

**Univerzita Pardubice**  
**Fakulta chemicko-technologická**

**Studium světlostálosti tiskových barev pro digitální  
tisk pomocí přirozeného a urychleného stárnutí**

**Michaela Šrámková**

**Bakalářská práce**

**2020**

**University of Pardubice**  
**Faculty of Chemical Technology**

**The study of lightfastness of printing inks for digital  
printing through natural and accelerated aging**

**Michaela Šrámková**

**Bachelor thesis**

**2020**

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Michaela Šrámková**  
Osobní číslo: **C17101**  
Studijní program: **B3441 Polygrafie**  
Studijní obor: **Polygrafie**  
Téma práce: **Studium světlostálosti tiskových barev pro digitální tisk pomocí přirozeného a urychleného stárnutí**  
Zadávající katedra: **Katedra polygrafie a fotofyziky**

### Zásady pro vypracování

1. Na základě studia odborné literatury se podrobně seznámte s problematikou světlostálosti tiskových barev, jejího měření a hodnocení.
2. V experimentální části práce proveďte testy světlostálosti barev digitálních tiskových strojů Konica Minolta AccurioPress C3070, HP Latex 335 a Epson Sure Color P800. Testy světlostálosti tiskových barev proveďte pomocí přirozeného stárnutí v interiéru a dále urychleným stárnutím v zařízení Q-Sun Xe-1-B.
3. Dosažené výsledky analyzujte a souhrnně zpracujte ve formě závěrečné písemné práce.

Rozsah pracovní zprávy:  
Rozsah grafických prací:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Bohumil Jašúrek, Ph.D.**  
Katedra polygrafie a fotofyziky

Datum zadání bakalářské práce: **28. února 2020**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **4. července 2020**

L.S.

---

**prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.**  
děkan

---

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

Prohlašuji:

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

Byla jsem seznámena 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.

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

V Pardubicích dne 4. 7. 2020

Michaela Šrámková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu této práce, Ing. Bohumilu Jašůrkovi, Ph.D., za jeho konstruktivní rady a připomínky. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině a přítelovi, za podporu a pomoc během studia.

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



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



## **ANOTACE**

Cílem této bakalářské práce bylo porovnat světlostálost vzorků vytištěných digitální tiskovou technikou. Práce obsahuje popis použitých tiskových barev, potiskovaných substrátů a tiskových technik. Dále jsou v práci popsány faktory ovlivňující stálost materiálů a způsoby vyhodnocení. Stárnutí první sady vzorků probíhalo v interiéru po dobu šesti měsíců. Pro porovnání byla druhá sada vzorků uložena ve tmě rovněž po dobu šesti měsíců. Třetí sada vzorků byla podrobena urychlenému stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B po dobu 450 hodin. Pro objektivní hodnocení barevné změny byla zvolena barvová odchylka.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

světlostálost, digitální tisk, přirozené stárnutí, urychlené stárnutí, tisková barva

## **TITLE**

The study of lightfastness of printing inks for digital printing through natural and accelerated aging

## **ANNOTATION**

The aim of this bachelor's thesis was to compare the lightfastness of samples printed by digital printing technique. The work contains a description of the used printing inks, printed substrates and printing techniques. Furthermore, the work describes the factors influencing the stability of the materials and methods of evaluation. The first set of samples was aged indoors for six months. For comparison, a second set of samples was stored in the dark for six months. A third set of samples was subjected to accelerated aging in a test chamber Q-Sun Xe-1-B for 450 hours. The parameter color deviation was chosen for the objective evaluation of the color change.

## **KEYWORDS**

lightfastness, digital printing, natural aging, accelerated aging, printing ink



# OBSAH

<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>10</b>
<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>12</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>14</b>
<b>1 TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>15</b>
1.1 Použité tiskové techniky – Digitální tisk .....	15
1.1.1 Elektrofotografie .....	16
1.1.2 Inkjet.....	16
1.1.2.1 Kontinuální tisk .....	17
1.1.2.2 Technologie drop-on-demand .....	17
1.2 Tiskové barvy pro digitální tisk.....	17
1.2.1 Toner.....	17
1.2.2 Inkoust .....	18
1.2.2.1 Barvivové inkousty (dye-based).....	18
1.2.2.2 Pigmentové inkousty (pigment-based).....	18
1.2.2.3 Pigmentované inkousty (pigmented inks).....	19
1.3 Papíry.....	19
1.3.1 Chemické složení dřeva .....	20
1.3.2 Nenatírané dřevité papíry .....	21
1.3.3 Natírané dřevité papíry .....	21
1.3.4 Nenatírané bezdřevé papíry .....	21
1.3.5 Natírané bezdřevé papíry .....	22
1.3.6 Papíry pro inkjetový tisk.....	22
1.3.6.1 Konvenční přijímací vrstva papíru .....	22
1.3.6.2 Bobtnající přijímací vrstva papíru .....	23
1.3.6.3 Mikroporézní vrstva papíru.....	24
1.4 Světlostálost tiskových barev .....	24
1.4.1 Vliv světla.....	24
1.4.2 Vliv tepla a vlhka .....	25
1.4.3 Vliv ovzduší .....	26
1.4.4 Vliv materiálu .....	26
1.4.5 Katalytické blednutí.....	27
1.4.6 Vliv geografické polohy .....	27
1.4.7 Klimatické změny .....	27

1.4.7.1	Klimatické změny Evropy.....	27
1.4.7.2	Klimatické změny v České republice.....	28
1.4.7.3	Doba slunečního svitu.....	29
1.4.8	Měření světlostálosti.....	30
1.4.8.1	Metoda přirozeného stárnutí.....	30
1.4.8.2	Metoda urychleného stárnutí.....	30
1.4.9	Standardizace a hodnocení měření světlostálosti.....	32
<b>2</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>35</b>
2.1	Materiály.....	35
2.1.1	Tiskové barvy.....	35
2.1.2	Papíry.....	35
2.2	Přístroje.....	36
2.2.1	Tiskové stroje.....	36
2.2.2	Spektrofotometr Exact X-Rite pantone.....	36
2.2.3	Fotoaparát Nikon D3100.....	37
2.2.4	Mikroskop Nikon LV-UDM.....	37
2.2.5	Testovací komora Q-Sun Xe1-B.....	37
2.2.6	Luxmetr Lutron LX-105.....	37
2.3	Postup měření.....	38
2.4	Vstupní a výstupní referenční hodnoty $L^*$ $a^*$ $b^*$ souřadnic vzorků.....	39
<b>3</b>	<b>Výsledky a diskuze.....</b>	<b>40</b>
3.1	Porovnání světlostálosti jednotlivých typů papírů.....	40
3.2	Porovnání světlostálosti barev testovaných urychleným stárnutím.....	41
3.2.1	Fotodokumentace a mikroskopické snímky.....	44
3.3	Porovnání světlostálosti barev testovaných přirozeným stárnutím v interiéru.....	50
3.4	Porovnání světlostálosti barev testovaných přirozeným stárnutím vzorků ve tmě.....	53
	<b>Závěr.....</b>	<b>56</b>
	<b>Použitá literatura.....</b>	<b>58</b>
	<b>Přílohy.....</b>	<b>62</b>

# SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Tiskové techniky [2].....	15
Obrázek 2: Princip elektrofotografie [3].....	16
Obrázek 3: Vytvoření pigmentového inkoustu pomocí nerozpustných pigmentů a kapalného nosiče [4] .....	18
Obrázek 4: Chromatografická separace pigmentovaného inkoustu [4] .....	19
Obrázek 5: Celulóza [7].....	20
Obrázek 6: Schéma průniku pigmentového a barvivového inkoustu do konvenční matné vrstvy s papírovou podložkou [8].....	23
Obrázek 7: Schéma průniku pigmentového a barvivového inkoustu do bobtnající vrstvy [8] .....	23
Obrázek 8: Schéma průniku pigmentového a barvivového inkoustu do mikroporézní vrstvy [8] .....	24
Obrázek 9: Schéma elektromagnetického záření [14].....	25
Obrázek 10: Modelový odhad zvýšení průměrné teploty (°C) v Evropě v závěru 21. století [20].....	28
Obrázek 11: Změny průměrných ročních chodů územních teplot vzduchu (°C) pro jednotlivé měsíce v období 1961–1990 a 1991–2010 [21].....	28
Obrázek 12: Průběh měsíčních úhrnů doby trvání slunečního svitu a měsíčního počtu jasných dní, v roce 2019 v Hradci Králové, ve srovnání s dlouhodobým průměrem v letech 1981–2010 [23] .....	29
Obrázek 13: Porovnání spekter fluorescenční lampy (zařízení QUV), xenonové výbojky s filtrem denního světla (zařízení Q-Sun) a slunečního záření [26] .....	31
Obrázek 14: Porovnání potištěných vzorků papíru MultiArt Silk před a po ukončení testu (450 hod.) v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B .....	41
Obrázek 15: Porovnání vzorků procesních barev (CMYK) a sekundárních barev (RGB) v tónové hodnotě 100 % před a po ukončení testu při urychleném stárnutí v testovacím zařízení Q-Sun Xe-1-B.....	45

Obrázek 16: Porovnání vzorků procesních barev (CMYK) a sekundárních barev (RGB) v tónové hodnotě 60 % před a po ukončení testu při urychleném stárnutí v testovacím zařízení Q-Sun Xe-1-B.....	46
Obrázek 17: Porovnání vzorků procesních barev (CMYK) a sekundárních barev (RGB) v tónové hodnotě 30 % před a po ukončení testu při urychleném stárnutí v testovacím zařízení Q-Sun Xe-1-B .....	47
Obrázek 18: Porovnání mikroskopických snímků v tónové hodnotě 100 % procesních barev (CMYK) tištěných tonerovou tiskárnou Konica Minolta AccurioPress C3070 na papír MultiArt Silk před započítím testu a po jeho ukončení (urychlené stárnutí v zařízení Q-Sun Xe-1-B) .....	48
Obrázek 19: Porovnání mikroskopických snímků černé barvy s tónovou hodnotou 30 % tištěných na strojích Konica Minolta AcurioPress C3070, HP Latex 335 (substrát HP Professional Satin Paper a Craftezon Metro Expo), Epson SureColor SC-P800 před započítím testu a po jeho ukončení (urychlené stárnutí v zařízení Q-Sun Xe-1-B).....	49

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Odolnost tisku podle normy ČSN EN ISO 105-B01 [35] .....	32
Tabulka 2: Odolnost inkoustového tisku podle normy ISO 12040 [39] .....	33
Tabulka 3: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé papíry metodou přirozeného stárnutí v interiéru, přirozeného stárnutí ve tmě a metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B .....	40
Tabulka 4: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Epson SureColor SC-P800 na substrátu Epson Proofing Paper White Semimatte testované metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1 .....	42
Tabulka 5: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 na substrátu MultiArt Silk testované metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B .....	42
Tabulka 6: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu Craftezon Metro Expo testované metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B .....	43
Tabulka 7: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu HP Professional Satin Paper testované metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B .....	43
Tabulka 8: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Epson SureColor SC-P800 na substrátu Epson Proofing Paper White Semimatte testované přirozeným stárnutím v interiéru .....	51
Tabulka 9: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 na substrátu MultiArt Silk testované přirozeným stárnutím v interiéru.....	51
Tabulka 10: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu Craftezon Metro Expo testované přirozeným stárnutím v interiéru.....	52
Tabulka 11: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu HP Professional Satin Paper testované přirozeným stárnutím v interiéru.....	52

Tabulka 12: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Epson SuroColor SC-P800 na substrátu Epson Proofing Paper White Semimatte testované přirozeným stárnutím ve tmě .....	54
Tabulka 13: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 na substrátu MultiArt Silk testované přirozeným stárnutím ve tmě .....	54
Tabulka 14: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 a na substrátu Craftezon Metro Expo testované přirozeným stárnutím ve tmě .....	55
Tabulka 15: Porovnání barvových odchylek $\Delta E$ pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 a na substrátu HP Professional Satin Paper, testované přirozeným stárnutím ve tmě .....	55

# ÚVOD

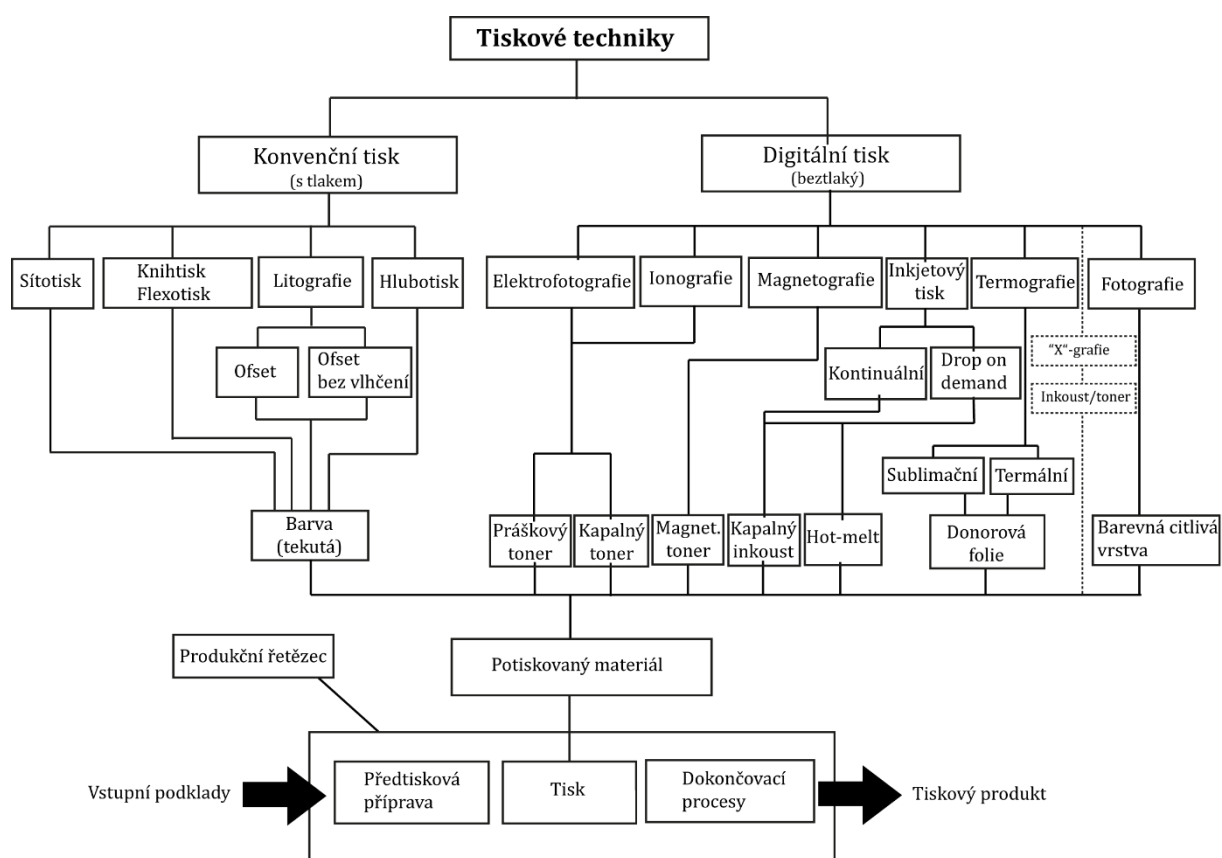
Možnosti digitálního tisku jsou takřka neomezené. S rozvíjejícím se digitálním tiskem je kladen větší důraz na kvalitu tisku a s tím také spojený parametr stálosti barev a materiálu. Hodnocení světlostálosti je složité, protože na daný materiál má vliv hned několik vlivů (typ osvětlení, intenzita osvětlení, teplota, vlhkost, polutanty v ovzduší atd.), které přispívají k degradaci a horší kvalitě tiskoviny. Důležitou roli ve stálosti hraje výběr barev a potiskovaného materiálu. V dnešní době je široká nabídka inkoustů s pigmenty, barvivy a aditivy, které mají za úkol barvu před vnějšími vlivy chránit. Podobně jsou na tom tiskové papíry, které mají přijímací vrstvu, která rovněž chrání barvu a samotný papír před vnějšími vlivy.

Tato bakalářská práce pojednává o světlostálosti digitálního tisku. Cílem této práce je porovnat světlostálost tisků dvou inkoustových a jedné laserové tiskárny a to pomocí urychleného stárnutí v testovací komoře a přirozeného stárnutí v interiéru.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Použité tiskové techniky - Digitální tisk

Digitální tisk je tisková technika, která nemá reálnou a trvalou tiskovou formu. Je to tzv. digitalizovaný tisk, kde tiskové podklady jsou integrovány přímo do tiskového stroje. Digitální tisk nevyužívá tlak k přenosu tiskové barvy na potiskovaný materiál, je to tzv. beztlaký tisk. Jeho předností je digitální workflow tiskové zakázky, snadná opakovatelnost zakázky, možnost okamžitého tisku apod [1]. Rozdělení digitálního tisku na jednotlivé tiskové techniky je znázorněno na Obr. 1. Dále jsou na tomto obrázku uvedeny konvenční tiskové techniky, jako je ofsetový tisk, sítotisk apod.

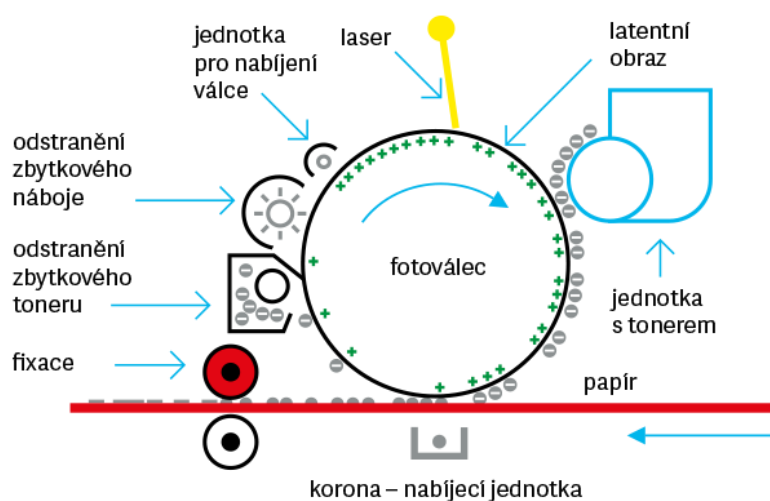


Obrázek 1: Tiskové techniky [2]



### 1.1.1 Elektrofotografie

Jedná se o digitální tiskovou techniku, která využívá princip fotovodivého materiálu. Fotovodivý materiál se ve tmě chová jako nevodič a po absorbování záření se stává vodivým [1]. Nejprve se nabije fotovodivý válec v nabíjecí jednotce. Dále jsou osvitěm vybita netisknouce místa, tím dojde k vytvoření latentního obrazu na válci, který je poté vyvolán za pomoci toneru. Následně je toner přenesen na potiskovaný materiál, kde je teplem zafixován. Latentní obraz je odstraněn mazací jednotkou. Zbytek toneru je odstraněn v čistící jednotce. Princip digitální tiskové techniky je znázorněn na Obr. 2.



Obrázek 2: Princip elektrofotografie [3]

### 1.1.2 Inkjet

Inkjetový tisk nebo také jinak inkoustový tisk, využívá princip vystřelení kapičky inkoustu z tiskové hlavy přímo na potiskovaný materiál. Tato tisková technika spadá pod digitální tisk. Oproti elektrofotografii se liší tekutým inkoustem, tiskovou hlavou, která má kanálky, do kterých je inkoust přiváděn a následně tryskami transportován na potiskovaný materiál [1]. Dále se tato tisková hlava pohybuje tak, aby potiskla celou šířku potiskovaného materiálu. Výhodou je, že výsledný obraz je postupně tištěn v pruzích a tyto pruhy se navzájem částečně překrývají, dochází k většímu nánosu inkoustu, sytým barvám a vyšší tiskové kvalitě [1]. Nevýhodou je pomalejší tisk ve srovnání s konvenčními tiskovými technikami. Inkjetový tisk se dále dělí na kontinuální a drop-on-demand.

