การลดของเสียในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

โดย

นางสาวชญาน์นันท์ จุติภัควรพงศ์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25626110037030KDI

การลดของเสียในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

โดย

นางสาวชญาน์นันท์ จุติภัควรพงศ์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25626110037030KDI

DEFECT REDUCTION IN PRINT CIRCUIT BOARD ASSEMBLY PROCESS

BY

MISS CHAYANAN JUTIPAKWORAPONG

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING IN ENGINEERING MANAGEMENT

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2019

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

Ref. code: 25626110037030KDI

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การค้นคว้าอิสระ

ของ

นางสาวชญาน์นันท์ จุติภัควรพงศ์

เรื่อง
การลดของเสียในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2563

ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์)

กรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ _____
(อาจารย์ ดร.ภาสุระ อังกุลานนท์)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีร เจียศิริพงษ์กุล)

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การลดของเสียในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์
ชื่อผู้เขียน	นางสาวชญาน์นันท์ จุติภัควรพงศ์
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	รองศาสตราจารย์ ดร.เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกมา และมีเป้าหมายในการลดของเสียโดยเฉลี่ยจากเดิมลงอย่างน้อย 50% ในการศึกษาจะเริ่มจากการค้นหาและระบุปัญหา ซึ่งพบว่า คุณภาพวิกฤติคือความสูงของ Hall sensor, มุมของ Hall Sensor และระยะห่างระหว่าง Hall sensor กับขอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ขั้นตอนที่สอง คือ ขั้นตอนการวัด เป็นการวิเคราะห์ความสามารถของเครื่องจักรและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของระบบการวัดโดยใช้การวิเคราะห์ความสามารถของเครื่องจักรและวิเคราะห์ระบบวัดด้วย GR&R ต่อมาเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ซึ่งพบปัจจัยหลักที่มีผลทำให้เกิดปัญหาทั้งหมด 4 ปัจจัย หลังจากนั้น คือ ขั้นตอนการปรับปรุง ในขั้นตอนนี้พบว่า มีสองกระบวนการที่ต้องทำการปรับปรุง กระบวนการแรกจะใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล 2k ในการหาระดับของปัจจัยที่เหมาะสมที่อยู่ในกระบวนการตัดและขึ้นรูปขาของอุปกรณ์ Hall sensor และกระบวนการที่สอง คือ การปรับปรุงและพัฒนาขั้นตอนในการประกอบ Hall sensor ขั้นตอนสุดท้าย คือ ขั้นตอนการควบคุม จะนำเอาวิธีการปรับปรุงมากำหนดเป็นมาตรฐานเพื่อควบคุมปัจจัยหลัก ผลหลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่า อัตราของเสียโดยเฉลี่ยลดลงจาก 36.56% เหลือ 6.05%

คำสำคัญ: แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์, ซิกซ์ ซิกม่า, เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ, ตัวเลขลำดับความเสี่ยง

Ref. code: 25626110037030KDI

Independent Study Title	DEFECT REDUCTION IN PRINT CIRCUIT BOARD ASSEMBLY PROCESS
Author	Miss Chayanan Jutipakworapong
Degree	Master of Engineering
Major Field/Faculty/University	Engineering Management Faculty of Engineering Thammasat University
Independent Study Advisor	Associ. Prof. Dr. Samerjit Homrossukon
Academic Years	2019

ABSTRACT

This research aims to reduce the defect in electronic printed circuit board assembly using Six Sigma technique. The target of this defect reduction is at least 50%. First, the study started from defining the problems. It was found that the critical qualities were hall sensor height, angle of hall sensor, and gap between hall sensor & edge of PCB. Next step was the measure phase. This step is to determine the process capability and the measurement system analysis of equipment. The analyses of process capability and GR&R were used in this work. Then, the analyze phase was proceeded by using a failure mode and effect analysis technique. There were four main potential factors being the cause of the problems. The phase after analyses is the step of improvement. There were 2 processes needed to be improved. The first process was the appropriated parameter adjustment for hall sensor assembly which was analyzed by 2k factorial design of experiment. The second process was the assembly of hall sensor assemble which its process step was improved and developed. Consequently, the improved processes in the improvement phase were adapted to use as the standard for controlling the main factors in control phase. Finally, it was indicated that the average defect rate was reduced from 36.56% to 6.05%.

Keywords: Print Circuit Board Assembly, Six Sigma, Failure Mode and Effect Analysis, Risk Priority Number

Ref. code: 25626110037030KDI

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากความกรุณาและคำแนะนำอันดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้แนวการทำงานวิจัย และคำแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยมาโดยตลอดจนเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำงานประจำต่อไปได้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณประธานและกรรมการสอบ ซึ่งประกอบไปด้วย รองศาสตราจารย์ ดร. บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์ และ อาจารย์ ดร.ภาสุระ อังกุลานนท์ ที่ได้แนะนำและมอบแง่คิดในการปรับปรุงงานวิจัย จนทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณชมพูนุช พิกุล เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานตั้งแต่เริ่มเข้าศึกษาในหลักสูตรตลอดจนการทำงานวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาทุกท่านที่ให้ความเอื้อเฟื้อในการช่วยเหลือกันมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่าการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และสามารถเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับงานปัจจุบัน หรือเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม คุณประโยชน์ใดๆ ที่เกิดจากงานวิจัยชิ้นนี้ขอมอบให้แด่ บิดา มารดา ญาติพี่น้องและอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนข้าพเจ้าตลอดจนจบการศึกษา

นางสาวชญาน์นันท์ จุติภัควรพงศ์

Ref. code: 25626110037030KDI

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(7)
สารบัญภาพ	(8)
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 วิธีการดำเนินงาน	3
1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความหมายของ Six sigma	5
2.1.1 ความหมายของ Six sigma	5
2.1.2 ประวัติความเป็นมาของ Six sigma	6
2.2 แนวคิดพื้นฐานของ Six sigma	7

Ref. code: 25626110037030KDI

2.2.1 หลักสำคัญของ Six sigma 7
2.2.2 กระบวนการแก้ไขปัญหาของทีม 8
2.3 การแก้ไขปัญหา DMAIC 9
2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล 10
2.4.1 การวิเคราะห์ระบบการวัด 10
2.4.1.1 ความคลาดเคลื่อนในระบบการวัด 10
2.4.1.2 คุณสมบัติที่สำคัญของการวัด 11
2.4.1.3 การศึกษา Gage R&R 11
2.4.2 ความสามารถของกระบวนการ 12
2.4.2.1 ดัชนีชี้วัดที่ศักยภาพของความสามารถ 12
2.4.2.2 ดัชนีชี้วัดที่ความสามารถที่แท้จริงของกระบวนการ 13
2.4.3 แผนผังขั้นตอนการทำงาน 14
2.4.4 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) 15
2.4.4.1 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ 15
2.4.4.2 ลักษณะสำคัญของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ 19
2.4.4.3 ประเภทการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ 19
2.4.5 การออกแบบการทดลอง 19
2.4.5.1 คำศัพท์พื้นฐานที่ใช้การออกแบบทดลอง 20
2.4.5.2 หลักในการออกแบบการทดลอง 20
2.4.5.3 ลำดับขั้นการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง 21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 24

3.1 ขั้นตอนการค้นหาและระบุปัญหา 24
3.1.1 การศึกษากระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 24
3.1.2 สรุปสภาพปัญหาในกระบวนการประกอบ Hall sensor 26
3.2 ขั้นตอนการวัดผล 27
3.2.1 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการตัด และขึ้นรูปของอุปกรณ์ Hall sensor 27

Ref. code: 25626110037030KDI

3.2.2 การวิเคราะห์ระบบการวัด 31
3.2.3 สรุปความสามารถของกระบวนการตัด และขึ้นรูปขาของอุปกรณ์ Hall sensor 36
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ 36

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 44

4.1 การปรับปรุงกระบวนการ 44
4.1.1 การปรับปรุงกระบวนการที่กระบวนการตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor 44
4.1.1.1 การกำหนดระดับของปัจจัย 44
4.1.1.2 การเลือกตัวแปรตอบสนอง 45
4.1.1.3 ปัจจัยที่ป้อนเข้าในการออกแบบการทดลอง 45
4.1.1.4 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง 46
4.1.1.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 49
4.1.1.6 ผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง 52
4.1.2 การปรับปรุงที่กระบวนการนำ Hall sensor มาประกอบกับ PCBA 52
4.2 การควบคุมกระบวนการ 53
4.2.1 การควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor 53
4.2.2 การควบคุมกระบวนการนำ Hall sensor มาประกอบกับ PCBA 58

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 59

5.1 ผลการวิจัย 59
5.2 ข้อเสนอแนะ 61

รายการอ้างอิง 62

ประวัติผู้เขียน 64

Ref. code: 25626110037030KDI

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 การดำเนินงานวิจัย	4
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ Sigma และปริมาณของเสีย	5
2.2 การประเมินค่า Severity (S) ของ PFMEA	16
2.3 การประเมินค่า Occurrence (O) ของ PFMEA	17
2.4 การประเมินค่า Detection (D) ของ PFMEA	18
3.1 ผลการวัดจุดที่ 1-3 ของชิ้นงานที่ 1 ถึงชิ้นที่ 30	28
3.2 ผลการวัดจุดวัดที่ 4-5 ของชิ้นงานที่ 1 ถึงชิ้นที่ 30	28
3.3 เกณฑ์การยอมรับและผลการวิเคราะห์	34
3.4 เกณฑ์การยอมรับ	35
3.5 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ของกระบวนการประกอบอุปกรณ์ Hall sensor กับ PCBA	37
4.1 ระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง	45
4.2 ระดับปัจจัยและจำนวนการทดลอง	46
4.3 ผลการทดลอง	47
4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองเชิงแฟคทรอเรียล 2k	50
4.5 ระดับปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสม	52
4.6 ผลการวัดจุดวัดที่ 1-5 ของชิ้นงานที่ 1 ถึง ชิ้นที่ 30 (หน่วย mm) หลังการปรับปรุง	55
4.7 ความสามารถของเครื่องตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor ก่อนและหลังปรับปรุง	58

Ref. code: 25626110037030KDI

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 อัตราของเสียที่เกิดขึ้นจากการติดตั้ง Hall sensor ต่อเดือน (ข้อมูล กันยายน 2561 – สิงหาคม 2562)	2
2.1 การกระจายตัวแบบปกติ	6
2.2 องค์ประกอบของการแก้ไขปัญหา DMAIC	9
2.3 องค์ประกอบความผันแปรของระบบการวัด	11
2.4 ความสามารถของกระบวนการเมื่อ Cp = 1	13
2.5 กระบวนการผลิตที่มีค่าเฉลี่ยของกระบวนการตรงกับค่าเป้าหมายของข้อกำหนด และกระบวนการผลิตที่มีค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่ตรงค่าเป้าหมายของข้อกำหนด	14
2.6 ปัจจัยและพารามิเตอร์ของกระบวนการ	20
3.1 กระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของโรงงานกรณีศึกษา	24
3.2 แผนผังการทำงานของกระบวนการอุปกรณ์ Hall sensor กับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์	25
3.3 ข้อมูลประเภทของของเสียที่ตรวจสอบพบจากกระบวนการ Hall sensor dimension measurement & ICT/FCT	26
3.4 ตำแหน่งที่ทำการวัดจุดที่ 1 ถึง จุดที่ 5	27
3.5 ผลการวิเคราะห์ ความสามารถกระบวนการสำหรับจุดวัดที่ 1	29
3.6 ผลการวิเคราะห์ ความสามารถกระบวนการสำหรับจุดวัดที่ 2	30
3.7 ผลการวิเคราะห์ ความสามารถกระบวนการสำหรับจุดวัดที่ 3	30
3.8 ผลการวิเคราะห์ ความสามารถกระบวนการสำหรับจุดวัดที่ 4	31
3.9 ผลการวิเคราะห์ ความสามารถกระบวนการสำหรับจุดวัดที่ 5	31
3.10 ผลการวิเคราะห์ Gage R&R ของกล้องตัวที่ 1 ระยะ 2.62 มม.	32
3.11 ผลการวิเคราะห์ Gage R&R ของกล้องตัวที่ 1 ระยะ 15.82 มม.	33
3.12 ผลการวิเคราะห์ Gage R&R ของกล้องตัวที่ 2 ระยะ 9.10 มม.	34
3.13 ผลการวิเคราะห์ความสามารถของพนักงานในการแยกแยะของดีกับของเสีย	35
3.14 แผนภูมิเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ จากการวิเคราะห์กระบวนการประกอบ Hall sensor กับ PCBA	43
4.1 เครื่องตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor	44
4.2 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง แรงดันลม บาร์กั้น และสปริง	45

Ref. code: 25626110037030KDI

4.3 ผลการกระจายตัวของค่า Hall Height ในการทดลอง 49
4.4 กราฟ Normal Probability Plot แสดงตัวแปรนำเข้าและอิทธิพลร่วมที่มีนัยสำคัญ 51
4.5 ปัจจัยหลักและปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลกับตัวแปรตอบสนอง 51
4.6 ผลการวิเคราะห์ระดับที่เหมาะสมของปัจจัยนำเข้า 52
4.7 ที่จับแบบพลาสติกและ Fixture สำหรับโหลด Hall sensor ลงใน PCBA 53
4.8 แผนภูมิควบคุมกระบวนการ Xbar & R Chart 54
4.9 ผลการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการสำหรับจุดวัดที่ 1 และจุดวัดที่ 2 หลังการปรับปรุง 56
4.10 ผลการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการสำหรับจุดวัดที่ 3, 4 และจุดวัดที่ 5 หลังการปรับปรุง 57
5.1 อัตราของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ 60
5.2 ของเสียที่เกิดขึ้นเป็นสามอันดับแรก ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ 60

Ref. code: 25626110037030KDI

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ	คำเต็ม/คำจำกัดความ
PCBA	Print Circuit Board Assembly/การประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์
PCB	Print Circuit Board /แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์
ICT	In Circuit Test/การทดสอบวงจรไฟฟ้า
FCT	Function Circuit Test/การทดสอบฟังก์ชั่นการทำงาน
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis/การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและลกระทบ
RPN	Risk Priority Number/การจัดลำดับความสำคัญและข้อบกพร่องตามตัวเลข
IATF 16949	International Automotive Task Force 16949
MSA	Measurement System Analysis/ การวิเคราะห์ระบบการวัด

Ref. code: 25626110037030KDI

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์มีการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาเป็นส่วนประกอบหลักของรถยนต์ และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ขั้นตอนการควบคุมการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะเป็นตัวช่วยควบคุมคุณภาพของการผลิตรถยนต์ ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนที่จะนำไปประกอบในรถยนต์ อาจมีของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน ซึ่งเป็นสาเหตุให้กำลังการผลิตถูกลดลงอย่างเห็นได้ชัด ยิ่งไปกว่านั้นของเสียที่เกิดขึ้นยังส่งผลให้สูญเสียวัตถุดิบในการผลิตมากขึ้น เนื่องจากต้องนำไปแก้ไขของเสียนั้น ๆ ดังนั้น อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จึงต้องมีการควบคุมคุณภาพในทุกขั้นตอนการผลิต เพื่อให้ได้ชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นไปตามมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น IATF16949 ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับผู้ผลิตรถยนต์ เป็นต้น

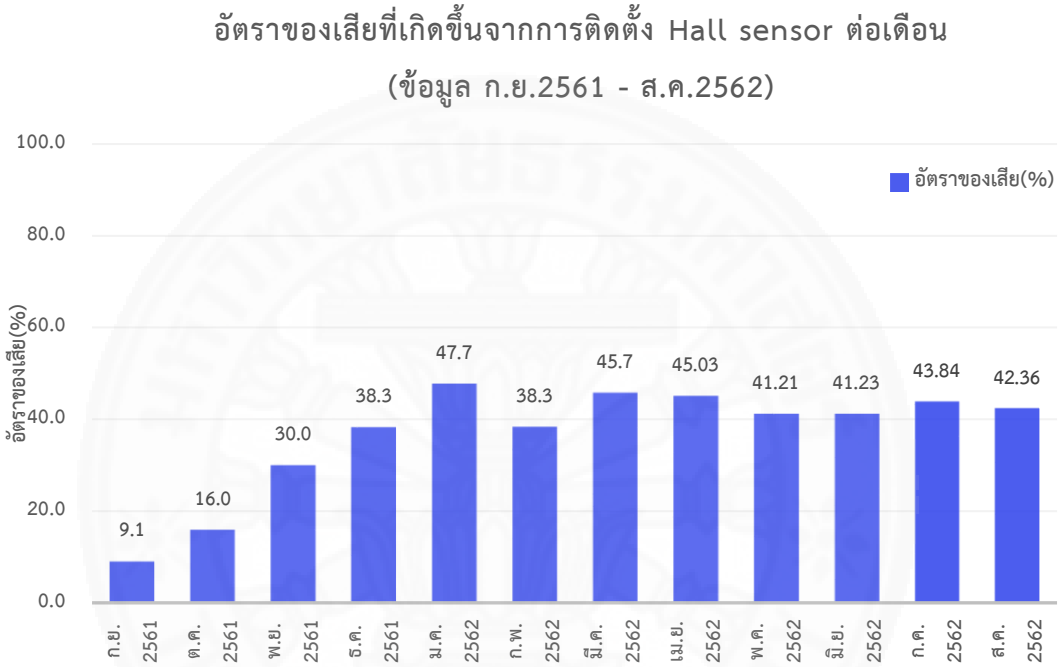
หากกระบวนการผลิตไม่มีการควบคุมกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอน รวมถึงการควบคุมคุณภาพของชิ้นงานหลังการผลิต ก็จะก่อให้เกิดของเสียเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียทั้งเวลา แรงงาน รวมไปถึงปริมาณของวัตถุดิบที่ต้องนำมาใช้ในปริมาณที่มากกว่าที่คาดการณ์ไว้ ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องหาแนวทางในการควบคุมกระบวนการทำงานรวมถึงการควบคุมคุณภาพของชิ้นงาน เพื่อลดการสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้น

การนำหลักการของ Six Sigma มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จะก่อให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการทำงาน ที่จะมุ่งเน้นในการลดความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยจะช่วยปรับปรุงขีดความสามารถในการทำงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด ผลที่ได้จะถูกแสดงออกมาเป็นปริมาณของเสียที่ลดลงหลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถช่วยให้มีการผลิตที่เร็วขึ้น ลดการใช้แรงงานและลดปริมาณในการสั่งซื้อวัตถุดิบให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ยิ่งไปกว่านั้นยังลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในการทำงานอีกด้วย ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะช่วยให้เกิดการเพิ่มรายได้และลดค่าใช้จ่ายในองค์กร ดังนั้น Six Sigma จึงเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดการควบคุมกระบวนการผลิตเป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการ รวมไปถึงลดโอกาสที่จะเกิดชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานอีกด้วย

Ref. code: 25626110037030KDI

1.1 ความสำคัญของปัญหา

องค์กรมีนโยบายให้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง จากการติดตามผลการตรวจสอบชิ้นงาน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2561 จนถึงเดือนมีนาคม 2562 พบว่ามีชิ้นงานที่ผลิตไม่ได้ตามมาตรฐานเกิดขึ้นจากกระบวนการการติดตั้ง Hall sensor เป็นจำนวนมาก ดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 อัตราของเสียที่เกิดขึ้นจากการติดตั้ง Hall sensor ต่อเดือน
(ข้อมูล กันยายน 2561 – สิงหาคม 2562)

จากภาพที่ 1.1 พบว่ามีอัตราของเสียโดยเฉลี่ย 36.56% และแสดงให้เห็นว่าในกระบวนการผลิตมีแนวโน้มที่จะเกิดอัตราของเสียเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ในเดือนกุมภาพันธ์ ของเสียมีอัตราการเกิดที่ลดลงเนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการนำเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการเครื่องมาทำการซ่อมแซม แต่อัตราของเสียก็ยังกลับมาสูงขึ้นในเดือนถัดไป

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าหากมีการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดของเสีย และนำSix Sigma มาประยุกต์ใช้จะเป็นการลดข้อบกพร่องในขั้นตอนการทำงาน เพิ่มความสามารถในการผลิตและ สินค้าที่ผลิตออกมาจะมีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น

Ref. code: 25626110037030KDI

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อหาแนวทางในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในการกระบวนการผลิต โดยมีเป้าหมายในการลดปริมาณของเสียให้มีปริมาณลดลง 50% จากอัตราของเสียในระยะเวลาหนึ่งปีที่ผ่านมา

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ประยุกต์ใช้เครื่องมือ Six Sigma กับกระบวนการผลิตในกระบวนการติดตั้งชิ้นส่วน Hall sensor ลงในแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ของโรงงานของผู้วิจัยที่ผลิตชิ้นงานส่งขายให้กับลูกค้าผู้ผลิตรถยนต์

1.3.2 ศึกษาข้อมูลอัตราของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ตั้งแต่เดือนกันยายน 2561 ถึง สิงหาคม 2562 รวมทั้งสิ้น 12 เดือน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดชิ้นงานที่บกพร่อง

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาหลักการทำงานของเครื่องมือ Six sigma
1.4.2 ขั้นตอนการค้นหาและระบุปัญหา (Define Phase)
1.4.3 ขั้นตอนการวัด (Measure Phase)
1.4.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase)
1.4.5 ขั้นตอนการปรับปรุง (Improve Phase)
1.4.6 ขั้นตอนการควบคุม (Control Phase)
1.4.7 สรุปผล
1.4.8 จัดทำรูปเล่ม

Ref. code: 25626110037030KDI

1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 การดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	ระยะเวลา									
	พ.ศ. 2562						พ.ศ. 2563			
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษาหลักการทำงานของเครื่องมือ Six sigma										
2. ขั้นตอนการค้นหาและระบุปัญหา (Define Phase)										
3. ขั้นตอนการวัด (Measure Phase)										
4. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase)										
5. ขั้นตอนการปรับปรุง (Improve Phase)										
6. ขั้นตอนการควบคุม (Control Phase)										
7. สรุปผล										
8. จัดทำรูปเล่ม										

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือ Six Sigma ในการควบคุมกระบวนการผลิตและควบคุมคุณภาพของชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยไม่จำกัดชนิดของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ

1.6.2 สามารถทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย และเป็นแนวทางในแก้ไขของเสียที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

1.6.3 เครื่องมือ Six Sigma จะช่วยลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตได้

Ref. code: 25626110037030KDI

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและที่มาของ Six sigma

2.1.1 ความหมายของ Six sigma

Sigma สัญลักษณ์ s หรือ **σ** เป็นอักษรกรีกโบราณ ใช้ในทางสถิติสำหรับแทนระดับความผันแปรของกระบวนการ ภาษาวิชาการจะเรียกว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และถ้านำ s ยกกำลังสอง จะมีชื่อว่า ความแปรปรวน (Deviation) ซึ่งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความแปรปรวนนั้น หมายถึง ระดับความผันแปรของกระบวนการ (วชิรพงษ์ สาลีสิงห์, 2548: 14)

นอกจากนี้ Six sigma ยังสามารถตีความเป็นสองนัยสำคัญเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ ได้ดังต่อไปนี้

ความหมายเชิงทฤษฎี Six sigma คือ ความพยายามในการลดความแปรผันของกระบวนการ บีบให้ความผันแปรทั้งหมดของกระบวนการอยู่ภายในขีดจำกัดของข้อกำหนดด้านคุณภาพ มีขอบเขตของการยอมรับได้อยู่ 2 ส่วน คือ ขอบเขตจำกัดบน (Upper Specific Limitation; USL) และขอบเขตจำกัดล่าง (Lower Specific Limitation; LSL)

ถ้าขอบเขตบนและล่างอยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยเป็นระยะ 3 sigma ก็จะเรียกว่า ระดับ 3 sigma (3 Sigma Level) แต่ถ้าเป็นระยะ 4 sigma ก็จะเรียกว่า ระดับ 4 sigma (4 Sigma Level) ซึ่งในแต่ละระดับจะให้ค่าดังที่แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ Sigma และปริมาณของเสีย (Defects Per Million Opportunities; DPMO)

ระดับซิกมา	ค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability)	DPMO
1.0	30.23278734%	697,672.1265997890
2.0	69.12298322%	308,770.1678050220
3.0	93.31894011%	66,810.5989420398
4.0	99.37903157%	6,209.6843153386
5.0	99.97673709%	232.6291191951
6.0	99.99966023%	3.3976731335

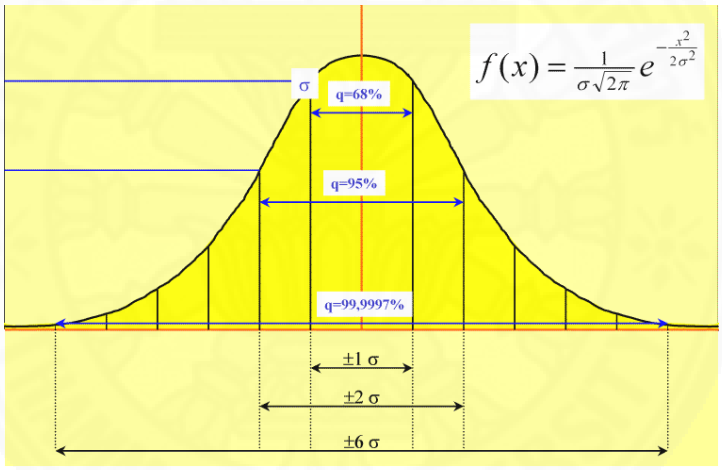
ที่มา: https://th.wikipedia.org/wiki/

Ref. code: 25626110037030KDI

ความหมายเชิงปฏิบัติ คือ การใช้หลักสถิติในการปรับปรุงความสามารถของกระบวนการ ซึ่งจะใช้ควบคู่กับการบริหารโครงการและเน้นถึงผลสำเร็จในรูปแบบของมูลค่าการลดต้นทุนจากการดำเนินโครงการ

2.1.2 ประวัติความเป็นมาของ Six Sigma

Six sigma เริ่มต้นมาจากในปี ค.ศ.1777-1855 Carl Friedrich Gauss มีการนำเสนอเรื่องการแจกแจงแบบปกติ ที่เรียกว่า Normal curve ให้เป็นตัวแทนของการอธิบายความผันแปรในกระบวนการดังแสดงในภาพที่ 2.1 ต่อมาในปี ค.ศ. 1920 Water Shewhart ได้นำเสนอให้มีการแก้ไขกระบวนการ เมื่อกระบวนการผลิตได้ค่าเกินกว่า 3 เท่าของ Sigma มีการพิจารณาในรูปแบบของ Cp, Cpk.



