การปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นได้

นายรัชพล นันทะพรหม

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 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE IMPROVEMENT OF CONTROL PLAN IN FLEXIBLE CIRCUIT MANUFACTURE.

Mr. Ratchapon Nunthaporm

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 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นได้
โดย	นายรัชพล นันทะพรหม
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(No data found)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รัชพล นันทะพรหม : การปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นได้ (THE IMPROVEMENT OF CONTROL PLAN IN FLEXIBLE CIRCUIT MANUFACTURE.) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศ. ดร. ปารเมศ ชุติมา, 117 หน้า.

ปัจจุบันตลาดสินค้าโทรศัพท์มือถือชนิดสมาร์ทโฟนกำลังขยายตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ผู้ผลิตในห่วงโว่อุปทานนี้มีการแข่งขันสูง ดังนั้นผู้ผลิตต้องมุ่งมั่นที่จะพัฒนาคุณภาพของสินค้าซึ่งจะช่วยเพิ่มอำนาจการแข่งขันทางการค้าให้อยู่เหนือคู่แข่งโดยเฉพาะผู้ผลิตวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น ซึ่งเป็นหนึ่งในชิ้นส่วนที่สำคัญของโทรศัทพ์มือถือ งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาแผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นในส่วนของกระบวนการประกอบและตัดเจาะ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อาการชัดช้องและผลกระทบมาใช้ในการลำดับความสำคัญของชนิดของเสียที่ควรได้รับการควบคุมอย่างเข้มงวด แล้วใช้หลักการการควบคุมกระบวนการทางสถิติและการปรับปรุงวิธีการตรวจงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับของเสียของแผนควบคุมคุณภาพ ผลการทดลองสรุปได้ว่าแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงสามารถตรวจจับของเสียและลดจำนวนของเสียได้จริง ส่งผลให้สามารถลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากปัญหาของเสียถูกส่งมอบไปให้ลูกค้าลงได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5670948421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: QUALITY CONTROL PLAN, QUALITY IMPROVEMENT, FAILURE MODE PROCESS CONTROL, AND STATISTICAL PROCESS CONTROL.

RATCHAPON NUNTHAPORM: THE IMPROVEMENT OF CONTROL PLAN IN FLEXIBLE CIRCUIT MANUFACTURE.. ADVISOR: PROF. PARAMES CHUTIMA, Ph.D., 117 pp.

Smart phone market has been growing larger and larger in recent years. This fact makes enormous competitiveness in its supply chain. Therefore, the product quality is the most importance part to improve business competitiveness, especially a flexible printed circuit which is a main assembly component in smart phones. This paper presents the approach to improve the quality control plan of the flexible printed circuit backend process. Failure Mode Effective Analysis (FMEA) was adopted to prioritize the defective and analyze weak points in the original quality control plan. Then, Statistical Process Control (SPC), optimizing inspection method and working procedure of inspection process, were introduced to improve the detection ability of the quality control plan. The results showed that the implementation of the new quality control plan could reduce escaped defective parts and the expense of escaped defect parts significantly.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้จะไม่สามารถสำเร็จได้หากปราศจากความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านโดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.ปารเมศ ชุติมา ผู้ซึ่งให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับงานวิจัยนี้ในทุกๆ ด้านเป็นอย่างดี นอกจากนี้ขอขอบคุณ ท่านประธานกรรมการ รศ.ดร.จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ คณะกรรมการ อาจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัยและ รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิชที่ให้การสนับสนุนและแนะนำในงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี รวมถึงครอบครัวและผู้ทรงคุณวุฒิในองค์กรที่ให้การช่วยเหลือและแนะนำสำหรับการทำวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ซึ่งหากผิดพลาดประการใดต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูปภาพ ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ 15
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 15
1.2 วัตถุประสงค์ 29
1.3 ขอบเขตศึกษา 29
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 29
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 30
2.1 กระบวนการผลิตแผงวงจรแไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น 30
2.2 องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex 42
2.3 แผนควบคุมคุณถาพของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ส่วนของกระบวนการ Backend 43
2.4 การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต (Quality Process Control) 46
2.4.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) 47
2.4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) 48
2.4.2.3 การแปลความหมาย (Interpretation) 48
2.4.2.4 การนำเสนอ (Presentation) 48
2.4.4.1 การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยตัวแปร (Inspection by Variable) 50
2.4.4.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย (X Chart) 50

2.4.4.1.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับการวัดการกระจาย (R Chart).....50

2.4.4.1.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับการวัดความแปรผัน (S Chart).....50

2.4.4.1.4 แผนภูมิ MR Chart.....50

2.4.4.1.5 แผนภูมิ CU-SUM Chart.....51

2.4.4.2 การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยคุณลักษณะ (Inspection by Attributes) 51

2.4.4.2.1 แผนภูมิ p (p-chart) 51

2.4.4.2.2 แผนภูมิ np (np-chart).....51

2.4.4.2.3 แผนภูมิ c (c-chart) 51

2.4.4.2.4 แผนภูมิ u (u-chart).....51

2.4.4.3 วิธีตีความแผนภูมิควบคุม 52

2.4.4.3.1 ตรวจดูความไม่สุ่มจากแผนภูมิ (Non-Randomness) 52

2.4.4.3.2 ตรวจดูตัวอย่างแบบสมมาตร (Normal Pattern).....52

2.5 การวางแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ (Acceptance Sampling plan) 53

2.5.1 แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับของมาตรฐาน MIL-STD-105E 53

2.5.1.1 วิธีการใช้ตารางการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยวแบบปกติ (Single sampling plans for normal inspection) 53

2.5.1.2 วิธีการใช้ตารางการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคู่แบบปกติ (Double sampling plans for normal inspection) 55

2.5.1.3 วิธีการใช้ตารางการชักสิ่งตัวอย่างหลายเชิงแบบปกติ (Multiple sampling plans for normal inspection).....56

2.5.2 แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับของมาตรฐาน ANSI/ASQ Z1.4-2008 57

2.5.3 แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับของมาตรฐาน ISO 2859-1:1999.....57

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.6 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA).....57
2.6.1 ความหมายของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ.....57
2.6.2 ประวัติของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ.....58
2.6.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ.....59
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....62
3.1 ศึกษาลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต.....62
3.2 วิเคราะห์สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบ.....66
3.3 วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ.....66
3.4 ศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสีย.....67
3.5 ปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพ.....67
3.5.1 ปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียที่สำคัญ.....67
3.5.2 ปรับปรุงทักษะการตรวจงานของผู้ตรวจงาน.....67
3.5.2.1 จัดอบรมเรื่องข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์และวิธีการตรวจงาน.....67
3.5.2.2 การสุ่มตรวจความถูกต้องของการตัดสินใจของผู้ตรวจงาน.....68
3.5.3 ประยุกต์ใช้การควบคุมกระบวนการด้วยหลักสถิติในการควบคุมการเกิดของเสียที่สำคัญ.....68
3.6 สรุปแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุง.....68
3.7 ทดลองใช้แผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุง.....68
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....69
4.1 ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต.....69
4.2 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบ.....76
4.2.1 สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบในกระบวนการ.....76
4.2.2 สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบโดยลูกค้า.....77

หน้า

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ 78
4.4 วิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสีย 82
4.4.1 การสุ่มตรวจวัตถุดิบขาเข้า (Incoming Quality Assurance).....83
4.4.1.1 การตรวจ Connector 84
4.4.1.2 การตรวจ Stiffener (SUS &Poron).....84
4.4.2 การตรวจความสมบูรณ์ของเส้นลายวงจรด้วยค่าทางไฟฟ้า (Electrical Checking).....85
4.4.3 การตรวจสอบชิ้นงานหลังกระบวนการตัดเจาะ (Punching Inspection).....85
4.4.3.1 การตรวจจับข้อบกพร่องบริเวณ ACF ของตัวงาน.....85
4.4.3.2 การตรวจจับข้อบกพร่องของตัวงานจากกระบวนการ Punching 86
4.4.4 การตรวจความสมบูรณ์ของโซลเดอร์ (Solder Paste Inspection).....87
4.4.5 การตรวจสอบชิ้นงานหลังกระบวนการวางตัวประกอบ (Assembly Inspection).....87
4.4.5.1 การตรวจงานด้วยเครื่องตรวจงานแบบอัตโนมัติ (Automatic Optical Inspection: AOI).....87
4.4.5.2 การตรวจจับข้อบกพร่องของตัวงานบริเวณตัวประกอบ (Connector) ด้วยการให้ผู้ตรวจมองผ่านกล้องไมโครสโคป กำลังขยาย 10เท่า.....89
4.4.6 การตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าของตัวงานด้วยเครื่อง In-circuit Test (ICT).....89
4.4.7 การตรวจงานหลังกระบวนการผลิต (Final Inspection).....90
4.4.8 การสุ่มตรวจงานเพื่อรับรองคุณภาพก่อนขาย (Outgoing Quality Assurance: OQA).....91
4.5 การปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพ.....92
4.5.1 ปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียที่สำคัญ 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5.1.1 การเปลี่ยนเครื่องมือที่ใช้ตรวจงานในกระบวนการ punching inspection จากเครื่อง ISE เป็นกล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 10 เท่า.....92

4.5.1.2 การลดความเร็วในการตรวจงานของผู้ตรวจงานในกระบวนการ 94

4.5.2 ปรับปรุงทักษะการตรวจงานของผู้ตรวจงาน 96

4.5.2.1 จัดอบรมเรื่องข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์และวิธีการตรวจงาน.....96

4.5.2.2 การสุ่มตรวจความถูกต้องของการตัดสินใจของผู้ตรวจงาน.....97

4.5.3 ประยุกต์ใช้การควบคุมกระบวนการด้วยหลักสถิติควบคุมการเกิดของเสียที่สำคัญ.....97

4.5.3.1 SUS misalignment.....97

4.5.3.2 Dent on FPC 99

4.6 ผลการทดลองใช้แผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุง 102

4.6.1 การปฏิเสธลอตโดยลูกค้า ค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำและของเสียที่ถูกส่งคืน . 102

4.6.2 ค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุง 103

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 106

5.1 สรุปผลการทดลอง 106

5.2 ข้อเสนอแนะ 107

รายการอ้างอิง 108

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 115

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ผลการสุ่มตารางตรวจงานของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มโทรศัพท์มือถือและค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธล็อต จากลูกค้าระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.255620

ตารางที่ 1.2 ค่าใช้จ่ายของกิจกรรมควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ T-flex ในส่วน Backend process ต่อสายการผลิตต่อกะ.....25

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Front Process.....31

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Back end process.....35

ตารางที่ 2.3 แผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex.....44

ตารางที่ 2.4 ตารางระบุจำนวนการสุ่มตรวจงานตามตัวอักษร.....54

ตารางที่ 2.5 ตารางการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยวแบบปกติ.....55

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต.....62

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต.....69

ตารางที่ 4.2 ทีมงานวิเคราะห์ FMEA.....78

ตารางที่ 4.3 แสดงระดับของความรุนแรง (Severity) ความถี่ในการเกิด (Occurrence) และความสามารถในการตรวจจับของเสียของแผนควบคุมคุณภาพ (Detection).....79

ตารางที่ 4.4 ผลของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ.....80

ตารางที่ 4.5 ภาพของเสียบริเวณ ACF Terminal ที่ถูกตรวจพบจากกล้อง 10X Microscope และ ISE Machine.....93

ตารางที่ 4.6 สรุปผลทดลองเปลี่ยนความเร็วในการตรวจงานที่ Punching inspection.....95

ตารางที่ 4.7 วิธีการตรวจจับของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง..... 100

ตารางที่ 4.8 ผลการสุ่มตรวจงานของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มโทรศัพท์มือถือและค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตจากลูกค้าก่อนและหลังการปรับปรุงแผนการควบคุมคุณภาพ ... 103

ตารางที่ 4.9 ค่าใช้จ่ายของแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงต่อกะ..... 103

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างการใช้งานของแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น 16
รูปที่ 1.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น 17
รูปที่ 1.3 แผนผังองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา 18
รูปที่ 1.4 สัดส่วนปริมาณการผลิตของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ 18
รูปที่ 1.5 สัดส่วนจำนวนงานที่ถูกยอมรับล็อต ปฏิเสธล็อตและถูกส่งคืน 21
รูปที่ 1.6 ข้อมูลผลผลิต (Production yield) และจำนวนของเสียที่ถูกส่งคืน (Return to vendor) ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2556 21
รูปที่ 1.7 สัดส่วนค่าใช้จ่ายจากการตรวจงานซ้ำแบ่งตามรุ่นผลิตภัณฑ์ 22
รูปที่ 1.8 สัดส่วนมูลค่าของเสียถูกส่งกลับจากลูกค้าแบ่งกลุ่มตามรุ่นผลิตภัณฑ์ 23
รูปที่ 1.9 สัดส่วนของเสียที่ลูกค้าตรวจพบแบ่งตามชนิดของข้อบกพร่อง 23
รูปที่ 1.10 ของเสียจากข้อบกพร่องชนิด ACF Wrinkle 24
รูปที่ 1.11 ของเสียจากข้อบกพร่องชนิด SUS misalignment 24
รูปที่ 2.1 แผนผังกระบวนการผลิตในส่วน Front process 30
รูปที่ 2.2 แผนผังกระบวนการผลิตในส่วน Back end process 31
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ T-flex ด้านหน้า 42
รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ T-flex ด้านหลัง 43
รูปที่ 2.5 เส้นโค้งลักษณะเฉพาะการดำเนินงาน (Operating Characteristic Curve) 49
รูปที่ 4.1 ของเสียที่ถูกตรวจพบในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง 31 มิถุนายน พ.ศ. 2557 76
รูปที่ 4.2 สัดส่วนของเสียที่ลูกค้าตรวจพบแบ่งตามชนิดของข้อบกพร่องเฉพาะรุ่น T-flex 77
รูปที่ 4.3 ผลการของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ 82
รูปที่ 4.4 แผนผังกระบวนการและกระบวนการดักจับของเสียในส่วน Back end process 83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.5 เครื่อง Inspection Support Equipment (ISE) (ซ้าย) และตัวอย่างการรับภาพ (ขวา).....85
รูปที่ 4.6 การตรวจงานผ่านเลนส์ขยาย (ซ้าย) และตัวอย่างการตรวจงาน FPC Sheet (ขวา)....86
รูปที่ 4.7 เครื่อง Solder Past Inspection (SPI).....87
รูปที่ 4.8 เครื่อง AOI (ซ้าย) และตัวอย่างการรับภาพ (ขวา) 88
รูปที่ 4.9 การปฏิบัตงานของผู้ตรวจงานด้วยกล้องไมโครสโคป (ซ้าย) และตัวอย่างของชิ้นงาน บริเวณ Connector (ขวา).....89
รูปที่ 4.10 การปฏิบัตงานของเครื่อง In-circuit Test (ICT).....90
รูปที่ 4.11 การตรวจงานบน Tray ผ่านเลนส์ขยาย.....90
รูปที่ 4.12 การสุ่มตรวจงานของกระบวนการ Outgoing Quality Assurance.....91
รูปที่ 4.13 การฝึกอบรมเรื่องข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์และวิธีการตรวจงานให้กับผู้ตรวจงาน 96
รูปที่ 4.14 แผนภาพแสดงสัดส่วนของเสียของ SUS misalignment. 97
รูปที่ 4.15 วิธีการทำงานของกระบวนการ SUS / Poron Pretacking.....98
รูปที่ 4.16 ตัวอย่าง SUS material ที่เยื้องออกนอกตำแหน่งที่ออกแบบไว้.....98
รูปที่ 4.17 แผนภาพแสดงสัดส่วนของเสียของ Dent on FPC.....99
รูปที่ 4.18 ภาพจำลองการเกิด Dent on FPC.....99
รูปที่ 4.19 วิธีการทำความสะอาดหน้า Die..... 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในด้านต่างๆ อาทิ เทคโนโลยีการเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้นได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของผู้คนมากขึ้น แม้แต่ในด้านการเรียนการศึกษา ก็ได้จัดให้มีหลักสูตรที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีเข้าไปร่วมด้วย โดยเฉพาะเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ล้ำหน้าที่คนทั่วโลกกำลังให้ความสนใจ เพราะปัจจุบันนี้อุปกรณ์หลายชนิดต้องพึ่งพาเทคโนโลยีสารสนเทศ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ อินเทอร์เน็ต GPS ดาวเทียมเป็นต้น โดยเฉพาะโทรศัพท์มือถือที่ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก เนื่องจากโทรศัพท์ในสมัยปัจจุบันสามารถทำงานได้เสมือนกับคอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกว่า โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน (Smart phone) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสาร ซึ่งมีฟังก์ชั่นการใช้งานที่หลายรูปแบบทั้งโทรเข้า-ออก รวมสื่อบันเทิง เพลง วิดีโอ และสามารถใช้อินเตอร์เนทได้เสมือนคอมพิวเตอร์ โดยนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ที่สมาร์ทโฟนของบริษัทยักษ์ใหญ่ Apple ได้ปล่อยสมาร์ทโฟนที่กล่าวว่าเป็นโทรศัพท์ที่ดีที่สุดของยุคนั้น คือ iPhone3เปรียบเสมือนการเปิดตลาดให้สมาร์ทโฟนเข้ามาเป็นที่นิยมทั่วโลกรวมถึงในประเทศไทยที่เริ่มนิยมใช้และเป็นกระแสทางการตลาดที่เริ่มรุนแรงเนื่องจากการพัฒนาปรับปรุงของสมาร์ทโฟนแต่ละค่ายเป็นไปอย่างรวดเร็วส่งผลให้ตลาดสินค้าชนิดนี้มีการแข่งขันที่สูงมาก ผู้ผลิตโทรศัพท์มือถือยี่ห้อต่างๆ ได้มีการแข่งขันการพัฒนาเทคโนโลยีทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์เพื่อเพิ่มจุดเด่นให้กับสินค้าของตนเอง นอกจากการเพิ่มจุดเด่นของสินค้าแล้ว ความรวดเร็วในการพัฒนาและผลิตสินค้าสู่ตลาดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะช่วยส่งเสริมความสามารถทางการแข่งขันของผู้ผลิตโทรศัพท์มือถือได้ ดังนั้น คุณภาพของสินค้าที่ได้มาตรฐาน สามารถผลิตงานได้ตามที่ลูกค้าต้องการ และส่งมอบงานภายในระยะเวลาที่กำหนด ทำให้ผู้ผลิตต้องวางแผนการผลิตอย่างยืดหยุ่นและครอบคลุม เพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนแผนการผลิตได้อย่างรวดเร็วและทันเวลาเมื่อมีความต้องการ นอกจากนี้การลดของเสียที่อาจจะเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตให้เหลือน้อยที่สุด เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้

การเจริญเติบโตของอุตสหกรรมการผลิตโทรศัพท์มือถือส่งผลให้ความต้องการชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตโทรศัพท์ โดยเฉพาะชิ้นส่วนเล็กทรอนิคที่เป็นส่วนประกอบของโทรศัพท์มือถือเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกัน ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคมีการแข่งขันสูงและบริษัทต่างๆ ที่อยู่ในห่วงโซ่อุปทานต้องปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดและสร้างกำไรจากการแข่งขันที่รุนแรงนี้ โดยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคที่ใช้ในโทรศัพท์มือถือประกอบด้วยหลายส่วน ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงานต่างๆ ของเครื่อง เช่น ระบบแบตเตอรี่ไฟฟ้า ระบบหน้าจอสัมผัส สวิตซ์เปิดปิดเครื่อง เป็นต้น ซึ่งจะอยู่ในรูปของแผงวงจรไฟฟ้าที่นำไปประกอบหรือติดตั้งในโทรศัพท์เพื่อให้สามารถใช้งานตามความต้องการได้ โดยปัจจุบันแผงวงจรไฟฟ้าถูกออกแบบมาให้มีความยืดหยุ่นหรือที่เรียกว่า แผงวงจรไฟฟ้ายืดหยุ่น (Flexible Printed Circuit with Assembly ; FPCA) ซึ่งเป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรมการผลิตโทรศัพท์เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก มีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนต้องการความรู้ความเชี่ยวชาญในการผลิตสูง และต้องควบคุมปัจจัยหลายอย่าง อาทิ ความสะอาดของพื้นที่การผลิต ไฟฟ้าสถิตย์ เป็นต้น

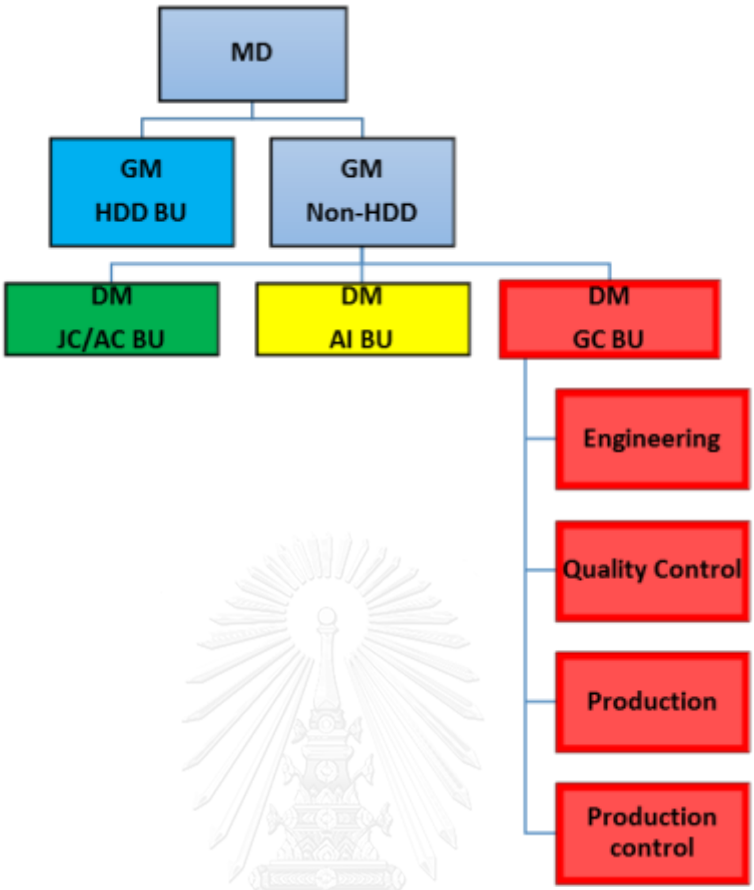
อย่างไรก็ตามแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นยังถูกนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด เช่น โทรศัพท์มือถือ (Mobile phone) ฮาร์ดดิสไดรฟ์ (Hard-disk drive) และกล้องถ่ายรูปแบบดิจิตอล (Digital Camera) รวมถึงถูกใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ในรถยนต์ เช่น เซนเซอร์ (Sensor) และโคมไฟรถยนต์ (Front Lamp) เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 1.1

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างการใช้งานของแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น

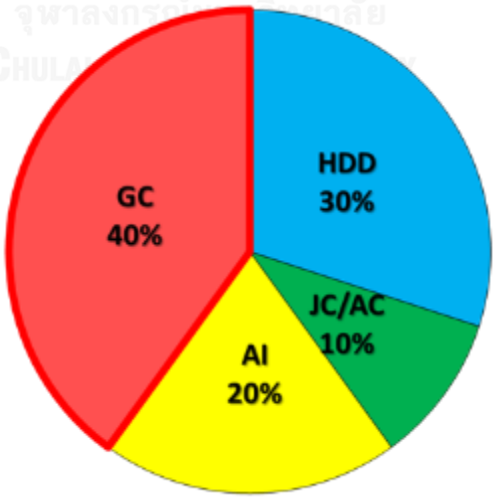
จากปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น กลุ่มบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคของโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน ถือได้ว่ากำลังเป็นที่จับตามองและมีผู้ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะเป็นตัวแปรที่สำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมการผลิตโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนที่กำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้ ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงมุ้งเน้นไปที่กลุ่มบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคของโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน โดยบริษัทกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมบางปะอินทร์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีผลิตภัณฑ์หลักคือผลิตภัณฑ์แผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น ดังแสดงในรูปที่1.2 ซึ่งมีกลุ่มลูกค้าหลักคือ ผู้ผลิตโทรศัพท์มือถือที่มียอดขายกว่า 150 ล้านชิ้นในปี พ.ศ.2556

รูปที่ 1.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น

แผนผังองค์กรแสดงในรูปที่ 1.3 ซึ่งจะแบ่งตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ของลูกค้าประกอบด้วย กลุ่มผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard disk drive business unit; HDD BU) กลุ่มผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนของยานยนต์ (Automotive Industrial business Unit; AI BU) กลุ่มผลิตภัณฑ์กล้องถ่ายรูปซึ่งเป็นลูกค้าในภูมิภาคเอเชียและประเทศญี่ปุ่น (Japanese customer and Asian customer business unit; JC/AC BU) และกลุ่มผลิตภัณฑ์โทรศัพท์มือถือซึ่งเป็นลูกค้าที่มีโรงงานผลิตตั้งอยู่ในต่างประเทศทั้งหมด (Global customer; GC BU) นอกจากนี้ในแต่ละ Business unit จะแบ่งส่วนงานตามหน้าที่ อาทิ ส่วนงานวิศวกรรม (Engineering section) ส่วนงานควบคุมคุณภาพ (Quality control section) ส่วนงานฝ่ายผลิต (Production section) และส่วนงานวางแผนการผลิต (Production control section) เป็นต้น และมีสัดส่วนปริมาณการผลิตของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ดังรูปที่ 1.4 โดยกลุ่มผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ กลุ่มผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนของยานยนต์ กลุ่มผลิตภัณฑ์กล้องถ่ายรูปและกลุ่มผลิตภัณฑ์โทรศัพท์มือถือ มีสัดส่วนปริมาณการผลิตต่อปริมาณการผลิตทั้งหมดของบริษัทในปี 2556 อยู่ที่ร้อยละ 30, 20, 10 และ 40 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่ากลุ่มผลิตภัณฑ์โทรศัพท์มือถือมีปริมาณการผลิตมากที่สุด



รูปที่ 1.3 แผนผังองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา



รูปที่ 1.4 สัดส่วนปริมาณการผลิตของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์

กระบวนการผลิตแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นประกอบไปด้วยหลายขั้นตอน โดยจะกล่าวต่อไปในบทที่ 2 ซึ่งเมื่อส่งมอบงานให้ลูกค้าแล้ว ลอตผลิตภัณฑ์ (Lot) จะต้องผ่านกระบวนการสุ่มตรวจจากฝ่าย In-coming Quality Control ของลูกค้า เพื่อตรวจสอบว่าสินค้ามีคุณภาพอยู่ในระดับที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ทุกล็อตผลิตภัณฑ์จะต้องผ่านการสุ่มตรวจสอบคุณภาพโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับระดับ (G2) Acceptance Quality Level (AQL) 0.4% (ดังจะกล่าวต่อไปในบทที่2) หากพบล็อตไหนมีของเสียเกินกว่าจำนวนที่กำหนด แผนกควบคุมคุณภาพจะปฏิเสธล็อตนั้น (Reject Lot)
- เนื่องจากกระบวนการผลิตของลูกค้ามีแผนการผลิตตลอดเวลา ทำให้มีความต้องการใช้วัตถุดิบอย่างเร่งด่วน ผู้ส่งมอบจึงต้องจัดหาผู้ตรวจงานซ้ำ (Rescreen) ภายในพื้นที่บริษัทของลูกค้า
- ของเสียที่ตรวจพบในการตรวจงานซ้ำจะถูกส่งคืนให้แก่ผู้ผลิตมอบหรือผู้ส่ง (Return to vendor: RTV) เพื่อให้ผู้ส่งมอบตรวจรับและคืนเงินตามจำนวนของเสียที่ตรวจพบ

เนื่องจากที่ตั้งโรงงานของลูกค้าอยู่ต่างประเทศ และความต้องการวัตถุดิบอย่างเร่งด่วนของลูกค้า ทำให้บริษัทกรณีศึกษาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้ตรวจงานภายนอก (Outsource Inspector) จากบริษัทที่อยู่ใกล้ที่ตั้งโรงงานของลูกค้า ซึ่งจะทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือมีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายในการส่งคืนของเสียที่ตรวจพบในการตรวจงานซ้ำเพิ่มขึ้นด้วย แสดงดังตารางที่ 1.1