### **1.1.2.1 Kontinuální tisk**

Při technologii kontinuálního tisku dochází ke generování souvislého proudu kapek a následné vychylování nabitých kapek, které nemají být vytištěny. Vychýlené kapky jsou vráceny zpět do zásobníku inkoustu [1].

### **1.1.2.2 Technologie drop-on-demand**

Principem této technologie je generování kapky pomocí elektrického impulsu a oproti kontinuálnímu tisku jsou zde generovány pouze ty kapky, které mají být tištěny. Podle způsobu vygenerování kapky se rozlišuje tisk elektrostatický, termální a piezoelektrický [1]. Piezoelektrický tisk využívá tzv. obráceného piezoelektrického jevu. Principem je změna rozměru krystalu po přivedení el. napětí a tím dojde k vypuzení inkoustové kapky. Termální tisk využívá pro tvorbu inkoustové kapky tlak z odpařené kapalně fáze inkoustu. U elektrostatického tisku je kapka vypuzena z trysky vlivem elektrostatického pole mezi tiskovou hlavou a potiskovaným materiálem.

## **1.2 Tiskové barvy pro digitální tisk**

Tiskové barvy slouží jako prostředek přenosu informace z tiskové formy na potiskovaný materiál. Barvy se u jednotlivých technik mohou lišit svým složením a způsobem zasychání. Rozlišujeme dvě velké skupiny tiskových barev pro digitální tisk, tonery a inkousty. V jednotlivých digitálních technikách jsou pro přenos barvy využívány různé principy, např. magnetická síla, elektrická síla apod.

### **1.2.1 Toner**

Tonery mohou být práškové či kapalně. Práškový toner je složen z 80–90 % hm. pojiva, 5–15 % hm. pigmentu a 1–3 % hm. příměsí, které ovlivňují velikost náboje [1]. Dále mohou barvy obsahovat různá aditiva (např. vosk, silikon), která slouží ke zlepšení vlastností toneru, kvality tisku, přenosu toneru, prodloužení životnosti apod. Podle typu a množství použitých aditiv se zvyšuje cena toneru. Při výrobě toneru jsou hlavní složky zvláčňovány, míchány a mlety na požadovanou velikost částic 5–15  $\mu\text{m}$  [1]. Kapalně tonery obsahují pigmenty, aditiva a někdy polymery. Tyto složky jsou smíchány v elektricky nevodivé kapalině [1]. Tonery jsou zafixovány na potiskovaný materiál pomocí teploty a tlaku.

## 1.2.2 Inkoust

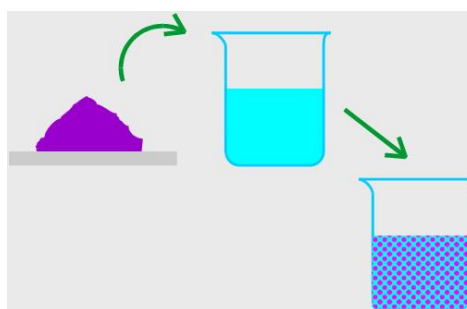
Inkoust je nízkoviskózní kapalina, která obsahuje barvosné složky, rozpouštědla a aditiva. Zasychají převážně zapíjením, odpařením rozpouštědla nebo polymerací vyvolanou UV zářením. Tyto způsoby zasychání souvisí se složením kapalně složky, kterou může být rozpouštědlo, voda nebo reaktivní monomery s příměsí fotoiniciátorů (zahajují polymerační reakci) [1]. Podle barvosných složek můžeme inkousty dělit na barvivové (dye-based inks), pigmentové (pigment-based inks) a pigmentované inkousty (pigment-inks) [4].

### 1.2.2.1 Barvivové inkousty (dye-based)

Jedná se o inkousty založené na rozpustných barvivech. Výsledný inkoust je pravý roztok. Díky malým rozměrům částic jsou inkousty schopné pronikat hluboko do potiskovaného materiálu [1]. Barviva, která jsou použita pro výrobu barvivových inkoustů, se vyznačují vysokou čistotou a brilantností barev. Obecně mají velký barevný gamut. Nevýhodou těchto inkoustů je nižší světlostálost, protože se na světle rozkládají a nižší odolnost vůči vnějším vlivům [4].

### 1.2.2.2 Pigmentové inkousty (pigment-based)

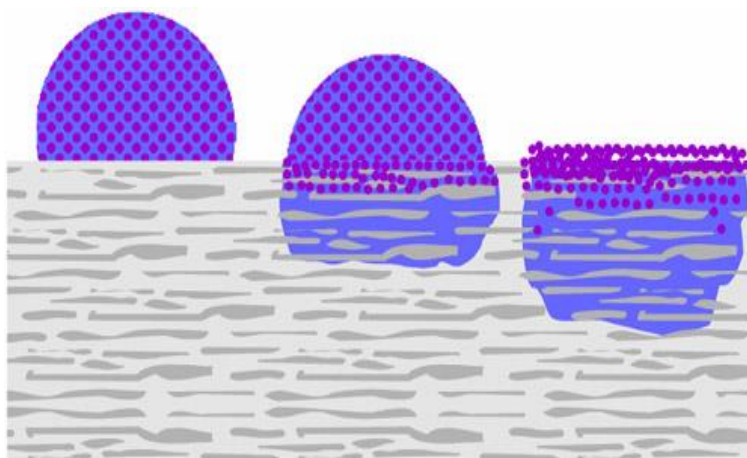
Jsou to inkousty, jejichž barvosnou složkou jsou nerozpustné pigmenty. Nerozpustné částičky pigmentu jsou rozptýleny v kapalném nosiči a stabilizovány proti sedimentaci a koagulaci (Obr. 3) [1]. Kapalným nosičem mohou být kromě vody také oleje, monomery nebo organická rozpouštědla. Výhodou je jejich vysoká kryvost, odolnost vůči vlhkosti a vysoká světlostálost. Nevýhodou je nižší barevná sytost, menší barevný gamut a vznik rušivých artefaktů snižující kvalitu tisku [4].



Obrázek 3: Vytvoření pigmentového inkoustu pomocí nerozpustných pigmentů a kapalného nosiče [4]

### 1.2.2.3 Pigmentované inkousty (pigmented inks)

Jedná se o inkousty obsahující jak barviva, tak pigmenty. Důvodem vzniku byla snaha eliminovat nevýhody výše zmíněných typů inkoustů za pomoci jejich kombinace. Bohužel i tento typ má své nevýhody, jednou z nich je chromatografická separace [4]. Při interakci pigmentového inkoustu s porézním materiálem se může stát, že menší molekuly barviva proniknou hlouběji než větší částice pigmentu (Obr. 4). V důsledku této separace dochází ke změně barevného odstínu. Tato změna je na různých materiálech jiná, proto má výtisk na různých papírech jinou barvu.



Obrázek 4: Chromatografická separace pigmentovaného inkoustu [4]

## 1.3 Papíry

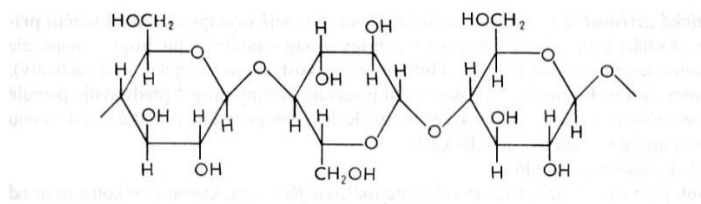
Papíry jsou základní přírodní polygrafickou surovinou, ovlivňující svými vlastnostmi tiskový proces a kvalitu tisku. Je tedy třeba znát vztah mezi jednotlivými typy tiskových papírů a jejich schopností přijmout barvu. Je důležité znát základní informace o technologii výroby papíru, která ovlivňuje funkční vlastnosti a jsou důležité pro volbu správného typu papíru pro jednotlivé tiskové techniky a výběru vhodné tiskové barvy k dosažení vysoké kvality tisku [5]. Papíry se dělí do čtyř skupin, které jsou nenatírané dřevité papíry, natírané dřevité papíry, nenatírané bezdřevé papíry a natírané bezdřevé papíry [1]. Jednotlivé skupiny se liší vlákninovým složením a úpravou povrchu.[1]

### 1.3.1 Chemické složení dřeva

Hlavní složkou papíru je vláknina. Papírenská vláknina je vyrobena z vláknoviny [5]. Dnes se nejčastěji pro výrobu papíru používá vláknovina ze dřeva (nejčastěji smrkového). Je možné také použít vlákna z konopí, bavlny, lnu, slámy apod. Dřevní hmota se skládá ze tří základních složek (celulózy, hemicelulózy, ligninu) a nízkomolekulárních látek (tuky, vosky, oleje a minerální látky) [6].

#### Celulóza

Celulóza tvoří až 50 % dřeva. Chemicky je to glukozový polysacharid (Obr. 5). Glukózy jsou spojeny  $\beta$  (1,4) vazbou a tvoří tak nerozpustnou makromolekulu [6]. Jednotlivé makromolekuly vytváří mikrofibrily, které jsou dále uspořádány do fibril a tvoří buněčnou stěnu rostlin [5].



Obrázek 5: Celulóza [7]

#### Hemicelulóza

Tvoří až 20 % dřeva. Hemicelulóza má vláknitý charakter a při výrobě papíru se využijí její fyzikálně-chemické vlastnosti [5]. Plní funkci plniva, vyplňuje prostor mezi vlákny celulózy [6].

#### Lignin

Tvoří asi 20 % dřeva [6]. Dřevu dodává pevnost. Lignin je z papírenského hlediska nežádoucí, zhoršuje smáčivost, pevnost a vazebnou schopnost. Z dřevní hmoty lze lignin odstranit pouze chemickou cestou. Přítomností ligninu dochází ke zhoršení bělosti papíru, rychlejšímu stárnutí a žloutnutí papíru [5].

### 1.3.2 Nenatírané dřevité papíry

Papíry se v této skupině dělí na superkalandrované, superkalandrované pro hlubotisk, superkalandrované pro kotoučový ofset, novinové papíry a papíry pro tisk telefonních seznamů a adresářů [1]. Superkalandrované papíry (Super Calandered) se svou hladkostí a bělostí přibližují povrchu natíraných papírů s velmi malou nátěrovou vrstvou, ale s nižší cenou [5]. Jejich plošná hmotnost je 40–80 g/m<sup>2</sup>. Papíry jsou primárně určeny pro kotoučový tisk. Vyrábí se několik typů kvality (A, A+, B a C), liší se bělostí a obsahem plnidla [1]. Papíry určené pro hlubotisk (Super Calandered Rotogravure) mají vyšší obsah dřevitých vláken a plnidel, jsou neklížené a jsou hlazeny na superkalandrech. Papíry mají hladký povrch, rovnoměrně mikropórovitou strukturu, vyšší bělost a jsou nasáklivé [5]. Papíry pro kotoučový ofset (Super Calandered Offset) mají vyšší povrchovou pevnost a vyšší stupeň zaklížení než papíry pro hlubotisk. Papír je primárně určen pro technologii heatset. Tento typ papíru se především používá pro tisk barevných časopisů, katalogů, reklamních prospektů apod. [1]. Novinové papíry obsahují vyšší podíl dřevoviny a recyklované vlákniny, malý obsah buničiny. Jejich plošná hmotnost je 40–52 g/m<sup>2</sup> [1]. Papíry pro tisk telefonních seznamů a adresářů mají velmi podobné složení jako novinové papíry. Mají plošnou hmotnost 28–60 g/m<sup>2</sup> a vyrábí se bílé nebo barevné [1].

### 1.3.3 Natírané dřevité papíry

Papíry se v této skupině dělí na velmi lehce natírané, lehce natírané, středně natírané. Velmi lehce natírané papíry (Ultra-Light Weight Coated, ULWC) mají velmi malou plošnou hmotnost kolem 32–48 g/m<sup>2</sup>, plošná hmotnost nátěru je kolem 5–7 g/m<sup>2</sup> [1]. Papíry jsou určeny pro kotoučový hlubotisk a ofset. Lehce natírané papíry (Light Weight Coated, LWC) mají plošnou hmotnost 51–70 g/m<sup>2</sup> a plošná hmotnost nátěru je kolem 9–12 g/m<sup>2</sup> [1]. Jsou to dřevité papíry s vysokým obsahem lignifikovaných vláknin (kolem 40–70 %). Papír je natíraný v papírenském stroji i v separátním natíracím zařízení [5]. Papír je primárně určen pro kotoučový hlubotisk a ofset. Středně natírané papíry (Medium Weight Coated, MWC) mají plošnou hmotnost 80–150 g/m<sup>2</sup> a plošná hmotnost nátěru je do 20 g/m<sup>2</sup> [1]. Tyto papíry jsou dvakrát oboustranně natírané a jsou určeny pro archový i kotoučový tisk.

### 1.3.4 Nenatírané bezdřevé papíry

Do této skupiny patří ofsetové papíry, ceninové papíry, xerografické papíry a papíry pro inkjet. Papíry obsahují buničinu, která je získávána chemickou cestou nebo kombinovanou, a to mechanicky a poté chemicky. Ofsetové papíry jsou silně zaklížené

a plněné. Jejich plošná hmotnost je 55–150 g/m<sup>2</sup>. Ceninové papíry obsahují kromě buničiny také vlákna bavlny. Tyto papíry obsahují mnoho ochranných prvků proti padělení např. vodoznak, fluorescenční vlákna apod. Xerografické papíry mohou obsahovat malé množství recyklovaných vláken nebo dřevoviny. Vyrábí se ve třech kvalitách (A, B, C) a jejich plošná hmotnost je 80–100 g/m<sup>2</sup>. Papíry pro inkjet jsou speciálně upraveny klížením a mají absorpční vrstvu, která zabraňuje rozpíjení inkoustu. Jeho plošná hmotnost je 70–80 g/m<sup>2</sup> [1].

### **1.3.5 Natírané bezdřevé papíry**

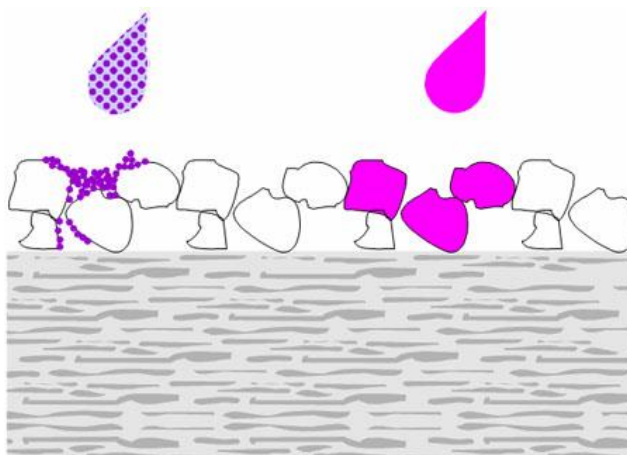
V této skupině se papíry dělí na lehce natírané, středně natírané, silně natírané. Lehce natírané papíry (Low Weight Coated) jsou bezdřevou variantou pro dřevité papíry LWC. Používají se pro kotoučový tisk časopisů, katalogů, a reklamních prospektů. Středně natírané papíry (Medium Weight Coated) jsou bezdřevou variantou pro dřevité papíry MWC. Silně natírané papíry (Heavy Weight Coated) mají plošnou hmotnost 100–150 g/m<sup>2</sup> a plošnou hmotnost nátěru 30 g/m<sup>2</sup>. Tyto papíry jsou třikrát oboustranně natírané. Jsou určeny pro archový tisk s důrazem na kvalitu (katalogy, obálky časopisů, prospekty atd.) [1].

### **1.3.6 Papíry pro inkjetový tisk**

Ve výsledné kvalitě inkoustového tisku hraje velkou roli potištěný materiál, stejně tak jako použitá inkoustová sada a hardware tiskárny. Důležité je použít speciální papíry určené právě pro inkjetový tisk, aby byl tisk kvalitní. Tyto speciální papíry se od klasických liší přítomností přijímací vrstvy, která má několik mikrometrů a nedojde tak k prosáknutí inkoustu k nosné podložce papíru [8]. Jsou tři základní typy těchto speciálních vrstev: konvenční, bobtnající a mikroporézní.

#### **1.3.6.1 Konvenční přijímací vrstva papíru**

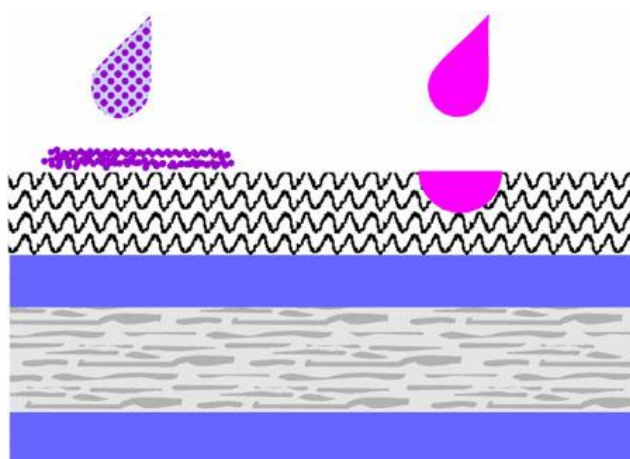
Konvenční přijímací vrstva obsahuje organická pojiva a minerální plniva (nejčastěji kaolín). Podle poměru plnivo/pojivo může mít papír povrch lesklý, pololesklý a matný. Tento typ papíru má dobrou světlostálost, pokud není vystaven extrémní vzdušné vlhkosti [9]. Je vhodný pro barvivové inkousty a pigmentové inkousty [8]. Průnik pigmentovaného a barvivového inkoustu do konvenční přijímací vrstvy papíru je zobrazen na Obr. 6.



Obrázek 6: Schéma průniku pigmentového a barvivového inkoustu do konvenční matné vrstvy s papírovou podložkou [8]

### 1.3.6.2 Bobtnající přijímací vrstva papíru

Bobtnající přijímací vrstva obsahuje hydrofilní polymery (polyvinylalkohol), které jsou doplněny modifikovaným škrobem nebo želatinou [8]. Dochází k lokálnímu nabobtnání a průniku inkoustu do vrstvy. Po odpaření rozpouštědla vznikne probarvený xerogel [9]. Tento papír je primárně určen pro barvivový inkoust. Výhodou je dobrá světlostálost, pokud není vystaven extrémní vzdušné vlhkosti. Nevýhodou je špatná fixace inkoustové barvy pomalým bobtnáním. Tento typ se nehodí pro pigmentové inkousty, protože rozpouštědlo sice pronikne do přijímací vrstvy, ale pigmentové částičky jsou velké a nemohou difundovat do struktury gelu (Obr. 7) [8].

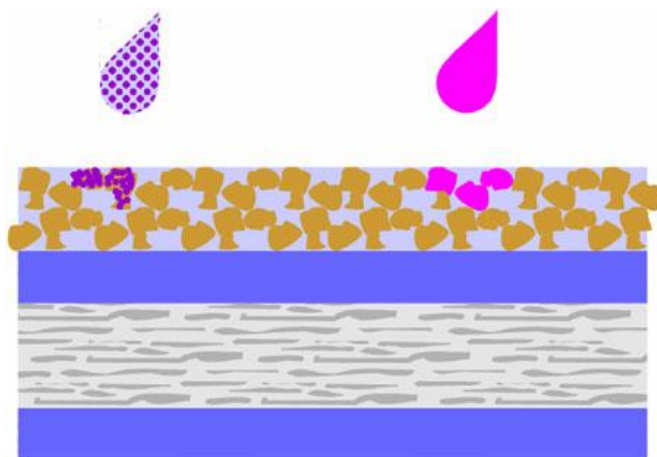


Obrázek 7: Schéma průniku pigmentového a barvivového inkoustu do bobtnající vrstvy [8]



### 1.3.6.3 Mikroporézní vrstva papíru

Mikroporézní papíry obsahují synteticky porézní sorbenty, které jsou rozptýleny ve vhodném organickém pojivu. Tento papír má velký obsah pórů, při nanesení inkoustu dojde k rychlému proniknutí inkoustu do vrstvy a následné fixaci (Obr. 8). Výhodou je rychlé vysušení. Nevýhodou je možná změna barvy v důsledku pozdějšího odpaření rozpouštědla [9]. Papír je určen pro barvivové a pigmentové inkousty.



