

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Martin Slováček

Bakalářská práce 2020

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin Slováček**
Osobní číslo: **C16417**
Studijní program: **B3441 Polygrafie**
Studijní obor: **Polygrafie**
Název tématu: **Studium adheze zlaté metalické barvy překryté UV lakem**
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. Prostudujte odbornou literaturu a zpracujte stručnou rešerši týkající se daného tématu.
2. Ve spolupráci s tiskárnou TOP TISK obaly Brno připravte vzorky tištěné metalickou barvou a následně přelakované primerem a UV lakem. Sledujte vliv podmínek při tisku a zasychání jednotlivých vrstev na výslednou kvalitu tisku, především na adhezi metalické barvy k podložce.
3. Získané výsledky analyzujte a přehledně zpracujte ve formě závěrečné písemné práce.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Vališ, Ph.D.

Katedra polygrafie a fotofyziky

Datum zadání bakalářské práce: **27. února 2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. července 2019**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

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

V Pardubicích dne 27. února 2019

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., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, 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 směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro zveřejňování závěrečných prací a jejich základní jednotnou formální úpravu, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 21. 7. 2020

Martin Slováček

Diplomová práce vznikla za podpory projektu Modernizace praktické výuky a zkvalitnění praktických dovedností v technicky zaměřených studijních programech, reg. číslo CZ.02.2.67/0.0/0.0/16_016/0002458 operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání. Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS
MT**
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Poděkování

Je mojí milou povinností poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Vališovi, Ph.D., za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích týkajících se vypracování bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat společnosti TOP TISK obaly s.r.o., za poskytnuté materiály na testování a především paní Ing. Petře Blaškové za odbornou konzultaci a vstřícnou komunikaci.

V neposlední řadě patří poděkování Bc. Žanetě Krčmářové a Bc. Jiřímu Procházkovi za pomoc s praktickou částí bakalářské práce a mé rodině za neustálou podporu při tomto studiu.

ANOTACE

Tato bakalářská práce je věnována studiu tiskové chyby, která vznikla při potisku skládaček ve společnosti TOP TISK obaly s.r.o. Na tyto skládačky je nanášena zlatá tisková barva, primer a UV lak, přičemž při manipulaci dochází k mechanickému poškození UV laku. Práce je zaměřena na podrobný výzkum chování jednotlivých vrstev této tiskoviny.

KLÍČOVÁ SLOVA

offsetový tisk, zlatá metalická barva, primer, UV lak, adheze

ANNOTATION

This bachelor's thesis is devoted to the study of a misprint that arose during the printing of carton boards in the company TOP TISK obaly s.r.o. Gold printing ink, primer and UV varnish are applied to these carton boards, while mechanical damage to the UV varnish occurs during handling. The work is focused on a detailed research of the behavior of individual layers of this printed product.

KEY WORDS

offset print, gold metallic ink, primer, UV varnish, adhesion

OBSAH

SEZNAM TABULEK	11
ÚVOD.....	12
1 TEORETICKÁ ČÁST	13
1.1 Ofsetový tisk	13
1.1.1 Archové ofsetové tiskové stroje.....	13
1.1.2 Kotoučové ofsetové tiskové stroje.....	16
1.2 Tiskové barvy.....	16
1.2.1 Barvotvorné složky	16
1.2.2 Pojidla	17
1.2.3 Aditiva	18
1.2.4 Ofsetové tiskové barvy	19
1.3 Ofsetové tiskové laky	20
1.3.1 Tiskové laky.....	20
1.3.2 Disperzní laky	21
1.3.3 UV zářením tvrditelné laky.....	21
1.4 Polyreakce	21
1.4.1 Stupňovité polyreakce.....	22
1.4.2 Řetězové polyreakce	23
1.5 Ofsetový tisk v obalovém průmyslu	26
1.5.1 Skládačka	26
1.5.2 Materiál pro skládačky.....	26
1.5.3 Značení skládačkových kartonů a lepenek	27
1.5.4 Specifikace materiálů pro ofsetový tisk.....	28
2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	30
2.1 Použité materiály a přístroje.....	31
2.1.1 Karton – Zenith GC1 HI-BULK.....	31

2.1.2	Zlatá barva – ALCHEMY GOLD PANTONE 872.....	31
2.1.3	Primer – SENOLITH WB GLANZPRIMER (520)	31
2.1.4	Primer – SENOLITH WB GLOSS PRIMER FP DC (071)	31
2.1.5	UV lak – SENOLITH UV GLOSS LACQUER INLINE.....	31
2.1.6	Přístroje.....	32
2.2	Příprava potiskovaných vzorků.....	32
2.3	Testování oděru.....	38
2.3.1	Testování oděru první řady vzorků.....	38
2.3.2	Testování oděru druhé řady vzorků	38
2.3.3	Vyhodnocení prvních nátisků	41
2.4	Nátisk zlatá barva + primer + UV lak při různých technologických postupech	41
2.4.1	Nátisk.....	41
2.4.2	Problémy při nátisku.....	42
2.5	Testování a vyhodnocení nátisků.....	43
3	ZÁVĚR	46
	POUŽITÁ LITERATURA	47

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Ofsetový tiskový stroj Heidelberg Speedmaster XL 145-6+LYYL, upraveno [28]	15
Obrázek 2 – Schéma záření zaměřené na UV oblast [1]	19
Obrázek 3 – Esterifikace polyethylentereftalátu (PET) s etylenglykolem [14].....	22
Obrázek 4 – Vznik epoxidu	23
Obrázek 5 – Originální tiskový arch s poškozením UV laku	30
Obrázek 6 – Příklad zkušební testovací IGT C1	32
Obrázek 7 – Natisknuté vzorky (z vrchu zlatá barva, zlatá barva a primer „071“, zlatá barva a primer „520“)	34
Obrázek 8 – spektrofotometr X-Rite eXact Advanced [29]	35
Obrázek 9 - aplikátor motorizovaný Elcometer 434.....	37
Obrázek 10 - Ink Rub tester Pro	38
Obrázek 11 – Příklad různých výsledků při provádění zkoušky odolnosti proti oděru pomocí brusných saní, převzato z [26]	39
Obrázek 12 – Oděr vzorků (z vrchu zlatá barva, zlatá barva a primer „071“, zlatá barva a primer „520“).....	39
Obrázek 13 – Mechanické poškození pod mikroskopem zvětšeno	40
Obrázek 14 – Mechanické poškození špachtličkou (z vrchu UV lak vytvrzovaný radikálovou polymerací, hybridní UV lak).....	44

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Nános zlaté barvy	33
Tabulka 2 - Nános zlaté barvy + Primeru „520“	33
Tabulka 3 - Nános zlaté barvy + Primeru „071“	34
Tabulka 4 – Nános zlaté barvy, naměřená optická hustota a naměřené hodnoty CIE L*a*b*	35

ÚVOD

Český polygrafický průmysl je specifický oblibou ofsetového tisku. Přes polovinu českých tiskáren vlastní ofsetový tiskový stroj. Mezi tyto společnosti patří i tiskárna TOP TISK obaly s.r.o., která na českém trhu působí od roku 1999. Její doménou jsou skládačky pro farmaceutický a potravinářský průmysl, pro kosmetiku, hračky, elektroniku atd.

Jedním z tiskových strojů, který společnost TOP TISK obaly s.r.o. vlastní, je ManRoland R706 HIPRINT. Jedná se o archový ofsetový tiskový stroj, který má šest barvových věží a dvě lakovací věže, z čehož jedna je pro disperzní lak a druhá pro UV lak. Na tomto stroji se tisknou skládačky interně označované „5 stars“.

Při tisku těchto skládaček jsou použity dvě vrstvy černé tiskové barvy, jedna vrstva zlaté metalické barvy a pro pevnost a světlostálost je tento arch zušlechťen primerem a UV lakem. Po vytvrzení dochází při manipulaci k nežádoucímu mechanickému poškození UV laku.

Tato práce je věnována studiu tohoto problému. Je zde kladen důraz na zachování stanoveného technologického postupu při tisku (firmou TOP TISK obaly s.r.o.) a je zaměřena na podrobný výzkum chování jednotlivých vrstev této tiskoviny.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Pro pochopení problematiky archového ofsetového tisku a vlastností materiálů spojených s touto tiskovou technikou je potřeba znát některé polygrafické i chemické pojmy.

1.1 Ofsetový tisk

Jedná se o konvenční tiskovou techniku z plochy. To znamená, že tato tisková technika má hmotnou tiskovou formu, pro kterou je charakteristické, že tisknouce i netisknouce místa v jedné rovině. V ofsetovém tisku se používá hliníková tisková forma. Na tuto formu se nanese světlocitlivá vrstva. V CTP zařízení dojde k odlišení tisknoucích a netisknoucích míst osvitem. Tisknouce místa odpuzují vodu a lze je nazvat oleofilními. Pro řádný přenos barvy na požadovaná místa je nutné, aby tisková barva byla hydrofobní a voda ji odpuzovala na tisknouce místa. [2]

Ve srovnání s ostatními tiskovými technikami má ofsetový tisk nejmenší nános barvy na potišťený materiál. Důvodem je, že barva je roztírána v barevníku, který je složený z mnoha roztíracích válečků. Barva se tak mnohokrát štěpí a v konečném výsledku je přenesena na potiskovaný materiál v tloušťce kolem 1 μm . [3]

Ofsetový tisk je nepřímou rotační tiskovou technikou. Tisková forma není v přímém kontaktu s potiskovaným materiálem. Po nanesení barvy na tiskovou formu je tiskový motiv přenesen na gumový ofsetový válec a dále za pomoci ofsetového a tlakového válce na potiskovaný materiál. [4]

1.1.1 Archové ofsetové tiskové stroje

Archové tiskové stroje potiskují samostatné archy materiálů, nejčastěji se jedná o papírové materiály. Tyto stroje se dělí podle tiskových formátů na maloformátové, středofarmátové (potisk lehké kartonáže) a velkoformátové. Obecně se na těchto strojích tisknou menší zakázky (v řádech desítek tisíc kusů) nebo tiskoviny, u kterých je potřeba speciálních efektů (lakování nebo ražba). Každá tiskárna je zaměřena na určitý typ produkce a s tím souvisí konfigurace tiskového stroje, který používá. [3]

Archový tiskový stroj má více částí (řazeno ve směru průchodu archu strojem). Na začátku stroje je nakladač (obr.1 – 1). Ten se skládá z pohyblivé plošiny, na kterou je naložen potiskovaný materiál, dále z nakládací hlavy, která má za úkol pomocí savek a rozfuků přenést právě jen jeden tiskový arch na nakládací stůl (dříve se v ofsetu používala savková tyč, která byla pomalejší). Archy, které mají být potisknuty jsou seřazovány

na nakládacím stole, který je zakončen čelními náložkami. Ty vyrovnají tiskové archy tak, aby prošly stejně skrze tiskovou část stroje. [5]

