การลดของเสียในการพิมพ์ธนบัตร

นายประคอง คำนวนดี

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.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REDUCTION OF DEFECT IN BANKNOTE PRINTING PROCESS

Mr. Prakong Kumnuadee

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียในการพิมพ์ธนบัตร
โดย	นายประคอง คำนวนดี
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประคอง คำนวนดี : การลดของเสียในการพิมพ์ธนบัตร (REDUCTION OF DEFECT IN BANKNOTE PRINTING PROCESS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ, 119 หน้า.

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตธนบัตรโดยการลดของเสียหลัก 2 ชนิดคือ หมึกส่วนเกิน และการเกิดซับหลัง โดยเริ่มศึกษาจากกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์ และกระบวนการพิมพ์เส้นนูนในสภาพปัจจุบันแล้วทำการค้นหาสาเหตุที่สำคัญที่จะทำให้เกิดข้อบกพร่องขึ้น สำหรับการวิเคราะห์นี้ได้ประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA) ในการหาสาเหตุของข้อบกพร่อง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญของแต่ละแผนกทำการวิเคราะห์และประเมินเพื่อคำนวณค่าลำดับคะแนนความเสี่ยง (Risk Priority Number : RPN) เพื่อจัดอันดับความสำคัญสำหรับการคัดเลือกกระบวนการผลิตที่ต้องปรับปรุง ในการวิจัยจะเลือกการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่มีค่าลำดับคะแนนความเสี่ยงมากว่า 60 ขึ้นไป โดยภายหลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยนำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการมาใช้ พบว่าสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ดีขึ้นหมึกส่วนเกินของเสียลดลงจากเดิม 77% และการเกิดซับหลังลดลงจากเดิม 59%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2560

5870944021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS:

PRAKONG KUMNUADEE: REDUCTION OF DEFECT IN BANKNOTE PRINTING PROCESS. ADVISOR: ASSOC. PROF. SOMKIAT TANGJITSITCHAROEN, D.Eng., 119 pp.

The objective of this research is to improve the production of banknotes by reducing the 2 main defects of wiping and set-off starting from printing processes. Inks and Intaglio printing processes have been studying firstly in order to find the key elements that will increase the defective. For this analysis, uses of fault analysis and impact process (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) is employed to find the cause of defect by the experts of each department. The Risk Priority Number (RPN) has been calculated to rank the priority of the process improvement. The production process which the value of risk guidance over 60 or more will be improved by using industrial engineering tool. It is found that the proposed technique can help to improve the production processes. The percentage of defect is reduced about 77% in wiping process and the 59% in set-off process.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเพราะได้รับช่วยเหลือ ได้รับคำปรึกษา ความเสียสละเวลาห่วงใยดูแล และติดตามความคืบหน้าจากรองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์จนกระทั่งสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก และรองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ข้อแนะนำกระทั่งการสอบสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณผจส. ผจก. หัวหน้างาน และผู้เกี่ยวข้องของส่วนผลิตหมึกพิมพ์ส่วนผลิตและงานประกันคุณภาพโรงพิมพ์ธนบัตร ที่ช่วยให้การสนับสนุนเพื่อลดของเสียในการผลิตธนบัตร

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำเนิด และขอบคุณเพื่อน พี่น้องทุกคน คอยให้กำลังใจทำให้ผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาลงได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ
บทที่ 1 1
1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานศึกษา 1
1.2 ผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา 1
1.3 สภาพปัจจุบันและความสำคัญของปัญหา 7
1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 18
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย 18
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 18
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 18
1.8 วิธีการดำเนินงานวิจัย 18
บทที่ 2 19
2.1 เทคนิคการวิเคราะห์ 7 อย่างของ QC (7 QC Tools) 19
2.2 เทคนิค FMEA 21
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38
บทที่ 3 42
3.1 การหาสาเหตุและวิเคราะห์ข้อบกพร่องกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์ 42
3.2 การหาสาเหตุและวิเคราะห์ข้อบกพร่องกระบวนการพิมพ์เส้นนูน 55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 4 64
4.1 กำหนดการดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการผลิต 64
4.2 การแก้ไขและปรับปรุงแผนกพิมพ์เส้นนูน 65
4.3 การแก้ไขและปรับปรุงแผนกผลิตหมึกพิมพ์เส้นนูน 77
4.4 การประเมินเลขความเสี่ยงหลังการปรับปรุง 83
บทที่5 92
5.1 การดำเนินการหลังการปรับปรุง 92
5.2 ค่าลำดับคะแนนความเสี่ยงก่อนและหลังการปรับปรุง 93
5.3 เปรียบเทียบข้อบกพร่องหมึกส่วนเกิน และซับหลังก่อนและหลังการปรับปรุง 95
5.4 ข้อจำกัดและอุปสรรคในการทำงาน 97
5.5 ข้อเสนอแนะ 97
รายการอ้างอิง 98
ภาคผนวก 101
ภาคผนวก ก. 102
ภาคผนวก ข. 107
ภาคผนวก ค. 115
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 119

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 20 แบบ 16 มี.ค. – ส.ค. 59 14

ตารางที่ 1.2 ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 100 แบบ 16 ม.ค. – ส.ค. 59 15

ตารางที่ 1.3 การศึกษางานวิจัยที่ได้มีการศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพ 17

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ
(การอุตสาหกรรมยานยนต์, 2001) 32

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง
(การอุตสาหกรรมยานยนต์, 2001) 34

ตารางที่ 2.3 การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม
(การอุตสาหกรรมยานยนต์, 2001) 36

ตารางที่ 2.4 แบบฟอร์ม FMEA สำหรับกระบวนการ FMEA สำหรับกระบวนการ 38

ตารางที่ 3.1 ตารางสรุปสาเหตุของปัญหาผลิตหมึกพิมพ์ 48

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) 49

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินความความถี่ในการเกิด (O) 50

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับ (D) 51

ตารางที่ 3.5 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์ 54

ตารางที่ 3.6 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการพิมพ์เส้นนูน 62

ตารางที่ 3.7 เรียงลำดับค่าคะแนนความเสี่ยงของทุกสาเหตุ 63

ตารางที่ 4.1 สรุปสาเหตุ และแนวทางแก้ไข 64

ตารางที่ 4.2 จำนวนของเสียหมึกส่วนเกินของค่า 50 แอมป์ และ 60 แอมป์ 66

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างการควบคุมสภาวะในการผลิตธนบัตร 100 บาท 74

ตารางที่ 4.4 แผนการสุ่มผลิตหมึกพิมพ์คุณภาพหมึกพิมพ์ 78

ตารางที่ 4.5 แผนการสุ่มคุณสมบัติหมึกพิมพ์ 81

ตารางที่ 4.6 การดำเนินการลดข้อบกพร่องในกระบวนการพิมพ์เส้นนูน 86

ตารางที่ 4.7 การดำเนินการลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตหมึก 89

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบค่าระดับความเสี่ยง (RPN) ก่อน และหลังการปรับปรุง 93

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลเปรียบเทียบอัตราชำรุดก่อน และหลังการปรับปรุง 95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 1.1 กระบวนการผลิตธนบัตร 2

รูปที่ 1.2 กระดาษธนบัตรที่มีความแกร่ง 3

รูปที่ 1.3 ตำแหน่งหมึกพิมพ์เส้นนูน 3

รูปที่ 1.4 ลายน้ำในธนบัตรแต่ละชนิดราคา 3

รูปที่ 1.5 แถบสีในเนื้อกระดาษของธนบัตรแต่ละชนิดราคา 4

รูปที่ 1.6 ตัวอย่างภาพซ้อนทับของธนบัตร 100 บาท และ 1000 บาท 4

รูปที่ 1.7 แสดงตำแหน่งหมึกพิมพ์พิเศษสลับสีของธนบัตร 1000 บาท 5

รูปที่ 1.8 แถบฟอยล์สีเงินของธนบัตร 100 ,500 และ 1000 บาท 5

รูปที่ 1.9 ภาพธนบัตรเมื่อส่องภายใต้รังสีเหนือม่วง 6

รูปที่ 1.10 ธนบัตรที่ใช้หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ 6

รูปที่ 1.11 ตัวอย่างธนบัตรที่ระลึกเฉลิมพระเกียรติฉลองสิริราชสมบัติครบ 70 ปี 7

รูปที่ 1.12 กราฟข้อมูลการผลิตธนบัตรของโรงพิมพ์ธนบัตรช่วงปี 2551 - 2559 7

รูปที่ 1.13 แผนภูมิพาเรโตข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 20 บาท 35 ฉบับ 8

รูปที่ 1.14 แผนภูมิพาเรโตข้อมูลการตรวจสอบธนบัตรชนิดราคา 50 บาท 35 ฉบับ 8

รูปที่ 1.15 แผนภูมิพาเรโตข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 100 บาท 45 ฉบับ 9

รูปที่ 1.16 แผนภูมิพาเรโตข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 500 บาท 45 ฉบับ 9

รูปที่ 1.17 แผนภูมิพาเรโตข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 1000 บาท 45 ฉบับ 10

รูปที่ 1.18 ตัวอย่างของเสียขั้นงานพิมพ์สีพื้น 10

รูปที่ 1.19 ตัวอย่างของเสียขั้นงานพิมพ์สีเส้นนูน 11

รูปที่ 1.20 ตัวอย่างของเสียขั้นงานพิมพ์เลขหมาย 12

รูปที่ 1.21 ตัวอย่างของเสียขั้นงานธนบัตรสำเร็จรูป 12

รูปที่ 1.22 ส่วนประกอบหลักของเครื่องพิมพ์เส้นนูน KOEBAU-GIORI-DE LA RUE รุ่น INTAGLIOCOLOR 8 13

รูปที่ 1.23 กราฟแสดงข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตร 20 บาท แบบ 16 มี.ค. – ส.ค. 59 15

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโตของธนบัตร 20 บาท 20

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนผังก้างปลาของสาเหตุที่ทำให้เกิดหมึกส่วนเกิน 21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 2.3 โครงสร้างคณะทำงาน FMEA 24
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของการผลิตหมึกพิมพ์ 43
รูปที่ 3.2 ผังงานขั้นตอนกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์ 44
รูปที่ 3.3 หมึกผิวหยาบของธนบัตร 20 บาท 46
รูปที่ 3.4 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลหมึกส่วนเกินของผลิตหมึกพิมพ์ 47
รูปที่ 3.5 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลการซับหลังของผลิตหมึกพิมพ์ 47
รูปที่ 3.6 เครื่องพิมพ์เส้นนูน 55
รูปที่ 3.7 ส่วนของเครื่องพิมพ์เส้นนูนแบ่งตามส่วนประกอบหลัก KOEBAU-GIORI-DE LA RUE รุ่น INTAGLIOCOLOR 8 55
รูปที่ 3.8 ชุดอุปกรณ์ในอ่างน้ำยาลูกกลิ้งเช็ดหมึกสก็อตไบต์ 56
รูปที่ 3.9 ลูกกลิ้งเช็ดหมึก 57
รูปที่ 3.10 ชุดประกับของลูกกลิ้งเช็ดหมึก 57
รูปที่ 3.11 ใบมีดปากอ่าง 57
รูปที่ 3.12 ยันศูนย์ลูกเช็ดหมึก 58
รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลหมึกส่วนเกินของพิมพ์เส้นนูน 60
รูปที่ 3.14 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลซับหลังของของพิมพ์เส้นนูน 60
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าปัดของค่าแอมป์ แรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแม่พิมพ์ 66
รูปที่ 4.2 ชุดประกับ 67
รูปที่ 4.3 บูชลูกกลิ้งเช็ดหมึก 67
รูปที่ 4.4 หัวล็อกอ่างลูกกลิ้งเช็ดหมึก 68
รูปที่ 4.5 สปริงยึดสก็อตไบต์ในอ่างน้ำยาล้างลูกกลิ้งเช็ดหมึก 68
รูปที่ 4.6 รูปลูกกลิ้งเช็ดหมึก 69
รูปที่ 4.7 รูปลูกกลิ้งจ่ายหมึก 69
รูปที่ 4.8 วิธีตรวจสอบความกลมโดยใช้นาฬิกาวัด 70
รูปที่ 4.9 สภาวะการพิมพ์ที่แผนกวิจัยพัฒนากำหนด 70
รูปที่ 4.10 ตรวจสอบอุณหภูมิที่แม่พิมพ์ 71
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการบันทึกการตรวจสอบอุณหภูมิแม่พิมพ์ 71
รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรของธนบัตรชนิดราคาใหม่ 73
รูปที่ 4.13 ใบตรวจสอบสภาวะการพิมพ์ 75
รูปที่ 4.14 ใบตรวจสอบสภาวะการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์แต่ละเครื่องของแผนกประกันคุณภาพ 76

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.15 พลาสติกคลุมผิวหน้าหม้อบรรจุหมึก 77
รูปที่ 4.16 จุดที่ทำการบรรจุหมึกพิมพ์ลงถัง 78
รูปที่ 4.17 เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความละเอียดของหมึก BYK–Gardner GmbH รุ่น PD-1510 79
รูปที่ 4.18 ใบตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของหมึกพิมพ์ 79
รูปที่ 4.19 รูปฉลากวันผลิตและวันหมดอายุ 80
รูปที่ 4.20 ใบตรวจสอบคุณสมบัติหมึกพิมพ์ 81
รูปที่ 4.21 การตรวจสอบคุณสมบัติของหมึกพิมพ์ 82
รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบของเสียหมึกส่วนเกิน และซับหลังก่อนหลังการปรับปรุงของ 20 บาท 95
รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบของเสียหมึกส่วนเกิน และซับหลังก่อนหลังการปรับปรุงของ 100 บาท 96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ธนบัตรเป็นสิ่งพิมพ์มีค่าที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนกับสินค้าที่เราต้องการ โรงพิมพ์ธนบัตร ธนาคารแห่งประเทศไทย เป็นผู้รับผิดชอบในการออกแบบและผลิตธนบัตรไทยออกใช้หมุนเวียน การผลิตธนบัตรเปรียบเสมือนการผลิตสินค้าหรือการผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่ง โดยหลักพื้นฐานแล้วต้องมีการควบคุมการผลิตให้มีคุณภาพที่ดีเป็นที่พึงพอใจของประชาชนทั่วไป และต้องบริหารจัดการผลิตให้มีประสิทธิภาพ

ผู้ทำการศึกษาสนใจแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตธนบัตร เพื่อลดอัตราชำรุดที่เกิดขึ้น ซึ่งเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นงานนับกระดาษขาวจนถึงขั้นงานพิมพ์เส้นนูนและวัสดุที่ใช้ในการผลิตต่างๆ เช่นกระดาษ หมึกพิมพ์ และอื่นๆ ดังนั้นเพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องใช้หลักการเทคนิคด้านวิศวกรรม และแนวคิดอย่างเป็นระบบเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และหาสาเหตุของปัญหา เพื่อทำการแก้ไข

1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานศึกษา

สายออกบัตรธนาคาร (สอบ.) เป็นหน่วยงานหนึ่งของธนาคารแห่งประเทศไทย (ธปท.) ทำหน้าที่ผลิต ออกใช้และจัดการธนบัตร ตามพระราชบัญญัติธนาคารแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2485 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2551) เพื่อให้ธนบัตรออกใช้มีคุณภาพเป็นที่เชื่อมั่น และมีปริมาณเพียงพอต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ สอบ. เป็นสายงานที่ถูกจัดตั้งขึ้นในปี 2550 จากการปรับโครงสร้างของ ธปท. โดยการรวมฝ่ายงานในด้านการผลิตและบริหารจัดการธนบัตรเป็นสายงานเดียวกัน

ผลิตภัณฑ์ของ สอบ. คือธนบัตร 5 ชนิดราคา ได้แก่ 1000 บาท 500 บาท 100 บาท 50 บาท และ 20 บาท และธนบัตรที่ระลึกตามพิธีที่สำคัญ ปัจจุบันมีพนักงานประมาณ 800 คน

1.2 ผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา

กระบวนการผลิตธนบัตรมีทั้งสิ้น 7 กระบวนการ ตั้งแต่เปิดหีบจนถึงการส่งมอบไปยังฝ่ายจัดการธนบัตรดังแสดงตามขั้นตอนด้านล่างและแสดงในรูปที่ 1.1

1) นับจำนวนกระดาษบรรจุใส่กรง กรงละ 5,000 แผ่น

2) พิมพ์สีพื้น + ลายเซ็น รมว.คลังและผู้ว่า ธปท. ชนิดราคา 20, 50 และ 100 บาท พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์สีพื้นแล้วนำไปเก็บไว้รอจนแผ่นพิมพ์แห้งจึงส่งเข้าพิมพ์ในขั้นงานพิมพ์เส้นนูน

3) พิมพ์เส้นนูนด้วยแรงกดพิมพ์สูงและหมึกหนืดตัวพิเศษทำให้เกิดตัวนูนบนธนบัตรพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เส้นนูนแล้วนำไปเก็บไว้ รอจนแผ่นพิมพ์แห้งจึงส่งเข้าตรวจสอบคุณภาพแผ่นพิมพ์

4) ตรวจสอบคุณภาพแผ่นพิมพ์เพื่อแยกแผ่นพิมพ์ดีเสีย หลังจากนั้นส่งไปที่ขั้นงานพิมพ์เลขหมายและลายเซ็น

5) พิมพ์เลขหมาย และลายเซ็น รมว.คลังและผู้ว่า ธปท. ชนิดราคา 500 และ 1000 บาท

6) ตัดธนบัตรสำเร็จรูป และบรรจุหีบห่อ

7) ส่งมอบธนบัตรสำเร็จรูป

รูปที่ 1.1 กระบวนการผลิตธนบัตร

1.2.1 ลักษณะต่อต้านการปลอมแปลงในธนบัตร

ธนบัตรเป็นสิ่งพิมพ์มีค่าซึ่งมีความพิเศษแตกต่างจากสิ่งพิมพ์มีค่าประเภทอื่น ธนาคารแห่งประเทศไทยพยายามค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเทคนิคใหม่อยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ธนบัตรยากต่อการปลอมแปลงและลอกเลียนแบบ ธนบัตรรัฐบาลไทยที่หมุนเวียนอยู่ในปัจจุบัน มีลักษณะต่อต้านการปลอมแปลงที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าและเครื่องมือดังนี้

1) กระดาษธนบัตรทำจากกระดาษที่มีใยฝ้ายเป็นส่วนประกอบหลักจึงมีความแกร่งทนทานและไม่ยุ่ยง่าย เมื่อจับสัมผัสจะให้ความรู้สึกแตกต่างจากกระดาษทั่วไป ดังแสดงในรูปที่ 1.2 เมื่อขยำธนบัตรจะไม่เสียรูปง่าย

รูปที่ 1.2 กระดาษธนบัตรที่มีความแกร่ง

2) ลายพิมพ์เส้นนูน

เกิดจากการพิมพ์เส้นนูนโดยใช้แม่พิมพ์ที่มีร่องหมึกลึกและใช้แรงกดพิมพ์สูง หมึกพิมพ์จึงนูนขึ้นมาจากเนื้อกระดาษรวมถึงภาพและลายเส้นมีรายละเอียดคมชัด ซึ่งใช้พิมพ์พระบรมฉายาสาทิสลักษณ์ คำว่า "รัฐบาลไทย" ตัวอักษรและตัวเลขแจ้งชนิดราคา เมื่อใช้นิ้วลูบจะลูกสึกนูน ดังแสดงในรูปที่ 1.3

รูปที่ 1.3 ตำแหน่งหมึกพิมพ์เส้นนูน

3) ลายน้ำ

เป็นส่วนหนึ่งในเนื้อกระดาษเกิดจากขั้นตอนการผลิตกระดาษโดยใช้กรรมวิธีพิเศษที่ทำให้เนื้อกระดาษมีความหนาบางไม่เท่ากันจนเกิดเป็นภาพตามต้องการ ธนบัตรไทยมีลายน้ำเป็นพระบรมฉายาสาทิสลักษณ์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อยกส่องกับแสงสว่างจะเห็นได้อย่างชัดเจนทั้งด้านหน้าและด้านหลังของธนบัตร นอกจากนี้ลายน้ำยังมีรูปลายไทยหรือตัวเลขไทยที่มีความโปร่งแสงเป็นพิเศษวางควบคู่ไว้ด้วยซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดราคา และแบบของธนบัตร ดังแสดงในรูปที่ 1.4

รูปที่ 1.4 ลายน้ำในธนบัตรแต่ละชนิดราคา

4) แถบสีในเนื้อกระดาษ

เกิดจากขั้นตอนการผลิตกระดาษโดยใช้กรรมวิธีพิเศษที่ฝังแถบพลาสติกขนาดเล็กเคลือบด้วยสีโลหะไว้ในเนื้อกระดาษตามแนวตั้งบนแถบจะมีตัวเลขและตัวอักษรขนาดเล็กแจ้งชนิดราคาธนบัตร เมื่อยกธนบัตรส่องดูกับแสงสว่างจะมองเห็นและอ่านได้ทั้งสองด้าน ดังแสดงในรูปที่ 1.5

รูปที่ 1.5 แถบสีในเนื้อกระดาษของธนบัตรแต่ละชนิดราคา

5) ภาพซ้อนทับ

เกิดจากเครื่องพิมพ์ที่สามารถพิมพ์ภาพได้ทั้งสองด้านในเวลาเดียวกันทำให้ลวดลายที่ออกแบบไว้ในตำแหน่งตรงกันทั้งด้านหน้าและด้านหลังซ้อนทับกันสนิท หรือประกอบกันขึ้นเป็นลวดลายหรือภาพที่สมบูรณ์สามารถสังเกตได้ด้วยการยกธนบัตรขึ้นส่องดูกับแสงสว่าง ดังแสดงตามรูปที่ 1.6 เมื่อส่องธนบัตร100 บาทกับแสงสว่างลวดลายทั้งสองด้านจะซ้อนทับกันเป็นเลข 100 ที่สมบูรณ์ และเมื่อส่องธนบัตร 1000 บาทกับแสงสว่างลวดลายทั้งสองด้านจะซ้อนทับกันเป็นรูปดอกบัวที่สมบูรณ์

รูปที่ 1.6 ตัวอย่างแสดงภาพซ้อนทับของธนบัตร 100 บาท และ 1000 บาท

6) หมึกพิมพ์พิเศษสลับสี

เป็นหมึกพิมพ์ซึ่งสามารถเปลี่ยนจากสีหนึ่งสลับเป็นอีกสีหนึ่งเมื่อมองจากต่างมุม สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยการพลิกเอียงธนบัตรดังแสดงตามรูปที่ 1.7 ส่วนบนของตัวเลข 1000 จะเปลี่ยนจากสีทองเป็นสีเขียวอ่อน

รูปที่ 1.7 แสดงตำแหน่งหมึกพิมพ์พิเศษสลับสีของธนบัตร 1000 บาท

7) แถบฟอยล์สีเงิน

ผนึกบนด้านหน้าธนบัตรมีลักษณะพิเศษเป็นภาพที่มีมิติเมื่อพลิกเอียงธนบัตรไปมา จะเห็นองค์ประกอบต่าง ๆ ในแถบฟอยล์เคลื่อนไหวและเปลี่ยนสีสันสะท้อนแสงวาววับสวยงามดังแสดงตามรูปที่ 1.8

รูปที่ 1.8 แถบฟอยล์สีเงินของธนบัตร 100 ,500 และ 1000 บาท

8) หมึกพิมพ์พิเศษเรืองแสง

เป็นหมึกพิมพ์ซึ่งสามารถมองเห็นการเรืองแสงเมื่ออยู่ภายใต้รังสีเหนือม่วง ซึ่งได้นำมาใช้บริเวณลวดลายสีพื้นหมวดอักษรและเลขหมายของธนบัตรทั้งสองตำแหน่ง เมื่อนำไปส่องที่รังสีเหนือม่วงจะเกิดเป็นภาพเรืองแสงตรงตำแหน่งที่กล่าวถึงในข้างต้น และสีที่ปรากฏของหมึกพิมพ์พิเศษเรืองแสงของแต่ละชนิดราคาจะไม่เหมือนกันตามที่แสดงในรูปที่ 1.9

รูปที่ 1.9 ภาพธนบัตรเมื่อส่องภายใต้รังสีเหนือม่วง

1.2.2 ผลิตภัณฑ์ของสายออกบัตรธนาคาร

ธนบัตรที่ใช้หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจที่ทั้งหมด 5 ชนิดราคาตามรูปที่ 1.10 คือ ธนบัตรแบบ 16 นอกจากที่มีในระบบการหมุนเวียนแล้วยังคงเหลือธนบัตรแบบ 15 หรือธนบัตรที่ระลึกที่มีชนิดราคาต่างๆสามารถนำมาใช้ชำระหนี้ได้ตามกฎหมาย

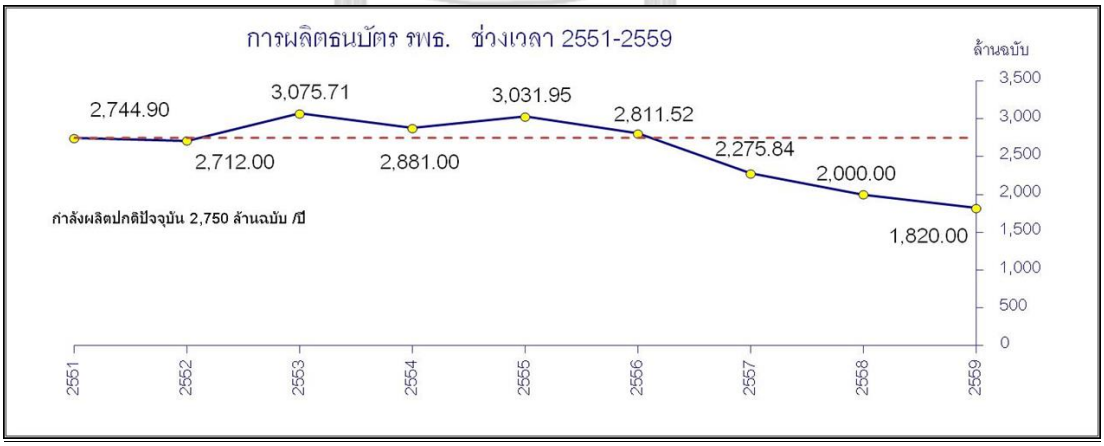
รูปที่ 1.10 ธนบัตรที่ใช้หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจ

ตัวอย่างธนบัตรที่ระลึกที่ทางธนาคารแห่งประเทศไทยได้ทำการผลิตตามพระราชพิธีสำคัญต่างๆ เช่นเฉลิมพระเกียรติฉลองสิริราชสมบัติครบ 70 ปี ดังแสดงตามรูปที่ 1.11

รูปที่ 1.11 ตัวอย่างธนบัตรที่ระลึกเฉลิมพระเกียรติฉลองสิริราชสมบัติครบ 70 ปี

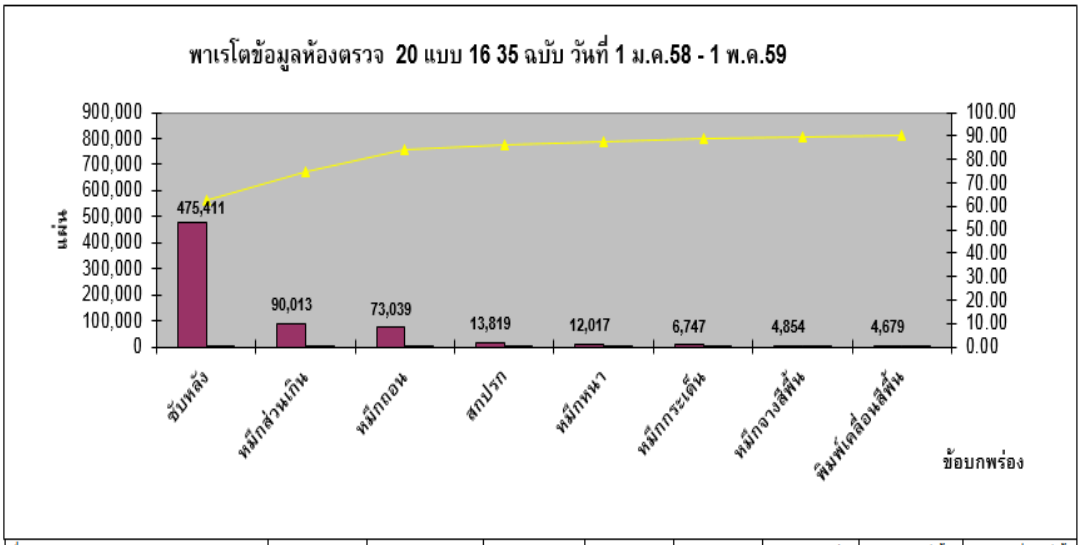
1.3 สภาพปัจจุบันและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากเป้าหมายการผลิตธนบัตรลดลงอย่างต่อเนื่องและมีนัยสำคัญตั้งแต่ปี 2557 จนถึงปัจจุบัน 2559 และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องดังแสดงตามรูปที่ 1.12 ซึ่งมีผลต่อต้นทุนการผลิตอย่างมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องลดของเสียให้น้อยที่สุดเพื่อให้สามารถควบคุมต้นทุนการผลิตธนบัตรน้อยที่สุดที่สามารถทำได้



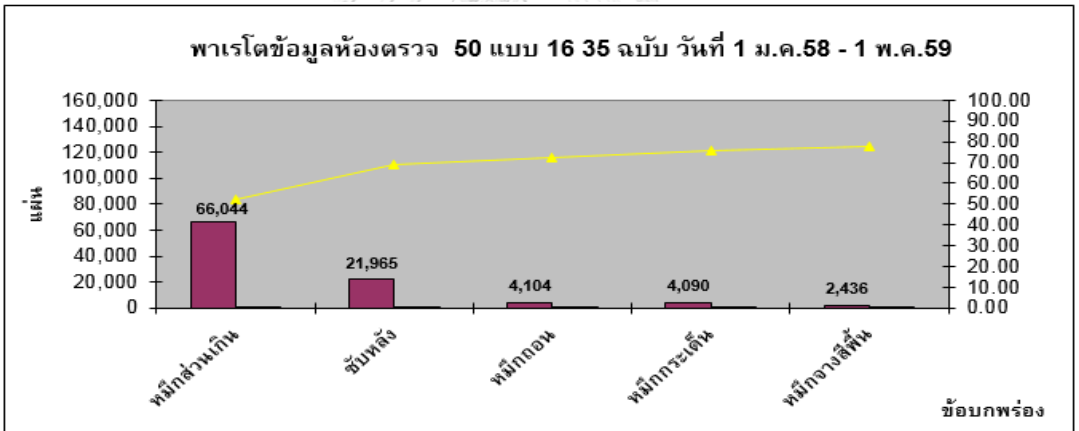
รูปที่ 1.12 กราฟข้อมูลการผลิตธนบัตรของโรงพิมพ์ธนบัตรช่วงปี 2551 – 2559

จึงมีการศึกษาของเสียในอดีตจนถึงปัจจุบันจากปี พ.ศ. 2558 – 2559 ของเสียนั้นมีสาเหตุจากขั้นงานใดเป็นส่วนใหญ่เพื่อจะหาวิธีปรับปรุงให้ดีขึ้น ข้อมูลของเสียทุกชนิดราคาตามแผนภูมิพาเรโตรูปที่ 1.13 ถึง 1.17



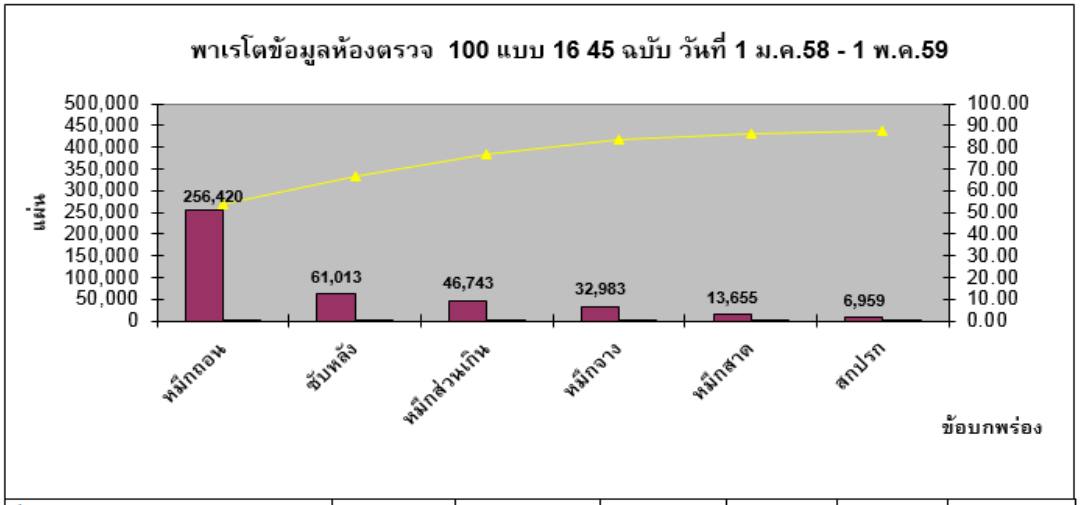
ชื่อข้อบกพร่อง	ซับหลัง	หมึกส่วนเกิน	หมึกถอน	สกปรก	หมึกหนา	หมึกกระเด็น	หมึกจางสีพื้น	พิมพ์เคลื่อนสีพื้น
จำนวนข้อบกพร่อง (แผ่น)	475,411	90,013	73,039	13,819	12,017	6,747	4,854	4,679
% ของเสียเทียบกับข้อบกพร่องทั้งหมด	62.83%	11.90%	9.65%	1.83%	1.59%	0.89%	0.64%	0.62%
%ข้อบกพร่องเทียบจำนวนที่ตรวจสอบ	3.19%	0.60%	0.49%	0.09%	0.08%	0.05%	0.03%	0.03%

รูปที่ 1.13 แผนภูมิพาเรโตข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 20 บาท 35 ฉบับ



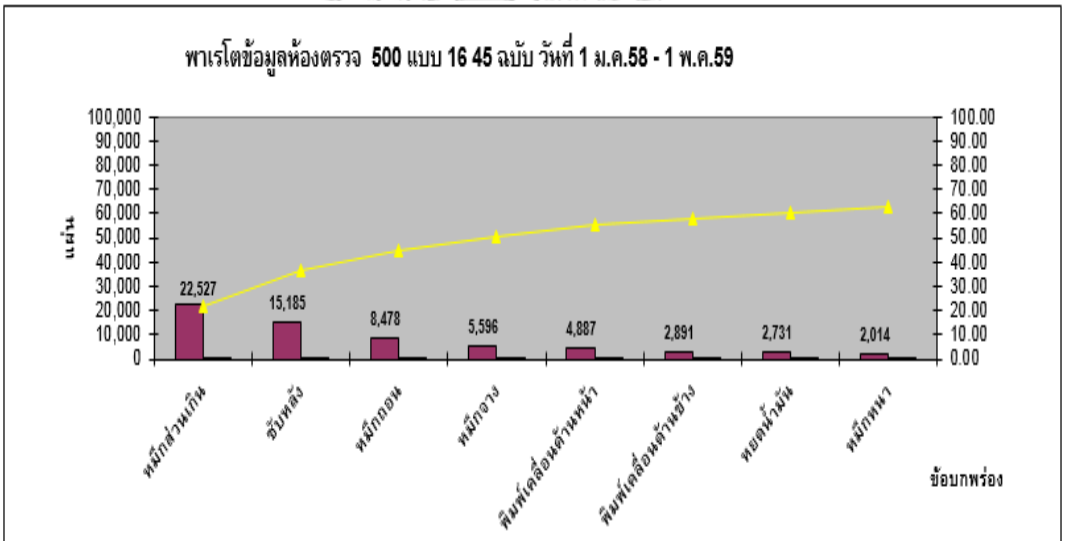
ชื่อข้อบกพร่อง	หมึกส่วนเกิน	ซับหลัง	หมึกถอน	หมึกกระเด็น	หมึกจางสีพื้น
จำนวนข้อบกพร่อง (แผ่น)	66,044	21,965	4,104	4,090	2,436
% ของเสียเทียบกับข้อบกพร่องทั้งหมด	51.99%	17.29%	3.23%	3.22%	1.92%
%ข้อบกพร่องเทียบจำนวนที่ตรวจสอบ	2.42%	0.80%	0.15%	0.15%	0.09%

รูปที่ 1.14 แผนภูมิพาเรโตข้อมูลการตรวจสอบธนบัตรชนิดราคา 50 บาท 35 ฉบับ



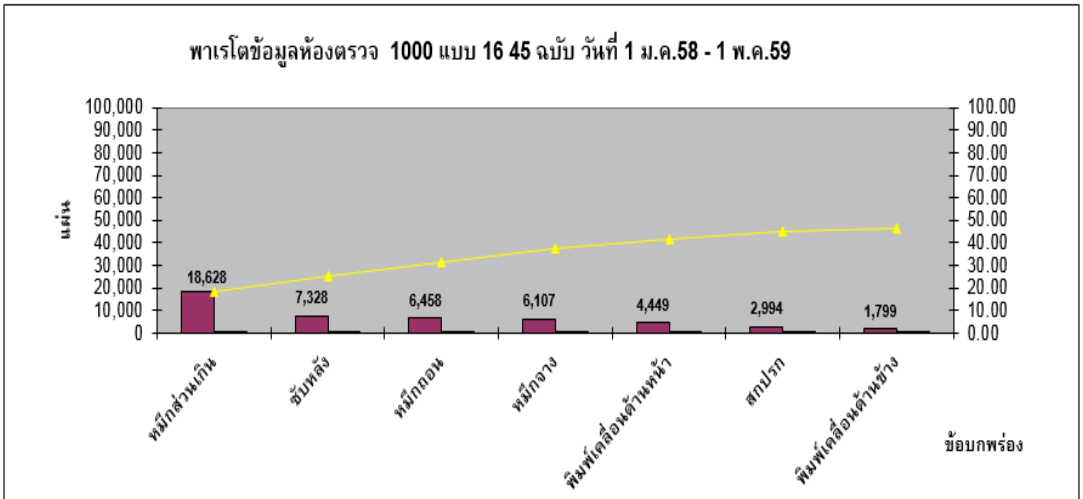
ชื่อข้อบกพร่อง	หมึกถอน	ซับหลัง	หมึกส่วนเกิน	หมึกจาง	หมึกกระเด็น	สกปรก
จำนวนข้อบกพร่อง (แผ่น)	256,420	61,013	46,743	32,983	13,655	6,959
% ของเสียเทียบกับข้อบกพร่องทั้งหมด	53.89%	12.82%	9.82%	6.93%	2.87%	1.46%
%ข้อบกพร่องเทียบจำนวนที่ตรวจสอบ	3.68%	0.88%	0.67%	0.47%	0.20%	0.10%

รูปที่ 1.15 แผนภูมิพาเรโตข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 100 บาท 45ฉบับ



ชื่อข้อบกพร่อง	หมึกส่วนเกิน	ซับหลัง	หมึกถอน	หมึกจาง	พิมพ์เคลื่อนด้านหน้า	พิมพ์เคลื่อนด้านข้าง	หยดน้ำมัน	หมึกหนา
จำนวนข้อบกพร่อง (แผ่น)	22,527	15,185	8,478	5,596	4,887	2,891	2,731	2,014
% ของเสียเทียบกับข้อบกพร่องทั้งหมด	21.93%	14.78%	8.25%	5.45%	4.76%	2.81%	2.66%	1.96%
%ข้อบกพร่องเทียบจำนวนที่ตรวจสอบ	0.89%	0.60%	0.33%	0.22%	0.19%	0.11%	0.11%	0.08%

รูปที่ 1.16 แผนภูมิพาเรโตข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 500 บาท 45 ฉบับ



