

**UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
KATEDRA POLYGRAFIE A FOTOFYZIKY**

**PRORÁŽENÍ TISKOVÉ BARVY NA
TENKÝCH TISKOVÝCH PAPIRECH**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Hana Wilkeová
Vedoucí práce: Ing. Hana Holická, Ph.D.

2017

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

**PRINT-TROUGH
ON THE THIN PRINTING PAPERS**

BACHELOR THESIS

Author: Hana Wilkeová
Supervisor: Ing. Hana Holická, Ph.D.

2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana Wilkeová**
Osobní číslo: **C13233**
Studijní program: **B3441 Polygrafie**
Studijní obor: **Polygrafie**
Název tématu: **Prorážení tiskové barvy na tenkých tiskových papírech**
Zadávající katedra: **Katedra polygrafie a fotofyziky**

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

1. Na základě studia odborné literatury se seznamte s problematikou potiskovatelnosti tenkých tiskových papírů. Získané poznatky zpracujte v teoretické části práce.
2. V rámci experimentální části práce se seznamte s metodikou hodnocení prorážení tiskové barvy na papíru. Z dodaných druhů tenkých tiskových papírů připravte tiskové vzorky pro sérii archových ofsetových procesních barev. Na připravených vzorcích vyhodnoťte prorážení tiskové barvy.
3. Získané poznatky diskutujte v závěrečné části práce.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Hana Holická, Ph.D.

Katedra polygrafie a fotofyziky

Datum zadání bakalářské práce:

29. února 2016

Termín odevzdání bakalářské práce:

7. července 2017



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



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

V Pardubicích dne 28. února 2017

Prohlašuji:

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

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

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

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

V Pardubicích dne 27. 6. 2017

Hana Wilkeová

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí práce paní Ing. H. Holické, Ph.D. za odborné vedení a rady, které mi po celou dobu poskytovala. Dále bych chtěla poděkovat firmě OP papírna za spolupráci a poskytnutí testovaných materiálů. Poděkování patří také mojí rodině za podporu, trpělivost a povzbuzování při studiu.

ANOTACE

Cílem této práce bylo vyhodnocení prorážení tiskové barvy na tenkých tiskových papírech v závislosti na množství přenesené barvy. Konkrétně bylo prorážení tiskových barev testováno na 3 druzích bezdřevých nenatíraných tenkých tiskových papírů, o plošné hmotnosti 50 g/m^2 , dodaných OP papírnou.

Součástí experimentální části je stanovení drsnosti papíru za účelem stanovení síťové a lícové strany papíru, stanovení opacity papírů, měření optické hustoty za účelem stanovení přenosových křivek pro jednotlivé papíry a barvy a stanovení prorážení tiskové barvy.

Klíčová slova: *prorážení tiskové barvy, tenké tiskové papíry, plošná hmotnost, optická hustota, přenosová křivka,*

ANNOTATION

The aim of this work was the evaluate print-through colour on the thin printing papers depending on the amount of transferred colour. In particular, print-through was tested on 3 types of uncoated woodfree thin printing papers that have gramage 50 g/m^2 , supplied by OP papírna.

The determinig roughness of the paper to determine wire and obverse side of paper, the determining opacity of paper, measurement of density to determine transfer curves for the papers and inks, and the determining print-through are in the experimental part.

Key words: *print-through, thin printing papers, grammage, density, transfer curve,*

OBSAH

1.	ÚVOD.....	8
2.	TEORETICKÁ ČÁST.....	9
2.1.	Tenké tiskové papíry.....	9
2.1.1.	Výroba tenkých tiskových papírů.....	9
2.1.2.	Vlastnosti tenkých tiskových papírů.....	10
2.1.3.	Využití tenkých tiskových papírů.....	10
2.2.	Vlastnosti papírů.....	10
2.2.1.	Všeobecné vlastnosti.....	11
2.2.2.	Fyzikální vlastnosti.....	11
2.2.3.	Optické vlastnosti.....	12
2.2.4.	Tiskové vlastnosti.....	13
2.3.	Potiskovatelnost papírů.....	14
2.3.1.	Interakce barva-papír.....	14
2.3.2.	Způsoby potisku tenkých tiskových papírů.....	15
2.4.	Kvalita tisku a její hodnocení.....	16
2.5.	Prorážení tiskové barvy.....	19
3.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	21
3.1.	Experimentální materiály.....	21
3.1.1.	Tenké tiskové papíry.....	21
3.1.2.	Tiskové barvy.....	21
3.2.	Experimentální přístroje.....	22
3.2.1.	Parker Print-Surf.....	22
3.2.2.	Potiskovací přístroj IGT C1.....	22
3.2.3.	Spektrofotometr GretagMachbeth SpectroEye.....	22
3.3.	Experimentální metody a výsledky.....	23
3.3.1.	Měření drsnosti papíru za účelem stanovení síťové a lícové strany.....	23
3.3.2.	Stanovení opacity.....	23
3.3.3.	Stanovení přenosových křivek.....	24
3.3.4.	Stanovení prorážení tiskové barvy.....	24
4.	ZÁVĚR.....	32
	Seznam literatury.....	34
	Seznam použitých zkratk.....	35

1. ÚVOD

Tenké tiskové papíry jsou speciálním druhem tiskových papírů a jejich pojmenování je odvozena od jejich nízké plošné hmotnosti pohybující se v rozmezí asi od 25 do 60 g/m². Tenké tiskové papíry se používají zejména pro tisk slovníků, katalogů, náboženské literatury a příbalových letáků. Tyto papíry proto musí mít velice dobrou tiskovou rozlišitelnost. Často užívanou technologií tisku pro potisk tenkých tiskových papírů je technologie offsetu.

Jestliže se tisk stává viditelným i na rubové straně papíru, dochází k prorážení tiskové barvy. Prorážení tiskové barvy je tedy ovlivněno pórovitostí papíru. Čím větší je pórovitost papíru, tím více se barva proráží na rubovou stranu.

Tato práce je zaměřena na prorážení tiskové barvy na rubovou stranu tenkých tiskových papírů v závislosti na množství přenesené barvy. Cílem této práce je vyhodnocení míry prorážení 4 procesních barev (C, M, Y, K) pro různé typy tenkých tiskových papírů. Konkrétně se jedná o tenké tiskové papíry OP Polar Bright 50 g/m², OP Medical Print 50 g/m² a OP Opaque 50 g/m².

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Tenké tiskové papíry

2.1.1. Výroba tenkých tiskových papírů

Tenké tiskové papíry jsou výhradně bezdřevé a mohou být vyráběné jako natírané i nenatírané. Základem tenkých tiskových papírů je sulfátová buničina, která se dělí na dlouhovláknitou sulfátovou buničinu (smrkové nebo borovicové dřevo) a krátkovláknitou sulfátovou buničinu (březové nebo eukalyptové dřevo). Poměr dlouhovláknité a krátkovláknité sulfátové buničiny závisí na plošné hmotnosti papíru. U nižších plošných hmotností se používá poměr 50/50. Se zvyšující se plošnou hmotností roste podíl krátkovláknité sulfátové buničiny až na 70 %. Součástí zanásky je kromě sulfátové buničiny také vlastní úpravárenský výmět (ořezy vznikající při zpracování archů či balení kotoučů, stržky z rolí, ořezy při převíjení, případně i vyřazené role, které se při další výrobě rozvláknují a přidávají k suspenzi ve směšovací žlabu).

Pro dosažení potřebné opacity se jako plnidla používají: srážený uhličitan vápenatý, kaolín, hydroxid hlinitý nebo křemičitan sodno-hořečnato-hlinitý. Čím má papír nižší plošnou hmotnost, tím vyšší obsah plnidel je potřeba použít, aby se zvýšila opacita papíru. Plnidla však mají příznivý vliv i na bělost, rovnost a uzavřenost povrchu papíru. Zároveň se zlepšují i tiskové vlastnosti papíru. Avšak množství plnidla přidávaného do papíru je omezené. Při obsahu plnidel nad 5 % se začínají projevovat záporné vlivy jako: snížení pevnosti, snížení stupně zaklížení o podíl, který zaujímá samo plnidlo a zvýšení prášivosti papíru.

Další používanou přísadou jsou barviva, která jsou určena pro udržení barevného odstínu. OP papírna používá černé barvivo, v případě některých jiných druhů i kombinaci modrého a fialového barviva. Jestliže je u papírů požadována vyšší bělost, používají se opticky zjasňující prostředky (deriváty kyseliny disulfonové, tetrasulfonové nebo hexasulfonové), které zvyšují bělost papíru na denním světle. Pro klížení tenkých tiskových papírů se používá alkyldetendimer v neutrální oblasti a na povrch je aplikován modifikovaný škrob. Pro výrobu tenkých tiskových papírů se používá kombinace tří retenčních prostředků – kationtický škrob, kopolymer akrylamidu a kyselina křemičitá v koloidním roztoku. Tyto retenční prostředky slouží k udržení plnidel a vláken při odvodňování papíroviny na strojním síti. Jako další pomocné látky při výrobě papíru mohou být použity například odpeňovače. [1; 2]

2.1.2. Vlastnosti tenkých tiskových papírů

Tenké tiskové papíry jsou speciálním druhem tiskových papírů, které se od běžných druhů liší svými specifickými vlastnostmi. Především se jedná o nízkou plošnou hmotnost, která je v rozmezí 25–60 g/m². Tenké tiskové papíry se i přes svou nízkou plošnou hmotnost vyznačují vysokou pevností v tahu do 3 kN/m (tato hodnota závisí na plošné hmotnosti, s kterou roste a na druhu papíru) a opacitou s hodnotou kolem 90 %. Opacita je pro kvalitní a oboustranný tisk velice důležitá.