Obrázek 8: Schéma průniku pigmentového a barvivového inkoustu do mikroporézní vrstvy [8]

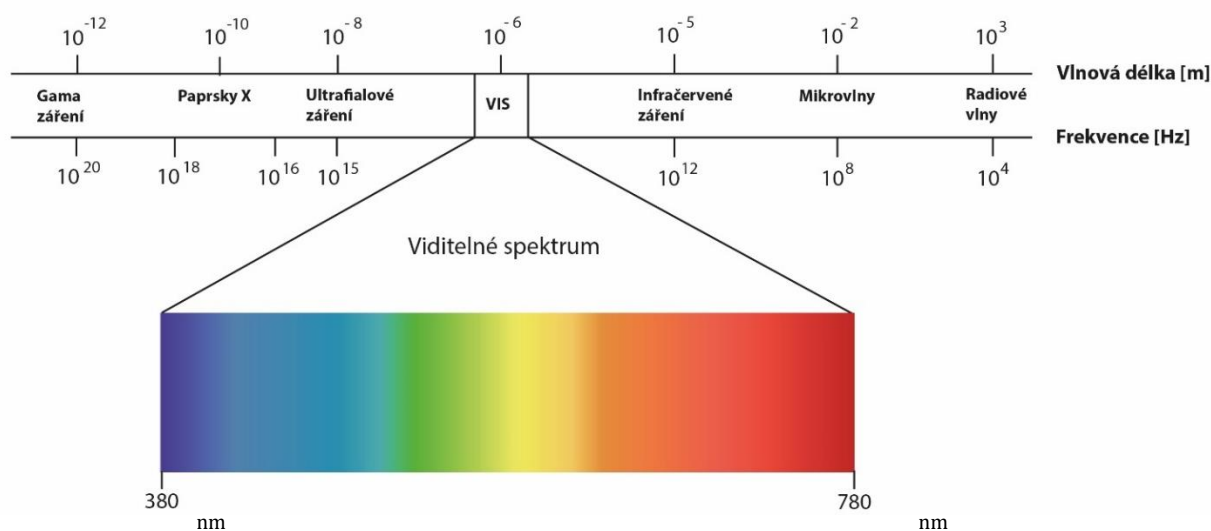
## 1.4 Světlostálost tiskových barev

Světlostálost je schopnost barev, nanesených na potiskovaný materiál, odolávat působení slunečního záření a dalším faktorům (např. teplo, ovzduší). Světlostálost můžeme hodnotit např. proměřením barvových souřadnic prostoru CIE  $L^*a^*b^*$  a následným získáním barvové odchylky  $\Delta E$ . Způsoby měření světlostálosti barev můžeme rozdělit na přirozené a urychlené stárnutí.

### 1.4.1 Vliv světla

Na světlostálost má zásadní vliv typ osvětlení (přirozené sluneční světlo, sluneční světlo v interiéru za okenním sklem, umělé osvětlení) [10]. Barviva a pigmenty, které tvoří obraz, absorbují světlo, a to způsobí excitaci molekul barviv a pigmentů. Přebytečné energie se molekuly zbaví uvolněním tepla a mohou se zapojit do chemické reakce, která vede ke změnám struktury. Můžeme tak pozorovat blednutí (zvyšování jasu a snížení sytosti barev z důvodu rozkladu), žloutnutí (fotooxidace ligninu), degradace opticky zjasňujících prostředků a následné žloutnutí substrátu apod. Velký vliv na rychlost změn

má intenzita světla a zejména jeho spektrální složení [9]. Sluneční světlo se skládá z viditelného záření (energeticky tvoří 45 %), infračerveného záření (50 %) a ultrafialového záření, které můžeme dále rozdělit na UV-A, UV-B a UV-C oblast [11]. Ultrafialové záření a viditelné světlo s kratší vlnovou délkou jsou nejvíce škodlivé pro potiskovaný materiál a barvy (rozdělení elektromagnetického záření podle vlnové délky je uvedeno na Obr. 9). Výtisky mají sklon k blednutí a změně barvy. Ultrafialové záření s krátkou vlnovou délkou je primárně zodpovědné za degradaci potiskovaného materiálu [10]. Ultrafialové záření má také vliv na rozdílnost výtisků umístěných v interiéru a výtisků vystavených přímému slunečnímu světlu v exteriéru [9]. Důvodem je nižší propustnost záření skrze sklo. Propustnost u jednoduchého okna s trojsklem je 58 % [12]. Škodlivější vlnové délky pod 310 nm jsou sklem zcela odfiltrovány [13]. Výtisky můžeme chránit nátěry, které obsahují stabilizátory (0,1–5 %) [11].



Obrázek 9: Schéma elektromagnetického záření [14]

### 1.4.2 Vliv tepla a vlhka

Vyšší teplota způsobuje změnu sytosti, vyvážení barev a barevné změny podložky. Rychlost rozkladu je závislá na teplotě, provádí se řady testů, při kterých se vzorky uchovávají v různě zvýšených teplotách a sleduje se jejich výsledná barevná změna [9]. Jeden z těchto testů pro hodnocení stálosti může být podle normy EN ISO 5630-3. Jedná se o zrychlený postup umělého stárnutí při zvýšené teplotě (80 °C) a relativní vlhkosti vzduchu (65 %), ale bez přítomnosti světla po dobu 24 dnů [15]. Teplu doprovází vysoká vlhkost. Pokud je výtisk dlouhodobě vystavován vysoké vlhkosti (vyšší než 70 %), dojde k absorbování vodních par do přijímací vrstvy materiálu. Tato voda zvyšuje pohyblivost

molekul barviv, které následně migrují do nepotištěných částí. Tím dochází ke snížení hranové ostrosti nebo konturování. Proti těmto jevům jsou odolnější pigmentové inkousty, protože pigmentové částice jsou méně pohyblivé než molekuly barviv [9].

### 1.4.3 Vliv ovzduší

Ovzduší může mít vliv na stálost výtisku, ovlivňuje více papír než barvu. Papír je schopný pohltit polutanty z ovzduší, především kyselinotvorné oxidy síry a dusíku. To má za následek postupné okyselení a degradaci kyselou hydrolyzou. Je tedy žádoucí používat papíry s alkalickou vrstvou. U inkjetového tisku je důležitá přijímací vrstva materiálu. Nejvíce odolná je přijímací vrstva bobtnající, má neporézní povrch a tím nedojde k proniknutí polutantu do vrstvy papíru. O něco méně odolná je přijímací vrstva konvenční, která má sice menší porozitu, ale i tak je náchylná k proniknutí polutantů. Nejméně odolná je přijímací vrstva mikroporézní. Výtisky na této vrstvě blednou na světle, ale i v temnu [9]. Nejvýznamnějším polutantem z pohledu světlostálosti barev je ozon, kdy sorpce ozonu je do značné míry zodpovědná za účinek vyblednutí [11]. Ozon je vysoce reaktivní a napadá molekuly barviva nebo částice pigmentu. Následně dochází k oxidaci barviva nebo pigmentu [9].

### 1.4.4 Vliv materiálu

Pro kvalitní inkjetový tisk je zapotřebí použít natíraný papír, který má přijímací vrstvu, aby nedocházelo k pronikání inkoustu do podložky. Pokud je podložka papírová, je třeba si dát pozor na obsah ligninu a kyselost papíru. Oba tyto faktory mohou negativně ovlivnit dlouhodobou světlostálost [9]. Kyselost papíru může být způsobena několika faktory, jako je kyselé klížení. Pokud je pH kyselá dochází ke kyselé hydrolyze. Papír se stává křehčí a láme se. Při výrobě papíru se přidávají alkálie (např. uhličitan vápenatý), které zneutralizují přítomné kyseliny. Další faktor je obsah ligninu v papíru. Lignin je chemickým procesem odstraněn, avšak v mechanické a polochemické buničině je přítomen. To má negativní vliv na stabilitu papíru. Díky absorpci světla nebo UV záření dochází k excitaci chromoforů molekul, a následně papír degraduje, žloutne a ztrácí mechanické vlastnosti. Dalším ovlivňujícím faktorem degradace a světlostálosti potiskovaného materiálu jsou opticky zjasňující prostředky. Tyto aditiva pracují na principu fluorescenčních barviv, které absorbují UV záření (cca 360–400 nm) a vyzařují světlo v modré části spektra. Tím se papír jeví více bílý. Problém je, že u kteréhokoliv barviva dochází časem k jeho rozkladu. Když se opticky zjasňující prostředky rozpadají, dochází ke žloutnutí materiálu a můžou se také spustit další degradační procesy [9].

### **1.4.5 Katalytické blednutí**

Světlostálost také ovlivňuje vzájemná interakce jednotlivých barviv nebo pigmentů. Při tisku na potiskovaný materiál se promíchávají kapičky několika inkoustů, které tvoří inkoustovou sadu. Důvodem katalytického blednutí je, že jedna barva degraduje druhou [9]. Dochází k rychlejšímu blednutí barev. Jev je pozorovatelný např. u žlutého barviva společně s azurovým. Při přetisku azurové a žluté barvy vzniknou jejich kombinací zelené odstíny, které blednou a modrají. Je to způsobeno katalytickým blednutím žluté barvy v přítomnosti azurové barvy. K výraznější degradaci barev tímto jevem dochází zejména u plných ploch se větší tiskovou vrstvou barvy. U světlejších míst nedochází k tak velké degradaci barev [9].

### **1.4.6 Vliv geografické polohy**

Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje dlouhodobou světlostálost barev, je umístění tiskoviny. Jedním z ovlivňujících parametrů při sledování světlostálosti barev je výběr světové strany, na kterou bude tiskovina směřována a sledována, protože například na východní straně nejsou sluneční paprsky tak intenzivní oproti jižní straně, kde je po celý rok stabilní slunečné záření [16]. Na světlostálost má významný vliv intenzita slunečního záření. V zimních měsících je světlostálost barev vyšší než v letních měsících [17]. Dále je třeba zohlednit geografickou polohu, zda se tiskovina nachází v mírném klimatickém pásu (např. Česká republika) nebo tropickém pásu (např. Brazílie). Také nadmořská výška hraje roli. Čím výše tiskovina bude, tím vyšší intenzita záření na ni bude působit.

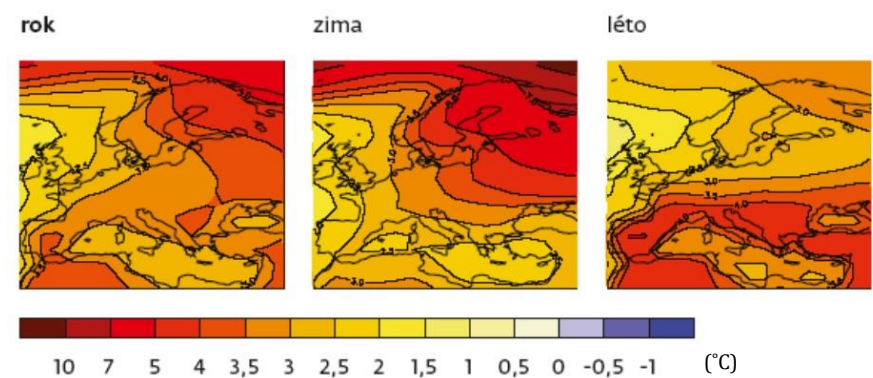
### **1.4.7 Klimatické změny**

Klima neboli podnebí na naší planetě je výsledkem řady faktorů. Tyto faktory lze hrubě rozdělit na extraterestické (např. sluneční záření), terestické (např. rozložení pevnin a oceánů) a antropogenní (např. emise skleníkových plynů) [18]. Změna klimatu má vliv i na světlostálost barev. Mění se teplota, intenzita a doba působení světla, dochází k extrémním výkyvům počasí, větší úhrn srážek apod.

#### **1.4.7.1 Klimatické změny Evropy**

V Evropě se během posledního století zvýšila teplota v průměru o 1,2 °C. Na pevnině se teplota zvyšuje rychleji než nad oceány. Výhledově teploty porostou v první třetině 21. stol. v průměru o víc než 0,2 °C/10 let a do konce století lze předpokládat další nárůst v rozpětí 1,0 až 5,5 °C. Rychleji bude teplota narůstat ve východní Evropě a Skandinávii,

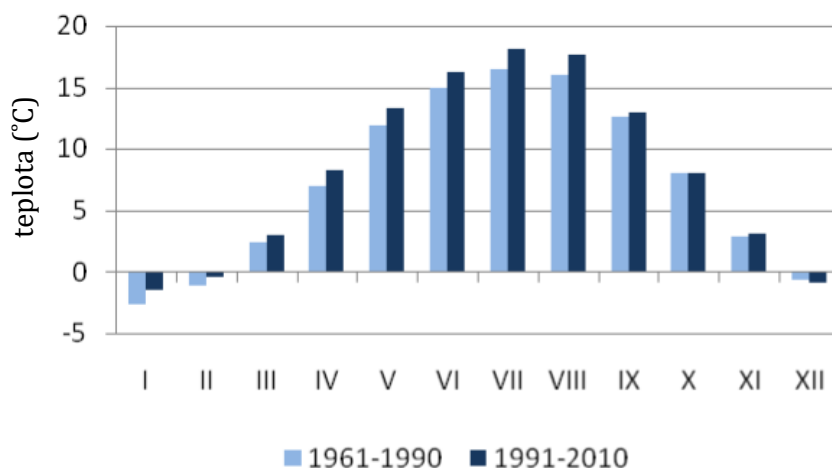
v zimním období bude nárůst teplot v arktických oblastech a v letním období bude nárůst teplot v Jižní Evropě a Středomoří (Obr. 10) [19, 20].



Obrázek 10: Modelový odhad zvýšení průměrné teploty (°C) v Evropě v závěru 21. století [20]

#### 1.4.7.2 Klimatické změny v České republice

Informace o vývoji klimatu v České republice poskytuje stanice Praha – Klementinum. V období 1911–1960 byla průměrná roční teplota 9,6 °C a v období 1961–2010 se zvýšila na 10,4 °C [21]. Největší teplotní změny byly zaznamenány v červenci a srpnu, nejnižší naopak v září, říjnu a listopadu (Obr. 11). Prosincové teploty v období 1991–2010 poklesly o 0,2–0,4 °C. V uplynulých padesáti letech se průměrná roční teplota zvyšuje přibližně o 0,3 °C/10 let. V letních měsících se rychleji otepluje území Moravy, v ostatních měsících území Čech [21].

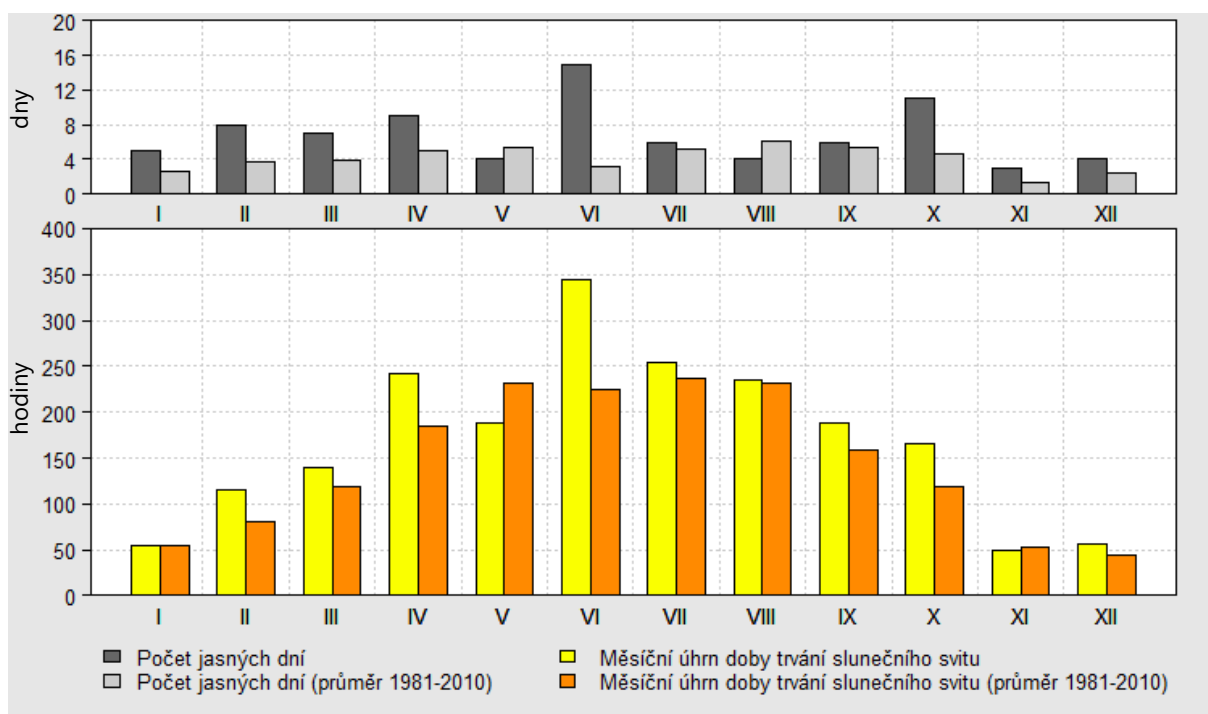


Obrázek 11: Změny průměrných ročních chodů územních teplot vzduchu (°C) pro jednotlivé měsíce v období 1961–1990 a 1991–2010 [21]

Došlo také ke zvýšení průměru letních dní během roku oproti standardnímu období o 13 dní, počet tropických dní se zvýšil o 6 dní. Naopak se snížil průměrný počet mrazových dní o 8 a ledových dní o 3 dny [21].

### 1.4.7.3 Doba slunečního svitu

Další důležitý parametr je doba slunečního svitu. Záleží na počtu hodin slunečního svitu za rok. V České republice v roce 2019 byla průměrná doba slunečního svitu 1172,6 hodin [22]. Pro ukázkou jednotlivých měsíčních délek, bylo vybráno město Hradec Králové (Obr. 12). V grafu je znázorněná závislost počtu jasných dnů v roce 2019 v porovnání s průměrnými hodnotami z let 1981–2010. V roce 2019 bylo více jasných dnů než v letech 1981–2010 [23]. Nejjasnější měsíc v roce 2019 byl červen. Dále je zde uvedena závislost doby trvání slunečního svitu v roce 2019 v porovnání s průměrnými hodnotami z let 1981–2010. Nejvyšší hodnota doby trvání slunečního svitu byla naměřena v červnu. Doba slunečního svitu v roce 2019 je větší než průměrné hodnoty z let 1981–2010 [23].



Obrázek 12: Průběh měsíčních úhrnů doby trvání slunečního svitu a měsíčního počtu jasných dní, v roce 2019 v Hradci Králové, ve srovnání s dlouhodobým průměrem v letech 1981–2010 [23]

### 1.4.8 Měření světlostálosti

Pro měření světlostálosti existují dvě hlavní metody. První metodou je přirozené stárnutí, které probíhá v interiéru či exteriéru po delší čas. Druhá metoda je urychlené stárnutí, které probíhá za pomoci přístrojů s umělým zdrojem záření v interiéru, nebo pomocí zařízení zesilující sluneční záření v exteriéru.

#### 1.4.8.1 Metoda přirozeného stárnutí

Přirozené stárnutí využívá pro testování světlostálosti sluneční záření. Předností této metody je spolehlivost naměřených hodnot, avšak na druhou stranu testování trvá příliš dlouho a nejsou zde všechny parametry expozice kontrolovány [24]. Testování může probíhat v interiéru nebo v exteriéru.