ภาพที่ 2.1 การกระจายตัวแบบปกติ (Normal curve)

ที่มา : http://adisonx.blogspot.com/2012/10/six-sigma.html#!/2012/10/six-sigma.html

ในปี ค.ศ. 1980 Chairman Bob Galvin และทีมงานวิศวกรของบริษัท Motorola มีแนวคิดในการพัฒนากระบวนการในรูปแบบการพิจารณาของเสียเป็นจำนวนต่อหนึ่งล้านชิ้น และตัดสินใจพัฒนาแนวทางการปรับปรุงคุณภาพด้วยมาตรฐานของบริษัท โดยมี Bill Smith และ Mikel Harry เป็นผู้นำเสนอเทคนิคการปรับปรุงกระบวนการในรูปแบบใหม่ว่า “Six Sigma” ซึ่งได้รับรางวัล 1st recipient of Baldrige National Quality Award ในปี ค.ศ.1988 ต่อมาคำว่า “Six Sigma” ถูกจดลิขสิทธิ์เป็นของบริษัท Motorola ในปี ค.ศ.1993. และในเวลาต่อมาบริษัทต่าง ๆ ใน

Ref. code: 25626110037030KDI

สหรัฐอเมริกาได้นำแนวการบริหารจัดการแบบ Six Sigma ไปใช้ จนประสบผลสำเร็จในการลดค่าใช้จ่ายของบริษัทได้เป็นอย่างมาก

2.2 แนวคิดพื้นฐานของ Six Sigma

Six Sigma จะเป็นการพัฒนาองค์กรที่มุ่งเน้นความเป็นเลิศ มีการกำหนดแนวทางในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านการสื่อสาร การสร้างกลยุทธ์ การจูงใจ และการจัดสรรทรัพยากรในองค์กรให้เหมาะสม เพื่อให้การปรับปรุงองค์กรเป็นไปอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ซึ่งจะเน้นการมีส่วนร่วมของพนักงาน รวมทั้งมีทีมที่มีความสามารถและมีความเชี่ยวชาญคอยให้การช่วยเหลือ ปรึกษา และสนับสนุน เพื่อให้ความผิดพลาดในกระบวนการผลิตและการบริการเกิดน้อยที่สุด

ซึ่งแนวความคิดการปรับปรุงองค์กรแบบ Six sigma จะมีความแตกต่างจากแนวความคิดในการบริหารแบบเดิม ที่เน้นการปรับปรุงการทำงานซึ่งจะเริ่มจากผู้บริหาร แล้วจึงกระจายให้หน่วยงานต่าง ๆ ในองค์กรทำการปรับปรุง โดยขาดระบบการให้คำปรึกษาแนะนำและการช่วยเหลือที่เหมาะสม

2.2.1 หลักสำคัญของ Six Sigma

หลักการสำคัญของ Six Sigma แบ่งออกเป็น 6 ประเด็น ซึ่งหลักการเหล่านี้จะถูกสนับสนุนโดยเครื่องมือและวิธีการของ Six Sigma คือ

1. มุ่งเน้นไปที่ผู้รับบริการอย่างแท้จริง ซึ่งจะมีลำดับความสำคัญสูงสุด เช่น การวัดผลของ Six Sigma เริ่มต้นจากผู้รับบริการ การปรับปรุงส่วนต่าง ๆ จะนิยามขึ้นจากผลกระทบของการบริการที่ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้รับบริการ

2. การใช้ข้อเท็จจริงไปสู่ระดับของการจัดการที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นด้วยการปรับปรุงระบบสารสนเทศ การจัดการด้านองค์ความรู้และอื่น ๆ

การนำ Six Sigma มาประยุกต์ใช้จะเริ่มต้นโดยการทำความเข้าใจให้ชัดเจนว่าอะไรคือตัวชี้วัดที่สำคัญของประสิทธิภาพในองค์กร จากนั้นจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูล มาวิเคราะห์ผลของตัวแปรหลักเหล่านั้นในการหาสาเหตุของปัญหา และทำการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิผลมากขึ้น

3. การปรับปรุงประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้รับบริการหรือลูกค้า หรือสิ่งใดก็ตามที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาผลดำเนินงานขององค์กรเป็นกุญแจสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ

กระบวนการที่ดีจะกลายเป็นแนวทางในการสร้างข้อได้เปรียบคู่แข่งโดยยึดแนวคิดของการมอบสิ่งที่มีคุณค่าให้กับผู้รับบริการ

Ref. code: 25626110037030KDI

4. การจัดการแบบเชิงรุก หมายถึง การลงมือกระทำก่อนที่เหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้นมา แทนที่จะเป็นการตอบโต้กลับไป

การป้องกันเชิงรุกเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการสร้างสรรค์และการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิผล โดย Six Sigma จะรวมเอาเครื่องมือและหลักการต่าง ๆ เข้ามาใช้ในกระบวนการแทนที่ความเคยชิน

5. การร่วมมือกันโดยปราศจากขอบเขต (Boundary Lessens) เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้องค์กรประสบความสำเร็จ มีความพยายามร่วมกันที่จะกำจัดอุปสรรคต่าง ๆ ซึ่งเป็นการทำงานแบบเป็นทีมทั้งโครงสร้างขององค์ในทุก ๆ โอกาส เพื่อสร้างคุณค่าให้เกิดขึ้นมากที่สุด และตอบสนองต่อความพึงพอใจของผู้รับบริการ

6. ผู้บริหารจะต้องมีวิธีการในการรับความเสี่ยงให้อยู่ในขอบเขตที่จำกัด เพื่อให้บรรลุถึงระดับของการทำงานที่ปราศจากความบกพร่อง

2.2.2 กระบวนการแก้ไขปัญหาของทีม

ทีมงานการพัฒนา การแก้ไขปัญหา และการออกแบบกระบวนการ ที่เป็นตัวแทนจากส่วนงานต่าง ๆ ขององค์กรจะเข้ามาร่วมกันทำงานเป็นทีม ซึ่งจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการบ่งชี้และเลือกโครงการที่จะมีประโยชน์อย่างแท้จริงต่อองค์การและผู้รับบริการ โดยเป็นสิ่งที่ทีมจะสามารถทำให้สำเร็จ โดยเลือกโครงการที่อยู่บนพื้นฐานของ 2M (Meaningful & Management able) คือ การมีความหมายและมีความสามารถในการจัดการได้

ขั้นที่ 2 การสร้างทีม คือ การเลือกทีมและผู้นำทีม โดยต้องเลือกจากสมาชิกที่มีความรู้และความสามารถในการทำงานที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องนั้นๆ

ขั้นที่ 3 การพัฒนาชาร์เตอร์ (Charter) เอกสารที่ใช้ในการบอกแนวทางให้กับปัญหาหรือโครงการ รวมถึงเหตุผลสำหรับการดำเนินการตามโครงการ วัตถุประสงค์ แผนการทำงาน กิจกรรมต่าง ๆ ขอบเขตและข้อพิจารณาอื่น ๆ การทบทวนบทบาทและความรับผิดชอบของทีม

ขั้นที่ 4 การฝึกอบรม เป็นสิ่งสำคัญในอันดับต้น ๆ ของ Six Sigma ซึ่งจะเน้นถึงกระบวนการ DMAIC และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ โดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 1-4 สัปดาห์

ขั้นที่ 5 การทำ DMAIC เป็นส่วนความรับผิดชอบต่อการแก้ไขปัญหาของทีม โดยจะต้องทำการพัฒนาแผนของโครงการ การฝึกอบรม การทำการนำร่อง และดำเนินการตามแนวทางแก้ไขปัญหาของทีม แล้วค่อยตรวจสอบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

Ref. code: 25626110037030KDI

ขั้นที่ 6 คือ ส่งผลของการแก้ไขปัญหา หลังจบโครงการสมาชิกจะกลับไปสู่การทำงานตามปกติหรือทำโครงการถัดไป โดยทั่วไปจะมีการจัดพิธีการอย่างเป็นทางการ ซึ่งเจ้าของกระบวนการจะรับผิดชอบในการคงไว้ของวิธีการที่ประสบความสำเร็จ

2.3 การแก้ไขปัญหา DMAIC

คือ วิธีการในการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการทำงานและแก้ไขปัญหาที่มีอยู่ในปัจจุบัน (Process Improvement) โดย DMAIC จะมีองค์ประกอบดังภาพที่ 2.2 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบของการแก้ปัญหา DMAIC
ที่มา: http://www.goleansixsigma.com

1. Define; D ขั้นตอนของการนิยามหรือกำหนดปัญหา โดยเลือกโครงการที่จะทำการปรับปรุงหรือออกแบบไปในทางความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก เพื่อให้โครงการที่เลือกทำนั้นเป็นเรื่องสำคัญจริง ๆ ทำแล้วคุ้มค่า ตรงประเด็นไม่เสียเวลา

2. Measure; M ขั้นตอนการวัด ยกตัวอย่างเช่น วัดความสามารถของกระบวนการ วัดของเสีย วัดประสิทธิผล ฯลฯ ในกระบวนการปัจจุบันเพื่อนำมาวิเคราะห์หาตัวแปรต่าง ๆ

3. Analyze; A ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาหรือพิสูจน์ตัวแปรที่สำคัญที่สุดในกระบวนการ (Key process variable) ที่เป็นต้นตอสาเหตุของปัญหาที่นิยามไว้ เช่น การทำไม่ได้ตามข้อกำหนดของลูกค้า หรือเป้าหมายการออกแบบที่กำหนด 4M ฯลฯ ในขั้นตอนนี้ถือว่าสำคัญมาก เพราะถ้าหาตัวแปรไม่เจอหรือหาผิดก็ไม่อาจจะปรับปรุง หรือปรับปรุงผิดที่

4. Improve; I ขั้นตอนของการปรับปรุง เพื่อกำจัดสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ หรือในการออกแบบขั้นนี้จะเป็นการออกแบบกระบวนการ /ผลิตภัณฑ์ เพื่อขจัดหรือควบคุมตัวแปรที่วิเคราะห์ได้

Ref. code: 25626110037030KDI

5. Control; C ขั้นตอนการควบคุม เพื่อทำให้กระบวนการในการผลิตอยู่ภายใต้ข้อจำกัด อย่างสม่ำเสมอ และไม่เกิดข้อบกพร่องขึ้นอีก

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล

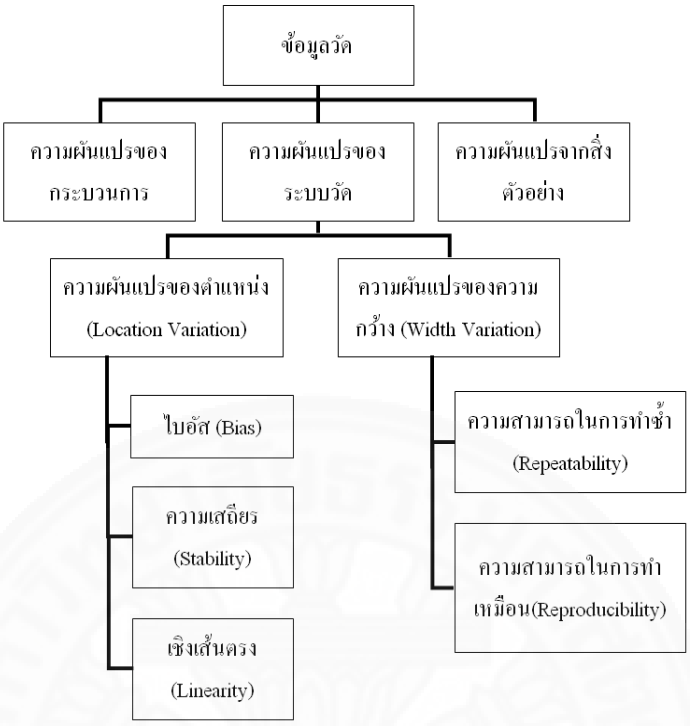
2.4.1 การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis; MSA)

ปัจจุบันระบบการวัดมีความสำคัญต่อการยืนยันผลการตรวจสอบคุณภาพ ถึงแม้ว่าระบบการผลิตจะมีความถูกต้อง แต่ถ้าระบบการวัดมีความผิดพลาดก็อาจส่งผลต่อการตัดสินใจที่คลาดเคลื่อนได้ จะเกิดอะไรขึ้นถ้าระบบการวัดขาดความเที่ยงตรง และความแม่นยำ ซึ่งจะส่งผลทันทีต่อการตัดสินใจด้านการวัดและวิเคราะห์ค่าของการตรวจสอบชิ้น งานที่มีความผิดพลาดทำให้ขาดความเชื่อมั่นจากทางลูกค้าในระยะยาวได้ ดังนั้นระบบการวัดจึงถือเป็นระบบพื้นฐานที่สำคัญและจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุม

2.4.1.1 ความคลาดเคลื่อนในระบบการวัดมี 4 ชนิด ในการวัดทุก ๆ รูปแบบจะมีความคลาดเคลื่อนหรือความผันแปรเกิดขึ้นเสมอดังภาพที่ 2.3 ดังนั้น ในการทดลองที่ได้ผลที่มีความน่าเชื่อถือ จะต้องเริ่มด้วยการได้ข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งความคลาดเคลื่อนอาจเกิดมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (Systematic error) หรือไบอัส (Bias) เกิดจากปัจจัยภายนอกเช่น อากาศ ความชื้น อุณหภูมิ แสงสว่าง แก้ไขได้โดยการควบคุมให้คงที่
2. ความคลาดเคลื่อนจากพนักงานวัด (Personal Error) เช่นการขาดความรู้ในการวัด ความเข้าใจการใช้เครื่องมือ แก้ไขโดยการอบรมและสร้างมาตรฐาน
3. ความคลาดเคลื่อนจากเครื่องมือวัด เกิดจากโครงสร้างของเครื่องมือวัดหรือวิธีการใช้งาน แก้ไขโดยการสอบเทียบ การปรับเปลี่ยนวิธีการวัดใหม่ ใช้อุปกรณ์ยึดจับในการจับงานที่จะทำการวัด
4. ความคลาดเคลื่อนจากสาเหตุอื่นๆ

Ref. code: 25626110037030KDI



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบความผันแปรของระบบการวัด
(ดัดแปลงจาก ประภัสวรรณ สวัสดิ์วงษ์, 2556)

2.4.1.2 คุณสมบัติที่สำคัญของการวัด

1. ความสัมพันธ์ (Relevance) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุด เพราะความสามารถในการวัด จะต้องมีความสัมพันธ์ไปในทางบวกกับความต้องการของลูกค้าหรือกระบวนการ ดังนั้น ในการวัดจึงต้องมุ่งประเด็นไปที่ความต้องการของลูกค้าหรือกระบวนการเป็นหลัก

2. ความละเอียด (Resolution) คือ ความสามารถที่เครื่องมือวัดจะวัดได้ละเอียดตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด เช่น หากข้อกำหนดมีทศนิยม 3 จุด เครื่องมือวัดที่วัดละเอียดได้แค่ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ก็ถือว่าไม่มีความสามารถ เพราะจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง ตามปกติเครื่องมือจะต้องมีความละเอียดเป็นทศนิยมที่น้อยที่สุด 1/10 ของข้อกำหนด

2.4.1.3 การศึกษา Gage R&R

1. Gage Repeatability เป็นการวิเคราะห์ถึงความผันแปรของอุปกรณ์การวัด เนื่องจากหลายครั้งผลสะท้อนกลับไปเรื่องการออกแบบอุปกรณ์หรือเงื่อนไขการวัด เป็นการวัดชิ้นงานเดิมหลายครั้ง เพื่อทดสอบคนวัดมีความเสถียรในการวัดชิ้นงานเดิมหรือไม่เมื่อใช้เครื่องมือวัดเดิม

Ref. code: 25626110037030KDI

2. Gage Reproducibility เป็นการวัดชิ้นงานเดิมหลายครั้ง เปรียบเทียบความสามารถในการวัดซ้ำระหว่างคนวัดซึ่งเป็นอีกมิติของแหล่งความผันแปรของกระบวนการวัด Reproducibility ยังแสดงถึงความผันแปรของคนวัดด้วยเพราะว่านัยสำคัญส่วนใหญ่สะท้อนไปที่ความเสถียรของคนวัดที่อยู่ในระบบการวัด

การศึกษา Gage R&R ปกติทำจะพิจารณาจากทั้งสองส่วน คือ ความผันแปรจากเครื่องมือวัดและคนวัด โดยมุ่งเน้นการแก้ไขให้ถูกจุดในการซ่อมหรือปรับปรุงเครื่องมือวัดให้ดีขึ้น

เมื่อ EV คือ ความผันแปรจากเครื่องมือวัด

AV คือ ความผันแปรจากคนวัด

ในการประเมินผลของ % R&R จะสามารถพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

%R&R < 10% สามารถยอมรับได้

10% < %R&R < 30% ยอมรับระบบการวัดแต่ต้องการการซ่อมแซมหรือการปรับปรุง

%R&R > 30% ไม่สามารถยอมรับระบบการวัด ต้องทำการปรับปรุง

หรือเกณฑ์การประเมินขึ้นอยู่กับทางบริษัทกำหนดให้

2.4.2 ความสามารถของกระบวนการ (Process capability) ในการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ จะใช้ดัชนีชี้วัด 2 ประเภท ดังนี้

2.4.2.1 ดัชนีชี้วัดที่ศักยภาพของความสามารถ (Process capability, Cp) ใช้ในการตัดสินว่ามีความสามารถเพียงใด เมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขบางประการ คือ เมื่อค่าเฉลี่ยของการแปรผันตามธรรมชาติของกระบวนการอยู่ที่กึ่งกลางของช่วงมาตรฐานของข้อกำหนด ดังที่แสดงในภาพที่ 2.4

พิจารณาค่า Cp จากสูตรการคำนวณต่อไปนี้

$$Cp = \frac{USL-LSL}{UCL-LCL} = \frac{USL-LSL}{6\sigma}$$

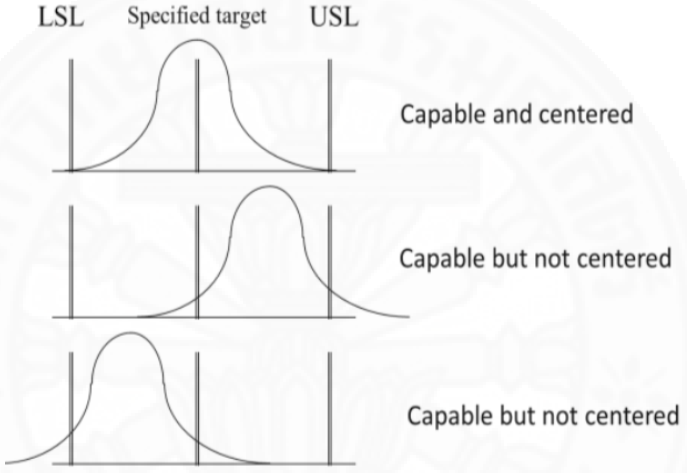
กรณีที่ Cp = 1 ระบุได้ว่ามีความสามารถในระดับที่น้อยที่สุด โดยมีศักยภาพที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีข้อบกพร่องจากช่วงของข้อกำหนดเลย ก็ต่อเมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการ (Process mean) ตกอยู่ที่กึ่งกลางของช่วงข้อกำหนดคืออยู่ที่เป้าหมายที่กำหนด ซึ่งมีโอกาสที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องร้อยละ 0.27 หรือ 2700 ppm คือ มีโอกาสที่จะพบ

Ref. code: 25626110037030KDI

ผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องออกจากช่วง $\pm 3\sigma$ เพียง 0.0027 ส่วนจาก 1 ส่วน (ช่วงของข้อกำหนดมาตรฐาน = ช่วงของความแปรผันตามธรรมชาติของกระบวนการ)

กรณีที่ Cp > 1 ระบุได้ว่ามีกระบวนการมีศักยภาพของความสามารถโดยที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามของข้อกำหนดได้ ก็ต่อเมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการ (process mean) ตกอยู่ที่กึ่งกลางของช่วงของข้อกำหนดคืออยู่ที่เป้าหมายที่กำหนด

กรณที่ Cp < 1 ระบุได้ว่ากระบวนการไม่มีความสามารถ เนื่องจากช่วงของข้อกำหนดมีค่าน้อยกว่าช่วงของความแปรผันตามธรรมชาติของกระบวนการ)



ภาพที่ 2.4 ความสามารถของกระบวนการเมื่อ Cp = 1 แต่กระบวนการอาจจะมีความสามารถหรือไม่มีความสามารถขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ที่เป้าหมายของข้อกำหนด
ที่มา : รศ.ดร.ภก.เพียรกิจ แดงประเสริฐ, ความสามารถของกระบวนการ

2.4.2.2 ดัชนีชี้วัดที่ความสามารถที่แท้จริงของกระบวนการ (Actual capability, Cpk) ใช้ตัดสินกระบวนการได้โดยไม่จำเป็นที่ค่าเฉลี่ยของความแปรผันดังกล่าวต้องอยู่ที่กึ่งกลางของช่วงมาตรฐานที่กำหนด

เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่ตรงกับข้อกำหนด ค่า Cp จะไม่ให้ข้อมูลที่มีความหมาย เพราะบอกได้เพียงช่วงของ Control limit ของกระบวนการกับช่วงของข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ค่าใดจะกว้างกว่าเท่านั้น แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ากระบวนการจะผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องหรือไม่ ดังนั้นจำเป็นต้องวิเคราะห์ความสามารถที่แท้จริงของกระบวนการ ดังที่แสดงในภาพที่ 2.5