ชื่อข้อบกพร่อง	หมึกส่วนเกิน	ซับหลัง	หมึกถอน	หมึกจาง	พิมพ์เคลื่อนด้านหน้า	สกปรก	พิมพ์เคลื่อนด้านข้าง
จำนวนข้อบกพร่อง (แผ่น)	18,628	7,328	6,458	6,107	4,449	2,994	1,799
% ของเสียเทียบกับข้อบกพร่องทั้งหมด	20.28%	7.98%	7.03%	6.65%	4.84%	3.26%	1.96%
%ข้อบกพร่องเทียบจำนวนที่ตรวจสอบ	2.52%	0.99%	0.87%	0.83%	0.60%	0.41%	0.24%

รูปที่ 1.17 แผนภูมิพาเรโตข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 1000 บาท 45 ฉบับ

1.3.1 ตัวอย่างของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของแต่ละขั้นงาน

1) ตัวอย่างของเสียในการผลิตขั้นงานพิมพ์สีพื้น ดังแสดงตามรูปที่ 1.18

ลายขาด	ลายเกิน
พิมพ์ย่น	**พิมพ์สีเข้ม**

รูปที่ 1.18 ตัวอย่างของเสียขั้นงานพิมพ์สีพื้น

2) ตัวอย่างของเสียในการผลิตขั้นงานพิมพ์เส้นนูนดังแสดงตามรูปที่ 1.19

น้ำยากระเด็น	หมึกส่วนเกิน
หมึกถอน	ซับหลัง

รูปที่ 1.19 ตัวอย่างของเสียขั้นงานพิมพ์สีเส้นนูน

3) ตัวอย่างของเสียขั้นงานพิมพ์เลขหมายดังแสดงตามรูปที่ 1.20

พิมพ์จาง	เลขหมายเลอะ
พิมพ์เคลื่อน	พิมพ์เลขหมายผิด

รูปที่ 1.20 ตัวอย่างของเสียขั้นงานพิมพ์เลขหมาย

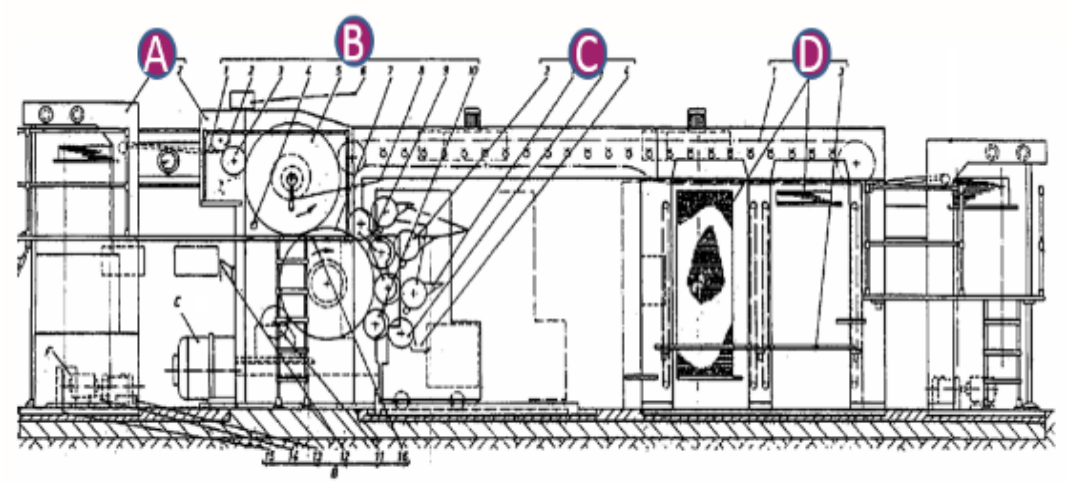
4) ตัวอย่างของเสียขั้นงานธนบัตรสำเร็จรูปดังแสดงตามรูปที่ 1.21

ตัดขอบธนบัตรขนาดใหญ่	ตัดขอบธนบัตรขนาดเล็ก
ตัดผิดขนาด	ห่อธนบัตรชำรุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1.21 ตัวอย่างของเสียขั้นงานธนบัตรสำเร็จรูป

จากข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพแผ่นพิมพ์ตามแผนภูมิพาเรโตของธนบัตรทุกชนิดราคา และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาของเสียที่จะนำมาปรับปรุงซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดของเสียในการผลิตของธนบัตรทุกชนิดราคา และจากการลำดับของเสียสามอันดับแรกคือ Wiping (หมึกส่วนเกิน), ซับหลัง และหมึกถอนของเสียที่ได้แสดงในตัวอย่างของขั้นงานพิมพ์เส้นนูนดังรูปที่ 1.19 ในขั้นงานอื่นๆจะเกิดน้อยไม่เป็นของเสียหลักในการผลิตธนบัตร สาเหตุที่ทำให้ขั้นงานพิมพ์เส้นนูนเกิดของเสียหลักของการผลิต เนื่องจากเป็นกระบวนการผลิตที่มีซับซ้อน และมีองค์ประกอบหรือปัจจัยหลายตัวเช่นการใช้แรงกดอัดที่สูงในการพิมพ์ และการใช้หมึกพิมพ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษคือหนืดตัวสูงเมื่อพิมพ์แล้วให้เกิดภาพพิมพ์ตัวนูน เพื่อให้การผลิตนั้นสามารถต่อต้านการปลอมแปลง ดังนั้นจึงแสดงส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์เส้นนูนที่ใช้ในกระบวนการผลิตตามรูปที่ 1.22



A.หน่วยตำแหน่งป้อนกระดาษ B.หน่วยทำการพิมพ์ C. หน่วยของหมึกพิมพ์ D.หน่วยในการขนย้ายแผ่นพิมพ์

รูปที่ 1.22 ส่วนประกอบหลักของเครื่องพิมพ์เส้นนูน KOEBAU-GIORI-DE LA RUE รุ่น INTAGLIOCOLOR 8

การผลิตที่เครื่องพิมพ์เส้นนูนตามรูปที่ 1.22 มีส่วนประกอบหลักอยู่ 4 หน่วย คือหน่วยตำแหน่งป้อนกระดาษโดยนำกระดาษธนบัตรเข้าเครื่องพิมพ์ หน่วยทำการพิมพ์คือการดาษจะวิ่งเข้าหน่วยการพิมพ์ในการพิมพ์ต้องมีหมึกพิมพ์เข้ามาจ่ายในหน่วยของหมึกพิมพ์ และเมื่อพิมพ์เสร็จแผ่นพิมพ์ธนบัตรจะวิ่งไปลงที่หน่วยการขนย้ายแผ่นพิมพ์ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของการพิมพ์เส้นนูนในบทที่ 3

จากข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรของแต่ละชนิดราคามีของเสียหลัก 3 ชนิดคือ หมึกส่วนเกิน ซับหลัง และหมึกถอน ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการพิจารณาเพื่อทำการคัดเลือกชนิดราคา

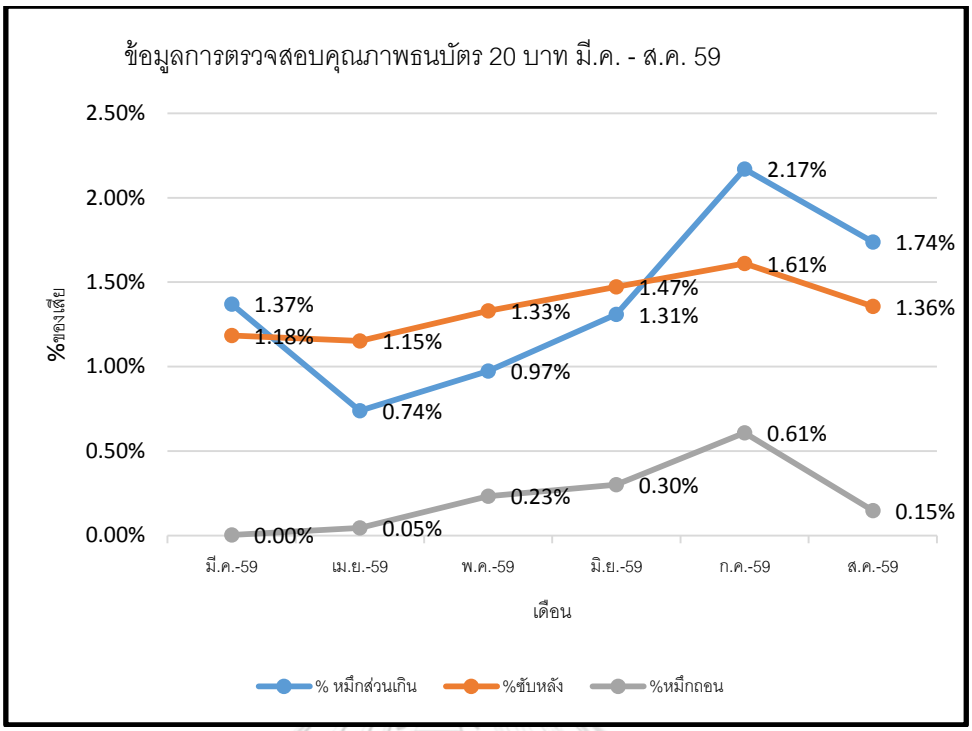
ของธนบัตรที่จะสามารถทำการทดลองได้ให้เหมาะสมกับเวลา จำนวนในการทดลองสามารถสรุปผลในการทำวิจัยได้ และเนื่องจากทางโรงงานกรณีศึกษามีการลดกำลังการผลิตลงอย่างต่อเนื่องตามแผนการผลิตธนบัตร และบางชนิดราคาจะไม่มีการผลิตในปี 2560 บางชนิดราคาทำการผลิตตอนปลายปี 2560 และมีจำนวนการผลิตน้อยทำให้ไม่สามารถทำการวิจัยได้ทันตามระยะเวลาที่จะดำเนินการ

ทางผู้ทำการวิจัยได้เลือกธนบัตร 20 บาท และ 100 บาท แบบ 16 มาทำการวิจัยเนื่องจากมีแผนการผลิตตลอดเกือบทั้งปี และปริมาณการผลิตที่สูงจึงสามารถทำการทดลอง และทำการวิจัยได้ และนำข้อมูลของการตรวจสอบคุณภาพของธนบัตรทั้ง 2 ชนิดราคามาประกอบการพิจารณาตามตารางและกราฟที่ได้แสดงในตารางที่ 1.1 และ ตารางที่ 1.2 เพื่อนำข้อมูลของการเกิดของเสียมาพิจาณาในการตั้งเป้าหมายในการปรับปรุงของการวิจัยครั้งนี้

ตาราง 1.1 ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 20 บาท แบบ 16 มี.ค. – ส.ค. 59

เดือน	ของเสีย					% ของเสีย					ตรวจทั้งหมด
	หมึกส่วนเกิน	ซับหลัง	หมึกถอน	หมึกจาง	หมึกกระเด็น	% หมึกส่วนเกิน	%ซับหลัง	%หมึกถอน	%หมึกจาง	%หมึกกระเด็น	
มี.ค.-59	8,352	7,227	19	899	1,016	1.37%	1.18%	0.00%	0.15%	0.17%	610,000
เม.ย.-59	4,731	7,379	294	805	4,293	0.74%	1.15%	0.05%	0.13%	0.67%	640,000
พ.ค.-59	18,326	25,022	4,374	3,516	472	0.97%	1.33%	0.23%	0.19%	0.03%	1,880,000
มิ.ย.-59	29,979	33,727	6,880	4,070	513	1.31%	1.47%	0.30%	0.18%	0.02%	2,290,000
ก.ค.-59	31,022	23,035	8,704	1,831	756	2.17%	1.61%	0.61%	0.13%	0.05%	1,430,000
ส.ค.-59	24,508	19,120	2,096	1,733	401	1.74%	1.36%	0.15%	0.12%	0.03%	1,410,000
รวม	116,918	115,510	22,367	12,854	7,451	1.42%	1.40%	0.27%	0.16%	0.09%	8,260,000

หน่วย : แผ่น



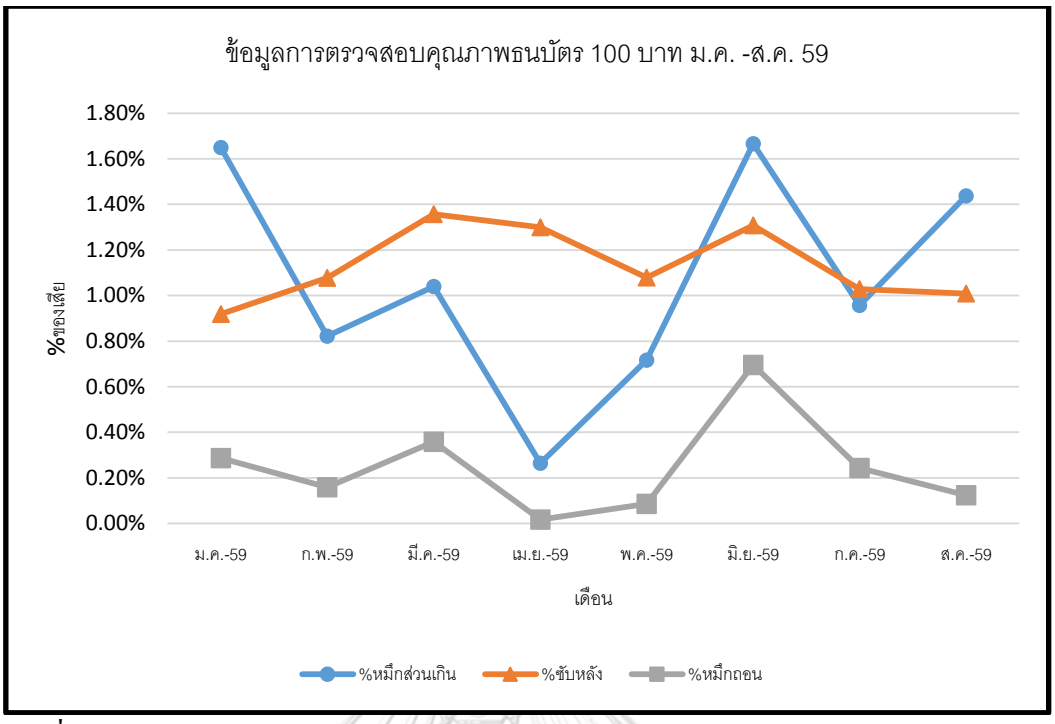
รูปที่ 1.23 กราฟแสดงข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตร 20 บาท แบบ 16 มี.ค. – ส.ค. 59

จากกราฟของเสียของธนบัตร 20 บาท แบบ 16 ชนิด หมึกส่วนเกินและซับหลัง % ของเสียมีมากกว่าของเสียชนิดหมึกถอน ดังนั้นจากข้อจำกัดด้านเวลาและแผนการผลิตจึงเลือกลดของเสียของหมึกส่วนเกินและซับหลัง

ตาราง 1.2 ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตรชนิดราคา 100 บาท แบบ 16 ม.ค. – ส.ค. 59

เดือน	ของเสีย				% ของเสีย				ตรวจทั้งหมด
	หมึกส่วนเกิน	ซับหลัง	หมึกจาง	หมึกถอน	% Wiping	%ซับหลัง	หมึกจาง	%หมึกถอน	
ม.ค.59	6,925	3,859	7,323	1,205	1.65%	0.92%	1.74%	0.29%	420,000
ก.พ.59	10,858	14,228	2,817	2,102	0.82%	1.08%	0.21%	0.16%	1,320,000
มี.ค.59	2,028	2,647	492	699	1.04%	1.36%	0.25%	0.36%	195,000
เม.ย.59	278	1,364	949	18	0.26%	1.30%	0.90%	0.02%	105,000
พ.ค.59	6,453	9,705	3,580	776	0.72%	1.08%	0.40%	0.09%	900,000
มิ.ย.59	12,160	9,552	2,437	5,075	1.67%	1.31%	0.33%	0.70%	730,000
ก.ค.59	4,017	4,320	188	1,019	0.96%	1.03%	0.04%	0.24%	420,000
ส.ค.59	10,993	7,717	695	946	1.44%	1.01%	0.09%	0.12%	765,000
รวม	53,712	53,392	18,481	11,840	1.11%	1.10%	0.38%	0.24%	4,855,000

หน่วย : แผ่น



รูปที่ 1.24 กราฟแสดงข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพธนบัตร 100 บาท แบบ 16 ม.ค. – ส.ค. 59

จากกราฟของเสียของธนบัตร 100 บาท แบบ 16 ชนิดหมึกส่วนเกิน และซับหลัง % ของเสียยังมีมากกว่าของเสียชนิดหมึกถอน ดังนั้นจากข้อจำกัดด้านเวลาและแผนการผลิตจึงเลือกลดของเสียของหมึกส่วนเกินและซับหลัง

ตามที่ได้รวบรวมข้อมูลของการตรวจสอบคุณภาพของแต่ละเดือน ม.ค. – ส.ค. 59 ของธนบัตร 20 และ100 บาท แบบ 16 จากกราฟของทั้ง 2 ชนิดราคา รูปที่ 1.10 และ 1.11 ของเสียที่เกิดมากที่สุดคือหมึกส่วนเกินและซับหลัง จึงได้หางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหมึกส่วนเกินและซับหลังตามตารางที่ 1.2

1.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดหมึกส่วนเกิน และซับหลัง

จากการค้นคว้าจากผู้ที่ได้ทำการวิจัยแล้วมาเกี่ยวกับธุรกิจการพิมพ์ และได้แสดงในตารางที่ 1.3 เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง แต่การค้นหางานวิจัยที่ผ่านมายังไม่มีพบงานวิจัยที่เกี่ยวกับข้องกับการลดของเสียของการผลิตธนบัตรไม่มากนัก

Chulalongkorn University

ตารางที่ 1.3 การศึกษางานวิจัยที่ได้มีการศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพ

งานวิจัย	ปัจจัย	รายละเอียด	ข้อจำกัด
[1]	- อุณหภูมิ - ความเร็ว	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความเร็ว	แบบทดลองใช้ได้ในเงื่อนไขการทดลองเท่านั้น
[2]	- การบำรุงรักษาอุปกรณ์ - การฝึกอบรม	ดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์ให้ดีและอยู่ในสภาพดี และต้องมีการฝึกอบรมให้พนักงานสามารถใช้เครื่องจักรได้ถูกต้อง	เครื่องจักรและอุปกรณ์ใช้ได้ในการทดลองเท่านั้น
[3]	- ความหนืดของสี - มุมของการปาดหมึก - การล้างบล็อค	ปัจจัยที่ทำให้ความหนืดลดลงคือทินเนอร์ มุมของการปาดหมึกทำโดยการปรับตั้งที่เครื่องจักร การล้างบล็อคมีขั้นตอนการทำงานมาตรฐาน	การพิมพ์พลาสติก
[4]	-พื้นผิวกระดาษ -พื้นผิวแม่พิมพ์ -ความหนาของผิวหมึก	ช่วยในการยึดเกาะระหว่างหมึก และกระดาษไม่ให้เกิดหมึกส่วนเกิน	กระดาษที่ใช้ พื้นผิวของแม่พิมพ์และความหนาของผิวหมึกเงื่อนในการทดลองเท่านั้น
[5]	-อุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ -แรงดึงของม้วนฟิลม์ -พนักงานฝึกอบรม	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และแรงดึงของม้วนฟิลม์ พนักงานต้องฝึกอบรมก่อนที่จะได้รับการปฏิบัติงาน	แบบทดลองใช้ได้ในเงื่อนไขการทดลองเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อลดของเสียในการผลิตธนบัตรลดลง

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ธนบัตรชนิดราคา 20 บาทและ 100 บาท ของเสียชนิดหมึกส่วนเกินและซับหลัง
2) พิจารณาในส่วนของแผนกพิมพ์เส้นนูน และผลิตหมึกพิมพ์
3) ทำการศึกษาปัจจัยที่มีต่อการเกิดของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตธนบัตร
4) ทำการศึกษาและปรับปรุงของเสียที่เกิดจากการผลิตธนบัตรไม่รวมขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพ

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงกระบวนการผลิต
2) ได้มาตรฐานควบคุมคุณภาพในผลิตธนบัตร

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ของเสียในการผลิตธนบัตรลดลงทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง
2) สามารถลดของเสียในการผลิตธนบัตร หรือมีข้อเสนอแนะที่สามารถใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้
3) สามารถนำวิธีการปรับปรุงที่ได้ขยายไปในขั้นงานอื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.8 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1) การค้นคว้าหลักการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2) ทำตาราง FMEA หาสาเหตุและผลกระทบของแต่ละปัจจัย
3) ประชุมหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คะแนนระดับความเสี่ยง
4) นำสาเหตุที่ให้คะแนนระดับความเสี่ยงสูงมาพิจารณาทำแผนปรับปรุง
5) ติดตามผลของเสียที่เกิดขึ้น
6) สรุปผล และข้อเสนอแนะ และจัดทำแผนการควบคุม
7) การจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์
8) นำเสนอผลงาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในบทนี้จะประกอบไปด้วยทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาเพื่อลดของเสียในสายงานการผลิตธนบัตร โดยหลักๆจะใช้ใช้เครื่องมือด้านคุณภาพของ 7 QC Tools และการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)

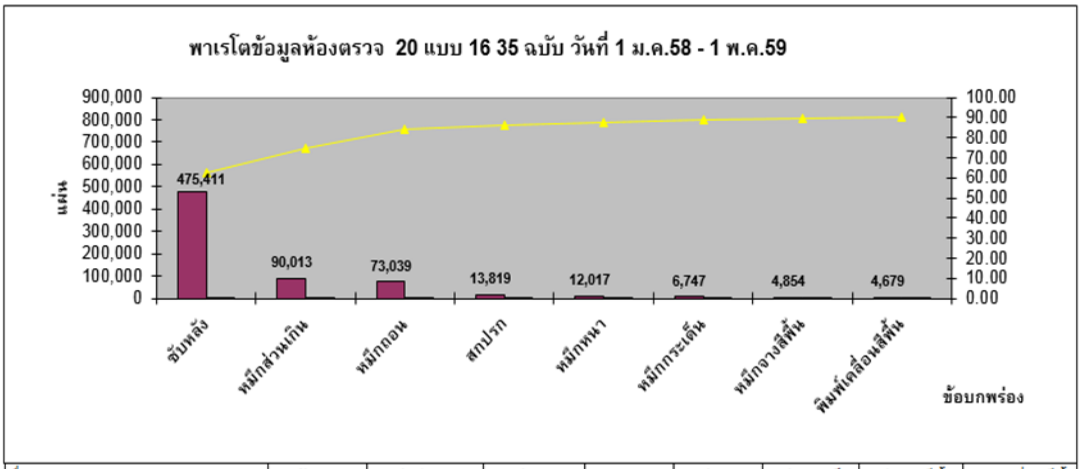
2.1 เทคนิคการวิเคราะห์ 7 อย่างของ QC (7 QC Tools)

ในการการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ 7 อย่างโดยเลือกที่เกี่ยวข้องกับงานโดยใช้อยู่ 2 อย่างคือแผนภูมิพาเรโตและผังก้างปลาหรือผังเหตุและผล

2.1.1 แผนภูมิพาเรโต

แผนภูมิพาเรโตเป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับแสดงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยเรียงลำดับปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ที่พบจากมากไปหาน้อย และแสดงขนาดความถี่มากน้อยด้วยกราฟแท่งควบคู่ไปกับการแสดงค่าสะสมของความถี่ด้วยกราฟเส้น ซึ่งแกนนอนของกราฟเป็นประเภทของปัญหาและแกนตั้งเป็นค่าร้อยละของปัญหาที่พบ

แผนภูมิพาเรโตใช้เลือกปัญหาที่จะลงมือทำเพราะปัญหาสำคัญในเรื่องคุณภาพมีอยู่ไม่กี่ประการแต่สร้างข้อบกพร่องด้านคุณภาพจำนวนมาก ส่วนปัญหาปลีกย่อยมีอยู่มากมายแต่ไม่ส่งผลกระทบด้านคุณภาพมากนัก ดังนั้นจึงควรเลือกแก้ไขปัญหาที่สำคัญซึ่งถ้าแก้ไขได้จะลดข้อบกพร่องด้านคุณภาพลงได้มาก สิ่งที่สำคัญในการใช้แผนภูมิพาเรโตคือต้องทำการเก็บข้อมูลให้มีปริมาณสะสมของปัญหาที่ต้องทำการแก้ไขให้ข้อมูลที่จะหามีความแตกต่างกัน แสดงออกมาให้เห็นชัดเจนจึงจะสามารถสรุปปัญหาที่สำคัญได้อย่างถูกต้องเป็นประโยชน์ในการใช้งาน ถ้าทำการเก็บข้อมูลแล้ว ข้อมูลแต่ละสาเหตุหรือแต่ละตัวมีค่าสะสมยังไม่แตกต่างกันชัดเจนแสดงว่าข้อมูลชุดนี้ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้เนื่องจากทุกสาเหตุจะมีค่าใกล้เคียงกันตัวที่มีค่ามากที่สุดอาจจะไม่ใช้ปัญหาที่สำคัญที่สุด เมื่อนำไปทำการแก้ไขจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างแผนภูมิพาเรโตที่แสดงความต่างของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจนจะมีปัญหาที่สำคัญอยู่ 3 ข้อบกพร่องคือลำดับที่ 1 ซับหลังเท่ากับ 62.83% ลำดับที่ 2 หมึกส่วนเกิน 11.89 % และลำดับที่ 3 หมึกถอน 9.66% รวมกันแล้วเท่ากับ 84.38%



ชื่อข้อบกพร่อง	ขับหลัง	หมึกส่วนเกิน	หมึกถอน	สกปรก	หมึกหนา	หมึกกระเด็น	หมึกจางสีพื้น	พิมพ์เคลื่อนสีพื้น
จำนวนข้อบกพร่อง (แผ่น)	475,411	90,013	73,039	13,819	12,017	6,747	4,854	4,679
% ของเสียเทียบกับข้อบกพร่องทั้งหมด	62.83%	11.90%	9.65%	1.83%	1.59%	0.89%	0.64%	0.62%
%ข้อบกพร่องเทียบจำนวนที่ตรวจสอบ	3.19%	0.60%	0.49%	0.09%	0.08%	0.05%	0.03%	0.03%

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโตของธนบัตร 20 บาท

จากกราฟจะแสดงให้เห็นว่า 80% ของปัญหามาจาก 20% ของสาเหตุเท่านั้น ดังนั้นถ้าแก้สาเหตุ 20% นี้ได้ 80% ของปัญหาจะหายไป

2.1.2 ผังแสดงเหตุและผล

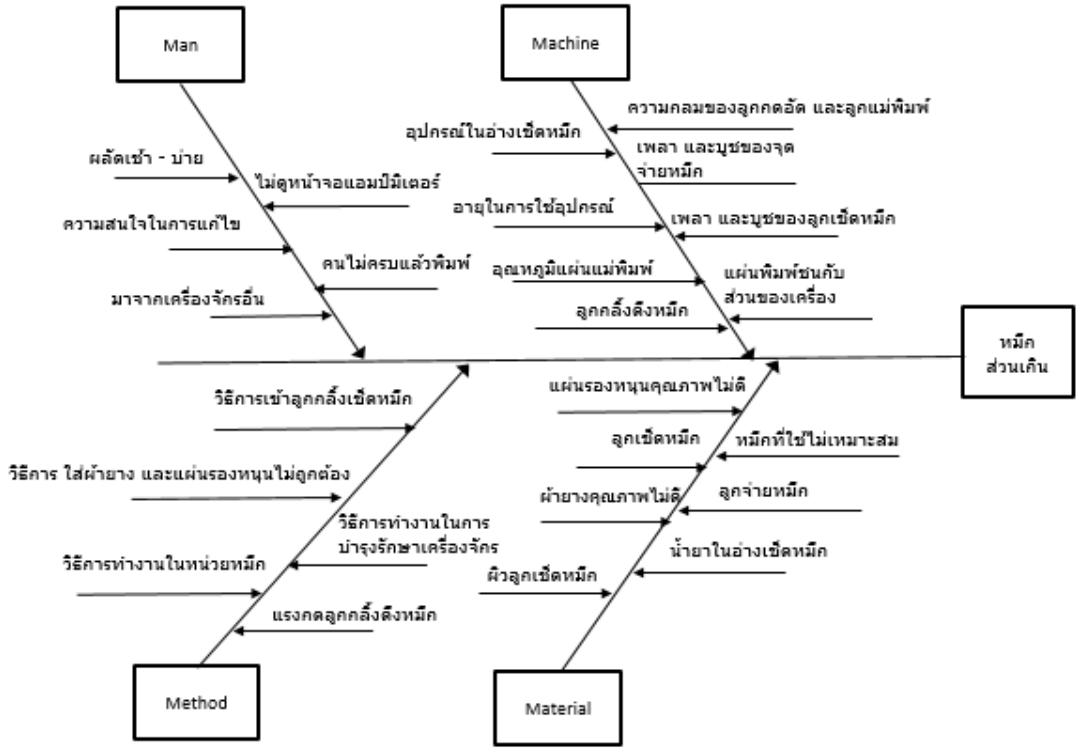
1.ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fishbone Diagram) บางครั้งเรียกว่า Ishikawa Diagram ซึ่งเรียกตามชื่อของ Dr.Kaoru Ishikawa ผู้ซึ่งเริ่มนำผังนี้มาใช้ในปี ค.ศ. 1953 เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดผังก้างปลาหรือง่ายๆก็คือหัวปลาที่เขียนนั้นก็คือผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ส่วนก้างแต่ละก้างนั้นก็คือเหตุที่ทำให้เกิดผลนั้น โดยในส่วนของการผลิตนั้นมักจะใช้ 4M นั่นก็คือ Man Machine Method Material และในปัจจุบันนั้นได้มีการเพิ่ม M ที่ 5 ก็คือ Money อีกด้วย จะยกตัวอย่างให้เห็นกันชัดเจนมากขึ้น เช่น หัวปลาคือไลน์การผลิตหยุดสาเหตุเกิดจาก

Man -คนขาดประสิทธิภาพ ความเชี่ยวชาญในการทำงานจะต้องทำการถามต่อด้วย Why-Why Analysis ว่าทำไมคนถึงทำงานไม่มีประสิทธิภาพ อาจจะเกิดจากแรงจูงใจต่ำ ขาดการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง พนักงานลาออกบ่อยเป็นต้น

Machine-เครื่องจักรทำงานช้า ติดขัด เสียบ่อย ต้องถามต่อว่าทำไมเสียบ่อย อาจจะเป็นเพราะขาดการบำรุงรักษาทั้งในเชิงป้องกันและบำรุงรักษาเป็นต้น

Method-วิธีการไม่ดีอาจจะเกิดจากทำงานซ้ำบ่อยๆ และซ่อมบ่อยเพราะฉะนั้นทางแก้ไขอาจจะใช้เทคนิคทาง IE. หรือวิศวกรรมอุตสาหการเข้ามาช่วยรวมทั้งการศึกษา Time and Motion study และ Ergonomic ที่เน้นทางด้านการศึกษาความเหมาะสมทางกายภาพของมนุษย์ต่อการทำงานให้เหมาะสม

Material-วัสดุ ชิ้นส่วน ที่ใช้ในการผลิตซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญของผลิตภัณฑ์เป็นที่แน่นอนว่าชิ้นส่วนประกอบที่ไม่ดีย่อมทำให้ผลิตภัณฑ์มีปัญหาอย่างแน่นอน หลักการเบื้องต้นของผังแสดงเหตุและผลคือการใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลัง จากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อยซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก3- 6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลาทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีกถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4 - 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้วจะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมดที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ตัวอย่างของการระดมสมองโดยใช้แผนภาพก้างปลาแสดงตามรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนผังก้างปลาของสาเหตุที่ทำให้เกิดหมึกส่วนเกิน

2.2 เทคนิค FMEA

ได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีต่างๆ จากตำรา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญดังต่อไปนี้

2.2.1 ทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

ความหมายของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบได้รับการพัฒนาครั้งแรกสำหรับหน่วยงานอากาศยานทางทหารของสหรัฐอเมริกา(ได้แก่กองทัพอากาศ กองทัพเรือ องค์การ NASA) ตั้งแต่

ทศวรรษที่ 1950 จากนั้นได้มีการขยายไปวิธีการ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบไปยังบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ชั้นนำของโลก ได้แก่ Ford motor , GM และ Chrysler หรือที่รู้จักกันดีว่า BIG THREE (Big 3) โดยเป็นข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ QS-9000 และในปัจจุบันนี้วิธีการ FMEA ก็ได้กลายมาเป็นข้อกำหนดพื้นฐานของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ผู้ผลิตรถยนต์ทุกค่ายทุกยี่ห้อ หรือแม้แต่ผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ต้องปฏิบัติตามภายใต้ระบบคุณภาพ QS9000 ISO/TS-16949

อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ FMEAในประเทศไทยยังคงจำกัดอยู่ในอุตสาหกรรมยานยนต์และอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนใหญ่ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบตามความหมายของ AIAG (Automotive Industry Action Group, 2001) คือกลุ่มของกิจกรรมเชิงระบบประการหนึ่งที่มีจุดมุ่ง หมาย

1) รับรู้และประเมินถึงแนวโน้มของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์/กระบวนการหนึ่งและผลกระทบ (Effect) จากข้อบกพร่องดังกล่าว

2) การบ่งชี้ถึงการปฏิบัติการที่สามารถกำจัดทิ้งหรือลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง

3) การดำเนินการจัดทำกระบวนการทั้งหมดในรูปเอกสารวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบจะมุ่งเน้นที่การชี้ให้เห็นถึงคุณลักษณะของความเสียหายหรือสาเหตุที่จะนำไปสู่ความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการออกแบบ การผลิตหรือการบริการ จากนั้นจึงจะทำการวิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และสุดท้ายก็เพื่อการนำไปสู่การหาวิธีป้องกันการเกิดความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นโดยทั่วไปวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบได้รับการจำแนกตามวัตถุประสงค์ในการใช้งานเช่น AIAG (2001) และ Philip Semiconductor (1995) จำแนกได้เป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 ประเภท คือการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับการออกแบบและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สำหรับกระบวนการ ในขณะที่ Seagate (1996) ได้จำแนกเป็น 4 ประเภท คือ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สำหรับระบบ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สำหรับการออกแบบ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการผลิต และ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สำหรับการส่งมอบ แต่ไม่ว่า การวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบ จะได้รับการแบ่งออกเป็นกี่ประเภทตามลักษณะของกระบวนการที่ใช้ประยุกต์ก็ตาม แต่ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ทุกประเภทล้วนแต่เน้นที่การออกแบบทั้งสิ้น การอุตสาหกรรมยานยนต์(2001) ได้นิยามไว้ว่า การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับการออกแบบและกระบวนการ หมายถึงเทคนิคเชิงวิเคราะห์หนึ่งที่ใช้โดยวิศวกรหรือทีมงานที่รับผิดชอบด้านการออกแบบหรือวิศวกร หรือทีมงานที่รับผิดชอบด้านการผลิต/สายงานประกอบ (สำหรับ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ กระบวนการ) สำหรับวิธีการในการ

สร้างความมั่นใจว่าแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องตลอดจนสาเหตุ และกลไกที่เกี่ยวข้องต่างๆ ได้รับการพิจารณาและระบุแล้วโดยการดำเนินการด้านการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ นี้ควรได้รับการดำเนินการในขั้นตอนของการออกแบบหรือการวางแผนกระบวนการผลิต

ในการประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบนี้จะเป็นประโยชน์หลายประการด้วยกัน

1) ช่วยในการประเมินผลของแบบที่ได้จากการออกแบบทั้งความต้องการด้านหน้าที่และทางเลือกในการออกแบบ

2) การประเมินการออกแบบเพื่อการผลิตเบื้องต้น

3) ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพ ความไว้วางใจตลอดจนความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ

4) ช่วยในการลดต้นทุนที่ซ่อนเร้นของกระบวนการผลิต ทำให้องค์กรสามารถเพิ่มอำนาจในการแข่งขันทางธุรกิจระยะยาวได้ดี

5) ช่วยเพิ่มความมั่นใจและความพอใจให้แก่ลูกค้า

6) ช่วยในการลดต้นทุนและเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งมีผลทำให้สามารถวางตลาดผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

7) ช่วยในกระบวนการป้องกันข้อบกพร่อง

8) ช่วยเพิ่มศักยภาพด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้านให้แก่คณะทำงาน การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ในระหว่างการดำเนินการ ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

9) ช่วยในการกำหนดถึงลำดับความสำคัญก่อนหลังของกิจกรรมการปรับปรุงคุณภาพโดยผ่านตัวเลขวิเคราะห์ความเสี่ยง

10) ช่วยในการบ่งชี้ถึงความผิดพลาด ที่อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆของการออกแบบและกระบวนการ และกำหนดแนวทางในการป้องกันต่อไป

11) ช่วยในกระบวนการบ่งชี้ปัจจัยที่คาดว่าจะเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาเพื่อดำเนินพิสูจน์และแก้ไขต่อไป โดยลักษณะดังกล่าวนี้จะมีความสำคัญมากในกระบวนการของ Six Sigma

12) ช่วยในการบ่งชี้ถึงวิธีการวินิจฉัยการออกแบบและกระบวนการ

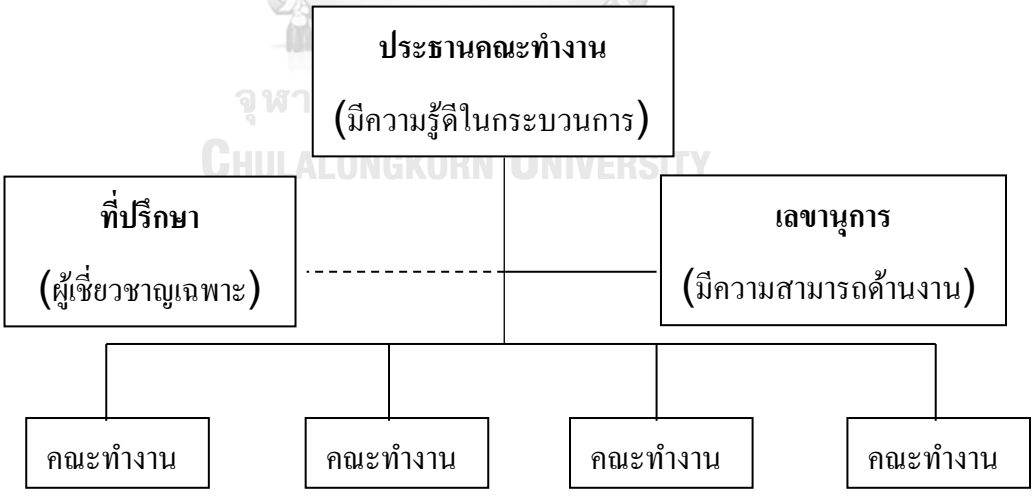
2.2.3 แนวความคิดของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

ในการดำเนินการ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบให้มีประสิทธิผลมากที่สุดนั้นจะต้องมีการดำเนินการตามแนวคิดพื้นฐาน 3 ประการ คือ

1) การดำเนินการโดยคณะทำงาน

การดำเนินงาน การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบจะต้องอยู่บนพื้นฐานของกลุ่มคณะทำงานที่ประกอบด้วยบุคลากรที่เกี่ยวข้อง โดยคณะทำงานที่ดีประกอบด้วยบุคลากรประมาณ 6 - 8 คนที่อยู่ในระดับจัดการและมีความรู้อย่างดีในด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้าน โดยประธานคณะทำงานควรมีคุณสมบัติเพิ่มเติมอีกประการหนึ่งคือ ความเข้าใจอย่างดีในกระบวนการแก้ปัญหาและคณะทำงานที่ดีควรมีสมาชิกในลักษณะแบบข้ามสายงาน ซึ่งควรประกอบด้วยฝ่ายพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายประกันคุณภาพ ฝ่ายผลิต ฝ่ายทดสอบ รวมทั้งฝ่ายตลาด (ถ้าจำเป็น)โดยการทำงานในรูปแบบคณะทำงานควรอยู่ในลักษณะการทวีประโยชน์ ร่วมกัน คือ ความพยายามให้สมาชิกคนหนึ่งเรียนรู้เทคนิคโนว์ฮาวและเทคโนโลยีเฉพาะด้านจากสมาชิกคนอื่นๆ