U přirozeného stárnutí v exteriéru jsou vzorky upevněny do standardního normovaného rámu nebo stojanu. Tyto rámy nebo stojany mohou být ze dřeva, nerezové oceli nebo hliníku. Nejčastěji se používá hliník. Panely se mohou v průběhu dne pohybovat ve směru slunce nebo být orientovány nejčastěji směrem k rovníku. Testovací sada může být vystavena přímo slunečnímu záření a čelit tak všem přírodním vlivům nebo může být chráněna krycím sklem, které odfiltruje část spektra pod 310 nm a chrání vzorky před vnějšími vlivy, jako jsou například srážky. Ochranná skla se musí pravidelně čistit, aby se netvořily plísňe. Důležitý je úhel natočení rámu (vzorků), který určuje dávku slunečního záření. Nejčastěji se používá umístění pod úhlem 5° v letním období a 45° v zimním období [25]. Volba testovacích parametrů závisí na tom, kde má být výsledný tisk umístěn.

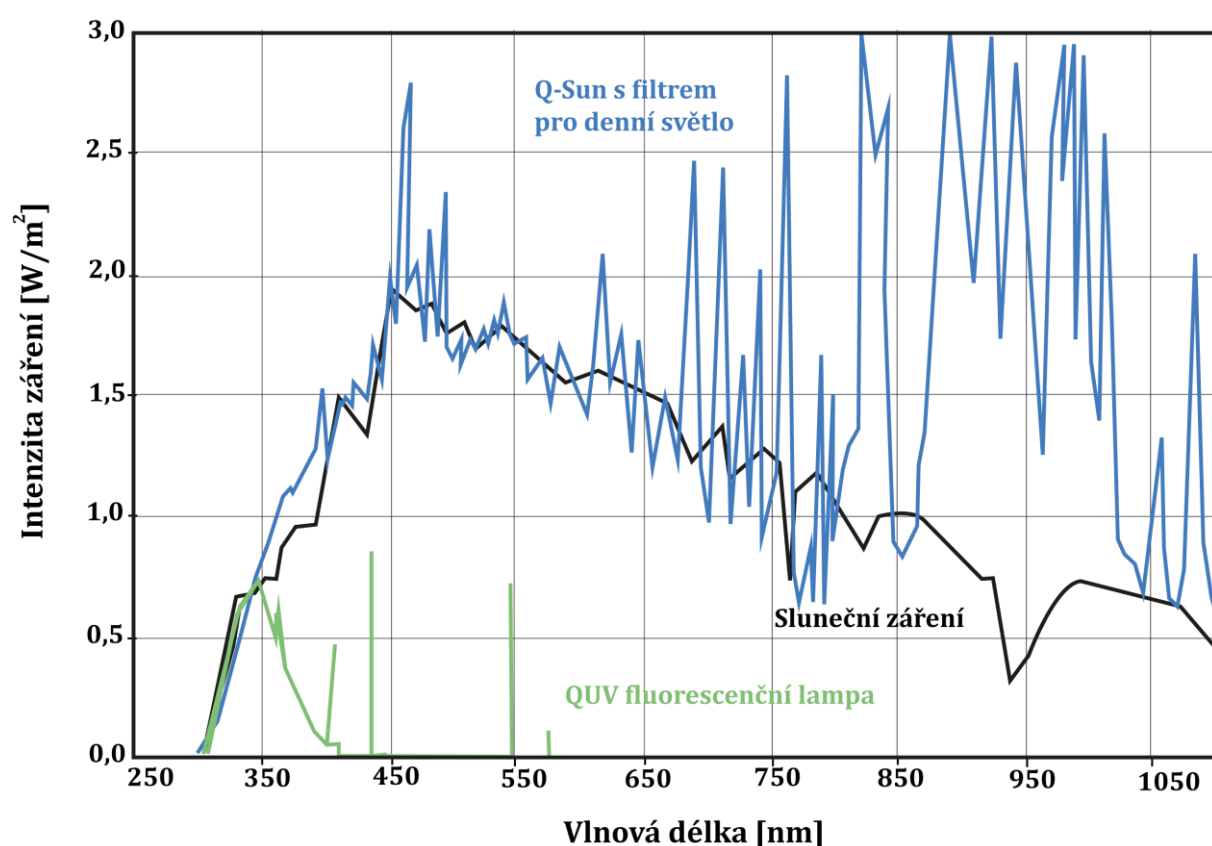
Přirozené stárnutí v interiéru podléhá méně vnějším přírodním vlivům než v exteriéru. Okenní sklo odfiltruje část spektra, především UV záření, díky tomu dochází k pomalejší degradaci oproti exteriéru [25].

#### 1.4.8.2 Metoda urychleného stárnutí

U zrychleného laboratorního stárnutí se využívá kontrolovaný normovaný umělý zdroj světla, který simuluje exteriérové podmínky [24]. V testovacích zařízeních se jako zdroj záření využívá fluorescenční UV nebo xenonové výbojky. Dříve se jako zdroj záření využívala uhlíková výbojka [26]. Pro urychlené laboratorní stárnutí slouží testovací komory. V těchto komorách je možné nastavit teplotu, intenzitu ozáření a vlhkost. Mezi testovací přístroje patří QUV [27], Q-Sun [28], Weather-Ometer [29] apod. Pro simulaci světelných podmínek lze použít některý z filtrů, například simulace denního světla, simulace světla přes okenní nebo automobilové sklo, případně jiné normované filtry [30].

Xenonové výbojky reprodukuje celé spektrum slunečního světla, s výrazně vyšší intenzitou oproti přirozenému slunečnímu záření. Je možné použít filtr, který simuluje světelné podmínky. Například filtr denního světla se přibližuje polednímu přirozenému slunečnímu záření (Obr. 13). Využívá se pro materiály, které jsou určeny k venkovnímu použití. Rozšířený UV filtr se oproti filtru denního světla používá k rychlejší degradaci [26].

Zdroj fluorescenčního záření simuluje kritické krátkovlnné ultrafialové záření. Pro různé aplikace jsou k dispozici různé typy UV lamp (UVA, UVB), optické filtry nejsou potřeba [31]. UVB lampy emitují nepřirozené vlnové délky nižší než 295 nm, tím může dojít k chybným výsledkům testů světlostálosti. Proto se více používají lampy UVA, které emitují vlnové délky nad 295 nm, které už jsou obsaženy ve slunečním záření [32].



Obrázek 13: Porovnání spekter fluorescenční lampy (zařízení QUV), xenonové výbojky s filtrem denního světla (zařízení Q-Sun) a slunečního záření [26]

Urychlené exteriérové stárnutí je prováděno pomocí přístrojů, které koncentrují přírodní slunečné záření. Vzorke jsou umístěny v rámech, které se pohybují ve směru slunce a mohou měnit úhel. Rám obsahuje několik zrcadel, které soustředí sluneční záření na vzorky. Pro udržení konstantní teploty je třeba systém chladit vzduchem. Aby testování bylo co nejvíce realistické, je možné simulovat některé faktory, které ovlivňují stálost



vzorku. Jednou ze simulací je vlhkost. Simulace vlhkosti je prováděna v několika cyklech a na večer jsou vzorky umístěny do polohy pod úhlem 5°, aby vlhkost setrvala na vzorcích celou noc [33].

#### 1.4.9 Standardizace a hodnocení měření světlostálosti

Jednotlivé podmínky a způsoby pro měření a hodnocení světlostálosti materiálu jsou popsány v normách. Existuje několik norem. Normy vytvářejí různé instituce mezi nejznámější ve světě patří ASTM International (American Society of Testing and Materials) a ISO (International Organization for Standardization), dále například DIN (Deutsches Institut für Normung), ANSI (American National Standards Institute) apod. V České republice vytváří normy ČSN (Český normalizační institut) [34].

Metoda měření světlostálosti barev je převzata z textilního průmyslu. Značí se nejčastěji BWS (Blue Wool Scale) a je to tzv. modrá stupnice. Je ustanovena například českými normami ČSN EN ISO 105-B01 a ČSN EN ISO 105-B02, německou normou DIN 16 525 a ISO 12040. Měří se odolnost vůči slunečnímu světlu, bez vnějších vlivů. Světlostálost je uvedena ve stupních od 1 do 8 (tj. velice nízká až vynikající stálost) [35]. Barevná škála je složena z pruhů vlněné tkaniny, nabarvena 8 modrými barvivy, jejichž světlostálost se v aritmetické stupnici pravidelně zvyšuje od 1 do 8 (Tabulka 1) [36]. Čím vyšší stupeň materiál má, tím pomaleji u něj dochází k barevné změně [37].

*Tabulka 1: Odolnost tisku podle normy ČSN EN ISO 105-B01 [35]*

stupeň	odolnost	Slunečních hodin v létě	Odhad světlostálosti
1	velice nízká	20 hod	1–2 dny
2	nízká	40 hod	4–7 dní
3	střední	80 hod	2 týdny
4	docela dobrá	160 hod	1 měsíc
5	dobrá	380 hod	2–3 měsíce
6	velmi dobrá	720 hod	3–6 měsíců
7	výborná	1500 hod	7–12 měsíců
8	vynikající	>1500 hod	2 roky

Norma ČSN EN ISO 105-B02 (Textilie - Zkoušky stálobarevnosti - Část B02: Stálobarevnost na umělém světle: zkouška s xenonovou výbojkou) se využívá k testování světlostálosti na umělém světle odpovídající přirozenému dennímu světlu (D65) [38]. Potiskovaný materiál je vystaven osvětlení xenonové výbojky. Vyblednutý materiál je porovnán s blednutím modré srovnávací škály. Výsledkem je stupeň světlostálosti, který udává dobu, za kterou materiál na slunečním světle vybledne [37].

Norma ISO 12040 (Grafické technologie – Tiskoviny a tiskové barvy – Stanovení světlostálosti s použitím filtrované xenonové výbojky) měří světlostálost ve speciálních zařízeních s xenonovou výbojkou a filtrem denního světla. Vzorčky jsou ozařovány v intervalech, které odpovídají jednotlivým stupňům (Tabulka 2) [39].

*Tabulka 2: Odolnost inkoustového tisku podle normy ISO 12040 [39]*

<b>Doba osvitu</b>	<b>Stupeň</b>	<b>Počet týdnů v exteriéru</b>
6 hod.	1	1
12 hod.	2	2
25 hod.	3	4
50 hod.	4	8
100 hod.	5	16
200 hod.	6	32
400 hod.	6–7	64
800 hod.	7	128
1600 hod.	8	–

Tato bakalářská práce se řídí normou ISO 4892-2:2013. Norma popisuje metodu vystavení zkušebních materiálů světlu xenonové výbojky za přítomnosti vlhkosti, aby simulovala účinky stárnutí, které jsou zřejmé, pokud je materiál vystaven slunečnímu záření v exteriéru nebo filtrované okenním sklem v interiéru. Jako zdroj záření je použita xenonová výbojka. Materiál je vystaven různým teplotám, relativní vlhkosti a vody, intenzitám ozáření za řízených podmínek. Podmínky se mění výběrem světelného filtru, teploty, relativní vlhkosti a intenzity ozáření. Pro simulaci denního světla se používá filtr,

který odstraní krátkovlnné UV záření. Simulace denního světla přes okenní sklo používá filtr, který minimalizuje ozáření s vlnovou délkou nižší než 310 nm [40].

Nejčastěji se světlostálost materiálu hodnotí pomoví barvové odchylka  $\Delta E$ . Tato veličina se počítá podle souřadnic  $L^*$   $a^*$   $b^*$  v barvovém prostoru CIE Lab.  $L^*$  je parametr měrné světlosti a je to vertikální osa barvového prostoru CIE Lab. Horizontálními osami jsou  $a^*$ , která odpovídá barvě červené v kladné části a barvě zelené v záporné části,  $b^*$  odpovídá barvě žluté v kladné části a modré v záporné části [41]. Barvová odchylka je vzdálenost dvou barev v barvovém prostoru CIE Lab, kterou vypočteme pomocí rovnice:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

$\Delta L^*$  je rozdíl měrné světlosti měřeného a referenčního vzorku,  $\Delta a^*$  je rozdíl souřadnice  $a^*$  měřeného a referenčního vzorku,  $\Delta b^*$  je rozdíl souřadnice  $b^*$  měřeného a referenčního vzorku. Hodnota  $\Delta E$  hodnotí změnu jasu a odstínu. Čím vyšší je hodnota barvové odchylky, tím je výraznější barevný rozdíl. Barevný rozdíl, který je však akceptovaný má hodnotu  $\Delta E$  2 až 4. Velmi výrazný barvový rozdíl, který je nepřijatelný má hodnotu  $\Delta E > 8$  [41]. Veličiny  $L^*$   $a^*$   $b^*$  je možné naměřit spektrofotometry.

## 2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 2.1 Materiály

#### 2.1.1 Tiskové barvy

**Konica Minolta** – azurová A3VX430 (TN619C), purpurová A3VX330 (TN619M), žlutá A3VX30 (TN619Y), černá A3VX130 (TN619K). Práškový toner vhodný pro laserovou tiskárnu Konica Minolta AccurioPress C3070 [42].

**HP Latex 300** – azurová (NHPCZ677A), purpurová (NHPCZ678A), žlutá (NHPCZ678A), černá (NHPCZ677A), světle azurová (NHPCZ679A), světle purpurová (NHPCZ679A). Inkoust obsahuje aniontové pigmenty (podporují stabilní suspenzi částic a zabraňují agregaci), latex a prostředek proti poškrábání [43]. Jedna tisková hlava je určena pro dva barevné kanály. Latexový inkoust vhodný pro velkoformátovou tiskárnu HP Latex 330 i HP Latex 335 [44].

**Epson Singlepack** – azurová (T850200), purpurová (T850300), žlutá (T850400), fotografická černá (T850100), světle purpurová (T850600), světle azurová (T850500), matná černá (T850800), světle černá (T850700), světle šedá (T850900). Tyto pigmentové inkousty jsou vhodné pro tiskárnu Epson SureColor SC-P800 [45].

#### 2.1.2 Papíry

**MultiArt Silk** – bezdřevý, natíraný matný papír. Papír je vhodný zejména pro offsetový tisk, UV-offsetový tisk a sítotisk. Jeho plošná hmotnost je 200 g/m<sup>2</sup> [46]. Tento papír byl použit pro tiskárnu Konica Minolta AccurioPress C3070.

**Craftezon Metro Expo** – vysoce kvalitní pololesklý papír pro fotorealistické tisky. Papír je určen pro latexové, UV, solventní a eko-solventní tiskárny. Jeho plošná hmotnost je 200 g/m<sup>2</sup> [47]. Tento papír byl použit pro velkoformátovou tiskárnu HP Latex 335.

**HP Professional Satin Paper** – saténový papír s vyšší tuhostí určený pro fotoreprodukce, plakáty apod. Papír je primárně určen pro latexové technologie, ale je vhodný také pro solventní a eko-solventní tiskárny. Jeho plošná hmotnost je 275 g/m<sup>2</sup> [48]. Tento papír byl použit pro velkoformátovou tiskárnu HP Latex 335.

**Epson Proofing Paper White Semimatte** – speciální papír s vyšší tuhostí. Papír neobsahuje opticky zjasňující prostředky. Papír je určen pro archový tisk a nátisk

v ofsetovém tisku. Jeho plošná hmotnost je  $250 \text{ g/m}^2$  [49]. Tento papír byl použit pro inkoustovou tiskárnu Epson SureColor SC-P800.

## 2.2 Pístroje

### 2.2.1 Tiskové stroje

#### **Konica Minolta AccurioPress C3070**

Laserová tiskárna spadá pod barevné produkční tiskové stroje, které využívají toner pro potisk substrátu. K tisku používá procesní barvy (CMYK). Rozlišení tisku je  $1\,200 \times 1\,200 \text{ dpi} \times 8 \text{ bitů}$  (ekvivalentní  $1\,200 \times 3\,600 \text{ dpi}$ ) [50]. Maximální velikost potiskovaného formátu je SRA3 ( $323 \times 480 \text{ mm}$ ). Tiskárna je schopna potisknout papír s plošnou hmotností od 60 do  $350 \text{ g/m}^2$ . Touto tiskárnou je možné zhotovit brožury, lepené vazby V2, kroužkovou vazbu a šitou vazbu [50].

#### **Epson SureColor SC-P800**

Jedná se o inkoustovou tiskárnu pracující na piezoelektrickém principu tisku [51]. Maximální velikost potiskovaného formátu je A2. Tisková hlava zahrnuje 180 trysek pro každou barvu. Rozlišení tisku je  $2\,800 \times 1\,440 \text{ dpi}$ . Vysoká kvalita tisku je zajištěna pomocí 9 barevných inkoustů Epson UltraChrome HD (tj. světle černá, světle šedá, fotografická černá, matná černá, azurová, světle azurová, žlutá, purpurová, světle purpurová) [51].

#### **HP Latex 335**

Jedná se o velkoformátovou tiskárnu využívající technologii termálního tisku za pomoci latexových inkoustů [52]. Maximální šířka potiskované role je  $1\,625 \text{ mm}$  [53]. Tiskárna má 6 tiskových hlav pro barvy černá, azurová, světle azurová, světle purpurová, purpurová, žlutá, každá tisková hlava obsahuje 2 112 trysek. Rozlišení tisku je  $1\,200 \times 1\,200 \text{ dpi}$ . Tiskárna má možnost potiskovat různé druhy materiálů (např. bannery, vinylové folie, tapety, plátna, syntetické materiály a různé druhy papírů nebo kartonů) [53].

### 2.2.2 Spektrofotometr Exact X-Rite pantone

Spektrofotometr se používá ke sledování kvality tisku realizovaného procesními barvami (CMYK) a barvami přímými. Tímto spektrofotometrem je možné změřit barvové prostory CIE  $L^* a^* b^*$  a CIE  $L^* C^* h^*$ , barvovou odchylku  $\Delta E^*$ , optickou hustotu, trapping, tónovou hodnotu atd. [54]. Ve spektrofotometru můžeme nastavit pozorovatele ( $2 \text{ a } 10^\circ$ ). Pístroj

využívá nové standardy měření podle ISO 13655:2009 za podmínek osvětlení M0, M1, M2 a M3. Naměřené hodnoty je možné zaznamenávat přímo do počítače a následně hodnoty zpracovávat.

### **2.2.3 Fotoaparát Nikon D3100**

Jedná se o digitální zrcadlový fotoaparát. Obrazovým snímačem je CMOS s rozlišením 14,5 Mpix. Fotoaparát má vysokou citlivost ISO (100–3 200) s možností zvýšení citlivosti až na 12 800 [55]. Je možné nastavit scénické režimy, jako jsou např. portrét, makro, krajina apod. Fotoaparát umožňuje vyvážení bílé automaticky, ručně, anebo pomocí přednastavených hodnot. Obsahuje vestavěný blesk [56].

### **2.2.4 Mikroskop Nikon LV-UDM**

Mikroskop se používá pro průmyslové a vědecké zkoumání. Kondenzátor věže podporuje přenášené techniky pozorování jasného pole, tmavého pole, diferenciálního interferenčního kontrastu a fázového kontrastu a fluorescence. Volby stojanu zahrnují motorický a ruční posun nebo samostatný zaostřovací modul pro aplikace vyžadující pracovní vzdálenosti až 102 mm. Má snadné ovládací prvky, naklápěcí okulárovou trubici a motorizaci. Má pokročilé možnosti digitálního zobrazení [57].