พิจารณาค่า Cpk จากสูตรการคำนวณต่อไปนี้

Ref. code: 25626110037030KDI

Cpu = (USL - Average) / (3σ)

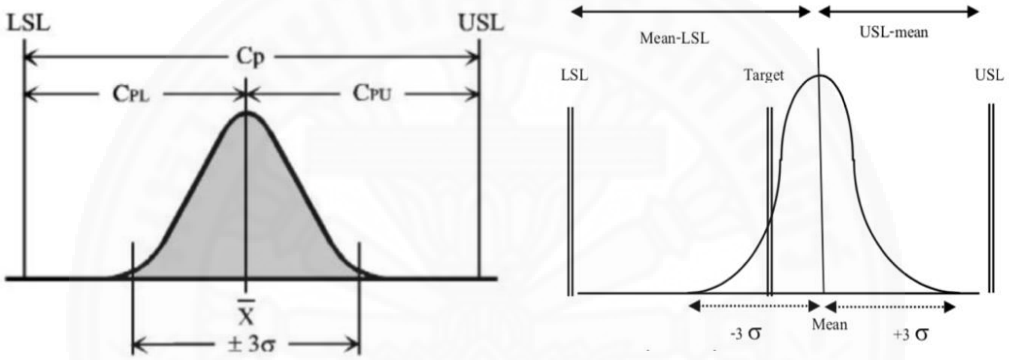
Cpl = (Average - LSL) / (3σ)

Cpk = ค่าที่น้อยที่สุดของ {Cpu และ Cpl}

กรณีที่ Cpk < 1.0 ระบุได้ว่ากระบวนการไม่มีความสามารถ

กรณีที่ Cpk = 1.0 ระบุได้ว่ากระบวนการมีความสามารถขั้นต่ำสุด

โดยทั่วไปจะกำหนดให้ค่า Cpk ควรมีค่ามากกว่า 1.33 หรือขึ้นอยู่กับข้อตกลงของลูกค้า



ภาพที่ 2.5 กระบวนการผลิตที่มีค่าเฉลี่ยของกระบวนการตรงกับค่าเป้าหมายของข้อกำหนด (ซ้าย) และกระบวนการผลิตที่มีค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่ตรงค่าเป้าหมายของข้อกำหนด (ขวา)

จากภาพด้านซ้ายแสดงให้เห็นว่าถ้ากระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากับเป้าหมายของข้อกำหนด จะเห็นได้ว่าค่า Cpu มีค่าไม่เท่ากับ Cpl โดยที่ Cpu < Cpl ดังนั้น ค่า Cpk จึงเท่ากับ Cpu และค่า Cpk ในกรณีนี้น้อยกว่าค่า Cp ดังนั้น ถ้าใช้ค่า Cp ระบุถึงความสามารถของกระบวนการ อาจจะไม่ถูกต้องก็ได้

2.4.3 แผนผังขั้นตอนการทำงาน (Process mapping)

เป็นการแสดงขั้นตอนในการทำงานและความสำพันธ์ระหว่างขั้นตอนของกระบวนการหรือขั้นตอนในการปฏิบัติ สามารถช่วยให้เข้าใจและสื่อสารกิจกรรมหรือขั้นตอนในแต่ละกระบวนการ นอกจากนี้ Process Map ยังสามารถช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่าง Input และ output ในกระบวนการ เพื่อวิเคราะห์กระบวนการผลิตซึ่งอาจจะทำให้ทราบถึงสิ่งผิดปกติ หรือทราบสาเหตุของความบกพร่องในการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งขั้นตอนนี้อาจเป็นขั้นตอนที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาในขั้นตอนต่อไป

Ref. code: 25626110037030KDI

2.4.4 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA)

เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการป้องกันปัญหาความล้มเหลวในส่วนของขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์และการออกแบบควบคุมกระบวนการสำหรับผลิตภัณฑ์ โดยมุ่งเน้นที่การคาดการณ์ปัญหาโดยวิธีการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการ คือ จะทำการวิเคราะห์หน้าที่ (Function) ของกระบวนการในทุกขั้นตอนเพื่อการพิจารณาว่ากระบวนการมีหน้าที่ใด แล้วจึงคาดการณ์ถึงปัญหา หรือลักษณะข้อบกพร่อง (failure mode) ซึ่งหมายถึง ความไม่สอดคล้องกับหน้าที่ของกระบวนการที่กำหนดไว้

2.4.4.1 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

1. ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น
2. สาเหตุและผลของแต่ละข้อบกพร่อง
3. จัดลำดับความสำคัญและข้อบกพร่องตามตัวเลขกำหนด (Risk Priority Number-RPN) พิจารณาจากความถี่ในการเกิดความรุนแรงและแนวโน้นที่ข้อบกพร่องจะเกิด

สมการ RPN = S x O x D

เมื่อ S คือ ความรุนแรงผลกระทบที่เกิดความล้มเหลว (Severity) การประเมินค่า S ดูได้จากตารางที่ 2.2

O คือ โอกาสที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุบ่อยครั้ง (Occurrence) การประเมินค่า O ดูได้จากตารางที่ 2.3

D คือ ความสามารถตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลว (Detection) การประเมินค่า O ดูได้จากตารางที่ 2.4

4. กำหนดปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามมาและการแก้ไข
5. ระบุวิธีการในการแก้ไขปรับปรุง ผู้รับผิดชอบ พร้อมวันกำหนดเสร็จ
6. ทบทวนค่า RPN ใหม่หลังจากเสร็จสิ้นการแก้ไข

Ref. code: 25626110037030KDI

ตารางที่ 2.2 การประเมินค่า Severity (S) ของ PFMEA

ผลกระทบ	เกณฑ์ : ระดับความรุนแรงของ (ผลกระทบต่อลูกค้า)	ระดับ	ผลกระทบ	เกณฑ์ : ระดับความรุนแรงของ (ผลกระทบต่อกระบวนการผลิต)
ความล้มเหลวที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยและ / หรือกฎเกณฑ์ที่มีผลต่อข้อกำหนดทางด้านกฎหมาย	ระดับความล้มเหลวที่ส่งผลต่อระบบปฏิบัติการด้านความปลอดภัยของยานพาหนะ และ / หรือ มีผลกระทบต่อกฎเกณฑ์ข้อกำหนดทางด้านกฎหมายโดยปราศจากการเตือนให้ทราบ	10	ความล้มเหลวที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยและ / หรือกฎเกณฑ์ที่มีผลต่อข้อกำหนดทางด้านกฎหมาย	ระดับความล้มเหลวส่งผลต่อความปลอดภัยของตัวพนักงาน โดยปราศจากการเตือนให้ทราบ
	ระดับความล้มเหลวที่ส่งผลต่อระบบปฏิบัติการด้านความปลอดภัยของยานพาหนะ และ / หรือ มีผลกระทบต่อกฎเกณฑ์ข้อกำหนดทางด้านกฎหมายโดยมีลักษณะการเตือนให้ทราบล่วงหน้า	9		ระดับความล้มเหลวส่งผลต่อความปลอดภัยของตัวพนักงาน โดยมีการเตือนให้ทราบล่วงหน้า
ทำให้เกิดการสูญเสียหรือเกิดการลดทอนหน้าที่การทำงานหลัก(ระดับปฐมภูมิ)	สูญเสียหน้าที่การทำงานหลักในระดับปฐมภูมิ (ยานพาหนะไม่สามารถทำงานได้แต่ไม่ส่งผลต่อระดับความปลอดภัยในการทำงาน)	8	ทำให้เกิดความยุ่งยากในระดับที่สูง	100% ของผลิตภัณฑ์ที่จะต้องถูกทิ้งหรือทำลาย, สายการผลิตต้องหยุดชะงักหรือมีการระงับการจัดส่ง
	ลดทอนหน้าที่การทำงานในระดับปฐมภูมิลงมา (ยานพาหนะสามารถทำงานได้แต่ระดับประสิทธิภาพในการทำงานลดลง)	7	ทำให้เกิดความยุ่งยากในระดับที่ค่อนข้างสูง (หรือมีนัยสำคัญ)	ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาอาจจะต้องถูกทิ้งหรือทำลายในบางส่วน กระบวนการผลิตมีความผันแปร (ในระดับปฐมภูมิ) อัตราการผลิตลดกำลังลงหรือมีการใช้กำลังคนผลิตเพิ่มมากขึ้น
ทำให้เกิดการสูญเสียหรือเกิดการลดทอนหน้าที่การทำงานหลัก(ระดับทุติยภูมิ)	สูญเสียหน้าที่การทำงานหลักในระดับทุติยภูมิ (ยานพาหนะสามารถทำงานได้แต่ไม่มีความสะดวกสบาย / หรือหน้าที่ประกอบในการอำนวยความสะดวกสบายไม่ทำงาน)	6	มีความยุ่งยากเกิดขึ้นในระดับปานกลาง	100% ของการผลิตถูกนำมาปรับปรุงแก้ไข (Line Rework) นอกสายการผลิต (Off line)
	ลดทอนหน้าที่การทำงานในระดับทุติยภูมิลงมา (ยานพาหนะสามารถทำงานได้แต่ไม่มีความสะดวกสบาย / หรือหน้าที่ประกอบในการอำนวยความสะดวกสบายทำงาน	5		ความต่อเนื่องของการผลิตอาจถูกทำให้หยุดชะงักเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์บางส่วนของการผลิตถูก

Ref. code: 25626110037030KDI

ตารางที่ 2.2 การประเมินค่า Severity (S) ของ PFMEA (ต่อ)

	ลดระดับลงมา)			นำมาปรับปรุงแก้ไขใหม่ (Line Rework) นอกสายการผลิต (Off line)
ทำให้เกิดความรำคาญ (ความไม่พึงพอใจ)	มีลักษณะภายนอกที่ปรากฏขึ้นมา หรือ มีเสียงดังที่เกิดขึ้นซึ่งพอที่จะได้ยิน, หรือมีประเด็นความไม่สอดคล้องอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะด้านการใช้งานที่อาจจะสามารถสังเกตได้โดยลูกค้าส่วนใหญ่ (>75%)	4	มีความยุ่งยากเกิดขึ้นในระดับปานกลาง	100% ของการผลิตถูกนำมาปรับปรุงแก้ไข (Line Rework) ภายในสายการผลิต (In Station)
	มีลักษณะภายนอกที่ปรากฏขึ้นมา หรือ มีเสียงดังที่เกิดขึ้นซึ่งพอที่จะได้ยิน, หรือมีประเด็นความไม่สอดคล้องอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะด้านการใช้งานที่อาจจะสามารถสังเกตได้โดยลูกค้าส่วนมาก (50%)	3		ความต่อเนื่องของการผลิตอาจถูกทำให้หยุดชะงัก เนื่องมาจากผลิตภัณฑ์บางส่วนของการผลิตถูกนำมาปรับปรุงแก้ไขใหม่ (Line Rework)ภายในสายการผลิต (In Station)
	มีลักษณะภายนอกที่ปรากฏขึ้นมา หรือ มีเสียงดังที่เกิดขึ้นซึ่งพอที่จะได้ยิน, หรือมีประเด็นความไม่สอดคล้องอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะด้านการใช้งานที่อาจจะสามารถสังเกตได้โดยลูกค้าที่มีความช่างสังเกต (<25%)	2	มีความยุ่งยากเกิดขึ้นในระดับที่เล็กน้อย	พบความไม่ต่อเนื่องหรือความไม่สะดวกสบายเล็ก ๆ น้อย ๆ ในสายการผลิตและการปฏิบัติการ
ไม่มีผลกระทบใด ๆ	ไม่มีผลกระทบใดที่สังเกตเห็น	1	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบใด ๆ เกิดขึ้น

ตารางที่ 2.3 การประเมินค่า Occurrence (O) ของ PFMEA

โอกาสในการพบความล้มเหลว	**เกณฑ์ : เหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุ – PFMEA**	**ระดับคะแนน**
สูงมาก	≥ 100 ต่อ พัน หรือ ≥ 1 ใน 10	10
สูง	50 ต่อ พัน หรือ 1 ใน 20	9
	20 ต่อ พัน หรือ 1 ใน 50	8
	10 ต่อ พัน หรือ 1 ใน 100	7
ปานกลาง	2 ต่อ พัน หรือ 1 ใน 500	6
	0.5 ต่อ พัน หรือ 1 ใน 2,000	5
	0.1 ต่อ พัน หรือ 1 ใน 10,000	4
ต่ำ	0.01 ต่อ พัน หรือ 1 ใน 100,000	3
	≤ 0.001 ต่อ พัน หรือ 1 ใน 1,000,000	2
ต่ำมาก	ความล้มเหลวถูกจำกัดโดยการป้องกันและควบคุม	1

Ref. code: 25626110037030KDI

ตารางที่ 2.4 การประเมินค่า Detection (D) ของ PFMEA

โอกาสสำหรับการการตรวจพบ	เกณฑ์ : การตรวจพบโดยการควบคุมการดำเนินการ	ระดับ	ความเป็นไปได้
ไม่มีโอกาสตรวจพบปัญหา	ไม่มีการควบคุมการดำเนินการในปัจจุบัน : ไม่สามารถตรวจพบความบกพร่อง หรือ ไม่มีการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	10	เกือบจะเป็นไปไม่ได้
ไม่มีทางที่จะตรวจพบปัญหาที่ระดับใด ๆ	รูปแบบของความบกพร่อง และ/หรือ กรณีของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นไม่ง่ายที่จะสามารถตรวจพบประเด็นปัญหา	9	ห่างไกลมาก
ตรวจพบปัญหาภายหลังการดำเนินการ	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ภายหลังการดำเนินการผลิตเสร็จสิ้น โดยผ่านการใช้ประสาทสัมผัส (หมายถึง สายตา หรือ การได้ยินเสียง) ในการตรวจสอบ จากทางผู้ปฏิบัติการ (Visual Check)	8	ค่อนข้างห่างไกล
มีการตรวจพบปัญหาที่สาเหตุ	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ในระหว่างการดำเนินการผลิตโดยผ่านการใช้ประสาทสัมผัส (หมายถึง สายตา หรือ การได้ยินเสียง ; Visual Check) ในการตรวจสอบ หรือมีการใช้เครื่องมือวัดประเภท Attribute Gauging อาทิเช่น GO/NO – GO Gauge จากทางผู้ปฏิบัติการ	7	ต่ำมาก
ตรวจพบปัญหาภายหลังจากดำเนินการ	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ภายหลังการดำเนินการผลิตเสร็จสิ้น โดยผ่านการใช้ Visual Gauge หรือ มีการตรวจสอบในกระบวนการผลิตโดยการใช้เครื่องมือวัดประเภท Attribute Gauging อาทิเช่น GO/NO – GO Gauge จากทางผู้ปฏิบัติการ	6	ต่ำ
มีการตรวจพบปัญหาที่สาเหตุ	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ภายหลังการดำเนินการผลิตเสร็จสิ้น โดยผ่านการใช้ Visual Gauge หรือ มีการตรวจสอบในกระบวนการผลิตโดยการใช้เครื่องมือวัดประเภท Attribute Gauging อาทิเช่น GO/NO – GO Gauge จากทางผู้ปฏิบัติการ (ในขั้นตอนการใช้ Gauge ตรวจสอบในกระบวนการ จะกำหนดให้มีการดำเนินการในขั้นตอนของการทำ job set up หรือ first piece check ด้วย)	5	ปานกลาง
ตรวจพบปัญหาภายหลังจากดำเนินการ	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ภายหลังการดำเนินการผลิตเสร็จสิ้น โดยผ่านเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งจะสามารถตรวจพบประเด็นความบกพร่อง และความสามารถที่จะหยุดชิ้นส่วนของความบกพร่องที่เกิดขึ้นได้เพื่อป้องกันไม่ให้ของเสียเข้าสู่กระบวนการถัดไป	4	ค่อนข้างสูง
มีการตรวจพบปัญหาที่สาเหตุ	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ในระหว่างกระบวนการผลิตโดยผ่านเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งจะสามารถตรวจพบประเด็นความบกพร่อง และสามารถที่จะหยุดชิ้นส่วนของความบกพร่องที่เกิดขึ้นได้เพื่อป้องกันไม่ให้ของเสียเข้าสู่กระบวนการถัดไป	3	สูง
มีระบบในการตรวจจับความบกพร่องที่เกิดขึ้น	ข้อผิดพลาดสามารถตรวจพบได้ในระหว่างกระบวนการผลิต โดยผ่านเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งจะสามารถตรวจพบประเด็นความบกพร่อง และสามารถป้องกันข้อขัดข้องของชิ้นส่วนที่เกิดขึ้นได้ในช่วงต้นของการทำงาน	2	สูงมาก
มีระบบในการป้องกันความผิดพลาด	ข้อผิดพลาดได้รับการป้องกันแล้ว จากการออกแบบเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต หรือจากกระบวนการในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ; ผลิตภัณฑ์ที่ไม่สอดคล้องไม่สามารถผลิตได้เนื่องมาจากมีการนำเทคนิคทางด้าน (Error- proofed หรือ Poka – Yoke) ไปใช้ในขั้นตอนของการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการ	1	ค่อนข้างแน่นอน

Ref. code: 25626110037030KDI

2.4.4.2 ลักษณะสำคัญของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

1. แสดงให้เห็นรูปแบบของความล้มเหลว ปัญหา และความผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นแล้ว จากระบบงาน การออกแบบ การผลิตและการบริการ และมีการประเมินผล

2. การสำหรับการลด หรือขจัดโอกาสของความล้มเหลว ปัญหาและความผิดพลาดนั้น ๆ ที่จะเกิดขึ้นมาอีก

3. การบันทึกลงในแบบฟอร์มมาตรฐาน

2.4.4.3 ประเภทการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

1. การออกแบบแนวคิด (Concept Design) โดย FMEA จะเน้นที่การวิเคราะห์หาข้อบกพร่องแนวโน้นที่เกิดกับการทำงาน (Function) ของระบบเนื่องจากไม่มีประสิทธิภาพของระบบ ทั้งนี้จะครอบคลุมถึงการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างระบบกับองค์กรประกอบต่างๆ ของระบบด้วย

2. การออกแบบใช้ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบได้ก่อน ให้ฝ่ายผลิตดำเนินการผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป ซึ่งจะเน้นข้อบกพร่องเนื่องจากไม่มีประสิทธิภาพของการออกแบบ

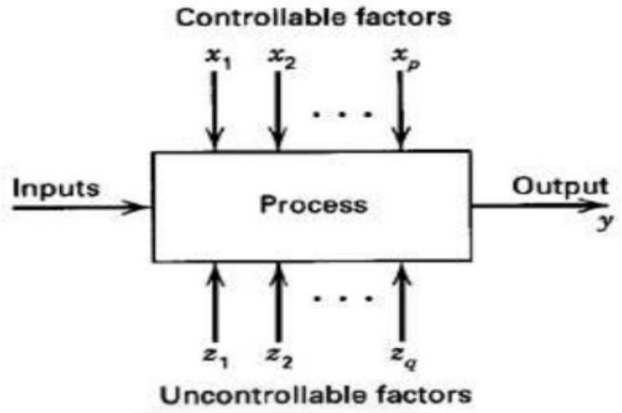
3. กระบวนการผลิตใช้การวิเคราะห์การผลิตและกระบวนการประกอบเน้นข้อบกพร่องอันเนื่องจากไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและการประกอบ

4. งานบริการใช้ในการวิเคราะห์คงกระบวนการบริการก่อนที่จะส่งมอบเน้นข้อบกพร่อง ความผิดพลาด หรือความคลาดเคลื่อน อันเนื่องจากไม่มีประสิทธิภาพของระบบกระบวนการ

2.4.5 การออกแบบการทดลอง (Design of experiments)

เป็นการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบ ปัจจัย (Factor) หรือตัวแปร (Input Variable) ใดที่มีผลต่อสิ่งที่ให้ความสำคัญในผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาพที่ 2.6 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการยืนยันข้อเท็จจริง หรือค้นหาข้อเท็จจริง โดยที่การออกแบบเพื่อวิเคราะห์ว่าปัจจัยมีผลต่อต่อผลิตภัณฑ์หรือไม่ จะต้องทำการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยอย่างน้อย 2 ระดับแล้วทำการทดลอง พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลการทดลอง

Ref. code: 25626110037030KDI



ภาพที่ 2.6 ปัจจัยและพารามิเตอร์ของกระบวนการ

2.4.5.1 คำศัพท์พื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบการทดลอง

1. ตัวแปรตอบสนอง (Response) คือ ตัวแปรผลลัพธ์ (Output) หรือลักษณะทางคุณภาพ (Quality characteristic) ที่ต้องการควบคุมให้เป็นมาตรฐานตามที่ต้องการ

2. ปัจจัย (Factors) คือ ตัวแปรนำเข้า (Inputs) ที่ใช้ในระบบหรือกระบวนการ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยที่ควบคุมได้และปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้

3. ระดับปัจจัย (Level of factor) คือ จำนวนระดับของปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงไป ในการทดลองหนึ่ง

4. วิธีปฏิบัติ (Treatment) คือ ข้อกำหนดสำหรับทุกปัจจัยที่ศึกษาในการทดลองนั้น ๆ ซึ่งจำนวนวิธีปฏิบัติที่เป็นไปได้จะเท่ากับผลคูณของระดับของทุกปัจจัยในการทดลอง

5. จำนวนครั้งที่ทดลอง (Runs or experiment runs) คือ จ้านวนการทดลอง ทังหมดที่ท้าต่อหนึ่งแผนการทดลองมีค่าเท่ากับผลคูณของวิธีปฏิบัติกับจ้านวนครังที่ท้าการทดลองซ้ำ

6. ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable Factor) คือ ปัจจัยที่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ในการผลิต

7. ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable Factor) คือ ปัจจัยที่ไม่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ในการผลิต

2.4.5.2 หลักในการออกแบบการทดลอง

1. การทดลองซ้ำ (Replication) เป็นการทำการทดลองภายใต้เงื่อนไขการทดลองเดียวกันมากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองเพิ่มมากขึ้น สำหรับยืนยันความ

Ref. code: 25626110037030KDI

ถูกต้องของผลการทดลองและเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล สามารถประมาณค่าความผิดพลาดในการทดลองได้ เมื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบกับผลของปัจจัยที่สนใจศึกษาได้

2. การสุ่ม (Randomization) เป็นการจัดลำดับในการทดลองให้เป็นแบบสุ่ม ซึ่งสามารถช่วยลดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ผลการทดลอง การสุ่มจะช่วยกระจายความผิดพลาดในการทดลองที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ไปสู่ทุก ๆ การทดลองด้วยโอกาส และขนาดเท่า ๆ กัน เพื่อให้ความผิดพลาดในการวิเคราะห์ผลเกิดขึ้นน้อยที่สุด

3. การควบคุม (Blocking หรือ Control) เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับเพิ่มความเที่ยงตรงแม่นยำในการทดลอง ป้องกันการรบกวนจากปัจจัยภายนอก (Noise, Nuisance, Factors) และลดความผิดพลาดในการทดลอง

บล็อกเดียวกัน คือ การควบคุมสภาพในการทดลองให้มีสภาพใกล้เคียงกันมากที่สุด เช่น วัสดุที่ใช้ทดลองควรมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันใช้ เครื่องจักรเครื่องเดียวกัน ผู้ทดลองคนเดียวกัน วิธีการทดลองเดียวกัน ในช่วงเวลาทดลองใกล้เคียงกัน โดยเปลี่ยนแปลงเฉพาะเงื่อนไขของปัจจัยที่สนใจศึกษาเท่านั้น

2.4.5.3 ลำดับขั้นการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง

1. นิยามปัญหา จะต้องระบุให้ได้ว่าความต้องการผลิตคืออะไร และต้องการรู้อะไรบ้างในการผลิต ซึ่งเป็นการเกี่ยวโยงไปถึงวัตถุประสงค์ของการทดลองการเลือกปัจจัยที่มีผลและกำหนดระดับ (level) ปัจจัยในการทดลอง โดยระบุว่าระดับที่ใช้เป็นแบบกำหนด (Fixed level), แบบสุ่ม (Random level) หรือแบบผสม (Mixed level)