องค์ประกอบด้านคุณสมบัติเฉพาะบุคคลของสมาชิกนั้น สมาชิกที่ดีจะต้องเป็นบุคคลที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้านที่ดี มีสำนึกที่ดีต่อการปรับปรุงคุณภาพ รับฟังความคิดเห็นผู้อื่นได้ดี และเป็นผู้ที่มีความรู้สึกร่วม ในการทำงาน สำหรับองค์ประกอบด้านการบริหารคณะทำงานนั้น คณะทำงานจะต้องมีการกำหนดวัน เวลาในการประชุมที่แน่นอนไว้ล่วงหน้าพร้อมทั้งกำหนดถึงภารกิจของคณะทำงานให้ชัดเจน รวมทั้งบทบาทและความรับผิดชอบในการดำเนินงานแบบคณะทำงาน ซึ่งโดยทั่วไปควรจะกำหนดบทบาทในฐานะประธานคณะทำงาน 1 คน เลขานุการ 1 คน และที่เหลือเป็นคณะทำงาน ทั้งนี้คณะทำงานอาจมีการแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเป็นบริการ หรือที่ปรึกษาก็ได้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างคณะทำงาน การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

2) การวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ

แนวความคิดสำคัญประการที่สองของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบคือ การวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ โดยเริ่มจากการกำหนดกระบวนการที่ต้องการศึกษา แล้วทำการบ่งชี้ถึงหน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ โดยให้วิเคราะห์ว่ามีอะไรที่จะทำให้หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการดังกล่าวไม่ได้รับการตอบสนอง ซึ่งผลดังกล่าวจะหมายถึงข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และจะเรียกลักษณะของข้อบกพร่องนี้ว่าลักษณะของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ นอกจากนี้จะต้องพิจารณาถึงแนวคิดในการทำงานของกระบวนการ เพื่อการกำหนดถึงสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ที่ทำให้เกิดลักษณะของข้อบกพร่อง รวมถึงการบ่งชี้ถึงลูกค้าของกระบวนการ โดยลูกค้าในที่นี้จะหมายถึงกระบวนการท้ายน้ำจนถึงผู้ใช้รายสุดท้าย และจากลูกค้าที่กำหนดนี้เองจะทำให้ทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้าเนื่องจากลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเมื่อทำการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการเพื่อกำหนดลักษณะข้อบกพร่อง และได้กำหนดถึงสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นแล้วผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยง โดยอาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความเสี่ยงคือ RPN = S x O x D

โดย S = ความรุนแรงที่พิจารณาจากผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้า

O = โอกาสที่เกิดขึ้นของลักษณะข้อบกพร่องที่การพิจารณาจากความเป็นไปได้ ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่อง

D = ความสามารถในการตรวจจับที่พิจารณาได้จากคุณสมบัติ

ด้านความสามารถของระบบการควบคุมที่ใช้ในปัจจุบันหลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องแต่ละตัว แล้วจะพิจารณาว่าลักษณะข้อบกพร่องใดที่มีค่าความเสี่ยงมากๆ ค่าลำดับของความเสี่ยงซึ่งมีจำนวนไม่มากนักมาทำการกำหนดโครงการแก้ไขเพื่อลดค่าความเสี่ยงต่อไปในการพิจารณาเพื่อเลือกลักษณะข้อบกพร่องมาทำการแก้ไขนี้ จะเริ่มจากการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมาก (คือ 10 หรือ 9) โดยไม่สนใจค่าลำดับก่อนหลังของความเสี่ยง ว่าจะมีค่ามากน้อยเพียงไร ซึ่งค่าความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องนี้ทำให้ผู้วิเคราะห์ต้องให้ความสนใจต่อการแก้ไขและการป้องกันกระบวนการที่พิจารณาใหม่รวมถึงการลดความรุนแรงลงจากนั้นจึงทำการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่าลำดับความเสี่ยงสูง เพื่อนำมาแก้ไข และในกรณีที่ลักษณะข้อบกพร่องมีคะแนนค่าลำดับความเสี่ยงสูงและ S เท่ากัน ให้พิจารณาเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่องมากกว่ามาดำเนินการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) การดำเนินการโดยเน้นการปรับปรุงไม่สิ้นสุด

แนวความคิดที่สำคัญประการสุดท้ายของการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบคือ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่สิ้นสุด ดังนั้นเอกสารเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบจะต้องได้รับการทบทวนซึ่งทำให้เอกสารอยู่ในลักษณะของเอกสารที่มีชีวิตคือ การปรับปรุงเพื่อให้ระบบโตขึ้นเรื่อยๆได้แนะนำถึงขอบเขตหรือจุดเน้นของ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบไว้ 3 กรณีด้วยกันคือ

3.1) กรณีที่เป็นการออกแบบใหม่ เทคโนโลยีใหม่หรือกระบวนการใหม่ ขอบเขตการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบจะครอบคลุมถึงกระบวนการได้มาซึ่งแบบที่สมบูรณ์ เทคโนโลยีที่สมบูรณ์ ตลอดจนกระบวนการที่สมบูรณ์

3.2) กรณีที่ต้องการปรับแต่งกระบวนการหรือแบบที่ใช้อยู่แล้ว ขอบเขต การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบควรจะมุ่งเน้นไปที่การปรับแต่งแบบ หรือกระบวนการตลอดจนผลกระทบข้างเคียงที่อาจจะเกิดขึ้นจากการปรับแต่งดังกล่าว

3.3) กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ตำแหน่งหรือการใช้งานกระบวนการหรือแบบที่มีใช้อยู่แล้วโดยในกรณีนี้จะถือว่ามีการใช้การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับแบบหรือกระบวนการที่มีอยู่แล้ว ขอบเขตของ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบจะครอบคลุมถึงผลกระทบของสิ่งแวดล้อม และตำแหน่งใหม่ที่มีต่อแบบหรือกระบวนการที่มีอยู่แล้ว

2.2.4 ขั้นตอนการจัดทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตมีดังต่อไปนี้ในการดำเนินงานการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดต้องดำเนินการภายใต้รูปแบบคณะทำงานหรือทีมที่เวลาเริ่มต้นที่เร็วที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ โดยมีขั้นตอนทั่วไปในการจัดทำ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบดังนี้

1) การกำหนดกลยุทธ์ในการจัดทำ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

เนื่องจากการจัดทำ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบมีรายละเอียดค่อนข้างมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สำหรับทุกๆกระบวนการในการผลิตส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์จึงเป็นสิ่งที่เกือบจะเป็นไปไม่ได้เลยเพราะต้องใช้เวลาในการจัดทำค่อนข้างมาก จึงมีความจำเป็นต้องเลือกกระบวนการบางกระบวนการขึ้นมาวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ควรจะพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1.1) มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีใหม่

1.2) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ได้รับการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมค่อนข้างมาก

1.3) มีปัญหาของกระบวนการเกิดขึ้นอย่างเรื้อรัง

1.4) มีการควบคุมการทำงานของพนักงานปฏิบัติงานค่อนข้างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5) มีความผันแปรค่อนข้างสูงโดยไม่ทราบสาเหตุจากแหล่งใด

2) การทบทวนกระบวนการ

ในขั้นตอนนี้คณะทำงาน การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ จะต้องทำความเข้าใจกับกระบวนการที่ได้รับเลือกไว้ในขั้นตอนที่ 1 โดยการทำความเข้าใจนี้ควรเริ่มต้นจากการทำกระบวนการให้อยู่ในรูปของแผนภาพ หรือแผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการ และจากแผนภูมินี้เองจะทำให้ทราบถึงกระบวนการผลิตในทุกขั้นตอนในการทบทวนกระบวนการนี้ สมาชิกในคณะทำงานทุกคนควรจะศึกษาเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่แนวความคิดในการทำงานของกระบวนการซึ่งการศึกษานี้ควรอยู่ภายใต้หลักการ 3 จริง คือไปยังสถานที่จริงเพื่อสังเกตจริงภายใต้สภาพแวดล้อมจริง เพื่อค้นหาสภาวะผิดปกติทั้งนี้ มีความจำเป็นที่ผู้สังเกตจะต้องเข้าใจถึงสภาวะที่ควรจะเป็นของกระบวนการโดยอาศัยหลักการทางทฤษฎี และกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยอาจเรียกรวมหลักการนี้ว่า หลักการ 5G

3) การระดมสมองค้นหาแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง

ในการระดมสมองนี้มีความจำเป็นต้องตรวจสอบถึงความเข้าใจก่อนว่าสมาชิกในกลุ่มคณะทำงานมีความเข้าใจในหน้าที่และแนวความคิดในการทำงานของกระบวนการแล้วหรือยังเพื่อกำหนดถึงแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องซึ่งการดำเนินการนี้ควรให้สมาชิกทุกคนในคณะทำงานมีอิสระในการใช้ความคิดผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการ เพื่อกำหนดแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง

4) การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ

ในขั้นตอนนี้ให้ทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ โดยเริ่มจากการพิจารณาถึงลูกค้าที่หมายถึงกระบวนการถัดไปจนกระทั่งถึงผู้ใช้สุดท้ายแล้วพิจารณาว่าข้อบกพร่องดังกล่าวมีผลกระทบประการใดต่อลูกค้า โดยลูกค้าที่เป็นกระบวนการถัดไปจะพิจารณาจากผลกระทบต่อความสามารถในการนำผลิตภัณฑ์จากกระบวนการที่พิจารณาไปทำการผลิตต่อ สำหรับลูกค้าที่เป็นผู้ใช้สุดท้ายจะพิจารณาจากผลกระทบต่อประโยชน์ใช้สอยที่ลดลงที่ลูกค้าพึงได้รับจากผลิตภัณฑ์ และความรุนแรง (S) จากผลกระทบที่พิจารณานี้จะได้รับการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลูกค้าหรือเปลี่ยนแปลงการใช้งานเท่านั้นจากนั้นให้พิจารณาถึงสาเหตุการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณา โดยสาเหตุจะต้องมาจากการพิจารณาแนวความคิดในการทำงานของกระบวนการ และเมื่อทราบสาเหตุแล้วจะพิจารณาความเสี่ยงโดยประเมินถึงโอกาสการเกิด (O)

เมื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบและสาเหตุแล้ว ในลำดับสุดท้ายของขั้นตอนนี้จะพิจารณาถึงระบบการควบคุมกระบวนการที่ใช้ในปัจจุบันเพื่อพิจารณาว่ากระบวนการทวนสอบทางวิศวกรรมหรือระบบควบคุมที่ใช้ในปัจจุบันมีความสามารถในการลักษณะข้อบกพร่องก่อนที่จะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกิดขึ้น หรือเมื่อเกิดขึ้นแล้วแต่มีความสามรถในการบ่งชี้ข้อบกพร่องก่อนส่งผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าได้ดีเพียงไรและจะพิจารณาความเสี่ยงโดยประเมินถึงความสามารถในการตรวจจับ (D) ของระบบ โดยผลการประเมินนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อได้รับการเปลี่ยนแปลงทวนสอบทางวิศวกรรมหรือระบบควบคุมกระบวนการที่ใช้ในปัจจุบันเท่านั้น

5) การประเมินตัวเลขแสดงความเสี่ยง

ทำการประเมินความเสี่ยงหลังจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการแล้วโดยพิจารณาจากองค์ประกอบสามประการ คือ ความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่อง (S)โอกาสในการเกิดสาเหตุ (O) และความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง (D) ค่าลำดับความเสี่ยงหมายถึงตัวเลขแสดงลำดับของความเสี่ยง เนื่องจากการให้คะแนนลำดับความเสี่ยงจะเป็นการให้คะแนนจากการประเมินที่กำหนดไว้ล่วงหน้า จึงมีความจำเป็นต้องทำการทบทวนผลการให้คะแนนลำดับความเสี่ยง ดังกล่าวโดยอาศัยหลักการพาเรโตที่กำหนดให้ลักษณะข้อบกพร่องที่มีความสำคัญจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย และลักษณะข้อบกพร่องที่มีความสำคัญเล็กน้อยจะมีจำนวนมาก ซึ่งถ้าผลทวนสอบโดยใช้แผนภาพพาเรโตมิได้เป็นไปตามหลักการดังกล่าวนี้จะมีความจำเป็นต้องทำการทบทวนการให้คะแนนประเมินความเสี่ยงใหม่

6) การกำหนดมาตรการตอบโต้เพื่อลดความเสี่ยง

ภายหลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงแล้วให้ทำการเลือกข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงและหรือความเสี่ยงมากขึ้นมาพิจารณากำหนดมาตรการตอบโต้ โดยการกำหนดมาตรการ ตอบโต้นี้ควรมาจากพื้นฐานของเทคโนโลยีเฉพาะด้าน และเมื่อกำหนดมาตรการตอบโต้แล้วให้ดำเนินการปฏิบัติการ โดยการดำเนินการให้อยู่ในรูปแบบคณะทำงานที่มีการมอบหมายอย่างเป็นทางการสำหรับในกรณีที่มีความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องสูงมาก อาจจะกำหนดมาตรการเบื้องต้นโดยการลดความรุนแรงลงก่อนที่จะดำเนินการกับสาเหตุรากเหง้าต่อไป

7) การประเมินผลความเสี่ยงภายหลังการปฏิบัติการตอบโต้

หลังจากมีการใช้มาตรการตอบโต้แล้ว ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยงในรูปค่าคะแนนลำดับความเสี่ยง โดยอาศัยกฎเกณฑ์เดิมอีกครั้งเพื่อพิจารณาว่าความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาได้ลดลงหรือไม่ และถ้าไม่ตรงตามที่กำหนดไว้แต่แรกให้พิจารณาว่ามีสาเหตุมาจากประเด็นใดเพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป

8) การติดตามผลและจัดทำมาตรฐาน

ในขั้นตอนสุดท้ายของการดำเนินการ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในรอบแรกจะได้จากการติดตามผลเพื่อสร้างความมั่นใจว่ามาตรการตอบโต้ที่กำหนดไว้ ได้รับการนำไปปฏิบัติใช้อย่างมีประสิทธิผลหรือไม่ และถ้ามีประสิทธิผลดีแล้วก็ควรจะดำเนินการจัดทำเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มาตรฐานต่อไปเมื่อมีการนำมาตรการตอบโต้ไปใช้และควบคุมอย่างได้ผลดีแล้ว ก็ควรจะดำเนินการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ อีกเพื่อพยายามในการลดค่าความเสี่ยงลงอย่างต่อเนื่องขั้นตอนการสร้าง การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สำหรับกระบวนการในการสร้าง การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สำหรับกระบวนการควรเริ่มต้นจาก การสร้างแผนภูมิแสดงการไหลเพื่อแสดงแนวคิดของกระบวนการ โดยแผนภูมิดังกล่าวควรบ่งชี้ถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่สอดคล้องกันของแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติการ

2.2.5 การสร้าง การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สำหรับกระบวนการจะดำเนินการตามลำดับดังนี้

1) หมายเลข การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ให้ใส่หมายเลขเอกสารสำหรับการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ลงไปเพื่อประโยชน์ในการสอบกลับได้

2) ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ ให้ใส่ชื่อและจำนวนของระบบ ระบบย่อย หรือชิ้นส่วนประกอบสำหรับกระบวนการที่จะทำการวิเคราะห์

3) ผู้รับผิดชอบกระบวนการ ให้ใส่ชื่อผู้ผลิตฝ่ายงานและกลุ่มงานลงไป ทั้งนี้อาจจะรวมถึงชื่อผู้ส่งมอบ

4) ผู้จัดทำ ให้ใส่ชื่อของผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดเตรียมการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ พร้อมทั้งหมายเลขโทรศัพท์ และชื่อของบริษัทที่สังกัด

5) ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ ให้ใส่ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ (ปี พ.ศ. หรือโปรแกรม) ที่จะใช้และ/หรือได้รับผลกระทบจากการออกแบบและกระบวนการที่จะทำการวิเคราะห์

6) วันสำคัญให้ใส่วัน เดือน ปี ที่ควรกำหนดเสร็จสิ้นซึ่งไม่ควรจะเกินกำหนดวันเริ่มต้นทำการผลิต แต่ถ้าเป็นกรณีที่มีการจัดทำ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ โดยผู้ส่งมอบ วันเดือนปีที่เสร็จสิ้นไม่ควรเกินกำหนดวันที่จะต้องทำการส่ง PPAP (Production Part Approval Process)

7) วัน เดือน ปี สำหรับ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบให้ใส่วัน เดือน ปี ที่เริ่มต้นจัดทำ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ และ วันเดือน ปีที่ทบทวนการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ครั้งล่าสุด

8) คณะทำงาน ให้ใส่ชื่อบุคคลที่รับผิดชอบรวมทั้งฝ่ายงานที่มีอำนาจในการบ่งชี้และ/หรือดำเนินงาน

9) หน้าที่/ความต้องการของกระบวนการ ให้ใช้คำอธิบายอย่างง่ายเกี่ยวกับกระบวนการหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่ได้รับการวิเคราะห์ (เป็นต้นว่า การกลึง การเจาะ การเชื่อมประสาน การประกอบ การลงทะเบียน การบันทึก ฯลฯ) และให้ใส่หมายเลขของกระบวนการหรือขั้นตอนการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปฏิบัติลงไปด้วยในกรณีนี้คณะทำงาน การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบควรมีการทบทวนถึงสมรรถนะ วัตถุดิบกระบวนการ สิ่งแวดล้อม และมาตรฐานด้านความปลอดภัยโดยทั่วไปแล้วควรจะอธิบายอย่างกระชับที่สุดเท่าที่จะทำได้ถึงวัตถุประสงค์ของกระบวนการ หรือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ได้รับการวิเคราะห์รวมถึงสารสนเทศเกี่ยวกับแบบ (ตัววัด/ค่าที่ประมาณ) ของระบบ ระบบย่อยหรือชิ้นส่วนประกอบ และในกรณีที่กระบวนการประกอบด้วยขั้นตอนการปฏิบัติงานจำนวนมาก (เช่น สายงานการประกอบ) ที่มีแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องที่แตกต่างกันแล้ว ก็อาจจะแยกพิจารณากันได้

10) แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องจากความหมายของข้อบกพร่อง และลักษณะข้อบกพร่องที่หมายถึง ลักษณะทางกายภาพที่กระบวนการจะไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามที่ออกแบบไว้หรือกำหนดความต้องการไว้ โดยลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณานี้อาจจะเป็นสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องของกระบวนการและอาจเป็นผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่องของกระบวนการในการวิเคราะห์แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องสำหรับกระบวนการที่พิจารณานี้ ให้กำหนดภายใต้ข้อสมมติที่ว่า ชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบที่นำเข้ามาจากกระบวนการก่อนหน้ามีความถูกต้องเสมอ เพื่อจะได้พิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่แท้จริงของกระบวนการที่พิจารณาได้ ยกเว้นในกรณีที่คณะทำงาน การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ มีข้อมูลในอดีตที่แสดงถึงความไร้ประสิทธิภาพของวัตถุดิบนำเข้า

โดยทั่วไปแล้ว สามารถจำแนกข้อบกพร่องของกระบวนการออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

1) การตรวจสอบวัตถุดิบ
- เหตุผลที่ชิ้นงานได้รับการปฏิเสธ

2) การผลิต
- คุณลักษณะที่ตรวจสอบด้วยตาเปล่า
- คุณลักษณะที่สามารถวัดได้
- คุณลักษณะของแบบ

3) การประกอบครบถ้วน
- ใช้ชิ้นส่วนประกอบที่ไม่ถูกต้อง หรือทำการประกอบชิ้นส่วนไม่ครบถ้วน

4) การทดสอบและ/หรือการตรวจสอบ
- การยอมรับผลิตภัณฑ์บกพร่อง/การปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ดี

11) แนวโน้มของผลจากข้อบกพร่อง ในช่องแบบฟอร์ม การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ให้แสดงแนวโน้มของผลจากข้อบกพร่องที่มีความหมายว่าผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่กระทบกับลูกค้า โดยผลกระทบดังกล่าวอาจจะอยู่ในรูปของสิ่งที่ลูกค้าสังเกตเห็นหรือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สิ่งที่ลูกค้าเคยมีประสบการณ์มาก่อนคำว่า “ลูกค้า” หมายถึง ลูกค้าภายใน (กระบวนการถัดไป รวมถึงกระบวนการอื่นๆ) จนถึงลูกค้าภายนอก (ผู้แทนจำหน่าย ยี่ปั๊ว ผู้จัดส่ง ผู้ใช้ขั้นสุดท้ายและสังคม)

12) ความรุนแรงของผลกระทบในช่องนี้จะวิเคราะห์ถึงความรุนแรงของแนวโน้มของผลกระทบจากข้อบกพร่องที่กำหนดในช่อง (11) โดยความรุนแรงจะหมายถึงขนาดของความรุนแรงของผลกระทบและความรุนแรงนี้จะเป็นลักษณะเชิงสัมพัทธ์ภายใต้ขอบเขตของแต่ละการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ และในการลดความรุนแรงของผลกระทบนี้จะได้มาจากการออกแบบใหม่สำหรับระบบหรือกระบวนการเท่านั้นในการประเมินความรุนแรง คณะทำงานการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ควรจะกำหนดกฎเกณฑ์สำหรับการประเมินผลก่อนเสมอ โดยทั่วไปอาจจะใช้สเกล 1-10 (อาจจะใช้สเกล 1-4, 1-25 หรือ 1-100 ก็ได้โดยความสนใจถึงความสามารถในการแยกความแตกต่างของสเกลที่ใช้ได้) และควรกำหนดให้ความรุนแรงที่สูงที่สุด (อาจจะหมายถึง ความมีอันตรายของลูกค้า) ได้คะแนนสูงที่สุด และให้ความรุนแรงที่ต่ำที่สุด (อาจจะหมายถึง ผลกระทบที่ลูกค้าไม่ได้ให้ความสนใจหรือไม่สามารถสังเกตได้) ได้คะแนนต่ำที่สุด และถ้าผลกระทบใดได้คะแนนต่ำที่สุดแล้วก็จะทำการตัดผลกระทบดังกล่าวออกจากการพิจารณาต่อไป

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการให้คะแนนความรุนแรงของผลกระทบ โดยเกณฑ์ดังกล่าวจะพิจารณาลูกค้าภายนอกที่เป็นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ก่อนเป็นลำดับแรก จากนั้นจึงพิจารณาถึงกระบวนการภายใน และกรณีที่ผลกระทบเกิดขึ้นทั้งลูกค้าภายนอกและลูกค้าภายใน ให้ใช้คะแนนจากความรุนแรงที่สูงกว่าจากการประเมินในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

13) การจำแนกประเภท ช่องนี้อาจจะได้รับการใช้ในการจำแนกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการพิเศษ (เช่น คุณลักษณะวิกฤต สำคัญมาก สำคัญ มีนัยสำคัญ)

14) แนวโน้มของสาเหตุ/กลไกของข้อบกพร่องในช่องนี้ผู้วิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบ จะต้องค้นหาสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องมาใส่ลงไป สาเหตุของข่อบกพร่อง หมายถึงวิธีการที่ข้อบกพร่องจะเกิดขึ้นโดยอธิบายในรูปของสิ่งที่จะได้รับการแก้ไขหรือสามารถได้รับการควบคุมได้ในการค้นหาสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องต้องพยายามค้นหาให้ทราบถึงสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยสาเหตุบางสาเหตุจะมีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องโดยตรง (ถ้าหากควบคุมสาเหตุดังกล่าวได้ ก็จะไม่เกิดลักษณะข้อบกพร่องอีก) ก็จะทำให้การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สมบูรณ์มากการอธิบายเกี่ยวกับสาเหตุต้องใช้คำพูดที่แสดงกลไกการเกิดลักษณะข้อบกพร่อง เช่น เครื่องมือสึกหรอ ใส่ชิ้นงานผิด โปรแกรมไม่ถูกต้อง แรงบิด

ไม่ถูกต้อง กระบวนการความร้อน(เวลา อุณหภูมิ) ไม่ถูกต้องฯลฯ โดยพยายามหลีกเลี่ยงคำพูดที่คลุมเครือ เช่น ความผิดพลาดของพนักงาน วัตถุดิบไม่ดี เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ (การอุตสาหกรรมยานยนต์, 2001)

ผลกระทบจาก ข้อบกพร่อง	ความรุนแรงของผลกระทบที่ต่อผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	ความรุนแรงของผลที่มีต่อกระบวนการภายใน	คะแนน
เกิดอันตรายโดยไม่มีการแจ้งเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตรายต่อพนักงาน (หรือเครื่องจักร) โดยไม่การเตือนล่วงหน้า	10
เกิดอันตรายโดยมีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยมีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตรายต่อพนักงาน (หรือเครื่องจักร) โดยมีการเตือนล่วงหน้า	9
ผลกระทบสูงมาก	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากสูญเสียหน้าที่หลัก	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจต้องถูกทำลายหรือส่งเข้าซ่อมแซมบำรุงโดยใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง	8
ผลกระทบสูง	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้แต่ระดับสมรรถนะลดลงจนทำให้ลูกค้าไม่พอใจมาก	อาจมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบคัดเลือก และผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%) อาจถูกทำลายหรือถูกซ่อมแซมบำรุงระหว่างครึ่งถึงหนึ่งชั่วโมง	7
ผลกระทบปานกลาง	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้แต่ขาดความสะดวกสบาย และลูกค้าไม่พอใจ	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%) อาจถูกทำลายหรือถูกซ่อมแซมที แผนกซ่อมบำรุงต่ำกว่าครึ่งชั่วโมง	6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ (การอุตสาหกรรมยานยนต์, 2001) (ต่อ)

ผลกระทบจากข้อบกพร่อง	ความรุนแรงของผลกระทบที่ต่อผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	ความรุนแรงของผลที่มีต่อกระบวนการภายใน	คะแนน
ผลกระทบต่ำ	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ด้วยความสะดวกสบายแต่ ระดับสมรรถนะลดลง	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจได้รับการ นำกลับมาซ่อมแซมหรือได้รับการซ่อมแซมนอกสายการผลิตที่ฝ่ายผลิต	5
ผลกระทบต่ำมาก	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีมากนัก ลูกค้าส่วนใหญ่ (> 75%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	ผลิตภัณฑ์อาจได้รับการตรวจสอบแบบคัดเลือก โดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูกทำลาย แต่มีผลิตภัณฑ์ (ต่ำกว่า 100%) อาจจะได้รับการการนำกลับมาซ่อม	4
ผลกระทบเล็กน้อย	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก ลูกค้าส่วนน้อย (> 50%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	มีผลิตภัณฑ์บางส่วน ที่มีจำนวนต่ำกว่า 100% อาจได้รับการนำกลับมาซ่อมแซมในสายการผลิต ที่จุดปฏิบัติงานโดยไม่ถูกทำลาย	3
เกือบไม่มีผลกระทบ	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก ลูกค้าส่วนน้อย (> 25 %) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	มีผลิตภัณฑ์บางส่วน ที่มีจำนวนต่ำกว่า 100% อาจได้รับการได้รับการซ่อมแซมในสายการผลิต ที่จุดปฏิบัติงานโดยไม่ถูกทำลาย	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้	อาจมีความไม่สะดวกสบายเล็กน้อยต่อการปฏิบัติงานหรือตัวพนักงานหรือไม่มีผลกระทบใดๆ	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

15) โอกาสเกิดขึ้น (O) โอกาสการเกิดขึ้น หมายถึงความเป็นไปได้ของสาเหตุ หรือกลไกเฉพาะหนึ่งจะเกิดขึ้น ดังนั้น อันดับของความเป็นไปได้ในการเกิด จึงมีความหมายเชิงสัมพัทธ์มากกว่าตัวเลขสัมบูรณ์ และการลดโอกาสการเกิดขึ้นนี้จะต้องได้มาจากการป้องกันหรือการควบคุมสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงแบบหรือกระบวนการเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 2.2

16) การควบคุมในปัจจุบัน การควบคุมกระบวนการคือลักษณะของการควบคุมที่อาจจะอยู่ในรูปการป้องกันสิ่งที่เป็นไปได้ของลักษณะข้อบกพร่อง หรือสาเหตุตลอดจนกลไกของข้อบกพร่องจากการเกิดขึ้นหรือตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง หรือสาเหตุตลอดจนกลไกของข้อบกพร่องที่อาจจะทำให้เกิดขึ้นโดยระบบการควบคุมดังกล่าวจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) การป้องกันหมายถึงการป้องกันสาเหตุ/กลไกของข้อบกพร่อง หรือลักษณะข้อบกพร่องจากการเกิดขึ้น หรือลดอัตราการเกิดขึ้นของสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่อง

2) การตรวจจับหมายถึงการตรวจจับสาเหตุ/กลไกของข้อบกพร่องหรือลักษณะข้อบกพร่องเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติการแก้ไขต่อไป

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง (การอุตสาหกรรมยานยนต์, 2001)

โอกาสในเกิดขึ้นของสาเหตุหนึ่งๆ	อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้(ppm)	ระดับ
สูงมาก : เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	$\geq$ 100,000 (หรือ 10%)	10
	50,000 (หรือ 5 %)	9
สูง : เกิดข้อบกพร่องบ่อย	20,000 (หรือ 2 %)	8
	10,000 (หรือ 1 %)	7
ปานกลาง : เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	5,000 (หรือ 0.5%)	6
	2,000 (หรือ 0.2%)	5
	1,000 (หรือ 0.1%)	4
ต่ำ : เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย	500	3
	100	2
ห่างไกล : เกือบไม่มีโอกาสข้อบกพร่องเลย	$\leq$ 10	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

17) การตรวจจับ (D) ในการพิจารณาคะแนนประเมินผลการตรวจจับนี้จะต้องพิจารณาจากความสามารถของระบบการควบคุมในปัจจุบันที่จะป้องกันการส่งมอบข้อบกพร่องถึงลูกค้าเท่านั้น โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ของการเกิดขึ้นของลักษณะข้อบกพร่อง ดังแสดงตามตารางที่ 2.3

18) ตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number, RPN) ในช่องนี้ให้ใส่ตัวเลขที่แสดงถึงลำดับความเสี่ยงที่พิจารณาได้มาจากองค์ประกอบ 3 ประการ คือความรุนแรงโอกาสการเกิดขึ้น และการตรวจจับดังนั้น RPN = S × O × D โดยทั่วไปแล้ว ตัวเลข RPN จะไม่มีความหมายใดๆ นอกจากใช้สื่อถึงลำดับในการกำหนดความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องจากกระบวนการเท่านั้นและเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าผู้วิเคราะห์สามารถให้คะแนนตมเกณฑ์ที่กำหนดจนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2.3 การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม (การอุตสาหกรรมยานยนต์, 2001)

การตรวจสอบ	เกณฑ์	ประเภทของการตรวจสอบ			การควบคุมที่ใช้เพื่อให้ตรวจพบ	ระดับ
		A	B	C		
แทบเป็นไปไม่ได้	ไม่สามารถตรวจพบได้			□	ไม่สามารถตรวจจับหรือไม่มีการตรวจ	10
เป็นไปได้ยากมา	เป็นไปได้ยากที่จะควบคุมจะตรวจพบ			□	การควบคุมมีเพียงการตรวจสอบทางอ้อม หรือการสุ่มตรวจสอบเท่านั้น	9
เป็นไปได้ยาก	เป็นไปได้ยากที่จะควบคุมจะตรวจพบ			□	การควบคุมมีเพียงการตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น	8
ต่ำมาก	เป็นไปได้ยากที่การควบคุมจะตรวจพบ			□	การควบคุมมีการการตรวจสอบด้วยสายตา 2 ครั้งเท่านั้น	7
ต่ำ	การควบคุมอาจตรวจพบได้		□	□	การควบคุมมีการการใช้ผังควบคุม เช่น SPC (การควบคุมกระบวนการด้วยกลวิธีทางสถิติ)	6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.3 การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม (การอุตสาหกรรมยานยนต์, 2001) (ต่อ)

การตรวจสอบ	เกณฑ์	ประเภทของการตรวจสอบ			การควบคุมที่ใช้เพื่อให้ตรวจพบ	ระดับ
		A	B	C		
ปานกลาง	การควบคุมอาจตรวจพบได้		□		มีการใช้เกจต่าง ๆ ตรวจสอบหลังจากชิ้นงานออกจากหน่วยผลิต หรือมีการใช้เกจวัดผ่านไม่ผ่านตรวจสอบ 100% สำหรับชิ้นงานที่ออกจากหน่วยผลิต	5
ปานกลางถึงค่อนข้างสูง	การควบคุมมีโอกาสสูงที่จะตรวจพบ	□	□		ตรวจพบข้อบกพร่องในกระบวนการย่อยต่าง ๆ ได้ หรือเกจตรวจสอบการตั้งเครื่องและชิ้นงานแรก (สำหรับการตั้งเครื่องเท่านั้น)	4
สูง	การควบคุมมีโอกาสสูงที่จะตรวจพบ	□	□		ตรวจพบข้อบกพร่องในจุดปฏิบัติงาน หรือตรวจพบในหลายๆ ระดับ : การจัดหา , คัดเลือก,ติดตั้ง , ทวนสอบ โดยไม่มีการยอมรับชิ้นงานบกพร่อง	3
สูงมาก	การควบคุมมีโอกาสค่อนข้างแน่นอนที่จะตรวจพบ	□	□		ตรวจพบข้อบกพร่องในจุดปฏิบัติงาน (มีการใช้เกจอัตโนมัติร่วมกับการหยุดอัตโนมัติ) สามารถที่จะส่งต่อชิ้นเสียได้	2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.3 การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม (การอุตสาหกรรมยานยนต์, 2001) (ต่อ)

การตรวจสอบ	เกณฑ์	ประเภทของการตรวจสอบ			การควบคุมที่ใช้เพื่อให้ตรวจพบ	ระดับ
		A	B	C		
สูงมาก	การควบคุมแน่นอนที่จะตรวจพบ	□			ไม่สามารถเกิดชันงานที่บกพร่องได้ เนื่องจากมีการป้องกันความผิดพลาดโดยกระบวนการและการออกแบบผลิตภัณฑ์	1

ประเภทการตรวจจับ

A: การป้องกันข้อผิดพลาด

B: การใช้อุปกรณ์วัด

C: ตรวจสอบโดยอาศัยบุคคล

19) วิธีการปฏิบัติการแก้ไขในช่องนี้ของแบบฟอร์ม การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สำหรับกระบวนการให้ทำการระบุวิธีการปฏิบัติเพื่อตอบโต้เชิงป้องกัน/แก้ไขกับลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมากที่สุดก่อน (ในกรณีที่ S มีคะแนน 9 หรือ 10 ให้กำหนดมาตรการตอบโต้ทันที โดยมาสนใจว่า RPNจะมีค่าเท่าไร) และจากนั้นให้ทำการพิจารณามาตรการตอบโต้กับลักษณะข้อบกพร่องที่มีคะแนนRPN สูงในระดับแรกๆ หลังจากที่คณะทำงานการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ดำเนินการกับลักษณะข้อบกพร่องที่มีคะแนนความรุนแรงเท่ากับ 9 หรือ 10 แล้ว คณะทำงานก็ควรจะให้ความสนใจต่อลักษณะข้อบกพร่องอื่นๆ โดยมีความประสงค์ในการลดความเสี่ยงเองจากความรุนแรง โอกาสที่เกิดขึ้นและการตรวจจับโดยลำดับ

20) ผู้รับผิดชอบในการปฏิบัติการแก้ไขและวันเสร็จสิ้น ในช่องนี้ให้ระบุชื่อบุคคลที่รับผิดชอบ ต่อการดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขนี้ รวมทั้งระบุวันเสร็จสิ้นที่เป็นเป้าหมาย

21) การแก้ไข ในช่องนี้ให้ทำการสรุปรายละเอียดของการปฏิบัติการแก้ไขที่ได้กระทำไปรวมถึงวันที่เสร็จสิ้นด้วย

22) ผลการแก้ไข ภายหลังจากมีการบ่งชี้มาตรการแก้ไข/ป้องกันแล้วทำให้การประมาณค่าและบันทึกถึงผลการประเมินความรุนแรง โอกาสการเกิดขึ้นและการตรวจจับ พร้อมคำนวณค่า RPN อีกครั้ง แต่ถ้ามิได้มีการกำหนดมาตรการใดๆ เลย ให้ปล่อยช่องนี้ให้ว่างไว้นอกจากนี้แล้วควร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จะมีการทบทวนคะแนนประเมินเหล่านี้อีกครั้ง และถ้ามีการปฏิบัติการแก้ไขแล้ว ให้ดำเนินการวิเคราะห์ซ้ำอีกครั้งตั้งแต่ขั้นตอนที่ (19) ถึง (22) โดยควรอยู่บนแนวความคิดของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและอย่างสม่ำเสมอ แบบฟอร์มที่ใช้ในการการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบสำหรับกระบวนการตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แบบฟอร์ม การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ สำหรับกระบวนการ

หน้าที่ของกระบวนการ (9) / ความต้องการ	แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง (10)	แนวโน้มของผลจากข้อบกพร่อง (11)	S (12)	จำแนกประเภท (13)	แนวโน้มของสาเหตุ/กลไก (14)	O (15)	การควบคุมการออกแบบในปัจจุบัน (16)		D (17)	RPN (18)	วิธีการแก้ไข (19)	ผู้รับผิดชอบ/วันสิ้นสุด (20)	ผลการแก้ไข(22)				
							การป้องกัน	การตรวจจับ					การแก้ไข (21)	S	O	D	RPN

หมายเลข FMEA……..…. (1)……หน้าที่.....ในจำนวนทั้งหมด..... หน้า ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ.....(2)..... ผู้รับผิดชอบการออกแบบ.....(3)..... ผู้จัดทำ.....(4).....ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์.....(5)..... วัน-เดือน-ปี ที่ครบกำหนดเสร็จสิ้น.....(6)..... วันเริ่มต้น.....(7)... วันทบทวนล่าสุด.....(7).... คณะทำงาน.....(8)…….