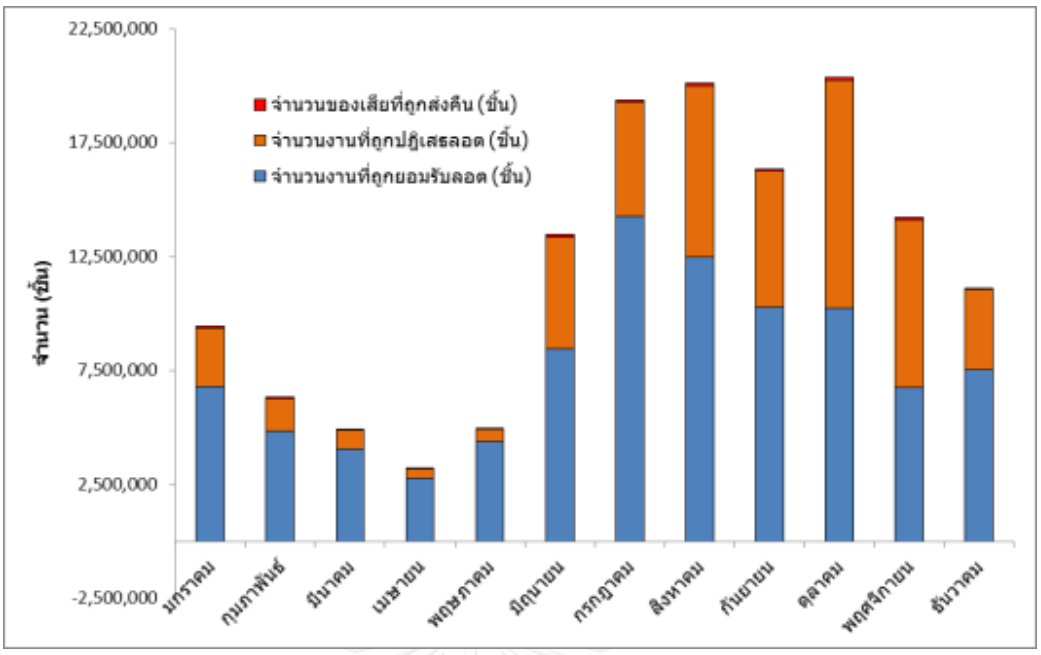
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1.1 ผลการสุ่มตารางตรวจงานของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มโทรศัพท์มือถือและค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธล็อต จากลูกค้าระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2556

เดือน	ยอดขาย (ชิ้น)	มูลค่ายอดขาย (บาท)	จำนวนงานที่ถูกปฏิเสธ (ชิ้น)	ค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำ (บาท)	จำนวนของเสียที่ถูกส่งคืน (ชิ้น)	มูลค่าของเสียที่ถูกส่งคืน (บาท)
มกราคม	9,392,696	346,834,547	2,607,024	2,332,920	77,297	2,270,970
กุมภาพันธ์	6,252,404	211,726,620	1,403,200	798,542	73,361	2,100,493
มีนาคม	4,887,369	175,041,175	832,548	331,835	50,113	1,435,672
เมษายน	3,190,298	116,633,942	400,542	404,690	26,604	784,115
พฤษภาคม	4,942,735	146,123,264	564,533	426,388	41,709	1,315,696
มิถุนายน	13,368,881	378,852,428	4,928,271	2,412,309	125,073	3,580,071
กรกฎาคม	19,269,143	568,738,000	5,020,124	2,070,813	105,656	3,110,406
สิงหาคม	19,979,818	548,700,000	7,500,561	2,132,879	120,383	3,445,818
กันยายน	16,246,604	402,600,005	5,949,037	1,732,702	91,996	2,595,196
ตุลาคม	20,247,136	501,970,922	10,014,870	3,704,273	123,519	3,876,252
พฤศจิกายน	14,111,300	346,054,287	7,363,807	2,327,670	104,325	2,990,757
ธันวาคม	11,073,400	273,467,336	3,547,395	1,123,481	30,572	949,615
รวม	142,961,784	4,016,742,526	50,131,912	19,798,502	970,608	28,455,062

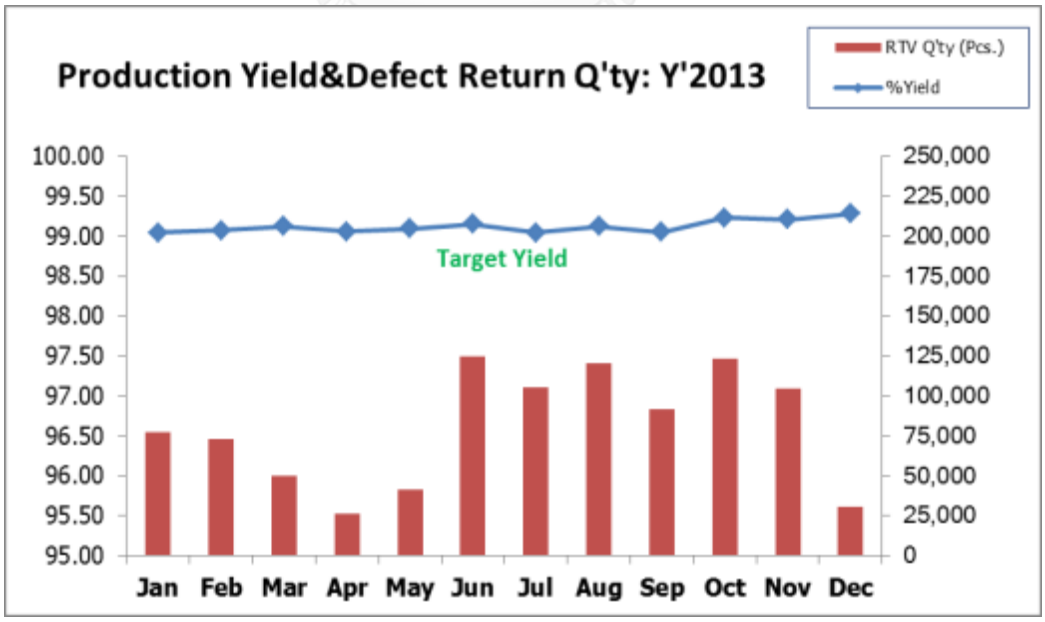
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 1.1 พบว่าในปี พ.ศ.2556 บริษัทมียอดขายสินค้าในกลุ่มโทรศัพท์มือถือ 142,961,784 ชิ้น คิดเป็นมูลค่า 4,016,742526 บาท แต่มีผลิตภัณฑ์ที่ถูกปฏิเสธล็อตคิดเป็นจำนวน 50,131,912 ชิ้น โดยสินค้าที่ถูกปฏิเสธล็อตทั้งหมดต้องทำการตรวจงานซ้ำทำให้เกิดค่าใช้จ่าย 19,789,502 บาท และมีของเสียที่ตรวจพบจากการตรวจงานซ้ำจำนวน 970,608 ชิ้น คิดเป็นมูลค่า 28,455,062 บาท ดังนั้นจำนวนของเสียที่ถูกปฏิเสธล็อตคิดเป็นร้อยละ35 ของจำนวนยอดขายสินค้าทั้งหมด และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธล็อตคิดเป็นร้อยละ 1.2 ของมูลค่ายอดขายสินค้า ดังนั้นค่าใช้จ่ายจากการถูกลูกค้าปฏิเสธล็อตคิดเป็นเงิน 0.34 บาทต่องานที่ขายได้หนึ่งชิ้น



รูปที่ 1.5 สัดส่วนจำนวนงานที่ถูกยอมรับล็อต ปฏิเสธล็อตและถูกส่งคืน

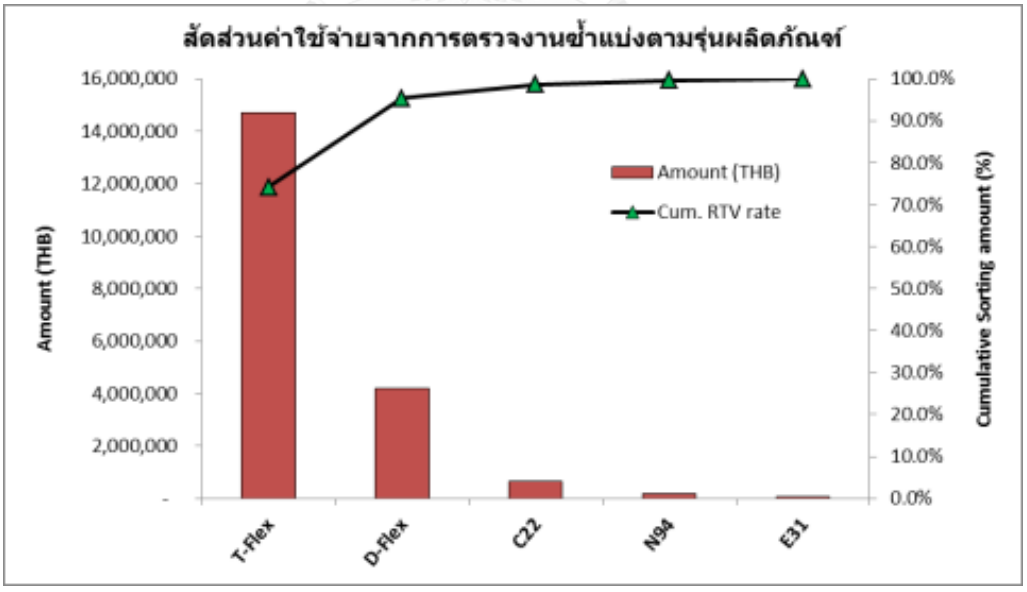
รูปที่ 1.5 แสดงให้เห็นสัดส่วนจำนวนงานที่ถูกยอมรับล็อต ปฏิเสธล็อต และถูกส่งคืนในแต่ละเดือนของปี พ.ศ.2556 โดยในเดือนพฤศจิกายนมีสัดส่วนงานที่ถูกปฏิเสธล็อตและถูกส่งคืนสูงที่สุด คือ ร้อยละ 52.9 และเดือนพฤษภาคมมีสัดส่วนงานที่ถูกปฏิเสธล็อตและส่งคืนต่ำที่สุดคือร้อยละ 12.3



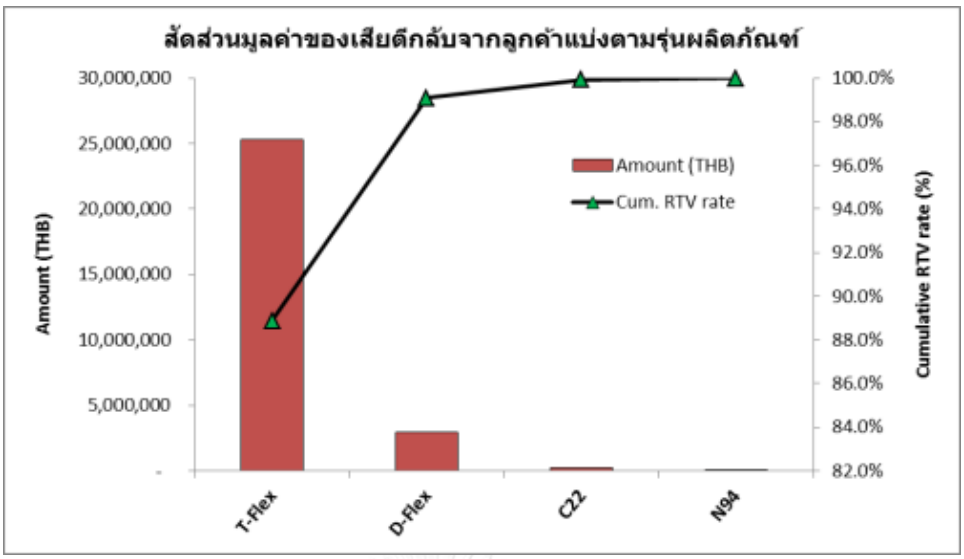
รูปที่ 1.6 ข้อมูลผลผลิต (Production yield) และจำนวนของเสียที่ถูกส่งคืน (Return to vendor) ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2556

จากข้อมูลของผลผลิตระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2556 แสดงในรูปที่ 1.6 พบว่ามีสัดส่วนร้อยละของผลผลิต (%Production yield) อยู่ระหว่างร้อยละ 99.04 -99.28 ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของบริษัท ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 99.0 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนของเสียที่ถูกส่งคืน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ซึ่งมีจำนวน 970,608 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.67 ของจำนวนยอดขายทั้งหมด แสดงให้เห็นว่ากระบวนการตรวจจับของเสีย (Detection & Inspection process) ไม่มีประสิทธิภาพในการตรวจจับของเสียลักษณะต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ส่งผลให้ข้อมูลเกี่ยวกับของเสีย อาทิ อัตราการเกิดของเสีย (Defective rate) และลักษณะของเสีย (Defective mode) ไม่ได้รับการตรวจสอบและแก้ไขจากส่วนที่เกี่ยวข้อง

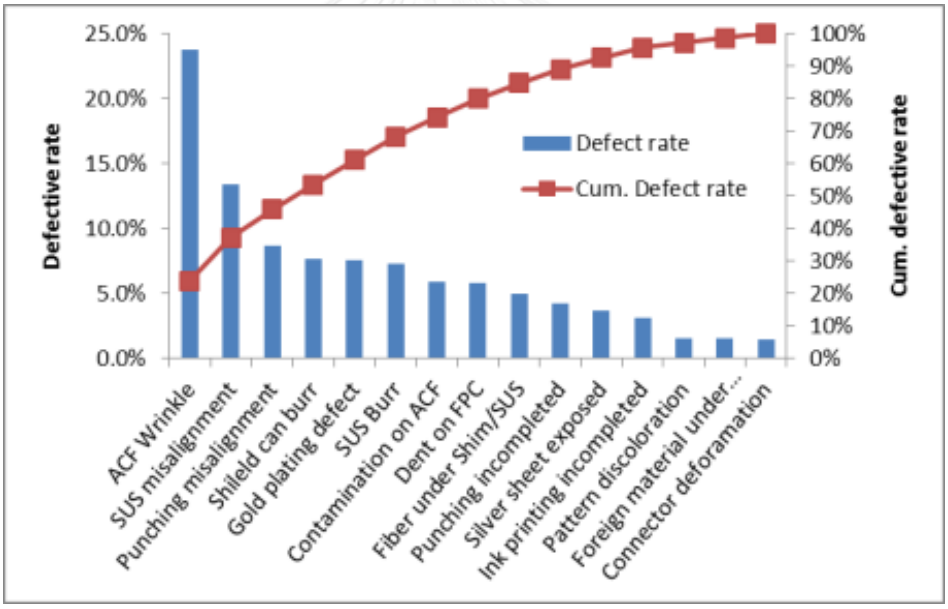
เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนค่าใช้จ่ายจากการตรวจงานซ้ำแบ่งกลุ่มตามรุ่นผลิตภัณฑ์ในรูปที่ 1.7 และข้อมูลสัดส่วนมูลค่าของเสียถูกส่งคืนจากลูกค้าแบ่งกลุ่มตามรุ่นผลิตภัณฑ์แสดงดังรูปที่ 1.8 พบว่าผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex มีสัดส่วนของค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำคิดเป็นร้อยละ 74 ของค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำทั้งหมด และมีสัดส่วนมูลค่าของเสียถูกส่งคืนจากลูกค้าคิดเป็นร้อยละ 89 ของมูลค่าของเสียถูกส่งคืนจากลูกค้าทั้งหมด ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex



รูปที่ 1.7 สัดส่วนค่าใช้จ่ายจากการตรวจงานซ้ำแบ่งตามรุ่นผลิตภัณฑ์



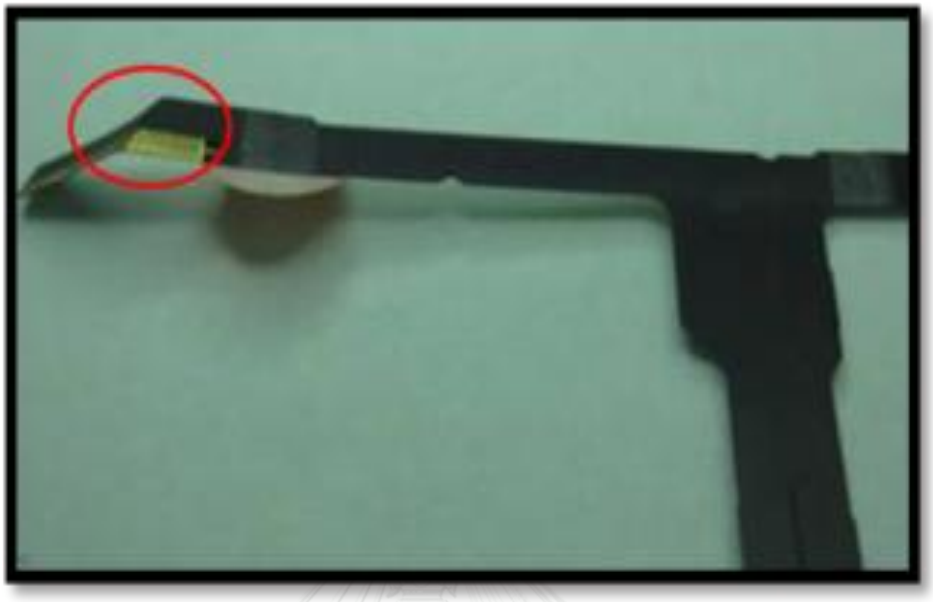
รูปที่ 1.8 สัดส่วนมูลค่าของเสียถูกส่งกลับจากลูกค้าแบ่งกลุ่มตามรุ่นผลิตภัณฑ์



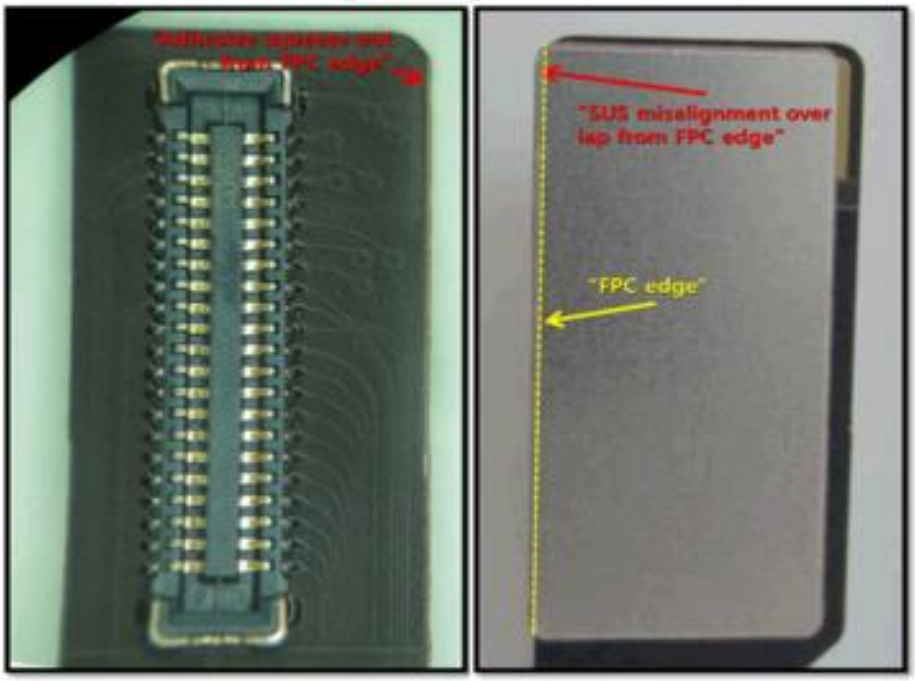
รูปที่ 1.9 สัดส่วนของเสียที่ลูกค้าตรวจพบแบ่งตามชนิดของข้อบกพร่อง

จากรูปที่ 1.9 แสดงสัดส่วนของเสียที่ลูกค้าตรวจพบแบ่งตามชนิดของข้อบกพร่อง (ดังจะกล่าวต่อไปในบทที่2) พบว่าของเสียที่ถูกลูกค้าปฏิเสธล็อตทั้งหมดมีข้อบกพร่องในเรื่องคุณลักษณะภายนอก (Appearance defective) โดยข้อบกพร่องชนิด ACF Wrinkle หรือชิ้นงานบริเวณ ACF terminal พับงอมีสัดส่วนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 24 และข้อบกพร่องชนิด SUS misalignment หรือการติดแผ่นให้ความแข็งแรงชนิด SUS เยื้องมีสัดส่วนมากเป็นอันดับที่สองคิดเป็น 14 เปอร์เซ็นต์

โดยรูปที่ 1.10แสดงของเสียจากข้อบกพร่องชนิด ACF Wrinkle และรูปที่ 1.11 แสดงของเสียจากข้อบกพร่องชนิด SUS misalignment



รูปที่ 1.10 ของเสียจากข้อบกพร่องชนิด ACF Wrinkle



รูปที่ 1.11 ของเสียจากข้อบกพร่องชนิด SUS misalignment

จากการวิเคราะห์แผนควบคุมของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex พบว่า แผนควบคุมแบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนของการควบคุมในส่วนของกระบวนการ ซึ่งฝ่ายผลิตจะทำการตรวจสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้องของแต่ละกระบวนการว่าเป็นไปตามที่ฝ่ายวิศวกรรมได้กำหนดไว้หรือไม่ เช่น อุณหภูมิ ความดันของเครื่องจักรเป็นไปตามที่กำหนดและการทำงานของปุ่มหยุดเครื่องจักรฉุกเฉินของเครื่องจักรทำงานได้ปกติ เป็นต้น โดยในส่วนนี้จะระบุจุดที่ทำการตรวจสอบ อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจ ความถี่ในการตรวจ ผู้รับผิดชอบในการตรวจและผู้ทำการแก้ไขเมื่อพบสิ่งผิดปกติ และส่วนของการควบคุมตัวงานหรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการนั้นๆ โดยเป็นการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์มีลักษณะหรือมาตรฐานตามที่กำหนดหรือไม่ เช่น ขนาดของงานจากกระบวนการตัดเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแม่แบบ หรือชิ้นงานที่มาถูกสุ่มตรวจที่กระบวนการ Out-going inspection ต้องไม่มีข้อบกพร่องอยู่ เป็นต้น โดยในส่วนนี้จะระบุจุดที่ทำการตรวจสอบ อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจ ความถี่ในการตรวจ ผู้รับผิดชอบในการตรวจ และผู้รับผิดชอบเมื่อพบสิ่งผิดปกติ โดยแผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex จะกล่าวถึงในบทต่อไป

จากแผนควบคุมคุณภาพในปัจจุบันสามารถวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของกิจกรรมในแต่ละกระบวนการต่อสายการผลิตต่อกะ แสดงดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ค่าใช้จ่ายของกิจกรรมควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ T-flex ในส่วน Backend process ต่อสายการผลิตต่อกะ

กระบวนการ	กิจกรรม	เวลาที่ใช้ (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
Material Receiving	การตรวจฉลากของวัตถุดิบ (Solder paste, Connector, Poron &SUS)	30	36
In-coming Inspection	การสุ่มวัดขนาดของชิ้นงาน 5 ชิ้นต่อลอต (Connector, Poron &SUS)	60	72
	การสุ่มตรวจงานด้วยกล้องไมโครสโคป (Connector, Poron &SUS) ด้วย AQL 0.4 C=0	90	108
1st	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
Punching	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	10	12
BKPBD Lamination	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6

ตารางที่ 1.2 ค่าใช้จ่ายของกิจกรรมควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ T-flex ในส่วน Backend process ต่อสายการผลิตต่อกะ (ต่อ)

กระบวนการ	กิจกรรม	เวลาที่ใช้ (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
E-check	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
In-coming	การตรวจเช็คการทำงานของเครื่องด้วยงานตัวอย่าง	10	12
Inspection	การตรวจค่าทางไฟฟ้าของตัวงานใช้คนงาน 1 คน	600	720
Punching	การตรวจงานด้วย ISE Machine และ 3X magnifier	1,200	1,440
Inspection	(UPH1500) ใช้คนตรวจ 4 คน		
Material	การเตรียมวัตถุดิบ	15	18
Preparation			
Oven dry	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
SMT Solder	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	20	24
print	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
Solder Paste	การตรวจสอบงานเสียที่ถูกดักจับด้วยเครื่อง SPI ใช้	600	720
Inspection	คนงาน 1 คน		
SMT Ass'y	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
(Connector)			
Material	การตรวจเช็คความถูกต้องของตัวประกอบ	10	12
Preparation			
SMT Reflow	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	10	12
SMT Solder	การตรวจเช็คโปรไฟล์ของอุณหภูมิด้วยการวัดอุณหภูมิ	120	144
print	จริง		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1.2 ค่าใช้จ่ายของกิจกรรมควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ T-flex ในส่วน Backend process ต่อสายการผลิตต่อกะ (ต่อ)

กระบวนการ	กิจกรรม	เวลาที่ใช้ (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
Ass'y Inspection (AOI)	การสุ่มตรวจงานด้วยกล้องไมโครสโคป 33% ของจำนวนงานทั้งหมดใช้คนตรวจ 3 คน	1,200	1,440
	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	10	12
BKPBD Pretack	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
1st Blanking	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
Bending	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
2nd Blanking	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
ICT	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
	การตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานของเครื่องด้วยชิ้นงานตัวอย่าง	10	12
	การตรวจค่าทางไฟฟ้าของชิ้นงานใช้คน 4 คน	2,400	2,880
Final Inspection	การตรวจงานด้วยกล้องไมโครสโคปใช้คนตรวจ 4 คน	2,400	2,880
OQA	การตรวจงานด้วยกล้องไมโครสโคปใช้คนตรวจ 2 คน	1,200	1,440
Bundle Packing	การนับจำนวนงานใช้คนตรวจ 1 คน	600	720
	รวม	**10,050**	**12,060**

Chulalongkorn University

จากตาราง 1.2 แสดงให้เห็นค่าใช้จ่ายของกิจกรรมควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ T-flex ในส่วน Backend process ต่อสายการผลิตต่อกะข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าค่าใช้จ่ายของกิจกรรมควบคุมคุณภาพในปัจจุบันเท่ากับ 12,060 บาทต่อสายการผลิตต่อกะ อย่างไรก็ฝ่ายผลิตสามารถผลิตผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ได้ 120,000 ชิ้นต่อสายการผลิตต่อกะ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพตามแผนควบคุมคุณภาพปัจจุบันจะเท่ากับ 0.1005 บาทต่อชิ้น อย่างไรก็ตามจากการที่แผนควบคุมคุณภาพในปัจจุบันยังขาดประสิทธิภาพ ทำให้มีของเสียถูกส่งต่อไปหาลูกค้าก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายจากการถูกปฏิเสธล็อตและมีของเสียที่ตรวจพบจากการตรวจงานซ้ำจำนวนมากดังที่กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปข้อควรปรับปรุงของแผนควบคุมคุณภาพที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ดังนี้

- ขาดการควบคุมคุณภาพในตัวกระบวนการ (In process quality check) ทำให้ไม่สามารถดักจับของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรเกิดข้อบกพร่องได้ทันเวลา ทำให้เกิดของเสียจำนวนมากกว่าที่ข้อบกพร่องนั้นจะถูกตรวจพบและได้รับการแก้ไข
- เน้นการตรวจแยกของเสียที่กระบวนการตรวจงาน (Detection) ซึ่งอยู่ปลายกระบวนการ ทำให้มีโอกาสที่ของเสียจะหลุดไปหาลูกค้าสูง
- ขาดแผนควบคุมคุณภาพเชิงป้องกัน (Preventive) เพื่อป้องกันไม่ให้แต่ละกระบวนการเกิดการขัดข้องและผลิตของเสียขึ้น

จากปัญหาข้างต้น สามารถสรุปหัวข้อของปัญหาและเป้าหมายในการแก้ปัญหาได้คือ กระบวนการการดักจับของเสียและแผนควบคุมคุณภาพ (Quality control plan) ของกระบวนการ Backend Process ของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้มีของเสียถูกส่งต่อไปหาลูกค้าจำนวนมากและก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายจากการถูกปฏิเสธล็อต จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการปรับปรุงและแก้ไขกระบวนการการดักจับของเสีย และแผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการ Backend Process เพื่อลดจำนวนของเสียที่ถูกส่งมอบให้ลูกค้า เป็นการสร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์และสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพของการผลิตวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นส่วน Backend Process ของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตศึกษา

ศึกษาแผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นในส่วน Backend process ของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex แล้วปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพในส่วนของการตรวจจับของเสียให้เหมาะสมเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบซ้ำและค่าส่งคืนงานเสีย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ก) สามารถปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพของการผลิตวงจรณ์ไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นในส่วน Backend Process ของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ให้มีระสิทธิภาพและเป็นระบบมากขึ้น

ข.) ลดค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำและค่าของเสียตีกลับจากลูกค้าเนื่องจากปัญหาคุณภาพ

ค.) ลูกค้าได้รับสินค้าที่มีคุณภาพและตรงเวลา

ง.) สามารถเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure modes and effect analysis; FMEA) และการควบคุมกระบวนการด้วยหลักการทางสถิติ (Statistic process control; SPC) ในการปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพ

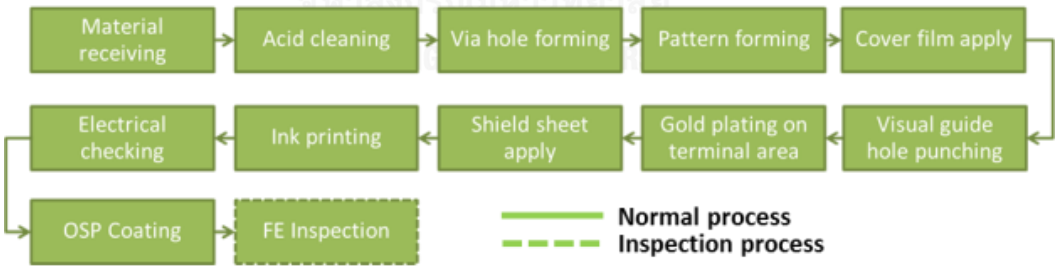
จ.) เป็นองค์ความรู้ให้กับบริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษาและผู้ที่สนใจทั่วไป

