

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Recepturování disperzních barev ve flexotisku

Jan Zálešák, DiS.

Bakalářská práce

2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Zálešák**

Osobní číslo: **C14182**

Studijní program: **B3441 Polygrafie**

Studijní obor: **Polygrafie**

Název tématu: **Recepturování disperzních barev ve flexotisku**

Zadávací 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 týkající se recepturování barev.
2. Popište obecně postupy používané při recepturování tiskových barev. Vytvořte recepturu konkrétní vybrané flexotiskové barvy a ve spolupráci s tiskárnou Thimm Obaly Všetaty ověřte vlastnosti této barvy.
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: **21. února 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. července 2018**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



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

V Pardubicích dne 28. února 2018

Prohlášení

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

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

Nesouhlasím s prezenčním zpřístupněním své bakalářské práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 28. 6. 2018

Jan Zálešák

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat společnosti THIMM Obaly, k.s. za spolupráci na této bakalářské práci a poskytnutí vzorků. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Janu Vališovi za veškerou pomoc a cenné rady při vypracování této bakalářské práce. Především bych chtěl poděkovat své rodině a přítelkyni Janě Šťovíčkové za podporu během mého studia.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá recepturováním flexotiskových disperzních barev. V práci jsou popsány jednotlivé kroky přípravy disperzních flexotiskových barev. Dále míchání tiskových barev, skladové hospodářství, recyklace zbytkových barev či výhody a nevýhody spojené s jejich užíváním. V práci je popsán postup přípravy nového mono pigmentu připraveného ze zbytkových barev, včetně porovnání reologických vlastností zářezů, tiskových barev připravených z mono pigmentů a barev připravených z nového mono pigmentu.

Klíčová slova

flexotisk, disperzní tiskové barvy, míchání tiskových barev, recyklace tiskových barev, skladové hospodářství, viskozita

Annotation

The Bachelor thesis deals with mixing of flexographic dispersion inks. In this thesis are described the individual steps of preparation of dispersive flexo printing inks. Further mixing of printing inks, storage of printing inks, recycling of residual inks or advantages and disadvantages associated with their use. This thesis describes the process of preparing a new mono pigment prepared from residual inks, including the comparison of the rheological properties of film formers, print inks prepared from mono pigments and inks prepared from the new mono pigment.

Keywords

flexography, disperse printing inks, mixing printing inks, recycling residual inks, storage of printing inks, viscosity

Obsah

Seznam použitých zkratek a symbolů	9
Seznam obrázků	11
Seznam tabulek	11
Úvod	12
1 Teoretická část	13
1.1 Tiskové barvy.....	13
1.1.1 Složení tiskových barev.....	13
1.1.2 Složení flexotiskových barev.....	15
1.2 Druhy flexotiskových barev.....	16
1.2.1 Lihové barvy.....	16
1.2.2 Vodové barvy.....	17
1.2.3 UV barvy.....	17
1.3 Princip recepturování tiskových barev.....	18
1.3.1 Pantone vzorníky.....	19
1.3.2 HKS vzorníky.....	20
1.3.3 Spektrální fotometry.....	21
1.4 Světlo.....	23
1.5 Vjem barvy.....	24
1.6 Barvové prostory.....	25
1.6.1 Barvový prostor CIELAB.....	25
1.6.2 Barvová odchylka ΔE^*_{ab}	26
1.7 Krycí papíry.....	28
1.7.1 Kraftliner.....	28
1.7.2 Testliner.....	29
1.8 Nátisk ve flexotisku.....	30
1.8.1 Ruční aplikátory.....	30
1.8.2 Nátisková zařízení.....	31
1.9 Míchání přímých tiskových barev.....	32
1.9.1 Sudové zařízení.....	32
1.9.2 Ovládací pult.....	33
1.9.3 Dávkovací jednotka.....	33
1.9.4 Dissolver.....	34
1.10 Skladové hospodářství.....	36
1.11 Recyklace zbytkových barev.....	38
1.12 Reologické vlastnosti tiskových barev.....	38
1.12.1 Viskozita.....	38

1.13	Zařízení používaná pro stanovení reologických vlastností	41
1.13.1	Stanovení konzistence výtokovým pohárkem.....	41
1.13.2	Rotační viskozimetry	42
2	Praktická část.....	45
2.1	Přístroje a zařízení.....	45
2.1.1	Příprava barvy ze zbytkových barev	45
2.1.2	Měření konzistence barev a zářezů výtokovým pohárkem	45
2.1.3	Měření viskozity a tixotropní chování barev a zářezů	46
2.2	Zkušební vzorky.....	46
2.2.1	Zářez 001.....	46
2.2.2	Zářez 903.....	46
2.2.3	Zářez 903 s přídavkem laku	46
2.2.4	Barva RO3184 (001).....	46
2.2.5	Barva RO3184 (903 + lak).....	47
2.2.6	Barva ZRO3184 (903 + lak)	47
2.3	Příprava barvy ze zbytkových barev	48
2.3.1	Příprava sudu ze zbytkových barev.....	48
2.3.2	Přidání nového mono pigmentu do knihovny	48
2.3.3	Příprava receptury ZRO3184	49
2.3.4	Příprava nátisku ZRO3184.....	49
2.4	Měření reologických vlastností	51
2.4.1	Měření konzistence barev a zářezů výtokovým pohárkem	51
2.4.2	Měření viskozity a tixotropní chování barev a zářezů	53
	Závěr	62
	Seznam použitých zdrojů	64
	Seznam použitých tabulek a obrázků	66

Seznam použitých zkratk a symbolů

a^*	souřadnice barvového prostoru CIELAB (odstíny barev od zelené do červené)
B	blue (modrá barva)
b^*	souřadnice barvového prostoru CIELAB (odstíny barev od modré do žluté)
C	cyan (azurová barva)
C	coated (natírané papíry)
c	rychlost šíření světla ve vakuu ($2,998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$)
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage (Mezinárodní komise pro osvětlení)
CIELAB	barvový prostor $L^*a^*b^*$ založený na vnímání barev lidským okem
CIE _{xy}	Chromatický diagram
CMYK	primární barvy subtraktivního míchání (procesní barvy)
D	smyková rychlost (s^{-1})
D_{50}	model pro standardizované denní světlo o teplotě chromatičnosti 5000 K
D_{65}	model pro standardizované denní světlo o teplotě chromatičnosti 6500 K
E	energie fotonu
G	green (zelená barva)
g/m^2	gram na metr čtvereční
h	Planckova konstanta ($6,624 \times 10^{-34} \text{ Js}$)
HSB	barvový prostor HSB založený na vnímání barev pomocí odstínu barvy (H), sytosti (S) a jasu (B)
HSL	barvový prostor HSB založený na vnímání barev pomocí odstínu barvy (H), sytosti (S) a světlosti (L)
HTML	HyperText Markup Language (značkovací jazyk pro hypertext)
IR	Infrared radiation (infračervené záření)
Js	Joulesekunda
K	Kelvin
K	key (černá barva)
L^*	měrná světlost
M	magenta (purpurová barva)
ml	mililitr
mm	milimetr
mPas	milipascal sekunda
ms	milisekunda
nm	nanometr
Pa	Pascal

Pas	Pascal sekunda
R	red (červená barva)
RGB	primární barvy aditivního míchání
s	sekunda
T	teplota (°C)
U	uncoated (nenatírané papíry)
UV	Ultra violet (ultrafialové záření)
Y	yellow (žlutá barva)
Δa^*	rozdíl souřadnice a^* vzorku a standardu
Δb^*	rozdíl souřadnice b^* vzorku a standardu
ΔE^*_{ab}	barvová odchylka
ΔL^*	rozdíl měrné světlosti vzorku a standardu
η	dynamická viskozita (Pas)
η'	zdánlivá viskozita (Pas)
λ	vlnová délka (nm)
ν	frekvence kmitů elektromagnetických vln
τ	tečné napětí (Pa)

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Schéma práce ručního spektrálního fotometru s geometrií 45°/0° [9]	22
Obrázek 2 – Elektromagnetické spektrum	23
Obrázek 3 – Barvový prostor CIELAB v trojrozměrném a dvojrozměrném provedení	25
Obrázek 4 – Vyjádření barvové odchylky v prostoru CIELAB	26
Obrázek 5 – Schéma míchací jednotky	32
Obrázek 6 – Sudové zařízení	33
Obrázek 7 – Schéma ovládacího pultu, dávkovací jednotky a dissolveru	34
Obrázek 8 – Schéma celé míchací jednotky	35
Obrázek 9 – Skladové hospodářství	37
Obrázek 10 – Tokové chování newtonských a neneutonských kapalin	39
Obrázek 11 – Schéma výtokových pohárků	42
Obrázek 12 – Schématické znázornění rotačních viskozimetru	43
Obrázek 13 – Závislost konzistence na teplotě u vzorků barev	52
Obrázek 14 – Závislost konzistence na teplotě u vzorků zářezu	52
Obrázek 15 – Tokové chování vzorku barvy RO3184 připravené ze zářezu 001	54
Obrázek 16 – Tokové chování barvy RO3184 připravené ze zářezu 903 s přídavkem laku	54
Obrázek 17 – Tokové chování barvy ZRO3184 připravené ze zářezu 903 s přídavkem laku	55
Obrázek 18 – Porovnání tokových vlastností všech vzorků barev při teplotě 20 °C	55
Obrázek 19 – Porovnání tokových vlastností všech vzorků barev při teplotě 30 °C	56
Obrázek 20 – Tokové chování zářezu 001	56
Obrázek 21 – Tokové chování zářezu 903	57
Obrázek 22 – Tokové chování zářezu 903 s přídavkem laku	57
Obrázek 23 – Porovnání tokových vlastností všech zářezů při teplotě 20 °C	58
Obrázek 24 – Porovnání tokových vlastností všech zářezů při teplotě 30 °C	58
Obrázek 25 – Tixotropní chování barvy RO3184 připravené ze zářezu 001	60
Obrázek 26 – Tixotropní chování barvy ZRO3184 připravené ze zářezu 903 s přídavkem laku	60
Obrázek 27 – Tixotropní chování zářezu 001	61
Obrázek 28 – Tixotropní chování zářezu 903 s přídavkem laku	61

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Obecné složení tiskových barev [20]	14
Tabulka 2 – Tabulka pro vyhodnocení barvové odchylky	27
Tabulka 3 – Viskozity typické pro tiskové barvy [21]	40
Tabulka 4 – Míchací poměr testovaných vzorků disperzních flexotiskových barev	47
Tabulka 5 – Parametry barvového prostoru CIELAB pro barvu RO3184	50
Tabulka 6 – Parametry barvového prostoru CIELAB pro barvu ZRO3184	50
Tabulka 7 – Naměřené časy doby průtoku barev a zářezů výtokovým pohárkem DIN 53 211	52

Úvod

Tiskové techniky jsou ovlivňovány vždy čtyřmi společnými činiteli, bez kterých by nedošlo k potisku substrátu. Těmito činiteli jsou myšleny tisková forma, tlak, potiskovaný substrát a tisková barva. Tisková barva je pro svět polygrafie důležitá. Jedná se o oblast polygrafie, která se může zdát nepodstatná, ale bez tiskové barvy nelze uskutečnit tisk. V polygrafii je používána široká škála tiskových barev a každá má své typické vlastnosti. Chování tiskových barev je ovlivněno požadavky tiskové techniky a jejich složením.

Práce popisuje přípravu disperzních flexotiskových barev, všechny kroky předcházející samotnému míchání tiskové barvy – co se děje s tiskovou barvou před tiskem a po tisku. Dále tato práce pojednává o problematice skladového hospodářství a využití zbytkových barev. Cílem práce bylo dokázat, že lze použít zbytkovou barvu pro přípravu nových tiskových barev. Míchání a recepturování tiskových barev je velice časově náročné a nákladné. Jedná se o složitý proces a tato práce má čtenáři sloužit jako metodická pomůcka při přípravě a míchání tiskových barev.

V teoretické části jsou popsány metodicky všechny kroky, ze kterých se skládá proces recepturování a uvedeny všechny informace, které je nutno znát pro řešení stěžejní problematiky. Dále obsahuje informace o substrátech, zařízeních a pomůckách používaných v procesu recepturování a míchání tiskových barev. V dalších kapitolách jsou uvedeny a popsány sledované reologické vlastnosti tiskových barev – konzistence a viskozita.

Praktická část obsahuje návrh vytvoření receptury tiskové barvy ze zbytkových barev a přípravy nového mono pigmentu. Dále popisuje postup práce se spektrofotometrem eXact a s přístroji, se kterými byl experiment uskutečněn. V dalších kapitolách jsou porovnány reologické vlastnosti zářezů, tiskových barev a barev připravených ze zbytkových barev. U vzorků zářezů a tiskových barev byla stanovena konzistence pomocí výtokového pohárku DIN 53 211 a viskozita pomocí rotačního viskozimetru HAAKE RotoVisco 1.

1 Teoretická část

1.1 Tiskové barvy

Tiskové barvy pro konvenční tiskové techniky se obvykle skládají ze čtyř základních složek. Tisková barva je určená k potisku substrátu a její vlastnosti se odvíjejí od jejího složení.

1.1.1 Složení tiskových barev

Nositelem barevnosti v tiskových barvách jsou barvotvorné složky, které jsou schopné dopadající záření částečně absorbovat, propouštět nebo odrazit. Barvotvorné složky jsou členěny do dvou skupin, a to na pigmenty a barviva. V polygrafii jsou uplatněny různé druhy pigmentů, jako jsou např. anorganické nebo organické, v obou skupinách mohou být přírodní i uměle vyráběné (syntetické) pigmenty. Pigmenty jsou dispergované částice anorganického nebo organického původu vyvolávající barevný vjem. Důležitou vlastností pigmentů je jejich nerozpustnost v tiskových barvách, velikost částic a jejich koncentrace. Velikost a koncentrace částic pigmentu silně ovlivňuje opacitu tiskové vrstvy a stabilitu systému. Barevnost pigmentů má svá omezení v porovnání s barvivy. Barviva jsou pestřejší a mají více odstínů než pigmenty (obsáhlejší barevný gamut). Na rozdíl od pigmentů jsou rozpustná v pojidlech, respektive v rozpouštědlech a pojivech tiskových barev. Hlavním cílem při použití barviv v tiskových barvách je zesílení barevnosti. Lze říci, že barviva jsou používána pouze k prohloubení barevného vjemu. Z hlediska světlostálosti jsou barviva méně stabilní než pigmenty. [1]

Mezi další důležité složky tiskových barev patří pojidla. Podstatné je rozlišovat pojem pojivo a pojidlo. Obecně pojivem se myslí filmotvorná látka se změkčovadly a netěkavými aditivami a pojidlo je systém složek, který se skládá z filmotvorné látky, rozpouštědla a ředidla. Filmotvorné látky mají dobrou adhezi, ulpí na povrchu potiskovaného substrátu a vytvoří po zaschnutí tiskové barvy, pružný a nelepivý film. Tento tenký a dostatečně pružný film poté chrání pigment před mechanickým poškozením. Filmotvorné látky tvoří pro pigmenty prostředí, ve kterém jsou pigmenty dispergovány. Větší částice mají tendenci k sedimentaci a v případě větší koncentrace pigmentu dochází ke vzniku shluků pigmentu, které je nutno rozbít. Je velice nezbytné v takovýchto případech zajistit důkladnou dispergaci pigmentů. [1]

Při míchání tiskových barev jsou používány různé druhy filmotvorných látek, těkavých i netěkavých, kapalných, jako jsou oleje, či pevných, jako jsou pryskyřice. Mezi kapalnými filmotvornými látkami patří minerální a rostlinné oleje, které jsou děleny na nevysychavé, polovysychavé a vysychavé. V polygrafii jsou nejvíce používány polovysychavé a vysychavé oleje. Dále jsou používány přírodní nebo syntetické pryskyřice. Mezi nejčastěji používanými filmotvornými látkami

patří rostlinné oleje, alkydové pryskyřice, pryskyřice na bázi modifikované kalafuny, nitrocelulóza, akrylátové pryskyřice, polyamidové pryskyřice nebo asfalt. [1,2]

Rozpouštědla a ředidla tvoří značnou část tiskových barev. Rozpouštědla jsou tekuté organické látky sloužící k rozpouštění pevných filmotvorných látek. U rozpouštědel je důležitá jejich mísitelnost s dalšími složkami např. aditivy. Ředidla jsou látky určené k dodatečnému ředění tiskových barev. Ředidla nejsou používána k rozpouštění filmotvorných látek, ale k úpravě viskozity tiskové barvy. Tyto dvě složky ovlivňují tekutost tiskové barvy a umožňují přenos tiskové barvy na potiskovaný substrát. V tiskových barvách lze používat více druhů rozpouštědel a ředidel. Po zafixování pigmentu na povrchu potiskovaného substrátu se zapijí nebo se odpaří a vzniká pevný nelepivý film. Mezi nejčastěji používaná rozpouštědla a ředidla patří alkoholy a jejich deriváty např. ethanol, estery (ethylacetát), ketony (aceton), glykoly (ethylenglykol), alifatické a aromatické uhlovodíky (benzín, minerální oleje, toluen) a voda. [1,2]

Poslední a neméně důležitou složkou nebo skupinou složek jsou aditiva, která tvoří maximálně 10 % tiskové barvy. Hlavním úkolem aditiv je zlepšení vlastností tiskových barev, respektive dotváření kvality tiskových barev. [1,2]

Tabulka 1 – Obecné složení tiskových barev [20]

Složky tiskových barev	Zastoupení
barvotvorné složky (pigmenty, barviva)	5–30 %
filmotvorné látky	15–60 %
rozpouštědla, ředidla	20–70 %
aditiva	1–10 %

1.1.2 Složení flexotiskových barev

Standardně se tisková barva skládá z pěti složek, a to barvotvorné složky, filmotvorné složky, rozpouštědla, ředidla a aditiv. Míchací poměr jednotlivých složek se liší dle typu nebo použití flexotiskové barvy. Tiskové barvy jsou připravovány z anorganických a organických pigmentů, kdy tisková barva může obsahovat 30–45 % anorganických nebo 10–18 % organických pigmentů. [3]

V případě filmotvorných složek se u flexotiskových barev hodně používají přírodní nebo syntetické pryskyřice a v případě barev ředitelných vodou potom neutralizované pryskyřice, disperze, případně jejich kombinace. Obsah filmotvorné látky v tiskové barvě se liší podle použití flexotiskové barvy. Příkladem použití pryskyřic ve flexotisku je tzv. zářez, jedná se o pryskyřice rozpuštěné v rozpouštědlech (mléčně bílá až žlutá kapalina). Zářez slouží jako filmotvorná látka, ve které jsou dispergovány mono pigmenty (koncentráty). Zářez lze také použít ke snížení vydatnosti barvy bez změny viskozity. [4]

Jako rozpouštědla a ředidla jsou používána buď organické sloučeniny nebo voda, jejíž obsah v barvách může dosahovat maximálně 70 %. Použití vody jako rozpouštědla je velice výhodné z důvodu dostupnosti a ceny. Podstatné je sledovat její obsah v tiskové barvě, protože při zvýšeném obsahu dochází k pění tiskové barvy. Tento úkaz je způsoben nevhodným míchacím poměrem nebo dodatečným přidáním vody z důvodu neznalosti obsluhy tiskového stroje. Nevýhodou je nutnost použití aditiv, jako jsou fungicidy a baktericidy, protože po čase dochází k sedimentaci pigmentu v barvě a barva začíná hnít, plesnivět a zapáchat. Problém nastává při vysokém obsahu ředidel, kdy barva je příliš rozředěná a dochází ke ztrátě fixačních vlastností filmotvorných látek v tiskové barvě. V tom případě filmotvorné látky budou penetrovat do substrátu a na povrchu substrátu zůstanou pouze nedostatečně zafixované pigmenty, což má za následek snížení odolnosti vůči otěru. Přředěním tiskové barvy dochází také ke snížení vydatnosti tiskové barvy, což má za následek nárůst barvové odchylky. Skoro všechny tyto defekty můžeme odstranit přesným dávkováním všech složek nebo je můžeme regulovat přidávkem aditiv. [3]

Aditiva jsou velice obsáhlou skupinou přípravků, které přímo ovlivňují konečné vlastnosti tiskových barev. Do flexotiskových barev jsou přidávány např. matovadla, vosky, změkčovadla, dispergační činidla, odpěňovače, přípravky částečně zabraňující sedimentaci, zpomalovače a urychlovače schnutí (sušidla), přípravky pro zhušťování barvy (zhušťovadla), fungicidy a baktericidy (biocidy). Pomocí zhušťovadel lze upravit nebo lépe řečeno zvýšit

viskozitu tiskových barev. Fungicidy a různé protibakteriální přípravky (biocidy) slouží k potlačení výskytu mikroflóry a mikrofauny.