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นุชรินทร์ ทิพยวรรณากร, ธรินี มณีศรี และ สุเมธ ชัยชานิ (2555) การวิเคราะห์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือ การดำเนินงานเริ่มต้นด้วยการรวบรวมข้อมูล จากใบตรวจสอบของฝ่ายควบคุมคุณภาพของบริษัท หลังจากนั้นจะใช้แผนภูมิพาเรโตในการตั้งเป้าของการแก้ปัญหา คือ กระบวนการไสกาวและการใช้แผนภูมิเหตุ และผล ในการระบุปัญหา โดยตัวแปรที่มีผลกระทบมาก ที่สุดต่อกระบวนการไสกาว คือ อุณหภูมิของกาวและ ความเร็วของสายพานลาเลียง จึงออกแบบการทดลอง เก็บรวบรวมค่าสถิติจากตัวอย่างขนาด 100 ของแต่ละการทดลอง พบว่าสัดส่วนของเสียที่ผลิตในการทดลองที่มีอุณหภูมิของกาวเป็น 174 oC ทุกระดับความเร็วของสายพานลาเลียง และอุณหภูมิ 176oC ที่ความเร็ว 8.80เมตรต่อวินาที ให้ค่าสัดส่วนที่ต่ำที่สุดไม่

แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากการทดลองที่อุณหภูมิของกาว 176oC ที่ความเร็วของสายพานลาเลียงเป็น 9.40 และ 9.92 เมตรต่อวินาทีอย่างมีนัยสำคัญ

สันติ สุวรรณรังษี (2543) การพัฒนาการประกันคุณภาพในกระบวนการของขั้นตอนการผลิตงานพิมพ์ งานวิจัยนี้จากการศึกษาพบว่าโรงพิมพ์ตัวอย่างยังขาดระบบประกันคุณภาพสำหรับกระบวนการขั้นตอนการพิมพ์ที่ดี ทำให้เกิดปัญหาการผลิตงานพิมพ์ที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ มีระบบประกันคุณภาพที่ดี การควบคุมคุณภาพ การตรวจติดตามคุณภาพ การปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน การบำรุงรักษาอุปกรณ์และสอบเทียบเครื่องมือวัด การฝึกอบรม การจัดองค์กรเพื่อคุณภาพ ได้นำระบบการบันทึกคุณภาพ(แบบฟอร์ม)มาใช้เพื่อเป็นเครื่องมือประเมินผลที่จะประกันได้ว่าคุณภาพของแผ่นพิมพ์สำเร็จรูปมีระดับคุณภาพที่ดีสม่ำเสมอก่อนส่งถึงลูกค้า

วิทยา เจนจิวัฒนกุล (2554) การลดของเสียในกระบวนการพิมพ์พลาสติกโดยแนวทางซิกซ์ ซิกมาในงานวิจัยนี้ ซึ่งจะพบว่ากระบวนการพิมพ์พลาสติกเป็นภาคส่วนที่มีปริมาณของเสียสูงที่สุด มีจำนวนของเสียถึง 41,759 กิโลกรัม จากยอดการผลิต 357,486 กิโลกรัมในปี 2552 หรือคิดเป็น 11.68% ระยะตรวจวัด จะเริ่มด้วยการทำการตรวจสอบระบบการวัดซึ่งได้ผลการตรวจสอบผ่านเกณฑ์การยอมรับ จากนั้นทำการวิเคราะห์หาปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลาจน ทำการคัดกรองปัจจัยต่าง ๆ ด้วย Cause & Effect Matrix หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ทำ ให้เหลือปัจจัยอยู่ 3 ปัจจัย การวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 3 ด้วยวิธีการทางสถิติ ทำให้สรุปได้ว่า ปัจจัยเหล่านี้มีผลใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ทำให้ได้ค่าที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย หลังจากการปรับปรุงได้ทำการทดสอบกระบวนการเพื่อเปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง จะพบว่าภายหลังการปรับปรุงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ของเสียลดลงเหลือ 1.53%เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของเสียก่อนปรับปรุงซึ่งมีปริมาณ 11.68% เท่ากับว่าสามารถลดปริมาณของเสียได้ถึง 86.90%

Juozas Margelevicius, Daiva Sajek and Olga Kartasheva (2015) การประยุกต์ของวิธีการค้นคว้าวิจัยทางกายภาพสมัยใหม่สำหรับกระบวนการเกี่ยวกับเทคโนโลยีควบคุมของการพิมพ์ที่ถูกต้อง ในการพิมพ์ความถูกต้องการสร้างความละเอียดของข้อจำกัดของธาตุซึ่งแยกกัน ความกว้างยาวธาตุ และความเหมือนกันของหมึก ความหนาทำให้เป็นชั้นถูกตัดสินใจโดยลักษณะทางกายภาพของพื้นผิวกระดาษ/plate printing ปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลในด้านการสร้างของธาตุของ 20–40 ความกว้างเส้นไมครอน และหมึกทำให้เป็นชั้นความหนาของ 0.2–0.4 ไมครอน เพื่อธาตุรูปแบบของความแม่นยำนั้น เลขคณิตที่เฉลี่ยของความไม่เท่ากันของพื้นผิวบนสิ่งซึ่งหมึกถูกขนย้ายควรจะอย่างน้อยที่สุดเล็กกว่าสองครั้งกว่าความหนาของชั้นหมึก รูปแบบ ปริมาณที่ไม่เกี่ยวกับเครื่องหมายของการบรรเทา micro ที่เกินไปของพื้นผิว ความแม่นยำที่ตัดสินใจของการสร้างความ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กว้างยาวธาตุ และคุณภาพของครอบคลุมพื้นผิว กับหมึกตามลำดับ อาศัยความต้องการปัจจุบันสำหรับการพิมพ์ความถูกต้อง และเทคโนโลยี

จุฑาทิพย์ ทะประสพ (2551) : การลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก การดำเนินงานวิจัยประกอบไปด้วย 5 ระยะ ได้แก่ (I) ระยะการกำหนดปัญหาได้ทำการคัดเลือกปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข คือ ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวในกระบวนการพิมพ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร รหัสสินค้า A018 จากเครื่องพิมพ์ PR10 (II) ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา พบว่า สาเหตุหลักของปัญหาที่จะนำไปหาวิธีการแก้ไข ได้แก่ (1) ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม (2) แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม (3) พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน และ (4) การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (III) ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหาประกอบด้วย 2 วิธี คือ การออกแบบการทดลอง และการสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ ผลจากการออกแบบการทดลองทำให้ทราบถึงค่าของการปรับตั้งปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 มีค่าเท่ากับ 50ºC อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 50ºC และแรงตึงของม้วนฟิล์มมีค่าเท่ากับ 15 N/mm. (IV) ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติได้ดำเนินการตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ (V) ระยะการประเมินผลพบว่า สามารถทำให้เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยลดลง 14.94 และ 12.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเวลาในการพิมพ์งาน A018 ลดลงเฉลี่ย 8.87 นาทีต่อม้วน

Anand Srinivasan (2009) วิจัยในการควบคุมในการพิมพ์ใหม่และหมึก ในการทดสอบควรมี Flow การทำงานที่เป็นมาตรฐาน ทุกๆ Batch ที่มีการใช้วัสดุใหม่ต้องทำการทดสอบก่อนเข้าผลิตและทำการบันทึกค่า ในการทดลองวิ่งยาวๆ การทำให้เป็นมาตรฐานสามารถช่วยในประหยัดต้นทุนและความสม่ำเสมอของคุณภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

K. Kumaraguru, M. Rengasamy (2014)บทความวิจัยปัจจัยที่ มีผลต่อคุณภาพ ของ การพิมพ์ กระดาษจาก ชานอ้อย อุตสาหกรรมการพิมพ์ เป็นที่ใช้งานกลุ่ม ใหญ่ที่สุดของผลิตภัณฑ์กระดาษและ คาดว่าประมาณ 43 หมื่นล้านเอกสาร ที่ใช้สำหรับ การพิมพ์ เป็นประจำทุกปี ทั่วประเทศ ในขณะที่อุตสาหกรรมการพิมพ์มีการปรับปรุงคุณภาพของกระดาษ อย่างต่อเนื่อง เพื่อลดค่าใช้จ่าย และ, การวัด ประสิทธิภาพของการ พิมพ์ที่มีคุณภาพ เป็นสิ่งสำคัญมาก มากที่สุดปัญหาที่พบบ่อย มีผลกระทบต่อ การผลิตเยื่อกระดาษ ชานอ้อย กระดาษพิมพ์ รวมถึง การผลิตเยื่อกระดาษ , มีผลมาจากอากาศที่อบอุ่น สภาพอากาศหนาวเย็น ผลกระทบจากความชื้น ขนาดตามแนวยาว ปัญหา ค่า pH และประเภท ของการเลือก

Bank of Zambia 2014 มาตรฐานคุณภาพของธนบัตร แบ่งตามคุณภาพธนบัตร ที่มีข้อบกพร่อง ต่อไปนี้จะ ถือว่าเป็นการ ไม่เหมาะสำหรับ การไหลเวียน 1) รูปแบบใดก็ได้บนธนบัตร

มากกว่า 0.5 mm. 2) ฉีกขาดบนธนบัตรที่มีขนาดใด หรือในส่วนของธนบัตรใด ๆ 3) ส่วนของธนบัตร ที่ขาดหายไป ธนบัตร ขาดวิ่น 4) ความเสียหายที่เกิด จากความร้อน 5) การซ่อมแซมใช้เทปกาว 6) วัสดุที่ไม่พึงประสงค์บนธนบัตร 7) หมึกจางในตำแหน่งที่สำคัญของธนบัตร การลดลงของหมึกที่ได้ออกแบบหลัก การลดลงของคุณลักษณะด้านความปลอดภัยหลักบนธนบัตร 8)ความสกปรกในเนื้อกระดาษ เกณฑ์การประกันคุณภาพจะช่วยรักษาความสมบูรณ์ของ คุณภาพมาตรฐานธนบัตรนี้ ในทุกฝ่ายส่งเสริมและรักษามาตรฐานคุณภาพ เครื่องคัดธนบัตรทำตามพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ในคุณภาพมาตรฐานจะได้รับการปฏิบัติตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้แน่ใจว่าคุณภาพของธนบัตร ในการหมุนเวียน และคุณภาพของกระบวนการคัดแยกมีการบำรุงรักษา

ฐิติพร สังข์สัมฤทธิ์ 2544 การลดความสูญเสียในการพิมพ์หนังสือ ได้ศึกษาพบว่าของเสียจากโรงงานที่ทำการศึกษาเกิดด้วยกัน 3 ชนิดได้ 1) เสียจากการปรู๊ฟ 2) เสียจากสกัม 3) เสียระหว่างพิมพ์ ทำการลดของเสียโดยการวิเคราะห์แยกปัญหาตามทรัพยากรผลิต เพื่อทำการกำจัดปัญหาเหล่านั้น สามารถลดความสูญเสียของทั้ง 3 อย่างรวมกันได้ประมาณ 60 %

KBA-NOTASYS SA, (2016) การควบคุมกระบวนการการพิมพ์ของการพิมพ์เส้นนูนโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการพิมพ์ธนบัตร กระบวนการควบคุมรวมถึงการกำหนดพื้นที่การควบคุมแผ่นงานพิมพ์ลายที่ออกแบบมาในลักษณะที่ช่วยในการประเมินผลกระทบของแรงกดในการพิมพ์ที่ใช้ในระหว่างการพิมพ์แผ่นพื้นผิวโดยใช้แผ่นพิมพ์แบบการพิมพ์บนแผ่นพิมพ์ประเมินผลกระทบของหมึกใช้ระหว่างหมึกพิมพ์มีการควบคุมพื้นที่ในส่วนของแผ่นพิมพ์ลายพิมพ์ลายเพื่อผลิตพื้นที่ควบคุมการพิมพ์ที่สอดคล้องกันบนพื้นผิว กระบวนการนี้รวมถึงการดำเนินการวัดในเขตควบคุมการพิมพ์ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินแรงกดในการพิมพ์ที่ใช้ในระหว่างการพิมพ์พื้นผิวรวมทั้งครอบคลุมของหมึกที่ใช้ในระหว่างการพิมพ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>สรุปการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

จากการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว พบว่าการลดของเสียของการพิมพ์แต่ละประเภทบางงานวิจัยใช้แนวทางของแนวทางซิกซ์ ซิกมา และใช้แนวทางในการออกแบบการทดลองเพื่อหาสภาวะปัจจัยที่เหมาะสมกับการพิมพ์นั้นๆ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมกับการผลิต หรือการควบคุมกระบวนการผลิต เช่น อุณหภูมิของหน่วยพิมพ์ ความเร็วรอบ และอุปกรณ์ ตั้งแต่ควบคุมปัจจัยนำเข้าการผลิต การประกันคุณภาพ การฝึกอบรม การจัดองค์กรและการทดสอบในการผลิตในกรณีเปลี่ยนชนิดราคาหรือวัตถุดิบใหม่ให้แน่ใจก่อนนำไปผลิตอย่างต่อเนื่อง ค่าแรงกดของเครื่องพิมพ์ให้เหมาะสมกับลวดลายและหมึกพิมพ์ ทั้งนี้ในงานวิจัยพบการลดของเสียในการพิมพ์ธนบัตรมามากนัก ทางผู้วิจัยจะนำการลดของเริ่มจากการใช้ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ มาใช้ในการหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดของเสียเพื่อช่วยในการลดของเสียจากการผลิตธนบัตร

บทที่ 3

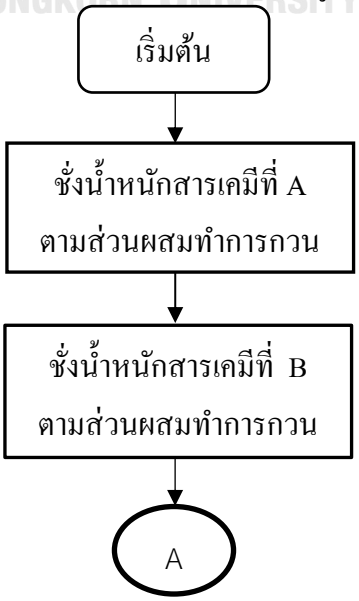
การหาสาเหตุและวิเคราะห์ข้อบกพร่อง

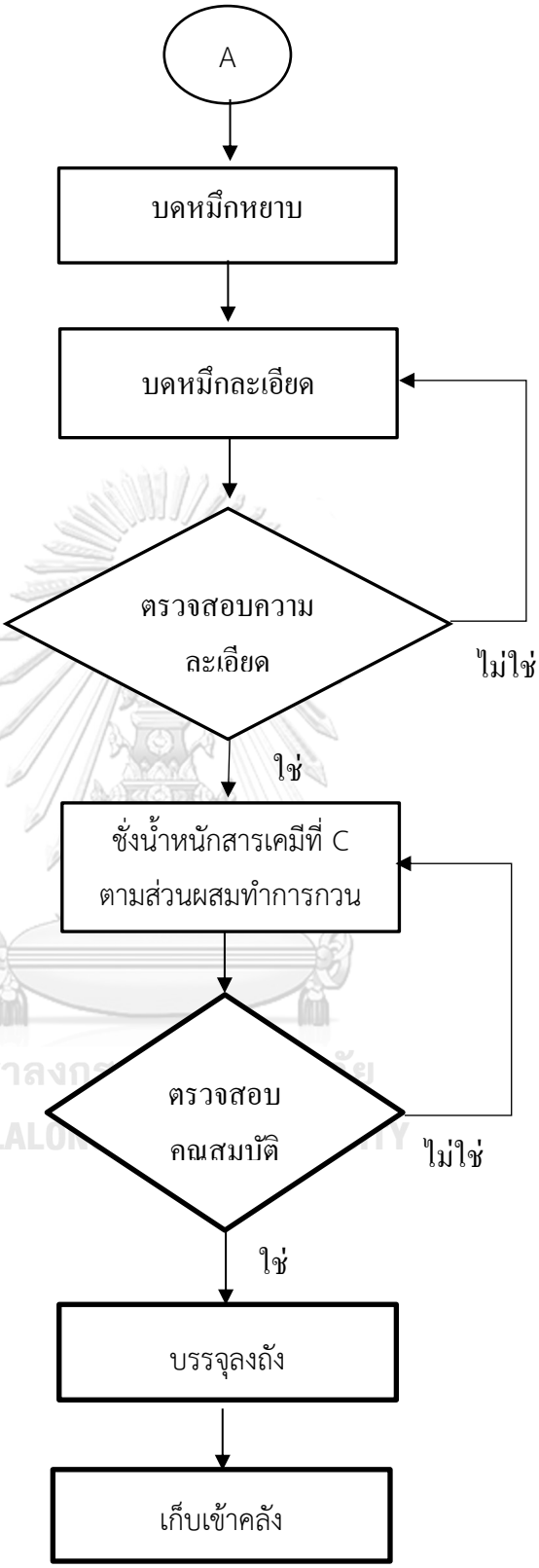
ในบทนี้แสดงถึงที่มาของการหาสาเหตุ และการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่ได้จากการคัดเลือกข้อมูลในการตรวจสอบคุณภาพ และแสดงในแผนภูมิพาเรโตที่ได้จากบทที่ 1 คือของเสียที่มีสาเหตุมาจากหมึกส่วนเกิน และการเกิดซับหลัง ผู้วิจัยได้ทำการประชุมร่วมกับแผนกที่เกี่ยวข้องโดยมี 2 แผนกหลักที่คาดว่าเป็นแหล่งที่มาของอัตตาชำรุด ที่จะทำการปรับปรุงคือแผนกผลิตหมึกพิมพ์และแผนกพิมพ์เส้นนูน โดยใช้ผังแสดงเหตุและผลหรือผังก้างปลานำมาตั้งสมมติฐานของสาเหตุตามแนวความคิดต่างๆ ทำการระดมสมอง Brain storming กับผู้เชี่ยวชาญของทั้งสองแผนก เพื่อให้ได้สาเหตุ และผลกระทบตลอดจนความถี่ที่เกิดขึ้น เพื่อจะได้หัวข้อมาทำการปรับปรุงโดยการเรียงลำดับของค่าตัวเลขประเมินความเสี่ยง

3.1 การหาสาเหตุและวิเคราะห์ข้อบกพร่องกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์

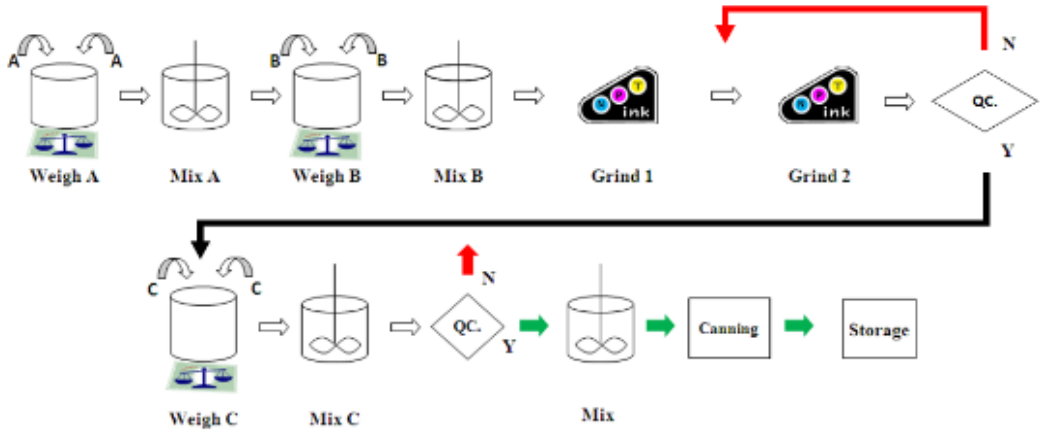
3.1.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์

การผลิตหมึกพิมพ์เริ่มตั้งแต่ชั่งสารเคมี A ตามส่วนผสมที่ได้กำหนดไว้แล้วทำการกวนให้เข้ากันต่อมาชั่งสารเคมี B ตามส่วนผสมที่ได้กำหนดไว้แล้วทำการกวนให้เข้ากันหลังจากนั้นนำไปบดหมึกหยาบ และบดละเอียดทำการตรวจให้ค่าความละเอียดของหมึกได้ตามข้อกำหนด หลังจากนั้นเติมส่วนผสมที่ C ตรวจคุณสมบัติให้ได้ตามข้อกำหนด ต่อไปบรรจุลงถังและนำเข้าคลังพัสดุดังแสดงตามรูปที่ 3.1 และขั้นตอนของการผลิตหมึกพิมพ์แสดงดังรูป 3.2





รูปที่ 3.1 ผังงานขั้นตอนกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของการผลิตหมึกพิมพ์

3.1.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องโดยแผนภาพสาเหตุและผลของแผนกผลิตหมึกพิมพ์เส้นนูน

การระดมสมองของแผนกผลิตหมึกพิมพ์มีผู้เชี่ยวชาญร่วมแสดงความคิดเห็น และให้ข้อมูลทั้งหมด 8 คน มีประสบการณ์สูงสุด 27 ปี ต่ำสุด 6 ปี มีรายชื่อดังรายชื่อตามด้านล่าง

คุณณัฐชย นิลรัต ผู้จัดการแผนกพัฒนาและควบคุมคุณภาพ ประสบการณ์ 21 ปี

คุณธิดา เรืองสิริธัญญกุล หัวหน้านักวิจัย ฝ่ายวิจัยออกบัตรธนาคาร ประสบการณ์ 20 ปี

คุณจิตตินันท์ คุณสวัสดิ์ หัวหน้านักวิจัย ฝ่ายวิจัยออกบัตรธนาคาร ประสบการณ์ 19 ปี

คุณชฎาพร แก้วประชา ผู้จัดการแผนก(ควบ)แผนกพัฒนาและสนับสนุนเทคนิค ประสบการณ์ 24 ปี

คุณณฐพงศ์ สอนสะอาด นักพัฒนาเทคนิคแผนกพัฒนาและสนับสนุนเทคนิค ประสบการณ์ 6 ปี

คุณเดือนเพ็ญ ภูลายยาว ผู้วิเคราะห์อาวุโส(ควบ) แผนกพัฒนาและควบคุมคุณภาพ ประสบการณ์ 21 ปี

คุณประทีป ประภามณฑล ผู้จัดการแผนก(ควบ) แผนกตรวจสอบและประกันคุณภาพ ประสบการณ์ 27 ปี

ผู้วิจัยนายประคอง คำนวนดี วิศวกรอาวุโส ส่วนห้องมั่นคงและควบคุมคุณภาพธนบัตร ประสบการณ์ 8 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พิจารณาที่คนมีสาเหตุดังนี้

- พนักงานทำความสะอาดถังบรรจุหมึกไม่สะอาด
- พนักงานไม่ได้ปาดผิวหมึกที่มีสะเก็ดหมึกออกไม่หมด

พิจารณาที่เครื่องจักรมีสาเหตุดังนี้

- เครื่องกวนหมึก กวนหมึกไม่เป็นเนื้อเดียวกัน
- เครื่องบดหมึกไม่ละเอียดได้ตามเกณฑ์
- เครื่องดูดสุญญากาศทำงานไม่ดี

พิจารณาที่วัตถุดิบมีสาเหตุดังนี้

- ไม่มี

พิจารณาที่วิธีการมีสาเหตุดังนี้

- ไม่มีการตรวจสอบผิวหน้าของหมึกพิมพ์ก่อนบรรจุถัง
- การตรวจสอบคุณสมบัติไม่ครอบคลุมจึงมีหมึกที่คุณสมบัติไม่ได้คุณภาพหลุดไปยังถึงแผนกพิมพ์เส้นนูน
- ไม่มีการติดตามของเสียอย่างต่อเนื่องหลังจากที่ได้ออกสูตรเพื่อนำไปผลิตแล้ว
- ไม่มีผู้รับผิดชอบชัดเจนในการติดตามแก้ไข และปรับปรุงก่อนพบปัญหา
- เก็บหมึกพิมพ์ที่คลังสินค้ามากเกินไป ทำให้ใช้เวลานานจนกว่าจะผลิตหมึกแต่ชุดที่สั่งผลิตหมดบางครั้งนานถึงปีครึ่งหรือสองปี

ข้อมูลที่ได้รับจากข้อร้องเรียนของแผนกพิมพ์เส้นนูนพบหมึกผิวหยาบ และทำให้เกิดหมึกส่วนเกินมาจากสาเหตุการทิ้งหมึกไว้เพื่อรอตรวจสอบคุณสมบัติของหมึกให้เป็นไปตามข้อกำหนด ก่อนทำการบรรจุลงถัง ทำให้ผิวหน้าของหมึกเมื่อสัมผัสอากาศทำเกิดเป็นสะเก็ดหมึกปนอยู่ในถังทำให้เกิดของเสียหมึกส่วนเกิน

พิจารณาสาเหตุที่มาจากวิธีการมีดังนี้

- เก็บหมึกนานเกินไปเนื่องจากมีสินค้าคงคลังมากเกินไปมีสาเหตุมาจากการปรับตัวลดลงของแผนการผลิตที่ต่อเนื่อง และยังไม่มีการกำหนดจำนวนสินค้าคงคลังที่มากที่สุดในการเก็บได้ และไม่ทราบระยะเวลาเก็บหมึกพิมพ์ได้นานเท่าไหร่จึงมีผลต่อคุณสมบัติของหมึกพิมพ์
- การตรวจสอบคุณสมบัติของหมึกตามแผนคุณภาพเดิมไม่เพียงพอ ทำให้หมึกเหนียวและแข็งที่มาจากคุณสมบัติของตัวทำละลายและสารเติมแต่งสูญเสียไปหลุดเข้าไปในกระบวนการผลิตทำให้เกิดทั้งหมึกส่วนเกิน และเกิดซับหลัง
- ในการติดตามการละลายตัวของหมึกพิมพ์หลังจากที่ได้ทำการผลิตหมึกพิมพ์ไปแล้วต้องติดตามไปยังเครื่องพิมพ์หมึกสามารถละลายตัวได้ดีหรือไม่ เนื่องจากต้องติดตามค่าน้ำยาใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

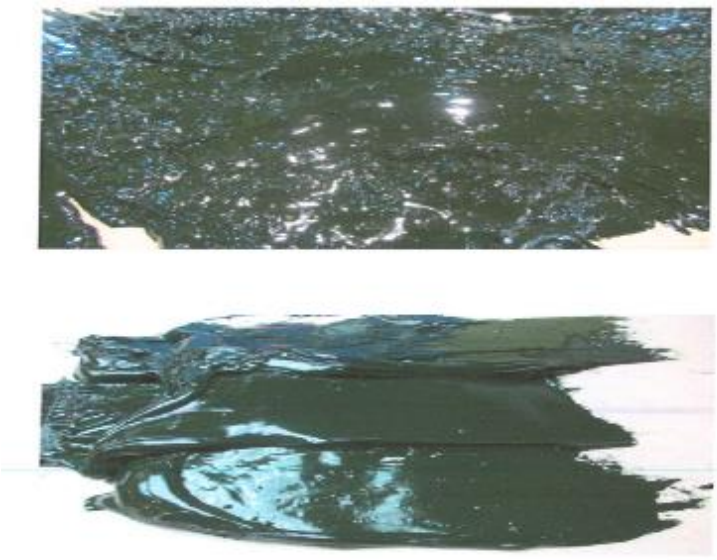
อ่างเช็ดหมึกให้อยู่ในค่าที่ยอมรับได้ ยังมีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำงานยังไม่ชัดเจนจึงไม่ได้ติดตามอย่างต่อเนื่อง

- ในการผลิตมีบางหน่วยผลิตที่คุณสมบัติไม่ได้ตามที่กำหนดไว้ ทำให้หมึกพิมพ์แห้งตัวช้า หรือแห้งเร็วเกินไปตั้งแต่อยู่ในรางหมึกของเครื่องพิมพ์เส้นนูน ไม่สามารถตรวจสอบได้หลุดเข้าไปในกระบวนการผลิต และผู้รับผิดชอบยังไม่ชัดเจน

- สัดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสม เนื่องจากการปรับปรุงในการเกิดซับหลังต้องมีการติดตามจำนวนของเสียหลังจากที่ทำการปรับค่าแว็กซ์อยู่เสมอ เพื่อให้ได้จำนวนของเสียต่ำลงมากที่สุดจึงต้องมีการติดตามอย่างต่อเนื่อง

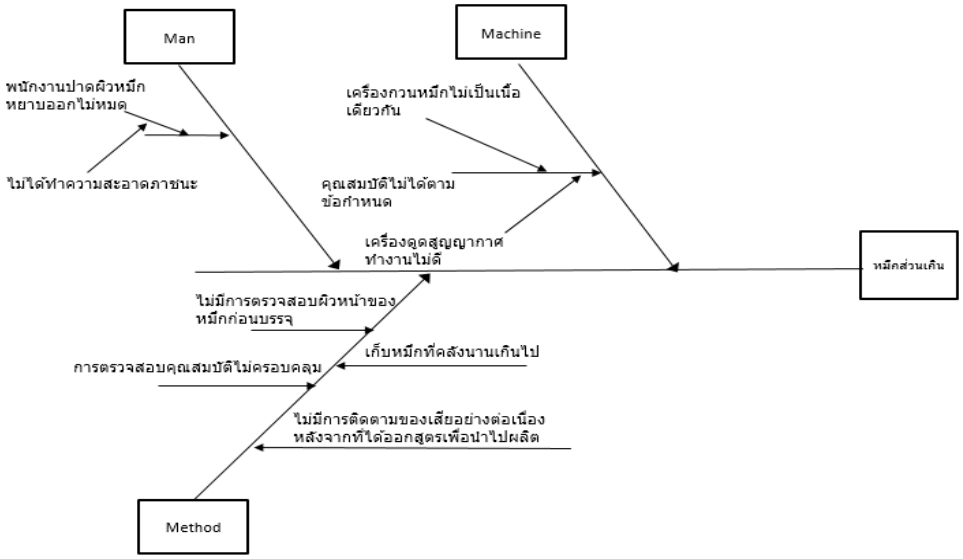
สรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดของข้อบกพร่องหมึกส่วนเกิน และซับหลังที่มาจากผลิตหมึกพิมพ์เส้นนูน มาจากการไม่ได้เอาสะเก็ดหมึกออกก่อนการบรรจุลงถัง มีการนำเอาหมึกพิมพ์ที่ผลิตไว้นานเกินไปผลิตทำให้คุณสมบัติบางตัวได้สูญเสียไป เนื่องจากมีสินค้าคงคลังมากเกินไปไม่มีการกำหนดอายุของหมึกพิมพ์ที่สามารถเอาไปใช้ได้ และมีสาเหตุของการตรวจสอบคุณสมบัติของหมึกตามแผนการตรวจเดิมไม่สามารถตรวจจับและทำการแก้ไขได้ทัน และการระบุผู้รับผิดชอบในการติดตามแก้ไขยังและติดตามปัญหายังไม่ชัดเจน

ตามรูปที่ 3.3 ตัวอย่างหมึกพิมพ์พบที่แผนกพิมพ์เส้นนูนของธนบัตรชนิดราคา 20 บาท โดยมีลักษณะเป็นผิวหยาบลักษณะเป็นก้อนเม็ดเล็กๆในเนื้อหมึกพิมพ์ ตรวจพบก่อนเข้าผลิตหรือบางครั้งพบระหว่างพิมพ์ เนื่องจากเกิดของเสียจำนวนมากจึงทำเกิดสามารถสังเกตได้ง่าย และเมื่อทำการเปิดถังหมึกใหม่ เพื่อเปลี่ยนกับหมึกถังเก่าที่หมึกหมดก่อนจะเข้าเครื่องปั๊มหมึกเพื่อดูดหมึกจากในถังลงสู่รางของเครื่องพิมพ์เพื่อพิมพ์ได้อย่างต่อเนื่อง

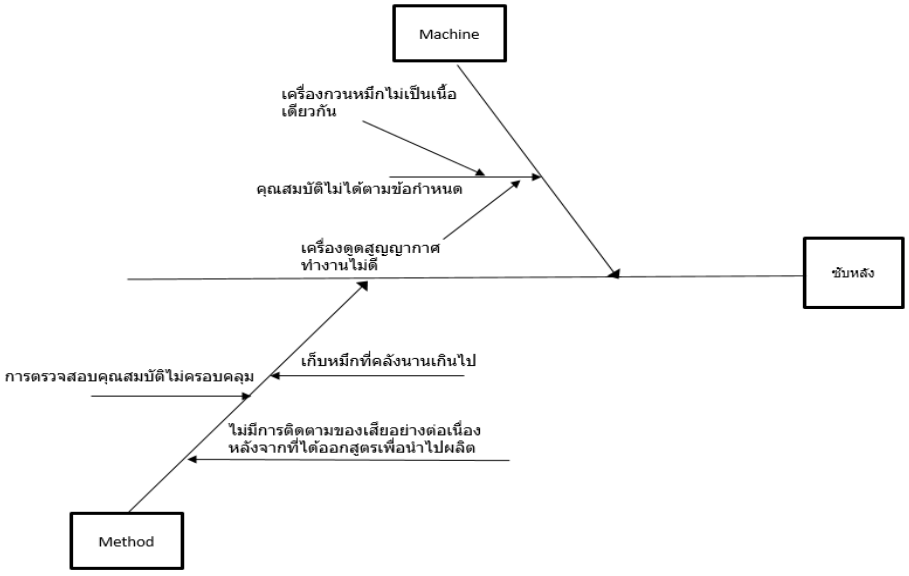


รูปที่ 3.3 หมึกผิวหยาบของธนบัตร 20 บาท

สามารถสรุปสาเหตุต่างๆ ตามแผนภาพสาเหตุและผลของการเกิดหมึกส่วนเกินและซับหลัง ดังแสดงตามรูปที่ 3.4 และ 3.5



รูป 3.4 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลของการเกิดหมึกส่วนเกินของผลิตหมึกพิมพ์



รูป 3.5 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลการเกิดซับหลังของผลิตหมึกพิมพ์

หลังจากได้ทำการระดมสมองของผู้ชำนาญการและผู้ที่เกี่ยวข้องของแผนกผลิตหมึกพิมพ์ หาสาเหตุที่ทำให้เกิดหมึกพิมพ์ส่วนเกินและซับหลังได้ 6 สาเหตุดังแสดงตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางสรุปสาเหตุของปัญหาผลิตหมึกพิมพ์

ลำดับที่	กระบวนการ	ของเสีย	สาเหตุ
1	ผลิตหมึกพิมพ์	หมึกส่วนเกินซับหลัง	ปาดผิวหน้าหมึกพิมพ์ไม่หมด
2			เก็บหมึกนานเกินไป
3			หมึกเหลว หรือเหนียวเกินไป
4			หมึกละลายไม่ดี
5			การแห้งตัวของหมึกนานเกินไป
6			สัดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสม

3.1.3 การคำนวณความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้น

เมื่อทราบสาเหตุและผลกระทบของข้อบกพร่องในแต่ละกระบวนการแล้ว ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมกันพิจารณาเกณฑ์ระดับความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อลูกค้า (S) ใช้ตามมาตรฐาน (การอุตสาหกรรมยานยนต์, 2001) O = โอกาสที่เกิดขึ้น และตัว D = ความสามารถในการตรวจจับ เนื่องจากกระบวนการผลิตธนบัตรจะมีความแตกต่างกับการผลิตรถยนต์อยู่บ้างผู้วิจัยได้ทำการปรับเกณฑ์ของโอกาสที่เกิดขึ้น และความสามารถในการตรวจจับให้เหมาะสมมากขึ้นดังแสดงตามตารางที่ 3.2 ระดับความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อลูกค้า ตารางที่ 3.3 โอกาสที่เกิดขึ้น และ 3.4 ความสามารถในการตรวจจับพร้อมยกตัวอย่างของเกณฑ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง(S)

ผลกระทบจากข้อบกพร่อง	ความรุนแรงของผลกระทบ	ตัวอย่าง	คะแนน
เกิดอันตรายโดยไม่มีการแจ้งเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	10
เกิดอันตรายโดยมีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยมีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยมีการเตือนล่วงหน้า	9
ผลกระทบสูงมาก	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากสูญเสียหน้าที่หลัก	ไม่สามารถใช้งานได้เป็นของเสียทั้งหมด	8
ผลกระทบสูง	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ แต่ระดับสมรรถนะลดลงจนทำให้ลูกค้าไม่พอใจมาก	เช่นของเสียหมึกส่วนเกิน ซับหลัง หรือหมึกพิมพ์ไม่เป็นของเสียทั้งหมด	7
ผลกระทบปานกลาง	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้แต่ขาดความสะดวกสบาย และลูกค้าไม่พอใจ	มีของเสียใกล้เกณฑ์ที่ตกลงกับลูกค้าทั้งหน่วยผลิต	6
ผลกระทบต่ำ	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ด้วยความสะดวกสบายแต่ ระดับสมรรถนะลดลง	มีของเสียใกล้เกณฑ์ที่ตกลงกับลูกค้าทั้งหน่วยผลิต คุณสมบัติของหมึกหรือคุณลักษณะที่ดีลดลง อายุใช้งานลดลง	5
ผลกระทบต่ำมาก	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีมากนัก ลูกค้าส่วนใหญ่ (> 75%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	แต่มีรอยตำหนิเห็นได้เป็นส่วนใหญ่ชัดแผ่นพิมพ์สามารถใช้งานได้	4
ผลกระทบเล็กน้อย	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก ลูกค้าส่วนน้อย (> 50%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	แต่มีรอยตำหนิเห็นค่อนค้างชัดแผ่นพิมพ์สามารถใช้งานได้	3
เกือบไม่มีผลกระทบ	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก ลูกค้าส่วนน้อย (> 25 %) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	แต่มีรอยตำหนิเค่อนค้างน้อยเห็นไม่ค่อยชัด แผ่นพิมพ์สามารถใช้งานได้	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้	ไม่มีผลกระทบ	1

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินความความถี่ในการเกิด(O)

โอกาสในเกิดขึ้นของสาเหตุหนึ่งๆ	อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้(เปอร์เซ็นต์)	ตัวอย่าง	ระดับ
สูงมาก : เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	มากกว่า 10%	จำนวนแผ่นที่พบปัญหาหมึกส่วนเกิน และปัญหาของหน่วยผลิตหมึกมากกว่า 10%	10
	9 – 9.9%	จำนวนแผ่นที่พบปัญหาหมึกส่วนเกิน และปัญหาของหน่วยผลิตหมึกอยู่ในช่วง 9 - 0.9 %	9
สูง : เกิดข้อบกพร่องบ่อย	8 -8.9%	จำนวนแผ่นที่พบปัญหาหมึกส่วนเกิน และปัญหาของหน่วยผลิตหมึกอยู่ในช่วง 8 - 8.9 %	8
	1 - 7.9 %	จำนวนแผ่นที่พบปัญหาหมึกส่วนเกิน และปัญหาของหน่วยผลิตหมึกอยู่ในช่วง 1 - 7.9 %	7
ปานกลาง : เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	0.8 – 0.99%	จำนวนแผ่นที่พบปัญหาหมึกส่วนเกิน และปัญหาของหน่วยผลิตหมึกอยู่ในช่วง 0.8 - 0.99%	6
	0.6 - 0.79%	จำนวนแผ่นที่พบปัญหาหมึกส่วนเกิน และปัญหาของหน่วยผลิตหมึกอยู่ในช่วง 0.6 - 0.79%	5
ต่ำ : เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย	0.41- 0.5%	จำนวนแผ่นที่พบปัญหาหมึกส่วนเกิน และปัญหาของหน่วยผลิตหมึกอยู่ในช่วง 0.41 - 0.5%	4
	0.3 - 0.4%	จำนวนแผ่นที่พบปัญหาหมึกส่วนเกิน และปัญหาของหน่วยผลิตหมึกอยู่ในช่วง 0.3 - 0.4%	3
ต่ำมาก : เกือบไม่มีโอกาสจะเกิดข้อบกพร่องเลย	0.1-0.29%	จำนวนแผ่นที่พบปัญหาหมึกส่วนเกิน และปัญหาของหน่วยผลิตหมึกอยู่ในช่วง 0.1 - 0.29%	2
	น้อยกว่า 0.05 %	เกือบไม่พบของเสียหมึกส่วนเกิน ,ซับหลัง ปัญหาเกี่ยวกับหมึก	1

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับ (D)