2. การเลือกแบบทดลอง พิจารณาถึงจำนวนข้อมูลที่ทำซ้ำในการทดลอง ความเหมาะสม ข้อจำกัดในการสุ่ม (Randomization) และการบล็อก (Blocking) ที่เกี่ยวข้อง

แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomization Design) นำมาใช้กับการทดลองปัจจัยเดียว (Single factor experiment) ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้มีขนาดเล็กและไม่มีปัจจัยรบกวนการทดลอง ทำโดยใช้หลักการสุ่มและทำซ้ำ

แผนการทดลองแบบบล็อกสุ่ม (Randomize Block Design) ใช้กับการทดลองที่มีปัจจัยเดียวและมีปัจจัยรบกวน (Noise factor) หลักการคือสุ่มทุกครั้งจะต้องทำซ้ำทุกการทดลองต้องทำบล็อกเพื่อลดปัจจัยรบกวน อาจจะทำมากกว่าหนึ่งบล็อกก็ได้ขึ้นกับจำนวนของปัจจัยรบกวน

แผนการทดลองแบบแฟคโทเรียล (Factorial design) ใช้กับการทดลองที่มีปัจจัยตั้งแต่สองปัจจัยขึ้นไป เป็นการทดลองที่มีหลายปัจจัย (Multiple factor experiment) เนื่องจากปัจจัยมากกว่าหนึ่งแล้ว ดังนั้นนอกเหนือจากการเกิดอิทธิพลของปัจจัยหลัก (Main effect)

Ref. code: 25626110037030KDI

ที่สนใจแล้ว อาจเกิดอิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction effect) คือ ผลที่เกิดจากปัจจัยหนึ่ง เมื่อเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้อีกปัจจัยนึงเปลี่ยนไปด้วย การออกแบบ 2k แฟคโทเรียลนั้นเหมาะสมกับรูปแบบ (Model) ที่มีความเป็นเส้นตรง (Linearity) จึงจะมีความถูกต้องในการตีความข้อมูลได้ถูกต้อง ดังนั้นหากอิทธิพลของปัจจัยต่อตัวแปรตอบสนองมีความเป็นเส้นตรงไม่ดีแล้ว ให้พิจารณา 3k แฟคโทเรียลจะเหมาะกว่า

3. การทำการทดลอง จะต้องปฏิบัติการทดลองตามหลักการที่ได้ออกแบบ คือ ต้องมีการสุ่ม การทำซ้ำ ซึ่งมีข้อควรระวังในระหว่างทำการทดลองดังนี้

1. จะต้องตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัดและความสม่ำเสมอในการทดลอง เพื่อลดความผิดพลาดที่มีออกมาน้อยที่สุด

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องใช้ความรู้ทางด้านสถิติเข้ามาวิเคราะห์และสรุปผล และใช้ในการตัดสินความถูกต้องของข้อมูลที่เกิดขึ้น ก่อนที่จะทำการตีความ

3. ควรจะทำการสรุปข้อมูลในรูปแบบกราฟ, ตาราง, หรือแผนภูมิ เพื่อให้เข้าใจข้อมูลในการสรุปผลได้ดียิ่งขึ้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสน่ห์ ไวยครุฑธา (2559) ได้นำเทคนิค DMAIC มาประยุกต์ใช้เพื่อหาข้อบกพร่องที่เกิดในกระบวนการหยอดกาวแบบกึ่งอัตโนมัติ จากการศึกษาพบว่าสาเหตุของข้อบกพร่องเกิดจากปริมาณของกาวชนิดที่ต้องทำให้แห้งด้วยรังสีเหนือม่วงมีปริมาณมากเกินไปและไหลเข้าไปบริเวณแถวที่สองของไอซีชนิด BGA ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่อับแสงจากแหล่งกำเนิดของรังสีเหนือม่วง ผลที่ได้จากการปรับปรุงคุณภาพ พบว่าอัตราของเสีย 333,846 ใน 1,000,000 หน่วย ลดลงมาที่ระดับ 25,000 ใน 1,000,000 หน่วย หรือตีความในระดับซิกซ์ ซิกม่า จาก 1.9 ซิกม่า มาสู่ระดับ 3.4 ซิกม่า อย่างมีนัยสำคัญ

พัชรี ชัยฤกษ์ (2556) นำ Six sigma มาประยุกต์ใช้ในการระบุปัญหา จากนั้นทำวัดประเมินสถานะของปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุและนำมาออกแบบการทดลองในกระบวนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า มีจำนวนจุดบกพร่องตะกั่วไม่เกาะติดกับฐานในปริมาณมากที่สุดและมีอัตราส่วนของเสียเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 34.14% ผลที่ได้หลังจากการปรับปรุงกระบวนการพบว่าสามารถลดอัตราส่วนของเสียลงเหลือ 0.50% ตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ 50%

ธีรศักดิ์ แข็งธัญญกรณ์ (2559) ศึกษาวิธีการของ Six sigma มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการติดแผ่นปกคลุมเส้นลายวงจร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์

Ref. code: 25626110037030KDI

ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ โดยพบปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเกิดปัญหาทั้งหมด 5 ปัจจัย และมีอัตราของเสียในครึ่งปีแรกเฉลี่ยอยู่ที่ 1.22% จึงตั้งเป้าหมายจะลดของเสียลงไม่น้อยกว่า 30% ของอัตราของเสียในครึ่งปีแรก หลังจากการปรับปรุงกระบวนการสามารถลดอัตราของเสียให้เหลือ 0.71% หรือลดลงจากเดิม 41.80% ซึ่งลดลงมากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้

ศุภกฤต หวังสิทธิเดช (2552) ปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความเสียหายและผลกระทบ แผนภูมิพาเรโต หาปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของกระบวนการผลิต หลังจากนั้นจึงทำการออกแบบการทดลอง จากการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์แผงวงจรปรับเพิ่มลดไฟแสดงผลรุ่น LT1614-14-30051 เป็นรุ่นที่มีการผลิตในปริมาณมากที่สุด และมีอัตราส่วนของเสียเฉลี่ย คือ 856 DPPM เมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่า สามารถลดอัตราส่วนของเสียลงได้จนเหลือศูนย์

อรพรรณ แหยมประสงค์ (2558) ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตตัวกรองสัญญาณรบกวนด้วยเทคนิค DMAIC พบว่ามีปัจจัยที่เป็นสาเหตุหลักอยู่ 5 ปัจจัย จากนั้นจึงออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล 2^k เพื่อหาค่าระดับที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุง และทำการควบคุมกระบวนการด้วยวิธีการทางสถิติ SPC หลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่าสามารถลดปัญหาค่าเหนี่ยวนำทางไฟฟ้าจากร้อยละ 71.33 เหลือร้อยละ 1.0

Ref. code: 25626110037030KDI

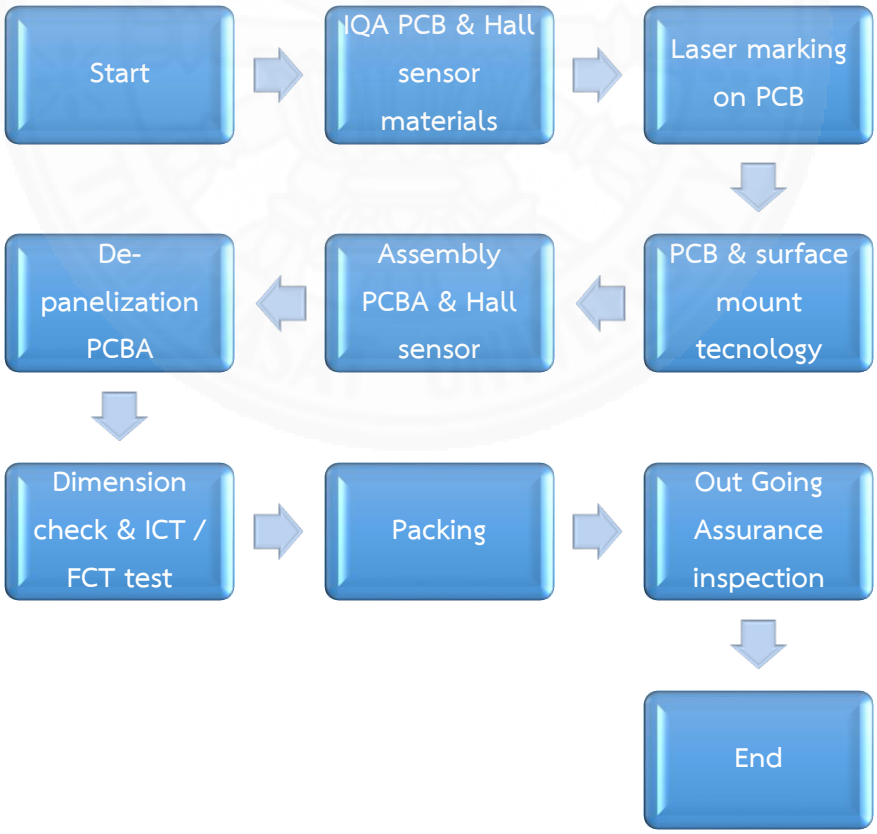
บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการค้นหาและระบุปัญหา (Define Phase)

ในการดำเนินงานวิจัยจะเริ่มจากการศึกษาภาพรวมของกระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในโรงงานของผู้วิจัยที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

3.1.1 การศึกษากระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3.1 โดยเริ่มจากกระบวนการตรวจสอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (รวมถึงอุปกรณ์ Hall sensor) ก่อนเข้าไลน์ผลิต การประกอบแผ่นวงจรกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จนไปถึงการควบคุมคุณภาพของการประกอบชิ้นงานก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า



ภาพที่ 3.1 กระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของโรงงานกรณีศึกษา

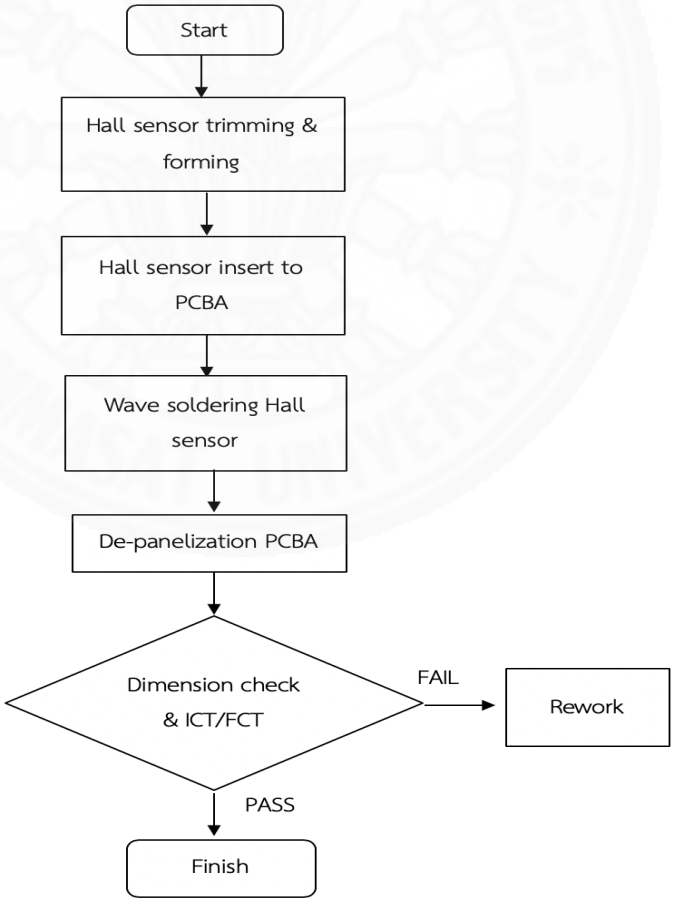
Ref. code: 25626110037030KDI

จากข้อมูลในภาพที่ 1.1 ของเสียมาจากกระบวนการประกอบอุปกรณ์ Hall sensor กับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนใหญ่ เมื่อทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานที่กระบวนการนี้ พบว่า มีขั้นตอนหลักอยู่ 3 ขั้นตอน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ Hall sensor กับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์(PCBA) ด้วยการบัดกรีตะกั่ว ก่อนจะทำการตัดแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นชิ้น เพื่อนำไปทดสอบในกระบวนการต่อไป ดังที่แสดงในภาพที่ 3.2

1. ขั้นตอนการตัดและขึ้นรูปขาของอุปกรณ์ Hall sensor (Hall sensor trimming & forming)

2. ขั้นตอนการนำ Hall sensor มาประกอบกับ PCBA (Hall sensor insert to PCBA)

3. ขั้นตอนการบัดกรีตะกั่วระหว่างอุปกรณ์ Hall sensor กับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Wave soldering Hall sensor)



ภาพที่ 3.2 แผนผังการทำงานของกระบวนการประกอบอุปกรณ์ Hall sensor กับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

Ref. code: 25626110037030KDI

3.1.2 สรุปสภาพปัญหาในกระบวนการประกอบ hall sensor

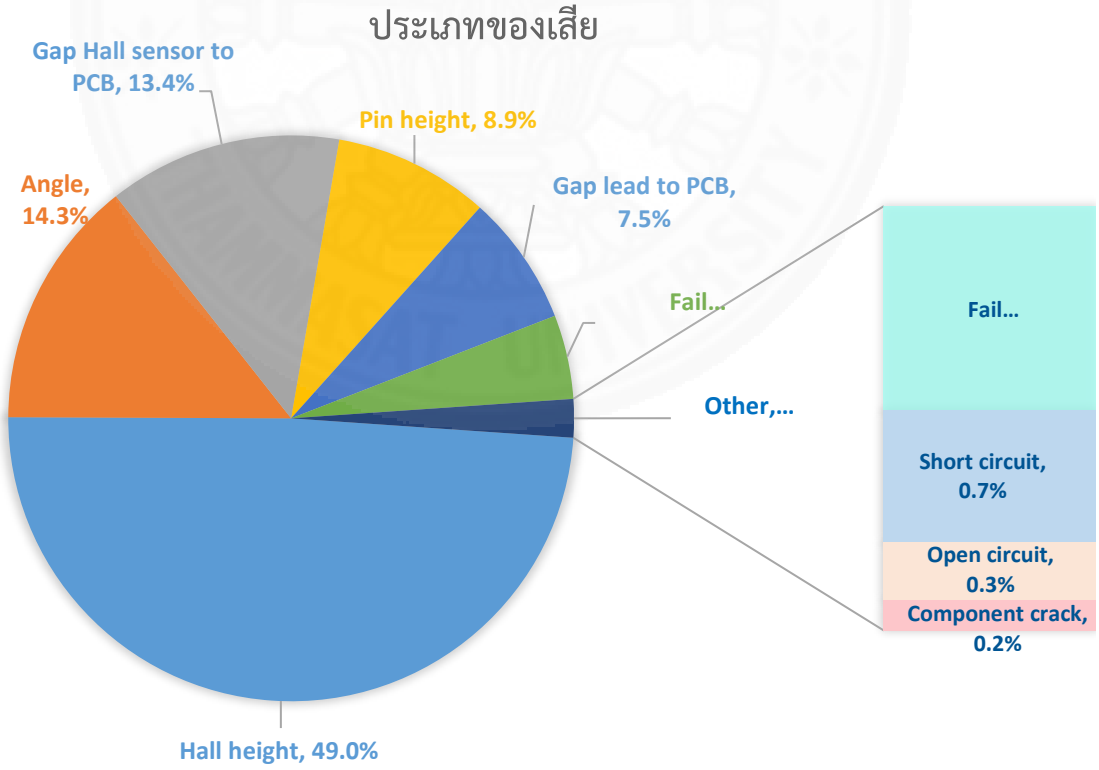
จากการติดตามผลการตรวจสอบชิ้นงานจากระยะเวลา 12 เดือนย้อนหลัง ตั้งแต่เดือนกันยายน 2561 จนถึง สิงหาคม 2562 พบว่ามีชิ้นงานที่ผลิตไม่ได้ตามมาตรฐานเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตทั้งหมด 27,108 ชิ้น จากยอดการผลิตทั้งหมด 83,649 ชิ้น โดยมีอัตราของเสียโดยเฉลี่ย คือ 36.56% เมื่อนำมาแยกเป็นประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นพบว่ามีประเภทต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3.3 โดยมีปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดสามอันดับแรก ได้แก่

อันดับที่หนึ่ง คือ ความสูงของ Hall sensor (Hall Height) คิดเป็นจำนวนทั้งสิ้น 49.0%

อันดับที่สอง คือ มุม Hall sensor (Angle) คิดเป็นจำนวนทั้งสิ้น 14.3%

อันดับที่สาม คือ ระยะห่างระหว่าง Hall sensor กับรู PCB (Gap Hall sensor to PCB) คิดเป็นจำนวนทั้งสิ้น 13.4%

ซึ่งจะพบว่า เป็นของเสียที่เกิดขึ้นได้จากขั้นตอนการตัดและขึ้นรูปขาของอุปกรณ์ Hall sensor และขั้นตอนการนำอุปกรณ์ Hall sensor มาประกอบกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ก่อนทำการบัดกรีด้วยตะกั่ว



ภาพที่ 3.3 ข้อมูลประเภทของของเสียที่ตรวจสอบพบจากกระบวนการ Hall sensor dimension measurement & ICT/FCT

Ref. code: 25626110037030KDI

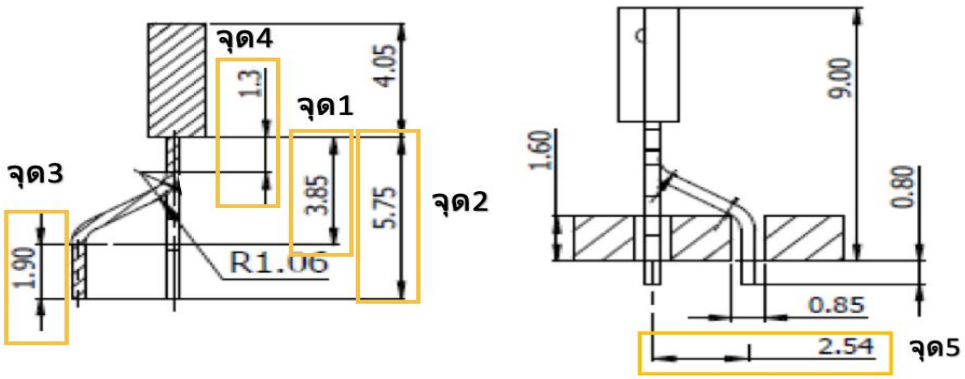
โดยที่ของเสียประเภท Hall height, Angle และ Gap Hall sensor to PCB เหล่านี้ จะส่งผลต่อการประกอบเข้ากับโมเดลของลูกค้า ทำให้การประกอบมีปัญหา รวมไปถึงมีผลต่อฟังก์ชั่นการทำงานหลังจากที่ลูกค้านำไปประกอบแล้ว ดังนั้น หากมีการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการประกอบก่อนที่ชิ้นงานจะถูกส่งไปยังกระบวนการตรวจสอบ จะเป็นผลทำให้ลดขั้นตอนในการนำชิ้นงานกลับไปซ่อมใหม่ และที่สำคัญจะช่วยเพิ่มผลการผลิต ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ รวมไปถึงทำให้มีการส่งมอบของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงเวลาที่ลูกค้ากำหนด ดังนั้น จากข้อมูลที่ศึกษา สามารถสรุปได้ว่า คุณภาพวิกฤติ (Critical to quality) ของกระบวนการผลิตที่สนใจ คือ Hall height, Angle และ Gap Hall sensor to PCB

3.2 ขั้นตอนการวัดผล (Measurement Phase)

เมื่อมีการนิยามปัญหาที่พบในสภาพปัจจุบันของกระบวนการแล้ว ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นขั้นตอนของการวัด ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์ความแม่นยำของกระบวนการผลิตและระบบการวัดที่ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือของค่าที่วัดได้ ก่อนที่จะนำข้อมูลการวัดไปเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนต่อไป

3.2.1 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการการตัดและขึ้นรูปขาของอุปกรณ์ Hall sensor (Hall sensor trimming & forming)

ในการศึกษานี้จะทำการพิจารณาความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการตัดและขึ้นรูปขาของอุปกรณ์ Hall sensor ซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่าเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดของเสียมากที่สุด โดยการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการจะใช้ค่า Cp และ Cpk ในการพิจารณาและผลการวัดชิ้นงานห้าตำแหน่งที่ได้ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 โดยมีจุดวัดที่แสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ตำแหน่งที่ทำการวัดจุดที่ 1 (ซ้าย) ถึง จุดที่ 5 (ขวา)

Ref. code: 25626110037030KDI

ตารางที่ 3.1 ผลการวัดจุดวัดที่ 1-3 ของชิ้นงานที่ 1 ถึง ชิ้นที่ 30 (หน่วย mm)

ชิ้นงาน	จุดวัดที่ 1	จุดวัดที่ 2	จุดวัดที่ 3	ชิ้นงาน	จุดวัดที่ 1	จุดวัดที่ 2	จุดวัดที่ 3
1	3.859	5.744	1.880	16	3.85	5.743	1.897
2	3.851	5.765	1.876	17	3.872	5.733	1.882
3	3.864	5.752	1.905	18	3.805	5.743	1.902
4	3.850	5.734	1.900	19	3.904	5.782	1.846
5	3.848	5.759	1.912	20	3.860	5.75	1.896
6	3.849	5.751	1.899	21	3.814	5.746	1.858
7	3.857	5.741	1.897	22	3.873	5.763	1.896
8	3.856	5.755	1.902	23	3.865	5.731	1.892
9	3.850	5.742	1.900	24	3.849	5.768	1.900
10	3.804	5.752	1.887	25	3.907	5.738	1.891
11	3.908	5.756	1.900	26	3.902	5.757	1.891
12	3.806	5.736	1.892	27	3.858	5.744	1.906
13	3.870	5.752	1.889	28	3.839	5.75	1.903
14	3.876	5.749	1.904	29	3.884	5.782	1.878
15	3.868	5.745	1.905	30	3.803	5.748	1.906

จากผลการทดลองความสามารถของกระบวนการตัดและขึ้นรูปขาของอุปกรณ์ Hall sensor จากตารางที่ 3.1 พบว่าจุดวัดที่ 1 ค่า Cpk ที่ได้ คือ 1.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.67 (ต่ำกว่าเป้าหมายของบริษัท) แต่ค่าวัดจากจุดที่ 2 และจุดวัดที่ 3 ค่า Cpk ที่ได้ คือ 2.19 และ 2.30 ตามลำดับ (มากกว่าเป้าหมายของบริษัท) แต่ค่า Cp ของทั้งสามจุดมีค่ามากกว่า 1.0

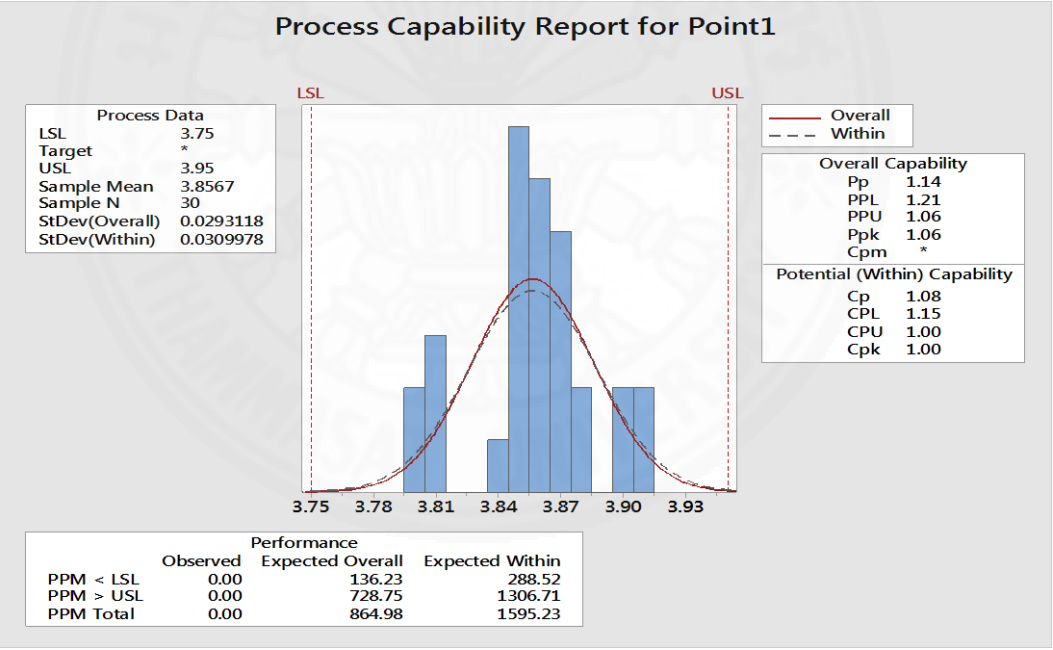
ตารางที่ 3.2 ผลการวัดจุดวัดที่ 4-5 ของชิ้นงานที่ 1 ถึง ชิ้นที่ 30 (หน่วย mm)