1.2 Druhy flexotiskových barev

Flexotiskové barvy mají blízko k nízkoviskózním kapalinám. Flexotisk je technika tisku z výšky, kde tisková forma je pružná a měkká. Při tisku je barva odebírána z barevnice pomocí rastrového (aniloxového) válce. Prostřednictvím rastrového válce je regulován nános barvy na tiskovou formu upnutou na formovém válci. Z tohoto důvodu musí být používána nízkoviskózní barva, která zaplňuje jamky rastrového válce, během tisku je barva přenesena na formový válec a poté na substrát. Proto flexotiskové barvy mají poměrně nízkou viskozitu 50–500 mPas. Flexotiskové barvy jsou dodávány od výrobce hotové nebo ve formě tzv. mono pigmentů (koncentrátů), které jsou používány pro míchání tiskových barev spolu s dalšími složkami. Konzistence barev se před tiskem upravuje na tiskovou hodnotu 17–24 s, nebo je nutné řídit se pokyny od výrobce. Konzistence tiskových barev je nejčastěji stanovována pomocí výtokového pohárku DIN 53 211 (používán hlavně v Evropě).

Flexotiskové barvy jsou děleny podle složení a způsobu zasychání do tří skupin, a to na lihové (rozpuštědlové), vodové (disperzní) a UV barvy. Další dělení lze uskutečnit např. z hlediska vhodného substrátu pro aplikaci.

1.2.1 Lihové barvy

Základním typem flexotiskových barev jsou barvy lihové nebo též rozpuštědlové. Tyto barvy obsahují ethanol a menší podíl ethylacetátu, který urychluje zasychání a je účinnějším rozpuštědlem než ethanol. Tyto barvy obsahují velký podíl hořlavých látek, proto je nutné při jejich používání mít řadu bezpečnostních opatření, jak při manipulaci, tak i při tisku. Dobu schnutí lze regulovat pomocí urychlovačů a zpomalovačů schnutí. Pokud je zapotřebí urychlit dobu schnutí, lze toho docílit použitím ethylacetátu. Do lihových barev je možné přidat maximálně 10 % ethylacetátu, protože při větším obsahu by mohlo dojít k poškození fotopolymerních štočků. Pokud je nutné prodloužit dobu schnutí, musí být aplikován zpomalovač jako je methoxypropanol nebo etoxypropanol, kdy tisková barva může obsahovat maximálně 20 % zpomalovače. Velký problém těchto barev je v tzv. retenci použitých ředidel. Tento úkaz je způsoben obsahem ředidel, která se drží v zaschlé vrstvě tiskové barvy a v potiskovaném materiálu. Ředidla způsobují dlouhodobý zápach potištěného substrátu, který v některých případech nedostatečného odvětrání při uskladnění může kontaminovat zabalené zboží, a tím celý výrobek znehodnotit. [4,5]

1.2.2 Vodové barvy

Vodou ředitelné barvy nebo též disperzní barvy jsou ředěny pomocí vody, ale jako rozpouštědlo jsou používány alkoholy. Tento typ tiskové barvy je díky svému složení vhodný pro potisk savých materiálů, jako jsou papíry a vlnité lepenky. U vodou ředitelných barev se rychlost schnutí ovlivňuje pomocí ethanolu a methoxypropanolu. Dodáním přídatku ethanolu (do 5 %) do tiskové barvy dochází ke zkrácení doby schnutí. V opačném případě dodáním přídatku methoxypropanolu nebo etoxypropanolu (do 10 %) způsobíme prodloužení doby schnutí. Dobu schnutí vodových barev je možné ovlivnit tzv. zasušování teplým vzduchem. Není rozhodující teplota, ale množství, respektive objem tohoto vzduchu. Je velice důležité sledovat obsah vody v barvě, protože při zvýšeném obsahu vody dochází k pění. Vodové barvy mají větší tendenci k pění, proto je nutné používat tzv. odpěňovače, které upravují povrchové napětí barvy. Nepříjemné je, že napěněná barva ztrácí tekutost a nabývá na objemu, ucpává odtok z barevníku nebo komorové rakle, což vede k přetečení barevníku. Zvýšený obsah vody způsobuje razantní snížení životnosti tiskové barvy, kdy tomuto faktoru nemůže být vždy zabráněno přídatkem aditiv (baktericidy). Mezi přednosti vodových barev patří především ekologická šetrnost, mírný zápach, nízká cena, dobrá tisknutelnost a nenáročnost při zpracování. Problematické u tohoto typu barev bývá pH. Vodou ředitelné barvy jsou mírně alkalické. Při vyšším pH mohou nastat problémy se stabilitou a schnutím. [4,5]

1.2.3 UV barvy

Během let bylo vyvinuto mnoho druhů barev, a to hlavně kvůli narůstajícímu počtu druhů potiskovaných materiálů. Za krátkou dobu získaly díky své univerzálnosti místo na trhu flexotiskových barev i UV barvy. Tento typ barvy pracuje na principu vytvrzování polymerací vyvolanou UV zářením. Tím, že UV barvy neobsahují žádná rozpouštědla, nejsou potřebná žádná bezpečnostní opatření z hlediska požární ochrany při jejich manipulaci. Před tiskem není nutné je upravovat a ani je ředit. Použití těchto barev přináší mnoho výhod. Zvyšuje se stabilita tisku, nedochází k zasychání tiskové barvy na rastrovém válci (protože UV barvy nezasychají vlivem oxidace nebo odpařování), je možný potisk široké škály materiálů, vytvrzená barva má vysokou odolnost proti otěru, oděru a vysokým teplotám. Díky snadné aplikaci jsou UV barvy vhodné pro potisk polymerních materiálů, jako je polypropylen, polyethylen, polyester, polyvinylchlorid, polyamid aj. Závažným problémem UV barev je jejich charakteristický zápach, který lze částečně odstranit dostatečným vytvrzením. [4]

1.3 Princip recepturování tiskových barev

Podstatou procesu recepturování je stanovení míchacího poměru a vytvoření receptu z dostupných mono pigmentů a dalších složek, které jsou k dispozici. Ke stanovení míchacího poměru nebo složení tiskové barvy je používán speciální program dodávaný dodavateli barev a různé míchací vzorníky (Pantone, HKS).

V některých případech polygrafické výroby je nutné přesně dodržet vzorový odstín přímé barvy. Ruční míchání barevných odstínů podle vzorku je sice možné, ale nepřesné a časově zdlouhavé. V současné době jsou barvy recepturovány nejčastěji pomocí Pantone vzorníků. Pokud nejsme schopni docílit odstínu prostřednictvím jiných systémů, je vzor barvy analyzován pomocí spektrálního fotometru. Zařízení definuje barvu v barvovém prostoru CIELAB. Pro všechny tiskové techniky je možné vypočítat přesnou barevnou recepturu za použití speciálního recepturovacího programu a získat tak míchací poměr jednotlivých složek. Základem úspěšné práce s těmito programy je vytvoření co nejobsáhlejší knihovny základních barev (mono pigmentů) obsahující všechny dostupné standardizované barvy a další složky. Spárováním spektrálního fotometru s počítačem je přístroj připraven k vlastnímu recepturování. Vzorek je změřen spektrálním fotometrem a naměřené hodnoty jsou zadány jako standard. Příslušný program pak nabídne všechny optimální receptury ze základní palety mono pigmentů. Při recepturování se musí brát v úvahu, jak množství komponentů (mono pigmenty), ze kterých má být barva připravena, tak množství barvy, barvová odchylka a cena mono pigmentů. V současné době programy používané k recepturování mají prediktivní schopnosti z hlediska barvové odchylky, přesto nejsou tyto prognózy vždy spolehlivé. V praxi je nejvýhodnější vybrat recept s nejmenší kombinací mono pigmentů, protože v případě nevyhovující barvové odchylky je ladění odstínu snadnější. Velice výhodné při častém recepturování je vytvořit v používaném programu knihovnu substrátů, které jsou používány pro tiskovou barvu a knihovnu lineatur rastrových válců.

Velmi praktická je také možnost úpravy receptury již vytvořené barvy, kdy namíchaná barva podle receptury překračuje dovolenou barvovou odchylku. Následně je receptura opravena pomocí programu a přepočítána. Program určí uživateli, kterou složku je nutné dodat do již namíchané barvy, aby bylo dosaženo optimálního odstínu a barvová odchylka byla co nejmenší. Recepty tiskových barev nemusí být připravovány pouze z nových mono pigmentů, ale lze je také připravit ze zbytkových barev. Zbytkovou barvou jsou myšleny již dříve namíchané barvy, které nebyly spotřebovány při produkčním tisku.

K vizuálnímu posouzení barvy při procesu recepturování jsou často polygrafická pracoviště vybavena tzv. pozorovacími boxy s volitelným osvětlením. Tyto boxy slouží k vizuálnímu porovnání barevných nátisků a k posouzení barevné metamerie. Metamerie je chápána jako barevná změna způsobená vlivem rozdílných osvětlení. Když by byly připraveny dva stejné odstíny z různých mono pigmentů, tak by se vzorky pod různým osvětlením mohly jevit pokaždé jinak. Za ideální je považován ten vzorek, který jeví nejmenší sklony k metamerii. [6]

1.3.1 Pantone vzorníky

Pantone je nejznámější a nejpoužívanější systém pro interpretaci barev v polygrafii. Barevné Pantone vzorníky prošly dlouhým vývojem a staly se standardem pro definování barevnosti. Pantone vzorníky nejsou jen nezbytností pro grafiky a tiskaře, ale i pro další profese, kde je klíčová správná identifikace a specifikace odstínů barev.

Pantone vzorníky jsou všestranné pro svoji typickou konstrukci, protože jsou dodávány ve vějířovitém provedení, tudíž práce s nimi je efektivnější. Vějířovité vzorníky jsou dodávány v sadě ve dvou variantách. Sada obsahuje vzorník pro natírané (coated) a nenatírané (uncoated) papíry/substráty. Toto členění je důležité při volbě substrátu, protože barvy tištěné na natíraném a nenatíraném substrátu budou mezi sebou při vizuálním a kolorimetrickém hodnocení vykazovat výraznou barevnou změnu. [7]

Součástí sady Pantone vzorníku velice často bývá i přídatek ve formě příslušného programu, který slouží pro snadnější komunikaci mezi zařízeními. Základní vzorník obsahuje 1012 odstínů, ale nedá se přesně říci, kolik odstínů barev obsahují jiné vzorníky. Počet odstínů vzorníku se odvíjí od jeho použití či typu.

Rozdělení Pantone vzorníků není komplikované, jsou používány vzorníky pro přímé barvy, CMYK, srovnávací a speciální. Vzorníky pro přímé barvy slouží ke stanovení nebo srovnávání reprodukované přímé barvy vůči schválenému standardu Pantone. Vzorníky CMYK jsou používány k názorné ukázce soutisku čtyř procesních tiskových barev. Tyto vzorníky neslouží ke srovnávání, ale slouží pro získání představy o barevnosti soutisku různých míchacích poměrů tiskových barev CMYK. Vzorníky srovnávací jsou používány k porovnání nejbližšího a barevně nejvíce odpovídajícího ekvivalentu a k porovnávání přímé barvy se soutiskem tiskových barev CMYK. Pro každý odstín tohoto typu vzorníku jsou připraveny dvojice barevných vzorků, kde vedle sebe je zobrazena přímá barva Pantone a její nejbližší CMYK ekvivalent včetně procentuálního vyjádření. Speciální vzorníky ukazují speciální Pantone barvy, jako jsou např. metalické barvy na různých podkladech a pro různé použití. [8]

Mezi přednosti Pantone vzorníků patří rejstřík, dle kterého je uživatel schopen snadno vyhledat požadovaný odstín. U každé barvy je uveden míchací poměr pro věrnou a přesnou reprodukci. Míchací poměry jsou součástí každého odstínu Pantone vzorníku pro snazší reprodukci tiskových barev. Každá barva je vedena pod unikátním číslem označení plus písmenkem C (coated – natíraný) nebo U (uncoated – nenatíraný). Pantone vzorníky obsahují čtrnáct základních barev, ze kterých jsou v určitém poměru dále připraveny jednotlivé odstíny barev. U každého odstínu je uvedeno, z jakých základních barev je odstín připraven. Vzorníky mohou obsahovat informace o hodnotách barvy v RGB prostoru a HTML kódu. Barva je definována pomocí tří dvojic znaků, jakožto složek tří základních barev RGB. Pomocí hexadecimálního kódu je zapsaná intenzita každé RGB barvy, např. FF8B9A (PANTONE 1775U) znamená R=255 (FF), G=139 (8B) a B=154 (9A). [9]

Při práci s Pantone vzorníky je velice výhodné použít tzv. Color Comparator. Jedná se o kartičku potištěnou černou barvou a opatřenou dvěma tvarovými výseky. Karta může být vyrobena z plastu či papíru. Tato pomůcka slouží k vizuálnímu porovnání barevnosti. Lze ji použít při porovnávání Pantone barvy a recepturovaného odstínu či nátisku a produkčního tisku. Potlačením vlivu okolní plochy je porovnání barvy se vzorkem až o 50 % přesnější. Předností této metody je její dostupnost a jednoduchost, přesto její nevýhodou je její subjektivní hodnocení. Každý pozorovatel může barevnost a barvovou odchylku hodnotit jinak.

Pantone vzorníky slouží obecně k výběru, specifikaci, komunikaci, správné vizualizaci a porovnání dané barvy. Díky tomuto systému lze bezpečně specifikovat barvu daného projektu a usnadňuje komunikaci se zákazníkem. Všechny barevné odstíny jsou formulovány tak, aby byly snáze reprodukovatelné a mohly být vytištěny stejnou vrstvou barvy.

1.3.2 HKS vzorníky

Vzorník HKS se skládá z obrovského množství barevných tónů. Každá ze základních barev je vytištěna v tónových hodnotách 10–100 % (po 10 %). Na rozdíl od Pantone vzorníků je receptura namíchané barvy závislá na druhu potiskovaného materiálu, tak aby bylo dosaženo co možná nejbližší shody na různých papírech.

1.3.3 Spektrální fotometry

S nárůstem nároků na kvalitu reprodukce barev vznikla potřeba objektivního popisu všech barev, tedy nejen procesních (CMYK) a přímých barev. K tomuto účelu byly vyvinuty spektrální fotometry. Spektrální fotometry (spektrofotometry) používané v polygrafii měří odrazová spektra barevných ploch v oblasti viditelného záření a na základě dat uložených v paměti přístroje umožňuje příslušný program nejen výpočet souřadnic CIELAB, CIE_{xy} a CIELUV, ale i optických hustot a z nich odvozených parametrů, charakterizujících parametry kvality tisku. Pro výpočet hodnot musí být zvolen standardizovaný zdroj světla a standardní pozorovatel. Předností spektrofotometrů je okamžité určení prostorových souřadnic CIE $L^*a^*b^*$ vzorku a stanovení barvové odchylky od požadované hodnoty. Spektrofotometry jsou dodávány výrobcem ve dvou variantách, buď jako ruční (přenosné), nebo jako stolní (skenovací). Skenovací spektrofotometry umožňují automatické proměření kontrolních proužků nebo polí testovacích obrazců.

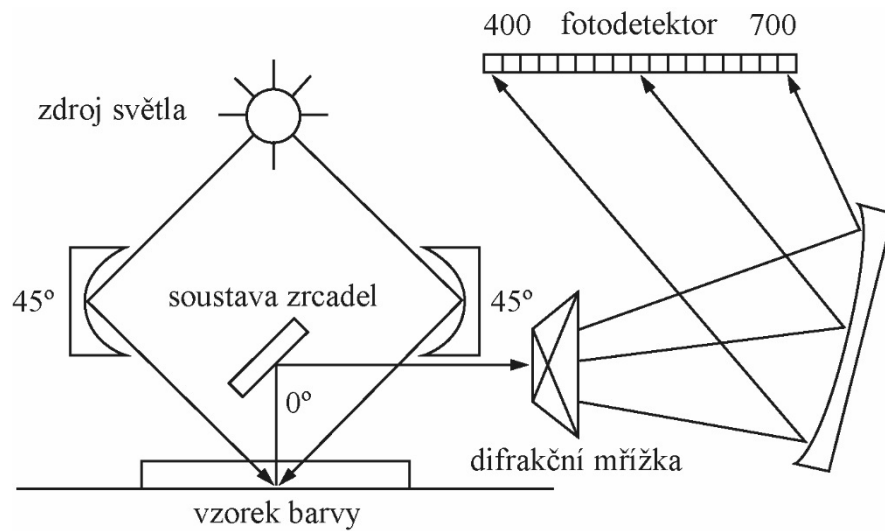
Měření kolorimetrických hodnot je ovlivněno řadou faktorů, kdy chybovost měření lze snížit dodržováním standardizovaných parametrů. Před měřením musí být nastaven standardní zdroj osvětlení, typ pozorovatele a zařízení musí být kalibrováno na absolutně bílou, aby poskytovalo korektní hodnoty. Při kalibraci je používána dokonale bílá plocha, která nepohlcuje žádné světlo a nemění se v čase, např. opálové sklo, keramika, glazovaný porcelán či síran barnatý. Chyby v kalibraci jsou často způsobeny hlavně opotřebením materiálu.

Zařízení je možné nastavit pro měření při denním světle D_{50} nebo D_{65} . Podstatné je také nastavit úhel pozorovatele, kdy komise CIE definovala dva standardizované pozorovatele, dvoustupňového (2°) a desetistupňového (10°) pozorovatele. V polygrafii pro měření kolorimetrických parametrů je standardně používáno osvětlení D_{50} a 2° pozorovatel.

Při měření je lepší vzorek podložit podložkou z důvodu nízké opacity potiskovaného substrátu. Pro opacitní materiály má použití podložky při měření minimální efekt, ale u méně opacitních materiálů může podložka značně ovlivnit výsledky měření. Při hodnocení tisku se doporučuje použít černou podložku.

Při práci s ručními spektrální fotometry je bílé světlo emitováno ze zdroje (halogenová žárovka nebo LED světelný zdroj) pod určitým úhlem, kdy světlo je optikou nasměrováno na vzorek a po odrazu od vzorku je nasměrováno na difrakční mřížku (u ručních spektrofotometrů je difrakční mřížka fixní). Pomocí difrakční mřížky je odražené světlo rozloženo. Rozložené světlo je usměrněno na fotodetektor, tvořený fotodiodami seřazenými za sebou,

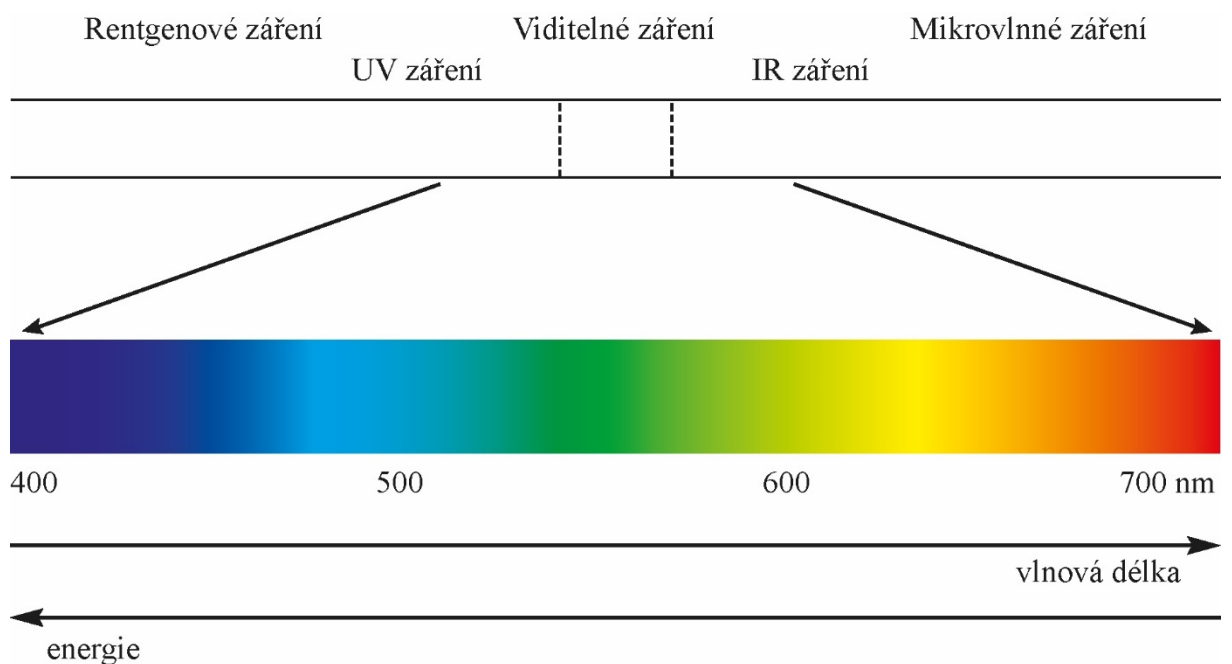
kde každá fotodioda snímá intenzity příslušných vlnových délek v intervalu 10 nm. Pro kolorimetrické vyhodnocení je dostačující interval 10 nm. Fotodetektor má za funkci měnit rozložené dopadající světlo na elektrický signál. [9,5]



Obrázek 1 – Schéma práce ručního spektrálního fotometru s geometrií 45°/0° [9]

1.4 Světlo

Světlo se šíří ve formě elektromagnetických vln. Elektromagnetické záření může mít jak vlnový, tak částicový charakter. Částicový charakter se projevuje tím, že emise i absorpce zářivé energie molekulami a atomy látek může probíhat jen v tzv. kvantech, nazývaných fotony. Energie fotonu je definována vztahem $E = h \nu$, kde h je Planckova konstanta ($6,624 \times 10^{-34}$ Js) a ν je frekvence kmitů elektromagnetické vlny. Elektromagnetické vlnění lze popsat vlnovou délkou λ , která je přímo úměrná rychlosti šíření světla ve vakuu c ($2,998 \times 10^8$ ms⁻¹). Energii fotonu lze formulovat jako $E = h c / \lambda$. Energie je nepřímo úměrná vlnové délce (foton s vlnovou délkou 400 nm bude mít vyšší energii než foton s vlnovou délkou 700 nm). [5]



Obrázek 2 – Elektromagnetické spektrum

Člověk dokáže vnímat pouze úzkou oblast elektromagnetického vlnění o vlnových délkách 400–700 nm, tuto oblast nazýváme viditelné spektrum jinak světlo. Viditelné spektrum se skládá z fialové, modré, azurové, zelené, žluté, oranžové a červené barvy. Všechny tyto barvy i jejich odstíny jsou řazeny k tzv. spektrálním barvám. Mezi nespektrální barvy je řazena purpurová a všechny její odstíny, protože není součástí viditelného spektra barev (vzniká kombinací modré a červené barvy). Elektromagnetické záření s vlnovou délkou 100–400 nm je označováno jako ultrafialové záření (UV) a záření s vlnovou délkou 700 nm až 1 mm je označováno jako infračervené záření (IR). Tyto dvě oblasti okolo viditelného spektra jsou často využívány v polygrafické výrobě.