การตรวจจับ	การควบคุมที่ใช้เพื่อให้ตรวจพบ	ตัวอย่าง	คะแนน
แทบเป็นไปไม่ได้	ไม่สามารถตรวจจับหรือไม่มีการตรวจ	ของเสียหลุดเข้าไปถึงขั้นงานถัดไปโดยไม่สามารถตรวจจับได้	10
เป็นไปได้ยากมาก	การควบคุมมีเพียงการตรวจสอบทางอ้อม หรือการสุ่มตรวจสอบเท่านั้น	ไม่สามารถตรวจสอบจากแผ่นพิมพ์หรือหมึกพิพม์โดยตรง เช่นไปตรวจสอบที่อุณภูมิห้องแทน	9
เป็นไปได้ยาก	การควบคุมมีเพียงการตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น	ตรวจของเสียด้วยตาเท่านั้น	8
ต่ำมาก	การควบคุมมีการการตรวจสอบด้วยสายตา 2 ครั้งเท่านั้น	ตรวจของเสียด้วยตาและมีตรวจซ้ำอีกครั้ง	7
ต่ำ	การควบคุมมีการการใช้ผังควบคุมกระบวนการด้วยกลวิธีทางสถิติ	ใช้แผนภาพควบคุมในการจับของเสีย	6
ปานกลาง	มีการใช้เกจต่าง ๆ ตรวจสอบหลังจากชิ้นงานออกจากหน่วยผลิต เกจตรวจสอบ 100% สำหรับชิ้นงานที่ออกจากหน่วยผลิต	มีการตรวจปรู๊ฟตามจำนวนที่เครื่องพิมพ์ มีการตรวจความละเอียดของหมึก และตรวจคุณสมบัติ	5
ปานกลางถึงค่อนข้างสูง	ตรวจพบข้อบกพร่องในกระบวนการย่อยต่าง ๆ ได้หรือเกจตรวจสอบการตั้งเครื่องและชิ้นงานแรก	สามารถตรวจพบตั้งแต่งานหน่วยแรกเข้ามาผลิต	4
สูง	ตรวจพบข้อบกพร่องในจุดปฏิบัติงาน หรือตรวจพบในหลายๆ โดยไม่มีการยอมรับชิ้นงานบกพร่อง	สามารถตรวจสอบได้ตั้งแต่การตั้งเครื่อง เปลี่ยนชนิดราคา และมีการสุ่มตรวจเพื่อการยอมรับหน่วยผลิต	3
สูงมาก	ตรวจพบข้อบกพร่องในจุดปฏิบัติงาน มีการใช้เกจอัตโนมัติร่วมกับการหยุดอัตโนมัติ	มีการตรวจตลอดเวลาหรือมีเครื่องอัตโนมัติเมื่อเกิดของเสียเครื่องจะหยุด	2
สูงมาก	ไม่สามารถเกิดชิ้นงานที่บกพร่องได้ เนื่องจากมีการป้องกันความผิดพลาดโดยกระบวนการและการออกแบบผลิตภัณฑ์	ไม่มีของเสียหลุดไปได้ เนื่องจากมีการออกแบบกระบวนการและการออกแบบที่ดี	1

3.1.4 การกำหนดความรุนแรงของข้อบกพร่อง (S)

กำหนดความรุนแรงของข้อบกพร่อง (S) ของแผนกผลิตหมึกพิมพ์

- สะเก็ดหมึกในถังหมึก

สาเหตุมาจากปาดผิวหน้าหมึกพิมพ์ไม่หมด หรือเกิดจากเก็บหมึกนานเกินไป ผู้เชี่ยวชาญมีมติให้ คะแนน 5 เนื่องจากการเกิดจะมีแค่ขอบถัง หรือเป็นเฉพาะบางถังไม่เกิดทุกถัง เมื่อพนักงานพิมพ์เห็นสามารถตักออกได้

- สมบัติการไหลของหมึกพิมพ์ไม่ดี

สาเหตุมาจากหมึกเหลว หรือเหนียวเกินไป ผู้เชี่ยวชาญมีมติให้ คะแนน 5

- ความสามารถในการละลายของหมึกในอ่างน้ำยาลูกกลิ้งเช็ดหมึกไม่ดี

สาเหตุมาจากหมึกละลายไม่ดี เกินไป ผู้เชี่ยวชาญมีมติให้ คะแนน 5 เนื่องจากถ้าพนักงานพิมพ์แจ้งแล้วก็สามารถนำสารเติมให้ละลายมากขึ้นได้ โดยแก้ไขเบื้องต้น

- การแห้งตัวช้า

สาเหตุมาจากเวลาในการแห้งตัวของหมึกยาวเกินไป และสัดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสมเนื่องจากผู้เชี่ยวชาญมีมติให้ คะแนน 5 เนื่องจากสามารถส่งกลับมาทำการแก้ไขได้

3.1.5 การกำหนดความความถี่ในการเกิด (O) และความเป็นไปได้ ในการตรวจพบ (D

- สะเก็ดหมึกในถังหมึก

สาเหตุมาจากปาดผิวหน้าหมึกพิมพ์ไม่หมด หรือเกิดจากเก็บหมึกนานเกินไป ความถี่ในการเกิด (O) ผู้เชี่ยวชาญมีมติให้ คะแนน 3 เนื่องจากพบข้อบกพร่องในความถี่ที่ต่ำ และความเป็นไปได้ ในการตรวจพบ (D) ข้อบกพร่องคะแนน 5 เนื่องจากมีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- สมบัติการไหลของหมึกพิมพ์ไม่ดี สาเหตุมาจากหมึกเหลว หรือเหนียวเกินไปความถี่ในการเกิด (O) ผู้เชี่ยวชาญมีมติให้ คะแนน 3 เนื่องจากพบข้อบกพร่องในความถี่ที่ต่ำ และความเป็นไปได้ ในการตรวจพบ (D) ข้อบกพร่องคะแนน 5 เนื่องจากมีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้

- ความสามารถในการละลายของหมึกในอ่างน้ำยาลูกกลิ้งเช็ดหมึกไม่ดี

สาเหตุมาจากหมึกละลายไม่ดี ความถี่ในการเกิด (O) ผู้เชี่ยวชาญมีมติให้คะแนน 3 เนื่องจากพบข้อบกพร่องในความถี่ที่ต่ำ และความเป็นไปได้ ในการตรวจพบ (D) ข้อบกพร่องคะแนน 5 เนื่องจากมีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้

- การแห้งตัวช้า

สาเหตุมาจากเวลาในการแห้งตัวของหมึกยาวเกินไป ความถี่ในการเกิด (O) ผู้เชี่ยวชาญมีมติให้ คะแนน 3 เนื่องจากพบข้อบกพร่องในความถี่ที่ต่ำ และความเป็นไปได้ ในการตรวจพบ (D) ข้อบกพร่องคะแนน 5 เนื่องจากมีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้

- สัดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสม

สาเหตุจากไม่มีการติดตามที่ต่อเนื่องความถี่ในการเกิด (O) ผู้เชี่ยวชาญมีมติให้ คะแนน 3 เนื่องจากพบข้อบกพร่องในความถี่ที่ต่ำและความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) ข้อบกพร่องคะแนน 5 เนื่องจากมีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.5 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์														
กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	วิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/วันเสร็จสิ้น	ผลการแก้ไข			
											S	O	D	RPN
ผลิตหมึกพิมพ์	สะเก็ดหมึกในถังหมึก	พิมพ์แล้วเกิดหมึกส่วนเกิน	5	ปาดผิวหน้าหมึกพิมพ์ไม่หมด	3	ไม่มีการตรวจซ้ำ	5	75						
			5	เก็บหมึกนานเกินไป	3	ไม่มีกำหนดระยะเวลาในการเก็บหมึกที่คลังพัสดุ	5	75						
	หมึกพิมพ์ไหลตัวไม่ดี	พิมพ์แล้วเกิดหมึกส่วนเกิน	5	หมึกเหลว หรือเหนียวเกินไป	3	ตรวจสอบตามแผนคุณภาพ	5	75						
	ความสามารถละลายตัวของหมึกไม่ดี	พิมพ์แล้วเกิดหมึกส่วนเกิน	5	หมึกละลายไม่ดี	3	ผู้ออกสูตรดำเนินการทดสอบความสามารถในการละลายให้อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ	5	75						
	แห้งตัวไม่ดี	แผ่นพิมพ์ไม่แห้ง	5	ระยะเวลาในการแห้งตัวยาวเกินไป	3	ควบคุมระยะเวลาแห้งตัวให้อยู่ในข้อกำหนด	5	75						
		ซับหลัง	5	สัดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสม	3	ผู้ออกสูตรดำเนินการทดสอบซับหลังให้อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ	5	75						
ระดับคะแนน		S: ความรุนแรง	1-10	O : โอกาสที่เกิดขึ้น	1-10	D : ความสามารถในการตรวจจับ	1-10	SxOxD						

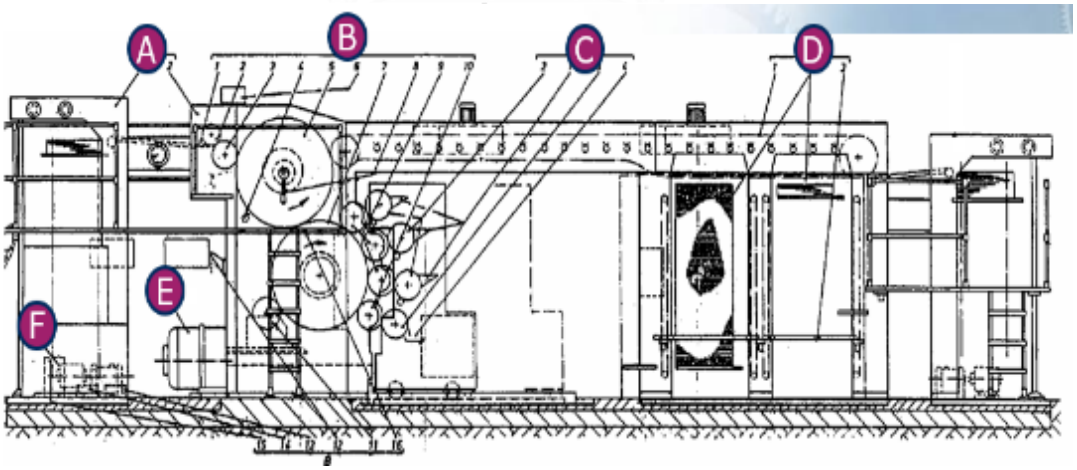
จัดทำครั้งที่ 1 : 12 ธ.ค. 2559

3.2 การหาสาเหตุและวิเคราะห์ข้อบกพร่องกระบวนการพิมพ์เส้นนูน

3.2.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงาน และส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์เส้นนูน

หลักการของการพิมพ์เส้นนูนแผ่นพิมพ์ที่ผ่านการพิมพ์สีพื้น นำเข้าตรงหน่วยป้อน เมื่อพร้อมที่จะทำการพิมพ์แผ่นพิมพ์ แผ่นพิมพ์จะวิ่งไปในหน่วยการพิมพ์ที่มีหมึกพิมพ์ความหนืดสูงใส่ไว้ในรางตรงหน่วยหมึก และทำการพิมพ์ด้วยแรงกดที่สูงเพื่อให้ภาพพิมพ์มีลักษณะนูนเพื่อต่อต้านการปลอมแปลง หลังจากนั้นแผ่นพิมพ์ที่ถูกพิมพ์เสร็จจะวิ่งไปในตำแหน่งแยกแผ่นพิมพ์ ดีเสีย เพื่อจะนำแผ่นพิมพ์ที่พิมพ์เสร็จแล้วออกจากเครื่องพิมพ์เพื่อส่งในขั้นงานถัดไป รูปที่ 3.6 และ 3.7 แสดงเครื่องพิมพ์และส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์เส้นนูน

รูปที่ 3.6 เครื่องพิมพ์เส้นนูน



รูปที่ 3.7 ส่วนของเครื่องพิมพ์เส้นนูนแบ่งตามส่วนประกอบหลัก KOEBAU-GIORI-DE LA RUE รุ่น INTAGLIOCOLOR 8 [13]

A. จุดป้อนแผ่นพิมพ์ และกระดาษวิ่งเข้าในตำแหน่งพร้อมพิมพ์

B. หน่วยพิมพ์

C. จุดเติมหมึกพิมพ์

D. จุดตำแหน่งที่พิมพ์เสร็จแล้วลงมาเพื่อทำการเคลื่อนย้าย

E. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

F. หน่วยของระบบไฮโดรลิค

G. ตู้ควบคุมไฟฟ้า

หลักการทำงานและส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องพิมพ์เส้นนูนเพื่อให้สามรถรู้ถึงของเสียสามารถที่จะเกิดได้ตรงจุดไหนของเครื่องเพื่อทำแผนลดความเสี่ยงจากการทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

ตัวอย่างส่วนประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดของเสียหมึกพิมพ์ส่วนเกิน และ ซับหลัง

- ชุดอุปกรณ์ในอ่างน้ำยาลูกกลิ้งเช็ดหมึกประกอบด้วยสก็อตไบต์

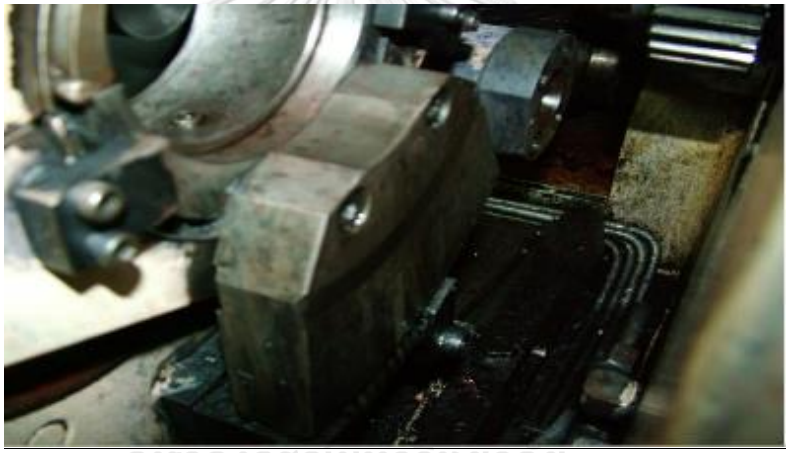
สก็อตไบต์มีหน้าที่ล้างลูกกลิ้งเช็ดหมึกหลังจากเช็ดหมึกส่วนเกินออกจากแม่พิมพ์แล้วหมุนลงมาในอ่างน้ำยาลูกกลิ้งเช็ดหมึกให้หมดดังแสดงตามรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 ชุดอุปกรณ์ในอ่างน้ำยาลูกกลิ้งเช็ดหมึกสก็อตไบต์

- ลูกกลิ้งเช็ดหมึกมีหน้าที่เช็ดหมึกส่วนเกินออกจากบริเวณที่ไม่ต้องการ นอกบริเวณร่องของแม่พิมพ์ ลูกกลิ้งเช็ดหมึกผิวต้องเรียบไม่มีรอยเป็นเส้นหรือผิวมีรูพรุน ค่าความแข็งของผิวยางต้องอยู่ตามข้อกำหนด ดังแสดงตามรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 ลูกกลิ้งเช็ดหมึก

- ชุดประกับของลูกกลิ้งเช็ดหมึก มีหน้าที่จับหัวแกนเพลาของลูกกลิ้งเช็ดหมึกทั้งสองข้างซ้ายขวาไม่ให้เกิดการสั่นสะเทือน หรือหลวมคลอน ดังแสดงตามรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ชุดประกับของลูกกลิ้งเช็ดหมึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

-ใบมีดปากอ่าง มีหน้าที่ปาดที่ผิวลูกกลิ้งเช็ดหมึกที่หมุนลงในอ่างน้ำยาเพื่อล้างหมึกออกเมื่อหมุนขึ้นมาใบมีดจะปาดน้ำยาด้วยน้ำยาไม่ให้น้ำยาไปติดแม่พิมพ์และโดนหมึกพิมพ์ทำจะให้เกิดของเสีย ดังแสดงตามรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 ใบมีดปากอ่าง

- ยันศูนย์ลูกเช็ดหมึก มีหน้าที่ประคองให้ลูกกลิ้งเช็ดหมึกอยู่ในศูนย์กลาง ตัวหัวยันศูนย์ต้องไม่เกิดการเสียหายจะทำให้ลูกกลิ้งเช็ดหมึกหมุนไม่ได้ศูนย์และเกิดของเสียหมึกส่วนเกิน ดังแสดงตามรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 ยันศูนย์ลูกเช็ดหมึก

3.2.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องโดยแผนภาพสาเหตุและผลของแผนกพิมพ์เส้นนูน

การระดมสมองของแผนกผลิตหมึกพิมพ์มีผู้เชี่ยวชาญร่วมแสดงความคิดเห็น และให้ข้อมูลทั้งหมด 8 คน มีประสบการณ์สูงสุด 33 ปี ต่ำสุด 8 ปีมีรายชื่อดังรายชื่อตามด้านล่าง

คุณธำรงศักดิ์ โรจนขจร ผู้จัดการแผนกพิมพ์เส้นนูน1-2 ประสบการณ์ 31 ปี

คุณทรงเกียรติ์ เลิศบุษยมาส หัวหน้างานผลิตธนบัตรแผนกพิมพ์เส้นนูน1-2 ประสบการณ์ 27 ปี

คุณทวีชัย ปรัชญาวานิชกุล หัวหน้างานผลิตธนบัตรแผนกพิมพ์เส้นนูน1-2 ประสบการณ์ 26 ปี

คุณสุรพล ยะก๊บ หัวหน้างานผลิตธนบัตร แผนกพิมพ์เส้นนูน1-2 ประสบการณ์ 29 ปี

คุณวีรศักดิ์ บุตรจรรยาพจน์ หัวหน้างานผลิตธนบัตรแผนกพิมพ์เส้นนูน1-2 ประสบการณ์ 27 ปี

คุณเรืองชัย ประดิษฐ์พงษ์ หัวหน้างานผลิตธนบัตรแผนกพิมพ์เส้นนูน1-2 ประสบการณ์ 22 ปี

คุณโชติกร เลิศอนันต์ หัวหน้างานผลิตธนบัตรแผนกพิมพ์เส้นนูน1-2 ประสบการณ์ 33 ปี

คุณธวัชชัย เป้าเจริญ หัวหน้างานผลิตธนบัตรแผนกพิมพ์เส้นนูน1-2 ประสบการณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

33 ปี

ผู้วิจัยประคอง คำนวนดี วิศวกรอาวุโสส่วนห้องมั่นคงและควบคุมคุณภาพธนบัตร ประสบการณ์ 8 ปี

การวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องซับหลังและหมึกส่วนเกินของแผนกผลิตหมึกพิมพ์เส้นนูน

พิจารณาสาเหตุที่มาจากคน มีดังนี้

- สาเหตุที่เกิดจากคนมีความเป็นไปได้น้อยเนื่องจากมีพิธีปฏิบัติให้ทำตามและมีหัวหน้างานช่วยควบคุมดูแล

พิจารณาสาเหตุของเครื่องจักร มีดังนี้

- ประกับของแกนลูกกลิ้งคลอนบ่อยทำให้แกนลูกเช็ดหมึกเคลื่อนที่ได้
- อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกใบมีดปาดหมึกคมเกินไปทำให้เกิดเข้าไปกินเนื้อลูกกลิ้งเช็ดหมึก
- อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึก สก็อตไบท์หมดอายุทำให้ล้างหมึกที่ลูกกลิ้งเช็ดหมึกไม่หมด
- อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึก สปริงยึดแผ่นสก็อตไบท์ล้าตัวทำให้สก็อตไบท์ไม่แตะลูกเช็ดหมึก
- อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึก ลูกเช็ดหมึกผิวชำรุดเนื่องจาการใช้งาน และไม่ได้เปลี่ยน
- ลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลางทำให้จ่ายหมึกมากเกินไป และน้อยเกินไป

พิจารณาสาเหตุของวิธีการ มีดังนี้

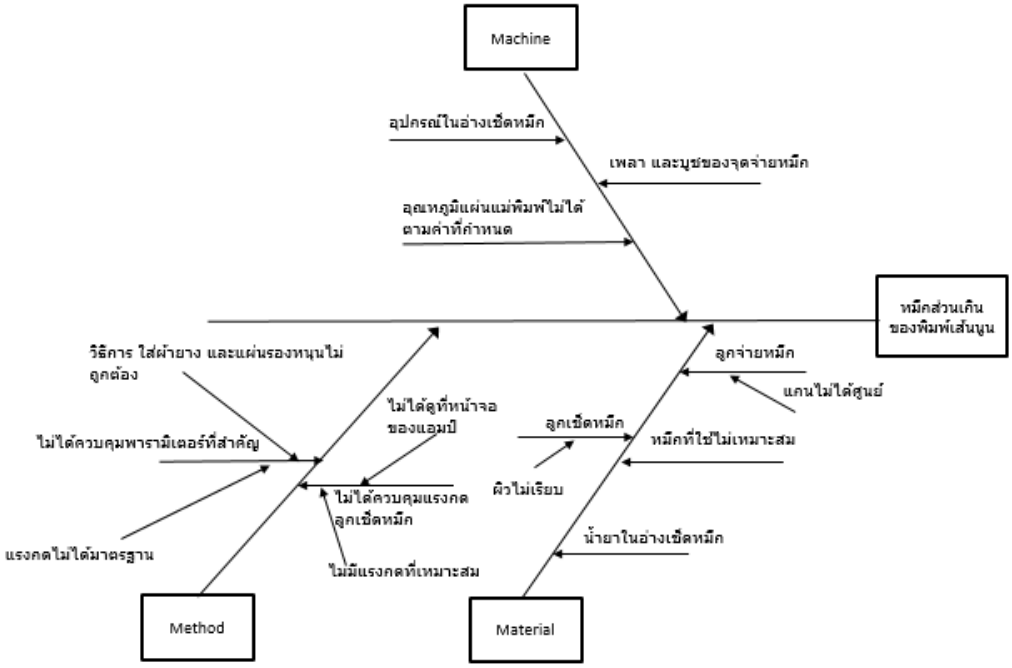
- สภาวะในการพิมพ์ไม่เหมาะสม
- ค่าแรงกดระหว่างลูกเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์โลหะ
- แรงกดระหว่างลูกจ่ายหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์โลหะ
- แรงกดของลูกแม่พิมพ์ กับลูกผ้ายาง
- ความหนาในการบรรจุแผ่นรองหนุนกับผ้ายาง
- อุณหภูมิของลูกจ่ายหมึกแต่ละหน่วย
- อุณหภูมิน้ำยาในอ่างลูกกลิ้งเช็ดหมึก
- อุณหภูมิแม่พิมพ์โลหะไม่ได้ตามมาตรฐาน

พิจารณาสาเหตุของวัตถุดิบ มีดังนี้

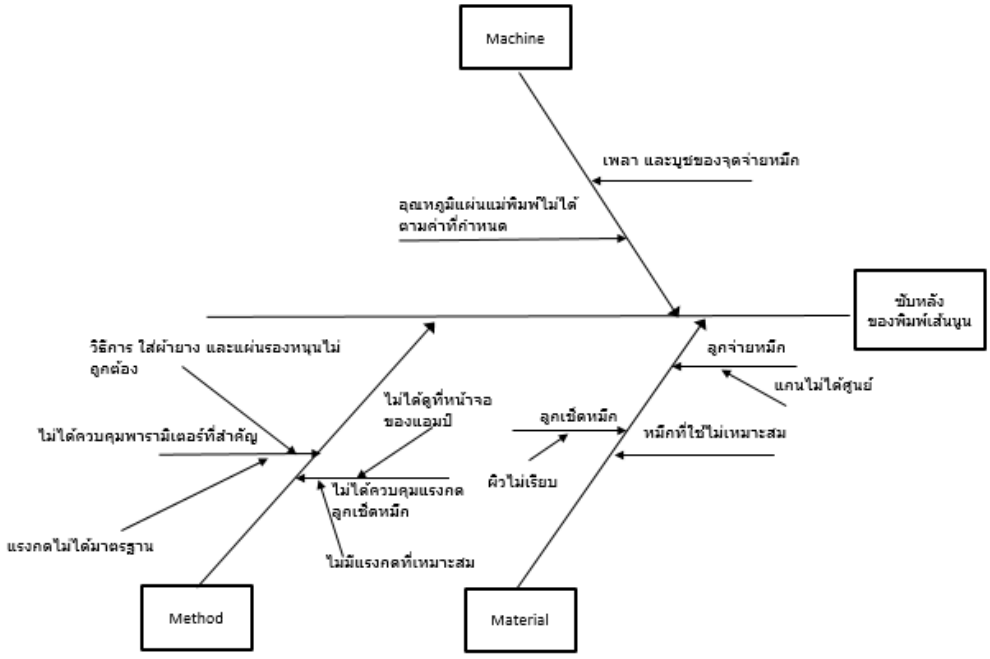
- หมึกพิมพ์ไม่สามารถตรวจสอบได้แต่ตรวจสอบก่อนขึ้นพิมพ์ และระหว่างพิมพ์
- กระดาษมีการตรวจสอบคุณภาพก่อนเข้าพิมพ์ของนักวิจัย และแผนกประกันคุณภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องหมึกส่วนเกิน และซับหลังของแผนกพิมพ์เส้นนูนมา มาจากการควบคุมแรงกดไม่เหมาะสม เกิดจากอุปกรณ์ของเครื่องพิมพ์ที่ไม่อยู่ในสภาวะที่จะใช้งาน และสภาวะการพิมพ์ไม่อยู่สภาวะที่เหมาะสม และพร้อมพิมพ์ได้แสดงตามรูปที่ 3.13 สรุปเหตุของการเกิดหมึกส่วนเกิน และรูปที่ 3.14 สรุปสาเหตุของการเกิดซับหลัง



รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลหมึกส่วนเกินของพิมพ์เส้นนูน



รูปที่ 3.14 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลการซับหลังของพิมพ์เส้นนูน

3.2.3 การกำหนดความรุนแรง ความถี่ในการเกิด ความสามารถในการตรวจจับ

การกำหนดความรุนแรงของข้อบกพร่อง (S) ของแผนกพิมพ์เส้นนูน

- หมึกส่วนเกิน

มีสาเหตุมาจากค่าแรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม ประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกหลวม อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกชำรุด ลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง อุณหภูมิแม่พิมพ์โลหะไม่ได้ตามมาตรฐาน และสภาวะการพิมพ์ไม่เหมาะสมผู้เชี่ยวชาญมีมติให้คะแนน 7 เนื่องจากทำให้เกิดของเสีย

- ซับหลังมีสาเหตุมาจาก ลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง,อุณหภูมิแม่พิมพ์โลหะไม่ได้ตามมาตรฐาน และสภาวะในการพิมพ์ไม่เหมาะสมผู้เชี่ยวชาญมีมติให้คะแนน 7 เนื่องจากทำให้เกิดของเสีย

การกำหนดความความถี่ในการเกิด (O) และความเป็นไปได้ ในการตรวจพบ (D) ข้อบกพร่องแผนกพิมพ์เส้นนูน

- หมึกส่วนเกิน

มีสาเหตุมาจากค่าแรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแม่พิมพ์โลหะไม่เหมาะสม ประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกหลวม,อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกชำรุดลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง, อุณหภูมิแผ่นแม่พิมพ์ไม่ได้ตามมาตรฐาน และสภาวะการพิมพ์ไม่เหมาะสม ความถี่ในการเกิด (O) ผู้เชี่ยวชาญมีมติให้คะแนน 5 ของค่าแรงกดระหว่างลูกเช็ดหมึกกับ แผ่นแม่พิมพ์ เนื่องจากเกิดขึ้นเป็นครั้งคราว ประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกชำรุดและอุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกชำรุดผู้เชี่ยวชาญมีมติให้คะแนน 4 เนื่องจากเกิดขึ้นบางครั้งแต่น้อย ส่วนสาเหตุอื่นให้คะแนน 3 เนื่องจากพบข้อบกพร่องในความถี่ที่ต่ำ และความเป็นไปได้ ในการตรวจพบ (D) ข้อบกพร่องคะแนน 5 เนื่องจากมีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ซับหลัง

มีสาเหตุมาจาก ลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง อุณหภูมิแผ่นแม่พิมพ์ไม่ได้ตามมาตรฐาน และสภาวะในการพิมพ์ไม่เหมาะสม ความถี่ในการเกิด (O) ผู้เชี่ยวชาญมีมติให้ คะแนน 3 เนื่องจากพบข้อบกพร่องในความถี่ที่ต่ำและความเป็นไปได้ ในการตรวจพบ (D) ข้อบกพร่องคะแนน 5 เนื่องจากมีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่อง

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการพิมพ์เส้นนูนรายละเอียดคะแนนของความรุนแรง, ความถี่ในการเกิด, ความเป็นไปได้ในการตรวจพบ และคะแนนความเสี่ยงดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการพิมพ์เส้นนูน

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการพิมพ์เส้นนูน														
กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	วิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/วันเสร็จสิ้น	ผลการแก้ไข			
											S	O	D	RPN
พิมพ์เส้นนูน	หมึกส่วนเกินซับหลัง	แผ่นพิมพ์เกิดของเสีย	7	ค่าแรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม	5	ไม่มีการควบคุมที่แน่ชัดใช้ความสามารถส่วนบุคคล	5	175						
			7	ประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกชำรุด	4	ตรวจสอบเมื่อพบปัญหาและจำนวนที่เกิดมาก	5	140						
			7	อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกชำรุด	4	ตรวจสอบเมื่อพบปัญหาและจำนวนที่เกิดมาก	5	140						
			7	ลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง	3	ตรวจสอบเมื่อพบปัญหาและจำนวนที่เกิดมาก	5	105						
			7	อุณหภูมิแผ่นแม่พิมพ์ไม่ได้ตามข้อกำหนด	3	ตรวจสอบเมื่อพบปัญหาและจำนวนที่เกิดมาก	5	105						
			7	สถาวะการพิมพ์ไม่เหมาะสม	3	ตรวจสอบเมื่อพบปัญหาและจำนวนที่เกิดมาก	5	105						
ระดับคะแนน		S: ความรุนแรง	1-10	O : โอกาสที่เกิดขึ้น	1-10	D : ความสามารถในการตรวจจั	1-10	SxOxD						

จัดทำครั้งที่ 1 : 12 ธ.ค. 2559

เมื่อได้คะแนนระดับความเสี่ยงแล้วนำมาเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อยเพื่อจัดลำดับความสำคัญในการปรับปรุงของแต่ละสาเหตุตามตารางที่ 3.7

ตาราง 3.7 เรียงลำดับค่าคะแนนความเสี่ยงของทุกสาเหตุ

ลำดับ	กระบวนการ	ข้อบกพร่อง	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	RPN
1	พิมพ์เส้นนูน	หมึกส่วนเกินซับหลัง	ค่าแรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม	175
2			ประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกชำรุด	140
3			อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกชำรุด	140
4			ลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง	75
5			อุณหภูมิแผ่นแม่พิมพ์ไม่ได้ตามข้อกำหนด	75
6			สภาวะการพิมพ์ไม่เหมาะสม	75
7	ผลิตหมึกพิมพ์	หมึกส่วนเกินซับหลัง	ปาดผิวหน้าหมึกพิมพ์ไม่หมด	75
8			เก็บหมึกนานเกินไป	75
9			หมึกเหลว หรือเหนียวเกินไป	75
10			หมึกละลายไม่ดี	75
11			ระยะเวลาในการแห้งตัวยาวเกินไป	75
12			สัดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสม	75

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

การดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงโดยใช้เทคนิค FMEA

จากการวิเคราะห์ของเสียที่เกิดขึ้นกับกระบวนการพิมพ์เส้นนูน และกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์พบของเสียมีหัวข้อที่ต้องทำการปรับปรุงเนื่องจากค่า RPN เกิน 60 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินตามเกณฑ์ที่ได้แสดงดังบทที่ 3กระบวนการพิมพ์เส้นนูนอาการหมึกส่วนเกินและซับหลังมีหัวข้อที่ต้องปรับปรุง 6 ข้อ กระบวนการผลิตหมึกพิมพ์มีหัวข้อที่ต้องทำการปรับปรุง 6 ข้อรวมทั้งหมด 12 หัวข้อ

4.1 กำหนดการดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากตารางที่ 3.5 จากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบพบว่ามีสาเหตุหลักของปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการปฏิบัติงานของพนักงาน สภาวะการทำงานของเครื่องจักรไม่เหมาะสม วิธีการทำงาน การติดตามปัญหายังไม่มีความต่อเนื่อง และเครื่องจักรสภาพไม่พร้อมต่อการใช้งาน จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญจึงได้ทำการระดมสมองเพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าวโดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปสาเหตุ และแนวทางแก้ไข

ลำดับที่	กระบวนการ	ของเสีย	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
1	พิมพ์เส้นนูน	หมึกส่วนเกินซับหลัง	ค่าแรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม	ควบคุมค่าแรงกด 60 แอมป์
2			ประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกหลวม	ตรวจสอบในวันบำรุงรักษาประจำเดือน
3			อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกชำรุด	ตรวจสอบในวันบำรุงรักษาประจำเดือน
4			ลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง	ตรวจสอบในวันบำรุงรักษาประจำเดือน
5			อุณหภูมิแผ่นแม่พิมพ์ไม่ได้ตามมาตรฐาน	ทำการตรวจสอบทุกวันก่อนพิมพ์ บันทึกลงในใบตรวจสอบ
6			สภาวะการพิมพ์ไม่เหมาะสม	กำหนดเป็นค่ามาตรฐานในการควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.1 สรุปสาเหตุ และแนวทางแก้ไข(ต่อ)

ลำดับที่	กระบวนการ	ของเสีย	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
7	ผลิตหมึกพิมพ์	หมึกส่วนเกินซับหลัง	ปาดผิวหน้าหมึกพิมพ์ไม่หมด	ตรวจสอบก่อนบรรจุลงถังทุกหน่วยการผลิต
8			เก็บหมึกนานเกินไป	ควบคุมอายุการใช้หมึกไม่เกิน 1 ปี ถ้าเกินตรวจคุณภาพใหม่
9			หมึกเหลว หรือเหนียวเกินไป	ตรวจสอบทุกหน่วยการผลิต และสุ่มตรวจคุณภาพ
10			หมึกละลายไม่ดี	ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบติดตามอย่างต่อเนื่อง
11			การแห้งตัวของหมึกนานเกินไป	ตรวจสอบทุกหน่วยการผลิต และสุ่มตรวจคุณภาพ
12			สัดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสม	ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบติดตามอย่างต่อเนื่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 การแก้ไขและปรับปรุงแผนกพิมพ์เส้นนูน

4.2.1 การปรับปรุงค่าแรงกดระหว่างลูกเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม

ค่าแรงกดระหว่างลูกเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม

ค่าแรงกดน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการสัมผัสของลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์น้อยเกินไปทำให้เกิดการเช็ดหมึกส่วนเกินออกไม่หมด เมื่อทำการพิมพ์จะทำให้หมึกส่วนเกินไปถ่ายลงภาพพิมพ์ทำให้เกิดของเสียหมึกส่วนเกิน

ค่าแรงกดมากเกินไปจะทำให้เกิดการสัมผัสของลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์มากเกินไปทำให้ลูกกลิ้งเช็ดหมึกดึงหมึกที่อยู่ในร่องแม่พิมพ์ออกมา เมื่อทำการพิมพ์จะเกิดรอยลากเป็นเส้นยาวถ่ายลงภาพพิมพ์ทำให้เกิดของเสียหมึกส่วนเกิน

ปรับปรุงค่าแรงกดให้เหมาะสมโดยการตั้งสมมติฐานที่ค่าแรงกด 60 แอมป์ เนื่องจากมีการสังเกตและจากประสบการณ์ทำงานที่ผ่านมาจะทำให้เกิดหมึกพิมพ์ส่วนเกินโดยเฉลี่ยต่ำกว่าค่าแรงกด 50 แอมป์ จึงได้ทำการทดลองและผลการทดลองตามตารางที่ 4.2 การดูค่าแรงกดระหว่างลูกเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์สามารถดูได้ที่หน้าปัด ดังแสดงในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 แสดงหน้าปัดของค่าแอมป์ แรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแม่พิมพ์

ข้อมูลการทดลองหาค่าแรงกดที่เหมาะสมของ 50 แอมป์ และ 60 แอมป์ จำนวนตัวอย่างละ 44 ข้อมูลโดยใช้ One-way ANOVA

ตารางที่ 4.2 จำนวนของเสียหมึกส่วนเกินของค่า 50 แอมป์ และ 60 แอมป์

50 Amp									
696	29	13	19	0	171	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	24	0	21
0	0	0	11	0	13	0	0	0	0
82	193	78	0	9	81	15	14	17	28
114	95	273	54						
60 Amp									
30	0	55	0	14	32	12	0	69	20
29	0	0	0	0	26	0	0	0	0
14	0	54	0	11	0	0	0	67	0
0	0	0	0	32	0	0	0	0	0
0	0	0	0						

One-way ANOVA: Wipe versus Amp

Source DF SS MS F P

Amp 1 30303 30303 4.40 0.039

Error 86 592060 6884

Total 87 622364

S = 82.97 R-Sq = 4.87% R-Sq(adj) = 3.76%

Individual 95% CIs For Mean Based on

Pooled StDev

Level N Mean StDev ------+---------+---------+---------+---

50 44 47.68 115.76 (---------*---------)

60 44 10.57 19.17 (---------*---------)

------+---------+---------+---------+---

0 25 50 75

Pooled StDev = 82.97

ผลของ One –Way ANOVA ค่าแรงกดที่ทำให้เกิดของเสียหมึกส่วนเกินต่างกัน โดยค่า P Value น้อยกว่า 0.05 สรุปได้ว่าใช้ค่าแรงกดที่ 60 แอมป์ ทำให้ค่าเฉลี่ยของการเกิดหมึกส่วนเกินต่ำกว่าค่าแรงกดที่ 50 แอมป์ จึงนำเอาค่าแรงกดที่ 60 แอมป์มาควบคุมให้แรงกดอยู่ใกล้ค่านี้ ในอนาคตจะทำการออกแบบการทดลองที่ค่า 62 และ 58 แอมป์ เพื่อให้ทราบว่าค่าไหนจะทำให้เกิดหมึกส่วนเกินน้อยที่สุด

4.2.2 ประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกหลวม

หลักการทำงาน

ประกับจับยึดเพลาลูกกลิ้งเช็ดหมึกพอประกอบเข้ากับตัวบูชแล้วต้องแนบสนิทประกอบแล้วไม่หลวมแสดงในรูปที่ 4.2 และแสดงในรูปที่ 4.3 แต่เนื่องจากใช้งานเป็นเวลานานจึงอาจเกิดการหลวมคลอน

รูปที่ 4.2 ชุดประกับ

รูปที่ 4.3 บูชลูกกลิ้งเช็ดหมึก

ปรับปรุงแก้ไขโดยการให้เจ้าหน้าที่เครื่องพิมพ์ทำการตรวจสอบเครื่องจักรประจำทุกเดือนหรือเมื่อเกิดหมึกส่วนเกินเกิดขึ้นผิดปกติ ให้ทำการแก้ไขโดยการเปลี่ยนชุดประกับตัวใหม่

4.2.3 อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกชำรุด

ในอ่างเช็ดหมึกมีอุปกรณ์อยู่หลายตัวที่มีผลต่อการเกิดของเสีย ดังนั้นต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอยู่เสมอ

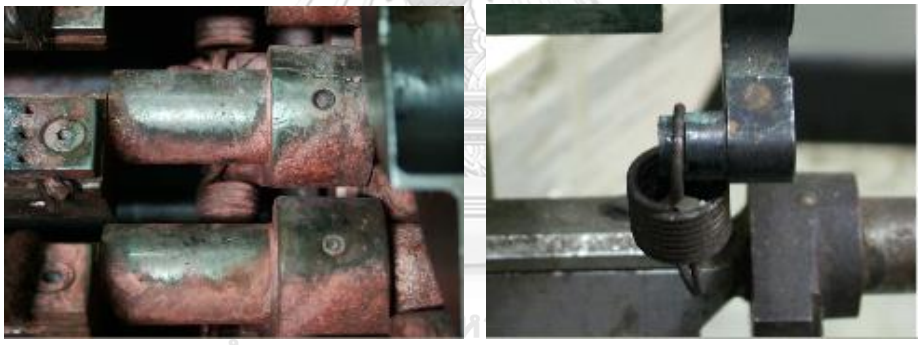
1.หัวล็อกอ่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกดังแสดงในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 หัวล็อกอ่างลูกกลิ้งเช็ดหมึก

