



**VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA GRAFICKÁ
A STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA GRAFICKÁ
PRAHA 1, HELLIHOVA 22**

oddělení polygrafie

ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

**Kvalitativní srovnání velkoformátového inkjetového
tisku pro exteriérové aplikace**

Pavel Čermák

obor vzdělání:	Výtvarná a uměleckořemeslná tvorba
vzdělávací program:	Grafický design a realizace tiskovin
zaměření:	04 Zpracování tiskovin
školní rok:	2012–2013
vedoucí práce:	Ing. Radek Blahák

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá kvalitativním vyhodnocením čtyř inkjetových technologií využívaných pro exteriérové aplikace. Testovány zde byly inkjetové technologie, které využívají k tisku pigmentové inkousty, ekosolventní inkousty, UV vytvrditelné inkousty a inkousty pro termální inkjet. Těmito technologiemi byly vytištěny archy, z nichž polovina byla zalaminována. Tyto archy byly následně testovány v exteriérových podmínkách v rozsahu jednoho měsíce, a dále byla testována stálost na světle urychlenou expozicí v laboratorních podmínkách. Test urychlené expozice byl proveden halogenovou výbojkou po dobu 60 hodin. Po testování byly archy vyhodnoceny subjektivně a následně bylo provedeno objektivní vyhodnocení kvality metodami spektrální fotometrie. Na základě tohoto hodnocení, byla stanovena nejvhodnější inkjetová technologie pro její využití v exteriérovém prostředí.

ABSTRACT

This work focuses on qualitative evaluation of four types of ink jet printing used for outdoor applications. Ink jet printing technologies used for pigment ink printing, eco solvent ink printing, UV curing ink printing and ink for thermal ink jet printing were tested in this work. These technologies were used on sheets of paper, half of them were laminated. These sheets of paper were subsequently tested in outdoor conditions in a period of one month, also they were tested on light-fastness in accelerated exposure in laboratory conditions. The accelerated exposure test was done by halogen lamp for the period of 60 hours. After the testing sheets of paper were evaluated subjectively and afterwards objective evaluation of quality was done by using of spectrophotometry methods. Based on this evaluation the most appropriate ink jet printing technology used for outdoor conditions was chosen.

Všechny naměřené hodnoty byly zaznamenány do tabulek, které jsou uvedeny v přílohách.

Výsledky obsahují vždy naměřené hodnoty barvových souřadnic $L^*a^*b^*$ osmi měrných polí, dvě škály procesních barev a hodnoty nepotištěného papíru. Dále zahrnují výsledky barevných diferencí ΔE , které se vztahují vždy k původnímu netestovanému archu. Pro arch, který byl podroben testu světlostálosti umístěním do exteriéru po dobu jednoho měsíce. A pro arch, který byl podroben urychlenému testu světlostálosti expozicí halogenovou výbojkou v celkovém čase šedesáti hodin. Pro urychlený test světlostálosti je zde šest měření po časových intervalech, ve kterých byla expozice archů prováděna: po pěti hodinách expozice, po celkových deseti hodinách expozice, po celkových dvaceti hodinách expozice, po celkových třiceti hodinách expozice, po celkových čtyřiceti hodinách expozice a v závěru po celkových šedesáti hodinách expozice.

3.12 Výsledky testování

3.12.1 Subjektivní hodnocení

Netestované archy

Subjektivně byly hodnoceny pouze archy nezalaminované, u zalaminovaných archů se barevný vjem posunul jinam a srovnávat ho s nezalaminovaným nátiskem nemělo význam.

Subjektivním hodnocením byl testovací arch vytištěn pigmentovými inkousty hodnocen jako nejkvalitnější, a to z pohledu barevnosti, ostroty tisku a celkového vizuálního vjemu, který je na vysoké úrovni a při srovnání s nátiskem je velice věrohodný. Podobně byl hodnocen i testovací arch vytištěn ekosolventními inkousty, který je také vysoce kvalitní, co se barevnosti a ostroty tisku týče a ve srovnání s nátiskem působí také velice věrohodně. Oproti testovacímu archu vytištěnému pigmentovými inkousty, ale působí vizuálně o trochu méně kvalitním dojmem. To, že se testovací archy tištěny touto technologií jeví vizuálně, jako nejvíce kvalitní také přispívá fakt, že byly tištěny nejvyšším tiskovým rozlišením, a to 1440×1440 dpi, ze všech čtyř testovacích archů. Na třetím místě, jako méně vyhovující svou tiskovou kvalitou byl hodnocen testovací arch vytištěn termálním inkjetem. Jeho celkový vjem snižovalo jeho tiskové rozlišení, které bylo nejnižší ze všech tištěných testovacích archů, a to 600×600 dpi, což způsobuje viditelnou zrnitost tisku. Černobílá fotografie vytištěna touto tiskovou technologií byla na nejnižší úrovni, kdy se svou barevností výrazně lišila od nátisku. Barevné škály procesních barev v přechodech od 0% do plných ploch, byly touto technologií vytištěny jako nejméně plynulé ze všech technologií. Serifové tříbodové písmo fontu Times New Roman, zde bylo ale dobře čitelné i negativně tištěné v černé ploše. Jako nejméně vyhovující byl hodnocen arch tištěn UV vytvrditelnými inkousty, který byl celkově přebarven a svou barevností se tedy nátisku nejvíce vzdaloval. Přes tisk jsou navíc viditelné pruhy a také se tyto inkousty na archu lesknou, což značně snižuje barevný vjem tohoto archu. Tiskové rozlišení je zde také nižší, a to 900×600 dpi. Serifové tříbodové písmo fontu Times New Roman, negativně tištěné v černé ploše, bylo zde dostatečně čitelné až od šesti bodů.

Laminací archů se lehce potlačilo nižší rozlišení a celkový vjem archů se pro pozorovatele ztratil.

Dlouhodobě testované archy

a) inkjetový tisk pigmentovými inkousty

U archu vytištěném pigmentovými inkousty bylo zaznamenáno při dlouhodobém testu v exteriérovém prostředí lehké zažloutnutí papíru a mírná ztráta sytosti a pestrosti u barevných fotografií. Černobílá fotografie zůstala beze změny. U zalaminovaného archu, se projevilo dlouhodobým testem pouze lehké zažloutnutí papíru, barevnost se ale tímto testem u zalaminovaného archu nezměnila.

b) inkjetový tisk ekosolventními inkousty

U archu tištěném ekosolventními inkousty došlo k nepatrnému zažloutnutí papíru, barevnost se zde téměř nezměnila, což při subjektivním hodnocení posunulo technologii využívající ekosolventní inkousty na nejvyšší příčku, co se světlostálosti archu v exteriérovém prostředí týče. U zalaminovaného archu došlo také pouze k nepatrnému zažloutnutí papíru, barevnost ale opět zůstala beze změn.

c) inkjetový tisk termálními inkousty

U technologie termálního inkjetu papír zažloutl nejvíce z testovaných archů, barvy ztratily svou sytost a byly výrazně vybledlé. Výrazné zažloutnutí papíru se projevilo na mdlém vizuálním vjemu celého archu a výrazně také změnou barevnosti u černobílé fotografie. Změna archu tištěného touto technologií byla viditelná i bez přímého pozorování a arch vytištěn touto technologií podlehl v dlouhodobém testu největší změně. Výrazné změny zežloutnutí papíru a celkové barevnosti byla zaznamenána i u zalaminovaného archu, oproti nezalaminovanému archu, ale došlo k menší změně barevného podání.

d) inkjetový tisk UV vytvrditelnými inkousty

U technologie UV vytvrditelných inkoustů bylo při dlouhodobém testu zaznamenáno zažloutnutí papíru, které ovlivnilo barevné podání celého archu, fotografie ztratili lehce barevnou sytost a pestrost. Laminace archu neměla vliv na změny barevnosti, které byly stejné jako u zalaminovaného archu.