1.5 Vjem barvy

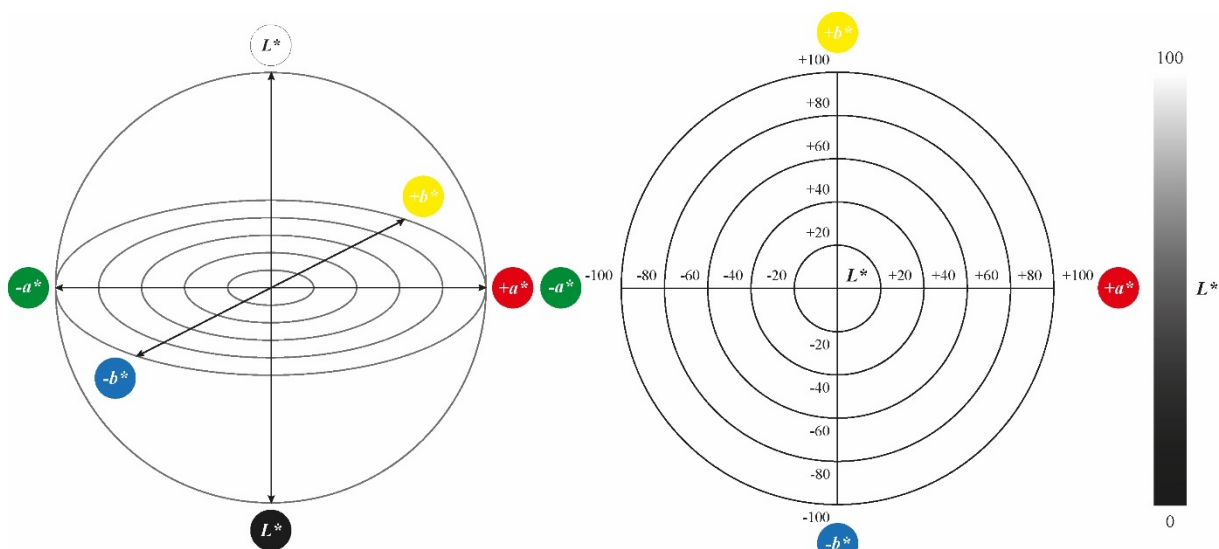
Vnímání barev je ovlivněno třemi složkami, a to objektem, zářením a pozorovatelem, kdy bez těchto tří důležitých složek není člověk schopen vnímat barvy. Záření dopadající na objekt je částečně pohlceno a částečně odraženo. Odražené záření se dostává do oka, kde vyvolá ve světlocitlivých buňkách sítnice vzruch. Světlocitlivé buňky v sítnici vytvářejí nervovou stimulaci na základě absorpce fotonu dopadajícího na sítnici. Tyto světlocitlivé buňky se skládají z tyčinek a čípků. Tyčinky reagují na nižší intenzitu osvětlení než čípky a umožňují rozlišovat světlo a tmu, a proto i šedé tóny. Tyčinky nemají schopnost rozlišovat barvy, tuto úlohu přebírají čípky. Čípky jsou citlivé na světlo různé barvy čili různé vlnové délky. Jakmile čípky vyšlou impuls do mozku, tak mozek na základě těchto informací vyhodnotí, o jakou barvu se jedná. [13]

1.6 Barvé prostory

Závažným problémem při práci s tiskovými barvami je stanovení barevnosti a zaručení konstantního odstínu tiskové barvy napříč celou zakázkou. Pro popis barvy jsou používány tzv. barvé prostory. Podstatou barvových prostorů je možnost matematicky definovat barvy. V současné době existuje celá řada barvových prostorů, dvourozměrných i trojrozměrných (RGB, CMYK, HSB, HSL, CIE prostory), kdy každý má své výhody i nevýhody. V polygrafické praxi se pro posuzování odstínu barvy a barvé odchylky používá barvový prostor CIELAB.

1.6.1 Barvový prostor CIELAB

Předností tohoto prostoru je srozumitelnost i pro nezkušeného uživatele a odpovídá vnímání barev lidského oka. V barvovém prostoru je barva definována pomocí tří navzájem kolmých os L^* , a^* a b^* . Parametr L^* je zobrazen na svislé ose, vyjadřuje měrnou světlost a nabývá hodnot od 0 (černá) až po 100 (bílá). V principu pomáhá určit, zda je barva tmavá nebo světlá. Parametr a^* a b^* jsou dvě na sebe kolmé osy. Osa a^* vyjadřuje průběh barvy od zelené do červené, osa b^* vyjadřuje průběh od modré do žluté. Hodnoty a^* a b^* mohou nabývat kladných i záporných hodnot. [14]

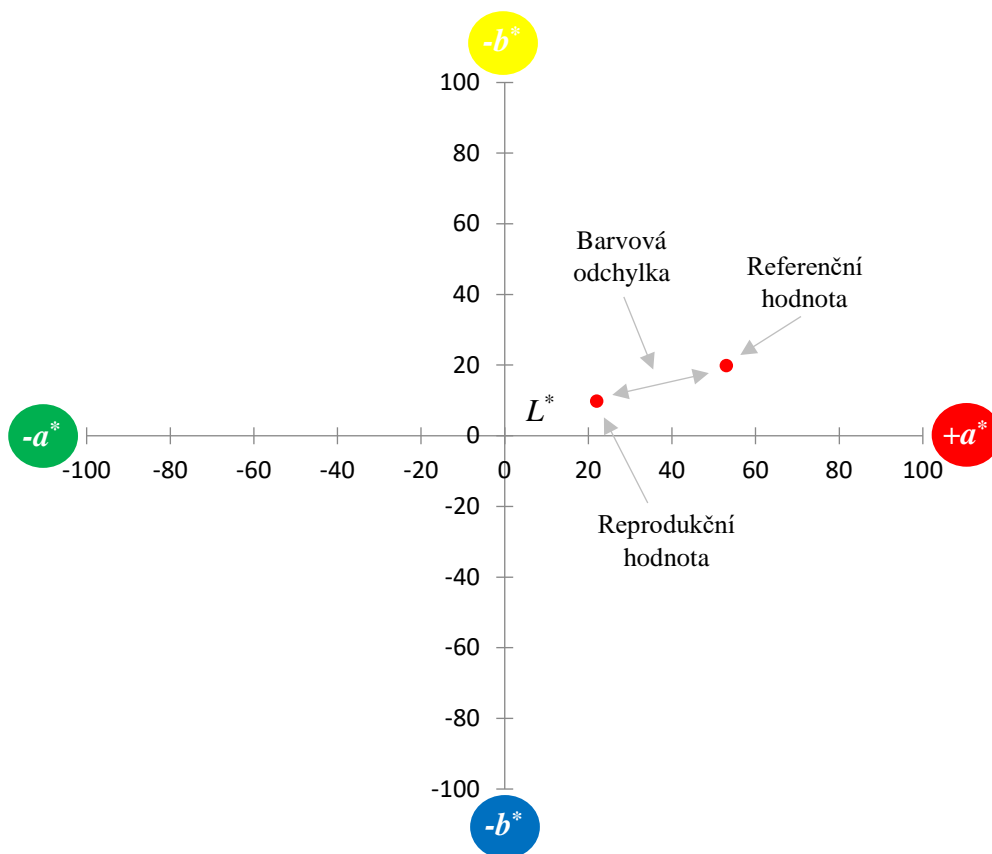


Obrázek 3 – Barvový prostor CIELAB v trojrozměrném a dvojrozměrném provedení

Pomocí těchto tří parametrů lze přesně definovat jakoukoliv barvu. Předností tohoto prostoru je nezávislost systému barev na zařízení, jsou v něm relativně snadné matematické operace a (jak bude dále vysvětleno) umožňuje porovnávat odstíny barvy mezi sebou pomocí barvé odchylky ΔE^*_{ab} . [7]

1.6.2 Barвовá odchylka ΔE^*_{ab}

Princip stanovení barвовé odchylky spočívá v porovnání parametru referenční hodnoty (standardu) s hodnotou reprodukce (vzorkem). Tento typ měření je na polygrafických pracovištích prováděn velmi často, protože umožňuje zajistit kvalitní reprodukci odstínů barev. Barвовá odchylka vyjadřuje číselný rozdíl mezi dvěma odstíny a odpovídá jejich vzdálenosti v barвовém prostoru CIELAB. Barвовá odchylka napomáhá interpretovat vzdálenost dvou bodů v barвовém prostoru CIELAB.



Obrázek 4 – Vyjádření barвовé odchylky v prostoru CIELAB

Barвовou odchylku je možno vypočítat pomocí vztahu (2), nezbytné je nejprve zjistit rozdíl L^* , a^* a b^* obou barev (1). Do vztahů jsou dosazeny hodnoty vzorku (v) a od nich jsou odečítány hodnoty standardu (s).

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= L^*_v - L^*_s \\ \Delta a^* &= a^*_v - a^*_s \\ \Delta b^* &= b^*_v - b^*_s\end{aligned}\tag{1}$$

Matematické rozdíly hodnot ΔL^* , Δa^* a Δb^* jsou dosazeny do vztahu (2). Rozdíly jednotlivých souřadnic L^* , a^* a b^* vzorku a standardu se umocní, sečtou a po jejich odmocnění je stanovena hodnota barvové odchylky zkoumaného odstínu barvy.

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

Parametr barvové odchylky definuje změnu odstínu barvy. Podle velikosti barvové odchylky je osádka tiskového stroje schopna posoudit závažnost barevné změny u reprodukce. Pokud je odchylka větší, než je povolená hranice, tak je odstín interpretován jako nevyhovující. Toleranci určuje zákazník či firma, nebo je dána normou (ČSN ISO 12647-2:2013). Pro porovnání dvou barev je vhodné použít Color Comparator.

Barvovou odchylku je možné stanovit použitím spektrálního fotometru. Nejdříve je změřen standard a následně vzorek, ze souřadnic L^* , a^* a b^* je vypočtena barvová odchylka. Pokud je naměřena barvová odchylka větší, je pak rozdíl v barevném odstínu pozorovatelný. Při nižší hodnotě je rozdíl v barvě pro lidské oko nerozeznatelný. [14,7]

Tabulka 2 – Tabulka pro vyhodnocení barvové odchylky

Barvová odchylka	Hodnocení barvové odchylky
0–1	nepostřehnutelná odchylka
1–2	malá odchylka, postřehnutelná zkušeným okem
2–3	malá odchylka, postřehnutelná nezkušeným okem
3–6	střední odchylka
> 6	velká odchylka

1.7 Krycí papíry

Před započítím recepturování tiskových barev je dobré znát, jaké vlastnosti zákazník očekává od tiskoviny. Nejdůležitějším parametrem je typ substrátu, pro který je barva recepturována. Flexotisk byl původně podceňovanou tiskovou technikou, což bylo způsobeno kvalitou tisku. Dnes je tato technologie významnou tiskovou technikou z pohledu možností potisku široké škály nejrůznějších materiálů, savých i nesavých, substrátů na bázi celulózy, plastů, kovových fólií a kombinovaných materiálů. Tato práce je věnována vlnitým lepenkám a kartonážní produkci. Vlnité lepenky jsou vyráběny spojováním jedné nebo několika vrstev zvlněného papíru a jedné nebo několika vrstev krycího papíru nebo kartonu. [5]

Jelikož krycí papíry jsou předurčeny k potisku, je nutné přísně kontrolovat jejich kvalitu. Krycí papíry vlnitých lepenek používaných ve flexotisku mohou tvořit různé druhy papírů různých vlastností. Natírané papíry mají hladký uzavřený povrch s vysokou bělostí, opacitou a lépe přijímají tiskovou barvu. Povrchovou úpravou je redukována penetrace tiskové barvy, barva se nerozpíjí, obraz je ostrý, lze dosáhnout vyšší optické hustoty a lesku tisku při menším nánosu barvy. Nenatírané papíry mají drsný pórovitý povrch s nižší opacitou, kdy tisk není ostrý, barva se rozpíjí do stran a může prorážet skrz materiál. Krycí papíry používané při výrobě vlnitých lepenek mají plošnou hmotnost 100–300 g/m² a pro zvlněnou vrstvu jsou používány papíry o plošné hmotnosti 80–180 g/m². Nejčastěji jsou používány krycí papíry označované jako kraftliner a testliner. [10]

1.7.1 Kraftliner

Kraftliner je mezinárodní obchodní označení neběleného sulfátového papíru vhodného jako krycí vrstva vlnitých lepenek. Kraftliner je nejkvalitnější krycí papír používaný pro výrobu vlnitých lepenek. Papír se skládá z 80 % z nových a dlouhých vláken nebělené sulfátové buničiny, zbytek tvoří recyklovaná vlákna starého papíru. Při vyšším obsahu sběrového papíru (max. 20 %) dochází ke ztrátě typických vlastností. Buničina se skládá z dlouhých vláken, proto má papír vysokou pevnost. Mezi jeho další přednosti patří vysoká pevnost v tahu i v průtlaku. Kraftliner má hladký a uzavřený povrch, tudíž má menší sklon k prašnosti. Pórovitost a tím i savost souvisí s intenzitou mletí sulfátové buničiny a obsahem recyklovaných vláken. Kraftliner je vyráběn v přírodní hnědé barvě nebo s bělenou krycí vrstvou. Krycí vrstva papíru poskytuje vyšší ochranu při klimatických změnách, zvyšuje odolnost proti působení vlhkosti. Vyrábí se v jednovrstvém nebo dvouvrstvém provedení. [11,12]

1.7.2 Testliner

Druhým typem papíru je Testliner. Testliner je vyrobený ze 100 % sběrového papíru nižších jakostních tříd, jako je například smíšený sběr nebo použité obaly z obchodních sítí, což má zásadní vliv na jeho vlastnosti. Nepříjemnou vlastností testlineru je ochota reagovat na klimatické změny prostředí, jako jsou změny vlhkosti či teploty. V případě těchto změn dochází ke ztrátě rovinnosti, kroucení, vzniku boulí a změně rozměrů. Testliner vykazuje nižší pevnost a vyšší prašnost, jak z povrchu, tak z řezu. Aby byl testliner dobře potiskovatelný, je nutné ho povrchově upravit (strojní hlazení). Po úpravě je získán povrchově hladký substrát, který je bez pórů a mechanického poškození. Při tisku barva rychle penetruje do pórů a tisk rychle zasychá. Vyrábí se v jednovrstvém nebo dvouvrstvé provedení, přičemž jeho lícová strana určena k potisku bývá z estetických důvodů vyrobena z kvalitnějšího sběrového papíru. [11,12]

1.8 Nátisk ve flexotisku

Zhotovení nátisku je časově náročný a zdoluhavý proces. Nátisky slouží ke kontrole barevnosti. Pokud barevnost neodpovídá, je potřebná úprava receptury. Kontrola nátisku je obvykle interní záležitostí tiskárny. Výhoda nátisku není jenom v kontrole odstínu, ale slouží i pro zákazníka, který může posoudit, s jakým konečným výsledkem se setká v produkčním tisku. [15]

Pokud produkční tisk neodpovídá referenčnímu vzorku, musí obsluha míchačky barev (tzv. barvičkář) odstín doladit. Ladění odstínu přímé barvy je velice často časově náročné. Časové prodlevy při přípravě nové tiskové barvy a čekání tiskových strojů při ladění odstínu snižují rentabilitu zakázky. Z tohoto důvodu se na polygrafických pracovištích používají různá nátisková zařízení (ruční aplikátory a nátisková zařízení), které umožňují aplikaci připravené barvy pro její následné posouzení.

1.8.1 Ruční aplikátory

Ruční aplikátory slouží k aplikaci tenkého filmu barvy na potiskovaný substrát. Tato metoda je určená k testování tiskových barev, tiskových a průmyslových laků, tekutých nátěrů, lepidel nebo podobných materiálů, které jsou určené k nanášení na substrát. Výhoda ručních aplikátorů je ve snadnosti jejich použití při aplikaci vzorků na papíry, kartony, plastové fólie apod.

Ruční aplikátor se skládá ze soustavy dvou válečků pracujících v těsném kontaktu. Jeden z válečků je pokrytý vzorkem ve tvaru pyramid na chromové oceli (slouží jako rastr válec) a druhý z gumy. Vzorek je aplikován mezi válečky a poté je aplikován na potiskovaný substrát. Aplikace probíhá při kontaktu ručního aplikátoru k materiálu tahem k sobě. Po aplikaci jsou oba válečky očištěny příslušným čisticím prostředkem, protože by mohlo dojít k zanesení a zaschnutí vzorku v jamkách chromového válce. [13]

Nevýhodou ručních aplikátorů je, že nelze zaručit stejný tlak a rychlost jako u nátiskových zařízení. Jemnost aplikace závisí na lineatuře jamek. Pro každou lineaturu je nutné vlastnit jeden váleček, tudíž je nezbytné vlastnit nejlépe sadu ručních aplikátorů, aby nátisk co nejvíce odpovídal produkčnímu tisku. Údržba a čištění tiskových jamek chromového válce je zdoluhavé a náročné.