บทที่ 2
งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

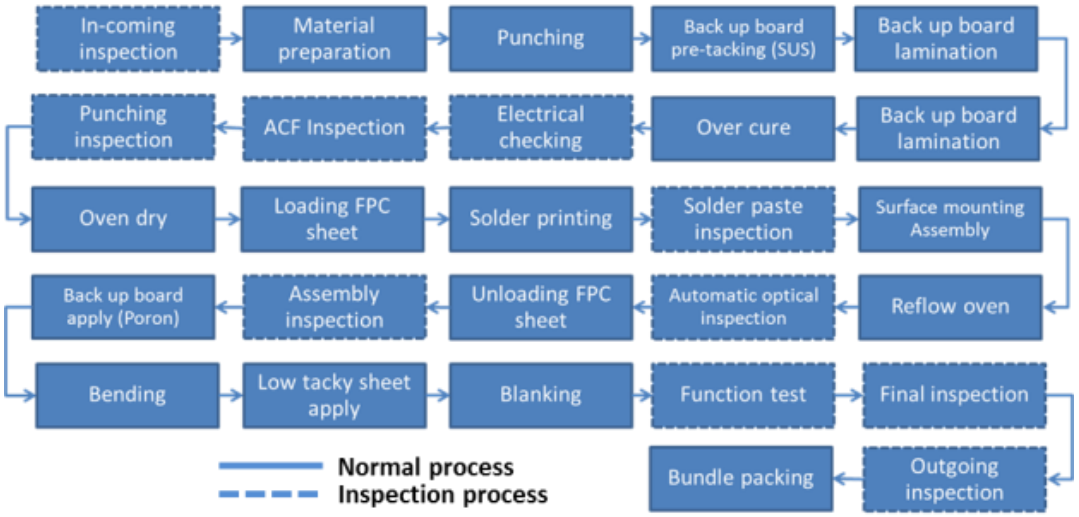
ข้อมูล แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยประกอบด้วย กระบวนการผลิตแผงวงจรแไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น, ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex, แผนควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex, การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต (Process Quality Control), การควบคุมกระบวนการด้วยหลักการทางสถิติ, แผนการชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling plan) และการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 กระบวนการผลิตแผงวงจรแไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น

กระบวนการผลิตแผงวงจรแไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นประกอบด้วย 2 ส่วนคือ Front Process ซึ่งเป็นกระบวนนำแผ่นทองแดง Base film และ Cover film มาผลิตเป็น FPC sheet ดังแสดงในรูปที่ 2.1 และตารางที่ 2.1 และ Backend Process ซึ่งเป็นกระบวนการที่นำแผ่น FPC Sheet มาผ่านกระบวนการตัด เจาะและประกอบดังแสดงในรูปที่ 2.2 และตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.1 แผนผังกระบวนการผลิตในส่วน Front process



รูปที่ 2.2 แผนผังกระบวนการผลิตในส่วน Back end process

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Front Process

กระบวนการ	รูปภาพ
Material Receiving การตรวจรับวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิต เช่น แผ่นทองแดง แผ่นพลาสติกสังเคราะห์ที่ใช้เป็น Base material และ Cover film	

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Front Process (ต่อ)

กระบวนการ	รูปภาพ
Acid Cleaning การทำความสะอาดพื้นผิวของแผ่นทองแดงด้วยกรด เพื่อชะล้างสิ่งสกปรกบนพื้นผิวของแผ่นทองแดงออกไป	
Via Hole Forming การนำแผ่นทองแดงมาผ่านกระบวนการเพื่อสร้างรูเชื่อมวงจรในแต่ละชั้น ในกรณีของผลิตภัณฑ์ที่มีเส้นลายวงจรมากกว่าหนึ่งชั้น	
Pattern Forming การนำแผ่นทองแดงมาผ่านกระบวนการเพื่อกัดให้เป็นเส้นลายวงจรตามแม่แบบ	
Cover film Apply การนำเอาแผ่นทองแดงที่ผ่านกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรแล้ว มาติดแผ่น Base material และ Cover film	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Front Process (ต่อ)

กระบวนการ	รูปภาพ
Visual Guide Hole Punching การเจาะรูระบุตำแหน่ง (Guide Hole) เพื่อใช้เป็นจุดบอกตำแหน่ง ในกระบวนการถัดไป	
Photo Coat Printing การพิมพ์สารเคลือบผิว (Photo coat) ปกคลุมลงบนบริเวณที่กำหนดเพื่อปกปิดเส้นลายวงจร โดยสารเคลือบผิวมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า	
Gold Plating การเคลือบทองลงบนเส้นลายในส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับชิ้นส่วนอื่นๆ (Terminal pad) โดยส่วนที่มีการเคลือบทองจะมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าดีกว่าเส้นลายวงจรแบบทองแดงทั่วไป	
Shield Sheet Apply การนำแผ่นป้องกันสัญญาณรบกวน (Shield Sheet) มาติดกับตัวงานในส่วนที่กำหนด โดยแผ่นป้องกันสัญญาณรบกวนจะมีคุณสมบัติในการป้องกันวงจรไฟฟ้าจากสัญญาณรบกวนภายนอก ไม่ให้ส่งผลกระทบต่อเส้นลายวงจรขณะใช้งาน	

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Front Process (ต่อ)

กระบวนการ	รูปภาพ
Ink Printing การพิมพ์ตัวอักษรเช่น หมายเลขรุ่นผลิตภัณฑ์ โลโก้สินค้า หรือวันที่ผลิตด้วยหมึกพิมพ์สีต่างๆ	
Electrical Checking เป็นการวัดความสมบูรณ์ของเส้นลายวงจรด้วยค่าทางไฟฟ้า ใช้ในการตรวจจับ วงจรขาด (Open) วงจรเชื่อม (Short) และการเจาะหรือตัดเยื้อง (Punching misalignment)	
OSP Coating การเคลือบสารป้องกันสนิม (Organic solderability preservative; OSP) ลงบนพื้นที่ที่เส้นลายวงจรถูกเปิดให้สัมผัสกับอากาศ	
Front process Inspection การตรวจจับข้อบกพร่องของตัวงานจากกระบวนการ Front process ด้วยการให้ผู้ตรวจมองผ่านเลนส์ขยาย (Magnifier) ที่มีกำลังขยาย 3เท่า หรือกล้องไมโครสโคป (Microscope) กำลังขยาย 10 เท่า	

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Back end process

กระบวนการ	ภาพกระบวนการ
In-coming inspection เป็นการสุ่มตรวจวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตตามระดับ AQL ที่กำหนด หากวัตถุดิบเป็นไปตามข้อกำหนด จะทำการยอมรับลอต แล้วนำส่งต่อมาให้ฝ่ายผลิต แต่หากวัตถุดิบไม่เป็นไปตามข้อกำหนด จะทำการปฏิเสธลอตนั้น เพื่อส่งต่อให้ฝ่ายวิศวกรรมทำการตรวจสอบว่าจะคืนงานให้ผู้ส่งมอบหรือนำมาใช้ได้	
Material preparation (Solder) เป็นการเตรียมตะกั่วบัดกรี (Solder) ที่จะนำมาใช้ในกระบวนการ Assembly โดยจะนำตะกั่วบัดกรีออกจากตู้แช่เย็น พักไว้ 2 ชม. แล้วใช้เครื่องปั่น Solder ปั่นนาน 1 นาที	
Punching กระบวนการตัด เจาะชิ้นงานตามตำแหน่งที่ต้องการ	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Back end process (ต่อ)

กระบวนการ	ภาพกระบวนการ
Back up board pre-tacking (Stainless plate) การนำแผ่นให้ความแข็งแรง (Back up board) ชนิด แสตนเลส (Stainless plate) มาติดบนตัวงาน	
Back up board lamination (Stainless plate) การใช้ความร้อน แรงกด และแรงดันอากาศ กดแผ่นให้ความแข็งแรง (Back up board) ชนิดแสตนเลส (Stainless plate) ติดแน่นบน FPC	
Oven cure การอบให้ความร้อนเพื่อให้กาวชนิด Thermal Setting Adhesive (TSA) ของแผ่นให้ความแข็งแรงชนิดแสตนเลสแข็งตัว	
Electrical checking เป็นการวัดความสมบูรณ์ของเส้นลายวงจรด้วยค่าทางไฟฟ้า ใช้ในการตรวจจับ การเจาะหรือตัดเยื้อง (Punching misalignment)	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Back end process (ต่อ)

กระบวนการ	ภาพกระบวนการ
ACF Inspection การตรวจจับข้อบกพร่องบริเวณ ACF ของตัวงานด้วยการให้ผู้ตรวจมองที่หน้าจอของเครื่อง Inspection Support Equipment (ISE) ที่มีกำลังขยาย 40 เท่าแล้วแยกเป็นงานเสีย (NG part)	
Punching Inspection การตรวจจับข้อบกพร่องของตัวงานจากกระบวนการ Punching ด้วยการให้ผู้ตรวจมองผ่านเลนส์ขยาย (Magnifier) ที่มีกำลังขยาย 3เท่า หรือกล้องไมโครสโคป (Microscope) กำลังขยาย 10 เท่า	
Oven dry การอบเพื่อกำจัดความชื้นออกจากแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นเนื่องจากความชื้นทำให้เกิดฟองอากาศเมื่อชิ้นงานได้รับความร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการ Solder Printing และ Surface Mounting Assembly	
Loading FPC sheet การป้อนแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นบนตัวจับงาน (Reflow fixture) เพื่อป้อนเข้าสู้กระบวนการประกอบ	

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Back end process (ต่อ)

กระบวนการ	ภาพกระบวนการ
Solder Printing การใส่ตะกั่วบัดกรีลงบนบริเวณที่ต้องการของแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นเพื่อใช้ในการวางตัวประกอบ	
Solder Paste Inspection การตรวจความสมบูรณ์ของตะกั่วบัดกรีโดยสามารถตรวจสองปริมาตร รูปร่าง และตำแหน่งของตะกั่วบัดกรีว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่	
Surface Mounting Assembly การวางตัวประกอบลงบนตำแหน่งที่กำหนดของ แผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นโดยใช้ตะกั่วบัดกรีเป็นตัวประสาน	
Reflow Oven การให้ความร้อนในช่วงอุณหภูมิที่กำหนดแก่ แผ่นวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นได้เพื่อให้ตะกั่วบัดกรีเชื่อมกับตัวประกอบกับส่วนเชื่อมต่อ (Terminal Pad) ของแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น	

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Back end process (ต่อ)

กระบวนการ	ภาพกระบวนการ
Automatic Optical Inspection (AOI) เป็นการใช้เครื่องตรวจงานแบบอัตโนมัติ (Automatic Optical Inspection: AOI) ตรวจจับข้อบกพร่องของการประกอบ ตัวประกอบโดยเครื่อง AOI จะเปรียบเทียบชิ้นงานกับภาพงานดี หากพบว่ามีความแตกต่าง จะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ปฏิบัตงานตรวจเช็คโดยอัตโนมัติ	
Unloading FPC sheet เป็นการนำแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นอออกจากตัวยึดงาน	
Assembly Inspection การตรวจจับข้อบกพร่องของตัวงานบริเวณตัวประกอบด้วยการให้ผู้ตรวจมองผ่านกล้องไมโครสโคป กำลังขยาย 10เท่า	

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Back end process (ต่อ)

กระบวนการ	ภาพกระบวนการ
Back up board apply (Poron) การติดแผ่นให้ความแข็งแรง (Back up board) ชนิดฟองน้ำ (Poron) ลงบนแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น	
Bending กระบวนการกดแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นให้เกิดรอยโค้ง (Bending line) ตามที่ต้องการ	
Low Tacky Sheet Apply การติดแผ่นยึดชิ้นงาน (Low tacky sheet) เพื่อใช้พยุงชิ้นงานหลังจากทำการตัดแยกงานออกเป็นชิ้นเดี่ยว (Single piece)	
Blanking การตัดงานออกเป็นชิ้นเดี่ยว	

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Back end process (ต่อ)

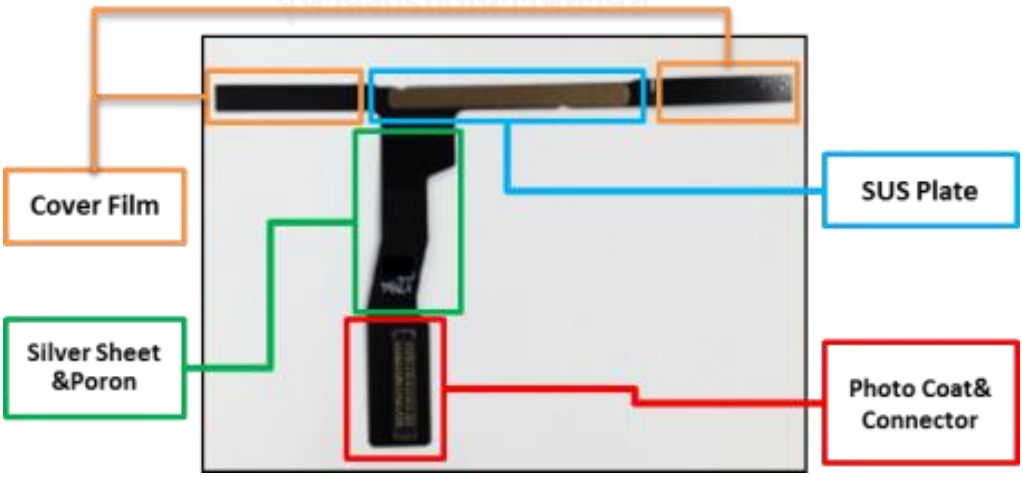
กระบวนการ	ภาพกระบวนการ
Function test การวัดค่าทางไฟฟ้าของแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น ที่อยู่ในรูปแบบงานพร้อมขาย (Finish goods) ว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่	
Final Inspection การตรวจจับข้อบกพร่องของตัวงานที่อยู่ในรูปแบบงานพร้อมขาย ด้วยการให้ผู้ตรวจมองผ่านเลนส์ขยายที่มีกำลังขยาย 3 เท่าหรือกล้องไมโครสโคป กำลังขยาย 10 เท่า	
Outgoing Inspection การสุ่มตรวจงานเพื่อการยอมรับลอตของงานพร้อมขายตามระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (Acceptance Quality Level:AQL) ที่กำหนดหากตัวงานในกลุ่มงานนั้นเป็นไปตามข้อกำหนด จะทำการยอมรับกลุ่มงาน แล้วส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป แต่หากไม่เป็นไปตามข้อกำหนด จะทำการปฏิเสธกลุ่มงานนั้นเพื่อให้ฝ่ายผลิตทำการตรวจอีกครั้ง	

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของกระบวนการผลิตในส่วนของ Back end process (ต่อ)

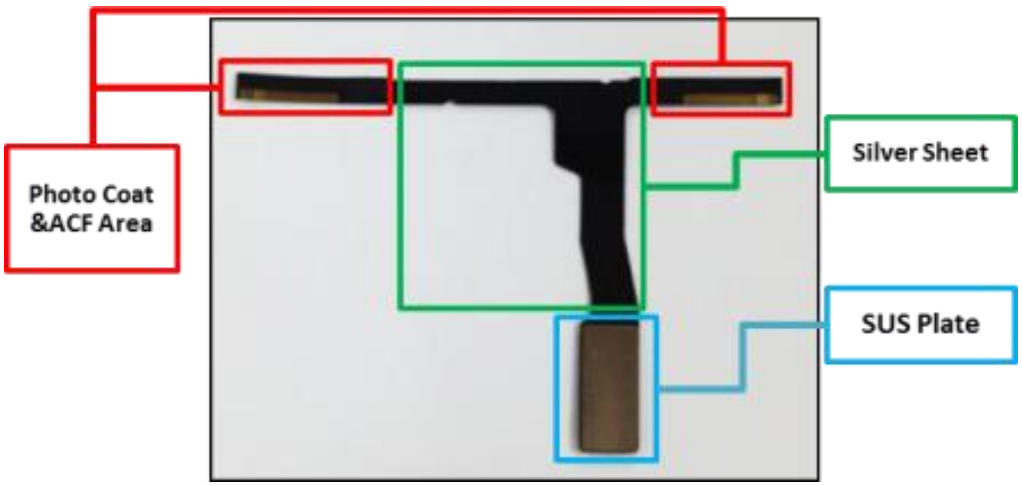
กระบวนการ	ภาพกระบวนการ
Bundle Packing การบรรจุงานในถุงพลาสติกตามจำนวนที่กำหนด ใส่ถุงดูดความชื้น แล้วติดฉลาก (Bundle Label)	 Bundle Packing

2.2 องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex

องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex โดยด้านหน้าแสดงในรูปที่2.3 ประกอบด้วย Cover film, SUS plate, Silver shield sheet, Poron, Photo coat และ Connector และด้านหลังแสดงในรูปที่2.4 ประกอบด้วย SUS plate, Silver shield sheet, Photo coat และ ACF terminal



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ T-flex ด้านหน้า



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ T-flex ด้านหลัง

2.3 แผนควบคุมคุณถาพของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ส่วนของกระบวนการ Backend

แผนควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex แสดงในตาราง 2.3 โดยประกอบด้วยส่วนของลำดับและชื่อของกระบวนการ การควบคุมในส่วนของกระบวนการคือการตรวจสอบปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิคภัณฑ์ในแต่ละกระบวนการ และการควบคุมในส่วนของตัวงานหรือผลิตภัณฑ์คือการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เพื่อตรวจจับของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ โดยงานวิจัยนี้จะปรับปรุงเฉพาะในส่วนของการควบคุมในส่วนของผลิตภัณฑ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.3 แผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex

ลำดับ	ผังกระบวนการ	กระบวนการ	การควบคุมในส่วนของกระบวนการ				
			เครื่องมือเครื่องจักรที่	จุดตรวจ	ความถี่	ฝ่ายที่รับผิดชอบ	ผู้ดำเนินการแก้ไข
1	▽ ○	Material Receiving - Solder paste - Stiffener (SUS, Poron) - Connector					
2	◇	In-coming Inspection - Connector - Stiffener (SUS, Poron)					
3	○	1st Punching	Punching Machine	ความสะอาดของหน้า Die ความสมบูรณ์ของ Guide pin	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
4	▽ ○ └	BKPBD Pretack	Pretacking Machine	อุณหภูมิ เวลาในการกด แรงดันในการกด หมายเลขเครื่องมือ ความสมบูรณ์ของ Guide pin	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
5	○	BKPBD Lamination	Lamination Machine	อุณหภูมิ เวลาในการกด แรงดันในการกด	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
6	◇	E-check	E-Checker Master Sample	ชื่อโปรแกรม ความถูกต้องของผล วันหมดอายุ	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
7	◇	Punching Inspection					
8	○	Material Preparation -Solder paste					
9	○	Oven dry (If keeping FPC morethan 6 Hrs.)	ตู้อบ	โปรไฟล์ของอุณหภูมิ ความเข้มข้นของออกซิเจน	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
10	○	1st FPC. Set					
11	▽ ○ └ ○	SMT Solder print	Solder Print Machine Stencil ตะกั่วบัดกรี	ชื่อโปรแกรม ความเร็วของใบปาด แรงกดของใบปาด ชนิดของใบปาด มุมของใบปาด ระยะการพิมพ์ หมายเลขของแม่พิมพ์ การทำความสะอาดแม่พิมพ์ หมายเลขตัวงาน อายุของตะกั่ว	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
12	◇	Solder Paste Inspection	SPI Machine	ชื่อโปรแกรม	ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
13	▽ ○ └	SMT Ass'y (Connector)	SMT Machine Feeder	ชื่อโปรแกรม ความถูกต้องของช่องป้อน (Feeder) และคอนเนกเตอร์ (Connector)	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ และเมื่อเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
14	○	SMT Reflow	Reflow Profile Master profile	ความเร็วของสายพาน หน้าจอโปรไฟล์ของอุณหภูมิ ความเข้มข้นของออกซิเจน ความถูกต้องของโปรไฟล์ของอุณหภูมิ	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
15	◇	Ass'y Inspection (AOI)	AOI Machine	ชื่อโปรแกรม ความถูกต้องของการตรวจจับของเสีย	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง

ตารางที่ 2.3 แผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex (ต่อ)

ลำดับ	ผัง กระบวนการ	กระบวนการ	การควบคุมในส่วนของกระบวนการ				
			เครื่องมือ เครื่องจักรที่	จุดตรวจ	ความถี่	ฝ่ายที่ รับผิดชอ	ผู้ดำเนินกา รแก้ไข
16	○	FPC removal from fixture					
17	▽ ○ I	BKPBD Pretack (Top)	Pretacking Machine	อุณหภูมิ เวลาการกด ความสมบูรณ์ของ Pin หมายเลขรุ่นของวัตถุดิบ	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
18	○	1st Blanking	Blanking Machine	ความสะอาดของหน้า Die ความสมบูรณ์ของ Guide pin	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
19	○	Bending	Bending Machine	ความสะอาดของหน้า Die ความสมบูรณ์ของ Guide pin	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
20	▽ ○ I	LTS apply					
21	○	2nd Blanking	Blanking Machine	ความสะอาดของหน้า Die ความสมบูรณ์ของ Guide pin	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
22	○	Scrap seperation, Preparation for ICT and LTS removal					
23	◇	ICT	ICT Machine Master Sample	ซ้อโปรแกรม เซนเซอร์หยุดทำงานปกติ หมายเลขของ Fixture วันหมดอายุของงานแม่แบบ ผลการตรวจถูกต้อง	ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ ก่อนเริ่มกะ	ฝ่ายผลิต	ฝ่ายช่าง
24	◇	Final Inspection					
25	◇	OQA					
26	○	Bundle Packing					
27	○	Box Packing					

2.4 การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต (Quality Process Control)

2.4.1 ความหมายของการควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพ คือ เป็นการรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน คำหนึ่งคือคำว่า การควบคุมตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Control” ส่วนอีกคำหนึ่งคือ คำว่า คุณภาพ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Quality” ซึ่งคำสองคำนี้มีความหมาย ดังนี้

การควบคุม (Control) หมายถึง การบังคับให้กิจกรรมต่าง ๆ ได้ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (Juran, Gryna et al.) ส่วนคำว่า คุณภาพ (Quality) หมายถึง ผลผลิตที่มีความเหมาะสม ที่จะนำไปใช้งาน (Fit for use) ออกแบบได้ดี (Quality of design) หรือกิจกรรมต่างๆ ที่จำเป็นจะต้องกระทำเพื่อให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพและได้ผลตลอดไป

คุณภาพคือ ผลิตภัณฑ์มีความคงทน มั่นคง มีสภาพดีสามารถใช้และทำงานได้ดีรวมทั้งมีรูปร่างสวยงามเรียบร้อยกลมกลืน ทำให้น่าใช้ด้วย กล่าวโดยสรุปแล้ว คุณภาพหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบได้เหมาะสมในงานได้ดี กระบวนการผลิตดี มีความคงทน สวยงามเรียบร้อย และมีรายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้สั่งซื้อที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังจะต้องมีความปลอดภัยในการใช้งานด้วย (พิพัฒน์ปัญญานุกูล 2541)

เมื่อนำคำสองคำมารวมกันคือ การควบคุมและคำว่าคุณภาพก็จะได้คำว่า การควบคุมคุณภาพ (quality control) ซึ่งหมายถึงการจัดกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้ผลผลิตอันได้แก่ สินค้าหรือบริการ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้ดี กิจกรรมดังกล่าวได้แก่ การควบคุมวัตถุดิบ การออกแบบ และกระบวนการผลิต หรือ เป็นการจัดการควบคุมวัตถุดิบและการควบคุมการผลิต เพื่อป้องกันไม่ให้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีข้อบกพร่องและเกิดการเสียหาย

นอกจากนี้ ความหมายของการควบคุมคุณภาพที่ให้ไว้ในคู่มือ MIL-STD-109 คือ การบริหารงานในด้านการควบคุมวัตถุดิบ และการควบคุมการผลิตเพื่อเป็นการป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จออกมามีข้อบกพร่องและเสียหาย หรือการบังคับให้กิจกรรมต่าง ๆ ดำเนินการผลิตสินค้าให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดคุณลักษณะเอาไว้ เช่น การคัดเลือก การตรวจสอบวัตถุดิบ การควบคุมกระบวนการผลิต ควบคุมพนักงาน รวมทั้งการตรวจสอบผลิตภัณฑ์และทดสอบผลผลิตด้วย

กล่าวโดยสรุปแล้ว การควบคุมคุณภาพ หมายถึง การจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผลิตออกมาดีเป็นไปตามแบบ มีความประณีต เรียบร้อย สวยงาม นำไปใช้งานได้ดี สะดวก และเหมาะสมกับราคา กิจกรรมดังกล่าวก็คือ กิจกรมการคัดเลือกวัตถุดิบ กิจกรรมในกระบวนการผลิต กิจกรรมการตรวจสอบและทดสอบผลผลิต เป็นต้น

การควบคุมที่อาจจะอยู่ในรูปของการป้องกันถึงสิ่งที่เป็นไปได้ของลักษณะข้อบกพร่องหรือสาเหตุ ตลอดจนกลไกของข้อบกพร่องจากการเกิดขึ้นหรือตรวจจับลักษณะข้อบกพร่องหรือสาเหตุ

ตลอดจนกลไกของข้อบกพร่องที่อาจจะทำให้เกิดขึ้น ในกระบวนการควบคุมกระบวนการนี้จะมีเทคนิคการควบคุมจำนวนมาก โดยเทคนิคเหล่านี้จะอยู่บนแนวความคิด 2 ประการ คือ การป้องกัน (Prevention) และการตรวจจับ (Detection) (ทองไพรวรรณ 2554)

หลักการการควบคุมโดยปกติควรจะหลีกเลี่ยงการควบคุมโดยมนุษย์เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ (Human error) ดังนั้นข้อควบคุมโดยส่วนใหญ่ควรได้รับการควบคุมโดยไม่ต้องมีคนเข้าไปเกี่ยวข้อง (Non-Human Means) และใช้ระบบป้องกันความเผลอเรอ (Poka-Yoke) หรือใช้อุปกรณ์วัดคุม (Instrument) ช่วยในการควบคุมในหัวข้อที่จำเป็นต้องใช้มนุษย์ในการควบคุม

แผนควบคุมคุณภาพ คือแผนงานที่ฝ่ายผลิตใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแปรต่างๆ ของกระบวนการว่าเป็นไปตามข้อกำหนดไว้หรือไม่ และกระบวนการนั้นๆ สามารถผลิตชิ้นงานที่เป็นไปตามข้อกำหนดไว้หรือไม่ รวมถึงแผนการบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องจักรเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้ตามปกติ ลดโอกาสการเกิดการขัดข้อง (Breakdown)นอกจากนี้แผนควบคุมคุณภาพยังรวมถึงแผนการตรวจจับของเสียทั้งของเสียชนิดลักษณะภายนอกผิดปกติ (Appearance defect) และของเสียชนิดที่ส่งผลต่อการใช้งาน (Function defect)

2.4.2 การควบคุมคุณภาพในการบวนการผลิตด้วยหลักสถิติ (Statistical Process Control)

ระบบการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปจะมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เพื่อการยอมรับหรือการปฏิเสธ จะมีการนำหลักสถิติศาสตร์ (Statistical) จะถูกนำมาช่วยในการวิเคราะห์ตัวแปรและข้อมูลต่างๆ ในกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ โดยมีการดำเนินการ 4 ขั้นตอนคือ

2.4.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection)

เป็นการรวบรวมข้อมูลของตัวแปรต่างๆ ของกระบวนการที่ส่งผลต่อสิ่งที่สนใจ แล้วนำมาวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการนับ เช่น นับจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิต และการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการวัดหรือชั่ง เช่น การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์รูปวงกลม การชั่งน้ำหนัก เป็นต้น

เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว อาจมีการนำข้อมูลซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบตัวเลขมาจัดกลุ่ม เพื่อให้ง่ายต่อการนำมาวิเคราะห์ และป้องกันการผิดพลาดจากการเก็บข้อมูล โดยการจัดกลุ่มตัวเลขนี้ เรียกว่าการแจกแจงความถี่ ไกยวรรณ์ (2546) ได้ให้ความหมายของการแจกแจงความถี่ไว้ว่า หมายถึงการนำข้อมูลที่รวบรวมมา ซึ่งเป็นข้อมูลดิบ (Raw data) ที่เป็นตัวเลข มาจัดระเบียบใหม่ให้เป็นกลุ่มหรือ

หมวดหมู่ เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการนำเสนอค่าสถิติต่างๆ เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าฐานนิยม (Mode) และอื่นๆ

2.4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)

เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หรือสรุปผลเพื่อประกอบการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธกลุ่มวัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสำเร็จออกมา โดยทั่วไปการวิเคราะห์ที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมคุณภาพการผลิตได้แก่ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Measure of Central Tendency) และการวัดการกระจาย (Measure of Dispersion)

การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง หมายถึง การหาคำตอบแทนกลุ่มด้วยตัวเลขหนึ่งตัว เช่น การวัดน้ำหนักของชิ้นงานสำเร็จ ซึ่งแต่ละชิ้นอาจไม่เท่ากัน การจะตอบว่าน้ำหนักของชิ้นงานสำเร็จชนิดนี้คือเท่าไร จะต้องเลือกค่า ค่าหนึ่งเพื่อเป็นตัวแทนของคำตอบ โดยทั่วไปจะเลือกใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม เป็นต้น

การวัดการกระจาย หมายถึง การหาลักษณะของข้อมูลแต่ละตัวว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ถ้าหากข้อมูลมีความแตกต่างกันมาก จะเรียกว่ามีการกระจายมาก แต่ถ้าข้อมูลมีความแตกต่างกันน้อย เรียกว่าการกระจายตัวน้อย โดยทั่วไปได้แก่ ค่าพิสัย (Range) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: S.D)

2.4.2.3 การแปลความหมาย (Interpretation)

คือการวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ เพื่อให้ได้ผลลัพท์ของค่าทางสถิติออกมาพิจารณากับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนด เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจในขั้นตอนต่อไป

2.4.2.4 การนำเสนอ (Presentation)