Archy testované zrychleným testem světlostálosti

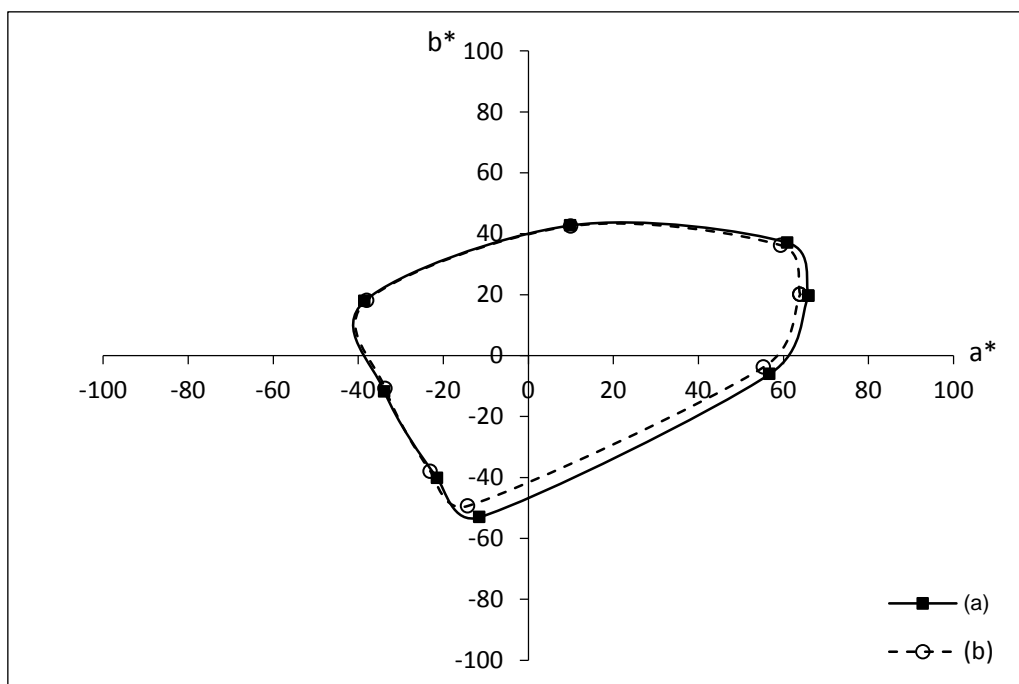
U zrychleného testu světlostálosti nebyly na testovaných archích vizuálně zaznamenány žádné změny barevnosti jak u zalaminovaných archů, tak i u nezalaminovaných.

3.12.2 Objektivní hodnocení

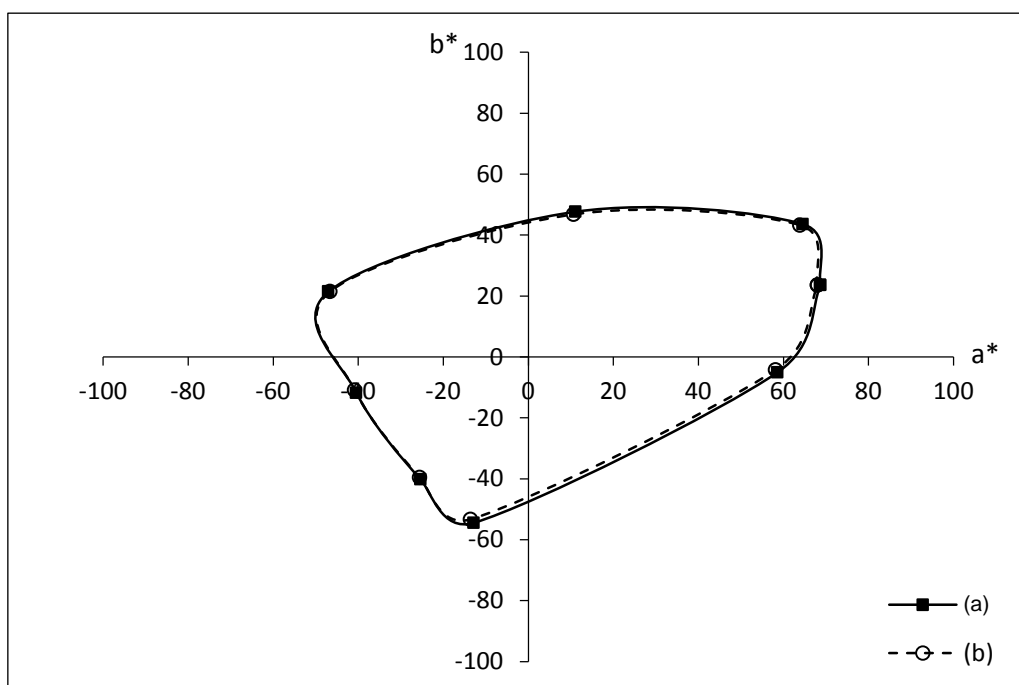
Dlouhodobě testované archy v exteriérovém prostředí

Při vyhodnocování dlouhodobého testu se pro sestavení grafů vycházelo z naměřených hodnot, které byly odečteny z testovacích polí ohraničující barvový prostor dané technologie.

a) inkjetový tisk pigmentovými inkousty



Graf 1. Změna barového rozsahu inkjetového tisku pigmentovými inkousty bez laminace na netestovaném archu (a) a na archu testovaném v exteriéru (b).

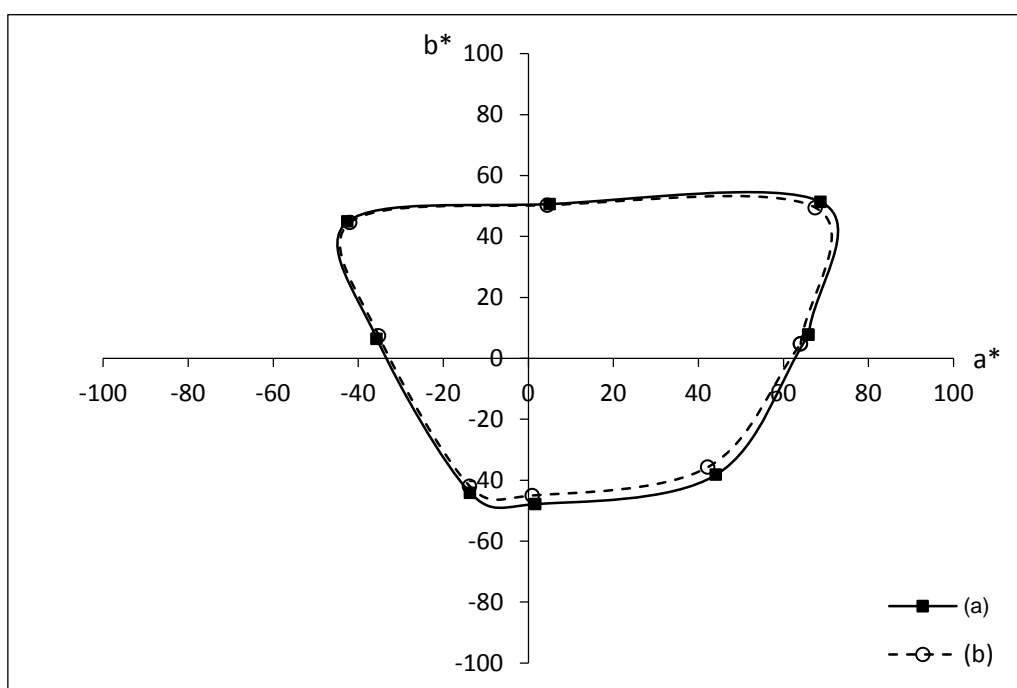


Graf 2. Změna barového rozsahu inkjetového tisku pigmentovými inkousty s laminací na netestovaném archu (a) a na archu testovaném v exteriéru (b).

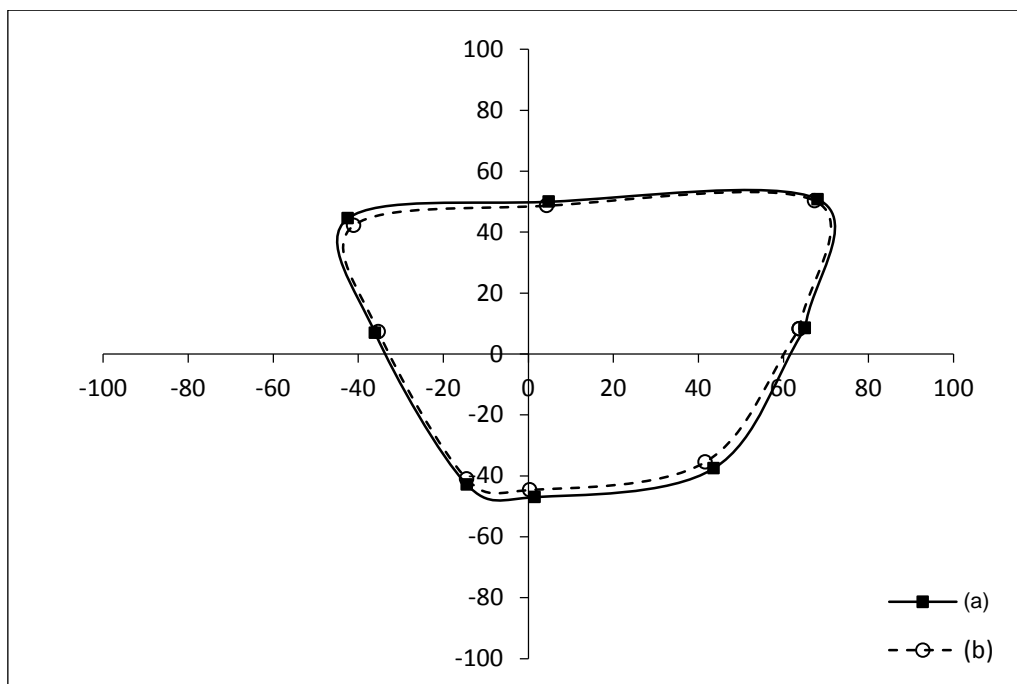
Vyhodnocení dlouhodobého testu

Barvový rozsah inkjetového tisku pigmentovými inkousty se po testování v exteriérových podmínkách zmenšil především na testovém archu bez laminace. Na zalaminovaný výtisk nemělo exteriérové prostředí v podstatě žádný vliv a barvový rozsah zůstal beze změn. Na testovém archu bez laminace je zřejmý pokles v saturaci modrých a červených odstínů, což lze přičíst nejvyšší světlostlosti purpurového a azurového pigmentu. Barevná změna ΔE odstínu s největší změnou saturace činí 4,6. Tato největší odchylka na povrchově nezušlechtném výtisku koresponduje s nejvyšší hodnotou barevné difference azurového pigmentu, který vykazuje ΔE 3,8; v případě purpurové jde o odchylku ΔE 3,6.

b) inkjetový tisk ekosolventními inkousty



Graf 3. Změna barvového rozsahu inkjetového tisku ekosolventními inkousty bez laminace na netestovaném archu (a) a na archu testovaném v exteriéru (b).

