ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในระบบออฟเซตและค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์

นายกฤตพงศ์ สูงตรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RELATIONSHIP BETWEEN RELATIVE HUMIDITY IN OFFSET PRINTING SYSTEM AND COL OR DIFFERENCE VALUES ON PRINTS

Mr. Krittapong Soongtrong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Imaging Technology
Department of Imaging and Printing Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในระบบออฟเซตและค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์
โดย	นายกฤตพงศ์ สูงตรง
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ หาญสืบสาย

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. พลกฤษณ์ แสงวณิช)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวาล คูร์พิพัฒน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ หาญสืบสาย)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา สื่อประสาร)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ พรทวี พึ่งรัศมี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กฤตพงศ์ สูงตรง : ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ในระบบออฟเซตและค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ (RELATIONSHIP BETWEEN RELATIVE HUMIDITY IN OFFSET PRINTING SYSTEM AND COLOR DIFFERENCE VALUES ON PRINTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. อรัญ หาญสืบสาย, 67 หน้า.

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศขณะทำการพิมพ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลทำให้เกิดปัญหาสีเพี้ยนในงานพิมพ์ งานวิจัยนี้จึงติดตั้งเครื่องมือวัดค่าดังกล่าวกับบริเวณใกล้เคียงระบบทำชื้นของเครื่องพิมพ์ออฟเซตขณะทำการพิมพ์ เพื่อวัดค่าและวิเคราะห์ปัญหาสีเพี้ยนในงานพิมพ์โดยทดสอบการพิมพ์ 1 ยูนิตพิมพ์ด้วยหมึกสีดำ (Black) โดยใช้แผ่นแม่พิมพ์ Test Form ที่ออกแบบขึ้นเพื่อวิเคราะห์ปัญหางานพิมพ์เบื้องต้นด้วยตาร่วมกับ CU Smart Lens ซึ่งเป็นเลนส์ขยายขนาด 40 เท่า เพื่อสังเกตการเกิดสกัม (Scumming) บนงานพิมพ์เมื่อปรับลดการจ่ายน้ำ และการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นเกินความต้องการเมื่อปรับเพิ่มการจ่ายน้ำ หาช่วงการปรับลดการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่เหมาะสมโดยวิเคราะห์ผลร่วมกับความสัมพัทธ์และค่าอุณหภูมิขณะทำการพิมพ์ วัดความแตกต่างสีบนงานพิมพ์ด้วยเครื่อง Spectro-densitometer ผลการทดลองพบว่าช่วงการปรับลดและเพิ่มการปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 2 นาที 30 วินาที ในช่วงที่ 52% มีความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์สูงสุดคือ 2.29 ส่วนการปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 30 วินาที ในช่วงที่ 52% มีความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์สูงสุดคือ 2.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา เทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางภาพ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5672224023 : MAJOR IMAGING TECHNOLOGY
KEYWORDS: RELATIVE HUMIDITY/OFFSET PRINTING/PRINT QUALITY

KRITTAPONG SOONGTRONG: RELATIONSHIP BETWEEN RELATIVE HUMIDITY IN OFFSET PRINTING SYSTEM AND COLOR DIFFERENCE VALUES ON PRINTS. ADVISOR: ASSOC. PROF. ARAN HANSUEBSAI, Ph.D., 67 pp.

Temperature and relative humidity are a one factor to be color deviation problem. This research aimed to analyze color deviation problem in offset printing by using sensors for measurement it will be placed near dampening system of offset printing machine. In printing use only 1 unit and black ink color. When Test form plate were pressed until scumming on paper after decrease water transfer rate of dampening system on offset printing machine we are observe that problem by eye and CU Smart Lens. After that we will find suitable phase adjustment of water transfer rate with temperature and humidity near dampening system on running machine. On printed paper was measured color difference by using Spectro-densitometer. The result show phase adjustment of water transfer rate up and down every 2 minutes 30 second at 52% CIELAB color difference is 2.29 on phase adjustment of water transfer rate up and down every 30 second at 52% CIELAB color difference is 2.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Imaging and Printing Technology
Field of Study: Imaging Technology
Academic Year: 2016

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ หาญสืบสาย ที่อนุญาตให้เข้าใช้พื้นที่ภายในโรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเป็นสถานที่ทำการวิจัยและเก็บข้อมูลการทดลอง พร้อมทั้งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความช่วยเหลือและดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดระยะเวลาของการจัดทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งช่วยเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาในการวิจัยช่วยผลักดันข้าพเจ้าจนสามารถสำเร็จการศึกษาได้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา สื่อประสาร อาจารย์และกรรมการวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยแก้ไขปัญหา รวมทั้งช่วยตรวจสอบการเขียนวิทยานิพนธ์ อีกทั้งช่วยเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาในการวิจัยช่วยผลักดันข้าพเจ้าจนสามารถสำเร็จการศึกษาได้

ขอขอบคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าของท่าน ในการดำเนินการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนาในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คณาจารย์และบุคคลากร ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในทุกเรื่อง ตลอดระยะเวลาการศึกษาในระดับปริญญาโท

ขอขอบคุณกำลังใจจากพ่อแม่ ญาติ และพี่น้องทุกท่าน ที่ช่วยผลักดันและสนับสนุนในทุกๆด้าน จนถึงวันสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณกำลังใจจากผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงาน เพื่อนๆที่คณะทุกท่าน ที่ช่วยผลักดันสนับสนุน และ เป็นกำลังใจ ในทุกๆด้าน จนถึงวันสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 แนวคิดและทฤษฎี 3

2.1.1 ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 3

2.1.2 ระบบการพิมพ์ออฟเซต (Offset Printing)[7] 7

2.1.3 น้ำยาแฟาว์เทน 15

2.1.4 การวัดความดำและสีบนสิ่งพิมพ์[7] 16

2.1.5 ค่าความแตกต่างสีในระบบสี CIELAB (CIE76) 21

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 23

3.1 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 23

3.2 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย 24

3.2.1 วางแผนการวิจัย 24

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

3.2.2 ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบนแท่นพิมพ์ 27
3.2.3 ปรับตั้งค่าการจ่ายน้ำในหน่วยทำชื้นของเครื่องพิมพ์พร้อมทดสอบทำการพิมพ์ 27
3.2.4 วัดค่าความดำ (Density) บนงานพิมพ์.....30
3.2.5 วัดค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast).....31
3.2.6 วัดค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) บนงานพิมพ์ 31
3.2.7 วัดค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ของแผ่น OK Sheet เปรียบเทียบกับ แผ่น Work Sheet.....33
บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล 34
4.1 ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซต.....34
4.1.1 ผลการสังเกตแผ่นงานพิมพ์ Test Form ที่เป็นแผ่น OK Sheet.....35
4.1.2 ผลการสังเกตแผ่นงานพิมพ์ Test Form ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ 38
4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นกับค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ.....41
4.1.4 ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตที่เหมาะสม.....43
4.2 ค่าความดำ (Density).....44
4.3 ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast).....47
4.4 ค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area).....49
4.4.1 Print Characteristic Curve 49
4.4.2 Tone Value Increase (TVI).....53
4.5 ค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์.....56
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 59
5.1 สรุปผลการวิจัย.....59
5.1.1 ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซต 59
5.1.2 ผลค่าความดำ (Density).....60

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

5.1.3 ผลค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast).....60

5.1.4 ผล Tone Value Increase (TVI).....60

5.1.5 ผลค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์.....61

5.2 ข้อเสนอแนะ 61

รายการอ้างอิง 62

ภาคผนวก ก.....66

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 สูตรคำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ[4] 3

ภาพที่ 2.2 ความสามารถในการเก็บไอน้ำในอากาศ ณ อุณหภูมิที่ต่างกัน[3].....4

ภาพที่ 2.3 สลิงไซโครมิเตอร์ (Sling Psychrometer) แบบกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์[3] 5

ภาพที่ 2.4 สลิงไซโครมิเตอร์ (Sling Psychrometer) แบบดิจิทัล[5].....5

ภาพที่ 2.5 บอร์ดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศแบบ USB-TH พร้อมกับอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบ USB Type A[6].....6

ภาพที่ 2.6 บอร์ดควบคุมหัววัดค่าวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศแบบ USB-TH[6]...6

ภาพที่ 2.7 แสดงไดอะแกรมของหน่วยพิมพ์ออฟเซตประกอบด้วยโมหลัก 3 ลูก ได้แก่ โมแม่พิมพ์ โมผ้ายาง และโมกดพิมพ์[8].....7

ภาพที่ 2.8 โครงสร้างเครื่องพิมพ์ออฟเซต แบบหน่วยพิมพ์ตั้งซ้อน (Stack Type)[9] 8

ภาพที่ 2.9 โครงสร้างเครื่องพิมพ์ออฟเซต แบบโมกดพิมพ์ร่วม (Satellite Type)[10].....8

ภาพที่ 2.10 หน่วยป้อนกระดาษแบบต่อเนื่อง (Stream Feeding)[11].....9

ภาพที่ 2.11 ไดอะแกรมแสดงลูกกลิ้งในหน่วยจ่ายหมึกพิมพ์และหน่วยทำชื้น 11

ภาพที่ 2.12 ขั้นตอนการเคลือบสารไวแสงและสร้างภาพพิมพ์ บนแม่พิมพ์ออฟเซตสำเร็จรูปชนิดพอสิทีฟ[12] 12

ภาพที่ 2.13 กลไกการสร้างภาพบนแม่พิมพ์ CTP ซิลเวอร์แฮไลด์[13].....13

ภาพที่ 2.14 กลไกการสร้างภาพบนแม่พิมพ์ CTP โฟโตพอลิเมอร์[14].....14

ภาพที่ 2.15 กลไกการสร้างภาพบนแม่พิมพ์ CTP ระบบเทอร์มัล[15].....14

ภาพที่ 2.16 ปริภูมิสี CIELAB[17].....20

ภาพที่ 2.17 การวัดค่าความแตกต่างสี (ΔE^*) ในปริภูมิสี CIELAB (CIE76)[18] 21

ภาพที่ 3.1 แท่นพิมพ์ Sakurai รุ่น OL475SDP 4 ยูนิต.....24

ภาพที่ 3.2 Test Form ของ GATF ขนาด 19x25 นิ้ว แบบ 4 สี [20].....25

ภาพที่ 3.3 Test Form ที่ออกแบบ ซึ่งแบ่งเป็น 7 ส่วน.....25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 3.4 แผ่นแม่พิมพ์ออฟที่ความละเอียดเม็ดสกรีน 175 LPI 26

ภาพที่ 3.5 จุดติดตั้งหัววัดค่าความอุณหภูมิและความค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบนแท่นพิมพ์ พร้อมกับสายเชื่อมต่อชนิด USB Type A.....27

ภาพที่ 3.6 ผลการทดสอบการวัดค่าด้วยหัววัดค่าความอุณหภูมิและความค่าความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศที่ติดตั้งบนแท่นพิมพ์ 27

ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการทดลองหาช่วงการเพิ่มและลดอัตราการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น จนได้แผ่น พิมพ์ OK Sheet และช่วงที่แผ่นงานพิมพ์เกิดปัญหาทางการพิมพ์.....28

ภาพที่ 3.8 ค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ในยูนิตที่ 1 (ยูนิตที่ใช้ทำการพิมพ์สีดำ)..29

ภาพที่ 3.9 CU-Smart Lens กำลังขยาย 40X สำหรับถ่ายภาพแบบ Macro ด้วย Smart Phone [21].....30

ภาพที่ 3.10 สเปกโทรเดนสิโทรมิเตอร์ ยี่ห้อ TECHKON รุ่น Basic [22].....31

ภาพที่ 3.11 ตัวอย่าง Print Characteristic Curve – Dot Area [23] 32

ภาพที่ 3.12 ตัวอย่าง Tone Value Increase Curve [24].....32

ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างพื้นที่เม็ดสกรีน 50% Dot Area และพื้นที่เม็ดสกรีน 100% Dot Area...33

ภาพที่ 4.1 ส่วน Gray Skin Tone Image บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet.....35

ภาพที่ 4.2 เส้น Micro Line บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet.....35

ภาพที่ 4.3 ส่วน Geometric Diagnosis Patch บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet.....36

ภาพที่ 4.4 ส่วน Text Patch บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet.....36

ภาพที่ 4.5 ส่วน Halftone Control Patch บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet.....37

ภาพที่ 4.6 ส่วน Gray Skin Tone Image บนงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาสกัม (Scumming).....38

ภาพที่ 4.7 เส้น Micro Line บนงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาสกัม (Scumming).....38

ภาพที่ 4.8 ส่วน Geometric Diagnosis Patch บนงานพิมพ์ที่น้ำในระบบทำชื้น ไม่เพียงพอต่อ ความต้องการของระบบพิมพ์.....39

ภาพที่ 4.9 ส่วน Text Patch บนงานพิมพ์ที่น้ำในระบบทำชื้น ไม่เพียงพอต่อความต้องการของ ระบบพิมพ์ 39

ภาพที่ 4.10 ส่วน Halftone Control Patch บนงานพิมพ์ที่น้ำในระบบทำชื้น ไม่เพียงพอต่อความต้องการของระบบพิมพ์.....40

ภาพที่ 4.11 ส่วนขอบของพื้นที่เม็ดสกรีน 80% ที่เกิด Ink Flake.....40

ภาพที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำขึ้นทุกๆ 30 วินาที กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ.....41

ภาพที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำขึ้นทุกๆ 30 วินาที..42

ภาพที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำขึ้นทุกๆ 2 นาที 30 วินาที.....42

ภาพที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำขึ้นทุกๆ 2 นาที 30 วินาที.....43

ภาพที่ 4.16 ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตที่เหมาะสม.....44

ภาพที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้เมื่อปรับค่าการจ่ายน้ำเพิ่มขึ้นและลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที กับค่าความดำ (Density) บนงานพิมพ์.....45

ภาพที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้เมื่อปรับค่าการจ่ายน้ำเพิ่มขึ้นและลดลง 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที กับค่าความดำ (Density) บนงานพิมพ์.....46

ภาพที่ 4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้เมื่อปรับค่าการจ่ายน้ำเพิ่มขึ้นและลดลง 1 % 30 วินาที กับค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast).....47

ภาพที่ 4.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้เมื่อปรับค่าการจ่ายน้ำเพิ่มขึ้นและลดลง 1 % 2 นาที 30 วินาที กับค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast).....48

ภาพที่ 4.21 Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น ของแท่นพิมพ์ลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที.....49

ภาพที่ 4.22 Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น ของแท่นพิมพ์เพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 30 วินาที 50

ภาพที่ 4.23 Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น ของแท่นพิมพ์ลดลง 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที.....51

ภาพที่ 4.24 Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น ของแท่นพิมพ์เพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที.....52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4.25 Tone Value Increase (TVI) ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น ของแท่นพิมพ์ลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที.....53

ภาพที่ 4.26 Tone Value Increase (TVI) ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น ของแท่นพิมพ์เพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 30 วินาที 53

ภาพที่ 4.27 Tone Value Increase (TVI) ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น ของแท่นพิมพ์ลดลง 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที.....54

ภาพที่ 4.28 Tone Value Increase (TVI) ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น ของแท่นพิมพ์เพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที.....55

ภาพที่ 4.29 ค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ที่พื้นที่เม็ดสกรีน 50% ที่ค่าการปรับการจ่ายน้ำลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 30 วินาที.....56

ภาพที่ 4.30 ค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ที่พื้นที่เม็ดสกรีน 100% ที่ค่าการปรับการจ่ายน้ำลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 30 วินาที.....56

ภาพที่ 4.31 ค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ที่พื้นที่เม็ดสกรีน 50% ที่ค่าการปรับการจ่ายน้ำลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที.....57

ภาพที่ 4.32 ค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ที่พื้นที่เม็ดสกรีน 100% ที่ค่าการปรับการจ่ายน้ำลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที.....57

ภาพที่ ก.1 ตัวอย่างแผ่นจดบันทึกผลการวัดค่าทางการพิมพ์บนสิ่งพิมพ์.....66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการสำรวจพื้นที่ปฏิบัติงานและเครื่องพิมพ์ออฟเซตซึ่งอยู่ในโรงพิมพ์ทั่วไปพบว่าเครื่องพิมพ์ที่อยู่ในโรงพิมพ์ขนาดเล็กถึงขนาดกลางส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องพิมพ์ยูนิตเดียว (สีเดียว) หรือ 2 ยูนิต (สองสี) ในส่วนห้องพิมพ์เป็นพื้นที่เปิดไม่มีการควบคุมและตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ขณะทำการพิมพ์ ซึ่งค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศขณะทำการพิมพ์นั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดปัญหาสีเพี้ยนบนงานพิมพ์ จึงมีแนวคิดที่จะใช้เครื่องมือวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ขณะทำการพิมพ์ โดยทำการพิมพ์ 1 ยูนิต (สีดำ) เพื่อบันทึกเป็นข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ผลหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับการเกิดปัญหาสีเพี้ยนบนงานพิมพ์ โดยวัดค่าความแตกต่างสีซึ่งจะบันทึกค่าเพียงค่าความแตกต่างของระดับความสว่าง (ΔL_{ab}) บนสิ่งพิมพ์

หัววัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทั่วไปแบบมีหน้าจอแสดงผลและสามารถบันทึกค่าแบบอัตโนมัติซึ่งใช้ในห้องปฏิบัติการวิจัยค่อนข้างมีราคาแพง หากพิจารณจุดที่จะติดตั้งอุปกรณ์และหัววัดค่าบนแท่นพิมพ์แล้วทำได้ค่อนยากเนื่องจากข้อจำกัดของขนาดหัววัดค่าและความยาวของสายเชื่อมต่อที่สั้นมาก จึงพิจารณาเลือกใช้หัววัดค่าชนิดที่มีราคาถูกและมีขนาดเล็ก จากผลงานวิจัยของ P.R. Story และคณะ[1] หลังจากสั่งซื้อหัววัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ได้ติดตั้งในจุดที่จะวัดค่าจริงบนยูนิตพิมพ์ของแท่นพิมพ์และทดสอบวัดค่าพบว่าสามารถวัดค่าได้ต่อเนื่องพร้อมแสดงผลและบันทึกผลลงบนคอมพิวเตอร์แบบพกพกผ่านสายเชื่อมต่อแบบ USB ได้ จากผลการวิจัยของ Kiurski และOros[2] พบว่าการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบส่วนผสมของน้ำยาฟาวน์เท่นในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซต มีผลต่อคุณภาพของสิ่งพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์สีมาเจนต้า (Magenta) โดยพิจารณาจากคุณภาพของเม็ดสกรีน (Dot Quality) คุณภาพของน้ำหนักสี (Tone Quality) คุณภาพของเส้นและตัวอักษร (Line & Text Quality)

จากงานวิจัยดังกล่างข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสามารถพิจารณาหาหัววัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ออฟเซตที่มีราคาถูกรวมถึงมีประสิทธิภาพในการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบต่อเนื่องและบันทึกผลแบบอัตโนมัติได้ อีกทั้งทราบการวัดค่าบนงานพิมพ์ที่ใช้พิจารณาคุณภาพของสิ่งพิมพ์ สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์กับค่าความเปลี่ยนแปลงของความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ ซึ่งค่าความแตกต่างสีจะพิจารณาเพียงแค่ค่า

ความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์เนื่องจากทดสอบทำการพิมพ์เพียงสีดำสีเดียว และวัดค่าความดำ (Density), ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) และค่าพื้นที่เม็ดกรีน(% Dot Area), เส้นโค้งลักษณะเฉพาะ(Characteristic Curve) และการพิมพ์ของค่าน้ำหนักสี (Tone Value Increase) นำมาพิจารณาและวิเคราะห์ผลร่วมด้วย ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับช่างพิมพ์หรือผู้ปฏิบัติการพิมพ์ในแท่นพิมพ์ออฟเซต 1 ยูนิต ให้ทราบถึงช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่ส่งผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนแปลงไปจนส่งผลถึงคุณภาพของสิ่งพิมพ์หรือทำให้สิ่งพิมพ์เกิดปัญหาสีเพี้ยน ทำให้ปรับแก้ไขปัญหาบนสิ่งพิมพ์ได้รวดเร็วกว่าเดิมรวมทั้งลดปัญหาสีเพี้ยนบนสิ่งพิมพ์ขณะทำการพิมพ์

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตกับค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์

1.3 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ในระบบที่หน่วยทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตลิโธกราฟีซึ่งทำการพิมพ์เพียง 1 ยูนิตพิมพ์ (สีดำ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์นะในระบบพิมพ์ออฟเซต และค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ รวมทั้งทราบช่วงความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่ทำให้เกิดปัญหางานพิมพ์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

งานวิจัยนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตลิโธกราฟีกับค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ ดังนั้นทฤษฎีที่สำคัญสำหรับการทดลอง การวิเคราะห์ผลและอภิปรายผลในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ระบบการพิมพ์ออฟเซต (Offset Printing) น้ำยาแฟาว์เทน การวัดความดำ สีบนสิ่งพิมพ์ และค่าความแตกต่างสีในระบบสี CIELAB (CIE76)

2.1.1 ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

ความชื้น (Humidity) หมายถึง จำนวนไอน้ำที่มีอยู่ภายในอากาศ ซึ่งค่าความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความดันและอุณหภูมิภายในอากาศขณะนั้น ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) หมายถึง อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงภายในอากาศต่อปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ ที่อุณหภูมิเดียวกัน หรือเป็นอัตราส่วนของค่าความดันไอน้ำที่มีอยู่จริงภายในอากาศต่อค่าความดันไอน้ำอิ่มตัว[3] ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะแสดงอยู่ในรูปของร้อยละ (%) โดยมีสูตรการคำนวณตามภาพที่ 2.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \left(\frac{\text{ปริมาณไอน้ำที่อยู่ในอากาศ}}{\text{ปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว}} \right) \times 100\%$$

หรือ

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \left(\frac{\text{ความดันไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ}}{\text{ความดันไอน้ำของอากาศอิ่มตัว}} \right) \times 100\%$$

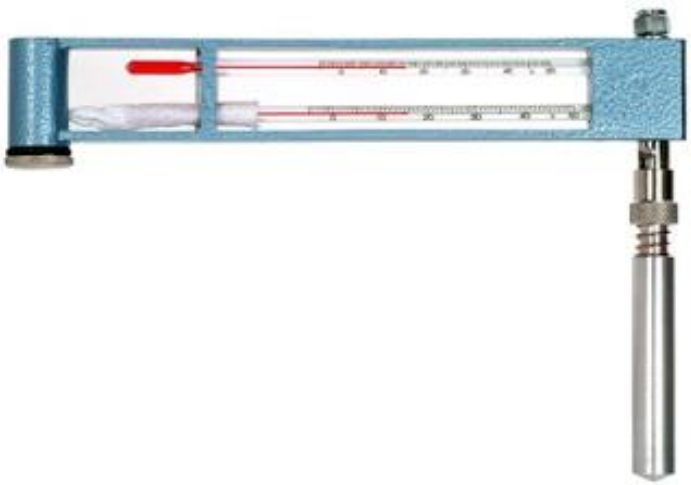
ภาพที่ 2.1 สูตรคำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ[4]

ปริมาณของไอน้ำในอากาศขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ อากาศร้อนสามารถเก็บไอน้ำได้มากกว่าอากาศเย็น ดังนั้นหากอุณหภูมิของอากาศลดลงจนถึงจุดๆ หนึ่งที่ทำให้เกิด อากาศที่อิ่มตัว (Saturated Air) อากาศจะไม่สามารถเก็บกักไอน้ำไว้ได้มากกว่านี้หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 100% และหากอุณหภูมิยังคงลดต่ำลงไปอีก ไอน้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการควบแน่นนี้เรียกว่า จุดน้ำค้าง (Dew point) โดยที่จุดน้ำค้างของอากาศที่ชื้นย่อมมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดน้ำค้างของอากาศที่แห้ง

ภาพที่ 2.2 ความสามารถในการเก็บไอน้ำในอากาศ ณ อุณหภูมิที่ต่างกัน[3]

ในภาพที่ 2.2 อากาศในขวดด้านขวามือมีอุณหภูมิสูงกว่าขวดซ้ายมือ น้ำระเหยเป็นไอน้ำเราจึงมองไม่เห็นปริมาณในขวดแก้ว ส่วนอากาศในขวดด้านซ้ายมือมีอุณหภูมิต่ำกว่า ปริมาณไอน้ำในขวดถูกจึงควบแน่นเป็นของเหลวอยู่ที่ก้นขวด ข้อสังเกตคือไอน้ำในอากาศเป็นน้ำในสถานะแก๊ส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และมองไม่เห็น ส่วนเมฆและหมอกที่เรามองเห็นเป็นหยดน้ำในสถานะของเหลวหรือเป็นเกล็ดน้ำแข็ง เรามองเห็นได้เพราะมีผิวที่สะท้อนแสง ตัวอย่างการควบแน่น เช่น เมื่อใส่น้ำแข็งไว้ในแก้ว จะเกิดละอองน้ำเล็กๆ เกาะอยู่รอบๆ แก้ว ละอองน้ำเหล่านี้เกิดจากอากาศที่อยู่รอบแก้วมีอุณหภูมิลดต่ำลงจนเกิดการอิ่มตัวของอากาศ ไม่สามารถเก็บไอน้ำได้มากกว่านี้ ไอน้ำจึงควบแน่นเปลี่ยนสถานะเป็นหยดน้ำ เป็นต้น

