

KACHERINGS PÅVIRKNING AF EN TRYKSAG

AFSLUTTENDE VIDENSKABELIG ARTIKEL I PRODUKTION

MEDIEPRODUKTION OG LEDELSE 06-09

DANMARKS MEDIEHØJSKOLE

FORFATTER: MARKO MATKOVIC
STUDIENUMMER: 1020953
EMNER: ISO 12647-2
EFTERBEHANDLING
VEJLEDER: MICHAEL ABILDGAARD PEDERSEN
DATO: 18.12.08

RESUME

Denne artikel undersøger hvad der sker med en tryksags farver efter, at den er blevet efterbehandlet – i dette tilfælde mat-kacheret. Det viser sig, at farverne afviger fra originalen i en sådan grad, at det ikke vil give mening at lave et aftalegrundlag med et trykkeri ud fra trykket som original. Derudover undersøger den om hvorvidt det er muligt at opstille en teori der forudser hvordan kacheringen påvirker farverne, og hvordan man i sidste ende *bør* trykke for at ende med det ønskede resultat efter en kachering. Denne teori sandsynliggøres ved at opstille en funktion der tilnærmelsesvis imiterer kacheringsfolien, men resultatet er blot et forstudie til videre optimering af den opstillede funktion.

EMNEORD

Kachering, ISO 12647-2, Spektralmåling, Reflektans, Transmittans, CieLab, XYZ, Subtraktiv- og additiv farveblanding, polarisationsfilter.

INTRODUKTION

Denne artikel beskæftiger sig med emnet "*efterbehandling af tryksager*", og undersøger hvorvidt en sådan efterbehandling påvirker tryksagens farvegensivelse.

Det er min klare opfattelse at mange tryksagsindkøbere bliver skuffet når de ønsker en tryksag trykt efter ISO 12647-2 og derefter efterbehandlet. Det kan være en sag i sig selv som trykkeri at opnå ISO's krav, og når man som tryksagsindkøber efterfølgende får leveret en færdig tryksag, efterbehandlet med f.eks. en mat-kachering, kan det opleves, at farverne netop ikke opnår de targetvalues og tolerancer den Internationale Standard Organisation (ISO) tilstræber.

Derfor er det interessant at undersøge om hvorvidt det er muligt at få trykt en tryksag "forkert" set i forhold til ISO standarden, for på den måde at ramme indenfor ISO's tolerancer efter en efterbehandling.

Jeg vil i denne sammenhæng kun beskæftige mig med mat-kachering, da andre former for efterbehandling (blank-kachering og UV-lak) i teorien burde følge samme metode og tankegang, blot med et andet resultat til følge. Dette bør dog undersøges nærmere, hvilket jeg hermed afgrænser mig fra, primært grundet størrelsen af det datagrundlag, der dermed skal foreligge og det tidsforbrug der ligger i bearbejdelsen af dette.

Med dette for øje kan følgende hypoteser opstilles:

Hypotese 1: Ved mat-kachering vil tolerancerne for ISO 12647-2 overskrides og man kan som tryksagsindkøber derfor ikke bruge ISO 12647-2, i forhold til et trykkeri, som endeligt aftalegrundlag for en tryksag.

Hypotese 2: Ved opmåling af testark kan jeg opstille en generel teori for hvordan farverne opfører sig ved mat-kachering, og derved opstille en fremgangsmåde der fremover kan bruges til trykning af kacherede opgaver.

Forsøg og metode brugt i denne artikel bygger udelukkende på samtaler med undervisere på Mediehøjskolen, og på antagelser og teorier draget heraf. Der er ikke benyttet anden litteratur til understøttelse af disse antagelser og teorier. Dog er litteratur benyttet som opslagsværk til afklaring af definitionsbegreber.