มีหน้าที่ล็อกอ่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกไม่ให้สั่นคลอน ถ้าเกิดการสึกหรอแล้วจะทำอ่างน้ำยาสั่นทำให้เกิดของเสียหมึกส่วนเกิน

แก้ไขปรับปรุงโดยการตรวจสอบประจำเดือน และคอยสังเกตที่หน้างานมีการเกิดหมึกส่วนเกินผิดปกติหรือไม่

2. สปริงยึดสก็อตไบต์ในอ่างน้ำยาลูกกลิ้งเช็ดหมึกดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 สปริงยึดสก็อตไบต์ในอ่างน้ำยาล้างลูกกลิ้งเช็ดหมึก

ทำหน้าที่ในการยึดแกนของแผ่นสก็อตไบต์ให้สัมผัสกับลูกกลิ้งเช็ดหมึกในเวลากดปุ่มให้เครื่องจักรทำงาน ถ้าสปริงล้าทำให้แผ่นสก็อตไบต์ไม่สัมผัสลูกกลิ้งเช็ดหมึกทำให้ล้างหมึกพิมพ์ออกไม่หมด จึงทำให้หมึกพิมพ์กลับเข้าไปติดแผ่นพิมพ์ทำให้เกิดของเสียหมึกพิมพ์ส่วนเกิน

แก้ไขปรับปรุงโดยการตรวจสอบประจำเดือน และคอยสังเกตที่หน้างานมีการเกิดหมึกส่วนเกินผิดปกติหรือไม่

3.ลูกกลิ้งเช็ดหมึกดังแสดงตามรูปที่ 4.6

ทำหน้าที่เช็ดหมึกส่วนเกินออกจากแม่พิมพ์ที่ลูกกลิ้งจ่ายหมึกส่งหมึกไปที่ร่องแม่พิมพ์เพื่อที่จะถ่ายลงกระดาษ จะมีหมึกส่วนหนึ่งเกินออกจากร่องแม่พิมพ์ ดังนั้นลูกกลิ้งจ่ายหมึกต้องเช็ดหมึกส่วนเกินออกจากแม่พิมพ์ให้หมด เพื่อให้ได้ลวดลายภาพพิมพ์ตามที่ต้องการ ถ้าลูกกลิ้งเช็ด

หมึกลูกยางมีรอยขีดข่วนเป็นเส้นหรือยางเกิดการเสียรูปเนื่องจากใช้งานมากเกินไปจะส่งผลต่อการเกิดหมึกส่วนเกิน

รูปที่ 4.6 ลูกกลิ้งเช็ดหมึก

แก้ไขปรับปรุงโดยการตรวจประจำวันหลังเลิกงาน คอยสังเกตที่หน้างานมีการเกิดหมึกส่วนเกินผิดปกติหรือไม่

4.2.4 การแก้ไขปัญหาลูกจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง

ลูกจ่ายหมึกทำหน้าที่รับหมึกจางรางหมึกและไปจ่ายที่แม่พิมพ์รูปของลูกกลิ้งจ่ายหมึกแสดงดังในรูปที่ 4.7 ถ้าลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์ทำให้เกิดการจ่ายหมึกมากเกินไปที่แม่พิมพ์ ทำให้เกิดลูกกลิ้งเช็ดหมึกไม่สามารถเช็ดหมึกได้หมดทำให้เกิดหมึกส่วนเกินและการซับหลังของหมึกพิมพ์

รูปที่ 4.7 รูปลูกกลิ้งจ่ายหมึก

แก้ไขโดยการตรวจสอบศูนย์กลางตั้งแต่การผลิตลูกกลิ้งจ่ายหมึกที่เครื่องกลึงเมื่อทำการปลอกผิวที่ไม่ต้องการออก โดยใช้นาฬิกาวัดความกลมหรือค่าศูนย์กลางของลูกไม่ให้เกินค่าที่กำหนดดังแสดงวิธีการตรวจตามรูปที่ 4.8 และตรวจสอบอีกครั้งอีกครั้งก่อนที่เครื่องพิมพ์จะเริ่มทำการผลิตต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อนถึงสามารถพิมพ์อย่างต่อเนื่องได้

รูปที่ 4.8 วิธีตรวจสอบความกลมโดยใช้นาฬิกาวัด

4.2.5 การแก้ไขอุณหภูมิแผ่นแม่พิมพ์ไม่ได้มาตรฐาน

อุณหภูมิแผ่นแม่พิมพ์ต้องควบคุมให้ได้ตามค่าที่ได้กำหนดจากแผนกวิจัยพัฒนาแสดงตามรูปที่ 4.9 เพื่อให้ได้คุณภาพการพิมพ์ที่ดีไม่เกิดปัญหาของหมึกพิมพ์เช่นการเกิดหมึกพิมพ์ส่วนเกิน ซับหลัง หมึกถอน และ อื่นๆ ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามแบบควบคุมสภาวะของเครื่องตั้งแต่เริ่มต้นการผลิต โดยมีการวัดอุณหภูมิแผ่นแม่พิมพ์ทุกครั้งก่อนผลิตดังแสดงในรูปที่ 4.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โรงพิมพ์ธนบัตร รปท.	แบบสภาวะเครื่องพิมพ์เส้นบูน	FNLT9030 หน้า 1 จาก 1

สภาวะเครื่องพิมพ์	หมึกพิมพ์เส้นบูนสำหรับพิมพ์								
	ธนบัตร 20 บาท (Normal Size)	ธนบัตร 20 บาท (Super Size)	ธนบัตร 50 บาท	ธนบัตร 100 บาท (Super Size)	ธนบัตร 500 บาท (ด้านหน้า)	ธนบัตร 500 บาท (ด้านหลัง)	ธนบัตร 1,000 บาท (ด้านหน้า)	ธนบัตร 1,000 บาท (ด้านหลัง)	อากรแสตมป์
1. Plate Temperature (°C) สุ่มวัดอุณหภูมิจากแม่พิมพ์แต่ละด้านหน่ง	80-85	80 - 83	80 - 84	80 - 84	80 - 82	80 - 82	80 - 84	80 - 84	70 – 74
2. Ductor Temperature (°C)	18-35	18 - 35	20 – 25	20 – 25	20 – 25	20 – 25	20 – 25	20 – 25	20 – 25
3. Wiping Solution Temperature / Tank (°C)	40-45	40-45	35 - 40	45 - 50	35 - 40	35 - 40	35 - 40	35 - 40	35 - 40
4. Wiping Solution Concentration (% NaOH)	0.7-0.8	0.7 – 0.8	0.7 – 0.8	0.7 – 0.8	0.7 – 0.8	0.7 – 0.8	0.7 – 0.8	0.7 – 0.8	0.7 – 0.8
5. Sheets / Stack ,max	600-1250	600-1,250	1,250	1,250 – 2,500	600	600	1,250 – 2,500	1,250 - 2,500	1,250 – 1,500

จัดทำโดย รุติพ.	ทบทวน	อนุมัติ โสภ
นักพัฒนาเทคนิค 15 / มค / 57	ผจก. ผพท. 15 ม.ค. 57	ผจส.วมพ. 15 / มค / 57

จัดทำครั้งที่ 2: 16 มกราคม 2555

รูปที่ 4.9 สภาวะการพิมพ์ที่แผนกวิจัยพัฒนากำหนด

รูปที่ 4.10 ตรวจสอบอุณหภูมิที่แม่พิมพ์

การแก้ไขโดยการตรวจสอบก่อนเริ่มงานทุกวัน โดยการบันทึกลงใบตรวจสอบสภาวะรายวันของเครื่องพิมพ์เส้นนูนตามที่แสดงในรูปที่ 4.11

แบบฟอร์มบันทึก Condition รายวันเครื่องพิมพ์เส้นนูน

วันที่	เวลา	เช้า	บ่าย	อุณหภูมิ (Plate) พิมพ์ไว้	อุณหภูมิ แท้จริง	อุณหภูมิ วัดจริง (80 - 85 °C) Plate 1	Plate 2	Plate 3	Plate 4	น้ำ(ก Wiping (45-65°C) และFountain(√/x)
1 ก.พ. 60	8:00	✓		90	97.8	90.7	90.6	90.7	–	
2 ก.พ. 60	8:00	✓		90	97.9	90.7	91.1	90.7	–	
25 ม.ค. 60	8:00	✓		90	90.2	90.5	90.4	90.4	–	
24 ม.ค. 60	8:00	✓		90	90.4	90.3	90.3	90.4	–	
27 ม.ค. 60	8:00	✓		90	90.3	90.3	90.5	90.4	–	
28 ม.ค. 60	8:00	✓		90	90.2	90.2	90.4	90.4	–	
29 ม.ค. 60	8:00	✓		90	90.2	90.3	90.2	90.3	–	
30 ม.ค. 60	8:00	✓		90	90.3	90.4	90.2	90.2	–	
14 ก.พ. 60	8:00	✓		90	90.3	90.3	90.3	90.3	–	
15 ก.พ. 60	8:00	✓		90	90.3	90.2	90.2	90.1	–	
16 ก.พ. 60	8:00	✓		90	90.2	90.3	90.3	90.2	–	
17 ก.พ. 60	8:00	✓		90	90.3	90.2	90.3	90.2	–	
20 ก.พ. 60	8:00	✓		90	90.2	90.3	90.2	90.3	–	
21 ก.พ. 60	8:00	✓		90	90.3	90.3	90.3	90.2	–	
22 ก.พ. 60	8:00	✓		90	90.1	90.3	90.1	90.3	–	
23 ก.พ. 60	8:00	✓		90	90.0	90.1	90.3	90.3	–	
24 ก.พ. 60	8:00	✓		80	80.1	80.2	80.1	80.1	–	
27 ก.พ. 60	8:00	✓		80	80.1	80.3	80.2	80.2	–	
28 ก.พ. 60	8:00	✓		80	80.2	80.1	80.2	80.2	–	
29 ก.พ. 60	8:00	✓		80	80.2	80.1	80.2	80.2	–	
30 ก.พ. 60	8:00	✓		80	80.1	80.1	80.2	80.2	–	
31 ก.พ. 60	8:00	✓		80	80.1	80.2	80.0	80.2	–	
1 มี.ค. 60	8:00	✓		80	80.2	80.1	80.1	80.1	–	
2 มี.ค. 60	8:00	✓		80	80.1	80.1	80.2	80.1	–	
3 มี.ค. 60	8:00	✓		90	90.2	90.1	90.2	90.2	–	
6 มี.ค. 60	8:00	✓		90	90.1	90.1	90.1	90.2	–	
7 มี.ค. 60	8:00	✓		90	90.1	90.2	90.1	90.2	–	
8 มี.ค. 60	8:00	✓		80	80.1	80.1	80.2	80.1	–	
9 มี.ค. 60	8:00	✓		80	80.2	80.1	80.1	80.1	–	
10 มี.ค. 60	8:00	✓		80	80.1	80.2	80.1	80.1	–	

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการบันทึกการตรวจสอบอุณหภูมิแม่พิมพ์

4.2.6 การแก้ไขสภาวะการพิมพ์ไม่เหมาะสม

เนื่องจากแต่ละเครื่องจักรมีการกำหนดสาวะการพิมพ์ไม่ตรงกัน ยังไม่มีมาตรฐานชัดเจน ซึ่งมีผลต่อการพิมพ์ถ้าสภาวะการพิมพ์ยังไม่ดีจะเกิดของเสีย และต้องใช้เวลาปรับแต่งเป็นเวลานาน จนกว่าจะได้สภาวะการพิมพ์ที่เหมาะสมเป็นสาเหตุที่เกิดของเสียจำนวนมาก

วิธีการแก้ไขโดยการประชุมหัวหน้างานทุกเครื่องเพื่อกำหนดสภาวะการพิมพ์ให้เป็นมาตรฐาน และทำการตรวจสอบในช่วงการตั้งเครื่อง ช่วงเปลี่ยนอุปกรณ์ และช่วงการเริ่มต้นการผลิตใหม่ โดยมีกำหนดหัวข้อควบคุมรายละเอียดตามด้านล่าง และดังแสดงตามตารางที่ 4.3

- เริ่มต้นตั้งแต่การตั้งชื่อโปรแกรมสำหรับการตรวจ เพื่อป้องกันการโหลดโปรแกรมผิด ในโปรแกรมจะมีพารามิเตอร์ในการตั้งค่าที่ได้ดีสำหรับการพิมพ์แล้ว

- การปรับค่าแม่พิมพ์ และตำแหน่งของจุดอ้างอิง(ตำแหน่งภาพพิมพ์ถูกต้อง) ให้ตรงตามข้อกำหนดของการผลิตธนบัตรชนิดราคานั้นๆ

- ความหนาของผ้ายาง โมกดอัดคือความหนาของผ้ายาง และแผ่นกระดาษ

- แรงกดคือระยะที่โมกดอัด และโมแม่พิมพ์กดอัดกัน

- ความหนาของผ้ายาง และกระดาษลองหนุนมีผลต่อแรงกดจึงต้องควบคุม ค่าที่ทำการการควบคุมมาจากคู่มือการติดตั้งเครื่องจักร

- ความหนาของแม่พิมพ์จ่ายหมึก และกระดาษลองหนุนมีผลต่อแรงกดจึงต้องควบคุม ค่าที่ทำการการควบคุมมาจากคู่มือการติดตั้งเครื่องจักร

- อุณหภูมิแม่พิมพ์ควบคุมให้ได้ตามข้อกำหนด ค่าควบคุมมาจากแผนกวิจัยและพัฒนา

- อุณหภูมิของลูกสีต่างๆแต่ละหน่วยควบคุมให้ได้ตามข้อกำหนดจากแผนกวิจัยและพัฒนา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- อุณหภูมิน้ำยาเช็ดหมึกต้องทำการตรวจสอบ เนื่องจากมีผลต่อการละลายของหมึกในอ่างน้ำยาลูกกลิ้งเช็ดหมึก

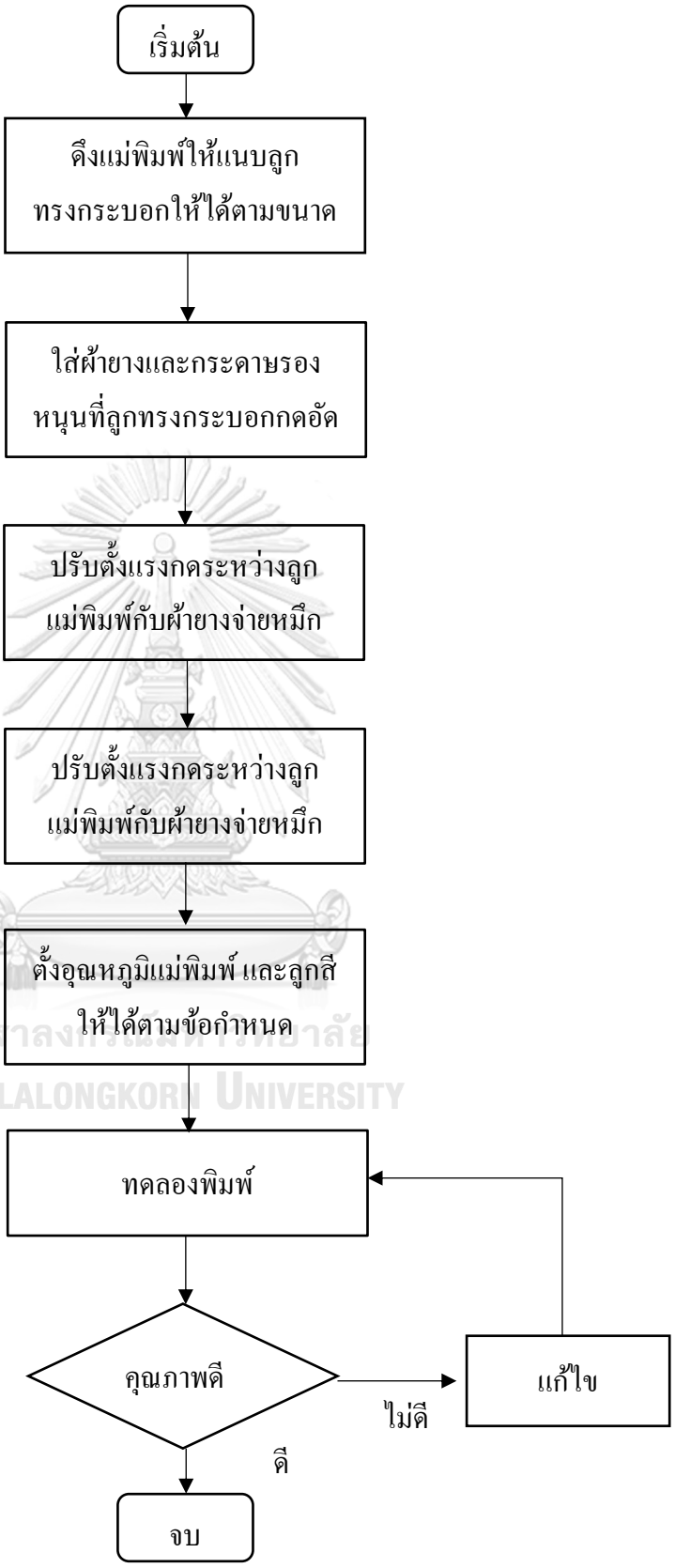
- หมึกพิมพ์ควรตรวจสอบก่อนพิมพ์ เมื่อเปิดถังแล้วพบหมึกหยาบหรือหมึกพิมพ์คุณภาพไม่ดี ไม่ให้นำมาผลิต และแจ้งให้กับแผนกผลิตหมึกพิมพ์และทำการเก็บตัวอย่างให้ทำการวิเคราะห์ปัญหาต่อไป

- ตรวจสอบลูกจ่ายหมึกก่อนนำขึ้นพิมพ์มีสภาพดีพร้อมผลิต

- ตรวจสอบลูกเช็ดหมึกมีคุณภาพดีไม่มีผิวเป็นรอย เส้นหรือเป็นรู สภาพดีพร้อมผลิต

- ความชื้นบริเวณเครื่องพิมพ์มีผลต่อกระดาษยืดหดทำให้เกิดของเสีย

สามารถแสดงขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรของธนบัตรชนิดราคาใหม่ ดังแสดงตามรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรของธนบัตรชนิดราคาใหม่

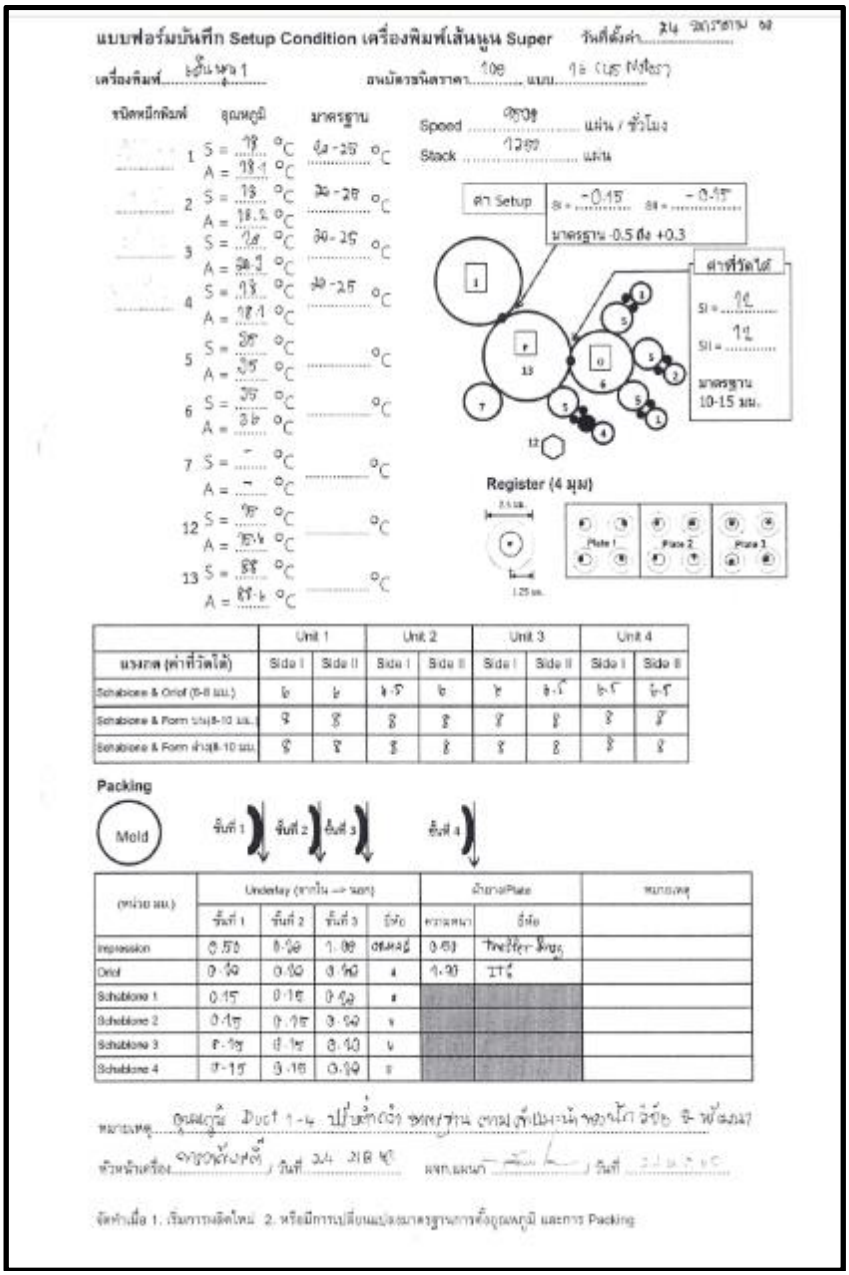
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างการควบคุมสภาวะในการผลิตธนบัตร 100 บาท

การควบคุมกระบวนผลิตในขั้นงานพิมพ์เส้นนูนธนบัตร 100 บาท แบบ 16 45 Notes

	รายการควบคุม	ข้อกำหนดกระบวนการผลิต	หมายเหตุ
1	Program Name	100 บาท แบบ 16 V1	ค่า Setting ของการพิมพ์
2	แม่พิมพ์และปรับตั้ง Register	ตาม SNLD	ปรับเปลี่ยนตามสภาพหน้างาน
3	ความหนาแม่พิมพ์ Super size	0.75 mm	Spec. ± 0.015 mm
	Standard size	0.8 mm	Spec. ± 0.015 mm
4	ความหนา Impression packing cylinder		
	4.1 Top draw sheet (Intaglio blanket)	0.50 mm	
	4.2 Presspan Super	1.5 - 2 mm	ปรับเปลี่ยนตามสภาพหน้างาน
	4.3 Presspan Standard	2.0 - 2.2 mm	ปรับเปลี่ยนตามสภาพหน้างาน
	ค่าแรงกด	0.45 - 0.65 mm.	ปรับเปลี่ยนตามสภาพหน้างาน
5	ความหนาของผ้ายาง Orlof	1.7 mm	
	5.1 Orlof Blanket underlay หนา	0.5 - 0.60 mm	
6	ความหนาของ Plate Schablone	2.3 mm	
	6.1 Plate Schablone underlay หนา	0.4 - 0.60 mm	ปรับเปลี่ยนตามสภาพหน้างาน
7	ปรับตั้งแรงกดระหว่าง Plate กับ Orlof cylinder	10 - 15 mm	
8	อุณหภูมิ Plate	80 - 85 °C	ตามกำหนด Condition ของวิจัย
9	อุณหภูมิลูก Fountain		
	- Unit 1	18 - 25 °C	ตามกำหนด Condition ของวิจัย
	- Unit 2	18 - 25 °C	ตามกำหนด Condition ของวิจัย
	- Unit 3	18 - 25 °C	ตามกำหนด Condition ของวิจัย
	- Unit 4	18 - 25 °C	ตามกำหนด Condition ของวิจัย
	- Unit 5 (Schablone)	35 - 40 °C	
	- Unit 6 (Orlof)	35 - 40 °C	
10	อุณหภูมิน้ำยา Wiping	45 ° C	มาจากชั้นใต้ดิน
11	หมึกพิมพ์	คุณภาพดี	ไม่มีเนื้อหยาบ,เหนียว,แข็ง
12	ลูก Schablone	คุณภาพดี	พื้นที่รับหมึกผิวเรียบไม่แตกลายงา
13	ลูก Wiping	คุณภาพดี	ผิวเรียบ ลูกไม่มีรอย
14	ความชื้นบริเวณเครื่องพิมพ์	55 ± 3 %	สอบถามแผนกการกำลัง

Rev.001 14/12/2016

ตัวอย่างที่ใบตรวจสอบสภาวะการพิมพ์เมื่อเครื่องจักรเปลี่ยนชนิดราคาใหม่ หรือมีการกลับมาพิมพ์ธนบัตรชนิดราคาเดิมอีกครั้ง ใบตรวจสอบของเครื่องพิมพ์เส้นนูน 1 พิมพ์ธนบัตรชนิดราคา 100 บาท ดังแสดงตามในที่ 4.13 โดยการตรวจสอบตามหัวข้อที่ได้ทำเป็นมาตรฐาน



รูปที่ 4.13 ใบตรวจสอบสภาวะการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์

เพื่อเป็นการตรวจสอบสภาวะการพิมพ์อย่างมีประสิทธิภาพและให้เป็นระบบ จึงมีการตรวจสอบด้วยแผนกประกันคุณภาพ มีใบตรวจสอบเพื่อเป็นยืนยันค่าที่ทำเป็นมาตรฐานแล้ว ได้ทำการตรวจสอบและมีค่าได้ตามที่กำหนดไว้ความถี่ในช่วงแรกของการตรวจที่งานประกันคุณภาพคือ 1 สัปดาห์ต่อครั้ง หัวข้อในการตรวจสอบเป็นไปตามสภาวะควบคุมมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 4.14 ของธนบัตรชนิดราคา 20 บาท

แบบตรวจสอบการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตขั้นงานพิมพ์เส้นนูน

M/C No. I 8 ชนิดราคา 20 ลำ 35

วันที่ 27 มีนาคม 2560 เวลา 14.28

No.	รายการที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ
1	Program Name ถูกต้อง (ตรวจสอบหน้าเครื่อง)	☑	
2	แม่พิมพ์และปรับตั้ง Register ตาม SNLD (Set up)	☑	
3	ความหนา Impression packing cylinder (Set up) -Top draw sheet 0.5 mm. -Presspan Super/Standard size (1.5 -2 mm),(2.0 -2.2	☑	
4	ค่าแรงกด 0.45 - 0.65 mm. (Set up)	☐	
5	ความหนาของผ้ายาง Orlof 1.7 mm (Set up) -Orlof Blanket underlay หนา 0.5 - 0.60 mm	☐	
6	ความหนาของ Plate Schablone 2.3 mm (Set up) Plate Schablone underlay หนา 0.4 - 0.60 mm	☑	
7	ปรับตั้งแรงกดระหว่าง Plate กับ Orlof cylinder 10 - 15 mm (Set up)	☑	
8	ความหนาแม่พิมพ์ (0.75 + 0.015 mm) Super size (0.8 + 0.015 mm) Std	☑	
9	อุณหภูมิ Plate 80 - 85 oC (รายวัน)	☑	80°c
10	อุณหภูมิลูก Fountain Unit 1-6 ตาม (รายวัน) ตามกำหนด Condition ของวิธีย	☑	
11	อุณหภูมิน้ำยา Wiping 45 °C จากชั้นใต้ดิน	☑	41°c
12	หมึกพิมพ์ (ไม่มีเนื้อหยาบ,เหนียว,แข็ง)	☑	
13	ลูก Schablone (พื้นที่รับหมึกผิวเรียบไม่แตกลายงา)	☑	
14	ลูก Wiping (ผิวเรียบ ลูกไม่มีรอย)	☐	
15	ความชื้นในห้องพิมพ์ 55 + 3 % สอบถามการกำลัง	☐	Tel.8473 53°c

Rev.001 15/02/2016

หมายเหตุ : ☑ ถูกต้องตามข้อกำหนด
: ☒ ไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด

ผู้ทำการตรวจสอบ... หัวหน้างาน... ผจก.ผคภ.

รูปที่ 4.14 ใบตรวจสอบสภาวะการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์แต่ละเครื่องของแผนกประกันคุณภาพ

4.3 การแก้ไขและปรับปรุงแผนกผลิตหมึกพิมพ์เส้นนูน

4.3.1 การแก้ไขปัญหาหมึกผิวหยาบ

หมึกผิวหยาบมีสาเหตุเกิดจากผิวหมึกเกิดปฏิกิริยากับอากาศทำให้ผิวหมึกด้านบนที่สัมผัสกับอากาศเกิดหมึกผิวหยาบ และสะเก็ดหมึกเกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนรอทำการบรรจุลงถัง เนื่องจากต้องมีการสุ่มตรวจคุณภาพ และต้องรอผลการตรวจผ่านข้อกำหนดของการผลิตจึงสามารถบรรจุลงถังได้

ทำการแก้ไขโดยการใช้พลาสติกคลุมที่หม้อผสมหมึกหลังจากที่ทำการบดแล้วเพื่อป้องกันอากาศทำปฏิกิริยากับหมึกดังแสดงดังรูปที่ 4.15 และเมื่อทำการดึงพลาสติกออกให้ตรวจสอบที่ผิวหน้าอีกครั้งยังมีหมึกผิวหยาบอีกหรือไม่ ถ้ามีให้ทำการตักหมึกออกให้หมดก่อนทำการบรรจุ

หม้อบรรจุหมึก พลาสติกคุมที่ผิวด้านบน

รูปที่ 4.15 พลาสติกคลุมผิวหน้าหม้อบรรจุหมึก

เพื่อให้การตรวจสอบมีประสิทธิภาพ จึงเพิ่มเติมการสุ่มตรวจคุณภาพก่อนบรรจุลงถังและระหว่างบรรจุลงถังเพื่อทำการเก็บข้อมูลและติดตามปัญหาหลังจากที่ได้ทำการแก้ไข โดยแผนกประกันคุณภาพทำการสุ่มที่ระดับ AQL 0.25 ดังตารางที่ 4.4 แผนในการตรวจสอบคุณภาพหมึกพิมพ์เส้นนูนโดยจำนวนการสุ่มตรวจไม่น้อยกว่า 20 % ของการผลิตทั้งหมดมีการตรวจสอบทั้งคุณภาพภายนอก และคุณสมบัติของหมึกพิมพ์

ตารางที่ 4.4 แผนการสุ่มผลิตหมึกพิมพ์คุณภาพหมึกพิมพ์

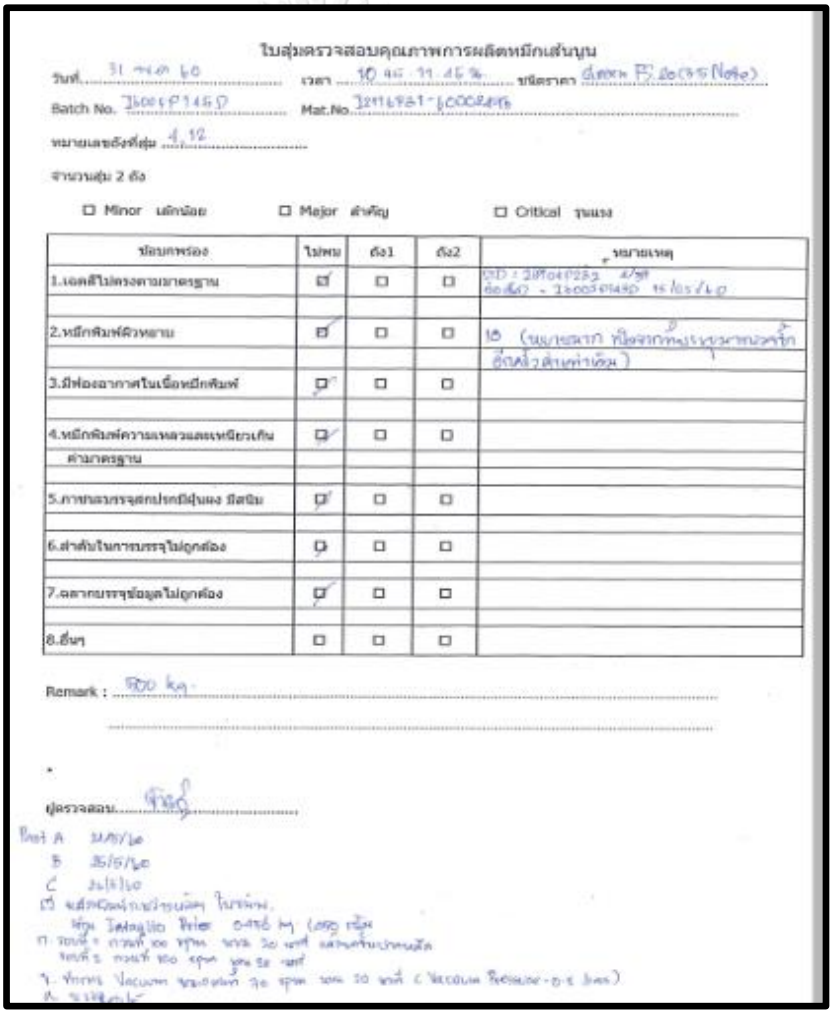
งานสุ่มตรวจคุณภาพในกระบวนการผลิต		ระดับคุณภาพ (AQL) :	0.25%	แผนการสุ่มที่ใช้ : Lot Size = 285 -500 Kg	GII	รหัส : H	Sample Size 50 Kg (2 ถัง) Ac = 0 Re.= 1	% การสุ่ม
ขั้นงาน	รายการตรวจ/ทดสอบ	เกณฑ์ข้อกำหนดคุณภาพ	จำนวนตัวอย่างที่สุ่ม (ถัง)	เวลาที่ใช้ (min) /ครั้ง/ชนิดราคา	ความถี่ (ครั้ง) / ผลัด	จำนวนผลัด	เวลาที่ใช้ทั้งหมด (min)	
ผลิตหมึกพิมพ์เส้นบน	คุณภาพหมึกพิมพ์ 1.เฉดสีของหมึกพิมพ์ 2.ความละเอียดของหมึกพิมพ์ 3.มีฟองอากาศในเนื้อหมึกพิมพ์ 4.ความสะอาดของภาชนะบรรจุ 5.ลำดับในการบรรจุ 6.ฉลากบรรจุถูกต้อง	 เฉดสีตรงตามมาตรฐาน ไม่มีหมึกผิวหยาบเป็นเม็ด ไม่มีฟองอากาศบนหน้าผิวหมึก ภาชนะบรรจุสะอาด ไม่มีสนิม สิ่งสกปรก เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ฉลากถูกต้องตามชนิดราคาและวันผลิต	2	30	1-2	1	60	20%
	คุณสมบัติหมึกพิมพ์ 7.สี 8.การแห้งตัว 9.ความละเอียด Micron 10.Viscosity (Pa.s) 11.Yield Stress (Pa) 12.Max Tack (Unit) 13.Tack Time (s)	 STD Q-Plan Part I Q-Plan Part I Q-Plan Part I Q-Plan Part I Q-Plan Part I Q-Plan Part I	1	60	2 ครั้งสัปดาห์	1	60	15%

ตามแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพของหมึกโดยใช้ตาในการตรวจสอบโดยทำการสุ่ม 2 ถัง จากขนาดที่ทำการผลิตต่อหน่วย 255 – 500 Kg ตรวจสอบเฉดสีของหมึก,ความละเอียดของหมึกพิมพ์ ,ตรวจสอบฟองอากาศ และความสะอาดของภาชนะที่ใช้ในการบรรจุรูปที่ 4.16 แสดงตำแหน่งของการบรรจุหมึกลงในถัง และจุดที่งานประกันคุณภาพสุ่มตรวจ

รูปที่ 4.16 จุดที่ทำการบรรจุหมึกพิมพ์ลงถัง

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจความละเอียดของหมึกพิมพ์ ดังแสดงตามรูปที่ 4.17 ผลการสุ่มตรวจคุณภาพหมึกพิมพ์ทางกายภาพ หรือด้วยตาดังแสดงตามรูปที่ 4.18 ตรวจสอบคุณภาพด้วยตาหาสิ่งผิดปกติตามหัวข้อในใบตรวจสอบ

รูปที่ 4.17 เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความละเอียดของหมึก BYK –Gardner GmbH รุ่น PD-1510



ใบสุ่มตรวจสอบคุณภาพการผลิตหมึกเส้นบุน

วันที่ 31 ตุลาคม 60 เวลา 10 ถึง 11 ถึง 15 น. ชนิดราคา ดีลอค PS 20(35 Note)

Batch No. 360691465 Mat.No. 32116981-60004896

หมายเลขถังที่สุ่ม 4, 12

จำนวนสุ่ม 2 ถัง

☐ Minor เล็กน้อย ☐ Major สำคัญ ☐ Critical รุนแรง

ข้อบกพร่อง	ไม่พบ	ถัง1	ถัง2	หมายเหตุ
1.เฉดสีไม่ตรงตามมาตรฐาน	☑	☐	☐	PD : 2870492B3 4/91 ต่อสี่ว - 3600901490 15/05/60
2.หมึกพิมพ์มีวหยาบ	☑	☐	☐	10 (หยาบมาก หรือจากการปนของหมึก ที่ตกค้างค้างเก่า)
3.มีฟองอากาศในเนื้อหมึกพิมพ์	☑	☐	☐	
4.หมึกพิมพ์ความหนืดและเหนียวเกิน ค่ามาตรฐาน	☑	☐	☐	
5.การบรรจุสกปรกมีฝุ่นผง มีสนิม	☑	☐	☐	
6.ฉลากบรรจุไม่ถูกต้อง	☑	☐	☐	
7.ฉลากบรรจุข้อมูลไม่ถูกต้อง	☑	☐	☐	
8.อื่นๆ	☐	☐	☐	

Remark : 900 kg.

ผู้ตรวจสอบ.....