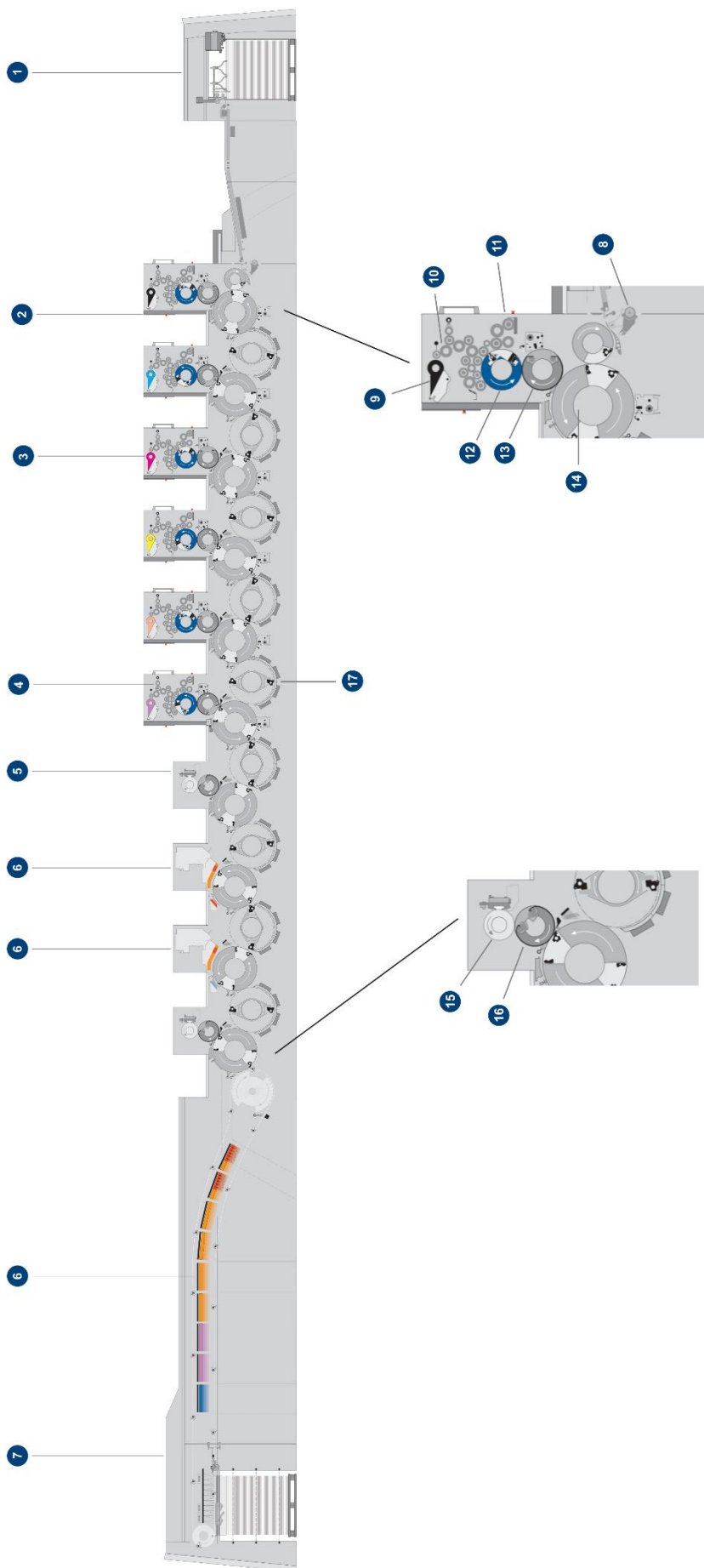
Tiskový arch musí získat stejnou rychlost, jakou má tiskový stroj. K tomuto účelu slouží předchytač (obr. 1 – 8). Předchytač předá tiskový arch transportnímu válci, ten ho zavede do tiskové věže (obr. 1 – 2). Tisková věž se skládá z barevníku (obr. 1 – 4), vlhčící soustavy, formového válce, přenášečního (ofsetového) válce a tlakového válce. V barevníku se nachází barevnice (obr. 1 – 9), do které se dává tisková barva, a duktor (obr. 1 – 3), což je válec, který je prvním regulátorem nánosu barvy. Druhým regulátorem je klinkač (lízač), který z barevnice přenáší určité množství barvy na rozvalovací válec. Klinkač přenáší kyvadlovým pohybem barvu z duktoru na první rozvalovací válec. Soustava rozvalovacích válců (obr. 1 – 10) má za úkol rovnoměrně rozválet tiskovou barvu. Tato soustava je zakončena čtyřmi navalovacími válci. Další částí tiskové věže je vlhčící soustava (obr. 1 – 11), jejímž úkolem je nanést na tiskovou desku vlhčící roztok. Ten musí být nanesen na tiskovou desku dříve než tisková barva. [5]

Tisková deska je napnuta na formovém válci (obr. 1 – 12). Poslední dva válce jsou přenosový neboli ofsetový válec (obr. 1 – 13) a tlakový válec (obr. 1 – 14). Působením těchto dvou válců proti sobě dojde k přenosu motivu na potiskovaný materiál. [5]

Kromě klasických tiskových věží můžou být ve stroji umístěny speciální věže, pomocí kterých se zušlechťuje tiskovina (obr. 1 – 5). Je to jednotka na studenou ražbu nebo lakovací věž. Lakovací věž se používá nejčastěji. Má krátký barevník s aniloxovým válcem (válec, který má na povrchu prohlubně, pomocí nichž se nanáší množství laku, obr. 1 – 15) a tisková forma je podobná jako u flexotisku (obr. 1 – 16). Tisknouce místa jsou vyvýšena oproti netisknoucím. [5]

Mezi jednotlivými tiskovými věžemi jsou transportní válce (obr. 1 – 17), může zde být obracecí zařízení. To má za úkol převrátit tiskový arch už ve stroji pro potisk druhé strany. Dále mezi jednotlivými věžemi můžeme nalézt mezi-sušící jednotky (obr. 1 – 6). Ty buď vydávají infračervené záření nebo UV záření. [5]

Poslední částí tiskového stroje je vykladač archů (obr. 1 – 7). Pokud se tisknou malé náklady barvami, které zasychají oxypolymerací, používá se nízký vykladač bez sušení. V ostatních případech se používá vysoký vykladač se sušením. Vykladač slouží ke zpomalení, následnému zastavení a dosednutí archu na paletu. Mohou v něm být zabudovány sušící a chladící zařízení (obr. 1 – 6). Opět záleží na tom, jakými barvami nebo laky se tiskne. [5]



Obrázek 1 – Ofsetový tiskový stroj Heidelberg Speedmaster XL 145-6+LYYL, upraveno [30]

1.1.2 Kotoučové ofsetové tiskové stroje

Kotoučové ofsetové tiskové stroje se dělí na novinové stroje a časopisecké. Místo archů je na nich potiskován pás papíru navinutý na roli. Těmito stroji se potiskují noviny, časopisy, reklamní letáky, katalogy nebo prospekty. [3]

Kotoučový tiskový stroj se skládá z odvíjecí jednotky, tiskové části, sušicího tunelu (jen pro heatsetové barvy) a dokončovacího agregátu. Odvíjecí jednotka má za úkol zavést rovně a stejně napnutý pás papíru do tiskového stroje. [2]

Tisková část stroje je opět složena z několika tiskových věží. Rozdílné je uspořádání těchto věží. Při jednom průchodu pásu papíru strojem je materiál potištěn z obou stran. Tiskové věže jsou proti sobě a pás papíru prochází mezi nimi. Přenosový válec slouží zároveň jako tlakový válec. [2]

Dokončovací agregát vytvoří konečnou tiskovinu (časopis, noviny) nebo z potištěného pásu udělá archy.

1.2 Tiskové barvy

Tiskové barvy se skládají ze čtyř hlavních částí:

- barvotvorné složky
- plnidla
- pojidla
- aditiva

1.2.1 Barvotvorné složky

Barvotvorné složky lze rozdělit na **pigmenty** a **barviva**. Pigmenty lze dále dělit podle původu. *Anorganické pigmenty* se v polygrafii používají pro černou (saze) a bílou barvu (titanová běloba). U speciálních barev se používají kovové šupinky. *Organické pigmenty* se v dnešní době používají pro pestré barvy. Jsou sytější, jemněji třené a mají živější barevné tóny. Svou kvalitou vyhovují vyšším rychlostem strojů i požadavkům zákazníka na vysokou jakost. Patří mezi ně například ftalocianinová nebo antrachinonová barviva. *Rozpustná barviva* se používají jako doplněk k pigmentům, rozjasňují výslednou barvu nebo jí dodávají zvláštní barevné efekty. Barviva jsou organické syntetické látky, a oproti pigmentům jich je zapotřebí o poznání méně. Rozpouští se v lihu, v esterech, v olejích nebo v mastných kyselinách. Bohužel mají oproti pigmentům jeden nedostatek, jsou na světle méně stálé a dochází u nich k rychlému vyblednutí. [6]

1.2.2 Pojidla

Pojidly rozumíme látky, které v kombinaci s pigmenty a barvivy, tvoří základ barvy. Jsou to filmotvorné látky, rozpouštědla a ředidla. Pojidla nesmí reagovat barevně, aby nezpůsobila změnu tónu barev. Kromě toho musí být pojidla nereaktivní s ostatními složkami, aby neovlivňovala barviva, pigmenty, potiskovaný materiál nebo jakoukoliv část tiskového stroje, která je s barvou v kontaktu. Základ barvy vytváří filmotvorné látky. Jejich úkolem je přenést pigmenty a barviva na potiskovaný materiál. Na něm potom vytvoří pružný, tenký film s dobrou adhezí. Tisková barva obsahuje více filmotvorných látek současně. Nejčastěji se používají tyto filmotvorné látky: [7]

- rostlinné oleje
- alkydové pryskyřice
- pryskyřice na bázi modifikované kalafuny
- nitrocelulóza
- akrylátové pryskyřice
- polyamidové pryskyřice
- asfalt

Rostlinné oleje patří k nejstarším filmotvorným látkám používaným při výrobě tiskových barev. Jedná se o modifikované rostlinné oleje, jako je lněný olej, konopný olej, sójový olej a dřevěný olej zvaný tungový olej. Tyto oleje se používají samotně, bez rozpouštědel. Rostlinné oleje zasychají zapíjením a oxypolymerací. [8]

Alkydové pryskyřice jsou polyestery karboxylových kyselin (ftalové nebo adipové) a polyhydričních alkoholů (glycerol), avšak jejich použití je omezené z důvodu jejich nízké rozpustnosti a křehkosti. Plnohodnotnými filmotvornými látkami se stávají až po modifikaci vysychavými a polovysychavými oleji. Modifikované alkydové pryskyřice jsou dobře rozpustné v mnoha organických rozpouštědlech, například aromatických uhlovodících, esterech, ketonech, a používají se pro výrobu plastifikátorů a mastných barev. Tyto pryskyřice nanesené na vhodné substráty vytvářejí pružné, velmi trvanlivé filmy, v podstatě bezbarvé, se značnou světelnou stálostí. Alkydové pryskyřice zasychají oxypolymerací. [8]

Pryskyřice na bázi modifikované kalafuny vznikají v důsledku reakce maleinanhydridu a kalafuny, po které následuje esterifikace získaného meziprojektu glycerolem nebo

pentaertritolem. Tyto pryskyřice mají světlou barvu, která se nemění. Vytvářejí pružnou vrstvu s vysokým leskem, rychle zasychají a jsou bez zápachu. Používají se při výrobě tekutých barev, které se používají při tisku flexibilních obalů na potraviny. Pryskyřice na bázi modifikované kalafuny zasychají odpařováním. [8]

Při výrobě nitrocelulóзовé filmotvorné látky se používají *nitrocelulóзовé pryskyřice*, jejichž základem je takzvaná průmyslová nitrocelulóza. Nitrocelulóza se snadno mísí s jinými filmotvornými látkami, má dobré mechanické vlastnosti filmu a snadno uvolňuje rozpouštědlo. Nitrocelulóza zasychá odpařováním. [3]

Akrylátové pryskyřice jsou oligomery, které se používají v UV záření tvrditelných barvách. K těmto oligomerům se ještě přidává fotoiniciátor. [3]

Často se používají i *polyamidové pryskyřice* rozpustné v alkoholu. Připravují se kondenzací dimerních vyšších mastných kyselin s diaminy.

Asfalt je definován jako směs vysokomolekulárních uhlovodíků (alifatických, naftalenových, aromatických) přírodního původu. Mají tuhou nebo polotekutou konzistenci a používají se k výrobě vysoce kvalitních černých knihtiskových a ofsetových barev, jakož i hnědých barev. Tvoří tvrdý, trvanlivý a intenzivně lesklý film. [8]

Pojiva jsou filmotvorné látky, které ve směsi se změkčovadly a některými aditivami vytváří spojitou fázi filmu barvy.

Rozpouštědla jsou suroviny, které mají za úkol rozpouštět filmotvorné látky, z nichž musí po tisku rychle vyprchat. Rozpouštědla mohou být těkavé látky nebo to mohou být např. minerální oleje, se kterými se lze setkat velmi často. Voda se u tiskových barev používá omezeně. Existují i rozpouštědla málo těkavá, např. vyšší glykoly. [6]

Ředidla dodatečně ředí tiskové barvy a upravují viskozitu tiskové barvy. Jsou to tekuté organické látky. V kombinaci s rozpouštědly dávají barvě „tekutost“. Po tisku nezůstanou ve směsi barvy, ale odpaří se nebo se zapijí do potiskovaného materiálu.