FORSØG OG METODE

For at forstå kacherings effekt på en tryksag, og dermed forudsige hvad der sker med tryksagens farver, er det nødvendigt først at redegøre for hvad der teoretisk sker. På figur 01 er der vist hvordan lyset reflekteres på papiret med en trykfarve under en kacheringsfolie. Her kan man se, at der sker to ting. Noget af lyset når ikke gennem kacheringsfolien og reflekteres direkte tilbage til øjet, mens resten af lyset gennemtrænger folien og limen og når farven, hvor den opfanger farvens spektralfordeling og derefter sendes tilbage til øjet. Hermed "spiser" folien en vis procentdel af det lys som når igennem, som må anses at gå tabt, inden den rammer øjet. Disse to effekter kan beskrives som henholdsvis additive og subtraktive farveblandinger. Den additive del, altså det der *ikke* trænger gennem folien må betragtes som værende ens overalt på papiret og kan derfor betragtes som en konstant faktor, hvorimod den subtraktive del som førnævnt "spiser" en vis procentdel og kan betragtes som værende en procent faktor. Dette er illustreret på figur 02, hvor man kan se at farven A i et forhold mellem lys og farvemæthed først bliver reduceret med en procentdel til farven B og derefter får tillagt en konstant og bliver til farven C. Som vist på figuren vil lysere farver fremstå mørkere og mørkere farver fremstå lysere – i teorien.

Med denne antagelse kan vi hermed opstille en matematisk teori for hvordan kacheringsfolien påvirker tryksagens farver. Men lad mig først introducere de byggesten formlen vil bestå af. For at kunne måle effekten af kacheringen er det nødvendigt at måle de spektrale effektfordelinger, til hvilket jeg vil bruge et spektrofotometer. Ydermere er det vigtigt, at kunne måle farverne med og uden polarisationsfilter. Med polarisationsfiltret sat til, måler man det lys, der bliver sent direkte tilbage, uden at blive diffuseret, hvor det resterende lys repræsenterer et genskin. Der skal altså måles på både ubehandlet og kacheret papir henholdsvis med og uden polarisationsfilter. Disse målinger vil jeg navngive på følgende måde:

Ubehandlet papir – med polarisationsfilter - R_{λ}^{pol}

Ubehandlet papir – uden polarisationsfilter - R_{λ}

Kacheret papir - med polarisationsfilter - R_{λ}^{K-pol}

Kacheret papir – uden polarisationsfilter - R_{λ}^K

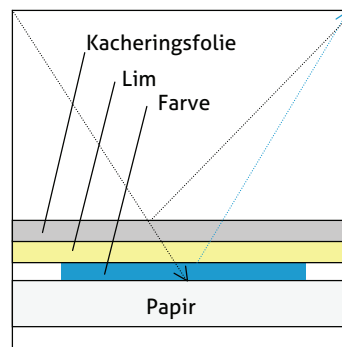
Hvor R_{λ} står for reflektansfordelingen, K står for, at det er på kacheret papir, og pol står for, at det er målt med polarisationsfilter. Med disse målinger kan man nu udregne overfladegenskinnet for henholdsvis det ubehandlede og det kacherede papir. Dette svarer til faktoren K i figuren 02, men vil fremover blive kaldt O_{λ} . Dette gøres ved at finde forskellen på det upolariserede og polariserede lys:

Overfladegenskinnet for det ubehandlede papir $O_{\lambda} = (R_{\lambda} - R_{\lambda}^{pol})$

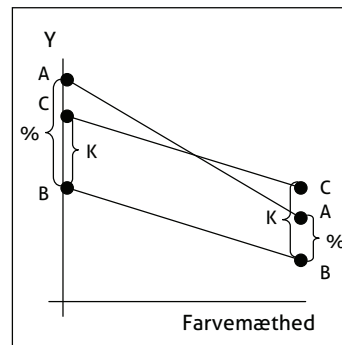
Overfladegenskinnet for den kacherede papir $O_{\lambda}^K = (R_{\lambda}^K - R_{\lambda}^{K-pol})$

Endeligt skal der bruges en faktor for det lys der trænger gennem folien og kommer tilbage i reduceret mængde. Den vil jeg kalde transmissionsfaktoren og kan findes på følgende måde:

Transmissionsfaktor $T_{\lambda} = \frac{R_{\lambda}^{K-pol}}{R_{\lambda}^{K-pol}}$



FIGUR 01: Lysets reflektans på papir med trykfarve og kachering



FIGUR 02: Kacheringseffekten set på farvemæthed i forhold til lys (luminansen Y)

Dette er et udtryk for, at transmissionen er et forhold mellem den polariserede måling på det kacherede papir og den polariserede måling på det ubehandlede papir – med andre ord det lys der transmitteres tilbage.