Tenké tiskové papíry jsou používány pro široký sortiment produktů. Nejvíce se tenké tiskové papíry používají v oblasti informační publikace společně s příbalovými letáky. S tím však souvisí určité požadavky na jejich vlastnosti. Důležitým požadavkem pro výrobu příbalových letáků je vysoká tisková rozlišitelnost a zároveň schopnost vytvářet velké množství skladů při minimálním objemu složeného archu. [1; 2]

2.1.3. Využití tenkých tiskových papírů

Jelikož mají tenké tiskové papíry vysokou pevnost v tahu a kvalitní povrchovou úpravu, jsou vhodné jak pro tisk běžnými technikami (ofset, flexotisk nebo hlubotisk), tak je možné použít i digitální tisk. Využití tenkých tiskových papírů je široké, můžeme ho rozdělit do několika oblastí:

<i>Farmacie</i>	příbalové letáky, informační tiskoviny vkládané do obalů, příkládané nebo vlepované ke kosmetickým přípravkům
<i>Obchod</i>	letáky, propagační tiskoviny, diáře, katalogy, referenční tiskové materiály, prestižní malonákladové noviny atd.
<i>Vzdělání</i>	skripta, učebnice, slovníky, atlasy, encyklopedie
<i>Doprava</i>	letenky, letové řády, jízdní řády, cestovní průvodce
<i>Náboženství</i>	zpěvníky, bible, náboženská literatura
<i>Móda</i>	stříhy a přílohy módních časopisů
<i>Kultura</i>	informační publikace, průvodce o památkách [1]

2.2. Vlastnosti papírů

Vlastnosti papíru můžeme rozdělit do 6 oblastí, kterými jsou: všeobecné, fyzikální, mechanické, optické a tiskové vlastnosti. Zde jsou popsány jen vybrané vlastnosti, které souvisí se zaměřením této práce. [2]

2.2.1. Všeobecné vlastnosti

a) Sítová a lícová strana papíru

Sítová strana je ta, která při výrobě papíru byla v přímém styku se sítím papírenského stroje. Povrch této strany je tedy hrubší než povrch strany protější. To je způsobeno tím, že nese stopy otisku síta a také v něm chybí určitý podíl jemných vláken a plniv, které byly při odvodňování vyplaveny. Protilehlá strana papíru je strana lícová, která je někdy označována jako plstěncová.

Odlišnost sítové a lícové strany je označována jako dvoustrannost papíru. Výrazná dvoustrannost papíru by u tiskových papírů mohla zapříčinit rozdílné kvality tisku na jednotlivých stranách papíru. [3]

b) Plošná hmotnost papíru

Plošná hmotnost je jedna z nejdůležitějších vlastností papírů a je jedním z rozhodujících faktorů při nákupu papíru. Jelikož jde o plošné materiály, tak se hmotnost vztahuje na jednotku plochy. Plošná hmotnost je definována jako podíl hmotnosti zkoumaného materiálu a příslušné plochy. Udává se v g/m^2 a stanovuje se za předepsaných podmínek podle normy ČSN EN ISO 536. Ke stanovení plošné hmotnosti se používají kvadrantové váhy (na jejich stupnici lze přímo odčítat hodnoty v g/m^2). [3]

c) Tloušťka papíru

Tloušťka papíru je kolmá vzdálenost mezi jejími protilehlými povrchy. Měří se za stanoveného tlaku s ohledem na stlačitelnost vláknitých struktur. Udává se v mm nebo μm a k měření se používají tloušťkoměry. Podmínky měření stanovuje norma ČSN EN ISO 534. Tloušťka papíru ovlivňuje téměř všechny vlastnosti papíru a u některých má pro jejich použití rozhodující význam. [3; 4]

2.2.2. Fyzikální vlastnosti

a) Zaklížení papíru

Chemická povaha vláknitých surovin společně s kapilární strukturou papíru způsobuje velmi malou odolnost papíru proti smáčení vodou. To lze změnit klížením ve hmotě nebo na povrchu. Účelem klížení je proto vysrážet na povrchu vláken vhodné látky (klíždla) a podle potřeby omezit smáčení vodou zvýšením úhlu smáčení. Tím se dosahuje určitého stupně

zaklížení, který ovlivňuje savost, vsákavost i nasákivost papíru. Stupeň zaklížení papíru se hodnotí různými metodami (čárovou metodou, plovací zkouškou, podle Cobba atd.), které jsou založené na pronikání vody nebo vodných roztoků do papíru. [3; 4]

b) Hladkost, drsnost papíru

Hladkost, resp. drsnost je mírou rovinnosti povrchu papíru. Ovlivňuje ji vlákninové složení, stupeň mletí vláknin, obsah plnidla, podmínky výroby na papírenském stroji i povrchová úprava papíru např. hlazení nebo natírání. Pro její stanovení se používají metody přímé (profilometrická měření) nebo nepřímé, které jsou založené na předpokladu, že rychlost proudění vzduchu, který projde volnými prostory povrchu papíru přitlačeného na hladkou desku, je nepřímo úměrná hladkosti papíru.

Jsou používány různé metody měření. Jestliže se naměřená hodnota zvyšuje se zvyšující se hladkostí papíru, tak je měřená vlastnost označována jako hladkost. Když se naopak snižuje, je měřená vlastnost označována jako drsnost. Nejčastěji se používají metody měření hladkosti podle Bekka, drsnosti dle Parkera a drsnosti dle Bendtsena.

Hladkost podle Bekka je určována dobou v sekundách, která je potřebná k proniknutí 10 cm³ vzduchu z okolí do podtlakové komory zkušebního přístroje mezi povrchem papíru a povrchem hladké skleněné desky.

Drsnost podle Bendtsena se vyjadřuje množstvím vzduchu v ml/min, které pronikne mezi povrchem papíru a přiléhajícím kovovým prstencem měrné hlavice za působení přetlaku. Princip měření drsnosti podle Parkera je podobný jako měření podle Bendtsena, avšak uspořádání měrné hlavice umožňuje postihnout i nepatrné nerovnosti povrchu papíru. Udává se v μm, což vyjadřuje střední vzdálenost mezi povrchem papíru a dosedající plochou měrné hlavice. [3]

2.2.3. Optické vlastnosti

a) Reflektance, reflektivita

Reflektance vyjadřuje schopnost povrchu látky odrazet dopadající světlo. Je to poměr světelného toku odraženého danou látkou k světelnému toku dopadajícímu na látku. V praxi se udává v procentech (poměr reflektance plochy měřeného vzorku k reflektanci ideální rozptylové plochy). Jako ideální rozptylová plocha je považován povrch oxidu hořečnatého.

Reflektivita papíru se definuje jako hodnota reflektance povrchu vzorku takové tloušťky, že vykazuje naprostou opacitu (neprůhlednost). Několikerým přeložením vzorku nebo navrstvením většího počtu vzorků na sebe se dosahuje mezní (kritické) vrstvy tzv. kritické tloušťky. Po dosažení kritické tloušťky se přidáním dalších vzorků na sebe nebo dalším přehnutím reflektance již nemění. [3]

b) Opacita

Opacita (neprůsvitnost) je schopnost papíru nepropouštět světelné paprsky. Neprůsvitný je takový papír, který veškeré dopadající světelné paprsky odráží a pohlcuje. Tato vlastnost je vyžadována hlavně u tiskových a psacích papírů, aby se tisk nebo písmo neproráželo z jedné potištěné strany na druhou stranu téhož listu.

Stanovuje se jako poměr reflektance jednoho listu zkoušeného papíru, který je podložený černou podložkou, k reflektivité téhož vzorku papíru (podle normy ISO 2471) a udává se v procentech. S rostoucí plošnou hmotností papíru se opacita zvyšuje.

$$O = \frac{R_0}{R_\infty} \cdot 100, \quad (1)$$

kde R_0 je odrazivost jednoho listu papíru na černé podložce a R_∞ je odrazivost vrstvy stejného papíru, která je naprosto opacitní. [3; 4; 5]

2.2.4. Tiskové vlastnosti

a) Tisková penetrace

Tisková penetrace je pronikání barvy do povrchu papíru při tisku za působení vnějšího tlaku a kapilárních sil. Především ji ovlivňuje pórovitost a hladkost papíru. Čím víc je drsnější povrch, tím víc barvy zadržuje a naopak.