1.8.2 Nátisková zařízení

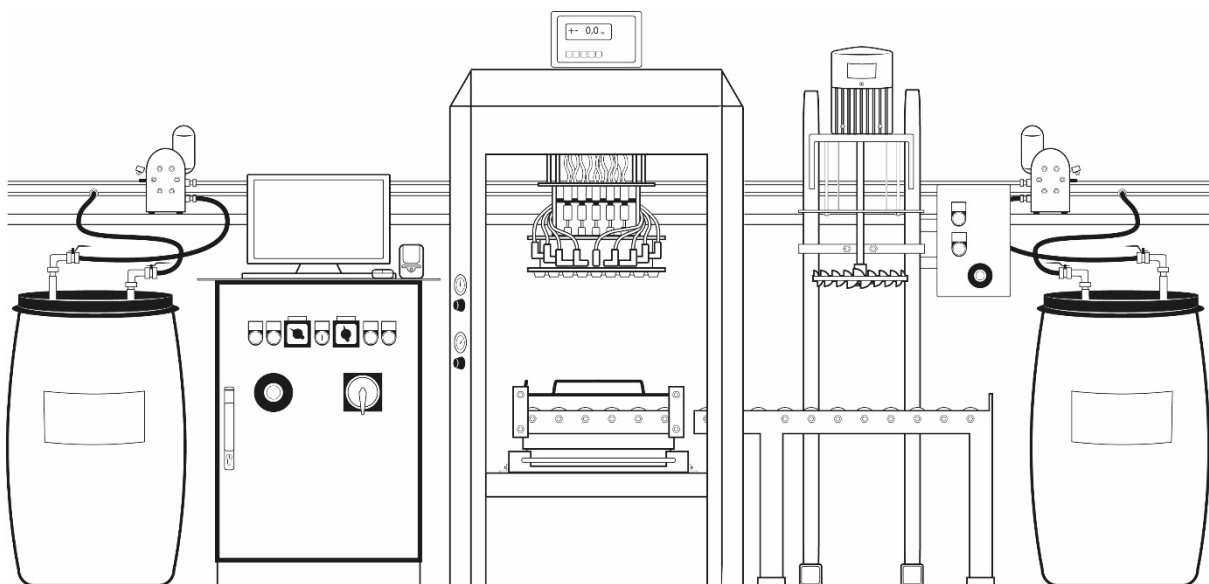
Pro testování jsou používány vzorky barvy připravené pro zakázky. Barva je aplikována v malém množství pro kontrolu přesnosti barevného odstínu na potiskovaný substrát (měl by odpovídat substrátu použitému pro tisk v tiskovém stroji). Tato metoda slouží jako simulace barevného odstínu pro provozní tisk. Technolog může porovnat nátisk s Pantone vzorníkem, popřípadě jiným vzorkem, a posoudit míru barvové odchylky. Předností této metody je možnost korekce barevného odstínu během přípravy receptury tiskové barvy a minimalizace barvové odchylky. Záruku shody s produkčním tiskem zaručuje použití totožného substrátu, tiskové barvy, lineatury rastrového válce, tlaku a otáček. Na těchto parametrech stojí kvalita kontrolního nátisku a všechny tyto podmínky je nutné splnit.

Při přípravě barevných nátisků se nainstaluje potiskovaný krycí papír navinutý na papírové dutince na horní odvíjecí hřídel. Krycí papír je protažen kolem tlakového válce a připevní se na spodní hřídel, která slouží jako navíjecí jednotka. Poté je ručně přistaven formový válec k tlakovému válci. Rastrový válec je k formovému válci přistaven pomocí tlačítka na ovládacím pultu. Pochromovaný rastrový válec má na sobě vzorek ve formě stupnice různých hustot rastru, která zaručuje přesné dávkování barvy na formový válec. Používá se 8 axiálně nekonečných 30 mm širokých rastrových pásů, ve kterých jsou elektronicky vyryty linky v hustotách 48, 54, 60, 70, 80, 100, 120 a 140 linek/cm. Pomocí ukazatelů tlaku je nastaven tlak odpovídající tiskovému tlaku na obou stranách nátiskového zařízení. Následně je přistavena rakle do tiskové polohy, tj. do kontaktu s rastrovým válcem. Do žlábků mezi raklí a rastrovým válcem je pomocí pipety aplikováno malé množství připravené/namíchané barvy. Před aplikací je důležité kontrolovat, že barva tvoří homogenní směs a nedochází k sedimentaci některých složek. Barva je aplikována na příslušný pás rastrového válce a přes formový válec na potiskovaný krycí papír.

Nátisková zařízení mají široké využití, mohou také sloužit pro odsouhlasení barevného odstínu zákazníkem, protože lze dosáhnout velké shody nátisku s produkčním tiskem. Předností tohoto zařízení je i použití materiálu ve formě role, kdy je možné potiskovat dlouhé pásy materiálu při konstantních podmínkách a s kvalitními výsledky. Handicapem této metody a tohoto zařízení je jeho cena, vzhledem k počáteční investici se tento typ zařízení používá hlavně tam, kde je důležitá barevná shoda s produkčním tiskem.

1.9 Míchání přímých tiskových barev

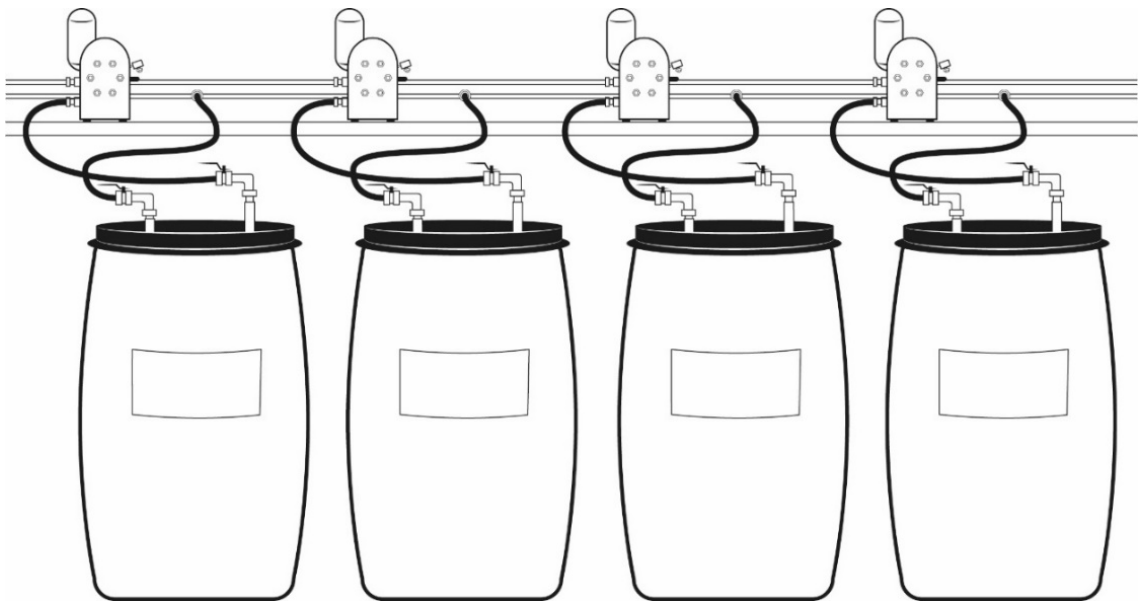
Odstíny tiskových barev lze míchat různými způsoby, často s vysokým stupněm automatizace. Barvy jsou připravovány ze základních mono pigmentů, zářezu, rozpouštědla a aditiv. K míchání disperzních barev je používána míchací jednotka, která se skládá ze sudového zařízení, ovládacího pultu, dávkovací jednotky a dissolveru.



Obrázek 5 – Schéma míchací jednotky

1.9.1 Sudové zařízení

Barvotvorné složky mohou být dodávány v různých formách, ale nejčastěji jsou dodávány ve formě mono pigmentů (koncentrátů). V případě disperzních tiskových barev jsou mono pigmenty dodávány v plastových sudech. Tento způsob obalu má mnoho předností. Plastové sudy chrání mono pigmenty během transportu i po transportu před kontaminací vnějším okolím a zajišťují tím jejich čistotu a kvalitu. Sudové zařízení dodává mono pigment do dávkovací jednotky. Víko sudu je vybaveno dvoustannými kohouty, jeden kohout má za úkol odčerpávat mono pigment ze sudu pomocí čerpadla do soustavy potrubí vedoucího do dávkovací jednotky (každý mono pigment má vlastní potrubí, čímž je zabráněno vzájemné kontaminaci) a druhý vrací nepoužitý mono pigment z dávkovací jednotky pod tlakem zpět do sudu. Podstatné je, aby použitá čerpadla byla chemicky odolná proti mono pigmentům a rozpouštědlům obsažených v zářezech.



Obrázek 6 – Sudové zařízení

1.9.2 Ovládací pult

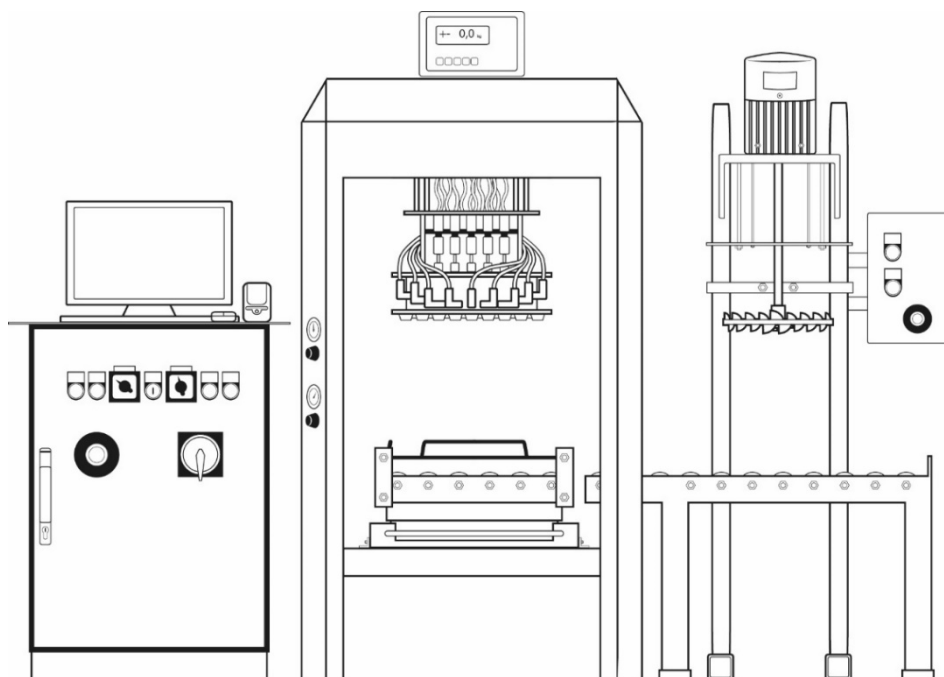
V dnešní době je automatizace velice populární a vítaná, protože usnadňuje práci a komunikaci mezi zařízeními. Prostřednictvím ovládacího pultu jsou zadávány požadované recepty tiskových barev. Ovládací pult se skládá z počítače a ručního dávkování. Pomocí počítače jsou zadávány recepty a v případě, že dávkovací jednotka nenadávkuje přesné množství jedné ze složek barvy, může být tento rozdíl eliminován pomocí ručního dávkování. Ruční dávkování poskytuje možnost odstranění pochybení zařízení nebo úpravy barvy v případě ladění odstínu. V praxi si příslušný program načte danou recepturu z knihovny počítačové paměti, ta je úměrně přepočítána na požadované množství a po zadání všech parametrů (např. množství barvy, komponenty) může dojít k dávkování jednotlivých složek. Pomocí informačního systému dávkovací jednotky lze kontrolovat jednotlivé sudy a barvy ve skladu a sledovat jejich stavy a stáří.

1.9.3 Dávkovací jednotka

Dávkovací jednotka se skládá z vestavěné váhy a dávkovací hlavy, do které vedou trubky z jednotlivých sudů. Mono pigmenty, zářez či ředidlo jsou pod tlakem vedeny soustavou trubek do dávkovací jednotky. Otevřením příslušného ventilu jsou jednotlivé složky vstřikovány do míchací nádoby.

Při práci je na váhu dávkovací jednotky umístěna prázdná nádoba a pomocí ovládacího pultu je zadán požadovaný recept s příslušnou hmotností. Po nastavení všech parametrů může

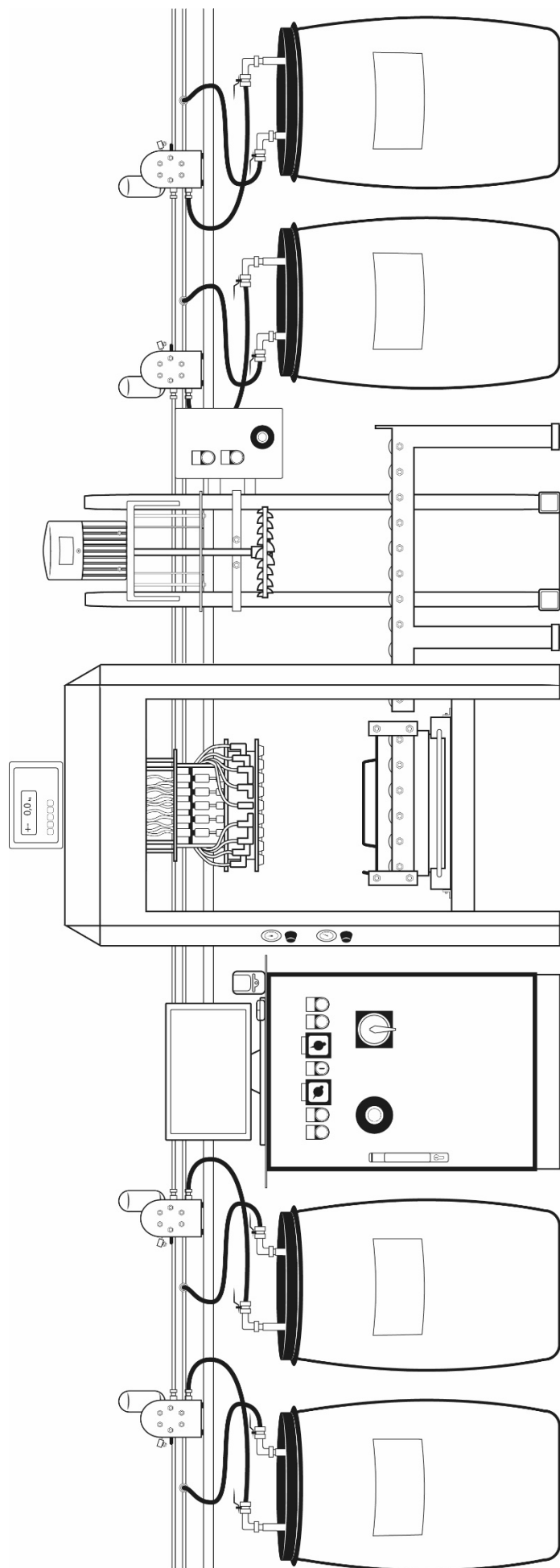
nastat míchání tiskové barvy. Dávkovací jednotka by měla zaručovat přesné dávkování s přesností na gram, přesto dávkování nemusí být vždy přesné. Po nadávkování přesného množství jednotlivých složek je na nádobu se směsí aplikována etiketa, která obsahuje informace o míchané barvě (označení barvy, datum míchání, množství, čárový kód atd.), dále je nádoba přesunuta pomocí válečkového dopravníku do dissolveru.



Obrázek 7 – Schéma ovládacího pultu, dávkovací jednotky a dissolveru

1.9.4 Dissolver

Dissolver nebo v jiné literatuře pod názvem disolver nebo rychloběžná míchačka patří mezi nejmodernější, a přesto nejjednodušší systém, který šetří energii a čas. Toto zařízení je při míchání tiskových barev používáno jako předdispergační a dispergační zařízení. Dispergační proces je velice rychlý a efektivní. Dissolver je složen z nádoby a míchadla, které je tvořeno horizontálním talířem, opatřeným po obvodu zuby. Celý proces začíná ponořením míchadla do média. Rotačním pohybem ozubeného míchadla dochází k dispergačnímu procesu, proto je dispergační účinek nejvyšší v blízkosti zubů talíře. Zde prochází směs krátkodobě zónou vysokého tlaku, vystřídání vzápětí pod tlakem. Rychlé změny tlaku způsobují intenzivní smáčení pigmentu. Velmi důležitá je rychlost a velikost míchadla vůči velikosti nádoby a jeho vzdálenost od dna nádoby. Správnou volbou průměru míchadla a průměru nádoby lze dosáhnout správného víření směsi v dispergační nádobě. Dissolver je vhodný pro mísení kapalin s nižší viskozitou. [16,17]



Obrázek 8 – Schéma celé míchací jednotky

1.10 Skladové hospodářství

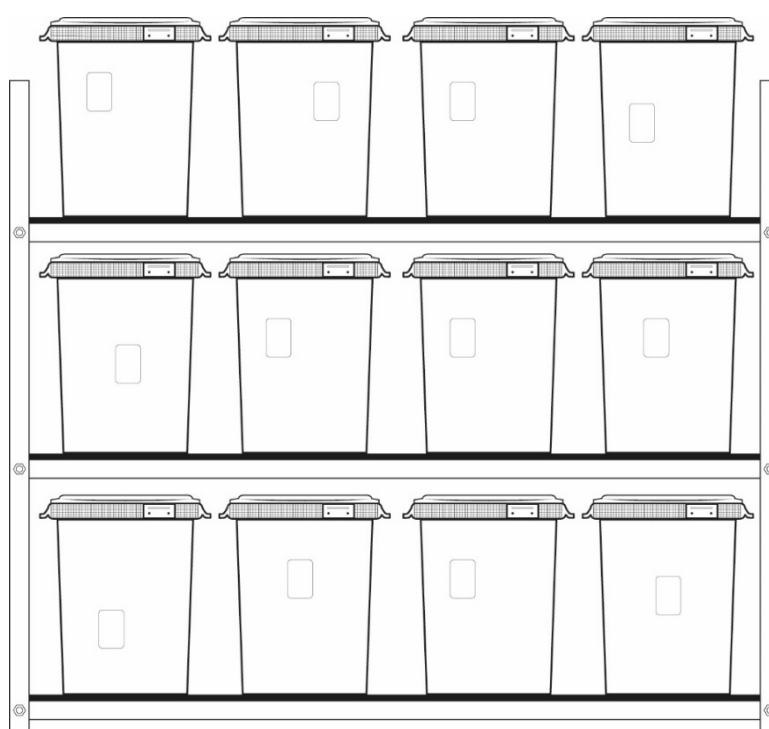
Tisková barva může být upravována před tiskem, během tisku nebo i po tisku při jejím ukládání do skladu s barvami. Tyto úpravy lze uskutečnit pomocí aditiv a dalších látek, které výrazně ovlivňují vlastnosti tiskových barev. Velkým problémem je, jestliže barva je upravována neinformovanou osobou, nevhodná úprava může barvu znehodnotit, změnit její vlastnosti tak, že přestane být použitelná pro tisk. V takovém případě je nutné připravit novou barvu. Následkem jsou technologické prostoje, které způsobují zpoždění v zakázkovém plánu.

Po dokončení zakázky vždy zbyde nějaké množství barvy. Pro zakázku musí být z technologických důvodů vždy připraveno větší množství barvy, než se spotřebuje při tisku. Musí se počítat s tím, že když je nádoba s barvou vložena do tiskové jednotky, barva je odebrána z nádoby do vany tiskové jednotky, z vany se vrací zpět do nádoby. Pouze určité množství barvy je přeneseno na potiskový substrát a zbytek tvoří koloběh mezi nádobou a vanou tiskové jednotky. V praxi existuje celá řada řešení, co dělat se zbytkovými barvami.

Velice často je výhodné ve větších tiskárnách, kde mají v provozu vlastní míchací jednotku, využívat skladové hospodářství. Skladové hospodářství poskytuje uživateli celou řadu výhod, z hlediska času i finančních úspor. Výhodou skladu je opětovné užití barev, které jsou používány pro opakované zakázky. Při dokončení zakázky jsou barvy odvezeny od stroje do skladu, kde musí být provedena kontrola kvality. Pro možnost opakovaného použití tiskových barev je nutné striktně dodržovat pravidla používání. Jak již bylo zmíněno výše, nevhodná úprava barvy (provedená např. v průběhu tisku obsluhou tiskového stroje) často nevratně mění vlastnosti barev. Tato skutečnost velice stěžuje další práci se zbytkovými barvami. Dalším problémem disperzních (tzv. vodou ředitelných) barev je omezená životnost. Obsah vody v barvě umožňuje vznik mikroflóry (hub a plísní). Barvy by měly být skladovány v prostředí s teplotou od 10 do 25 °C.

V opakovaně používaných barvách se mohou vyskytovat uvolněné částice nebo vlákna substrátu a další nečistoty ze stroje, které ulpí v barvě při průtoku tiskovou jednotkou. Cizí částice a vlákna tvoří růstová centra mikroflóry či mikrofauny v tiskové barvě. Všechny tyto nežádoucí faktory lze potlačit pomocí aditiv (fungicidů, resp. baktericidů) potlačujících růst živých organismů. Pokud tedy nejsou u zbytkové barvy vidět žádné projevy degradace, je do barvy přidán baktericid, nádoba s barvou je opatřena štítkem s informací o typu, množství a stáří tiskové barvy a je uskladněna ve skladu pod příslušnou pozicí. Ve chvíli, kdy má být opět tisknuta, stačí nádobu s barvou opět ze skladu vyjmout, připravit k tiskovému stroji a příslušné tiskové jednotce.