Hermed har jeg defineret de grundelementer der skal bruges, og kan på baggrund af den tidligere antagelse omkring kacherings påvirkning på en trykfarve opstille en matematisk formel:

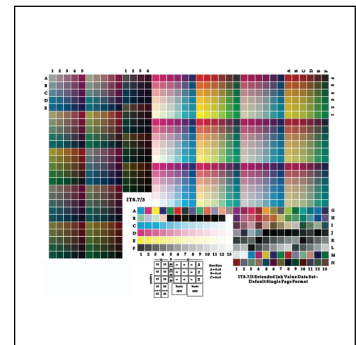
$$R_{\lambda}^K = (R_{\lambda} - O_{\lambda}) * T_{\lambda} + O_{\lambda}^K$$

I formlen er genskinnet fra det ubehandlede papir fratrukket før man altså finder hvor meget lys der først bliver "spist" og hvor meget der derefter tillægges af kacheringsoverfladen. På denne måde finder man i teorien R_{λ}^{pol} da:

$$R_{\lambda} - O_{\lambda} = R_{\lambda} - (R_{\lambda} - R_{\lambda}^{pol}) = R_{\lambda} - R_{\lambda} + R_{\lambda}^{pol} = R_{\lambda}^{pol}$$

Dette gælder for hver enkelt farvemåling, men forsøget går netop ud på at finde en generel funktion for henholdsvis O_{λ} , O_{λ}^K og T_{λ} som kan bruges på alle farverne. Derfor er det vigtigt at foretage en række målinger der viser hvorledes O_{λ} , O_{λ}^K og T_{λ} opfører sig, og derudfra se om det er muligt at konkludere noget generelt ud fra tendenser i målingerne. Denne funktion vil videre i artiklen blive omtalt som funktionen F.

Jeg har valgt at bruge et billede som har primærfarverne C,M,Y og K og med disses rasterværdier i en kile fra 0-100%. Jeg har valgt at måle på 10%, 30%, 50%, 70% og 100% rasterfelterne for hver af de 4 primærfarver, for at se om det har en betydning for den antagelse, at man kan bruge en generel formel til at forudsige kacherings effekt på farverne, eller om det, at den enkelte farves raster har en indflydelse på hvordan kacheringen påvirker farven på papiret. Det er desuden også vigtigt at måle kacheringseffekten på papirhvid, da man her kan danne sig et klarere billede af hvordan kacheringen opfører sig, da der netop ikke er noget farve under, der kan forvride målingen. Denne effekt på papirhvid skulle derefter gerne afspejle sig i målingerne på de fire farver. I dette forsøg er valgt et IT8.7/3 kort som vist på figur 03, da dette netop har de fire primærfarver i fuldtonefelter, samt de tilhørende farver med lavere rasterprocent (der findes massere af andre muligheder for valg af testkort). Disse målefelter ligger på "Basic (87)"-matrixen på IT8.7/3-kortet og er for CMY: A1-A3 og for K-værdien: B12. For CMYK-farverne i rasterprocenter er det række C-F i henholdsvis kolonne 3, 5, 7 og 11. Selve billedet er printet på en Xerox DocuColor 260 på Xerox papir af typen "Colotech+ Gloss coated", der overholder ISO-standardens tagetvalues og tolerancer for $L^*a^*b^*$. Derudover er billedet printet fra Adobe Photoshop CS3, uden farvestyring. Dette bevirker at printet ikke rammer ISO-standardens, men i dette forsøg er det vigtigere at måle printerens "rene" farver end at forsøge at ramme ISO-standardens som udgangspunkt. Det er vigtigt først at finde ud af hvordan kacheringen påvirker de underliggende farver. Først derefter kan man begynde at farvestyre. Som måleinstrument er brugt et Gretag Macbeth SpectroEye indstillet på 2° observatør, D50 belysning og papiret er målt absolut til hvidpunktet.



FIGUR 03: IT8.7/3 kort

Efter at have fundet de optimale funktioner for O_{λ} , O_{λ}^K og T_{λ} , vil det være muligt at regne sig frem til de værdier, der svarer til farverne på det kacherede papir. Hvis disse værdier ligger på en ΔE på under 5 – gerne omkring 2-3, i forhold til farverne på det faktisk målte, kacherede papir, vil jeg mene, at funktionen kan bruges som værktøj til at forudbestemme hvilken farve der skal trykkes med, for at opnå en ønsket farve efter kachering.