Stanovuje se měřením přijímatosti dibutylftalátu povrchem papíru. Na proužek papíru, který je upnutý v potiskovacím přístroji, se za daných podmínek rozetře přesně odměřená kapka dibutylftalátu. Mírou penetrace je převrácená hodnota délky skvrny, která se na papíru vytvořila. Skvrna je tím delší, čím je povrch papíru hladší a uzavřenější. Hodnota tiskové penetrace se vypočte dle vztahu:

$$P = \frac{1000}{l}, \quad (2)$$

kde P je tisková penetrace v m^{-1} a l je délka vzniklé skvrny v mm. [2; 3; 5]

b) Přenosová křivka

Přenosová křivka je grafické vyjádření závislosti optické hustoty potištěné plochy na množství tiskové barvy (v g/m^2), nanesené na zkoušený povrch papíru pomocí potiskovacího přístroje. Kritické množství barvy nepřímo závisí na hladkosti povrchu papíru a vzrůstá s jeho rostoucí pórovitostí a stlačitelností. Kritické množství barvy je minimální množství, které je potřebné k úplnému zakrytí podkladu. [3]

2.3. Potiskovatelnost papírů

Z hlediska polygrafické výroby a zpracování papíru je vyžadováno, aby tiskové papíry měly takové vlastnosti, které mohou umožnit kvalitní potisk a současně i další zpracování na konečné výrobky. Pojem potiskovatelnost zahrnuje určitá kritéria, kterými může být charakterizována jakost papírů ve vztahu s tiskovým procesem a výslednou kvalitou tisku. Tyto parametry můžeme rozdělit do tří skupin:

1. Parametry ovlivňující zpracovatelnost papírů při tisku
2. Parametry týkající se vztahu mezi papírem a tiskovou barvou
3. Parametry, které ovlivňují výsledný efekt tisku, ale nepodílí se na procesu tisku [5]

2.3.1. Interakce barva-papír

Pro kvalitu tisku je interakce barva-papír klíčová. Podle druhu tisku se volí takový typ papíru, aby bylo možné zajistit dokonalé rovnoměrné vybarvení tisku malým množstvím tiskové barvy, dále aby byla zajištěna dobrá adheze barvy k papíru a dokonalé a rychlé zasychání tisku. V zájmu je, aby tisková barva (pojídlo + pigment) zůstávala v rovnoměrně tenké vrstvě spíše na povrchu papíru nebo v jeho povrchové vrstvě a nedocházelo k příliš velké penetraci do pórů papíru. Tyto požadavky závisí na strukturních a povrchových vlastnostech papírů a podle nich rozdělujeme papíry na nenatírané (přírodní, neupravené) a natírané (s povrchovou vrstvou pigmentového nátěru).

Nenatírané papíry mají složitou kapilární strukturu, která způsobuje to, že má papír otevřený a nerovný povrch. Tisková barva zaplňuje nerovnosti povrchu papíru a vniká do pórů papíru. Tyto póry tvoří převážně uzavřené dutiny, které jsou orientovány ve směru výroby (některé končí na povrchu papíru). Avšak v papíru jsou i kapiláry (1–2 % ze všech pórů), které procházejí papírem ve směru „Z“. Těmito kapilárami může barva proniknout i na druhou stranu papíru. Kromě penetrace ve směru Z, proniká barva i do stran vlivem kapilárních sil. Při hodně pórovitých papírech s převahou makropórů (větší než 1 μm) barva vniká do pórů jako celek (pojídlo + pigment), proto je potřebné zvýšit množství přenášené barvy pro dosažení potřebné denzity a rovnoměrnosti vybarvení. Zvýšení množství přenášené barvy má však za následek delší dobu zasychání a při nízké plošné hmotnosti takovýchto papírů může dojít i k prorážení barvy na druhou stranu. Příjem tiskové barvy ovlivňuje i hladkost papíru, hlazený povrch papíru zlepšuje podmínky pro dokonalý kontakt tiskové formy s povrchem papíru a dobré podmínky pro přenos barvy. Stupeň zaklížení má také vliv na příjem barvy papírem. Klížení snižuje adsorpci polárních kapalin, tím i jejich penetraci a následné změny papíru v rozměrech a rovinnosti.

Natírané papíry jsou na povrchu opatřené jednostranným nebo dvoustranným nánosem pigmentové směsi. Vrstva nátěru vytváří na povrchu papíru nový kvalitativně odlišný povrch (struktura a vlastnosti jsou dány složením nátěrové směsi a hmotností vrstvy nátěru. Vrstva

nátěru uzavírá pórovitou strukturu papíru a vyrovnává povrchové nerovnosti. Pigment, tvořící hlavní část nátěrové směsi, zůstává na povrchu papíru a tím se zvyšuje přijímatelnost tiskové barvy. Po přenosu tisková barva nevniká do póru papíru, ale zůstává na rovném povrchu nátěrové vrstvy nebo v jejích malých pórech. Problémem natíraných papírů může být mikropórovitost nátěru. Jestliže mají pigmenty tiskové barvy větší částice, než je velikost pórů nátěrové vrstvy, může docházet k tzv. filtraci tiskové barvy (do pórů nátěru vniká pojídlo barvy, barva ztrácí lesk a houstne). Dalším problémem může být kyselost nátěru, která způsobuje pomalejší zasychání barev. [5]

2.3.2. Způsoby potisku tenkých tiskových papírů

Tenké tiskové papíry jsou potiskovány především digitálním tiskem nebo ofsetovým tiskem. Vzhledem k experimentální části se tato práce bude zabývat ofsetovým tiskem.

Ofsetový tisk

Ofsetový tisk se charakterizuje jako tisk z plochy. Nemá vyvýšená ani zahloubená tisknouce místa, protože je založen na vzájemné odpudivosti vlhčícího roztoku a barvy. Je to nepřímá tisková technika, při které se barva přenáší z tiskové formy na potiskovaný materiál pomocí ofsetového válce s pryžovým potahem. Ofsetová jednotka je soustava tří válců (formový, ofsetový, tlakový) a válců pro nanášení barvy a vlhčícího roztoku. Jako jediná tisková technika používá klasický ofset kromě tiskové barvy ještě další kapalný prostředek – vlhčící roztok.

Typická ofsetová tisková deska se skládá z podložky a velmi tenké fotocitlivé kopírovací vrstvy. Podložka je tvořena buď hliníkovým plechem, který má upravený povrch nebo také polyesterovou fólií. Základní typy tiskových desek s hliníkovou podložkou se nazývají monometalické. Tloušťka podložky se pohybuje v rozmezí 0,1–0,5 mm a souvisí s formátem desky (menší formáty – tenčí podložka). Je používán většinou hliník čistoty minimálně 99,5 % hm., s přísadami modifikujícími jeho vlastnosti (měď zlepšuje chování při elektrochemickém zpracování, hořčík zlepšuje pevnost). Fotocitlivé kopírovací vrstvy ofsetových desek mají většinou tloušťku 2 μm .

Fotocitlivé vrstvy lze rozdělit na pozitivně a negativně pracující. U pozitivně pracujících vrstev se po osvětlení a vyvolání ozářená část vrstvy odstraní a zbytek vrstvy tvoří tisknouce prvky. Kopírovací předlohou je tedy filmový pozitiv. U negativně pracujících desek se odstraní původní materiál na netisknoucích místech a ozářená místa na podložce po vyvolání desky zůstávají jako tisknouce prvky. Kopírovací předlohou je filmový negativ. Způsob přípravy ofsetových desek lze zjednodušit tím, že se řídí osvětlení desky po jednotlivých bodech přímo (digitální předloha, bez prostřednictví filmu), což označujeme zkratkou CTP. [3]

2.4. Kvalita tisku a její hodnocení

Kvalita tisku bývá ovlivněna řadou dílčích faktorů, které jsou vzájemně provázané. Mezi tyto faktory patří typ tiskoviny, grafický návrh, potiskovaný materiál, příprava tisku, tisk samotný a zušlechťování a dokončování. Tiskový výrobek vzniká jako produkt řetězce následných operací, z nichž každá má rozhodující vliv na kvalitu výsledku.

Hodnocení kvality tisku může být chápáno jako hodnocení kvality reprodukce originálu z hlediska barevné věrnosti a reprodukce detailů. Kvalitu tisku můžeme hodnotit vizuálně nebo pomocí měřitelných parametrů kvality tisku. Avšak vizuální hodnocení je subjektivní, protože jeho výsledek je ovlivněn pozorovatelem a podmínkami pozorování. Pro objektivní hodnocení kvality tisku byly vypracovány normy s výčtem a definicí parametrů pro kontrolu tisku a metod jejich měření. K měření se používají denzitometry, kolorimetry a spektrofotometry. [1; 3]

Mezi měřitelné parametry patří:

a) Optická hustota (denzita)

Optická hustota je definována vztahem:

$$D = \log \frac{1}{\beta} = -\log \beta, \quad (3)$$

$$\beta = \frac{\Phi_n}{\Phi_0}, \quad (4)$$

kde β je činitel odrazu (reflektance), Φ_0 je světelný tok dopadající na materiál a Φ_n je odražená část světelného toku.

Optická hustota je přímo úměrná tloušťce vrstvy a koncentraci látky, které světlo absorbuje, tedy roste se vzrůstající barvou vrstvy. Využívá se ke kontrole vybarvenosti tiskového archu, a kromě toho se hodnoty optických hustot používají také pro výpočet celé řady parametrů, které slouží k popisu kvality tisku (tiskový kontrast, tónová hodnota, nárůst tónové hodnoty, přijímatost tiskových barev, chyba odstínu a šedost...). [1; 6]

Tabulka 1 – Typické hodnoty absolutních optických hustot dosahovaných v ofsetu

Způsob tisku	C	M	Y	K
Archový	1,40	1,50	1,10	1,70
Kotoučový (časopisy)	1,30	1,40	1,00	1,55
Kotoučový (noviny)	0,90	0,90	0,85	1,05

b) Tiskový kontrast

Při reprodukci předlohy tiskem dochází k zúžení tónového rozsahu a do určité míry i kontrastu výtisku v porovnání s originálem. Jelikož jsou vlastnosti materiálů (barva, papír) dány, k ovlivnění intenzity vybarvení zbývá jen regulace přívodu barvy. Zvyšování přívodu barvy má však své hranice (od určité tloušťky přeneseného barvového filmu se optická hustota již nezvyšuje, dochází k deformaci autotypických bodů a k poruchám přijímavosti). Optimální vybarvení tisku je charakterizováno jako nejmenší množství barvy, při kterém se dosáhne maximální optické hustoty, aniž by nastalo rozšíření autotypických bodů (projevuje se sléváním ploch ve stínech, klesá kontrast).