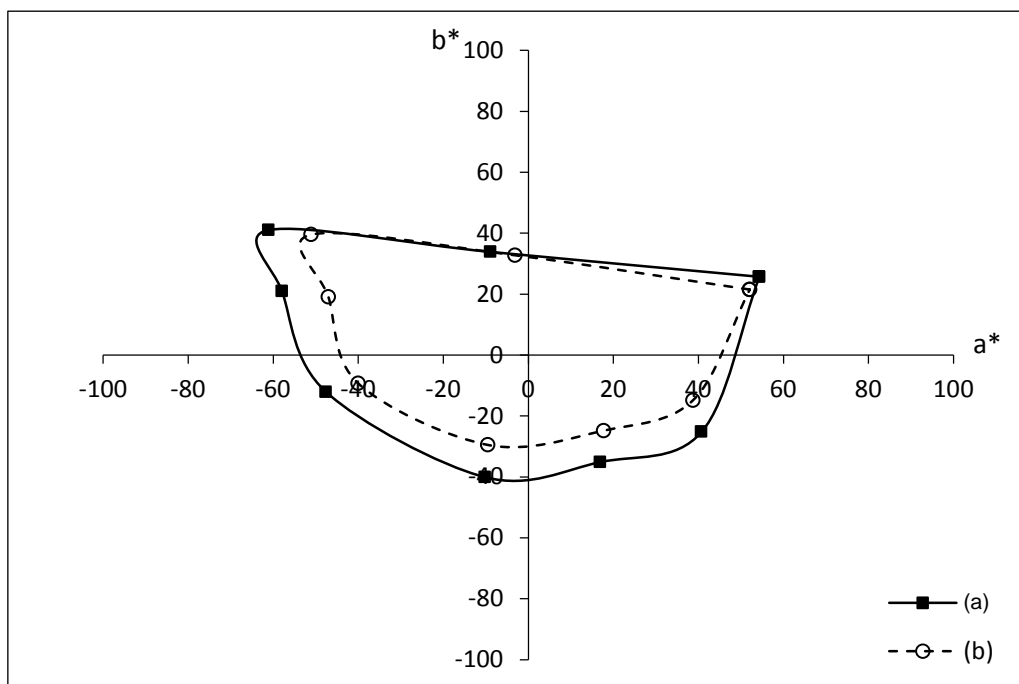


Graf 4. Změna barového rozsahu inkjetového tisku ekosolventními inkousty s laminací na netestovaném archu (a) a na archu testovaném v exteriéru (b).

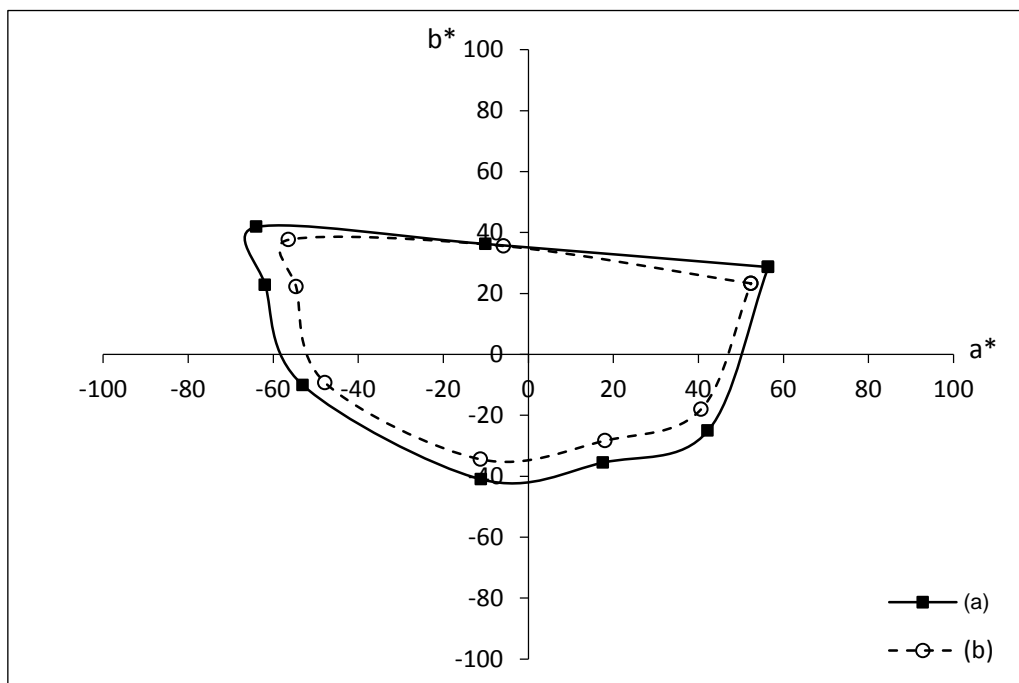
Vyhodnocení dlouhodobého testu

Barvový rozsah inkjetového tisku ekosolventními inkousty se po testování v exteriérových podmínkách zmenšil jen nepatrně, a to téměř srovnatelně na testovém archu bez laminace i s laminací. Shodně došlo na obou testových arších ke snížení saturace v oblasti modrých a purpurových odstínů. V případě nezalaminovaného archu se saturace barev v ostatních oblastech barvového prostoru nezměnila. Nepatrný pokles saturace je vidět v oblasti zelených a žlutozelených odstínů. Celková barevná změna ΔE , ověřená spektrálním měřením, se však v oblastech s největší změnou saturace barev pohybuje v rozsahu od 2,0 do 2,9, což je z hlediska barevného vjemu téměř nepostřehnutelné, a rovněž barvové difference jednotlivých pestrých pigmentů jsou rovněž nepatrné. Na celkový pokles saturace barev však může mít ve srovnání s pestrými pigmenty nižší světlostalost černého inkoustu, který vykazuje barevnou odchylku ΔE až 3,5.

c) inkjetový tisk termálními inkousty



Graf 5. Změna barového rozsahu inkjetového tisku termálními inkousty bez laminace na netestovaném archu (a) a na archu testovaném v exteriéru (b).

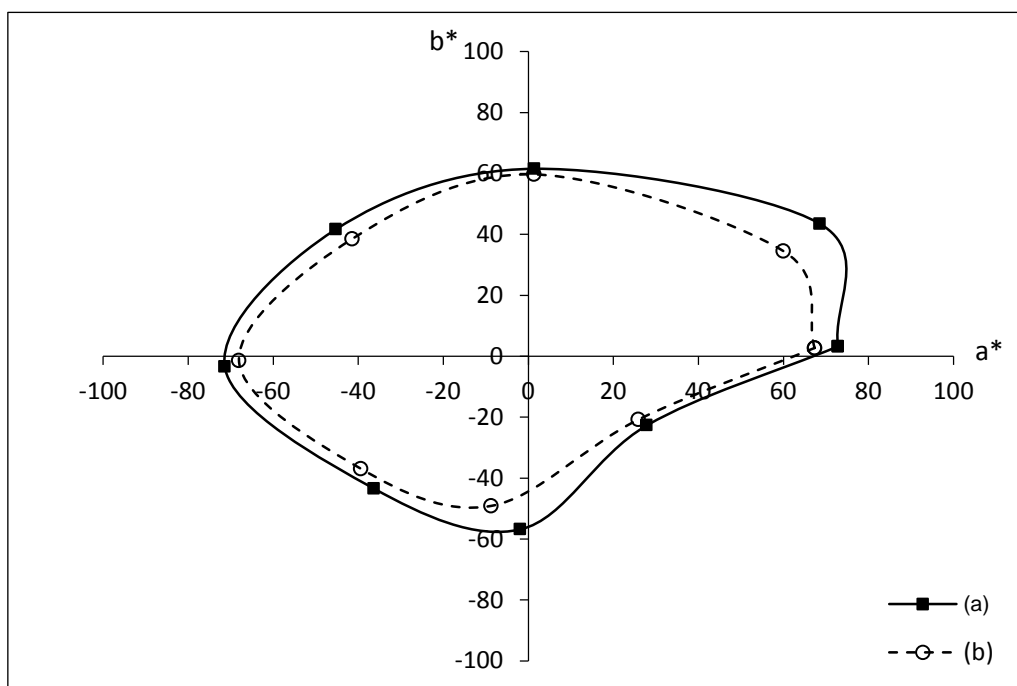


Graf 6. Změna barového rozsahu inkjetového tisku termálními inkousty s laminací na netestovaném archu (a) a na archu testovaném v exteriéru (b).