การวัดความชื้นสัมพัทธ์ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า “ไฮโกรมิเตอร์” (Hygrometer) ซึ่งมีอยู่หลายหลากชนิด มีทั้งทำด้วยกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์ (ภาพที่ 2.3) และเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ภาพที่ 2.4) ไฮโกรมิเตอร์ซึ่งสามารถทำได้เองและมีความน่าเชื่อถือเรียกว่า “สลิงไซโครมิเตอร์” (Sling psychrometer) ประกอบด้วยเทอร์มอมิเตอร์จำนวน 2 อันวางคู่กัน โดยมีเทอร์มอมิเตอร์อันหนึ่งมีผ้าชุบน้ำหุ้มกระเปาะไว้ เรียกว่า “กระเปาะเปียก” (Wet bulb) ส่วนกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์อีกอันหนึ่งไม่ได้หุ้มอะไรไว้ เรียกว่า “กระเปาะแห้ง” (Dry bulb) เมื่อหมุนสลิงไซโครมิเตอร์จับเวลา 3 นาที เพื่อควบคุมอัตราการระเหย แล้วอ่านค่าแตกต่างของอุณหภูมิกระเปาะทั้งสองบนตารางเปรียบเทียบ ก็จะได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์คิดเป็นร้อยละ (%)

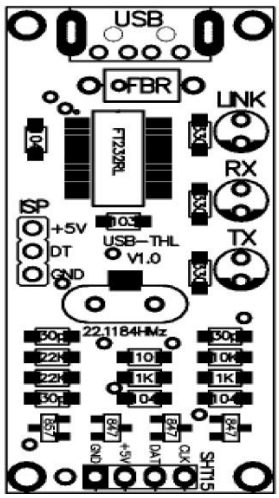


ภาพที่ 2.3 สลิงไซโครมิเตอร์ (Sling Psychrometer) แบบกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์[3]

ภาพที่ 2.4 สลิงไซโครมิเตอร์ (Sling Psychrometer) แบบดิจิทัล[5]

บอร์ดวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบ USB-TH คือ บอร์ดวัดอุณหภูมิและความชื้นที่ใช้เซ็นเซอร์แบบดิจิตอลความละเอียดสูง ใช้สำหรับวัดในบรรยากาศเท่านั้น ใช้เซ็นเซอร์ SHT-15 วัดอุณหภูมิตั้งแต่ -40 ถึง 120 องศาเซลเซียส ความละเอียดที่ 0.1 องศาเซสเซียส และวัดความชื้นในอากาศตั้งแต่ 10 ถึง 90% ที่ความละเอียด 0.1% สามารถแสดงผลได้ตั้งแต่ 0 ถึง 99.9% แต่จะมีความเถี่ยงตรงที่ 10 ถึง 90% ทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MPC82E54AS2 ความถี่ 22.1184 Mhz สายที่มากับหัววัด SHT-15 ยาว 5 ฟุต มีไฟ LED สีเหลืองแสดงสถานะ CONNECT, ไฟ LED สีแดงแสดงสถานะ TX และไฟ LED สีเขียวแสดงสถานะ RX หรือการวัดคค่า มีพอร์ทเชื่อมต่อแบบ USB Type A พร้อมกับไฟเลี้ยง 5 V_{DC} จากพอร์ท USB สามารถต่อสาย USB เพื่อเชื่อมต่อในการการวัดค่าและบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์แบบพกพาได้ต่อเนื่องต่ำสุดทุกๆ 1 วินาที

ภาพที่ 2.5 บอร์ดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศแบบ USB-TH พร้อมกับอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบ USB Type A[6]

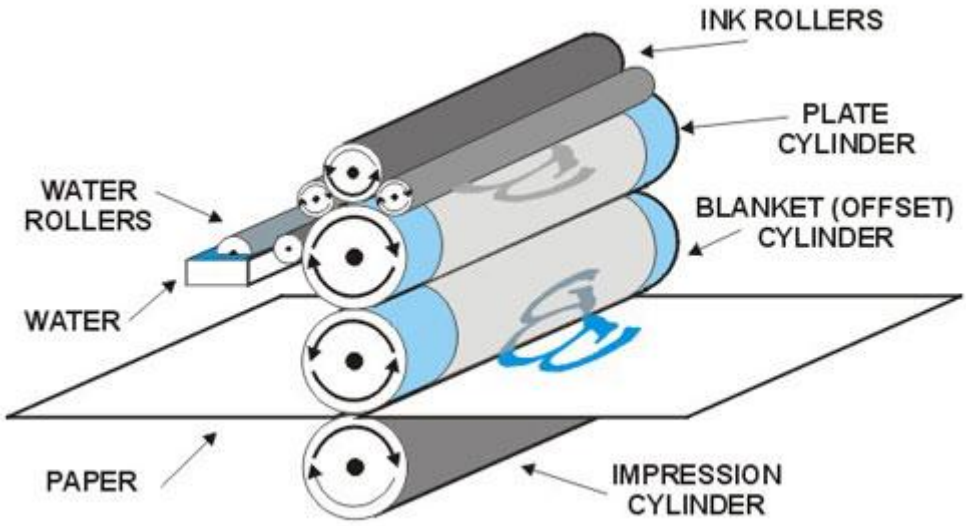


ภาพที่ 2.6 บอร์ดควบคุมหัววัดค่าวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศแบบ USB-TH[6]

2.1.2 ระบบการพิมพ์ออฟเซต (Offset Printing)[7]

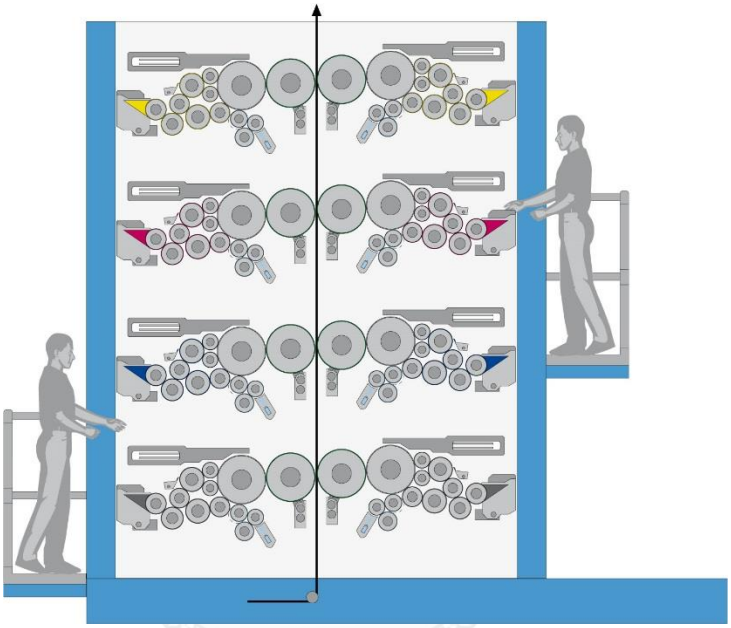
การพิมพ์ออฟเซตเป็นหนึ่งในกลุ่มการพิมพ์ดั้งเดิมหรือคอนเวนชันแนล (Conventional Printing) ที่ได้มีการพัฒนาและนำไปใช้งานมานานกว่า 200 ปี โดยเฉพาะกลไกการทำงานของหน่วยพิมพ์นั้น ได้รับความเชื่อถือจากผู้ประกอบการธุรกิจพิมพ์ทั่วโลกว่า เหมาะสำหรับผลิตงานสิ่งพิมพ์คุณภาพสูง จำนวนมากๆ โดยคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง ตัวอย่างกลุ่มการพิมพ์คอนเวชันแนล ได้แก่ ออฟเซต กราวัวร์ เฟล็กโซกราฟี เล็ตเตอร์เพรส ดรายออฟเซต สกรีน ซึ่งแต่ละระบบพิมพ์ต่างก็ให้ลักษณะเฉพาะของงานพิมพ์แตกต่างกันออกไป โดยสังเกตได้จากการมองด้วยตาเปล่าหรืออาจมองผ่านกล้องขยาย เช่น ขอบของเส้นหรือตัวอักษร ลักษณะรูปร่างเม็ดสกรีน งานพิมพ์พื้นทึบ ความหนาของชั้นฟิลม์ สิ่งที่ปรากฏที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงข้อจำกัดของระบบพิมพ์นั้นๆ ชนิดของหมึกและวัสดุใช้พิมพ์

การพิมพ์ออฟเซต มีชื่อเต็มว่า “การพิมพ์ออฟเซตลิโธกราฟี (Offset Lithography)” หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “การพิมพ์พื้นราบ (Planographic Printing)” พัฒนามาจากระบบพิมพ์หิน เมื่อปี ค.ศ.1796 โดยนาย Alosis Senefelder มีหลักการคือ ให้แยกส่วนบริเวณภาพ (Image Area) และไม่ใช่ภาพ (None-Image Area) บนแม่พิมพ์พื้นราบออกจากกันด้วยวิธีทางเคมี โดยให้ส่วนบริเวณภาพรับหมึกพิมพ์และส่วนที่ไม่ใช่ภาพรับน้ำ จากนั้นถ่ายทอดหมึกพิมพ์ผ่านตัวกลางหรือไม่ผ่านก็ได้ไปยังกระดาษหรือวัสดุพิมพ์อื่นๆ ตามลำดับ



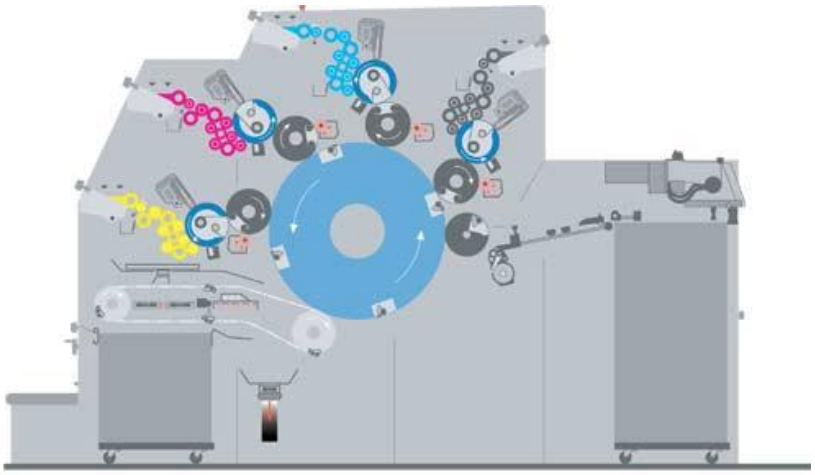
ภาพที่ 2.7 แสดงไดอะแกรมของหน่วยพิมพ์ออฟเซตประกอบด้วยโมหลัก 3 ลูก ได้แก่ โมแม่พิมพ์ โมผ้ายาง และโมกดพิมพ์[8]

โครงสร้างของเครื่องพิมพ์ ประกอบด้วย หน่วยป้อน (Feeding Unit) หน่วยพิมพ์ (Printing Unit) หน่วยถ่ายโอนกระดาษพิมพ์ (Transfer Unit) หน่วยทำแห้ง (Drying Unit) หน่วยทำขั้นสำเร็จ (Finishing Unit) และหน่วยส่งกระดาษพิมพ์ (Delivery Unit) รวมถึงหน่วยควบคุมการทำงานของฟังก์ชั่นต่างๆ ผ่านระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้การออกแบบโครงสร้างของเครื่องพิมพ์ในปัจจุบันมีความหลากหลาย ทั้งเป็นแบบหน่วยพิมพ์เรียงแถว (In Line) แบบหน่วยพิมพ์ตั้งซ้อน (Stack Type) และแบบโมกดพิมพ์ร่วม (Satellite Type)



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างเครื่องพิมพ์ออฟเซต แบบหน่วยพิมพ์ตั้งซ้อน (Stack Type)[9]

Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างเครื่องพิมพ์ออฟเซต แบบโมกดพิมพ์ร่วม (Satellite Type)[10]

หน่วยป้อน

หน่วยป้อนของเครื่องพิมพ์ออฟเซตป้อนแผ่น ทำหน้าที่แยกแผ่นกระดาษส่วนบนออกจากท้ายกองกระดาษด้วยหัวลมเป่า จากนั้นดูดแผ่นกระดาษบนสุดด้วยหัวลมดูด ยกขึ้นนและส่งกระดาษให้เคลื่อนที่ผ่านลูกกลิ้งเข้าแผ่นกระดานป้อน (Feed Board) ไปยังฉากหน้าและฉากข้างก่อนเข้าสู่หน่วยพิมพ์ ลักษณะการป้อนกระดาษแบบนี้เรียกว่า “การป้อนแผ่นแบบต่อเนื่อง (Stream Feeding)” ให้ความเร็วสูงได้ ในขณะที่การป้อนอีกลักษณะหนึ่งเป็นแบบป้อนทีละแผ่น (Single Sheet Feeding) จะมีราวโลหะติดหัวลมดูดอยู่ที่ด้านบนของกองกระดาษส่วนหน้า ดูดแผ่นกระดาษแผ่นบนทีละแผ่น แล้วยกให้แผ่นกระดาษนั้นเคลื่อนที่ผ่านลูกกลิ้งเข้าแผ่นกระดานป้อนไปยังฉากหน้าและฉากข้าง

ภาพที่ 2.10 หน่วยป้อนกระดาษแบบต่อเนื่อง (Stream Feeding)[11]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน่วยพิมพ์

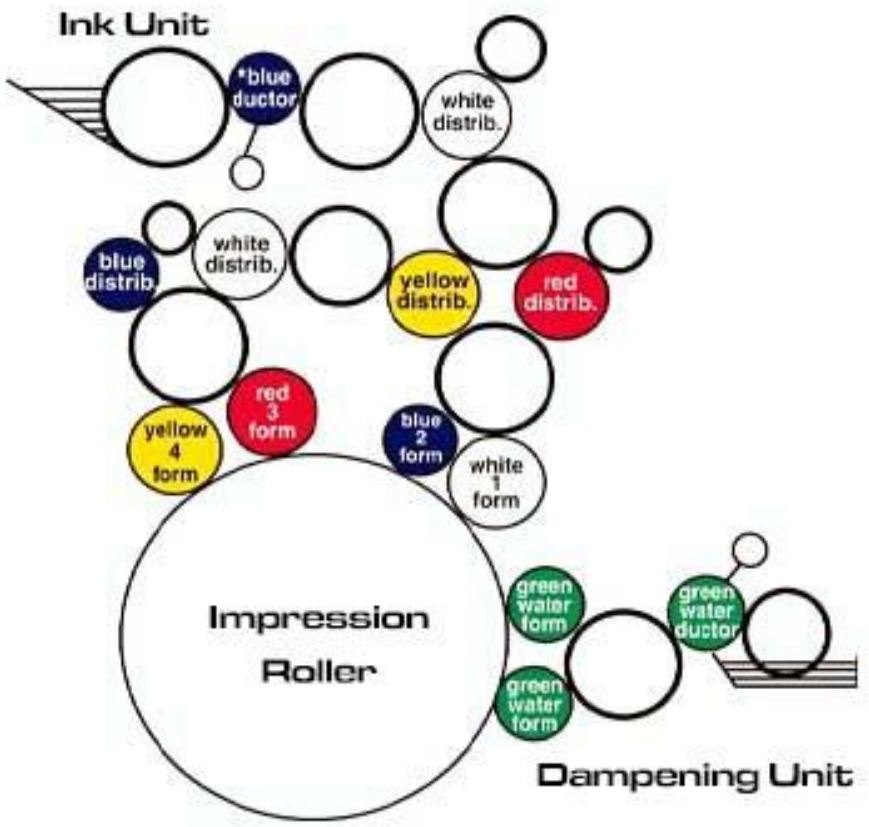
โครงสร้างหน่วยพิมพ์ออฟเซต นิยมจัดเรียงลูกโมหลักแบบ 7 นาฬิกา และ 5 นาฬิกา ซึ่งจะส่งผลไปยังประเภทของหน่วยทำชื้น จำนวนลูกกลิ้งของหน่วยจ่ายหมึก ชนิดและสมบัติของแม่พิมพ์ น้ำยาแฟาว์เทนและผ้ายางที่ใช้ การตั้งแรงกดพิมพ์ เป็นต้น การเรียงตัวของโมหลักทั้งสามในหน่วยพิมพ์แบบ 7 นาฬิกาจะได้เปรียบกว่าในเรื่องการขยายขนาดของโมกดพิมพ์ให้เป็น 2 เท่า หรือ 3 เท่าของโมขนาดปกติ ทำให้สามารถเพิ่มความเร็วในการพิมพ์สูงสุดของเครื่องได้ พร้อมกับระยะส่งกระดาษไปยังหน่วยพิมพ์ข้างหน้าไม่มากเกินไปทำให้รักษาระบบรีจีสเตอร์ในการพิมพ์หลายสีได้ดี

หน่วยจ่ายหมึก

ทำหน้าที่ถ่ายโอนหมึกจากรางหมึกไปยังโมแม่พิมพ์ผ่านลูกกลิ้งจำนวนมาก เพื่อช่วยในการควบคุมความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ให้ได้ตามต้องการและเกลี่ยหมึกให้มีความสม่ำเสมอ ในอุดมคติความหนาชั้นหมึกพิมพ์บนกระดาษที่ถูกต้องอยู่ที่ 1 ไมครอน (Micron) เช่นเดียวกับความหนาของชั้นหมึกพิมพ์บนโมผ้ายาง เพราะชั้นหมึกพิมพ์ควรจถูกถ่ายโอนจากผ้ายางไปยังผิวกระดาษโดยทั้งหมด ดังนั้นความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ของแม่พิมพ์จึงควรเป็น 2 ไมครอน ความสามารถในการจ่ายหมึกพิมพ์ให้ได้ชั้นฟิล์มที่มีความบางนี้เป็นข้อได้เปรียบข้อหนึ่งของระบบพิมพ์ออฟเซตที่เหนือกว่าระบบพิมพ์อื่นๆ ทั้งนี้ความสำเร็จนี้จะขึ้นอยู่กับสมบัติความหนืดและค่าความถ่วงจำเพาะของหมึกพิมพ์ โดยจะต้องสัมพันธ์กับจำนวนลูกกลิ้งในระบบจ่ายหมึกด้วย ลูกกลิ้งต่างๆในหน่วยจ่ายหมึก ประกอบด้วย ลูกกลิ้งเหล็กรางหมึก (Ink Fountain Roller) ลูกกลิ้งดัคเตอร์ (Ductor Roller) ยกตัวได้ แตะระหว่างลูกกลิ้งรางหมึกกับลูกกลิ้งถ่ายโอนหมึก (Ink Transfer Roller) ลูกกลิ้งเกลี่ยหมึก (Ink Distributer Roller) เคลื่อนท่ซ้ายขวาระหว่างหมุนไปด้วย ลูกกลิ้งไรเดอร์ (Rider Roller) ให้ช่างพิมพ์สามารถเพิ่มลดปริมาณหมึกได้ด้วยมือ ลูกกลิ้งถ่ายโอนหมึก (Ink Transfer Roller) และลูกกลิ้งหมึกแตะเพลต 4 ลูก (Ink Transfer Roller) ที่มีขนาดต่างกัน เพื่อช่วยให้การจ่ายหมึกบนแม่พิมพ์มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นป้องกันการเกิดภาพหลอก (Ghost Image)

หน่วยทำชื้น

ทำหน้าที่ถ่ายโอนน้ำยาแฟาว์เทนไปเกาะเป็นฟิล์มบางๆ ที่ผิวแม่พิมพ์ทั้งส่วนบริเวณที่ไม่ใช่ภาพและบริเวณภาพ โดยในส่วนบริเวณที่ไม่ใช่ภาพ น้ำยาแฟาว์เทนจะเกาะยึดที่ผิวแม่พิมพ์ด้วยพันธะทางเคมีป้องกันไม่ให้บริเวณนั้นรับหมึก มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาภาพเปื้อนรอยคราบหมึก (Scum) ในขณะที่ส่วนบริเวณภาพจะไม่มีพันธะเคมีเกิดขึ้นเพราะสารเคลือบผิวบริเวณภาพบนแม่พิมพ์ไม่มีสมบัติดังกล่าว ทำให้น้ำยาเฟาว์เทนต้องกระจายตัวขนาดเล็กแขวนลอยในเนื้อหมึกพิมพ์แทน เรียกว่า เกิดอิมัลชัน (Emulsion) ซึ่งอัตราส่วนการรวมตัวระหว่างน้ำยาเฟาว์เทนกับหมึกพิมพ์นี้มีความสำคัญมากเพราะจะมีผลต่อระยะเวลาในการเกิดจุดสมดุลของอิมัลชันในระหว่างการพิมพ์ และอัตราการระเหยออกของน้ำยาเฟาว์เทนออกจากชั้นหมึกพิมพ์หลักจากที่มีการถ่ายโอนหมึกไปยังโมผ้ายางและกระดาษพิมพ์ต่อไป โดยปรกติหมึกพิมพ์ออฟเซตจะกำหนดค่าอัตราส่วนดังกล่าวอยู่ที่ระหว่าง 20-40% หมายความว่าจะให้ปริมาณน้ำยาแฟาว์เทนรวมตัวได้ที่ร้อยละ 20-40% ของปริมาณหมึกทั้งหมด พบว่าถ้าจ่ายน้ำยาแฟาว์เทนมากเกินไป ส่วนเกินนี้จะมีผลต่อปัญหาคุณภาพของภาพพิมพ์ได้เช่น ขอบเม็ดสกรีนพร่า บางทีที่ขอบภาพเม็ดสกรีนเกิดรอยแยกเป็นแฉกคล้ายเกล็ดหิมะเรียกว่า Snow Flake



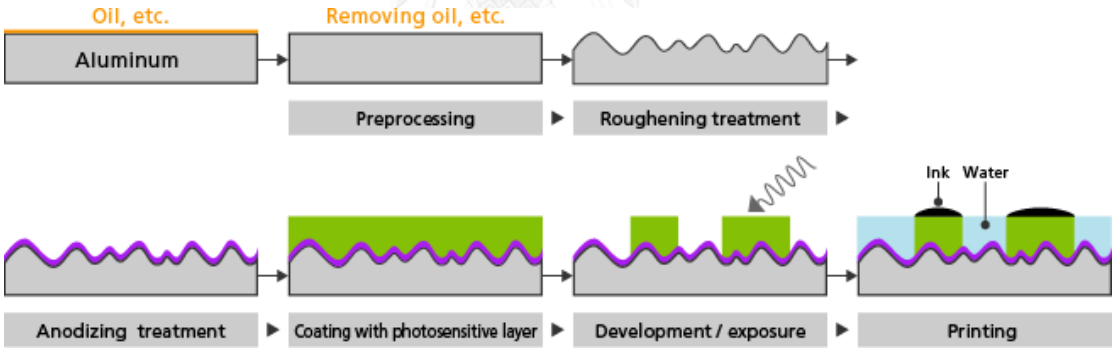
ภาพที่ 2.11 ไดอะแกรมแสดงลูกกลิ้งในหน่วยจ่ายหมึกพิมพ์และหน่วยทำชื้น

<u>หน่วยทำแห้ง (Drying Unit)</u>

หน่วยทำแห้งเป็นอีกฟังก์ชันหนึ่งที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ออฟเซต เพื่อให้หมึกพิมพ์หรือสารเคลือบเซ็ตตัวหรือแห้งตัวได้ก่อนที่จะถูกส่งไปที่หน่วยส่ง (Delivery) ของเครื่องพิมพ์ มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาซับหลัง (Set Off) ทั้งนี้จะต้องสอดคล้องกับสมบัติการแห้งตัวของหมึกพิมพ์หรือสารเคลือบนั้นด้วย โดยปรกติหมึกพิมพ์หรือสารเคลือบที่แห้งตัวด้วยวิธีออกซิเดชัน อาจไม่จำเป็นต้องมีหน่วยทำแห้งในเครื่อง ซึ่งหน่วยทำแห้งส่วนใหญ่จะออกแบบมาใช้กับหมึกพิมพ์ยูวี หรือหมึกพิมพ์ที่แห้งตัวด้วยความร้อน (Heatset) และสารเคลือบแบบต่างๆ เช่น สารเคลือบฐานน้ำแห้วตัวด้วยคลื่นอินฟราเรด (IR) ฐานยูวีและฐานตัวทำละลายที่แห้งตัวด้วยลมร้อน

แม่พิมพ์ (Printing Plate)