Optimální vybarvení se stanovuje na základě hodnoty relativního tiskového kontrastu:

$$K = \frac{D_P - D_A}{D_P} \cdot 100, \quad (5)$$

kde K je relativní tiskový kontrast [%], D_P je optická hustota plné plochy a D_A optická hustota autotypické plochy. Jako autotypická plocha se obvykle volí tzv. třičtvrtěční tón, neboli plocha s tónovou hodnotou 75 % (výjimečně 65 % nebo 80 %). [6]

Tabulka 2 – Typické hodnoty tiskového kontrastu

Způsob tisku	C	M	Y	K
Archový	36	36	30	40
Kotoučový (časopisy)	31	31	28	36
Kotoučový (noviny)	22	22	18	24

c) Tónová hodnota a nárůst tónové hodnoty

Tónová hodnota je veličina, která nahrazuje dříve používaný termín plošné pokrytí, udává se v procentech. Tónovou hodnotu lze spočítat na základě Murray-Daviesovy rovnice.

$$A = \frac{1 - 10^{-(D_t - D_0)}}{1 - 10^{-(D_s - D_0)}} \cdot 100, \quad (6)$$

kde A je tónová hodnota [%], D_s je optická hustota plné plochy, D_t je optická hustota tónové plochy a D_0 je optická hustota nepotištěného materiálu.

U některých typů papírů tato rovnice nepopisuje skutečný (geometrický) podíl barvou pokryté plochy. To je způsobené difúzí a rozptylem světla v papíře, jehož příčinou je zvýšení hodnot optických hustot. Yule a Nielsen upravili Murray-Daviesovu rovnici tak, že do ní

zavedli korekční faktor n (ten by měl tento jev eliminovat). Upravená Murray-Daviesova rovnice má tvar [3]:

$$A = \frac{1 - 10^{-(D_t - D_0)/n}}{1 - 10^{-(D_s - D_0)/n}} \cdot 100 \quad (7)$$

Během tisku dochází k rozšíření tiskového bodu vlivem tiskových podmínek. To se projevuje nejvíce v oblasti středních tónů. Pro kontrolu rozšíření tiskového bodu se používají pole o tónové hodnotě 40 % a 80 %. [6]

d) *Přijímatost tiskových barev (trapping)*

Trapping je popisován jako přenos barvy na již potištěnou plochu. Na přijímatost mají vliv hlavně fyzikální vlastnosti barvy (viskozita, lepivost, rychlost zasychání), tloušťka barvové vrstvy a také pořadí barev nebo konstrukce tiskového stroje. Pro stanovení trappingu se používá denzitometrů nebo spektrofotometrů. K hodnocení trappingu se používají optické hustoty plných ploch. Měření optických hustot se provádí přes filtr pro měření druhé (horní) barvy. Pro výpočet trappingu se používá vztah dle Preucila a uvádí se v %:

$$T = \frac{D_{1+2} - D_1}{D_2 - D_0} \cdot 100, \quad (8)$$

kde D_{1+2} je optická hustota přetisku změřená přes filtr pro druhou barvu, D_1 je optická hustota druhé tištěné barvy změřená přes filtr pro druhou barvu, D_2 je optická hustota první tištěné barvy změřená přes filtr pro druhou barvu a D_0 je optická hustota nepotištěného substrátu. [3; 6]

e) *Chyba odstínu (HE) a šedost (GR)*

Tyto dvě bezrozměrné veličiny se používají k porovnání jak jednotlivých tisků, tak i celých nákladů. Také je lze využít k porovnání barev a ke kontrole zašpinění barev. Určují odchylku odstínu reálných barev od teoretických (tzv. dvoutřetinových). Chyba odstínu vyjadřuje podíl ostatních nedominantních barev. Šedost vyjadřuje šedou složku barvy, která odpovídá ideálnímu součtu příspěvků vedlejších odstínů. Měření se provádí denzitometricky nebo spektrofotometricky. [1; 6]

Chyba odstínu a šedost se udává v a počítá se podle rovnic:

$$HE = \frac{D_{st} - D_{min}}{D_{max} - D_{min}} \cdot 100, \quad (9)$$

$$GR = \frac{D_{min}}{D_{max}} \cdot 100, \quad (10)$$

kde D_{min} je nejnižší hodnota optické hustoty, D_{st} je střední hodnota optické hustoty a D_{max} je nejvyšší hodnota optické hustoty. [6]

f) Barvová odchylka ΔE^*

Barvová odchylka ΔE^* slouží k vyjádření barevného rozdílu dvou barev a je vyjádřena pomocí vzdálenosti dvou bodů v barvovém prostoru CIELab. Barvová odchylka je definována vztahem:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}, \quad (11)$$

kde ΔL^* , Δa^* a Δb^* jsou rozdíly příslušných hodnot pro porovnávané barvy. [6]

Tabulka 3 – Rozdělení parametrů barvové odchylky ΔE^* podle změny odstínu a jasu barvy do několika kategorií

Hodnota ΔE^*	Hodnocení barevného vjemu
0–1	Nepostřehnutelná odchylka
1–2	Malá odchylka, postřehnutelná zkušeným okem
2–3	Malá odchylka, postřehnutelná i nezkušeným okem
3–6	Střední odchylka
> 6	Velká odchylka

2.5. Prorážení tiskové barvy

Prorážení tiskové barvy papírem představuje nadměrné pronikání tiskové barvy do pórů papíru tak, až se tisk stává viditelným i na druhé (rubové) straně papíru a při oboustranném tisku dochází ke zhoršení zřetelnosti tisku.

Prorážení je vyjádřeno jako dekadický logaritmus poměru hodnoty Y spodní strany nepotíštěného papíru a jasového faktoru spodní strany potíštěného papíru. Tyto hodnoty se měří na opacitní vrstvě papíru.

Hodnota prorážení tiskové barvy PT se počítá podle vztahu

$$PT = \log \frac{R_{\infty B}}{R_{PB}}, \quad (12)$$

kde $R_{\infty B}$ je hodnota Y spodní strany nepotíštěného papíru a R_{PB} je jasový faktor spodní strany potíštěného papíru.

Hodnota Y je jednou z tristimulových hodnot X, Y, Z, které slouží pro specifikaci barev. Často se používá jako jediná míra reflektivity materiálu. Měří se při standardním zdroji osvětlení typu C a 2° pozorovateli. Měření pro spodní stranu nepotíštěného papíru a pro spodní stranu potištěného papíru probíhá na opacitní vrstvě nepotíštěného papíru.

Hodnota Y je vypočtena podle rovnice, kterou určuje integrace součinu spektrálních hodnot reflektance a váhové funkce hodnot Y:

$$Y = \sum R(\lambda) \cdot W_{C/2^\circ}(\lambda), \quad (13)$$

kde $R(\lambda)$ je hodnota reflektance pro různé vlnové délky a $W_{C/2^\circ}(\lambda)$ je tzv. spektrální produkt (váhová funkce hodnoty Y). [5, 7, 8]

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1. Experimentální materiály

3.1.1. Tenké tiskové papíry

Pro experimentální zkoušky byly použity tenké nenatírané papíry, dodané společností OP papírna s.r.o. Tyto papíry jsou bezdřevé a mají plošnou hmotnost 50 g/m². Jsou vnitřně klížené pomocí alkyketendimeru a na povrchu škrobem.

Byly použity 3 druhy tenkých tiskových papírů:

- 1) *OP Polar Bright 50 g/m²*
- 2) *OP Medical Print 50 g/m²*
- 3) *OP Opaque. 50 g/m²*

3.1.2. Tiskové barvy

Pro experimentální zkoušky byly použity čtyři odstíny procesní ofsetové barvy od firmy T&K TOKA CO., LTD.:

- 1) *T&K TOKA Bestack Process Yellow ON L GR*
- 2) *T&K TOKA Bestack Process Cyan ON LParker*
- 3) *T&K TOKA Bestack Process Magenta ON L*
- 4) *T&K TOKA Bestack Process Black ON L*

Tyto barvy se používají pro archový ofset a jsou vhodné pro další rychlé zpracování. Jsou rychleschnoucí, mají vysokou odolnost vůči oděru a nezasychají v barevníku. Vyznačují se vysokým obsahem pigmentů.

3.2. Experimentální přístroje

3.2.1. Parker Print-Surf

Přístroj, který byl vyvinut podle metody Dr. Johna Parkera, slouží pro přesné měření drsnosti povrchu materiálů. Zkušební vzorek je uchycen mezi konstruovanou měřicí hlavu a podložku. Následně se měří odolnost vůči proudění vzduchu a získané hodnoty se převádí na hodnoty drsnosti uváděné v mikrometrech.

Je to přístroj řízený mikroprocesorem. Dále je vybaven digitálním displejem, čističem prachu zajišťujícím přesné výsledky a membránovou klávesnicí. Je schopen měřit drsnost povrchu jemných papírů, natíraných papírů, novinových papírů, natíraných kartonů, filmů, fólií a lepenek. [1; 2]

3.2.2. Potiskovací přístroj IGT C1

Potiskovací přístroj IGT C1 se používá pro výrobu barevných testovacích proužků o šířce maximálně 35 mm. Tyto proužky jsou vhodné pro posuzování mnoha vlastností jako např.: přenos barvy v g/m^2 , optická hustota, průhlednost, lesk atd. Na přístroji lze nastavit různý tlak v rozmezí od 100 do 1 000 N. Rychlost tisku je 0,3 m/s. Přístroj se skládá z barvicí jednotky a tiskové jednotky s vyměnitelnou tiskovou formou v jednom zařízení.