1.2.3 Aditiva

Aditivy se rozumí látky, které jsou v barvě zastoupeny v malém množství a mají zásadní vliv na vlastnosti barvy. Mezi nejčastější patří *sušidla*, která mají za úkol zkrátit dobu schnutí v případě oxypolymerace. Dalšími aditivami jsou *smáčedla*, která podporují dispergování

pigmentů i smáčení potiskovného materiálu. Smáčedla obsahují tenzidy, které tvoří nežádoucí pěnu, ta je eliminována *odpěňovači*. [9]

Další velkou skupinou jsou látky, které snižují lepivost barvy a zkracují vlákno barvy. Patří sem vosky a parafíny. Můžou se použít i pro odolnost proti oděru matně natíraných papírů. [6]

1.2.4 Ofsetové tiskové barvy

Ofsetové tiskové barvy jsou vysoce viskózní a pastovité (dynamická viskozita $\eta = 40\text{--}100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$). Tyto vlastnosti mají proto, aby při průchodu skrz složitý barevník barva nezasychala na válečcích nebo přímo na tiskové formě. Dále je nutné, aby tisková barva interagovala s vlhčícím roztokem a částečně ho přijímala. Tisková barva nesmí obsahovat rozpouštědla, která nabobtnají nebo poškodí elastomer použitý na válcích barevníku či ofsetovém potahu. [2] [10]

1.2.4.1 Ofsetové tiskové barvy pro archový tisk

Univerzální barva pro ofsetový tisk se skládá z pigmentů (12–18 hm. %), vysychavých olejů (14–20 hm. %), alkydů (6–14 hm. %), tvrdých pryskyřic (22–28 hm. %), minerálních olejů nebo rostlinných esterů (14–20 hm. %), polyolefinového vosku (1–3 hm. %) a sušidla (2–5 hm. %). [3]

Typickým zasycháním ofsetové tiskové barvy pro archový tisk je quickset. Quickset je kombinace oxypolymerace a zapíjení. Při tomto způsobu zasychání se nejdříve oddělí mobilní složky, které penetrují do papíru. Po 2–30 minutách se vytvoří tenký film, který začne reagovat s kyslíkem a zasychat. [3]

1.2.4.2 OFSETOVÉ BARVY S METALICKÝM PIGMENTEM

Metalické barvy se nejčastěji používají v obalářském průmyslu. Nejvíce rozšířené jsou metalické barvy se zlatými a stříbrnými pigmenty. Samozřejmě se nepoužívá čisté zlato nebo stříbro. Barva by byla o hodně dražší a neměla by vždy ideální vlastnosti. Místo těchto vzácných kovů se používá pro imitaci stříbra hliník a pro imitaci zlaté barvy kombinace mědi a zinku (mosaz). Pro ofsetový tisk je důležité, aby kovové pigmenty byly co nejmenší, proto se jejich velikost pohybuje okolo 5 μm . Jsou to kovové šupinky, u kterých záleží, jak jsou uspořádány. Podle toho buď odráží světlo stejným směrem, nebo ho rozptylují. Rozpouštědlo, v kterém jsou rozptýleny tyto šupinky, musí být nereaktivní a nesmí měnit jejich vlastnosti. Tyto barvy nemají vždy dokonalou kohezi. [12]

1.3 Ofsetové tiskové laky

Ofsetové laky, a všeobecně laky, slouží ke dvěma základním účelům. Prvním z nich je ochrana potištěného materiálu, a tudíž i ochrana barvy před okolními vlivy. Laky chrání barvu před rozmazáním, zabraňují roztržení tiskoviny nebo eliminují následky vlivu počasí. Kromě ochranné funkce mají laky i funkci estetickou. [13]

Použitím laků se dají zvýraznit jednotlivé oblasti nebo motivy na tiskovině. Lze toho docílit nanesením jednoho laku nebo kombinací více laků. Při použití více laků je možné vytvořit efekt kožené tašky nebo basketbalového míče.

Zušlechťování laky se nejvíce využívá v obalovém průmyslu. U obalů je kladen důraz na kvalitu a odolnost (materiálu i tiskového motivu). Lak je velmi důležitý i po estetické stránce, jelikož zajímavý obal „prodává“. Kromě obalového průmyslu se laky používají na desky knih, přebaly brožur, vizitky, záložky nebo katalogy. Zde plní hlavně ochrannou funkci. Jsou to produkty, se kterými se často manipuluje, a je u nich vysoká náchylnost k narušení tiskové barvy.

Lak se může nanést buď přes celou plochu nebo parciálně, kdy se nanese lak pouze na konkrétní text, obrázky nebo grafiku. Pokud se zvolí parciální lakování, je třeba vytvořit samostatný motiv pro tiskovou desku. Na motivu musí být vydefinována místa, kam se bude nanášet lak.

Jednou z dalších nesporných výhod laku je ochrana proti žloutnutí papíru a vyblednutí barev. Lak tak plní funkci filtru před UV zářením a tiskovina zastarává pomaleji. [14]

U ofsetového tisku dělíme laky na disperzní laky, tiskové laky a UV laky.

1.3.1 Tiskové laky

Tyto typy laků jsou prakticky tiskové barvy bez pigmentu a barviv. Zasychání těchto laků je na principu oxypolymerace. Minerální oleje se zapíjí do potiskovaného materiálu a vzniká bezbarvý film na povrchu papíru. Tento styl zasychání je stejný jako u olejových barev. Tyto laky mohou být lesklé, polomatné nebo matné. Mají jak funkci ochranou, lak se nanese přes celou tiskovinu, tak funkci estetickou, lak se nanáší jen na určitá místa na tiskovém archu (parciální lakování). Při parciálním lakování se musí dbát na přesný soutisk, aby byl lak na správném místě. [13]

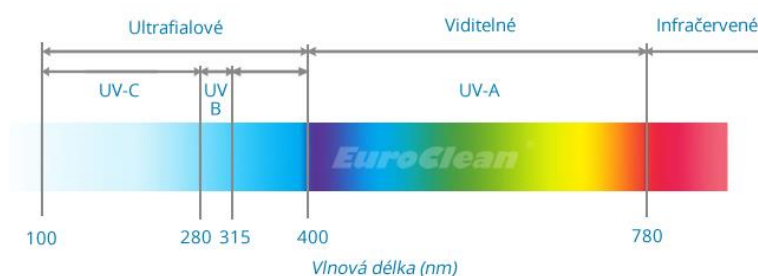
1.3.2 Disperzní laky

Jedná se o laky, který obsahují až 55 % vody. K zasychání těchto laků dochází odpařováním vody. S tím je spojena vysoká energetická zátěž na sušičku s infračerveným zářením. Nanesený lak může být vysoce lesklý, oproti tiskovému laku, nebo matný, a nezůstávají na něm nečistoty či otisky prstů. Disperzní laky jsou mechanicky odolnější než tiskové laky. Jelikož se při zasychání odpařuje jen voda, jedná se o nejšetrnější lak k přírodě, a proto se nejčastěji používá v potravinářském průmyslu. [15]

Disperzní laky se občas používají jako primer, což je natištěná nosná vrstva mezi barvou a UV lakem. Slouží k tomu, aby nedocházelo k takzvanému „pomerančovému efektu“, kdy lak není jednolitý a tvoří malé kapičky, které ve výsledku připomínají strukturu slupky pomeranče.

1.3.3 UV zářením tvrditelné laky

UV laky jsou vytvrzovány působením ultrafialového záření. Pro tyto laky se používá radikálová polymerace, kationtová polymerace nebo kombinace obou polymerací. Doba osvitů UV laku je v řádech sekund a lak se rychle vytvrdí. Pomocí UV laku lze dosáhnout nejvyššího lesku. Nevýhodou je, že při rýhování nebo ohýbání, může lak praskat. Je to způsobeno vyšším nánosem a křehčí strukturou těchto laků. Stejně jako u tiskových laků, používají se UV laky celoplošně nebo parciálně. Na archy, na které bude nanášen UV lak, musí být použity barvy, které jsou kompatibilní s UV laky nebo se použije mezi barvu a UV lak primer. Pokud tomu tak není, může docházet k nekontrolovatelnému defektu tohoto laku. [13]



Obrázek 2 – Schéma záření zaměřené na UV oblast [1]

1.4 Polyreakce

Pro vznik složitějších makromolekul jsou používány molekuly tzv. monomery, které se pravidelně opakují. Děj, který vytváří velké makromolekuly, se nazývá polymerace. [16]

Tyto děje mohou probíhat jen za splnění určitých podmínek. První z nich jsou chemické (musí být použit dvoufunkční monomer), další jsou termodynamické (musí být záporná

Gibbsova energie reakce) a třetí podmínky jsou kinetické (rychlost vedlejších reakcí musí být nižší než rychlost růstové reakce). [16]

Každá polymerace obsahuje tyto základní kroky: iniciaci (zahájení reakce, kde je narušena dvojná vazba monomeru), propagaci (vytváření polymerního řetězce), terminaci (zastavení polyreakce) a transfer (přenos aktivního růstového centra). [16]

Polymerace jsou děleny na stupňovité a řetězové. [16]

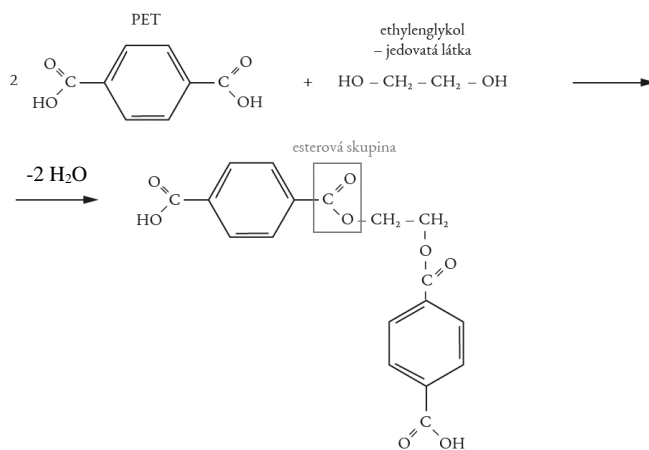
1.4.1 Stupňovité polyreakce

U stupňovitých polyreakcí je jen jedna fáze reakce, která se pořád opakuje. Jelikož jsou celkem brzy spotřebovány původní molekuly monomeru, tak se nově vytvořené oligomery či polymery navzájem spojují. Rychlost těchto reakcí je přibližně stejná a nezáleží na velikosti makromolekuly. Oproti řetězovým polymeracím mají stupňovité polyreakce rozdílný průběh. Na začátku reakce probíhá polymerační děj pomalu, ke konci má však vysokou rychlost. Celková doba reakce je v řádech několika hodin. [16]

Stupňovité polyreakce můžeme rozdělit na dva rozdílné procesy – polykondenzaci a polyadici. [16]

1.4.1.1 Polykondenzace

Polykondenzací vznikají nejen makromolekuly, ale i nízkomolekulární produkt (voda, alkohol, sůl atd.), díky tomu se může jednat o rovnovážnou reakci. Pokud při rovnovážné reakci budeme odebírat nízkomolekulární produkt, zvýšíme produkci polymeru. [16] Aby vznikl polymer, musí monomer obsahovat více dvojných vazeb (funkční skupiny). Po každé fázi reakce musí mít nový monomer možnost navázat se na vznikající řetězec polymeru. Typickými zástupci polykondenzace jsou polyestery a polyamidy. [16]

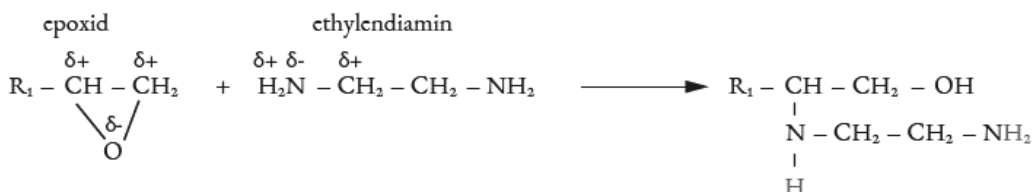


Obrázek 3 - Esterifikace polyethyltereftalátu (PET) s ethylenglykolem

1.4.1.2 Polyadice

Oproti polykondenzaci v této reakci nevzniká nízkomolekulární produkt, a tudíž není tato reakce rovnovážná. Stejně jako v případě polykondenzace musí být monomer vícefunkční. [16]

V polygrafii se využívají lepidla, která jsou vytvořena touto polyreakcí (epoxydy).



Obrázek 4 – Vznik epoxidu

1.4.2 Řetězové polyreakce

V polygrafii se při vytvrzování barev a laků nejčastěji používají řetězové reakce. Název je odvozen od struktury molekul, které tvoří řetězce. Řetězové polyreakce se také nazývají polymerizace. Jsou to reakce, při kterých se díky několikanásobné adici navážou monomery na růstová centra (velmi reaktivní ionty nebo radikály), a tím dochází ke vzniku makromolekul. Na rozdíl od stupňovitých polymerací, kde je jen jedna reakce, mají řetězové polymerace tři fáze reakce – iniciaci, propagaci a terminaci. [17]

Iniciace je zahájena většinou působením vnější energie, která způsobí rozpad iniciátoru. Po následné reakci s monomerem vzniká růstové centrum.

V *propagaci* se na toto růstové centrum vždy naváže adicí nový monomer a reaktivní centrum se přesouvá na konec řetězce. Aby vznikla makromolekula, opakuje se tento krok mnohonásobně.