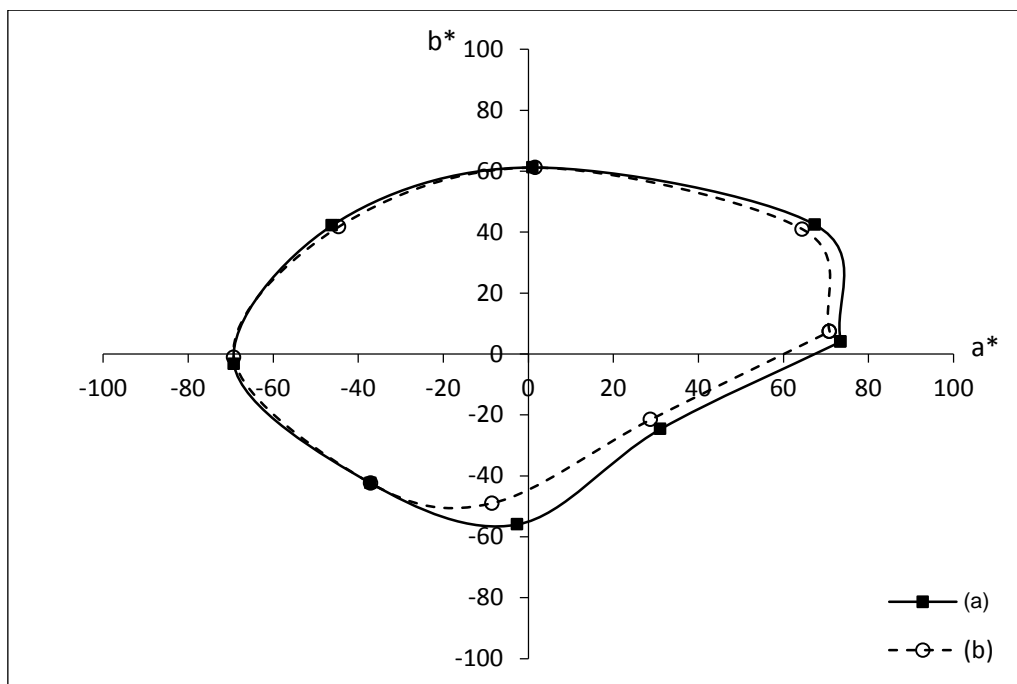
Vyhodnocení dlouhodobého testu

Barvový rozsah inkjetového tisku termálními inkousty se po testování v exteriérových podmínkách zmenšil srovnatelně jak na testovém archu bez laminace, tak s laminací. Změna barevného rozsahu je patrná ve všech oblastech, s výjimkou žlutých odstínů, které mají poměrně velkou stabilitu saturace, ať už na povrchově zušlechtěném výtisku, tak i bez povrchové úpravy – zde však dochází ke změně odstínu, a to v důsledku změny trichromatické souřadnice b^* . To je příčinou vysoké barevné diference u žlutého inkoustu, kde na nezalaminovaném výtisku ΔE činí 7,6 až 8,4. Ze zbylých dvou pestrých inkoustů má nejnižší světlostlost azurový inkoust, u kterého byla zjištěna barevná diference na nezalaminovaném výtisku v rozsahu ΔE 10,3 až 10,9. Obecně velmi nízká světlostlost pestrých pigmentů je příčinou změny odstínů a saturace barev v podstatě ve všech oblastech gamutu.

d) inkjetový tisk UV vytvrditelnými inkousty



Graf 7. Změna barevného rozsahu inkjetového tisku UV inkousty bez laminace na netestovaném archu (a) a na archu testovaném v exteriéru (b).

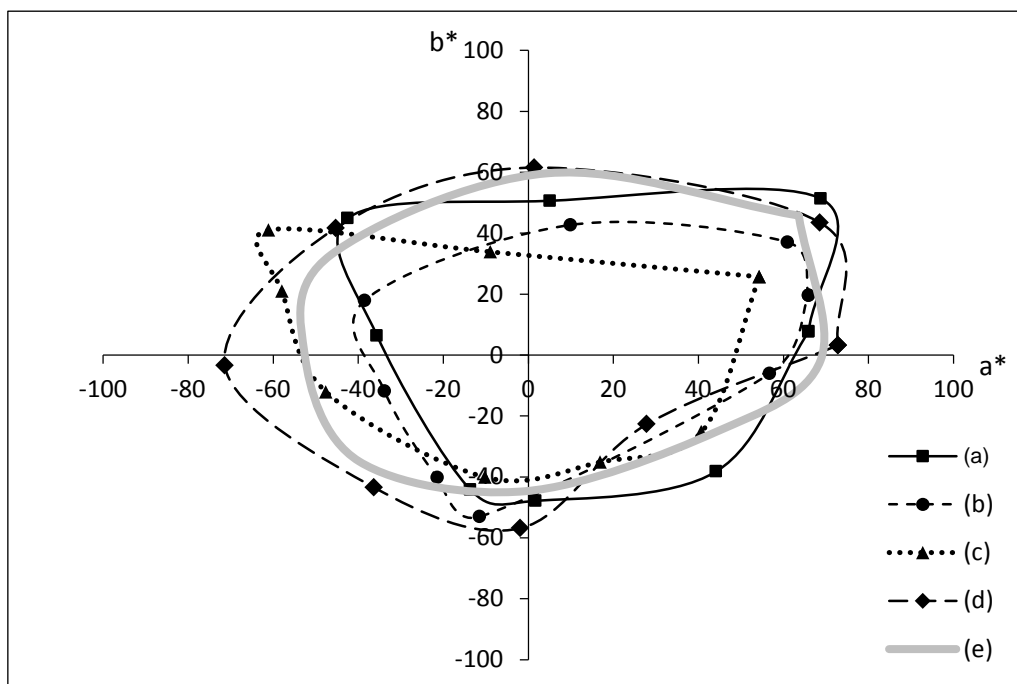


Graf 8. Změna barvého rozsahu inkjetového tisku UV inkousty s laminací na netestovaném archu (a) a na archu testovaném v exteriéru (b).

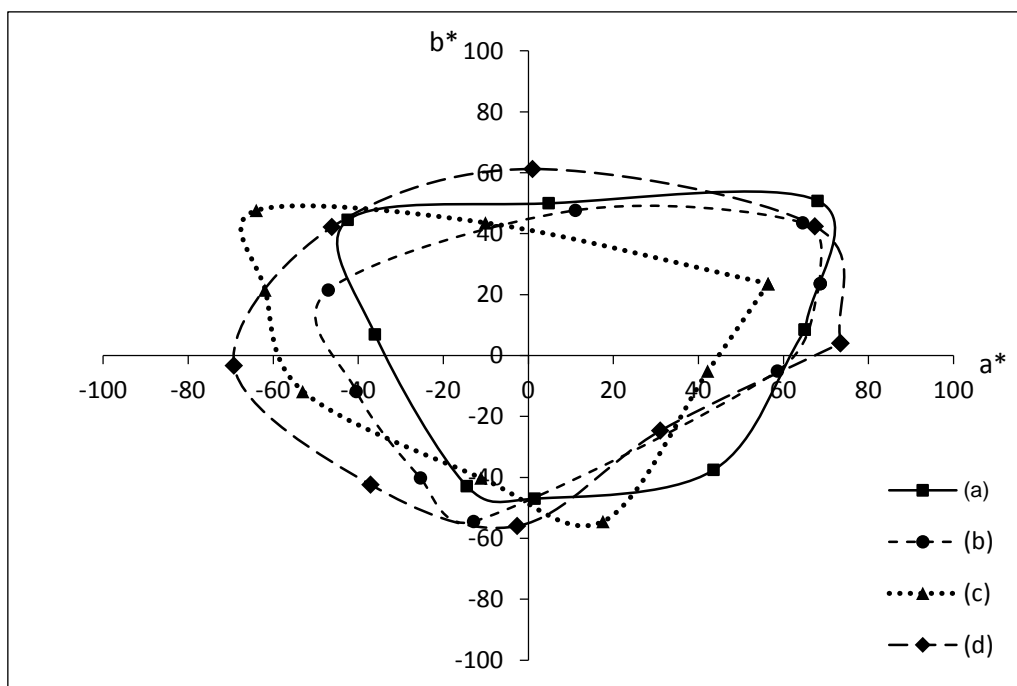
Vyhodnocení dlouhodobého testu

Barvový rozsah inkjetového tisku UV inkousty se po testování v exteriérových podmínkách zmenšil srovnatelně na testovém archu bez laminace i s laminací především v oblasti modrých a červených odstínů. To koresponduje se zjištěnou nízkou světlostalostí azurového a purpurového odstínu, které na nezalaminovaných výtiscích vykazují vysokou barvovou diferencí – ΔE azurového pigmentu se pohybuje od 9,2 do 9,3 a ΔE purpurového pigmentu od 6,3 do 7,4. V případě testového archu s povrchovým zušlechťením jsou hodnoty barvových diferencí nižší, poměrově se však světlostalost jednotlivých pigmentů mezi sebou nemění. Z grafu je však patrné, že u zalaminovaného výtisku nemá nižší světlostalost azurového pigmentu vliv na rozsah zelených a žlutozelených odstínů. Barevná změna žlutého inkoustu a nepestrého černého inkoustu je v porovnání k azurovému a purpurovému inkoustu zanedbatelná. Při hodnocení změny barvého rozsahu vlivem světla, resp. exteriérových podmínek, je však nutné UV inkoustům přiznat vybarvení odstínů v největším rozsahu saturace ze všech testovaných technologií inkjetového tisku.

e) Srovnání všech čtyř technologií s certifikovaným nátiskem



Graf 9. Srovnání barevného rozsahu na testových arších bez laminace tištěných technologií inkjetového tisku ekosolventními inkousty (a), pigmentovými inkousty (b), termálními inkousty (c), UV inkousty (d) s certifikovaným nátiskem (e).



