

การปรับปรุงวิธีการตรวจรับชิ้นส่วนไดเซีในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

จักรกริช ดินชื่น

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณทิติ
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณทิติ

พ.ศ. 2556

**Improvement Procedure Inspection of Dice Material
for Electronics Industry**



JAKKRICH DINCHEN

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Engineering Management
Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University**

2013

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงวิธีการตรวจรับชิ้นส่วน ไคซ์ในการผลิตชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์
ชื่อผู้เขียน	จักรกริช ดินชื่น
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภรัชชัย วรรณัน
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงแผนวิธีการตรวจรับชิ้นส่วน ไคซ์ ณ โรงงาน
กรณีศึกษาโดยการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้เทคนิคคุณภาพทั้ง 7 เป็นเครื่องมือหลัก เพื่อทำการเก็บ
ข้อมูลระบบการตรวจสอบของแผนกตรวจรับวัตถุดิบ (Incoming Quality Control, IQC) ซึ่งใน
ปัจจุบันไม่สามารถสกัดของเสียได้ทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงวิธีการตรวจรับชิ้นส่วน
ไคซ์ให้สามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ เพื่อไม่ให้มีของเสียถูกนำเข้ามาในกระบวนการผลิตได้
อีก

การตรวจรับชิ้นส่วน ไคซ์ในปัจจุบันจะทำการตรวจตัวอย่างของ ไคซ์ทั่วทั้งเวเฟอร์ ซึ่ง
การตรวจทั่วทั้งเวเฟอร์นั้นมีโอกาสที่จะตรวจจับจำนวนของเสียได้ไม่เหมาะสม ดังนั้นการศึกษา
วิจัยนี้จึงทำการปรับปรุงแผนการตรวจรับ กระบวนการตรวจรับนี้จะทำให้มีโอกาสที่จะพบของเสีย
มากกว่าการตรวจที่ปฏิบัติอยู่ในปัจจุบัน

จากการเปรียบเทียบการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจแบบที่ใช้ในปัจจุบันกับแบบใหม่นั้น
พบว่าวิธีการแบบใหม่สามารถลดของเสียที่หลุดเข้ากระบวนการผลิตจาก 0.43% เป็น 0.21% และ
สามารถลดสัดส่วนของเสียที่เกิดหลังจากการทดสอบขั้นสุดท้ายจาก 10 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (10
ppm) ไปเป็น 6 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (6 ppm) นอกจากนี้ผลที่เกิดขึ้นนั้นยังสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้
ถึง 213,052 บาทต่อเดือน หรือสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 51.03% ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญในการลด
ต้นทุนการผลิตและทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพมากขึ้น

คำสำคัญ: แผนการสุ่มตัวอย่าง, เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด, ของเสียเป็นศูนย์

Thesis Title	Improvement Procedure Inspection of Dice Material for Electronics Industry
Author	Jakkrich Dinchen
Thesis Advise	Assistant Professor, Suparatchai Vorarat, Ph.D.
Department	Engineering Management
Academic Year	2012

ABSTRACT

The objective of this research focuses on improving the material inspection procedure in order to reduce leakages of defective dice materials of the studied factory by using the Seven Quality Control tool as the fundamental equipments. The technique has been used for recording the related information of Incoming Quality Control department (IQC) which cannot detect all defective parts efficiently. This is for controlling the material inspection procedure to avoid any return of defective materials into the line process in case.

Presently, the inspection of dice material will check the dice for all of wafer which check the defective all of the wafer would be improper methodology. Therefore, the research has brought the improving plan for the material inspections once receive. Since this material inspection will increase the possibility of finding the defective parts more than the current checking methodology.

From the comparison of the performance between the existing and new inspection procedure, the new inspection procedure can reduce the defective parts to the production line from 0.43% to 0.21%, and reduce the defectives ration after final test from ten parts per one million (10 ppm) to six parts per million (6 ppm). Moreover, the improving method can help to decrease the expense cost at 213,052 baht per month, or 51.03% for cost reduction. The results of this research have presented both cost reduction as well as product quality improvement as well.

Keywords: sampling plan, 7 QC tools, zero defect

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้เนื่องด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรณันท์ ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้แนวคิด ข้อคิดเห็นต่างๆ และตรวจสอบข้อบกพร่อง อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้จนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณ อาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณบริษัทตัวอย่าง และ พนักงานที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนในด้านข้อมูลสำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน ให้กำลังใจ และสนับสนุนจนสำเร็จการศึกษา รวมไปถึงครูอาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอนจนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

จักรกริช ดินชื่น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	4
1.6 แผนการดำเนินการวิจัย.....	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 แนวคิดพื้นฐานในเรื่องการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ.....	6
2.2 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control).....	8
2.3 การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ.....	9
2.4 การชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ.....	12
2.5 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools).....	14
2.6 8 ดี (8 Discipline, 8D) เทคนิคเพื่อการแก้ไขปัญหา และป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ.....	24
2.7 การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ.....	25
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3. วิธีการดำเนินการวิจัย.....	29
3.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของแผนกตรวจรับวัตถุดิบ ของโรงงานตัวอย่างในปัจจุบัน....	31
3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง และศึกษาผลกระทบ.....	37
3.3 วิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ.....	38
3.4 เสนอวิธีการปรับปรุง.....	41
3.5 ยืนยันผลการปรับปรุง.....	41
3.6 ทดลองนำไปใช้งานจริง.....	41
3.7 เก็บข้อมูลหลังจากนำวิธีที่ทำการปรับปรุงไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง.....	41
3.8 นำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่.....	42
3.9 กำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน.....	42
4. ผลการดำเนินการวิจัย.....	43
4.1 ผลวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ.....	43
4.2 วิธีการปรับปรุงการสุ่มตรวจได้ซ์.....	48
4.3 ผลการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจได้ซ์.....	50
4.4 ยืนยันผลการปรับปรุง โดยทำการทดสอบสมมุติฐาน.....	52
4.5 ทดลองนำไปใช้งานจริงและเก็บข้อมูลหลังจากนำวิธีที่ทำการปรับปรุงไปใช้ใน โรงงานตัวอย่าง.....	52
4.6 นำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่.....	55
4.7 กำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน.....	55
5. สรุป อภิปรายผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ.....	56
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	56
5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน.....	58
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	61
ภาคผนวก.....	63
ก คู่มือการปฏิบัติงานการสุ่มตรวจไดซ์.....	64
ข เวเฟอร์ไดซ์และเวเฟอร์ย่อย.....	72
ค ขั้นตอนการใช้โปรแกรม.....	74
ง ตารางแผนการซั๊กตัวอย่างของมาตรฐาน MIL-STD-105E.....	80
ประวัติผู้เขียน.....	83

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย.....	4
2.1 เปรียบเทียบประเภทของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ.....	11
2.2 สัดส่วนของยอดขายรถยนต์.....	18
2.3 ระดับความรู้ของพนักงานในการใช้เครื่องมือคุณภาพ.....	19
3.1 สัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมดหลังจากทำการทดสอบ 100% ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554.....	37
3.2 สัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบ ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554.....	38
3.3 ปริมาณของเสียแต่ละช่วงของเวเฟอร์ และปริมาณของเสียเฉลี่ย.....	40
4.1 ปริมาณของเสียแต่ละช่วงของเวเฟอร์ และปริมาณของเสียเฉลี่ยในแต่ละช่วง.....	45
4.2 ผลการสุ่มตรวจก่อน- หลังปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจ.....	51
4.3 เวลาในการสุ่มตรวจก่อน- หลังปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจ.....	52
4.4 ผลลัพธ์ของการนำไปใช้จริง และผลการทดสอบขั้นสุดท้าย.....	55
5.1 ตารางเปรียบเทียบการตรวจแบบเก่าและแบบใหม่.....	58