แม่พิมพ์ออฟเซตแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ แม่พิมพ์ทำเอง หรือ Wipe-On-Plate กับแม่พิมพ์สำเร็จรูปหรือที่เรารู้จักกันในชื่อ พรีเซนซิไทซ์ (Presenstized Plate) แบบแรกเป็นแม่พิมพ์ที่ต้องใช้งานทันทีหลังจากทำการเคลือบผิวและทำให้แห้งแล้ว สารไวแสงที่ใช้ส่วนใหญ่จะผสมทำเองสารเคมีหลักได้แก่ โปแตสเซียไบโครเมตและอัลบูมัน สำหรับแม่พิมพ์แบบพรีเซนซิไทซ์ เป็นแม่พิมพ์ที่ทำการเคลือบสารไวแสงสำเร็จรูปมาก่อนจากโรงงานผู้ผลิต สะดวกในการใช้งานและสามารถเก็บไว้ได้นาน สารไวแสงประกอบด้วย ไดอะโซหรือพอลิเมอร์ผสมรวมกับสีย้อมและแลคเกอร์ แม่พิมพ์สำเร็จรูปนี้ก่อนนำออกสู่ตลาด จะถูกทำการฉายแสงบางส่วนก่อน (Pre-Exposure) เพื่อความแข็งแรงของสารเคลือบเอง เมื่อนำมาฉายแสงจริงจะใช้เวลาฉายแสงน้อยลง แม่พิมพ์ที่ดีจะต้องสามารถแยกบริเวณส่วนที่เป็นภาพและไม่ใช่ภาพออกจากกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการให้บริเวณภาพหรือส่วนที่เป็นสารเคลือบ ซึ่งมีความหนาประมาณ 2 ไมครอน มีสมบัติเข้ากันได้กับหมึกเท่านั้น ในขณะที่บริเวณไม่ใช่ภาพหรือส่วนที่เป็นผิวโลหะของแม่พิมพ์จะต้องมีสมบัติเข้ากันได้ดีกับน้ำยาแฟาว์เทนอย่างเดียวเช่นกัน



ภาพที่ 2.12 ขั้นตอนการเคลือบสารไวแสงและสร้างภาพพิมพ์บนแม่พิมพ์ออฟเซตสำเร็จรูปชนิดพอสิทีฟ[12]

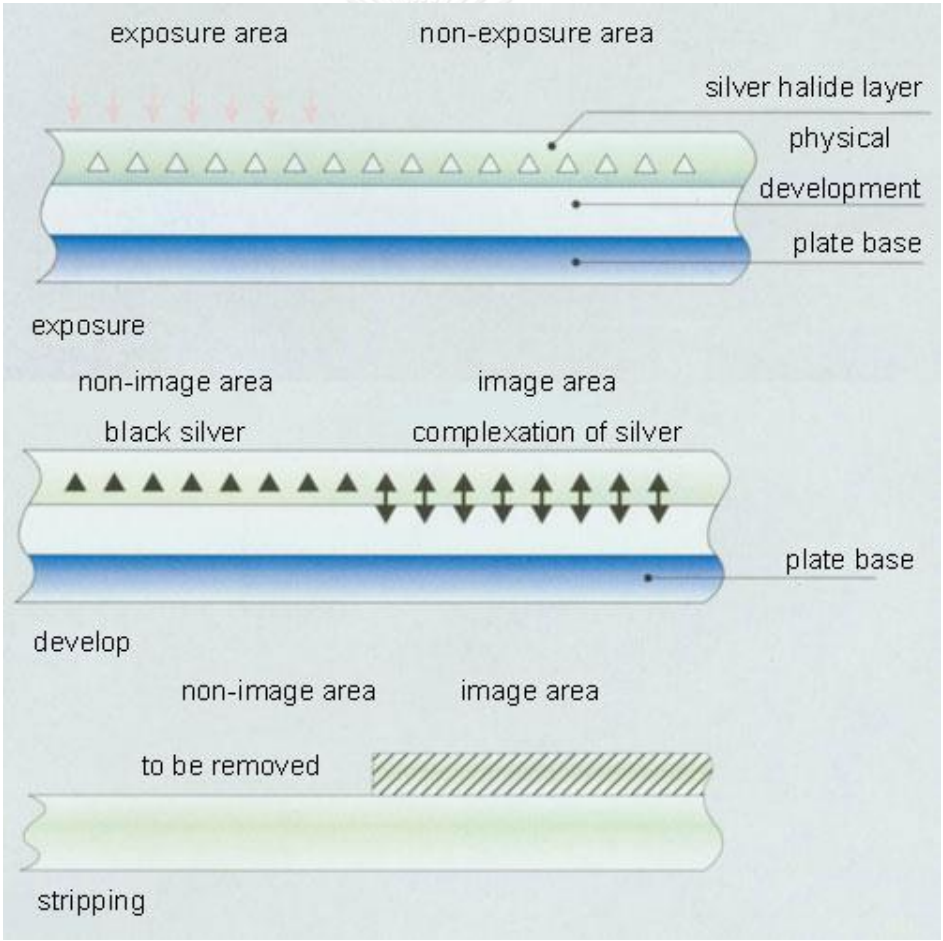
แม่พิมพ์คอมพิวเตอร์-ทู-เพลต (CTP-Plate)

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์-ทู-เพลต หรือ CTP ต้องการแม่พิมพ์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของเลเซอร์ที่ใช้ในเครื่องสร้างภาพนั้นๆ และมีความไวแสงสูงขึ้นกว่าแม่พิมพ์สำเร็จรูปที่ใช้กันทั่วไป ปัจจุบันเลเซอร์ที่ใช้ในเครื่องสร้างภาพหรือเพลตเซ็ตเตอร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

1. เลเซอร์ช่วงความยางคลื่นที่มองเห็นได้ (Visible Lasers)

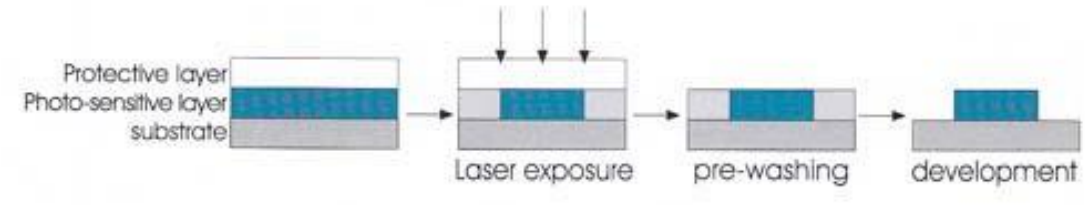
เช่น เลเซอร์อาร์กอนสีเขียว (490 nm) เลเซอร์ไดโอดสีแดง (625 nm) เลเซอร์ FD-YAG สีเหลือง (540 nm) และเลเซอร์ไดโอด UV (410 nm) สีน้ำเงิน เป็นต้น แม่พิมพ์ที่ออกแบบมาใช้มี 3 ประเภท ได้แก่ แม่พิมพ์ซิลเวอร์-แฮไลด์ โพโตพอลิเมอร์ และยูวี (UV) ตามลำดับ

แม่พิมพ์ซิลเวอร์แฮไลด์ (Agx) เป็นแม่พิมพ์ความไวสูง ใช้พลังงานในการทำปฏิกิริยาไม่มากเท่าใดนักจึงสามารถใช้เลเซอร์กำลังต่ำๆได้ แต่มีข้อจำกัดตรงที่แม่พิมพ์ชนิดนี้ถูกแสงสว่างไม่ได้ ถ้าจะใช้ไฟนิรภัยต้องกำหนดเป็นสีแดงเข้มที่มีความยาวคลื่นแสงประมาณ 700 นาโนเมตร และระบบน้ำยาสร้างภาพจะทำให้สูญเสียปริมาณของธาตุเงินได้



ภาพที่ 2.13 กลไกการสร้างภาพบนแม่พิมพ์ CTP ซิลเวอร์แฮไลด์[13]

แม่พิมพ์โฟโตพอลิเมอร์ เป็นแม่พิมพ์ความไวแสงปานกลาง ที่ต้องใช้เลเซอร์กำลังสูงพอสมควร ออกแบบมาสำหรับงานพิมพ์จำนวนมากๆ (Long Run) พบว่าการทำงานของระบบ CTP กับแม่พิมพ์ชนิดนี้จะเร็วและคล่องตัวกว่าใช้แม่พิมพ์ซิลเวอร์แฮไลด์ หลักการสร้างภาพจะตรงข้ามกับแบบซิลเวอร์แฮไลด์ตรงที่บริเวณภาพจะถูกทำการฉายแสงลงบนแม่พิมพ์

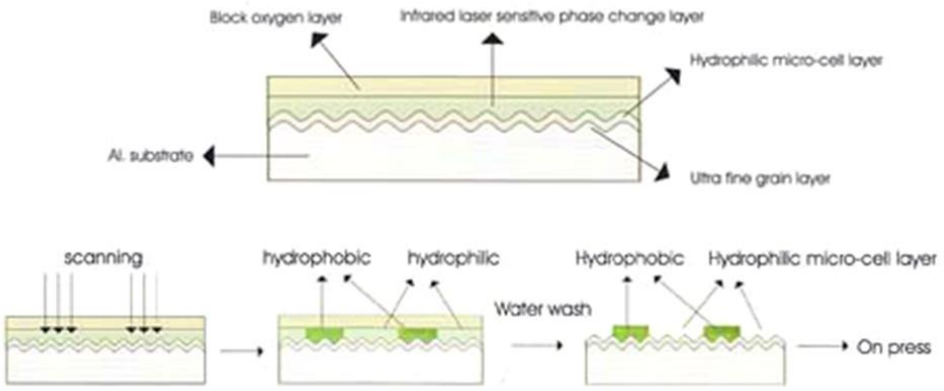


ภาพที่ 2.14 กลไกการสร้างภาพบนแม่พิมพ์ CTP โฟโตพอลิเมอร์[14]

แม่พิมพ์ UV มีหลักการเหมือนแม่พิมพ์โฟโตพอลิเมอร์ แต่จะต่างกันตรงที่แม่พิมพ์ UV นี้ออกแบบมาให้ไวแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 400-410 นาโนเมตร

2. เลเซอร์ช่วงคลื่นความร้อน (Thermal Lasers)

ได้แก่ เลเซอร์ไดโอด IR (830 nm) และเลเซอร์ YAG (1050 nm) แม่พิมพ์จะออกแบบมาให้สารเคลือบมีสมบัติความไวต่อช่วงคลื่นดังกล่าวเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาได้ เรียกแม่พิมพ์ประเภทนี้ว่า แม่พิมพ์เทอร์มัลหรือแม่พิมพ์ความร้อน มีทั้งแบบเนกาทีฟและพอสิทีฟตามลำดับ การใช้แม่พิมพ์ประเภทนี้สามารถทำได้ในห้องสว่าง เนื่องจากสารเคลือบมีความไวคลื่นความร้อนต่ำจึงต้องการเลเซอร์ที่มีกำลังสูงๆ ในขณะที่คุณภาพงานพิมพ์ที่ได้อยู่ในเกณฑ์เดียวกับแม่พิมพ์โพโตพอลิเมอร์



ภาพที่ 2.15 กลไกการสร้างภาพบนแม่พิมพ์ CTP ระบบเทอร์มัล[15]

2.1.3 น้ำยาแฟาว์เทน

น้ำยาแฟาว์เทน ทำหน้าที่แยกส่วนบริเวณภาพกับส่วนบริเวณไม่ใช่ภาพบนแม่พิมพ์ออฟเซต ออกจากกันโดยให้ส่วนบริเวณภาพรับหมึกพิมพ์และบริเวณไม่ใช่ภาพรับน้ำยาแฟาว์เทนเท่านั้น เพื่อไม่ให้เกิดสกัม (Scumming) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่รวมตัวกับหมึกพิมพ์ (Emulsification) ในระบบเพื่อช่วยลดความเหนียว (Track) ของหมึกพิมพ์ให้ง่ายต่อการแยกชั้นในการถ่ายโอนระหว่างลูกกลิ้งด้วยปริมาณที่ถูกต้อง ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการทำงานของเครื่องพิมพ์ให้ต่อเนื่องและคุณภาพงานพิมพ์ที่ได้ เช่น ความใสและความเข้มของสี ความคงที่ในการจ่ายหมึกพิมพ์ น้ำยาแฟาว์เทนนอกจากจะช่วยปรับสภาพผิวของแม่พิมพ์ให้รับน้ำได้ดีสม่ำเสมอตลอดงานพิมพ์แล้ว ยังทำหน้าที่อีกหลานประการ เช่น เป็นสารหล่อลื่นระหว่างเพลตกับผ้ายาง ไม่ทำให้ส่วนที่เป็นภาพเสียหายได้ ยืดอายุการใช้งานช่วยให้ความเย็นแก่เครื่องพิมพ์ และหมึกพิมพ์ ให้มีสมบัติคงที่ ช่วยแก้ปัญหาการกอง (Piling) ของขุยกระดาษที่โมผ้ายางและป้องกันการเกิดสกัมบนแม่พิมพ์[7]

<u>ชนิดของน้ำยาแฟาว์เทน[16]</u>

– ชนิดที่เป็นกรด (Acidic Fountain Solution) เป็นชนิดที่นิยมใช้มากที่สุด โดยมีค่า pH ต่ำกว่า 7 ประกอบด้วยสารตัวถูกละลายที่เมื่อละลายน้ำแล้วจะให้ความเป็นกรด

– ชนิดที่เป็นกลาง (Neutral Fountain Solution) เป็นชนิดที่มีค่า pH เท่ากับ 7 หรืออาจสูงหรือต่ำกว่าเล็กน้อยประกอบด้วยสารตัวถูกละลายที่เมื่อละลายน้ำแล้วไม่ก่อให้เกิดความเป็นกรด-ด่าง

– ชนิดที่เป็นด่าง (Alkaline Fountain Solution) เป็นชนิดที่มีค่า pH มากกว่า 7 ประกอบด้วยสารตัวถูกละลายที่เมื่อละลายน้ำแล้วจะให้ความเป็น ด่าง มักใช้กัมสังเคราะห์ (Synthetic Gum) ซึ่งไม่นิยมใช้สำหรับการพิมพ์ สีหลายสี เพราะสภาพเป็นด่าง จะทำให้หมึกแตกตัวและเกิดฟองสบู่ทำให้เกิดการรวมตัวกันของน้ำยาฟาวน์เท่นกับหมึกได้ง่าย

<u>องค์ประกอบของน้ำยาแฟาว์เทน[16]</u>

– กรด (Acids) ทำหน้าที่ให้น้ำยามีคุณสมบัติเป็นกรด ช่วยทำให้แม่พิมพ์สะอาดด้วยการเกาะของสารจำพวกไข น้ำมัน สี ซึ่งนิยมใช้กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) กรด แลกติก (Lactic acid) และกรดซิตริก (Citric acid) เป็นส่วนผสม

– กัมอาระบิก (Gum Arabic) เป็นสารที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดีทำให้เกิดชั้นฟิล์มบางๆ เชื่อมผิวน้ำ และผิวน้ำมันเข้าด้วยกัน ชนิดของกัมที่นิยมใช้มากมักสกัดได้มาจากต้นอะคาเซีย (Acacia Senegal) มีฤทธิ์เป็นกรด เมื่อละลายน้ำจะมีลักษณะหนืดข้น

– บัฟเฟอร์ (Buffer) เป็นสารประกอบของเกลือ สำหรับทำหน้าที่รักษาระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำยาแฟาว์เทน ไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลง สารที่ที่ใช้ ได้แก่ สารประกอบฟอสเฟส (Phosphate) และเกลือซิเตรท

– โคบอลต์ไนเตรต (Cobalt Nitrate) เป็นสารที่ทำหน้าเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของหมึก ทำให้หมึกพิมพ์ให้แห้งเร็วขึ้น

– เอทิลีน ไกลคอล (Ethylene Glycol) เป็นสารสำหรับป้องกันไม่ให้กระดาษติดผ้ายาง

– ไกลคอล อีเทอร์ (Glycol Ether) นิยมใช้แทนแอลกอฮอล์ เพื่อช่วยลดปริมาณ IPA

– สารลดแรงตึงผิว (Surfactants) ทำหน้าที่ช่วยลดแรงตึงผิวของน้ำยาฟาวน์เท่น ทำให้น้ำยาเปียก และกระจายตัวบนบริเวณไม่มีภาพได้ดี และช่วยลดแรงตึงผิวระหว่างน้ำกับน้ำยาทำให้ผสมตัวกันได้เร็วขึ้น

– ซิลิโคน (Silicones) ใช้สำหรับป้องกันการเกิดฟองของน้ำยา

– Sequestering Agents ใช้สำหรับป้องกันการตกตะกอนของเกลือแคลเซียม และแมกนีเซียม ที่อาจปนเปื้อนมากับน้ำ และช่วยป้องกันการตกตะกอนของสารประกอบในน้ำยา

– สารป้องกันการสึกกร่อนโลหะ (Anti-Corrosives) ใช้สำหรับป้องกันการสึกกร่อนของโลหะในเครื่องพิมพ์จากภาวะความเป็นกรดของน้ำยาหรือหมึกพิมพ์

– สารกันเน่า ใช้สำหรับป้องกันการเจริญเติบโต และกำจัดจุลินทรีย์ ที่อาจทำให้น้ำยาฟาวน์เท่นเสื่อม- เกลือไนเตรท (Nitrate Salts) ใช้สำหรับป้องกันการเกิดรอยขีดข่วนทำให้เกิดรอยบนแม่พิมพ์

– Miscellaneous Other Salts ใช้สำหรับป้องกันคราบหมึก และทำให้หมึกกับน้ำรวมตัวกันได้ดี

2.1.4 การวัดความดำและสีบนสิ่งพิมพ์[7]

การผลิตงานพิมพ์ให้ได้มาตรฐาน ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีการควบคุมการจ่ายหมึกพิมพ์ให้ถูกต้องเป็นไปตามข้อกำหนดและสม่ำเสมอทุกแผ่นพิมพ์ เพราะถ้าจ่ายหมึกน้อยเกินไป งานพิมพ์จะซีดจาง ไม่สดใส แต่ถ้าจ่ายหมึกมากเกินไปจะทำให้งานพิมพ์คล้ำขึ้นและรายละเอียดบริเวณเงาของภาพอาจกลายเป็นพื้นที่ทึบได้ ดังนั้นช่างพิมพ์จะต้องใช้ความชำนาญในการปรับหน่วยจ่ายหมึกของแท่นพิมพ์ให้เข้าสู่การจ่ายปริมาณหมึกพิมพ์ที่เหมาะสมให้ได้เร็วที่สุด และควบคุมสภาวะการจ่ายหมึก

นี้ให้คงที่ไปจนกระทั่งจบงาน แต่เนื่องจากในการพิมพ์แต่ละครั้งจะต้องพิมพ์งานจำนวนมากและต้องพิมพ์ต่อเนื่องกันเป็นเวลานานรวมทั้งมีตัวแปรต่างๆ มากมาย (เช่น อุณหภูมิ ความเร็ว และปริมาณน้ำยาแฟาว์เทน ฯลฯ) ดังนั้นในระหว่างที่ทำการเดินเครื่องจะต้องทำการตรวจวัดปัจจัยทางการพิมพ์เป็นระยะๆ เพื่อตรวจสอบสภาพการพิมพ์ว่ายังปรกติอยู่หรือไม่ เนื่องจากระหว่างที่ช่างพิมพ์ทำการตรวจสอบนั้น แท่นพิมพ์ยังคงทำงานอยู่ ทำให้ในการตรวจสอบแต่ละครั้งจะต้องทำอย่างรวดเร็ช และสามารถแก้ไขได้ทันทีในกรณีที่สภาพการพิมพ์ผิดปรกติ ซึ่งจะช่วยลดความสูญเสียให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด การอาศัยเพียงแค่ความชำนาญของช่างพิมพ์อาจไม่เพียงพอ ควรมีอุปกรณ์ตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพสูงเข้ามาช่วย เช่น เครื่องวัดสี และเครื่องวัดความดำแบบสะท้อนแสง (Reflection Denstiometer) สำหรับวัดค่าความดำ ค่าเม็ดสกรีนบวม และค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) เป็นต้น โดยใช้ร่วมกับแถบควบคุมคุณภาพทางการพิมพ์ เพื่อช่วยทำให้ช่างพิมพ์สามารถวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์งานพิมพ์เหล่านี้ได้สะดวกขึ้น

<u>เครื่องวัดความดำแบบสะท้อนแสง</u>

เครื่องวัดความดำใช้หลักการวัดปริมาณแสงที่สะท้อนจากสิ่งพิมพ์ แล้วเปลี่ยนเป็นค่าความดำ (Density) ซึ่งปริมาณแสงที่สะท้อนดังกล่าวจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแสงที่ถูกชั้นหมึกพิมพ์ดูดกลืนเอาไว้ ถ้าปริมาณแสงสะท้อนน้อยเครื่องวัดจะแสดงค่าความดำมาก ซึ่งการวัดค่าความดำของชั้นหมึกพิมพ์แม่สีทางการพิมพ์ (CMY) ทำได้โดยวัดปริมาณของแสงที่สะท้อนออกจากหมึกพิมพ์ทั้งสาม ผ่านฟิลเตอร์สีตรงข้ามกับแม่สีนั้น (ทำให้มองผ่านฟิลเตอร์กลายเป็นสีดำ) ดังนี้

- ฟิลเตอร์แดงวัดปริมาณแสง R ที่สะท้อนจากไซแอน ได้ค่าความดำของชั้นหมึกพิมพ์ไซแอน
- ฟิลเตอร์เขียววัดปริมาณแสง G ที่สะท้อนจากมาเจนต้า ได้ค่าความดำของชั้นหมึกพิมพ์มาเจนต้า
- ฟิลเตอร์น้ำเงินวัดปริมาณแสง B จากสีเหลือง ได้ค่าความดำของชั้นหมึกพิมพ์เหลือง

กาที่เห็นฟิลเตอร์กลายเป็นสีดำได้ เพราะมีการตัดแสงคู่สีตรงข้ามออก ถ้าต้องการวัดค่าความดำเพื่อควบคุมการผลิตงานพิมพ์ให้ได้ผล จะต้องมีแถบสีพื้นทึบ (Solid Colors) และแถบพื้นที่เม็ดสกรีน (Dot Area) ของแม่สีทางการพิมพ์ทุกสีติดอยู่ตามขอบของงานพิมพ์ ซึ่งค่าความดำที่เหมาะสมจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานกำหนด

วัตถุประสงค์ของการวัดค่าความดำเพื่อให้ช่างพิมพ์ตัดสินใจว่าควรจะเพิ่มหรือลดปริมาณการจ่ายหมึกพิมพ์ โดยวัดค่าความดำจากแถบสีพื้นทึบแต่ละสี ถ้าค่าความดำสูงกว่าค่ามาตรฐานกำหนดหมายความว่า มีการปล่อยหมึกพิมพ์นั้นมากเกินไป ค่าความดำ มีหลักการคำนวณดังนี้

$$Density = \log_{10}(1/R) \qquad \text{สมการที่ 2.1}$$

R = ค่าการสะท้อนแสง (Reflectance) ของภาพพิมพ์ผ่านฟิลเตอร์

ค่าพื้นที่สกรีนและค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Area / Dot Gain)

ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain) เป็นผลต่างระหว่างพื้นที่เม็ดสกรีน (Dot Area) บนฟิล์มหรือแม่พิมพ์กับพื้นที่เม็ดสกรีนของงานพิมพ์ที่ได้ โดยทั่วไปมักจะวัดกันที่ตำแหน่งพื้นที่สกรีน 40% 50% และ 80% การเกิดเม็ดสกรีนบวมเป็นปรากฏการปรกติของการพิมพ์ เนื่องจากความพรุนของกระดาษจะทำให้หมึกที่พิมพ์ลงบนกระดาษนั้นถูกดูดซึมลงไปในรูพรุนและทำให้รูปร่างเม็ดสกรีนขยายขึ้น ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความพรุน และความหยาบของผิวกระดาษ ความหนืดของหมึกพิมพ์ รวมทั้งแรงกดพิมพ์ การพิมพ์ที่ดีจะต้องควบคุมให้เกิดเม็ดสกรีนบวมน้อยและคงที่อยู่เสมอตามมาตรฐานกำหนดจากสมการคำนวณหาพื้นที่สกรีนของ Murey & Davies มีตัวแปรสำคัญคือ ค่าความดำบริเวณสกรีนกับบริเวณพื้นทึบ ซึ่งสมการนี้ถือว่าได้รับความนิยมใช้กันทั่วไปในการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ ใช้หลักการผลรวมของการบวมของเม็ดสกรีนทางกายภาพ (Mechanical Dot Gain) กับทางออปติก (Optical Dot Gain) อันเนื่องมากจากผลของแรงกดพิมพ์ และการแทรกสอดของแสงในผิวกระดาษ ตามลำดับ แต่ถ้าต้องการค่าเม็ดสกรีนบวมทางกายภาพเพียงอย่างเดียว สามารถทำได้ผ่านเทคนิคประมวลผลทางภาพ (Image Analysis) ทำให้ขั้นตอนการวัดยุ่งยากจึงไม่นิยมใช้กันในการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์บนกระดาษทั่วๆ ไป

$$Dot\ Area = \frac{1-10^{-(Dt)}}{1-10^{-(Ds)}} x100 \qquad \text{สมการที่ 2.2}$$

