

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ  
KATEDRA POLYGRAFIE A FOTOFYZIKY

**SLEDOVÁNÍ VLIVU POTISKOVANÉHO  
MATERIÁLU NA KVALITU TISKU  
HYBRIDNÍMI A UV ZÁŘENÍM  
TVRDITELNÝMI OFSETOVÝMI  
BARVAMI**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Autor práce: Alena Kochánková

Vedoucí práce: Ing. Jan Vališ, Ph.D.

**2013**

UNIVERSITY OF PARDUBICE  
FACULTY CHEMICAL TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF GRAPHIC ARTS AND PHOTOPHYSICS

**OBSERVING THE INFLUENCE OF  
PRINTED MATERIAL ON THE  
PRINTING QUALITY AT HYBRID AND  
UV OFFSET INKS**

**BACHELOR THESIS**

Author: Alena Kochánková

Supervisor: Ing. Jan Vališ, Ph.D.

**2013**

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Alena Kochánková**  
Osobní číslo: **C10253**  
Studijní program: **B3441 Polygrafie**  
Studijní obor: **Polygrafie**  
Název tématu: **Sledování vlivu potiskovaného materiálu na kvalitu tisku hybridními a UV zářením tvrditelnými ofsetovými barvami**  
Zadávací katedra: **Katedra polygrafie a fotofyziky**

### Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte odbornou literaturu a zpracujte stručnou rešerši týkající se hybridních a UV polymerací zasycujících ofsetových barev.
2. Na různé typy potiskovaných substrátů vytiskněte testovací vzorky. Stanovte dobu vytvrzení a dávku ozáření potřebnou pro zajištění optimálního vytvrzení barvosvrstvy. Sledujte odolnost vytvrzené barvosvrstvy.
3. Získané výsledky analyzujte a přehledně zpracujte ve formě závěrečné písemné práce.

Rozsah grafických prací:  
Rozsah pracovní zprávy:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tiskem**  
Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Valš, Ph.D.**  
Katedra polygrafie a fotofyziky

Datum zadání bakalářské práce: **13. prosince 2012**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. července 2013**



prof. Ing. Petr Lušák, DrSc.  
děkan

L.S.



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

V Pražubcích dne 13. prosince 2012

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 18. 7. 2013

Alena Kochánková

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat Ing. Janu Vališovi, Ph.D. za pomoc a spolupráci při zpracování této bakalářské práce a Katedře polygrafie a fotofyziky za poskytnuté materiály. Dále bych poděkovala rodině a přátelům za podporu.

## **Souhrn**

Cílem této bakalářské práce je ohodnotit kvalitu tisku hybridními a UV tiskovými barvami. Tisk byl aplikován na čtyři různé potiskované materiály. Hodnocení bylo prováděno na základě stanovení přenosové křivky a odolnosti vůči oděru.

Při hodnocení výsledků bylo zjištěno, že materiály s větší savostí a pórovitostí nejsou pro tisk těmito barvami vhodné. Dále bylo zjištěno, že UV barva je mnohem méně odolná vůči oděru než barva hybridní.

## **Klíčová slova**

UV barva, hybridní barva, složení barev, zasychání barev, adheze, metody a parametry pro stanovení kvality tisku, přenosová křivka, optická hustota

## **Summary**

The goal of this bachelor work is evaluate the quality printing of hybrid and UV printing inks. Printing was applied to four different materials. The evaluation was performed by characteristic curve of printing and abrasion resistance.

Final result was that materials with higher absorbency and porosity are appropriate for printing these inks. Then was result that the UV inks is much less resistant to abrasion than the hybrid inks

## **Key words**

UV inks, hybrid inks, inks formulation, inks drying, adhesion, methods and parameters for determining the quality of printing, characteristic curve of printing, optical density

## Obsah

1. Úvod.....	10
2. Teoretická část .....	11
2.1. Ofsetové tiskové barvy.....	11
2.2. Suroviny pro výrobu tiskových barev .....	11
2.2.1. Pigmenty a barviva .....	11
2.2.2. Filmotvorné látky .....	12
2.2.3. Rozpouštědla .....	13
2.2.4. Speciální přísady (aditiva).....	13
2.3. Zasychání tiskových barev .....	13
2.3.3. Oxypolymerace.....	14
2.3.4. Vytvrzování zářením .....	14
2.3.2. Penetrace.....	16
2.3.1. Odpařování .....	16
2.4. Adheze.....	17
2.4.1. Mechanická teorie .....	17
2.4.2. Elektrostatická teorie .....	17
2.4.3. Chemická teorie.....	17
2.4.4. Difúzní teorie.....	18
2.4.5. Teorie sekundárních vazeb .....	18
2.4.6. Teorie adsorpce .....	19
2.5. Odolnost materiálu vůči oděru .....	19
2.6. UV tiskové barvy .....	19
2.6.1. Složení UV tiskových barev .....	20
2.7. Hybridní tiskové barvy.....	21
2.7.1. Složení hybridních tiskových barev .....	21
2.8. Hodnocení kvalitu tisku .....	22



2.8.1. Vlastnosti potiskovaného materiálu .....	22
2.8.2. Parametry hodnocení kvality tisku .....	23
2.8.2.1. Optická hustota .....	24
2.8.2.2. Tónová hodnota a přírůstek tónové hodnoty .....	25
2.8.2.3. Tiskový kontrast .....	26
2.8.2.4. Přijímavost barvové vrstvy (trapping) .....	26
2.8.2.5. Barvová odchylka $\Delta E$ .....	27
2.8.3. Metody hodnocení kvality tisku .....	27
2.8.3.1. Denzitometry .....	27
2.8.3.2. Spektrofotometry .....	28
3. Experimentální část.....	30
3.1. Experimentální materiál .....	30
3.2. Experimentální přístroje a metody .....	30
3.2.1. Experimentální přístroje .....	30
3.2.2. Experimentální metody .....	34
3.3. Experimentální výsledky a diskuze.....	35
3.3.1. Vliv přeneseného množství barvy na optickou hustotu.....	35
3.3.2. Vliv potiskovaného materiálu na odolnost tisku .....	36
4. Závěr .....	41

## 1. Úvod

Vzhledem k tomu, že UV zářením tvrditelné barvy zasychají během několika sekund, jsou v dnešní době velmi rozšířené. Ovšem použití těchto barev sebou nese jistá úskalí. Především ve vybavení tiskových strojů, které je třeba přizpůsobit pro tisk těmito barvami.

Hybridní barvy byly vytvořeny k řešení tohoto problému. Jsou to barvy, ve kterých je podíl jak UV, tak i konvenční barvy. Touto kombinací, se podařilo vytvořit barvu, která je dostatečně vytvrzena okamžitě po tisku a lze ji použít na konvenčních tiskových strojích vybavených UV lampou. Vlastnosti tiskovin tištěných těmito barvami jsou ovlivněny materiálem, na který jsou natištěny, složením barvy a adhezí k potiskovanému materiálu.

Nevýhodou hybridních barev je potřeba speciálních čisticích prostředků pro čištění válců. Tiskové stroje také musí být vybaveny speciálními potahy, aby snesly jak konvenční tak hybridní barvy.

Cílem této práce, je provést měření odolnosti a kvality natištěné barvové vrstvy různými metodami, porovnat potištěné materiály a zhodnotit jejich vhodnost pro tisk těmito barvami.

Kvalitu tisku lze stanovit různými metodami, které hodnotí jednotlivé vizuální vlastnosti tiskoviny. Mezi metody stanovení kvality tisku patří denzitometrie a spektrofotometrie. Tyto dvě metody jsou určeny ke stanovení parametrů tisku, jako je například optická hustota, barvová odchylka, přírůstek tónové hodnoty, přijímavost barvy či tiskový kontrast. Uvedené parametry úzce souvisí s množstvím přenesené barvy a potiskovaným materiálem.

Množství přenesené barvy a typ potištěného materiálu také ovlivňuje odolnost vůči oděru. Pomocí této metody se určuje kvalita tisku, tedy především jeho odolnost. Adheze je v této oblasti důležitým parametrem, který stanovuje přilnavost mezi barvou a potištěným materiálem.

Tato bakalářská práce je zaměřena na hodnocení kvality potiskovaného materiálu s ohledem na množství přenesené barvy a její odolnosti vůči oděru.

## 2. Teoretická část

### 2.1. Ofsetové tiskové barvy

Tisková barva je látka, která zprostředkovává přenos informace z tiskové formy na potiskovaný materiál. Jejím úkolem je na potiskovaném materiálu vytvořit informaci, která bude stálá po dobu životnosti tiskoviny tedy odolná vůči vnějším vlivům.

U ofsetového tisku je třeba počítat s nízkou tloušťkou přeneseného barvového filmu. Je to způsobeno nízkou přenosovou kapacitou tiskové formy pro tisk z plochy a také nepřímou technikou přenosu barvy na potiskovaný materiál prostřednictvím ofsetového válce, který přenesenou barvovou vrstvu dále štěpí. Ofsetové tiskové barvy lze dělit podle odlišných požadavků a to na barvy pro ofset bez vlhčení, barvy pro potisk polymerních fólií, UV barvy pro obalový tisk atd. Tyto barvy se liší především svým složením. [1, 2, 3]

### 2.2. Suroviny pro výrobu tiskových barev

Tisková barva je dvoufázová disperzní soustava, skládající se z několika složek. Tyto suroviny můžeme rozdělit do čtyř skupin:

- pigmenty a barviva
- filmotvorné látky
- rozpouštědla
- speciální přísady (aditiva)

#### 2.2.1. Pigmenty a barviva

Pigmenty jsou typickou složkou v tiskových barvách. Jsou prakticky nerozpustné, a to jak ve vodě, tak i v organických rozpouštědlech. Na částicích pigmentu dochází k absorpci a rozptylu světla, což určuje jeho opacitu a barvu. Pigmenty se dělí do dvou skupin: na anorganické a organické pigmenty.

##### *Anorganické pigmenty*

Průměrná velikost jejich částic se pohybuje kolem 0,5–5  $\mu\text{m}$ . Patří mezi ně například různé černě, běloby či perleťové pigmenty.

Z černých pigmentů se především uplatňují saze, které mají skvělou barvivost, kryvost a stálost vůči světlu a teplu. Nevýhodou těchto pigmentů je špatná mísitelnost s jinými pigmenty.