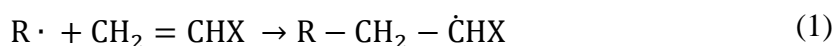
Při *terminaci* zanikají růstová centra a je ukončen i růst makromolekuly. Terminace se liší podle podmínek polymerizace. Občas se setkáme při polymerizaci i s *přesmykem*, kdy se přenese růstové centrum na jinou molekulu. Všechny tyto čtyři reakce většinou probíhají v řádu sekund. [17]

Řetězové polymerace dělíme na radikálové a iontové. Iontové dále dělíme na kationtové a aniontové. Aniontová polyreakce se v polygrafii nevyužívá, proto jí není v této práci věnována pozornost. [17]

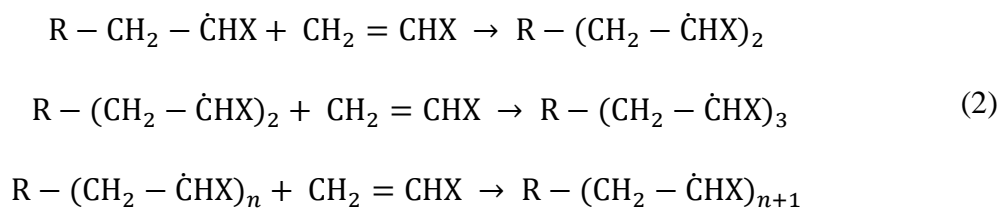
1.4.2.1 Radikálová polymerace

V radikálové polymeraci se používají monomery obsahující dvojnou vazbou mezi atomy uhlíku, samotná reakce probíhá v řádech sekund. Díky těmto vlastnostem se jedná o průmyslově nejpoužívanější metodu syntézy technicky významných polymerů, jako jsou polyethylen, polyvinylchlorid, polystyren atd. Zároveň se jedná o jeden z nejčastějších způsobů zasychání laků a některých barev (nejen v polygrafii). Jak bylo popsáno v předchozí kapitole, skládá se radikálová polymerace ze základních reakcí – iniciace, propagace a terminace. [16]

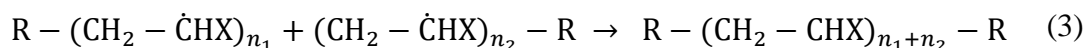
Nejčastějším zahájením iniciace je působení UV záření nebo tepla na iniciátor, který se v důsledku tohoto záření rozpadne na radikály. Radikály jsou molekuly s nepárovými elektrony a jsou elektricky neutrální. Radikály působí na dvojnou vazbu monomeru, kterou naruší a vznikne aktivní centrum s radikálem na místě původní dvojně vazby (1). [16]



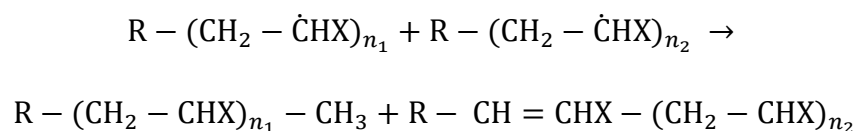
Následuje propagace (2), což je opakovaná reakce aktivního centra, které obsahuje radikál s monomerem. Tato reakce se několikanásobně opakuje. Počet opakování je v řádu stovek až mnoha tisíců. [16]



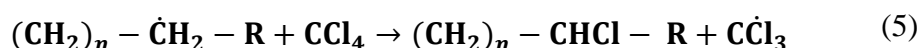
Terminace může nastat dvěma způsoby. Prvním z nich je rekombinace (3), kde dochází k protnutí dvou radikálů a vzniká jedna makromolekula z původních dvou růstových center. [16]



Druhý způsob terminace se nazývá disproportionace (4), při které dochází k přenesení vodíku jednoho řetězce na radikál druhého řetězce, a vznikají dvě samostatné makromolekuly, jedna je s dvojnou vazbou na konci. [16]



Během reakce může docházet i k transferu (5). Transfer je reakce růstového centra například s molekulami iniciátoru nebo rozpouštědla. V této reakci je přenesen radikál na jinou molekulu a původní reaktivní centrum zaniká. [16]

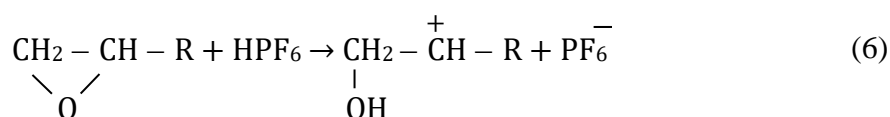


1.4.2.2 Kationtová polymerace

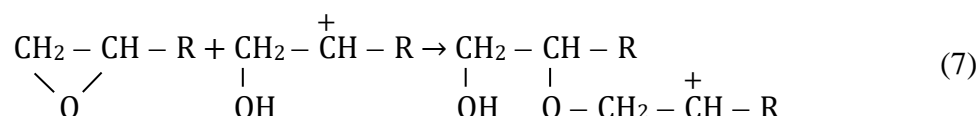
Oproti radikálové polymeraci se tento způsob polymerizace používá v malém rozsahu u UV tvrditelných barev a laků. Touto reakcí mohou reagovat pouze monomery, kterým se dá iniciací narušit dvojná vazba mezi uhlíky. Díky tomuto narušení se vyskytuje kladný náboj na jednom z uhlíků. Nejčastějšími monomery, které tvoří kationtová reaktivní centra, jsou například alkylnylethery, isopropeny, epoxidy nebo styreny. [17]

Iniciace je zahájena reakcí rozpouštědla s iniciátorem. Elektrofilní částice z rozpouštědla při této reakci napadá parciální záporný náboj na molekule monomeru a dochází ke vzniku kationtu. [17]

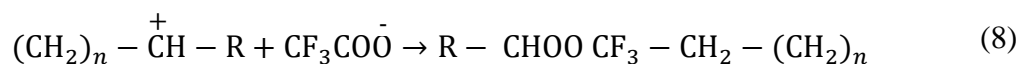
Častými iniciátory jsou protonové (Brønstedovy) nebo Lewisovy kyseliny. Iniciátorem může být jakákoliv jiná sloučenina, která je schopna vytvořit stabilní kationty pro polymerizaci (6). [17]



Při propagaci reaguje kationt s uhlíkem dalšího monomeru (7). Jelikož mají karboniová reaktivní centra vysokou reaktivitu, vzniká mnoho vedlejších reakcí. [17]



Nejčastějším důvodem ukončení růstu řetězce je přenos kladného náboje na jinou molekulu. Toto způsobují alkoholy, vlhkost nebo spontánní terminace, při které reaguje rostoucí kationt s protiontem (8). [17]



1.5 Ofsetový tisk v obalovém průmyslu

Jelikož je tato bakalářská práce zaměřena na problém vznikající při potisku obalu – skládačky, je tato teoretická část obecně zaměřena na popis skládaček a materiálů, které jsou pro ně charakteristické.

V obalovém průmyslu se skládačky potiskují ofsetovým tiskem. Potiskovaným materiálem jsou v tomto případě kartony a lepenky.

1.5.1 Skládačka

Skládačka je obal z lehkých tenkých lepenek nebo kartonu. Zákazníkovi je dodávána v plochém nesloženém stavu, jen se slepením. Zaujímají tak při transportu, z tiskárny do plnicího stroje, malý objem. Tyto obaly se skládají až při plnění cílovým produktem a jsou uzavírány klopovými uzávěry nebo víky. [18]

1.5.2 Materiál pro skládačky

Pro rozmanitost obalového průmyslu se používají různé druhy kartonů a lepenek. Plošná hmotnost kartonů a lepenek použitých pro výrobu skládaček je 230 až 600 g/m². Některé druhy jsou povrchově upraveny pro lepší potiskovatelnost. [18]

Bílo-bílá lepenka

Tato lepenka má plošnou hmotnost 250–600 g/m². Její využití je u technicky nenáročných skládaček. Lícová přírodně bílá strana je z nebělené sulfitové buničiny, do které jsou přidána vlákna z bílého sběrového papíru. Rubová strana obsahuje dřevovinu s menším množstvím buničiny. Rubová strana může případně obsahovat vlákna vytříděného bílého sběrového papíru. [18]

Bílo-šedá lepenka

Plošná hmotnost této lepenky je 250–500 g/m², někdy může dosahovat až 700 g/m². Její využití nalezneme u skládaček, na které jsou kladeny nižší nároky a vkládá se do nich předmět s nižší cenou. Přední lícová strana je tvořena nebělenou sulfitovou buničinou, jejíž barva je přírodně bílá. Rubová šedá část je složena z netříděného sběrového papíru a z vláken

dřevoviny. Není vhodné tento typ lepenky používat při balení potravin. Při přímém styku s potravinou zde hrozí únik toxických částic z netříděného sběrového papíru. [18]

Natíraná skládačková lepenka

Pro tuto lepenku je charakteristická plošná hmotnost 230–450 g/m². Používá se u skládaček nejvyšší kvality. Jedním z nejčastějších odvětví, pro které je tato skládačka produkována, je kosmetika. Lícová vrstva tvořená sulfitovou nebo sulfátovou buničinou je natírána bílým pigmentovým nátěrem s pojidly. Díky nátěru, který zalije nerovný povrch kartonu, vzniká hladká, bílá vrstva, na kterou lze kvalitně reprodukovat obtížnější grafické návrhy. Pro rubovou část je použit bílý sběrový papír doplněný o nebělenou buničinu a dřevovinu. Lze použít i nenatíraná lepenka bílo-šedá, kde rubová strana je šedá. [18]

Potravinářské kartóny

Jejich plošná hmotnost je 220–400 g/m². Můžou být jednovrstvé i vícevrstvé, taktéž natírané nebo nenatírané. Jsou vyráběny z bělené buničiny. Skládačky z tohoto kartonu se využívají v tabákovém průmyslu, kosmetice, u výběrových cukrovinek atd. Po speciálním zušlechtnění, kde je na karton vrstven polyetylen, se dají tyto kartóny použít na balení polotovarů a mražených potravin. [18]

Sulfátové kartóny bílo-bílé

Plošná hmotnost tohoto kartonu je 150–250 g/m² a v této plošné hmotnosti lze nalézt i přírodní karton bílo-bílý. Oba kartóny se používají na polepování dvouvrstvé vlnité lepenky. Taková lepenka má potištěnou krycí vrstvu a má velmi jemnou vlnu. [18]

Ostatní

Mezi další využívané materiály patří speciální skládačkový karton, který je vysoce lesklý, má plošnou hmotnost 250–450 g/m² a jeho lícová a rubová strana může mít jinou barvu. Dalším speciálním materiálem jsou kartóny polepované hliníkovou fólií o plošné hmotnosti až 600 g/m². [18]

1.5.3 Značení skládačkových kartonů a lepenek

Jak je psáno výše, využívá se pro odvětví obalového průmyslu velká řada materiálů. Z tohoto důvodu bylo zavedeno značení kartonů a lepenek pomocí dvou– až třímístného kódu.

Prvním písmenem kódu je značena povrchová úprava. **U** je nenatíraný povrch, **G** značí natíraný povrch a **A** povrch natíraný poléváním. [19]

Druhé písmeno v kódu značí převládající složení materiálu. **Z** je bělená buničina, chemicky zpracovaná, **N** je nebělená buničina, chemicky zpracovaná, **C** označuje mechanicky zpracovanou buničinu (Chromokarton), **T** značí triplex (z recyklovaných vláken) a **D** duplex (z recyklovaných vláken). [19]

Číslice se používá pro Duplex, kde označuje volumen (objemová hmotnost). **1** je objemová hmotnost větší než $1,45 \text{ g/cm}^3$, **2** je od 1,3 do $1,45 \text{ g/cm}^3$, **3** je menší než $1,3 \text{ g/cm}^3$. [19]

Kromě číslic u duplexu se číslice používají k označení barvy rubové strany. **1** je bílá barva, **2** je krémová barva a **4** je hnědá barva. Číslice se nepoužívají u typu Triplex (**GT**). [19]

Nejběžnějšími natíranými kartony jsou kartony s primárními vlákny a sekundárními vlákny. Kartony s primárními vlákny neobsahují recyklovaný papír. Například sem patří karton GC1, který je zhotovený z mechanicky zpracované buničiny, je natíraný z jedné strany a má vysoký objem nátěru. Sekundární kartony obsahují recyklovaný papír. Například sem patří karton GD2, který je složený z typu duplex (vrchní vrstva je bílá a střed se spodní vrstvou je šedý), na který je nanesen nátěr s objemem v rozmezí od 1,3 do $1,45 \text{ g/cm}^3$. [19]

1.5.4 Specifikace materiálů pro ofsetový tisk

Ofsetovým tiskem se dají potisknout vláknité materiály od papíru (do 105 g/m^2) až po lepenky (nad 250 g/m^2). Rovněž zde není kladen velký důraz na kvalitu vláknitých materiálů, které mohou být tvořeny vlákny dřevoviny, polobuničiny, buničiny nebo mohou být ze sběrového papíru.