ชิ้นงาน	จุดวัดที่ 4	จุดวัดที่ 5	ชิ้นงาน	จุดวัดที่ 4	จุดวัดที่ 5
1	1.366	2.539	16	1.368	2.537
2	1.315	2.542	17	1.307	2.544
3	1.332	2.537	18	1.305	2.543
4	1.345	2.539	19	1.321	2.545
5	1.272	2.538	20	1.361	2.545
6	1.342	2.544	21	1.313	2.542
7	1.339	2.540	22	1.295	2.549
8	1.300	2.540	23	1.297	2.549

Ref. code: 25626110037030KDI

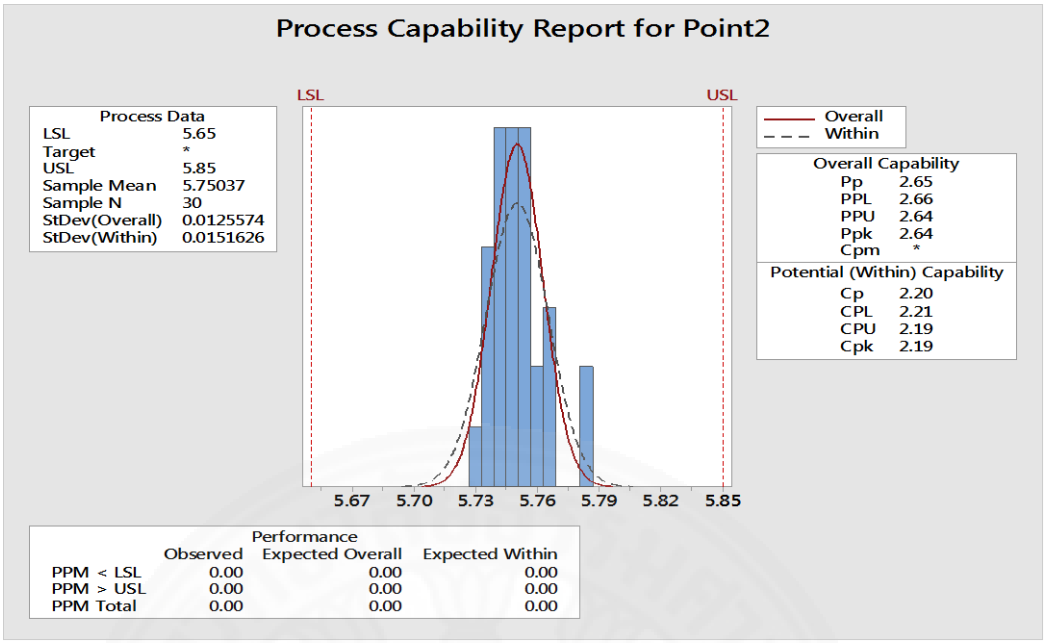
ชิ้นงาน	จุดวัดที่ 4	จุดวัดที่ 5	ชิ้นงาน	จุดวัดที่ 4	จุดวัดที่ 5
9	1.289	2.536	**24**	1.294	2.546
10	1.367	2.541	**25**	1.354	2.543
11	1.366	2.544	**26**	1.298	2.538
12	1.309	2.543	**27**	1.327	2.548
13	1.281	2.545	**28**	1.329	2.538
14	1.315	2.546	**29**	1.295	2.536
15	1.343	2.539	**30**	1.289	2.541

จากตารางที่ 3.2 พบว่าจุดวัดที่ 4 และ จุดวัดที่ 5 ค่า Cpk ที่ได้ คือ 0.95 และ 0.85 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.67 (ต่ำกว่าเป้าหมายของบริษัท) แต่ค่า Cp ของทั้งสองจุดมีค่ามากกว่า 1.0

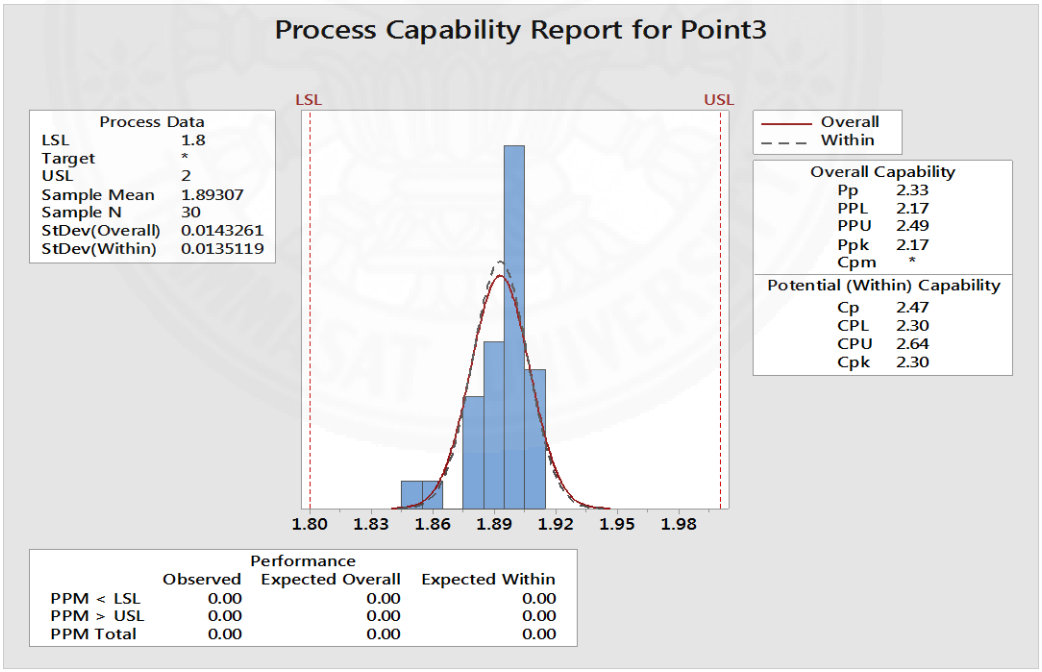


ภาพที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนสำหรับจุดวัดที่ 1

Ref. code: 25626110037030KDI

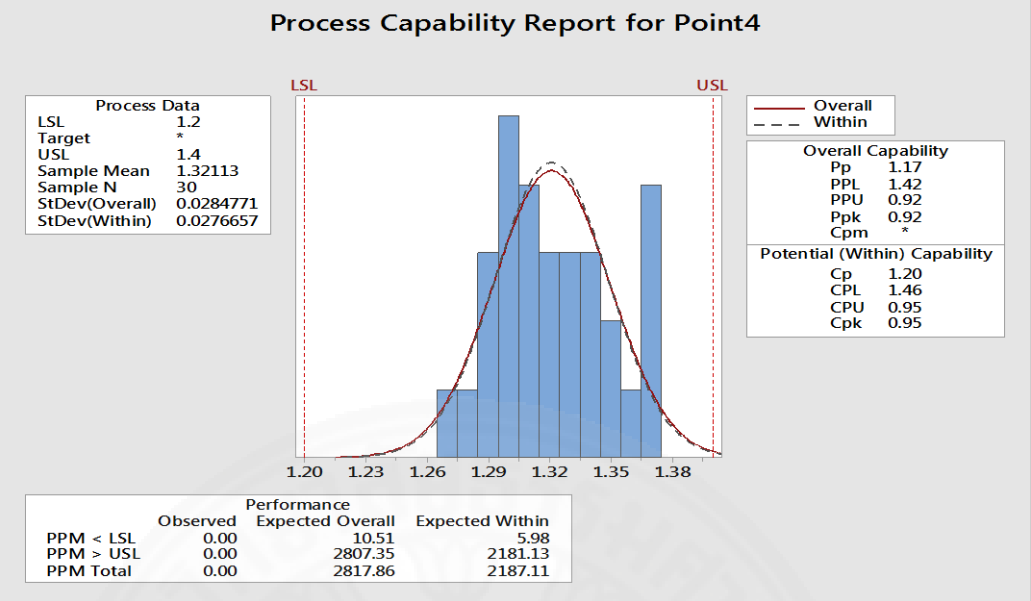


ภาพที่ 3.6 ผลการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนสำหรับจุดวัดที่ 2

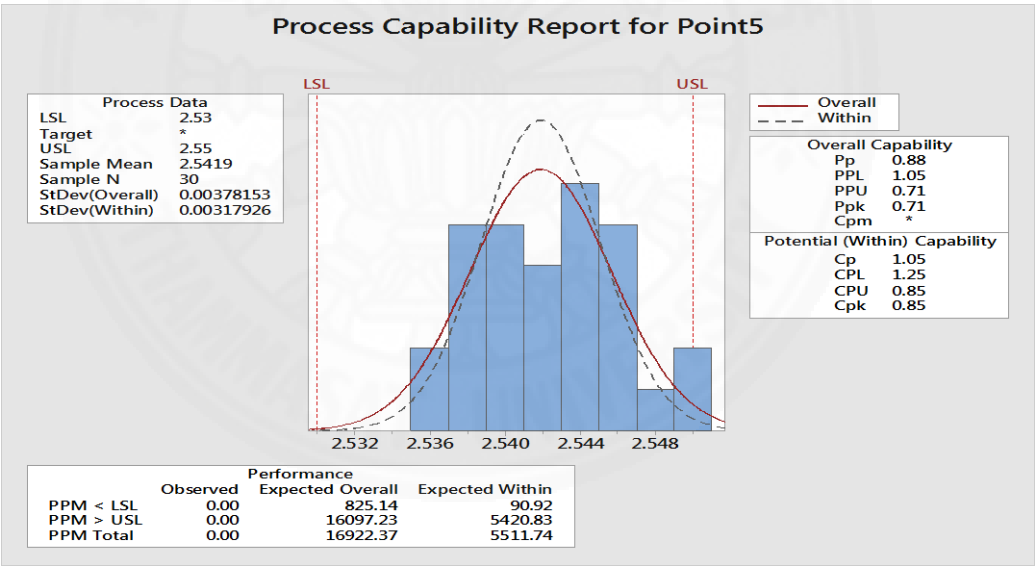


ภาพที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนสำหรับจุดวัดที่ 3

Ref. code: 25626110037030KDI



ภาพที่ 3.8 ผลการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนสำหรับจุดวัดที่ 4



ภาพที่ 3.9 ผลการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนสำหรับจุดวัดที่ 5

3.2.2 การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement system analysis) ระบบการวัดที่ใช้ในกระบวนการทำงานแบ่งออกเป็นสามส่วน มีดังนี้

- กล้องตัวที่ 1 ที่ใช้ในการวัดระยะของชิ้นงานระยะ 2.62 มม. กับระยะ 15.82 มม.
- กล้องตัวที่ 2 ที่ใช้ในการวัดระยะของชิ้นงานระยะ 9.10 มม.
- ความสามารถของพนักงานในการทำการแยกแยะของดีและของเสีย

Ref. code: 25626110037030KDI

ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบการวัดของกล้องตัวที่ 1 (ระยะ 2.62 มม. กับระยะ 15.82 มม.)

1. ตรวจสอบเครื่องมือวัดว่าผ่านการสอบเทียบมาแล้วและยังอยู่ในช่วงเวลาที่ให้ใช้งานได้

2. ทำการสุ่มชิ้นงานที่หลังกระบวนการบัดกรีตะกั่วแล้วมา 10 ชิ้น

3. กำหนดหมายเลขให้กับชิ้นงานแต่ละชิ้น

4. พนักงาน 3 คน นำชิ้นงานเข้าเครื่องตรวจสอบโดยทำซ้ำ 3 ครั้งต่อ 1 คน

5. วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมมาตรฐาน Gage R&R (ANOVA)

จากการผลการวิเคราะห์ระบบการวัด ดังภาพที่ 3.10 และ 3.11 พบว่าผลของระยะ 2.62 มม.และระยะ 15.82 มม. ผ่านเกณฑ์ Gage R&R ตามที่บริษัทกำหนดไว้ในดังตารางที่ 3.3

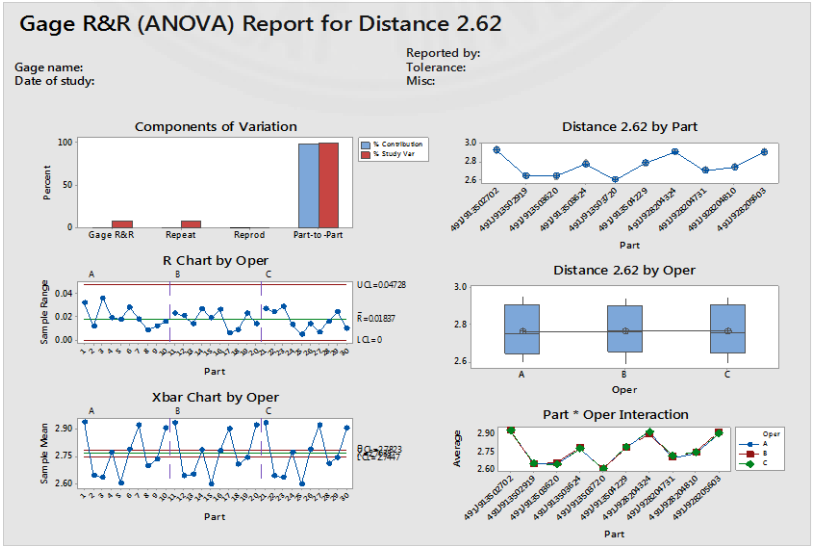
Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0001166	0.78
Repeatability	0.0001166	0.78
Reproducibility	0.0000000	0.00
Oper	0.0000000	0.00
Part-To-Part	0.0147508	99.22
Total Variation	0.0148674	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.010800	0.064801	8.86
Repeatability	0.010800	0.064801	8.86
Reproducibility	0.000000	0.000000	0.00
Oper	0.000000	0.000000	0.00
Part-To-Part	0.121453	0.728716	99.61
Total Variation	0.121932	0.731592	100.00

Number of Distinct Categories = 15

Gage R&R for Distance 2.62



ภาพที่ 3.10 ผลการวิเคราะห์ Gage R&R ของกล้องตัวที่ 1 ระยะ 2.62 มม.

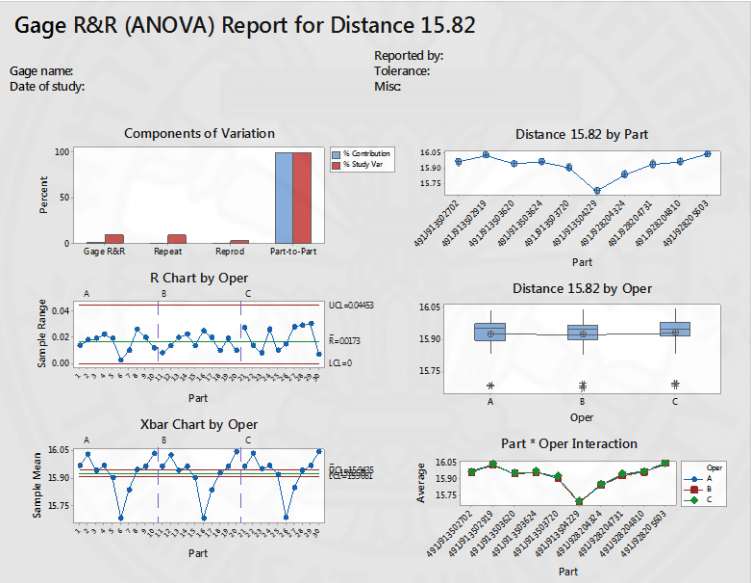
Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0001008	0.94
Repeatability	0.0000875	0.81
Reproducibility	0.0000133	0.12
Oper	0.0000133	0.12
Part-To-Part	0.0106490	99.06
Total Variation	0.0107498	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.010038	0.060226	9.68
Repeatability	0.009353	0.056119	9.02
Reproducibility	0.003643	0.021859	3.51
Oper	0.003643	0.021859	3.51
Part-To-Part	0.103194	0.619164	99.53
Total Variation	0.103681	0.622086	100.00

Number of Distinct Categories = 14

Gage R&R for Distance 15.82



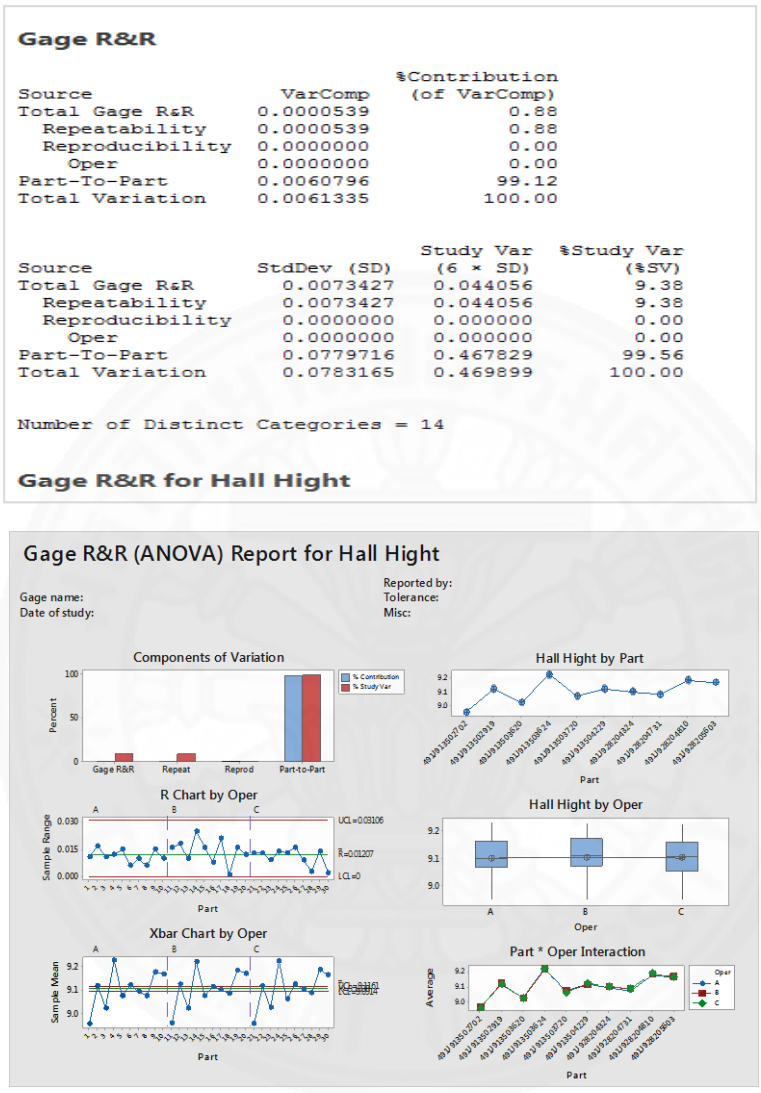
ภาพที่ 3.11 ผลการวิเคราะห์ Gage R&R ของกล้องตัวที่ 1 ระยะ 15.82 มม.

<u>ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบการวัดของกล้องตัวที่ 2 (ระยะ 9.10 มม.)</u>

1. ตรวจสอบเครื่องมือวัดว่าผ่านการสอบเทียบมาแล้วและยังอยู่ในช่วงเวลาที่ให้ใช้งานได้

2. ทำการสุ่มชิ้นงานที่หลังกระบวนการบัดกรีตะกั่วแล้วมา 10 ชิ้น
3. กำหนดหมายเลขให้กับชิ้นงานแต่ละชิ้น
4. พนักงาน 3 คน นำชิ้นงานเข้าเครื่องตรวจสอบโดยทำซ้ำ 3 ครั้งต่อ 1 คน
5. วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมมาตรฐาน Gage R&R (ANOVA)

จากการผลการวิเคราะห์ระบบการวัดดังภาพที่ 3.12 พบว่าผลของระยะ 9.10 มม. ผ่านเกณฑ์ Gage R&R ตามที่บริษัทกำหนดไว้ ดังตารางที่ 3.3



Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0000539	0.88
Repeatability	0.0000539	0.88
Reproducibility	0.0000000	0.00
Oper	0.0000000	0.00
Part-To-Part	0.0060796	99.12
Total Variation	0.0061335	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.0073427	0.044056	9.38
Repeatability	0.0073427	0.044056	9.38
Reproducibility	0.0000000	0.000000	0.00
Oper	0.0000000	0.000000	0.00
Part-To-Part	0.0779716	0.467829	99.56
Total Variation	0.0783165	0.469899	100.00

Number of Distinct Categories = 14

Gage R&R for Hall Hight

ภาพที่ 3.12 ผลการวิเคราะห์ Gage R&R ของกล้องตัวที่ 2 ระยะ 9.10 มม.