Graf 10. Srovnání barevného rozsahu na testových arších s laminací tištěných technologií inkjetového tisku ekosolventními inkousty (a), pigmentovými inkousty (b), termálními inkousty (c) a UV inkousty (d).

Vyhodnocení dlouhodobého testu

Na srovnání barvových rozsahů jednotlivých technologií inkjetového tisku mezi sebou v podstatě nemá vliv povrchové zušlechtnění výtisků. Porovnání barvového gamutu certifikovaného nátisku mohlo být provedeno pouze s barvovými gamuty nezalaminovaných výtisků, jelikož certifikovaný nátisk také nebyl zalaminován. Nejvíce se certifikovanému nátisku přiblížil ekosolventní tisk, a to i přes to, že ekosolventní tisk nevybarvuje zelené a azurové odstíny v takovém rozsahu, jak je to patrné u certifikovaného nátisku. Obecně lze říci, že z hlediska největšího pokrytí barev, v rozsahu celého barvového prostoru, vychází nejlépe inkjetový tisk UV inkousty, a to i přesto, že z testování vychází UV pigmenty jako nejméně stabilní z hlediska světlostálosti. Z hlediska vybarvení pokrývají UV inkousty navíc nižší rozsah purpurových odstínů, společně s pigmentovými inkousty nejnižší ze všech technologií. Ostatní technologie inkjetového tisku jsou si z hlediska barvového rozsahu podobné. Liší se však pokrytím odstínů jednotlivých barev, resp. reprodukcí jejich vyšší či nižší úrovně saturace. Ekosolventní inkousty vybarvují poměrně velkou škálu purpurových a červených odstínů, avšak na úkor azurových a zelených odstínů. Obdobně jsou na tom pigmentové inkousty, které mají navíc velmi nízký rozsah vybarvení purpurových odstínů; v největším rozsahu saturace tedy vybarvují především odstíny červené. Termální inkousty vybarvují především odstíny žlutozelené a zelené. Nejméně ze všech technologií však vybarvují odstíny červené a mají rovněž sníženou úroveň rozsahu reprodukce modrých odstínů.

Podmínky expozice

Testování proběhlo v zimním období, kdy bylo slunce převážně stíněno bílými mraky. Testové archy byly exteriérovému prostředí vystaveny po dobu 28 dnů. Z *tabulky 1* lze odvodit, že účinná denní expozice probíhá v tomto období 8 hodin, přičemž zprůměrováním tabelovaného osvětlení v těchto podmínkách činí $2,6875 \text{ lx}\cdot\text{h}^{-1}$. Celkové osvětlení testovacích archů při dlouhodobém testování činilo přibližně 602 lx .

Výpočet expoziční dávky

Z tabulky 1 lze odvodit účinnou expoziční dávku za 1 hodinu = $2,6875 \text{ lx}\cdot\text{h}^{-1}$.

28 dní dlouhodobého testu činí 224 hodin expozice (průměrně 8 hodin denně).

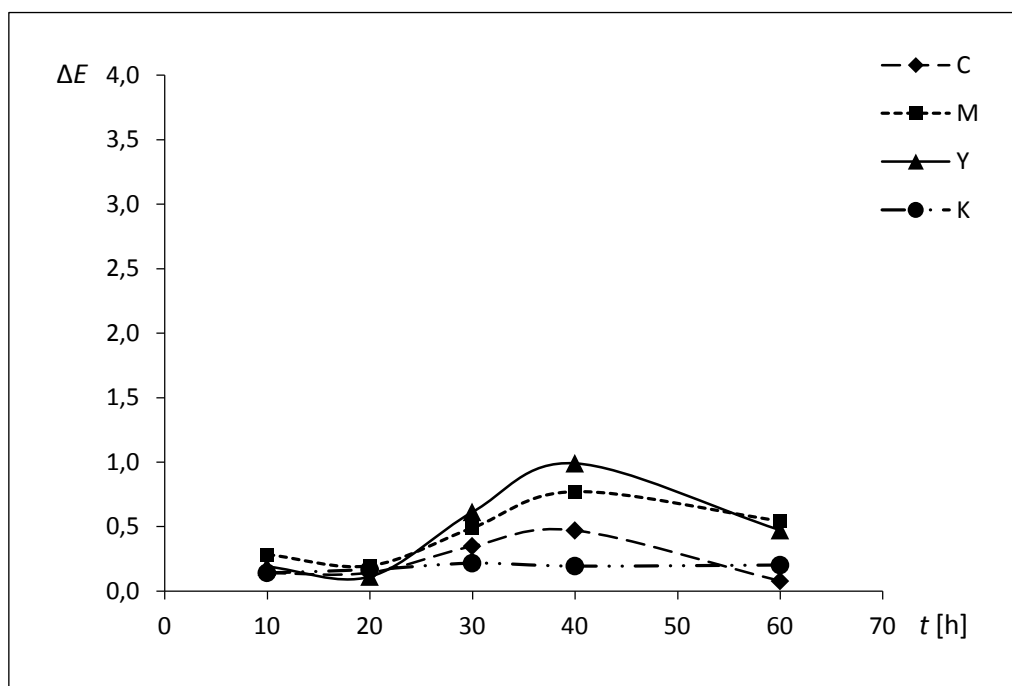
$$224 \times 2,6875 = 602 \text{ lx}$$

Celková expoziční dávka je při dlouhodobém testování 602 lx .

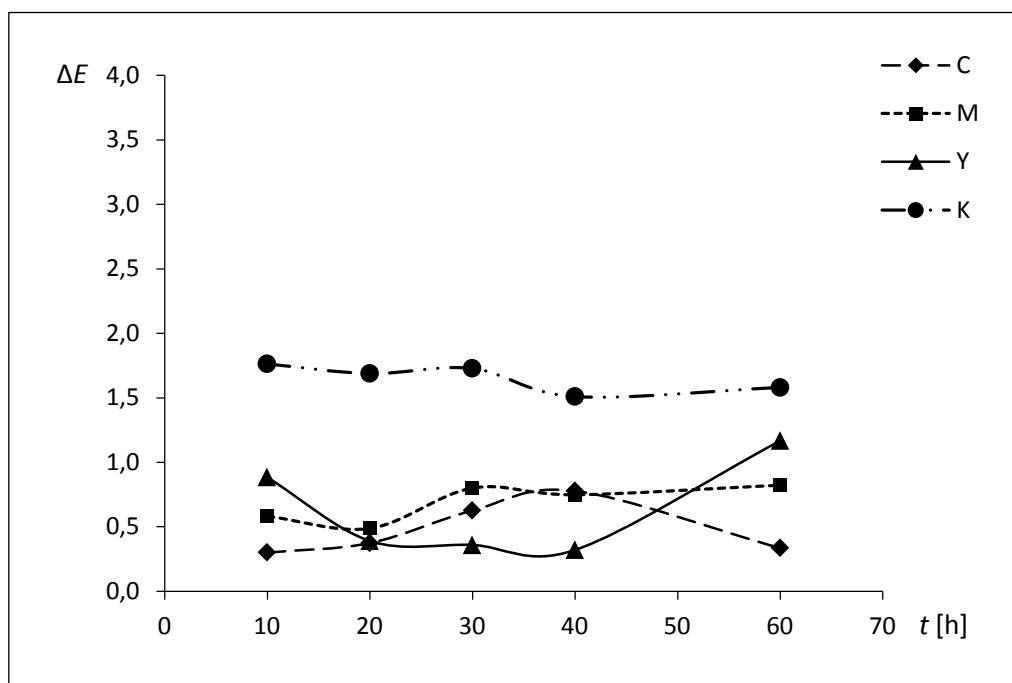
Zrychlený test světlostálosti expozicí halogenovou výbojkou

Při vyhodnocování zrychleného testu světlostálosti se pro sestavení grafů vycházelo z naměřených hodnot, které byly odečteny z testovacích polí čtyř procesních barev CMYK daných technologií. Naměřené hodnoty jsou po uplynutí celkové doby svícení 60 hodin.

a) inkjetový tisk pigmentovými inkousty



Graf 11. Barevná změna pigmentových inkoustů CMYK v průběhu 60 hodin urychlené expozice na testovém archu bez laminace.