Dřevovina jsou vlákna dřeva, která vznikají broušením špalků za využití dvou brusných válců. Dřevovina není chemicky upravována a má nejnižší kvalitu. [20]

Buničina se získává vyvařováním štěpek dřeva v chemických roztocích. Tím dochází k uvolňování a odstranění nežádoucích látek, díky tomu má buničina nejvyšší kvalitu. [20]

Polobuničina je získávána kombinací obou výše uvedených způsobů. Nejdříve jsou dřevěné štěpky vyvařovány, ale ne tak dlouho, jak u buničiny. Následně jsou broušeny na brusných válcích. Tím získají střední kvalitu. [20]

Jak již bylo zmíněno, používá se při ofsetovém tisku (jako u jediné tiskové techniky) vlhčící roztok. Aby nedošlo při delším působení vlhka k rozpadu papíru a změně struktury

papírů (obecné chování papírových materiálů), předchází se těmto nežádoucím jevům klížením papíru. Nejčastěji se klíží škroby. [20]

Dalšími typickými úpravami vláknitých materiálů pro ofsetový tisk je hlazení nebo natírání.

2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Experimentální část popisuje postup při řešení problému týkajícího se špatné adheze materiálů (zlatá tisková barva, primer a UV lak) nanesených na tiskový arch. Tato tisková chyba se projevila při potisku skládaček ve firmě TOP TISK obaly s.r.o.

Podle poskytnutých informací ze společnosti TOP TISK obaly s.r.o. probíhal potisk kartonu na archovém ofsetovém tiskovém stroji ManRoland R706 HIPRINT. Při průchodu materiálu strojem docházelo nejprve na tiskových věžích čtyři a pět k nanesení dvou vrstev černé barvy. Následně byla nanesena zlatá barva na věži číslo šest. Černá barva ani zlatá barva nejsou primárně určeny pod UV lak. Na tyto tři vrstvy byl následně nanesen primer o objemu rastrového válce 18 cm³ a celý arch byl vystaven dvěma agregátům infračervené sušící jednotky o teplotě 105 a 115 °C. Poté došlo k nanesení UV laku o objemu rastrového válce 25 cm³ a celý arch byl vystaven třem lampám vyzařující UV záření o intenzitě 160 W/cm² u první a 155 W/cm² u zbylých dvou. Rychlost tisku byla 9000 archů za hodinu.



Obrázek 7 – Originální tiskový arch s poškozením UV laku

2.1 Použité materiály a přístroje

2.1.1 Karton – Zenith GC1 HI-BULK

Tiskárna Toptisk obaly s. r. o. používá pro tisk skládacích krabiček určených k přepravě papírků do cigaret karton Zenith GC1 Hi-bulk, který je oboustranně natíraný, na jedné straně je dvojitý nátěr. Tento karton je určen pro ofsetový a flexotiskový tisk a používá se pro balení elektroniky, kosmetiky, léků nebo potravin, u kterých musí mít obal speciální nátěr polyethylenu. Při potisku uvedené skládačky byl použit karton s plošnou hmotností 270 g/m² a průměrnou tloušťkou 410 μm (měřeno při 23 °C a vlhkosti vzduchu 50 %). [21]

2.1.2 Zlatá barva – ALCHEMY GOLD PANTONE 872

Na karton se nanášela zlatá barva od společnosti Alchemy s označením Pantone 872. Tato barva je složená z měděných a zinkových pigmentů, umělých pryskyřic, rostlinných olejů, minerálních olejů a aditiv. Obsah sušiny v barvě je 68,7 %. Tato barva je určena jen do ofsetových tiskových strojů. [22]

2.1.3 Primer – SENOLITH WB GLANZPRIMER (520)

Tento primer od společnosti Weilburger s označením Senolith WB Glanzprimer, který se bude dále označovat jako „520“, je složený ze sodné soli dokusátu (1–2,5 hm. %) a 2-(2-butoxyethoxy)ethanolu (1–2,5 hm. %), které jsou rozptýleny v suspenzi. V této suspenzi voda zaujímá 50 % a organické rozpouštědlo 5 % hmotnosti. Barva primeru je mléčně bílá s nažloutlým odstínem a primer má charakteristický zápach. [23]

2.1.4 Primer – SENOLITH WB GLOSS PRIMER FP DC (071)

I tento primer je od společnosti Weilburger a nese označení Senolith WB Gloss Primer FP DC, který se bude označovat jako „071“. Je složený ze sodné soli dokusátu (1–2,5 hm. %) a z Ethoxylovaných C16-18 alkoholů (0,1–0,25 hm. %). Primer má zelenou barvu a charakteristický zápach. Neobsahuje organická rozpouštědla. [24]

2.1.5 UV lak – SENOLITH UV GLOSS LACQUER INLINE

Posledním použitým materiálem, který byl poskytnutý společností TOP TISK obaly s.r.o., je UV lak od společnosti Weilburger. Ten nese označení Senolith UV Gloss Lacquer Inline. UV lak je složený z (1-methyl-1, 2-ethanediyl)bis[oxy(methyl-2, 1-ethanediyl)]diakrylátu (12,5–20 hm. %), ze (12,5–20 hm. %), ze substance 4, 4'-(1-methylethylidene)bisphenol, polymer z propylového esteru glycerolu a kyseliny akrylové (chromethyl)oxyranem a akrylátem (10–12,5 hm. %), z 2,2-bis(acryloyloxymethyl)butyl

akrylátu (5–10 hm. %), z benzophenonu (2,5–5 hm. %), z dipropylen glykol diakrylátu (2,5–5 hm. %), z 2-hydroxy-2-methylpropiophenonu (0,5–1 hm. %) a 4-methoxyfenolu (do 0,5 hm. %). Barva tohoto UV laku je průhledná s nádechem do modro-fialova a s charakteristickou vůní. Neobsahuje organická rozpouštědla. [25]

2.1.6 Přístroje

Při výzkumu byly pro nátisk použity tyto přístroje: přístroj zkušební testovací IGT C1, aplikátor motorizovaný Elcometer 434, sušárna Memert UNE 400, UV tunel Aerotem miniterm UV a UV integrátor s tepelným štítem, který určoval množství dopadlého záření.

Pro kontrolu a testování byly použity tyto přístroje: přístroj Ink Rub tester Pro a Spektrofotometr X-Rite eXact Advanced, mikroskop Leica.

2.2 Příprava potiskovaných vzorků

Během praktické části byly vytvořeny vzorky. Jednalo se o karton potištěný barvou a laky. Charakteristika použitých materiálů byla popsána výše v kapitole Použité materiály a přístroje. Tyto vzorky měly simulovat archový ofsetový tisk skládaček, u kterých se projevoval problém s mechanickým poškozením zlaté barvy.

Vzorky byly připraveny v laboratoři, kde není možno docílit stejných podmínek jako v tiskovém stroji. Tiskový arch při tisku projde strojem v řádu sekund a doba mezi nánosem jednotlivých vrstev (tisková barva, primer, UV lak) je ještě nižší. V laboratoři není možno docílit tak vysoké rychlosti. V tiskovém stroji je rovněž tisková barva v kontaktu s vlhčícím roztokem, čehož na natiskovacím zařízení v laboratoři není možné docílit. Proto muselo být zjištěno, zda po nanesení jednotlivých vrstev v těchto podmínkách nastává stejný problém, jako v běžném provozu.



Obrázek 8 – Přístroj zkušební testovací IGT C1

Na nátiskovém stroji IGT C1 (obr. 6) pomocí gumového válečku, o ploše 216 x 35 mm a tlaku 500 N, bylo potisknuto devět vzorků o rozměru 45 x 250 mm zlatou barvou. Na navalovací válec byla přenesena zlatá barva, která byla měřena na analytických vahách a následně byl dopočítán nános barvy v g/m² (tab. 1).

Tabulka 1 - Nános zlaté barvy

	Přenesené množství [g]	Nános barvy [g/m ²]
1.	0,0309	4,0873
2.	0,0304	4,0212
3.	0,0315	4,1667
4.	0,0313	4,1402
5.	0,0347	4,5900
6.	0,0339	4,4841
7.	0,0310	4,1005
8.	0,0312	4,1270

Dále byly připraveny vzorky potištěné zlatou barvou a primerem „520“ a vzorky potištěné zlatou barvou a primerem „071“

Stejně jako u zlaté barvy, byla na nátiskovém stroji IGT C1 nanesena zlatá barva, přes ní byl nanesen Primer „520“ pomocí gumového válečku o ploše 15 × 220 mm. Množství nanesené barvy i Primeru „520“ bylo měřeno na analytických vahách a následně byl dopočítán nános barvy v g/m² (tab. 2).

Tabulka 2 - Nános zlaté barvy + Primeru „520“

	Zlatá		Primer „520“	
	Přenesené množství [g]	Nános barvy [g/m ²]	Přenesené množství [g]	Nános barvy [g/m ²]
1.	0,0289	3,8228	0,0943	28,5758
2.	0,0235	3,1085	0,0449	13,6060
3.	0,0260	3,4392	0,0439	13,3030
4.	0,0253	3,3466	0,0430	13,0303
5.	0,0296	3,9153	0,0451	13,6667
6.	0,0286	3,7831	0,0579	17,5455
7.	0,0273	3,6111	0,0466	14,1212
8.	0,0275	3,6376	0,0283	8,5758

Některé nepřesnosti u hmotnosti barvy jsou způsobeny špatným umístěním gumového válečku na analytických vahách. Pokud není váleček umístěn přesně uprostřed, vznikají odchylky. Vysoký nános laku byl aplikován z důvodů rychlého odpařování vody a následného

zasychání Primeru na nanášecím válečku. Kolísavost hodnot je způsobena neodhadnutím potřebného množství nanášeného Primeru a nedokonalým umístěním nanášecích válečků na analytické váhy.



Obrázek 9 – Natisknuté vzorky (z vrchu zlatá barva, zlatá barva a primer „071“, zlatá barva a primer „520“)

U nátisku kombinace zlatá barva + Primer „071“ byl aplikován stejný postup ve stejný den, jako u předchozího nátisku. Byly provedeny stejné výpočty jako u předchozího nátisku (tab. 3).

Tabulka 3 - Nános zlaté barvy + Primeru „071“

	Zlatá		Primer „071“	
	Přenesené množství [g]	Nános barvy [g/m ²]	Přenesené množství [g]	Nános barvy [g/m ²]
1.	0,0273	3,61111	0,1149	34,8182
2.	0,0274	3,62434	0,1260	38,1818
3.	0,0272	3,59788	0,0910	27,5758
4.	0,0270	3,57143	0,0617	18,6970
5.	0,0327	4,32540	0,0543	16,4546
6.	0,0258	3,41270	0,0424	12,8485
7.	0,0277	3,66402	0,0704	21,3333
8.	0,0248	3,28042	0,0495	15,0000
9.	0,0258	3,41270	0,0700	21,2121

Po zhotovení prvních vzorků bylo zřejmé, že je nutné určit ideální nános zlaté barvy (odpovídající množství nánosu zlaté barvy na vzorku dodaném z tiskárny). Proto byla natisknuta řada vzorků s různým nánosem barvy v rozmezí od 0,2062 g/m² do 2,4876 g/m².

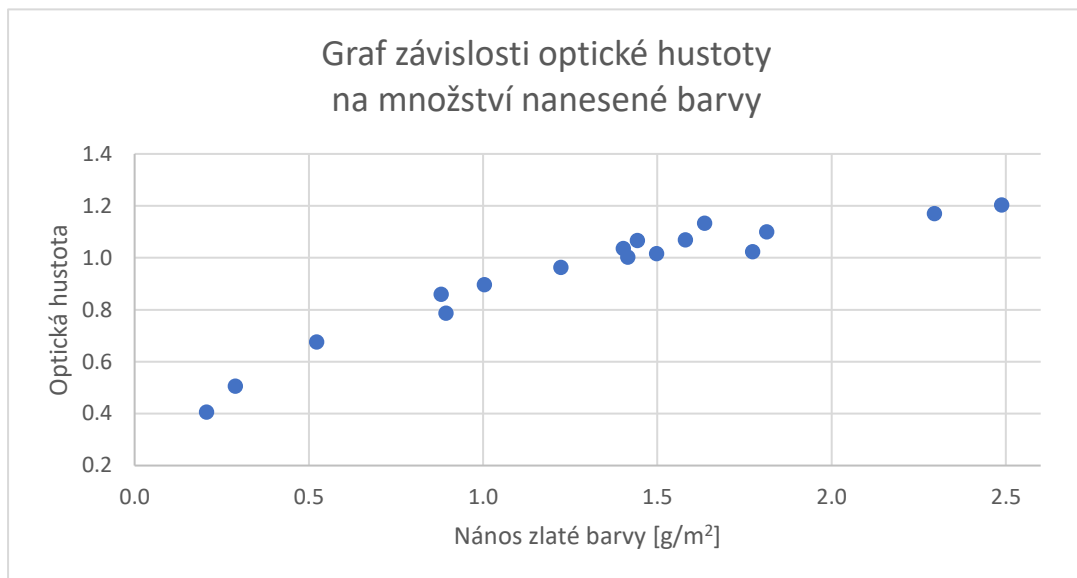
Pomocí příklopového spektrofotometru X-Rite eXact Advanced (obr. 8) (při osvětlení D50 a 2° pozorovateli) byla naměřena optická hustota (při vlnové délce 410 nm) a hodnoty CIE $L^*a^*b^*$ z natisknuté řady vzorků (tab. 4). Do grafu 1 byla vynesena závislost optické hustoty na nánosu barvy a do grafu 2 hodnoty L^*b^* .