Barvicí jednotka se skládá ze dvou poháněných hliníkových bubnů a horního válce s gumovým potahem. Pro aplikaci barvy se doporučuje použití IGT pipety s pevným nebo nastavitelným objemem. [9]

3.2.3. Spektrofotometr GretagMacbeth SpectroEye

Tento ruční přenosný přístroj nabízí veškeré kolorimetrické funkce, které jsou potřebné k přesnému měření barev spolu se všemi denzitometrickými funkcemi potřebnými pro snadné a rychlé sledování a kontrolu barev. Spektrofotometr odpovídá normě ISO 9000.

Mezi měřitelné funkce patří kolorimetrické měření CIE $L^*a^*b^*$, CIE $L^*C^*h^*$, ΔE CIE-LAB, určování hodnot denzity, nárůstu tiskového bodu a trappingu. Dále umožňuje měření např. spektra záření nebo bělosti CIE. Jako podmínky měření můžeme zvolit kalibraci přístroje na absolutní bílou nebo na papír, typ osvětlení (A, C, D50, D65, D30...), standardní úhel pozorovatele (2° , 10°). Spektrální rozsah spektrofotometru je 380–730 nm. Jako fyzické filtry lze zvolit neutrální, světlo žárovky, polarizované světlo, přibližné denní světlo (D65). Naměřená data lze zaznamenat v počítači. [10]

3.3. Experimentální metody a výsledky

3.3.1. Měření drsnosti papíru za účelem stanovení síťové a lícové strany

Měření drsnosti papíru bylo provedeno na přístroji Parker Print-Surf. Vzorek papíru byl vložen mezi měřicí hlavu a podložku. Poté přístroj vyhodnotil hodnotu drsnosti v μm . Testované vzorky papíru byly proměřeny 5 krát na různých místech z obou stran papíru.

V Tabulce 4 jsou z naměřených hodnot uvedeny průměrné, minimální a maximální hodnoty drsnosti. Strana, která má vyšší hodnoty drsnosti, je označena jako *strana síťová* S_1 . Protilehlá strana vzorku je označena jako *strana plstěncová* S_2 .

Tabulka 4 – Hodnoty drsnosti povrchu papíru dle Parkera

Typ papíru	Průměrná hodnota [μm]		Minimální hodnota [μm]		Maximální hodnota [μm]	
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2
Polar Bright	4,93	4,27	4,80	4,16	5,09	4,40
Medical Print	5,70	5,11	5,63	5,01	5,75	5,17
Opaque	4,69	4,55	4,56	4,45	4,91	4,71

3.3.2. Stanovení opacity

Pomocí spektrofotometru GretagMacbeth Spectro Eye byla naměřena remisní spektra pro jeden list papíru na černé podložce a naprosto opacitní (neprůsvitnou) vrstvu stejného papíru. Remisní spektra byla měřena pro všechny tři typy tenkých tiskových papírů a pro síťovou i plstěncovou stranu každého papíru. Na spektrofotometru bylo nastaveno světlo C a 2° pozorovatel.

Na jednotlivých listech byla remisní spektra proměřena 5 krát na různých místech z obou stran papíru pro jeden list papíru na černé podložce a pro naprosto opacitní (neprůsvitnou) vrstvu stejného papíru a naměřené hodnoty byly zprůměrovány. Následně byla vypočtena hodnoty Y dle rovnice (13), následně byly dosazeny do rovnice (1) a byla vypočítána opacita pro všechny tři typy papírů vždy pro síťovou a plstěncovou stranu.

Hodnoty opacity jednotlivých druhů papírů jsou uvedeny v Tabulce 5 kde síťová strana papíru je označena S_1 a plstěncová strana S_2 . [11]

Tabulka 5 – Hodnoty opacity pro jednotlivé typy papírů

Typ papíru	Opacita [%]	
	S ₁	S ₂
Polar Bright	83,42	84,09
Medical Print	86,74	87,96
Opaque	87,95	87,27

3.3.3. Stanovení přenosových křivek

Pro každý testovaný papír a každou barvu (CMYK) bylo připraveno 10 zkušebních vzorků o rozměru 45×250 mm. Na potiskovacím stroji IGT C1 byla potiskovaná plstěncová strana papíru. Pro potisk byl použit válec s pryžovým potahem. Konstantní tisková rychlost stroje je 0,3 m/s a přítlačná síla byla nastavena na 600 N. Pomocí pipety IGT bylo na rozvalovací válec postupně nanášeno 0,1 ml tiskové barvy. Takto byla barva nanášena až do množství 1,0 ml. Každý zkušební vzorek byl tak potiskován jiným množstvím barvy. Válec s pryžovým potahem byl vážen před tiskem a po tisku na analytických vahách.

Na jednotlivých vzorcích byla proměřena optická hustota pomocí spektrofotometru GretagMacbeth Spectro Eye, kdy kalibrace byla provedena na papír. Optická hustota byla proměřena na 5 místech každého vzorku a naměřené hodnoty byly následně zprůměrovány. Ze získaných hodnot (Tabulka 6–8) byly stanoveny přenosové křivky (grafické závislosti optické hustoty na množství přenesené barvy) a zároveň závislosti prorážení tiskové barvy na množství přenesené barvy pro barvy CMYK pro jednotlivé vzorky papírů Polar Bright, Medical Print a Opaque (Graf 1-7).

3.3.4. Stanovení prorážení tiskové barvy

Pro stanovení prorážení tiskové barvy byla na spektrofotometru GretagMacbeth Spectro Eye měřena remisní spektra spodní strany vzorku potišťného papíru a spodní strany vzorku nepotišťného papíru. Remisní spektra byla měřena na opacitní vrstvě nepotišťného papíru. Nastaveno bylo světlo C a 2° pozorovatel. Na jednotlivých vzorcích byla remisní spektra proměřena vždy na 3 místech a naměřené hodnoty byly následně zprůměrovány.

Následně byla vypočtena hodnota Y pro spodní stranu nepotišťného papíru každého vzorku a hodnota Y pro spodní stranu potišťného papíru každého vzorku. Hodnoty Y byly vypočteny podle rovnice (13) a následně dosazeny do rovnice (12), ze které bylo vypočteno prorážení tiskové barvy pro každý jednotlivý vzorek (Tabulka 6–8). Byly vypracovány závislosti míry prorážení tiskové barvy na množství přenesené tiskové barvy a tyto závislosti byly srovnány s přenosovými křivkami jednotlivých barev CMYK a vzorků papírů. [7; 8]

Tabulka 6 – Hodnoty pro stanovení přenosové křivky a míry prorážení tiskové barvy pro papír Polar Bright

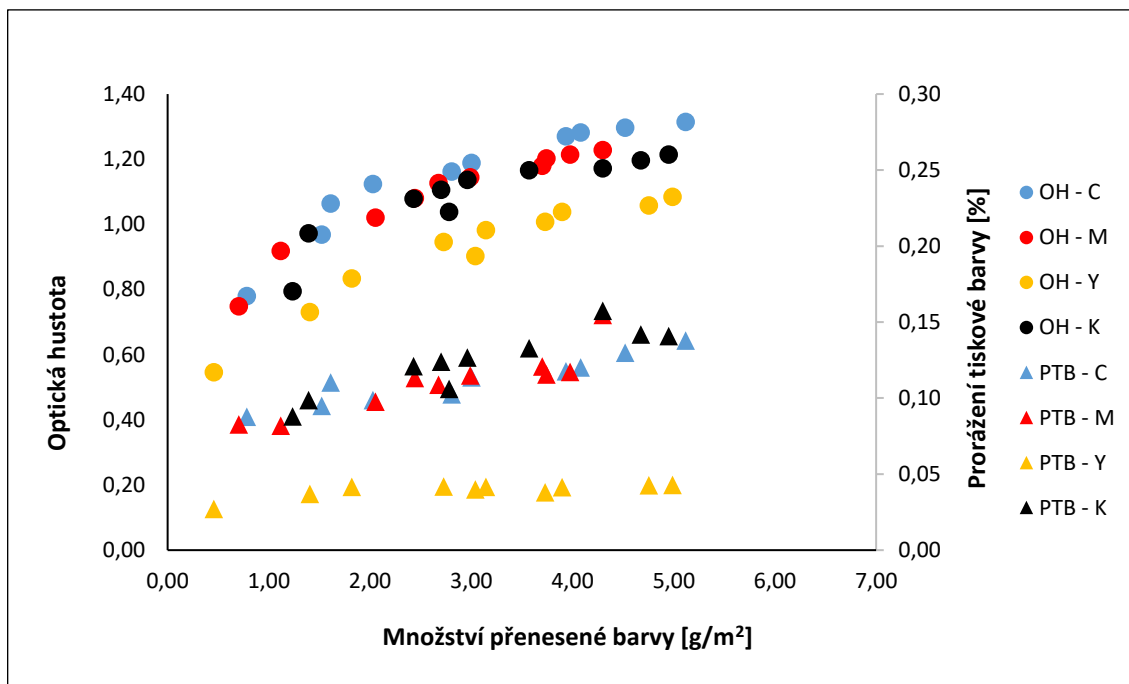
Nános barvy [ml]	C			M		
	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]
0,1	0,78	0,78	0,0877	0,70	0,75	0,0826
0,2	1,52	0,97	0,0947	1,12	0,92	0,0817
0,3	1,61	1,06	0,1103	2,05	1,02	0,0976
0,4	2,03	1,12	0,0986	2,44	1,08	0,1131
0,5	2,81	1,16	0,1025	2,68	1,13	0,1087
0,6	3,00	1,19	0,1137	2,99	1,14	0,1149
0,7	3,94	1,27	0,1176	3,70	1,18	0,1208
0,8	4,08	1,28	0,1201	3,74	1,20	0,1155
0,9	4,52	1,30	0,1298	3,97	1,21	0,1172
1,0	5,12	1,31	0,1378	4,30	1,23	0,1546
Nános barvy [ml]	Y			K		
	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]
0,1	0,45	0,55	0,0271	1,23	0,79	0,0880
0,2	1,40	0,73	0,0369	1,39	0,97	0,0987
0,3	1,82	0,83	0,0416	2,78	1,04	0,1061
0,4	3,04	0,90	0,0399	2,43	1,08	0,1209
0,5	2,73	0,95	0,0418	2,70	1,11	0,1239
0,6	3,14	0,98	0,0415	2,96	1,14	0,1266
0,7	3,73	1,01	0,0380	3,57	1,17	0,1328
0,8	3,90	1,04	0,0413	4,30	1,17	0,1573
0,9	4,75	1,06	0,0425	4,68	1,20	0,1418
1,0	4,99	1,08	0,0428	4,95	1,21	0,1408