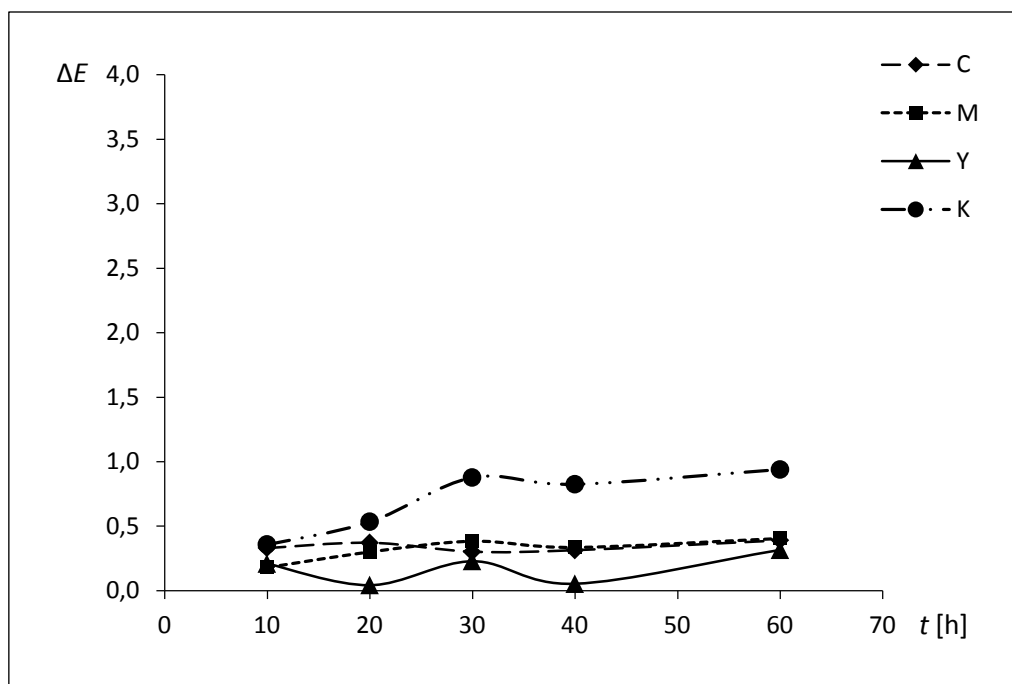


Graf 12. Barevná změna pigmentových inkoustů CMYK v průběhu 60 hodin urychlené expozice na testovém archu s laminací.

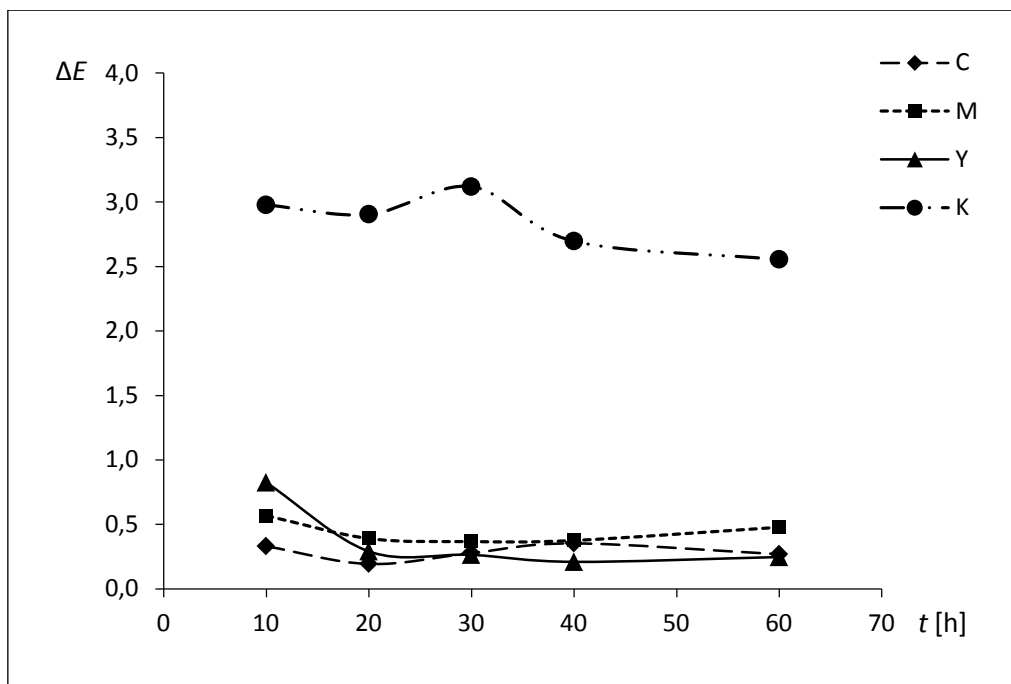
Vyhodnocení zrychleného testu:

Vlivem působení halogenovou výbojkou nedošlo v průběhu testování ani po celkové expozici 60 hodin k téměř žádným změnám v barevnosti jednotlivých inkoustů. Výkyvy v hodnotách barevné diference jsou v rozsahu okem nepostřehnutelných barevných změn a mohou být příčinou mírné nerovnoměrnosti vybarvení na archu v testovém poli. Na zalaminovaném archu je zřejmý výrazný nárůst hodnoty ΔE černého inkoustu po 10 hodinách expozice, delší doba expozice však na změnu hodnoty ΔE nemá vliv.

b) inkjetový tisk ekosolventními inkousty



Graf 13. Barevná změna ekosolventních inkoustů CMYK v průběhu 60 hodin urychlené expozice na testovém archu bez laminace.

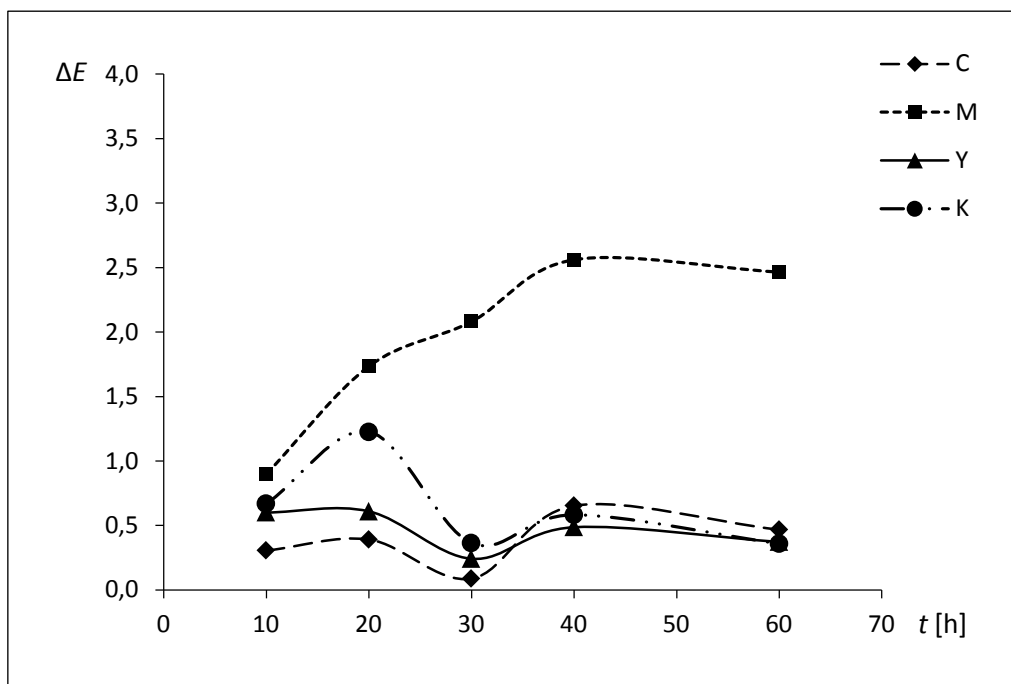


Graf 14. Barevná změna ekosolventních inkoustů CMYK v průběhu 60 hodin urychlené expozice na testovém archu s laminací.