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 เวเฟอร์ และ ไคซ์.....	2
2.1 แผนการตรวจสอบแบบคัดเลือก.....	9
2.2 แผนการตรวจสอบผลงานแบบวงจรเปิด.....	9
2.3 แผนการตรวจสอบผลงานแบบวงจรปิด.....	10
2.4 กระบวนการของการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ.....	12
2.5 ประเภทของแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ.....	13
2.6 ตัวอย่างแผนผังพารेटอ.....	16
2.7 เปอร์เซ็นต์การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย.....	17
2.8 การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย.....	18
2.9 สัดส่วนของคขายรถยนต์.....	19
2.10 ระดับความรู้ของพนักงานในการใช้เครื่องมือคุณภาพ.....	20
2.11 โครงสร้างของฝังก้างปลา.....	21
2.12 แบบปกติ (Normal Distribution).....	23
2.13 แบบแยกเป็นเกาะ (Detached Island Type).....	23
2.14 แบบระฆังคู่ (Double Hump Type).....	23
2.15 แบบฟันปลา (Serrated Type).....	24
2.16 แบบหน้าผา (Cliff Type).....	24
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	30
3.2 ขั้นตอนการผลิตสินค้าของโรงงานตัวอย่าง.....	32
3.3 เวเฟอร์ และ ไคซ์.....	34
3.4 ลักษณะเวเฟอร์ย่อย และตำแหน่งที่หยิบไคซ์ในแต่ละเวเฟอร์ย่อย.....	34
3.5 ฝังก้างปลาของขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบ.....	36
3.6 แผนผังเหตุและผล (Cause & Effect Diagram).....	39
3.7 การแบ่งเวเฟอร์ออกเป็นช่วงๆ.....	39
4.1 ผลการวิเคราะห์ด้วยแผนผังเหตุและผล (Cause & Effect Diagram).....	43
4.2 การแบ่งเวเฟอร์ออกเป็นช่วงๆ.....	45
4.3 จำนวนของเสียแต่ละเวเฟอร์.....	46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 จำนวนของเสียเฉลี่ย.....	47
4.5 เปอร์เซ็นต์การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย.....	47
4.6 แผนภูมิพาเรโต.....	48
4.7 ตำแหน่งตรวจสอบได้ก่อนการปรับปรุง.....	49
4.8 ตำแหน่งตรวจสอบได้หลังการปรับปรุง.....	50
4.9 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB.....	53
4.10 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB.....	54
5.1 ตำแหน่งตรวจสอบได้หลังการปรับปรุง.....	57

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

IQC	Incoming Quality Control
AQL	Acceptable Quality Level
PPM	Parts Per Million
8D	8 Discipline
WI	Work Instruction
PCR	Process Capability Ratio
PQC	Process Quality Control
AQC	Acceptance Quality Control
AOQL	Average Outgoing Quality Limit
AOQ	Average Outgoing Quality
CL	Control Limit
UCL	Upper Control Limit
LCL	Lower Control Limit

บทที่ 1

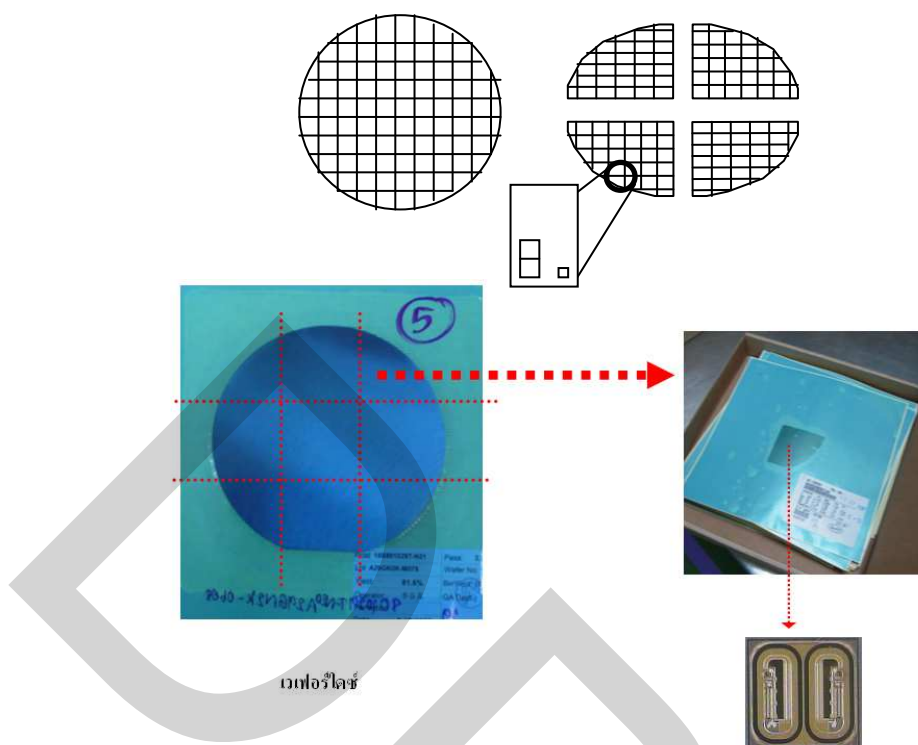
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การใช้ระบบการตรวจรับวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบทุกชนิดที่จะนำมาใช้ผลิตสินค้าในกระบวนการผลิต ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นไม่สามารถตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบได้ 100% ดังนั้นจึงจะต้องมีการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบเพื่อป้องกันไม่ให้ของเสีย (Defect) เข้าไปในสายการผลิต แต่ในปัจจุบัน ณ โรงงานตัวอย่าง ยังพบว่ามีของเสียที่ผ่านการสุ่มตัวอย่างจากแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ (Incoming Quality Control, IQC) เข้าไปยังสายการผลิต ซึ่งอาจเกิดจากแผนการสุ่มตัวอย่างหรือวิธีการตรวจสอบไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงต้องมีการทิ้ง (Scrap) ชิ้นงานที่ได้ผลิตแล้ว และอาจต้องนำวัตถุดิบที่ผ่านการสุ่มตัวอย่างแล้ว มาทำการคัดเลือกเพื่อแยกงานดี และงานเสียอีกครั้ง ซึ่งนอกจากจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แล้วยังทำให้มีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น

นอกจากนี้แผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ เป็นส่วนที่ต้องทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลของการสุ่มตัวอย่างปริมาณของเสียที่จะต้องติดต่อโดยตรงกับผู้ผลิต (Supplier) เพื่อให้มีการพัฒนา และปรับปรุงคุณภาพต่อไป ดังนั้นถ้าไม่มีระบบการจัดเก็บข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปข้อมูล และเอกสารในการติดต่อกับผู้ผลิตที่ดีแล้ว จะเป็นการยากที่จะทำให้ผู้ผลิตมีการพัฒนา หรือปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบ ซึ่งในส่วนนี้ก็เป็นอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญของแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ

จากการสุ่มตัวอย่างของวัตถุดิบหลักของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งก็คือไอซ์ในปัจจุบัน จะแบ่งออกเป็นการตรวจสอบลักษณะภายนอก ซึ่งจะตรวจภายใต้กล้องกำลังขยาย และการตรวจสอบคุณสมบัติทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะต้องมีการจ่ายศักดาไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าแล้วจะทำให้ได้ผลลัพธ์ (Output) ออกมาตามความต้องการของลูกค้า ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือวัดเฉพาะ สำหรับไอซ์จะมีลักษณะเป็นแผ่นเวเฟอร์ โดยจะมีไอซ์อยู่ประมาณ 12,000 ตัวต่อลอต และจะทำการแบ่งออกเป็นเวเฟอร์ย่อยๆ ดังนั้น ใน 1 ลอต จะมีอยู่หลายเวเฟอร์ย่อย ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 เวเฟอร์ และ ไคซ์