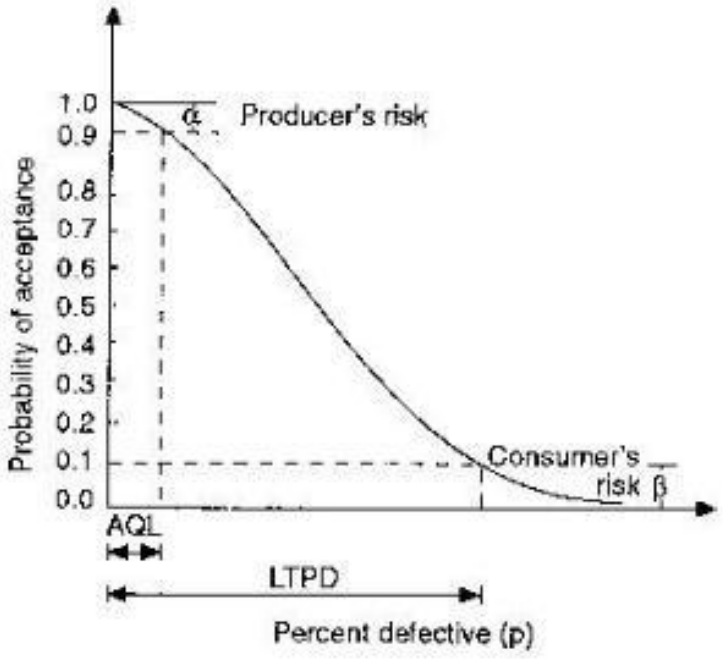
การนำผลจากการวิเคราะห์และแปลความหมายแล้ว ไปนำเสนอให้กับฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการตัดสินใจว่าจะดำเนินการอย่างไร

2.4.3 เส้นโค้งลักษณะเฉพาะการดำเนินงาน (Operating Characteristic Curve)

การชักสิ่งตัวอย่างเป็นเครื่องมือทางสถิติที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง โดยมีที่มาจากเส้นโค้งลักษณะเฉพาะการดำเนินงาน หรือเรียกอีกย่างหนึ่งว่า เส้นโค้ง OC โดยเส้นโค้งนี้จะแสดงถึงความเสี่ยงที่มีอยู่ในแผนการชักสิ่งตัวอย่างสำหรับกลุ่มงาน (Lot) ที่มีเปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่จำนวนหนึ่ง

เส้นกราฟจะแสดงให้เห็นถึงโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะยอมรับของแผนการชักสิ่งตัวอย่าง ซึ่งแต่ละแผนจะมีเส้นโค้ง OC ในรูปแบบเฉพาะของมันเอง (ยุทธ ไกยวรรณ์, 2556 : หน้า 71)

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล (2541) กล่าวว่า กราฟเส้นโค้ง OC จะเริ่มต้นด้วยการยอมรับ 100 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่าของเสีย 0 เปอร์เซ็นต์ อัตรายอมรับจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อของเสียเพิ่มขึ้น ความชันของเส้นกราฟจะเป็นตัววัดแผนตัวอย่างและบอกถึงความแตกต่างของระดับคุณภาพกับจำนวนที่ต้องตรวจสอบ ซึ่งสัมพันธ์ถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นด้วย



รูปที่ 2.5 เส้นโค้งลักษณะเฉพาะการดำเนินงาน (Operating Characteristic Curve)

จากรูปที่ 2.5 เส้นกราฟคุณลักษณะการดำเนินงานนี้แสดงให้เห็นว่า ณ ระดับคุณภาพเฉลี่ยที่ยอมรับ (Acceptable Quality Level: AQL) คือร้อยละของของเสียที่กำหนดไว้ ถ้าเป็นการสุ่มตัวอย่างจะมีความเสี่ยงอยู่ระดับหนึ่งที่จะไม่ผ่านการทดสอบ แม้ว่าจริงๆ แล้ว ผลิตภัณฑ์รุ่นนั้นมีคุณภาพในระดับที่น่าจะยอมรับ โอกาสเสี่ยงนี้คือโอกาสเสี่ยงของผู้ผลิต (Producer's Risk) หรือค่า α

นอกจากนี้ในการสุ่มตัวอย่างอาจมีโอกาสที่จะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานหรือต่ำกว่าระดับคุณภาพเฉลี่ยที่ยอมรับได้เล็กน้อย ซึ่งเรียกว่า ระดับคุณภาพที่ไม่ยอมรับ (Lot Tolerance Percent Defective: LTPD) ซึ่งเป็นร้อยละของของเสียที่สูงกว่า AQL ซึ่งถ้าเกินระดับ LTPD นี้ ผลิตภัณฑ์จะถูกปฏิเสธ ดังนั่นโอกาสเสี่ยงที่ผลิตภัณฑ์ที่มีระดับคุณภาพต่ำจะผ่านการทดสอบ

ไปสู่ลูกค้า โอกาสเสี่ยงนี้คือ โอกาสเสี่ยงของผู้บริโภคหรือลูกค้า (Consumer's Risk) หรือค่า β (มิ่งประเสริฐ 2554)

2.4.4 การควบคุมกระบวนการผลิตด้วยแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุมคุณภาพใช้หลักสถิติเป็นเครื่องมือในการควบคุมกระบวนการ โดยการสร้างขอบเขตการยอมรับผลิตภัณฑ์ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

2.4.4.1 การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยตัวแปร (Inspection by Variable)

การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยตัวแปรเป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยข้อมูลจากการวัดที่สามารถกำหนดค่าออกมาเป็นเชิงปริมาณได้ เช่น วัดขนาด วัดน้ำหนัก อุณหภูมิ หรือความดัน เป็นต้น ซึ่งแผนภูมิควบคุมคุณภาพจากการตรวจสอบด้วยตัวแปร คือ แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย และแผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับการวัดการกระจาย (Montgomery and Runger 2010)

2.4.4.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย (X Chart)

เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะที่วัดได้จากผลลัพธ์ในเชิงปริมาณ ซึ่งค่าที่ได้อาจอยู่ในเทอมของความยาว อายุการใช้งาน น้ำหนัก ปริมาณ เป็นต้น

2.4.4.1.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับการวัดการกระจาย (R Chart)

แผนภูมิ R Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าความแปรผันหรือค่าการกระจายของคุณลักษณะที่วัดได้จากผลลัพธ์โดยใช้พิสัยเป็นค่าวัด โดยแผนภูมิ R จะใช้ควบคู่กับแผนภูมิ X เสมอ

2.4.4.1.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับการวัดความแปรผัน (S Chart)

แผนภูมิ S Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าความแปรผันหรือค่าการกระจายของคุณลักษณะที่วัดได้จากผลลัพธ์เช่นเดียวกับแผนภูมิ R แต่จะคำนวณค่าวัดการกระจายด้วยค่าสวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพดีกว่าแผนภูมิ R เมื่อตัวอย่างของกลุ่มย่อยมีขนาดใหญ่

2.4.4.1.4 แผนภูมิ MR Chart

แผนภูมิ MR Chart หรือแผนภูมิควบคุมพิสัยเคลื่อนที่ เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคู่กับแผนภูมิ X โดยแผนภูมิ MR Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าการกระจายของคุณลักษณะที่วัดได้ด้วยค่าพิสัยเมื่อขนาดของตัวอย่างย่อยเท่ากับ 1 หน่วย

2.4.4.1.5 แผนภูมิ CU-SUM Chart

แผนภูมิ CU-SUM Chart เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะที่วัดได้จากผลลัพธ์ในเชิงปริมาณเช่นเดียวกับแผนภูมิ X แต่จะมีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าแผนภูมิ X เมื่อคุณสมบัติของผลลัพธ์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และใช้ได้เมื่อขนาดตัวอย่างย่อยเท่ากับ 1 หน่วย

2.4.4.2 การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยคุณลักษณะ (Inspection by Attributes)

ส่วนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยคุณลักษณะสามารถสร้างแผนภูมิควบคุมแบบแผนภูมิควบคุมคุณภาพสัดส่วนของเสีย (p-chart) แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ (c-chart) และแผนภูมิควบคุมคุณภาพของเสีย (np-chart) โดยการเลือกใช้แผนภูมิแต่ละแบบจะขึ้นอยู่กับลักษณะการเกิดของเสียในกระบวนการนั้นๆ กล่าวคือ

2.4.4.2.1 แผนภูมิ p (p-chart)

แผนภูมิ p เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมสัดส่วนผลลัพธ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด (NC) ในกระบวนการ เช่น สัดส่วนชิ้นงานที่แตกหัก สัดส่วนหลอดไฟเสีย เป็นต้น

2.4.4.2.2 แผนภูมิ np (np-chart)

แผนภูมิ np เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนของผลลัพธ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในกระบวนการ ซึ่งมีหลักการเช่นเดียวกับแผนภูมิ p โดยอดิศักดิ์ พงษ์พูลศักดิ์ (2535, หน้า 218) กล่าวว่าแผนควบคุมคุณภาพของเสีย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np หรือ np-chart เป็นแผนภูมิที่สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการเดียวกับแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p-chart)

2.4.4.2.3 แผนภูมิ c (c-chart)

แผนภูมิ c เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนผลลัพธ์เมื่อกลุ่มตัวอย่างย่อยมี ขนาด 1 หน่วย เช่น รอยตำหนิบนผิวชิ้นงาน 1 ชิ้น รอยตำหนิบนผ้า 1 เมตร

2.4.4.2.4 แผนภูมิ u (u-chart)

แผนภูมิ u เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนผลลัพธ์เช่นเดียวกับแผนภูมิ c โดยเป็นแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย แต่จะใช้ในกรณีที่จำนวน

หน่วยตัวอย่างของกลุ่มย่อยในการ ตรวจสอบแต่ละครั้งไม่เท่ากัน หรือขนาดตัวอย่างที่ตรวจสอบแต่ละครั้งไม่ใช่ 1 หน่วย

2.4.4.3 วิธีตีความแผนภูมิควบคุม

มนันยา หลวงสุวรรณ (2553) กล่าวว่า สิ่งสำคัญของการควบคุมคุณภาพโดยใช้แผนภูมิควบคุม คือการอ่านหรือตีความหมายจากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิ เพื่อโยงเหตุผลไปที่สภาวะของกระบวนการผลิตซึ่งได้นำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตมาเขียนเป็นแผนภูมิควบคุม ซึ่งหากพบความผิดปกติแสดงออกให้เห็นในแผนภูมิควบคุมนี้ ก็จะสามารถค้นหาสาเหตุของความผันแปรและทำการแก้ไขได้ โดยแผนภูมิควบคุมสามารถอ่านลักษณะอาการที่สำคัญได้ดังต่อไปนี้

2.4.4.3.1 ตรวจดูความไม่สุ่มจากแผนภูมิ (Non-Randomness)

- ✓ การเกิดรัน (Theory of Run) คือ การมีจุด 7 จุดต่อเนื่องที่อยู่ทางด้านใดด้านหนึ่งของค่ากลาง (มัธยฐาน)
- ✓ การเกิดแนวโน้ม (Trend) คือ การมีจุด 7 จุดต่อเนื่องกันไปทิศเดียงกันต่อเนื่องโดยไม่มีการสลับฟันปลาเลย เรียงตัวเป็นเส้นพาดขึ้น หรือพาดลง บ่งบอกถึงค่าเฉลี่ยของขนาดควบคุมที่ได้จากกระบวนการนั้นกำลังมีปัญหา หรือมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนไปจากขนาดกำหนดที่ได้ตั้งเอาไว้แต่แรก
- ✓ การเกิดวัฏจักร (Cycles) คือ ค่าในเส้นกราฟที่จะเปลี่ยนแปลงขึ้นๆ ลงๆ มีลักษณะเป็นวงจรวงรอบ หรือวัฏจักร ซึ่งลักษณะกราฟจะเห็นเป็นการเกาะกลุ่มของข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนกันภายใต้ระยะเวลาเท่ากัน ซึ่งอาจสามารถทำนายลักษณะของกราฟในช่วงต่อๆ ไปได้

2.4.4.3.2 ตรวจดูตัวอย่างแบบสมมาตร (Normal Pattern)

- ✓ เกิดการเข้าใกล้เส้นกลาง (Approach to the Center Line) คือ การลงจุดบนแผนภูมิแล้วจุดหรือเส้นวิ่งเข้าหา Center Line มากๆ ไม่ได้หมายความว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมที่ดี อาจหมายถึงความผิดพลาดในการกำหนดขนาดของกลุ่มย่อย หรือเก็บข้อมูลที่ปนกันของกลุ่มประชากร ซึ่งเป็นความปกติของกระบวนการ จึงควรทบทวนการเก็บข้อมูลอีกครั้ง
- ✓ เกิดการเข้าใกล้ขอบเขตควบคุม (Approach to Control Limits) คือ หากเราแบ่งส่วนระยะของ Central Line ถึงขอบUCLหรือLCL ออกเป็น 3 ส่วน แล้วพบว่ามีช่วง 1 ใน 3 ส่วน ติดกับขอบเขตควบคุมด้านใดด้านหนึ่ง ประกอบด้วย
    - ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกัน
    - 3 ใน 7 จุดที่ต่อเนื่องกัน
    - 4 ใน 10 จุดที่ต่อเนื่องกัน

- ✓ ขนาดของความผันแปรมากกว่าค่าคาดหมาย หรือเรียกว่ามีจุดใดจุดหนึ่งออกนอกเขตควบคุม (Out of Control) หรือไม่ โดยสมาคมคุณภาพแห่งอเมริกาแนะนำว่า หากเก็บข้อมูลมาอยู่ระหว่าง 20 -25 กลุ่มแล้ว น่าจะมีไม่เกิน 2 กลุ่มที่เกิดจากความผันแปรที่ผิดธรรมชาติ ถือว่ากระบวนการเสถียร และสามารถใช้พิกัดควบคุมคาดการณ์ขนาดความผันแปรเพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการต่อๆ ไปได้

2.5 การวางแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ (Acceptance Sampling plan)

การชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ เป็นวิธีการที่อาศัยหลักการทางสถิติและความน่าจะเป็นในการเลือกสิ่งตัวอย่างจากสิ่งที่ต้องการตัดสินใจ แล้วทดสอบหรือตรวจสอบเพื่อพิจารณา คุณภาพของประชากรนั้นว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธเนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลา และต้นทุนทำให้ไม่สามารถตรวจชิ้นงานทุกตัวได้

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ (2535) กล่าวว่า การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงของผู้ตรวจสอบก็คือ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งผู้ตรวจสอบพยายามจะหาวิธีทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุดในการจรวจสอบ และมีประสิทธิภาพของการตรวจสอบมากที่สุด โดยปัจจุบันมีผู้คิดค้นแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมและการผลิต เช่น

2.5.1 แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับของมาตรฐาน MIL-STD-105E

เป็นมาตรฐานที่กระทรวงกลาโหมของประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดให้ใช้ในการชักสิ่งตัวอย่างและตารางตรวจสอบชิ้นงานตามคุณลักษณะตามทฤษฎีการสุ่มตรวจงานและสมการทางคณิตศาสตร์ของ Walter A. Shewhart, Harry Romig และ Harold Dodge (บุญเกิด 2553)ถูกนำไปใช้ในการผลิตอาวุธ โดยกำหนดเป็นตารางการชักสิ่งตัวอย่างตามขนาดของลอตและระดับคุณภาพที่ยอมรับ ซึ่งง่ายต่อการใช้งานทำให้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลาย โดยมีวิธีการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับดังนี้

2.5.1.1 วิธีการใช้ตารางการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยวแบบปกติ (Single sampling plans for normal inspection)

ก. กำหนดจำนวนชิ้นงานต่อลอต (Lot or Bath size) ระดับคุณภาพที่ยอมรับ และระดับการตรวจสอบ (Inspection level)

ข. ใช้ตารางที่ 2.4ตารางระบุจำนวนการสุ่มตรวจงานตามตัวอักษร เพื่อหาจำนวนชิ้นงานที่ต้องสุ่มตรวจ เช่น จำนวนชิ้นงานต่อลอตคือ 1500 ชิ้น ที่แผนการตรวจงานแบบปกติระดับสอง (General inspection levels II) จะต้องทำการสุ่มตามตัวอักษร K

ค. ตรวจชิ้นงานตามจำนวนที่ระบุอักษรที่ระบุจากข้อ ข. แล้วเปรียบเทียบจำนวนของเสียที่พบกับตารางที่ 2.5 ตารางการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยวแบบปกติหากจำนวนของเสียที่พบมากกว่าที่กำหนดให้ทำการปฏิเสธลอต หากน้อยกว่าจำนวนที่กำหนดให้ทำการยอมรับลอต เช่น จำนวนที่สุ่มตรวจชิ้นงานตามอักษร K คือ 125 ชิ้น ตามระดับคุณภาพที่ยอมรับคือ 0.4 พบของเสีย 3 ชิ้น ให้ทำการปฏิเสธลอต เป็นต้น

ตารางที่ 2.4 ตารางระบุจำนวนการสุ่มตรวจงานตามตัวอักษร

Table I—Sample size code letters

(See 9.2 and 9.3)

Lot or batch size	Special inspection levels				General inspection levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 to 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 to 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 to 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 to 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 to 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

ตารางที่ 2.5 ตารางการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยวแบบปกติ

Table II-A—Single sampling plans for normal inspection (Master table)

(See 9.4 and 9.5)

Sample size code letter	Sample size	Acceptance Quality Limits, *AQLs*, in Percent Nonconforming Items and Nonconformities per 100 Items (Normal Inspection)																																	
		0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10		15		25	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↓		↓		1	2
B	3																											↑				1	2	2	3
C	5																									0	1			1	2	2	3	3	4
D	8																							0	1	↓		↓		1	2	2	3	3	4
E	13																					0	1	↑		↑		1	2	2	3	3	4	5	6
F	20																			0	1	↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
G	32																	0	1	↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15
H	50															0	1	↑		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22
J	80													0	1	↑		↓		2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22		
K	125											0	1	↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22				
L	200									0	1	↑		↑		2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22						
M	315							0	1	↑		↓		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22								
N	500					0	1	↓		1	2	2	3	3	4	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22									
P	800			0	1	↑		1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22										
Q	1250	0	1	↑		1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22												
R	2000					1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22														

Sample size code letter	Sample size	Acceptance Quality Limits, *AQLs*, in Percent Nonconforming Items and Nonconformities per 100 Items (Normal Inspection)																																	
		40		65		100		150		250		400		650		1000																					
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re																		
A	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31																		
B	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31	44	45																		
C	5	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31	44	45	↑																			
D	8	7	8	10	11	14	15	21	22	30	31	44	45	↑																					
E	13	7	8	10	11	14	15	21	22	↑		↑																							
F	20	10	11	14	15	21	22	↑		↑																									
G	32	21	22	↑		↑																													
H	50	↑																																	
J	80																																		
K	125																																		
L	200																																		
M	315																																		
N	500																																		
P	800																																		
Q	1250																																		
R	2000																																		

↓ = Use the first sampling plan below the arrow. If sample size equals, or exceeds, lot size, carry out 100 percent inspection.

↑ = Use the first sampling plan above the arrow.

Ac = Acceptance number.

Re = Rejection number.

2.5.1.2 วิธีการใช้ตารางการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคู่แบบปกติ (Double sampling plans for normal inspection)

ก. กำหนดจำนวนชิ้นงานต่อลอต ระดับคุณภาพที่ยอมรับ และระดับการตรวจสอบ

ข. ตารางที่ 2.4 ตารางระบุจำนวนการสุ่มตรวจงานตามตัวอักษร เพื่อหาจำนวนชิ้นงานที่ต้องสุ่มตรวจ เช่น จำนวนชิ้นงานต่อลอตคือ 1500 ชิ้น ที่แผนการตรวจงานแบบปกติระดับสองจะต้องทำการสุ่มตามตัวอักษร K

ค. ตรวจชิ้นงานครั้งแรกตามจำนวนที่ระบุอักษรที่ระบุจากข้อ ข. แล้วเปรียบเทียบจำนวนของเสียที่พบกับตารางการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคู่แบบปกติ หากจำนวนของเสียที่พบน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนที่ยอมรับได้จากการสุ่มตรวจครั้งแรกให้ทำการยอมรับลอต หากจำนวนของเสียที่พบมากกว่าหรือเท่ากับจำนวนปฏิเสธลอตให้ทำการปฏิเสธลอตนั้น หากจำนวนของเสียที่พบอยู่ระหว่างจำนวนที่ยอมรับได้และจำนวนปฏิเสธลอต ให้ทำการทำการสุ่มตรวจงานครั้งที่สองตามจำนวนที่ระบุไว้ในตาราง จากนั้นนำจำนวนของเสียที่พบในการสุ่มตรวจครั้งที่สองมารวมกับการสุ่มตรวจครั้งแรก หากจำนวนของเสียที่พบน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนที่ยอมรับได้จากการสุ่มตรวจครั้งที่สองให้ทำการยอมรับลอต แต่หากมากกว่าจำนวนดังกล่าวให้ทำการปฏิเสธลอต เช่น จำนวนที่สุ่มตรวจชิ้นงานครั้งแรกตามอักษร K คือ 80 ชิ้น ตามระดับคุณภาพที่ยอมรับคือ 0.4 พบของเสีย 1 ชิ้น ให้ทำการสุ่มตรวจครั้งที่สองจำนวนอีก 80 ชิ้นหากพบของเสียอีก 1 ชิ้นให้ทำการปฏิเสธลอต เป็นต้น

2.5.1.3 วิธีการใช้ตารางการชักสิ่งตัวอย่างหลายเชิงแบบปกติ (Multiple sampling plans for normal inspection)

ก. กำหนดจำนวนชิ้นงานต่อลอต (Lot or Bath size) ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptance quality level) และระดับการตรวจสอบ (Inspection level)

ข. ใช้ตารางที่ 2.4 ตารางระบุจำนวนการสุ่มตรวจงานตามตัวอักษร เพื่อหาจำนวนชิ้นงานที่ต้องสุ่มตรวจ เช่น จำนวนชิ้นงานต่อลอตคือ 1500 ชิ้น ที่แผนการตรวจงานแบบปกติระดับสอง (General inspection levels II) จะต้องทำการสุ่มตามตัวอักษร K

ค. ตรวจชิ้นงานครั้งแรกตามจำนวนที่ระบุอักษรที่ระบุจากข้อ ข. แล้วเปรียบเทียบจำนวนของเสียที่พบกับตารางการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคู่แบบหลายเชิงหากจำนวนของเสียที่พบน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนที่ยอมรับได้จากการสุ่มตรวจครั้งที่แรกให้ทำการยอมรับลอต หากจำนวนของเสียที่พบมากกว่าหรือเท่ากับจำนวนปฏิเสธลอตให้ทำการปฏิเสธลอตนั้น แต่หากจำนวนของเสียที่พบ อยู่ระหว่างจำนวนที่ยอมรับได้และจำนวนปฏิเสธลอต ให้ทำการทำการสุ่มตรวจงานครั้งที่สอง แล้วทำตามขั้นตอนเดียวกัน ซึ่งการสุ่มตรวจแบบหลายเชิงนี้จะระบุจำนวนการตรวจไว้มากถึงเจ็ดครั้ง

นอกจากนี้มาตรฐาน MIL-STD-105-E ยังระบุถึงการปรับเปลี่ยนแผนการตรวจตามผลการชักสิ่งตัวอย่าง (Switching plan) จากแบบปกติเป็นแบบรัดกุม (Tighten inspection) หรือแบบผ่อนคลาย (Reduced inspection plan) ประกอบด้วย

ก. การเปลี่ยนจากแบบปกติ เป็นแบบรัดกุม คือเมื่อพบลอตถูกปฏิเสธจากการตรวจแบบปกติติดต่อกันมากกว่า จำนวนที่ผู้สุ่มตรวจกำหนด เช่น 3 ลอตติดต่อกัน

ข. การเปลี่ยนจากแบบรัดกุมเป็นแบบปกติ คือเมื่อพบลอตที่ยอมรับได้จากการตรวจแบบรัดกุมติดต่อกัน 5 ลอตหรือมากกว่า

ค. การเปลี่ยนจากแบบผ่อนคลายเป็นแบบปกติ คือเมื่อพบลอตถูกปฏิเสธจากการตรวจแบบผ่อนคลาย หรือมีการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิต

ง. การเปลี่ยนจากแบบปกติ เป็นแบบผ่อนคลาย คือเมื่อพบลอตที่ยอมรับได้จากการตรวจแบบปกติติดต่อกัน 10 ลอตหรือมากกว่านั้นโดยที่จำนวนของเสียที่ตรวจพบต้องไม่มากกว่าจำนวนที่แสดงในตารางการชักสิ่งตัวอย่างแบบผ่อนคลาย

2.5.2 แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับของมาตรฐาน ANSI/ASQ Z1.4-2008

หลังจากที่กระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกาเลิกสนับสนุนการใช้มาตรฐาน MIL-STD-105E ซึ่งเป็นแผนการชักสิ่งตัวอย่างและตารางการตรวจสอบชิ้นงานตามคุณลักษณะ องค์กร American National Standard จึงได้พัฒนามาตรฐาน ANSI/ASQ Z1.4-2008 ขึ้นมาใช้งานแทนโดยเนื้อหาส่วนใหญ่ยังคงอ้างอิงตามมาตรฐาน MIL-STD-105E คือการสุ่มตรวจของเสียเพื่อการยอมรับลอตตามระดับคุณภาพที่ยอมรับ แต่มีการระบุอักษรใหม่เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน อย่างไรก็ตามมาตรฐานนี้ได้ระบุคำจำกัดความที่สำคัญไว้ ได้แก่

ก. ข้อบกพร่อง (Defect) คือ ลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต่างไปจากคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์

ข. ของเสีย (Nonconformity) คือ ลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน หรือข้อกำหนดของลูกค้า

2.5.3 แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับของมาตรฐาน ISO 2859-1:1999

เป็นมาตารฐานการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับที่จัดทำขึ้นโดยองกรณ์มาตรฐานสากล (The International Organization for Standardization; ISO) ใช้ในการสุ่มตรวจของเสียเพื่อการยอมรับลอตตามระดับคุณภาพที่ยอมรับ ซึ่งมีวิธีการคล้ายคลึงกับมาตรฐาน MIL-STD-105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA)

2.6.1 ความหมายของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเป็นวิธีการระบุและป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับตัวผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตก่อนปัญหานั้นจะเกิดขึ้นจริง จากนั้นทำการปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขกระบวนการในขณะที่มีต้นทุนไม่แพงจนเกินไป เพื่อลดโอกาสหรือป้องกันการเกิดข้อบกพร่องที่ส่งผลกระทบรุนแรงในอนาคตได้ โดยเทคนิคนี้มีเป้าหมายในการป้องกันการเกิดของเสีย การป้องกันอุบัติเหตุ และเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้าซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ในส่วนของตัวผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ คือมองหาความเป็นไปได้ทั้งหมดที่ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการจะเกิดการขัดข้อง จากนั้นประเมินค่าความเสี่ยงของข้อบกพร่อง (Risk Priority Number: RPN) ซึ่งประกอบด้วยความรุนแรงของผลกระทบเมื่อข้อบกพร่องนั้นเกิดขึ้น

(Severity) โอกาสที่ข้อบกพร่องนั้นจะเกิดขึ้น (Occurrence) และความเป็นไปได้ที่ข้อบกพร่องนั้นจะถูกตรวจพบ (Detection) แล้วนำค่าทั้งสามมาคูณกัน เพื่อให้ทราบปัญหาของแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ แล้วทำการแก้ไขและควบคุมเพื่อให้ค่าค่าความเสี่ยงของข้อบกพร่อง (Risk Priority Number: RPN) ของข้อบกพร่องทั้งหมดอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (Mikulak, McDermott et al. 2008)

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบควรมาจากการระดมสมองของทีมงานที่มาจากแต่ละส่วนงาน เพื่อให้ได้รับความคิดเห็นที่หลากหลายและครอบคลุมจากประสบการณ์ที่ต่างกันของทีมงาน โดยปกติควรมีจำนวน 4 ถึง 6 คนซึ่งควรพิจารณาจากจำนวนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์นี้ เช่น ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุง และฝ่ายจัดหาวัตถุดิบ เป็นต้น จัดให้มีการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเทคนิคที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ เช่น แผนผังกระบวนการ (Flow chart) การวิเคราะข้อมูล (Data analysis) และการวิเคราะห์กราฟต่างๆ (Graphing techniques) รวมไปถึงเทคนิคในการระดมความคิด (Brainstorming) ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องก่อนเริ่มโครงการจากนั้นทำการตั้งหัวหน้าทีม (FMEA Team leader) เพื่อทำหน้าที่จัดหาทรัพยากรที่จำเป็น จัดประชุมกับส่วนที่เกี่ยวข้องและติดตามผลความคืบหน้าของโครงการ

2.6.2 ประวัติของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบถูกนำมาใช้ครั้งแรกในปี คศ.1960 กับอุตสาหกรรมเกี่ยวกับยานอวกาศ (Aerospace industry) โดยมีจุดประสงค์ในด้านความปลอดภัยเป็นหลัก ซึ่งต่อมาถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมกระบวนการทางเคมี (Chemical process industry) เพื่อการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในกระบวนการ

ต่อมาเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบได้รับความนิยมและถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายกับอุตสาหกรรมรถยนต์ของสหรัฐอเมริกาในช่วงปลายศตวรรศที่ 20 โดยในปี 2012 มาตรฐาน ISO/TS16949 ได้ระบุให้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเป็นส่วนหนึ่งในข้อบังคับด้านระบบคุณภาพของอุตสาหกรรมรถยนต์และชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดให้ผู้ส่งมอบ (Supplier) ทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเพื่อป้องกันก่อนที่ข้อบกพร่องนั้นจะเกิดขึ้นจริงและส่งผลกระทบในวงกว้าง

2.6.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

ขั้นตอนที่1: ประเมินสภาพปัจจุบันของผลิตภณฑ์หรือกระบวนการ

ทีมงานร่วมกันทำการประเมินแบบร่างผลิตภัณฑ์ (Product Blueprint) หรือแผนผังกระบวนการเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน

ขั้นตอนที่2: ระดมความคิดเกี่ยวกับข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ

เมื่อทีมงานเข้าใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการตรงกันแล้ว ให้แต่ละคนคิดข้อบกพร่องในการผลิตที่เป็นไปได้ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพงานและความปลอดภัย จากนั่นทำการระดมความคิดร่วมกันแล้วจัดกลุ่มข้อบกพร่องนั้น

ขั้นตอนที่3: ประมาณการผลกระทบของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ

เมื่อทราบถึงรายการข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการแล้ว ให้ทีมงานร่วมกันประเมินถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นของข้อบกพร่องนั้นๆ ที่จะเกิดตามมา

ขั้นตอนที่4: ประเมินค่าความรุนแรง (Severity) ของผลกระทบจากข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ

ให้ทีมกำหนดเกณฑ์การประเมินของความรุนแรง โดยให้แบ่งจำนวนระดับตามความเหมาะสมเช่น กำหนดให้เกณฑ์ของความรุนแรงมี 10 ระดับ โดยระดับที่ 1 คือมีความรุนแรงอยู่ในระดับต่ำสุด และระดับที่ 10 คือมีความรุนแรงอยู่ระดับสูงสุด แล้วประเมินความรุนแรงของผลกระทบของข้อบกพร่องแต่ละอาการ

ขั้นตอนที่5: ประเมินค่าโอกาศการเกิด (Occurrence) ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ

ให้ทีมกำหนดเกณฑ์การประเมินของโอกาศการเกิด โดยให้แบ่งจำนวนระดับตามความเหมาะสม ควรอ้างอิงจากข้อมูลจริงที่บันทึกจากกระบวนการ หรือข้อมูลข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกลับผลิตภัณฑ์ แล้วทำการประเมินโอกาศการเกิดข้อบกพร่องต่างๆ จากสาเหตุการเกิดที่เป็นไปได้ ซึ่งการประเมินจะมีความแม่นยำมากขึ้นหากทีมวิเคราะห์จากข้อมูลจริงในอดีต

ขั้นตอนที่6: ประเมิณค่าความเป็นไปได้ในการตรวจจับ (Detection) ของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ

การประเมิณค่าความเป็นไปได้ในการตรวจจับของข้อบกพร่องหรือผลกระทบของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการโดยเริ่มจากการระบุวิธีการควบคุมในปัจจุบันว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่องหรือผลกระทบจากข้อบกพร่องได้หรือไม่ ถ้าไม่สามารถตรวจจับได้ ค่าความเป็นไปได้ในการตรวจจับควรมีค่าต่ำหรือเท่ากับศูนย์ ดังนั้นทีมงานควรทราบวิธีการควบคุมในปัจจุบันก่อนแล้วจึงทำการประเมิณ

ในกระบวนการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงใน FMEA ผู้วิเคราะห์ต้องพยายามแยกความหมายของการป้องกัน (Prevention) และการตรวจจับออกจากกันให้ได้ กล่าวคือ การป้องกัน หมายถึงการป้องกันสาเหตุของข้อบกพร่องก่อนที่จะเกิด หรือการลดอัตราการเกิดขึ้นของสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องดังกล่าว การตรวจจับ หมายถึงการตรวจจับสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องหรือลักษณะข้อบกพร่องเพื่อนำไปสู่การแก้ไขต่อไป หรืออาจจะกล่าวสั้นๆ ว่าการตรวจจับเป็นการตรวจพบสิ่งที่เกิดขึ้นแล้ว (เพื่อแก้ไขมิให้เกิดขึ้นซ้ำอีก) ในขณะที่การป้องกันจะเป็นการตรวจพบในขณะที่ข้อบกพร่องยังไม่เกิดขึ้น (ทองไพรวรรณ 2554)

ขั้นตอนที่7: คำนวนค่าความเสี่ยงของข้อบกพร่อง (Risk Priority Number; RPN)

ค่าความเสี่ยงของข้อบกพร่องสามารถคำนวนได้ด้วยการนำค่าความรุนแรง ค่าโอกาศการเกิดและค่าความเป็นไปได้ในการตรวจจับของข้อบกพร่องหรือผลกระทบของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการมาคูณกัน

Risk Priority Number (RPN) = Severity x Occurrence x Detection

จากนั้นคำนวนค่า RPN ของข้อบกพร่องทั้งหมดเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกัน ข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูงกว่าจัดว่าเป็นข้อบกพร่องที่ควรได้รับการแก้ไขก่อน

ขั้นตอนที่8: เรียงลำดับความสำคัญจากค่าความเสี่ยงของข้อบกพร่องสูงสุดไปต่ำสุด

เมื่อได้ค่า RPN ของข้อบกพร่องแต่ละอาการมาแล้ว ให้เรียงลำดับข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูงสุดไปต่ำสุด หรือจัดเรียงค่า RPN และข้อบกพร่องในแผนภูมิภาเรโต้เพื่อให้ง่ายต่อการสังเกตุเห็นข้อบกพร่องกลุ่มหลักที่ควรได้รับการแก้ไข ซึ่งสามารถวิเคราะห์ตามหลัก 80/20 (ผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการกว่า 80% มักจะมาจากสาเหตุเพียง 20% จากจำนวนข้อบกพร่องทั้งหมดที่เป็นไปได้) จากนั้นให้ทีมงานเลือกข้อบกพร่องที่จะทำการปรับปรุง

ขั้นตอนที่9: ปรับปรุงแม่แบบของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการเพื่อลดหรือกำจัดความเสี่ยงจากข้อบกพร่องที่มีความเสี่ยงสูง

เมื่อทราบถึงข้อบกพร่องที่จะทำการแก้ไขแล้ว ให้ทีมงานดำเนินการแก้ไขเพื่อลดแต่ละปัจจัยของค่า RPN ทั้งการลดความรุนแรงของผลกระทบจากข้อบกพร่องและลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่องด้วยการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ ซึ่งสามารถลดค่าของปัจจัยทั้งสองเป็นศูนย์ได้หรือเพิ่มโอกาสในการตรวจพบข้อบกพร่องนั้น ด้วยการปรับปรุงวิธีการควบคุม หรือเพิ่มความถี่ในการตรวจซึ่งส่งผลให้ค่า RPN ลดลงได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงต้นทุนในการปรับปรุง และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้ด้วย

ขั้นตอนที่10: คำนวนค่าความเสี่ยงของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการหลังได้รับการแก้ไขแล้ว

เมื่อทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการแล้ว ทำให้ค่าผลกระทบจากข้อบกพร่องค่าโอกาสการเกิดข้อบกพร่องและค่าโอกาสในการตรวจพบข้อบกพร่องนั้นลดลง ให้ทีมงานคำนวนค่าความเสี่ยงของข้อบกพร่องใหม่อีกครั้งแล้วจัดเรียงในรูปแบบแผนภูมิภาเรโต้ เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงได้

โดยปกติแล้วการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสามารถลดค่า RPN ได้มากกว่า 50% อย่างไรก็ตามหัวหน้าทีมงาน หรือผู้บริหารควรเป็นผู้ตัดสินว่าจะทำ FMEA และปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการต่อ หรือสิ้นสุดโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

แนวทางในการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการตรวจจับของเสียเพื่อป้องกันของเสียถูกส่งมอบไปถึงลูกค้า เริ่มจากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบในกระบวนการและลูกค้า และศึกษาวิธีการตรวจจับของเสียของแผนควบคุมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แล้วประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องละผลกระทบในการวิเคราะห์หาจุดที่ควรแก้ไข ใช้หลักการการควบคุมกระบวนการทางสถิติในการกำหนดขนาดของการชักสิ่งตัวอย่างและการตรวจสอบของเสียในกระบวนการ ปรับเปลี่ยนตำแหน่งการตรวจงานสำหรับของเสียแต่ละชนิดให้สอดคล้องกับกระบวนการที่เกิดของเสียนั้น รวมถึงปรับปรุงทักษะการตรวจงานของผู้ตรวจงาน โดยมีรายละอียดดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

ศึกษาลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตในแต่ละกระบวนการเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของเสียแต่ละชนิด รวมถึงกระบวนการที่มีโอกาสเกิดของเสียแต่ละชนิด ตามขั้นตอนต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.1 ศึกษาลักษณะของเสียที่ระบุไว้ในรายการลักษณะของเสียหลัก ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลของเสียของฝ่ายผลิต ประกอบด้วยของเสีย 25 กลุ่ม แสดงในตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต

รหัสของเสีย	ลักษณะของเสีย
ABC	ฟองอากาศระหว่างชั้น FPC กับ PI / Stiffener / BKPBD / PSA / PET Tape / Solder / Gold pad
Cu+	เส้นลายทองแดงเชื่อม / ยื่น / ขนาดใหญ่กว่าปกติ / เศษทองแดงหลงเหลือ
Cu-	เส้นลายทองแดงขาด / แหว่งเว้า / เป็นรู / ขนาดเล็กกว่าปกติ
DNT	รอยกดรอยบุ๋มบนผิว FPC / PI Stiffener / Solder Pad / Gold Pad / Cover coat / Photo coat / Top coat / Switching area

ตารางที่ 3.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต (ต่อ)

รหัสของเสีย	ลักษณะของเสีย
DSC	เส้นลายทองแดง / Cover film / FPC / Solder / Gold pad เปลี่ยนสี
PTC	Photo coat หลุดลอก
FME	สิ่งแปลกปลอมที่อยู่ระหว่างชั้น FPC กับ PI Stiffener / BKPBD / ขาของ Component / Connector / Cover coat / Photo coat / Top coat / PSA
FMS	คราบน้ำคราบน้ำยา คราบหมึก หรือ คราบอื่นๆ บนผิว FPC คราบน้ำ คราบน้ำยา คราบหมึก หรือ คราบอื่นๆ บน Solder pad / Gold pad คราบกาว, คราบ Flux บนตัวงาน สิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ที่อยู่บนผิวตัวงาน ได้แก่ เศษจากการ punch, เศษทอง เป็นต้น (ยกเว้นเศษของ solder)
FNF	งานที่ Fail จาก Function Test
LCP	ขา IC / Component / Connector ไม่มี Solder เชื่อม (ขาลอย)
MCP	ขา Component / Connector เยื้องออกจาก Solder pad
MRK	QR code label ฉีกขาด Ink stamp / Laser mark / Stamping code / Silk ink print / Top coat ไม่สมบูรณ์ 2D barcode / QR code label / LED Code เบลอ / ไม่ชัด / อ่านไม่ออก /เยื้อง / ไม่สมบูรณ์ 2D barcode / QR Code label เกินหรือสูญหาย
MRP	FPC ฉีกขาด / PSA ฉีกขาด / การตัด การเจาะ เยื้อง / ไม่สมบูรณ์
MRS	การเยื้องของ FPC กับ PI Stiffener /BKPBD / PSA / Dome sheet / PET Tape

ตารางที่ 3.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต (ต่อ)

รหัสของเสีย	ลักษณะของเสีย
OTA	Component / Connector แตกร้าว, บิ่น, เสียรูป, เป็นเส้น
	Component / Connector กลับขั้ว กลับด้าน ตะแคง
	Pin connector / Pin jack งอ แตกร้าว เสียรูป
	Component / Connector / IC เกินหรือสูญหาย
	Pad เผยอ ที่เกิดจากการประกอบ
	ของเสียอื่นๆ ที่เกิดจากการ Assembly หรือชิ้นงานที่ไม่ได้ประกอบตามกระบวนการ
OTB	รอยกดรอยบุ๋มบน BKPBD
	รอยขีดข่วนบนผิว BKPBD
	BKPBD เป็นเสี้ยน
	BKPBD แตก, งอ, เสียรูป
	Stiffener / BKPBD / Dome sheet / PSA / PET Tape เกินหรือสูญหาย
	Bracket เยื้อง (ไม่สามารถ Lock ได้)
	ไม่มี BKPBD / Bracket ในพื้นที่ที่กำหนด
	BKPBD / Bracket กลับด้าน
OTF	ฟองอากาศภายในชั้น FPC
	สิ่งแปลกปลอมภายในชั้น FPC
	รอยกด รอยบุ๋ม บนเส้นลายทองแดงที่อยู่ภายในชั้น FPC
	รอยพับ รอยยับย่น ภายในชั้น FPC
	Pad เผยอ (ที่ไม่ได้เกิดจากการประกอบ)
	ของเสียชนิดอื่นๆ ที่มาจาก Front Process
OTH	จำนวนงานเกิน / ไม่ครบ
	Mixed model / Mixed Component /Mixed Part /Mixed mark / Mixed reject part
	FPC ซ้อนติดกัน
	การ bending ของ FPC ไม่สมบูรณ์ /ไม่ได้ bending

ตารางที่ 3.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต (ต่อ)

รหัสของเสีย	ลักษณะของเสีย
OTS	กาวยื่นออกจากขอบของตัวงาน FPC
	กาวหดเข้าไปในตัวงาน FPC
	การเผยอระหว่าง FPC กับ PI Stiffener / BKPBD / PSA / PET Tape
PLN	การเคลือบผิวไม่สมบูรณ์ได้แก่ Gold / Entek / Cover coat / Photo coat
SBL	สิ่งสกปรกจาก Solder (Solder ball, Solder splash)
SBR	Solder เชื่อม / Bump เชื่อม
SCR	รอยขีดข่วนบนผิว FPC / PI Stiffener /
	รอยขีดข่วนบนผิวที่มีการเคลือบผิวด้วย Entek / ทอง / Solder
SFL	Solder น้อย, Solder มาก
	Solder แตกร้าว, Solder เป็นรู
	Solder ไม่สมบูรณ์, ไม่มี Solder
STB	การเจาะการตัดขอบไม่เรียบ มีลักษณะเป็นเส้น หรือเสี้ยน
	กาวมีลักษณะเป็นเส้น เป็นเสี้ยน
WRK	รอยพับ, รอยยับย่น ของตัวงาน
	รอยพับ, รอยยับย่นของเส้นลายทองแดง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.2 ตรวจสอบลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและของเสียที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า ระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง 31 มิถุนายน พ.ศ. 2557 ด้วยกล้องไมโครสโคป กำลังขยายสูงสุด 40 เท่า แล้วบันทึกลักษณะของเสีย และถ่ายภาพของเสียชนิดนั้นๆ

3.1.3 สัมภาษณ์วิศวกรผู้ควบคุมกระบวนการเกี่ยวกับกระบวนการที่มีโอกาสผลิตของเสียลักษณะต่างๆ แล้วทำการบันทึกผล

3.2 วิเคราะห์สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบ

หลังจากเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นและกระบวนการที่เกิดของเสียแต่ละชนิดแล้ว ทำการวิเคราะห์สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบในกระบวนการผลิตระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง 31 มิถุนายน พ.ศ. 2557 และของเสียที่ถูกตรวจพบโดยลูกค้า ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2556 เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับผลการตรวจจับของเสียของแผนควบคุมคุณภาพ แสดงให้เห็นลักษณะของเสียที่สามารถตรวจพบได้ในกระบวนการ และลักษณะของเสียที่ผ่านการตรวจจับในกระบวนการแล้วถูกส่งมอบไปยังลูกค้า เพื่อใช้วิเคราะห์หาจุดที่ควรปรับปรุงของการตรวจจับของเสียของแผนควบคุมคุณภาพในขั้นตอนต่อไป

3.3 วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ

ใช้ข้อมูลจากหัวข้อ 3.1 และ 3.2 และประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ เพื่อประเมินความเสี่ยงของของเสียแต่ละชนิด โดยคำนึงถึงผลกระทบของของเสียแต่ละชนิด สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ และความสามารถในการตรวจจับของเสีย แต่ละชนิดของแผนควบคุมคุณภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.3.1 กำหนดเกณฑ์การประเมินของความรุนแรง โอกาสเกิด และความสามารถในการตรวจจับของเสียของแผนควบคุมคุณภาพเป็นห้าระดับ โดยระดับของความรุนแรงจะแบ่งตามผลกระทบของการเกิดข้อบกพร่องและของเสียที่เกิดขึ้น ระดับของโอกาสเกิดแบ่งตามสัดส่วนการเกิดของเสียชนิดนั้นๆ และระดับของการตรวจจับของเสียแบ่งตามข้อมูลของเสียที่ถูกตรวจพบซึ่งจะประกอบด้วยของเสียที่ถูกตรวจพบโดยผู้ผลิต ของเสียที่ถูกตรวจพบโดยลูกค้า และของเสียที่ถูกตรวจพบทั้งผู้ผลิตและลูกค้า

3.3.2 ประเมินความเสี่ยงของของเสียแต่ละชนิด โดยให้คะแนนของความรุนแรง โอกาสเกิด และความสามารถในการตรวจจับตามเกณฑ์ที่ระบุในหัวข้อ 3.3.1 แล้วคำนวณค่า Risk Priority Number ด้วยการใช้คะแนนประเมินในแต่ละหัวข้อคูณกันตามสมการ 3.1 แล้วบันทึกผล ตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ

สมการ 3.1; การคำนวณหา Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) = ระดับความรุนแรง (Severity) x ระดับของโอกาสเกิด (Occurrence) x ความสามารถในการตรวจจับ (Detection)

3.3.3 จัดกลุ่มลักษณะของเสียตามคะแนน RPN เพื่อความสะดวกในการปรับปรุงวิธีการตรวจจับของเสียในแต่ละกลุ่ม

3.4 ศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสีย

ศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับขอบเสียของแผนควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ในส่วนของกระบวนการ Backend ประกอบด้วยกระบวนการ In-coming inspection, Electrical checking, ACF inspection, Punching inspection, Solder paste inspection, Automated optical inspection, Assembly inspection, Function test, Final inspection และ Out-going inspection โดยจะศึกษาถึงลักษณะของเสียที่ตรวจ วิธีการทำงาน อุปกรณ์ที่ใช้และความถี่ในการตรวจ รวมถึงสิ่งที่ควรปรับปรุง

3.5 ปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพ

ปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพเพื่อลดการตรวจจับของเสียที่ไม่จำเป็นและสามารถตรวจจับของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้

3.5.1 ปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียที่สำคัญ

ทำการปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียทั้งในเรื่องวิธีการทำงาน และหาขนาดการชักสิ่งตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถตรวจจับของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับลักษณะของเสียที่มีความเสี่ยงสูงจากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ รวมถึงลดการตรวจงานสำหรับของเสียชนิดที่มีความเสี่ยงต่ำ เพื่อลดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นออกไป

3.5.2 ปรับปรุงทักษะการตรวจงานของผู้ตรวจงาน

เนื่องจากการตรวจงานด้วยมนุษย์มักมีโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดและความไม่สม่ำเสมอในการทำงานจากหลายปัจจัย เช่น ผู้ตรวจงานไม่เข้าใจข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ทักษะการตรวจงานของผู้ตรวจงานไม่เพียงพอ และความเหนื่อยล้าจากการทำงาน เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการตรวจงานดังต่อไปนี้

3.5.2.1 จัดอบรมเรื่องข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์และวิธีการตรวจงาน

เพื่อให้ผู้ตรวจงานเข้าใจข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์และวิธีการตรวจงานที่ถูกต้อง ผู้วิจัยได้จัดอบรมให้กับผู้ตรวจงานทุกคนแล้วทำการทดสอบ หากผู้ตรวจงานสอบได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 90 ของคะแนนรวม ถือว่าผ่านการอบรมและได้ใบรับรองให้สามารถตรวจงานได้ หากได้

คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 90 ของคะแนนรวม ถือว่าไม่ผ่านการอบรมและต้องได้รับการอบรมและทดสอบใหม่ นอกจากนี้ใบรับรองจะหมดอายุหลังจากวันที่รับรอง 6 เดือน

3.5.2.2 การสุ่มตรวจความถูกต้องของการตัดสินใจของผู้ตรวจงาน

เป็นการสุ่มตรวจงานที่ผู้ตรวจงานตรวจเสร็จแล้ว โดยแบ่งเป็นงานที่ถูกตัดสินว่าเป็นงานดี 10 ชิ้นและงานที่ถูกตัดสินว่าเป็นงานเสีย 10 ชิ้น หากพบว่าผู้ตรวจงานตัดสินใจผิด ผู้สุ่มตรวจงานจะสอบถามผู้ตรวจงานเพื่อทำความเข้าใจถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาด แล้วทำการแก้ไขตามสาเหตุนั้น เช่น หากพบว่าผู้ตรวจงานไม่เข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ผู้สุ่มตรวจงานจะอธิบายข้อกำหนดที่ถูกต้องให้กับผู้ตรวจงาน แล้วทดสอบความเข้าใจด้วยการทำ ก่อนจะอนุญาติให้ปฏิบัติงานต่อไป เพื่อเป็นการชักจูงใจให้ผู้ตรวจงานมุ่งมั่นที่จะลดข้อผิดพลาดในการตรวจงาน ฝ่ายผลิตจะรวบรวมผลการสุ่มตรวจความถูกต้องของการตัดสินใจของผู้ตรวจงานทุกคนเดือนละครั้ง แล้วให้รางวัลผู้ตรวจงานที่มีผลการตรวจงานผิดพลาดน้อยกว่าร้อยละห้าของจำนวนที่ถูกสุ่มตรวจ โดยผลการสุ่มตรวจความถูกต้องของการ

3.5.3 ประยุกต์ใช้การควบคุมกระบวนการด้วยหลักสถิติในการควบคุมการเกิดของเสียที่สำคัญ

โดยทำการศึกษาหาสาเหตุการเกิดของเสียลักษณะที่มีความเสี่ยงสูง เพื่อหาวิธีควบคุมการเกิดของเสียภายในกระบวนการ สามารถลดโอกาสการเกิดของเสียปริมาณมากได้

3.6 สรุปแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุง

สรุปการเปลี่ยนแปลงในส่วนของวิธีการตรวจจับของเสีย แบ่งตามชนิดของของเสียจากผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการในหัวข้อ 3.3 เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นจริง โดยระบุชนิดของของเสีย กระบวนการที่ตรวจจับของเสียชนิดนั้น วิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียก่อนการปรับปรุง และวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียหลังการปรับปรุง

3.7 ทดลองใช้แผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุง

นำแผนควบคุมหลังการปรับปรุงมาทดลองใช้จริง แล้วติดตามผลในส่วนของสัดส่วนของเสียที่ตรวจพบในกระบวนการ สัดส่วนของเสียที่ถูกส่งมอบให้กับลูกค้า รวมถึงค่าใช้จ่ายในการตรวจงานเพื่อศึกษาผลของการปรับปรุงที่เกิดขึ้นจริง

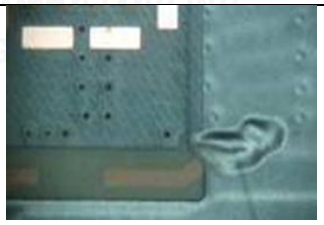
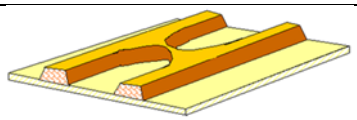
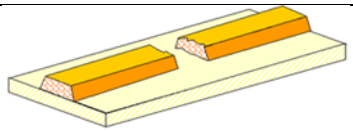
บทที่ 4
ผลการทดลอง

ผลการศึกษาและปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพ ในส่วนของกระบวนการตรวจจับของเสียตามขั้นตอนที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 รวมถึงผลในการนำแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงไปใช้จริงและติดตามผลการทดลองที่เกิดขึ้น แสดงดังต่อไปนี้

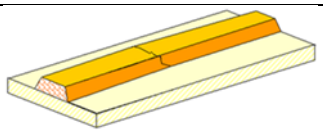
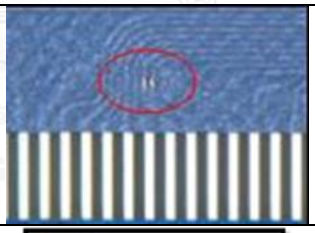
4.1 ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

ผลการศึกษาลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตในแต่ละกระบวนการ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของเสียแต่ละชนิด รวมถึงกระบวนการที่มีโอกาสเกิดของเสียแต่ละชนิด แสดงในตาราง 4.1

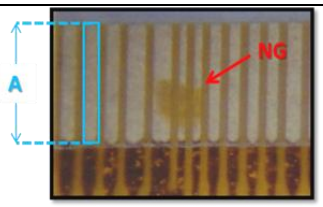
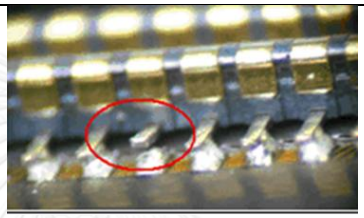
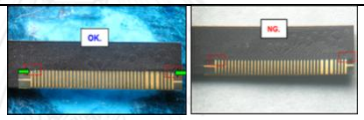
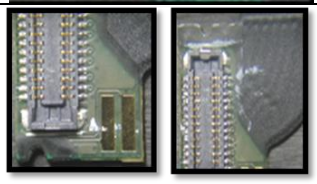
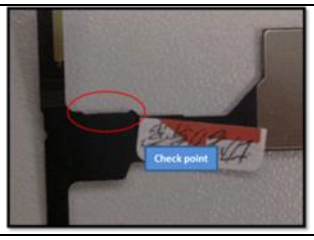
ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต

ลักษณะของของเสีย			**รูปตัวอย่าง**	**กระบวนการที่เกิด**
ชื่อย่อ	**คำอธิบายภาษาไทย**	**คำอธิบายภาษาอังกฤษ**		
ABC	ฟองอากาศใต้ Stiffener	Air bubble under stiffener		Cover film apply Shield sheet apply
Cu+	ลัดวงจร	Short		Pattern forming
Cu-	วงจรขาด	Open		Pattern forming

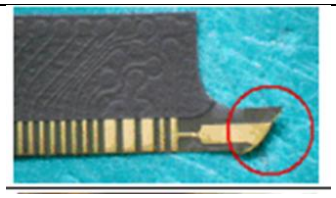
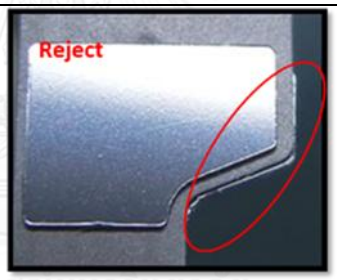
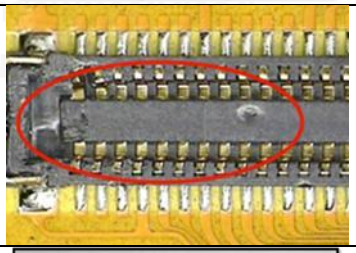
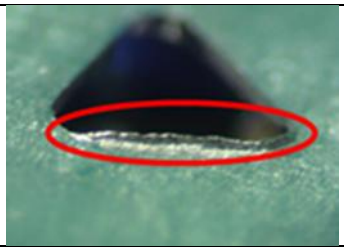
ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต (ต่อ)

ลักษณะของของเสีย			รูปตัวอย่าง	กระบวนการที่เกิด
ชื่อย่อ	**คำอธิบายภาษาไทย**	**คำอธิบายภาษาอังกฤษ**		
Cu-	รอยแตกของเส้นวงจร	Trace Crack		Pattern forming
DNT	รอยกดบนชิ้นงาน	Dent on FPC		All process
DSC	เส้นลายเปลี่ยนสี	Discoloration		Pattern forming
PTC	Photo coat หลุดลอก	Photo Coat Defect		Photo coat printing
FME	สิ่งแปลกปลอมใต้ชั้น	Foreign material under Top layer		Cover film apply Shield sheet apply Back up board apply
FMS	สิ่งแปลกปลอมบนพื้นผิว	Foreign material on Cover film		All process

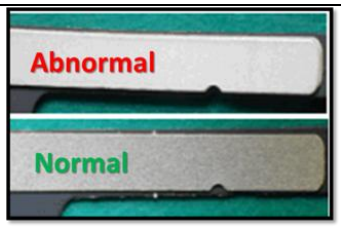
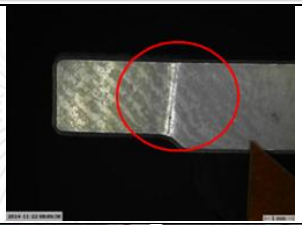
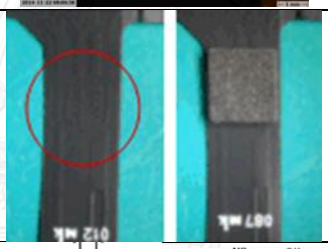
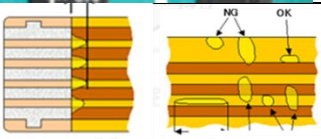
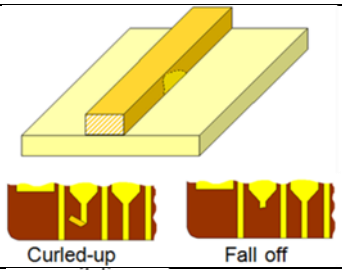
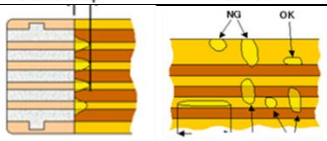
ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต (ต่อ)