Mezi nejdůležitější bílý pigment patří titanová běloba ( $\text{TiO}_2$ ), která je jak chemicky odolná, tak má i skvělou kryvost a světlostálost. Další bílé prášky se používají jako plniva do pestrých barev a laků. Mezi ně patří například kaolin, bentonit či síran barnatý.

Perleťové pigmenty jsou tvořeny částicemi o tloušťce 0,1–0,6  $\mu\text{m}$ . Specifický efekt vzniká mnohonásobným odrazem a lomem světla na opticky průhledných vrstvách. Zda bude třpyt měkce saténový nebo jasně brilantový je dáno velikostí částic. [1, 3, 4, 5]

### *Organické pigmenty*

Oproti anorganickým pigmentům mají jasnějšími odstíny, nižší hustotou, vysokou transparentci atd. Uplatňují se v procesních barvách nebo přímých tiskových barvách. Do skupiny organických pigmentů patří azopigmenty či antrachinonové a chidankridonové pigmenty. [1, 3, 4, 5]

Barviva jsou barevné organické prášky, které jsou nositeli transparentního zabarvení barvy. Na rozdíl od pigmentů jsou rozpustné. [1, 3]

### **2.2.2. Filtovorné látky**

Jsou to látky, které na potiskovaném materiálu vytvoří tenký film. Tento film musí být pružný, nelepivý a musí mít dobrou adhezi k potištěnému materiálu. Filtovorné látky mohou být součástí pojidla nebo samotným pojidlem.

K surovinám, které se používají pro výrobu filtovorných látek, patří vysychavé a polovysychavé oleje, přírodní tvrdé pryskyřice či celulóza. Tyto suroviny jsou pro výrobu chemicky modifikovány.

Jako vysychavé a polovysychavé oleje lze použít lněný nebo sojový olej. Jsou výchozí surovinou pro výrobu významných filtovorných látek, například olejových alkydových pryskyřic.

Přírodní tvrdá pryskyřice neboli kalafuna upravuje vlastnosti filtovorné látky, především rozpustnost, stálost na světle a teplotu měknutí. Tyto úpravy jsou způsobeny modifikací, patří mezi ně neutralizace hydroxidem vápenatým či kondenzace s fenolickými pryskyřicemi.

Z derivátů celulózy je nejpoužívanější ester s kyselinou dusičnou neboli nitrocelulóza. Je rozpustná v alkoholu, dobře se mísí s jinými filtovornými látkami a snadno uvolňuje rozpouštědlo při tvorbě filmu.

V UV vytvrzovaných tiskových barvách je roztok filmtvorných látek nahrazen kombinací dvou typů reaktivních složek, a to oligomery a monomery, které mají funkci rozpouštědla. [1, 3]

### **2.2.3. Rozpouštědla**

Úkolem rozpouštědla je rozpustit pojivo a další složky barvy, zajistit tekutost, rychlost schnutí a musí při tisku rychle vyprchat. Rozpouštědlo by mělo za běžné pokojové teploty snadno rozpustit filmtvornou látku a po nanesení rychle vyprchat či se vsáknout do povrchu potiskovaného materiálu. Požadavky na rozpouštědlo se liší z hlediska složek barvy i typu stroje, který je pro tisk používán. Rozpouštědlo musí být voleno tak, aby svou těkavostí nepoškozovalo potahy ofsetových válců a aby neměnilo vlastnosti tiskové barvy. Při volbě rozpouštědla je nutné také dbát na hlediska toxikologická, hygienická, ekologická a požárně-bezpečnostní.

Mezi organická rozpouštědla se řadí alifatické a aromatické uhlovodíky jako jsou alkany či toluen. Dále alkoholy, například ethanol, a jejich estery. Nejpriznivějším rozpouštědlem z toxikologického a ekologického hlediska je voda, má však omezenou schopnost rozpouštět a i po vysušení, může vykazovat citlivost na působení vlhkosti. [1, 3, 6]

### **2.2.4. Speciální přísady (aditiva)**

Do tiskových barev, se v malé míře přidává řada surovin, které přispívají ke zlepšení vlastností barev a tím ovlivní i jejich kvalitu.

Do této skupiny patří vosky, které zvyšují odolnost vůči oděru, lesk, snižují lepivost barvy a přispívají k odolnosti proti vodě. Dále do této skupiny patří sušidla, která urychlují zasychání barev. Antioxidanty zlepšují skladovatelnost barvy tím, že reagují s volnými radikály. Mezi aditiva můžeme také zařadit odpěňovače rozpouštějící tenzidy obsažené ve smáčedlech, která přispívají k lepší dispergaci pigmentů, nebo deodoranty, které potlačují zápach. [1, 3, 6]

## **2.3. Zasychání tiskových barev**

Zasychání tiskových barev je proces, při kterém dochází k přeměně tekutého stavu barvy na stav tuhý. Na zasychání má vliv jak barva a její složení, tak i potiskovaný materiál a jeho vlastnosti, mezi které patří hladkost, vlhkost, savost, pórovitost, atd.

Podle složení tiskové barvy lze proces zasychání rozdělit do tří skupin. Do první skupiny, zasychající chemickým procesem, řadíme oxypolymeraci a vytvrzování UV a EB zářením. Do druhé skupiny patří penetrace a odpařování, tento způsob zasychání řadíme mezi fyzikální procesy. Třetí skupina je kombinace chemického a fyzikálního procesu. [7, 8]

### **2.3.3. Oxypolymerace**

Jako pojidla jsou použity vysychavé oleje nebo vysychavé alkydy. Po natištění na potiskovaný materiál probíhá v pojidlech těchto barev polymerace vyvolaná vzdušným kyslíkem. Oxypolymeraci lze rozdělit do čtyř fází, mezi které patří vytvoření peroxidové nebo hydroperoxidové vazby, tvorba radikálů, propagace a terminace. Dochází tedy k prostorovému síťování, které je iniciováno volnými radikály vzniklými rozpadem peroxidů. Tyto peroxidy vznikly reakcí methylenové skupiny s kyslíkem.

Při těchto procesech dochází k tunutí pojiva, které vytvoří pružnou hmotu zadržující pigmenty na povrchu.

Tento proces je relativně pomalý a ovlivňuje ho řada faktorů:

- sušidla
- světlo
- teplo
- pigmenty
- změkčovadla
- vzduch

Tato metoda se řadí mezi chemické mechanismy, protože dochází k chemické změně pojiva. Pro archový ofset je vhodné kombinovat zasychání oxypolymerací a odpařováním. [7, 8]

### **2.3.4. Vytvrzování zářením**

V této metodě lze použít pro vytvrzení tiskových barev UV záření nebo proud elektronů.

Při EB vytvrzování není nutná přítomnost fotoiniciátorů. Pro iniciaci radikálové polymerizace je třeba vysoké kinetické energie, která vede ke vzniku reaktivních částic. Nevýhodou této technologie je nutnost používat inertní atmosféru při vytvrzování. Nejčastěji se používá dusík.

V případě UV barev jsou nezbytnými složkami fotoiniciátory a reaktivní pojiva. Při iniciaci fotopolymerace absorbují fotoiniciátory energii ve formě UV záření, přecházejí do aktivovaného stavu a následně se chemicky mění.

Abychom mohli při tisku použít tento typ barvy, je třeba vybavit tiskový stroj UV lampou. K vytvrzení může dojít bezprostředně po tisku. Nejčastěji používaným zdrojem UV záření je rtuťová výbojka, která je kategorizována podle vnitřního tlaku par rtuti na nízkotlaké, středotlaké a vysokotlaké. [7, 8, 16]

Vytvrzování tiskových UV barev je možné třemi rozdílnými systémy:

- radikálovým
- kationovým
- hybridním

#### *Radikálová polymerace*

Při polymeraci dochází ke spojení molekul, které obsahují jednu nebo více dvojných či trojných vazeb. Lineární polymerní řetězce jsou pomocí vodíkových můstků svázány. Vodíkový můstek tvoří vazbu mezi dvěma molekulami a řadíme jej mezi Van der Waalsovy vazby. Tyto vazby vznikají na základě elektrostatických přitažlivých sil mezi částicemi s určitým elektrickým nábojem.

Průběh radikálové polymerace lze popsat třemi kroky. Nejprve se odštěpením vodíku vytvoří volný radikál, dojde k tzv. iniciaci. Následuje adice dalších molekul, dojde tedy ke vzniku kovalentních vazeb mezi vzniklými radikály, které označujeme jako propagace. Terminace ukončuje celý proces. Dochází při ní k vzájemné reakci mezi dvěma rostoucími radikály nebo se ukončí růst řetězce přenosem radikálu na jinou částici. [8, 14]

#### *Kationtová polymerace*

Při kationové polymeraci dochází k reakci kationtů s molekulou monomeru a k rozpadu fotoiniciátoru na ionty nebo iontové páry. Tento rozpad je iniciovaný absorpcí záření. Katalyzátorem této reakce jsou Lewisovy kyseliny. Aktivními centry mohou být sulfoniové nebo iodoniové ionty.

Pro průběh reakce je nutná jen malá aktivační energie, protože ke vzniku reakčních center dojde najednou a velmi rychle. Na povrchu vytvořený film je pružnější ale vzhledem k tomu, že doba schnutí je dlouhá, nastává problém s dalším zpracováním. [2, 8]

### *Hybridní polymerace*

V tomto mechanismu dojde k radikálové a kationové polymeraci. Oba tyto systémy, které jsou při hybridní polymeraci aplikovány, mají mnoho výhod například díky kationtové polymeraci je reakce rychlejší, protože nedochází k tak velké inhibici radikálové polymerace vzdušným kyslíkem.

Monomery použité při této polymeraci v sobě také mohou kombinovat skupiny reagující radikálově a kationtově například akrylát-epoxy. Stejně je to i s fotoiniciátory, které jsou tvořeny kombinací skupin radikálových a kationových. Spojením těchto systému jsou barvy více reaktivní. Po vytvrzení je možné tisk ihned dále zpracovávat [2, 8]

### **2.3.2. Penetrace**

Barvy, které zasychají tímto způsobem, obsahují nízko – viskózní rozpouštědla, mezi které můžeme zařadit minerální oleje nebo estery vyšších mastných kyselin. Zapíjením minerálního oleje do kapilár papíru probíhá zasychání tiskové barvy. Na povrchu zůstávají pigmenty a pojiva.