Dt = ค่าความดำของบริเวณสกรีนที่ต้องการวัดพื้นที่

Ds = ค่าความดำของบริเวณพื้นทึบ

ปัจจุบันคณะกรรมการเทคนิคขอ ISO/TC130 สาขาเทคโนโลยีการพิมพ์ ได้ตกลงให้เปลี่ยนคำเรียกเม็ดสกรีนบวม ไปเป็นคำว่า การเพิ่มน้ำหนักสี (Tone Value Increase / TVI) แทน ด้วยเหตุผลจากความไม่แน่นอนของค่าเม็ดสกรีนบวมที่วัดได้จากเครื่องวัดความดำ ส่วนคำว่า พื้นที่สกรีนจะเรียกเป็น น้ำหนักสี (Tone) แทน

ค่า TVI (Tone Value Increase)

การวัดค่า TVI หรือเม็ดสกรีนบวม จะช่วยให้ช่างพิมพ์สามารถประเมินการผลิตน้ำหนักสีของภาพที่ได้ ไม่ว่าจะเป็นส่วนไหนของภาพก็ตาม เช่น ที่ 25% (ส่วนสว่าง), 50% (มิดโทน), 75% (ส่วนเงา) พบว่าวิธีนี้จะทำให้ตรวจสอบได้เร็วที่สุด ในการพิมพ์ 4 สี การควบคุมค่า TVI ของสีไซแอน มาเจนต้า และเหลือง มีผลอย่างมากต่อการเกิดสมดุลสีเทาและการปรากฏของสีที่เกิดจากการพิมพ์ซ้อนทับกัน เช่น สีผิว ทุ่งหญ้า และท้องฟ้า เป็นต้น

ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast)

ความเปรียบต่างภาพพิมพ์ เป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่แสดงถึงระดับการผลิตน้ำหนักสีของภาพในช่วงบริเวณเงา (Shadow) ของภาพนั้น (70%-100%) เนื่องจากการสำรวจพฤติกรรมความสนใจและการมองภาพมนุษย์ ส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญไปที่ตำแหน่งบริเวณเงาของภาพเป็นลำดับแรก ก่อนที่มนุษย์จะหันไปมองในบริเวณส่วนอื่นๆ เพื่อที่จะมองรายละเอียดและความเข้มสีของภาพในบริเวณดังกล่าว ดังนั้นการพิมพ์ที่ดีจะต้องเก็บรักษารายละเอียดของภาพและความเข้มสีบริเวณเงา ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญ การวิเคราะห์ค่าความเปรียบต่างของภาพจะต้องทำการวัดค่าความดำ ณ ตำแหน่งเริ่มต้นของบริเวณเงา เช่น ตำแหน่งพื้นที่สกรีนที่ 70% กับตำแหน่งพื้นทึบ แล้วนำไปคำนวณดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Print Contrast} = \frac{Ds - Dt}{Ds} x100 \qquad \text{สมการที่ 2.3}$$

Ds = ค่าความดำตำแหน่งพื้นทึบ

Dt = ค่าความดำที่ตำแหน่งเริ่มต้นบริเวณเงา

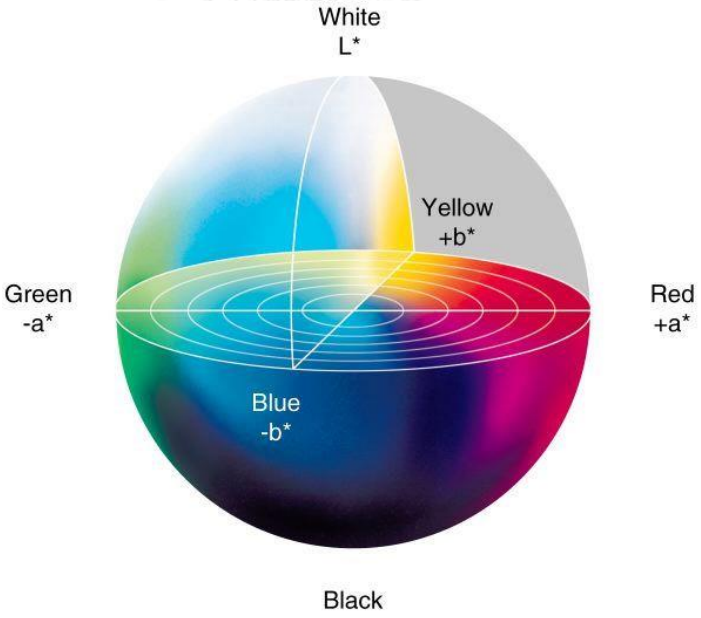
การวัดสี

การวัดสี เป็นอีกวิธีหนึ่งในการควบคุมคุณภาพงานพิมพ์ ใช้หลักการแปลงค่าแสงสะท้อนจากวัตถุในช่วงความยาวคลื่นที่ตามนุษย์มองเห็นระหว่าง 380 – 760 นาโนเมตร ไปเป็นค่าไตรสติมูลัส XYZ (Tri-Stimulus) ผ่านฟังก์ชั่นความไวแสงของตามนุษย์ (Color-Matching Functions Standard Observer) และค่าสเปกตรัมของแหล่งแสง (Light Source Spectrum) จากนั้นนำค่าไตรสติมูลัส XYZ ดังกล่าวไปแปลเป็นค่าสีระบบต่างๆ ให้สอดคล้องกับการับรู้ของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น L*a*b*, xyY และ L*C*h เป็นต้น มาตรฐานสำหรับควบคุมงานพิมพ์ ISO 13636 (Appliction of Reflection Densitometry and Colorimetry to Process Control or Evaluation of Prints and Proofs)

ได้กำหนดค่าสีในระบบ CIELAB (L*a*b*) เป็นระบบเดียวที่ใช้ในการสื่อสาร ซึ่งทำให้ง่ายในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เครื่องวัดสีทั่วไปก็สามารถแสดงค่าสีนี้ได้

ระบบสี CIELAB เป็นปริภูมิสีประเภทสเกลสม่ำเสมอ (Uniform Scale Color Space) กำหนดโดยองค์กร CIE (Commission International Del'Eclairage) ในปี ค.ศ.1976 เพื่อแก้ปัญหาการแปลค่าสีในระบบ xyY ที่ปริภูมิสีมีสเกลที่ไม่สม่ำเสมอ ไม่สอดคล้องกับความแตกต่างสีที่เกิดจากการมองเห็นจริง ระบบ CIELAB จะแสดงค่าสีด้วยค่า L*a*b* โดย L* หมายถึง ความสว่างของสี a* และ b* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งบ่งบอกทิศทางของสีดังนี้

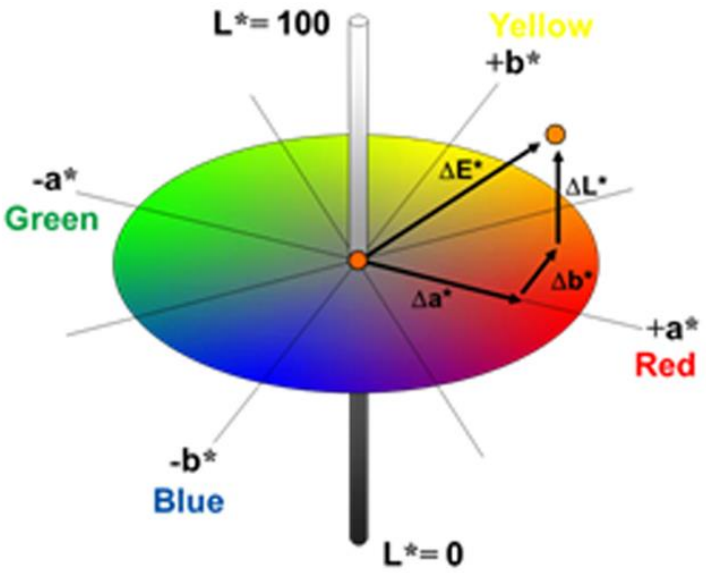
+a	หมายถึง	สีแดง
-a	หมายถึง	สีเขียว
+b	หมายถึง	สีเหลือง
-b	หมายถึง	สีน้ำเงิน



ภาพที่ 2.16 ปริภูมิสี CIELAB[17]

เนื่องจากการวัดค่าความดำมีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ค่าความดำที่ได้ไม่สัมพันธ์กับการมองเห็นของมนุษย์ และสีสันของสีจริงรวมทั้งความหนาของชั้นหมึกพิมพ์ โดยเฉพาะเมื่อวัดผ่านฟิลเตอร์โพลาไรซ์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวการวัดสีจึงเริ่มมีความสำคัญมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากมาตรฐาน ISO-12647 ที่กำหนดปัจจัยการพิมพ์ด้วยค่าสีแทนค่าความดำพื้นทึบ

2.1.5 ค่าความแตกต่างสีในระบบสี CIELAB (CIE76)



ภาพที่ 2.17 การวัดค่าความแตกต่างสี (ΔE*) ในปริภูมิสี CIELAB (CIE76)[18]

ปริภูมิสี CIELAB (CIE76) กำหนดให้ L* มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100

แกน a* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทางสีแดง (ค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง100)

แกน a* ที่เป็น – สีจะเป็นไปในทางสีเขียว (ค่าอยู่ระหว่าง -100 ถึง 0)

แกน b* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทางสีเหลือง (ค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง100)

แกน b* ที่เป็น – สีจะเป็นไปในทางสีน้ำเงิน (ค่าอยู่ระหว่าง -100 ถึง 0)

ในการหาค่าความแตกต่างของสีจะคำนวณค่าที่เปลี่ยนแปลงจากค่าสีจาก $L^*_1a^*_1b^*_1$ ไปยังค่าสีที่ $L^*_2a^*_2b^*_2$ ซึ่งระยะห่างระหว่างค่าสีทั้ง 2 จุดในปริภูมิสี CIELAB หรือค่าความแตกต่างสีสามารถคำนวณได้ตามสมการดังนี้ [19]

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2} \qquad \text{สมการที่ 2.4}$$

ΔE^*_{ab} = ค่าความแตกต่างสี

$L^*_1 - L^*_2$ = ความแตกต่างในแกน L

$a^*_1 - a^*_2$ = ความแตกต่างในแกน a

$b^*_1 - b^*_2$ = ความแตกต่างในแกน b

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

P.R. Story, D.W. Galipeau และ R.D. Mileham[1] ได้ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของหัววัดค่าแบบทั่วไปกับหัววัดค่าที่ผลิตจากแผ่นฟิล์มพลาสติกแบบหนา (Thick Film) และแผ่นฟิล์มพลาสติกแบบบาง (Thin Film) ซึ่งแผ่นฟิล์มจะถูกติดตั้งเข้ากับแผ่นเซรามิก และแผงวงจรไฟฟ้า ผลกาทดลองพบว่าหัววัดค่าแบบทั่วไปสามารถวัดค่าตอบสนองต่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศอยู่ในช่วง 5-95% ส่วนหัววัดค่าที่ผลิตจากแผ่นฟิล์มพลาสติกแบบหนา (Thick Film) ที่เป็นหัววัดต้นแบบ สามารถวัดค่าได้แต่ค่าการตอบสนองต่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเป็นไปแบบ None Linear แตกต่างจากแผ่นฟิล์มพลาสติกแบบบาง (Thin Film) ที่เป็นหัววัดต้นแบบ สามารถวัดค่าตอบสนองต่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับหัววัดค่าแบบทั่วไป ซึ่งหัววัดค่าแบบบาง (Thin Film) จะมีความไวในการวัดค่าสูงกว่าแต่การตอบสนองจะมีความเป็น Linear น้อยกว่าหัววัดค่าแบบทั่วไป

Jelena Kiurski และ Ivana Oros[2] ศึกษากาเปลี่ยนแปลงของค่า pH, ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity), ค่าความเข้มข้นของประจุ Ca2+ ในน้ำยาแฟาว์เทน ที่ส่งผลต่อคุณภาพในการผลิตน้ำหนักสี การพิมพ์ตัวอักษรและเส้นขนาดเล็กบนสิ่งพิมพ์ ซึ่งพิมพ์ทดสอบในระบบพิมพ์ออฟเซตลิโธกราฟี 1 ยูนิต โดยพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์มาเจนต้า ผลการทดลองพบว่าการผลิตน้ำหนักสีและรูปร่างและความคมชัดของเม็ดสกรีน รวมทั้งการพิมพ์ตัวอักษรและเส้นขนาดเล็กบนสิ่งพิมพ์จะมีความสัมพันธ์กับการปรับเปลี่ยนค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) รวมทั้งความเข้มข้นของประจุ Ca2+ ในน้ำยาแฟาว์เทน ถ้าหากค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) รวมทั้งความเข้มข้นของประจุ Ca2+ ในน้ำยาแฟาว์เทนมีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่า TVI ของงานพิมพ์สีมาเจนต้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วยหากพิจารณาจากช่วง Mid Tone จะสามารถเห็นความแตกต่างของการผลิตน้ำหนักสีได้อย่างชัดเจน ในส่วนรูปร่างและความคมชัดของเม็ดสกรีนจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบ None Linear

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา Asus Transformer Book T100

- CPU: Quad-core Intel Atom Z3775 Processor
- RAM: 2 GB
- Storage: MMC 64 GB
- Display: 10.1" LED backlit Full HD (1920 x 1200) IPS Panel
- OS: Windows 8.1 Pro (64 bit)

3.1.2 เครื่องวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ USB Model USB-TH

- ทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MPC82E54AS2 ความถี่ 22.1184 MHz
- หัววัด SHT15 หรือ DS18B20 สามารถต่อได้ไกลถึง 100 เมตร (สายที่มากับหัววัดคือ SHT15 ยาว 5 ฟุต) ความละเอียดที่ทศนิยมตำแหน่งที่ 1 วัดค่าทุกๆ 1 วินาที
- มี LED สีเหลืองแสดงสถานะ CONNECT, LED สีแดงแสดงสถานะ TX และ LED สีเขียวแสดงสถานะ RX
- มีพอร์ทสื่อสารแบบ USB Type A
- ไฟเลี้ยง 5 Volt DC จากพอร์ท USB
- ทำการร่วมกับ Software ที่ติดตั้งลงบนคอมพิวเตอร์แบบพกพา

3.1.3 อุปกรณ์สำหรับยึดหัววัดค่ากับแท่นพิมพ์ Offset

3.1.4 แท่นพิมพ์ Offset 4 ยูนิต ยี่ห้อ Sakurai รุ่น OLIVER - OL475SDP

3.1.5 แผ่นแม่พิมพ์ Test Form เม็ดสกรีนมีความละเอียดที่ 175 LPI

3.1.6 กระดาษอาร์ตมัน 2 ด้าน ยี่ห้อ SCG รุ่น OFFSET PRO NEW
ขนาด 19.5 x 26.5 นิ้ว 130 แกรม

3.1.7 หมึกพิมพ์ Offset ยี่ห้อ MTECH สีดำ (Black)

3.1.8 น้ำยาฟาวน์เท่น ยี่ห้อ Clarity Gold ขนาด 800 มิลลิลิตร

3.1.9 เครื่องสเปกโทรเดนสิโตมิเตอร์ ยี่ห้อ TECHKON รุ่น Basic

3.1.10 CU-Smart Lens (40X) สำหรับถ่ายภาพแบบ Macro ด้วย Smart Phone

3.1.11 โปรแกรม Microsoft Office Excel 2010

3.1.12 โปรแกรม Microsoft Office Word 2010

3.2 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการวัดค่าความชื้นในระบบพิมพ์ออฟเซตค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ และค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสิ่งพิมพ์ ค่าความดำ (Density) ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) วัดค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) บนงานพิมพ์ และวัดค่าความแตกต่างสีโดยวัดค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ของแผ่น OK Sheet เปรียบเทียบกับแผ่น Work Sheet เพื่อสรุปผลและหาความสัมพันธ์ของค่าดังกล่าวที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น วางแผนการวิจัย ติดตั้งหัววัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบนแท่นพิมพ์ ปรับตั้งค่าการจ่ายน้ำในหน่วยทำชื้นของเครื่องพิมพ์ พร้อมทดสอบทำการพิมพ์ ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 วางแผนการวิจัย

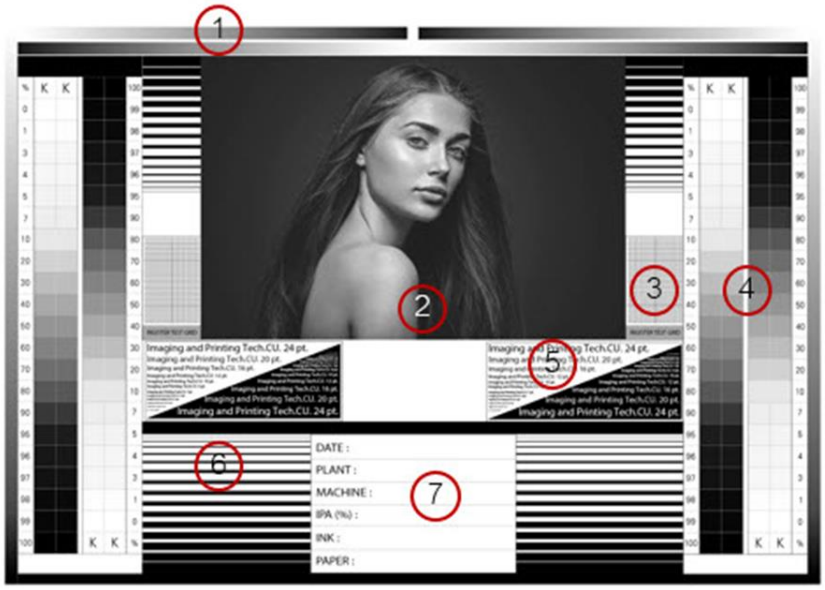
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นสถานที่ทำการวิจัย เมื่อสำรวจแท่นพิมพ์ภายในโรงพิมพ์พร้อมกับปรึกษากับหัวหน้าช่างพิมพ์แล้วพบว่า เครื่องที่สามารถใช้ในการทำวิจัยได้ คือ แท่นพิมพ์ Sakurai รุ่น OL475SDP 4 ยูนิต จึงเลือกแท่นพิมพ์ Sakurai รุ่น OL475SDP 4 ยูนิต ตามภาพที่ 3.1 เพื่อใช้ทำการวิจัย

ภาพที่ 3.1 แท่นพิมพ์ Sakurai รุ่น OL475SDP 4 ยูนิต

ออกแบบ Test Form เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ พารามิเตอร์ต่างๆ ของสิ่งพิมพ์ และนำไปทำแม่พิมพ์ แนวคิดการออกแบบจะอ้างอิงมาจากแผ่น Test Form ของ GATF ขนาด 19x25 นิ้ว แบบ 4 สี ตามภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2 Test Form ของ GATF ขนาด 19x25 นิ้ว แบบ 4 สี [20]

โดย Test Form ที่ออกแบบจะมีขนาด 19x25 นิ้ว แบบ 1 สี ตามภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 Test Form ที่ออกแบบ ซึ่งแบ่งเป็น 7 ส่วน

จากภาพที่ 3.3 Test Form ที่ออกแบบจะแบ่งอธิบายได้เป็น 7 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. Gray Gradient เป็นส่วนตรวจสอบการปล่อยหมึกพิมพ์โดยสังเกตด้วยตาเปล่า

2. Gray Skin Tone Image เป็นภาพตรวจสอบการปล่อยหมึกพิมพ์โดยสังเกตด้วยตาเปล่า

3. Micro Line เป็นเส้นที่มีความหนาต่างกันใช้ตรวจสอบความสามารถในการถ่ายทอดพิมพ์ที่มีความละเอียดสูง โดยสังเกตด้วยตาเปล่า

4. Halftone Control Patch เป็นส่วนที่ใช้วิเคราะห์การผลิตโทนสีที่ได้ด้วยการวัดค่า % Dot area โดยการวัดค่าด้วยเครื่องสเปกโทรเดนสิโทรมิเตอร์

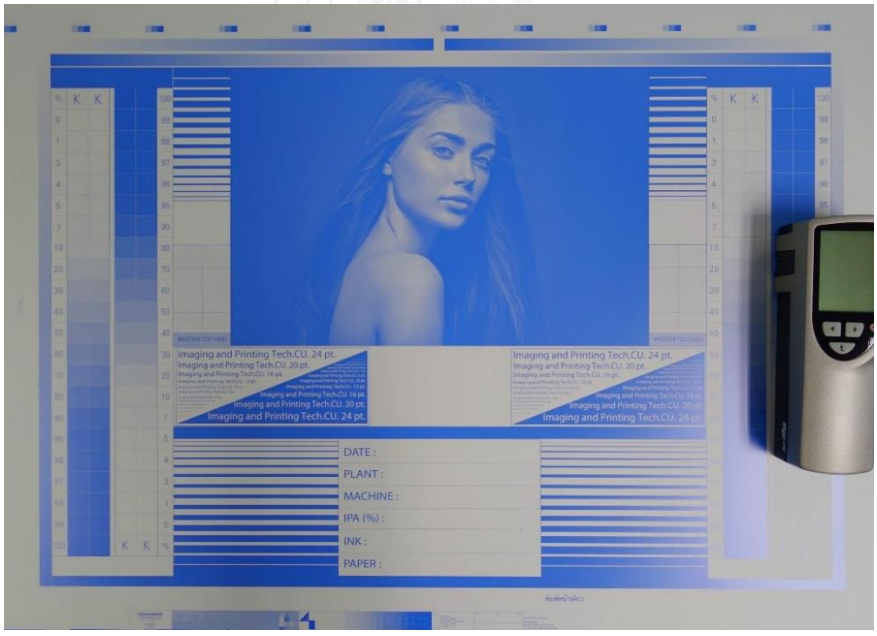
5. Text Patch เป็นแถบที่ใช้ตรวจสอบการสร้างตัวอักษรในขนาดที่ต่างกัน

ทั้งเนกาทีฟและโพสิทีฟ โดยสังเกตด้วยตาเปล่า

6. Geometric Diagnosis Patch เป็นส่วนที่แสดงเส้นที่มีขนาดต่างกันแบบโพสิทีฟใช้วิเคราะห์การพิมพ์เส้น โดยสังเกตด้วยตาเปล่า

7. Information Data เป็นส่วนที่ใช้บันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับงานพิมพ์

หลังจากสร้างไฟล์ Test Form เสร็จแล้ว ขั้นต่อไปคือการสร้างแผ่นแม่พิมพ์ด้วยเครื่อง CTP (Computer to plate) โดยใช้เม็ดสกรีนรูปวงกลม ที่มีความละเอียดเม็ดสกรีน 175 LPI ตามภาพที่ 3.4

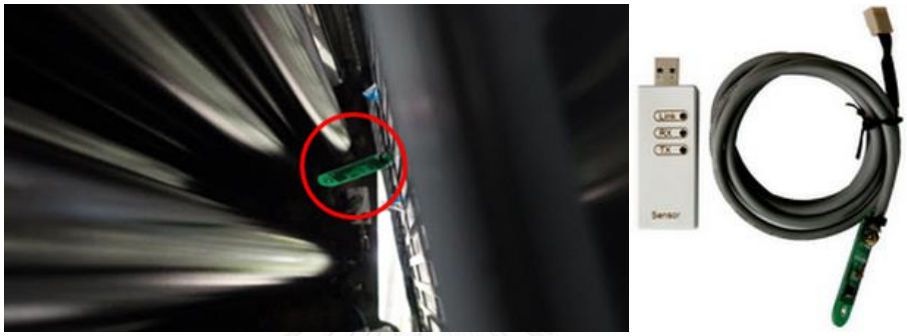


ภาพที่ 3.4 แผ่นแม่พิมพ์ออฟที่ความละเอียดเม็ดสกรีน 175 LPI

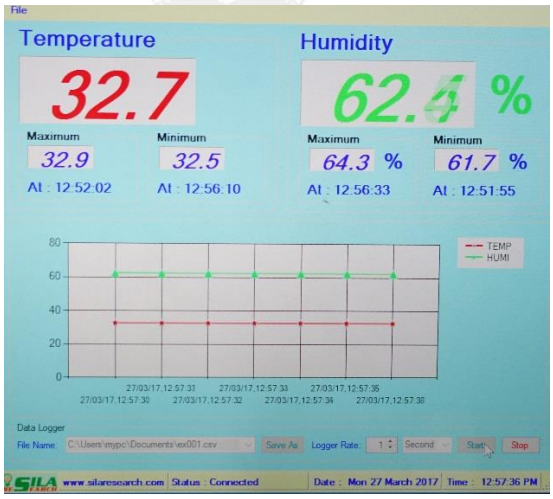
จัดเตรียมกระดาษและหมึกพิมพ์สำหรับพิมพ์งานทดสอบ โดยใช้กระดาษอาร์ตมัน 2 ด้าน 130 แกรม ขนาด 19.5 x 26.5 นิ้ว จำนวน 3000 แผ่น หมึกพิมพ์ ยี่ห้อ MTECH สีดำ (Black) จำนวน 1 กระป๋อง พร้อมทั้งสร้างแบบฟอร์มสำหรับจดบันทึกผลการทดลอง ตามภาคผนวก ก