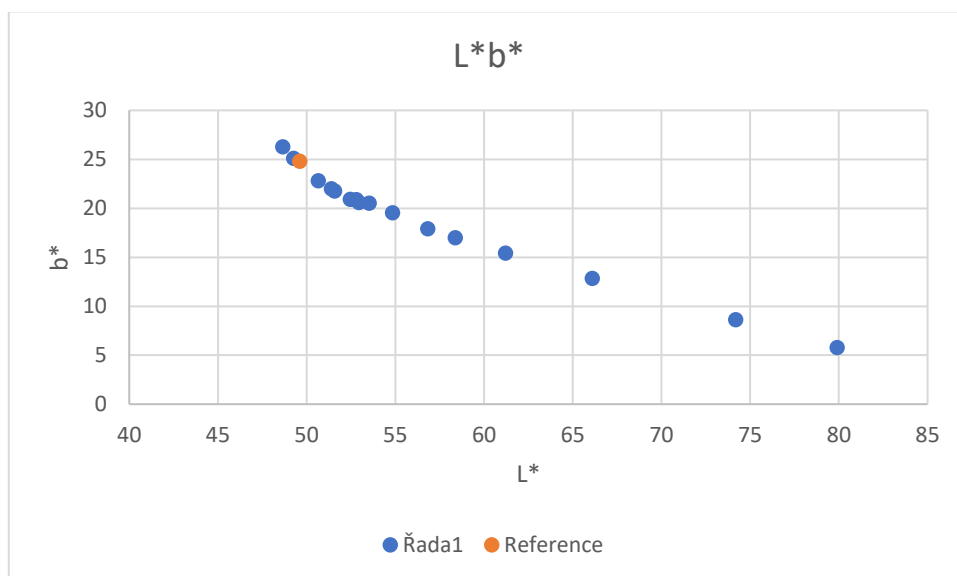
Obrázek 10 – spektrofotometr X-Rite eXact Advanced [31]

Tabulka 4 – Nános zlaté barvy, naměřená optická hustota a naměřené hodnoty CIE $L^*a^*b^*$

	Rozdíl [g]	Nános barvy [g/m ²]	Optická hustota	L*	a*	b*
1.	0,0105	1,44	1,07	51,58	5,20	21,76
2.	0,0181	2,49	1,20	48,65	6,38	26,26
3.	0,0167	2,30	1,17	49,27	6,05	25,09
4.	0,0119	1,64	1,13	49,88	5,68	23,79
5.	0,0132	1,81	1,10	50,66	5,34	22,80
6.	0,0115	1,58	1,07	51,40	5,08	21,97
7.	0,0102	1,40	1,04	52,46	4,76	20,91
8.	0,0109	1,50	1,02	52,94	4,66	20,57
9.	0,0129	1,77	1,02	52,81	4,70	20,86
10.	0,0103	1,42	1,00	53,52	4,53	20,52
11.	0,0089	1,22	0,96	54,84	4,23	19,51
12.	0,0073	1,01	0,90	56,82	3,75	17,88
13.	0,0064	0,88	0,86	58,37	3,51	16,98
14.	0,0065	0,89	0,79	61,21	3,05	15,40
15.	0,0038	0,52	0,68	66,10	2,48	12,82
16.	0,0021	0,29	0,51	74,18	1,73	8,61
17.	0,0015	0,21	0,41	79,91	1,36	5,78



Graf 1 – Graf závislosti optické hustoty na množství nanesené barvy



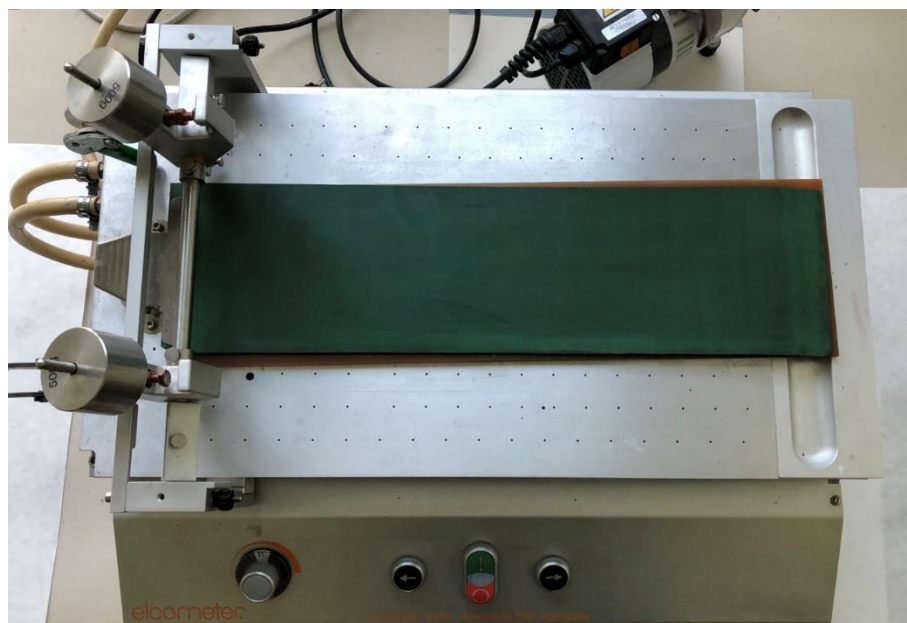
Graf 2 – Graf hodnot L*b* s referenční hodnotou

Při porovnávání hodnot L*a*b* vzorků a reference (L* 49,6; a* 3; b* 24,8) použito z webu [26] z *Grafu 2* je kladen důraz převážně na hodnoty L* a b*. Hodnota a* je pro malou změnu hodnoty je zanedbatelná. Z *Grafu 2* vidíme, že nejbližší referenční hodnotě jsou vzorky, které v *Grafu 1* zaujímají oblast v rozmezí od 1,4 g/m² do 1,8 g/m². V této oblasti se optická hustota přestává měnit a je dále takřka stejná. U dalších postupů je snaha mít nános zlaté barvy v tomto rozsahu.

Poslední zbývající kombinací při simulaci tisku byl nátisk zlaté barvy přes ní Primer „520“ nebo „071“. Přes tyto vrstvy byl aplikován UV lak. Nátisk byl proveden v březnu roku 2019 s čerstvými primery.

Zlatá barva byla natisknuta na nátiskovém stroji IGT C1. Primery byly nanесeny pomocí motorizovaného aplikátoru Elcometru 434 (obr. 8) při rychlosti 9, na který byla nasazena spirála o hrubosti 10 μm . UV lak byl nanесen ručně spirálou o stejné hrubosti. Bylo vytvořeno šestnáct vzorků s těmito kombinacemi:

- zaschlá zlatá barva na vzduchu, suchý Primer „520“ nebo „071“ (usušený v horkovzdušné troubě při 110 °C po dobu 90 s) a UV lak vytvrzený při ozáření 487 mW/m^2 , měřeno UV integrátorem
- zaschlá zlatá barva na vzduchu, mokrý Primer „520“ nebo „071“ a UV lak vytvrzený při ozáření 487 mW/m^2
- mokrá zlatá barva na vzduchu, suchý Primer „520“ nebo „071“ (usušený v horkovzdušné troubě) a UV lak vytvrzený při ozáření 452 mW/m^2
- mokrá zlatá barva, mokrý Primer „520“ nebo „071“ a UV lak vytvrzený při ozáření 386 mW/m^2



Obrázek 11 - aplikátor motorizovaný Elcometer 434

2.3 Testování oděru

2.3.1 Testování oděru první řady vzorků

Všechny vzorky byly testovány na oděr na zařízení INK RUB TESTER PRO (obr. 10). Nanesené vrstvy byly odírány stejným druhem papíru jak z rubové strany, tak z lícové strany. Pro každý vzorek byly podmínky oděru nastaveny na 100 opakování s frekvencí 85 opakování za minutu a závažím 1,81 kg (normovaná zátěž pro vzorky se zaschlou barvou).



Obrázek 12 - Ink Rub tester Pro

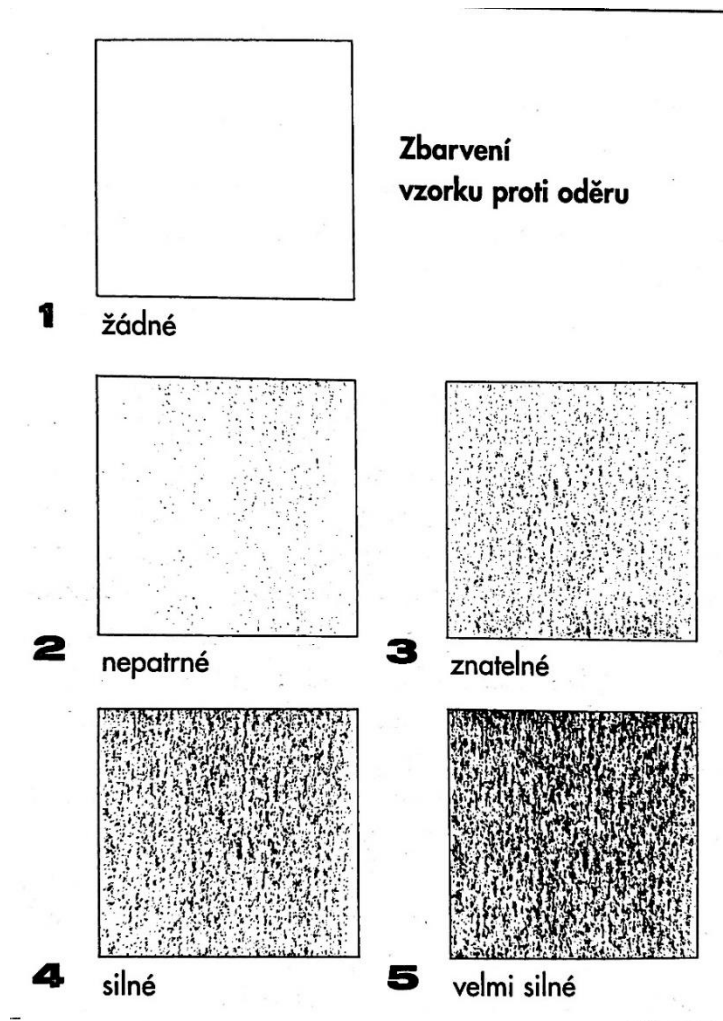
Oděry se hodnotí podle stupnice oděru (obr. 11). Oděr samostatné zlaté barvy bez Primeru lze hodnotit jako *silný* (obr. 12). Oděr u vzorků zlatá barva překrytá Primerem „520“ lze hodnotit jako *znatelný* (obr. 12). Pro vzorky s kombinací zlatá barva a Primer „071“ lze hodnotit oděr v ojedinělých případech jako *nepatrný* jinak *žádný* (obr. 12).

Dále byl zkoušen na vzorcích oděr pomocí kovové špachtličky při tlaku lidskou rukou. Tato mechanická zkouška nezanechala na vzorcích žádný oděr.

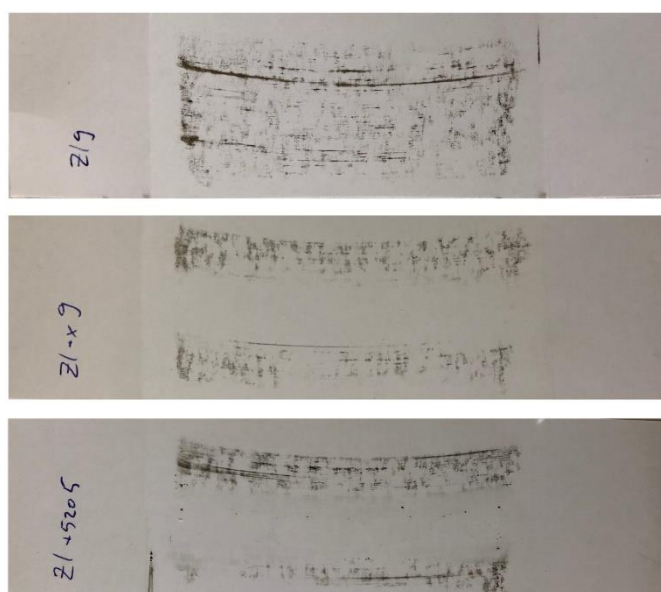
2.3.2 Testování oděru druhé řady vzorků

Všech šestnáct vzorků bylo testováno po pěti dnech od simulace tisku na zařízení INK RUB TESTER PRO za stejných podmínek, jako u předešlých vzorků (kapitola 2.3.1).