Proces penetrace je velice rychlý, velká část rozpouštědla se během několika sekund vsákne do povrchu potiskovaného materiálu. Penetraci lze urychlit přidavkem minerálního oleje či petroleje nebo zvýšením teploty. Naopak zpomalit ji lze přidavkem lněného pojidla.

Tento proces je výrazně ovlivněn vlastnostmi použitého potiskovaného materiálu. Tato metoda se uplatňuje především v coldsetovém tisku nebo v rotačním knihtisku. [3, 7]

### **2.3.1. Odpařování**

K odpaření dochází při zvýšené teplotě, kterou lze docílit jak IČ zářením, tak horkým vzduchem. Mezi tiskové barvy, zasychající tímto způsobem, patří zejména flexotiskové a hlubotiskové barvy, a to hlavně kvůli obsahu těkavých rozpouštědel. Jako těkavá rozpouštědla lze použít benzín, toluen, etylalkohol, atd.

Tento způsob je charakteristický delší dobou zasychání. Pro zkrácení doby schnutí lze přispět například změnou podmínek v sušícím tunelu, tedy zvýšením sušící teploty nebo odstraňováním par rozpouštědel odsáváním či foukáním. [3, 8]



## **2. 4. Adheze**

Adheze je schopnost barvy udržet se na potiskovaném materiálu, neboli schopnost materiálu přilnout k jinému materiálu. S adhezí úzce souvisí i koheze, která charakterizuje soudržnost částic v látce působením mezimolekulárních a valenčních sil.

Lze ji definovat mnoha teoriemi, mezi které patří:

- mechanická teorie
- elektrostatická teorie
- chemická teorie
- difúzní teorie
- teorie sekundárních vazeb
- teorie adsorpce

[9, 10, 12]

### **2.4.1. Mechanická teorie**

Mechanická teorie je definována spojením pevné látky s kapalinou, který se po zaschnutí stane celistvou pevnou látkou. Je vyvolána zatečením kapaliny do pórů a nerovností materiálu. Proto se tato metoda nevyužívá pro materiály s rovným neporézním povrchem. [11]

### **2.4.2. Elektrostatická teorie**

Tato teorie je založena na dvojité vrstvě, která je vytvořena spojením dvou odlišných substancí s nevykompenzovanými náboji. Spoj je podobný kondenzátoru, u kterého se přitahují rozdílně nabitě desky. Nejčastěji se tato metoda projevuje ve spojení kovu a polymeru. [11, 12, 13]

### **2.4.3. Chemická teorie**

Pevného spoje můžeme dosáhnout i pomocí primárních chemických vazeb, především kovalentních, které jsou oproti Van der Waalsovým mnohem pevnější. Je to způsobeno přítomností reaktivních skupin v látkách. Adheze se zvyšuje se zvyšující se koncentrací těchto skupin. [10, 12, 13]

#### 2.4.4. Difúzní teorie

Difúzní teorie vychází z teorie mechanické, ale liší se tím, že místo úrovně mikroskopické vychází z úrovně molekulární. Kontaktem dvou materiálů dochází k difuzi atomů a molekul z jednoho materiálu do druhého. Difúzi ovlivňuje například doba kontaktu materiálů, teplota, charakter materiálů, velikost a struktura molekul. [11, 12, 13]

#### 2.4.5. Teorie sekundárních vazeb

Sekundární vazby charakterizují síly působící mezi molekulami. V látkách se mohou vyskytovat jak sekundární vazby, tak vazby primární. Primárními vazbami jsou spojovány jednotlivé atomy v molekule. Patří mezi ně vazby iontové, kovové a kovalentní.

Sekundární vazby jsou mnohem slabší než primární. Jako příklad sekundárních vazeb lze uvést vazbu vodíkovým můstkem či síly Van der Waalovy. Van der Waalovy síly dělíme na coulombovské, disperzní a indukční síly

##### *Coulombovské síly*

Nazývané také jako síly elektrostatické vznikající mezi nabitými molekulami nebo ionty. Pokud se částice odpuzují, jsou nabitě stejným nábojem, naopak částice opačně nabitě jsou přitahovány. [9, 12, 13]

##### *Disperzní síly*

Uplatňují se mezi nepolárními molekulami. Vznikají neuspořádaným pohybem elektronů, které se hromadí a tvoří tak nestálý, proměnný dipól. Pokud se k tomuto dipólu přiblíží další molekula, dochází k indukci dalšího dipólu neboli k Londonovu efektu. Proto se tyto síly také nazývají Londonovy síly. [9, 12, 13]

##### *Indukční síly*

Při vzniku indukční síly dochází k interakci dipólu a indukovaného dipólu. Ke svému vzniku potřebuje trvale polarizovatelnou molekulu, čím je tato molekula větší, tím snadněji vazba vzniká. [9, 12, 13]

##### *Vazba vodíkovým můstkem*

Není to chemická vazba ale slabá interakce mezi atomem vodíku, který je ochuzený o elektrony a atomem, který má přebytek elektronů. K ochuzení atomu vodíku dochází v případě, že je vázán s elektronegativním atomem např. s kyslíkem. [9, 12, 13]

#### **2.4.6. Teorie adsorpce**

Adsorpce se především používá k oddělování složek obsažených v tekutinách, a to tak, že se tekutina uvede do styku s velmi porézní pevnou fází a jejím povrchem se složky tekutiny v různé míře adsorbují.

Definuje tedy smáčivost povrchu pevné látky kapalinou. Smáčivost je definována pomocí povrchového napětí. Pokud je povrchová energie pevné látky větší, než energie kapaliny tak je povrch dobře smáčen. [9, 12, 13]

### **2. 5. Odolnost materiálu vůči oděru**

Odolnost vůči oděru je ovlivněna mnoha faktory, mezi které patří především vlastnosti tiskové barvy, tedy složení, způsob zasychání či tvrdost a tloušťka vrstvy. Dále ji ovlivňují vlastnosti potiskovaného materiálu jako například savost, pórovitost nebo hladkost. Odolnost lze zlepšit menším množstvím barvy nebo větší savostí potištěného materiálu.

Odolnost lze měřit různými metodami založenými na stejném principu. Potištěný a nepotištěný materiál se o sebe třou za konstantního tlaku. Při měření se nastavuje rychlost odírání a počet cyklů. [2]

### **2. 6. UV tiskové barvy**

Pro své výhody, oproti konvenčním barvám, jsou UV barvy velmi používané. Mezi výhody patří především rychlost zasychání, která se pohybuje ve zlomcích sekund. Dále variabilnost v tloušťce barvové vrstvy a vysoké odolnosti této vrstvy proti chemickým a mechanickým vlivům. Vzhledem k tomu, že neobsahují těkavá rozpouštědla, jsou ekologičtější oproti jiným barvám. Problém nastává v místě sušení, kde je nutné zajistit odsávání kvůli vznikajícímu ozónu.

UV tiskové barvy mají samozřejmě i své nevýhody. Při jejich používání se musí dodržet bezpečnostní pravidla, aby nedošlo ke kontaktu očí s UV zářením nebo k podráždění pokožky při manipulaci s barvou. UV barvy se špatně snáší s tiskovými deskami a může dojít k jejich poškození.

Vlastnosti UV tiskových barev závisí jak na složení, tak na podmínkách vytvrzování, tloušťce nanesené vrstvy nebo na typu potiskovaného materiálu. Tyto faktory ovlivňují například odolnost vůči oděru. [8, 15]

### 2.6.1. Složení UV tiskových barev

Vlastnosti UV tiskových barev jsou dány jejich složením. UV barvy obsahují monomery, oligomery, fotoiniciátory, pigmenty a aditiva.

#### *Monomery*

Jsou to látky, které plní funkci reaktivních ředidel a snižují viskozitu formulace. Používají se monofunkční a vícefunkční monomery. Použitím vícefunkčních monomerů vzniká hustší zesíťení. [8, 17]

#### *Oligomery*

Jsou to oligomerní polymery s nízkou molekulovou hmotností charakteristické dvojnou vazbou na konci uhlíkového řetězce. V UV tiskových barvách zastávají funkci filmotvorných látek. Ovlivňují tedy výsledné vlastnosti vytvrzeného filmu jako je tvrdost, pružnost nebo odolnost vůči oděru. [8, 17]

#### *Fotoiniciátory*

Jsou to chemické sloučeniny, které absorbují UV záření. Při absorpci tohoto záření zreagují iniciátory na látky, které zahájí polymeraci. K tomuto ději dochází, když se absorpční spektrum fotoiniciátoru překrývá s emisním spektrem světelného zdroje. [8, 17, 18]

#### *Aditiva*

Tyto látky upravují vlastnosti barvy a jsou v ní obsaženy v malých koncentracích. Mezi velice důležitá aditiva řadíme látky, které zabraňují předčasné polymeraci při skladování.

Dále se do barev přidávají odpěňovače, plastifikátory, látky usnadňující smáčení a adhezi, gelovací látky či sušidla. Zvolení vhodné formulace je závislé na typu potitštěného substrátu. [8, 17, 18]

Tab. 1. Formulace UV tiskové barvy [17]

složka	podíl [%]
polyesterakryláty	0 – 30
zředěné polyestery	0 – 40
epoxyakryláty	10 – 40
vícefunkční urethanakryláty	0 – 10
pigmenty	14 – 24
plniva	4 – 8
vosky	1 – 2
monomery	5 – 15
směs fotoiniciátorů	6 – 12
stabilizátory, inhibitory	< 1

## 2.7. Hybridní tiskové barvy

Hybridní tiskové barvy obsahují podíl UV barvy a konvenční barvy. Kombinací těchto dvou barev se odstranili některé jejich nevýhody.

UV barvami nelze tisknout na strojích pro konvenční barvy, protože poškozují barevníkové válce. Právě hybridní barvy je možné použít na stejném stroji jako konvenční tiskové barvy.