Tabulka 7 – Hodnoty pro stanovení přenosové křivky a míry prorážení tiskové barvy pro papír Medical Print

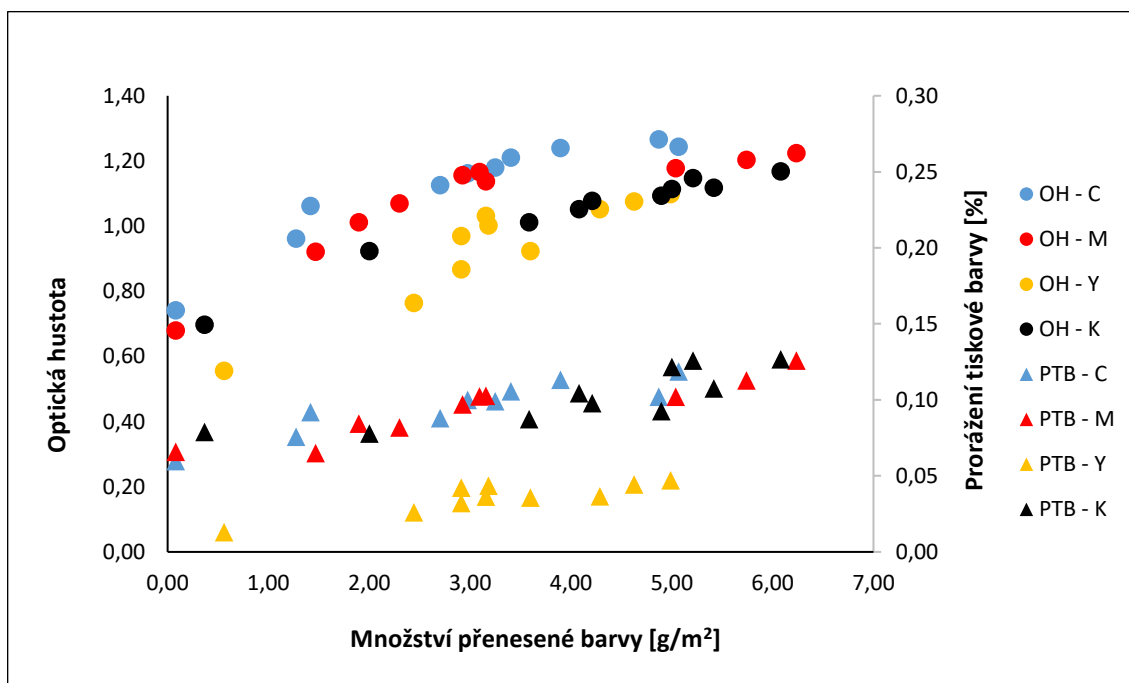
Nános barvy [ml]	C			M		
	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]
0,1	0,08	0,74	0,0597	0,08	0,68	0,0660
0,2	1,27	0,96	0,0758	1,47	0,92	0,0651
0,3	1,42	1,06	0,0920	1,90	1,01	0,0845
0,4	2,70	1,13	0,0879	2,30	1,07	0,0818
0,5	2,97	1,16	0,1000	3,16	1,14	0,1028
0,6	3,25	1,18	0,0991	2,92	1,16	0,0971
0,7	3,40	1,21	0,1057	3,09	1,17	0,1022
0,8	3,90	1,24	0,1133	5,04	1,18	0,1021
0,9	5,06	1,24	0,1186	5,74	1,20	0,1129
1,0	4,87	1,27	0,1022	6,23	1,22	0,1258
Nános barvy [ml]	Y			K		
	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]
0,1	0,56	0,56	0,0131	0,36	0,70	0,0790
0,2	2,44	0,76	0,0261	2,00	0,92	0,0779
0,3	2,91	0,87	0,0321	3,58	1,01	0,0874
0,4	3,60	0,92	0,0357	4,08	1,05	0,1044
0,5	2,91	0,97	0,0423	4,21	1,08	0,0979
0,6	3,18	1,00	0,0437	4,90	1,09	0,0926
0,7	3,16	1,03	0,0364	5,00	1,11	0,1217
0,8	4,29	1,05	0,0366	5,42	1,12	0,1076
0,9	4,62	1,08	0,0445	5,21	1,15	0,1259
1,0	4,99	1,10	0,0471	6,08	1,17	0,1268

Tabulka 8 – Hodnoty pro stanovení přenosové křivky a míry prorážení tiskové barvy pro papír Opaque

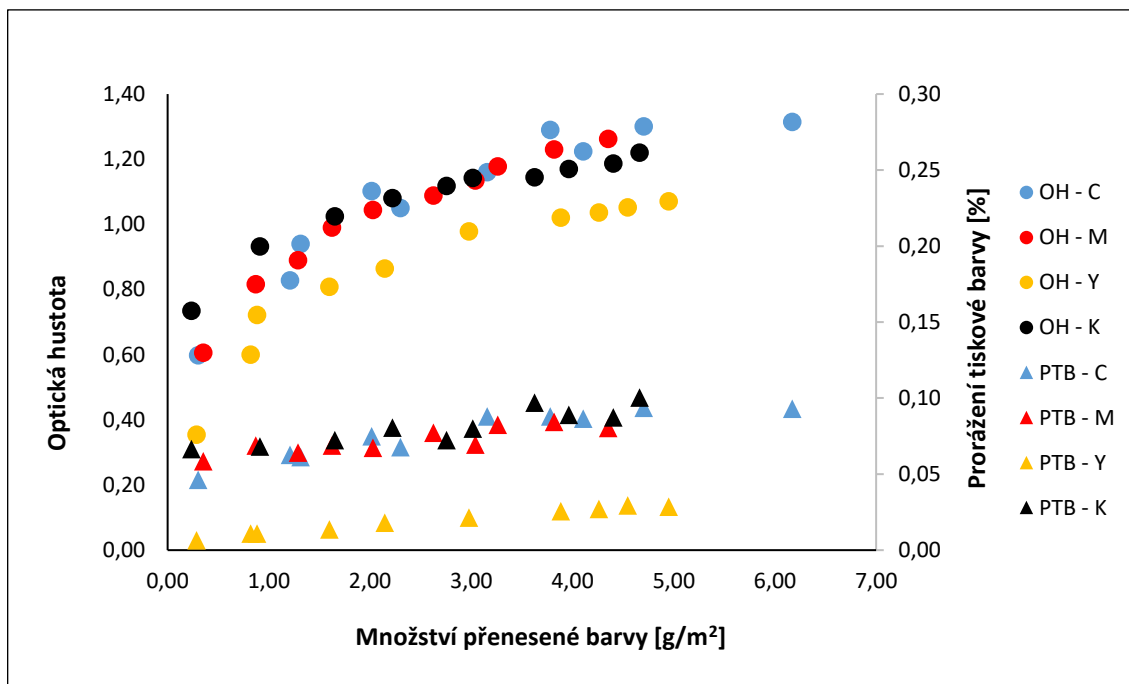
Nános barvy [ml]	C			M		
	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]
0,1	0,30	0,60	0,0462	0,35	0,61	0,0585
0,2	1,21	0,83	0,0626	0,87	0,82	0,0688
0,3	1,31	0,94	0,0613	1,29	0,89	0,0641
0,4	2,30	1,05	0,0677	1,62	0,99	0,0688
0,5	2,01	1,10	0,0748	2,03	1,04	0,0673
0,6	3,16	1,16	0,0879	2,62	1,09	0,0771
0,7	4,10	1,22	0,0864	3,04	1,13	0,0693
0,8	3,78	1,29	0,0878	3,26	1,18	0,0824
0,9	4,70	1,30	0,0935	3,82	1,23	0,0843
1,0	6,17	1,31	0,0930	4,35	1,26	0,0803
Nános barvy [ml]	Y			K		
	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]	Množství barvy [g/m ²]	Ø OH	PTB [%]
0,1	0,29	0,35	0,0064	0,23	0,73	0,0665
0,2	0,82	0,60	0,0108	0,91	0,93	0,0680
0,3	0,88	0,72	0,0109	1,65	1,02	0,0723
0,4	1,60	0,81	0,0135	2,22	1,08	0,0805
0,5	2,14	0,86	0,0179	2,75	1,12	0,0723
0,6	2,97	0,98	0,0214	3,01	1,14	0,0800
0,7	3,88	1,02	0,0256	3,62	1,14	0,0970
0,8	4,26	1,04	0,0270	3,96	1,17	0,0890
0,9	4,55	1,05	0,0294	4,40	1,19	0,0873
1,0	4,95	1,07	0,0285	4,66	1,22	0,1004