ลักษณะของของเสีย			รูปตัวอย่าง	กระบวนการที่เกิด
ชื่อย่อ	**คำอธิบายภาษาไทย**	**คำอธิบายภาษาอังกฤษ**		
FMS	คราบบนพื้นผิว FPC/ ACF	Contaminant on Cover film/ ACF		All process
LCP	Connector ขาลอย	Lift componet/ connector		Surface Mounting Assembly
MRC	Cover film ติดเยื้อง	Cover film misalignment		Cover film apply
MRK	ตัวอักษรไม่สมบูรณ์	Silk ink burr		Ink printing
MRK	Silk ink เลอะ	Silk ink contamination		Ink printing
MRP	ตัดงานเยื้อง	Punch misalignment		Punching Blanking

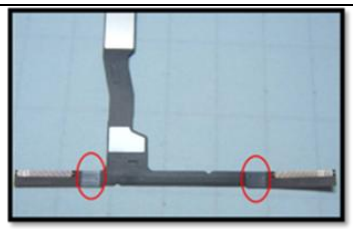
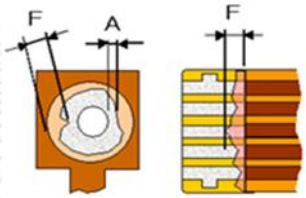
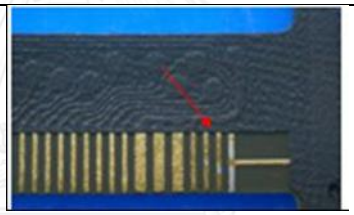
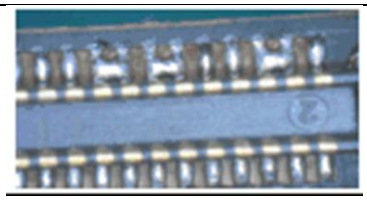
ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต (ต่อ)

ลักษณะของของเสีย			รูปตัวอย่าง	กระบวนการที่เกิด
ชื่อย่อ	คำอธิบายภาษาไทย	คำอธิบายภาษาอังกฤษ		
MRP	รอยขาด	FPC torn/ crease		Punching Blanking
MRS	SUS เยื้อง	SUS misalignment		SUS apply
MRS	Poron เยื้อง	Poron misalignment		Poron apply
OTA	Connector เสียรูป	Connector damage		Blanking Function test
OTA	Conector หาย	No component/ connector		Surface Mounting Assembly
OTA	เศษเสี้ยนของวัตถุดิบ	SUS/ Shield can burr		Raw material

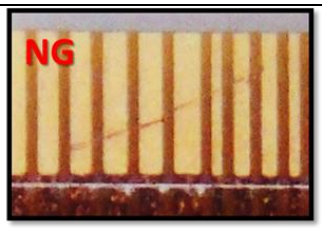
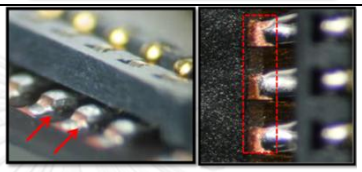
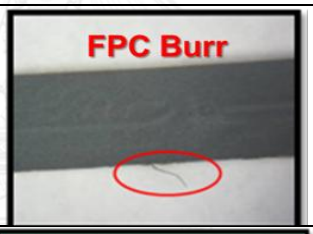
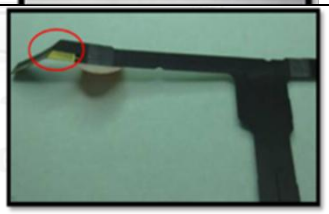
ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต (ต่อ)

ลักษณะของของเสีย			รูปตัวอย่าง	กระบวนการที่เกิด
ชื่อย่อ	**คำอธิบายภาษาไทย**	**คำอธิบายภาษาอังกฤษ**		
OTB	SUS ติดซ้อนกัน	Doubble SUS		Raw material SUS apply
OTB	SUS เสียรูป	SUS deform		Blanking Function test
OTB	Poron หาย	No Poron		Poron apply
OTF	ฟองอากาศใต้ชั้น Cover film	Air bubble under Cover film		Cover film apply Shield sheet apply
OTF	เส้นลายวงจรแยกชั้น	Pattern delamination		Pattern forming
OTF	กาวล้นจาก Cover film	Cover film Adhesive squeeze out		Cover film apply

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต (ต่อ)

ลักษณะของของเสีย			รูปตัวอย่าง	กระบวนการที่เกิด
ชื่อย่อ	**คำอธิบายภาษาไทย**	**คำอธิบายภาษาอังกฤษ**		
OTH	รอย Bending ไม่สมบูรณ์	Incomplete Bending		Bending
OTS	กาวของ SUS ล้น	SUS Adhesive squeeze out		Cover film apply
PLN	การเคลือบทองไม่สมบูรณ์	Non plating on ACF		Gold plating
PLN	การเคลือบทองกระจาย	Gold plating abnormal		Gold plating
SBL	เศษตะกั่วบัดกรี	Solder Ball		Solder printing
SBR	ตะกั่วบัดกรีเชื่อมกัน	Solder Bridge		Solder printing

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเสียจากกระบวนการผลิต (ต่อ)

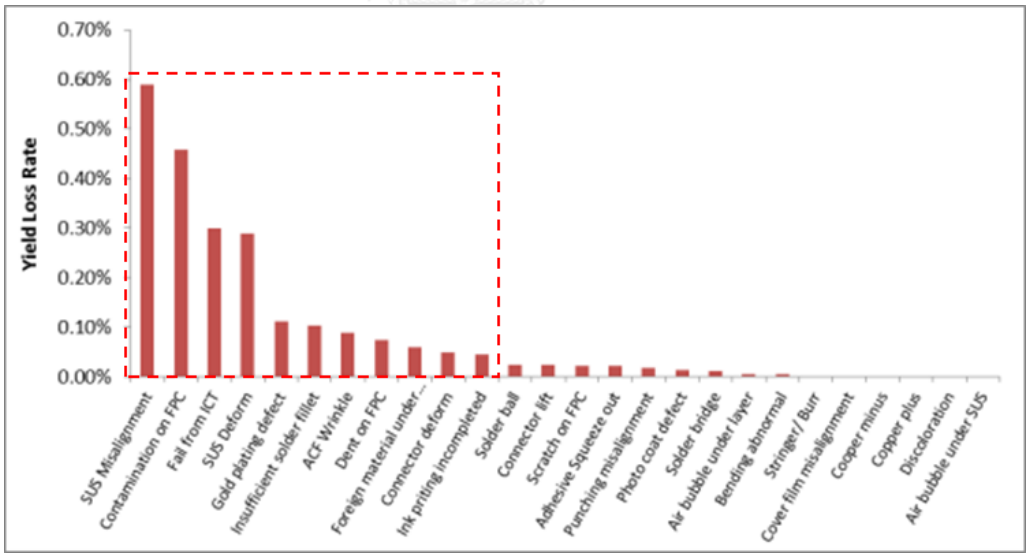
ลักษณะของของเสีย			รูปตัวอย่าง	กระบวนการที่เกิด
ชื่อย่อ	**คำอธิบายภาษาไทย**	**คำอธิบายภาษาอังกฤษ**		
SCR	รอยขีดข่วนบน FPC/ ACF	Scratch on FPC/ACF		All process
SFL	ตะกั่วบัดกรีน้อยเกิน	Insufficient Solder Fillet		Solder printing
STB	เศษเสี้ยนจากการตัด	Stringer/Burr		Punching Blanking
WRK	รอยยับ	Wrinkle		All process

4.2 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบ

หลังจากเข้าใจถึงลักษณะของเสียที่เกิดขึ้น กระบวนการที่เกิดของเสียแตละชนิด และวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียแล้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบในกระบวนการ และของเสียที่ถูกตรวจพบโดยลูกค้า เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของเสียที่ถูกตรวจพบ แล้ววิเคราะห์หาจุดที่ควรปรับปรุงของการตรวจจับของเสียของแผนควบคุมคุณภาพที่ใช้อยู่ แสดงดังต่อไปนี้

4.2.1 สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบในกระบวนการ

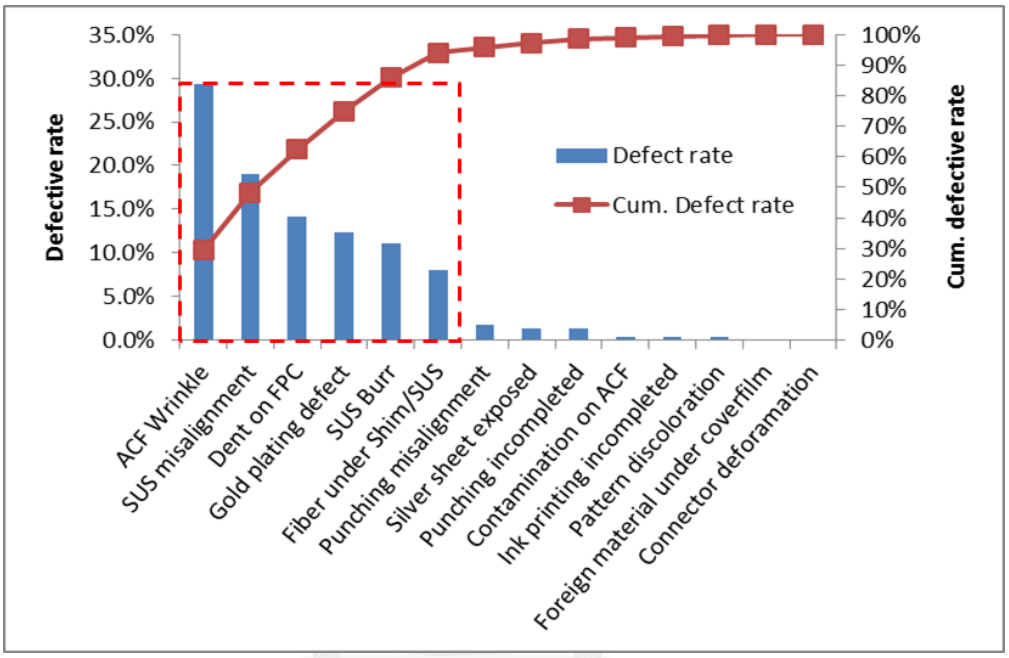
จากข้อมูลขการผลิตผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง 31 มิถุนายน พ.ศ. 2557 พบว่าของเสียที่ตรวจพบแสดงดังรูปที่ 4.1 พบว่าของเสียชนิด SUS misalignment, Contamination on FPC, Fail from function test, SUS deformation, Incomplete gold plating, insufficient solder, ACF wrinkle, Dent on FPC, Foreign material under FPC, Connector deform และ Ink printing incomplete คิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 80 จากจำนวนของเสียทั้งหมด



รูปที่ 4.1 ของเสียที่ถูกตรวจพบในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ระหว่างวันที่ 1 เมษายน ถึง 31 มิถุนายน พ.ศ. 2557

4.2.2 สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบโดยลูกค้า

จากรูปที่ 4.2 สัดส่วนของเสียที่ลูกค้าตรวจพบแบ่งตามชนิดของข้อบกพร่องเฉพาะรุ่น T-flex สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของเสียถูกตรวจพบโดยลูกค้า คือ ACF (Gold plating terminal) wrinkle, SUS plate misalignment, Dent on FPC, Gold plating defect, SUS burr และFiber under SUS ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 80 จากจำนวนของเสียทั้งหมด



รูปที่ 4.2 สัดส่วนของเสียที่ลูกค้าตรวจพบแบ่งตามชนิดของข้อบกพร่องเฉพาะรุ่น T-flex

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ

การวิเคราะห์ FMEA เริ่มจากการจัดตั้งทีมงานผู้ที่มาจากส่วนงานที่เกี่ยวข้องและมีประสบกาณ์ทำงานเกี่ยวกับการผลิตผลิตภัณฑ์รุ่นนี้มากกว่า 5 ปีดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ทีมงานวิเคราะห์ FMEA

สมาชิกลำดับที่	ตำแหน่งงาน	ประสบการณ์ทำงาน	ตำแหน่งในทีม
1	ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม	15 ปี	หัวหน้าทีม
2	วิศวกรคุณภาพอาวุโส	5 ปี	สมาชิก
3	หัวหน้าฝ่ายผลิตอาวุโส	12 ปี	สมาชิก
4	วิศวกรออกแบบ	6 ปี	สมาชิก
5	วิศวกรฝ่ายทดสอบ	7 ปี	สมาชิก
6	วิศวกรฝ่ายเครื่องจักร	6 ปี	สมาชิก
7	หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ	5 ปี	สมาชิก

โดยทีมงานข้างต้นใช้ข้อมูลจากหัวข้อ 4.1 และ 4.2 มาวิเคราะห์ ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ เพื่อประเมินหาลักษณะของเสียที่ควรได้รับการแก้ไข โดยคำนึงถึงผลกระทบของของเสียแต่ละชนิด สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ และความสามารถในการตรวจจับของเสียแต่ละชนิดของแผนควบคุมคุณภาพในปัจจุบัน โดยมีการแบ่งระดับของความรุนแรง ความถี่ในการเกิด และความสามารถในการตรวจจับของเสียของแผนควบคุมคุณภาพ โดยระดับของความรุนแรงจะแบ่งตามความเสียหายจากข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นตั้งแต่ข้อบกพร่องที่ยังสามารถนำมาใช้งานได้จนถึงข้อบกพร่องที่ทำให้ชิ้นงานนั้นใช้งานไม่ได้และส่งผลให้ต้องหยุดการผลิต ระดับของอัตราการเกิดแบ่งตามสัดส่วนการเกิดของเสียชนิดนั้นๆ ตั้งแต่ 0% ถึงมากกว่า 0.5% และระดับของการตรวจจับของเสียแบ่งตามข้อมูลของเสียที่ถูกตรวจพบซึ่งจะประกอบด้วยของเสียที่ถูกตรวจพบโดยผู้ผลิต ของเสียที่ถูกตรวจพบโดยลูกค้า และของเสียที่ถูกตรวจพบทั้งผู้ผลิตและลูกค้า เกณฑ์ดังกล่าวสรุปไว้ในตาราง 4.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3 แสดงระดับของความรุนแรง (Severity) ความถี่ในการเกิด (Occurrence) และความสามารถในการตรวจจับของเสียของแผนควบคุมคุณภาพ (Detection)

Rank	Severity	Occurrence	Detection
5	สิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นไม่สามารถใช้งานได้ และต้องหยุดกระบวนการผลิต	อัตราการเกิดของเสีย > 0.50%	เจอของเสียที่ลูกค้าเท่านั้น อาศัยการตรวจจับด้วยมนุษย์
4	สิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นไม่สามารถใช้งานได้	อัตราการเกิดของเสียอยู่ระหว่าง 0.26% - 0.50%	เจอของเสียที่ลูกค้าเท่านั้น อาศัยตรวจจับด้วยเครื่องมือหรือเครื่องจักร
3	สิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นสามารถใช้งานได้มากกว่า 50% น้อยกว่า 100%หลังจากการซ่อมแซม	อัตราการเกิดของเสียอยู่ระหว่าง 0.11% - 0.25%	เจอของเสียที่ลูกค้าและในกระบวนการผลิต, ตรวจจับด้วยมนุษย์
2	สิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นสามารถใช้งานได้ทั้งหมดหลังจากการซ่อมแซม	อัตราการเกิดของเสียอยู่ระหว่าง 0.06% - 0.10%	เจอของเสียที่ลูกค้าและในกระบวนการผลิต, อาศัยตรวจจับด้วยเครื่องมือหรือเครื่องจักร
1	สิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นสามารถใช้งานได้	อัตราการเกิดของเสียอยู่ระหว่าง 0.00% - 0.05%	ของเสียถูกตรวจจับในกระบวนการ ไม่เคยถูกตรวจพบโดยลูกค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการตามลักษณะของเสียแสดงในตาราง 4.4 โดยของเสียที่มีค่า Risk Priority Number (RPN) มาก เป็นของเสียที่มีความเสี่ยงสูง และควรปรับปรุงวิธีการตรวจจับ

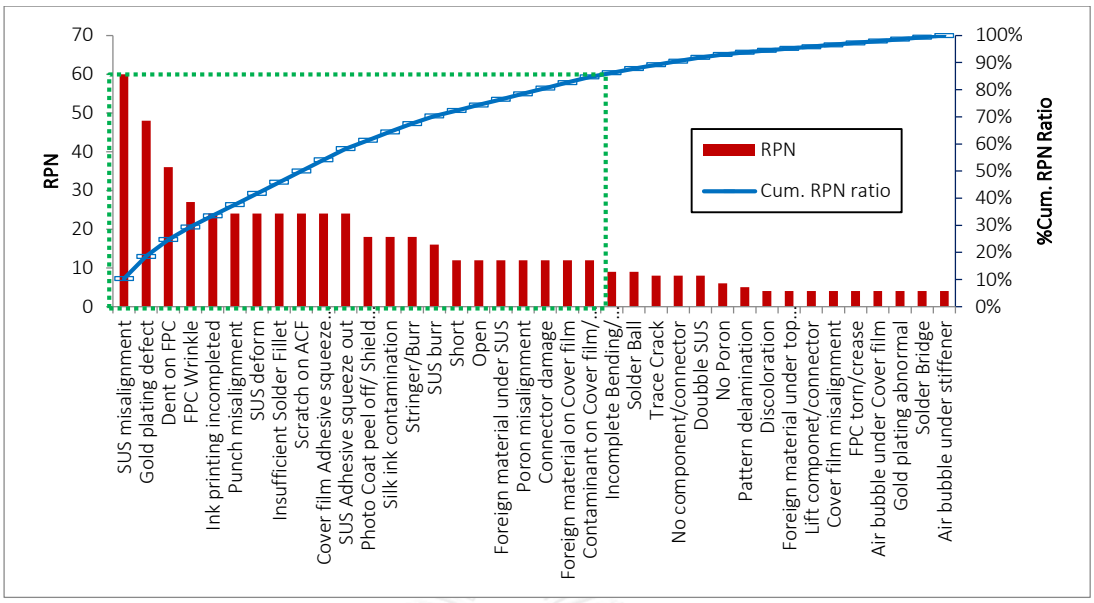
ตารางที่ 4.4 ผลของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ

ลักษณะของเสีย	Severity	Occurrence	Detection	RPN	อัตรา RPN สะสม
SUS misalignment	4	5	3	60	10%
Gold plating defect	4	4	3	48	19%
Dent on FPC	4	3	3	36	25%
FPC Wrinkle	3	3	3	27	29%
Ink printing incomplete	4	2	3	24	34%
Punch misalignment	4	2	3	24	38%
SUS deform	3	4	2	24	42%
Insufficient Solder Fillet	4	3	2	24	46%
Scratch on ACF	4	2	3	24	50%
Cover film Adhesive squeeze out	4	2	3	24	54%
SUS Adhesive squeeze out	4	2	3	24	58%
Photo Coat peel off	3	2	3	18	61%
Silk ink contamination	3	2	3	18	64%
Stringer/Burr	3	2	3	18	68%
SUS burr	4	1	4	16	70%
Short	4	3	1	12	72%
Open	4	3	1	12	74%
Foreign material under SUS	2	2	3	12	76%
Poron misalignment	3	2	2	12	79%
Connector damage	4	1	3	12	81%
Foreign material on Cover film	4	1	3	12	83%
Contaminant on Cover film/ ACF	4	1	3	12	85%
Incomplete Bending	3	1	3	9	86%
Solder Ball	3	1	3	9	88%

ตารางที่ 4.4 ผลของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ (ต่อ)

ลักษณะของเสีย	Severity	Occurrence	Detection	RPN	อัตรา RPN สะสม
Trace Crack	4	1	2	8	89%
No connector	4	1	2	8	91%
Doubble SUS	4	1	2	8	92%
No Poron	2	1	3	6	93%
Pattern delamination	5	1	1	5	94%
Discoloration	4	1	1	4	95%
Foreign material under top layer	4	1	1	4	95%
Lift componet/connector	4	1	1	4	96%
Cover film misalignment	4	1	1	4	97%
FPC torn/crease	4	1	1	4	97%
Air bubble under Cover film	4	1	1	4	98%
Gold plating abnormal	4	1	1	4	99%
Solder Bridge	4	1	1	4	99%
Air bubble under stiffener	4	1	1	4	100%

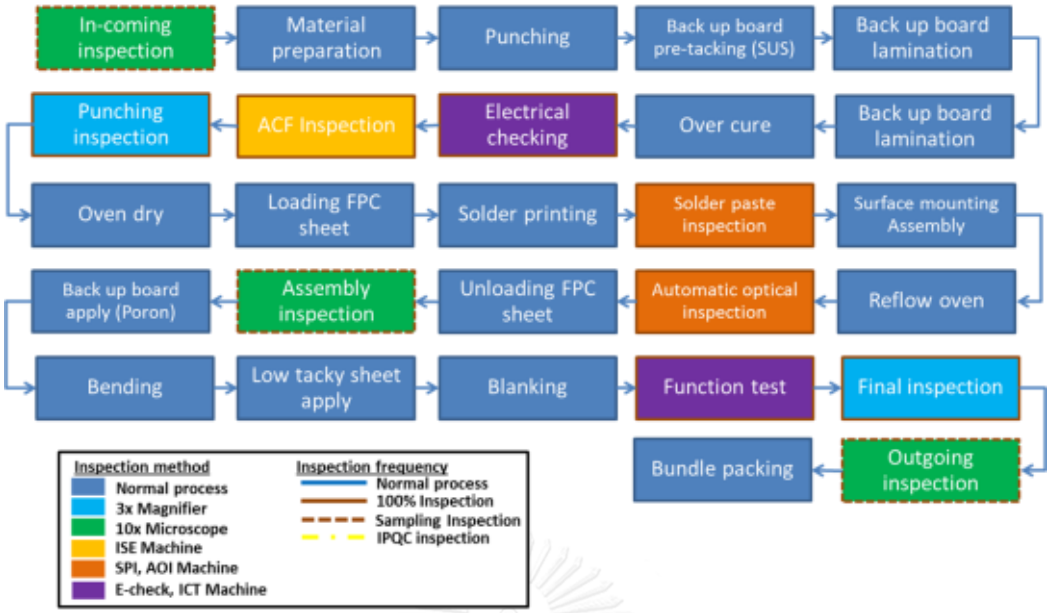
จากผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการแล้ว ผู้วิจัยได้จัดลำดับความสำคัญของลักษณะของเสียตามคะแนน RPN ที่จะทำการปรับปรุงตามหลักพาเรโต โดยจะพิจารณาปรับปรุงวิธีการตรวจจับของเสียที่มีคะแนน RPN อยู่ในกลุ่มร้อยละ 80 ซึ่งประกอบด้วย SUS misalignment, Gold plating defect, Dent on FPC, FPC Wrinkle, Ink printing incomplete, Punch misalignment, SUS deform, Insufficient Solder Fillet, Scratch on ACF, Cover film Adhesive squeeze out, SUS Adhesive squeeze out, Photo Coat peel off, Silk ink contamination, Stringer/Burr, SUS burr, Short, Open, Foreign material under SUS ,Poron misalignment, Connector damage, Foreignmaterial on coverfilm และ Contamination on coverfilm ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ผลการของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ

4.4 วิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสีย

ผู้วิจัยศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียดังแสดงในรูป 4.4 ซึ่งแสดงให้เห็นลำดับของกระบวนการตรวจจับของเสีย วิธีการและความถี่ในการตรวจ ของกระบวนการดักจับของเสียในส่วน Back end process ซึ่งประกอบด้วย In-coming inspection, Electrical checking, ACF inspection, Punching inspection, Solder paste inspection, Automated optical inspection, Assembly inspection, Function test, Final inspection และ Out-going inspection



รูปที่ 4.4 แผนผังกระบวนการและกระบวนการดักจับของเสียในส่วน Back end process

จากการศึกษากระบวนการผลิตและวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสีย พบว่าปัญหาหลักของที่ทำให้กระบวนการตรวจจับของเสียในปัจจุบันไม่สามารถตรวจจับของเสียบางลักษณะได้คือ วิธีการตรวจงานของกระบวนการ ACF inspection ไม่เหมาะสมทำให้เห็นข้อบกพร่องไม่ชัดเจน และความเร็วในการตรวจงานของกระบวนการ Punching inspection ไม่เหมาะสมเพราะผู้ตรวจงานถูกกำหนดให้ตรวจงานด้วยความเร็วสูงเพื่อให้ทันตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้ ทำให้ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้ทั้งหมดโดยรายละเอียดและวิธีการทำงานของแต่ละกระบวนการแสดงดังนี้

4.4.1 การสุ่มตรวจวัตถุดิบขาเข้า (Incoming Quality Assurance)

การสุ่มตรวจวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตตามระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (Acceptance Quality Level: AQL) ที่กำหนด หากวัตถุดิบเป็นไปตามข้อกำหนด จะทำการยอมรับ Lot แล้วนำส่งต่อมาให้ฝ่ายผลิต แต่หากวัตถุดิบไม่เป็นไปตามข้อกำหนด จะทำการปฏิเสธกลุ่มงาน (Lot) นั้นเพื่อส่งต่อให้ฝ่ายวิศวกรรมทำการตรวจสอบว่าจะคืนงาน หรือนำมาใช้ โดยวัตถุดิบที่กำหนดให้ตรวจคือ

4.4.1.1 การตรวจ Connector

- สิ่งที่ตรวจ: ลักษณะภายนอก
  วิธีการตรวจ: กล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 10 เท่า
  ความถี่ในการตรวจ: ทุกลอตตามมาตรฐาน MIL-STD-105E แบบ General Inspection Level2 ที่ระดับ AQL 0.65
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: Connector เสียรูป, ขาของ Connector เปลี่ยนสี, ความผิดปกติของ Housing
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: -
- สิ่งที่ตรวจ: ขนาดของชิ้นงาน
  วิธีการตรวจ: ไมโครมิเตอร์
  ความถี่ในการตรวจ: 5 ชิ้นต่อลอต
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: ขนาดของ Connector ออกนอกค่าเผื่อที่ยอมรับได้
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: -

4.4.1.2 การตรวจ Stiffener (SUS &Poron)

- สิ่งที่ตรวจ: ลักษณะภายนอก
  วิธีการตรวจ: กล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 10 เท่า
  ความถี่ในการตรวจ: ทุกลอตตามมาตรฐาน MIL-STD-105E แบบ General Inspection Level2 ที่ระดับ AQL 0.65
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: Stiffener เสียรูป, สิ่งสกปรกบน Stiffener, Stiffener เยื้องหรือหลุดหาย
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: -
- สิ่งที่ตรวจ: ขนาดของชิ้นงาน
  วิธีการตรวจ: ไมโครมิเตอร์
  ความถี่ในการตรวจ: 5 ชิ้นต่อลอต
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: ขนาดของ Stiffener ออกนอกค่าเผื่อที่ยอมรับ
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: -

4.4.2 การตรวจความสมบูรณ์ของเส้นลายวงจรด้วยค่าทางไฟฟ้า (Electrical Checking)

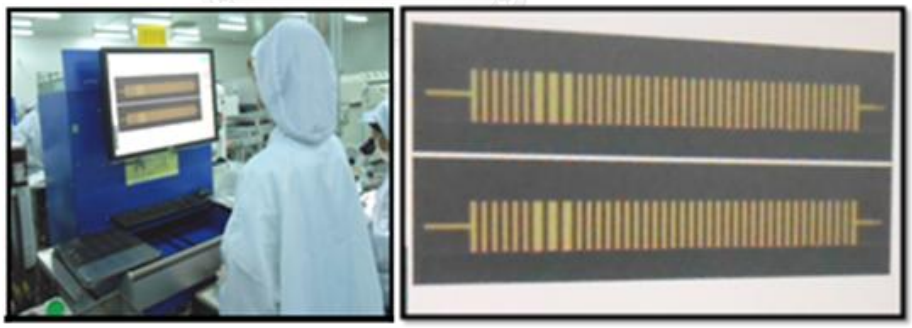
การวัดค่าทางไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของเส้นลายวงจร โดยใช้ในการตรวจจับ การเจาะหรือตัดเยื้อง (Punching misalignment)

- สิ่งที่ตรวจ: ความสมบูรณ์ของเส้นลายวงจรด้วยค่าทางไฟฟ้า
  วิธีการตรวจ: ใช้เครื่อง Electrical Checker ตรวจค่าทางไฟฟ้าของ FPC Sheet แล้วเขียนระบุชิ้นงานเสียด้วยผู้ปฏิบัติงาน
  ความถี่ในการตรวจ: ทุกตัว
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: Open pattern, Short pattern, ตัดงานเยื่อง
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: ผู้ปฏิบัติงานอาจเขียนระบุชิ้นงานเสียผิดตัว

4.4.3 การตรวจสอบชิ้นงานหลังกระบวนการตัดเจาะ (Punching Inspection)

4.4.3.1 การตรวจจับข้อบกพร่องบริเวณ ACF ของตัวงาน

การตรวจจับข้อบกพร่องบริเวณ ACF ของตัวงานด้วยเครื่อง Inspection Support Equipment เป็นการให้ผู้ตรวจตรวจจับข้อบกพร่องบริเวณ ACF terminal ของตัวงานด้วยการมองที่หน้าจอของเครื่อง Inspection Support Equipment (ISE) ที่มีกำลังขยาย 40เท่า



รูปที่ 4.5 เครื่อง Inspection Support Equipment (ISE) (ซ้าย) และตัวอย่างการรับภาพ (ขวา)