Konvenční barvy, potřebují pro vytvrzení vyšší teplotu sušení, z toho důvodu, není možné tisknout na materiály citlivé na teplo nebo vytištěnou produkci ihned dále zpracovat. Tento problém lze vyřešit přidáním UV sušení, které zaručí možnost bezprostředního zpracování bez vystavení materiálu vysokým teplotám. Ovšem dávka ozáření může být menší než u klasických UV barev, protože hybridní barvy zasychají dvěma mechanismy a to oxypolymerací a fotopolymerací. [2, 4]

### 2.7.1. Složení hybridních tiskových barev

Jsou složeny ze směsi konvenčních a UV tiskových barev. Pojivový systém hybridních tiskových barev je tvořen rostlinnými a minerálními oleji, které jsou základní složkou konvenčních barev a oligomery akrylátového typu, které jsou složkou UV barev. Množství monomerů a oligomerů je ale zredukováno, aby nedocházelo k poškození potahů válců. Součástí barev jsou také fotoiniciátory, které umožňují UV sušení.

Hybridní barvy, jejichž součástí jsou polyesterakryláty, které způsobují nižší chemickou odolnost a odolnost vůči oděru, jsou často kombinovány s UV přetiskovým lakem. Vykazují také podobnou lepivost a viskozitu jako mají UV barvy. Je – li lepivost příliš vysoká, může docházet k vytrhávání vláken z papíru. [2, 4]

Tab. 2. Formulace hybridní tiskové barvy [2]

složka	podíl [%]
rostlinné oleje a estery polovysychavých alkydů	5 – 15
polyesterakryláty	0 – 50
epoxyakryláty	0 – 10
akryláty rostlinných olejů	0 – 50
pigmenty	14 – 24
plniva	4 – 8
vosky	1 – 2
monomery	5 – 15
fotoiniciátory	4 – 8
stabilizátory, inhibitory	< 1

## 2. 8. Hodnocení kvalitu tisku

Mezi faktory, které významně ovlivňují kvalitu tisku, patří grafický návrh, příprava tisku, typ potiskovaného materiálu, proces tisku a dokončovací zpracování. Již při návrhu je třeba brát zřetel na požadovanou kvalitu a na proces, kterým má být této kvality dosaženo.

Potiskovaný materiál ovlivňuje kvalitu tisku především svými vlastnostmi a strukturou povrchu. Struktura povrchu je dána typem tiskoviny a její případnou úpravou.

Potiskovat lze papír, fólie, plasty, kovy, textilie, dřevo atd. Povrch těchto materiálů lze upravit různými způsoby, (natírání, křídování, zdrsnění atd.) a tím zlepšit jejich přijímavost tiskové barvy. [17]

### 2.8.1. Vlastnosti potiskovaného materiálu

Mezi základní fyzikální a chemické vlastnosti materiálu, které ovlivňují kvalitu tisku, patří:

- hladkost, drsnost
- pórovitost
- opacita

#### *Hladkost, drsnost*

Je ta vlastnost materiálu, kterou lze hodnotit omakem. Je důležitá pro správné nanesení a rozprostření barvy. Hladkost papíru lze měřit dvěma metodami – podle Bekka a Bendtsena. Metoda podle Bekka stanovuje čas, který je potřebný k proniknutí určeného množství vzduchu mezi povrchem papíru a destičkou. Metoda podle Bendtsena stanovuje množství vzduchu, které přetlakem pronikne mezi povrchem papíru a přiléhajícím kovovým prstencem. [22]

### *Pórovitost*

Úzce souvisí s hladkostí a přijímovostí barvy potiskovaného materiálu. Čím více je materiál pórovitý tím více přijme tiskovou barvu. Tuto vlastnost lze upravit povrchovými nátěry, které mohou materiálu dodat i estetický vzhled. [22]

### *Opacita*

Patří mezi chemické vlastnosti. Charakterizuje průhlednost materiálu. Je to schopnost pohlcovat záření, která se vyjadřuje v procentech.

Dokonale neprůsvitný materiál má opacitu 100%. Tato vlastnost je důležitá při volbě složení barvy s ohledem na požadovanou kryvost. Při potisku průhledného materiálu (folie) se často nejprve natiskne vrstva bílé barvy, která vytvoří neprůhledný podklad, a poté se materiál potiskne zvolenou barvou pro tisk. [22]

Tyto uvedené vlastnosti mají vliv na přijímovost tiskové barvy. Drsnější povrch zadržuje ve svých nerovnostech více barvy a pórovitost je důležitá pro uplatnění kapilárních sil, které zapříčiňují pronikání tiskové barvy do povrchu papíru.

Pro stanovení přijímovosti tiskových barev se používají různé metody, mezi které se řadí i stanovení přenosové křivky. [22]

### *Stanovení přenosové křivky*

Přenosová křivka je definována jako minimální množství přenesené barvy, které je potřebné k úplnému zakrytí plochy v závislosti na optické hustotě. Kritické množství barvy nepřímo závisí na hladkosti a rostoucí pórovitosti papíru. [22]

## **2.8.2. Parametry hodnocení kvality tisku**

Požadovanou kvalitu tisku ovlivňuje tloušťka barvové vrstvy a plošné pokrytí. Tloušťku barvové vrstvy ovlivňuje použitá tisková technika. Nejtenších barvových vrstev dosahuje ofsetový tisk, naopak větších vrstev dosáhneme například sítotiskem.

Výsledný barevný odstín závisí na koncentraci pigmentů v barvě. Všechny tyto faktory je možné ovlivnit, abychom dosáhli co nejlepších výsledků.

Kvalitu tisku hodnotíme pomocí měřitelných parametrů, mezi které se řadí:

- optická hustota
- tónová hodnota a přírůstek tónové hodnoty
- tiskový kontrast
- přijímavost barvové vrstvy (trapping)
- barvová odchylka  $\Delta E$

[20, 21]

### 2.8.2.1. Optická hustota

Nesprávně označovaná také jako denzita je definovaná vztahem:

$$D_R = \log\left(\frac{1}{R}\right) \quad (1)$$

$D_R$  odrazová optická hustota

$R$  činitel odrazu (reflektance)

$$R = \frac{\Phi_n}{\Phi_0} \quad (2)$$

$\Phi_0$  světelný tok dopadající na plochu

$\Phi_n$  odražená část světelného toku

Pro určení tloušťky barvové vrstvy stačí určit optickou hustotu v určité absorpční oblasti, není tedy třeba měřit celou spektrální závislost. Absorpční oblast je vymezena optickými filtry, které propouštějí světlo v určených oblastech spektra. Pro měření optické hustoty purpurové barvy se použije zelený filtr, pro žlutou barvu modrý filtr a pro azurovou barvu červený filtr.

Optická hustota je zejména závislá na tiskových podmínkách a barvové vrstvě. Souvislost mezi těmito dvěma faktory popisuje Tolenaarova rovnice:

$$D_p = D_{max} \cdot (1 - e^{-my}) \quad (3)$$

$D_p$  optická hustota plné plochy

$D_{max}$  maximální hodnota optické hustoty (stav nasycení)

$y$  množství přenesené barvy

$m$  parametr popisující strmost křivky



Optickou hustotu lze měřit jak denzitometry, tak i spektrofotometry.

Optická hustota narůstá se vzrůstající barvou vrstvou, tedy až do hraniční hodnoty. V praxi častěji měříme rozdíl mezi potištěnou a nepotištěnou plochou než absolutní hodnotu optické hustoty. Toto je třeba zohlednit v Tolenaarově rovnici:

$$D_P = (D_{max} - D_{mat}) \cdot (1 - e^{-my}) \quad (4)$$

$D_{mat}$  optická hustota potištěného materiálu

[20, 21]

### 2.8.2.2. Tónová hodnota a přírůstek tónové hodnoty

Parametr tónová hodnota určuje plošné pokrytí tiskové plochy síťovými body. Výsledné hodnoty se udávají v procentech. Hodnota 100% charakterizuje plnou plochou a 0% nepotištěnou plochu. Tónovou hodnotu vypočítáme pomocí Murray-Daviesovy rovnice:

$$A = 100 \frac{1 - 10^{-(D_t - D_0)}}{1 - 10^{-(D_S - D_0)}} \quad (5)$$

$A$  nárůst tónové hodnoty

$D_t$  optická hustota měřené plochy

$D_S$  optická hustota plné plochy tiskové barvy

$D_0$  optická hustota nepotištěného materiálu

Tuto metodu lze aplikovat, pouze když je povrchová vrstva testovaného materiálu pro světlo zcela nepropustná. Pokud světlo propouští, tak je nárůstu tónové hodnoty ovlivněn podílem rozptýleného světla. Proto Yule a Nielsen zavedli do této rovnice korekční faktor  $n$ .

$$A = 100 \frac{1 - 10^{-(D_t - D_0)/n}}{1 - 10^{-(D_S - D_0)/n}} \quad (6)$$

Během tisku může docházet k rozšíření tiskového bodu a to vlivem tiskových podmínek. Nejvíce se toto rozšíření projevuje v oblasti středních tónů tisku. Pro kontrolu rozšíření tiskového bodu se používají kontrolní proužky s poli o tónové hodnotě 40 a 80%. [20, 21]

### 2.8.2.3. Tiskový kontrast

Charakterizuje zúžení tónového rozsahu výtisku v porovnání s originálem. Lze jej ovlivnit pouze regulací přívodu barvy, protože vlastnosti potištěného materiálu a barvy jsou dány. Množství barvy je ovšem omezeno aby nedocházelo k deformaci autotypické sítě, která se projevuje sléváním ploch ve stínech.

Od určité tloušťky přeneseného barvového filmu se optická hustota nadále nezvyšuje, a proto je optimální vybarvení tisku definováno nejmenším množstvím tiskové barvy, kterým se dosáhne maximální optické hustoty, aniž by došlo ke zmíněným vadám a deformacím autotypické sítě.

Tiskový kontrast se stanoví pomocí rovnice:

$$K = 100 \cdot \frac{D_P - D_A}{D_P} \quad (7)$$

$K$  relativní tiskový kontrast

$D_A$  optická hustota autotypické plochy

[20, 21]

### 2.8.2.4. Přijímavost barvové vrstvy (trapping)

Trapping charakterizuje kvalitu přetisku jedné barvové vrstvy druhou barvovou vrstvou. Tento parametr je ovlivněn tloušťkou barvové vrstvy, pořadím barev při tisku, tiskovým tlakem a záleží také na tom, zda je první vrstva tiskové barvy mokrá nebo suchá.