Dette kræver dog, at vi først omregner den spektrale værdi af den udregnede farve til XYZ – altså den kolorimetrisk definition af den målte farve, og herfra regner os baglæns til en ønsket farve i dette farverum. Dette kan gøres da XYZ-

farverummet er et matematisk defineret farverum og ikke som CIE-Lab-farverummet et perceptuelt defineret farverum, hvor afstande ikke har en lineær sammenhæng. Det letteste vil være hvis vi for O_{λ} , O_{λ}^K og T_{λ} kan finde tre konstanter, da dette vil medføre at vi i XYZ-farverummet lineært kan regne os frem (eller tilbage, så at sige) til et ønsket resultat. Dette er forsøgt skitseret på figur 05 og gøres ved at finde XYZ-koordinaterne for den nye farve ved at sige:

$$\begin{pmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_a - (X_b - X_a) \\ Y_a - (Y_b - Y_a) \\ Z_a - (Z_b - Z_a) \end{pmatrix}$$

Først herefter kan man omregne XYZ til CIE Lab værdier og finde den farve trykkeren skal trykke¹.

For at opsummere dette afsnit, så skal jeg altså måle C, M, Y og K på henholdsvis ubehandlet og kacheret papir, med polarisationsfiltret henholdsvis sat til og fra i rasterprocenterne 10%, 30%, 50%, 70% og 100%, og endeligt måle papirhvid på ubehandlet og kacheret papir, her også med polarisationsfiltret sat til og fra. Dette giver samlet $(4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5) + (2 \cdot 2) = 84$ målinger, som skal analyseres og herudfra skal funktionen F defineres. Til sidst kan man evt. prøve at regne sig frem til CIE Lab farverne der i princippet skal trykkes med for at ramme ISO-standarden efter en kachering.

RESULTATER

FORSKEL PÅ UBEHANDLET OG KACHERET PAPIR

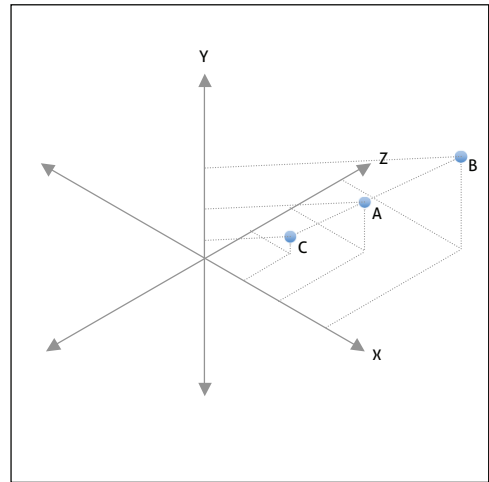
Inden jeg begynder at opstille resultater for de angivne målinger, er det interessant først at se hvordan de fire farver målt på det ubehandlede og det kacherede papir

ligger i forhold til hinanden i et CIE Lab farverum. Her er det tydeligt at se på figur 05, at der er en stor ændring i farverne, målt i ΔE . Disse ændringer ligger godt over de tilladte ΔE på 5 for M, Y og K, hvor C ligger lige på grænsen. Endvidere kan det ses, at papirhvid ikke ændrer sig synderligt, hvilket tyder på at kacheringsfolien i sig selv ikke har nogen farve. Dette er som udgangspunkt godt for forsøget, da det betyder at vi ikke yderligere skal tage højde for en sådan farveændring grundet kacheringsfolien. Endeligt er det interessant at konstatere at gul faktisk bliver mørkere, hvorimod resten bliver lysere. Dette stemmer overens med antagelsen om at lyse farver bliver mørkere og mørke farver bliver lysere. Alle farver bliver samtidigt mere akromatiske.