3.2.2 ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบนแท่นพิมพ์

จากการสำรวจแท่นพิมพ์ Sakurai รุ่น OL475SDP พบว่ายูนิตที่ 1 เป็นยูนิตที่ใช้ทำการพิมพ์หมึกพิมพ์สีดำ จึงติดตังเครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศไว้ที่ยูนิตที่ 1 ในตำแหน่งที่ระหว่างโมแม่พิมพ์กับระบบทำชื้น (Dampening System) โดยใช้อุปกรณ์สำหรับยึดหัววัดค่ากับยูนิตบนแท่นพิมพ์ ตามภาพที่ 3.5 และเดินสาย USB เพื่อนำมาต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา เพื่อทดสอบการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ตามภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.5 จุดติดตั้งหัววัดค่าความอุณหภูมิและความค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบนแท่นพิมพ์ พร้อมกับสายเชื่อมต่อชนิด USB Type A

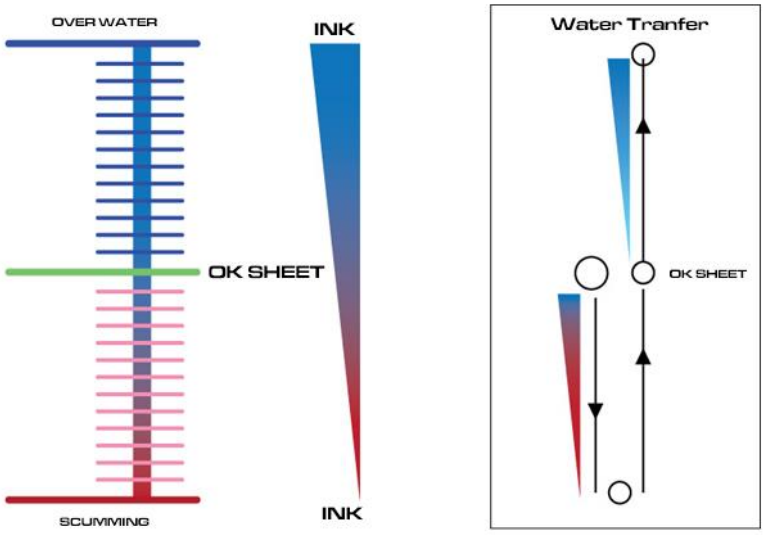


ภาพที่ 3.6 ผลการทดสอบการวัดค่าด้วยหัววัดค่าความอุณหภูมิและความค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ติดตั้งบนแท่นพิมพ์

3.2.3 ปรับตั้งค่าการจ่ายน้ำในหน่วยทำชื้นของเครื่องพิมพ์พร้อมทดสอบทำการพิมพ์

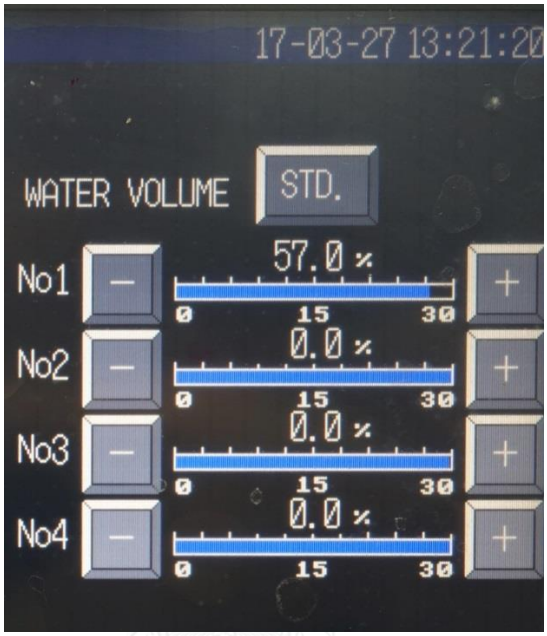
แท่นพิมพ์ Sakurai รุ่น OL475SDP มีช่วงการปรับการจ่ายน้ำอยู่ที่สเกลระหว่าง 52 – 60 % (งานวิจัยนี้จะปรับเพิ่มหรือลดทีละ 1 %) ปรับตั้งความเร็วในการพิมพ์ของแท่นพิมพ์ให้ช้าที่สุด (4000 แผ่นต่อชั่วโมง) ป้อนกระดาษจำนวน 300 แผ่น เข้าส่วนรอรับกระดาษของแท่นพิมพ์

ใส่หมึกสีดำ (Black) ลงในรางหมึก กดปุ่มกวนหมึกให้มีความเหลวที่เหมาะสมเพื่อทำการพิมพ์ทดสอบ เมื่อแท่นพิมพ์พร้อมจึงเริ่มพิมพ์เพื่อหาแผ่นงานพิมพ์ที่เป็น OK Sheet โดยช่างพิมพ์เป็นผู้ที่จะยืนยันว่ายอมรับหรือปฏิเสธงานพิมพ์ให้เป็นแผ่น OK Sheet ด้วยการสังเกตด้วยตา ระหว่างทำการพิมพ์งานพิมพ์จะมีการวัดค่าความอุณหภูมิและความค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศใกล้เคียงกับระบบทำชื้นบนแท่นพิมพ์แบบอัตโนมัติทุก 1 วินาที ด้วยหัววัดค่าที่ติดตั้งอยู่บนยูนิตพิมพ์ เพื่อทดสอบการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบอัตโนมัติของหัววัด โดยเริ่มวัดค่าพร้อมกับการเริ่มทำการพิมพ์งานพิมพ์ เมื่อทดสอบทำการพิมพ์แล้วช่างพิมพ์มีการยืนยันและยอมรับแผ่นงานพิมพ์ให้เป็นแผ่น OK Sheet จดบันทึกเปอร์เซ็นต์ในการปรับการจ่ายน้ำของเครื่องพิมพ์ เวลาขณะทำการพิมพ์ แล้วจึงปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นลดลงทีละ 1% ปรับค่าทุกๆ 30 วินาที จนสังเกตพบว่าเกิดปัญหาสกัม (Scumming) งานพิมพ์ จดบันทึกเปอร์เซ็นต์ในการปรับการจ่ายน้ำของเครื่องพิมพ์ เวลาขณะทำการพิมพ์ จากนั้นปรับเพิ่มค่าการจ่ายน้ำจนน้ำในระบบทำชื้นเพิ่มขึ้นทีละ 1% ปรับค่าทุกๆ 30 วินาที จนได้งานแผ่นพิมพ์ OK Sheet จากนั้นปรับเพิ่มค่าการจ่ายน้ำจนน้ำในระบบทำชื้นเพิ่มขึ้นทีละ 1% ปรับค่าทุกๆ 30 วินาที จนสังเกตพบว่าน้ำในระบบทำชื้นมากเกินความต้องการและเกิดปัญหาทางการพิมพ์ที่เรียกว่าอิงค์เฟรค (Ink flake) จดบันทึกเปอร์เซ็นต์ในการปรับการจ่ายน้ำของเครื่องพิมพ์ เวลาขณะทำการพิมพ์ การทดลองหาช่วงปรับค่าการจ่ายน้ำที่สัมพันธ์กับการเกิดปัญหาทางการพิมพ์ ตามภาพที่ 3.7 จะใช้กำหนดเป็นช่วงปรับค่าการจ่ายน้ำสำหรับการทดลองดังที่กล่าวมาอีกครั้ง แต่จะปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นทุกๆ 2 นาที 30 วินาที



ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการทดลองหาช่วงการเพิ่มและลดอัตราการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นจนได้แผ่นพิมพ์ OK Sheet และช่วงที่แผ่นงานพิมพ์เกิดปัญหาทางการพิมพ์

โดยขณะทำการพิมพ์จะหยิบแผ่นงานพิมพ์มาตรวจสอบ จะจดบันทึกค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น พร้อมกับบันทึกเวลาขณะทำการพิมพ์ที่แสดงบนหน้าจอควบคุมของแท่นพิมพ์ ตามภาพที่ 3.8 รวมทั้งระบุลำดับแผ่นงานพิมพ์ โดยงานวิจัยนี้จะสุ่มแผ่นงานพิมพ์จำนวน 2 แผ่นต่อการปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 1 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 3.8 ค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ในยูนิตที่ 1 (ยูนิตที่ใช้ทำการพิมพ์สีดำ)

การสังเกตปัญหาทางการพิมพ์ที่เกิดขึ้นขณะทดลองทำการพิมพ์ในแต่ละช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น จะสังเกตปัญหาเบื้องต้นด้วยตาเปล่าเพื่อระบุว่าช่วงใดเกิดสกัม (Scumming) หรือช่วงใดน้ำในระบบทำชื้นมากเกินความต้องการของระบบพิมพ์ ซึ่งการสังเกตปัญหาของงานพิมพ์ด้วยตาเปล่านั้นจะตรวจสอบจากแผ่นงานพิมพ์ Test Form ที่ออกแบบขึ้นตามภาพที่ 3.3 ดังนี้

จะสังเกตปัญหางานพิมพ์ด้วยตาโดยใช้ส่วนที่ 2, 3 และ 6 เป็นจุดตรวจสอบ

ส่วนที่ 2 Gray Skin Tone Image ถ้าการปล่อยหมึกพิมพ์หรือสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์มีปัญหา ภาพบุคคลบริเวณส่วนที่เป็นผิวของมนุษย์จะมีจุดดำเข้ามาปะปนทำให้บริเวณงานพิมพ์ดังกล่าวจะไล่ระดับได้ไม่ดี

ส่วนที่ 3 Micro Line ถ้าการปล่อยหมึกพิมพ์หรือสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์มีปัญหา เส้น Micro Line บนงานพิมพ์จะมองเห็นเป็นพื้นสีเทา ไม่สามารถแยกแยะเส้นที่มีระยะห่างเท่าๆกันได้

ส่วนที่ 6 Geometric Diagnosis Patch ถ้าการปล่อยหมึกพิมพ์หรือสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์มีปัญหา เส้นที่มีขนาดใหญ่ที่เรียงตัวติดกันในแนวนอน ซึ่งมีระยะห่างระหว่างเส้นระหว่างกันน้อยจะมองเห็นเป็นเส้นเดียวกันเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า

พร้อมทั้งใช้ CU-Smart Lens กำลังขยาย 40 เท่า สำหรับถ่ายภาพแบบ Macro ด้วย Smart Phone ตามภาพที่ 3.9 เพื่อบันทึกภาพปัญหาบนงานพิมพ์ในบริเวณที่ต้องการและใช้ภาพดังกล่าวในการวิเคราะห์ปัญหาทางการพิมพ์ร่วมกับการสังเกตด้วยตาเปล่าอีกครั้งหนึ่ง

ภาพที่ 3.9 CU-Smart Lens กำลังขยาย 40X สำหรับถ่ายภาพแบบ Macro ด้วย Smart Phone [21]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากที่ทดลองการพิมพ์ในแต่ละช่วงการปรับน้ำในระบบทำชื้น สังเกตปัญหาของงานพิมพ์ที่เกิดขึ้นแล้ว จะบันทึกข้อมูลและนำผลการทดลองไปพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำขึ้นกับค่าอุณหภูมิ และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำขึ้นกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อใช้วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง รอการแห้งตัวของแผ่นพิมพ์ 1 วัน จึงนำแผ่นพิมพ์มาทำการวัดค่าทางการพิมพ์ต่อไป

3.2.4 วัดค่าความดำ (Density) บนงานพิมพ์

ใช้เครื่องสเปกโทรเดนสิโตมิเตอร์ตามภาพที่ 3.10 ในการวัดค่าความดำ (Density) บนงานพิมพ์ โดยจะวัดที่บริเวณพื้นเม็ดสกรีนที่ 100 เปอร์เซนต์หรือพื้นตาย (Solid Density) ของแผ่นพิมพ์ที่มีการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นทุกๆ 30 วินาที และทุกๆ 2 นาที 30 วินาที ตามลำดับ ซึ่งถูกคัดเลือกพร้อมกับบันทึกเปอร์เซนต์การจ่ายน้ำในระบบทำชื้นและเวลาขณะทำการพิมพ์ลงบนแผ่นงาน

พิมพ์เรียบร้อยแล้ว จะบันทึกผลในแผ่นจดบันทึกที่ออกแบบขึ้น ตามภาคผนวก ก อีกครั้งเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ย นำผลและข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลโดยการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์กับค่าความดำ (Density) บนงานพิมพ์ เพื่อใช้วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

ภาพที่ 3.10 สเปกโทรเดนสิโทรมิเตอร์ ยี่ห้อ TECHKON รุ่น Basic [22]

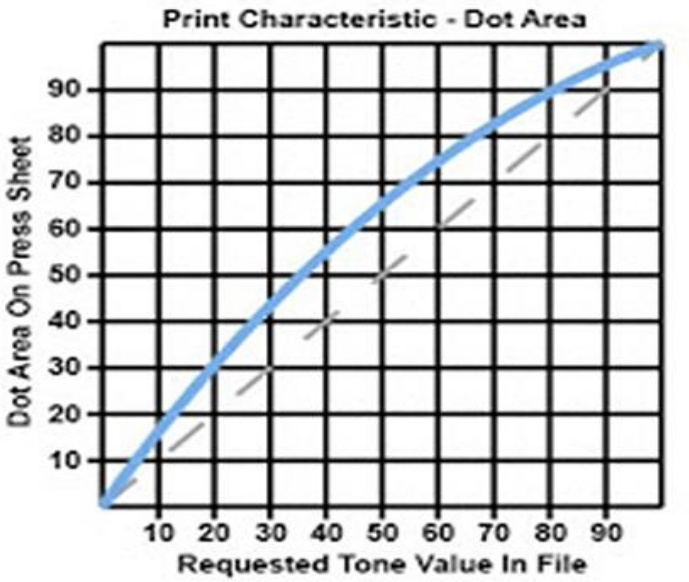
3.2.5 วัดค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast)

ใช้เครื่องสเปกโทรเดนสิโตมิเตอร์ตามภาพที่ 3.10 วัดค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) บนงานพิมพ์ โดยเริ่มวัดค่าความดำบนพื้นทึบ (Solid Density) ต่อด้วยค่าความดำที่ตำแหน่งเริ่มต้นบริเวณเงา (Tint Density) ซึ่งงานวิจัยนี้จะวัดค่าที่ 50 % Dot Area เครื่องวัดค่าจะแสดงผล Print Contrast บันทึกผลในแผ่นจดบันทึกที่ออกแบบขึ้น ตามภาคผนวก ก นำผลและข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์กับค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) เพื่อใช้วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

3.2.6 วัดค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) บนงานพิมพ์

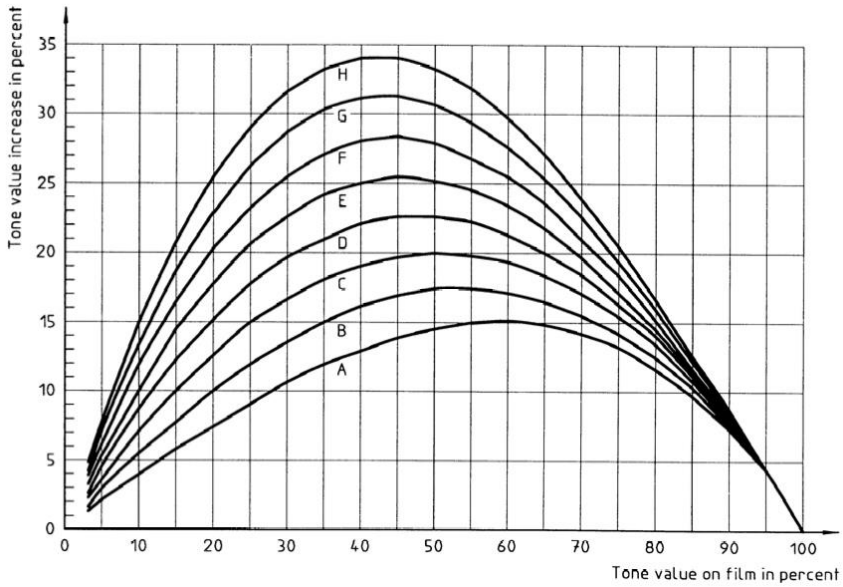
ใช้เครื่องสเปกโทรเดนสิโตมิเตอร์ตามภาพที่ 3.10 ในการวัดค่าพื้นที่เม็ดสกรีน หรือค่า % Dot Area โดยทำการวัดเม็ดสกรีนตั้งแต่ 0 – 100 % ของงานพิมพ์ที่มีการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นทุกๆ 30 วินาที และทุกๆ 2 นาที 30 วินาที ซึ่งถูกคัดเลือกพร้อมกับบันทึกเปอร์เซนต์การจ่ายน้ำใน

ระบบทำชื้นและเวลาขณะทำการพิมพ์เรียบร้อยแล้ว บันทึกผลในแผ่นจดบันทึกที่ออกแบบขึ้น ตามภาคผนวก ก วัดค่าจำนวน 2 จุดในบริเวณงานพิมพ์ที่แตกต่างกันพร้อมกับคำนวณหาค่าเฉลี่ย นำผลและข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ของค่า % Dot Area ในอุดมคติกับค่า % Dot Area ที่วัดค่าได้หรือ Print Characteristic Curve ตามกราฟตัวอย่างในภาพที่ 3.11 และ Tone Value Increase ตามกราฟตัวอย่างในภาพที่ 3.12 เพื่อใช้วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 3.11 ตัวอย่าง Print Characteristic Curve – Dot Area [23]

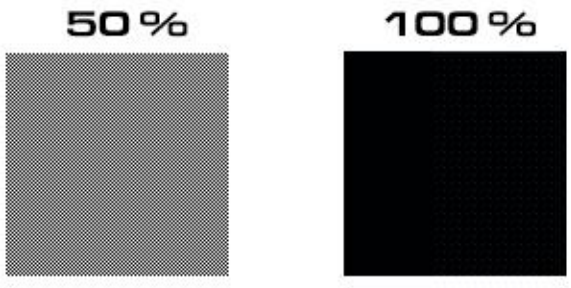
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.12 ตัวอย่าง Tone Value Increase Curve [24]

3.2.7 วัดค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ของแผ่น OK Sheet เปรียบเทียบกับแผ่น Work Sheet

ใช้เครื่องสเปกโทรเดนสิโตมิเตอร์ตามภาพที่ 3.10 ในการวัดค่าความแตกสีโดยวัดเพียงค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ของแผ่น OK Sheet เปรียบเทียบกับแผ่น Work Sheet หรือค่า ΔL_{ab} โดยจะว่าค่าที่พื้นที่เม็ดสกรีน 50% Dot Area และพื้นที่เม็ดสกรีน 100% Dot Area ตามภาพที่ 3.13 ของงานพิมพ์ที่มีการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นทุกๆ 30 วินาที และทุกๆ 2 นาที 30 วินาที ซึ่งถูกคัดเลือกพร้อมกับบันทึกเปอร์เซนต์การจ่ายน้ำในระบบทำชื้นและเวลาขณะทำการพิมพ์เรียบร้อยแล้ว บันทึกผลลงในแผ่นจดบันทึกที่ออกแบบขึ้น ตามภาคผนวก ก แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลโดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์กับค่า ΔL_{ab} บนงานพิมพ์ เพื่อใช้วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างพื้นที่เม็ดสกรีน 50% Dot Area และพื้นที่เม็ดสกรีน 100% Dot Area

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการทดลองและการอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นในระบบพิมพ์ออฟเซตและค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ โดยติดตั้งหัววัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์กับยูนิตพิมพ์ของแท่นพิมพ์ออฟเซตในบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่วัดค่าแบบอัตโนมัติทุกๆ 1 วินาที พิมพ์แผ่นงานพิมพ์จนช่างพิมพ์ยอมรับเป็นแผ่นพิมพ์ OK Sheet จากนั้นทดลองหาช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตซึ่งมีการกำหนดเวลาในการปรับค่าความชื้นในระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที และ 2 นาที 30 วินาที ตามลำดับ จะสังเกตแผ่นพิมพ์ที่เกิดปัญหาสกรัมบนงานพิมพ์ในกรณีปรับลดการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น และแผ่นพิมพ์ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ในกรณีปรับเพิ่มการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น จดบันทึกช่วงปรับการจ่ายน้ำเพื่อนำไประบุช่วงที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์และหาช่วงการปรับน้ำในระบบทำชื้นที่เหมาะสม ขณะปรับค่าความชื้นและพิมพ์งานจะหยิบแผ่นงานพิมพ์ออกมาตรวจสอบพร้อมจดบันทึกการปรับค่าความชื้นในระบบพิมพ์ และเวลาขณะทำการพิมพ์จากจอแสดงผลของแผงคุมแท่นพิมพ์ออฟเซตลงบนแผ่นงานพิมพ์ รอแผ่นพิมพ์แห้งตัว 1 วัน จึงนำมาวัดค่าทางการพิมพ์ด้วยเครื่องสเปกโทรเดนสิโตมิเตอร์ แบ่งการอภิปรายผลดังนี้ 4.1 ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซต 4.2 ค่าความดำ (Density) 4.3 ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) 4.4 ค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) 4.5 ค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ของแผ่น OK Sheet เปรียบเทียบกับแผ่น Work Sheet

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

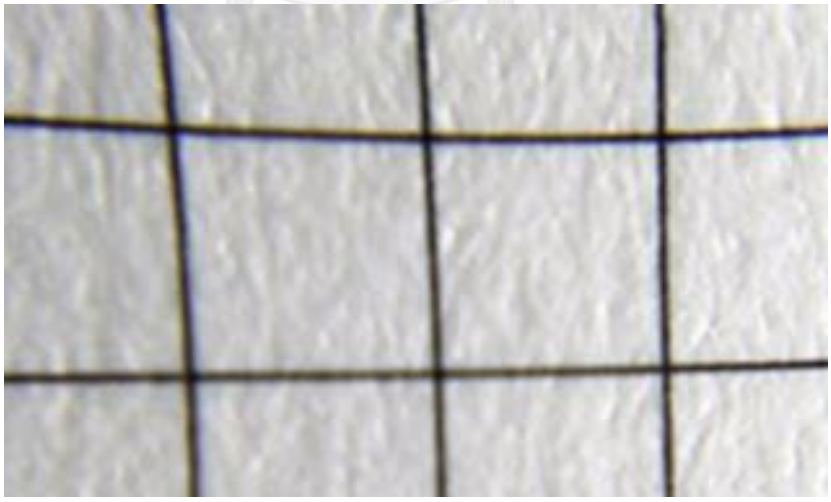
4.1 ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซต

หลังจากทดลองทำการพิมพ์จนช่างพิมพ์สังเกตแผ่นงานพิมพ์ Test Form แล้วยอมรับแผ่นงานพิมพ์ให้เป็นแผ่นพิมพ์ OK Sheet ซึ่งมีการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตที่ 58% จากนั้นทดลองหาช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตซึ่งมีการกำหนดเวลาในการปรับค่าความชื้นในระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที และ 2 นาที 30 วินาที ตามลำดับ ซึ่งการหาช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตที่เหมาะสมจะสังเกตจากปัญหาทางการพิมพ์บนแผ่นงานพิมพ์ Test Form ด้วยสายตาร่วมกับการใช้ CU-Smart Lens กำลังขยาย 40 เท่า ถ่ายภาพแบบ Macro ด้วย Smart Phone ซึ่งแบ่งผลการสังเกตดังนี้

4.1.1 ผลการสังเกตแผ่นงานพิมพ์ Test Form ที่เป็นแผ่น OK Sheet

ภาพที่ 4.1 ส่วน Gray Skin Tone Image บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet

จากภาพที่ 4.1 ส่วน Gray Skin Tone Image บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet จะสังเกตได้ว่าภาพพิมพ์บุคคลในบริเวณสีผิวมีการไล่โทนของสีผิวอย่างเป็นธรรมชาติ



ภาพที่ 4.2 เส้น Micro Line บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet

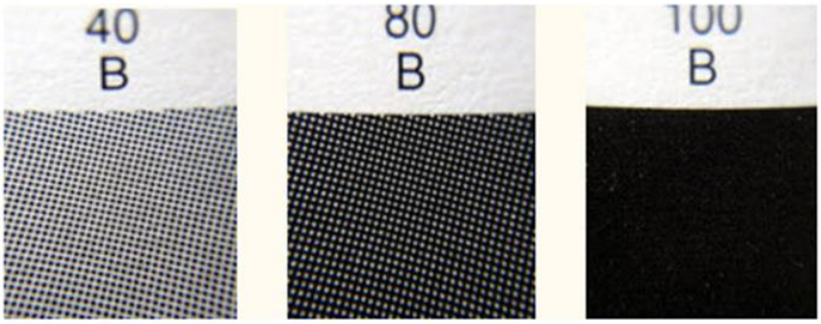
จากภาพที่ 4.2 เส้น Micro Line เป็นเส้นที่มีความหนาต่างกันใช้ตรวจสอบความสามารถในการถ่ายทอดพิมพ์ ที่มีความละเอียดสูง จะสังเกตได้ว่าเส้น Micro Line มีความคมชัด