Pro stanovení trappingu se používají denzitometry. Při měření je důležité, aby filtr v denzimetru byl nastavený pro druhou tištěnou barvu.

Pro výpočet se používá vztah podle Preucila:

$$T_P = 100 \cdot \frac{D_{1+2} - D_1}{D_2} \quad (8)$$

$T_P$  přijímavost tiskové barev

$D_1$  optická hustota plné plochy první barvy

$D_2$  optická hustota plné plochy druhé barvy

$D_{1+2}$  optická hustota přetisku první barvy druhou

Tato metoda je určena především pro měření plného pokrytí tiskových barev. Pro nerovnoměrný přenos tiskových barev je vhodnější použít vzorce pro výpočet trappingu dle Brunnera nebo Ritze. [20, 21]

### 2.8.2.5. Barvová odchylka $\Delta E$

Je definována jako číselné vyjádření rozdílu mezi dvěma barvami. Vyjádřit ji lze pomocí dvou bodů, které se nacházejí v barvovém prostoru CIE  $L^*a^*b^*$  a dosazením do rovnice:

$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (11)$$

Barvová odchylka zahrnuje celkovou změnu odstínu barvy. Podle její velikosti se kvalita tisku dělí do několika kategorií, od hodnot 0-1, které definují barvovou odchylku nepostřehnutelnou pouhým okem, až po hodnoty  $6 <$ , které definují odchylku střední a velkou. [21]

### 2.8.3. Metody hodnocení kvality tisku

Pro měření a stanovení parametrů, které charakterizují kvalitu tisku, se používají denzitometry a spektrofotometry. Tyto přístroje měří procházející nebo odražené světlo a vypočítají optickou hustotu a barvové souřadnice prostoru CIELAB.

#### 2.8.3.1. Denzitometry

Denzitometry dělíme na průhledové a odrazové podle optického uspořádání.

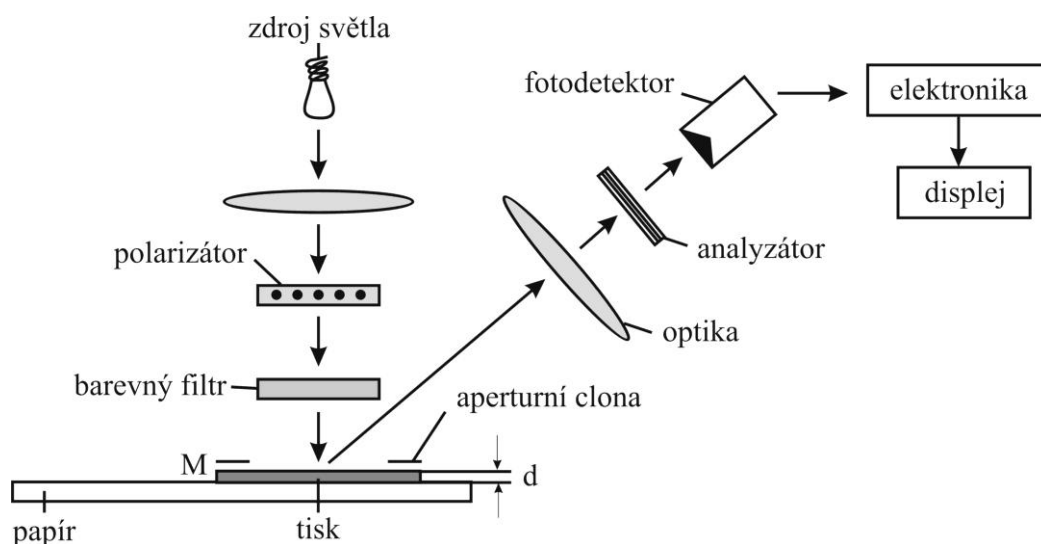
Mezi součásti denzitometru patří stabilizovaný zdroj světla v oblasti viditelného záření, optický, polarizační a barevný filtr, fotodetektor, elektronické obvody a displej, který zobrazuje naměřené hodnoty.

Základní uspořádání denzitometru je zakresleno na obr. 1. Při měření, se zrcadlově odražené světlo mísí s difuzně rozptýleným, a to má za následek, že se měřený vzorek jeví světlejší. Tento defekt je patrný při měření mokrého nezaschlého tisku. Tato naměřená hodnota je ovlivněna barevností a hladkostí povrchu.

Polarizační filtry slouží k separaci paprsků odražených od hladkého povrchu od difuzního obrazu na částicích pigmentu. Při srovnání optické hustoty, měřené s polarizátory a bez nich, se hodnoty mohou lišit o 0,1 až 0,3v závislosti na tloušťce barvové vrstvy a hladkosti materiálu. Optické (barevné) filtry, pro procesní barvy C, M, Y, vymezí část spektra, kterou barva absorbuje.

Při měření optické hustoty a odrazového spektra vzorku, které silně rozptylují světlo a při použití geometrie měření 0:45 nebo 45:0 fotodetektor zachytí pouze malou část světla.

V tomto případě se tedy používají přístroje, které mají kulový reflektor s geometrií  $\alpha:d$ , kde  $d$  značí difuzní odraz a  $\alpha$  uhel pod kterým dopadá světlo na vzorek. Je také možné použít systémy, kde je vzorek osvětlen difuzně rozptýleným světlem a intenzita světla se měří pod úhlem  $\alpha$  k povrchu vzorku. [3, 20]



Obr. 1. Základní schéma uspořádání denzitometru 0:45 [3]

### 2.8.3.2. Spektrofotometry

Jsou to odrazové fotometry, které se dodávají jako ruční či skenovací. Mohou být vybaveny polarizačními filtry a mít podobnou geometrii optického uspořádání jako denzitometry. Pomocí spektrofotometru lze měřit spektra pro stanovení souřadnic CIE  $L^*a^*b^*$ , optické hustoty a dalších parametrů z ní odvozených.

Oproti denzitometrům neobsahují optické filtry ale difrakční mřížku (monochromátor), která rozkládá světlo v rozsahu viditelného spektra (380–750 nm). Světlo procházející monochromátorem pod různými úhly pro každou vlnovou délku dopadá na řádkový fotodetektor, který skládá z lineárně uspořádaných fotodiód. Každá fotodioda zaznamenává určitý úhlový rozsah dopadajících paprsků a spektrální rozsah vlnových délek.

Při měření je nejprve nutné stanovit si standardní zdroj osvětlení a typ pozorovatele, který vymezuje spektra trichromatických členitelů  $x(\lambda)$ ,  $y(\lambda)$ ,  $z(\lambda)$ . Spektrofotometry obvykle nabízejí jako zdroj osvětlení typ  $D_{50}$  a  $D_{65}$ , což je denní světlo a typ A, které charakterizuje světlo wolframové žárovky. Při volbě pozorovatele volíme mezi  $2^\circ$  (plocha 3,5 cm ze vzdálenosti 1 m) a  $10^\circ$  (plocha 17,5 cm ze vzdálenosti 1 m) standardním pozorovatelem.

Pomocí spektrofotometru lze určit také index metamerie. Tento jev je způsoben vlivem osvětlení či vlivem pozorovatele. Dva výtisky se jeví shodné pod jedním typem osvětlení a různé pod jiným. Různá spektrální citlivost pozorovatele způsobí, že se dvě barvy budou jednomu pozorovateli zdát shodné a druhému rozdílné. Index metamerie lze vypočítat pomocí rovnice:

$$MI = \sqrt{(\Delta L_{Z1}^* - \Delta L_{Z2}^*)^2 + (\Delta a_{Z1}^* - \Delta a_{Z2}^*)^2 + (\Delta b_{Z1}^* - \Delta b_{Z2}^*)^2} \quad (12)$$

Do rovnice dosadíme rozdíl barvových souřadnic pro vzorky příslušných barev při zdroji osvětlení Z1 a Z2. [3, 20]

### **3. Experimentální část**

#### **3.1. Experimentální materiál**

##### **Tiskové barvy**

###### *UV barva*

- Process magenta Suncure Starluxe USL27

###### *Hybridní barva*

- Magenta UV Hybrid Plus / Litho UOH30080-409

##### **Potiskovaný materiál**

- Papír APCO
- Papír voluminózní
- Fólie mléčná
- Fólie metalická

#### **3.2. Experimentální přístroje a metody**

##### **3.2.1. Experimentální přístroje**

Při zpracování této bakalářské práce bylo použito několik typů zařízení.

###### **Nátiskové zařízení IGT C1**

Toto zařízení je konstruováno pro zkušební nátisk ofsetových barev, u kterých můžeme vyhodnocovat například přenosovou křivku, průhlednost nebo probarvení. Je tedy určen pro testování kvality tisku. Potiskovat lze širokou škálu materiálů, například papír, plast, folie či celofán.

Nátiskové zařízení IGT C1 má dvě části, roztírací jednotku a tiskovou jednotku. Roztírací jednotka se skládá ze dvou hliníkových válců a vyjímatelného pryžového válce. K součástem tiskové jednotky patří tiskový váleček, držák polohy pro potiskovaný materiál a tlakový válec.

Tlak při tisku je možné nastavit v rozmezí 100 – 1000 N. Pro každý typ tiskové barvy jsou používány válečky z různých materiálů a roztoky pro čištění válečků musí být šetrné k povrchům válců. Odlišnost válečků a čistících roztoků se týká především UV barev. [23]



Obr. 2. Nátiskové zařízení IGT C1 [24]

### **Analytická váha KERN**

Jsou určeny pro velice přesné vážení. Využívají se především v laboratořích a výzkumných centrech. [25]



Obr. 3. Analytická váha KERN [26]

### **Vytvrzovací tunel Miniterm UV 220 (Aeroterm)**

Je to zařízení určené k vytvrzování barev UV zářením. Intenzitu UV záření je možné upravovat jak rychlostí transportního pásu (0–9 m/min), tak výškou zdroje záření nad vytvrzovaným materiálem. Výkon zdroje záření se pohybuje od 60 do 120 W/cm<sup>2</sup>. Stroj je také vybaven odtahem ozonu pro ochranu zaměstnanců a provozu. [27]



Obr. 3. Vytvrzovací tunel Miniterm UV 220 (Aeroterm) [28]

### **Radiometr UV Integrátor (UV-technik)**

UV Integrátor je určený k měření intenzity UV záření. Lze jej využít zejména v tiskových strojích a UV tunelech. Měřící senzor je umístěn na zadní straně radiometru. Rozsah měření je v oblasti 250–410 nm a výsledná energie záření je udávána v  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ . Provozní teplota je 0–70 °C a výdržnost lithiové baterie je až 10 000 hod. [29]



Obr. 4. Radiometr UV Integrátor (UV-technik) [30]

### **Ink Rub Tester**

Ink Rub Tester je určený k testování odolnosti barvy vůči oděru. Při oděru je použito závaží, které vykonává obloukový pohyb. Můžeme volit mezi dvěma závažími o hmotnosti 0,9 kg a 1,8 kg. Dále můžeme volbou počtu cyklů za minutu korigovat rychlost odírání. [31]





Obr. 5. Ink Rub Tester [32]

### Spektrofotometr X - Rite 530x

Spektrofotometr je určený pro měření optické hustoty, plošného pokrytí, nárůstu tiskového bodu, přijímatosti barev, tiskového kontrastu, barevnosti v prostoru CIE  $L^*a^*b^*$ ,  $L^*u^*v^*$ ,  $L^*C^*h^*$ , XYZ, Yxy, a barvové odchylky.