SPEKTRALE MÅLINGER

Det første jeg har målt er om funktionen F for CMYK-farverne holder, hvilket den ikke overraskende gør. Det vil sige, at der f.eks. for den Cyane gælder at:

$$R_{\lambda c}^K = (R_{\lambda c} - O_{\lambda c}) * T_{\lambda c} + O_{\lambda c}^K.$$



Figur 04: Skitse af XYZ-farverummet med tre farver – skitsen er ikke målfast men blot en illustration af forholdet mellem de tre farver

51.28	-37.20	-46.24	53.20	-36.83	-42.27	4.43
43.66	73.04	-2.13	46.35	67.41	-2.42	6.25
85.29	-7.70	94.58	84.09	-6.93	85.90	8.80
16.33	-0.81	-1.01	23.64	-0.52	-0.80	7.32
93.67	-4.86	-4.86	93.29	0.72	-4.35	0.65

Figur 05: Tabel over Lab-værdierne for det ubehandlede og kacherede papir

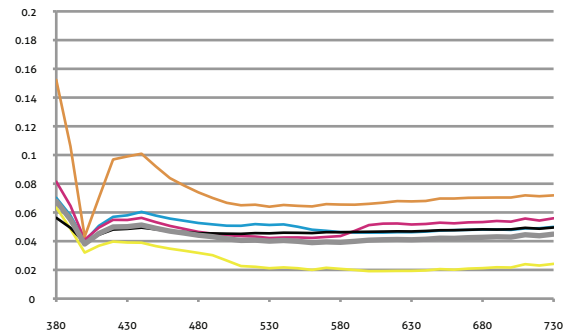
¹ Alle konverteringer i dette forsøg fra henholdsvis spectrale målinger til XYZ og til CIE Lab, er foretaget i excel-arket SpectralCalculator10nm.xls fra Bruce Lindbloom's hjemmeside og kan hentes fra hjemmesiden af samme navn: www.brucelindbloom.com. Vejledning i disse omregninger findes desuden i Internationalt Standardiseret Grafisk Produktion af Michael Abildgaard Pedersen, 1. Udgave 2008, side 40.

Herefter har jeg målt O_λ og O_λ^K for de fire farver i de tidligere nævnte rasterprocenter samt papirhvid. På figur 06 er vist en grafik, der viser gennemsnittet af O_λ^K for hver af de fire farver samt for papirhvid. Her er også udregnet en samlet gennemsnitsfunktion (den grå) af de fire gennemsnitsfunktioner (for CMYK), der viser sig at ligge meget pænt i forhold til disse funktioner. Dog kan det ses, at gul ikke ligger jævnt med den grå funktion. Dette kan vise sig i sidste ende at have en betydning for den gule farves endelige resultat. Dog skal det siges, at der "kun" er tale om en afvigelse på ca. 0.02 i reflektansen. Her er klart et område hvorpå nærmere undersøgelser og mere optimering er påkrævet. Papirhvid er ikke medtaget i den grå funktion, da funktionen F i sidste ende blot skal bestemme de fire trykfarvers spektrale værdier – og altså ikke har nogen påvirkning på papirhvid. Jeg vælger altså at bruge den grå gennemsnitsfunktion af de fire gennemsnitsfunktioner som udgangspunkt for O_λ^K .

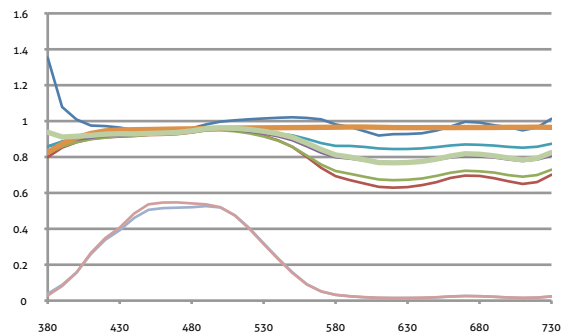
Præcis samme tendens viser sig ved måling af O_λ , hvor der igen er valgt en gennemsnitsfunktion af de fire farver.