### **2.2.5 Testovací komora Q-Sun Xe1-B**

Testovací komora od firmy Q-Lab slouží k testování světlostálosti pomocí urychleného stárnutí. Zdrojem záření je xenonová výbojka. Je možné použít mnoho filtrů, které simulují řadu prostředí, například pro simulaci denního světla, světla za okenním sklem nebo rozšířené UV filtry. K nastavení teploty se používá černý panel. Teplotu lze nastavit v rozmezí od 25 do 120 °C, v závislosti na věku lampy, okolní teplotě, senzoru černého panelu, úrovni intenzity záření a konkrétnímu modelu testovací komory [58].

### **2.2.6 Luxmetr Lutron LX-105**

Luxmetr slouží k měření intenzity světla. Rozsah měření je 0 až 50 000 luxů. Je možné nastavit typ osvětlení (denní, výbojkové, žárovkové a zářivkové) [59].

## 2.3 Postup měření

Sada testovacích vzorků obsahovala procesní barvy (azurová, purpurová, žlutá, černá) a barvy sekundární (červená, modrá a zelená). Černá barva byla přidána jako přímá, ale i přesto byla ve všech případech vytištěna skládáním procesních barev. Každá barva byla tištěna jak v plné ploše (100 %), tak i s tónovou hodnotou 30 a 60 %.

Byly tištěny čtyři sady na každé tiskárně. První tisk probíhal na digitální tiskárně Konica Minolta AcurioPress C3070 pomocí práškového toneru na bezdřevý, matně natíraný papír MultiArt Silk. Druhý tisk probíhal na tiskárně Epson SureColor SC-P800 pomocí pigmentového inkoustu na papír s vyšší tuhostí, bez obsahu opticky zjasňujících látek, Epson Proofing Paper White Semimatte. Třetí tisk probíhal na tiskárně HP Latex 335 pomocí pigmentového inkoustu na pololesklý papír Craftezon Metro Expo a čtvrtý na téže tiskárně na saténový papír s vyšší tuhostí HP professional Satin Paper.

Pro hodnocení světlostálosti v interiéru byla testována první série vzorků. Vzorky byly vystaveny přirozenému stárnutí za okenním sklem (vzorky umístěny na polici vzdálené cca 1 metr od okna, které je orientované jižním směrem). Test začal 13. listopadu 2019 a skončil 20. května 2020. Probíhal 27 týdnů, a to v zimním a jarním období. Vzorky byly nejdříve měřeny v týdenním intervalu a později ve dvoutýdenním intervalu, z důvodu malé změny barvové odchylky. Každý vzorek barvy byl vždy proměřován spektrofotometrem Exact X-Rite pantone třikrát, z důvodu minimalizování chyb měření. Z takto naměřených hodnot  $L^*$   $a^*$   $b^*$  byl vypočítán průměr. Bylo nastaveno osvětlení M1 při 2° pozorovateli. Kromě vzorků barev byla hodnocena i změna odstínu potištěného substrátu, které se může významněji projevit při hodnocení světlostálosti barev s nižší tónovou hodnotou (30 a 60 %). Vyhodnocována byla barvová odchylka  $\Delta E$  (viz. rovnice 1, kapitola 1.4.9), která byla vypočítána z hodnot barvových souřadnic ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) naměřených pomocí reflexního spektrofotometru Exact X-Rite pantone. Intenzita osvětlení se v průběhu dne pohybovala nejčastěji v rozmezí 150–1 000 luxů v závislosti na ročním období, čase sledování a počasí.

Druhá série vzorků byla analyzována v xenonové testovací komoře Q-Sun Xe-1-B. Pro měření byl použit filtr simulující denní světlo v interiéru. Intenzita záření byla měřena při vlnové délce 420 nm a byla nastavena na 1,10 W/m<sup>2</sup>, test probíhal při teplotě černého panelu 65 °C. Celková doba testu byla 450 hodin. Testování probíhalo v intervalech 12, 24, 72, 72, a 270 hodin. Intenzita osvětlení se v testovací komoře pohybovala okolo 60 000 luxů.

Další sady vzorků se uchovávali ve tmě a byly proměřovány v delších časových úsecích (měsíce). Test začal 13. listopadu 2019 a skončil 20. května 2020.

Dále byly některé vzorky nasnímány před a po měření mikroskopem Nikon LV-UDM, ukázky jsou na straně 41, 48 a 49.

## **2.4 Vstupní a výstupní referenční hodnoty L\* a\* b\* souřadnic vzorků**

Jednotlivé vstupní referenční hodnoty barvových souřadnic L\* a\* b\* a hodnoty L\* a\* b\* získané na konci testu přirozeným stárnutím, urychleným stárnutím a přirozeným stárnutím vzorků ve tmě pro vzorky tištěné na stroji Epson SureColor SC-P800 a substrátu Epson Proofing Paper White Semimatte jsou uvedeny v Příloze 1, pro vzorky tištěné na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 a substrátu MultiArt Silk jsou uvedeny v Příloze 2, pro vzorky tištěné na stroji HP Latex 335 a substrátu HP Professional Satin Paper jsou uvedeny v Příloze 3, pro vzorky tištěné na stroji HP Latex 335 a substrátu Craftezon Metro Expo jsou uvedeny v Příloze 4. Vstupní a výstupní referenční hodnoty barvových souřadnic L\* a\* b\* jednotlivých typů papíru v nepotíštěných plochách pro metodu přirozeného stárnutí, urychleného stárnutí a stárnutí ve tmě jsou uvedeny v Příloze 5. Uvedeny jsou všechny procesní barvy (CMYK) a barvy sekundární (RGB) v tónových hodnotách 30 %, 60 % a 100 %. Vstupní hodnoty byly naměřeny Spektrofotometr Exact X-Rite Pantone, pro metodu přirozeného stárnutí dne 13. 11. 2019, pro metodu urychleného stárnutí 5. 5. 2020 a pro metodu stárnutí ve tmě 13. 11. 2019. Vstupní hodnoty byly naměřeny pro metodu přirozeného stárnutí dne 20. 5. 2020, pro metodu urychleného stárnutí 5. 5. 2020 a pro metodu stárnutí ve tmě 20. 5. 2020.



### 3 VÝSLEDKY A DISKUZE

#### 3.1 Porovnání světlostlosti jednotlivých typů papírů

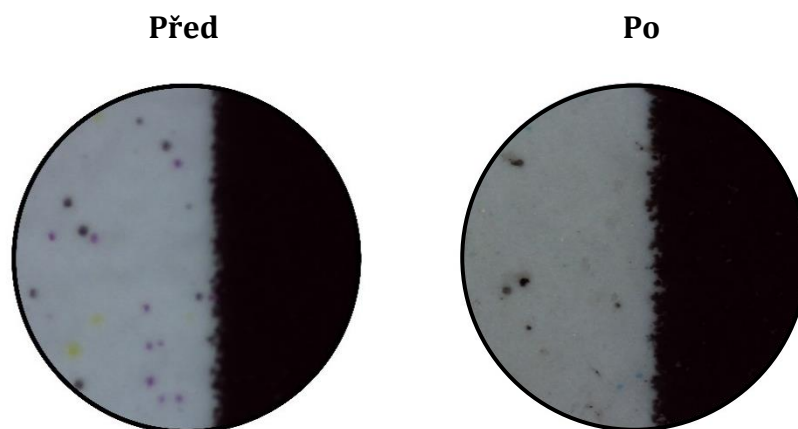
Světlostlost tiskových barev je také ovlivněna degradací papíru, na kterém je barva vytištěna. Tento vliv se zejména projevuje v nižších tónových hodnotách. V Tabulce 3 jsou uvedeny naměřené barvové odchylky potiskovaných substrátů pro přirozené stárnutí v interiéru, přirozené stárnutí ve tmě a urychlené stárnutí v zařízení Q-Sun Xe-1-B.

*Tabulka 3: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé papíry metodou přirozeného stárnutí v interiéru, přirozeného stárnutí ve tmě a metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B*

interiér					tma					urychlené					
Expozice (dny)	Multi Art (tisk)	Craftezon	HP Prof.	Epson Proof.	Expozice (dny)	Multi Art (tisk)	Craftezon	HP Prof.	Epson Proof.	Expozice (hod.)	Multi Art (tisk)	MultiArt (čistý)	Craftezon	HP Prof.	Epson Proof.
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,7	0,3	0,3	0,1	35	0,1	0,2	0,1	0,3	12	4,9	5,1	2,3	2,2	0,5
22	1,1	0,3	0,3	0,3	125	0,1	0,5	0,2	0,7	36	7,0	6,4	4,4	4,0	0,5
33	1,4	0,3	0,3	0,3	153	0,1	0,4	0,1	1,1	108	10,2	8,3	8,0	6,1	1,1
64	2,4	0,3	0,2	0,3	189	0,2	0,5	0,4	1,2	180	9,0	9,8	10,1	8,0	1,7
82	2,6	0,2	0,3	0,4						252	8,8	9,4	8,7	8,0	2,0
100	3,0	0,3	0,5	0,4						450	8,0	9,0	10,2	8,8	2,6
117	2,6	0,3	0,3	0,4											
161	3,1	0,5	0,4	0,3											
175	3,3	0,6	0,3	0,3											
189	3,6	0,8	0,8	0,3											

Vzorky uchované ve tmě mají po skončení testu (189 dní) minimální hodnotu barvové odchylky, pohybující se mezi  $\Delta E$  0,2–1,2. Nejvyšší hodnotu barvové odchylky měl papír Epson Proofing Paper White Semimatte. Nejhorší světlostlost u vzorků testovaných přirozeným stárnutím v interiéru (189 dní) měl papír MultiArt Silk ( $\Delta E$  3,6), který byl použit pro tiskárnu Konica Minolta AccurioPress C3070. Ostatní vzorky papírů (Craftezon Metro Expo, HP professional Satin Paper, Epson Proofing Paper White Semimatte) nepřesáhly hodnotu barvové odchylky  $\Delta E$  1 a byly srovnatelné. U vzorků testovaných urychleným stárnutím dopadl nejlépe po skončení testování (450 hod.) papír Epson Proofing Paper White Semimatte ( $\Delta E$  2,6). U ostatních vzorků papírů (Craftezon Metro Expo, HP professional Satin Paper, MultiArt Silk) byla světlostlost nižší a hodnota barvové odchylky se pohybovala mezi  $\Delta E$  8–10,2. Papír MultiArt Silk byl testován ve dvou variantách. První je „nepotištěná“ plocha papíru po průchodu (tisku) papíru strojem Konica Minolta AccurioPress C3070, kdy na plochách, kde by neměl být tisk, jsou pod mikroskopem viditelné tiskové body procesních barev (Obr. 14). V Tabulce 3 je označen jako MultiArt (tisk). Druhá varianta je v tabulce označena jako MultiArt (čistý), jednalo se o nepotištěný papír MultiArt Silk. Hodnoty barvové odchylky se po skončení testu u těchto

papírů výrazně nelišily a byly v rozmezí  $\Delta E$  8–9. Z toho vyplývá, že už samotný papír výrazně mění svůj odstín a změna odstínu malých tiskových bodů se na celkové barvové odchylce projevuje minimálně. Testování metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B překonalo po dvanácti hodinách hodnotou barvové odchylky přirozené stárnutí v interiéru, které trvalo 189 dní.



Obrázek 14: Porovnání potištěných vzorků papíru MultiArt Silk před a po ukončení testu (450 hod.) v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B

### 3.2 Porovnání světlostálosti barev testovaných urychleným stárnutím

V Tabulce 4 jsou uvedeny naměřené hodnoty barvových odchylek procesních i sekundárních barev v plné ploše a tónových hodnotách (30 a 60 %), tištěné na stroji Epson SureColor SC-P800. V Tabulce 5 jsou uvedeny hodnoty barvových odchylek pro barvy, které byly tištěny na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070. Naměřené barvové odchylky pro vzorky tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu Craftezon Metro Expo jsou uvedeny v Tabulce 6 a pro substrát HP Professional Satin Paper jsou uvedeny v Tabulce 7.

U vzorků tištěných na stroji Epson SuroColor SC-P800 měla nejhorší světlostálost v polích s tónovou hodnotou 100 % barva žlutá ( $\Delta E$  9). Nejlepší světlostálost vykazovaly barvy černá a purpurová, které měly hodnotu barvové odchylky  $\Delta E$  1,2. Barva azurová měla  $\Delta E$  2,5. V polích s nižší tónovou hodnotou byly hodnoty barvových odchylek podstatně vyšší než v polích s tónovou hodnotou 100 %, a to především u barvy žluté a azurové.

Tabulka 4: Porovnání barvných odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Epson SureColor SC-P800 na substrátu Epson Proofing Paper White Semimatte testované metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B

Expozice (hod.)	Tonová hodnota (%)																							
	30						60						100											
	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G						
12	0,6	0,3	0,5	0,2	0,5	0,6	0,5	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,1	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,6					
36	1,5	0,6	0,8	0,2	0,8	0,5	1,3	0,7	0,4	0,5	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	2,0	0,5	0,3	1,1					
108	3,3	1,1	1,4	0,5	1,5	0,9	2,5	1,1	1,9	1,0	1,3	1,1	1,4	1,0	0,9	0,9	1,1	0,8	1,8					
180	4,5	1,8	5,0	0,8	3,1	2,5	3,1	1,4	5,9	0,8	3,2	3,2	1,7	1,4	3,6	1,1	2,0	1,5	3,1					
450	6,5	1,1	11,6	1,3	6,3	6,0	4,8	2,0	14,4	1,1	6,9	7,2	2,5	1,2	9,0	1,2	3,0	3,8	4,0					

Tabulka 5: Porovnání barvných odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 na substrátu MultiArt Silk testované metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B

Expozice (hod.)	Tonová hodnota (%)																							
	30						60						100											
	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G						
12	3,2	3,6	2,6	2,7	3,2	2,0	1,2	2,3	1,4	1,4	1,9	0,4	1,4	0,9	1,2	0,4	0,4	0,2	0,5					
36	4,7	4,7	4,2	3,7	3,9	3,0	2,3	3,2	1,6	1,5	2,5	1,1	2,0	1,3	1,3	0,7	0,6	0,6	1,2					
108	7,7	8,1	2,1	5,5	3,7	7,4	3,6	5,8	1,0	2,7	2,9	0,6	3,5	2,3	1,0	0,6	0,9	1,2	2,7					
180	6,0	9,9	4,1	5,1	4,1	2,5	4,8	8,9	5,7	2,4	3,4	2,2	3,1	4,8	6,1	0,5	2,4	3,3	3,6					
450	6,5	16,3	13,5	5,0	10,0	9,3	5,2	15,0	19,8	2,8	8,2	8,9	3,0	10,4	23,1	0,7	5,8	9,7	7,1					

Tabulka 6: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu Craftezon Metro Expo testované metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B

Expozice (hod.)	Tonová hodnota (%)																				
	30						60						100								
	C	M	Y	K	R	G	B	C	M	Y	K	R	G	B	C	M	Y	K	R	G	B
12	2,1	8,3	1,3	1,6	1,5	1,1	2,8	1,7	3,1	0,3	0,0	1,2	0,8	1,8	1,2	1,8	0,3	0,2	0,5	0,5	1,7
36	3,7	6,9	1,9	2,7	2,6	2,0	4,6	3,0	1,7	0,3	0,9	1,5	0,8	3,2	2,3	3,5	0,8	0,5	0,7	0,3	2,4
108	9,0	6,0	1,5	3,8	2,5	2,6	6,0	6,5	2,5	1,9	2,1	2,1	0,6	6,1	4,9	5,1	1,5	0,7	1,0	1,0	4,8
180	8,6	6,3	2,5	4,3	2,0	1,2	7,8	7,6	2,2	5,3	1,6	2,3	1,4	6,7	6,4	7,0	3,0	0,7	1,3	1,8	6,6
450	8,4	6,8	11,0	1,9	4,8	4,4	7,2	7,6	2,9	14,4	1,0	3,4	4,5	6,3	5,9	6,8	5,2	0,7	1,6	2,5	7,4

Tabulka 7: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu HP Professional Satin Paper testované metodou urychleného stárnutí v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B

Expozice (hod.)	Tonová hodnota (%)																				
	30						60						100								
	C	M	Y	K	R	G	B	C	M	Y	K	R	G	B	C	M	Y	K	R	G	B
12	2,1	2,2	1,3	1,7	1,2	1,0	2,7	1,5	1,9	0,7	0,8	0,6	0,4	2,1	0,3	1,2	0,2	0,2	0,5	0,0	1,2
36	4,1	4,0	1,9	2,7	1,9	1,5	4,1	2,8	3,3	0,8	1,8	0,9	0,4	3,3	0,9	2,0	0,3	0,1	0,7	0,3	1,8
108	6,6	5,0	3,6	3,2	1,8	1,8	6,6	5,0	4,4	2,5	2,4	1,3	0,4	5,1	2,3	2,8	1,1	0,4	1,0	0,7	3,6
180	7,8	4,6	5,4	2,9	1,4	1,2	7,3	6,5	5,0	6,4	2,2	1,7	1,2	6,0	3,9	3,9	1,5	0,5	1,6	1,2	4,4
450	8,4	3,6	12,9	0,9	3,7	5,5	6,1	7,3	3,7	13,9	1,6	3,2	3,2	6,9	4,5	3,9	3,1	0,7	1,6	1,8	5,3

Naopak u barev purpurové a černé se barvová odchylka pohybovala mezi hodnotami  $\Delta E$  1–2. Sekundární barvy měly v polích s tónovou hodnotou 100 % barvovou odchylku mezi hodnotami  $\Delta E$  3–4, v polích s nižší tónovou hodnotou měla lepší světlostálost barva modrá ( $\Delta E$  2–3) a nižší světlostálost barvy červená a zelená ( $\Delta E$  6–7,2).

Vzorky tištěné na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 vykazovaly obecně nejnižší světlostálost. Nejhorší světlostálost měly na konci testu v polích s tónovou hodnotou 100 % barvy žlutá  $\Delta E$  23,1 a purpurová  $\Delta E$  10,4. Taktéž tomu bylo i v polích s nižší tónovou hodnotou. Nejlepší světlostálost měla barva černá, která měla v polích s tónovou hodnotou 100 % hodnotu barvové odchylky 0,7. U barev sekundárních se hodnota barvové odchylky v polích s tónovou hodnotou 100 % pohybovala v rozmezí  $\Delta E$  5,8–9,7, v tónové hodnotě 30 % pak v rozmezí  $\Delta E$  9,3–13,6.

Vzorky tištěné na stroji HP Latex 335 byly tištěné na dvou různých substrátech, Craftezon Metro Expo a HP Professional Satin Paper. Hodnoty barvových odchylek byly podobné, avšak HP Professional Satin Paper vykazoval o trochu lepší světlostálost. Nejlepší světlostálost měla procesní barva černá ( $\Delta E$  0,7) a sekundární barvy červená a zelená, u kterých se hodnota barvové odchylky pochybovala v rozmezí  $\Delta E$  1,6–2,5. Oproti předchozím dvěma sadám barev, zde není jednoznačně nejméně stabilní barvou barva žlutá (barvová odchylka je podobná jako u barev azurové a purpurové). V polích s nižší tónovou hodnotou (30 a 60 %) je pak už barvová odchylka žluté barvy výraznější než u ostatních barev.

### **3.2.1 Fotodokumentace a mikroskopické snímky**

Série vzorků pro urychlené stárnutí v komoře a přirozené stárnutí byly vyfoceny před započítáním testu a po skončení testu. Pro vyhodnocení byly vybrány pouze vzorky po skončení testu v urychlovací komoře, z důvodu patrné barvové změny, která je okem postřehnutelná. Na Obr. 15 jsou porovnány vzorky procesních barev (CMYK) a sekundárních barev (RGB) v plné ploše před a po ukončení testu. Velmi výrazná barvová změna se projevila u vzorků tištěných na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070, což odpovídá výsledkům naměřených barvových odchylek. Na Obr. 16 jsou porovnány procesní barvy (CMYK) a sekundární barvy (RGB) v tónové hodnotě 60 % před a po ukončení testu, kde velká barvová změna je opět patrná u všech tištěných vzorků, zejména však u barvy žluté. Na Obr. 17 jsou porovnány vzorky procesních a sekundárních barev v tónové hodnotě 30 %, kde výrazná barvová změna se opět projevila u vzorků tištěných na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070.