Při měření hodnot  $L^*a^*b^*$  je nutné přístroj nakalibrovat na absolutní bílou, oproti tomu při měření optické hustoty se tato kalibrace neprovádí, ale odečítá se hodnota změřená na papíru použitého pro tisk. [33]



Obr. 6. Spektrofotometr X - Rite 530x [34]

### **3.2.2. Experimentální metody**

#### **Příprava materiálu**

Pro tisk byl použit papír voluminózní, papír APCO, mléčná fólie a metalická fólie. Všechny tyto materiály byly připraveny na rozměr 5 x 25 cm. Takto byly připravené pro tisk.

#### **Tisk vzorků**

Tisk zvolených vzorků materiálů byl prováděn na nátiskovém zařízení IGT C1. Pro tisk byly použity UV a hybridní barvy. Vzhledem ke zvoleným barvám byly použity speciální válečky. Tlak při tisku byl nastaven na hodnotu 400 N. Před tiskem, byl zvážen čistý váleček bez nánosu barvy.

Při každém tisku byl váleček zvážen po navalení barvy a po přenesení barvy na potiskovaný materiál. Tím bylo zjištěno, jaké množství barvy se přeneslo na potiskovaný materiál. Postupným střídáním materiálů a tiskem barva ubývala, tím byla pro každý materiál připravena sada vzorků s různým nánosem barvy.

V průběhu sušení, kdy potištěný materiál procházel UV tunelem, byla kontrolována intenzita UV záření pomocí UV Integrátoru. Dávka ozáření se pohybovala kolem  $700 \text{ mJ/cm}^2$ . Tato dávka ozáření byla, po kontrole vytvrzených vzorků kdy byl podle omaku tisk dostatečně vytvrzený, uznána za dostačující.

#### **Stanovení přenosové křivky**

Pomocí spektrofotometru byly na natištěných vzorcích, z nátiskového zařízení IGT C1, naměřeny hodnoty optické hustoty. Každý vzorek byl měřen na pěti místech a výsledek byl zprůměrován. Tím se zajistily přesnější výsledky. Přenosová křivka se získala ze závislosti optické hustoty na množství přenesené barvy.

#### **Oděr**

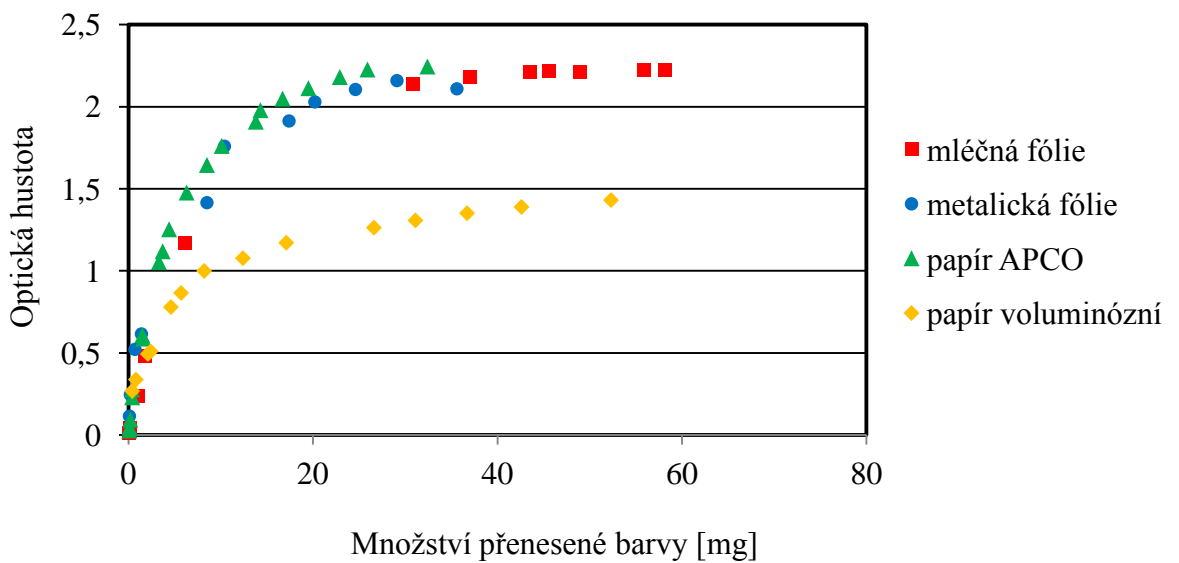
Pro oděr byly zvoleny potištěné proužky voluminózního papíru, APCO papíru, mléčné a metalické fólie. Na vytištěných proužcích byl pomocí přístroje Ink Rub Testr testován oděr. Při oděru bylo použito závaží o hmotnosti 1,8 kg. Rychlost odírání byla nastavena na 85 cyklů za minutu a provádělo se 20 cyklů. Při odírání byl použit jako protikus stejný materiál, na který se tisklo. Pro porovnání všech potištěných materiálů byl poté pro oděr použit jeden typ materiálu, a to papír voluminózní, který svou pórovitou strukturou odíral nejvíce.

Materiály tedy byly vystaveny větší zátěži než při oděru protikusem, který byl z totožného materiálu.

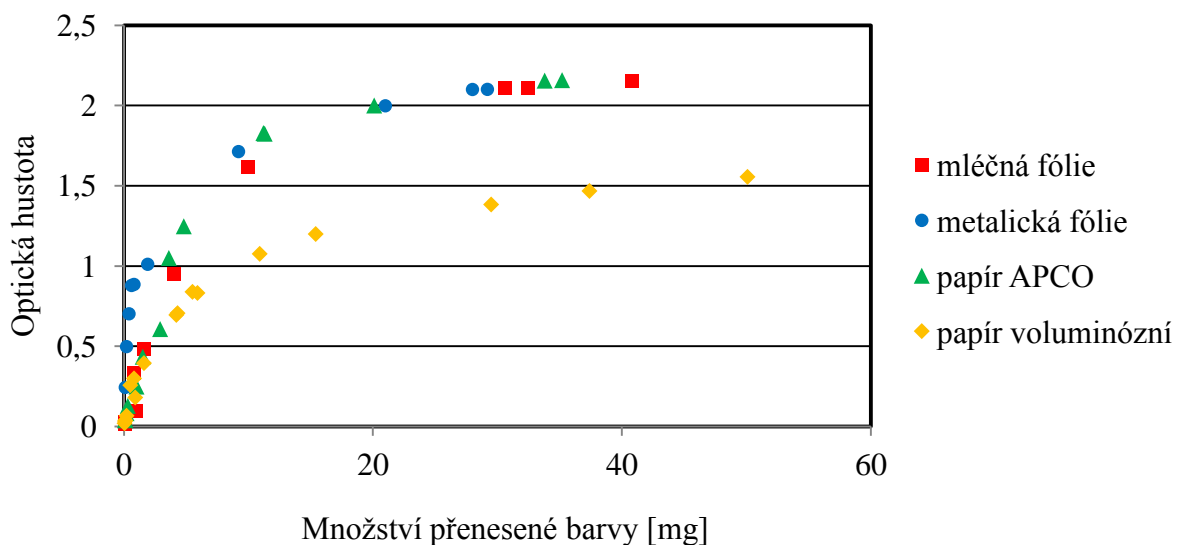
Pro vyhodnocení se opět použil spektrofotometr. Na pěti různých místech každého vzorku byly naměřeny hodnoty  $L^*a^*b^*$ , které se zprůměrovaly. Z těchto hodnot byla určena barvová odchylka, která byla stěžejní pro vyhodnocení oděru barvy.

### 3.3. Experimentální výsledky a diskuze

#### 3.3.1. Vliv přeneseného množství barvy na optickou hustotu



Obr. 7. Přenosová křivka pro vzorky potištěné hybridní barvou



Obr. 8. Přenosová křivka pro vzorky potištěné UV barvou

Vzhledem k povrchovým vlastnostem potištěných materiálů je optická hustota na hladkých nepórovitých materiálech vždy vyšší, jak můžeme vidět na obr. 7.

Metallická fólie a papír APCO dosáhly ustálené hodnoty optické hustoty při 27 mg barvy. Ovšem pro papír APCO jsou hodnoty optické hustoty vyšší. Je to způsobeno nestálostí metallické fólie, která na svém povrchu rozptyluje větší množství světla, měření se tím tedy celkem komplikovalo. Papír voluminózní dosáhl ustálení při 52 mg barvy, a přesto optická hustota dosáhla pouze hodnoty 1,432. Je to způsobeno povrchem papíru, který je savý a pórovitý, proto je přijaté množství barvy větší než u ostatních vzorků.

Pro UV barvu je celkový průběh podobný jako pro barvu hybridní. Kromě papíru voluminózního, jsou hodnoty ustálené optické hustoty pro ostatní měřené materiály téměř shodné, protože jejich povrch vykazuje podobné vlastnosti.

Při měření optické hustoty je třeba spektrofotometr nakalibrovat na nepotištěný měřený povrch. Pro metallickou fólii bylo nutné nakalibrovat přístroj stejně jako pro fólii mléčnou, která byla položená na bílém povrchu papíru. Metallickou fólii se nepodařilo nakalibrovat kvůli jejímu povrchu který je lesklý a nestandardně odráží světlo od povrchu.