For målinger af T_λ viser det sig, at de fire farver, ligger rigtig pænt i forhold til T_λ for papirhvid. Dette er et udtryk for at kacheringsfolien spiser stort set lige meget lys uanset hvilken farve der ligger under. Men dette gælder tilsyneladende kun i den del af spektret hvor den enkelte farve er synlig. Som vist på figur 07, kan det ses, at målinger for Cyan i de forskellige rasterpunkter alle rammer papirhvid (som er den orange funktion) i den del af spektret hvor Cyan netop er synlig. Den grønne funktion på figur 07 er et gennemsnit af T_λ for de Cyan målinger og denne ligger, som det ses, pænt i forhold til papirhvid i den del af spektret hvor Cyan er synlig. Endvidere er det tydeligt, at der er en klar tendens til at jo mindre rasterpunkter der er i en farve, jo mere vil den afvige i den del af spektret hvor Cyan ikke er synlig. Dette vil dog næppe få nogen betydning for farven, da det netop er i den ikke-synlige del af spektret.

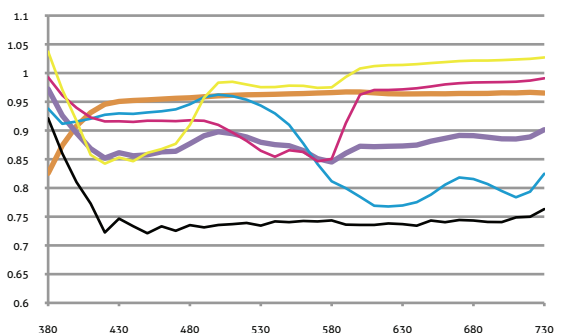
På figur 08 er gennemsnittet for T_λ af de fire farver, opret holdt i forhold til T_λ for papirhvid (den orange funktion). Her er det synligt, at de resterende farver forholder sig stort set på samme måde til T_λ for papirhvid som Cyan, nemlig, at de i deres synlige del af spektret lægger sig op ad T_λ for papirhvid, mens de i resten af spektret afviger. Her er gul igen lidt ramt ved siden af, som ved O_λ^K , den ligger endda visse steder med en reflektans på over 1, hvilket vil sige, at funktionen T_λ vil gøre farven lysere og ikke "spise" en hvis procentdel.



Figur 06: Grafen viser gennemsnitsfunktioner for O_λ^K for de fire målte farver samt papirhvid. Hertil er tillagt en gennemsnitsfunktion udregnet af de fem andre funktioner.



Figur 07: Grafen viser T_λ for Cyan malt i 10%, 30%, 50%, 70% og 100%, samt T_λ for papirhvid. Derudover er også $R\lambda_{pol}$ og $R\lambda_{K_pol}$ vist for Cyan i 100% raster.



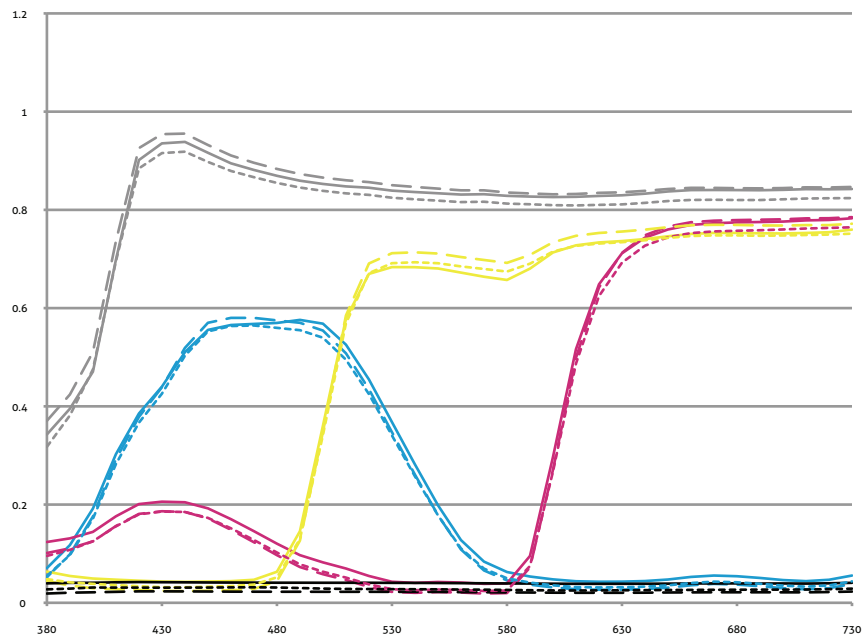
Figur 08: Grafen viser gennemsnittet af T_λ for de fire farver samt papirhvid. Den lille funktioner gennemsnitsfunktion af de fire farvers gennemsnitsfunktioner