## Konica Minolta AccurioPress C3070

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



## Epson SureColor SC-P800

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



## HP Latex 335-HP Professional Satin Paper

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



## HP Latex 335-Craftezon Metro Expo

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



Obrázek 15: Porovnání vzorků procesních barev (CMYK) a sekundárních barev (RGB) v tónové hodnotě 100 % před a po ukončení testu při urychleném stárnutí v testovacím zařízení Q-Sun Xe-1-B

## Konica Minolta AccurioPress C3070

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



## Epson SureColor SC-P800

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



## HP Latex 335-HP Professional Satin Paper

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



## HP Latex 335-Craftezon Metro Expo

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



Obrázek 16: Porovnání vzorků procesních barev (CMYK) a sekundárních barev (RGB) v tónové hodnotě 60 % před a po ukončení testu při urychleném stárnutí v testovacím zařízení Q-Sun Xe-1-B

## Konica Minolta AccurioPress C3070

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



## Epson SureColor SC-P800

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



## HP Latex 335-HP Professional Satin Paper

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



Po skončení testu



## HP Latex 335-Craftezon Metro Expo

Před započítím testu



Po skončení testu



Před započítím testu



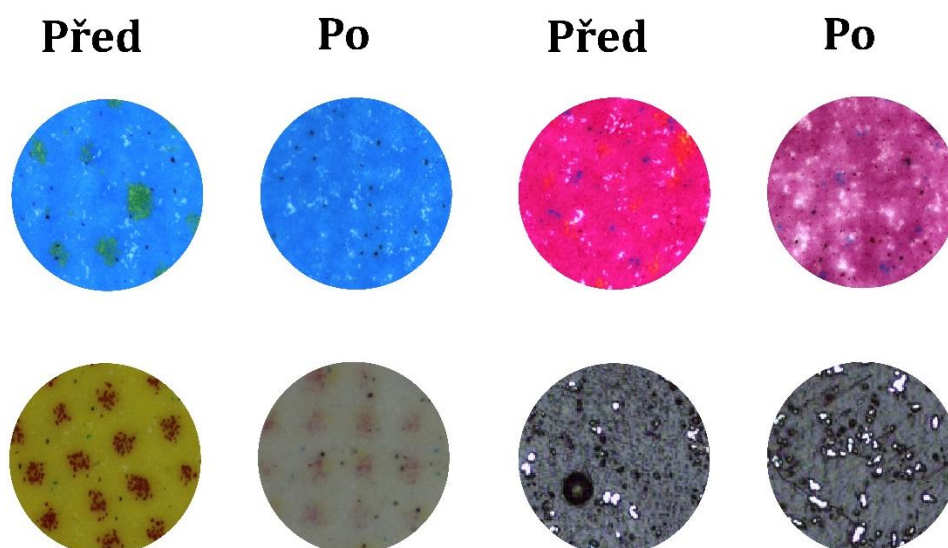
Po skončení testu



Obrázek 17: Porovnání vzorků procesních barev (CMYK) a sekundárních barev (RGB) v tónové hodnotě 30 % před a po ukončení testu při urychleném stárnutí v testovacím zařízení Q-Sun Xe-1-B



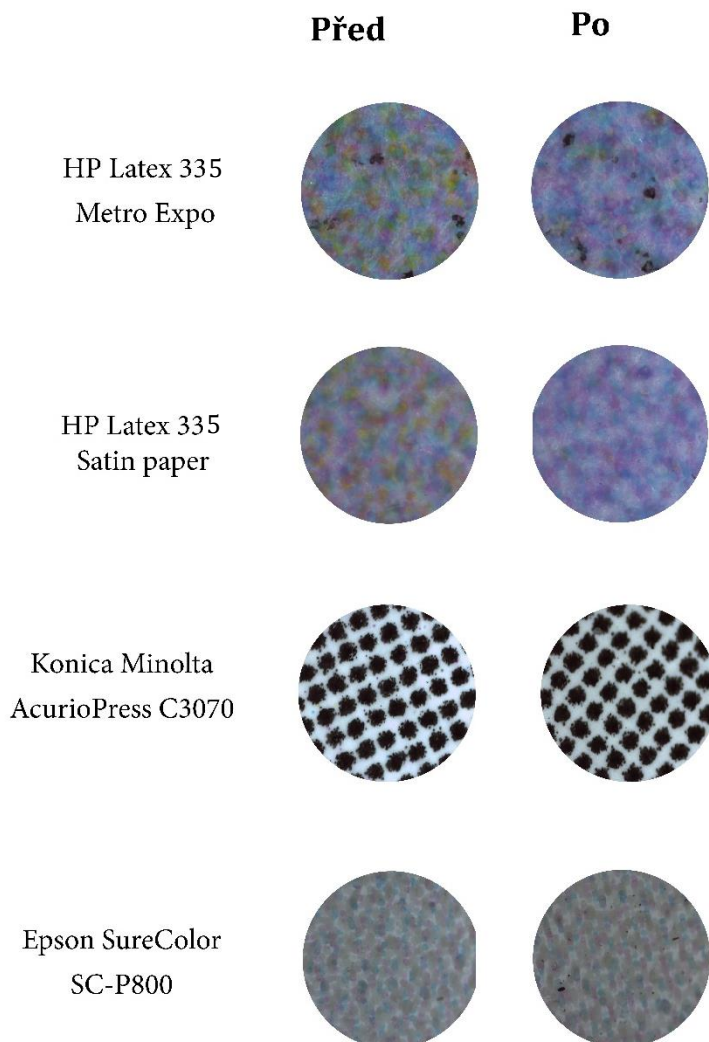
Pro srovnání mikroskopických snímků byla vybrána opět metoda urychleného stárnutí vzorků z důvodu větší změny. Pro demonstraci byl vybrán vzorek s tónovou hodnotou 100 % procesních barev (CMYK) tištěných na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070, z důvodu největší barvové odchylky (Obr. 18). Velká barvová změna se projevila u barvy žluté, kde žlutý toner vybledl a zůstaly více vidět purpurové body. Lze tím také prokázat, že tiskárna Konica Minolta AccurioPress C3070 netiskla samostatně procesní barvy. U azurové barvy došlo opět k větší degradaci žluté barvy. Barva purpurová změnila odstín do fialové, došlo k degradaci žlutých bodů a vypadání toneru (objevilo se mráčkování). Taktéž u barvy černé došlo k výskytu větších trhlin (bílá místa) a vypadnutí toneru, díky těmto průsvitům papíru dochází k větší naměřené barvové odchylce a k větší degradaci samotného papíru.



*Obrázek 18: Porovnání mikroskopických snímků v tónové hodnotě 100 % procesních barev (CMYK) tištěných tonerovou tiskárnou Konica Minolta AccurioPress C3070 na papír MultiArt Silk před započítím testu a po jeho ukončení (urychlené stárnutí v zařízení Q-Sun Xe-1-B)*

Dále byly porovnány všechny vzorky černé barvy a s tónovou hodnotou 30 % (Obr. 19). Nejvíce změnil barevný odstín vzorek HP Latex 335 na substrátu HP Professional Satin Paper, kde došlo k výrazné degradaci žluté barvy. Taktéž se stalo u HP Latex 335 na substrátu Craftezon Metro Expo. U vzorku Konica Minolta AccurioPress C3070 došlo k větší degradaci papíru, a tím se snímek jeví více zašedle a tmavě, vzorek není celý pokrytý tiskovou barvou, jako je tomu u ostatních tiskových technik. U vzorku Epson

SureColor SC-P800 je nejmenší pozorovatelná barvová změna ze všech čtyř vzorků černé barvy s tónovou hodnotou 30 %.



*Obrázek 19: Porovnání mikroskopických snímků černé barvy s tónovou hodnotou 30 % tištěných na strojích Konica Minolta AcurioPress C3070, HP Latex 335 (substrát HP Professional Satin Paper a Craftezon Metro Expo), Epson SureColor SC-P800 před započítím testu a po jeho ukončení (urychlené stárnutí v zařízení Q-Sun Xe-1-B)*

### 3.3 Porovnání světlostálosti barev testovaných přirozeným stárnutím v interiéru

V Tabulce 8 jsou uvedeny naměřené hodnoty barvových odchylek vzorků tištěných na stroji Epson SureColor SC-P800 a v Tabulce 9 jsou naměřené hodnoty barvových odchylek vzorků tištěných na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070. Naměřené hodnoty barvových odchylek pro vzorky tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu Craftezon Metro Expo jsou uvedeny v Tabulce 10 a pro substrát HP Professional Satin Paper jsou uvedeny v Tabulce 11.

U vzorků vytištěných na stroji Epson SureColor SC-P800 se hodnoty barvových odchylek CMYK barev na konci testu (189 dní) pohybovaly v rozsahu od 0,6 do 1,6 a sekundárních barev (RGB) v rozsahu 0,8 až 2,9. Nejlepší světlostálost vykazovaly barvy žlutá ( $\Delta E$  0,6) a zelená ( $\Delta E$  0,8). Nejhorší světlostálost vykazovaly barvy černá ( $\Delta E$  1,6) a červená ( $\Delta E$  2,9). Naopak u urychleného stárnutí byla nejméně světlostálá barva žlutá a nejvíce stálá byla barva černá.

Vzorky tištěné na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 měly hodnoty barvových odchylek v rozmezí  $\Delta E$  0,6–3,3. Oproti urychlenému stárnutí není barvová odchylka u přirozeného stárnutí výrazně horší oproti ostatním sadám barev. Největší hodnotu barvové odchylky měly barvy červená ( $\Delta E$  3,3) a modrá ( $\Delta E$  3,0). Naopak nejmenší hodnotu barvové odchylky měly barvy primární žlutá ( $\Delta E$  0,6) a zelená ( $\Delta E$  0,7). Oproti tomu u urychleného stárnutí byla nejméně světlostálá barva žlutá a nejlepší světlostálost vykazovala barva černá.

Na stroji HP Latex 335 byly vzorky vytištěny na dvou substrátech a rozdíly v dosažených barvových odchylkách jsou minimální. Vzorky na substrátu Craftezon Metro Expo měly hodnoty barvové odchylky v polích s tónovou hodnotou 100 % v rozmezí  $\Delta E$  0,8–2,7 a pro HP Professional Satin Paper v rozmezí  $\Delta E$  0,5–2,4. Nejméně světlostálá byla barva modrá pro oba typy substrátů. Nejvíce světlostálá byla barva azurová na substrátu Craftezon Metro Expo, u urychlené metody stárnutí to byla barva černá. U vzorku na substrátu HP Professional Satin Paper měla nejmenší hodnotu barvové odchylky barva zelená, u urychlené metody stárnutí to byla barva černá.

Obecně jsou rozdíly barvových odchylek všech tří sad tiskových barev po 189 dnech testování malé a pohybují se u procesních barev v intervalu  $\Delta E$  0,5–2,1. Nelze na základě tohoto testu v interiéru jednoznačně určit, která sada tiskových barev je lepší/horší z pohledu světlostálosti.

Tabulka 8: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Epson Sure Color SC-P800 na substrátu Epson Proofing Paper White Semimatte testované přirozeným stárnutím v interiéru

Expozice (dny)	Tonová hodnota (%)																						
	30						60						100										
	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	B				
14	0,6	0,2	0,2	0,1	0,8	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,5	0,5	1,0	0,8	0,8	0,6	1,2	0,5	0,3	0,4	1,5	1,6	0,6
22	0,9	0,3	0,3	0,3	1,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	0,5	0,6	0,9	0,8	0,7	0,7	1,1	0,8	0,5	0,6	1,2	1,8	0,8
33	0,9	0,5	0,5	0,5	1,3	0,3	0,4	0,4	0,7	0,8	0,7	0,6	1,2	0,5	0,9	1,0	0,8	0,5	0,8	1,9	1,1	1,2	
64	0,8	0,4	0,4	0,5	1,1	0,3	0,4	0,4	0,9	0,7	0,8	0,6	1,0	0,7	0,6	1,0	0,9	0,4	0,4	0,7	2,1	1,3	1,0
82	0,9	0,4	3,6	0,5	0,7	0,3	0,4	0,4	0,8	0,9	0,7	0,5	1,1	0,7	0,8	0,8	1,0	0,5	0,9	2,3	1,6	1,1	
100	0,8	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,5	0,4	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,9	1,5	0,4	1,1	3,3	1,4	1,0
117	1,0	0,3	0,6	0,6	0,4	0,3	0,5	0,5	1,0	0,7	0,4	0,6	0,8	0,4	0,5	0,8	2,0	0,4	0,8	3,4	0,6	1,2	
161	1,1	0,5	1,0	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	1,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,3	0,6	0,8	1,1	0,4	1,3	1,9	0,5	1,7	
175	1,4	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,7	0,7	1,4	0,5	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,5	1,5	0,2	1,6	3,3	1,1	1,6	
189	1,3	0,9	0,7	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	1,6	0,7	0,5	0,6	1,0	0,5	0,8	0,9	1,2	0,6	1,6	2,9	0,8	2,2	

Tabulka 9: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 na substrátu MultiArt Silk testované přirozeným stárnutím v interiéru

Expozice (dny)	Tonová hodnota (%)																				
	30						60						100								
	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	B		
14	0,4	1,3	0,6	0,8	0,4	1,1	1,4	0,7	0,8	0,9	0,6	0,6	1,7	1,9	0,6	0,9	0,3	0,1	2,7	0,5	1,9
22	0,4	1,4	0,5	0,9	0,6	1,7	1,3	0,6	0,9	0,8	0,6	0,3	1,3	1,9	0,7	0,7	0,6	0,7	2,8	0,4	1,9
33	0,5	1,0	1,3	1,2	0,9	1,4	2,0	0,7	1,0	1,2	0,6	0,3	1,5	2,0	0,5	0,9	0,7	0,6	2,5	0,5	2,0
64	0,5	1,1	1,9	1,5	1,3	2,1	1,9	0,5	1,1	1,4	0,7	0,7	1,4	2,6	0,7	1,0	0,5	0,6	3,8	0,4	2,6
82	0,4	1,4	1,8	1,7	1,1	2,2	2,1	0,6	1,3	1,1	0,9	0,8	1,2	2,8	0,8	1,1	0,7	0,6	3,9	0,7	2,8
100	0,6	1,7	1,6	1,7	0,3	2,0	1,8	0,6	1,0	1,0	0,7	0,7	1,9	2,5	0,4	0,9	0,8	1,4	2,4	0,7	2,5
117	0,5	1,5	2,1	1,8	1,3	2,5	1,7	0,6	1,0	1,2	1,1	1,5	1,3	2,8	0,7	1,3	0,8	1,6	3,2	0,4	2,8
161	0,6	2,2	3,3	2,1	2,6	1,8	1,9	0,7	1,1	1,2	1,1	0,7	1,5	1,4	0,5	1,3	0,7	1,3	4,1	0,3	1,4
175	0,9	2,1	2,6	2,2	1,5	2,4	2,2	0,8	1,1	1,4	1,1	0,7	1,6	1,8	0,5	1,4	0,7	1,0	3,7	0,4	1,8
189	1,0	2,3	2,5	2,4	1,1	2,9	2,6	1,7	1,6	2,1	1,2	1,0	1,5	2,6	1,1	1,7	0,6	1,9	3,3	0,7	3,0

Tabulka 10: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu Craftazon Metro Expo testované přirozeným stárnutím v interiéru

Expozice (dny)	Tonová hodnota (%)																	
	30						60						100					
	C	M	Y	K	R	B	C	M	Y	K	R	B	C	M	Y	K	R	B
14	0,2	0,3	0,1	0,5	0,4	0,4	0,2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,1	0,6	0,3	0,7
22	0,3	0,3	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,6	0,5	0,5	0,2	0,4	0,4	0,5	0,3	0,7	0,5	1,0
33	0,2	0,6	0,2	0,3	0,8	0,4	0,4	1,0	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,7	1,1
64	0,3	0,6	0,2	0,3	0,7	0,3	0,3	1,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,8	0,6	0,9	0,5	0,4	0,8
82	0,3	0,8	0,4	0,5	1,1	0,3	0,3	1,5	0,3	0,3	0,7	0,4	0,9	0,5	1,3	0,6	0,7	1,0
100	0,3	0,8	0,3	0,3	1,3	0,3	0,2	1,3	0,4	0,5	1,0	0,3	1,0	0,3	0,8	0,7	0,3	0,9
117	0,4	1,0	0,6	0,6	1,1	1,0	0,9	1,5	0,4	0,6	0,7	0,4	1,5	0,6	1,5	0,8	0,3	1,3
161	0,9	1,2	0,6	0,9	1,2	0,9	0,9	1,7	0,5	0,6	0,8	0,4	1,1	0,6	1,7	0,6	0,8	1,4
175	0,9	1,2	0,5	0,6	1,2	0,5	1,1	2,1	0,7	1,0	1,0	0,3	1,5	0,7	1,8	0,5	1,0	1,4
189	1,0	1,5	0,6	0,9	1,5	0,7	1,2	2,1	0,7	0,9	1,1	0,4	1,8	0,8	2,1	0,9	1,1	1,5

Tabulka 11: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu HP Professional Satin Paper testované přirozeným stárnutím v interiéru

Expozice (dny)	Tonová hodnota (%)																	
	30						60						100					
	C	M	Y	K	R	B	C	M	Y	K	R	B	C	M	Y	K	R	B
14	0,2	0,3	0,5	0,6	0,5	0,2	0,2	0,7	0,8	0,3	0,2	0,5	0,4	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2
22	0,3	0,5	0,7	0,6	0,3	0,4	0,2	0,7	0,9	0,4	0,2	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,5
33	0,2	0,5	0,6	0,7	0,4	0,2	0,4	0,8	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5
64	0,3	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	1,0	0,9	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,3	0,4	0,9
82	0,3	0,8	0,4	0,6	0,6	0,4	0,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,9	0,4	0,4	0,9
100	0,3	0,9	0,7	0,2	0,5	0,2	0,2	1,6	0,8	0,8	0,7	0,4	0,5	0,4	0,9	0,6	0,3	1,2
117	0,4	0,9	0,7	0,3	0,6	0,3	0,9	1,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,5	0,5	1,1	0,4	0,4	0,7
161	0,9	1,1	0,7	0,4	0,7	0,6	0,9	1,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,5	1,3	0,4	0,6	0,8
175	0,9	1,2	0,7	0,5	0,9	0,3	1,1	1,8	0,7	1,0	0,8	0,4	0,7	0,6	1,3	0,3	1,0	1,3
189	1,0	1,4	0,5	0,6	0,9	0,3	1,0	2,0	0,5	1,3	1,0	0,6	1,0	0,5	1,9	0,7	0,9	1,3

### **3.4 Porovnání světlostálosti barev testovaných přirozeným stárnutím vzorků ve tmě**

V Tabulce 12 jsou naměřené hodnoty barvové odchylky pro vzorky barev tištěných na stroji Epson SureColor SC-P800 a v Tabulce 13 pro vzorky barev tištěných na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070. Vzorky tištěné na stroji HP Latex 335 jsou ve dvou variantách, na substrátu Craftezon Metro Expo (Tabulka 14) a na substrátu HP Professional Satin Paper (Tabulka 15).

Vzorky, které byly uloženy ve tmě, jevily minimální změnu barvové odchylky. Nejhůře se jevil vzorek tištěn na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070, kde se barvové odchylky pohybují nejčastěji v intervalu  $\Delta E$  1–2, důvodem může být degradace teplem. Ostatní vzorky (HP Latex 335 na substrátu Craftezon Metro Expo a HP Professional Satin Paper, Epson SureColor SC-P800) měly hodnoty barvové odchylky nejčastěji do hodnoty  $\Delta E$  1.