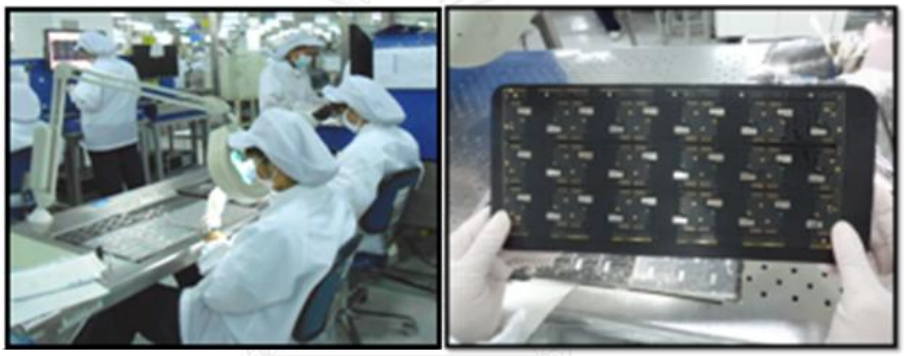
- สิ่งที่ตรวจ: ความสมบูรณ์ของเส้นลายวงจร ACF
  วิธีการตรวจ: ให้ผู้ตรวจงานมองที่หน้าจอของเครื่อง ISE เพื่อตรวจหาของเสีย แล้วทำการเขียนระบุตำแหน่งของชิ้นงานเสียบน FPC Sheet
  ความถี่ในการตรวจ: ทุกตัว

ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: Open pattern, Short pattern, การตัดงานเยื่อง, สิ่งสกปรกบน ACF, ความผิดปกติของ Gold plating

สิ่งที่ควรปรับปรุง: ผู้ปฏิบัติงานอาจเขียนระบุชิ้นงานเสียผิดตัว ไม่สามารถเห็นของเสียบางลักษณะ และผู้ตรวจงานถูกกำหนดให้ตรวจงานด้วยความเร็วสูงเพื่อให้ทันตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้ ทำให้ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้ทั้งหมด

4.4.3.2 การตรวจจับข้อบกพร่องของตัวงานจากกระบวนการ Punching

การตรวจจับข้อบกพร่องของตัวงานจากกระบวนการ Punching เป็นการให้ผู้ตรวจมองผ่านเลนส์ขยาย (Magnifier) ที่มีกำลังขยาย 3เท่า หรือกล้องไมโครสโคป (Microscope) กำลังขยาย 10 เท่า



รูปที่ 4.6 การตรวจงานผ่านเลนส์ขยาย (ซ้าย) และตัวอย่างการตรวจงาน FPC Sheet (ขวา)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- สิ่งที่ตรวจ: ความสมบูรณ์ของชิ้นงานหลังกระบวนการตัดเจาะ

  วิธีการตรวจ: ให้ผู้ตรวจงานมองหาของเสียจากกระบวนการตัดเจาะ แล้วทำการเขียนระบุตำแหน่งของชิ้นงานเสียบน FPC Sheet

  ความถี่ในการตรวจ: ทุกตัว

  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: การตัดงานเยื่อง, สิ่งสกปรกบนชิ้นงาน, เศษเสี้ยนจากการตัด, รอยกดบนตัวงาน, Stiffener เยื้อง

  สิ่งที่ควรปรับปรุง: ผู้ปฏิบัติงานอาจเขียนระบุชิ้นงานเสียผิดตัว,
  ผู้ตรวจงานถูกกำหนดให้ตรวจงานด้วยความเร็วสูงเพื่อให้ทันตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้ ทำให้ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้ทั้งหมด

4.4.4 การตรวจความสมบูรณ์ของโซลเดอร์ (Solder Paste Inspection)

การตรวจความสมบูรณ์ของตะกั่วบัดกรี (Solder) โดยสามารถตรวจสอบปริมาตร รูปร่าง และตำแหน่งของตะกั่วบัดกรี (Solder) ว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

รูปที่ 4.7 เครื่อง Solder Past Inspection (SPI)

- สิ่งที่ตรวจ: ความสมบูรณ์ของตะกั่วบัดกรี
  วิธีการตรวจ: ใช้เครื่อง SPI ตรวจสอบความสมบูรณ์ของตะกั่วบัดกรีแต่ละจุด หากพบว่าจุดใดมีคุณสมบัติออกนอกค่าที่ระบุ เครื่อง SPI จะเตือนให้ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบแล้วเขียนระบุตำแหน่งของเสียบน
  FPC Sheet
  ความถี่ในการตรวจ: ทุกตัว
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: Insufficient solder volume, Solder printing misalignment, Missing solder, Solder bridging
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: ผู้ปฏิบัติงานอาจเขียนระบุชิ้นงานเสียผิดตัว

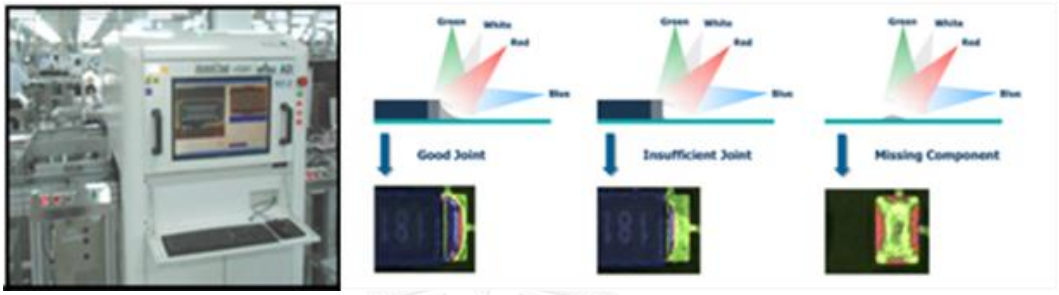
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.5 การตรวจสอบชิ้นงานหลังกระบวนการวางตัวประกอบ (Assembly Inspection)

4.4.5.1 การตรวจงานด้วยเครื่องตรวจงานแบบอัตโนมัติ (Automatic Optical Inspection: AOI)

การใช้เครื่อง AOI ตรวจจับข้อบกพร่องของการประกอบ ตัวประกอบ โดยเครื่อง AOI จะเปรียบเทียบชิ้นงานกับภาพงานดี หากพบว่ามีความแตกต่าง จะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ปฏิบัตงานตรวจสอบโดยอัตโนมัติ เครื่อง AOI เป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

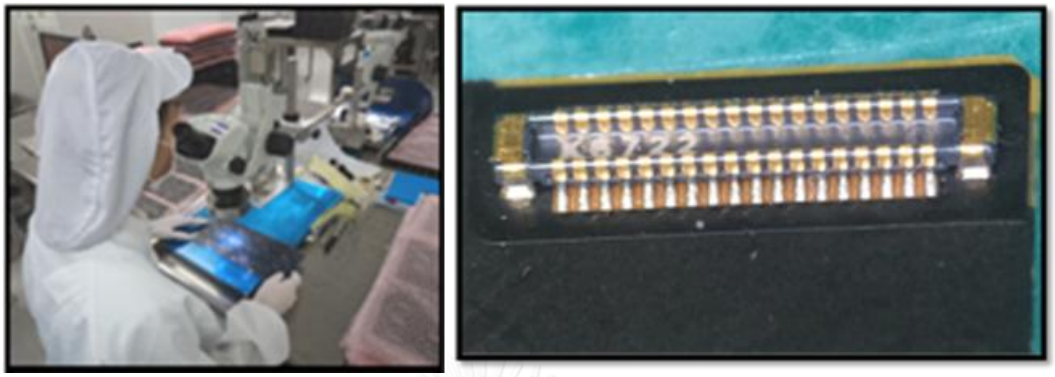
รวมถึงจุดที่มีการ Solder ต่างๆ เช่นดูความเรียบร้อยของตะกั่วที่ทำการ Solder โดยหลักการทำงานนั้นเครื่องจะทำการถ่ายภาพจาก Printed Circuit Board (PCB) ต้นแบบก่อน เพื่อเก็บรายละเอียดไว้เป็นต้นแบบ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับภาพถ่ายของ PCB ที่จะนำมาตรวจสอบในชิ้นต่อๆไป ซึ่งเครื่องนี้จะมีโปรแกรมที่เซ็ตค่าสำหรับตรวจสอบไว้ และค่าที่สามารถยอมรับหรือไม่ยอมรับว่าจะให้ชิ้นงานผ่านหรือไม่



รูปที่ 4.8 เครื่อง AOI (ซ้าย) และตัวอย่างการรับภาพ (ขวา)

- สิ่งที่ตรวจ: ความสมบูรณ์ของการประกอบ
  วิธีการตรวจ: ใช้เครื่อง AOI ตรวจจับข้อบกพร่องของการประกอบ ตัวประกอบ (Connector) โดยเครื่อง AOI จะเปรียบเทียบชิ้นงานกับภาพงานดี หากพบว่ามีความแตกต่าง จะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ปฏิบัตงานตรวจสอบแล้วเขียนระบุตำแหน่งของเสียบน FPC Sheet
  ความถี่ในการตรวจ: ทุกตัว
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: Connector misalignment, Missing component, Solder bridging
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: ผู้ปฏิบัติงานอาจเขียนระบุชิ้นงานเสียผิดตัว, ไม่สามารถตรวจสอบของเสียด้านข้างและใต้ตัว Connector ได้

4.4.5.2 การตรวจจับข้อบกพร่องของตัวงานบริเวณตัวประกอบ (Connector) ด้วยการให้ผู้ตรวจมองผ่านกล้องไมโครสโคป กำลังขยาย 10เท่า



รูปที่ 4.9 การปฏิบัตงานของผู้ตรวจงานด้วยกล้องไมโครสโคป (ซ้าย)
และตัวอย่างของชิ้นงานบริเวณ Connector (ขวา)

- สิ่งที่ตรวจ: ความสมบูรณ์ของการประกอบ
  วิธีการตรวจ: ใช้เครื่อง AOI ตรวจจับข้อบกพร่องของการประกอบ ตัวประกอบ (Connector) โดยเครื่อง AOI จะเปรียบเทียบชิ้นงานกับภาพงานดี หากพบว่ามีความแตกต่าง จะทำการแจ้งเตือนให้ผู้ปฏิบัตงานตรวจสอบแล้วเขียนระบุตำแหน่งของเสียบน FPC Sheet
  ความถี่ในการตรวจ: ทุกตัว
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: Insufficient solder volume, Solder printing misalignment, Missing solder, Solder bridging, Component misalignment, Missing component, Component lift
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: ผู้ปฏิบัติงานอาจเขียนระบุชิ้นงานเสียผิดตัว, ผู้ตรวจงานไม่สามารถดักจับของเสียได้เนื่องจากความเร็วในการตรวจสูงเกินไป

4.4.6 การตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าของตัวงานด้วยเครื่อง In-circuit Test (ICT)

การวัดค่าทางไฟฟ้าของแผงวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น ที่อยู่ในรูปแบบงานดี (Finish goods) ว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่

รูปที่ 4.10 การปฏิบัตงานของเครื่อง In-circuit Test (ICT)

- สิ่งที่ตรวจ: ค่าทางไฟฟ้าของตัวงาน
  วิธีการตรวจ: ผู้ปฏิบัติงานป้อนชิ้นงานบนเครื่อง ICT แล้วกดปุ่มเริ่มทำงาน เครื่องICT จะวัดค่าทางไฟฟ้าของตัวงานว่าถูกต้องหรือไม่
  ความถี่ในการตรวจ: ทุกตัว
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: Solder bridging, Pattern short, Pattern open, Connector lift, Wrong component, Over resistance
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: ผู้ปฏิบัติงานอาจวางงานเสียลงบนพื้นที่เก็บงานดี

4.4.7 การตรวจงานหลังกระบวนการผลิต (Final Inspection)

การตรวจจับข้อบกพร่องของตัวงานที่อยู่ในรูปแบบงานสำเร็จ ด้วยการให้ผู้ตรวจมองผ่านเลนส์ขยายที่มีกำลังขยาย 3เท่า หรือกล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 10 เท่า

รูปที่ 4.11 การตรวจงานบน Tray ผ่านเลนส์ขยาย

- สิ่งที่ตรวจ: ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน
  วิธีการตรวจ: ให้ผู้ตรวจงานตรวจแยกชิ้นงานเสีย ผ่านเลนส์ขยาย
  ความถี่ในการตรวจ: ทุกตัว
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: ของเสียที่สามารถสังเกตุเห็นได้ทั้งหมด
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: ผู้ปฏิบัติงานวางชิ้นงานเสียบนพื้นที่ของงานดี, ผู้ตรวจงานไม่สามารถดักจับของเสียได้เนื้องจากความเร็วในการตรวจสูงเกินไป

4.4.8 การสุ่มตรวจงานเพื่อรับรองคุณภาพก่อนขาย (Outgoing Quality Assurance: OQA)

การสุ่มตรวจงานเพื่อการยอมรับกลุ่มงานตามระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ที่กำหนด หากตัวงานในกลุ่มงานนั้นๆ เป็นไปตามข้อกำหนด จะทำการยอมรับกลุ่มงาน แล้วส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป แต่หากไม่เป็นไปตามข้อกำหนด จะทำการปฏิเสธกลุ่มงานนั้นเพื่อให้ฝ่ายผลิตทำการตรวจอีกครั้ง

รูปที่ 4.**12 การสุ่มตรวจงานของกระบวนการ Outgoing Quality Assurance**

- สิ่งที่ตรวจ: ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน
  วิธีการตรวจ: ให้ผู้ตรวจงานตรวจแยกชิ้นงานเสีย ผ่านเลนส์ขยาย
  ความถี่ในการตรวจ: ทุกลอตตามมาตรฐาน MIL-STD-105E แบบ General Inspection Level2 ที่ระดับ AQL 0.65
  ลักษณะของเสียที่ตรวจพบ: ของเสียที่สามารถสังเกตุเห็นได้ทั้งหมด
  สิ่งที่ควรปรับปรุง: ผู้ปฏิบัติงานวางชิ้นงานเสียบนพื้นที่ของงานดี, ผู้ตรวจงานไม่สามารถดักจับของเสียได้เนื้องจากความเร็วในการตรวจสูงเกินไป

4.5 การปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพ

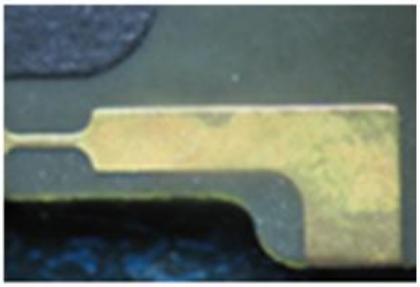
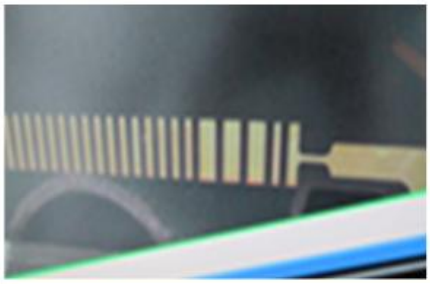
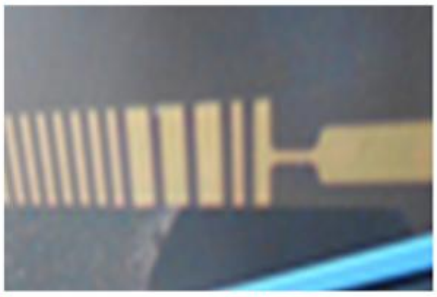
4.5.1 ปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียที่สำคัญ

จากผลการวิเคราะห์ FMEA ซึ่งพบว่าของเสียที่มีความเสี่ยงสูงคือของเสียที่มีคะแนน RPN อยู่ในกลุ่มร้อยละ 80 ซึ่งประกอบด้วย SUS misalignment, Gold plating defect, Dent on FPC, FPC Wrinkle, Ink printing incomplete, Punch misalignment, SUS deform, Insufficient Solder Fillet, Scratch on ACF, Cover film Adhesive squeeze out, SUS Adhesive squeeze out, Photo Coat peel off, Silk ink contamination, Stringer/Burr, SUS burr, Short, Open, Foreign material under SUS, Poron misalignment, Connector damage, Foreign material on cover film และ Contamination on cover film โดยของเสียทั้งหมดสามารถตรวจจับได้ที่กระบวนการตรวจ Punching inspection และ Assembly inspection ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการดังนี้

4.5.1.1 การเปลี่ยนเครื่องมือที่ใช้ตรวจงานในกระบวนการ punching *inspection จากเครื่อง ISE เป็นกล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 10 เท่า*

กระบวนการ Punching inspection สามารถตรวจจับลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นบริเวณ ACF terminal ประกอบด้วย Gold plating defect, Punch misalignment, Scratch on ACF, Short และ Open ซึ่งจากการศึกษาวิธีการตรวจงานพบว่าวิธีการที่ใช้ ISE Machine ตรวจจับของลักษณะข้างต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเครื่องจักรชนิดนี้ไม่เหมาะกับการตรวจพื้นที่บริเวณ Gold plating ของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ที่มีขนาดเล็กกว่าผลิตภัณฑ์รุ่นอื่นๆ โดยตาราง 4.5 แสดงผลการการตรวจของเสียที่เกิดขึ้นบริเวณ ACF Terminal ที่ถูกตรวจด้วยกล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 10เท่า และเครื่อง ISE Machine พบว่า ISE Machine ไม่สามารถแยกของเสียชนิดที่เกิดขึ้นบริเวณ ACF terminal ได้

ตารางที่ 4.5 ภาพของเสียบริเวณ ACF Terminal ที่ถูกตรวจพบจากกล้อง 10X Microscope และ ISE Machine

ระดับ	ความสามารถในการตรวจจับ	
	10X Microscope	ISE Machine
ระดับรุนแรง		
	ตรวจจับได้	ตรวจจับไม่ได้
ระดับรุนแรง		
	ตรวจจับได้	ตรวจจับไม่ได้
ระดับรุนแรงน้อย		
	ตรวจจับได้	ตรวจจับไม่ได้

ผู้วิจัยได้เปลี่ยนเครื่องมือที่ใช้ตรวจจากการให้ผู้ตรวจงานมองผ่านหน้าจอของเครื่อง ISE เป็นตรวจงานผ่านกล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 10 เท่า ซึ่งช่วยให้ผู้ตรวจงานสามารถมองเห็นลักษณะเสียที่เกิดบริเวณ ACF Terminal ได้อย่างชัดเจน

4.5.1.2 การลดความเร็วในการตรวจงานของผู้ตรวจงานในกระบวนการ punching inspection และ Assembly inspection

ผู้วิจัยได้ศึกษาความเหมาะสมของความเร็วในการตรวจงานของผู้ตรวจงานในกระบวนการ punching inspection และ Assembly inspection ซึ่งทั้งสองกระบวนการต้องตรวจหาของเสียลักษณะที่มีขนาดเล็กและสังเกตเห็นได้ยาก ดังนั้นการตรวจงานด้วยความเร็วที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้ผู้ตรวจงานไม่สามารถตรวจจับของเสียได้ โดยฝ่ายวิศวกรรมได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยนความเร็วในการตรวจงานโดยให้ผู้ตรวจงานตรวจชิ้นงานจำนวน 15,000ชิ้น โดยเตรียมชิ้นงานจำนวน 10 ลอต จำนวนลอตละ 1,500 ตัว แต่ละลอตจะมีของเสียชนิด SUS misalignment, Gold plating defect, Dent on FPC, FPC Wrinkle, Ink printing incomplete, Punch misalignment, SUS deform, Insufficient Solder Fillet, Scratch on ACF, Cover film Adhesive squeeze out, SUS Adhesive squeeze out, Photo Coat peel off, Silk ink contamination, Stringer/Burr, SUS burr, Foreign material under SUS, Poron misalignment, Connector damage, Foreign material on cover film และ Contamination on cover film อยู่จำนวน 5 ถึง 15 ตัว แล้วนำไปให้ผู้ตรวจงานตรวจด้วยความเร็วที่ต่างกัน โดยใช้ผู้ตรวจงานคนเดียวกัน แต่ใช้วิธีการสลับลำดับลอตงานเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ตรวจงานจำลักษณะของเสียในแต่ละลอตได้ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง แล้วบันทึกจำนวนของเสียที่ไม่ถูกตรวจพบ โดยตาราง4.6 แสดงผลที่ได้จากการทดลอง พบว่าที่ความเร็วในการตรวจงานหรือจำนวนชิ้นงานที่ผู้ตรวจสามารถตรวจได้ต่อชั่วโมง (Unit per hour : UPH) เท่ากับ 500, 1,000 และ 1,500 มีของเสียหลุดไปยังกระบวนการถัดไปอยู่ที่ 467, 533 และ 2467 DPPM แสดงให้เห็นว่ายิ่งผู้ตรวจใช้เวลาในการตรวจงานนานขึ้นหรือตรวจงานช้าลง จะสามารถตรวจจับของเสียได้มากขึ้นหรือมีจำนวนของเสียที่ไม่ถูกตรวจพบน้อยลง อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ถึงต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากจำนวนผู้ตรวจงานที่เพิ่มขึ้น ทำให้ฝ่ายวิศวกรรมเลือกใช้ความเร็วในการตรวจงานที่ 1000 ชิ้นต่อชั่วโมง

ตารางที่ 4.6 สรุปผลทดลองเปลี่ยนความเร็วในการตรวจงานที่ Punching inspection

Lot no.	ขนาดของลอต (ชิ้น)	ของของเสียที่หลุดไปยังกระบวนการถัดไป (ชิ้น)		
		UPH 500	UPH 1000	UPH 1500
Lot1	1500	1	1	4
Lot2	1500	1	0	3
Lot3	1500	1	1	2
Lot4	1500	1	1	3
Lot5	1500	0	1	4
Lot6	1500	1	1	4
Lot7	1500	0	0	2
Lot8	1500	1	1	5
Lot9	1500	0	1	3
Lot10	1500	1	1	7
รวม	15000	7	8	37
	Defect Part Per Million ของของเสียที่หลุดไปยังกระบวนการถัดไป	467	533	2467

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตามของเสียที่มีความเสี่ยงสูงไม่เคยถูกตรวจพบโดยลูกค้า ประกอบด้วย Short และ Open circuit จัดเป็นลักษณะของเสียที่มีวิธีการตรวจจับที่เหมาะสมแล้ว คือการตรวจจับด้วยเครื่อง E-check machine จึงคงวิธีการตรวจจับของเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

นอกจากนี้ของเสียลักษณะอื่นๆ ที่อยู่อยู่นอกกลุ่มความเสี่ยงสูงสุดร้อยละ 80 จัดเป็นลักษณะของเสียที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำสุด ผู้วิจัยจึงให้ผู้ตรวจงานยกเลิกการตรวจของเสียในกลุ่มเหล่านี้แล้วทำการสุ่มตรวจที่กระบวนการ OQA inspection โดยสุ่มตรวจงานตามแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับของมาตรฐาน MIL-STD-105E ด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยวแบบปกติ ตามระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 0.4 ซึ่งเป็นระดับเดียวกับวิธีการของลูกค้า หากพบลอตที่มีของเสียมากกว่าจำนวนการปฏิเสธลอต ให้ตรวจสอบชิ้นงานในลอตนั้นทุกตัวด้วยกล้องไมโครสโคปกำลังขยาย10เท่า

4.5.2 ปรับปรุงทักษะการตรวจงานของผู้ตรวจงาน

เนื่องจากการตรวจงานด้วยมนุษย์มีโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดและไม่สม่ำเสมอในการทำงาน อาธิ ผู้ตรวจงานไม่เข้าใจข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ทักษะการตรวจงานของผู้ตรวจงานไม่เพียงพอ และความเหนื่อยล้าในการทำงาน เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงการตรวจงานดังต่อไปนี้

4.5.2.1 จัดอบรมเรื่องข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์และวิธีการตรวจงาน

เพื่อให้ผู้ตรวจงานเข้าใจข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์และวิธีการตรวจงานที่ถูกต้อง ผู้วิจัยได้จัดอบรมให้กับผู้ตรวจงานทุกคนแล้วทำการทดสอบ หากผู้ตรวจงานสอบได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 90 ของคะแนนรวม ถือว่าผ่านการอบรมและได้ใบรับรองให้สามารถตรวจงานได้ หากได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 90 ของคะแนนรวม ถือว่าไม่ผ่านการอบรมและต้องได้รับการอบรมและทดสอบใหม่ นอกจากนี้ใบรับรองจะหมดอายุหลังจากวันที่รับรอง 6 เดือน

รูปที่ 4.13 การฝึกอบรมเรื่องข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์และวิธีการตรวจงานให้กับผู้ตรวจงาน

4.5.2.2 การสุ่มตรวจความถูกต้องของการตัดสินใจของผู้ตรวจงาน

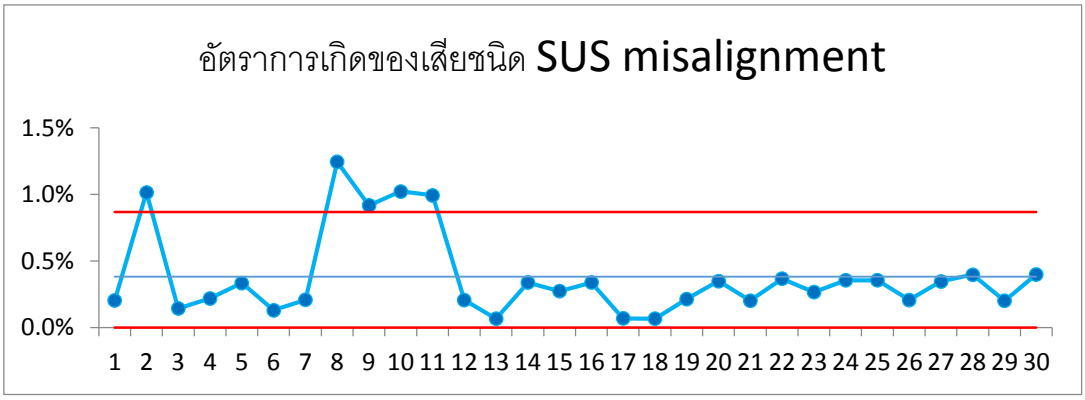
เป็นการสุ่มตรวจงานที่ผู้ตรวจงานตรวจเสร็จแล้ว โดยแบ่งเป็นงานที่ถูกตัดสินว่าเป็น งานดี 10 ชิ้นและงานที่ถูกตัดสินว่าเป็นงานเสีย 10 ชิ้น หากพบว่าผู้ตรวจงานตัดสินใจผิด ผู้สุ่มตรวจงานจะสอบถามผู้ตรวจงานเพื่อทำความเข้าใจถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาด แล้วทำการแก้ไขตามสาเหตุนั้น เช่น หากพบว่าผู้ตรวจงานไม่เข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ผู้สุ่มตรวจงานจะอธิบายข้อกำหนดที่ถูกต้องให้กับผู้ตรวจงาน แล้วทดสอบความเข้าใจด้วนการทวนถามก่อนจะอนุญาติให้ปฏิบัติงานต่อไปเพื่อเป็นการชักจูงใจให้ผู้ตรวจงานมุ่งมั่นที่จะลดข้อผิดพลาดในการตรวจงาน ฝ่ายผลิตจะรวบรวมผลการสุ่มตรวจความถูกต้องของการตัดสินใจของผู้ตรวจงานทุกคนเดือนละครั้ง แล้วให้รางวัลผู้ตรวจงานที่มีผลการตรวจงานผิดพลาดน้อยกว่าร้อยละห้าของจำนวนที่ถูกสุ่มตรวจ

4.5.3 ประยุกต์ใช้การควบคุมกระบวนการด้วยหลักสถิติควบคุมการเกิดของเสียที่สำคัญ

จากผลการวิเคราะห์ FMEA พบว่าลักษณะของเสียที่มีความเสี่ยงสูงสุด 3 ลำดับแรกคือ SUS misalignment, Gold plating defect และ Dent on FPC แต่ Gold plating defect เป็นของเสียที่เกิดจากกระบวนการส่วนของ Front end process ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงวิธีการควบคุมการเกิดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ Backend process คือของเสียลักษณะ SUS misalignment และ Dent on FPC เท่านั้น โดยมีรายละเอียดในการนำหลักการควบคุมกระบวนการด้วยหลักสถิติในการควบคุมการเกิดของเสียลักษณะข้างต้น ดังนี้

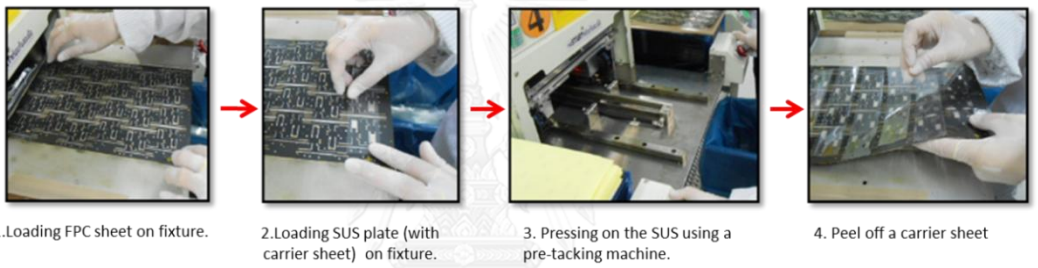
4.5.3.1 SUS misalignment

โดยปกติของเสียชนิดนี้จะมีสัดส่วนของเสียเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.4 แต่จากการเก็บข้อมูลพบว่ามีบางลอตที่มีสัดส่วนของเสียมากกว่าปกติ ดังแสดงในรูปที่ 4.14

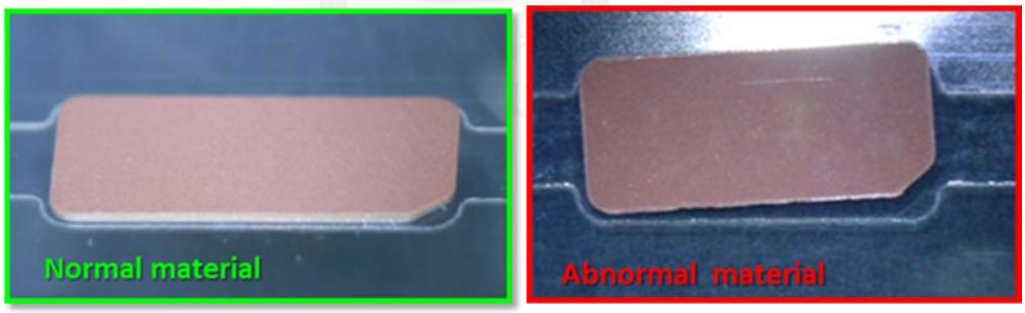


รูปที่ 4.14 แผนภาพแสดงสัดส่วนของเสียของ SUS misalignment.