Z tohoto měření vyplívá, že jak barva hybridní, tak UV barva vykazují podobné krycí vlastnosti pro tyto typy materiálů. Jak vidíme v grafech, voluminózní papír není pro tyto barvy vhodným podkladem pro svoji savost a minimální lesk barvy po tisku. Mezi nevhodné podklady řadíme i fólii metallickou, protože její povrch má při menším množství barvy vliv na celkovou barevnost tisku.

### 3.3.2. Vliv potiskovaného materiálu na odolnost tisku

Tab. 1. Naměřené hodnoty pro papír APCO a papír voluminózní potištěný hybridní barvou

<b>Odíraný materiál</b>	<b>Nános barvy [g]</b>	<b>Barvová odchylka</b>
<b>APCO papír</b>	0,0424	2,15
	0,0157	2,04
	0,0083	2,13
	0,0021	2,33
<b>Voluminózní papír</b>	0,0426	1,93
	0,0157	2,12
	0,0081	2,26
	0,0021	2,5

Tab. 2. Naměřené hodnoty pro fólii mléčnou a metalickou potištěnou hybridní barvou

<b>Odíraný materiál</b>	<b>Nános barvy [g]</b>	<b>Barvová odchylka</b>
<b>Mléčná fólie</b>	0,036	0,56
	0,0292	0,24
	0,0081	1,4
	0,0015	0,94
<b>Metalická fólie</b>	0,0356	0,31
	0,0291	0,88
	0,0085	1,27
	0,0014	1,40

Jak je vidět v tabulkách 1 a 2, tak barvová odchylka pro potisk hybridní barvou je mnohem výraznější u papíru než u fólií. Vzhledem k tomu, že je oděr prováděn stejným typem materiálu, na kterém je vytištěn měřený vzorek je rozhodujícím faktorem struktura materiálu, proto mají folie mnohem menší barvovou odchylku, jsou hladké a neporézní.

Ovšem papír APCO je povrchově upravený a má tedy také hladkou strukturu ovšem ve srovnání s fóliemi není hladkost dostatečně vysoká, jeho nižší odolnost proti oděru je také dána složkami nátěru, kterými je povrch upraven. Tyto složky mají vliv na povrchové napětí APCO papíru a vzhledem ke špatné adhezi barvy a potiskovaného materiálu je povrchové napětí papíru nižší než u barvy hybridní. Pro tisk touto barvou by tedy bylo vhodné povrch upravit a zvýšit jeho povrchové napětí a tím i adhezi.

Voluminózní papír, díky své povrchové struktuře, do které barva snadno penetruje, je pro tisk těmito barvami nejméně vhodný. Jeho odolnost vůči oděru také není vysoká. Tyto barvy jsou vhodnější pro materiály hladké a nepórovité. Ovšem s vhodnou úpravou povrchu, která bude s odpovídajícím povrchovým napětím pro tuto barvu.

Tab. 3. Naměřené hodnoty pro papír APCO a papír voluminózní potištěný UV barvou

<b>Odíraný materiál</b>	<b>Nános barvy [g]</b>	<b>Barvová odchylka</b>
<b>APCO papír</b>	0,0352	2,21
	0,0112	2,64
	0,0048	2,37
	0,0015	2,27
<b>Voluminózní papír</b>	0,0356	5,93
	0,0111	4,58
	0,0043	5,68
	0,0016	3,52

Tab. 4. Naměřené hodnoty pro fólii mléčnou a metalickou potištěnou UV barvou

<b>Odíraný materiál</b>	<b>Nános barvy [g]</b>	<b>Barvová odchylka</b>
<b>Mléčná fólie</b>	0,0306	0,56
	0,01	0,50
	0,0016	1,15
	0,0011	0,61
<b>Metalická fólie</b>	0,0299	2,46
	0,01	2,44
	0,0017	4,10
	0,0011	4,21

Při porovnání hybridní a UV barvy v tabulkách 1 až 4 je zřejmé, že UV barva je mnohem méně odolná vůči oděru. Opět je to nejvíce zřetelné u papíru APCO a papíru voluminózního. Důvod nízké odolnosti vůči oděru je stejný jako u barvy hybridní.

Pro metalickou fólii, jak je vidět v tabulce 4, jsou ale hodnoty barvové odchylky mnohem výraznější než u fólie mléčné. Je to způsobeno především materiálem použitým pro oděr, který svým matným povrchem ovlivnil naměřené hodnoty  $L^*a^*b^*$ . Metalická fólie je lesklá, tudíž k těmto výkyvům přispěla také nízká opacita matné fólie. Ovšem při samotném oděru bylo evidentní, že barva se odírala více nežli z fólie mléčné. Mohlo to být způsobeno nižší adhezí těchto materiálů.

Při použití UV barvy by tedy bylo vhodné tisk povrchově upravit například lakováním či laminováním, aby se zvýšila jeho odolnost, která podle výsledků není vysoká.

Tab. 5. Naměřené hodnoty pro vzorky potištěné hybridní barvou a odírané voluminózním papírem

<b>Odíraný materiál</b>	<b>Nános barvy [g]</b>	<b>Barvová odchylka</b>
Voluminózní papír	0,0311	0,62
APCO papír	0,0299	1,26
Mléčná fólie	0,0308	0,61
Metalická fólie	0,0291	0,89

Tab. 6. Naměřené hodnoty pro vzorky potištěné UV barvou a odírané voluminózním papírem

<b>Odíraný materiál</b>	<b>Nános barvy [g]</b>	<b>Barvová odchylka</b>
Voluminózní papír	0,0324	6,37
APCO papír	0,0338	3,38
Mléčná fólie	0,0325	2,85
Metalická fólie	0,0319	1,92

Při tomto testu byl použit k oděru všech materiálů papír voluminózní. Při oděru tisků UV barvou byla barvová odchylka mnohem větší než u barvy hybridní. UV barva je tedy mnohem méně odolná vůči oděru než barva hybridní.

Při tisku byla použita stejná dávka ozáření pro obě tiskové barvy. Pro vytvrzení UV barvy by se tedy měla použít vyšší dávka ozáření, aby byl tisk odolnější. Nízká odolnost UV barvy mohla být také způsobena špatnou formulací barvy nebo mohla být určena pro konkrétní typ materiálu.

Oproti tomu vzorky, potištěné hybridní barvou se odíraly minimálně. Je to způsobeno mechanismem schnutí, kdy tato barva zasychá oxypolymerací i fotopolymerací. Pro vytvrzení je tedy dostačující i menší dávka ozáření. Proto se při dávce ozáření 700 mJ/cm<sup>2</sup> tisk dobře vytvrdil.

Porovnáním všech typů materiálů je zřejmé, že papír je mnohem méně odolný vůči oděru než fólie. Voluminózní papír je pro UV barvu nejméně vhodný, a to především svou strukturou povrchu, která je savá a pórovitá. APCO papír je povrchově upravený ale tato úprava není pro UV barvy vhodná. Mohlo by to být způsobeno látkami v nátěru, které jsou na papíře aplikovány či povrchovým napětím, které mohl mít papír nižší než by mělo být. Fólie jsou pro tisk UV barvou vhodnější je to způsobeno především jejich povrchem, který je hladký a neporézní a povrchové napětí bude evidentně také vyšší než u papíru APCO. Ovšem i když je papír APCO povrchově upravený, jeho hladkost nikdy není tak vysoká jako u folií.

Pro celkové hodnocení odolnosti vůči oděru byla také použita směrodatná odchylka, která vypovídá o tom, jak moc se liší výsledné číselné hodnoty barvové odchylky od hodnoty průměrné v dané řadě čísel. Tím se zhodnotil vliv množství barvy na odolnost vůči oděru.

Při hodnocení vzorků tištěných hybridní barvou vykazovaly větší odchylku fólie, konkrétně tedy fólie mléčná s odchylkou 0,44 a metalická s 0,43. Odolnost vůči oděru je tedy u folií ovlivněna množstvím barvy. Naopak papír APCO s hodnotou směrodatné odchylky 0,11 a papír voluminózní s hodnotou 0,21 potvrzují, že jejich malá odolnost vůči oděru je dána strukturou materiálu a dalšími již zmíněnými vlastnostmi, a ne množstvím barvy na nich natištěné.

UV barva samozřejmě dosáhla hodnot vyšších, vzhledem k menší odolnosti vůči oděru, v porovnání s barvou hybridní. Nízkých směrodatných odchylek dosáhly papír APCO s hodnotou 0,17 a fólie mléčná 0,26 v tomto případě tedy není množství barvy hlavním faktorem, ale vytvrzení UV barvy není dostačující. Voluminózní papír s hodnotou 0,96 a metalická fólie s hodnotou 0,85 jsou množstvím přenesené barvy výrazně ovlivněny. U voluminózního papíru je to ovlivněno především jeho savou strukturou, která pro tisk není vhodná. U folie metalické je tenčí vrstva barvy špatně vytvrzena, kvůli jeho povrchu, který odráží UV záření a oděr je tedy vyšší.



## 4. Závěr

Úkolem této práce bylo zhodnotit kvalitu tisku UV a hybridními barvami. Pro srovnání byly pro tisk použity různé materiály. Během tisku bylo kontrolováno množství přenesené barvy na potiskovaný materiál, které bylo stěžejní pro hodnocení tisku. Jak pro stanovení přenosové křivky, tak pro hodnocení odolnosti vůči oděru.

Při stanovení přenosové křivky byla porovnána optická hustota vzorků s hmotností přenesené barvy. Pro obě barvy byly hodnoty téměř shodné. U papíru APCO bylo dosaženo maximální optické hustoty při množství 32 mg přenesené barvy. U mléčné fólie při 31 mg přenesené barvy a u metalické fólie při 30 mg barvy. Oproti tomu voluminózní papír při množství 50 mg barvy, kdy došlo k ustálení, už optickou hustotu neměnil, dosáhl hodnot optické hustoty 1,432. Tato hodnota je téměř dvakrát menší, než které dosáhly ostatní typy materiálů.