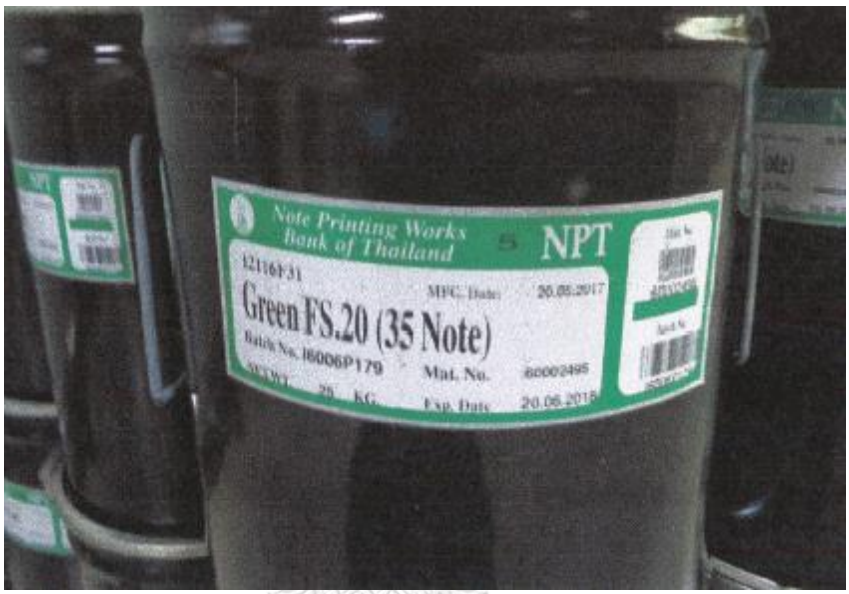
Test A 31/10/60

B 31/10/60

C 31/10/60

รูปที่ 4.18 ใบตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของหมึกพิมพ์

4.3.2 การเกิดหมึกผิวหมึกหยาบยังมีอีกสาเหตุคือการเก็บหมึกนานเกินไป เนื่องจากยังไม่มีการกำหนดระยะเวลาของการนำหมึกออกใช้งาน และการติดตามปัญหาว่าสามารถใช้ในการผลิตปกติที่ได้แผ่นพิมพ์ที่มีคุณภาพ บางครั้งมีระยะเวลาจากการผลิตถึงการนำไปใช้เกิน 2 ปี ดังนั้นจึงมีการกำหนดเวลาในการผลิตถึงใช้งานไม่เกิน 1 ปี และมีการติดตามผลจากข้อร้องเรียนของแผนกพิมพ์เส้นนูน หรือถ้าอายุของหมึกพิมพ์มีอายุเกิน 1 ปี จะต้องนำไปสุ่มตรวจคุณสมบัติของหมึกพิมพ์ก่อนการส่งหมึกพิมพ์เข้าใช้งาน ป้ายบ่งบอกวันและเวลาการผลิตดังแสดงในรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 รูปฉลากวันผลิตและวันหมดอายุ

4.3.3 การปรับปรุงแก้ไขการไหลตัวของหมึกไม่ดี

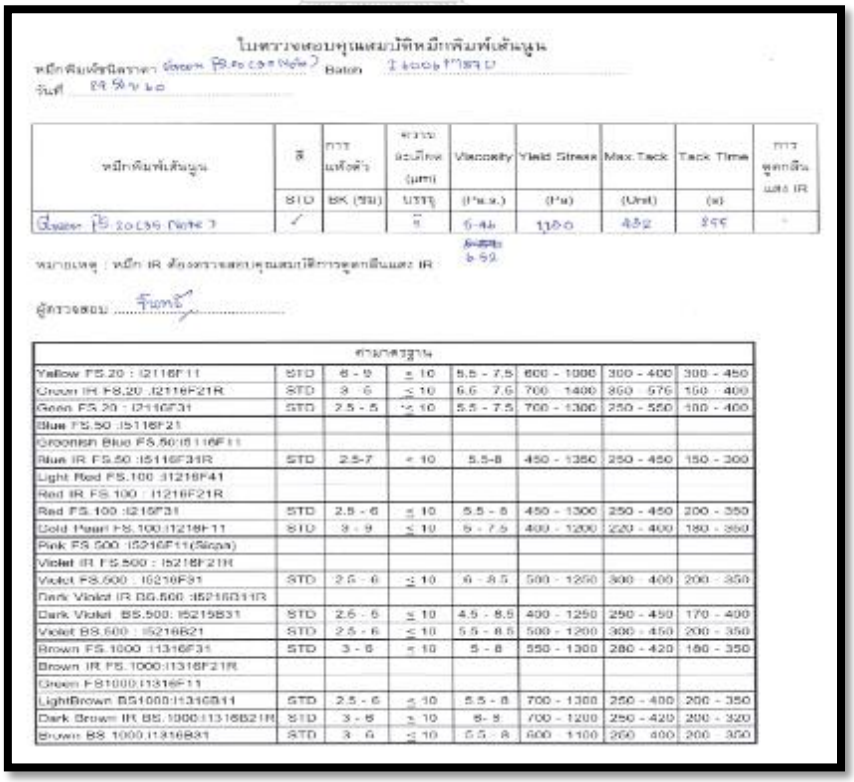
การไหลตัวของหมึกไม่ดีทำให้เกิดหมึกแข็งไม่สามารถไหลตัวได้ หรือเหลวเกินไปเมื่อนำไปพิมพ์แล้วทำให้เกิดหมึกส่วนเกิน และซับหลัง ดังนั้นมีการแก้ไขปรับปรุงทางแผนกควบคุมคุณภาพของหมึกพิมพ์ทำการตรวจสอบทุกหน่วยผลิต และเพิ่มการตรวจสอบคุณสมบัติหมึกพิมพ์ของแผนกประกันคุณภาพตามตารางที่ 4.5 โดยการตรวจสุ่มตรวจ 2 หน่วยผลิต/สัปดาห์ โดยทำการตรวจสีของหมึกพิมพ์,การแห้งตัวของหมึกพิมพ์,แรงต้านที่หมึกก่อนจะแยกตัวจากกัน,แรงที่มากที่สุดที่ทำให้หมึกแยกจากกัน และ เวลาที่หมึกเซทตัว เพื่อประกันคุณภาพว่าหมึกพิมพ์มีคุณภาพดีก่อนส่งเข้ากระบวนผลิตที่แผนกพิมพ์เส้นนูน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.5 แผนการสุ่มคุณสมบัติหมึกพิมพ์

งานสุ่มตรวจคุณภาพในกระบวนการผลิต		ระดับคุณภาพ (AQL) :	0.25%	แผนการสุ่มที่ใช้ : Lot Size = 285 -500 Kg	GII	รหัส : H	Sample Size 50 Kg (2 ถัง) Ac = 0 Re.= 1	% การสุ่ม
ขั้นงาน	รายการตรวจ/ทดสอบ	เกณฑ์ข้อกำหนดคุณภาพ	จำนวนตัวอย่างที่สุ่ม (ถัง)	เวลาที่ใช้ (min) /ครั้ง/ชนิดราคา	ความถี่ (ครั้ง) / ผลิต	จำนวนผลิต	เวลาที่ใช้ทั้งหมด (min)	
ผลิตหมึกพิมพ์เส้นนูน	คุณภาพหมึกพิมพ์ 1.เฉดสีของหมึกพิมพ์ 2.ความละเอียดของหมึกพิมพ์ 3.ฟิล์มอากาศในเนื้อหมึกพิมพ์ 4.ความสะอาดของภาชนะบรรจุ 5.ลำดับในการบรรจุ 6.ฉลากบรรจุถูกต้อง	 เฉดสีตรงตามมาตรฐาน ไม่มีหมึกผิวพยาบเป็นเม็ด ไม่มีฟองอากาศบนหน้าผิวหมึก ภาชนะบรรจุสะอาด ไม่มีสนิม สิ่งสกปรก เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ฉลากถูกต้องตามชนิดราคาและวันผลิต	2	30	1-2	1	60	20%
	คุณสมบัติหมึกพิมพ์ 7.สี 8.การแห้งตัว 9.ความละเอียด Micron 10.Viscosity (Pa.s) 11.Yield Stress (Pa) 12.Max Tack (Unit) 13.Tack Time (s)	 STD Q-Plan Part I Q-Plan Part I Q-Plan Part I Q-Plan Part I Q-Plan Part I Q-Plan Part I	1	60	2 ครั้ง/สัปดาห์	1	60	15%

ตัวอย่างใบตรวจสอบคุณสมบัติของหมึกพิมพ์ คุณสมบัติที่ตรวจสอบได้แก่ ค่าการแห้งตัว ความละเอียดของหมึก ความหนืดตัวของหมึก(Viscosity) แรงต้านที่หมึกก่อนจะแยกตัวจากกัน (Yield Stress) แรงที่มากที่สุดที่ทำให้หมึกแยกจากกัน Max tack และ เวลาที่หมึกเซทตัว (Tack time) ดังแสดงในรูปที่ 4.20 และการตรวจสอบดังแสดงตามรูปที่ 4.21



ใบตรวจสอบคุณสมบัติหมึกพิมพ์เส้นนูน

หมึกพิมพ์เส้นนูน	สี	การแห้งตัว	ความละเอียด (µm)	Viscosity	Yield Stress	Max Tack	Tack Time	การขูดหมึกและ IR
	STD	BK (ชม)	µ	(Pa.s.)	(Pa)	(Unit)	(s)	
Green FS 20 DN6	✓		5	6-46	1100	432	899	

หมายเหตุ : หมึก IR ต้องตรวจสอบคุณสมบัติการขูดหมึกและ IR

ผู้ตรวจสอบ .....

ตามมาตรฐาน							
Yellow FS 20 : I2116F11	STD	6 - 9	≤ 10	5.5 - 7.5	600 - 1000	300 - 400	300 - 450
Green IR FS 20 :I2116F21R	STD	3 - 6	≤ 10	6.6 - 7.6	700 - 1400	360 - 576	150 - 400
Green FS 20 : I2116F31	STD	2.5 - 5	≤ 10	5.5 - 7.5	700 - 1300	250 - 550	100 - 400
Blue FS 50 :I5116F21							
Greenish Blue FS 50:I5116F11							
Blue IR FS 50 :I5116F31R	STD	2.5-7	≤ 10	5.5-8	450 - 1350	250 - 450	150 - 300
Light Red FS 100 :I1216F41							
Red IR FS 100 : I1216F21R							
Red FS 100 :I216F31	STD	2.5 - 6	≤ 10	5.5 - 8	450 - 1300	250 - 450	200 - 350
Gold Pearl FS 100:I1216F11	STD	3 - 9	≤ 10	5 - 7.5	400 - 1200	220 - 400	180 - 350
Pink FS 500 :I5216F11(Silica)							
Violet IR FS 500 : I5216F21R							
Violet FS 500 : I5216F31	STD	2.5 - 6	≤ 10	6 - 8.5	500 - 1250	300 - 400	200 - 350
Dark Violet IR BS 500 :I5216D11R							
Dark Violet BS 500: I5215B31	STD	2.5 - 6	≤ 10	4.5 - 8.5	400 - 1250	250 - 450	170 - 400
Violet BS 600 : I5216B21	STD	2.5 - 6	≤ 10	5.5 - 8.5	500 - 1200	300 - 450	200 - 350
Brown FS 1000 :I1316F31	STD	3 - 6	≤ 10	5 - 8	550 - 1300	280 - 420	180 - 350
Brown IR FS 1000:I1316F21R							
Green FS1000:I1316F11							
LightBrown BS1000:I1316B11	STD	2.5 - 6	≤ 10	5.5 - 8	700 - 1300	250 - 400	200 - 350
Dark Brown IR BS 1000:I1316B21R	STD	3 - 6	≤ 10	6- 8	700 - 1200	250 - 420	200 - 320
Brown BS 1000:I1316B31	STD	3 - 6	≤ 10	5.5 - 8	600 - 1100	250 - 400	200 - 350

รูปที่ 4.20 ใบตรวจสอบคุณสมบัติหมึกพิมพ์

รูปที่ 4.21 การตรวจสอบคุณสมบัติของหมึกพิมพ์

4.3.4 การปรับปรุงความสามารถละลายของหมึกพิมพ์ในอ่างน้ำยาลูกกลิ้งเช็ดหมึก

การที่ความสามรถละลายของหมึกพิมพ์ไม่ดีมีผลต่อการเกิดหมึกส่วนเกิน เนื่องจากในอ่างของชุดลูกกลิ้งเช็ดหมึก จะมีน้ำยาเพื่อล้างหมึกพิมพ์ออกจากลูกกลิ้งเช็ดหมึก ถ้าหมึกละลายในน้ำยาไม่ดีหมึกจะติดกลับไปที่ลูกเช็ดหมึก และติดเข้ากับแม่พิมพ์ทำให้เกิดหมึกส่วนเกิน

ปรับปรุงโดยการตรวจสอบหลังจากที่ผู้ออกสูตรทำการผสมตามสูตรต่างๆ แล้ว และบดหมึกให้ได้ตามค่าที่กำหนดที่ต้องการ ผู้ออกสูตรต้องทำการตรวจสอบและติดตามคุณสมบัติของหมึกพิมพ์โดยมีการเก็บค่าการละลายตัวของหมึกไปตรวจสอบทุกสัปดาห์

4.3.5 การปรับปรุงการแห้งตัวของหมึกช้า

การที่หมึกแห้งตัวช้าทำให้เกิดการซับหลังของหมึกพิมพ์ เนื่องจากแผ่นพิมพ์ที่ได้รับหมึกพิมพ์หลังจากการพิมพ์เรียบร้อยแล้วจะเคลื่อนย้ายลงไปที่จุดทำการเคลื่อนย้าย และซ้อนทับกันถ้าหมึกพิมพ์แผ่นก่อนหน้ายังแห้งไม่ดี จะทำให้แผ่นพิมพ์แผ่นที่ลงตามมาหมึกพิมพ์จะเกิดการซับหลัง

ปรับปรุงโดยควบคุมการผลิตหมึกพิมพ์โดยให้ค่าการแห้งตัวของหมึกพิมพ์อยู่ในค่าที่ได้กำหนด แผนกควบคุมคุณภาพหมึกพิมพ์ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทุกหน่วยผลิตก่อนส่งให้แผนกพิมพ์เส้นนูนทำการผลิต และงานประกันคุณภาพสุ่มตรวจสอบคุณสมบัติหมึกพิมพ์ 2 หน่วยผลิต/สัปดาห์

4.3.6 ปรับปรุงสัดส่วนแว็กซ์ให้เหมาะสม เนื่องจากมีผลต่อการซับหลังของหมึกพิมพ์ ดังนั้นเพื่อลดการซับหลังโดยผู้ทำการออกสูตรต้องปรับปรุงสูตรของหมึกพิมพ์ติดตาม และทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4 การประเมินเลขความเสี่ยงหลังการปรับปรุง

หลังจากผู้ทำการวิจัยได้ทำการปรับปรุงแต่ละหัวข้อตามที่ระบุสาเหตุของปัญหาที่ต้องปรับปรุงทั้ง 12 หัวข้อ และได้ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน กุมพาพันธ์ – เมษายน 2560 เพื่อทำการติดตามการปรับปรุงว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ และได้ทำการปรับปรุงค่าความความถี่ในการเกิด (O) และ ความสามารถในการตรวจจับ (D) ใหม่ เพื่อตรวจสอบค่าลำดับหมายเลขความเสี่ยง(RPN) จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมหรือไม่ของทั้ง 2 กระบวนการผลิต

- แผนกพิมพ์เส้นนูน
- แผนกผลิตหมึกพิมพ์

4.4.1 กระบวนการผลิตแผนกพิมพ์เส้นนูน

1.ค่าแรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม

เนื่องจากปัจจุบันได้มีการควบคุมแรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแม่พิมพ์ไว้ที่ 60 แอมป์ ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 5 ลดเหลือลงเหลือ 2 เนื่องจาการเกิดของหมึกส่วนเกินประมาณ 0.2 % ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากสามารถดูที่หน้าปัดวัดที่ค่าแอมป์ หน้าเครื่องได้

2. ประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกหลวม

ปัจจุบันมีการตรวจสอบในการบำรุงรักษาในช่วงเวลาแต่ละเดือน และมีการสังเกตภาพพิมพ์ มีลักษณะเป็นหมึกส่วนเกินหรือไม่ และไปตรวจสอบที่ชุดประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกมีการหลวมคลอนหรือไม่ ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 4 ลดเหลือลงเหลือ 2 เนื่องจากการสอบถามที่หน้างาน และติดตามปัญหาของหมึกส่วนเกินเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากมีการตรวจสอบที่หน้างานได้ตลอดเวลา และการบำรุงรักษาเป็นประจำทุกเดือน

3.อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกชำรุด

ปัจจุบันมีการตรวจสอบในการบำรุงรักษาในช่วงเวลาแต่ละเดือน และมีการสังเกตภาพพิมพ์ มีลักษณะเป็นหมึกส่วนเกินหรือไม่ และไปตรวจสอบที่อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกต่างๆ มีอุปกรณ์ตัวไหนเสียหายและทำการเปลี่ยนใหม่ หรือซ่อมแซมถ้าสามารถทำได้ ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 4 ลดเหลือลงเหลือ 2 เนื่องจากการสอบถามที่หน้างาน และติดตามปัญหาของหมึกส่วนเกินเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากมีการตรวจสอบที่หน้างานได้ตลอดเวลา และการบำรุงรักษาเป็นประจำทุกเดือน

4. ลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง

มีการตรวจสอบการได้ศูนย์กลางของลูกกลิ้งจ่ายหมึกตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตลูกกลิ้งใช้นาฬิกาวัดในการตรวจสอบ ก่อนส่งเข้าเครื่องพิมพ์ มีหัวข้อในการตรวจสอบของการควบคุมกระบวนการ และมีงานประกันคุณภาพประเมินคุณภาพ ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 3 ลดเหลือลงเหลือ 2 เนื่องจากการสอบถามที่หน้างาน และติดตามปัญหาการเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากสามารถมีการตรวจสอบก่อนเข้าผลิต มีการตรวจสอบควบคุมกระบวนที่หน้างาน และการบำรุงรักษาประจำทุกเดือน

5. อุณหภูมิแม่พิมพ์ไม่ได้ตามมาตรฐาน

มีการตรวจสอบประจำวันของอุณหภูมิที่หน้าเครื่องทุกวัน ถ้าอุณหภูมิไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เครื่องจักรจะไม่สามารถทำการผลิตได้ ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 3 ลดเหลือลงเหลือ 1 เนื่องจากการสอบถามที่หน้างานตรวจสอบข้อมูลในใบตรวจสอบสภาวะของเครื่องพิมพ์และติดตามปัญหาการเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากสามารถตรวจสอบที่หน้างานทุกวัน

6. สภาวะการพิมพ์ไม่เหมาะสม

มีการกำหนดค่าที่ทำการควบคุมให้เป็นมาตรฐาน และมีการตรวจสอบในการผลิตตั้งแต่การตั้งเครื่องจักรในชนิดราคาใหม่ หรือมีการเปลี่ยนอุปกรณ์เมื่อเกิดการเสียหายต้องตรวจสอบหัวข้อที่ได้ทำการควบคุมก่อนผลิตต่อเนื่อง ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 3 ลดเหลือลงเหลือ 2 เนื่องจากการสอบถามที่หน้างาน และติดตามปัญหาการเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากสามารถมีการตรวจสอบที่หน้างานทุกวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.2 กระบวนการผลิตหมึกพิมพ์เส้นนูน

1. ปาดผิวหน้าหมึกพิมพ์ไม่หมด

เนื่องจากมีการปรับปรุงโดยใช้แผ่นพลาสติกคลุมที่บริเวณผิวหน้าของหมึกระหว่างการรอตรวจคุณสมบัติหมึกพิมพ์ และมีแผนกประกันคุณภาพสุ่มตรวจและยังไม่พบข้อผิดปกติ ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 3 ลดเหลือลงเหลือ 1 ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากสามารถตรวจสอบที่หน้างานได้ทุกหน่วยผลิต และมีการสุ่มเพื่อยอมรับคุณภาพ

2. เก็บหมึกนานเกินไป

เนื่องจากมีการปรับปรุงอายุในการใช้หมึกพิมพ์ต้องไม่เกิน 1 ปี และต้องทำการตรวจสอบคุณสมบัติใหม่เมื่ออายุเกิน 1 ปี ถึงจะสามารถส่งเข้าผลิตที่แผนกพิมพ์เส้นนูนได้ ดังนั้น

ความถี่ในการเกิด (O) จาก 3 ลดเหลือลงเหลือ 1 ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากสามารถตรวจสอบที่หน้างานทุกหน่วยผลิต และมีการสุ่มเพื่อยอมรับคุณภาพ

3. หมึกเหลว หรือเหนียวเกินไป

เนื่องจากมีการตรวจคุณสมบัติหมึกพิมพ์ทุกหน่วยผลิต และมีการสุ่มเพื่อยอมรับคุณภาพ ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 3 ลดเหลือลงเหลือ 2 และตรวจสอบจากหน้างานที่แผนกพิมพ์เส้นนูนพบหมึกเหลว หรือเหนียวเกินไปในจำนวนที่น้อย ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากสามารถตรวจสอบที่หน้างานทุกหน่วยผลิต มีการสุ่มเพื่อยอมรับคุณภาพ

4. หมึกละลายไม่ดี

มีการตรวจสอบจากนักวิจัยพัฒนาเป็นประจำ และได้ทำการตรวจสอบกับหน้างานยังไม่พบปัญหาของหมึกละลายไม่ดีในอ่างลูกกลิ้งเช็ดหมึก ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 3 ลดเหลือลงเหลือ 2 ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 มีการสุ่มตรวจคุณภาพหมึกพิมพ์ทุกหน่วยผลิต มีการสุ่มตรวจคุณภาพจากงานประกันคุณภาพ และมีการตรวจคุณภาพน้ำยาอย่างต่อเนื่อง

5. การแห้งตัวของหมึกนานเกินไป

เนื่องจากมีการตรวจคุณสมบัติหมึกพิมพ์ทุกหน่วยผลิต และมีการสุ่มเพื่อยอมรับคุณภาพ ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 3 ลดเหลือลงเหลือ 2 และตรวจสอบจากหน้างานหน่วยผลิตและแผนกตรวจสอบคุณภาพพบในจำนวนที่น้อย ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากสามารถมีการตรวจสอบที่หน้างานทุกหน่วยผลิต และมีการสุ่มเพื่อยอมรับคุณภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. สัดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสม

เนื่องจากมีการติดตามปัญหาของผู้ออกสูตรอย่างต่อเนื่อง เพื่อติดตามปัญหาชับหลังของหมึกพิมพ์ ดังนั้นความถี่ในการเกิด (O) จาก 3 ลดเหลือลงเหลือ 2 และตรวจสอบจากหน้างานหน่วยผลิตและแผนกตรวจสอบคุณภาพพบในจำนวนที่น้อย ความสามารถในการตรวจจับ (D) จาก 5 ลดลงเหลือ 3 เนื่องจากสามารถมีการตรวจสอบที่หน้างานทุกหน่วยผลิต และมีการสุ่มเพื่อยอมรับคุณภาพ

ดังนั้นสามารถสรุปผลการดำเนินการลดข้อบกพร่องในกระบวนการพิมพ์เส้นนูนตามตารางที่ 4.6 และการดำเนินการลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตหมึกตามตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 การดำเนินการลดข้อบกพร่องในกระบวนการพิมพ์เส้นนูน

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการพิมพ์เส้นนูน																
กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	วิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/วันเสร็จสิ้น	ผลการแก้ไข				
											การแก้ไข	S	O	D	RPN
พิมพ์เส้นนูน	หมึกส่วนเกินซับหลัง	แผ่นพิมพ์เกิดของเสีย	7	ค่าแรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแผ่นแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม	5	ไม่มีการควบคุมที่แน่ชัด ใช้ความสามารถส่วนบุคคล	5	175	ทดสอบค่าแรงกดที่เหมาะสม	หัวหน้างาน/วิศวกรผลิต 1 ก.พ. 60	ควบคุมค่าแรงกดที่ 60 แอมป์	7	2	3	42
			7	ประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกชำรุด	4	ตรวจสอบเมื่อพบปัญหาและจำนวนที่เกิดมาก	5	140	อบรมให้ความรู้แก่เจ้าหน้าที่เครื่อง	หัวหน้างาน 15 ม.ค.60	ตรวจสอบในการบำรุงรักษาประจำเดือน	7	2	3	42

ตารางที่ 4.6 การดำเนินการลดข้อบกพร่องในกระบวนการพิมพ์เส้นนูน(ต่อ)

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	วิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/วันเสร็จสิ้น	ผลการแก้ไข				
											การแก้ไข	S	O	D	RPN
พิมพ์เส้นนูน	หมึกส่วนเกินซับหลัง	แผ่นพิมพ์เกิดของเสีย	7	อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกชำรุด	4	ตรวจสอบเมื่อพบปัญหาและจำนวนที่เกิดมาก	5	140	อบรมให้ความรู้แก่เจ้าหน้าที่เครื่อง	หัวหน้างาน 15 ม.ค.60	ตรวจสอบในการบำรุงรักษาประจำเดือน	7	2	3	42
			5	ลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง	3	ตรวจสอบเมื่อพบปัญหาและจำนวนที่เกิดมาก	5	75	ทำการประชุมกำหนดจุดตรวจสอบ	หัวหน้างาน/วิศวกรผลิต 15 ม.ค.60	ตรวจสอบที่ผลิกลูกกลิ้งและที่เครื่องพิมพ์	7	2	3	42

ตารางที่ 4.6 การดำเนินการลดข้อบกพร่องในกระบวนการพิมพ์เส้นนูน (ต่อ)

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	วิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/วันเสร็จสิ้น	ผลการแก้ไข				
											การแก้ไข	S	O	D	RPN
พิมพ์เส้นนูน	หมึกส่วนเกินขับหลัง	แต่นพิมพ์เกิดของเสีย	5	อุณหภูมิแต่นแสตมป์ไม่ได้ตามข้อกำหนด	3	ตรวจสอบเมื่อพบปัญหาและจำนวนที่เกิดมาก	5	75	ทำการประชุมกำหนดค่ามาตรฐาน	วิศวกรผลิต/หัวหน้างาน 15 ม.ค.60	ตรวจอุณหภูมิก่อนผลิตทุกวัน	7	1	3	21
			5	สถานะการขึ้นตัวไม่เหมาะสม	3	ตรวจสอบเมื่อพบปัญหาและจำนวนที่เกิดมาก	5	75	ทำการประชุมกำหนดค่ามาตรฐาน	วิศวกรผลิต/หัวหน้างาน 15 ม.ค.60	กำหนดเป็นค่ามาตรฐานทุกครั้งที่ตั้งเครื่องจักรใหม่	7	1	3	21
ระดับคะแนน		S: ความรุนแรง	1-10	O: โอกาสที่เกิดขึ้น	1-10	D: ความสามารถในการควบคุม	1-10	SxOxD							

จัดทำครั้งที่ 1 : 12 ธ.ค. 2559

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 การดำเนินการลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตหมึก

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์															
กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	วิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/วันเสร็จสิ้น	ผลการแก้ไข				
											การแก้ไข	S	O	D	RPN
ผลิตหมึกพิมพ์	สะเก็ดหมึกในถังหมึก	พิมพ์แล้วเกิดหมึกส่วนเกิน	5	ปาดผิวหน้าหมึกพิมพ์ไม่หมด	3	ไม่มีการตรวจซ้ำ	5	75	ตรวจสอบสะเก็ดหมึกก่อนส่งเข้าผลิต	แผนกพัฒนาและควบคุมคุณภาพ 29 ธ.ค. 59	พลาสติกคลุมที่ผิวหน้า และเพิ่มการสุ่มตรวจ	5	1	3	15
			5	เก็บหมึกนานเกินไป	3	ไม่มีกำหนดระยะเวลาในการเก็บหมึกที่คลังพัสดุ	5	75	กำหนดอายุในการใช้งานหมึกพิมพ์	แผนกพัฒนาและควบคุมคุณภาพ 29 ธ.ค. 59	ควบคุมอายุการใช้หมึกไม่เกิน 1 ปี ถ้าเกินตรวจคุณภาพใหม่	5	1	3	15

ตารางที่ 4.7 การดำเนินการลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตหมึก (ต่อ)

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	วิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/วันเสร็จสิ้น	ผลการแก้ไข				
											การแก้ไข	S	O	D	RPN
ผลิตหมึกพิมพ์	หมึกพิมพ์ไหลตัวไม่ดี	พิมพ์แล้วเกิดหมึกส่วนเกิน	5	หมึกเหลวหรือเหนียวเกินไป	3	ตรวจสอบตามแผนคุณภาพ	5	75	ตรวจจับและควบคุมค่าความเหลวของหมึกก่อนส่งเข้าผลิต	แผนกพัฒนาและควบคุมคุณภาพ/งานประกันคุณภาพ 29 ธ.ค. 59	ตรวจสอบทุกหน่วยการผลิตและสุ่มตรวจคุณภาพ	5	2	3	30
	ความสามารถละลายตัวของหมึกไม่ดี	พิมพ์แล้วเกิดหมึกส่วนเกิน	5	หมึกละลายไม่ดี	3	ผู้ออกสูตรดำเนินการทดสอบความสามารถในการละลายให้อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ	5	75	แบ่งหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน	แผนกพัฒนาและควบคุมคุณภาพ/แผนกพัฒนาเทคนิค 29 ธ.ค. 59	ตรวจสอบทุกสัปดาห์	5	2	3	30

ตารางที่ 4.7 การดำเนินการลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตหมึก (ต่อ)

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	วิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/วันเสร็จสิ้น	ผลการแก้ไข				
											การแก้ไข	S	O	D	RPN
ผลิตหมึกพิมพ์	แห้งตัวไม่ดี	แผ่นพิมพ์ไม่แห้ง	5	ระยะเวลาในการแห้งตัวยาวเกินไป	3	ควบคุมระยะเวลาแห้งตัวให้อยู่ในข้อกำหนด	5	75	ตรวจจับและควบคุมค่าความเหลวของหมึกก่อนส่งเข้าผลิต	แผนกพัฒนาและควบคุมคุณภาพ/งานประกันคุณภาพ 29 ธ.ค. 59	ตรวจสอบทุกหน่วยการผลิตและสุ่มตรวจคุณภาพ	5	2	3	30
		ซับหลัง	5	สัดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสม	3	ผู้ออกสูตรดำเนินการทดสอบซับหลังให้อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ	5	75	ติดตามและตรวจสอบค่าอัตราช้ารุดให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ	แผนกพัฒนาเทคนิค 29 ธ.ค. 59	ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบติดตามอย่างต่อเนื่อง	5	2	3	30

บทที่5

สรุปผลการการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะสรุปผลการวิจัยที่ได้ทำการศึกษา และมีการวิเคราะห์ผลกระทบของสาเหตุตลอดจนได้มาตรการ หรือแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อลดของเสียหมึกส่วนเกิน และซับหลังในกระบวนการผลิตธนบัตร ตามหัวข้อที่ได้จากการคัดเลือกผ่านการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของ 2 แผนก คือกระบวนการพิมพ์เส้นนูน และกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์เส้นนูน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การดำเนินการหลังการปรับปรุงแก้ไข
2. ค่าลำดับคะแนนความเสี่ยงก่อน และหลังการปรับปรุง
3. การเปรียบเทียบจำนวนข้อบกพร่องหมึกส่วนเกิน และซับหลัง

5.1 การดำเนินการหลังการปรับปรุง

1. กำหนดให้ใช้แรงกดที่ใช้ระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึก และแผ่นแม่พิมพ์ควบคุมให้อยู่ที่ 60 Amp ในเครื่องพิมพ์ธนบัตร 20 บาท

2. กำหนดให้ตรวจสอบประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกในการบำรุงรักษาประจำเดือน

3. กำหนดตรวจสอบอุปกรณ์ในอ่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกเช่นใบมีดปากอ่าง สปริง สก็อตไบต์ลูกกลิ้งเช็ดหมึก และอื่นๆในการบำรุงรักษาประจำเดือน

4. ทำการตรวจสอบลูกกลิ้งจ่ายหมึกในการบำรุงรักษาประจำเดือน และมีการตรวจสอบสภาพของทั้งเจ้าหน้าที่เครื่อง และงานประกันคุณภาพ

5. ทำการตรวจสอบอุณหภูมิของแผ่นแม่พิมพ์ทุกวัน โดยบันทึกลงข้อมูลในใบตรวจสอบประจำวันที่ได้ทำการควบคุมกระบวนการ

6. ตรวจสอบสภาวะการพิมพ์ก่อนเริ่มการพิมพ์ของทุกวัน และมีการลงข้อมูลในใบตรวจสอบทั้งในการตั้งเครื่องใหม่ และการเปลี่ยนชนิดราคา มีงานประกันคุณภาพสุ่มสภาวะการพิมพ์และวัตถุดิบทุกสัปดาห์

7. เพิ่มการตรวจสะเก็ดหมึกก่อนบรรจุลงถังหมึกในกระบวนการผลิตหมึกพิมพ์ และงานประกันคุณภาพเพิ่มแผนการสุ่มในการตรวจสอบคุณสมบัติ และทางกายภาพของหมึก

8. กำหนดอายุในการใช้หมึกพิมพ์จะนำเข้าผลิตต้องมีอายุไม่เกิน 1 ปี นับจากวันผลิตหมึกพิมพ์ ถ้านำหมึกพิมพ์ที่มีอายุเกินจะต้องทำการตรวจสอบคุณสมบัติใหม่ก่อนถึงส่งเข้าผลิตที่เครื่องพิมพ์เส้นนูน

9. แบ่งหน้าที่รับผิดชอบของนักวิจัย และนักพัฒนาเทคนิคเพื่อติดตามแก้ปัญหาของหมึกพิมพ์ และปรับปรุงคุณภาพของหมึกพิมพ์อย่างต่อเนื่อง

5.2 ค่าลำดับคะแนนความเสี่ยงก่อนและหลังการปรับปรุง

ค่าลำดับคะแนนความเสี่ยงของทุกหัวข้อคะแนนอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้คือน้อยกว่า 60 คะแนน ตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบค่าระดับความเสี่ยง (RPN) ก่อน และหลังการปรับปรุง

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	RPN ก่อนปรับปรุง	RPN หลังปรับปรุง
พิมพ์เส้นนูน	หมึกส่วนเกินและซับหลัง	หมึกส่วนเกิน และซับหลังของแผ่นพิมพ์	ค่าแรงกดระหว่างลูกกลิ้งเช็ดหมึกกับแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม	175	42
			ประกับแกนลูกกลิ้งเช็ดหมึกหลวม	140	42
			อุปกรณ์ในอ่างเช็ดหมึกชำรุด	140	42
			ลูกกลิ้งจ่ายหมึกไม่ได้ศูนย์กลาง	105	42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบค่าระดับความเสี่ยง (RPN) ก่อน และหลังการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุหลักของลักษณะข้อบกพร่อง	RPN ก่อนปรับปรุง	RPN หลังปรับปรุง
พิมพ์เส้นนูน	หมึกส่วนเกินและซับหลัง	หมึกส่วนเกินและซับหลังของแผ่นพิมพ์	อุณหภูมิแม่พิมพ์ไม่ได้ตามค่ามาตรฐาน	105	42
			สภาวะการพิมพ์ไม่เหมาะสม	105	42
ผลิตหมึกพิมพ์	สะเก็ดหมึกในถังหมึก	พิมพ์แล้วเกิดหมึกส่วนเกิน	ปาดผิวหน้าหมึกพิมพ์ไม่หมด	75	15
			เก็บหมึกนานเกินไป	75	15
	สมบัติการไหลของหมึกพิมพ์ไม่ดี	พิมพ์แล้วเกิดหมึกส่วนเกิน	หมึกเหลว หรือเหนียวเกินไป	75	30
	ความสามารถในการละลายตัวไม่ดี	แผ่นพิมพ์ชำรุดจากปัญหาหมึกส่วนเกิน	หมึกละลายไม่ดี	75	30
	การแห้งตัวช้า	แผ่นพิมพ์ไม่แห้ง	เวลาในการแห้งตัวยาวเกินไป	75	30
		ซับหลัง	สัดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสม	75	30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

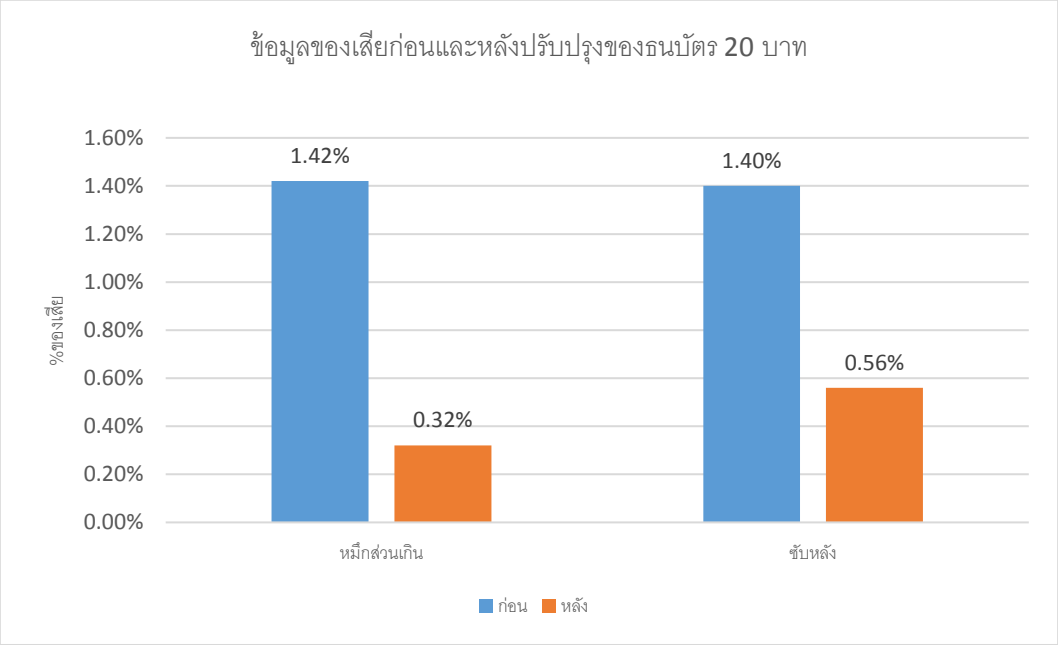
5.3 เปรียบเทียบข้อบกพร่องหมึกส่วนเกิน และซับหลังก่อนและหลังการปรับปรุง

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขทำให้ลำดับคะแนนความเสี่ยงน้อยกว่า 60 คะแนนของทุกหัวข้อแล้ว ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบอัตราชำรุดของธนบัตร 20 บาท และ 100 บาท เพื่อยืนยันผลการแก้ไขปรับปรุงซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการทำการวิจัยครั้งนี้ ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลเปรียบเทียบอัตราชำรุดก่อน และหลังการปรับปรุง

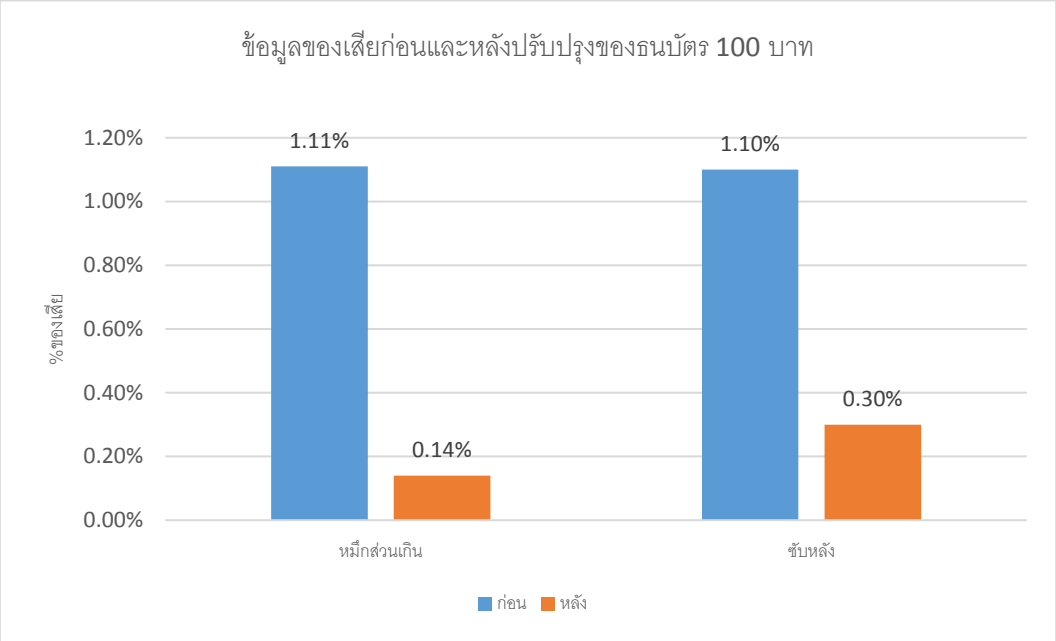
		หมึกส่วนเกิน	ซับหลัง	จำนวนตรวจ	% หมึกส่วนเกิน	% ซับหลัง
ธนบัตร 20 บาท	ก่อนปรับปรุง	116,918	115,510	8,260,000	1.42%	1.40%
	หลังปรับปรุง	15,933	27,862	4,950,000	0.32%	0.56%
	%ของเสียลดลง				77.29%	59.80%
ธนบัตร 100 บาท	ก่อนปรับปรุง	53,712	53,392	4,855,000	1.11%	1.10%
	หลังปรับปรุง	5,100	10,992	3,630,000	0.14%	0.30%
	%ของเสียลดลง				87.30%	72.47%

หน่วย: แผ่น



รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบของเสียหมึกส่วนเกิน และซับหลังก่อนหลังการปรับปรุงของ 20 บาท

ข้อมูลของห้องตรวจสอบคุณภาพแผ่นพิมพ์ของธนบัตร 20 บาท ตั้งแต่เดือน ก.พ. – ก.ค. 2560 ตามตารางที่ 5.2 ทำการเก็บข้อมูล 990 กรง หรือเท่ากับ 4,950,000 แผ่น มีจำนวนการเกิดหมึกส่วนเกิน 15,933 แผ่น เท่ากับ 0.32 % จำนวนการเกิดซับหลังของหมึกพิมพ์ 27,826 แผ่น เท่ากับ 0.56 % ดังแสดงในรูปที่ 5.1 เมื่อเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงหมึกส่วนเกิน 1.42% ซับหลัง 1.40% สามารถลดของเสียลงได้ 72.29% ของหมึกส่วนเกิน และ 59.80% ของซับหลัง



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบของเสียหมึกส่วนเกิน และซับหลังก่อนหลังการปรับปรุงของ 100 บาท

ข้อมูลของห้องตรวจสอบคุณภาพแผ่นพิมพ์ของธนบัตร 100 บาท ตั้งแต่เดือน ก.พ. – ก.ค. 2560 ตามตารางที่ 5.2 ทำการเก็บข้อมูล 726 กรง หรือเท่ากับ 3,630,000 แผ่น มีจำนวนการเกิดหมึกส่วนเกิน 5,100 แผ่น เท่ากับ 0.14 % จำนวนการเกิดซับหลังของหมึกพิมพ์ 10,992 แผ่น เท่ากับ 0.30%% ดังแสดงในรูปที่ 5.2 เมื่อเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงหมึกส่วนเกิน 1.11 % ซับหลัง 1.10 % สามารถลดของเสียลงได้ 83.30 % ของหมึกส่วนเกิน และ 72.47 % ของซับหลัง

สรุป หลังจากแก้ไขปรับปรุงของเสียด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบของสาเหตุ สามารถลดของเสียมาจากสาเหตุหมึกส่วนเกิน และซับหลังของธนบัตร 20 บาท และ 100 บาท ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการวิจัยครั้งนี้ และเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไปในการผลิตธนบัตรชนิดราคาอื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.4 ข้อจำกัดและอุปสรรคในการทำงาน

1. ผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนมีอายุในการทำงาน และมีอายุค่อนข้างมากในการขอให้มีการปรับปรุงต้องใช้ความสามารถในการอธิบาย และใช้เวลามากเพื่อทำความเข้าใจ

2. เนื่องจากเป็นองค์กรของรัฐจึงต้องได้รับความร่วมมือจากผู้บริหาร และหัวหน้างานเป็นอย่างยิ่งถึงจะประสบความสำเร็จ

3. ข้อมูลบางอย่างไม่สามารถนำมาเปิดเผยได้ เนื่องจากการผลิตธนบัตรต้องคำนึงถึงการต่อต้านการปลอมแปลงเป็นสำคัญ

4. การทำงานข้ามสายงานยังมีข้อจำกัดในการขอข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาและหน้าที่รับผิดชอบทางแผนกผลิตหมึกพิมพ์ควรมีการควบคุมกระบวนการให้ชัดเจนเหมือนของแผนกพิมพ์เส้นนูน

2. ผลการสุ่มตรวจคุณภาพคุณสมบัติของหมึกพิมพ์ค่าที่ได้อยู่ในพิกัดควบคุม แต่ค่าที่วัดได้ใกล้ขีดจำกัดด้านบนหรือด้านล่าง ซึ่งแสดงว่าความสามารถของกระบวนการยังไม่สูง จึงต้องมีการปรับปรุงกระบวนการต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการอ้างอิง

1. นุชรินทร์ ทิพยวรรณากร. การวิเคราะห์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือ. ใน การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวอุตสาหการ, หน้า 967-962. 17-19 ตุลาคม 2555 ณ ชะอำ จังหวัดเพชรบุรี, 2555.