ภาพที่ 4.3 ส่วน Geometric Diagnosis Patch บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet

จากภาพที่ 4.3 ส่วนพื้นฮาล์ฟโทนใกล้100%(Geometric Diagnosis Patch) เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นจุดสว่างคมชัดและสม่ำเสมอ

ภาพที่ 4.4 ส่วน Text Patch บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet

จากภาพที่ 4.4 ส่วน Text Patch เป็นส่วนที่ใช้ตรวจสอบการพิมพ์ตัวอักษรในขนาดที่ต่างกัน ทั้งโพสิทีฟและเนกาทีฟ จะสังเกตได้ว่าทั้งตัวอักษรขนาดเล็กมากๆ ตัวอักษรแบบโพสิทีฟ และตัวอักษรแบบเนกทีฟบนงานพิมพ์มีความชัดเจน



ภาพที่ 4.5 ส่วน Halftone Control Patch บนงานพิมพ์ที่เป็นแผ่น OK Sheet

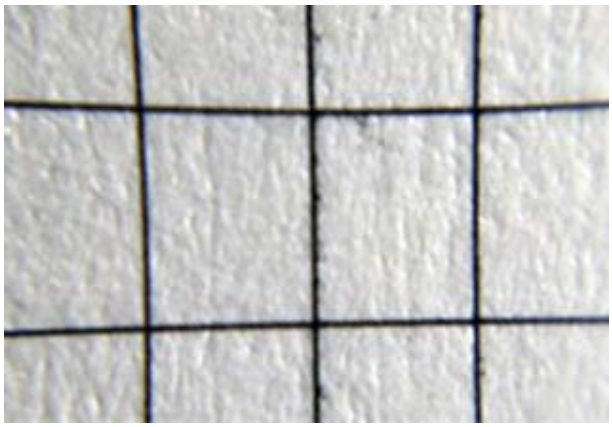
จากภาพที่ 4.5 ส่วน Halftone Control Patch เป็นส่วนที่ใช้วิเคราะห์การผลิตโทนสีที่พื้นที่เม็ดสรกัน (% Dot Area) ต่างๆกัน จะสังเกตได้ว่าเม็ดสกรีนมีความคมชัด

ผลการสังเกตแผ่นงานพิมพ์ Test Form ในหัวข้อ 4.1.1 ซึ่งเป็นแผ่นงานพิมพ์ OK Sheet พบว่าแผ่นพิมพ์ Test Form ที่ใช้สายตาร่วมกับการใช้ CU-Smart Lens กำลังขยาย 40 เท่า ถ่ายภาพแบบ Macro ด้วย Smart Phone ในการสังเกตปัญหาทางการพิมพ์ ในแต่ละส่วนนั้นองค์ประกอบของภาพพิมพ์มีความคมชัดไม่มีปัญหาทางการพิมพ์เกิดขึ้นบนแผ่นงานพิมพ์ เนื่องจากการปรับค่าความชื้นในระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่ 58% อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 35.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 63.50% ตามภาพที่ 4.6 และ 4.7 การปรับค่าความชื้นในระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่ 58% อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 34.60 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 63.75% ตามภาพที่ 4.8 และ 4.9 ซึ่งแป็นสภาวะของระบบพิมพ์ออฟเซตที่เหมาะสมทำให้แผ่นพิมพ์ที่ได้ไม่เกิดปัญหาทางการพิมพ์

4.1.2 ผลการสังเกตแผ่นงานพิมพ์ Test Form ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์

ภาพที่ 4.6 ส่วน Gray Skin Tone Image บนงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาสกัม (Scumming)

จากภาพที่ 4.6 ส่วน Gray Skin Tone Image บนงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาสกัม (Scumming) จะสังเกตได้ว่าภาพพิมพ์บุคคลในบริเวณสีผิวมีการไล่โทนของสีผิวอย่างไม่เป็นธรรมชาติ



ภาพที่ 4.7 เส้น Micro Line บนงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาสกัม (Scumming)

จากภาพที่ 4.7 เส้น Micro Line เป็นเส้นที่มีความหนาต่างกันใช้ตรวจสอบความสามารถในการถ่ายทอดพิมพ์ ที่มีความละเอียดสูง จะสังเกตได้ว่าเส้น Micro Line มีความคมชัดแต่บริเวณขอบของเส้นบางเส้นจะมีริ้วหมึกพิมพ์ส่วนที่เกินออกมาจากเส้นเล็กน้อย

ภาพที่ 4.8 ส่วน Geometric Diagnosis Patch บนงานพิมพ์ที่น้ำในระบบทำชื้น
ไม่เพียงพอต่อความต้องการของระบบพิมพ์

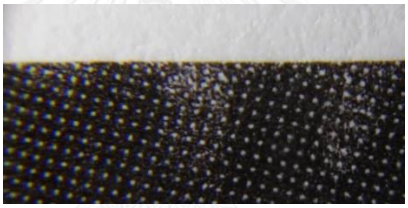
จากภาพที่ 4.8 เส้น Micro Line Geometric Diagnosis Patch ให้เห็นการลื่นไหลของหมึกพิมพ์เป็นริ้วรอยเปื้อนหมึกพิมพ์จากผลของสกัม

ภาพที่ 4.9 ส่วน Text Patch บนงานพิมพ์ที่น้ำในระบบทำชื้น
ไม่เพียงพอต่อความต้องการของระบบพิมพ์

จากภาพที่ 4.9 ส่วน Text Patch เป็นส่วนที่ใช้ตรวจสอบการพิมพ์ตัวอักษรในขนาดที่ต่างกัน ทั้งโพสิทีฟและเนกาทีฟ จะสังเกตได้ว่าทั้งตัวอักษรขนาดเล็กมากๆ ตัวอักษรแบบโพสิทีฟ และตัวอักษรแบบเนกทีฟบนงานพิมพ์ไม่ชัดเจน มีรอยเปื้อนหมึกพิมพ์เล็กน้อยบริเวณขอบของตัวอักษร

ภาพที่ 4.10 ส่วน Halftone Control Patch บนงานพิมพ์ที่น้ำในระบบทำชื้น ไม่เพียงพอต่อความต้องการของระบบพิมพ์

จากภาพที่ 4.10 ส่วน Halftone Control Patch เป็นส่วนที่ใช้วิเคราะห์การผลิตโทนสีที่พื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ต่างๆกัน จะสังเกตได้ว่าเม็ดสกรีนไม่ความคมชัด มีรอยเปื้อนหมึกพิมพ์เล็กน้อย



ภาพที่ 4.11 ส่วนขอบของพื้นที่เม็ดสกรีน 80% ที่เกิด Ink Flake

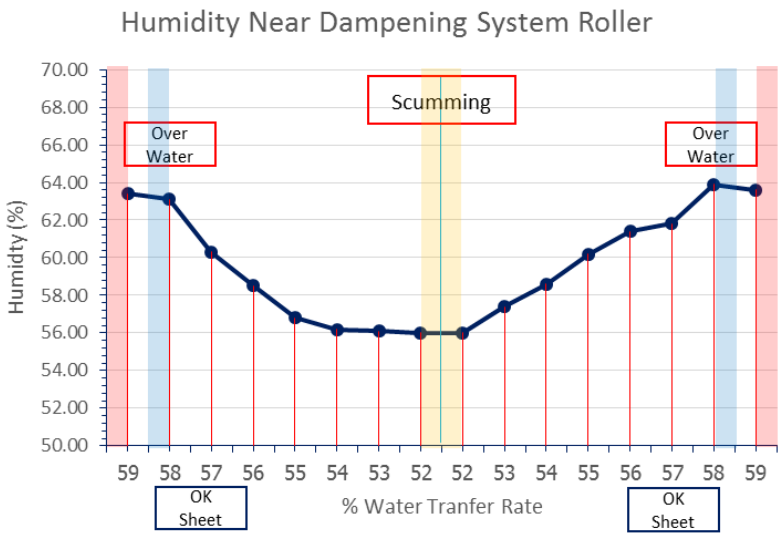
จากภาพที่ 4.11 ส่วนขอบของพื้นที่เม็ดสกรีน 80% จะสังเกตได้ว่ามีปัญหา Ink Flake เกิดขึ้นแต่ไม่ค่อยชัดเจนแม้ว่าจะทำการขยายภาพด้วย CU-Smart Lens กำลังขยาย 40 เท่า

ผลการสังเกตแผ่นงานพิมพ์ Test Form ในหัวข้อ 4.1.2 ซึ่งเป็นแผ่นงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์พบว่าแผ่นพิมพ์ Test Form ที่ใช้สายตาร่วมกับการใช้ CU-Smart Lens กำลังขยาย 40 เท่า ถ่ายภาพแบบ Macro ด้วย Smart Phone ในการสังเกตปัญหาทางการพิมพ์ ในแต่ละส่วนนั้นองค์ประกอบของภาพพิมพ์ไม่คมชัดไม่ มีปัญหาสกัม (Scumming) เกิดขึ้นบนแผ่นงานพิมพ์ เนื่องจากการปรับค่าความชื้นในระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่ 52% อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 35.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 56.00% การปรับค่าความชื้นในระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่ 52% อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 34.90 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์

เฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 55.30% ตามลำดับ มีปัญหาน้ำในระบบทำชื้นเกินความต้องการของระบบทำให้งานพิมพ์เกิดปัญหาอิงค์เฟรค(Ink flake) เนื่องจากการปรับค่าความชื้นในระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่ 59% อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 35.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 63.40% ตามภาพที่ 4.6 และ 4.7 การปรับค่าความชื้นในระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่ 59% อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 34.40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบทำชื้นที่ 63.90% ตามภาพที่ 4.8 และ 4.9 ซึ่งแป็นสภาวะของระบบพิมพ์ออฟเซตที่ทำให้แผ่นพิมพ์ที่ได้เกิดปัญหาทางการพิมพ์

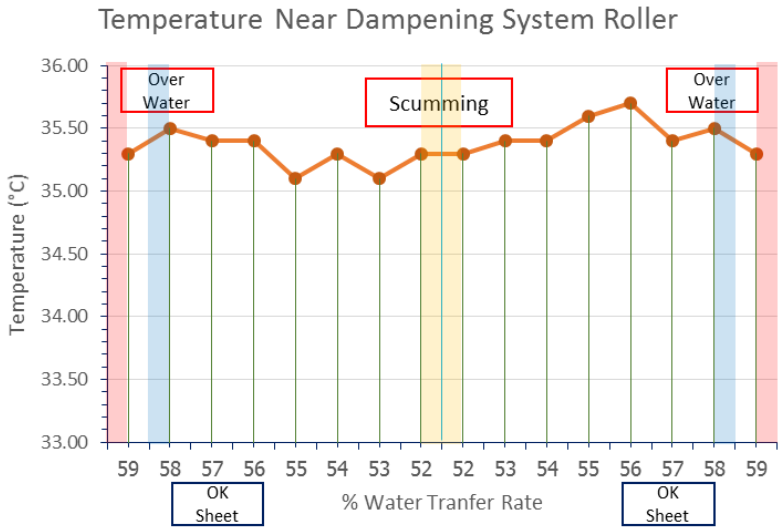
4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำขึ้นกับค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

นำค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้จากหัววัดค่า มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำขึ้นที่แบ่งเป็นการปรับค่าทุกๆ 30 วินาที, ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที ตามลำดับ กับค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ซึ่งผลการทดลองเป็นดังนี้



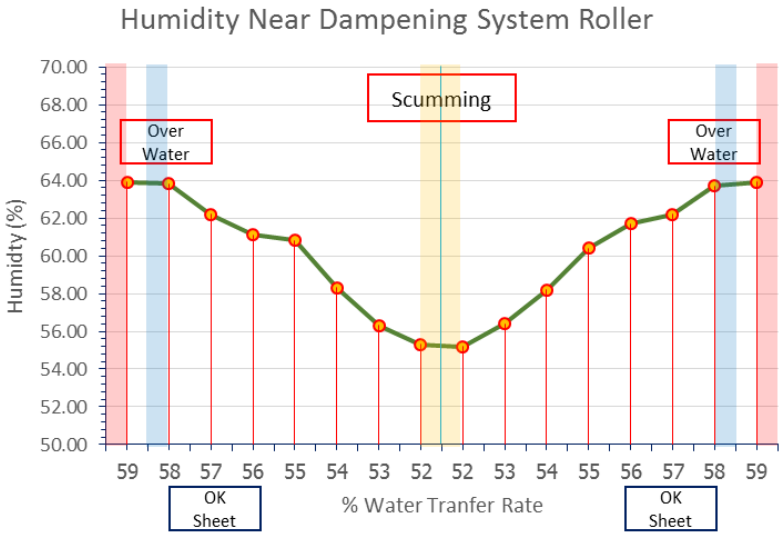
ภาพที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำขึ้นทุกๆ 30 วินาที กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

จากภาพที่ 4.12 พบว่าเมื่อปรับลดหรือเพิ่มการจ่ายน้ำจะส่งผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปรแบบแปรผันตรงกับค่าการจ่ายน้ำ เนื่องจากมีการถ่ายเทระหว่างน้ำในอากาศกับน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ ซึ่งส่งผลต่อปัญหาทางการพิมพ์



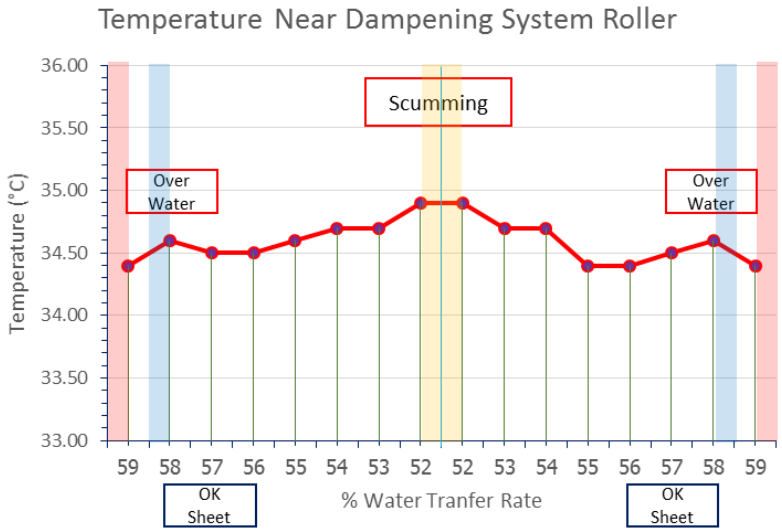
ภาพที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นทุกๆ 30 วินาที กับค่าอุณหภูมิในอากาศ

จากภาพที่ 4.13 พบว่าเมื่อปรับลดหรือเพิ่มการจ่ายน้ำจะส่งผลให้ค่าอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีการถ่ายเทระหว่างน้ำในอากาศกับน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ ทำให้อุณหภูมิมีทั้งขึ้นและลงสลับกันไป ซึ่งส่งผลต่อปัญหาทางการพิมพ์



ภาพที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นทุกๆ 2 นาที 30 วินาที กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

จากภาพที่ 4.14 พบว่าเมื่อปรับลดหรือเพิ่มการจ่ายน้ำจะส่งผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปรแบบแปรผันตรงกับค่าการจ่ายน้ำ เนื่องจากมีการถ่ายเทระหว่างน้ำในอากาศกับน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ ซึ่งส่งผลต่อปัญหาทางการพิมพ์

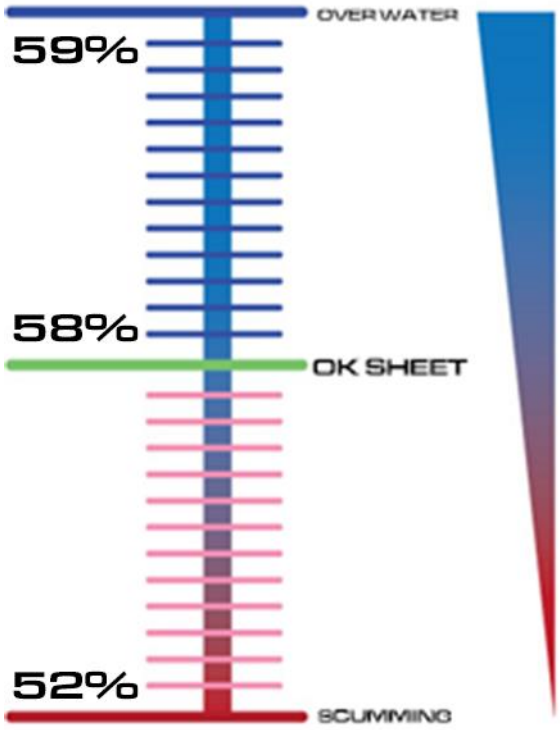


ภาพที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นทุกๆ 2 นาที 30 วินาที กับค่าอุณหภูมิในอากาศ

จากภาพที่ 4.15 พบว่าเมื่อปรับลดหรือเพิ่มการจ่ายน้ำจะส่งผลให้ค่าอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีการถ่ายเทระหว่างน้ำในอากาศกับน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ ทำให้อุณหภูมิมีทั้งขึ้นและลงสลับกันไป ซึ่งส่งผลต่อปัญหาทางการพิมพ์

4.1.4 ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตที่เหมาะสม

หลังจากทำการพิมพ์ทดสอบหาช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตที่เหมาะสม โดยการสังเกตปัญหาทางการพิมพ์ตามหัวข้อ 4.1.1 และ 4.1.2 แล้วบันทึกผลเพื่อกำหนดช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น พบว่าได้ผลเป็นดังนี้

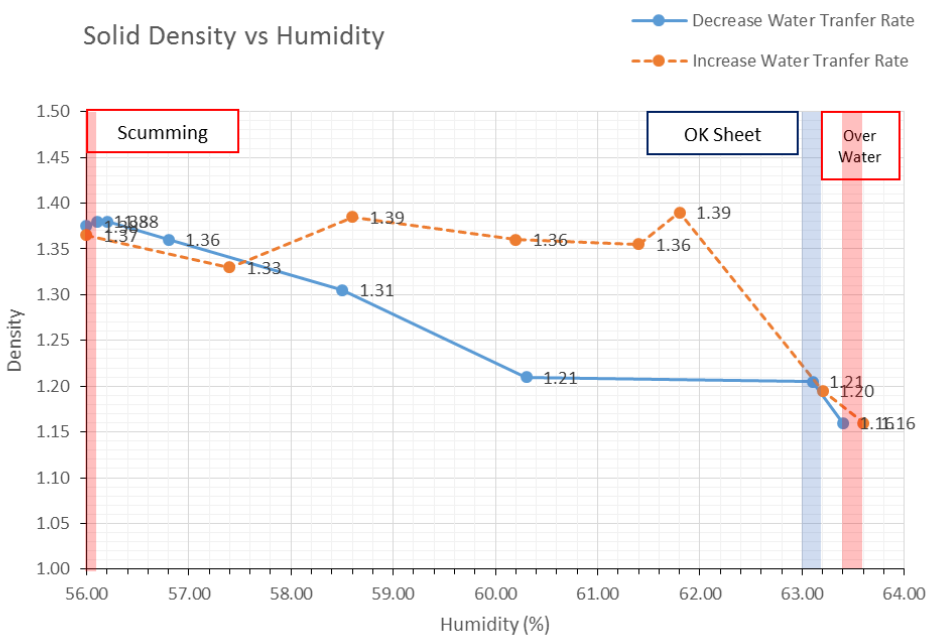


ภาพที่ 4.16 ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตที่เหมาะสม

จากภาพที่ 4.16 แสดงช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตที่เหมาะสม โดยช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่เริ่มทำให้เกิดสกัม (Scumming) อยู่ที่ 52% ส่วนช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่เริ่มทำให้น้ำในระบบทำชื้นเกินความต้องการของระบบพิมพ์อยู่ที่ 59% ทั้งการปรับค่าความชื้นในระบบเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที และทุกๆ 2 นาที 30 วินาที ตามลำดับ เนื่องจากผลของการสังเกตปัญหาทางการพิมพ์ในหัวข้อ 4.1.1 และ 4.1.2 ทำให้ได้ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตดังกล่าว ซึ่งถือเป็นช่วงช่วงที่เหมาะสมสำหรับระบบการพิมพ์ออฟเซต

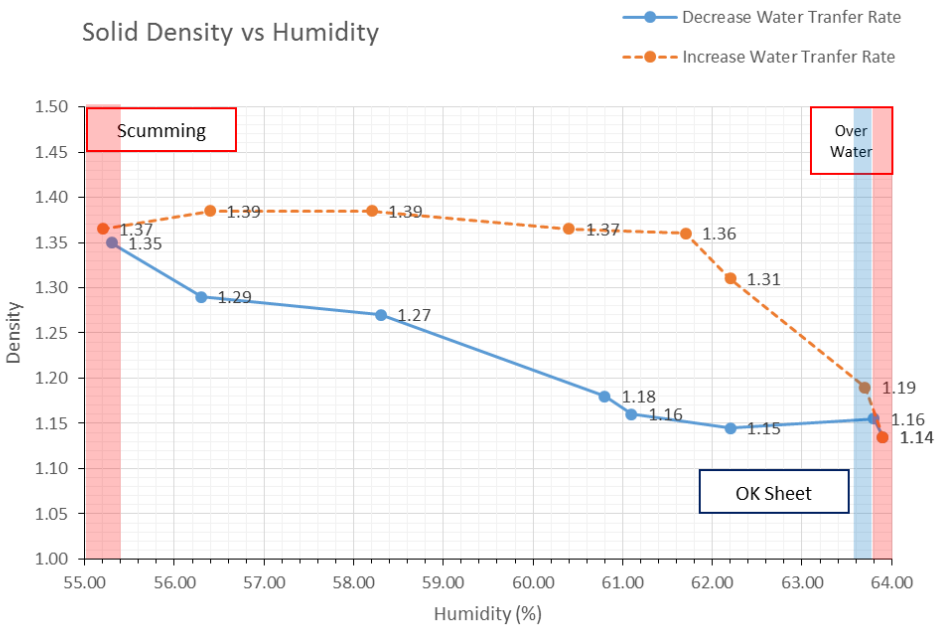
4.2 ค่าความดำ (Density)

การวัดค่าความดำ (Density) บนงานพิมพ์จะใช้เครื่องสเปกโทรเดนสิโตมิเตอร์ในการวัด โดยนำผลและข้อมูลที่ได้ไปพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์กับค่าความดำ (Density) บนงานพิมพ์ ซึ่งมีผลดังนี้



ภาพที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้เมื่อปรับค่าการจ่ายน้ำเพิ่มขึ้นและลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที กับค่าความดำ (Density) บนงานพิมพ์

จากภาพที่ 4.17 พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 63.40% ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์มากเกินความต้องการ มีค่าความดำ (Density) เท่ากับ 1.16 เมื่อทำการลดน้ำในระบบทำชื้นจะทำให้ค่าความดำ (Density) เพิ่มขึ้นจนถึงระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่ 63.10% ซึ่งเป็นระดับที่ได้แผ่นงานพิมพ์ OK Sheet มีค่าความดำ (Density) เท่ากับ 1.20 และลดลงจนถึงระดับที่เกิดปัญหาสกัม (Scumming) มีค่าความดำ (Density) สูงที่สุดคือ 1.37 และย้อนกลับมาเพิ่มน้ำในระบบทำชื้นมาที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 63.10% ซึ่งเป็นระดับที่ได้แผ่นงานพิมพ์ OK Sheet มีค่าความดำ (Density) 1.21 และเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่น้ำในระบบทำชื้นมากเกินความต้องการของระบบพิมพ์ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 63.40% มีค่าความดำ (Density) เท่ากับ 1.16 เนื่องจากการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ลดลงหรือเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อความสมดุลระหว่างน้ำกับหมึกพิมพ์ในระบบพิมพ์ออฟเซตซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางการพิมพ์ขึ้น ค่าความดำ (Density) จึงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทำการลดการจ่ายน้ำและลดลงเมื่อทำการเพิ่มการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ ซึ่งส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์

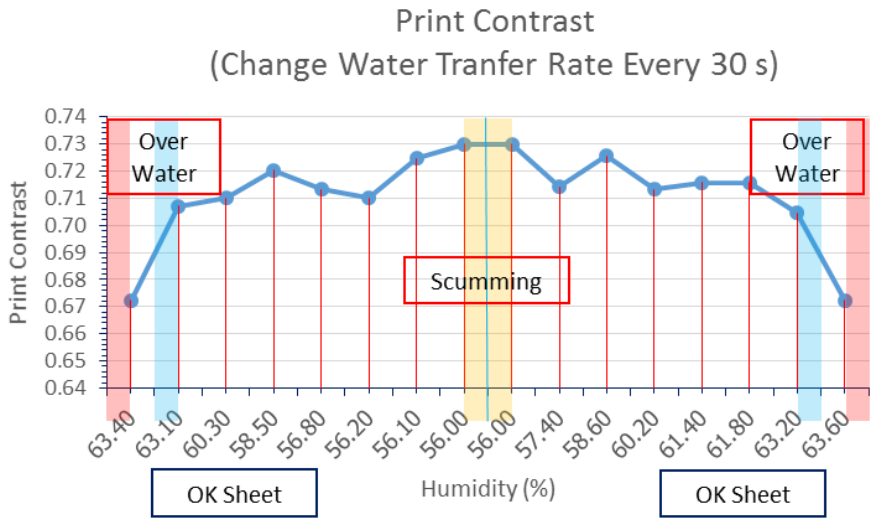


ภาพที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้เมื่อปรับค่าการจ่ายน้ำเพิ่มขึ้นและลดลง 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที กับค่าความดำ (Density) บนงานพิมพ์