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การยอมรับและผลการวิเคราะห์

Decision	Accept Criteria	Camera 1		Camera 2
		Distance 2.62	Distance 15.82	Distance 9.10
Number of distinct categories (NDC)	≥ 5	15	14	14
%Contribution	< 1%	0.78%	0.94%	0.88%
%Study variation	< 10%	8.86%	9.68%	9.38%

ขั้นตอนการวิเคราะห์ความสามารถของพนักงานในการทำการแยกแยะของดีและของเสีย

1. คัดเลือกตัวอย่างของชิ้นงาน 20 ชิ้น โดยแบ่งออกเป็น ชิ้นงานดี (PASS) = 10 ชิ้น และชิ้นงานก้ำกึ่งเสีย (FAIL) = 10 ชิ้น

2. กำหนดหมายเลขให้ชิ้นงานแต่ละชิ้น

3. ให้พนักงานนำชิ้นงานแต่ละหมายเลขทำการตรวจสอบ

4. วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมมาตรฐาน Attribute Gauge R&R

จากการประเมินความสามารถของพนักงานในการทำการแยกแยะของดีกับของเสีย พบว่าได้ผลเป็นที่ยอมรับได้ โดยมีค่าดัชนีทุกค่าวัดประเมินเท่ากับ 100% ดังภาพที่ 3.13 ซึ่งผ่านเกณฑ์การยอมรับที่บริษัทกำหนดไว้ตามตารางที่ 3.4

Attribute Gage R & R Effectiveness

SCORING REPORT

DATE: Oct 30,2019
NAME: Chayanan J
PRODUCT: PCBA
BUSINESS: Automotive

Attribute Legend[5] (used in computations)
1 Pass
2 Fail

Known Population		Operator #1		Operator #2		Operator #3		All operators agree within and between each Other	All Operators agree with standard
Sample #	Attribute	Trial #1	Trial #2	Trial #1	Trial #2	Trial #1	Trial#2	Y/N Agree	Y/N Agree
1	Pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	Y	Y
2	Pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	Y	Y
3	Fail	fail	fail	fail	fail	fail	fail	Y	Y
4	Fail	fail	fail	fail	fail	fail	fail	Y	Y
5	Fail	fail	fail	fail	fail	fail	fail	Y	Y
6	Pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	Y	Y
7	Pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	Y	Y
8	Pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	Y	Y
9	Fail	fail	fail	fail	fail	fail	fail	Y	Y
10	Pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	Y	Y
11	Fail	fail	fail	fail	fail	fail	fail	Y	Y
12	Fail	fail	fail	fail	fail	fail	fail	Y	Y
13	Fail	fail	fail	fail	fail	fail	fail	Y	Y
14	Pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	Y	Y
15	Pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	Y	Y
16	Pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	Y	Y
17	Fail	fail	fail	fail	fail	fail	fail	Y	Y
18	Fail	fail	fail	fail	fail	fail	fail	Y	Y
19	Pass	pass	pass	pass	pass	pass	pass	Y	Y
20	Fail	fail	fail	fail	fail	fail	fail	Y	Y
% APPRAISER SCORE[1] ->			100.00%		100.00%		100.00%		
% SCORE VS. ATTRIBUTE[2] ->			100.00%		100.00%		100.00%		
SCREEN % EFFECTIVE SCORE[3] ->								100.00%	
SCREEN % EFFECTIVE SCORE vs. ATTRIBUTE [4] ->									100.00%

ภาพที่ 3.13 ผลการวิเคราะห์ความสามารถของพนักงานในการแยกแยะของดีกับของเสีย

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การยอมรับ

Decision	Accept criteria
% Agreement within appraiser	100%
% Effective score	100%
% Agreement of all appraiser vs standard	≥ 90%

Ref. code: 25626110037030KDI

3.2.3 สรุปความสามารถของกระบวนการการตัดและขึ้นรูปขาของอุปกรณ์ Hall sensor (Hall sensor trimming & forming)

จากผลของข้อที่ 3.2.1 สามารถสรุปได้ว่าเครื่องจักรมีความสามารถในกระบวนการผลิตยังไม่เพียงพอ เนื่องจากพบว่าค่าของ Cpk ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 1.67 โดยเป็นจุดวัดที่มีผลต่อความสูงของ Hall sensor ซึ่งเป็นจุดคุณภาพวิกฤติ (Critical to quality) ของกระบวนการผลิต และจากผลของข้อที่ 3.2.2 เครื่องมือวัดที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีความสามารถในการวัดคุณภาพวิกฤติ

ดังนั้น ในขั้นตอนที่ 3.1 การค้นหาและระบุปัญหา (Define phase) และขั้นตอนที่ 3.2 การวัดผล (Measurement phase) สามารถสรุปวัตถุประสงค์ในการศึกษาคือ เพื่อแก้ปัญหาคุณภาพวิกฤติ (Critical to quality) ของผลิตภัณฑ์ คือ ความสูงของ Hall sensor (Hall Height) โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิต (Cp และ Cpk) และจะส่งผลให้ลดจำนวนของเสียลงอย่างน้อย 50%

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase)

ขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นขั้นตอนที่สำคัญ ซึ่งจะเป็นการนำข้อมูลที่มีอยู่ในกระบวนการปัจจุบันมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาว่าปัญหาที่พบ น่าจะเกิดมาจากขั้นตอนการทำงานในส่วนไหน หรือมาจากเครื่องจักรที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต โดยในงานวิจัยนี้จะนำเอาเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) ดังแสดงในตารางที่ 3.5 เพื่อมาใช้ในศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะของอาการของเสียที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ พร้อมกับพิจารณาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นด้วย และจัดลำดับความสำคัญจากค่า Risk Priority Numeric (RPN) ก่อนจะนำไปปรับปรุงกระบวนการ

ค่า RPN มาจากการคูณของคะแนน S x O x D ซึ่งจะได้มาจากการประเมินคะแนนออกมา

ตัวอย่างในการคำนวณค่า RPN เช่น

ค่าระดับความรุนแรงมีน้อยที่สุด มีความถี่ในการเกิดความล้มเหลวน้อยที่สุด และมีความสามารถในการตรวจจับได้ดีที่สุด จะได้ค่า RPN = 1 (1 x 1 x 1)

ค่าระดับความรุนแรงมีมากที่สุด มีความถี่ในการเกิดความล้มเหลวมากที่สุด และมีความสามารถในการตรวจจับได้แย่ที่สุด จะได้ค่า RPN = 1000 (10 x 10 x 10)

Ref. code: 25626110037030KDI

ตารางที่ 3.5 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ของกระบวนการประกอบอุปกรณ์ Hall sensor กับ PCBA

Process Step/ Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	Detection	RPN
1. การตรวจสอบวัตถุดิบ Hall sensor / Incoming inspection	Hall sensor เสียรูป	ไม่สามารถนำไปตัดและขึ้นรูปได้	8	วัตถุดิบเสียรูปตั้งแต่อยู่ในแพ็คเกจมาจาก Supplier	1	1. กำหนดวิธีการตรวจสอบในเอกสารการปฏิบัติงาน 2. ออกเอกสารแจ้ง Supplier ทำการแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำ (8D)	1. ตรวจสอบสภาพกล่องของวัตถุดิบตอนรับเข้า 100% 2. สุ่มตรวจวัตถุดิบที่รับเข้าด้วยสายตา AQL0.65 ต่อล็อต	6	48
	ระยะขา Hall sensor สั้น	ตัดและขึ้นรูปได้ผิดระยะ	7	Supplier ส่งวัตถุดิบ Hall sensor มีระยะความยาวขาสั้นกว่าสเปก	1	1. กำหนดจุดวัด dimension ในเอกสารการตรวจสอบ 2. ออกเอกสารแจ้ง Supplier ทำการแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำ (8D)	1. สุ่มตรวจวัตถุดิบที่รับเข้าด้วย smart scope AQL0.65 ต่อล็อต	6	42
	ขา Hall sensor หนากว่าสเปก	ไม่สามารถนำไปประกอบกับ PCBA บอร์ดได้	8	Supplier ส่งวัตถุดิบ Hall sensor มีความหนาของขาหนากว่าสเปก	1	1. กำหนดจุดวัด dimension ในเอกสารการตรวจสอบ 2. ออกเอกสารแจ้ง Supplier ทำการแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำ (8D)	1. สุ่มตรวจวัตถุดิบที่รับเข้าด้วย smart scope AQL0.65 ต่อล็อต	6	48

Ref. code: 25626110037030KDI

Process Step/ Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	Detection	RPN
2. การตรวจสอบวัตถุดิบ PCB / Incoming inspection	รู PCB มีขนาดเล็ก	ไม่สามารถนำ Hall sensorมาประกอบกับ PCBA ได้	8	Supplier ส่งวัตถุดิบ PCB ที่มีขนาดรู PCB เล็กกว่าสเปก	1	1. กำหนดจุดวัด dimension ในเอกสารการตรวจสอบ 2. ออกเอกสารแจ้ง Supplier ทำการแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำ (8D)	1. สุ่มตรวจวัตถุดิบที่รับเข้าด้วย smart scope AQL0.65 ต่อล็อต	6	48
	รู PCB มีขนาดใหญ่	ทำให้Hall sensor ขยับ และไม่ได้ระยะหลังการประกอบกับ PCBA	5	Supplier ส่งวัตถุดิบ PCB ที่มีขนาดรู PCB ใหญ่กว่าสเปก	1	1. กำหนดจุดวัด dimension ในเอกสารการตรวจสอบ 2. ออกเอกสารแจ้ง Supplier ทำการแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำ (8D)	1. สุ่มตรวจวัตถุดิบที่รับเข้าด้วย smart scope AQL0.65 ต่อล็อต	6	30
3. การตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor / Hall sensor trimming & forming	ขาของ Hall sensor ไม่เป็นรูปทรงที่กำหนด	ไม่สามารถนำ Hall sensorมาประกอบกับ PCBA ได้	8	ใช้ Die สำหรับการตัดและดัดไม่ถูกต้อง	4	1. ระบุประเภทของ Die ที่ใช้งานของแต่ละโมเดลในเอกสารปฏิบัติงาน	1. พนักงานทำการตรวจสอบประเภทของ Die ก่อนการใช้งานทุกครั้ง 2. ออกแบบ Poka-Yoke สำหรับการติดตั้ง Die แต่ละโมเดล	1	32

Ref. code: 25626110037030KDI

Process Step/ Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	Detection	RPN
3. การตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor / Hall sensor trimming & forming	ขาของ Hall sensor ไม่เป็นรูปทรงที่กำหนด	ไม่สามารถนำ Hall sensorมาประกอบกับ PCBA ได้	7	ใส่วัตถุดิบ Hall sensor กลับด้าน	2	1. ระบุวิธีการจัดเรียงเทปของวัตถุดิบ Hall sensor ในการนำเข้าเครื่องก่อนทำการตัด	1. ตรวจสอบการใส่เทปของวัตถุดิบก่อนเริ่มการตัดทุกครั้ง 2. นำชิ้นงาน 3 ตัวแรกไปประกอบแล้วเข้ากล้องตรวจสอบ dimension	7	98
	ความยาวขา Hall sensor ไม่เท่ากัน	ความสูงของ Hall sensor (Hall height) หลังประกอบไม่ได้ตามสเปก	8	ใช้ Die สำหรับการตัดและดัดไม่ถูกต้อง	10	1. ระบุประเภทของ Die ที่ใช้งานในเอกสาร drawing	1. พนักงานทำการตรวจสอบประเภทของ Die ก่อนการใช้งานทุกครั้ง 2. ออกแบบ Poka-Yoke สำหรับการติดตั้ง Die แต่ละโมเดล	1	80
	ระยะระหว่างขา Hall sensor ไม่ได้สเปก	ความสูงของ Hall sensor (Hall height) หลังประกอบไม่ได้ตามสเปก	8	การปรับพารามิเตอร์เครื่อง ไม่เหมาะสม	10	1.ระบุพารามิเตอร์ที่ใช้ในเอกสารปฏิบัติงาน	1. นำชิ้นงาน 3 ตัวแรกไปประกอบแล้วเข้ากล้องตรวจสอบ dimension	7	560
			8	เลือกใช้ขนาดของสปริงกดไม่เหมาะสม	10	1. ระบุขนาดของที่ใช้ในเอกสารปฏิบัติงาน	1 .นำชิ้นงาน 3 ตัวแรกไปประกอบแล้วเข้ากล้องตรวจสอบ dimension	7	560

Ref. code: 25626110037030KDI

Process Step/ Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	Detection	RPN
4. การนำ Hall sensor มาประกอบกับ PCBA / Hall sensor insert to PCBA	Hall sensor บิด	ไม่ผ่านการทดสอบระยะและฟังก์ชั่นการทำงาน, มุมไม่ได้ 90 องศา	5	พนักงานจับ Hall sensor ด้วยมือเปล่าระหว่างนำไปประกอบกับ PCBA	10	1. ระบุตำแหน่งการหยิบ Hall sensor ในเอกสารปฏิบัติงาน	1. ตรวจชิ้นงานทุกครั้งหลังการประกอบด้วยสายตา 2. ICT/FCT 100%	2	100
	ระยะ Hall sensor ถึงขอบ PCB ไม่ได้ตามสเปก (Hall เอียง)	ไม่ผ่านการทดสอบระยะและฟังก์ชั่นการทำงาน	5	มือของพนักงานชนกับ Hall sensor ระหว่างที่ทำการประกอบ	10	1. ระบุทิศทางในการใส่ Hall sensor กับ PCBA ในเอกสารปฏิบัติงาน	1. ตรวจชิ้นงานทุกครั้งหลังการประกอบด้วยสายตา 2. ICT/FCT 100%	2	100
	ไม่มี Hall sensor	ไม่ผ่านการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงาน	8	พนักงานทำ Hall sensor ร่วงและไม่ได้หยิบชิ้นใหม่มาประกอบ	3	1. กำหนดวิธีการหยิบพร้อมทั้งทิศทางการใส่	1. ตรวจสอบด้วยสายตาทุกครั้งหลังใส่ Hall sensor 2. ICT/FCT 100%	2	48
	Hall sensor กลับด้าน	ไม่ผ่านการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงาน	8	พนักงานหยิบ Hall sensor มาใส่ PCBA กลับด้าน	2	1. กำหนดวิธีการหยิบพร้อมทั้งทิศทางการใส่	1. ตรวจสอบด้วยสายตาทุกครั้งหลังใส่ Hall sensor 2. ICT/FCT 100%	2	32
5. การบัดกรีตะกั่ว / Wave soldering	มีตะกั่วติดขา Hall sensor น้อยกว่าที่กำหนด	ฟังก์ชั่นการทำงานไม่เสถียร (Intermittent function)	5	ระยะแกน Z ของ solder nozzle มีค่าน้อย	3	1. กำหนดระยะแกน Z ที่เหมาะสมสำหรับการปรับเครื่องจักรในเอกสารปฏิบัติงาน	1. ตรวจสอบชิ้นงานหลังการบัดกรีตะกั่วทุกชิ้นใต้กล้อง 8X 2. ICT/FCT 100%	2	30

Ref. code: 25626110037030KDI

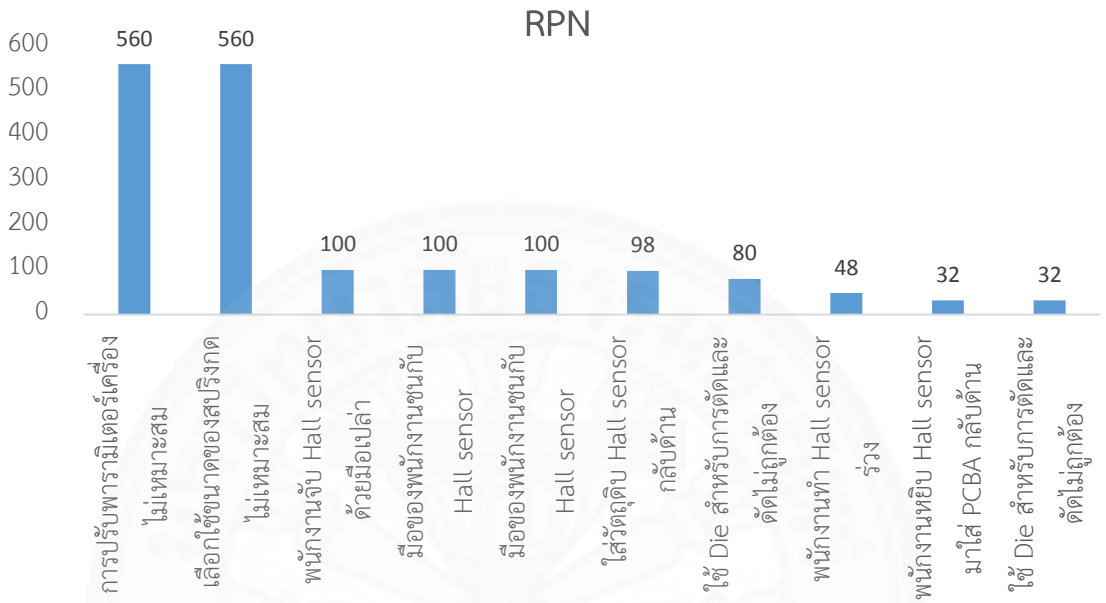
Process Step/ Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	Detection	RPN
	ไม่มีตะกั่วที่ขา Hall sensor	Hall sensor ไม่ติดกับ PCBA	5	ระยะแกน Z ของ solder nozzle มีค่ามาก	4	1. กำหนดระยะแกน Z ที่เหมาะสมสำหรับการปรับเครื่องจักรในเอกสารปฏิบัติงาน	1. ตรวจสอบชิ้นงานหลังการบัดกรีตะกั่วทุกชิ้นใต้กล้อง 8X 2. ICT/FCT 100%	2	40
	มีตะกั่วเชื่อมระหว่างขา Hall sensor	ไม่ผ่านการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงาน	5	ฉีดฟลักซ์มากเกิน	5	1. กำหนดปริมาณของฟลักซ์ที่เหมาะสมในเอกสารปฏิบัติงาน	1. ตรวจสอบชิ้นงานหลังการบัดกรีตะกั่วทุกชิ้นใต้กล้อง 8X	2	50
	บัดกรีตะกั่วผิดตำแหน่ง	Hall sensor ไม่ติดกับ PCBA	5	ระยะในการบัดกรีตะกั่วผิด	4	1. กำหนดระยะแกน X และ แกน Y ของเครื่องจักรสำหรับการบัดกรีตะกั่ว ในเอกสารปฏิบัติงาน	1. ตรวจสอบชิ้นงานหลังการบัดกรีตะกั่วทุกชิ้นใต้กล้อง 8X 2. ICT/FCT 100%	2	40
6. การแยกแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ / De-panelization PCBA	ตัดกินเนื้อ PCBA	ขอบ PCBA แหว่ง	6	ระยะการตัดไม่เหมาะสม	2	1. กำหนดระยะแกน X และแกน Y ของเครื่องจักรสำหรับการตัด PCBA ในเอกสารปฏิบัติงาน	1. ตรวจสอบชิ้นงานหลังการตัดทุกชิ้นด้วย Go/No go gage	5	60

Ref. code: 25626110037030KDI

Process Step/ Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s) of Failure	Occurrence	Current Process Controls Prevention	Current Process Controls Detection	Detection	RPN
	ตัดขอบ PCBA ยื่นกว่าที่กำหนด	ลูกค้าไม่สามารถนำไปประกอบได้	5	ระยะการตัดไม่เหมาะสม	2	1. กำหนดระยะแกน X และแกน Y ของเครื่องจักรสำหรับการตัด PCBA ในเอกสารปฏิบัติงาน	1. ตรวจสอบชิ้นงานหลังการตัดทุกชิ้นด้วย Go/No go gage	5	50
	Hall sensor เบี้ยว	Hall sensor เสียรูป	5	มือชนกับ Hall sensor	3	1. ออกแบบ Fixture สำหรับป้องกันการสัมผัสกับ hall sensor	1. ICT/FCT 100%	2	30
7. การวัดระยะ& ตรวจสอบฟังก์ชั่นการทำงาน / Dimension check & ICT/FCT	ไม่นำชิ้นงานเข้าเครื่องตรวจสอบระยะ Dimension	ชิ้นงานไม่สามารถส่งขายได้	4	พนักงานไม่ได้หยิบชิ้นงานเข้าเครื่องตรวจสอบ	2	1. สร้างระบบ IT สำหรับตรวจสอบข้อมูลการทดสอบของกระบวนการ test และบล็อก ไม่สามารถส่งชิ้นงานไปกระบวนการต่อไปได้	1. OQA การสแกน serial number ของชิ้นงานเข้าระบบ	1	8
	ไม่นำชิ้นงานเข้าเครื่องทดสอบ	ชิ้นงานไม่สามารถส่งขายได้	4	พนักงานไม่ได้หยิบชิ้นงานเข้าเครื่องตรวจสอบ	2	1. สร้างระบบ IT สำหรับตรวจสอบข้อมูลการทดสอบของกระบวนการ test และบล็อก ไม่สามารถส่งชิ้นงานไปกระบวนการต่อไปได้	1 .OQA สแกน serial number ของชิ้นงานเข้าระบบ	1	8

Ref. code: 25626110037030KDI

หลังจากการประเมิน FMEA ของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการประกอบ Hall sensor สามารถนำค่า RPN ที่ได้จากตารางที่ 3.5 มาจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างได้ดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 แผนภูมิเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ จากการวิเคราะห์กระบวนการประกอบ Hall sensor กับ PCBA

จากภาพที่ 3.14 จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดของเสียที่พบในกระบวน มีค่ามากที่สุดคือ RPN = 560 ซึ่งมาจากปัจจัยที่เกิดจากการปรับพารามิเตอร์เครื่องและเลือกใช้ขนาดของสปริงกดไม่เหมาะสม โดยมีผลทำให้เกิดของเสียชนิด Hall Height (ความสูงของ Hall sensor) ต่อมาคะแนนที่รองลงมา คือ RPN = 100 ซึ่งมาจากปัจจัยที่เกิดจากที่พนักงานจับ Hall sensor ด้วยมือเปล่าและมือของพนักงานชนกับ Hall sensor โดยมีผลทำให้เกิดของเสียชนิด Angle (มุม Hall sensor) และ Gap Hall sensor to PCB (ระยะห่างระหว่าง Hall sensor กับรู PCB)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรจะต้องทำการปรับปรุงที่กระบวนการตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor (Hall sensor trimming & forming) และกระบวนการนำ Hall sensor มาประกอบกับ PCBA

Ref. code: 25626110037030KDI

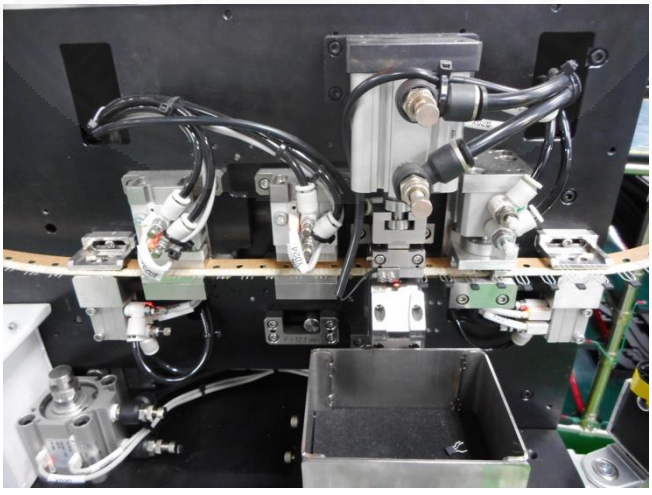
บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 การปรับปรุงกระบวนการ (Improve Phase)

4.1.1 การปรับปรุงกระบวนการที่กระบวนการตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor (Hall sensor trimming & forming)

จากที่ทำการวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยที่ก่อให้เกิดของเสียมาแล้ว จากนั้นผู้วิจัยสามารถนำปัจจัยดังกล่าวไปทำการพิจารณาตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผล เพื่อออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองตามหลักการที่ออกแบบไว้ ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง หาค่าที่เหมาะสมสำหรับตัวแปรนั้นๆ ที่จะส่งผลให้เกิดของเสียในกระบวนการน้อยที่สุด เพื่อที่จะนำไปปรับใช้ในและควบคุมในกระบวนการผลิตต่อไป

4.1.1.1 การกำหนดระดับของปัจจัย (Factor Levels) ในการวิจัยนี้จะทำการกำหนดระดับปัจจัยแบบคงที่ เนื่องจากเป็นปัจจัยที่กำหนดค่าได้แน่นอน ซึ่งจะใช้สภาวะการผลิตในปัจจุบันไว้ที่ระดับสเปก และทำการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับการผลิตในปัจจุบันเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor (Hall sensor trimming & forming) ภาพที่ 4.1

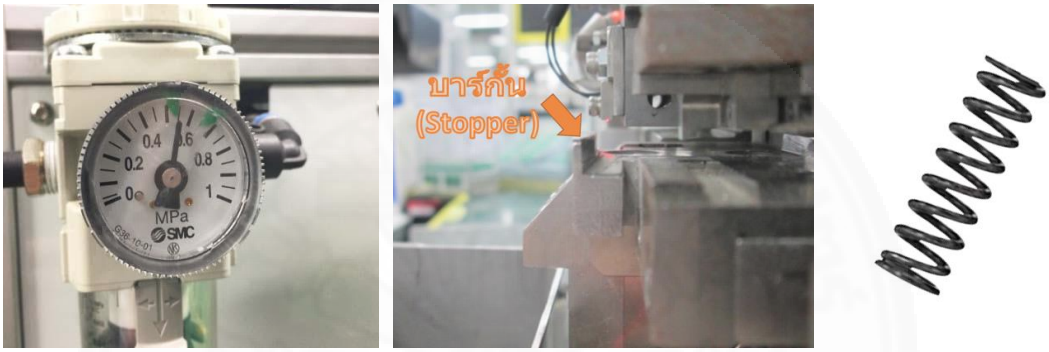


ภาพที่ 4.1 เครื่องตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor (Hall sensor trimming & forming)

Ref. code: 25626110037030KDI

4.1.1.2 การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response Variables) จะกำหนดตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนั้นก็คือ ผลวัดความสูงของ Hall sensor (Hall height)

4.1.1.3 ปัจจัยที่ป้อนเข้าในการออกแบบการทดลอง จะใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟคเรียลแบบ 2^k (K = 3) โดยมี 3 ปัจจัยดังภาพที่ 4.2 และแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับที่จะกำหนดให้ระดับของปัจจัยค่าสูงสุด (+) และค่าต่ำสุด (-) มีค่าเท่ากับช่วงกว้างของค่าควบคุมในปัจจุบันเนื่องจากต้องการศึกษาระดับของปัจจัยที่อยู่ในช่วงควบคุมปกติ ระดับปัจจัยที่ใช้ในการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.2 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง แรงดันลม (ซ้าย) บาร์กั้น (กลาง) และสปริง (ขวา)

ตารางที่ 4.1 ระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

แรงดันลม 0.6±0.1 MPa	**ระยะห่างจากบาร์กั้น(Stopper) ถึงตัวเครื่อง 23.1±0.05 mm.**	**ขนาดของสปริง 0.7 และ 1.0 mm.**
0.5 MPa	23.05 mm.	0.7 mm.
0.7 MPa	23.15 mm.	1.0 mm.