เนื่องจากของเสียของลอตที่ผิดปกติคือลอตที่ 2, 8, 9, 10 และ 11 มีระดับของเสียอยู่ระหว่างร้อยละ 0.8 ถึง 1.3 ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีการสุ่มตรวจในกระบวนการตามแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับของมาตรฐาน MIL-STD-105E ด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยวแบบปกติ ตามระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 0.65 หากพบลอตที่มีของเสียมากกว่าจำนวนการปฏิเสธลอต ให้ตรวจสอบชิ้นงานในลอตนั้นทุกตัว ด้วยกล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 10เท่าโดยผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะการเกิดของเสียชนิดนี้เพื่อออกแบบวิธีการตรวจจับของเสียในกระบวนการ พบว่ามีสาเหตุเกิดจาก กระบวนการ SUS Pretacking และ Poron Pretacking เป็นการนำ SUS หรือ Poron ที่อยู่บน Carrier sheet มาติดบน FPC sheet จากการศึกษาพบว่า SUS หรือ Poron misalignment เกิดจากการที่ตำแหน่งของ SUS หรือ Poron บน Carrier sheet เยื้องออกนอกตำแหน่งที่ออกแบบไว้ ซึ่งปัญหานี้เกิดมาจากวัตถุดิบ โดยวิธีการทำงานและตัวอย่างวัตถุดิบแสดงในรูปที่ 4.15 และ 4.16 ตามลำดับ



รูปที่ 4.15 วิธีการทำงานของกระบวนการ SUS / Poron Pretacking

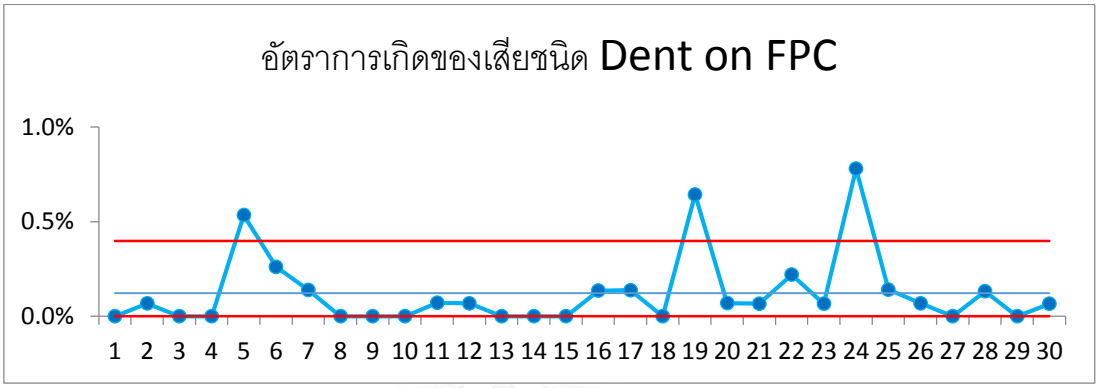


รูปที่ 4.**16** ตัวอย่าง SUS material ที่เยื้องออกนอกตำแหน่งที่ออกแบบไว้

จากสาเหตุข้างต้น ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ผู้ปฏิบัติงานที่กระบวนการ SUS/Poron Pretacking ทำการตรวจ SUS/Poron misalignment ของ FPC sheet แรกเมื่อเริ่มต้นลอตนั้นๆ หากตรวจพบของเสียชนิดนี้ ให้เปลี่ยนไปใช้วัตถุดิบลอตใหม่ หากยังพบปัญหาให้แจ้งฝ่ายวิศวกรรมเพื่อทำการแก้ไข

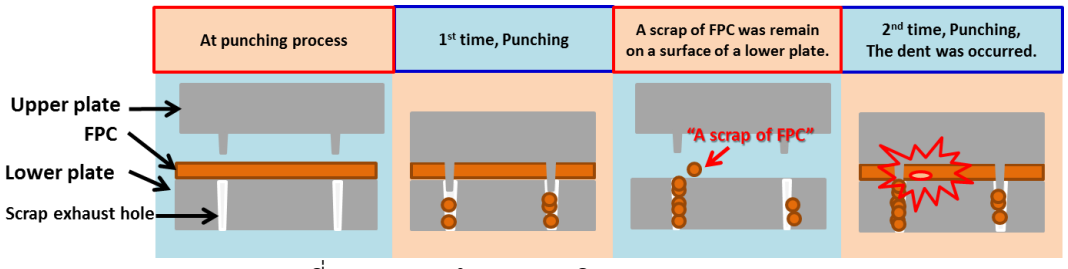
4.5.3.2 Dent on FPC

โดยปกติของเสียชนิดนี้จะมีสัดส่วนของเสียเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.17 แต่จากการเก็บข้อมูลพบว่ามีบางลอตที่มีสัดส่วนของเสียมากกว่าปกติ ดังแสดงในรูปที่ 4.17



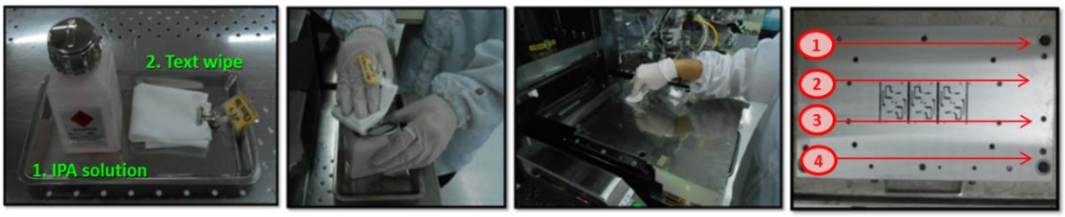
รูปที่ 4.17 แผนภาพแสดงสัดส่วนของเสียของ Dent on FPC

เนื่องจากของเสียของลอตที่ผิดปกติคือลอตที่ 5, 19, และ 24 มีระดับของเสียอยู่ระหว่างร้อยละ 0.55 ถึง 0.79 ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีการสุ่มตรวจในกระบวนการตามแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับของมาตรฐาน MIL-STD-105E ด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยวแบบปกติ ตามระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 0.4 หากพบลอตที่มีของเสียมากกว่าจำนวนการปฏิเสธลอต ให้ตรวจสอบชิ้นงานในลอตนั้นทุกตัว ด้วยกล้องไมโครสโคปกำลังขยาย 10เท่าผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะการเกิดของเสียชนิดนี้เพื่อออกแบบวิธีการตรวจจับของเสียในกระบวนการ พบว่ามีสาเหตุดังแสดงในรูปที่4.18 แสดงภาพจำลองการเกิด Dent on FPC ที่กระบวนการ Punching, Blanking และ Bending เป็นกระบวนการที่ต้องกดและตัดบางส่วนของตัวงาน ดังนั้นกระบวนการเหล่านี้มักจะมีเศษจากการตัด หรือสิ่งสกปรกติดค้างบนหน้า Die ทำให้เกิดรอยกดบนตัวงาน



รูปที่ 4.18 ภาพจำลองการเกิด Dent on FPC

จากสาเหตุข้างต้น ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ผู้ปฏิบัติงานที่กระบวนการ Punching, Blanking และ Bending ทำการตรวจ FPC Sheet แรกเมื่อเริ่มต้นลอตนั้นๆ หากตรวจพบของเสียชนิดนี้ ให้ทำความสะอาดหน้า Die ตามวิธการที่แสดงในรูปที่ 4.17แล้วตรวจงาน FPC sheet ต่อมา หากยังพบปัญหาให้แจ้งฝ่ายวิศวกรรมเพื่อทำการแก้ไข



1. Prepare a texwipe and IPA solution.

2. To wipe a text wipe with IPA solution.

3. To use a text wipe to clean on a die surface follow the red direction in the photo.

รูปที่ 4.19 วิธีการทำความสะอาดหน้า Die

จากผลการปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียที่สำคัญ และวิเคราะห์หาขนาดของการชักสิ่งตัวอย่างที่เหมาะของกระบวนการตรวจจับของเสีย สามารถสรุปปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นจริง แสดงในตาราง 4.7

ตารางที่ 4.7 วิธีการตรวจจับของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

ลักษณะของเสีย	กระบวนการที่ตรวจจับ	วิธีการตรวจจับแบบเดิม	วิธีการตรวจจับแบบใหม่	เปลี่ยนแปลง
SUS misalignment	Punching inspt.	3X Magnifier, 100%	3X Magnifier, 100%	ใช่
	IPQC	None	10X Magnifier, 1 sheet per lot	ใช่
Gold plating defect	Punching inspt.	ISE, 100%	10X Microscope, 100%	ใช่
Dent on FPC	Final inspection	3X Magnifier, 100%	3X Magnifier, 100%	ใช่
	IPQC	None	10X Magnifier, 1 sheet per lot	ใช่

ตารางที่ 4.7 วิธีการตรวจจับของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลักษณะของเสีย	กระบวนการที่ตรวจจับ	วิธีการตรวจจับแบบเดิม	วิธีการตรวจจับแบบใหม่	เปลี่ยนแปลง
FPC Wrinkle	Punching inspt.	3X Magnifier, 100% (UPH1500)	3X Magnifier, 100% (UPH1000)	ใช่
Short &Open	Electrical Check	Electrical check machine, 100%	Electrical check machine, 100%	ไม่ใช่
Incomplete ink printing	Punching inspt.	3X Magnifier, 100% (UPH1500)	3X Magnifier, 100% (UPH1000)	ใช่
Punching misalignment	Punching inspt.	3X Magnifier, 100% (UPH1500)	3X Magnifier, 100% (UPH1000)	ใช่
SUS deformation	Punching inspt.	3X Magnifier, 100% (UPH1500)	3X Magnifier, 100% (UPH1000)	ใช่
Insufficient solder fillet	SPI	SPI machine, 100%	SPI machine, 100%	ไม่ใช่
	Assembly inspt.	AOI machine, 100%	AOI machine, 100%	ไม่ใช่
		&10X Microscope, 100% (UPH1500)	&10X Microscope, 100% (UPH1000)	ใช่
Scratch on FPC	Punching inspt.	3X Magnifier, 100% (UPH1500)	3X Magnifier, 100% (UPH1000)	ใช่
Adhesive squeeze out	Punching inspt.	3X Magnifier, 100% (UPH1500)	3X Magnifier, 100% (UPH1000)	ใช่
Shield sheet exposed	Punching inspt.	3X Magnifier, 100% (UPH1500)	3X Magnifier, 100% (UPH1000)	ใช่
Contamination on FPC	Punching inspt.	3X Magnifier, 100% (UPH1500)	3X Magnifier, 100% (UPH1000)	ใช่

ตารางที่ 4.7 วิธีการตรวจจับของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลักษณะของเสีย	กระบวนการที่ตรวจจับ	วิธีการตรวจจับแบบเดิม	วิธีการตรวจจับแบบใหม่	เปลี่ยนแปลง
Stringer/Burr	Punching inspt.	3X Magnifier, 100% (UPH1500)	3X Magnifier, 100% (UPH1000)	ใช่
SUS burr	Punching inspt.	3X Magnifier, 100% (UPH1500)	3X Magnifier, 100% (UPH1000)	ใช่
Poron misalignment	Assembly inspt.	&10X Microscope, 100% (UPH1500)	&10X Microscope, 100% (UPH1000)	ใช่
ของเสียลักษณะอื่นๆ	Final inspection	10X Microscope	None	ใช่
	OQC	10X Microscope, AQL0.4%(G2)	10X Microscope, AQL0.4%(G2)	ใช่

4.6 ผลการทดลองใช้แผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุง

4.6.1 การปฏิเสธลอตโดยลูกค้า ค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำและของเสียที่ถูกส่งคืน

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นผลการสุ่มตรวจงานของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มโทรศัพท์มือถือและค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตจากลูกค้าก่อนการปรับปรุงแผนการควบคุมคุณภาพ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ปี พ.ศ.2556 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม ปีพ.ศ.2556 และหลังการปรับปรุงแผนการควบคุมคุณภาพ ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน ปีพ.ศ.2557 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม ปีพ.ศ.2557 สัดส่วนจำนวนงานที่ถูกปฏิเสธลอตลดลงจาก 35.07% เหลือ 27.62% ของยอดขายรวม สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำลดลงจาก 0.49% เหลือ 0.44% ของมูลค่ายอดขาย และจำนวนของเสียที่ถูกส่งคืนลดลงจาก 0.68% เหลือ 0.05% ของยอดขายรวม มูลค่าของเสียที่ถูกส่งคืนลดลงจาก 0.71% เหลือ 0.06% สามารถสรุปได้ว่าแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงสามารถลดค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำและของเสียที่ถูกส่งคืนจาก 1.2% เหลือ 0.5% ของมูลค่ายอดขายรวม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมูลค่ายอดขายในปี 2558 ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 4,200 ล้านบาท คาดว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ 29.4 ล้านบาท

ตารางที่ 4.8 ผลการสุ่มตรวจงานของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มโทรศัพท์มือถือและค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิเสธลอตจากลูกค้าก่อนและหลังการปรับปรุงแผนการควบคุมคุณภาพ

ช่วงเวลา	ยอดขาย	มูลค่ายอดขาย	จำนวนงานที่ถูกปฏิเสธ	ค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำ	จำนวนของเสียที่ถูกส่งคืน	มูลค่าของเสียที่ถูกส่งคืน
	(ชิ้น)	(บาท)	(ชิ้น)	(บาท)	(ชิ้น)	(บาท)
ก่อนปรับปรุง	142,961,784	4,016,742,526	50,131,912	19,798,502	970,608	28,455,062
	สัดส่วนต่อยอดขาย		35.07%	0.49%	0.68%	0.71%
หลังปรับปรุง	20,172,508	500,120,730	5,571,978	2,200,531	10,379	304,278
	สัดส่วนต่อยอดขาย		27.62%	0.44%	0.05%	0.06%
สัดส่วนร้อยละที่ลดลง (เปรียบเทียบกับยอดขาย)			7.45%	0.05%	0.63%	0.65%
สัดส่วนร้อยละที่ลดลง (เปรียบเทียบกับสัดส่วนก่อนการปรับปรุง)			21.23%	10.73%	92.42%	91.41%

4.6.2 ค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุง

ตาราง 4.9 แสดงค่าใช้จ่ายของแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงต่อกะ โดยใช้ค่าใช้จ่ายรวมอยู่ที่ 17,820 บาทต่อกะหรือประมาณ 10,692,000 ล้านบาทต่อปี

ตารางที่ 4.9 ค่าใช้จ่ายของแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงต่อกะ

กระบวนการ	กิจกรรม	เวลาที่ใช้ (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
Material Receiving	การตรวจฉลากของวัตถุดิบ (Solder paste, Connector, Poron &SUS)	30	36
In-coming Inspection	การสุ่มวัดขนาดของชิ้นงาน 5 ชิ้นต่อลอต (Connector, Poron &SUS)	60	72
	การสุ่มตรวจงานด้วยกล้องไมโครสโคป (Connector, Poron &SUS) ด้วย AQL 0.4 C=0	90	108

ตารางที่ 4.9 ค่าใช้จ่ายของแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงต่อกะ (ต่อ)

กระบวนการ	กิจกรรม	เวลาที่ใช้ (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1st Punching	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	10	12
BKPBD Lamination	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
E-check	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
	การตรวจเช็คการทำงานของเครื่องด้วยงานตัวอย่าง	10	12
	การตรวจค่าทางไฟฟ้าของตัวงานใช้คนงาน 1 คน	600	720
Punching Inspection	การตรวจงานด้วย 10X Microscope และ 3X magnifier (UPH1000) ใช้คนตรวจ 8 คน	3,600	4,320
Material Preparation	การเตรียมวัตถุดิบ	15	18
Oven dry	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
SMT Solder print	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	20	24
Solder Paste Inspection	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
	การตรวจสอบงานเสียที่ถูกดักจับด้วยเครื่อง SPI ใช้คนงาน 1 คน	600	720
SMT Ass'y (Connector)	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
	การตรวจเช็คความถูกต้องของตัวประกอบ	10	12
SMT Reflow	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	10	12
	การตรวจเช็คโปรไฟล์ของอุณหภูมิด้วยการวัดอุณหภูมิจริง	120	144
Ass'y Inspection (AOI)	ตรวจงานด้วยกล้องไมโครสโคป 100% ของจำนวนงานทั้งหมดใช้คนตรวจ 6 คน	2,400	2,880
	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	10	12

ตารางที่ 4.9 ค่าใช้จ่ายของแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงต่อกะ (ต่อ)

กระบวนการ	กิจกรรม	เวลาที่ใช้ (นาที)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
BKPBD Pretack	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
1st Blanking	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
Bending	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
2nd Blanking	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
ICT	การตรวจเช็คกระบวนการก่อนเริ่มงาน	5	6
	การตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานของเครื่องด้วยชิ้นงานตัวอย่าง	10	12
	การตรวจค่าทางไฟฟ้าของชิ้นงานใช้คน 4 คน	2,400	2,880
Final Inspection	การตรวจงานด้วยกล้องไมโครสโคปใช้คนตรวจ 3 คน	1,800	2,160
OQA	การตรวจงานด้วยกล้องไมโครสโคปใช้คนตรวจ 2 คน	1,200	1,440
Bundle Packing	การนับจำนวนงานใช้คนตรวจ 1 คน	600	720
IPQC	พนักงานสุ่มตรวจงานในกระบวนการ 2 คน	1,200	1,440
	รวม	**14,850**	**17,820**

ในส่วนของเครื่องจักร ISE ในกระบวนการ Punching inspection ที่ได้ยกเลิกการใช้ ทางบริษัทได้นำเครื่องจักรชนิดนี้ไปใช้กับผลิตภัณฑ์ในรุ่นอื่นๆ แล้วนำกล้องไมโครสโคปที่เหลืออยู่จากส่วนการผลิตนั้นมาใช้ จึงไม่เกิดความสูญเปล่าจากการเปลี่ยนแปลงในด้านอุปกรณ์การตรวจ

ปัจจัยหลักที่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นคือจำนวนผู้ตรวจงานที่ใช้ในการตรวจจับของเสียเพิ่มขึ้น ในกระบวนการ Assembly inspection เพิ่มขึ้นจาก 3 คนเป็น 6 คน และกระบวนการ Punching inspection เพิ่มขึ้นจาก 4 คนเป็น 8 คน เนื่องจากความเร็วในการตรวจงานลดลง และเพิ่มผู้สุ่มตรวจของเสียในกระบวนการจำนวน 2 คน อย่างไรก็ตามสามารถลดจำนวนผู้ตรวจงานของกระบวนการ Final inspection ได้ 1 คนเนื่องจากมีการยกเลิกการตรวจของเสียบางชนิดทำให้ผู้ตรวจงานสามารถตรวจงานได้เร็วขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของแผนควบคุมคุณภาพก่อนการปรับปรุงที่มีค่าใช้จ่าย 12,060 บาทต่อกะ สามารถประมาณค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 3,456,000 บาทต่อปี หรือ 48% ของค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพก่อนการปรับปรุง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้แสดงให้เห็นวิธีการปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่น ที่มีการนำไปใช้ในอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือที่มีคำสั่งซื้อจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น โดยศึกษากับกรณีศึกษาที่เป็นบริษัทผลิตวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นแห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยบริษัทแห่งนี้ประสบปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของสินค้าซึ่งถูกลูกค้าตรวจพบของเสียในลอตผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบ และปฏิเสธลอตนั้นๆ ทำให้ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำและคืนเงินค่าของเสียที่ถูกส่งกลับจากลูกค้า โดยในปีพ.ศ.2556 บริษัทมีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้กว่า 48 ล้านบาทคิดเป็นร้อยละ 1.2 ของยอดขายรวมในปีนั้น อย่างไรก็ตามผู้วิจัยทำการปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex ซึ่งเป็นรุ่นที่มีสัดส่วนการปฏิเสธลอตและจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ถูกส่งคืนมากที่สุด ตามขั้นตอน 7 ขั้นตอนคือ ศึกษาลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต วิเคราะห์สัดส่วนของเสียที่ถูกตรวจพบทั้งในกระบวนการและที่ลูกค้า วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ ศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสีย ปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพด้วยการปรับปรุงวิธีการทำงานของกระบวนการตรวจจับของเสียในกระบวนการ Punching inspection โดยเปลี่ยนการตรวจจับของเสียบริเวณ ACF เช่น Gold plating defect จากการใช้เครื่อง ISE machine มาเป็นกล้อง Microscope กำลังขยาย 10 เท่า รวมทั้งวิเคราะห์หาขนาดของการชักสิ่งตัวอย่างที่เหมาะของการตรวจจับของเสียในกระบวนการของของเสียชนิด SUS misalignment และ Dent on FPC แล้วปรับปรุงทักษะการตรวจงานของผู้ตรวจงานด้วยการให้ความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ทำการทดสอบและสุ่มตรวจการทำงานจริงของผู้ตรวจงาน แล้วนำแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงไปใช้จริง จากนั้นติดตามผลการทดลองใช้แผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุง

ผลการศึกษาพบว่า แม้การปรับปรุงแผนควบคุมคุณภาพและวิธีการตรวจจับของเสียทำให้ค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพเพิ่มขึ้น 3,456,000 บาทต่อปี หรือ 48% ของค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพก่อนการปรับปรุง แต่สามารถลดการปฏิเสธลอต ส่งผลให้จำนวนงานที่ต้องตรวจซ้ำลดลง 21.23% จากสัดส่วนของเสียที่ต้องตรวจซ้ำก่อนการปรับปรุง ของเสียที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า ลดลง 92.42% จากสัดส่วนของเสียที่ถูกส่งคืนก่อนการปรับปรุง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการตรวจงานซ้ำและ

ของเสียที่ถูกส่งคืนลดลงจาก 1.2% เหลือ 0.5% ของมูลค่ายอดขายรวม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมูลค่ายอดขายในปี 2558 ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 4,200 ล้านบาท คาดว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ 29,400,000 บาท ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าแผนควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงสามารถลดจำนวนของเสียที่ถูกส่งมอบให้ลูกค้าลงได้ สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการตรวจงานซ้ำและของเสียที่ถูกส่งคืนในปี 2558 ลงได้ประมาณ 25,944,000 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองพบว่าสัดส่วนงานที่ถูกปฏิเสธลอตโดยลูกค้ามีมากกว่าร้อยละ 27 แสดงให้เห็นว่ายังมีความจำเป็นต้องปรับปรุงวิธีการตรวจจับของเสียเพิ่มเติม โดยผู้ที่สนใจสามารถนำผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ เพื่อกำจัดต้นเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ลดความรุนแรงและโอกาสในการเกิดของเสีย รวมถึงประยุกต์ใช้ระบบอัตโนมัติในการตรวจจับของเสียเพื่อลดโอกาสกาสส่งมอบของเสียให้ลูกค้าจากความผิดพลาดของผู้ตรวจงาน เพื่อปรับปรุงคุณภาพของสินค้าและลดปัญหาการปฏิเสธลอตจากลูกค้าให้เป็นศูนย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Juran, J. M., et al. (1974). "Quality control handbook," McGraw-Hill Book Company.

Mikulak, R. J., et al. (2008). The basics of FMEA, CRC Press.

Montgomery, D. C. and G. C. Runger (2010). Applied statistics and probability for engineers, John Wiley & Sons.

ไกยวรรณ์, ยุทธ. (2546). การควบคุมคุณภาพในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร, ชมรมเด็ก.

ทองไพรวรรณ, วิชาญ. (2554). การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ในการปรับปรุงกระบวนการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์ขึ้นรูปแก้วที่ใช้บนโต๊ะอาหาร. สาขา วิชา วิศวกรรม อุตสาห การ ภาค วิชา วิศวกรรม อุตสาห การ คณะ วิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี ราช มงคล ธัญบุรี. . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต

บุญเกิด, มนต์ชัย. (2553). การลดอัตรางานทำซ้ำในโรงงานผลิตของเล่นไม้โดยใช้แนวคิดซิกส์ซิกมา. สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

พงษ์พูลผลศักดิ์, อดิศักดิ์. (2535). การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

พิพัฒน์ปัญญานุกูล, เกษม. (2541). การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร, ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

มิ่งประเสริฐ, สุนันทา. (2554). การออกแบบแผนการสุ่มสิ่งตัวอย่าง กรณีศึกษา: โรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์สแตนเลส. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทลัยธรรมศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

หลวงสุวรรณ, มนันยา. (2553). การปรับปรุงคุณภาพในการผลิตชุดเล่นกระดานโต้คลื่น. สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ก. ประวัติการส่งมอบสินค้าและผลการตรวจรับโดยลูกค้าของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex หลังการปรับปรุง

ตาราง ก.1 รายการส่งมอบสินค้าและผลการตรวจรับโดยลูกค้าของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex หลังการปรับปรุง

รุ่นผลิตภัณฑ์	Invoice no.	จำนวน	ผลการตรวจรับโดยลูกค้า
T-flex	15N1008149	170,000	ยอมรับ
T-flex	15S1089344	300,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1089346	300,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1089413	150,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1089417	200,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1089467	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1089488	259,056	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1089558	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1089822	229,924	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1089867	129,098	ยอมรับ
T-flex	15S1089868	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1089906	153,965	ยอมรับ
T-flex	15S1089907	300,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1090135	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1090166	150,000	ยอมรับ
T-flex	15S1090167	200,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1090169	200,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1090171	170,000	ยอมรับ
T-flex	15S1090514	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1090515	188,800	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1090574	163,532	ยอมรับ
T-flex	15S1090575	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1090589	300,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1090608	276,180	ปฏิเสธลอต

ตาราง ก.1 รายการส่งมอบสินค้าและผลการตรวจรับโดยลูกค้าของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex หลังการปรับปรุง (ต่อ)

รุ่นผลิตภัณฑ์	Invoice no.	จำนวน	ผลการตรวจรับโดยลูกค้า
T-flex	15S1090651	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1090666	216,180	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1090756	188,800	ยอมรับ
T-flex	15S1090795	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1090913	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1090914	153,965	ยอมรับ
T-flex	15S1091069	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091070	288,007	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1091071	200,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1091072	125,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091181	300,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1091297	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091302	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091303	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091304	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091305	200,189	ยอมรับ
T-flex	15S1091451	181,888	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1091452	125,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091679	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091680	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091923	125,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091924	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091937	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091938	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1091939	163,532	ยอมรับ

ตาราง ก.1 รายการส่งมอบสินค้าและผลการตรวจรับโดยลูกค้าของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex หลังการปรับปรุง (ต่อ)

รุ่นผลิตภัณฑ์	Invoice no.	จำนวน	ผลการตรวจรับโดยลูกค้า
T-flex	15S1091940	300,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1091941	188,800	ยอมรับ
T-flex	15S1092007	300,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1092164	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092165	107,883	ยอมรับ
T-flex	15S1092166	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092167	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092168	107,883	ยอมรับ
T-flex	15S1092189	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092191	281,943	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1092192	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092420	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092580	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092581	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092786	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092787	107,883	ยอมรับ
T-flex	15S1092978	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092979	150,000	ยอมรับ
T-flex	15S1092999	170,000	ยอมรับ
T-flex	15S1093107	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1093263	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1093264	200,000	ยอมรับ
T-flex	15S1093265	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1093266	300,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1093560	150,000	ยอมรับ

ตาราง ก.1 รายการส่งมอบสินค้าและผลการตรวจรับโดยลูกค้าของผลิตภัณฑ์รุ่น T-flex หลังการปรับปรุง (ต่อ)

รุ่นผลิตภัณฑ์	**Invoice no.**	**จำนวน**	**ผลการตรวจรับโดยลูกค้า**
T-flex	15S1094055	170,000	ยอมรับ
T-flex	15S1094182	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1094357	170,000	ยอมรับ
T-flex	15S1094358	170,000	ยอมรับ
T-flex	15S1094362	300,000	ปฏิเสธลอต
T-flex	15S1094425	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1094426	170,000	ยอมรับ
T-flex	15S1095025	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1095758	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1095759	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1096035	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1096408	170,000	ยอมรับ
T-flex	15S1096602	300,000	ยอมรับ
T-flex	15S1096634	150,000	ยอมรับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายรัชพล นันทะพรหม เกิดเมื่อวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2532 จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปัจจุบันทำงานในบริษัทผู้ผลิตวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นแห่งหนึ่งในประเทศไทย ตำแหน่งวิศวกรควบคุมคุณภาพอาวุโส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University