På baggrund af disse opmålinger er det altså nu muligt at opstille en funktion F, der tilnærmelsesvis forsøger at ramme reflektansfordelingen for det kacherede papir målt uden polarisationsfilter på baggrund af reflektansfordelingen for det ubehandlede papir målt uden polarisationsfilter tillagt de estimerede funktioner T_λ , O_λ og O_λ^K . Den estimerede funktion F ser altså således ud:

$$R_\lambda^K = (R_\lambda - O_{\lambda_GNSN}) * T_{\lambda PW} + O_{\lambda GNSN}^K$$

På figur 09 ses det, at funktionen F ikke optimalt rammer det ønskede resultat, nemlig at ligge præcist ovenpå reflektansfordelingerne med kachering. Dette var dog heller ikke forventet, da den udspringer af gennemsnitlige beregninger.

Men overordnet set, synes det at bevæge sig mod det ønskede. Kun for Magenta ser det ikke ud til at ligge tættere på den kacherede reflektansfordeling end reflektansfordelingen for det ubehandlede papir.



Figur 09: Grafen viser de fire farvers samt papirhvids spektrale målinger med og uden kachering, samt en estimeret funktion F for hver farve. De fuldtoptrukne funktioner er farverne uden kachering, hvor de bredstiplede funktioner er farverne med kachering. De smaltiplede funktioner er de estimerede farver ud fra funktionen F.

Som det ses på figur 10 ligger ΔE inden for ISO-standardens tolerancer for alle farverne på nær sort. Dette skyldes primært T_λ , der ikke får filtreret nok af lyset fra. Desuden er spørgsmålet om hvorvidt det er muligt at presse L^* -værdien længere ned under de 18.81?

53.20	-36.83	-42.27	51.14	-36.06	-44.93	3.45
46.35	67.41	-2.42	43.85	70.59	-2.35	4.05
84.09	-6.93	85.90	84.38	-7.43	90.43	4.57
23.64	-0.52	-0.80	18.81	-0.63	-2.74	5.21

Figur 10: Tabel over Lab-værdierne for det ubehandlede og kacherede papir

KONKLUSION

Da T_λ , O_λ og O_λ^K i funktionen F ikke er konstante værdier, men funktioner udregnet af gennemsnitlige målinger, er det ikke muligt at foretage den regnemetode tidligere beskrevet i XYZ-farverummet, for at finde frem til de nye XYZ-værdier, der derefter skal omregnes til CIE Lab. Her foreligger en nærmere undersøgelse til afklaring af dette.

Målingerne viser tydeligt, at en kachering påvirker farven, og dermed det endelige resultat i en sådan grad, at det må bekræftes, at et aftalegrundlag baseret på det rene tryk i forhold til ISO ikke giver mening.

Men antagelsen om, at det kan lade sig gøre at trykke "forkert" for at ende med et ønsket resultat synes at være sandsynliggjort, idet funktionen F tilnærmelsesvis efterligner kacheringseffekten – Endda så meget, at man ender med at ramme indenfor ISO's tolerancer – stort set! Her er en afgjort mulighed for optimering af funktionen. Der er en række andre faktorer der ikke spiller ind i funktionen F, f.eks. om papiret har flourecens (hvilket det ud fra målingerne tyder på, at det har), samt om limen har en påvirkning eller om den er neutral – altså helt gennemsigtig. Endeligt skal fænomenet interreflektioner undersøges nærmere. Dette omhandler hvorvidt lyset efter at have ramt farven, når at komme op igennem foilen igen, eller om det når at "hoppe" et par gange op og ned, og dermed opfange mere af den pågældende farve, inden det bryder gennem folien. ■

LITTERATURLISTE

Internationalt Standardiseret Grafisk Produktion af Michael Abildgaard Pedersen, 1. Udgave 2008 – Grafisk Litteratur
Handbook of Print Media af Helmut Kipphan, 2001 – Springer
Grafisk Kogebog af Kaj Johansson m.fl., 2003 – Medit Publishing

Web – Henvisninger

<http://www.brucelindbloom.com/downloads/SpectralCalculator10nm.xls.zip>