Denně může míchací jednotka namíchat stovky nádob s barvami, které jsou po ukončení zakázky uloženy do skladu. Podstatou skladového hospodářství je efektivní a maximální využití uskladněných barev pro další zakázky. Uskladněná barva může být také použita při přípravě nového odstínu. Výrobci míchacích zařízení velice často nabízejí ke svým výrobkům i programovou podporu pro maximální využití schopností zařízení. V případě, že lze připravit nový odstín z uskladněné barvy (a menšího podílu nových mono pigmentů), zvyšuje se využití zbytkových barev. Software dokáže po zadání požadovaného odstínu barvy vypočítat recept s využitím uskladněných zbytkových barev. Tento způsob je výhodný v případě zbytkových barev z neopakujících se zakázek.



Obrázek 9 – Skladové hospodářství

1.11 Recyklace zbytkových barev

Každý sklad má své hranice, jestliže ani jeden z již zmíněných způsobů nestačí pro zpracování tiskových barev, je zde poslední varianta jak využít nadbytečné množství tiskových barev. Pokud není při míchání možné efektivně zpracovávat všechny barvy ze skladu, je zde možnost využít zbytkové hospodářství. Proces spočívá ve shromažďování odstínů barev stejné barvy, kdy jsou všechny tyto barvy slity do jednoho sudu a pečlivě dispergovány.

Sud se zbytkovou barvou je důkladně promíchán a zapojen do míchací jednotky. Poté jsou odebrány vzorky barvy ze sudu, které jsou proměřeny spektrofotometrem. Data jsou uložena do příslušného programu a uložena do knihovny základních barev, kdy je sud se zbytkovou barvou používán pro další míchání jako nový mono pigment.

Tato metoda nabízí mnoho výhod ve formě úspory spotřeby nových mono pigmentů a absolutního využití zbytkových barev ve skladu. Nevýhoda této metody spočívá v opakování tohoto procesu. Nikdy po smíchání zbytkových barev v sudu nevzniká stejný odstín, proto jsou barvy namíchané ze zbytkových vhodné pro plošný tisk, kdy barva pokryje větší plochu a je spotřebováno větší množství barvy. Pokaždé když dojde sud se zbytkovou barvou, musí obsluha míchací jednotky připravit nový sud a přepočítat recepty, ve kterých byl sud se zbytkovou barvou použit, což je velice pracné a zdlouhavé, přesto výhodné pro tiskárnu. Všechny zbytkové barvy jsou efektivně zpracovány, nevznikají žádné odpady a výdaje za odbornou likvidaci zbytkových barev.

1.12 Reologické vlastnosti tiskových barev

Reologie je vědní obor, který se zabývá studiem vnitřních reakcí látek (pevných i kapalných) způsobených vnějšími silami, respektive jejich deformovatelností a tokovými vlastnostmi. Reologické vlastnosti slouží k charakterizování tekutin, jakými jsou například tiskové barvy, definují chování tiskových barev během tisku a použitelnost tiskových barev pro jednotlivé tiskové techniky. Mezi sledované parametry patří viskozita, lepivost a mez toku.

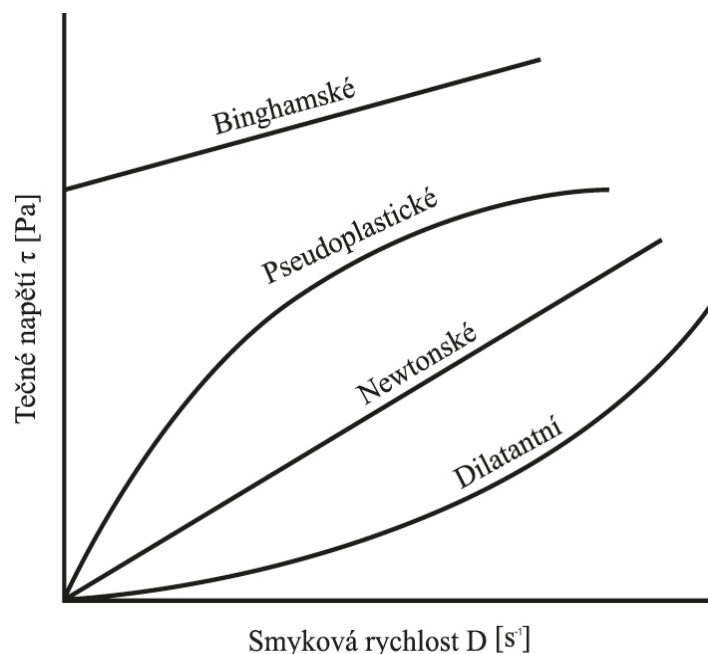
1.12.1 Viskozita

Viskozita charakterizuje vnitřní tření kapaliny, které závisí na přitažlivých silách mezi částicemi kapaliny. Vztah mezi tečným napětím τ a smykovou rychlostí D popisuje Newtonův zákon (3). Koeficient úměrnosti v této rovnici vyjadřuje tření mezi vrstvami tekoucí kapaliny a nazývá se dynamická viskozita.

$$\tau = \eta D \quad (3)$$

Dynamická viskozita η je udávána v Pas, je dána podílem tečného napětí a smykové rychlosti. Tečné napětí (smykové) je udáváno v Pa, vyjadřuje sílu působící na jednotku styčné plochy dvou vrstev kapaliny. Smyková rychlost (deformace) je udávána v s^{-1} , vyjadřuje rozdíl rychlostí dvou rovnoběžných vrstev kapaliny.

U kapalin rozlišujeme dva typy deformací, deformaci pružnou (elastickou) a plastickou. Při působení pružné deformace se po skončení silového působení těleso vrací do výchozího stavu. V případě plastické deformace zůstává po skončení silového působení těleso v deformovaném stavu. [16]



Obrázek 10 – Tokové chování newtonských a neneutronských kapalin

Podle závislosti $\tau = f(D)$ lze kapaliny dělit na newtonské a neneutronské. Viskozita newtonských kapalin má konstantní hodnotu nezávislou na smykové rychlosti, tzn. toková křivka má lineární průběh. Newtonsky se chovají nízkomolekulární kapaliny, jako jsou rozpouštědla a ředidla tiskových barev. Newtonským kapalinám jsou velice blízké flexotiskové a hlubotiskové barvy.

U neneutronské kapaliny je viskozita označována jako zdánlivá viskozita η' a její velikost se mění v závislosti na smykové rychlosti (Obr. 10). Podle charakteru toku se neneutronské kapaliny dělí na dilatantní, pseudoplastické a plastické.

Dilatantní kapaliny se chovají tak, že při zvyšující se smykové rychlosti jejich zdánlivá viskozita roste. To je způsobeno tím, že některé makromolekuly nebo suspenzní částice, které

se při malých smykových rychlostech vzájemně neovlivňují, se při vyšších rychlostech toku začnou shlukovat a překážet si v pohybu.

Pseudoplastické kapaliny se chovají tak, že při zvyšující se smykové rychlosti zdánlivá viskozita klesá. Jedná se o kapaliny s určitou mírou uspořádání nadmolekulárních struktur. Při vyšších smykových rychlostech dochází k rozrušení této vnitřní struktury, k orientaci molekul ve směru toku a tím i k usnadnění proudění. Neneutonským pseudoplastickým kapalinám jsou nejbližší chování tiskové barvy ofsetové, knihtiskové a sítotiskové.

Plastické nebo také Binghamské kapaliny jsou newtonské kapaliny, u kterých při malých smykových rychlostech nenastává tečení, ale elastická deformace jako u tuhého tělesa. Teprve po překročení tzv. meze toku dojde k překročení soudržných sil mezi částicemi a kapalina začne téci. Mez toku se může projevit i u pseudoplastických kapalin.

V tiskových barvách se projevuje i časová závislost při působení konstantního tečného napětí nebo smykové rychlosti, označována jako tixotropie nebo reopexie. Tixotropní kapaliny se vyznačují tím, že při konstantním tečném napětí nebo smykové rychlosti u nich dochází k poklesu zdánlivé viskozity, přičemž po odstranění tečného napětí nebo smykové rychlosti se viskozita pozvolna vrací na původní hodnotu. Tixotropní chování například vykazují ofsetové, sítotiskové, tampónové a knihtiskové barvy. Reopektické kapaliny se vyznačují tím, že při konstantním tečném napětí nebo smykové rychlosti u nich dochází k růstu zdánlivé viskozity. [18]

Tabulka 3 – Viskozity typické pro tiskové barvy [21]

Tisková technika	Viskozita [Pas]
hlubotiskové, flexotiskové	0,1
knihtiskové, sítotiskové	3–4
ofsetové (novinové)	5–7
ofsetové (kotoučové)	8–11
ofsetové a knihtiskové archové	14–20

1.13 Zařízení používaná pro stanovení reologických vlastností

V polygrafii se používají různé druhy newtonských i neneutronských kapalin, které lze charakterizovat pomocí široké škály metod. Tyto metody lze rozčlenit z hlediska náročnosti doby měření, vybavení, ale hlavně z hlediska přesnosti získaných dat a hodnot pro další měření. Obvyklým nástrojem pro stanovení tokových vlastností barev na polygrafických pracovištích jsou výtokové pohárky (pomocí pohárku je stanovena konzistence nikoli viskozita) a rotační viskozimetry, ale existují i další metody, jak stanovit viskozitu kapalin.

1.13.1 Stanovení konzistence výtokovým pohárkem

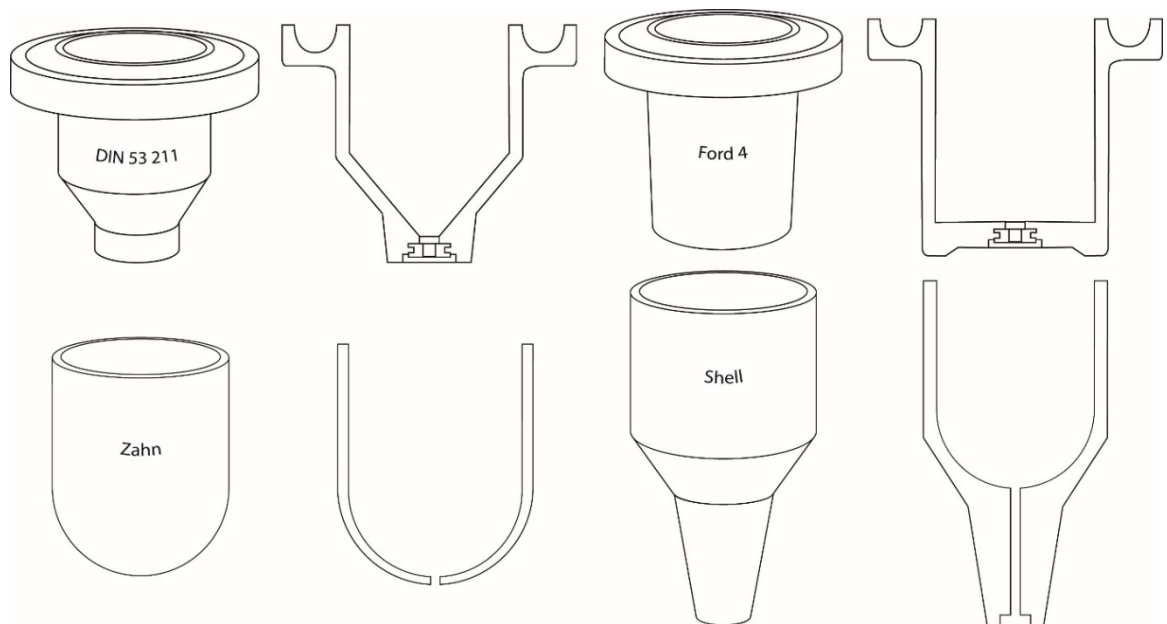
V tiskových technikách jako je flexotisk či hlubotisk se používají nízkoviskózní tiskové barvy. K popisu tokového chování těchto barev je používán parametr konzistence, který stanovuje dobu výtoku kapaliny ze standardního výtokového pohárku, který má obvykle tvar šálku s prstencovým žlábkem. Metoda spočívá ve srovnávání vzájemných konzistencí několika vzorků porovnání konzistence měřeného vzorku s referenční hodnotou. Existuje mnoho druhů provedení výtokových pohárků, které se mohou lišit svojí konstrukcí nebo průměrem výtokové trysky. V evropských zemích je používán standardní výtokový pohárek DIN 53 211 s výtokovou tryskou o průměru 4 mm a objemem 100 ml, zatímco v USA a dalších zemích jsou používány pohárky typu Zahn s výtokovou tryskou o průměru 2 mm a objemu 43 ml a Fordův pohárek č. 4 o průměru trysky 4,115 mm a objemu 105 ml (*Obr. 11*). Podstatou zkoušky je stanovení doby výtoku vzorku z výtokového pohárku předepsaných rozměrů do okamžiku prvního přerušení vlákna vytékající kapaliny. [5]

Výtokové pohárky mohou být vyrobené z kovu nebo z plastů odolných rozpouštědlům. Nejčastěji jsou výtokové pohárky vyráběny z nerezové oceli. Nejdůležitější součástí výtokového pohárku je výtoková tryska. Je vyrobena z nerezové oceli a rozměry trysky, respektive průměr výtokové trysky by měl odpovídat pro daný druh výtokového pohárku. Výtokový otvor trysky by měl být obroben hladce bez rýh. Výtoková tryska by měla být chráněna před poškozením. Vzorek určený k měření musí být bez cizích látek a nečistot. Vzorek tiskové barvy je nutné před odebráním kvalitně promíchat, aby všechny složky byly dokonale rozdispergované a barva tvořila homogenní směs. [17]

Při měření se výtokový pohárek upevní do stojánku, tak aby pohárek byl ve vodorovné poloze. Výtoková tryska se uzavře prstem a pohárek je naplněn vzorkem až po horní okraj. Vzorek by měl být na úrovni horního okraje výtokového pohárku a přebytečná barva steče do prstencovitého žlábků. Zkoumaná barva by neměla obsahovat vzduchové bublinky a neměla by být napěněná. Měření začíná ve chvíli, kdy odstraníme prst z výtokové trysky. Podstatou

je měření doby od počátku výtoku při odstranění prstu do prvního přetržení vytékajícího vlákna vzorku kapaliny. Tuto dobu lze měřit jakýmkoliv stopkami. Výsledek měření konzistence, tj. doba výtoku kapaliny z pohárku, závisí na typu výtokového pohárku a teplotě vzorku barvy (obvykle 20–23 °C). [5]

Mezi největší přednosti této metody patří její jednoduchost a rychlost. Toto měření lze snadno uskutečnit na kterémkoliv polygrafickém pracovišti, kde se pracuje s nízkoviskózními kapalinami. Jednoduchost a nenáročnost této metody dovoluje měření i přímo u tiskového stroje při tisku. Nevýhodou této metody je, že získané hodnoty nejsou tak přesné jako z jiných metod. Je nutné si uvědomovat vliv teploty na měření a omezení použitelnosti, metoda je vhodná jen pro nízkoviskózní kapaliny.



Obrázek 11 – Schéma výtokových pohárků

1.13.2 Rotační viskozimetry

K získání přesných informací o reologickém chování kapalin je možné použít mnoho exaktních metod. Pro přesnější a komplexnější měření nestačí jen měření konzistence pomocí výtokového pohárku. Nejvhodnější a nejvěrohodnější přístroje ke stanovení viskozity jsou rotační viskozimetry, tzv. rheometry. Tato zařízení jsou v polygrafickém průmyslu často používána k měření tiskových barev a průmyslových laků.

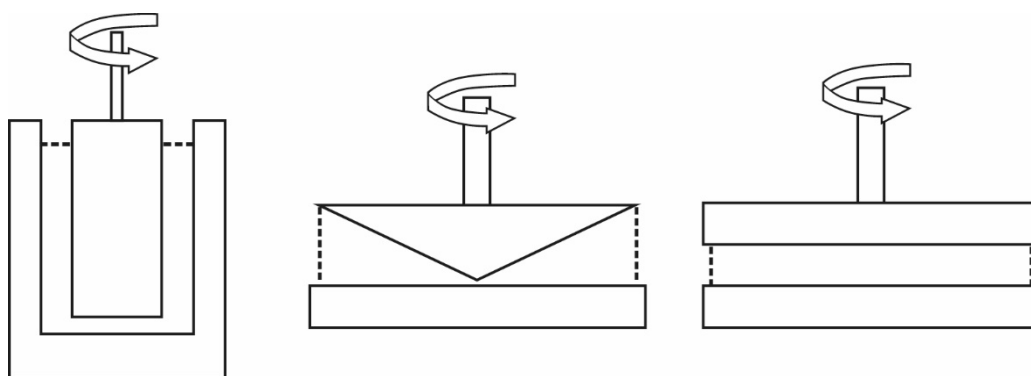
Rotační viskozimetry pracují na principu pohybu segmentu (válce, kuželu či desky) v kapalném vzorku, jemuž kapalina klade odpor. Vzorek je podrobován smyku mezi dvěma definovanými plochami, z nichž vždy jedna vykonává otáčivý pohyb a vyhodnocuje se brzdny účinek vzorku při různých rychlostech otáčení. Hodnota odporu závisí na velikosti a tvaru

segmentu, rychlosti rotace segmentu, na viskozitě kapaliny, velikosti částic pigmentu a charakteru zkoumané kapaliny. [19]

Při stanovení viskozity je aplikováno potřebné množství kapaliny, předepsané výrobcem viskozimetru (obvykle do 15 ml). Zkoumaný vzorek kapaliny lze pomocí termostatu vytemperovat na předepsanou teplotu. Měření může začít ve chvíli, kdy je nainstalován odpovídající segment, zkalibrovaný rotační viskozimetr a aplikované množství vzorku.

Rotační viskozimetry jsou dostupné na trhu v různých variantách a různých provedení. Na trhu jsou dostupné ve formě systému válec-válec, kužel-deska nebo deska-deska (*Obr. 12*). Každý z těchto systémů je určen pro konkrétní rozsah viskozit. Z pohledu rotace jsou díly viskozimetru rozlišovány na statické a dynamické, kdy segment (vnitřní válec, kužel, deska) může být dynamický a spodní díl (vnější válec, deska) statický a naopak. [17,18]

Výhodou rotačních viskozimetrů je jejich flexibilita. Pomocí rotačních viskozimetrů lze měřit jak nízkoviskózní kapaliny, tak i vysokoviskózní, a to při přesně stanovené teplotě.



Obrázek 12 – Schématické znázornění rotačních viskozimetrů

Systém válec-válec

Tento systém rotačního viskozimetru je charakteristický dvěma souosými (koaxiálními) válci a je určen pro měření nízkoviskózních kapalin. Jeden z válců vykonává otáčivý pohyb a dochází k vyhodnocování brzdného účinku vzorku při otáčení válce. Vzorek barvy je před měřením aplikován do úzké mezery mezi dvěma válci. Na polygrafických pracovištích se lze setkat s dvěma variantami tohoto rotačního viskozimetru, jak s rotujícím vnitřním válcem, tak s rotujícím vnějším válcem. V praxi se nicméně mnohem častěji používá varianta rotačního viskozimetru s rotujícím vnitřním válcem. Nevýhodou je větší spotřeba vzorku (cca 15 ml) a složitější čištění. [18,19]

Systém kužel-deska

Tento systém je určen pro kapaliny s vyšší viskozitou. V tomto případě je vzorek barvy aplikován mezi dvě plochy, které tvoří kužel a deska. Také tento typ rotačního viskozimetru dovoluje dvě provedení konstrukce – jak s rotujícím kuželem, tak s rotující deskou. Nevýhodou tohoto systému je omezená použitelnost pro suspenze. Vzorky s většími částicemi mohou způsobit trvalé poškození kuželu. Z důvodu malé kontaktní plochy mezi kuželem a deskou je spotřeba vzorku výrazně nižší. Čištění tohoto systému je velmi jednoduché. [19]

Systém deska-deska

Méně často používaným systémem je systém deska-deska. Předností tohoto systému je volná poloha mezery mezi deskami, tudíž lze aplikovat vzorky obsahující větší částice. Není potřeba aplikovat velké množství vzorku a čištění je podobně jednoduché jako u systému kužel-deska.

2 Praktická část

Praktická část pojednává o přípravě nového mono pigmentu ze zbytkových barev a jeho použití při recepturování. Nový mono pigment byl použit při recepturování disperzní flexotiskové barvy ZRO3184. Po namíchání barvy byly porovnány reologické vlastnosti (konzistence a viskozita) namíchané zbytkové barvy (ZRO3184 – zářez 903 s přídavkem laku) s barvou připravenou z nových mono pigmentů (RO3184 – zářez 001 a 903 s přídavkem laku) a zářezů (001, 903 a 903 s přídavkem laku). Podstatou zkoušky bylo porovnat reologické vlastnosti obou barev a zářezů – porovnání konzistence pomocí výtokového pohárku DIN 53 211 a porovnání viskozity pomocí rotačního viskozimetru HAAKE RotoVisco 1.