โดยที่การทดลองจะทำซ้ำ 2 ครั้ง (Replicate) ดังนั้น จะมีจำนวนครั้งในการทำงานทดลองทั้งสิ้น 16 การทดลอง ดังตารางที่ 4.2

Ref. code: 25626110037030KDI

ตารางที่ 4.2 ระดับปัจจัยและจำนวนการทดลอง

หมายเลขสภาวะการทดลอง	ลำดับการทดลอง	ปัจจัยในการทดลอง		
		แรงดันลม	ระยะห่างจากบาร์กั้น (Stopper) ถึงตัวเครื่อง	ขนาดของสปริง
13	1	0.5	23.05	1
2	2	0.7	23.05	0.7
5	3	0.5	23.05	1
6	4	0.7	23.05	1
7	5	0.5	23.15	1
9	6	0.5	23.05	0.7
11	7	0.5	23.15	0.7
4	8	0.7	23.15	0.7
12	9	0.7	23.15	0.7
10	10	0.7	23.05	0.7
16	11	0.7	23.15	1
8	12	0.7	23.15	1
14	13	0.7	23.05	1
1	14	0.5	23.05	0.7
15	15	0.5	23.15	1
3	16	0.5	23.15	0.7

4.1.1.4 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง ทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบระดับปัจจัยและจำนวนการทดลอง ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.3 โดยกำหนดให้

A แทนตัวแปร แรงดันลม (Air pressure)

B แทนตัวแปร ระยะห่างจากบาร์กั้น (Stopper) ถึงตัวเครื่อง (Gap of stopper)

C แทนตัวแปร ขนาดของสปริง (Spring size)

Ref. code: 25626110037030KDI

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลอง

StdOrder	RunOrder	Input variable			Response variable (Hall Height)										Average	SD
		A	B	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
13	1	0.5	23.05	1	8.99	8.95	9.02	8.89	8.99	9.03	9.09	9.09	9.00	8.99	9.00	0.056780
2	2	0.7	23.05	0.7	9.43	9.40	9.36	9.30	9.40	9.40	9.40	9.35	9.37	9.37	9.38	0.034583
5	3	0.5	23.05	1	8.98	9.04	9.08	9.10	9.07	8.96	9.00	8.87	8.90	9.09	9.01	0.076870
6	4	0.7	23.05	1	9.14	9.12	9.10	9.10	9.09	9.10	9.16	9.09	9.10	9.10	9.11	0.021909
7	5	0.5	23.15	1	9.04	8.99	9.05	9.06	8.99	8.90	8.89	9.10	9.03	9.05	9.01	0.065115
9	6	0.5	23.05	0.7	9.30	9.29	9.33	9.28	9.25	9.20	9.27	9.28	9.40	9.30	9.29	0.049193
11	7	0.5	23.15	0.7	9.49	9.54	9.41	9.60	9.40	9.49	9.46	9.53	9.50	9.58	9.50	0.062290
4	8	0.7	23.15	0.7	9.60	9.58	9.50	9.48	9.57	9.51	9.52	9.57	9.50	9.56	9.54	0.039357
12	9	0.7	23.15	0.7	9.68	9.68	9.53	9.65	9.68	9.39	9.38	9.43	9.42	9.45	9.53	0.123487
10	10	0.7	23.05	0.7	9.38	9.29	9.30	9.33	9.32	9.26	9.38	9.35	9.30	9.29	9.32	0.037947
16	11	0.7	23.15	1	8.99	8.90	8.99	9.05	9.03	9.08	8.88	8.89	9.10	9.05	9.00	0.076707

Ref. code: 25626110037030KDI

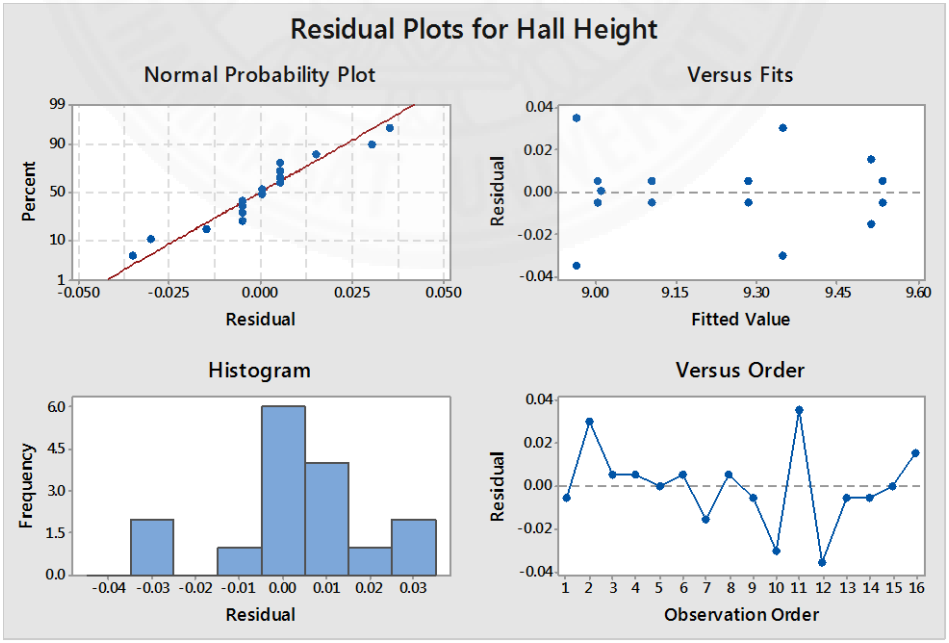
StdOrder	RunOrder	Input variable			Response variable (Hall Height)										Average	SD
		A	B	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
8	12	0.7	23.15	1	8.80	9.05	9.03	9.10	8.64	8.79	9.03	8.80	8.98	9.08	8.93	0.150266
14	13	0.7	23.05	1	9.13	9.05	9.06	9.10	9.09	9.10	9.11	9.15	9.10	9.12	9.10	0.028443
1	14	0.5	23.05	0.7	9.26	9.20	9.22	9.28	9.32	9.30	9.29	9.32	9.35	9.30	9.28	0.043863
15	15	0.5	23.15	1	9.03	9.06	9.04	8.99	8.95	8.98	9.00	9.03	9.02	9.00	9.01	0.030659
3	16	0.5	23.15	0.7	9.55	9.58	9.43	9.59	9.48	9.48	9.52	9.50	9.59	9.56	9.53	0.051923

Ref. code: 25626110037030KDI

4.1.1.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองจะใช้โปรแกรมทางสถิติ (Minitab) ในการวิเคราะห์ และใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลอง ซึ่งเป็นการทดสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยมีสมมุติฐานว่ารูปแบบของค่าส่วนตกค้าง (Residuals) ที่ได้จากข้อมูลในการทดลองต้องเป็นไปตามหลักการ

$\varepsilon ij \sim NID\ (0, \sigma^2)$ คือ ค่าส่วนตกค้าง (Residuals) มีการแจกแจงแบบปกติ และเป็นอิสระด้วยค่าเฉลี่ยใกล้เคียง 0 และ σ^2 มีความเสถียร (Stability) จึงจะทำให้ข้อมูลจากการทดลองมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ จากการประมลผลด้วยโปรแกรมพบว่าการกระจายตัวของค่าส่วนตกค้างของค่าตอบสนอง Hall height ดังภาพที่ 4.3 สามารถวิเคราะห์ผล ได้ดังนี้

1. วิเคราะห์การกระจายตัวแบบปกติของค่าส่วนตกค้าง พบว่ามีการกระจายตัวบนเส้นตรง แสดงว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ
2. วิเคราะห์ความเป็นอิสระของค่าส่วนตกค้าง จากแผนภาพการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ เป็นการกระจายตัวแบบอิสระ
3. วิเคราะห์ความเสถียรของความแปรปรวน ไม่พบว่าค่าส่วนตกค้างมีรูปแบบหรือโครงสร้างใด ๆ และมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นสรุปได้ว่าข้อมูลมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน



ภาพที่ 4.3 ผลการกระจายตัวของค่า Hall Height ในการทดลอง

Ref. code: 25626110037030KDI

เมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของค่าตอบสนองของปัจจัยทั้งสามปัจจัย จะได้ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองเชิงแฟคทรอเรียล 2^k

Factorial Regression: Hall Height versus Air pressure, Gap stopper, Spring size

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	0.751875	0.107411	175.36	0.000
Linear	3	0.664500	0.221500	361.63	0.000
Air pressure	1	0.004900	0.004900	8.00	0.022
Gap stopper	1	0.019600	0.019600	32.00	0.000
Spring size	1	0.640000	0.640000	1044.90	0.000
2-Way Interactions	3	0.084875	0.028292	46.19	0.000
Air pressure*Gap stopper	1	0.009025	0.009025	14.73	0.005
Air pressure*Spring size	1	0.000225	0.000225	0.37	0.561
Gap stopper*Spring size	1	0.075625	0.075625	123.47	0.000
3-Way Interactions	1	0.002500	0.002500	4.08	0.078
Air pressure*Gap stopper*Spring size	1	0.002500	0.002500	4.08	0.078
Error	8	0.004900	0.000613		
Total	15	0.756775			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0247487	99.35%	98.79%	97.41%

Coded Coefficients

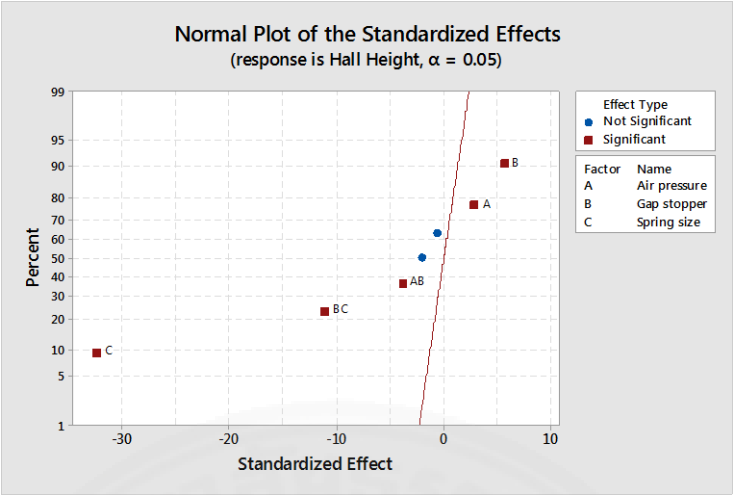
Term	Effect	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant		9.22125	0.00619	1490.38	0.000	
Air pressure	0.03500	0.01750	0.00619	2.83	0.022	1.00
Gap stopper	0.07000	0.03500	0.00619	5.66	0.000	1.00
Spring size	-0.40000	-0.20000	0.00619	-32.32	0.000	1.00
Air pressure*Gap stopper	-0.04750	-0.02375	0.00619	-3.84	0.005	1.00
Air pressure*Spring size	-0.00750	-0.00375	0.00619	-0.61	0.561	1.00
Gap stopper*Spring size	-0.13750	-0.06875	0.00619	-11.11	0.000	1.00
Air pressure*Gap stopper*Spring size	-0.02500	-0.01250	0.00619	-2.02	0.078	1.00

Regression Equation in Uncoded Units

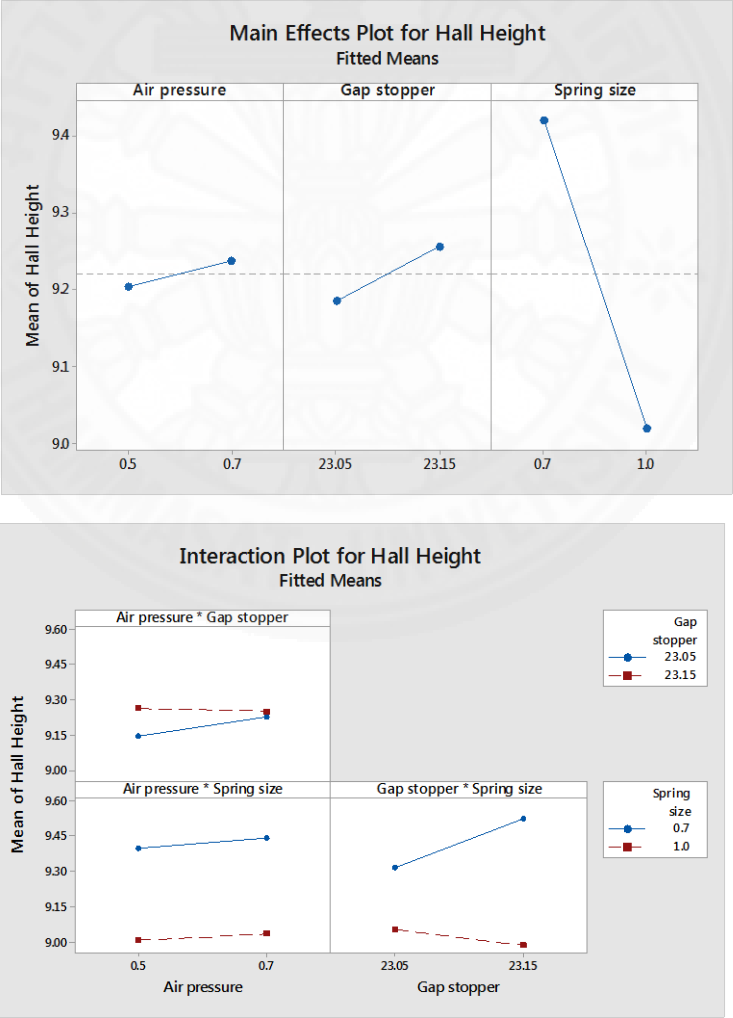
Hall Height = -56 - 217 Air pressure + 2.84 Gap stopper - 20 Spring size
+ 9.42 Air pressure*Gap stopper + 385 Air pressure*Spring size
+ 0.83 Gap stopper*Spring size - 16.67 Air pressure*Gap stopper*Spring size

ในการวิจัยนี้ได้กำหนดให้ค่า α มีค่าเท่ากับ 0.05 จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.4 เมื่อพิจารณาค่า P-Value พบว่าปัจจัยหลักที่มีค่า P-Value น้อยกว่า α ได้แก่ แรงดันลม (Air pressure: A) ระยะห่างจากบาร์กั้นถึงตัวเครื่อง (Gap of stopper: B) และขนาดของสปริง (Spring size: C) โดยที่มีปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมได้แก่ แรงดันลมกับระยะห่างจากบาร์กั้นถึงตัวเครื่อง (AB) และระยะห่างจากบาร์กั้นถึงตัวเครื่องกับขนาดของสปริง (BC) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าปัจจัยหลักและปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมกันเหล่านี้มีผลต่อการเกิดของเสีย Hall Height ซึ่งเป็นตัวแปรตอบสนองในการทดลองอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังภาพที่ 4.4 และ 4.5

Ref. code: 25626110037030KDI



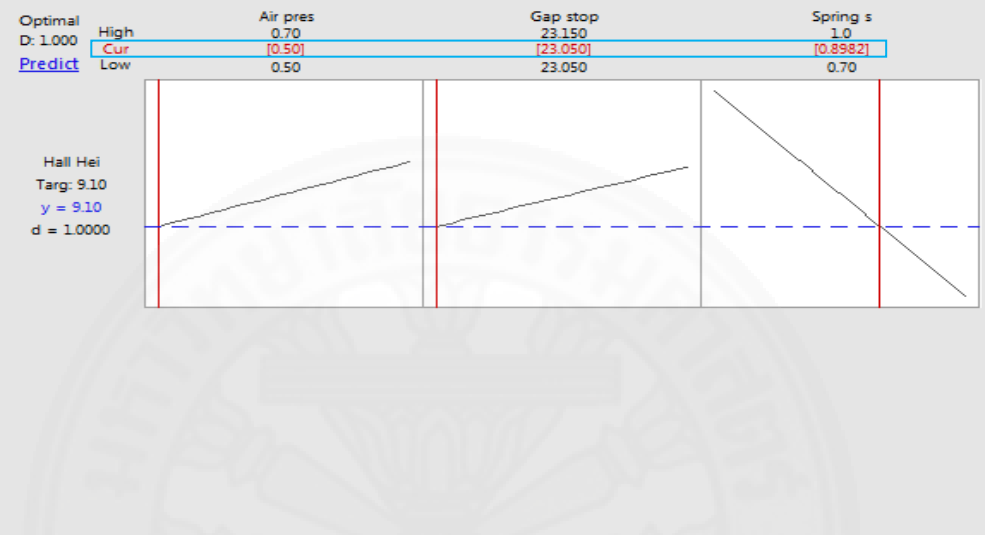
ภาพที่ 4.4 กราฟ Normal Probability Plot แสดงตัวแปรนำเข้าและอิทธิพลร่วมที่มีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4.5 ปัจจัยหลัก (บน) และปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมกัน (ล่าง) ที่ส่งผลกับตัวแปรตอบสนอง

Ref. code: 25626110037030KDI

4.1.1.6 ผลการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง การกำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสมจะใช้การวิเคราะห์ด้วยพื้นผิวที่เหมาะสม (Response Optimize) ในโปรแกรม Minitab เพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับค่าที่เหมาะสมของค่า Hall height ที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ระดับที่เหมาะสมของปัจจัยนำเข้า

ดังนั้น สามารถสรุประดับปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ระดับปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสม

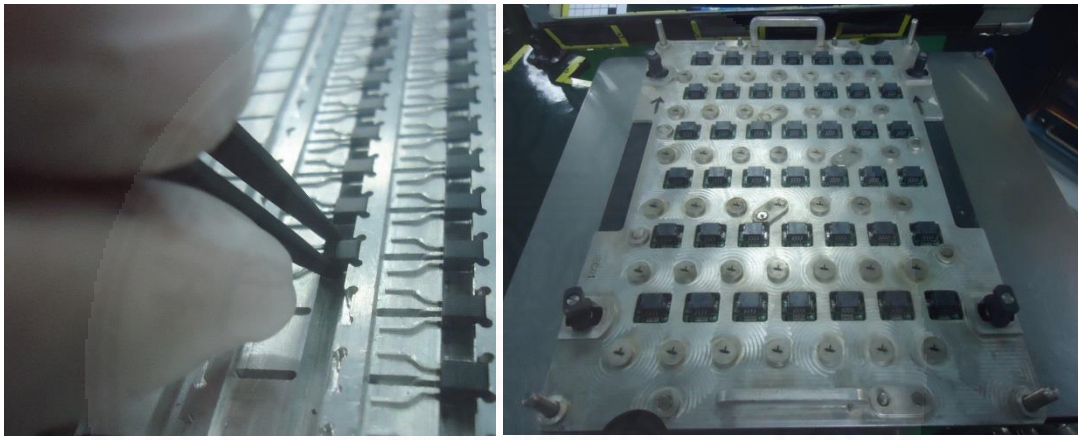
ปัจจัยควบคุม	ค่าปัจจุบันที่ใช้อยู่	ค่าที่เหมาะสม
แรงดันลม (Air pressure)	0.5-0.7 MPa	0.5 MPa
ระยะห่างจากบาร์กั้น (Stopper) ถึงตัวเครื่อง (Gap of stopper)	23.05-23.15 mm.	23.05 mm.
ขนาดของสปริง (Spring size)	0.7 mm.	0.9 mm.

4.1.2 การปรับปรุงที่กระบวนการนำ Hall sensor มาประกอบกับ PCBA (Hall sensor insert to PCBA)

จากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) พบความเสี่ยงที่ทำให้เกิดของเสียชนิด Angle (มุม Hall sensor) และ Gap Hall sensor to PCB (ระยะห่างระหว่าง Hall

Ref. code: 25626110037030KDI

sensor กับรู PCB) มาจากการที่พนักงานหยิบ Hall sensor ด้วยมือเปล่า และมือของพนักงานสามารถชนกับ Hall sensor ได้ในระหว่างที่ใส่ Hall sensor ดังนั้น ในการปรับปรุงจึงกำหนดให้พนักงานใช้ที่คีบแบบป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ (ESD tweezer) ในการหยิบจับ Hall sensor แทนการใช้มือหยิบทุกครั้ง และจัดหา Fixture สำหรับการโหลด Hall sensor ลงใน PCBA เพื่อไม่ให้มือของพนักงานไปชนกับ Hall sensor ระหว่างการทำงาน ดังภาพที่ 4.7 นอกจากนี้กำหนดให้มีการตรวจสอบ Hall sensor บิด และ/หรือเอียง ทุกบอร์ดใต้กล้องขยาย 8X ทุกครั้งหลังจากที่ทำการถอด Fixture ออกเพื่อนำบอร์ดใส่เข้าแมกกาซีนขนย้าย



ภาพที่ 4.7 ที่คีบแบบป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ (ซ้าย) และ Fixture สำหรับโหลด Hall sensor ลงใน PCBA (ขวา)

4.2 การควบคุมกระบวนการ (Control Phase)

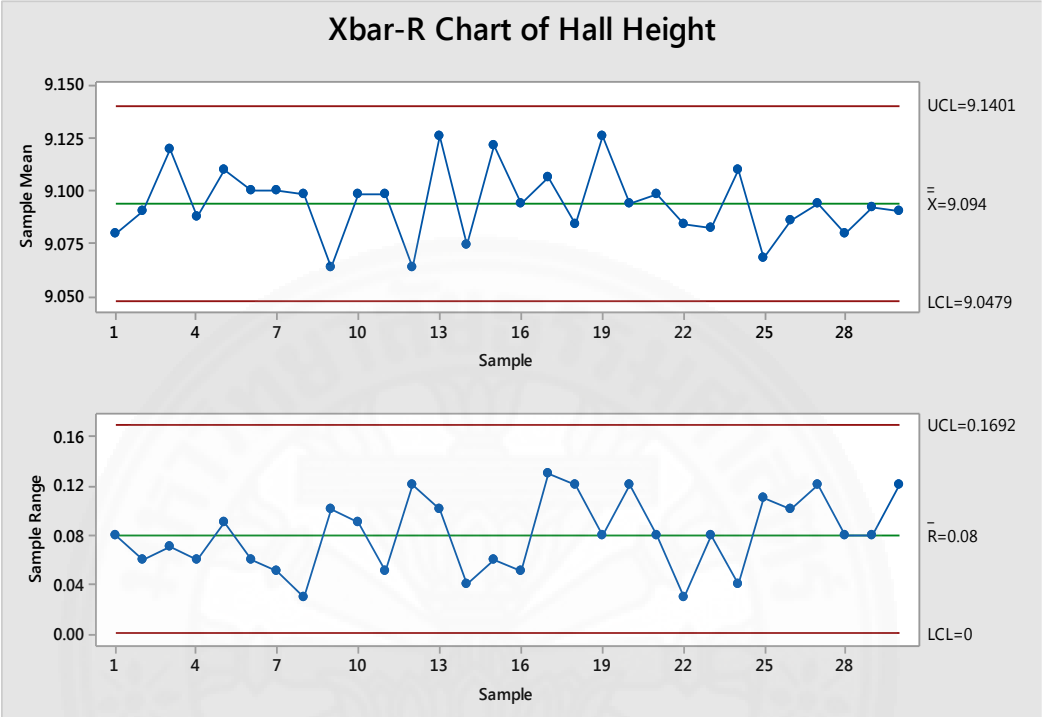
หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ ซึ่งจะเป็นการเฝ้าติดตามควบคุมปัจจัยและวิธีการที่ได้จากขั้นตอนการปรับปรุงให้อยู่ในช่วงของข้อกำหนด เพื่อรักษาผลการปรับปรุงที่ส่งผลดีต่อกระบวนการให้คงอยู่อย่างต่อเนื่อง

4.2.1 การควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor (Hall sensor trimming & forming)