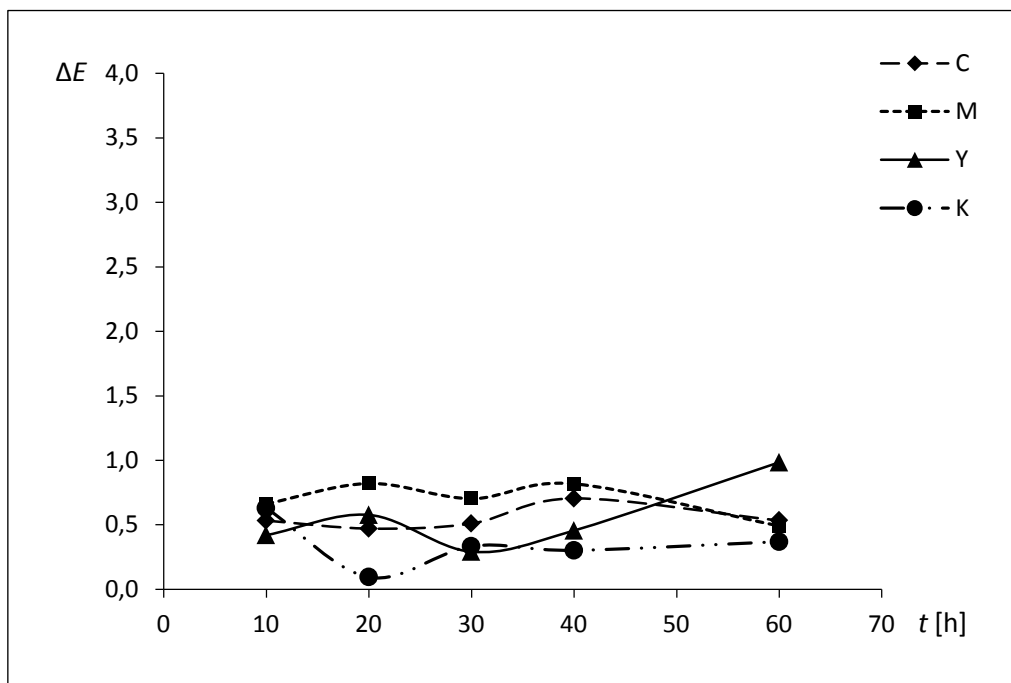
Vyhodnocení zrychleného testu:

Podobně jako u technologie inkjetového tisku pigmentovými inkousty došlo také v případě tisku ekosolventními inkousty jen k nepatrným změnám. Pozorovatelné změny vykazuje černý inkoust, jehož hodnota ΔE po jednotlivých expozičních intervalech na nezalaminovaném archu úměrně roste. Poměrně překvapivá je podobnost změny hodnoty ΔE černého inkoustu s technologií inkjetového tisku pigmentovými inkousty, kdy dochází k výraznějšímu nárůstu ΔE ihned po 10 hodinách expozice, s dalším zvyšováním doby expozice se již tato hodnota v podstatě nemění.

c) inkjetový tisk termálními inkousty



Graf 15. Barevná změna termálních inkoustů CMYK v průběhu 60 hodin urychlené expozice na testovém archu bez laminace.

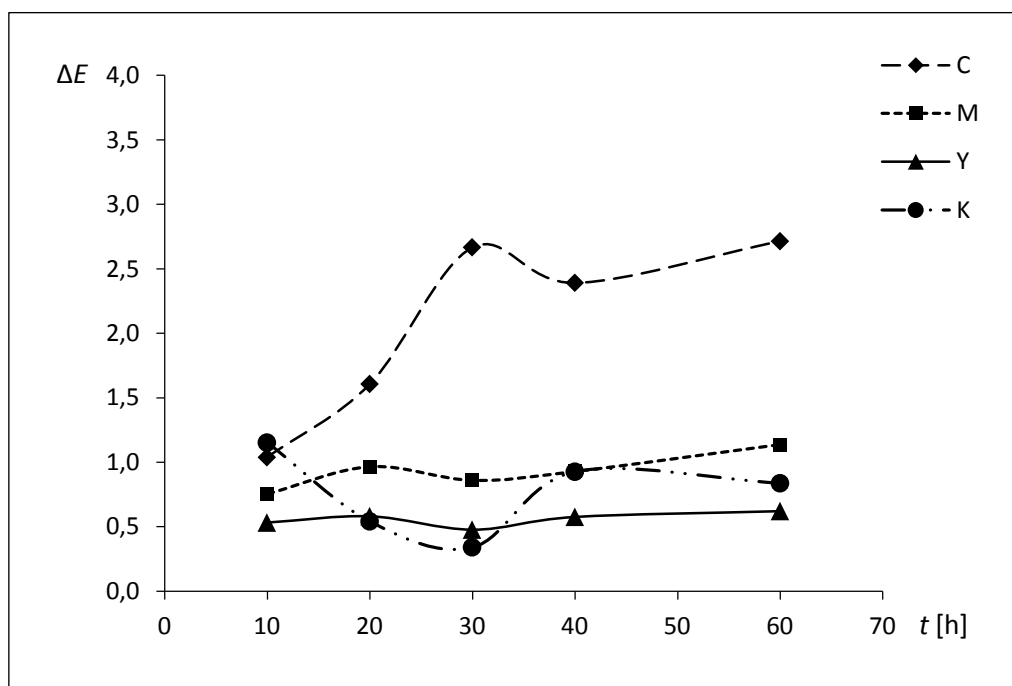


Graf 16. Barevná změna termálních inkoustů CMYK v průběhu 60 hodin urychlené expozice na testovém archu s laminací.

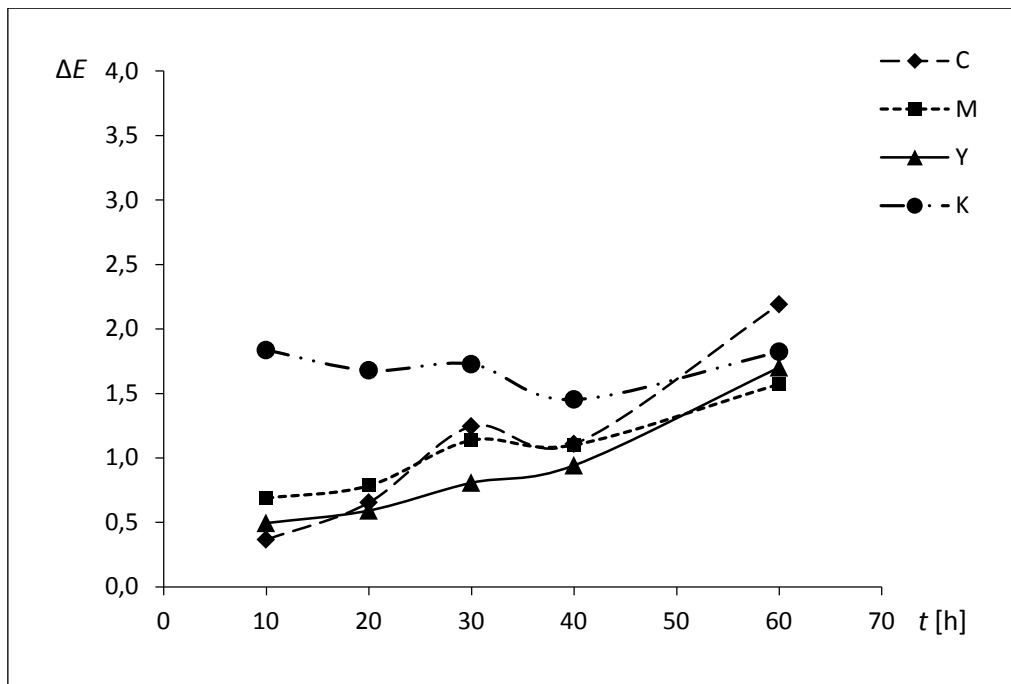
Vyhodnocení zrychleného testu:

V průběhu zrychleného testu světlostálosti inkjetového tisku termálními inkousty je zřejmý strmý nárůst hodnoty ΔE purpurového inkoustu na nezalaminovaném archu. Ostatní inkousty v daném expozičním rozsahu svoje vybarvení v podstatě nemění. Na zalaminovaném archu je patrné konstantní vybarvení všech inkoustů, a to po celou dobu zrychlené expozice.

d) inkjetový tisk UV vytvrditelnými inkousty



Graf 17. Barevná změna UV vytvrditelných inkoustů CMYK v průběhu 60 hodin urychlené expozice na testovém archu bez laminace.



Graf 18. Barevná změna UV vytvrditelných inkoustů CMYK v průběhu 60 hodin urychlené expozice na testovém archu s laminací.

Vyhodnocení zrychleného testu:

Z výsledků tohoto testování je patný strmější nárůst hodnoty ΔE azurového inkoustu na nezalaminovaném archu; ostatní inkousty mají na tomto archu vybarvení konstantní. Zajímavý je pozvolný nárůst hodnoty ΔE pestrých inkoustů na zalaminovaném archu a především podobnost změny vybarvení černého pigmentu na tomto archu s inkjetovým tiskem pigmentovými a ekosolventními inkousty, kdy po 10 hodinách expozice dochází k prudké změně hodnoty ΔE , na kterou další zvyšování doby expozice nemá vliv.

Podmínky expozice

Výpočet expoziční dávky

Podle vztahu (2) kvadratického zákona bylo vypočteno osvětlení halogenovou výbojkou se světelným výkonem 500 W umístěnou 60 cm od testových archů:

$$E = \frac{L\gamma}{L^2} = \frac{500}{3600} = 0,1389lx$$

což odpovídá okamžitému osvětlení testového archu halogenovou výbojkou. Podobně jako u dlouhodobého testování byla vypočtena expozice po daných časových intervalech, viz. tabulka 10.