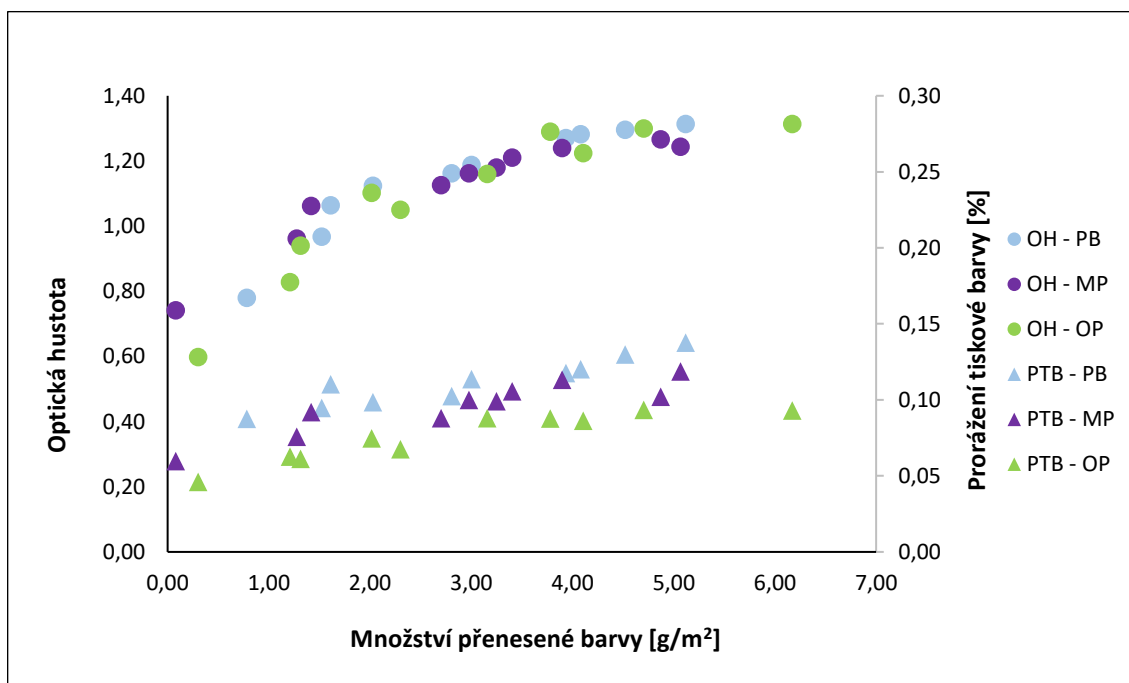
Graf 1 – Přenosové křivky a závislost prorážení tiskové barvy na množství přenesené barvy pro papír Polar Bright



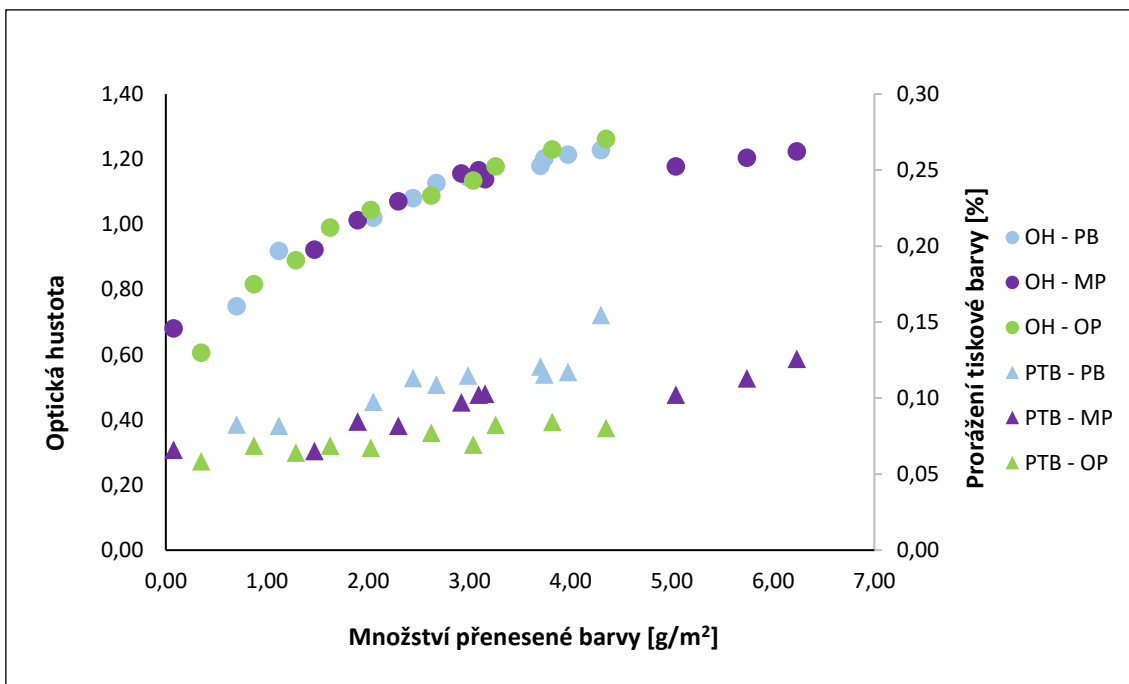
Graf 2 – Přenosové křivky a závislost prorážení tiskové barvy na množství přenesené barvy pro papír Medical Print



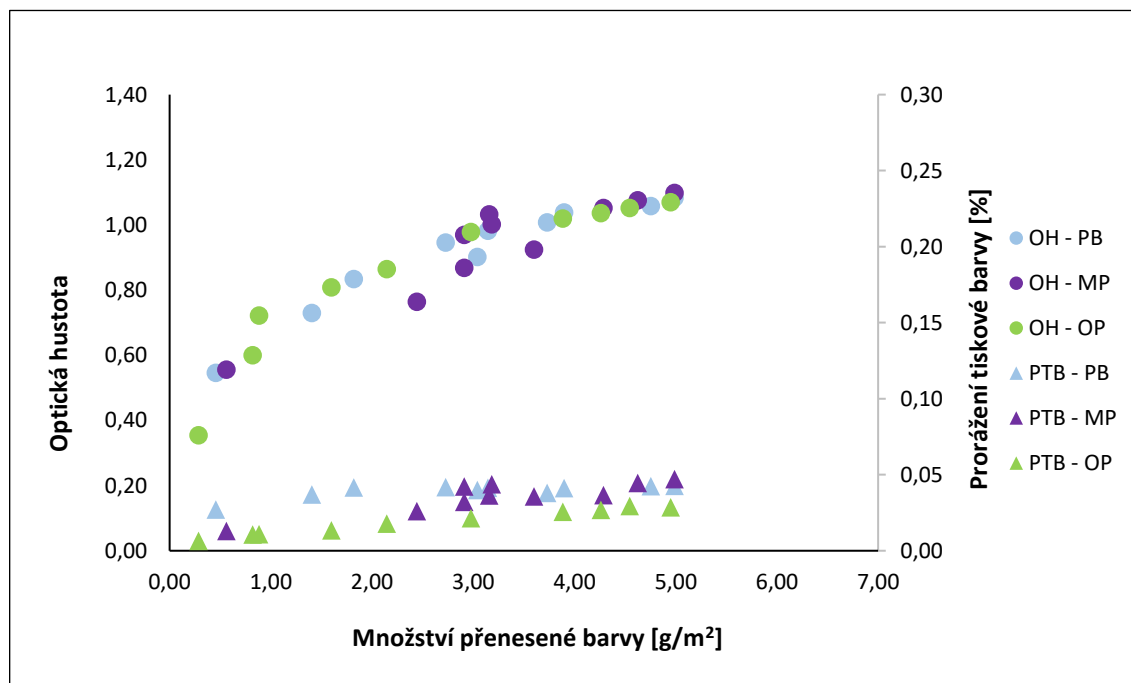
Graf 3 – Přenosové křivky a závislost prorážení tiskové barvy na množství přenesené barvy pro papír Opaque