2. สันติ สุวรรณรังษี. การพัฒนาการประกันคุณภาพในกระบวนการของขั้นตอนการผลิตงานพิมพ์ วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

3. วิทยา เจนจิวัฒนกุล. การลดของเสียในกระบวนการพิมพ์พลาสติกโดยแนวทางซิกซ์ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.

4. Juozas, Margelevicius. Daiva, Sajek., and Olga, Kartasheva . Application of modern physical research methods for the technological process control of accurate printing. In International circular of graphic education and research 8(2015) : 28-33.

5. จุฑาทิพย์ ทะประสพ. การลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

6. กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน้างาน คิวซีเซอร์เคิล (QC CIRCLE) พิมพ์ครั้งที่ 2 .กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์บริษัท ส.เอเซียเพรส จำกัด, 2542.

7. กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. FMEA การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2551.

8. Anand, Srinivasan. Controlling incoming Newsprint and Ink [Online]. 2010. Available from: http://www.wan.-ifra.org [2010,Jan 18]

9. Kumaraguru, K. Rengasamy, M.Titus Praveen Kumar, E., and VenkadeshFactors, D. Affecting Printing Quality of Paper from Bagasse Pulp. International Journal of ChemTech Research.6 (2014) : 2783-2787.

10. Bank of Zambia. Banknote Quality Standards. 1 Jan 2013.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

11. ฐิติพร สังข์สัมฤทธิ์. การลดความสูญเสียในการพิมพ์หนังสือ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

12. Paul, Geldenhuys. and Amir, Shapira. Common Defects in Digital Printing [Online].2009. Available from: http://www.techink.com [2009, Jan]

13. DelaRueGriori,S.A. INTAGLIOCOLOR8 Instruction Manual. 1991.

14. KBA-NOTASYS SA,Control method for intaglio printing and control strip for that purpose. Patent Application Publication. (Jun 2016) : 1-9.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

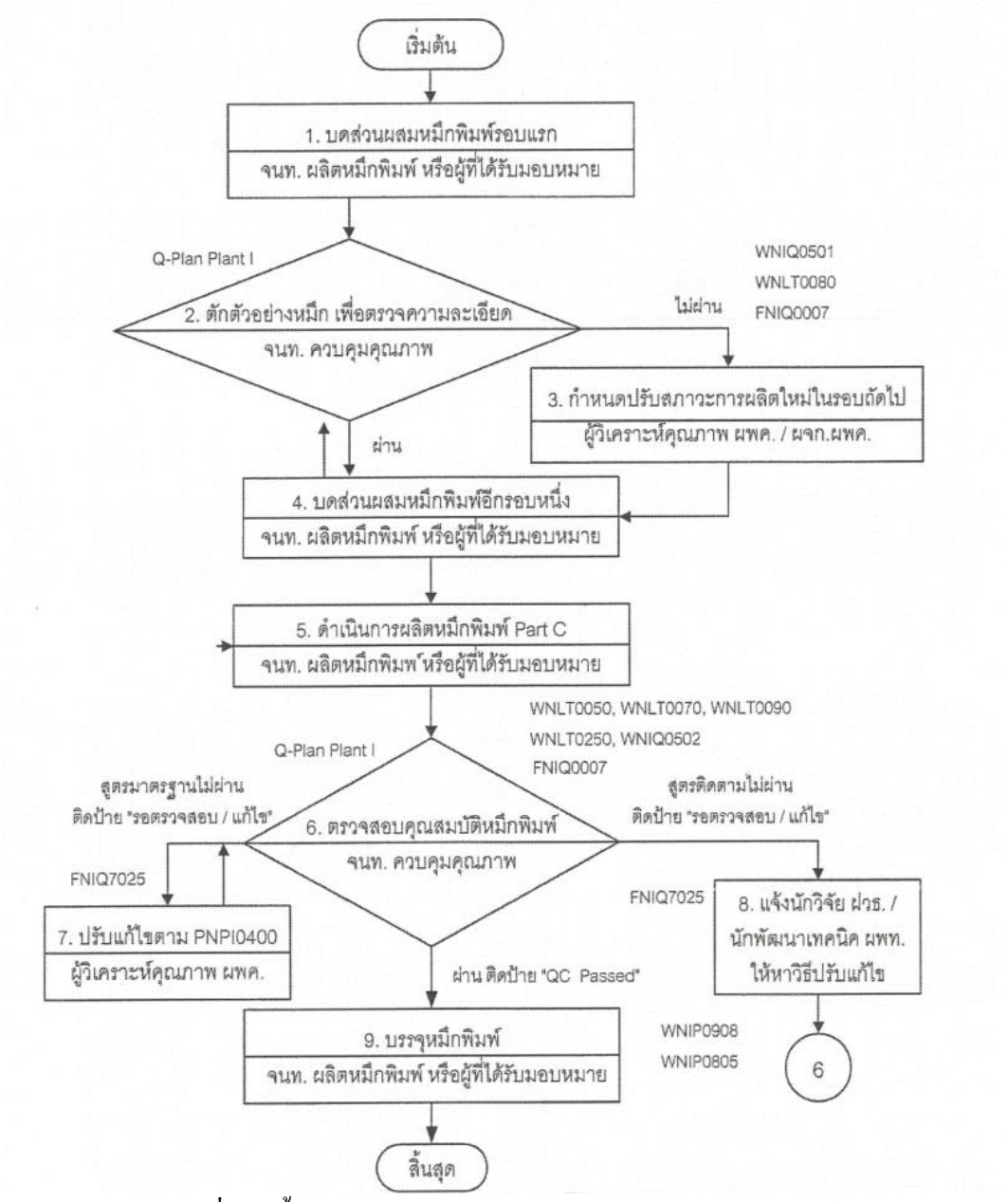
ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

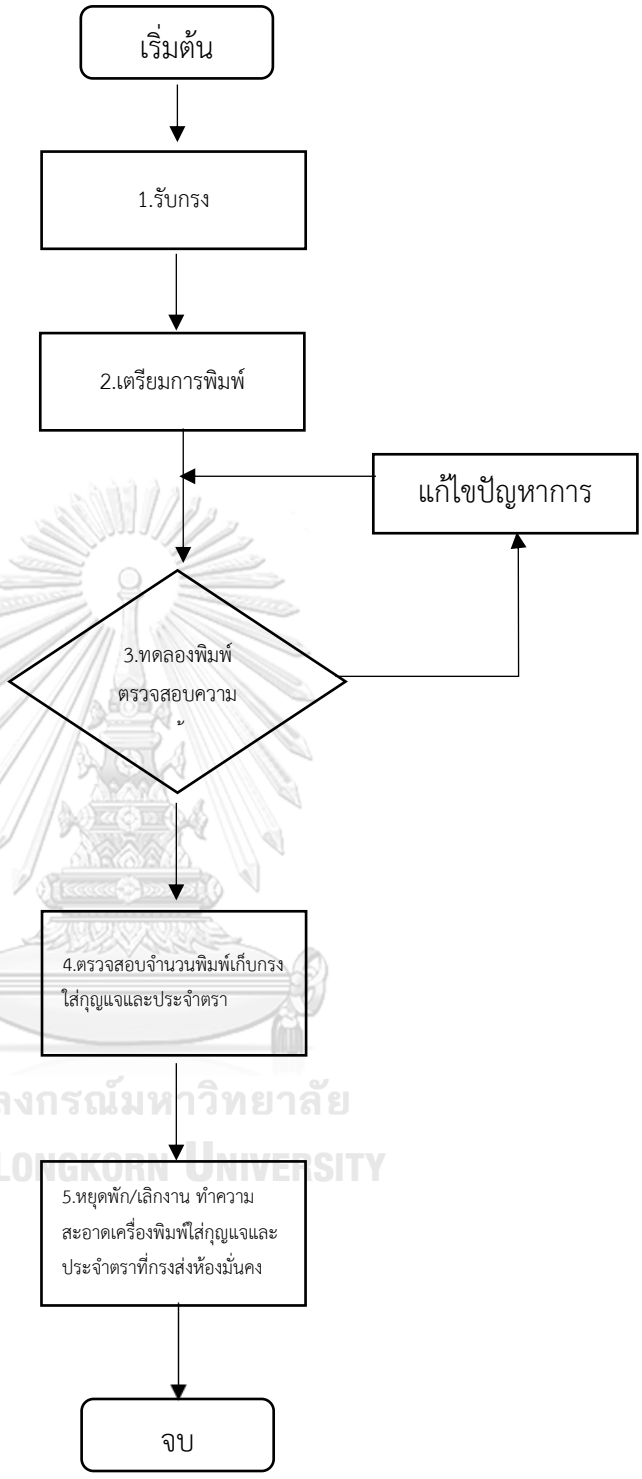
ภาคผนวก ก.

คู่มือการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



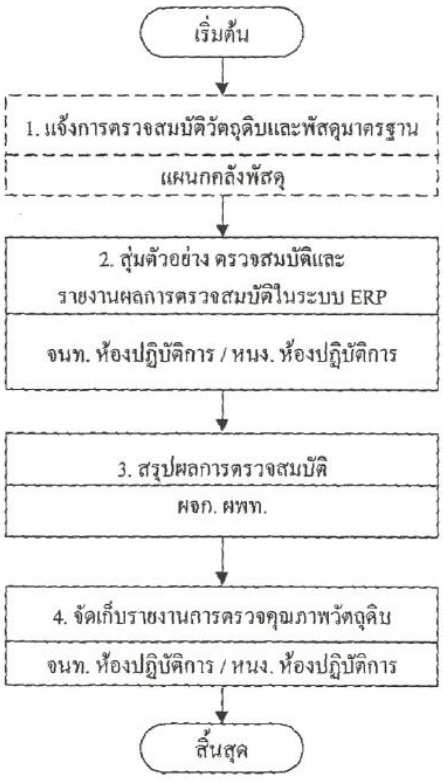
รูปที่ ก1 ขั้นตอนการทำงานการควบคุมคุณภาพผลิตหมึกพิมพ์



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ ก2 ขั้นตอนการทำงานพิมพ์เส้นนูน

สายออกบัตรธนาคาร	ขั้นตอนการทำงาน	PNLT4000
โรงพิมพ์ธนบัตร	การตรวจรับวัตถุดิบและพัสดุมาตรฐาน	หน้า 1 จาก 2



รูปที่ ก3 ขั้นตอนการทำงานตรวจรับวัตถุดิบและพัสดุมาตรฐาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง ก1 แสดงการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวแบบปกติ โดยมีระดับการตรวจสอบพิเศษ S3

จำนวนวัตถุดิบทั้งหมด (ภาชนะบรรจุ)	จำนวนตัวอย่างที่ต้องสุ่ม(ตัวอย่าง)
2 - 15	2
16 -50	3
51-150	5
501-3200	13
3201-35000	20
35001-50000	32
50001 – มากกว่าขึ้นไป	50

รูปที่ ก4 ขั้นตอนการทำงานการควบคุมคุณภาพผลิตหมึกพิมพ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข.

เครื่องมือและแบบฟอร์ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บริษัท	Aston Paar USA
รุ่น	Physica MCR51

รูปที่ ข1 เครื่องมือวัดค่า Viscosity และ Yield Stress

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
IVERSITY

บริษัท	IGT Testing Systems
รุ่น	830.000.000

รูปที่ ข2 เครื่องมือวัดค่า Tack time และ Max tack

แบบฟอร์มบันทึก Condition รายวันเครื่องพิมพ์เส้นนูน **เครื่องพิมพ์................**

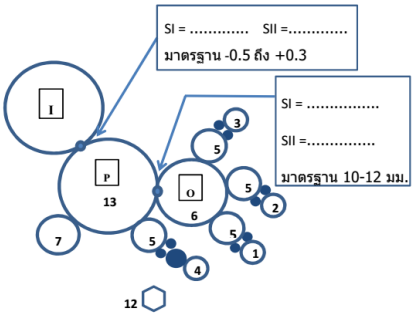
วันที่	เวลา	เช้า	บ่าย	อุณหภูมิ (Plate)		อุณหภูมิ วัดจริง (80 - 85 °C)				Wiping	Fountain
				ตั้งไว้	แสดงที่จอ	Plate 1	Plate 2	Plate 3	Plate 4	45°c (√/×)	(√/×)

รูปที่ ข3 แบบฟอร์มตรวจสอบสภาวะการพิมพ์รายวันเครื่องพิมพ์เส้นนูน

แบบฟอร์มบันทึก Setup Condition เครื่องพิมพ์เส้นนูน Super วันที่ตั้งค่า.....

เครื่องพิมพ์..... **ธนบัตรชนิดราคา**..... **แบบ**.....

Speed ..... แผ่น / ชั่วโมง Stack ..... แผ่น



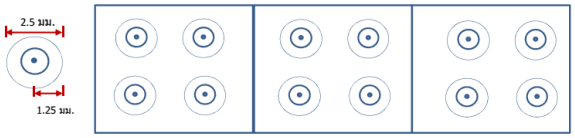
อุณหภูมิ

ตำแหน่ง	1	2	3	4	5
มาตรฐาน					
Setting					
Actual					
ตำแหน่ง	6	7	12	13	
มาตรฐาน					
Setting					
Actual					

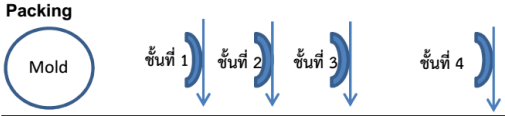
หมายเหตุ : .....

	Unit 1		Unit 2		Unit 3		Unit 4	
หมึกพิมพ์								
แรงกด	Side I	Side II	Side I	Side II	Side I	Side II	Side I	Side II
Schablone & Orlof (6-8 มม.)								
Schablone & Form บน(8-10 มม.)								
Schablone & Form ล่าง(8-10 มม.								

Register(4 มุม) Plate 1 Plate 2 Plate 3



Packing



(หน่วย มม.)	Underlay (จากใน --> นอก)				ผ้ายาง/Plate		หมายเหตุ
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ยี่ห้อ	ความหนา	ยี่ห้อ	
Impression							
Orlof							
Schablone 1							
Schablone 2							
Schablone 3							
Schablone 4							

หัวหน้าเครื่อง...../ วันที่..... ผจก.แผนก ...../ วันที่ .....

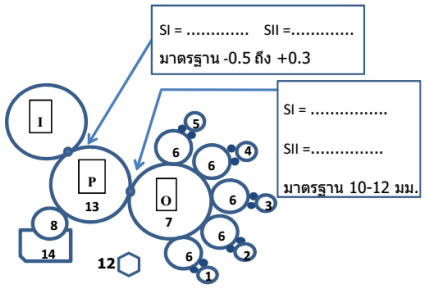
จัดทำเมื่อ 1.เริ่มการผลิตใหม่ 2. หรือมีการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานการตั้งอุณหภูมิ และการ Packing

รูปที่ ข4 แบบฟอร์มตรวจสอบสภาวะการพิมพ์ในการตั้งเครื่องของเครื่องขนาดใหญ่

แบบฟอร์มบันทึก Setup Condition เครื่องพิมพ์เส้นนูน วันที่ตั้งค่า.....

เครื่องพิมพ์ I3 **ธนบัตรชนิดราคา..... แบบ.....**

Speed ..... แผ่น / ชั่วโมง Stack ..... แผ่น



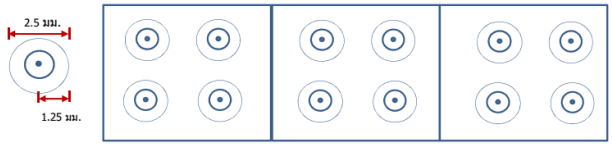
อุณหภูมิ

ตำแหน่ง	1	2	3	4	5
มาตรฐาน					
Setting					
Actual					
ตำแหน่ง	6	7	12	13	14
มาตรฐาน					
Setting					
Actual					

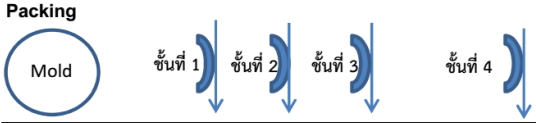
หมายเหตุ : .....

	Unit 1		Unit 2		Unit 3		Unit 4	
หมึกพิมพ์								
แรงกด	Side I	Side II	Side I	Side II	Side I	Side II	Side I	Side II
Schablone & Orlof (6-8 มม.)								
Schablone & Form บน(8-10 มม.)								
Schablone & Form ล่าง(8-10 มม.								

Register(4 มุม) Plate 1 Plate 2 Plate 3



Packing



(หน่วย มม.)	Underlay (จากใน --> นอก)				ผ้ายาง/Plate		หมายเหตุ
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ยี่ห้อ	ความหนา	ยี่ห้อ	
Impression							
Orlof							
Schablone 1							
Schablone 2							
Schablone 3							
Schablone 4							

หัวหน้าเครื่อง...../ วันที่..... ผจก.แผนก ...../ วันที่ .....

จัดทำเมื่อ 1.เริ่มการผลิตใหม่ 2. หรือมีการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานการตั้งอุณหภูมิ และการ Packing

รูปที่ ข5 แบบฟอร์มตรวจสอบสภาวะการพิมพ์ในการตั้งเครื่องของเครื่องขนาดมาตรฐาน

แบบตรวจสอบการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตขั้นงานพิมพ์เส้นนูน

M/C No. . …… ชนิดราคา .....

วันที่ ..... เวลา.....

No.	รายการที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ
1	Program Name ถูกต้อง (ตรวจสอบหน้าเครื่อง)	☐	
2	แม่พิมพ์และปรับตั้ง Register ตาม SNLD (Set up)	☐	
3	ความหนา Impression packing cylinder (Set up) -Top draw sheet 0.5 mm. -Presspan Super/Standard size (1.5 -2 mm),(2.0 -2.2 mm)	☐	
4	ค่าแรงกด 0.45 - 0.65 mm. (Set up)	☐	
5	ความหนาของผ้ายาง Orlof 1.7 mm (Set up) -Orlof Blanket underlay หนา 0.5 - 0.60 mm	☐	
6	ความหนาของ Plate Schablone 2.3 mm (Set up) Plate Schablone underlay หนา 0.4 - 0.60 mm	☐	
7	ปรับตั้งแรงกดระหว่าง Plate กับ Orlof cylinder 10 - 15 mm (Set up)	☐	
8	ความหนาแม่พิมพ์ (0.75 + 0.015 mm) Super size (0.8 + 0.015 mm) Std size	☐	
9	อุณหภูมิ Plate 80 - 85 oC (รายวัน)	☐	
10	อุณหภูมิลูก Fountain Unit 1-6 ตาม (รายวัน) ตามกำหนด Condition ของวิจัย	☐	
11	อุณหภูมิน้ำยา Wiping 45 °C จากชั้นใต้ดิน	☐	
12	หมึกพิมพ์ (ไม่มีเนื้อหยาบ,เหนียว,แข็ง)	☐	
13	ลูก Schablone (พื้นที่รับหมึกผิวเรียบไม่แตกลายงา)	☐	
14	ลูก Wiping (ผิวเรียบ ลูกไม่มีรอย)	☐	
15	ความชื้นในห้องพิมพ์ 55 + 3 % สอบถามการกำลัง	☐	Tel.8473

Rev.001 15/02/2016

หมายเหตุ : ☑ ถูกต้องตามข้อกำหนด

: ☒ ไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด

ผู้ทำการตรวจสอบ ..... **หัวหน้างาน** ..... **ผจก.ผตภ.** .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ ข6 แบบตรวจสอบการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตขั้นงานพิมพ์เส้นนูน

ใบสุ่มตรวจสอบคุณภาพการผลิตหมึกพิมพ์เส้นนูน

วันที่.....เวลา ..... ชนิดราคา .....

Batch No. ..... Mat.No.....

หมายเลขถังที่สุ่ม .....

จำนวนสุ่ม 2 ถัง

☐ Minor เล็กน้อย ☐ Major สำคัญ ☐ Critical รุนแรง

ข้อบกพร่อง	ไม่พบ	ถัง1	ถัง2	หมายเหตุ
1.เฉดสีไม่ตรงตามมาตรฐาน	☐	☐	☐	
2.หมึกพิมพ์ผิวหยาบ	☐	☐	☐	
3.มีฟองอากาศในเนื้อหมึกพิมพ์	☐	☐	☐	
4.หมึกพิมพ์ความเหลวและเหนียวเกิน	☐	☐	☐	
ค่ามาตรฐาน				
5.ภาชนะบรรจุสกปรกมีฝุ่นผง มีสนิม	☐	☐	☐	
6.ลำดับในการบรรจุไม่ถูกต้อง	☐	☐	☐	
7.ฉลากบรรจุข้อมูลไม่ถูกต้อง	☐	☐	☐	
8.อื่นๆ	☐	☐	☐	

Remark : .....

.....

ผู้ตรวจสอบ.....

รูปที่ ข7 ใบสุ่มตรวจสอบคุณภาพการผลิตหมึกพิมพ์เส้นนูน

ใบตรวจสอบคุณสมบัติหมึกพิมพ์เส้นนูน

หมึกพิมพ์ชนิดราคา ..... Batch .....

วันที่ .....

หมึกพิมพ์เส้นนูน	สี	การแห้งตัว	ความละเอียด (µm)	Viscosity	Yield Stress	Max.Tack	Tack Time	การดูดกลืนแสง IR
	STD	BK (ชม)	บรรจุ	(Pa.s.)	(Pa)	(Unit)	(s)	

หมายเหตุ : หมึก IR ต้องตรวจสอบคุณสมบัติการดูดกลืนแสง IR

ผู้ตรวจสอบ .....

ค่ามาตรฐาน							
Yellow FS.20 : I2116F11	STD	6 - 9	≤ 10	5.5 - 7.5	600 - 1000	300 - 400	300 - 450
Green IR FS.20 :I2116F21R	STD	3 -5	≤ 10	5.5 - 7.5	700 - 1400	350 - 575	150 - 400
Geen FS.20 : I2116F31	STD	2.5 - 5	≤ 10	5.5 - 7.5	700 - 1300	250 - 550	180 - 400
Blue FS.50 :I5116F21							
Greenish Blue FS.50:I5116F11							
Blue IR FS.50 :I5116F31R	STD	2.5-7	≤ 10	5.5-8	450 - 1350	250 - 450	150 - 300
Light Red FS.100 :I1216F41							
Red IR FS.100 : I1216F21R							
Red FS.100 :I216F31	STD	2.5 - 6	≤ 10	5.5 - 8	450 - 1300	250 - 450	200 - 350
Gold Pearl FS.100:I1216F11	STD	3 - 9	≤ 10	5 - 7.5	400 - 1200	220 - 400	180 - 350
Pink FS.500 :I5216F11(Sicpa)							
Violet IR FS.500 : I5216F21R							
Violet FS.500 : I5216F31	STD	2.5 - 6	≤ 10	6 - 8.5	500 - 1250	300 - 400	200 - 350
Dark Violet IR BS.500 :I5216B11R							
Dark Violet BS.500: I5215B31	STD	2.5 - 5	≤ 10	4.5 - 8.5	400 - 1250	250 - 450	170 - 400
Violet BS.500 : I5216B21	STD	2.5 - 6	≤ 10	5.5 - 8.5	500 - 1200	300 - 450	200 - 350
Brown FS.1000 :I1316F31	STD	3 - 6	≤ 10	5 - 8	550 - 1300	280 - 420	180 - 350
Brown IR FS.1000:I1316F21R							
Green FS1000:I1316F11							
LightBrown BS1000:I1316B11	STD	2.5 - 6	≤ 10	5.5 - 8	700 - 1300	250 - 400	200 - 350
Dark Brown IR BS.1000:I1316B21R	STD	3 - 6	≤ 10	6- 8	700 - 1200	250 - 420	200 - 320
Brown BS 1000:I1316B31	STD	3 - 6	≤ 10	5.5 - 8	600 - 1100	250 - 400	200 - 350

รูปที่ ข8 ใบสุ่มตรวจสอบคุณสมบัติหมึกพิมพ์เส้นนูน

ภาคผนวก ค.

บันทึกการประชุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บันทึกการประชุม ค1 FMEA ปัญหาหมึกพิมพ์ วันพฤหัสบดีที่ 4 ส.ค. 59 เวลา 10:00 - 12:00 น. ห้องประชุมผลิตชั้น 2

ผู้ร่วมประชุม: ประคอง คำนวนดี; วีระ สัตยพงศร; ประทีป ประภามณฑล; ยุทธนา นามเย็น; ณัฐชยา นิลรัต; เดือนเพ็ญ ภูลายยาว; ศุภลักษณ์ วิบูลย์รังสรรพ์; ณฐพงศ์ สอนสะอาด; ชฎาพร แก้วประชา; ธัญพร ตันเจริญรัตน์; นุชาพร ชีวสาธน์; จิตตินันท์ คุณสวัสดิ์; ธิดา เรืองสิริธัญญกุล

Process	ลำดับ	สภาพการขัดข้องที่เป็นไปได้ Failure Mode	ผลกระทบ ที่เป็นไปได้	S	สาเหตุขัดข้องที่เป็นไปได้	O	สถานะปัจจุบัน		D	RPN	ข้อแนะนำการแก้ไข	เป้าหมายกำหนดเวลาเสร็จ	ผลการแก้ไข					หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง			
							การป้องกัน	การตรวจสอบ					การแก้ไข	S	O	D	RPN	ผพท.(R)	ฝวธ.(R)	ผผท.	ผผค.(P)
หมึกพิมพ์เส้นนูน	1	เนื้อหมึกหยาบ	พิมพ์แล้วเกิด Wiping	5	1.หมึกพิมพ์ใส่แว็กซ์ OP 6% ต้องใส่กากมาก	3	1.ใส่กากหมึกพิมพ์ให้มากขึ้น	1.เพิ่มความถี่ในการทดสอบ Fineness	5	75	เจ้าของสูตรติดตาม Process ให้ครบวงจร	ธันวาคม 2559	ผผค.					X		X	X
		1.ref.009/59(2 มี.ค. 59) : IR 50#16			2.ปรับสัดส่วน Part A ให้เหมาะสม		2.บดซ้ำอีก 1 รอบ ในกรณีที่ทดสอบความละเอียดแล้วเริ่มผิดปกติ	2.ติดตามผลการกระทุ้งเพื่อไล่ฟองอากาศ			ผผท./ผพค.		ผผท./ผพค.					X		X	
		2.ref.019/59(15 มี.ค. 59) : Green FS.20(35note)			3.รีบไล่กากหมึกเร็วเกินไป		3.กระทุ้งหมึกเพื่อไล่ฟองอากาศ				ผผท.(ข้อมูล Check List)									X	
		3.ref.021/59(30 มี.ค. 59) : Brown FS.1000			4.มีฟองอากาศมากขณะบรรจุ		4.เก็บสถิติหมึกพิมพ์ที่พบปัญหาหมึกหยาบและเฝ้าระวังเป็นพิเศษ				ผผท.(ข้อมูล Check List)		ผผท.							X	
		4.ref.029/59(28 เม.ย.59) : Green FS.20(45note)																			
	2	หมึกเหนียวขาดรอง (สำหรับสีที่มีปริมาณการใช้น้อย)	ภาพพิมพ์ไม่เต็ม	5	1.ความหนืดสูงเกินไป	3	1.ควบคุม Viscosity ให้อยู่ในข้อกำหนด	1.Viscosity	5	75	ตามบทบาทหน้าที่	ธันวาคม 2559	ผพท.ติดตาม					X	X		X
			Wiping ไม่หมด		2.DT สั้นเกินไป		2.ควบคุม DT ให้อยู่ในข้อกำหนด	2.DT													X
					3.ในกรณีที่หมึกพิมพ์มีอัตราการใช้น้อย ช่างพิมพ์ไม่ควรตักหมึกใส่รางมากเกินไป ทำให้ Solvent ระเหยไป หมึกเหนียวขึ้นเรื่อยๆ		3.ช่างพิมพ์ติดตามการจ่ายหมึกพิมพ์แต่ละสี ถ้าใช้น้อยไม่ควรตักหมึกพิมพ์ค้างไว้ในรางนาน				แผนกพิมพ์เส้นนูนเฝ้าระวังการจ่ายหมึกพิมพ์		ผพท.ติดตาม					X	X		

บันทึกการประชุม ค1 FMEA ปัญหาหมึกพิมพ์ วันพฤหัสบดีที่ 4

ส.ค. 59 เวลา 10:00 - 12:00 น. ห้องประชุมผลิตชั้น 2 **(ต่อ)**

Process	ลำดับ	สภาพการขัดข้องที่เป็นไปได้ Failure Mode	ผลกระทบ ที่เป็นไปได้	S	สาเหตุขัดข้องที่เป็นไปได้	O	สถานะปัจจุบัน		D	RPN	ข้อแนะนำการแก้ไข	เป้าหมายกำหนดเวลาเสร็จ	ผลการแก้ไข					หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง			
							การป้องกัน	การตรวจสอบ					การแก้ไข	S	O	D	RPN	ผพท.(R)	ฝวธ.(R)	ผผห.	ผพค.(P)
	3	หมึกแห้งในถัง	เศษชิ้นหมึกติดบนแผ่นพิมพ์	5	1.DT สั้นเกินไป	3	1.ควบคุม DT ให้อยู่ในข้อกำหนด	1.DT	5	75	1. ผพค. ตรวจสอบ	กันยายน 2559									X
					2.รอการแก้ไขหลายวัน ทำให้หมึกบางส่วนแห้งที่ผิว และเกิดสะเก็ดหมึก		2.กำหนด Lead Time ในการแก้ไข Part C ภายใน 2 วัน	2.เฝ้าติดตามเป็นพิเศษกรณีที่มีการรอแก้ไขหลายวัน			2. ผผห. และ ผพค. สังเกตการณ์ร่วมกัน	ธันวาคม 2559						X	X	X	X
					3.ปิดฝาถังบรรจุหมึกพิมพ์ให้สนิท		3.บดใส่กากหมึกพิมพ์	3.กรณีเก็บนานเกิน 6 เดือน ดำเนินการ Recheck ก่อนจ่ายหมึกเข้าพิมพ์				ตลอดเวลา								X	X
	4	จำนวนในหมึกแต่ละถังไม่เท่ากัน	มีผลต่อค่านวณ	5	1.Volume หมึกพิมพ์มาก	3	1.ติดตามเก็บข้อมูลการบรรจุหมึกพิมพ์แต่ละชนิด	1.รายงานการบรรจุหมึกพิมพ์แต่ละชนิด	5	75	1. ผผห. เร่งดำเนินการ	กันยายน 2559								X	
			Consumption		2.Oil Absorption ผงสีสูง		2.ปรับลด Batch Size ให้เหมาะสม				2.ผผห. รวบรวมข้อมูลและเร่งดำเนินการแก้ไข	กันยายน 2559								X	
	5	ขับหลัง	แผ่นพิมพ์ชำรุดจากปัญหาขับหลัง	5	1.ส้ดส่วนแว็กซ์ไม่เหมาะสม	5	1.ผู้ออกสูตรดำเนินการทดสอบขับหลังให้อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ	1.ติดตามคุณภาพการพิมพ์และ Wastage ขับหลังให้อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ	5	125	ผพท.ติดตาม	ธันวาคม 2559						X	X		
					2.DT ยาวเกินไป		2.ควบคุม DT ให้อยู่ในข้อกำหนด	2.Recheck DT ก่อนเข้าสู่กระบวนการพิมพ์			ผพท./ฝวธ./ผพค.	ตลอดเวลา						X	X		X
	6	ความสามารถในการละลาย Wipe ability	แผ่นพิมพ์ชำรุดจากปัญหา Wiping	5		3	1.ผู้ออกสูตรดำเนินการทดสอบความสามารถในการละลายให้อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ	1.ตรวจสอบ Solubility	5	75	ผพค.ตรวจสอบ Wipability กรณีพิเศษเฉพาะสีที่เคยพบปัญหา	กันยายน 2559						X	X		X
								2.ตรวจสอบ Wipability													

บันทึกการประชุม ค2 Process control ค่ามาตรฐานของแผนกพิมพ์เส้นนูน วันที่ 10 ต.ค. 2559 เวลา 14.00 – 16.00 ห้องประชุมสำนักผลิต 1-2

ผู้ร่วมประชุม : ประคอง คำนวนดี, อรรถกร ศศิธนากรแก้ว; ทรงเกียรติ์ เลิศบุษยมาส; ทวีชัย ปรัชญาวานิชกุล; สุรพล ยะก๊บ; วีรศักดิ์ บุตรจรรยาพจน์; สมบูรณ์ สุทธิโสภณ; เรืองชัย สุวรรณไตรภพ; โชติกร เลิศอนันต์; ธวัชชัย เป้าเจริญ; ชาญชัย เวียรชัย; ธำรงค์ศักดิ์ โรจนขจร; ประทีป ประภามณฑล; ประคอง คำนวนดี; ปิ่นกนก ธรรมภาค; นิธิวดี เกษรบุตร; สุวรรณา แช่มช้อย; สุนีย์ จงเจริญศักดิ์; พรเพิ่ม ส่งเสริม; ธรรมศักดิ์ บรรเทิง

การควบคุมกระบวนผลิตในขั้นงานพิมพ์เส้นนูนธนบัตร 100 บาท แบบ 16 45 Notes (ฉบับร่าง)

รายการควบคุม	ข้อกำหนดกระบวนการผลิต	หมายเหตุ
1.Program Name	100 บาท แบบ 16 V1	ค่า Setting ของการพิมพ์
2.แม่พิมพ์และปรับตั้ง Register	ตาม SNLD	
3.ความหนาแม่พิมพ์	0.70 mm	
4.ความหนา Impression packing cylinder		
4.1 Top draw sheet (Intaglio blanket)	0.50 mm	
4.2 Presspan	0.15 mm	0.150 : 0.10: 0.05
5.ความหนาของผ้ายาง Orlof	1.7 mm	
5.1 Orlof Blanket underlay หนา	0.60 mm	Underlay ขนาด 710 x 840 mm หนา 0.2 mm. จำนวน 3 แผ่น
6.ความหนาของ Plate Schablone	2.3 mm	
6.1 Plate Schablone หนา	0.50 mm	Underlay ขนาด 700 x 840 mm หนา 0.2 mm 1 แผ่น 0.15 mm 2 แผ่น
7.ปรับตั้งแรงกดระหว่าง Plate กับ Orlof cylinder	0.25 mm	
8.ปรับตั้งแรงกดระหว่าง Plate กับ Impression cylinder	0.5 mm	
9.อุณหภูมิ Plate	80 ± 2 °C	
10.อุณหภูมิลูก Fountain		
- Unit 1	18 - 20 °C	
- Unit 2	18 - 20 °C	
- Unit 3	18 - 20 °C	
- Unit 4	18 - 20 °C	
- Unit 5 (Schablone)	35 - 37 °C	
- Unit 6 (Orlof)	35 - 37 °C	
11. อุณหภูมิน้ำยา Wiping Flow rate	45 ° C	มาจากชั้นใต้ดิน
12.กระดาษลองเครื่อง?	คุณลักษณะ	ความหนาถูกต้อง
13.หมึกพิมพ์	คุณภาพดี	ไม่มีผิวหยาบ,เหนียว
14.ลูกสี	คุณภาพดี	ไม่มีรู,ผิวไม่เรียบ
15.ความชื้นในห้องพิมพ์	58 ± 4 %	สอบถามแผนกการกำลัง

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายประคอง คำนวนดี เกิดวันที่ 14 มิถุนายน 2520 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2545 ภายหลังจบการศึกษาได้เข้าทำงานที่บริษัทโซนี่ ดีไวซ์ เทคโนโลยี ประเทศไทย จำกัด ในตำแหน่งวิศวกรฝ่ายผลิต จากนั้นในปี 2552 ได้ย้ายมาทำงาน ที่โรงพิมพ์ธนบัตร ธนาคาร แห่งประเทศไทย ในตำแหน่ง วิศวกรประจำสำนักผลิต และได้ศึกษาต่อ ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University