จากภาพที่ 4.18 พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 63.90% ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์มากเกินความต้องการ มีค่าความดำ (Density) เท่ากับ 1.14 เมื่อทำการลดน้ำในระบบทำชื้นจะทำให้ค่าความดำ (Density) เพิ่มขึ้นจนถึงระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่ 63.80% ซึ่งเป็นระดับที่ได้แผ่นงานพิมพ์ OK Sheet มีค่าความดำ (Density) เท่ากับ 1.16 และลดลงจนถึงระดับที่เกิดปัญหาสกัม (Scumming) มีค่าความดำ (Density) สูงที่สุดคือ 1.37 และย้อนกลับมาเพิ่มน้ำในระบบทำชื้นมาที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 63.80% ซึ่งเป็นระดับที่ได้แผ่นงานพิมพ์ OK Sheet มีค่าความดำ (Density) 1.19 และเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่น้ำในระบบทำชื้นมากเกินความต้องการของระบบพิมพ์ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่ 63.90% มีค่าความดำ (Density) เท่ากับ 1.14 เนื่องจากการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ลดลงหรือเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อความสมดุลระหว่างน้ำกับหมึกพิมพ์ในระบบพิมพ์ออฟเซตซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางการพิมพ์ขึ้น ค่าความดำ (Density) จึงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทำการลดการจ่ายน้ำและลดลงเมื่อทำการเพิ่มการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์

4.3 ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast)

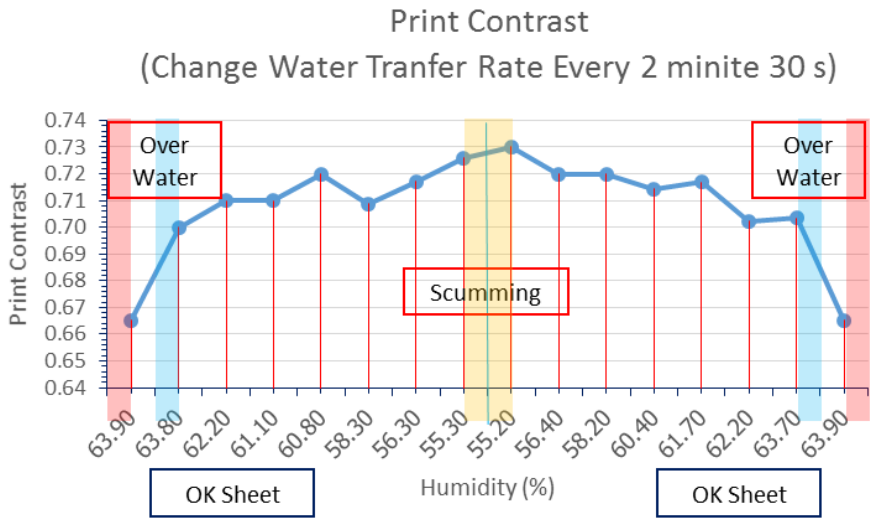
การวัดค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) บนงานพิมพ์จะใช้เครื่องสเปกโทรเดนสิโตมิเตอร์ในการวัด นำผลและข้อมูลที่ได้ไปพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์กับค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) ซึ่งมีผลดังนี้



ภาพที่ 4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้เมื่อปรับค่าการจ่ายน้ำเพิ่มขึ้นและลดลง 1 % 30 วินาที กับค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast)

จากภาพที่ 4.19 พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 63.40% ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์มากเกินความต้องการ มีค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) เท่ากับ 0.67 เมื่อทำการลดน้ำในระบบทำชื้นจะทำให้ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) เพิ่มขึ้นจนถึงระดับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 63.10% ซึ่งเป็นระดับที่ได้แผ่นงานพิมพ์ OK Sheet มีค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) เท่ากับ 0.71 และลดลงจนถึงระดับที่เกิดปัญหาสกัม (Scumming) มีค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) สูงที่สุดคือ 0.73 และย้อนกลับมาเพิ่มน้ำในระบบทำชื้นมาที่ระดับค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.20% ซึ่งเป็นระดับที่ได้แผ่นงานพิมพ์ OK Sheet มีค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) 0.70 และเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่น้ำในระบบทำชื้นมากเกินความต้องการของระบบพิมพ์ที่ระดับค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.60% มีค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) เท่ากับ 0.67 เนื่องจากการปรับค่าการจ่ายน้ำทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้มีค่าลดลงหรือเพิ่มขึ้น

ส่งผลต่อความสมดุลระหว่างน้ำกับหมึกพิมพ์ในระบบพิมพ์ออฟเซตซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางการพิมพ์ขึ้น ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) จึงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทำการลดการจ่ายน้ำและลดลงเมื่อทำการเพิ่มการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์



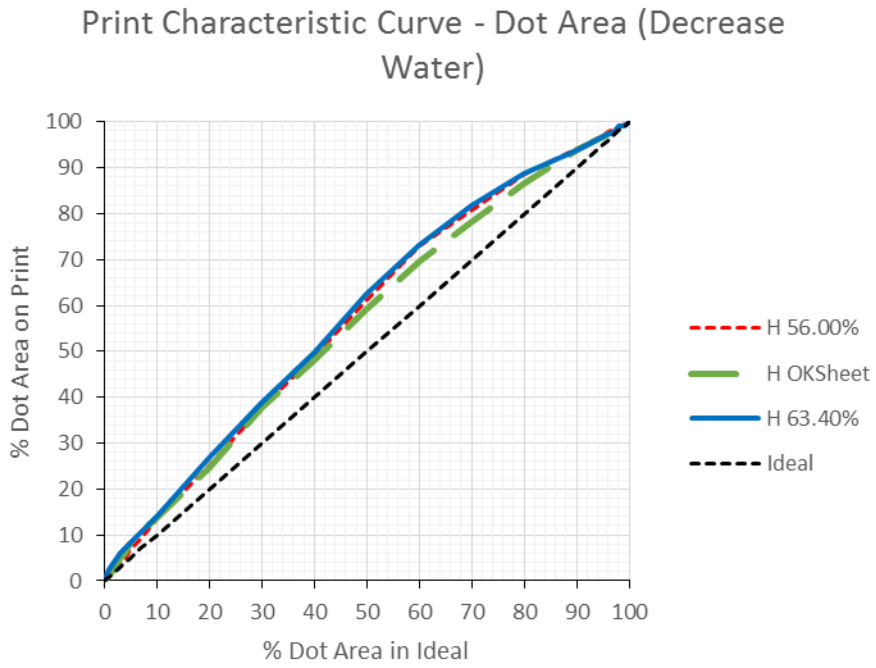
ภาพที่ 4.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้เมื่อปรับค่าการจ่ายน้ำเพิ่มขึ้นและลดลง 1 % 2 นาที 30 วินาที กับค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast)

จากภาพที่ 4.20 พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 63.90% ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์มากเกินความต้องการ มีค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) เท่ากับ 0.67 เมื่อทำการลดน้ำในระบบทำชื้นจะทำให้ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) เพิ่มขึ้นจนถึงระดับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 63.80% ซึ่งเป็นระดับที่ได้แผ่นงานพิมพ์ OK Sheet มีค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) เท่ากับ 0.70 และลดลงจนถึงระดับที่เกิดปัญหาสกัม (Scumming) มีค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) สูงที่สุดคือ 0.73 และย้อนกลับมาเพิ่มน้ำในระบบทำชื้นมาที่ระดับค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.70% ซึ่งเป็นระดับที่ได้แผ่นงานพิมพ์ OK Sheet มีค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) 0.70 และเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่น้ำในระบบทำชื้นมากเกินความต้องการของระบบพิมพ์ที่ระดับค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.90% มีค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) เท่ากับ 0.67 เนื่องจากการปรับค่าการจ่ายน้ำทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้มีค่าลดลงหรือเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อความสมดุลระหว่างน้ำกับหมึกพิมพ์ในระบบพิมพ์ออฟเซตซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางการพิมพ์ขึ้น ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) จึงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทำการลดการจ่ายน้ำและลดลงเมื่อทำการเพิ่มการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ ซึ่งส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์

4.4 ค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area)

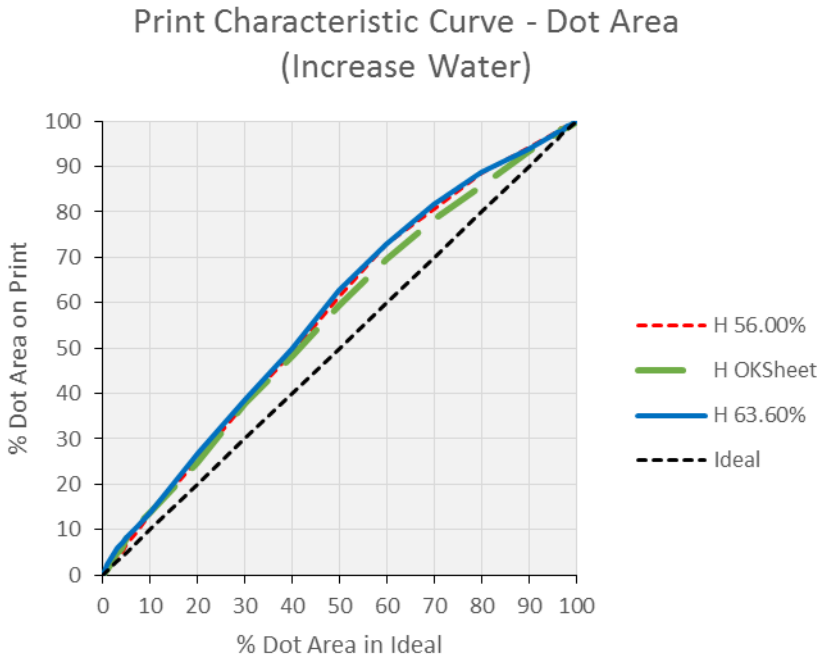
การวัดค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ใช้เครื่องสเปกโทรเดนสิโตมิเตอร์ในการวัดค่า นำผลและข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ของค่า % Dot Area ในอุดมคติกับค่า % Dot Area ที่วัดค่าได้หรือ Print Characteristic Curve และกราฟ Tone Value Increase (TVI) ซึ่งมีผลดังนี้

4.4.1 Print Characteristic Curve



ภาพที่ 4.21 Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที

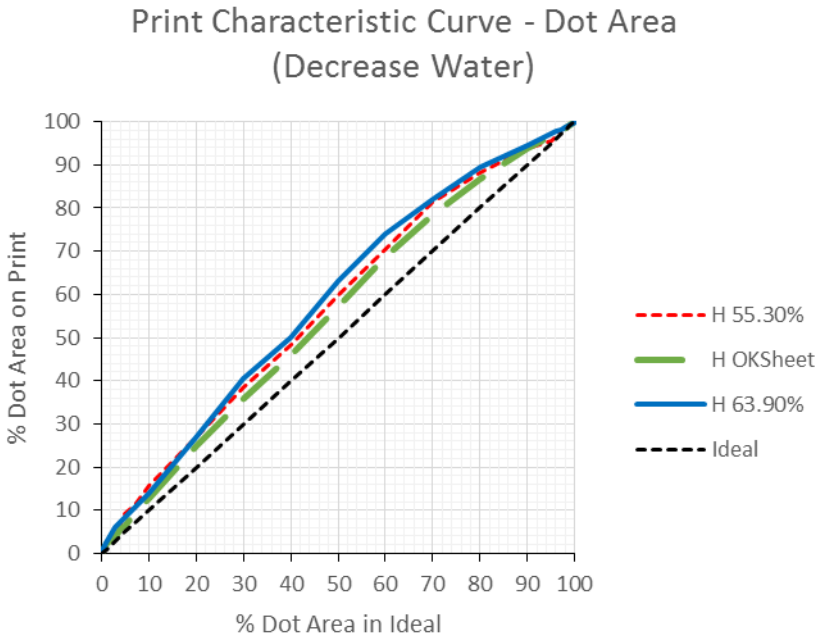
จากภาพที่ 4.21 พบว่าการผลิตโทนของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.10% หรืองานแผ่น OK Sheet มีค่าการผลิตโทนหรือมีค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติมากที่สุด เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่เหมาะสม ส่วนแผ่นงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ซึ่งมีค่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ 56.00% และ 63.40% มีค่าการผลิตโทนหรือค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ต่างจากแผ่นงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.10% และในอุดมคติ เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์



ภาพที่ 4.22 Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์เพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 30 วินาที

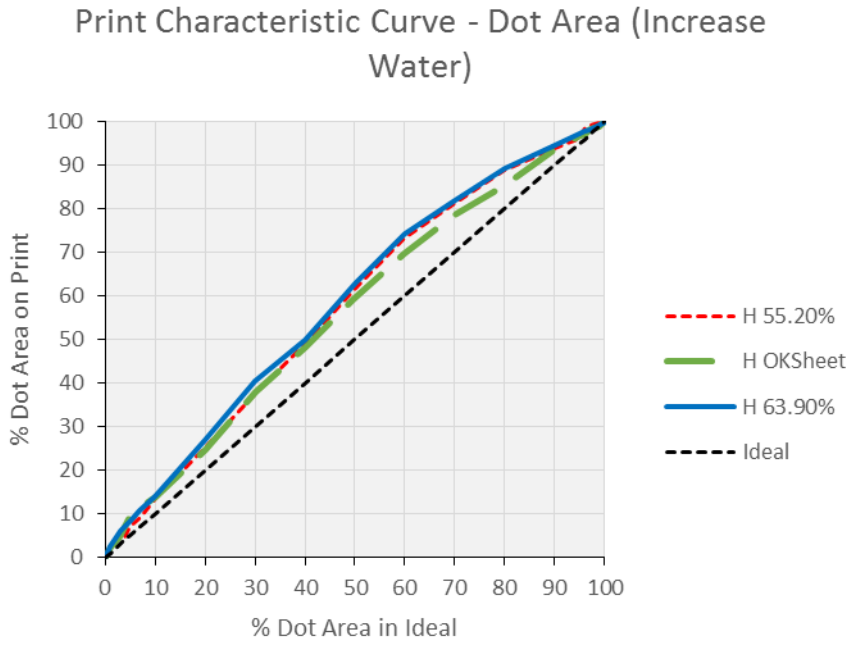
จากภาพที่ 4.22 พบว่าการผลิตโทนของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.20% หรืองานแผ่น OK Sheet มีค่าการผลิตโทนหรือมีค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติมากที่สุด เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่เหมาะสม ส่วนแผ่นงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ซึ่งมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 56.00% และ 63.60% มีค่าการผลิตโทนหรือค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ต่างจากแผ่นงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.20% และในอุดมคติ เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์

จากการสังเกตการผลิตโทนบนงานพิมพ์พบว่าทั้งการเพิ่มและลดค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นมีผลการทดลองที่คล้ายกัน คือที่ค่าการปรับน้ำที่ 58% มีค่าการผลิตโทนหรือมีค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติมากที่สุด ส่วนแผ่นงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ซึ่งมีค่าการปรับน้ำที่ 52% และ 59% มีค่าการผลิตโทนหรือค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ต่างจากแผ่นงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับน้ำที่ 58% และในอุดมคติ



ภาพที่ 4.23 Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ลดลง 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที

จากภาพที่ 4.23 พบว่าการผลิตโทนของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.80% หรืองานแผ่น OK Sheet มีค่าการผลิตโทนหรือมีค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติมากที่สุด เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่เหมาะสม ส่วนแผ่นงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ซึ่งมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 55.30% และ 63.90% มีค่าการผลิตโทนหรือค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ต่างจากแผ่นงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.20% และในอุดมคติ เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ ส่วนแผ่นงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ซึ่งมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 55.30% และ 63.90% มีความแตกต่างอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับ Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที เนื่องจากปรับเพิ่มระยะเวลาในการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นลดลงทุก 1% ให้นานขึ้น

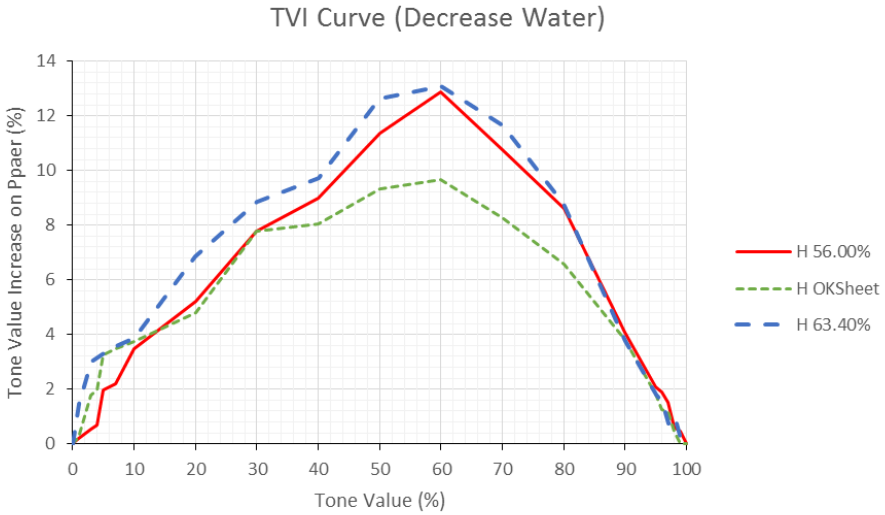


ภาพที่ 4.24 Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์เพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที

จากภาพที่ 4.24 พบว่าการผลิตโทนของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.70% หรืองานแผ่น OK Sheet มีค่าการผลิตโทนหรือมีค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติมากที่สุด เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่เหมาะสม ส่วนแผ่นงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ซึ่งมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 55.20% และ 63.90% มีค่าการผลิตโทนหรือค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ต่างจากแผ่นงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.70% และในอุดมคติ เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์

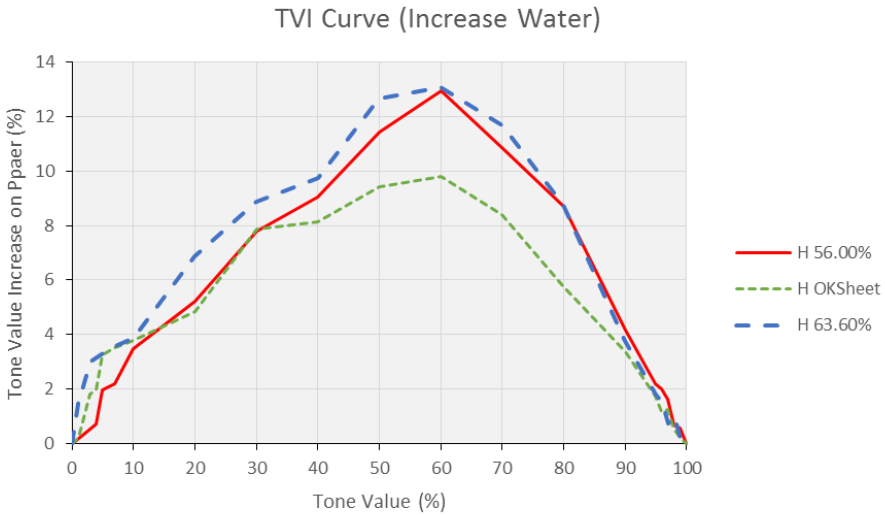
จากการสังเกตการผลิตโทนบนงานพิมพ์พบว่าทั้งการเพิ่มและลดค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นมีผลการทดลองที่คล้ายกัน คือที่ค่าการปรับน้ำที่ 58% มีค่าการผลิตโทนหรือมีค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติมากที่สุด ส่วนแผ่นงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ซึ่งมีค่าการปรับน้ำที่ 52% และ 59% มีค่าการผลิตโทนหรือค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) ต่างจากแผ่นงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับน้ำที่ 58% และในอุดมคติ แต่ Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ลดลง 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที ที่ค่าการปรับน้ำ 52% และ 59% มีความแตกต่างชัดเจนกว่า Print Characteristic Curve ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์เพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที

4.4.2 Tone Value Increase (TVI)



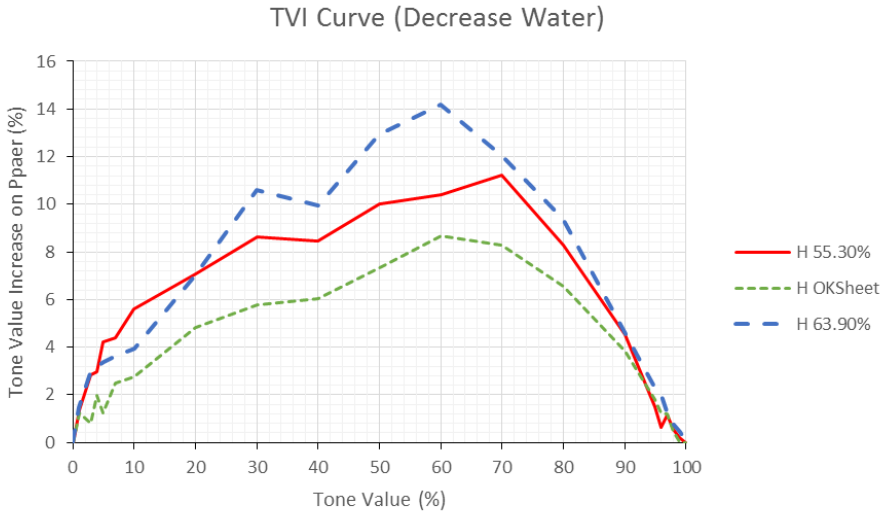
ภาพที่ 4.25 Tone Value Increase (TVI) ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ลดลง 1 % ทุกๆ 30 วินาที

จากภาพที่ 4.25 พบว่า Tone Value Increase ของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 56.00% และ 63.40% ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ มีความแตกต่างจาก Tone Value ของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.10% หรือแผ่นงานพิมพ์ OK Sheet เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่ไม่เหมาะสม ทำให้ส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์



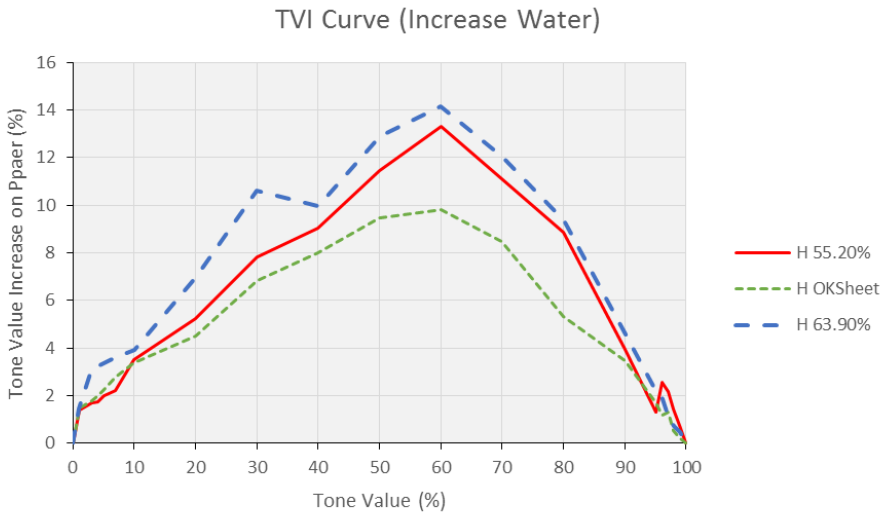
ภาพที่ 4.26 Tone Value Increase (TVI) ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์เพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 30 วินาที

จากภาพที่ 4.26 พบว่า Tone Value Increase ของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 56.00% และ 63.60% ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ มีความแตกต่างจาก Tone Value Increase ของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.20% หรือแผ่นงานพิมพ์ OK Sheet เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์



ภาพที่ 4.27 Tone Value Increase (TVI) ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ลดลง 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที

จากภาพที่ 4.27 พบว่า Tone Value Increase ของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 55.30% และ 63.90% ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ มีความแตกต่างจาก Tone Value ของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.80% หรือแผ่นงานพิมพ์ OK Sheet เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์



ภาพที่ 4.28 Tone Value Increase (TVI) ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์เพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที

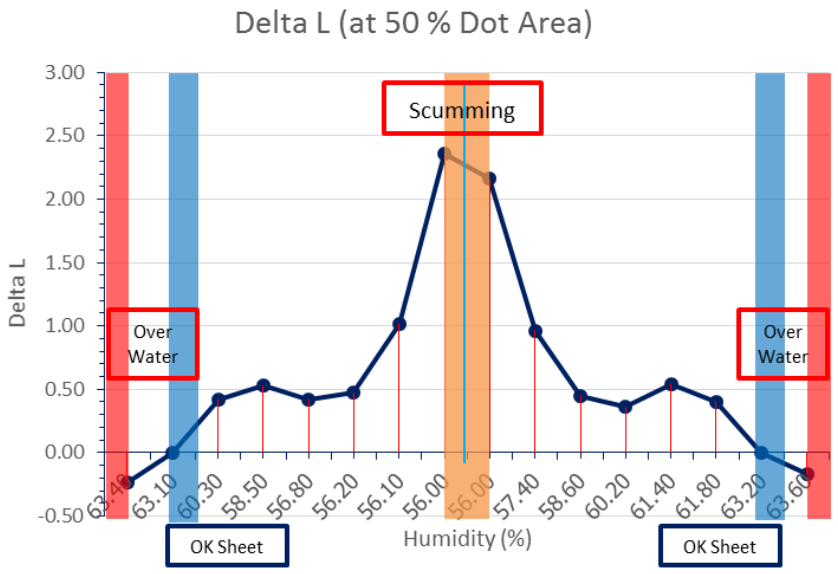
.