Tabulka 12: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Epson SureColor SC-P800 na substrátu Epson Proofing Paper White Semimatte testované přirozeným stárnutím ve tmě

Expozice (dny )	Tonová hodnota (%)																				
	30						60						100								
	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G			
<b>35</b>	0,0	0,4	0,1	0,2	0,5	0,5	0,2	0,3	1,0	0,4	0,2	1,2	0,4	0,5	0,1	0,3	0,6	0,7	0,7	0,3	
<b>161</b>	0,2	0,3	0,1	0,1	0,4	0,3	0,4	0,4	0,9	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,7	0,2	
<b>189</b>	0,6	0,9	0,7	0,6	1,0	0,7	0,5	0,3	1,4	1,0	0,9	0,7	0,5	1,2	0,8	0,5	0,6	0,7	0,6	1,9	0,6

Tabulka 13: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 na substrátu MultiArt Silk testované přirozeným stárnutím ve tmě

Expozice (dny )	Tonová hodnota (%)																				
	30						60						100								
	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G			
<b>35</b>	1,3	0,8	1,3	0,2	0,6	1,4	0,3	0,7	0,4	0,7	0,2	0,6	2,2	1,6	0,6	0,7	1,6	1,0	1,8	0,4	1,3
<b>161</b>	0,6	0,9	0,6	0,1	1,2	0,4	0,2	0,6	0,1	0,3	0,5	0,4	0,3	1,4	0,1	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,2
<b>189</b>	1,1	0,9	1,1	1,3	1,7	0,9	0,7	0,8	2,2	0,9	0,4	1,4	1,2	0,9	0,4	0,5	1,3	1,2	2,3	0,8	1,1

*Tabulka 14: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 a na substrátu Craftezon Metro Expo testované přirozeným stárnutím ve tmě*

Expozice (dny)	Tonová hodnota (%)																				
	30						60						100								
	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	B		
<b>35</b>	0,3	0,3	0,1	0,4	0,6	0,3	0,6	0,6	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	1,2	0,1	0,3	0,6	0,7	1,4	0,2	
<b>161</b>	0,2	0,1	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,1	0,1	0,5	0,2	0,1	0,2	0,5	0,4	0,6	0,2	0,2	0,7	0,2	
<b>189</b>	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,4	0,9	0,5	0,6	0,3	0,1	0,5	0,3	0,5	1,2	0,5	0,4	0,1	0,9	0,7	0,2

*Tabulka 15: Porovnání barvových odchylek  $\Delta E$  pro jednotlivé barvy tištěné na stroji HP Latex 335 a na substrátu HP Professional Satin Paper, testované přirozeným stárnutím ve tmě*

Expozice (dny)	Tonová hodnota (%)																				
	30						60						100								
	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	C	M	Y	K	R	G	B		
<b>35</b>	0,5	0,4	0,3	0,4	0,1	0,3	0,8	0,3	0,4	0,8	1,5	1,0	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,1	0,7	0,4	0,2
<b>161</b>	0,4	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5	0,2	0,4	0,3	1,3	0,6	0,5	0,3	0,1	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2
<b>189</b>	0,4	0,4	0,9	0,6	0,6	0,6	0,4	1,3	0,7	1,0	1,2	0,7	0,7	0,5	0,5	1,0	0,5	0,2	0,3	0,9	0,6



## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo porovnat světlostálost dvou sad vzorků pigmentových inkoustů a jedné sady práškového toneru na různých typech papíru. Byly využity dvě metody měření světlostálosti, a to metoda přirozené stárnutí vzorků a metoda urychleného stárnutí. U přirozeného stárnutí byly vzorky umístěny ve vzdálenosti cca 1 metr od okna, které je orientované jižním směrem. Test probíhal od 13. listopadu 2019 do 20. května 2020, to je 27 týdnů (189 dnů). Metoda urychleného stárnutí vzorků probíhala v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B s filtrem simulující denní světlo v interiéru, s intenzitou ozáření  $1,10 \text{ W/m}^2$  při 420 nm a při teplotě černého panelu  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ . Test probíhal 450 hodin. Barvová odchylka po 12 hodinách v testovací komoře Q-Sun Xe-1-B překonala barvovou odchylku testu metodou přirozeného stárnutí, který trval 189 dní. Intenzita osvětlení v testovací komoře byla 60 000 luxů, v interiéru se pohybovala během dne nejčastěji mezi 150–1000 luxy. Je nutné dodat, že obě metody nelze přesně srovnávat z důvodu rozdílných podmínek, které působily na vzorky. Metoda urychleného stárnutí slouží k dlouhodobé předpovědi stálosti daných tiskovin. Tato metoda je však omezená simulacemi vlivů, které působí v interiéru na danou tiskovinu po delší dobu.

Celkově nejhorší světlostálost z potiskovaných substrátů při přirozeném stárnutí v interiéru jevil papír MultiArt Silk ( $\Delta E$  3,6), díky tomu papír měnil odstín a barvová odchylka byla vyšší. Nejlepší světlostálost vykazoval papír Epson Proofing Paper White Semimatte ( $\Delta E$  0,3). Pro tiskárnu HP Latex 335 byly testovány dva substráty, kde Craftezon Metro Expo vykazoval o trochu horší světlostálost oproti HP Professional Satin Paper. Při urychleném stárnutí byla barevná změna substrátů MultiArt Silk, Craftezon Metro Expo a HP Professional Satin Paper podobná ( $\Delta E$  8–10), u materiálu Epson Proofing Paper White Semimatte byla barvová odchylka výrazně menší ( $\Delta E$  2,6)

Z testování v urychlovacím zařízení Q-Sun Xe-1-B je patrné, že vzorky tištěné na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 mají celkově nejhorší světlostálost. Nejlepší světlostálost jevil vzorek tištěný na stroji Epson SureColor SC-P800 používající pigmentovaný inkoust Epson singlepack. U stroje HP Latex 335 byly vzorky tištěny ve dvou variantách, kde barvy tištěné na substrát HP Professional Satin Paper vykazovaly o trochu lepší světlostálost než na substrátu Craftezon Metro Expo. Možným důvodem je větší degradace papíru Craftezon Metro Expo. U všech vzorků nejrychleji degradovala barva žlutá a nejméně barva černá. Oproti tomu u přirozeného testování v interiéru nebyl patrný velký rozdíl mezi testovanými barvami a barvové odchylky byly obecně malé a podobné. Celkově nejvyšší hodnoty barvové odchylky vykazoval vzorek tištěný pigmentovým tonerem Konica Minolta.

Vzorky uchované ve tmě po dobu 27 týdnů jevíly po skončení testu minimální změnu barvové odchylky (nejčastěji do  $\Delta E$  1). Nejhorší světlostálost jevíl opět vzorek tištěný na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] KAPLANOVÁ, Marie a kol. Moderní polygrafie. Praha: Svaz polygrafických podnikatelů, 2009, ISBN 978-80-254-4230-2.
- [2] KIPPAN, Helmut. Hand book of print media: technologies and production methods. Springer, 2001. ISBN 3-540-67326-1.
- [3] Tiskové techniky [online]. Litomyšl, 2009 [cit. 2020-04-07]. Dostupné z: [https://www.polygraficketahaky.cz/tiskove\\_techniky](https://www.polygraficketahaky.cz/tiskove_techniky)
- [4] DZIK, Petr. Inkousty a inkoustové sady [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.paladix.cz/clanky/inkousty-a-inkoustove-sady.html>
- [5] GEBRTOVÁ, Jana. Tiskové papíry a jejich vlastnosti. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006, ISBN 80-7194-900-0.
- [6] Chemické složení papíru. *ELUC* [online]. Olomouc, 2014 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2540>
- [7] Celulóza [online]. [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: [http://r.fld.czu.cz/vyzkum/nauka\\_o\\_lp/chemie/celuloza.jpg](http://r.fld.czu.cz/vyzkum/nauka_o_lp/chemie/celuloza.jpg)
- [8] DZIK, Petr. Inkoustová tisková média. *Paladix* [online]. [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.paladix.cz/clanky/inkoustova-tiskova-media.html>
- [9] DZIK, Petr. *Problematika archivní stálosti inkoustového tisku* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.paladix.cz/clanky/problematika-archivni-stalosti-inkoustoveho-tisku.html>
- [10] LUCAS, Julie. Keep your true colors: Lightfastness and weatherability testing. *Gatfworld* [online]. 2001, 13(3), 13 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/documents/public/95c34bb0-30ca-45ff-bc40-c38dc7fb5692.pdf>.
- [11] Světlostálost transparentních povrchových úprav. Meteorologické stanice Maruška [online]. Hostýnské vrchy, 2009 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: [http://maruska.ordoz.com/vyzkum/vliv\\_prostredi\\_na\\_svetlostalost](http://maruska.ordoz.com/vyzkum/vliv_prostredi_na_svetlostalost)
- [12] JIROUTOVÁ, Iveta. Technické parametry oken – o čem se nemluví. Tzbinfo [online]. 2020, [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/9551-technicke-parametry-oken-o-cem-se-nemluvi>
- [13] Sunlight, Weathering & Light Stability Testing. *QLab* [online]. 2011, [cit. 2020-04-24]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/documents/public/cd131122-c252-4142-86ce-5ba366a12759.pdf>
- [14] GORREC, Fabrice. The electro magnetic spectrum [online]. [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/A-Electromagnetic-spectrum-Two-main-characteristics-of-electromagnetic-waves-is-their\\_fig2\\_328578367](https://www.researchgate.net/figure/A-Electromagnetic-spectrum-Two-main-characteristics-of-electromagnetic-waves-is-their_fig2_328578367)
- [15] HLADNIK, Ales; CERNIC, Marjeta; BUKOSEK, Vili. Role of paper coating pigments and additives in darkfastness of ink jet prints. *Journal of Imaging Science and Technology*, 2008, 52 (1), Dostupné z: <https://www.ingentaconnect.com/content/ist/jist/2008/00000052/00000001/art00009>

- [16] HUBÍKOVÁ, Tereza. Správná orientace místností dle intenzity světla. *Náš dům* [online]. [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://www.nasdum.eu/spravna-orientace-mistnosti-dle-intenzity-svetla/>
- [17] Světlostálost UV barev. *UV star* [online]. [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://www.uvstar.cz/vice-o-tisku/svetlostalost-uv-barev/>
- [18] TRNKA, Miroslav; ŽALUD, Zdeněk; HLAVINKA, Petr a BARTOŠOVÁ, Lenka. Klimatický systém Země [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/pruvodce-zmenou-klimatu/>
- [19] Pozorované změny klimatu: Změny teploty. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap06.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap06.pdf)
- [20] Očekávaná změna evropského klimatu. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV [online]. [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap09.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap09.pdf)
- [21] Změna klimatu v ČR. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV [online]. [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap10.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap10.pdf)
- [22] KALINA, Jirka. Přehled délky slunečního svitu po letech v hodinách [online]. 2006 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <http://meteo-jirkalina.com/wx38.php>
- [23] Hradec Králové: Měsíční data. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV [online]. 2019 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data#>
- [24] CREWDSON, Michael Crewdson. Outdoor weathering must verify accelerated testing. *Q-Lab* [online]. Florida [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/documents/public/9d677625-3d76-47a0-8099-daf3b24290fc.pdf>
- [25] Outdoor Weathering: Basic Exposure Procedures. *Q-Lab* [online]. Florida, 2011 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/documents/public/2058b034-a8c2-4d8b-831b-6fe949c9053e.pdf>
- [26] Sunlight, Weathering & Light Stability Testing. *Q-Lab* [online]. Florida, 2011 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/documents/public/cd131122-c252-4142-86ce-5ba366a12759.pdf>
- [27] QUV Accelerated weathering tester. *Q LAB* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/products/quv-weathering-tester/quv>
- [28] Q-SUN Xenon Test Chambers. *Q LAB* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/en-gb/products/q-sun-xenon-arc-test-chambers>
- [29] Ci Series Xenon-Arc Weather-Ometers. *Atlas: material testing solutions* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://www.atlas-mts.com/products/standard-instruments/xenon-weathering/ci-series>
- [30] UV Lamps and optical filters. *Q-Lab* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/products/lamps-optical-filters/lamps-and-optical-filters>

- [31] QUV Accelerated Weathering Tester. *Q-Lab* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/products/quv-weathering-tester/quv>
- [32] A Choice of Lamps for the QUV Accelerated Weathering Tester. *Q-Lab* [online]. 2019 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/documents/public/d6f438b3-dd28-4126-b3fd-659958759358.pdf>
- [33] Q-TRAC Natural Sunlight Concentrator: Accelerated Natural Outdoor Exposures. *Q-Lab* [online]. 2011 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/documents/public/002697f8-4405-4421-9055-b86f7430e6a2.pdf>
- [34] Test standards for accelerated laboratory testing. *Q-Lab* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/resources/standards/test-service/accelerated-laboratory>
- [35] Světlostálost UV barev. *UV Star* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.uvstar.cz/vice-o-tisku/svetlostalost-uv-barev/>
- [36] Light fastness. *Brancher* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <http://www.brancher.com/-Resistance-a-la-lumiere-.html?lang=en>
- [37] Světlostálost. *Montis* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.montis.cz/c3/docs/sublimacni-digitalni-reklamni-tisk-d00000236.pdf>
- [38] ČSN EN ISO 105-B02 - Textilie - Zkoušky stálobarevnost na umělém světle: Zkouška s xenonovou výbojkou. *Technické normy* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: [https://www.technickenormy.cz/csn-en-iso-105-b02-textilie-zkousky-stalobarevnosti-cast-b02-stalobarevnost-na-umelem-svetle-zkouska-s-xenonovou-vybojkou-1/?gclid=EAIaIQobChMIvqSq7MuN6QIViYXVCh2i7gKHEAAYASAAEgINzFD\\_BwE](https://www.technickenormy.cz/csn-en-iso-105-b02-textilie-zkousky-stalobarevnosti-cast-b02-stalobarevnost-na-umelem-svetle-zkouska-s-xenonovou-vybojkou-1/?gclid=EAIaIQobChMIvqSq7MuN6QIViYXVCh2i7gKHEAAYASAAEgINzFD_BwE)
- [39] Stolní tiskárny: Jak dlouho vydrží inkoustový tisk v exteriéru? *Grafika* [online]. 1999, červen [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.grafika.cz/rubriky/stolni-tiskarny/jak-dlouho-vydrzi-inkoustovy-tisk-v-exterioru--126631cz>
- [40] UNMZ. ČSN EN ISO 4892-2: Plasty – metoda vystavení laboratorním zdrojům světla – Část 2: Xenonové lampy [online]. 2013, listopad [cit. 2020-05-19].
- [41] PANÁK, Ján. ZVÄZ POLYGRAFIE. Polygrafické minimum, 3. aktualiz. vyd. Bratislava: TypoSet, 2008, ISBN 978-80-970069-0-7.
- [42] Shopping for Konica Minolta AccurioPress C3070 Toner Cartridges. *GMS* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.gmsupplies.com/products/konica-minolta-1/accuriopress-series/konica-minolta-accuriopress-c3070/toner-cartridges/>
- [43] HP Latex 3000 Printer. HP Latex Printing Technologies [online]. 2013, [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: [http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press\\_kits/2013/signanddisplaylaunch2013/Latex\\_WhitePaper.pdf](http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press_kits/2013/signanddisplaylaunch2013/Latex_WhitePaper.pdf)
- [44] HP Latex 300 tiskové hlavy 831. *HSW* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.hsw.cz/katalog/hp-latex-300-tiskove-hlavy-831/>

- [45] Inkoust a příslušenství: Inkoustové náplně. *Epson* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.epson.cz/products/printers/large-format-printers/surecolor-sc-p800#accessories>
- [46] MultiArt® Silk. *Papyrus* [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: [https://www.papyrus.com/csCZ/catalog/c/01\\_01\\_02/p/F-6528/Nat%C3%ADran%C3%A9%20pap%C3%ADry%20-%20silk/MultiArt%C2%AE%20Silk/view.htm](https://www.papyrus.com/csCZ/catalog/c/01_01_02/p/F-6528/Nat%C3%ADran%C3%A9%20pap%C3%ADry%20-%20silk/MultiArt%C2%AE%20Silk/view.htm)
- [47] Craftecazon Metro Expo. *HSW* [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.hsw.cz/katalog/craftecazon-metro-expo-200-g/>
- [48] HP Professional Satin Photo Paper. *HSW* [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.hsw.cz/katalog/hp-professional-satin-photo-paper-275-g/>
- [49] Proofing Paper White Semimatt. *Epson* [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.epson.cz/products/consumables/paper/proofing-paper-white-semimatte-24-x-305-m-250gm-c13s042004>
- [50] Konica Minolta AccurioPress C3070. Konica Minolta [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: [https://www.konicaminolta.cz/getmedia/02f768f8-de92-4379-be1d-a1b70af5267e/Specifikace-AccurioPress-C3070-C3080-P\\_web.pdf.aspx](https://www.konicaminolta.cz/getmedia/02f768f8-de92-4379-be1d-a1b70af5267e/Specifikace-AccurioPress-C3070-C3080-P_web.pdf.aspx)
- [51] Epson SureColor SC-P800. Epson [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.epson.cz/products/printers/large-format-printers/surecolor-sc-p800#accessories>
- [52] HP Latex 335. *HSW* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.hsw.cz/katalog/hp-latex-335/>
- [53] HP Latex 335 Printer. *Hp* [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www8.hp.com/cz/cs/commercial-printers/latex-printers/335.html>
- [54] X-Rite eXact Standard. X-Rite [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <http://www.xrite.cz/prepress-a-tisk/spektrofotometry-exact/x-rite-exact-denzitometr-bez-bluetooth-1.html>
- [55] Nikon D3100. *Megapixel* [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.megapixel.cz/nikon-d3100#product-sec-param>
- [56] Nikon D3100. *Heureka* [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://digitalni-fotoaparaty.heureka.cz/nikon-d3100/specifikace/>
- [57] Průmyslový mikroskop Nikon LV-UDM. Maneko [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <http://www.maneko.cz/data/Nikon/Eclipse%20LV-UDM.pdf>
- [58] Q-Sun Xe-1 Xenon Test Chamber. *Q-Lab* [online]. Florida [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.q-lab.com/products/q-sun-xenon-arc-test-chambers/q-sun-xe-1>
- [59] Digitální luxmetry Lutron: Luxmetr LX-103 / LX-105. *Jsp industrial controls* [online]. 2010 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: [http://www.jsp.cz/files/edoc/01729\\_LX-105.pdf](http://www.jsp.cz/files/edoc/01729_LX-105.pdf)

## PŘÍLOHY

**Příloha 1** – souřadnice barvového prostoru CIE Lab před a po skončení testování ve tmě, přirozeným a urychleným stárnutím pro barvy procesní (CMYK) a sekundární (RGB) tištěné na stroji Epson SureColor SC-P800 na substrátu Epson Proofing Paper White Semimatte

**Příloha 2** – souřadnice barvového prostoru CIE Lab před a po skončení testování ve tmě, přirozený a urychleným stárnutím pro barvy procesní (CMYK) a sekundární (RGB) tištěných na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 na substrátu MultiArt Silk

**Příloha 3** – souřadnice barvového prostoru CIE Lab před a po skončení testování ve tmě, přirozený a urychleným stárnutím pro barvy procesní (CMYK) a sekundární (RGB) tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu HP Professional Satin Paper

**Příloha 4** – souřadnice barvového prostoru CIE Lab před a po skončení testování ve tmě, přirozený a urychleným stárnutím pro barvy procesní (CMYK) a sekundární (RGB) tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu Craftezon Metro Expo

**Příloha 5** – souřadnice barvového prostoru CIE Lab před a po skončení testování ve tmě, přirozený a urychleným stárnutím pro jednotlivé typy substrátů (Craftezon Metro Expo, HP Professional Satin Paper, MultiArt Silk tisk a čistý, Epson Proofing Paper White Semimatte)