การตรวจสอบคุณสมบัติการใช้งานของไคซ์ในปัจจุบันนั้นยังคงพบของเสียที่หลุดเข้ามายังสายการผลิตเป็นจำนวนมาก เมื่อทำการประกอบเป็นสินค้าแล้วท้ายที่สุดไม่สามารถผ่านกระบวนการทดสอบขั้นสุดท้าย ทำให้เกิดความสูญเสีย ซึ่งกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการผลิต และอาจจะเกิดปัญหาคุณภาพเมื่อส่งสินค้าที่ผลิตโดยไคซ์ที่เป็นของเสีย เนื่องจากไคซ์ที่เป็นของเสียจะแสดงผลทันที หรืออาจจะแสดงผลหลังจากที่ลูกค้าได้นำไปใช้งานระยะหนึ่ง จึงเป็นผลให้เกิดความเสียหายต่อลูกค้า ซึ่งในปัจจุบันคุณภาพของสินค้าเป็นเรื่องที่สำคัญมากต่อธุรกิจ เนื่องจากคู่แข่งทางอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีเป็นจำนวนมาก ทำให้มีการแข่งขันทั้งในเรื่องของราคา และคุณภาพ ดังนั้นในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จึงจะต้องผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง ในขณะเดียวกันต้องผลิตที่ต้นทุนที่ต่ำที่สุดอีกด้วย

จากข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ซึ่งแสดงสัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเกิดของเสียโดยเฉลี่ย 0.43 % หรือคิดเป็นมูลค่า 417,477 บาท โดยเมื่อคิดเป็นปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นได้ข้อมูลดังนี้

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน	65 ล้านตัว
มีของเสียที่เกิดจากวัตถุดิบ	0.43 %
ดังนั้นมีของเสียที่เกิดขึ้น	278,318 ตัว
ต้นทุนการผลิตต่อหนึ่งตัวประมาณ	1.5 บาท
ดังนั้นเกิดความสูญเสีย	417,477 บาทต่อเดือน

วัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการตรวจรับไปนั้น ยังคงเห็นของเสียหลุดรอดเข้ากระบวนการผลิตไปจนแล้วเสร็จ เมื่อทำการตรวจครั้งสุดท้ายก่อนส่งมอบให้ลูกค้ายังตรวจพบของเสียหรือผ่านการตรวจสอบแบบดั้งเดิมถึงเสีย นอกจากนี้บางส่วนแสดงปัญหาหลังจากการใช้งานก่อให้เกิดการร้องเรียนจากลูกค้าเพื่อเปลี่ยนสินค้า หรือปรับเป็นจำนวนเงินที่มีมูลค่าสูง ในปัจจุบันระดับของเสีย ณ จุดตรวจสอบขั้นสุดท้ายคือ 10 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (10 ppm)

ซึ่งในปัจจุบันลูกค้าส่วนใหญ่จะยอมรับของเสียที่ 0 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (0 ppm) นั่นคือไม่พบของเสียเลย (Zero defect) จากข้อมูลสัดส่วนของเสีย และ ppm (Part per Million) เป็นการยืนยันว่าวิธีการตรวจสอบ วัตถุดิบ และการสุ่มตัวอย่างในปัจจุบัน ยังไม่สามารถตรวจจับปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อปรับปรุงวิธีการสุ่มตัวอย่างและ วิธีการตรวจสอบสำหรับวัตถุดิบหลัก (ไดซ์/Dice) ของโรงงานตัวอย่าง
2. เพื่อเสนอคู่มือการปฏิบัติงานที่สามารถทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบสามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบที่เป็นของเสียไม่ให้ผ่านไปสู่กระบวนการผลิตได้

1.3 สมมติฐานการวิจัย

การหาสาเหตุปัญหาของระบบตรวจสอบคุณภาพ และการปรับปรุงระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ สามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและสามารถตรวจจับของเสียไม่ให้ผ่านไปสู่กระบวนการผลิตได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาเฉพาะแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ณ โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งครอบคลุมขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง วิธีการตรวจสอบวัตถุดิบ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการติดต่อประสานงานกับผู้ผลิต (Supplier) ในการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้นไป

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่าง แผนการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการตรวจสอบที่ถูกต้อง
2. ทำให้สามารถตรวจสอบวัตถุดิบและสกัดไม่ให้องเสียผ่านเข้าไปในสายการผลิตซึ่งทำให้สามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพและลดต้นทุนการผลิต
3. ลดการสูญเสียเวลาและค่าใช้จ่ายจากการที่จะต้องนำวัตถุดิบที่ผ่านการสุ่มตัวอย่าง มาทำการตรวจซ้ำอีกครั้ง หลังจากพบว่ามิของเสียเข้าไปในสายการผลิต
4. ก่อให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบอย่างต่อเนื่อง สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดี เป็นที่พึงพอใจต่อลูกค้าในสภาวะการณที่มีการแข่งขันที่ค่อนข้างสูงในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดพื้นฐานในเรื่องการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพ การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับเป็นการตรวจสอบเพื่อรับหรือปฏิเสธวัตถุดิบที่จะนำเข้าสู่กระบวนการผลิต หรือเพื่อการตัดสินใจส่งสินค้าไปให้ลูกค้า การตรวจสอบจะทำโดยวิธีการชักตัวอย่างจากของที่ส่งมา แล้วทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพตามที่กำหนด จากผลของการตรวจสอบตัวอย่างจึงตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธวัตถุดิบทั้งหมด (พิชิต สุขเจริญ, 2535) (Eugene L. Grant and Richard S. Leavenworth, 1999)

วัตถุประสงค์ของการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับนั้นก็เพื่อตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธของที่ส่งมา วัตถุประสงค์อีกประการหนึ่งคือ กำหนดแนวทาง หรือวิธีการคำนวณความเสี่ยงในการยอมรับวัตถุดิบที่มีคุณภาพที่กำหนดการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับมิได้ใช้เพื่อควบคุมคุณภาพโดยตรง การควบคุมคุณภาพสินค้าเป็นหน้าที่ของแผนภูมิควบคุม กล่าวโดยสรุป วัตถุประสงค์ของการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับมีวัตถุประสงค์ คือ

1. เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือจะปฏิเสธสินค้า มิใช่เพื่อจะประมาณระดับคุณภาพสินค้า
2. แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ มิใช่วิธีการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตโดยตรง แต่เป็นแผนที่ใช้เพื่อการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสินค้าในล็อตที่ส่งเข้ามา ถึงแม้ว่าสินค้าทุกล็อตจะมีระดับคุณภาพเท่ากัน แต่ผลของการชักตัวอย่างจะยอมรับบางล็อต และบางล็อตจะถูกปฏิเสธ ทั้งที่ล็อตที่รับการยอมรับก็มิได้มีระดับคุณภาพดีกว่าล็อตที่ถูกปฏิเสธ
3. วิธีใช้แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับที่มีประสิทธิผลคือ อย่าใช้เพื่อการกำหนดระดับคุณภาพของสินค้าแต่ใช้เพื่อตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่า ผลผลิตที่ได้สอดคล้องกับข้อกำหนดที่ต้องการ

โดยทั่วไปการตัดสินใจรับวัตถุดิบจากผู้ขายเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิตอาจทำได้ 3 วิธี คือ

1. รับโดยไม่ต้องตรวจสอบเลย

2. ตรวจสอบทุกชิ้นหรือตรวจทั้งหมด 100% แล้วคัดของเสียคืนผู้ขาย หรือซ่อมแซมก่อนนำไปใช้

3. ชักตัวอย่างโดยอาศัยแผนชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ แล้วตัดสินใจรับเฉพาะล็อตที่ผ่านตามกฎเกณฑ์เท่านั้น ส่วนล็อตที่ไม่ผ่านตามกฎเกณฑ์อาจส่งคืนผู้ขาย หรือทำการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อคัดชิ้นที่เสียออก

การรับโดยไม่ต้องตรวจสอบเหมาะสำหรับกรณีที่สินค้าที่ส่งมามีของเสียน้อย ซึ่งอาจได้จากกระบวนการผลิตที่ดี หรือจากผู้ที่ทำการคัดของเสียออกแล้วก่อนส่งสินค้ามาให้ ตัวอย่างเช่น ถ้าผู้ขายมีกระบวนการผลิตที่มีค่าอัตราส่วนสมรรถภาพกระบวนการ (Process Capability Ratio, PCR) เป็น 3 หรือ 4 ก็ไม่มีประโยชน์อะไรที่จะต้องทำการตรวจสอบสินค้าที่ส่งมา ส่วนการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์มักใช้กับกรณีที่วัตถุดิบที่นำมาใช้ไม่ได้มาตรฐาน จะส่งผลถึงความเสียหายอย่างรุนแรงหรือก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายสูง หรือเมื่อสมรรถภาพกระบวนการของผู้ขายไม่ดีพอ ส่วนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับจะใช้กับกรณีดังต่อไปนี้คือ