Všechny vzorky byly testovány s regulací teploty. Měření bylo uskutečněno při teplotě 20 °C a 30 °C. Moderní tiskové stroje jsou již v současnosti vybaveny mnoha automatickými prvky, jako je např. automatická regulace teploty tiskové barvy. Teplota 20 °C byla zvolena pro tiskové stroje s automatickou regulací teploty. Barva je při tisku ochlazována na konstantní teplotu 20 °C, při tisku nedochází k poklesu viskozity a změnám vlastností. V mnoha polygrafických firmách jsou i stroje, které jsou mnohem starší a jejich úroveň automatizace není tak vysoká. Teplota 30 °C byla zvolena jako teplota pro stroje bez automatické regulace teploty nebo jako teplota, na kterou barva může vystoupat v letních měsících.

2.1 Přístroje a zařízení

2.1.1 Příprava barvy ze zbytkových barev

- PC
- ruční spektrální fotometr eXact
- program X-Rite Pantone
- černá podložka
- nátiskové zařízení SAURRESSIG FP 100/300
- laboratorní míchačka Lab-Egg
- laboratorní váha
- plastové pipety
- plastové kelímky

2.1.2 Měření konzistence barev a zářezů výtokovým pohárkem

- výtokový pohárek DIN 53 211
- termostat
- teploměr
- odměrný válec
- nádoby pro odběr vzorků
- kádinky
- stopky

2.1.3 Měření viskozity a tixotropní chování barev a zářezů

- PC
- program rotačního viskozimetru Haake Job Manager
- rotační viskozimetr HAAKE RotoVisco 1
- rotující válec Rotor DG43 DIN 53 544 Titan
- termostat
- odměrný válec
- kádinky
- injekční stříkačky

2.2 Zkušební vzorky

2.2.1 Zářez 001

Zářez 001 je filmotvorná látka mléčně bílé až žluté barvy, která je částečně rozpustná ve vodě. Z technického listu zářezu 001 byla zjištěna hodnota konzistence při teplotě 20 °C při průtoku výtokovým pohárkem DIN 53 211. Konzistence zářezu 001 při teplotě 20 °C má činit 28 s. Přesné složení zářezu 001 je tajemstvím výrobce, z tohoto důvodu nemůže být zveřejněno.

2.2.2 Zářez 903

Zářez 903 je filmotvorná látka mléčně bílé až žluté barvy, která je částečně rozpustná ve vodě. Z technického listu zářezu 903 byla zjištěna hodnota konzistence při teplotě 20 °C při průtoku výtokovým pohárkem DIN 53 211. Konzistence zářezu 903 při teplotě 20 °C má činit 30 s. Přesné složení zářezu 903 je tajemstvím výrobce, z tohoto důvodu nemůže být zveřejněno.

2.2.3 Zářez 903 s přídavkem laku

Technický list tohoto zářezu není k dispozici. Tento typ zářezu byl navrhnout jako provizorní řešení. Lak byl přidáván do zářezu 903 z důvodu vysoké viskozity/konzistence. Lak v tomto případě fungoval jako ředidlo. Tento postup navrhl sám výrobce zářezu jako dočasné řešení. Přesné složení zářezu 903 je tajemstvím výrobce, z tohoto důvodu nemůže být zveřejněno.

2.2.4 Barva RO3184 (001)

Receptura barvy RO3184 (001) se skládala z pěti složek. Jako filmotvorná látka byl použit zářez 001. Zbytek receptu tvořily mono pigmenty A, B, C a D. Přesné složení mono pigmentů A, B, C a D je tajemstvím výrobce, z tohoto důvodu nemůže být složení zveřejněno. Procentuální zastoupení jednotlivých složek barvy RO3184 (001) je uvedeno v *Tab. 4*.

2.2.5 Barva RO3184 (903 + lak)

Receptura barvy RO3184 (903 + lak) se skládala z pěti složek. Jako filmotvorná látka byl použit zářez 903 s přídavkem laku. Zbytek receptu tvořily mono pigmenty E, F, G a voda. Voda sloužila v receptu jako ředidlo tiskové barvy. Přesné složení mono pigmentů E, F a G je tajemstvím výrobce, z tohoto důvodu nemůže být složení zveřejněno. Procentuální zastoupení jednotlivých složek barvy RO3184 (903 + lak) je uvedeno v *Tab. 4*.

2.2.6 Barva ZRO3184 (903 + lak)

Receptura barvy ZRO3184 (903 + lak) se skládala z pěti složek. Písmenko Z má obsluhu tiskového stroje informovat, že se jedná o zbytkovou barvu. Jako filmotvorná látka byl použit zářez 903 s přídavkem laku. Zbytek receptu tvořily mono pigmenty E, F, H a připravený zbytkový mono pigment RFRO 2411. Přesné složení mono pigmentů E, F a H je tajemstvím výrobce, z tohoto důvodu nemůže být složení zveřejněno. Příprava a složení zbytkového mono pigmentu RFRO 2411 je popsáno v následujících kapitolách. Procentuální zastoupení jednotlivých složek barvy ZRO3184 (903 + lak) je uvedeno v *Tab. 4*.

Tabulka 4 – Míchací poměr testovaných vzorků disperzních flexotiskových barev

RO3184 (001)	%	RO3184 (903 + lak)	%	ZRO3184 (903 + lak)	%
mono pigment A	5,82	mono pigment E	12,51	mono pigment E	2,14
mono pigment B	28,74	mono pigment F	13,29	mono pigment F	2,07
mono pigment C	39,13	mono pigment G	0,44	mono pigment H	0,62
mono pigment D	0,68	voda	0,97	RFRO 2411	91,97
zářez 001	25,63	zářez 903 + lak	72,79	zářez 903 + lak	3,2

2.3 Příprava barvy ze zbytkových barev

2.3.1 Příprava sudu ze zbytkových barev

Mono pigment byl připraven z barev uskladněných ve skladu. Byl připraven sud pro nový mono pigment, kdy do sudu byly postupně převedeny všechny zbytkové barvy v červených odstínech. Každá nádoba s barvou prošla pečlivou kontrolou z hlediska jejího stáří a kvality. Bylo nutné každou barvu před vylitím do sudu prohlédnout, protože by mohlo dojít za krátkou dobu ke znehodnocení celého obsahu sudu. Do sudu se zbytkovými barvami bylo přidáno určité množství baktericidu (cca do 5 %), aby byl potlačen vznik bakterií (mikroflóry a mikroorganismů). Po přelítí barev a přidání všech složek byl sud zapojen do sudového zařízení. Poté bylo spuštěno čerpadlo, aby byl celý obsah sudu kvalitně dispergován. Dispergace sudu trvala několik hodin. Po dispergaci bylo odebráno 100 g vzorku zbytkové barvy do plastového kelímku a vzorek byl přenesen na pracoviště pro recepturování tiskových barev.

2.3.2 Přidání nového mono pigmentu do knihovny

Při recepturování tiskových barev byl použit počítač s ručním spektrálním fotometrem typu eXact od firmy X-Rite Pantone, nátiskové zařízení SAURRESSIG FP 100/300, laboratorní míchačka Lab–Egg, laboratorní váha a plastové pipety. Na pracovišti byl vzorek ještě jednou promíchán v rychloběžné míchačce Lab–Egg. Před aplikací vzorku zbytkové barvy do nátiskového zařízení byl připraven odpovídající krycí papír. Pro všechny nátisky byl použit nenatíraný kraftliner odvíjený z role upevněné v nátiskovém zařízení. Nátiskové zařízení SAUERESSIG FP 100/300 bylo nastaveno dle standardního postupu a vzorek byl aplikován na rastrový pás šíře 30 mm s lineaturou 70 linek/cm. Byl zhotoven nátisk, který byl poté změřen spektrálním fotometrem eXact. Spektrální fotometr byl připojen k počítači a nastaven na osvětlení D50 a 2° pozorovatele. Po kalibraci spektrálního fotometru na absolutně bílou, načtení hodnot papíru a referenčních hodnot bylo provedeno měření. Nátisk byl podložen černou podložkou a byl proměřen třikrát na různých místech. Změřené hodnoty byly pomocí dodaného programu od firmy X-Rite Pantone uloženy do základní knihovny mono pigmentů jako nový mono pigment pod označením RFRO 2411, aby byl odlišen od standardních mono pigmentů. Zkratka RFRO 2411 je podnikové označení, RF znamená Rest Farbe (v německém jazyce zbytková barva), RO znamená rot (v německém jazyce červená barva) a číslo 2411 znamená den (24) a měsíc (11) přípravy sudu se zbytkovou barvou.

2.3.3 Příprava receptury ZRO3184

Receptura zbytkové barvy byla připravena programem od firmy X-Rite Pantone. Před započítím recepturování bylo nezbytné nastavit parametry recepturování, jako je typ substrátu, rastrového válce, počtu mono pigmentů a další parametry. Ve většině případů slouží jako referenční vzorek Pantone Coated nebo Pantone Uncoated vzorník nebo další typy vzorníků, popřípadě vzorky dodané od zákazníka. Jako referenční vzorek v tomto případě byl použit již hotový nátisk RO3184. Nátisk RO3184 byl proměřen třikrát pomocí spektrálního fotometru. Po proměření nátisku program X-Rite Pantone nabídl všechny kombinace míchacích poměrů ze základních mono pigmentů uložených v knihovně včetně nového (zbytkového) mono pigmentu RFRO 2411. Bylo důležité zvolit takovou recepturu, která obsahovala co nejmenší počet mono pigmentů s největším podílem RFRO 2411 a s nejmenší barvou odchylkou. Byl vybrán vzorek, který obsahoval 91,9 % RFRO 2411, 3,2 % zářezu a 4,8 % nových mono pigmentů (mono pigment E, F a H). Vybraná receptura se skládala z pěti složek, jak je možné vidět v *Tab. 4*. V receptu nebylo nutné navyšovat podíl zářezu, protože větší obsah zářezu obsahoval již mono pigment RFRO 2411 připravený ze zbytkových barev. Následně byl připraven vzorek zvoleného receptu o hmotnosti 50 g v odpovídajícím míchacím poměru. Program přesně určil, které mono pigmenty mají být dodány pro odpovídající odstín barvy. Na laboratorní váhu byl připraven kelímek, do kterého byly postupně nadávkovány jednotlivé složky pomocí plastové pipety. Po navážení vzorku byla tato směs dispergována pomocí malé rychloběžné míchačky Lab–Egg, aby tvořila kompaktní homogenní směs.

2.3.4 Příprava nátisku ZRO3184

Nejdříve bylo nastaveno nátiskové zařízení SAURESSIG FP 100/300. Byl připraven odpovídající krycí papír. Ručně byl přistaven formový válec, následně byl přistaven pomocí spínače na ovládacím pultu rastrový válec a k rastrovému válci byla ručně přitlačena rakle. Do vzniklého žlábků mezi rastrovým válcem a raklí bylo odpipetováno trochu vzorku připravené barvy a byl zhotoven nátisk. Barva byla aplikována v místě žlábků příslušného rastrového pásu (120 linek/cm) pro odpovídající tiskový stroj. Nátisk ZRO3184 byl po tisku nejdříve porovnán s referenčním vzorkem (nátiskem RO3184) pomocí Color Comparatoru. Bylo zjištěno, že se u nátisku projevuje mírná odchylka, proto bylo nutné provést kolorimetrickou zkoušku pomocí spektrálního fotometru eXact. Všechna měření byla uskutečněna za standardních podmínek (D50 a 2° pozorovatel), vzorky byly podloženy černou podložkou a zařízení bylo kalibrováno na absolutně bílou. Byl změřen referenční vzorek (RO3184) a následně připravený nátisk. Z měření vyplývalo, že nátisk ZRO3184 vykazoval barvou odchylku $\Delta E_{ab}^* = 2,5$.

Hodnota barvové odchylky splňovala tolerované hodnoty pro produkční tisk (do $\Delta E^*_{ab} = 3$). Receptura byla uložena pomocí programu do databáze receptů, aby bylo možné barvu reprodukovat pomocí míchací jednotky.

Tabulka 5 – Parametry barvového prostoru CIELAB pro barvu RO3184

	1	2	3	4	5	∅
L^*	37,9	37,4	37,6	38,2	37,7	37,7
a^*	52,5	51,8	52,6	52,1	51,8	52,2
b^*	23,7	24,3	24,1	23,7	24,1	24,0

Tabulka 6 – Parametry barvového prostoru CIELAB pro barvu ZRO3184

	1	2	3	4	5	∅
L^*	37,9	39,1	38,1	38,5	38,7	38,5
a^*	54,2	53,6	54,0	52,9	54,0	53,8
b^*	22,8	21,2	21,7	23,1	22,0	22,2

$$\Delta L^* = 38,5 - 37,7$$

$$\Delta a^* = 53,8 - 52,2$$

$$\Delta b^* = 22,2 - 24,0$$

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(0,8)^2 + (1,6)^2 + (-1,8)^2}$$

$$\Delta E^*_{ab} = 2,5$$

2.4 Měření reologických vlastností

Reologické vlastnosti byly měřeny u třech vzorků barvy, kdy dva vzorky barvy byly připraveny ze zářezu 903 s lakem, třetí vzorek byl namíchán ze zářezu 001. Stejně podmínky měření byly uplatněny i při měření zářezů, ze kterých byly barvy připraveny – zářez 001, čistý zářez 903 (z tohoto zářezu barvy nebyly připraveny) a zářez 903 s přídavkem laku. Měření bylo realizováno při teplotě 20 °C a 30 °C. Měření bylo uskutečněno dvěma různými metodami popsanými v teoretické části této práce (měření konzistence výtokovým pohárkem a měření viskozity rotačním viskozimetrem).

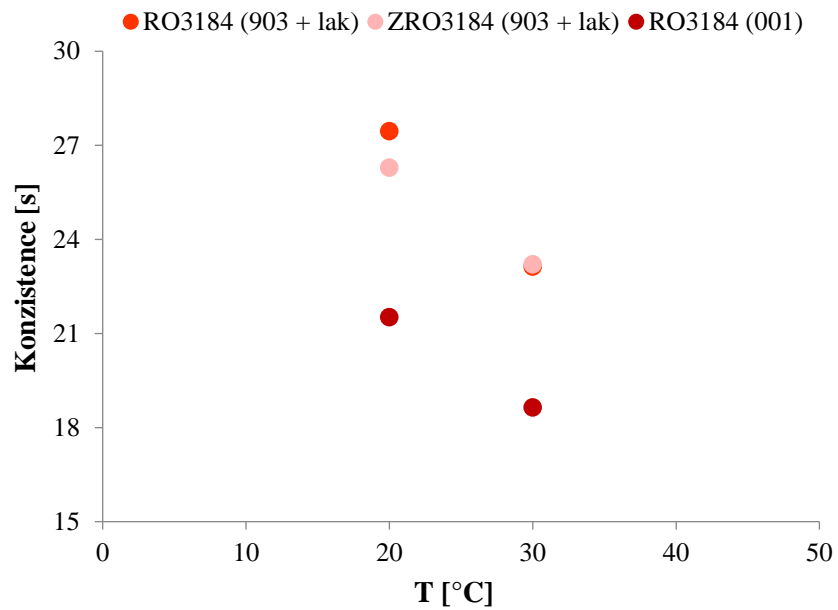
2.4.1 Měření konzistence barev a zářezů výtokovým pohárkem

Při měření konzistence byly použity – výtokový pohárek DIN 53 211, teploměr, termostat, odměrný válec o objemu 250 ml, nádoby pro odběr vzorků, kádinky a stopky. Každý vzorek byl odměřen pomocí odměrného válce na objem 100 ml. Vzorek byl převeden do plastové nádoby pro odběr vzorků a umístěn do termostatu s teploměrem, kde byl ochlazen na teplotu 20 °C. Teplota vzorku byla pozorována prostřednictvím teploměru ponořeného ve vodě, která byla uvnitř termostatu. Po ochlazení a ustálení teploty (7 min) byl vzorek převeden do výtokového pohárku a po stabilizaci vzorku bylo započato měření. Každý vzorek byl proměřen pětkrát. Byl měřen čas průtoku vzorku výtokovým pohárkem. Měření začalo v okamžiku, kdy byl odstraněn prst z výtokové trysky a ukončeno ve chvíli, kdy došlo k přerušování vlákna vzorku. Následně byl vzorek opět umístěn do termostatu a vytemperován na teplotu 30 °C. Tento postup byl opakovaně realizován u všech vzorků barev a zářezů.

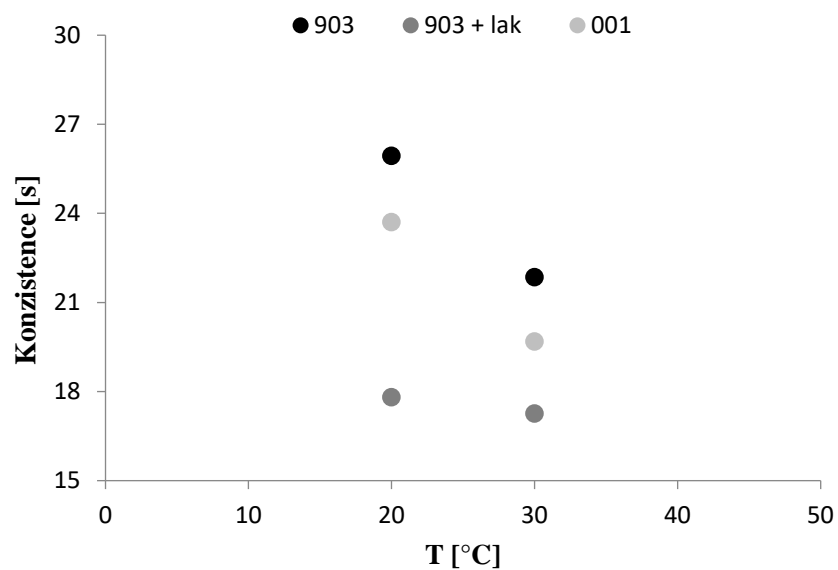
Hodnoty doby průtoku vzorků barev a zářezů uvedené v *Tab. 7* byly zprůměrovány. Vlivem špatného měření bylo nutné uskutečnit více měření. Stopky nebyly vždy spuštěny ve stejnou chvíli, když byl odstraněn prst z výtokové trysky. Hodnoty chybného měření nebyly brány v potaz a nebyly zahrnuty do průměru.

Tabulka 7 – Naměřené časy doby průtoku barev a zářezů výtakovým pohárkem DIN 53 211

Barva	T [°C]	t ₀ [s]	Zářez	T [°C]	t ₀ [s]
RO3184 (903 + lak)	20	27,5	903	20	25,9
ZRO3184 (903 + lak)		26,3	903 + lak		17,8
RO3184 (001)		21,5	001		23,7
RO3184 (903 + lak)	30	23,1	903	30	21,9
ZRO3184 (903 + lak)		23,2	903 + lak		17,3
RO3184 (001)		18,6	001		19,7



Obrázek 13 – Závislost konzistence na teplotě u vzorků barev



Obrázek 14 – Závislost konzistence na teplotě u vzorků zářezu

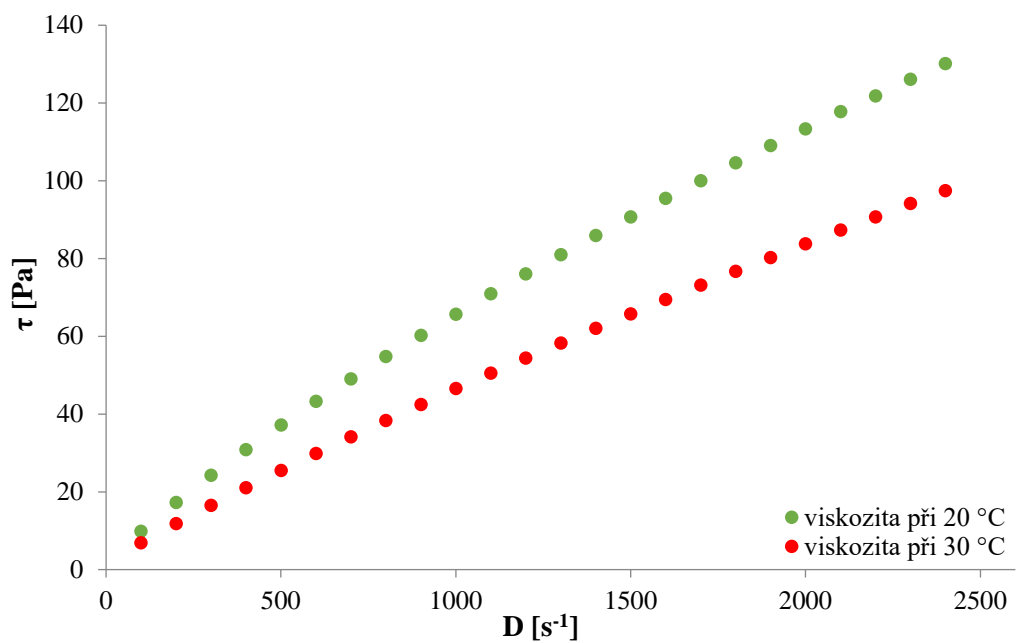
2.4.2 Měření viskozity a tixotropní chování barev a zářezů

Při měření tokových vlastností barev a zářezů byly použity – rotační viskozimetr HAAKE RotoVisco 1, rotující válec Rotor DG43 DIN 53 544 Titan, PC, program rotačního viskozimetru Haake Job Manager, termostat, odměrný válec o objemu 250 ml, kádinky a injekční stříkačky.