ทำการอัพเดทเอกสารควบคุมสำหรับการติดตั้งพารามิเตอร์ของเครื่องตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor หลังจากนั้นทำการตรวจสอบค่าความสูงของ Hall sensor เพื่อศึกษาความมี

Ref. code: 25626110037030KDI

เสถียรภาพของกระบวน หลังจากที่ปรับตั้งพารามิเตอร์ใหม่ภายในระยะเวลา 2 เดือนต่อมา พบว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุม ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 แผนภูมิควบคุมกระบวนการ Xbar & R Chart

และทำการวิเคราะห์ความสามารถของเครื่องตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor หลังจากที่ทำการปรับปรุง จากการสุ่มตัวอย่างหลังผ่านเข้าเครื่องจักรมาวัด Dimension ตามภาพที่ 3.4 จะได้ผลการวัดดังตารางที่ 4.6

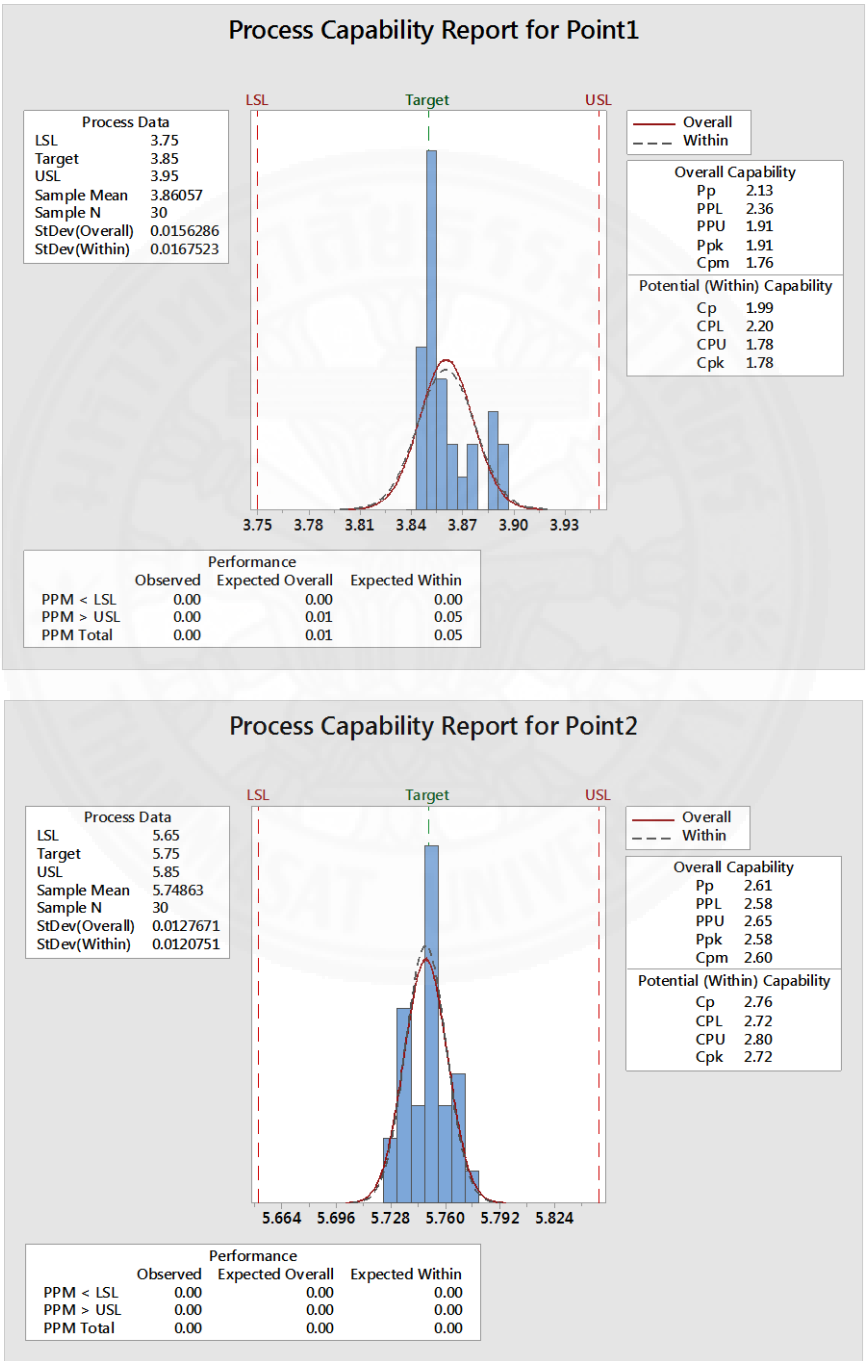
Ref. code: 25626110037030KDI

ตารางที่ 4.6 ผลการวัดจุดวัดที่ 1-5 ของชิ้นงานที่ 1 ถึง ชิ้นที่ 30 (หน่วย mm) หลังการปรับปรุง

ชิ้นงาน	จุดวัดที่ 1	จุดวัดที่ 2	จุดวัดที่ 3	จุดวัดที่ 4	จุดวัดที่ 5	ชิ้นงาน	จุดวัดที่ 1	จุดวัดที่ 2	จุดวัดที่ 3	จุดวัดที่ 4	จุดวัดที่ 5
1	3.850	5.756	1.911	1.313	2.542	16	3.886	5.748	1.901	1.314	2.54
2	3.848	5.736	1.907	1.287	2.543	17	3.849	5.735	1.906	1.318	2.541
3	3.849	5.752	1.905	1.273	2.542	18	3.892	5.735	1.911	1.314	2.539
4	3.857	5.764	1.899	1.287	2.54	19	3.854	5.749	1.906	1.314	2.542
5	3.856	5.735	1.929	1.301	2.542	20	3.878	5.748	1.899	1.316	2.539
6	3.850	5.771	1.859	1.274	2.54	21	3.866	5.755	1.902	1.315	2.543
7	3.854	5.776	1.898	1.301	2.54	22	3.893	5.748	1.909	1.278	2.542
8	3.858	5.751	1.873	1.289	2.542	23	3.850	5.758	1.897	1.312	2.541
9	3.846	5.727	1.898	1.302	2.541	24	3.874	5.734	1.898	1.289	2.542
10	3.870	5.724	1.878	1.286	2.542	25	3.888	5.739	1.894	1.287	2.541
11	3.853	5.757	1.918	1.279	2.542	26	3.852	5.748	1.902	1.286	2.542
12	3.844	5.754	1.899	1.276	2.539	27	3.859	5.752	1.901	1.300	2.540
13	3.851	5.743	1.907	1.278	2.541	28	3.843	5.769	1.891	1.286	2.541
14	3.889	5.748	1.878	1.316	2.539	29	3.846	5.741	1.903	1.301	2.540
15	3.850	5.765	1.904	1.301	2.541	30	3.862	5.741	1.901	1.276	2.542

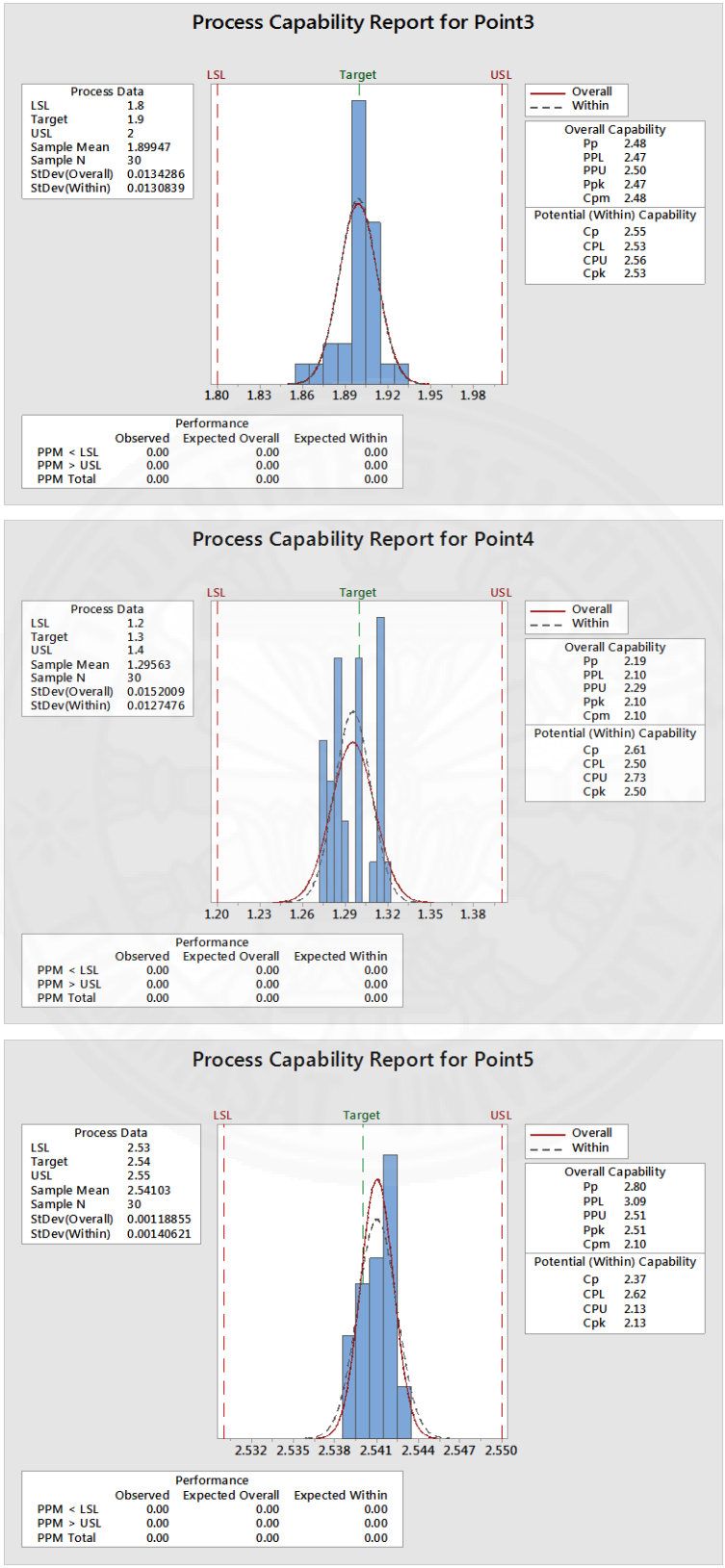
Ref. code: 25626110037030KDI

จากนั้นทดสอบความสามารถของกระบวนการโดยใช้โปรแกรม Minitab พบว่าจุดวัดที่ 1 ถึง 5 มีค่า Cpk ที่ได้ คือ 1.78, 2.72, 2.53, 2.50, และ 2.13 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.9 และ 4.10 ซึ่งมีค่ามากกว่าก่อนการปรับปรุงกระบวนการ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และเป็นไปตามเป้าหมายที่บริษัทกำหนด



ภาพที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนสำหรับจุดวัดที่ 1 และจุดวัดที่ 2 หลังการปรับปรุง

Ref. code: 25626110037030KDI



ภาพที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนสำหรับจุดวัดที่ 3, 4 และ 5 หลังการปรับปรุง

Ref. code: 25626110037030KDI

ตารางที่ 4.7 ความสามารถของเครื่องตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor ก่อนและหลังการปรับปรุง

ผล	จุดวัดที่ 1	จุดวัดที่ 2	จุดวัดที่ 3	จุดวัดที่ 4	จุดวัดที่ 5
Cpk ก่อนการปรับปรุง	1.00	2.19	2.30	0.95	0.85
Cpk หลังการปรับปรุง	1.78	2.72	2.53	2.50	2.13

4.2.2 การควบคุมกระบวนการนำ Hall sensor มาประกอบกับ PCBA (Hall sensor insert to PCBA)

ในการควบคุมจะทำการอัพเดทเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน โดยการกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการประกอบ คือ Hall sensor fixture และที่คีบแบบป้องกันไฟฟ้าสถิตย์สำหรับจับ Hall sensor (ESD tweezer) และก่อนปฏิบัติงานจะกำหนดให้พนักงานทำการ Buy off ซึ่งจะสามารถตรวจสอบได้ว่าอุปกรณ์มีความพร้อมก่อนเริ่มการใช้งานทุกครั้ง เพื่อให้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของพนักงานเป็นแบบเดียวกันทุกคนในการทำงานทุกครั้ง

Ref. code: 25626110037030KDI

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยนำเทคนิคซิกซ์ ซิกมาประยุกต์ใช้ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือ การค้นหาและระบุปัญหา (Define phase) การวัด (Measure Phase) การวิเคราะห์ (Analyze Phase) การปรับปรุง (Improve Phase) และการควบคุม (Control Phase) สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

จากวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย คือ การลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ โดยในช่วง 12 เดือนย้อนหลัง พบว่ามีอัตราของเสียเฉลี่ยอยู่ 36.56% ดังนั้น ทางบริษัทจึงมีนโยบายให้มีการปรับปรุงกระบวนการ เพื่อที่จะเป็นการลดปริมาณของเสียลงอย่างน้อย 50%

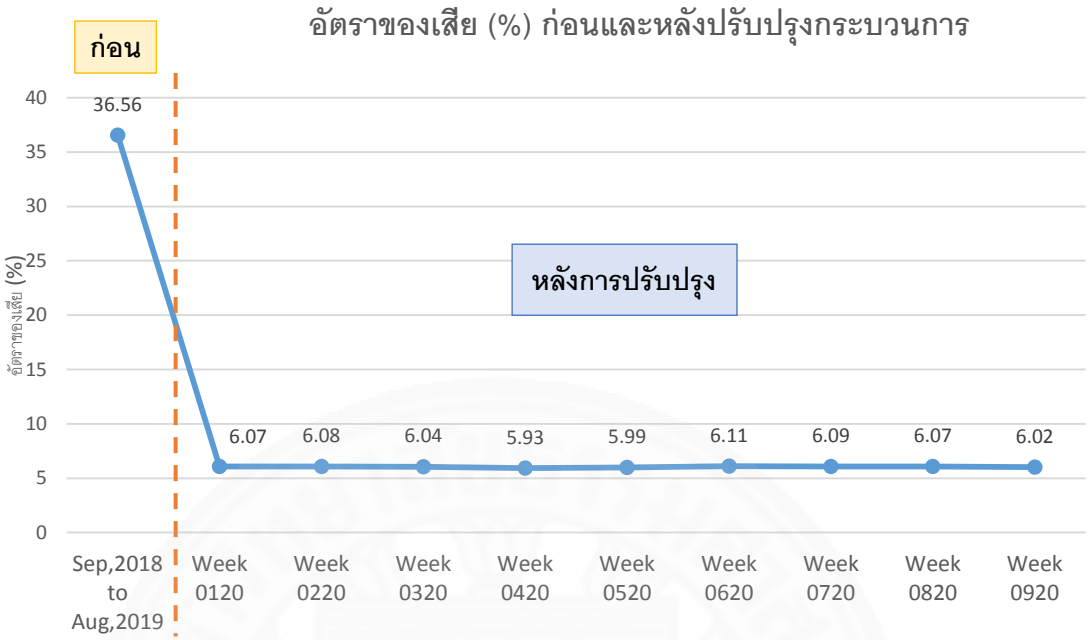
ในการดำเนินการปรับปรุงกระบวนที่สำคัญ พบว่าจะต้องมีการปรับปรุงดังต่อไปนี้

- ปรับปรุงที่กระบวนการตัดและขึ้นรูปขา Hall sensor (Hall sensor trimming & forming) เป็นการหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการตั้งค่าของเครื่องจักร ด้วยวิธีการออกแบบการทดลองแบบ 2k factorial และประมวลผลด้วยโปรแกรมทางสถิติ Minitab พบว่าระดับปัจจัยที่เหมาะสม คือ แรงดันลมเท่ากับ 0.5 MPa, ระยะห่างจากบาร์กั้นถึงตัวเครื่องเท่ากับ 23.05 mm. และขนาดของสปริงเท่ากับ0.9mm. หลังการปรับปรุงแล้วไม่พบของเสียประเภท Hall Height เกิดขึ้นอีก

- ปรับปรุงที่กระบวนการนำ Hall sensor มาประกอบกับ PCBA (Hall sensor insert to PCBA) เป็นการกำหนดแนวทางการปฏิบัติงานในการใช้อุปกรณ์ที่ทำให้ไม่เกิดข้อบกพร่องกับ Hall sensor คือ การใช้ Fixture สำหรับโหลด Hall sensor ลงบนบอร์ด และใช้ที่คีบแบบป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ (ESD tweezer) ในการหยิบจับ Hall sensor ซึ่งหลังจากที่มีการปรับปรุงแล้วยังพบของเสียประเภท Angle และ Gap Hall sensor to PCB อยู่ที่ 2% และ 1% ตามลำดับ

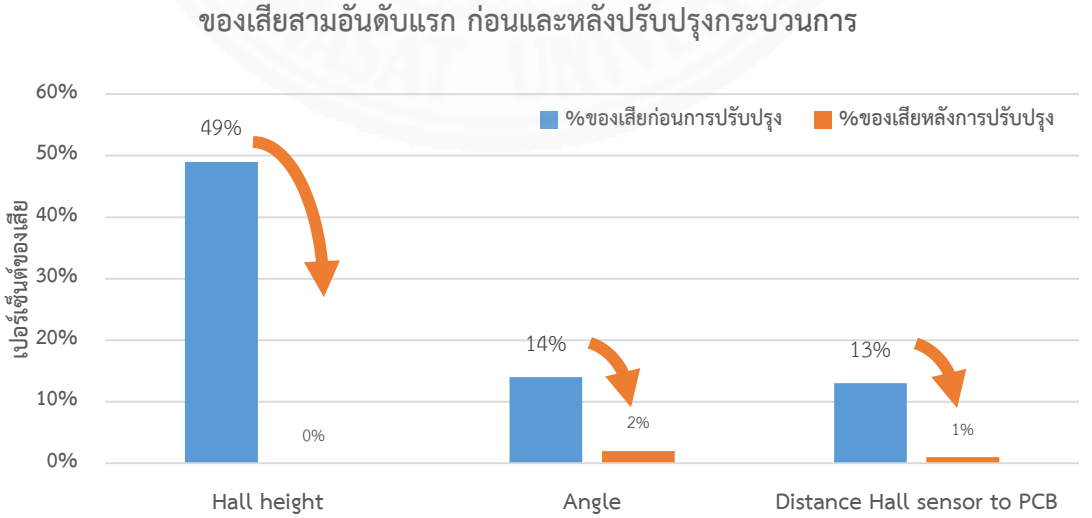
ผลที่ได้หลังจากการปรับปรุงกระบวนการ พบว่าอัตราของเสียโดยเฉลี่ยลดลงจาก 36.56% เหลือ 6.05% ดังภาพที่ 5.1 ซึ่งสามารถลดอัตราของเสียโดยเฉลี่ยได้ถึง 83.45% จากอัตราของเสียโดยเฉลี่ยที่ผ่านมา

Ref. code: 25626110037030KDI



ภาพที่ 5.1 อัตราของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ

และเปรียบเทียบประเภทของเสียสามอันดับแรก พบว่าของเสียประเภท Hall Height, Angle และ Gap Hall sensor to PCB มีเปอร์เซ็นต์ของเสียลดลงเหลือ 0%, 2% และ 1% ตามลำดับ ดังภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 ของเสียที่เกิดขึ้นเป็นสามอันดับแรก ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ

Ref. code: 25626110037030KDI

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการด้วยเทคนิคซิก ซิกม่า เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดี ผู้บริหารควรสนับสนุนให้ความรู้กับพนักงานทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น และควรจัดตั้งทีมงานโดยให้มีผู้บริหารเป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดเป้าหมาย สนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงาน ซึ่งจะทำให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายได้ในระยะเวลาอันสั้น

ระดับปัจจัยอาจมีการเปลี่ยนแปลงในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ เช่น ใช้เครื่องจักรโมเดลใหม่ หรือ มีการย้ายผังการผลิต ดังนั้น จะต้องมีการดำเนินการวิเคราะห์กระบวนการใหม่ทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

หลังจากที่มีการปรับปรุงกระบวนการแล้ว นอกจากการอัพเดทเอกสารควบคุมและอบรมพนักงานแล้ว ควรจะต้องมีการตรวจสอบการปฏิบัติงานของพนักงานจากหัวหน้างาน และควรมีการทบทวนความสามารถของเครื่องจักรยังคงอยู่ในการควบคุมอยู่เสมอ เพื่อให้กระบวนการยังคงอยู่ในสภาวะควบคุมและไม่เกิดข้อบกพร่องขึ้นอีก

Ref. code: 25626110037030KDI

รายการอ้างอิง

บทความวารสาร

Erawin Thavorn. Measurement System Analysis for the prevention of inspection errors in engineering laboratory course. Kasem Bundit Engineering Journal Vol.7 No.1 January-June 2017.

Hugo G. Schmidt. Use of Lean Six Sigma methods to eliminate fume hood disorder. Journal of Chemical Health & Safety, May/June 2013.

วิทยานิพนธ์

มานพ สุทธิประภา. (2558). “การนำ FMEA มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาคุณภาพการให้บริการในงานเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย” มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสหเวชศาสตร์. ภาควิชาเทคนิคการแพทย์.

ธีรศักดิ์ แข็งธัญญกรณ์. (2559). “การปรับปรุงกระบวนการติดแผ่นปกคลุมเส้นลายวงจรไฟฟ้าแบบยืดหยุ่นด้วยเทคนิค ซิกซ์ ซิกมา” มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ.

ศุภกฤต หวังสิทธิเดช. (2552). “การปรับปรุงกระบวนการติดด้วยวิธีซิกซ์ ซิกมา: กรณีศึกษาโรงงานประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์” มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ.

อรพรรณ แหยมประสงค์. (2557). “การประยุกต์ใช้ซิกซ์ ซิกมา เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตตัวกรองสัญญาณรบกวน” มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ.

พัชรี ชัยฤกษ์. (2556). “การลดของเสียจากกระบวนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (PCBA) โดยใช้วิธีการซิกซ์ ซิกมา” มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ.

เสน่ห์ ไวยครุฑธา. (2558). “การลดของเสียจากกระบวนการการหยอดกาวแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้วิธีการซิกซ์ ซิกมา” มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ.

Ref. code: 25626110037030KDI

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

“6 Sigma” พ.ศ. 2554, http://forecastingpro.blogspot.com/2011/01/blog-post.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2562).

“ซิกส์ซิกมา” พ.ศ. 2562, https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%8B%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B9%8C%E0%B8%8B%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%A1%E0%B8%B2 (สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2562).

“5 เหตุผลดีดีที่องค์กรควรดำเนินโครงการ Six Sigma" พ.ศ.2561, https://www.trecon.co.th/s1/index.php/fivebenefitofsixsigma (สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2562).

“Six Sigma” พ.ศ.2560, http://kangjantarach.blogspot.com/2017/07/six-sigma.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2562).

“Six Sigma” พ.ศ.2560, http://topcomengru471.blogspot.com/2017/01/six-sigma.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2562).

“หลักการและการนำ Six Sigma ไปใช้” พ.ศ. 2558, http://sinutthathirawit.blogspot.com/2015/02/six-sigma.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2562).

“Six Sigma” พ.ศ.2555, http://adisonx.blogspot.com/2012/10/six-sigma.html#!/2012/10/six-sigma.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2562).

Ref. code: 25626110037030KDI

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวชญาน์นันท์ จุติภัควรพงศ์
วันเดือนปีเกิด	31 มกราคม 2532
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2553: วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ตำแหน่ง	วิศวกรควบคุมคุณภาพ
ทุนการศึกษา (ถ้ามี)	-

ผลงานทางวิชาการ

“การลดของเสียในกระบวนการประกอบเผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์” การประชุมวิชาการด้านการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 11

ประสบการณ์ทำงาน	2559 – ปัจจุบัน: วิศวกรควบคุมคุณภาพ บริษัท ฟาบริเนท จำกัด 2558 – 2559: วิศวกรควบคุมคุณภาพ บริษัท ไลท์ออน อิเลคทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด 2554 – 2558: วิศวกรควบคุมคุณภาพ บริษัท เคซีอี เทคโนโลยี จำกัด

Ref. code: 25626110037030KDI