Tabulka 10. Hodnota expozice po daných časových intervalech.

Čas [h]	Expozice [x.h]
10	1,3890
20	2,7780
30	4,1670
40	5,5560
60	8,3340

3.13 Srovnání ceny tisku jednotlivými technologiemi inkjetu

Vzhledem k tomu, že tiskárny podaly jen velice omezené množství informací o reálných nákladech na tisk, muselo být toto vyhodnocení značně omezeno, a to pouze na vyhodnocení ceny za jeden kus archu A3, v rámci porovnání všech technologií mezi sebou. Jednotlivé ceny za potištěný arch danou technologií, jsou uvedeny v *tabulce 11*. Za tyto ceny byly archy reálně pořízeny v grafických studiích či tiskárnách.

Tabulka 11. Výsledné ceny potištěných archů danou technologií včetně ceny za práci a materiál, cena zalaminování jednoho archu.

Inkjetová technologie	Cena za jeden kus potištěného archu A3
Pigmentové inkousty	126 Kč
Ekosolventní inkousty	50 Kč
Termální inkjet	100 Kč
UV vytvrditelné inkousty	95 Kč
Zalaminování čirou fólií	Cena zalaminování
Jeden arch formátu A3	7 Kč

4 ZÁVĚR

Pro co neobjektivnější srovnání výše zmíněných čtyř technologií, bylo z počátku zamýšleno, že budou tisky realizovány na jednotném tiskovém médiu. Tuto variantu ale bohužel nebylo možno zrealizovat, jelikož grafická studia či tiskárny nesvolily k tisku na jiný substrát, než na ten, který odebírají od autorizovaného prodejce. Na tyto materiály buď neměly dodány, nebo vytvořeny tiskové profily, anebo jsou vázány smlouvou s dodavatelem daného tiskového zařízení, kterému platí paušální poplatky za servis stroje (pod podmínkou ale, že se na jejich tiskovém zařízení nebudou využívat jiné, než originální tisková média). Druhou skutečností, která do určité míry ubírá této práci na objektivitě, jsou tiskové profily pro dané zařízení a daný potiskovaný materiál. Některá grafická studia a tiskárny, mají vytvořené své vlastní tiskové profily, které vznikly testováním a proměřováním potištěného materiálu testovacími škálami na konkrétním tiskovém zařízení. Některá grafická studia a tiskárny, ale bohužel tyto tiskové profily vytvořeny nemají a využívají profilů dodaných výrobcem daného tiskového zařízení. Třetí skutečností, která neumožňuje objektivní ekonomické srovnání daných technologií je fakt, že málokterý majitel grafického studia či tiskárny, prozradí své reálné výrobní ceny a také skutečnost, že nákupní ceny materiálů se pro různé odběratele podstatně liší, a to především množstevními slevami, anebo výhodnějšími cenami pro dobré zákazníky.

Realizace této práce tedy musela být řešena na úkor absolutní objektivity a přizpůsobena faktickým podmínkám komerčního zpracování tiskovin. Ideál v podání realizace této práce v jedné tiskárně, která by vlastnila všechna čtyři potřebná tisková zařízení a měla na nich vytvořeny vlastní tiskové profily, ještě s možností využití jednotného tiskového média, je v praxi nerealizovatelný.

Po dokončení testování zkušebních archů je z hlediska kvality tisku při srovnání s certifikovaným nátiskem, vizuálním vjemu, barevné světlostálosti a stability tisku při testu dlouhodobém i zkráceném a nejnižší cenou za jeden potištěný arch formátu A3 na tom ze všech testovaných výtisků technologie využívající k tisku ekosolventní inkousty nejlépe. Svým barvovým rozsahem se archy tištěné ekosolventními inkousty i nejvíce přibližují barvovému rozsahu certifikovaného nátisku. Hned za touto tiskovou technologií je se svou vysokou kvalitou tisku, nejlepším vizuálním vjemem, velice dobrou odolností a světlostálostí vůči dlouhodobému i krátkodobému testu inkjetová technologie využívající k tisku pigmentové inkousty. Za ekosolventní tisk se řadí především kvůli ceně za jeden potištěný arch formátu A3, který je ze všech čtyř testovaných technologií nejvyšší. Jako předposlední byla vyhodnocena inkjetová technologie využívající k tisku UV vytvrditelné inkousty, celkový vizuální vjem tiskoviny nepůsobí příliš kvalitně, zvláště v porovnání s certifikovaným nátiskem, nízké tiskové rozlišení zde také snižovalo celkový vjem. Tisk velmi malých velikostí písem, je u této technologie nevyhovující, ale musíme brát v potaz, že tato technologie slouží především pro exteriérové využití, kde je pozorovací vzdálenost vyšší, a tak by tento aspekt neměl být velkým problémem. Nicméně světlostálost u dlouhodobého i krátkodobého testu je značně nižší než u předchozích dvou tiskových technologií. Cenově je na tom o trochu lépe než inkousty pigmentové. Jako nejméně vyhovující technologie ze všech čtyř testovaných se stala technologie využívající k tisku inkousty pro termální inkjet. Cena za jeden arch formátu A3 je druhá nejvyšší. Kvalita tisku, celkový vjem tiskoviny, barevná stabilita a světlostálost při dlouhodobém i zrychleném testu je nejhorší ze všech čtyř testovaných technologií. K celkovému horšímu vizuálnímu vjemu napomáhá nejnižší rozlišení tisku z testovaných technologií a také použitý potiskovaný materiál, který měl nejnižší plošnou hmotnost a nejvíc zežloutl při dlouhodobém test, což výrazně zhoršilo

kvalitu výtisku po dlouhodobém testování. Ostrost kresby je zde ale naopak oproti UV vytvrditelným inkoustům na dobře úrovni a písmo je dobře čitelné i v nejnižších velikostech.

Ze zrychleného testu světlostálosti testových archů lze konstatovat, že minimální míra expozice nemá vliv na změnu barevnosti tisků jednotlivých inkjetových technologií, tudíž jsou všechny vhodné pro interiérové aplikace s umělým osvětlením.

Kvalitativní odstup mezi technologiemi využívající k tisku ekosolventní inkousty a pigmentové inkousty je oproti technologiím využívajícím k tisku inkousty pro termální inkjet a UV vytvrditelné inkousty značný. Při vystavení tiskoviny většího formátu v exteriérových podmínkách po dobu jednoho měsíce by bylo vhodnější zalaminovat pouze výtisk tištěn technologií využívající k tisku inkousty pro termální inkjet, jelikož cena lamina jednoho archu formátu A3 se pohybuje zhruba okolo 7 Kč za arch, což je ve srovnání s celkovou cenou tiskoviny zanedbatelná částka. Ostatní výtisky by pro období jednoho měsíce nebylo třeba laminovat, jejich subjektivní vjem byl dobrý, u UV vytvrditelných pigmentů dostačující. Musí se brát ale vždy v potaz, že při zhotovování zakázky je třeba vědět, pro jaké účely bude tiskovina sloužit a podle toho by mělo být se zákazníkem probráno další zpracování tiskoviny. Při aplikaci povrchového zušlechťení výtisku je nutné brát v úvahu celkovou změnu barevného vjemu, což nemusí být pro různé typy tiskových motivů vždy přijatelné.

Pro dosažení přesnějších výsledků této práce, by mohly být výtisky testovány v rámci dlouhodobého exteriérového testu po delší dobu. A to minimálně po dobu třech měsíců v letním období, kdy intenzita slunečních paprsků je daleko větší, než u zpracování v této práci, kdy test probíhal po dobu jednoho měsíce v zimním období a změny v barevnosti po tomto testování jsou tedy minimální. Optimálním časovým obdobím by pak byl jeden rok, jelikož by arch podlehl všem ročním obdobím, s nimi spojenými klimatickými změnami a také by podlehl různým intenzitám slunečních paprsků. Pro dosažení přesnějších výsledků této práce, při zkráceném testu světlostálosti, by bylo vhodnější použít světelného zdroje s vyšším světelným výkonem, než dosahuje halogenová výbojka použita při testování archů v této práci, čímž bychom dosáhli větší expoziční dávky, aby se po testování projevily výraznější barevné difference, srovnatelné s dlouhodobým testováním. Jelikož jsou rozdíly mezi krátkodobým a dlouhodobým testem v této práci velké. Pro snadnější, rychlejší a pohodlnější měření výsledků, by bylo vhodnější použít měrné škály například pro poloautomatický spektrofotometr Eye-One od společnosti X-Rite, který měří jednotlivé měrné škály jedním tahem a výsledky je možné přenést propojením spektrofotometru s počítačem do tabulkového editoru. Pro ještě objektivnější výsledek, by do této práce mohly být zařazeny další inkjetové technologie, jako je například běžně používaná inkjetová technologie využívající k tisku latexové inkousty.