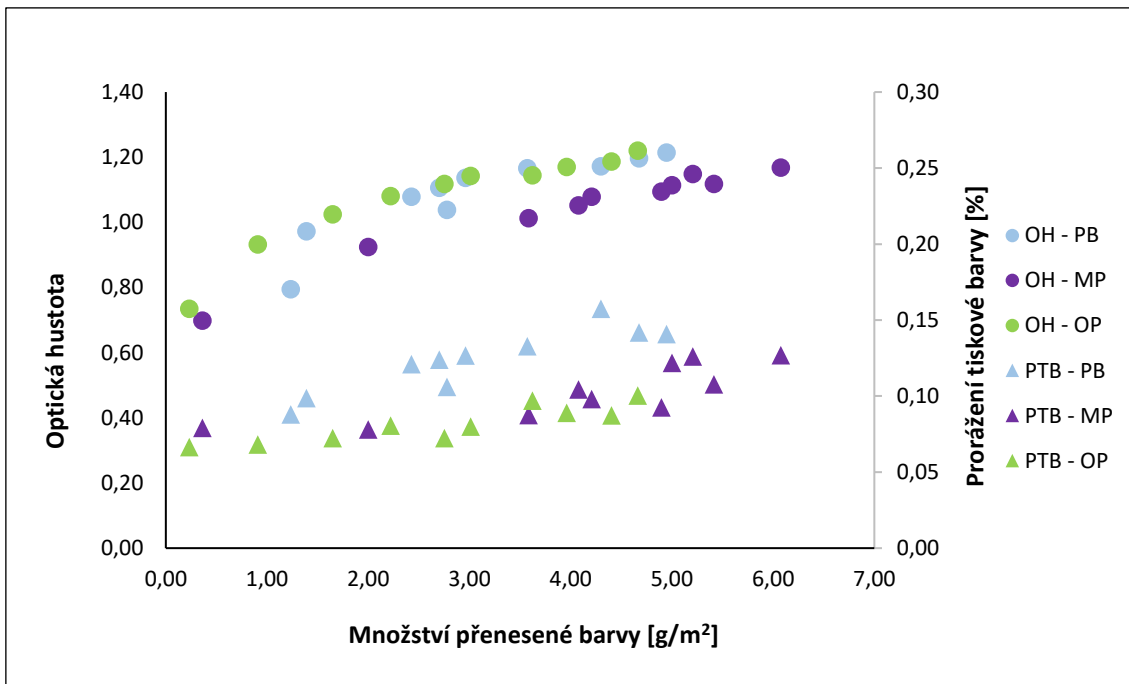
Graf 4 – Přenosové křivky a závislost prorážení tiskové barvy na množství přenesené barvy pro barvu C



Graf 5 – Přenosové křivky a závislost prorážení tiskové barvy na množství přenesené barvy pro barvu M



Graf 6 – Přenosové křivky a závislost prorážení tiskové barvy na množství přenesené barvy pro barvu Y



Graf 7 – Přenosové křivky a závislost prorážení tiskové barvy na množství přenesené barvy pro barvu K

4. ZÁVĚR

Ze tří tenkých tiskových papírů (Polar Bright, Medical Print, Opaque) byly připraveny vzorky pro jednotlivé druhy papírů a jednotlivé barvy C, M, Y a K. Barvy byly jednotlivě vytištěny pomocí přístroje IGT C1, kdy se množství barvy postupně zvyšovalo. Vzniklo tedy 10 vzorků pro azurovou barvu, 10 vzorků pro purpurovou barvu, 10 vzorků pro žlutou barvu a 10 vzorků pro černou barvu vždy pro papír Polar Bright, Medical Print a Opaque. Poté bylo provedeno několik měření, která ovlivňují nebo souvisejí s prorážením tiskových barev na tenkých tiskových papírech.

Nejdříve byla provedena měření vlastností tenkých tiskových papírů, mezi které patří drsnost a opacita. Dále byla proměřena optická hustota tisku. Mezi jednotlivými typy papírů nebyly u těchto parametrů zjištěny významné rozdíly, papíry mají velmi podobné vlastnosti. Na základě měření optické hustoty tisku a množství přenesené barvy byly stanoveny přenosové křivky. Dále byla vyhodnocena míra prorážení tiskové barvy na tenkých tiskových papírech.

Drsnost papíru byla měřena dle Parkera a byla měřena za účelem stanovení síťové a plstěncové strany papíru. Při měření drsnosti byly zjištěny rozdíly mezi síťovou a lícovou stranou papíru. Strana síťová vykazuje vyšší hodnoty drsnosti než strana plstěncová, což je způsobeno otiskem síta při výrobě papíru. Otisk síta způsobuje nerovnosti papíru, proto je síťová strana drsnější, tedy méně hladší.

Jako nejhladší byl vyhodnocen papír Polar Bright, protože vykazuje nejnižší hodnoty drsnosti na plstěncové straně. Naopak jako nejdrsnější byl vyhodnocen papír Medical Print, který vykazuje nejvyšší hodnoty drsnosti na plstěncové straně.

Stanovením opacity papíru bylo zjištěno, že nejnižší opacitu vykazuje papír Polar Bright jak na plstěncové straně, tak na straně síťové. Hodnoty opacity papírů Medical Print a Opaque se téměř neliší. Jelikož jsou tyto hodnoty vyšší než u papíru Polar Bright, znamená to, že tyto papíry propouštějí méně světla než papír Polar Bright. To je nejspíše způsobeno vyšším přídatkem plnidel v papírech Medical Print a Opaque.

Z naměřených hodnot optické hustoty vyplývá, že pro jednotlivé barvy C, M, Y a K na jednotlivých typech papíru se hodnoty optických hustot téměř neliší. U papíru Polar Bright a Medical Print má mírně vyšší hodnoty optické hustoty azurová barva a nejnižší hodnotu žlutá barva. U papíru Opaque má opět nejnižší hodnoty optické hustoty žlutá barva, avšak u azurové, purpurové a černé barvy se hodnoty téměř neliší. Nejvyšší množství přenesené barvy bylo vyhodnoceno u papíru Medical Print u barvy purpurové a černé, což je způsobeno

tím, že papír Medical Print má nejvyšší hodnoty drsnosti. Z Grafů 1–7 vyplývá, že po dosažení určité maximální hodnoty se optická hustota s dalším zvyšováním množství přenesené barvy již nemění.

Při stanovení prorážení tiskových barev bylo zjištěno, že k prorážení tiskové barvy dochází u všech třech typů papíru. Dále bylo zjištěno, že k nejmenšímu prorážení dochází u žluté barvy, a to u všech třech typů papíru, což může být způsobeno odstínem pigmentů této barvy ve srovnání s ostatními barvami. U papíru Polar Bright dochází k největšímu prorážení u barvy černé. U papíru Medical Print jsou hodnoty prorážení azurové, purpurové a černé barvy téměř srovnatelné. Dále bylo zjištěno, že k největšímu prorážení všech čtyř barev C, M, Y a K dochází u papíru Polar Bright, což je způsobeno nižším obsahem plnidel a nižší opacitou v porovnání s ostatními typy testovaných papírů. Naopak k nejnižšímu prorážení barev dochází u papíru Opaque, což je způsobeno vyšším obsahem plnidel a vyšší opacitou, proto byl tento papír vyhodnocen jako nejvhodnější.

Dle vizuálního posouzení, je možné tisk na spodní straně papíru zaznamenat hlavně u papíru Polar Bright, a to u azurové, purpurové a černé barvy. U těchto barev je tisk na spodní straně papíru nejméně zřetelný u papíru Opaque, což odpovídá nejnižšímu prorážení barev u tohoto typu papíru.

Seznam literatury

- [1] Svobodová A.: *Povrchové vlastnosti tenkých tiskových papírů*, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, KPF FCHT, Pardubice 2012
- [2] Venclová H.: *Hodnocení potiskovatelnosti tenkých tiskových papírů*, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, KPF FCHT, Pardubice, 2008
- [3] Kaplanová M. a kolektiv: *Moderní polygrafie*, 1. vydání, Svaz polygrafických podnikatelů, Praha, 2009, ISBN 978-80-254-4230-2
- [4] Souček M.: *Zkoušení papíru*, 1. vydání, SNTL, Praha, 1977
- [5] Gebrtová J.: *Tiskové papíry a jejich vlastnosti*, 1. vydání, Univerzita Pardubice, FCHT, Pardubice, 2006, ISBN-80-7194-900-0
- [6] *Laboratoře IV.: Kvalita tisku*, Univerzita Pardubice, KPF, Pardubice, 2008
- [7] SCAN-P 36:02, *Paper and board*, Skandinávie: Scandinavian pulp, paper and board, (Testing committee), 2002
- [8] Pauler N: *Paper optics*; Švédsko: AB Lorentzen and wettre, Racoon Media Sweden, ISBN 91-971 765-6-7
- [9] *IGT C1 Printability testers*, 2016. IGT Testing Systems Pte Ltd, [9. 5. 2017] <http://www.igt.com.sg/resources/content/files/IGT%20C1%20folder%20A3%20%28ENG%29%20LR.pdf>
- [10] *SpectroEye™*, Spectrophotometer/Densitometer, Part No. 98.53.85 en (04/05). [10. 5. 2017] http://www.pmtac.org/download/XRITE/Spectroeye_en.pdf
- [11] IS/ISO 2471 : 2008. *Paper and board – determination of opacity, (paper backing) – diffuse reflectance method*, ISO – International Organization for Standardization (Testing committee)

Seznam použitých zkratek

C	Cyan
CTP	Computer to Plate
K	Black
M	Magenta
MP	Medical Print
OH	Optická hustota
OP	Opaque
PB	Polar Bright
PTB	Prorážení tiskové barvy
S ₁	Sítová strana papíru
S ₂	Plstěncová strana papíru
Y	Yellow

Název práce	Prorážení tiskové barvy na tenkých tiskových papírech
Autor práce	Hana Wilkeová
Obor	Polygrafie 34-31-8
Rok obhajoby	2017
Vedoucí práce	Ing. Hana Holická, Ph.D.
Anotace	Zhodnocení prorážení tiskové barvy na tenkých tiskových papírech v závislosti na množství přenesené barvy
Klíčová slova	Prorážení tiskové barvy, tenké tiskové papíry, plošná hmotnost, optická hustota, přenosová křivka