จากภาพที่ 4.28 พบว่า Tone Value Increase ของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 55.20% และ 63.90% ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดปัญหาทางการพิมพ์ มีความแตกต่างจาก Tone Value Increase ของงานพิมพ์ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.70% หรือแผ่นงานพิมพ์ OK Sheet เนื่องจากมีสมดุลของน้ำและหมึกพิมพ์ที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์

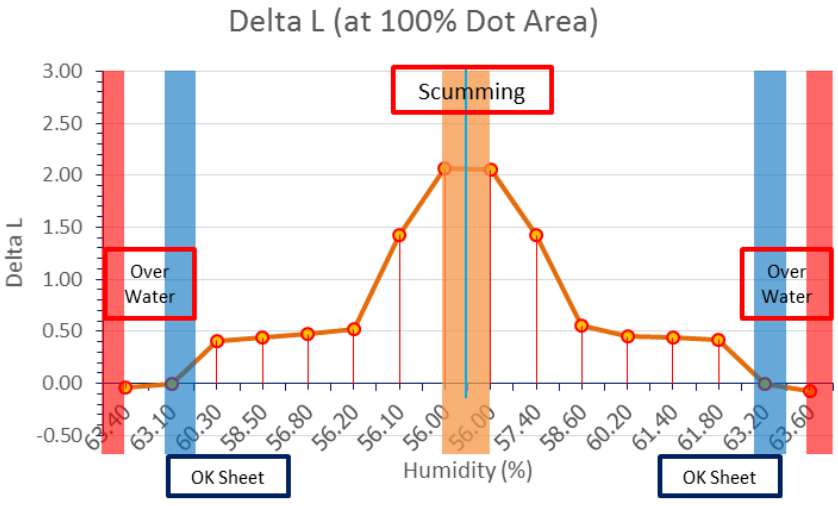
จากการสังเกต Tone Value Increase พบว่าทั้งการเพิ่มและลดค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นมีผลการทดลองที่คล้ายกัน คือที่ค่าการปรับน้ำที่ 52% และ 59% มี Tone Value Increase ต่างจากค่าการปรับน้ำที่ 58% ซึ่งเป็นแผ่นงานพิมพ์ OK Sheet แต่กราฟ Tone Value Increase ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที มีความแตกต่างชัดเจนกว่ากราฟ Tone Value Increase ของงานพิมพ์ที่มีค่าการปรับการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์ลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 30 วินาที

4.5 ค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์

การวัดค่าความแตกสีจะวัดเพียงค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ของแผ่น OK Sheet เปรียบเทียบกับแผ่น Work Sheet หรือค่า ΔL_{ab} ซึ่งมีผลดังนี้

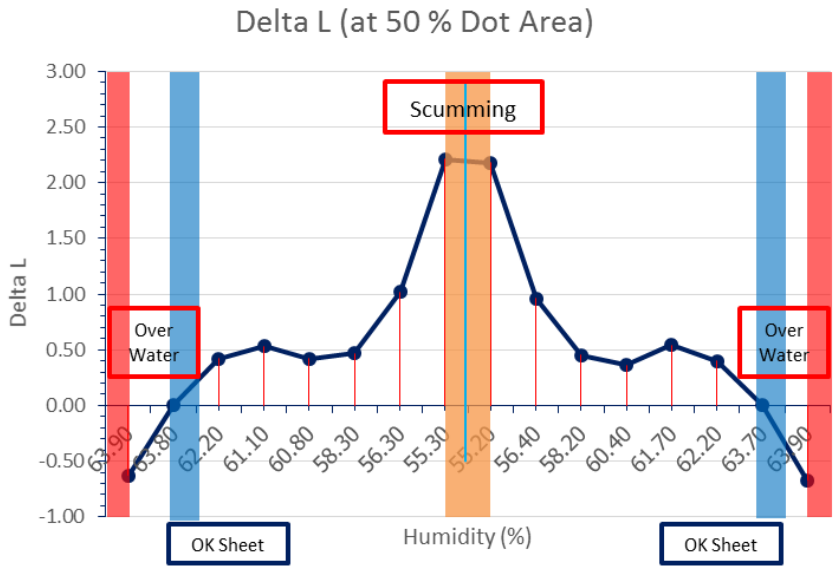


ภาพที่ 4.29 ค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ที่พื้นที่เม็ดสกรีน 50% ที่ค่าการปรับการจ่ายน้ำลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 30 วินาที



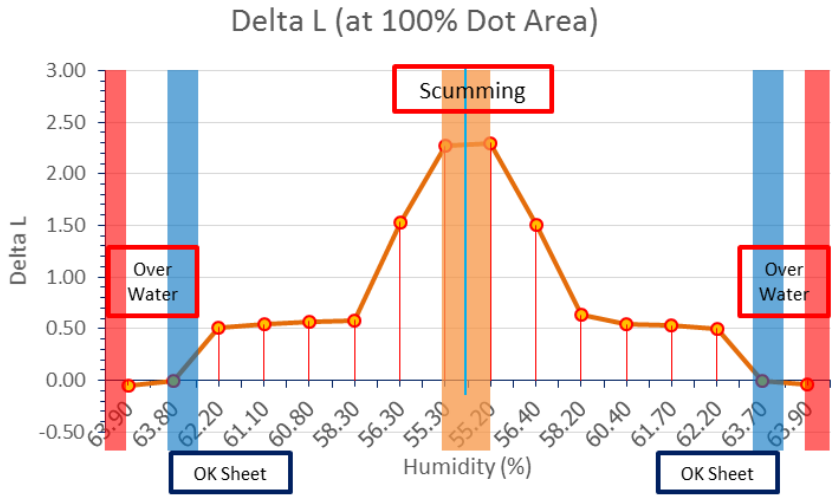
ภาพที่ 4.30 ค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ที่พื้นที่เม็ดสกรีน 100% ที่ค่าการปรับการจ่ายน้ำลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 30 วินาที

จากภาพที่ 4.29 และ 4.30 พบว่าค่า ΔL_{ab} บนสิ่งพิมพ์จะเพิ่มขึ้นเมื่อลดค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นและจะลดลงเมื่อเพิ่มค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น โดยที่ค่าการจ่ายน้ำที่ 52% (ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 56.00%) ซึ่งเกิดปัญหาสกัม (Scumming) มีค่า ΔL_{ab} สูงที่สุดคือ 2.06 ส่วนค่าการจ่ายน้ำที่ 52% % (ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.40%, 63.60%)ซึ่งเกิดปัญหาน้ำในระบบทำชื้นเกิดความต้องการของระบบพิมพ์มีค่า ΔL_{ab} ต่ำที่สุดคือ -0.07



ภาพที่ 4.31 ค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ที่พื้นที่เม็ดสกรีน 50% ที่ค่าการปรับการจ่ายน้ำลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.32 ค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ที่พื้นที่เม็ดสกรีน 100% ที่ค่าการปรับการจ่ายน้ำลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 2 นาที 30 วินาที

จากภาพที่ 4.30 และ 4.31 พบว่าค่า ΔL_{ab} บนสิ่งพิมพ์จะเพิ่มขึ้นเมื่อลดค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นและจะลดลงเมื่อเพิ่มค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น โดยที่ค่าการจ่ายน้ำที่ 52% % (ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 52.20%) ซึ่งเกิดปัญหาสกัม (Scumming) มีค่า ΔL_{ab} สูงที่สุดคือ 2.30 ส่วนค่าการจ่ายน้ำที่ 52% % (ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 63.90%) ซึ่งเกิดปัญหาน้ำในระบบทำชื้นเกิดความต้องการของระบบพิมพ์มีค่า ΔL_{ab} ต่ำที่สุดคือ -0.05

จากการสังเกตพบว่าค่าความแตกต่างของระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์ที่พื้นที่เม็ดสกรีน 50% และ 100% ที่ค่าการปรับการจ่ายน้ำลดลงและเพิ่มขึ้น 1 % ทุกๆ 30 วินาที และ 2 นาที 30 นาที ค่า ΔL_{ab} ที่เพิ่มขึ้นและลดลงมีแนวโน้มที่คล้ายกัน ส่วนค่า ΔL_{ab} ที่มีค่ามากที่สุดซึ่งอยู่ในการปรับการจ่ายน้ำที่ 52% แสดงถึงแผ่นงานพิมพ์ที่ค่าการปรับน้ำที่ 52% เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นงานพิมพ์ที่ค่าการปรับน้ำที่ 58% หรือแผ่นพิมพ์ OK Sheet จะมีค่าระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์น้อยกว่าแผ่นงานพิมพ์ OK Sheet เนื่องจากสมดุลระหว่างน้ำกับหมึกพิมพ์ไม่เหมาะสมทำให้เกิดปัญหาสกัม (Scumming) ส่วนค่า ΔL_{ab} ที่มีค่าน้อยที่สุดซึ่งอยู่ในการปรับการจ่ายน้ำที่ 59% แสดงถึงแผ่นงานพิมพ์ที่ค่าการปรับน้ำที่ 59% เมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นงานพิมพ์ที่ค่าการปรับน้ำที่ 58% หรือแผ่นพิมพ์ OK Sheet จะมีค่าระดับความสว่างบนสิ่งพิมพ์มากกว่าแผ่นงานพิมพ์ OK Sheet เนื่องจากสมดุลระหว่างน้ำกับหมึกพิมพ์ไม่เหมาะสมทำให้เกิดปัญหาน้ำในระบบทำชื้นของแท่นพิมพ์เกินความต้องการของระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ในงานวิจัยครั้งนี้คือหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์ในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซตลิโธกราฟีกับค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ ซึ่งแบ่งผลการทดลองและอภิปรายผลเป็น ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซต ค่าความดำ (Density) ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) ค่าพื้นที่เม็ดสกรีน (% Dot Area) และค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ (CIE76) ซึ่งจะเปรียบเทียบว่าค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ว่าในช่วงการปรับค่าจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบทำชื้นของเครื่องพิมพ์ออฟเซตที่สัมพันธ์กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศบริเวณระบบทำชื้นที่ช่วงใดมีผลของค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์น้อยที่สุด แบ่งการสรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1.1 ช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซต

จากการหาช่วงการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นของระบบพิมพ์ออฟเซต พบว่าการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่หัววัดสามารถวัดค่าได้ ซึ่งค่าจะแปรผันตรงต่อการปรับค่าการจ่ายน้ำในระบบทำชื้น เนื่องจากน้ำในระบบทำชื้นมีน้ำยาแฟาว์เทนผสมอยู่ ทำให้ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และสมดุลของน้ำกับหมึกพิมพ์บนโมแม่พิมพ์เปลี่ยนแปลงไป โดยค่าดังกล่าวจะส่งผลต่อคุณภาพของสิ่งพิมพ์ ค่าการปรับน้ำที่ 58% เป็นช่วงที่ทำการพิมพ์งานได้แผ่นพิมพ์ OK Sheet ค่าการปรับน้ำที่ 52% และ 59% เป็นช่วงที่ทำการพิมพ์งานแล้วเกิดปัญหาทางการพิมพ์ขึ้น (Scumming , Over Water) สำหรับการพิมพ์สีเดียว ทำให้ช่างพิมพ์ผู้ปฏิบัติงานพิมพ์ทราบช่วงการปรับน้ำของเครื่องพิมพ์ที่ทำให้งานพิมพ์เกิดปัญหา ช่างพิมพ์สามารถคาดการณ์และแก้ไขปัญหาทางการพิมพ์ได้อย่างทันทีเมื่อเกิดปัญหาบนสิ่งพิมพ์ขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องปัญหาสกรัมบนสิ่งพิมพ์ (Scumming) การปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 2 นาที 30 วินาที มีผลการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้ชัดเจนกว่าการปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 30 วินาที

5.1.2 ผลค่าความดำ (Density)

จากผลค่าความดำที่วัดค่าได้บนสิ่งพิมพ์ในบริเวณพื้นทึบ (Solid Tone) พบว่าการลดการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นหรือค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงจะทำให้ค่าความดำ (Density) มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณหมึกพิมพ์มีปริมาณมากกว่าน้ำบนโมแม่พิมพ์ทำให้งานที่พิมพ์ได้มีค่าความดำ (Density) มีค่าเพิ่มขึ้นไปด้วย แต่จะเกิดผลตรงข้ามเมื่อทำการเพิ่มการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นหรือค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น โดยค่าความดำ (Density) จะส่งผลไปยังค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ ถ้าค่าความดำ (Density) ของงานพิมพ์ Work Sheet ต่างจากงานพิมพ์ OK Sheet มาก ค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ก็จะมีค่ามากตามไปด้วย การปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 2 นาที 30 วินาที มีผลการเปลี่ยนแปลงของค่าความดำชัดเจนกว่าการปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 30 วินาที

5.1.3 ผลค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast)

จากผลค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ พบว่าเมื่อลดการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นหรือค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงจะทำให้ค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) จะมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่าความดำ (Denstiy) บริเวณ Tint Tone (50% Dot Area) มีความแตกต่างจากค่าความดำ (Denstiy) บริเวณ Solid Tone (100% Dot Area) มาก แต่จะเกิดผลตรงข้ามเมื่อทำการเพิ่มการจ่ายน้ำในระบบทำชื้นหรือค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น การปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 2 นาที 30 วินาที ถ้าค่าความเปรียบต่างภาพพิมพ์ต่างกันมาก จะส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ให้มีค่ามากตามไปด้วย การปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 30 วินาที มีผลการเปลี่ยนแปลงของค่าค่าควาเปรียบต่างภาพพิมพ์ (Print Contrast) มีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันกับการปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 2 นาที 30 วินาที

5.1.4 ผล Tone Value Increase (TVI)

จากกราฟ TVI พบว่าแผ่นงานพิมพ์ที่เกิดปัญหาซึ่งมีค่าการปรับน้ำในระบบทำชื้นที่ 52% และ 59% ในช่วงการปรับลดน้ำในระบบทำชื้นหรือค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลง กราฟ TVI ของแผ่นงานพิมพ์แตกต่างจากกราฟ TVI ของแผ่น OK Sheet ในช่วง Mid Tone ไปจนถึง Highlight Tone ส่วนการปรับเพิ่มน้ำในระบบทำชื้นหรือค่าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น กราฟ TVI ของแผ่นงานพิมพ์แตกต่างจากกราฟ TVI ของแผ่น OK Sheet ในช่วง Shadow Tone ไปจนถึง Highlight Tone การปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 2 นาที 30 วินาที กราฟ TVI จะมีความแตกต่างอย่างชัดเจนมากกว่าการปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 30 วินาที ถ้ากราฟ Tone Value Increase แตกต่างกันมากจะส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ให้มีค่ามากตามไปด้วย

5.1.5 ผลค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์

ผลค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์ จะมีความสัมพันธ์กับการปรับค่าจ่ายน้ำในระบบทำชื้นหรือความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศใกล้เคียงระบบทำชื้น ถ้าปรับลดค่าจ่ายน้ำในระบบทำชื้นหรือความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศใกล้เคียงระบบทำชื้นลดลง ค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์จะมีค่าลดลง แต่จะเกิดผลตรงกันข้ามเมื่อปรับเพิ่มค่าจ่ายน้ำในระบบทำชื้นหรือความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศใกล้เคียงระบบทำชื้นเพิ่มชื้น การปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 2 นาที 30 วินาที จะมีค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์สูงสุดคือ 2.29 ส่วนการปรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 30 วินาที จะมีค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์สูงสุดคือ 2.05 เหตุที่การหรับค่าการจ่ายน้ำทุกๆ 30 วินาที มีค่าความแตกต่างสีที่น้อย เนื่องด้วยระยะเวลาในการปรับค่าการจ่ายน้ำที่น้อย ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำและหมึกบนลูกกลิ้งตอบสนองได้ไม่ทัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. หัววัดค่าที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นหัววัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่มีความละเอียดเพียงทศนิยมตำแหน่งที่ 1 หากใช้หัววัดค่าที่ที่มีความละเอียดของทศยมตั้งแต่ 2 ตำแหน่งขึ้นไปจะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลได้ละเอียดมากขึ้นโดยเฉพาะค่าของอุณหภูมิ

2. เนื่องจากการปรับค่าจ่ายน้ำทุกๆ 2 นาที 30 วินาที ค่อนข้างนานสำหรับการพิมพ์งานจริง ส่วนการปรับค่าจ่ายน้ำทุกๆ 30 วินาที ก็เร็วเกินไปที่จะ สำหรับงานวิจัยในครั้งต่อไปควรหาช่วงระยะเวลาปรับค่าจ่ายน้ำในระบบทำชื้นที่สอดคล้องกับการพิมพ์งานจริง ซึ่งช่างพิมพ์แต่ละท่านก็จะมีความเร็วในการปรับค่าที่ต่างกัน โดยต้องนำมาเฉลี่ยเพื่อหาช่วงเวลาในการปรับค่าจ่ายน้ำที่เหมาะกับช่างพิมพ์

3. การวิจัยนี้ทำการพิมพ์เพียงสีเดียว คือ สีดำ การวัดค่าความแตกต่างสีจึงวัดเพียงค่าความแตกต่างของระดับความสว่าง ซึ่งการวิจัยครั้งหน้าควรวัดค่าความแตกต่างสี ΔE^*_{ab} เพื่อตรวจสอบค่าความแตกต่างสีบนสิ่งพิมพ์จริง

รายการอ้างอิง

[1] P. Story, D. Galipeau, and R. Mileham, "A Study of Low-Cost Sensors for Measuring Low Relative Humidity," *Sensors and Actuators B: Chemical,* vol. 25, pp. 681-685, 1995.

[2] J. Kiurski and I. Oros, "The influence of pH/conductivity of fountain solution on dot circularity, line and text raggedness," *Journal of Graphic Engineering and Design,* vol. 3, pp. 1-7, 2012.

[3] ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. บรรยากาศ (*Atmosphere).* [Online] 2017 [cited 2017, March 25]; Available from: http://www.lesa.biz/earth/atmosphere/humidity.

[4] สสวท. การตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (*Relative Humidity: RH).* [Online] 2014 [cited 2017, March 20]; Available from: http://globethailand.ipst.ac.th/?page_id=4075.

[5] Licensed Electrician. *Relative Humidity Temperature Meter*. [Online] 2012 [cited 2016, Dec 10]; Available from: https://www.licensedelectrician.com/Store/AM/THWD-3.htm.

[6] Sila Research. บอร์ดวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบ *USB*. [Online] 2014 [cited 2016, Oct 14]; Available from: http://www.silaresearch.com/productdesc.php?pd_code=USB-TH.

[7] รศ.ดร.อรัญ หาญสืบสาย, เทคโนโลยีการพิมพ์ความก้าวหน้าและการนำไปใช้งาน. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์, 2014.

[8] Precision-Print. *Offset Printing*. [Online] 2016 [cited 2017, Jan 5]; Available from: http://www.precision-print.co.th/page/offsetinner.

[9] KBA. *Stack Type Offset Printing*. [Online] 2015 [cited 2017, Jan 22]; Available from: http://www2.kba.com/gb/web-offset/newspaper-presses/product/commander-ct/detail/.

[10] Multiflow. *Satellite Type Offset Printing*. [Online] 2014 [cited 2017, Jan 21]; Available from: http://multiflow.co.uk/.

[11] Shutter Stock. *Feeding Paper Sheets*. [Online] 2013 [cited 2017, Jan 19]; Available from: https://www.shutterstock.com/video/search/feeding-paper-sheets/?ref_context=keyword.

[12] UACJ Corporation. *Presensitized Plate*. [Online] 2016 [cited 2017, Jan 18]; Available from: http://www.uacj.co.jp/english/products/sheeting/printing-plate.htm.

[13] Ronsein. *Silver Halide CTP Plate*. [Online] 2006 [cited 2017, Jan 22]; Available from: http://www.ronsein.com/plancha-de-haluro-de-plata.html.

[14] Ronsein. *Polymer CTP Plate*. [Online] 2006 [cited 2017, Jan 23]; Available from: http://www.ronsein.com/plancha-de-polimero.html.

[15] Ronsein. *Thermal CTP Plate*. [Online] 2006 [cited 2017, Jan 20]; Available from: http://www.ronsein.com/plancha-CTP-termica-negativa.html.

[16] สยามเคมีอุตสาหกรรม. น้ำยาเฟาว์เทน. 2017 Online [cited 2017, March 1]; Available from: http://www.siamchemi.com/น้ำยาฟาวน์เท่น/.

[17] Haircolor. *CIELAB*. [Online] 2012 [cited 2017, May 2]; Available from: http://haircolor.org.ua/koloristika/102-harakteristiki-tsveta.html.

[18] Measure What You See. *CIELAB Colors Difference*. [Online] 2016 [cited 2017, May 2]; Available from: https://measurewhatyousee.com/2016/05/21/free-byk-gardner-color-webinar/.

[19] ภัครนัย ทองทิอัมพร. การมองเห็นและการวัดสี. [Online] 2010 [cited 2017, March 4]; Available from: http://www.rmutphysics.com/charud/PDF-learning/6/pdf1/color.pdf.

[20] Gordo Senior Member. *GATF Test Form*. [Online] 2010 [cited 2017, Jan 10]; Available from: https://printplanet.com/forum/prepress-and-workflow/prepress-and-workflow-discussion/11167-gatf-color-test.

[21] Digital 2 Home. *Chula Smart Lens 40X*. [Online] 2015 [cited 2017, Jan 12]; Available from: https://www.digital2home.com/shop/chula-smart-lens-40x/.

[22] Part X Press. *Techkon SpectroDens*. [Online] 2013 [cited 2017, Jan 20]; Available from: http://www.partxpres.com/densitometers/25006-techkon-spectrodens-premium-spectro-densitometer-used.html.

[23] The Print Guide. *Print Characteristic Tone Curve*. [Online] 2010 [cited 2017, Jan 22]; Available from: http://the-print-guide.blogspot.com/2010/02/principle-of-dot-gain-compensation.html.

[24] The Print Guide. *Printing Standards and Specifications*. [Online] 2011 [cited 2017, Jan 26]; Available from: http://the-print-guide.blogspot.com/2011/10/printing-standards-and-specifications.html.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

Date..... Sheet No.....

	50%	100%	% Dot Area	% Dot (1)	% Dot (2)	Density (1)	Density (2)
L_{ab} (OK)			0%				
L_{ab} (Work)			1%				
ΔL_{ab}			3%				
			4%				
Humidity (%)			5%				
Temperature ($^{\circ}$C)			7%				
			10%				
Printed Time			20%				
			30%				
			40%				
			50%				
			60%				
			70%				
			80%				
			90%				
			95%				
			96%				
			97%				
			98%				
			99%				
			100%				

ภาพที่ ก.1 ตัวอย่างแผ่นจดบันทึกผลการวัดค่าทางการพิมพ์บนสิ่งพิมพ์

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกฤตพงศ์ สูงตรง เกิดเมื่อ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2521 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2538 : สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากโรงเรียนราชวินิต มัธยม จังหวัดกรุงเทพฯ

พ.ศ.2544 : สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต

สาขาการสอนวิชาเฉพาะ ภาคศิลปศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ.2549 : เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร Post Graduate Diploma

สาขา Graphic Design RMIT University Australia

พ.ศ.2556 : เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีทางภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน

พ.ศ.2544 - 2545 : ทำงานกับ บริษัท คลิกสเปซ จำกัด

ตำแหน่ง พนักงานออกแบบ แผนก ออกแบบ

พ.ศ.2545 - 2549 : ทำงานกับ คณะบุคคล โฟโต้ แอลเลย์

ตำแหน่ง เจ้าของกิจการ

พ.ศ.2553 – ปัจจุบัน : ทำงานโรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง

ตำแหน่ง พนักงานการพิมพ์ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University