Je tedy zřejmé, že voluminózní papír není z tohoto hlediska vhodným materiálem pro tisk. Je to způsobeno především jeho savostí, kdy je potřebné množství barvy pro dosažení požadované optické hustoty větší než u ostatních testovaných materiálů.

Hladké či povrchově upravené materiály jsou z hlediska hodnot optické hustoty pro tisk těmito barvami vhodné. Při měření, se však vyskytly problémy u metalické fólie, kdy její povrch, při menších vrstvách barvy, ovlivňoval výsledné hodnoty optické hustoty. Bylo tedy velice obtížné stanovit výsledné hodnoty měření, proto bylo měření prováděno minimálně na 10 různých místech a nejvíce shodné výsledky byly vybrány. Takto se stanovily již přesné výsledné hodnoty.

Z měření odolnosti vůči oděru vyplynulo, že UV barva je mnohem méně odolná, než barva hybridní. Je to způsobeno tím, že barva hybridní zasychá jak oxypolymerací, tak fotopolymerací, pro vytvoření tedy není nutná velká dávka ozáření jako u UV barev.

Nejvíce je to znatelné u papíru APCO a papíru voluminózního. Voluminózní papír je všeobecně pro svůj pórovitý a savý povrch pro tisk nevhodný což se potvrdilo i při tomto měření. Oproti tomu papír APCO je povrchově upravený, ale přesto není jeho struktura dostatečně hladká, tedy vhodná pro tento typ barev. V tomto případě také záleží na složkách v nátěru, který je na povrchu papíru APCO aplikován a jejich kompatibilitě s barvou.

Fólie jsou pro tisk těmito barvami mnohem vhodnějším materiálem. Při oděru prokázali mnohem vyšší odolnost než testované papíry. Je to ovlivněno jak jejich strukturou, tak i jejich povrchovým napětím, které úzce souvisí s adhezí, která byla v tomto případě vysoká.

Při hodnocení, byla stěžejní barvová odchylka odřené barvy. Při oděru byl použit stejný materiál, na kterém byl tisk aplikován, proto má voluminózní papír nejvýraznější odchylku, jeho povrch je pórovitý a drsný. Fólie, se díky svému hladkému povrchu odírali mnohem méně. To se prokázalo i při oděru jedním typem materiálu, v tomto případě papírem voluminózním. Tam však nebyla důležitá struktura povrchu, ale vysoké hodnoty barvové odchylky pro UV barvu mohly být ovlivněny formulací barvy nebo dávkou ozáření, která musí být oproti hybridním barvám mnohem vyšší.

Ovšem při porovnání naměřených výsledků dosáhly papír APCO a metalická folie, potištěné UV barvou, celkem výrazných barvových odchylek. V tomto případě je ovlivňujícím faktorem jak adheze, tak dávka ozáření při vytvrzování. Při zvyšujícím množství barvy se také zvyšovala barvová odchylka, ale při oděru metalické folie se oděr zvyšoval s ubývajícím množstvím barvy. Bylo to způsobeno jeho lesklou strukturou, která UV záření odrážela, takže dávka ozáření se tím zmenšila.

Hybridní barva vykazovala menší, ale stále výrazné barvové odchylky u papíru voluminózního i papíru APCO, ovšem ne v závislosti na množství přenesené barvy při tisku, ale kvůli své struktuře povrchu. Metalická folie byla v tomto případě odolnější vůči oděru než při potisku UV barvou. Hybridní barva je tedy pro potisk metalické fólie vhodnější.

Pro porovnání všech materiálů byl aplikován oděr jedním typem materiálu a to papírem voluminózním. Vzorky tištěné UV barvou mají opět mnohem větší barvovou odchylku nežli vzorky tištěné hybridní barvou.

Z tohoto měření vyplývá, že hybridní barva je za různých podmínek vždy odolnější než UV barva. Je tedy pro tisk vhodnější. Spojením UV a konvenční barvy tedy vznikla kvalitní a odolná barva.

## Soupis literatury

- [1] Netrvalová A., *Fyzikální vlastnosti ofsetových barev INKREDIBLE*, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, KPF, FCHT, Pardubice 2008
- [2] Svobodová J., *Sledování vlivu lakové vrstvy na vytvrzení hybridních a UV barev*, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, KPF, FCHT, Pardubice 2012
- [3] KAPLANOVÁ M., *Moderní polygrafie*, Svaz polygrafických podnikatelů, Praha 2010, ISBN 978-80-254-4230-2
- [4] Remenárová K., *Vlastnosti hybridních tiskových barev*, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, KPF, FCHT, Pardubice 2006
- [5] Dostál J., *Anorganické pigmenty v polygrafii*, Bakalářská práce, Univerzita Pardubice, KPF, FCHT, Pardubice 2012
- [6] Bartoň J., *Úvod do technologie ofsetu*, 1. vyd., Nakladatelství grafické školy, Praha, 2003, ISBN 80-902-9786-2
- [7] Jablonovský B., *Studium vlastností ofsetových tiskových barev zasychajících oxypolymerací*, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, KPF, FCHT, Pardubice 2010
- [8] Šípová P., *Tiskové vlastnosti konvenčních a UV ofsetových barev*, Bakalářská práce, Univerzita Pardubice, KPF, FCHT, Pardubice 2007
- [9] Osten M., *Lepení plastických hmot.*, 2. opr. vyd., Praha: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury, 1974. 150 s.
- [10] Kovačič L., *Lepenie kovov a plastov.*, 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1980. 389 s.
- [11] Langmaier F., *Adhese a adhesiva.*, 1. vyd., Zlín: FT VUT, 1999. 106 s. ISBN 802-14-1373-5.
- [12] Koleske J., *Paint and rating testing manual: Fourteenth edition of the Gardner-Sward handbook*, ASTM, Philadelphia, 1995, ISBN 0-8031-2060-5
- [13] Sodomka L., *Fyzika kondenzovaných látek III.*, 1.vyd., Adheziv, Liberec, 2003
- [14] Bc. Čechal R., *Polymery vyztužené modifikovanými vláknovými plnivý*, Diplomová práce, Univerzita Tomáše Bati, FT, Zlín 2011
- [15] Scherzer T., *RadTech Europe11: Control of UV offset printing processes by in-line NIR spectroscopy*, Switzerland, Basel, 2011
- [16] Milker R., *RadTech Europe11: Photoreactivity adjustment of acrylic pressure-sensitive adhesives*, Switzerland, Basel, 2011
- [17] Štěpánová A., *Fyzikální vlastnosti UV hybridních ofsetových barev*, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, KPF, FCHT, Pardubice 2008
- [18] Kipphah H., *Handbook of print media: technologies and production methods*, Springer, New York, 2001, ISBN 35-406-7326-1

- [19] Lindl J., *UV and Hybrid inks, a Benchmark Study*, PIA/GAFT Catalog, no. 1636, 2004, ISBN 0-88362-50-8
- [20] Štefáček P., *Měření tiskových parametrů barevných tiskovin*, Bakalářská práce, Univerzita Pardubice, KE, FEI, Pardubice 2012
- [21] Jašůrek B., *Návody na laboratorní úlohy*, Výukové materiály, Univerzita Pardubice
- [22] GEBRTOVÁ J., *Tiskové papíry a jejich vlastnosti*, Vyd. 1., Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006, 61 s. ISBN 80-719-4900-0
- [23] Nátiskové zařízení IGT C1 – návod k obsluze
- [24] Nátiskové zařízení IGT C1, [online], [cit. 2013 - 07 - 06], Dostupné z: ([http://www.utsi.co.th/products\\_detail.php?typeid=63&subtypeid=53&productid=11](http://www.utsi.co.th/products_detail.php?typeid=63&subtypeid=53&productid=11))
- [25] Analytická váha – návod k obsluze
- [26] Analytická váha, [online], [cit. 2013 - 07 - 06], Dostupné z: <http://www.vaheta.cz/index.php?pd=164>
- [27] Vytvrzovací tunel Miniterm – návod k obsluze
- [28] Vytvrzovací tunel Miniterm, [online], [cit. 2013 - 07 - 06], Dostupné z: <http://www.8e.ru/print/3837.php>
- [29] Radiometr UV Integrátor – návod k obsluze
- [30] Radiometr UV Integrátor, [online], [cit. 2013 - 07 - 06], Dostupné z: <http://www.qualtechproductsindustry.com/products/climatic-testing-instruments/uv-curing/uv-radiometer/>
- [31] Ink Rub tester – návod k obsluze
- [32] Ink Rub tester, [online], [cit. 2013 - 07 - 06], Dostupné z: [http://www.gardco.com/pages/abrasion/digital\\_inkrub.cfm](http://www.gardco.com/pages/abrasion/digital_inkrub.cfm)
- [33] Spektrofotometr X - Rite 530x – návod k obsluze
- [34] Spektrofotometr X - Rite 530x, [online], [cit. 2013 - 07 - 06], Dostupné z: <http://www.inteke.com/product/X-rite-508-Densitometer.htm>

## Seznam použitých zkratek

D	optická hustota
R	reflektance
$\varphi$	světelný tok
A	nárůst tónové hodnoty
K	relativní tiskový kontrast
T	přijímavost tiskové barev
$\Delta E$	barvová odchylka
$d$	difúzní odraz
$\alpha$	úhel dopadu světla
MI	index metamerie

## ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce	<b>Sledování vlivu potiskovaného materiálu na kvalitu tisku hybridními a UV zářením tvrditelnými ofsetovými barvami</b>
Autor práce	Alena Kochánková
Obor	Polygrafie 34-31-7 (bakalářská práce)
Rok obhajoby	2013
Vedoucí práce	Ing. Jan Vališ, Ph.D
Anotace	<p>Cílem této bakalářské práce je ohodnotit kvalitu tisku hybridními a UV tiskovými barvami. Tisk byl aplikován na čtyři různé potiskované materiály. Hodnocení bylo prováděno na základě stanovení přenosové křivky a odolnosti vůči oděru.</p> <p>Při hodnocení výsledků bylo zjištěno, že materiály s větší savostí a pórovitostí nejsou pro tisk těmito barvami vhodné. Dále bylo zjištěno, že UV barva je mnohem méně odolná vůči oděru než barva hybridní.</p>
Klíčová slova	UV barva, hybridní barva, složení barev, zasychání barev, adheze, metody a parametry pro stanovení kvality tisku, přenosová křivka