U všech vzorků lze hodnotit oděr jako *žádný*.



Obrázek 13 – Příklad různých výsledků při provádění zkoušky odolnosti proti oděru pomocí brusných saní, převzato z [28]

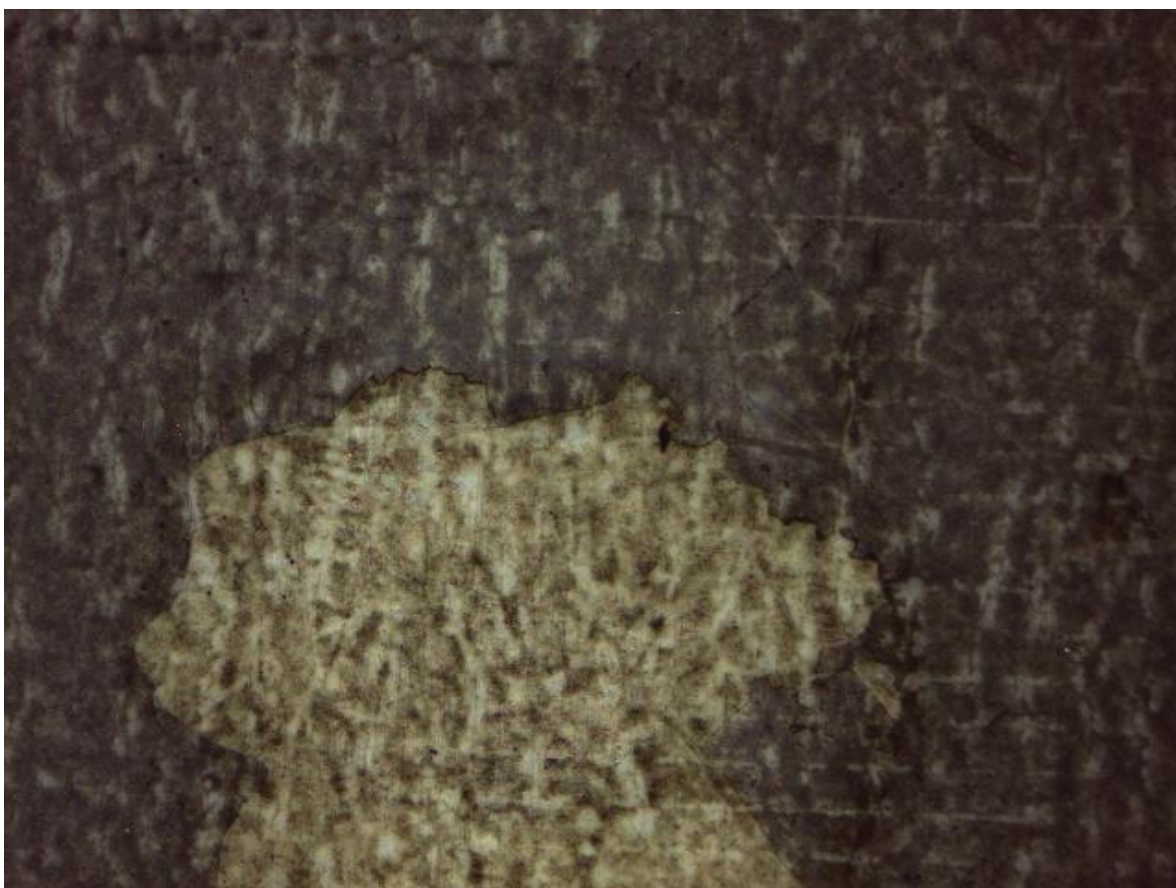


Obrázek 14 – Oděr vzorků (z vrchu zlatá barva, zlatá barva a primer „071“, zlatá barva a primer „520“)

U zkoušky mechanického poškození za pomoci kovové špachtličky se u všech vzorků projevila deformace vrstev laků až po vrstvu barvy (obr. 13).

O šest dní později po oděru byly zkoumané vzorky vystaveny teplotě 88–100 °C po dobu 5 minut. Po následném vychladnutí na 23 °C byly vzorky znovu testovány pomocí kovové špachtličky. Kombinace suchá zlatá barva, suchý Primer „071“ a UV lak byla jako jediná bez poškození. Kombinace suchá zlatá barva, suchý Primer „520“ a UV lak byla s mírným poškozením a zbytek vzorků s větším až velkým poškozením. Po jednom dni od ohřátí vzorků se vlastnosti mírně zlepšily, ale ne dostatečně.

Proto bylo provedeno nové vystavení vzorků teplotě 91–100 °C po dobu 5 minut. Po následném vychladnutí na 23 °C byly vzorky testovány na oděr pomocí kovové špachtličky. Kombinace mokrá zlatá barva, suchý Primer „071“ a UV lak byla bez oděru. Kombinace suchá zlatá barva, suchý Primer „520“ a UV lak byla opět s mírným poškozením, zbytek vzorků byl s malým až větším poškozením.



Obrázek 15 – Mechanické poškození pod mikroskopem zvětšeno

2.3.3 Vyhodnocení prvních nátisků

Po provedení testů byly zjištěny tyto skutečnosti:

Oděr zlaté barvy není způsoben špatnou adhezí mezi kartonem a zlatou barvou, na žádném testovaném vzorku nedošlo poškození až na potiskovaný materiál, taktéž je vyloučené trhání kartonu oděrem.

Nános zlaté barvy má špatnou kohezi. Při testování oděru vzorků zařízením INK RUB TESTER PRO se barva velmi snadno odírala. Při použití kovové špachtličky poškození nebylo tak výrazné, ale bylo znatelné.

Po nanesení Primerů „520“ a „071“ přes zlatou barvu nebyl oděr žádný ani po použití kovové špachtličky. Tudíž problém není způsobený ani jedním z primerů.

Problém začne vznikat po nanesení a vytvrzení UV laku. Nevzniká při odírání zařízením INK RUB TESTER PRO, ale při použití kovové špachtličky. UV lak má lepší adhezi s Primerem „071“, ale není stoprocentní. Po zahřátí vzorků je oděr menší, ale pořád znatelný. Pod mikroskopem je vidět, že deformace je až po zlatou barvu, tudíž UV lak strhne s sebou i primer a část zlaté barvy. UV lak je náchylný jen na větší mechanické poškození, které je nejspíše způsobeno jeho křehkostí a vysokým vnitřním napětím. Následkem křehkosti UV laku, který je vytvrzovaný radikálovou polymerací, a kvůli horší vnitřní adhezí zlaté barvy dochází k mechanickému poškození.

Aby byla potvrzena tato domněnka, byly vytvořeny nové vzorky s rozdílným postupem nánosu vrstev a novým UV lakem.

2.4 Nátisk zlatá barva + primer + UV lak při různých technologických postupech

2.4.1 Nátisk

Nová simulace nátisku byla provedena na jaře 2019 na nové testovací proužky. Pro každou kombinaci byly natisknuty dva vzorky. Nejdřív byla na nátiskovém stroji IGT C1 nanášena zlatá barva o nánosu v rozmezí od 1,4 g/m² do 1,8 g/m², následně na ni byl nanášen, na mechanickém navalovacím zařízení Elcometer 4340, primer spirálou s nánosem filmu 10 μm. Spirála byla zatížena dvěma závažími o společné hmotnosti 1 kg a pohybovala se rychlostí 80 mm/s. Poté byl nanášen ručně UV lak spirálou s nánosem filmu 10 μm a vytvrzen v UV tunelu o intenzitě záření 482 mW/m².

Tento postup byl prokládán sušením. Na konci každé sady byl vytvrzen UV lak. První sada vzorků byla bez mezi-sušení a vytvrzoval se jen UV lak. Druhá sada vzorků byla umístěna před nánosem primeru na 1 minutu do pece o teplotě 100 °C a po nánosu primeru byl rovnou nanesen UV lak, třetí sada vzorků byla umístěna do pece za stejných podmínek jako druhá sada, ale až po nanesení primeru. U poslední sady probíhalo mezi-sušení po každém nánosu nové vrstvy barvy nebo primeru za stejných podmínek jako u sady dvě a tři.

Kromě různých postupů byly kombinovány různé laky. Byly použity stejné primery jako u předchozího nátisku, a to Primer „520“ a „071“. UV laky byly použity taktéž dva. První z nich byl vytvrzovaný radikálovou polymerací a byl stejný jak u předešlého nátisku. Druhý UV lak byl hybridním lakem, část byla vytvrzena radikálovou polymerací, část kationtovou polymerací. Tento lak byl vyvíjen na katedře polygrafie Univerzity Pardubice a byl určen pro inkjetový tisk.

UV zářením tvrditelný inkoust vyvíjený na katedře polygrafie Univerzity Pardubice se skládá alespoň z jednoho pojiva polymerujícího radikálovou polymerací a alespoň z jednoho pojiva polymerujícího kationtovou polymerací v poměru 1:2 až 10:1. Inkoust je nanášen inkjetovou hlavou v jedné vrstvě nebo i více vrstvách a může být průběžně ozařován UV LED (světelná dioda) zdrojem. Závěrem je potiskovaný motiv vystaven střednětlaké rtuťové výbojce. [27]

Tento lak byl vyvíjen tak, aby měl vysokou adhezi a vysokou flexibilitu. Ta byla způsobena právě kombinací radikálové a kationtové polymerace.

2.4.2 Problémy při nátisku

Během nátisku testovacích proužků se musely hlídat určité kroky v postupu, aby byl vzorek kvalitní.

Hned na začátku se musel pohlídat správný nános barvy, aby vyšším nánosem nedocházelo k nežádoucím účinkům, proto byl nátiskový váleček kontrolně vážen po naválení barvy a po přenosu na testovací proužek. Z rozdílu těchto hodnot byla dopočítaná plošná hmotnost nánosu. Vzhledem k časovému rozdílu nanášení jednotlivých vrstev byly kontrolovány navalovací válečky, aby na nich nezaschla zlatá barva.

Po každém nanesení primeru byla nanášecí spirála umyta. Důvodem bylo rychlé odpařování rozpouštědla primeru a následné zanášení drážek spirály. Při prvních pokusech, kdy

spirála nebyla myta, docházelo k prokluzování spirály a nanášení nerovnoměrného množství primeru.

U aplikace UV laků bylo důležité dodržet správné světelné podmínky. Ve speciální zatemněné místnosti bylo přisvěcováno světlem, které nevyzařuje vlnové délky v UV oblasti nebo vlnové délky, které se této oblasti blíží. Dále byla kontrolována rychlost pásu v UV tunelu, tak aby dopadla dostatečná dávka záření na vzorek. Při používání UV tunelu byly použity ochranné pomůcky, a to silnější gumové rukavice a ochranné brýle s UV filtrem.

Po průchodu UV tunelem bylo kontrolováno vytvrzení tiskoviny. U UV laku vytvrzovaného radikálovou polymerací nenastal žádný problém a intenzita záření byla dostačující. U hybridního laku nedošlo při prvním průběhu ani po 24 hodinách k úplnému vytvrzení a musel být udělán dodatečný osvit, tentokrát při intenzitě 600 mW/m². Po druhém osvitu, a po 24 hodinách od druhého osvitu, byl hybridní lak ze sta procent zpolymerován.