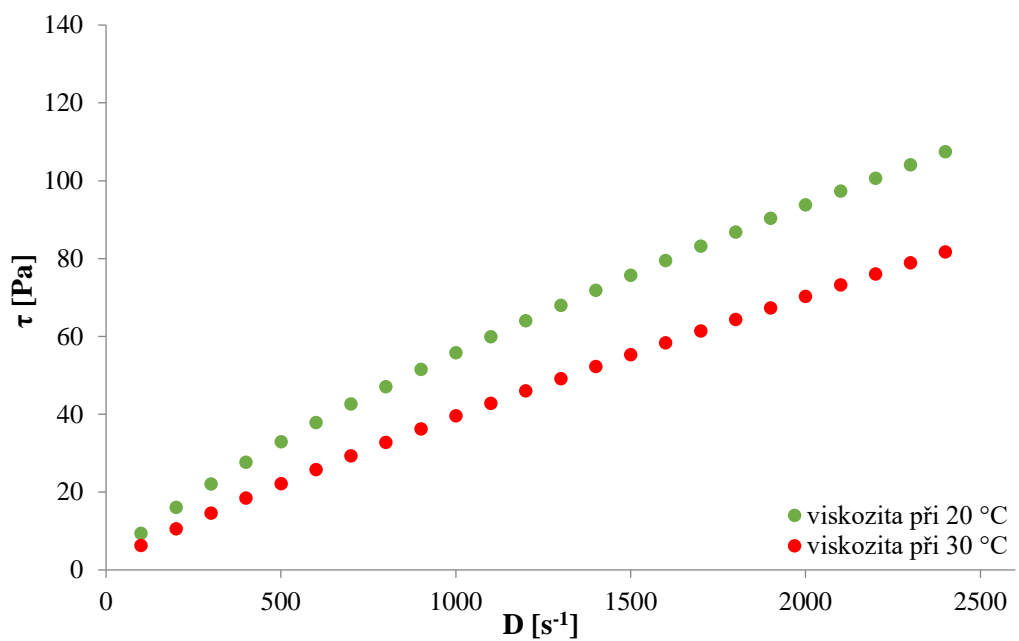
Měření viskozity na rotačním viskozimetru bylo uskutečněno z důvodu porovnání tokových vlastností jednotlivých typů barev a zářezů. Měření mělo vysvětlit, proč zbytkové barvy mají při tisku tak odlišné vlastnosti od barev připravených z nových mono pigmentů.

Prvním krokem před měřením byla automatická kalibrace viskozimetru, kdy je nastavena přesná pozice rotujícího válce. Poté byl rotující válec vytažen nahoru. Pomocí injekční stříkačky byl odebrán testovaný vzorek z kádinky a nadávkován do odměrného válce na objem 15 ml. Pro každé měření bylo použito přesně 15 ml vzorku. Z odměrného válce byl vzorek převeden do rotačního viskozimetru, přesněji mezi dva souosé válce. Vzorek byl aplikován do vnějšího válce po vnitřní stěně vnějšího válce. Poté byly nastaveny všechny parametry testu. Následně byl rotující válec nechán opět sjet do vnějšího válce. Před každým měřením byla nastavena teplota, při které byl vzorek měřen. Nejdříve byl vzorek vytemperován na teplotu 20 °C – při smykové rychlosti 50 s⁻¹. Po ustálení teploty bylo zahájeno měření v rozsahu 0–2500 s⁻¹ se záznamem hodnot po 3 s. Po změření vzorku byl rotující válec vytažen nahoru a celá měřící aparatura (vnější a vnitřní válec) byla pečlivě očištěna od testovaného vzorku. Všechny části byly opláchnuty vodou, nebylo třeba použít speciálních čisticích prostředků, protože disperzní barvy používají jako ředidlo vodu. Po očištění byla aparatura sestavena do původního stavu. Při druhém měření byl použit stejný zmíněný postup s tím rozdílem, že při druhém měření byl vzorek vytemperován na teplotu 30 °C. Vzorek byl kalibrovat na nastavenou teplotu a po ustálení bylo provedeno druhé měření. Po změření vzorku byl rotující válec opět vytažen a vše pečlivě očištěno od testovaného vzorku. Tento postup byl opakován pro všechna měření.

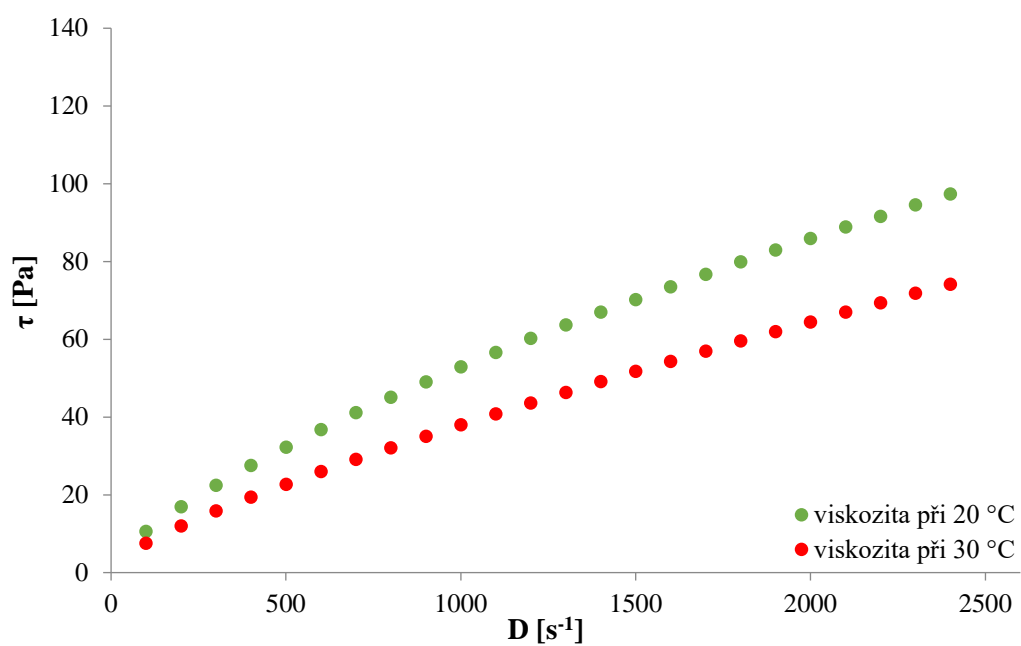
Každý vzorek byl proměřen dvakrát až čtyřikrát. V případě, že se hodnoty shodovaly, byla udělána pouze dvě měření, ale pokud hodnoty vykazovaly větší rozdíl, bylo nutné udělat více měření. Hodnoty byly zprůměrovány.



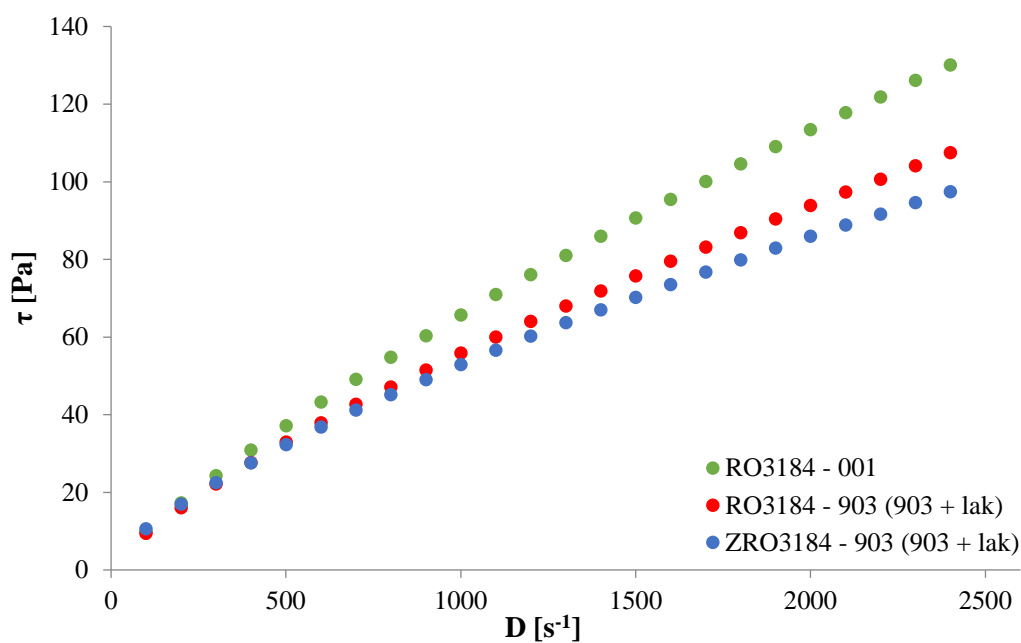
Obrázek 15 – Tokové chování vzorku barvy RO3184 připravené ze zářezu 001



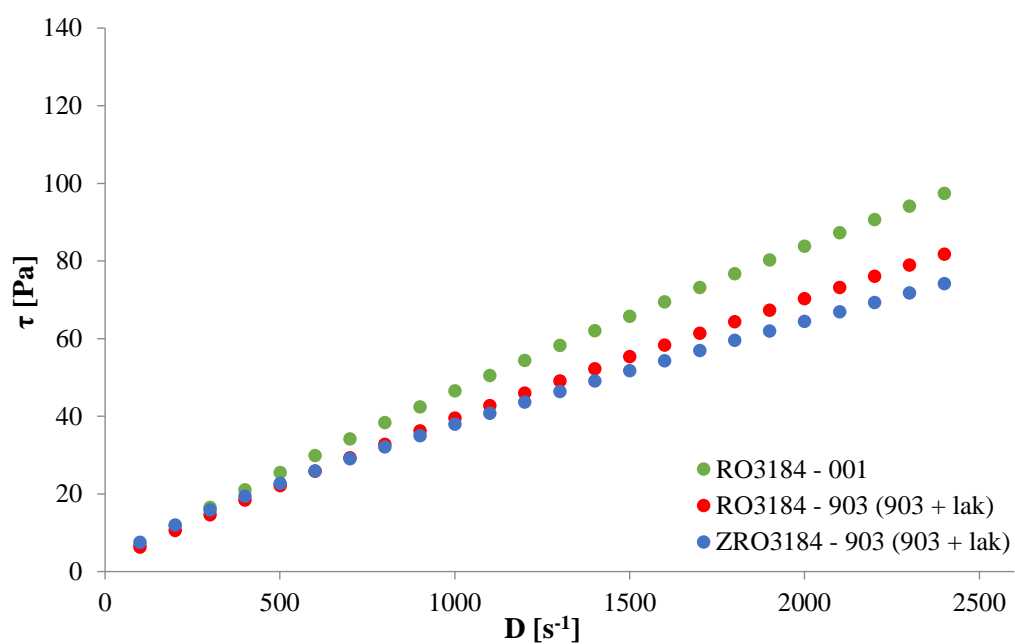
Obrázek 16 – Tokové chování barvy RO3184 připravené ze zářezu 903 s přidavkem laku



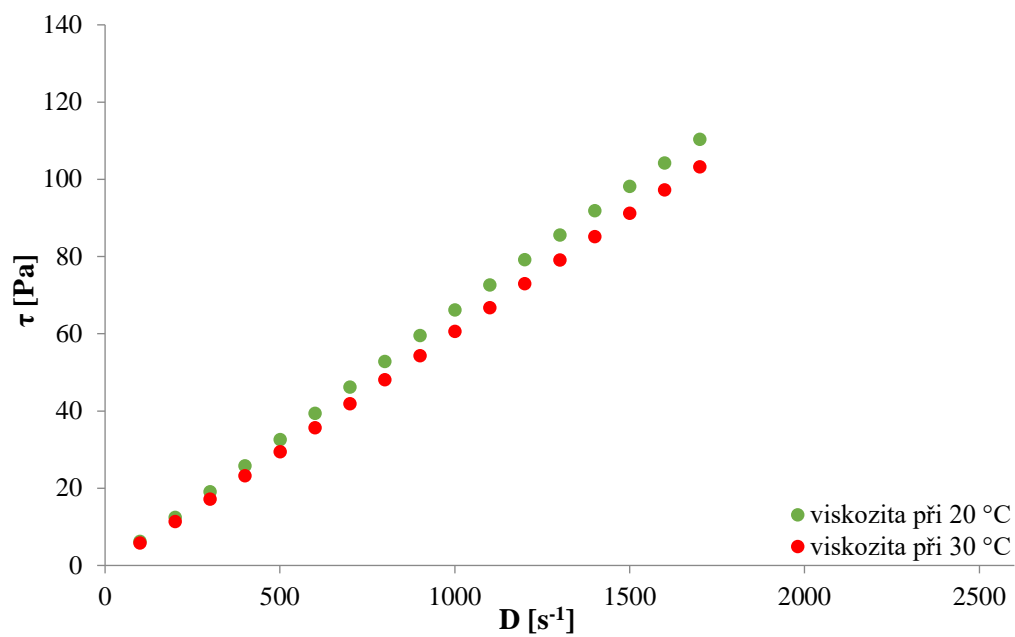
Obrázek 17 – Tokové chování barvy ZRO3184 připravené ze zářezu 903 s přidavkem laku



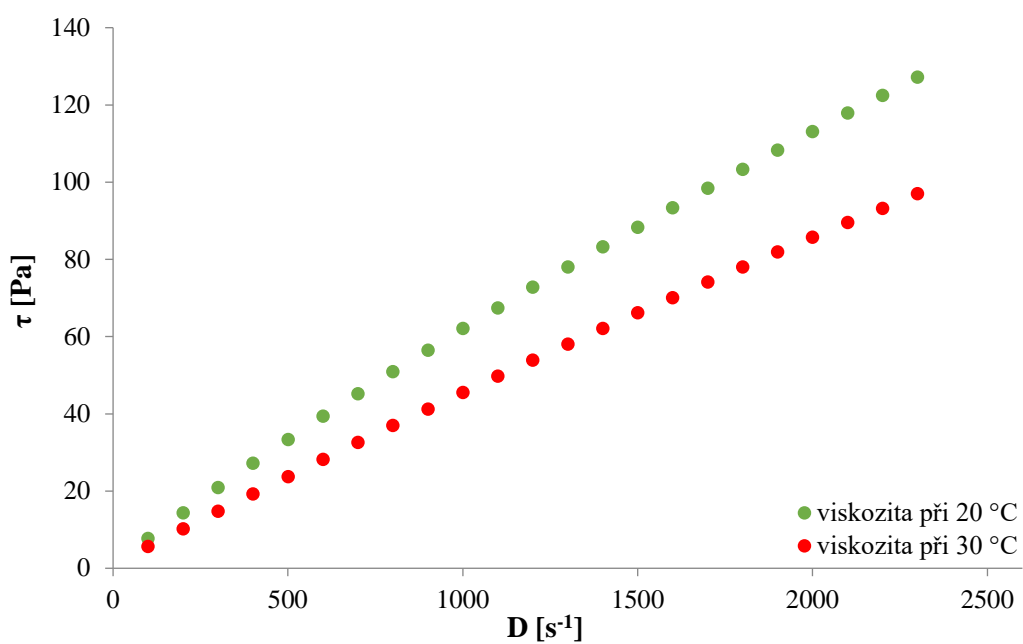
Obrázek 18 – Porovnání tokových vlastností všech vzorků barev při teplotě 20 °C



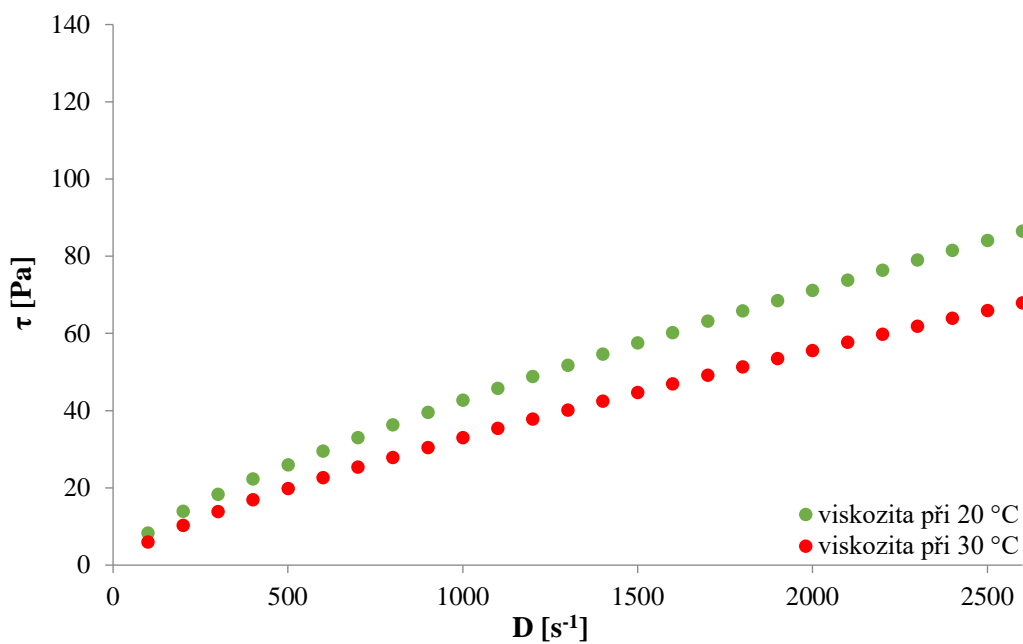
Obrázek 19 – Porovnání tokových vlastností všech vzorků barev při teplotě 30 °C