**Příloha 1** – souřadnice barvového prostoru CIE Lab před a po skončení testování ve tmě, přirozeným a urychleným stárnutím pro barvy procesní (CMYK) a sekundární (RGB) tištěné na stroji Epson SureColor SC-P800 na substrátu Epson Proofing Paper White Semimatte

Tónová hodnota	Barva	Přirozené stárnutí						Urychlené stárnutí						Tma					
		Před			Po			Před			Po			Před			Po		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
100 %	C	55,5	-38,4	-49,7	55,4	-38,6	-48,8	56,1	-39,0	-48,4	56,4	-39,5	-46,0	56,0	-39,2	-49,3	55,3	-39,1	-49,7
	M	48,1	75,4	-8,0	48,0	74,4	-8,6	48,5	74,4	-8,4	47,7	74,3	-7,6	48,3	75,6	-8,5	48,2	75,9	-8,2
	Y	88,2	-8,1	96,2	87,7	-8,2	95,8	87,6	-7,9	96,2	88,9	-9,3	87,4	87,9	-8,2	96,8	87,9	-7,9	97,3
	K	11,7	-1,1	4,6	13,3	-1,3	4,5	12,4	-1,1	5,0	13,5	-0,7	5,0	11,8	-1,0	5,2	11,8	-1,3	4,6
	R	46,9	71,1	54,6	46,7	70,0	52,0	47,0	70,8	53,2	46,4	70,3	50,0	46,7	71,0	54,0	46,5	70,7	53,5
	G	51,1	-74,4	30,4	51,4	-73,8	29,8	51,9	-73,8	30,9	52,7	-72,7	27,3	51,5	-74,3	30,7	51,0	-75,2	29,1
B	22,9	24,2	-49,2	24,1	22,5	-48,4	23,5	24,0	-49,0	23,6	21,8	-45,7	23,4	24,3	-49,5	23,2	23,7	-49,4	
60 %	C	70,2	-21,7	-31,5	71,2	-21,6	-30,3	71,2	-22,2	-30,3	72,5	-20,8	-25,9	71,2	-22,2	-31,2	71,0	-22,2	-31,1
	M	65,4	43,1	-7,9	65,0	42,6	-7,9	65,6	42,5	-7,0	66,2	41,2	-8,3	65,5	42,7	-8,0	65,0	43,9	-7,6
	Y	90,1	-6,0	51,9	89,7	-5,9	52,1	89,8	-5,7	51,5	91,8	-5,2	37,2	89,7	-6,1	51,1	89,7	-5,6	51,9
	K	53,5	-0,4	-0,9	54,1	-0,3	-0,9	54,0	-0,5	-0,8	55,0	-0,4	-1,2	54,1	-0,7	-0,8	53,6	0,1	-0,8
	R	63,6	38,7	31,2	63,7	38,0	30,5	63,9	37,7	31,3	64,9	36,9	24,6	63,8	38,2	31,4	63,7	38,9	31,6
	G	67,1	-35,1	17,6	67,4	-34,7	17,4	67,7	-34,1	17,4	69,1	-31,5	10,8	67,4	-34,5	16,7	67,3	-34,3	17,1
B	47,6	17,0	-32,8	48,3	16,9	-32,4	48,7	16,3	-31,9	49,4	15,4	-30,4	48,1	16,7	-32,8	47,2	17,5	-33,0	
30 %	C	82,2	-9,8	-16,4	83,2	-9,7	-15,5	82,9	-10,2	-15,5	85,7	-8,0	-10,1	83,1	-10,0	-16,4	83,2	-9,8	-15,8
	M	80,4	18,8	-6,8	80,6	18,0	-6,5	80,3	18,3	-5,9	79,9	17,3	-5,8	80,8	18,5	-6,6	80,9	18,8	-5,8
	Y	91,5	-3,5	22,0	91,9	-3,6	22,6	91,8	-3,7	23,6	91,3	-1,9	12,2	92,0	-3,7	22,4	92,1	-3,4	23,0
	K	75,1	0,0	-1,3	75,7	0,1	-1,2	75,8	0,1	-0,6	76,3	0,3	0,5	75,7	-0,1	-1,3	75,5	0,1	-0,8
	R	79,2	16,0	14,5	79,1	15,4	14,6	79,4	15,4	15,2	79,5	14,7	8,9	79,2	15,6	14,0	79,2	16,2	14,8
	G	81,5	-14,4	7,0	81,5	-14,1	7,7	81,4	-14,2	8,5	82,9	-11,7	3,2	81,4	-14,5	7,1	81,4	-14,3	7,8
B	71,3	8,1	-18,8	71,4	7,6	-18,2	71,4	7,7	-17,9	72,5	6,6	-15,3	71,2	7,8	-18,7	70,9	8,0	-18,4	



**Příloha 2** – souřadnice barvového prostoru CIE Lab před a po skončení testování ve tmě, přirozený a urychleným stárnutím pro barvy procesní (CMYK) a sekundární (RGB) tištěných na stroji Konica Minolta AccurioPress C3070 na substrátu MultiArt Silk

Tónová hodnota	Barva	Přirozené stárnutí						Urychlené stárnutí						Tma					
		Před			Po			Před			Po			Před			Po		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
100 %	C	53,2	-33,0	-50,4	53,5	-32,8	-49,3	53,2	-32,3	-50,6	53,4	-34,3	-48,3	53,3	-32,6	-50,5	53,4	-32,9	-50,3
	M	45,4	76,2	-4,2	46,0	74,7	-3,6	45,7	75,4	-4,0	49,4	66,4	-7,6	45,6	75,7	-4,2	45,6	76,2	-4,4
	Y	85,4	-2,7	88,1	85,6	-2,2	88,1	85,5	-2,6	88,0	88,3	-4,0	65,1	85,3	-2,8	88,0	85,6	-2,4	89,2
	K	10,3	-0,2	0,1	12,3	-0,3	0,2	11,4	-0,2	-0,1	12,1	-0,3	-0,1	11,0	-0,2	0,0	9,8	-0,2	0,1
	R	46,0	68,7	49,7	46,2	68,2	46,4	46,3	67,9	45,6	46,8	64,5	40,9	45,9	68,4	47,3	46,1	68,9	49,5
	G	49,3	-66,6	24,7	49,3	-65,9	24,7	49,5	-65,7	25,2	50,3	-63,9	15,7	49,5	-65,7	25,2	48,9	-66,1	25,1
	B	23,0	21,9	-46,8	24,2	19,5	-45,4	24,0	19,9	-45,7	26,8	13,5	-46,2	23,6	20,5	-46,1	23,4	20,8	-47,1
60 %	C	68,8	-18,6	-32,4	69,2	-19,5	-31,1	68,6	-19,3	-32,6	69,8	-21,0	-27,8	68,8	-18,6	-32,4	69,4	-18,2	-32,2
	M	61,3	49,2	-8,6	62,3	48,6	-7,5	62,1	48,9	-8,8	69,3	36,3	-4,9	62,3	48,6	-9,0	61,4	50,7	-9,2
	Y	87,8	-2,7	52,9	88,0	-2,7	55,0	87,7	-2,8	53,2	91,0	-2,3	33,7	87,5	-2,9	53,1	87,6	-2,4	53,9
	K	42,5	-0,1	-0,3	43,1	-0,3	0,8	91,0	-2,3	33,7	44,8	-0,5	1,8	42,8	-0,1	-0,3	42,4	-0,1	0,0
	R	60,6	43,2	32,7	60,7	42,9	33,6	61,0	42,2	32,0	64,1	36,5	27,0	60,6	42,6	32,5	60,7	42,8	33,9
	G	64,4	-32,6	17,7	63,8	-34,0	18,0	64,7	-32,9	17,5	66,0	-31,5	8,8	64,0	-33,2	16,2	63,8	-33,1	17,4
	B	45,7	18,9	-33,2	45,4	16,3	-33,1	45,3	18,1	-33,7	49,7	10,7	-30,9	45,8	17,8	-33,4	45,4	17,8	-34,2
30 %	C	80,3	-10,5	-20,8	81,0	-11,3	-17,6	80,6	-10,6	-19,5	82,0	-12,2	-13,4	81,0	-10,5	-19,7	80,6	-10,2	-20,6
	M	75,1	27,8	-8,3	75,6	27,2	-6,1	75,8	27,4	-8,1	84,2	15,6	-0,8	75,5	27,9	-8,2	76,0	27,1	-8,3
	Y	90,1	-1,2	26,3	90,6	-1,7	28,7	90,2	-1,6	26,5	93,2	-1,2	13,4	90,2	-1,7	26,5	90,1	-1,1	27,4
	K	71,3	0,5	-2,9	72,1	0,0	-0,6	71,7	0,4	-2,5	72,8	-0,6	2,3	72,0	0,4	-2,7	70,7	0,4	-2,6
	R	75,4	21,7	17,1	75,6	21,5	18,6	75,3	21,8	17,2	81,0	15,6	11,8	75,3	21,2	17,8	74,7	22,7	17,3
	G	78,1	-15,7	6,3	78,7	-16,7	9,0	78,1	-16,7	7,7	80,4	-15,0	-1,1	78,2	-16,1	6,8	77,8	-16,2	6,0
	B	66,5	12,8	-22,5	67,3	11,3	-20,6	66,2	12,4	-21,4	73,5	2,7	-15,3	66,7	12,1	-22,5	66,6	11,6	-22,9

**Příloha 3** – souřadnice barvového prostoru CIE Lab před a po skončení testování ve tmě, přirozený a urychleným stárnutím pro barvy procesní (CMYK) a sekundární (RGB) tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu HP Professional Satin Paper

Tónová hodnota	Barva	Přirozené stárnutí						Urychlené stárnutí						Tma					
		Před			Po			Před			Po			Před			Po		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
100 %	C	51,2	-30,5	-58,7	51,3	-30,2	-58,3	50,9	-30,5	-58,1	50,7	-33,0	-54,3	51,1	-30,6	-58,5	51,4	-30,3	-58,3
	M	48,6	71,4	-0,3	48,3	69,6	0,2	48,0	70,9	-1,0	48,4	68,6	2,0	48,2	71,1	-1,4	48,4	71,3	-0,5
	Y	87,3	-5,7	85,8	86,8	-5,7	85,4	86,7	-5,8	85,7	87,0	-6,4	82,7	86,9	-5,9	85,4	87,2	-5,6	85,6
	K	13,5	1,1	-1,5	14,3	1,0	-1,1	13,8	1,0	-1,3	13,8	1,0	-1,3	13,6	0,9	-1,5	13,6	1,1	-1,6
	R	49,5	64,2	37,9	49,4	62,9	37,6	49,0	64,4	38,4	49,7	63,1	37,8	49,4	64,5	38,3	49,4	64,5	38,1
	G	50,7	-70,0	20,3	50,7	-70,0	20,5	50,6	-69,7	20,5	51,0	-69,6	18,7	50,8	-69,8	20,0	50,6	-70,7	20,4
B	23,7	23,7	-50,7	24,2	22,0	-49,1	24,0	23,2	-50,1	24,3	19,9	-46,1	23,5	23,6	-50,8	23,2	24,0	-51,2	
60 %	C	64,2	-15,5	-43,9	64,5	-16,2	-43,3	64,1	-16,0	-43,4	64,0	-18,8	-36,6	64,4	-16,0	-43,9	64,9	-14,8	-43,6
	M	62,7	48,4	-11,6	62,8	47,0	-10,2	62,2	47,3	-11,4	63,1	44,3	-9,4	62,5	48,4	-11,6	62,7	48,5	-11,0
	Y	88,7	-3,0	50,4	88,6	-3,2	51,0	87,8	-2,8	49,5	88,1	-2,3	35,6	88,3	-2,9	50,2	88,3	-3,0	51,2
	K	50,6	2,4	-8,7	51,0	1,8	-7,6	50,7	2,1	-8,7	51,4	1,6	-7,5	51,4	2,2	-9,6	50,6	2,2	-8,7
	R	59,8	43,0	29,3	59,9	42,0	29,3	59,8	43,1	29,9	60,1	40,9	27,7	59,9	42,6	29,3	60,0	43,3	29,4
	G	61,3	-33,6	11,2	61,1	-34,1	11,5	61,1	-33,4	11,5	61,2	-32,6	8,5	61,3	-33,2	11,0	61,6	-33,7	11,5
B	43,9	18,3	-40,9	44,0	17,8	-40,1	43,7	18,4	-40,4	42,9	15,0	-34,5	43,9	18,6	-40,9	44,2	18,5	-41,2	
30 %	C	81,8	-7,1	-27,6	81,9	-7,5	-26,6	81,5	-7,5	-27,0	81,6	-9,3	-18,8	81,6	-7,4	-27,4	82,0	-7,2	-27,2
	M	79,4	24,8	-13,2	79,5	23,9	-12,1	78,9	24,2	-12,9	79,8	21,6	-10,7	79,2	24,6	-13,2	79,4	24,7	-12,8
	Y	91,3	-1,8	12,6	91,2	-2,0	13,1	90,7	-1,9	12,8	89,7	1,2	0,4	91,0	-2,0	12,7	91,5	-1,9	13,4
	K	74,3	3,4	-10,3	74,3	3,6	-9,8	73,9	4,0	-11,0	74,8	4,1	-11,4	74,6	4,3	-10,9	74,1	4,0	-10,7
	R	77,0	21,3	7,9	76,9	20,6	8,5	76,7	21,3	8,0	77,6	20,5	4,5	76,9	21,6	7,8	76,8	21,5	8,3
	G	80,4	-13,7	-0,2	80,2	-13,8	0,0	80,2	-13,7	-0,5	80,6	-11,0	-5,3	80,5	-13,6	-0,7	80,4	-13,9	-0,2
B	68,2	12,5	-28,5	68,2	11,7	-27,5	68,4	11,9	-27,8	67,9	9,4	-22,2	68,4	12,4	-28,6	68,2	12,0	-28,4	

**Příloha 4** – souřadnice barvového prostoru CIE Lab před a po skončení testování ve tmě, přirozený a urychleným stárnutím pro barvy procesní (CMYK) a sekundární (RGB) tištěné na stroji HP Latex 335 na substrátu Craftezon Metro Expo

Tónová hodnota	Barva	Přirozené stárnutí						Urychlené stárnutí						Tma					
		Před			Po			Před			Po			Před			Po		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
100 %	C	62,3	-35,4	-49,0	61,9	-35,1	-48,4	61,9	-34,5	-48,5	61,6	-36,5	-43,0	61,9	-34,3	-49,1	62,3	-35,4	-49,1
	M	52,7	70,5	-12,3	52,3	68,9	-11,0	52,6	69,9	-11,9	52,9	66,4	-6,0	52,8	70,6	-12,2	52,8	70,9	-12,6
	Y	91,7	-6,7	83,9	91,2	-6,8	83,1	91,0	-6,4	82,9	91,2	-7,0	77,7	91,8	-6,9	83,5	91,9	-6,7	83,8
	K	16,5	0,9	-0,8	17,6	0,7	-0,7	16,8	1,0	-0,6	17,4	0,7	-0,3	16,8	0,8	-1,3	16,9	0,9	-1,2
	R	52,6	64,8	39,8	52,4	63,3	39,7	52,0	63,7	39,3	52,2	62,2	38,8	52,6	64,3	39,1	52,5	64,7	39,9
	G	56,4	-64,1	22,5	57,2	-63,9	22,1	57,1	-64,7	22,5	57,3	-63,7	20,2	57,4	-64,5	21,6	57,4	-64,5	22,2
	B	29,8	23,4	-53,6	30,2	21,7	-51,6	29,6	23,2	-53,0	30,2	18,8	-47,1	29,9	23,2	-53,4	29,8	23,3	-53,3
60 %	C	71,0	-24,1	-39,4	70,9	-24,0	-38,2	70,1	-23,9	-38,8	70,7	-26,1	-31,5	70,7	-24,0	-39,4	71,1	-24,2	-39,0
	M	67,5	44,6	-11,8	67,5	42,8	-10,8	65,6	42,6	-7,1	67,6	40,9	-8,1	67,0	45,0	-12,1	67,4	44,5	-11,9
	Y	92,3	-5,0	48,6	91,7	-5,1	48,3	91,6	-4,7	48,5	92,5	-3,4	34,2	92,1	-5,0	48,4	92,1	-5,0	48,7
	K	54,3	-0,7	-9,2	54,2	-0,9	-8,3	54,2	-0,6	-7,8	54,6	-1,2	-7,1	54,0	-0,7	-9,0	54,1	-0,7	-9,1
	R	66,6	38,4	27,3	66,3	37,3	27,2	66,4	38,5	26,9	67,4	36,3	24,5	66,5	38,4	27,3	66,5	38,9	27,2
	G	69,1	-36,0	7,9	68,9	-35,7	8,1	68,5	-35,5	8,0	69,4	-34,2	3,8	68,7	-36,3	7,8	68,9	-36,3	7,9
	B	51,1	9,6	-39,7	51,0	8,8	-38,1	50,6	9,4	-39,0	51,4	6,6	-33,5	50,9	9,8	-39,7	50,8	9,4	-39,8
30 %	C	81,4	-15,0	-28,0	81,3	-15,0	-27,0	81,1	-14,9	-27,3	81,4	-16,5	-19,1	81,4	-14,9	-28,0	81,7	-15,0	-27,8
	M	80,1	26,7	-12,0	80,0	25,7	-11,0	80,4	18,5	-6,0	80,6	24,6	-9,0	79,8	26,9	-12,0	80,1	27,1	-11,9
	Y	93,5	-3,5	19,2	93,0	-3,7	19,5	93,2	-3,3	19,3	93,2	-0,6	8,6	93,4	-3,5	19,2	93,5	-3,4	19,3
	K	72,8	0,3	-11,3	73,0	0,0	-10,4	72,3	0,5	-11,1	73,6	0,6	-9,8	72,4	0,4	-11,6	72,7	0,5	-11,3
	R	79,2	16,0	14,5	79,1	15,4	14,6	78,3	23,2	12,4	79,4	22,4	7,8	78,5	23,3	12,8	78,6	23,6	12,3
	G	81,5	-14,4	7,0	81,5	-14,1	7,7	80,3	-20,0	-0,5	81,1	-17,4	-4,0	80,4	-20,0	-1,1	80,4	-20,1	-0,8
	B	71,3	8,1	-18,8	71,4	7,6	-18,2	67,6	5,5	-29,1	68,7	2,8	-22,5	67,8	5,5	-29,3	68,5	5,4	-28,7

**Příloha 5** – souřadnice barvového prostoru CIE Lab před a po skončení testování ve tmě, přirozený a urychleným stárnutím pro jednotlivé typy substrátů (Craftezon Metro Expo, HP Professional Satin Paper, MultiArt Silk tisk a čistý, Epson Proofing Paper White Semimatte)

Substrát	Přirozené stárnutí						Urychlené stárnutí						Tma					
	Před			Po			Před			Po			Před			Po		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
<b>MultiArt (tisk)</b>	94,8	1,5	-4,6	94,7	0,8	-1,1	94,4	1,4	-4,3	94,9	-0,4	4,3	94,5	1,6	-4,5	94,9	1,4	-4,3
<b>Craftezon</b>	97,6	2,1	-7,6	97,1	2,1	-7,0	97,2	2,1	-7,3	96,1	0,2	1,1	97,6	2,1	-7,7	97,7	2,1	-7,5
<b>Hp Prof.</b>	94,9	2,2	-10,6	94,9	2,1	-10,1	94,3	2,2	-10,4	93,7	0,3	-2,6	95,0	2,3	-10,3	95,1	2,1	-10,1
<b>Epson Proof.</b>	94,6	0,0	-1,7	94,4	0,1	-1,8	94,0	0,1	-1,3	94,9	0,0	0,5	94,5	0,0	-1,6	94,7	0,1	-1,4
<b>MultiArt (čistý)</b>	-	-	-	-	-	-	95,8	1,3	-4,7	95,6	-0,4	4,5	-	-	-	-	-	-