2.5 Testování a vyhodnocení nátisků

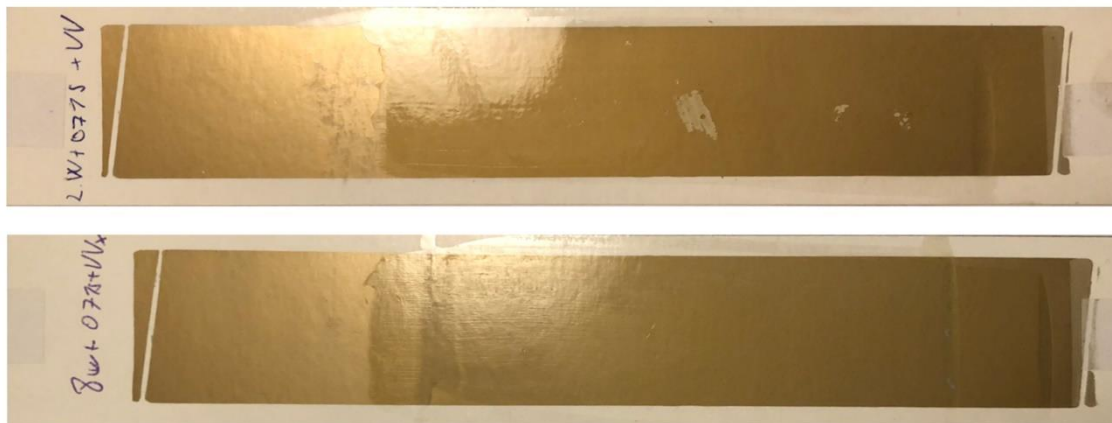
Po třech dnech od natiskování vzorků byly provedeny mechanické oděry kovovou špachtličkou. Na zařízení INK RUB TESTER PRO se testování neprovádělo, protože u předchozích testováních tento test neměl skoro žádný vliv na UV lak.

Nejdříve byly testovány vzorky nanesené UV lakem s radikálovou polymerací. Na všech vzorcích byla znatelná deformace, stejná jako u vzorků poskytnutých tiskárnou. Po třech dnech zde nebyl rozdíl mezi Primerery „520“ a „071“. U všech vzorků docházelo k poškození laku a na kartonu zůstala jen jemná vrstva zlaté barvy (obr. 14).

Následně byly vzorky umístěny do laboratorní pece a byly vystaveny teplotě 100 °C po dobu pěti minut. Po zchladnutí byly vzorky opět testovány.

U vzorků s primerem „520“ bylo poškození stejné jako před zahřátím a nebyla zde zaznamenána změna mezi kombinacemi sušení. Na rozdíl od toho u vzorků s primerem „071“ bylo poškození slabší a byla vidět lepší adheze mezi UV lakem a primerem. Rozdíl poškození byl znatelný i mezi kombinacemi sušení. U vzorků, kde probíhalo mezi-sušení po každém nánosu nové vrstvy, bylo poškození nejvyšší. U vzorků, kde bylo mezi-sušení po nánosu zlaté barvy, bylo poškození druhé nejvyšší. U vzorků, kde bylo mezi-sušení po nanesení primeru, což je kombinace, která odpovídá nejvíce technologickému průběhu tisku v tiskárně, bylo poškození trochu znatelné, ale spíše žádné. U vzorků, kde neprobíhalo žádné mezi-sušení, nebylo poškození žádné.

Následně byly testovány vzorky, na kterých byl nanesený hybridní UV lak. Na všech vzorcích nebyla zaznamenána žádná deformace (obr. 14). Stav se u vzorků nezměnil ani po umístění do pece a vystavení teplotě 100 °C po dobu pěti minut.



Obrázek 16 – Mechanické poškození špachtličkou (z vrchu UV lak vytvrzovaný radikálovou polymerací, hybridní UV lak)

Druhým nátiskem vzorků byla potvrzena domněnka, že vliv na odírání má křehkost UV laku, který je vytvrzován radikálovou polymerací. Je tomu tak, protože u radikálové polymerace při ozáření monomerů a oligomerů dochází k okamžitému síťování v řádech několika sekund, a tudíž struktura polymeru není úhledně uspořádána a vzniká v polymeru vysoké vnitřní napětí, které se dá lehce narušit tvrdšími nástroji.

Na rozdíl od toho se u hybridního laku část monomerů a oligomerů po vystavení UV záření začne síťovat radikálovou polymerací, část polymerů a monomerů se začne síťovat kationtovou polymerací. U první části je průběh analogický jako u UV laku, prakticky se vytvoří nosná vrstva laku, k tomu se postupně začne síťovat druhá část. Jelikož UV záření u kationtové polymerace jen nastartuje proces síťování polymerů a oligomerů, tak musíme počkat, až se tato rozběhnutá reakce dokončí. Což nastane do 24 hodin. Během této doby mají molekuly dostatek času na to, aby se pohodlně uspořádaly a vytvořily tak dostatečně pružný polymer. Díky tomu nemá tvrdý nástroj možnost narušit struktury laku tak, aby ho poškodil, aby začal praskat.

Důvodem změny chování vzorku s primerem „071“ po vystavení teplotě 100 °C může být vysvětlen takto. Jak bylo popsáno výše, molekuly se síťují při radikálové polymeraci rychle a vzniká zde vysoké vnitřní napětí. Když je UV lak vystaven teple, dostanou molekuly energii

k pohybu a zrelaxují se. Relaxace je přeuspořádání molekul, aby mezi nimi nebylo vysoké vnitřní napětí. Tato skutečnost nebyla v bakalářské práci studována z nedostatku času.

3 ZÁVĚR

Mechanické poškození nanesených vrstev zlatá barva, primer a UV lak je zapříčiněno kombinací těchto vlastností:

- špatná koheze zlaté barvy
- dobrá adheze zlatá barva – papír a zlatá barva – primer
- křehkost UV laku, který má vysoké vnitřní napětí

Po působení tvrdého nástroje na tyto vrstvy praskne UV lak a ten strhne s sebou i část zlaté barvy.

Při výskytu jakékoliv podobné chyby je nejprve potřeba zkontrolovat adhezi a kohezi všech vrstev, které jsou naneseny na tiskový arch. Pokud barvy nejsou primárně určeny pod UV lak, je potřeba vybrat správný primer. Lepších vlastností v tomto konkrétním případě dosahoval primer „071“. Doporučuje se tisknout tímto primerem nebo primerem s podobnými vlastnostmi a složením.

Jelikož hlavní chyba je způsobena křehkostí UV laku a špatnou kohezí zlaté barvy, kterou nelze moc ovlivnit, je potřeba se zaměřit na vlastnosti UV laku. Jednou možností je změnit typ UV laku, tak aby průběh reakce byl delší a lak měl ve výsledku větší pružnost. Druhou, avšak důkladně neprostudovanou, možností je vystavit tento UV lak vyšší teplotě, kdy dojde k relaxaci zpolymerovaného UV laku.

Další možností, jak eliminovat tiskové chyby tohoto typu je zakoupení tiskového ofsetového stroje, který podporuje tisk UV barvami, které můžou být v kontaktu s UV lakem.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Dezinfekce vody UV zářením, výhody a aplikace. In: *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo s.r.o., 2001 [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/docu/clanky/0198/019843o1.jpg>
- [2] KIPPAN, Helmut. 3-540-67326-1. *Handbook of print media: technologies and production methods*. 1. vyd. New York: Springer, 2001, s. 137. ISBN 3-540-67326-1.
- [3] KAPLANOVÁ, Marie. *Moderní polygrafie*. 1. vyd. Praha: Svaz polygrafických podnikatelů, 2009. ISBN 978-80-254-4230-2.
- [4] PANÁK, J., M. ČEPPAN, V. DVONKA a KOL. *Polygrafické minimum*. 2. uprav. dopl. vyd. Bratislava: TypoSet, 2000. ISBN 8096781138.
- [5] Ofsetový tisk. *Polygrafické taháky* [online]. Litomyšl: H.R.G. spol. s r.o., 2009 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: https://www.polygraficketahaky.cz/ofsetovy_tisk_1
- [6] HUDEČEK, Karel. *Tiskové barvy na papír a ostatní materiály*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1975. Knihnice Typografia. 06-182-75.
- [7] HOLICKÁ, Hana. *Polygrafické materiály: Prezentace 8*. Pardubice, 2018.
- [8] JAKUCEWICZ, Stefan. *Farby drukowe*. 1. vyd. Wrocław: Michael Huber Polska Polska Spółka z o. o, 2001. ISBN 83-88861-04-2.
- [9] ŠALDA, Jaroslav a Ladislav SVOBODA. *Přehled polygrafie: Učební text pro 1. ročníky tříletých a čtyřletých polygrafických učebních oborů*. 2. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 1981. ISBN 83-30-322.
- [10] HOLICKÁ, Hana. *Polygrafické materiály: Prezentace 9*. Pardubice, 2018.
- [11] BARTOŇ, Jaroslav. *Úvod do technologie ofsetu*. 1. vyd. V Praze: Nakladatelství grafické školy, 2003, s. 262-263. ISBN 80-902978-6-2.
- [12] WIßLING, Peter. *Metalic Effect Pigments*. 1st edition. Hanover, Germany: Vincentz Network, 2006. ISBN 3-87870-171-3.

- [13] Print Coatings - Aqueous Coating, Spot Varnish, UV Coating. *PrintingForLess* [online]. Livingston, MT: PrintingForLess, 2010 [cit. 2020-07-14]. Dostupné z: <https://www.printingforless.com/Aqueous-Coating-for-Printing.html>
- [14] HOOK, Wade. Varnish, Aqueous Coating and UV Coating, What's the Difference?. *Myprintsouth* [online]. West Columbia, SC: Printsouth, 2018 [cit. 2020-07-14]. Dostupné z: <https://www.myprintsouth.com/blog.html/article/2018/06/14/varnish-aqueous-coating-and-uv-coating-what-s-the-difference->
- [15] Disperzní lak. *Didot, polygrafická společnost* [online]. Praha: Didot, polygrafická společnost s.r.o., 2012 [cit. 2020-07-14]. Dostupné z: <http://www.didottisk.cz/index.php?tid=6&hid=63>
- [16] ŠŇUPÁREK, Jaromír. *Makromolekulární chemie: úvod do chemie a technologie polymerů*. Vyd. 3., dopl. a upr. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-761-2.
- [17] PROKOPOVÁ, Irena. *Makromolekulární chemie* [online]. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2007 [cit. 2020-07-16]. ISBN 978-80-7080-662-3. Dostupné z: http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-978-80-7080-662-3/pages-img/
- [18] MACHÁŇ, J. Obalová technika II: Technologie výroby potištěných skládaček. *Vyšší odborná škola obalové techniky Štětí* [online]. Štětí: VOŠ obalové techniky a Střední škola, 2008 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: https://www.odbornaskola.cz/joomla/images/stories/obalov_technika_ii/kapitola07_tecnologie_vroby_potitnch_skldaek.pdf
- [19] Hladké lepenky a kartony. *Polygrafické taháky* [online]. Litomyšl: H.R.G. spol. s r.o., 2009 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: https://www.polygraficketahaky.cz/papir_3
- [20] GEBRTOVÁ, Jana. *Tiskové papíry a jejich vlastnosti*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. ISBN 80-719-4900-0.
- [21] *Zenith: C2S Ivory Hi bulk (GCI)*. 1st ed. Nigbo: Ningbo Zhonghua Paper Co., Ltd., 2016.
- [22] *Bezpečnostní list: ALCHEMY Gold Pantone 872 46A0872*. 2. revize. Kirchheim: Hubergroup Deutschland GmbH, 2014.

- [23] *Bezpečnostní list: Senolith-WB-Glanzprimer*. 2. verze. Gerhardshofen: Weilburger Graphics GmbH, 2014.
- [24] *Bezpečnostní list: Senolith WB Gloss Primer FP DC*. 6.3 verze. Gerhardshofen: Weilburger Graphics GmbH, 2018.
- [25] *Safety Data Sheet: Senolith UV Gloss Lacquer Inline*. 3rd version. Gerhardshofen: Weilburger Graphics GmbH, 2014.
- [26] Description and conversion results of color Pantone 872 C. *Color conversion and paint finder* [online]. Spektran, 2020 [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: <https://spektran.com/pantone/872-c>
- [27] JAŠŮREK, Bohumil a Jan VALIŠ. *UV zářením tvrditelný inkoust, zejména pro digitální lakovací zařízení*. 28. 05. 2019. Česká republika. CZ 32899 U1 Užité vzor. Uděleno 09. 04. 2019. Zapsáno 28. 05. 2019.
- [28] *Přehled chyb tisku*. 1. vyd. Praha: Schneidersöhne Papier Praha, s. r. o., 2000.
- [29] ROLAND 700 Evolution R708 LTTLV Inline Foiler. In: *Manroland sheetfed* [online]. Offenbach am Main: Manroland Sheetfed GmbH, 2008 [cit. 2020-07-16]. Dostupné z: <https://www.manrolandsheetfed.com/en-GB/images/6925/evo-r708-lttlv-inlinefoiler.png>
- [30] Speedmaster XL 145-6+LYYL. In: *Heidelberger Druckmaschinen AG* [online]. Heidelberg: Heidelberger Druckmaschinen AG, 2020 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: https://www.heidelberg.com/global/media/en/global_media/products___sheetfed_offset/2016_42/145x162/pdf_39/XL145_162_EN_LR.pdf
- [31] X-Rite eXact Advanced (bez Bluetooth). In: *X-Rite* [online]. Praha: DataLine Technology a.s., 2008 [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: www.xrite.cz/catalog/product/gallery/id/772/image/1748/