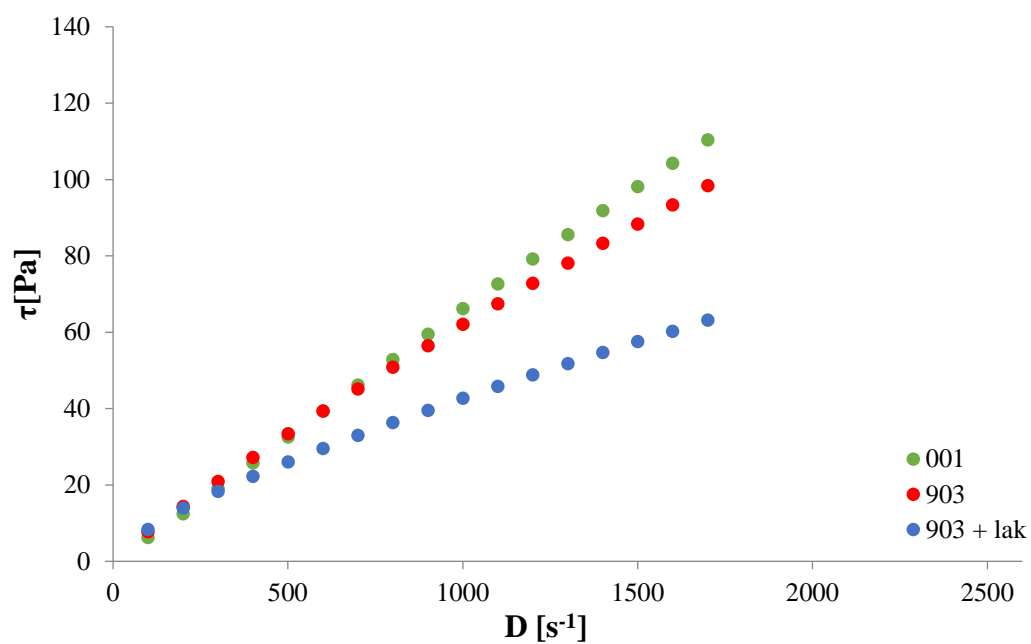
Obrázek 20 – Tokové chování zářezu 001



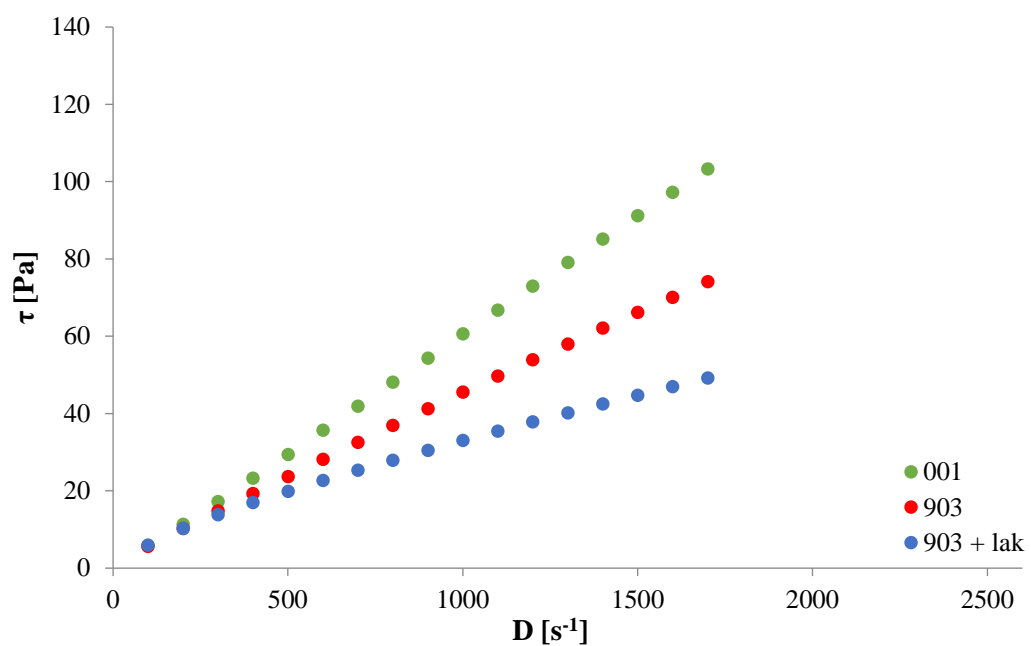
Obrázek 21 – Tokové chování zářezu 903



Obrázek 22 – Tokové chování zářezu 903 s přidavkem laku



Obrázek 23 – Porovnání tokových vlastností všech zářezů při teplotě 20 °C

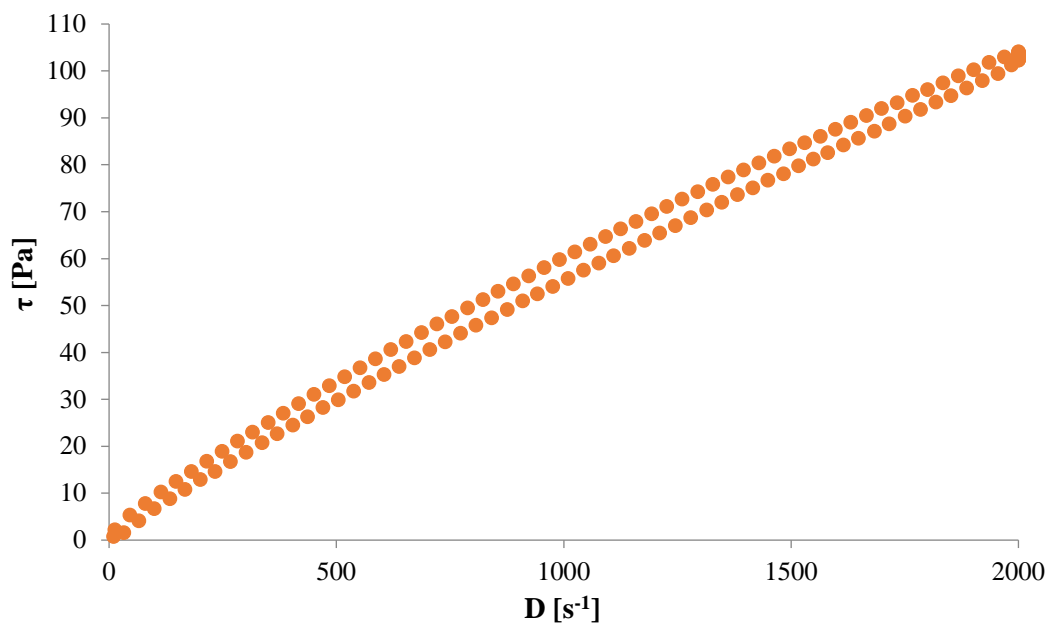


Obrázek 24 – Porovnání tokových vlastností všech zářezů při teplotě 30 °C

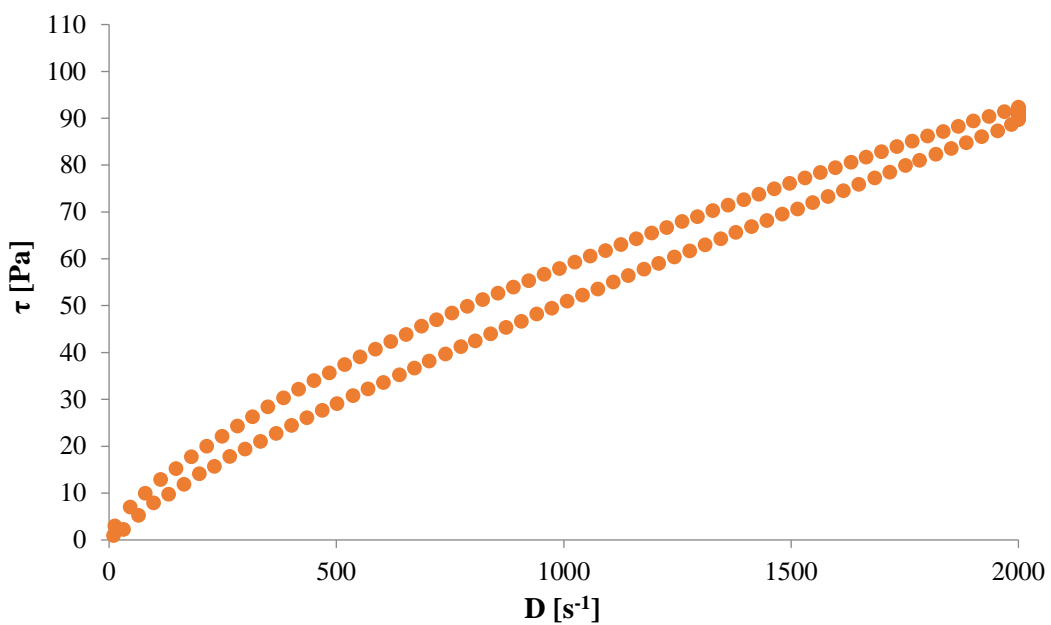
Z reogramů získaných při měření tokových vlastností flexotiskových disperzních barev a zářezů bylo zjištěno, že barva ZRO3184 a zářez 903 s přídavkem lakem vykazují výraznější složku pseudoplastického chování (nenewtonské). Disperzní flexotiskové barvy a zářezy jsou newtonské kapaliny, pro které je typická tzv. viskozita ideálních kapalin. Získané reogramy jasně poukazují na projev zdánlivé viskozity, která by se u testovaných vzorků neměla projevovat. Po vynesení hodnot do grafu je jasné, že se nejednalo o lineární závislost a některé vzorky se chovaly jako pseudoplastické kapaliny.

Po zjištění sklonu k pseudoplastickému chování, byly vzorky otestovány na tixotropní chování. Při měření byla použita stejná zařízení a přístroje jako při měření viskozity barev a zářezů. Vzorky používaných barev a zářezů byly otestovány na rotačním viskozimetru HAAKE RotoVisco 1 s rotujícím válcem Rotor DG43 DIN 53 544 Titan. Všechny vzorky byly měřeny s narůstající smykovou rychlostí 0–2000 s⁻¹ a následně s klesající smykovou rychlostí 2000–0 s⁻¹ se záznamem hodnot po 10 s. Podstatou měření bylo studovat vliv tixotropních vlastností u vzorků barev a zářezů používaných při produkčním tisku.

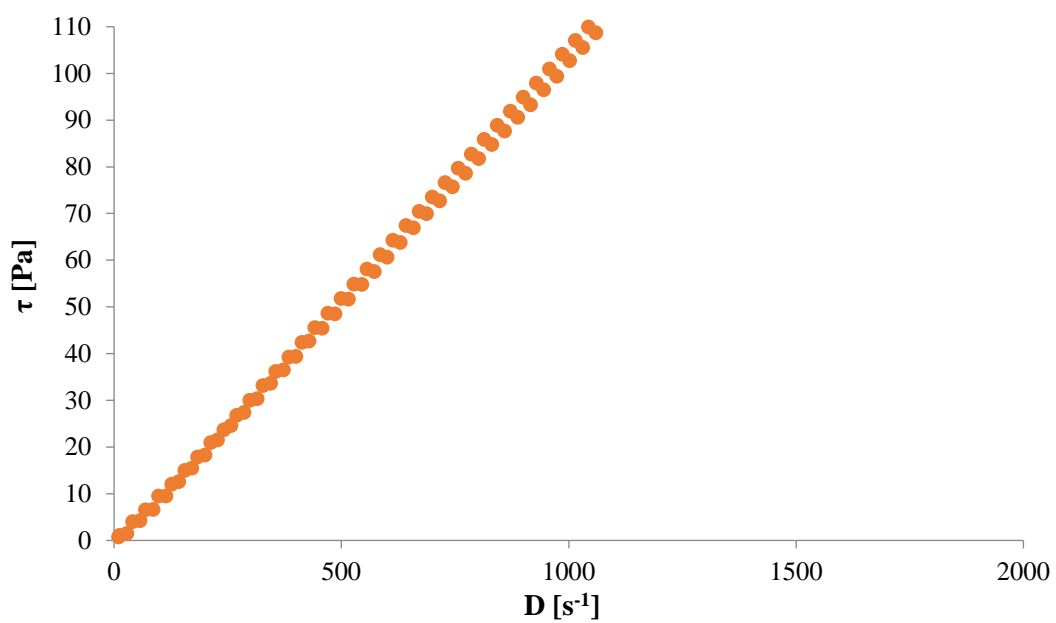
Z *Obr. 25 až 28* je zřejmé výraznější tixotropní chování tiskové barvy ZRO3184 a zářezu 903 s přídavkem laku. Z obrázků vyplývá, že se vzorky chovaly nenewtonsky, což není pro flexotiskové barvy typické. Pro barvu RO3184 byla zjištěna plocha pod křivkou 9662 Pas a pro barvu ZRO3184 13 807 Pas. Pro zářez 001 byla zjištěna plocha pod křivkou 6466 Pas a pro zářez 903 s přídavkem laku 4556 Pas.



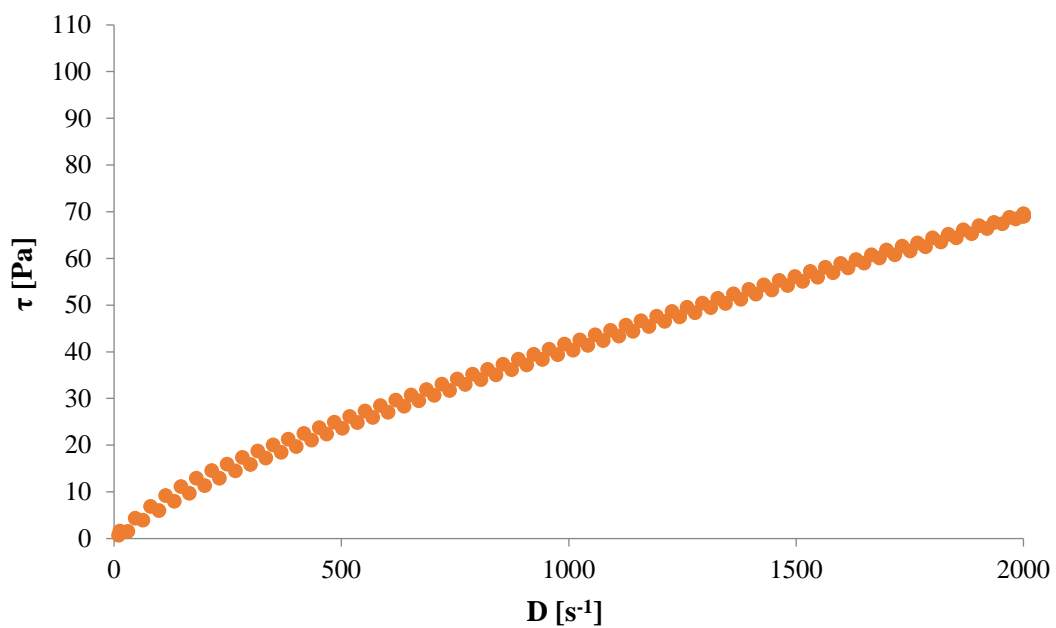
Obrázek 25 – Tixotropní chování barvy RO3184 připravené ze zářezu 001



Obrázek 26 – Tixotropní chování barvy ZRO3184 připravené ze zářezu 903 s přídavkem laku



Obrázek 27 – Tixotropní chování zářezu 001



Obrázek 28 – Tixotropní chování zářezu 903 s přísávkem laku

Závěr

Účelem této bakalářské práce bylo dokázat, že lze připravit nový mono pigment (RFRO 2411) z dostupných barev, které byly uskladněny ve skladu. Použitím uskladněných barev k přípravě nového mono pigmentu je docíleno úspory a snížení spotřeby standardních mono pigmentů a dalších složek. Tato procedura umožňuje maximální využití všech barev ve skladu, snižuje nutnost odborné likvidace barev a látek použitých v barvách. Hlavní předností je úspora mono pigmentů (koncentrátů) a filmotvorné látky. Recept zbytkové barvy byl navržen tak, aby největší podíl zbytkové barvy tvořil nový mono pigment (RFRO 2411) připravený sléváním barev, které nebyly spotřebovány při produkčním tisku.

Nevýhodou je nutnost přepočítávání receptur. Při spotřebě nového mono pigmentu, který není standardně vyráběn dodavatelem, musí člen servisu (barvičkář) připravit nový sud a všechny recepty, kde byl daný mono pigment použit, přepočítat. Proces je časově zdlouhavý, ale přesto velice výhodný pro tiskárnu, zejména z hlediska úspory jednotlivých komponentů tiskové barvy. Největší úsporou je menší podíl standardních mono pigmentů, které jsou nejdražší položkou receptu. Spotřeba filmotvorné látky (v tomto případě zářezu) je zde prakticky zanedbatelná, protože velké množství zářezu je již obsaženo v barvách, které zbyly z tisku. Proto není nutné používat zářez při recepturování zbytkových barev. Zbytkové barvy mohou obsahovat nestandardní složky (např. aditiv), které mohou ovlivňovat vlastnosti barvy připravené z tohoto mono pigmentu. S touto skutečností musí barvičkář počítat a brát ji v úvahu při navrhování receptury. Nevýhodou je taky snížená životnost zbytkové barvy. Důvodem je rozdílné stáří a složení barev, ze kterých byl připraven nový mono pigment (RFRO 2411)

Byla připravena testovací sada vzorků zářezů a barev, které byly otestovány výtokovým pohárkem DIN 53 211 a na rotačním viskozimetru HAAKE RotoVisco 1. Z naměřených hodnot vyplývá, že z hlediska konzistence je zářez 903 viskóznější než zářez 001. Přidáním laku do zářezu 903 dochází k poklesu konzistence a zářez má menší konzistenci než zářez 001. V případě barev bylo prokázáno, že barvy připravené ze zářezu 903 s přídavkem laku jsou viskóznější než barva připravená ze zářezu 001. Není překvapující, že barva ZRO3184 připravená ze zářezu 903 s přídavkem laku má o něco menší konzistenci než barva RO3184 připravená ze zářezu 903 s přídavkem laku. Barva ZRO3184 může obsahovat větší množství zářezu, ředidla (vody) a aditiv, která významně ovlivňují výslednou konzistenci tiskové barvy.

Dále bylo cílem porovnat chování zářezů a tiskových barev. Měření tokových křivek prokázalo, že se v některých případech nejedná o newtonské kapaliny. Typické pro newtonské chování je lineární závislost, ale u vzorku zářezu 903 a 903 s přídavkem laku, tedy i barev

připravených z těchto zářezů, lze pozorovat neneutonské pseudoplastické chování, které by se nemělo objevovat u tohoto druhu tiskové barvy. Vlastnosti těchto barev jsou o tolik horší, že jejich použití při produkčním tisku nebylo možné.

Na základě této skutečnosti, bylo nutné kontaktovat dodavatele tiskových barev (mono pigment, zářezy a aditiva) a konzultovat s ním výsledky testů. Výsledky měření byly mimo normu, proto musely být konzultovány s dodavatelem, který navrhl další postup, jak problém vyřešit. Na základě výsledků upravil dodavatel recepturu zářezu. Průběžným odebíráním a měřením vzorků bylo docíleno optimálního chování zářezu, a tedy i barev.

Seznam použitých zdrojů

- [1] Thoma P. *Svět tisku: Výroba tiskových barev*. [online]. 2006. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=2226
- [2] Hudeček K. *Tiskové barvy: Na papír a ostatní materiály*. 1. vydání, SNTL, Praha, 1975, s. 41-62. ISBN 06-182-75.
- [3] Doležal I. *Svět tisku: Flexotiskové barvy pro potisk různých materiálů*. [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=6164
- [4] Thoma P. *Svět tisku: Barvy pro flexotisk*. [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=3476
- [5] Kaplanová M. a kolektiv. *Moderní polygrafie*. 1. vydání, Svaz polygrafických podnikatelů, Praha, 2009, s. 154-155, s. 145, s. 14-15, s. 292, s. 128-129. ISBN 978-80-254-4230-2.
- [6] Anonym. *Light Booths*. [online]. 2017 [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://www.xrite.com/categories/light-booths>
- [7] Bartoň J. *Úvod do technologie ofsetu*. 7. vydání, Nakladatelství grafické školy v Praze, Praha, 2003, s. 157-158, s. 151-154. ISBN 80-902978-6-2.
- [8] Anonym. *The Pantone matching system* [online]. [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <https://www.pantone.com/the-pantone-matching-system>
- [9] Držková M., Fribert M. *Automatizace a řízení tisku*. 1. vydání, Univerzita Pardubice, Pardubice, 2012, s. 13-14, s. 81-82. ISBN 978-80-7395-466-8.
- [10] Anonym. *Vlnitá lepenka* [online]. [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: <http://mlady-obal.cz/predchozi-rocniky/2015/clanky/o-materialech/vlnita-lepenka/a85>
- [11] Anonym. *Svět tisku: Zpracování vlnitých lepenek*. [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: http://www.svettisku.cz/buxus/docs/Zpracovani_vlnitych_lepenek.pdf
- [12] Korda J. a kolektiv. *Papírenská encyklopedie*. 1. vydání, SNTL, Praha, 1992, s. 140, s. 379. ISBN 80-03-00647-3.
- [13] Leach R.H., Pierce R.J. *The Printing Ink Manual*. 5. vydání, Springer, Dordrecht 2007, s. 91-93, s. 840-842. ISBN 978-0-948905-81-0.
- [14] Kipphan H. *Handbook of Print Media*. 1. vydání, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2001, s. 72-75. ISBN 3-540-67326-1.
- [15] Šalda J. *Od rukopisu ke knize a časopisu*. 4. vydání, SNTL, Praha, 1983, s. 239. (04-606-83)
- [16] Kalendová A., Kalenda P. *Technologie nátěrových hmot I.: Stroje a procesy ve výrobě nátěrových hmot*. 1 vydání, Univerzita Pardubice, Pardubice, 2003, s. 32-37, s. 112-117. ISBN 80-7194-625-7.

- [17] Pavlíček J., Rumíšek P., Laskafeld M. *Chemické a fyzikální vlastnosti titanové běloby*. Odbor odbytu chemopetrol, Přerov, s. 57, s. 67-68, s. 68.
- [18] Holubová R. *Základy reologie a reometrie kapalin* [online]. Olomouc, 2014, s. 26, s. 20, s. 20-22. [cit. 2017-05-01].
Dostupné z: http://mofychem.upol.cz/KA6/Zaklady_reologie.pdf
- [19] Januš P. *Studium viskozity kapalných materiálů*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Martin Frk, Ph.D.

Seznam použitých tabulek a obrázků

- [20] Jakucewicz S. *Farby Drukowe*. 1. vydání, Michael Huber Spółka z o. o, Wrocław, 2001, s. 11. ISBN 83-88861-04-2.
- [21] Kadeřábek V., Černý J. *Polygrafické materiály*. 1. vydání, Univerzita Pardubice, Pardubice, 1989, s. 154. ISBN 80-85113-07-4.