1. เมื่อการทดสอบเป็นแบบทำลาย ซึ่งจะทำการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำลายของทั้งหมด

2. เมื่อการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์มีต้นทุนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับความเสียหายที่จะมีวัตถุดิบ ที่ไม่ได้คุณภาพผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิต

3. เมื่อมีของที่เหมือนกันจำนวนมากที่ต้องการตรวจสอบ การใช้แผนชักตัวอย่างที่ดีจะทำให้ได้ผลดีเทียบเท่ากับการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่มีต้นทุนการตรวจสอบต่ำกว่า

4. เมื่อไม่รู้ระดับคุณภาพสินค้าของผู้ขาย

5. เมื่อไม่ได้ใช้วิธีการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ

6. เมื่อการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เสียเวลารอคอยกว่าจะรู้ผลอาจไม่ทันต่อการผลิตหรือการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า

7. เมื่อผู้ขายมีประวัติที่ดีในการผลิตสินค้าตรงตามข้อกำหนด และผู้ซื้อต้องการลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบวัตถุดิบ

8. เมื่อผู้ขายมีประวัติที่ดีในการผลิตสินค้าตรงตามข้อกำหนดแต่เพราะความเสียหายจากการรับวัตถุดิบที่ไม่ตรงตามข้อกำหนดก่อให้เกิดปัญหาที่รุนแรงผู้ซื้อจึงต้องอาศัยการตรวจสอบโดยวิธีชักตัวอย่างแทนการยอมรับ โดยไม่ต้องตรวจสอบ

การชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ จัดได้ว่าเป็นทางสายกลางระหว่างการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ และการยอมรับโดยไม่ต้องตรวจสอบเลย นอกจากนี้การชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ ยังเป็นแนวทางอย่างสำคัญในการเปลี่ยนไปใช้วิธีการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ หรือยอมรับโดยไม่มี

ตรวจสอบเลขก็ได้ โดยอาศัยข้อมูลจากผลการชักตัวอย่าง แม้ว่าการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับมิได้ ใช้เพื่อการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต หรือสินค้าล็อตที่ผลิตโดยตรง แต่การใช้แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับกับล็อตของสินค้าอย่างต่อเนื่องจะเป็นหนทางป้องกันการผลิตสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพของผู้ผลิตและป้องกันการรับสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพของผู้บริโภค นอกจากนี้แผนชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับยังให้ข้อมูลสะสมถึงประวัติของคุณภาพจากกระบวนการผลิตหรือผู้ผลิต รายใดรายหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับไปสู่ผู้ผลิตเพื่อการพัฒนากระบวนการผลิตให้ดีขึ้นและประการสุดท้ายการใช้แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับจะมีผลทางจิตวิทยาทำให้ผู้ผลิตหรือผู้ขายสินค้ามีแรงกระตุ้นให้ต้องพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตอยู่ตลอดเวลา

2.2 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

ในการประกันคุณภาพที่ดีนั้น มีความจำเป็นต้องสร้างความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์และการบริการอย่างครบวงจรชีวิตซึ่งประกอบด้วย คุณภาพในการออกแบบ (Quality of Design) และคุณภาพของความถูกต้องในการผลิต (Quality of Conformance) (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547) สำหรับการควบคุมคุณภาพคุณภาพของความถูกต้องในการผลิต ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ

1. การควบคุมคุณภาพของกระบวนการ (Process Quality Control; PQC) หมายถึงระบบคุณภาพที่ให้ความสนใจกับการตรวจติดตาม (Monitoring) และการพัฒนากระบวนการผลิต โดยอาศัยการวิเคราะห์แนวโน้มและอาการของปัญหาด้านคุณภาพ

2. การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ (Acceptance Quality Control; AQC) หมายถึงระบบคุณภาพในอันที่จะป้องกันลูกค้าจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง ตลอดจนการมุ่งใจและกระตุ้นให้ผู้ผลิตดำเนินการใช้ระบบการควบคุมคุณภาพของกระบวนการ ทั้งนี้ด้วยการกำหนดจำนวนตรวจสอบและเข้มงวดกับการตรวจสอบ เพื่อการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือไม่ในสัดส่วนที่สัมพันธ์โดยตรงกับความสำคัญของลักษณะคุณภาพที่ตรวจ เพื่อการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือไม่ในสัดส่วนที่สัมพันธ์โดยตรงกับความสำคัญของลักษณะคุณภาพที่ตรวจ และเป็นสัดส่วนผกผันกับความถี่ของระดับคุณภาพจากประวัติคุณภาพ

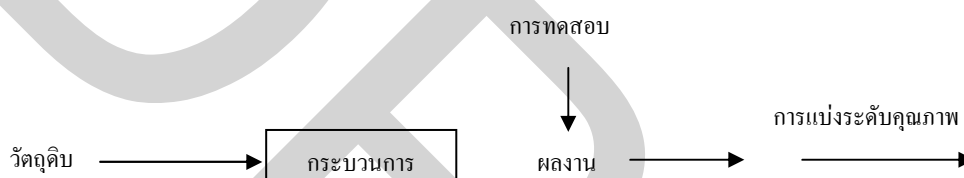
ในการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับนี้ มีความจำเป็นที่จะต้องเลือกวิธีการที่จะบรรลุจุดประสงค์ดังนี้ (Schilling E.G., 1984, pp. 22-25)

- ก. การป้องกันผู้บริโภคจากการรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง
- ข. การป้องกันผู้ผลิตจากการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ดี
- ค. การกำหนดประวัติคุณภาพ
- ง. การนำข้อมูลป้อนกลับเพื่อการควบคุมกระบวนการ

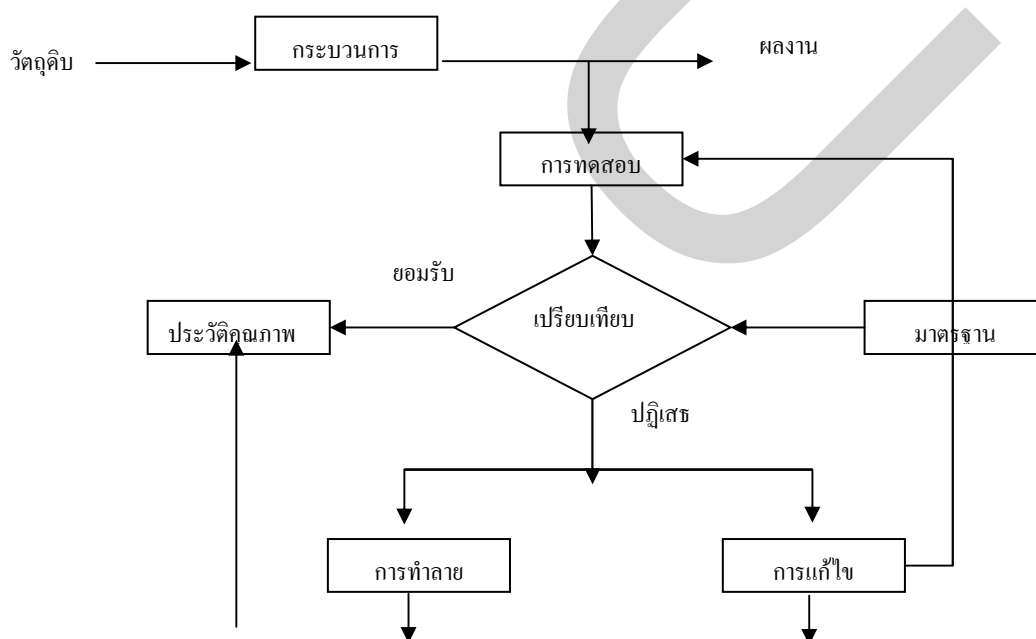
จ. แรงกระตุ้นทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านจิตวิทยาและด้านกลยุทธ์ของผู้ผลิตในการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิต

2.3 การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ

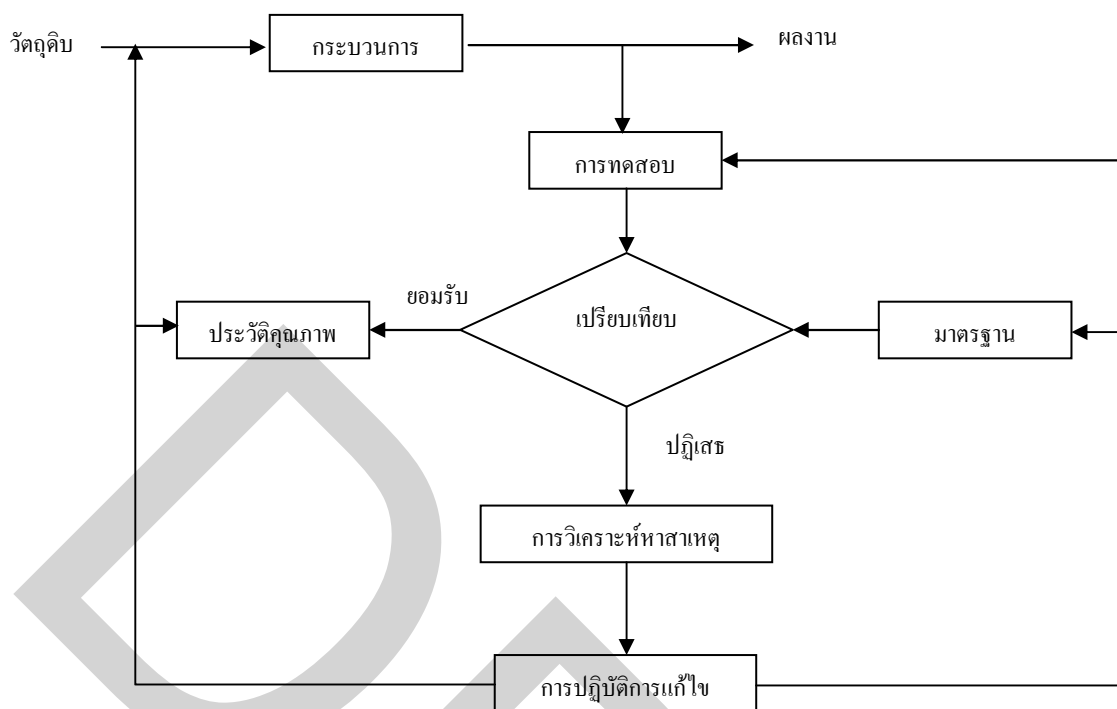
ในการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับนั้นเพื่อที่จะให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กล่าวในหัวข้อ 2.2 นี้จะต้องเกิดจากการกำหนดวิธีการตรวจสอบผลงานแบบวงจรปิด ดังรูปที่ 2.3 เท่านั้น สำหรับการตรวจสอบแบบคัดเลือก (Sorting) ดังรูปที่ 2.1 นั้นควรจะใช้ในกรณีที่ไม่สามารถนำข้อมูลจากการตรวจสอบไปทำเป็นประวัติคุณภาพ และป้อนกลับเพื่อการควบคุมคุณภาพของกระบวนการส่วนการตรวจสอบผลงานแบบวงจรเปิด ดังรูปที่ 2.2 นั้น ควรจะใช้ในกรณีที่สามารถนำข้อมูลจากการตรวจสอบไปทำเป็นประวัติคุณภาพได้ แต่ไม่สามารถป้อนกลับเพื่อการควบคุมคุณภาพของกระบวนการได้ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547)



รูปที่ 2.1 แผนการตรวจสอบแบบคัดเลือก



รูปที่ 2.2 แผนการตรวจสอบผลงานแบบวงจรเปิด



รูปที่ 2.3 แผนการตรวจสอบผลงานแบบวงจรปิด

โดยปกติ ประเภทของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับจำแนกเป็น 4 ประเภท คือ

1. การตรวจสอบแบบ 100 % หมายถึง การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ละหน่วยทุกหน่วย
2. การตรวจสอบเป็นครั้งคราว (Spot-check Inspection) หมายถึง การตรวจสอบแบบเลือกตามใจชอบโดยมิได้วางอยู่บนเกณฑ์ด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การตรวจสอบงานชิ้นแรก (First-item Inspection) การตรวจสอบงานชิ้นสุดท้าย (End-item Inspection) และการตรวจสอบแบบเดินตรวจ (Patrol Inspection) เป็นต้น

3. การให้คำรับรอง (Certification) หมายถึงการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ โดยการให้วิศวกรหรือสถาบันที่ลูกค้าให้การยอมรับเป็นผู้ออกไปประกาศนียบัตรรับรองคุณภาพให้ ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยยังมีสถาบันดังกล่าวไม่มากนัก และโดยส่วนใหญ่จะเป็นสถาบันภาครัฐการ แต่เชื่อว่าในอนาคตจะมีสถาบันภาคเอกชนที่ทำธุรกิจด้านนี้เพิ่มมากขึ้นตามจำนวนความต้องการที่มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มมากขึ้นโดยลำดับ

4. การชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ (Acceptance Sampling) หมายถึง การตรวจสอบสิ่งตัวอย่าง (Sample) ที่เลือกขึ้นมาจากงานทั้งหมดโดยวิธีการทางสถิติด้วยกฎของความน่าจะเป็น (Probability) และอาศัยคุณลักษณะของสิ่งตัวอย่างที่ตรวจสอบได้ในการอธิบายคุณลักษณะของชิ้นงานทั้งหมดที่ต้องการตัดสินใจ

การเลือกวิธีการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับที่เหมาะสมนั้น จะต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ โดยกำหนดจุดคุณภาพเท่ากัน (Break-even Quality) ได้จาก (Juran J.M. and F.M. Grayna., 1993) (Taylor Wayne A., 1994, pp.591-598)

$$P_b = \frac{I}{A}$$

P_b = ระดับคุณภาพที่ทำให้วิธีการตรวจสอบคุณภาพให้ผลเหมือนกัน

I = ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบต่อหน่วย

A = ความเสียหายอันเนื่องมาจากข้อบกพร่องหลุดรอดจากการตรวจสอบ

โดยที่ถ้า ถ้าหากทราบว่าระดับคุณภาพของล็อต (P) มีค่าต่ำกว่า P_b แล้วค่าใช้จ่ายทั้งหมดจะต่ำที่สุดถ้าหากไม่มีการตรวจสอบหรือมีการตรวจสอบด้วยแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ แต่หากระดับคุณภาพของล็อต มีค่ามากกว่า P_b แล้วการตรวจสอบ 100% จะได้ผลดีที่สุด ในเชิงเศรษฐศาสตร์ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับทั้ง 4 ประเภทนี้สามารถสรุปได้ด้วยตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบประเภทของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ

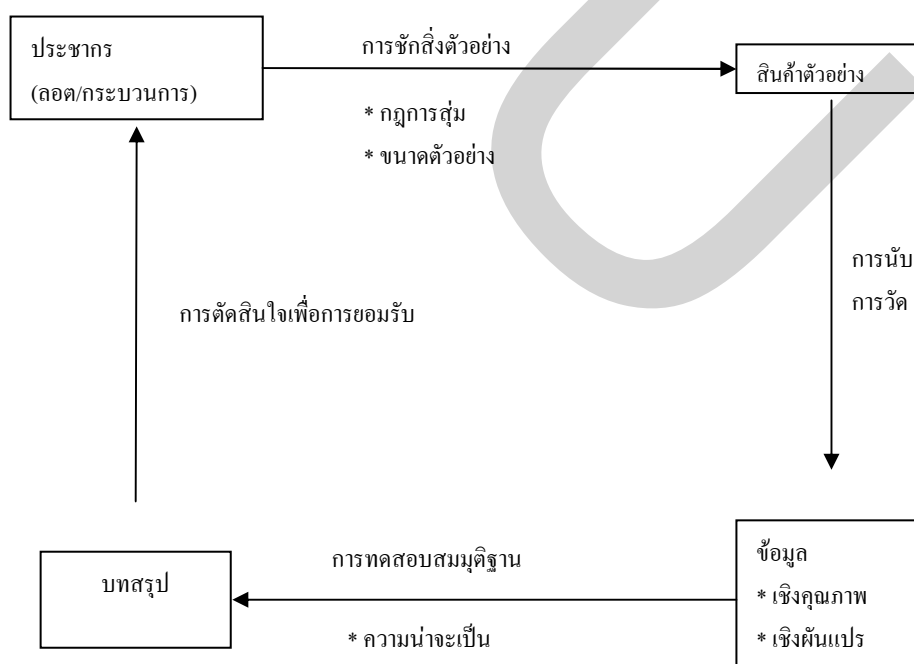
ประเภทของการควบคุม	ข้อดี	ข้อเสีย
1) การตรวจสอบแบบ 100%	* ในทางทฤษฎีแล้วเชื่อว่าจะเป็นวิธีที่ทำให้ได้ผลที่ปลอดข้อบกพร่อง	* ในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถประกันได้ว่าปลอดข้อบกพร่อง เนื่องจากความล้าของพนักงาน และการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ * ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูงมาก
2) การตรวจสอบเป็นครั้งคราว	* ใช้ได้ดีกับกรณีที่ผลการตรวจมิได้มีผลทางคุณภาพที่รุนแรงมากนัก * ประหยัดที่สุด	* ผลการตรวจสอบไม่สามารถใช้อธิบายถึงคุณลักษณะของชิ้นงานทั้งหมดที่ต้องการตัดสินใจได้
3) การให้คำรับรอง	* ไม่มีปัญหาในการจัดการ เนื่องจากเป็นวิธีที่ขึ้นอยู่กับความเชื่อถือที่ลูกค้ามีต่อตรา หรือคำรับรองของสถาบันที่ออกให้	* มีความเสี่ยงต่อการทำธุรกิจ ทั้งนี้ เพราะว่าคุณภาพในขั้นห้อยจะมีผลอย่างมากต่อการตัดสินใจทำธุรกิจด้วยของลูกค้า

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ประเภทของการควบคุม	ข้อดี	ข้อเสีย
1) การตรวจสอบแบบ 100%	* ในทางทฤษฎีแล้วเชื่อว่าจะเป็นวิธีที่ทำให้ได้ผลที่ปลอดข้อบกพร่อง	* ในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถประกันได้ว่าปลอดข้อบกพร่อง เนื่องจากความล้าของพนักงาน และการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ * ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูงมาก

2.4 การชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

เทคนิคของการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ เป็นเทคนิคที่อาศัยการประยุกต์หลักการทางสถิติและความน่าจะเป็นในการเลือกสิ่งตัวอย่างที่ต้องการตัดสินใจ (ทางสถิติ เรียกว่า ประชากร) และอาศัยการอนุมานทางสถิติ (Statistical Inference) เพื่อการตัดสินใจโดยวิธีการทดสอบสมมุติฐาน (Test of Hypothesis) เพื่อพิจารณาว่าคุณภาพของประชากรนั้นควรได้รับการยอมรับ (Accept) หรือไม่ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547) ดังในรูปที่ 2.4

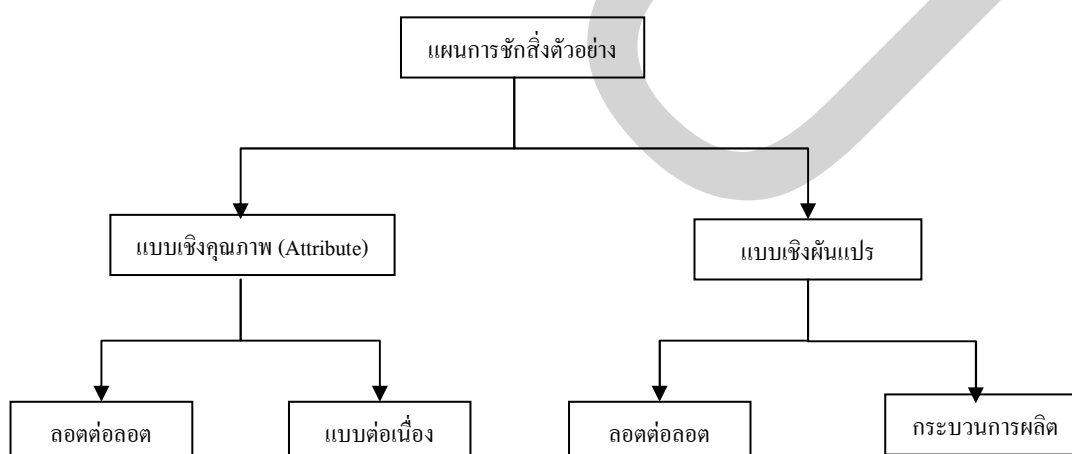


รูปที่ 2.4 กระบวนการของการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

ในยุคหลังการปฏิวัติอุตสาหกรรม ได้เริ่มมีการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) มากขึ้น กล่าวคือมีการผลิตซ้ำๆ กันคราวละหลายๆ เรียกว่า (Lot) หรือ แบนช (Batch) ดังนั้น จึงเริ่มมีการประยุกต์หลักการทางสถิติมาใช้ โดยเริ่มจาก Walter A. Shewhart ที่เสนอแนวความคิดของแผนภูมิควบคุม (Control Chart) ที่ Bell Telephone เมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม ปี พ.ศ. 2467 และในปี พ.ศ. 2470 H.F. Dodge ได้เสนอแผนการชักสิ่งตัวอย่างขึ้นครั้งแรกสำหรับใช้ในกิจการของ Western Electric Group โดยเป็นแผนการที่ประกันด้วยพิสัยคุณภาพจ่ายออกโดยเฉลี่ย (Average Outgoing Quality Limit; AOQL) ต่อมาในปี พ.ศ. 2484 H.F. Dodge และ H.G. Romig ได้เสนอแผนการประกันคุณภาพขั้นต่ำ โดยใช้ค่า LTPD (Lot Tolerance Percent Defective) ซึ่งต่อมาเรียกว่าแผนการ Dodge-Romig

ในยุคสงครามโลกครั้งที่ 2 ถือเป็นยุคที่มีการพัฒนาทางเทคนิคควบคุมคุณภาพด้วยสถิติมากที่สุดเพื่อกิจการด้านการผลิตอาวุธสำหรับกองทัพพันธมิตร โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเริ่มจากกรมสรรพาวุธของสหรัฐอเมริกาที่ได้ตีพิมพ์ตารางแผนการชักสิ่งตัวอย่างของกรมสรรพาวุธ (Ordnance Sampling Table) ขึ้นในปี พ.ศ. 2485 และเป็นแผนการแรกที่ประกันคุณภาพโดยอาศัยระดับคุณภาพที่สามารถยอมรับ (Acceptable Quality Level; AQL) ซึ่งต่อมาพัฒนาเป็น MIL-STD-105E ดังจะได้กล่าวต่อไป

จากรูปที่ 2.4 ซึ่งแสดงถึงกระบวนการของการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับนั้น หากจะจำแนกเทคนิคของแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ ด้วยลักษณะของประชากรและประเภทของข้อมูลแล้วสามารถจำแนกได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ประเภทของแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับแบบเชิงคุณภาพ หมายถึง แผนการชักสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการแจกแจงสิ่งตัวอย่างด้วยการจำแนก (Classification) ออกตามคุณลักษณะทางคุณภาพ ซึ่งจะมีความเหมาะสมอย่างมากต่อคุณลักษณะทางคุณภาพประเภทอาศัยความรู้สึก (Sensory) และประเภทความสวยงาม (Cosmetic) และสามารถใช้ได้กับคุณลักษณะทางคุณภาพทางเคมี ภายนอก และจุลชีววิทยาที่มีความประสงค์ที่ต้องการความรวดเร็วในการตรวจสอบ กล่าวคือ มีการจำแนกออกเป็นผ่าน (Go) กับไม่ผ่าน (No Go) เท่านั้น อย่างไรก็ตาม แผนการชักสิ่งตัวอย่างประเภทนี้มีข้อเสียที่ไม่สามารถให้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตัดสินใจมากนัก

สำหรับแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับแบบเชิงผันแปร หมายถึง แผนการชักสิ่งตัวอย่างที่อาศัยการวัดสิ่งตัวอย่าง ดังนั้น คุณลักษณะทางคุณภาพจึงต้องเป็นคุณลักษณะทางด้านเคมี ภายนอก และจุลชีววิทยา โดยแผนการชักสิ่งตัวอย่างแบบนี้จะให้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตัดสินใจได้มาก แต่ก็มีข้อเสียคือ ข้อมูลที่ใช้สำหรับแผนการชักสิ่งตัวอย่างประเภทนี้จะมีค่าใช้จ่ายและเวลาที่สูงกว่าข้อมูลประเภทเชิงคุณภาพ

2.5 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา ที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐาน และควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง ประกอบไปด้วย

1. แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)
2. แผนผังพาร์เรโต (Pareto Diagram)
3. กราฟ (Graph)
4. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)
5. แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)
6. แผนภูมิควบคุม (Control Chart)
7. ฮิสโตแกรม (Histogram)

2.5.1 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) คือแบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆเพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลได้ง่าย และสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยาก (ศิริพร ขอพรกลาง, 2544) ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนเพื่อควบคุมและติดตาม (Monitoring) ผลการดำเนินการผลิต, เพื่อการตรวจสอบและ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้องซึ่งลักษณะของแผ่นตรวจสอบนั้นมีได้มีรูปแบบที่ชัดเจนขึ้นอยู่กับลักษณะของการนำไปใช้งาน โดยมีขั้นตอนการ

ออกแบบแผนตรวจสอบเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์จากนั้นทำการกำหนดตัวแปรต่างๆที่จะทำการบันทึก หลังจากนั้นทำการทดลองและนำไปใช้งานจริง ซึ่งผลที่ได้จากการบันทึกนั้นจะต้องตรงวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในตอนแรก ถ้าข้อมูลที่ทำกรบันทึกตามแผนตรวจสอบไม่ครอบคลุมข้อมูลจะทำให้เสียเวลาในการบันทึกซ้ำ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าข้อมูลที่มากเพียงพอ และครอบคลุมวัตถุประสงค์นั้นจะส่งผลให้การวิเคราะห์ข้อมูลได้รวดเร็ว และแม่นยำ ชนิดของใบตรวจสอบชนิดของใบตรวจสอบโดยปกติแบ่งได้ 5 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะการใช้งานใบตรวจสอบที่ใช้บันทึก แบ่งได้ดังนี้

1. ใบตรวจสอบสำหรับหัวข้อเสียหรือข้อบกพร่องในกรณีที่ต้องการลดของเสียหรือข้อบกพร่อง อันดับแรกต้องสำรวจดูก่อนว่ามีของเสียหรือข้อบกพร่องเกิดขึ้นมากน้อยเท่าไร เกิดในอัตราส่วนอย่างไร จากนั้นสำรวจหัวข้อที่มีของเสียสูงว่ามีสาเหตุจากไหน เพื่อที่จะดำเนินการแก้ไข สำหรับหัวข้อของเสียหรือข้อบกพร่อง อาจเป็นหัวข้อที่คาดคะเนว่าจะเกิดหรือมีของเสียเกิดขึ้นและจดชื่อไว้ แล้วนำมาแยกเป็นข้อตามลำดับความสำคัญในการแก้ไขและที่สำคัญควร

2. ใบตรวจสอบสำหรับตรวจสอบหาสาเหตุของเสีย เมื่อเราทราบหัวข้อของเสียแล้ว ยังจะหาต่อไปถึงสาเหตุของปัญหา โดยคำนึงถึง 4M (Man, Material, Method, Machine) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการผลิตรวมทั้งเวลา ทำให้เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้วสามารถได้หัวข้อต่อไปนี้

- 1) หัวข้อบกพร่อง หัวข้อใดมีมาก
- 2) เกิดกับเครื่องใดมาก
- 3) มีความแตกต่างของพนักงานหรือไม่
- 4) เกิดขึ้นเวลาใด

3. ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจ การกระจายตัวของขบวนการผลิตใช้สำหรับกระบวนการผลิตที่ต้องควบคุมเกี่ยวกับขนาด คือ น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องการทราบความสัมพันธ์ของการกระจายตัวค่าเฉลี่ยกับค่าที่กำหนด นอกจากนั้นยังใช้วิเคราะห์หาสาเหตุการกระจายที่ผิดปกติหรือผิดไปจากค่าที่กำหนด โดยแยกประเภทข้อมูลตามผู้ปฏิบัติงาน วัสดุดิบหรือเครื่องจักร เป็นต้น

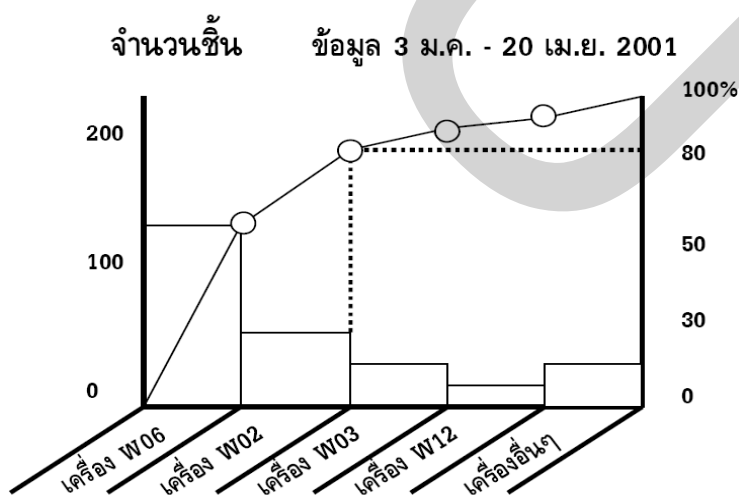
4. ใบตรวจสอบสำหรับตำแหน่งของเสีย โดยทั่วไปจะวาดรูปสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ไว้ แล้วทำเครื่องหมายตามตำแหน่งของเสียหรือบกพร่อง และหากของเสียมีมากกว่า 1 ประเภทก็อาจใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แสดงความแตกต่างได้

5. ใบตรวจสอบที่ใช้ยืนยันเป็นการตรวจสอบเพื่อใช้ยืนยันสภาพการทำงานของผลิตภัณฑ์ ว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่

ในส่วนของการตรวจสอบจะนำมาออกแบบสำหรับใช้บันทึกข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบเวเฟอร์ของ ไลน์ โดยได้จำแนกตามหลักการที่ได้ระบุไว้

2.5.2 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น (ศิริพร ขอพรกลาง, 2544) เราจะใช้แผนผังพาเรโตเมื่อต้องการกำหนดสาเหตุที่สำคัญ (Critical Factor) ของปัญหาเพื่อแยกออกมาจากสาเหตุอื่นๆ และเมื่อต้องการยืนยันผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา โดยเปรียบเทียบ ก่อนทำกับหลังทำ และเมื่อต้องการค้นหาปัญหาและหาคำตอบในการดำเนินกิจกรรมแก้ปัญหา ซึ่งประโยชน์ของแผนผังพาเรโตนั้น สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหามากที่สุดทำให้สามารถเข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมีอัตราส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมดโดยใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้โน้มน้าวจิตใจได้ดีโดยไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก ก็สามารถจัดทำได้และใช้ในการเปรียบเทียบผลได้ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมายทั้งตัวเลขและปัญหาต่างๆ ซึ่งโครงสร้างของแผนผังพาเรโต ประกอบด้วยกราฟแท่งและกราฟเส้น นอกจากแกนในแนวตั้ง และแกนแนวนอน และกราฟพาเรโตจะมีแกนแสดงร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ (%) ของข้อมูลสะสมอยู่ทางด้านขวามือของแผนผังด้วยความสูงของแท่งกราฟจะเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย จากซ้ายมือไปขวามือ ยกเว้นในกลุ่ม ข้อมูลที่เป็น ข้อมูลอื่นๆ จะนำไปไว้ที่ตำแหน่งสุดท้ายของแกนในแนวนอนเสมอ ซึ่งขั้นตอนในการสร้างแผนผังพาเรโตนั้นเราต้องตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และต้องการเก็บข้อมูลชนิดไหน นำไปเก็บข้อมูลแล้วนำข้อมูลมาสรุปจัดเรียงลำดับ แล้วนำมาเขียนแผนผังพาเรโตดัง รูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแผนผังพาเรโต

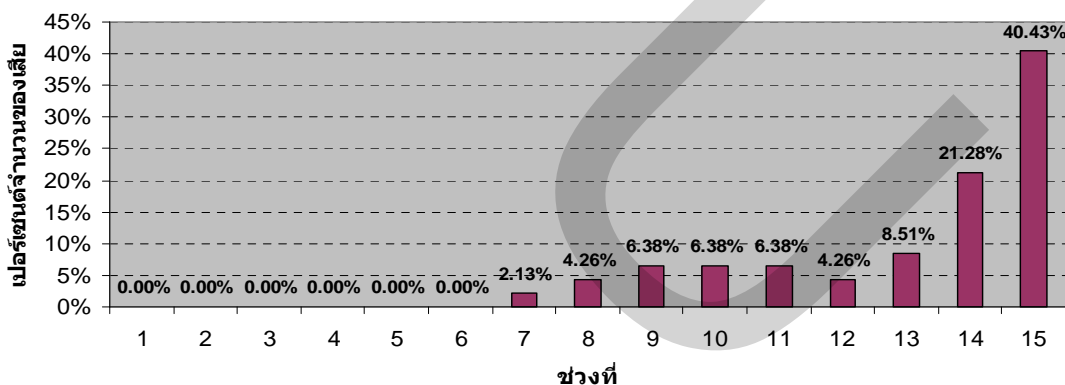
และในงานวิจัยนี้ได้นำแผนภาพพาเรโตมาช่วยในการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ของเสียเพื่อใช้สรุปตำแหน่งที่มีผลกระทบที่เกิดขึ้นตามหลักพาเรโตแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นไปออกแบบการทดลอง

2.5.3 กราฟ (Graph)

แผนภูมิกราฟ คือ แผนภูมิที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลให้ออกมาเป็นรูปแบบของภาพเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย (วันรัตน์ จันทกิจ, 2546) แผนภูมิกราฟมีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน การเลือกว่าจะใช้แผนภูมิใดและเมื่อใดนั้น ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ต้องการนำเสนอและความเหมาะสมของข้อมูลที่มีอยู่จะสรุปลักษณะเฉพาะและหน้าที่ของกราฟแต่ละประเภทไว้ดังนี้

1. กราฟแท่งใช้เมื่อมีข้อมูลมาก โดยเปรียบเทียบที่พื้นที่ของกราฟหรือความยาวของเส้นกราฟและไม่เหมาะที่จะใช้สำหรับการดูแนวโน้มในระยะยาว แต่เหมาะสำหรับใช้เปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา เรามักจะเห็นกราฟแท่งบ่อยๆ ในสถานที่ทำงาน ตามหน้าหนังสือพิมพ์และใช้ชีวิตประจำวันลักษณะของกราฟแท่ง คือ การใช้เปรียบเทียบข้อมูลในช่วงระยะเวลาใดระยะเวลาหนึ่ง โดยการดูความยาวของแท่งกราฟและที่สำคัญข้อมูลแต่ละแท่งจะต้องมีความเป็นอิสระต่อกัน ดังตัวอย่างการใช้กราฟดังแสดงในรูปที่ 2.7

เปอร์เซ็นต์จำนวนของเสียเฉลี่ย



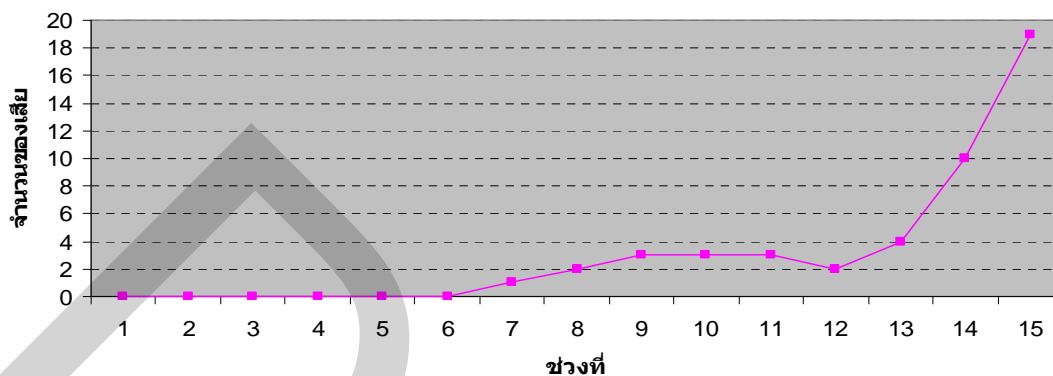
รูปที่ 2.7 เปอร์เซนต์การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย

ในส่วนแผนภูมิกราฟแท่งนี้ ในงานวิจัยได้นำมาสรุปจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากการเก็บข้อมูลทั้งหมดแล้วนำมาสรุปกราฟแท่งในแต่ละช่วงของของเสียที่เกิดขึ้นด้วย

2. กราฟเส้นจะใช้ดูแนวโน้มในระยะยาวเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป หรืออาจเรียกว่าเป็นการทำนายสถานการณ์ในอนาคตก็ได้ การเคลื่อนตำแหน่งของจุดแต่ละจุดบนกราฟเส้นจะทำให้

ทราบว่าเราได้เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไข ไปบ้างแล้ว การแก้ไขนั้นดีขึ้นหรือไม่ดังแสดงตัวอย่างการใช้กราฟเส้นใน รูปที่ 2.8

จำนวนของเสียเฉลี่ย



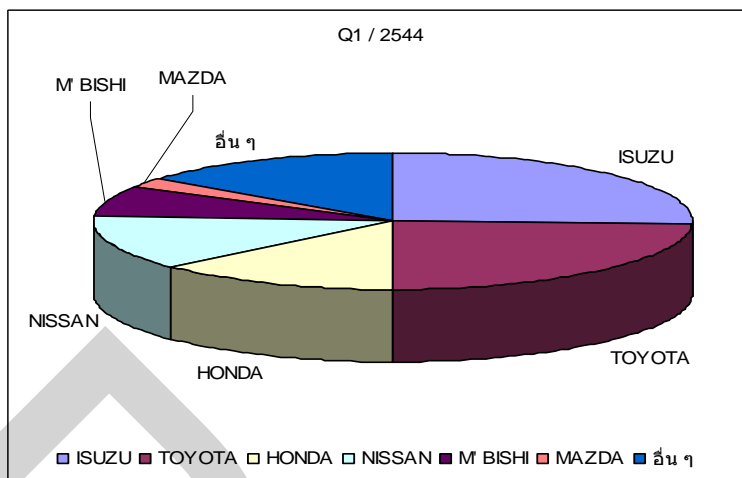
รูปที่ 2.8 การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย

ในส่วนแผนภูมิกราฟเส้นนี้ ในงานวิจัยได้นำมาสรุปจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเพื่อคุณแนวโน้มจากการเก็บข้อมูลทั้งหมดแล้วนำมาสรุปกราฟเส้นในแต่ละช่วงของของเสียที่เกิดขึ้นด้วย

3. กราฟวงกลม (Circular) กราฟวงกลม เป็นกราฟที่ใช้แสดงสัดส่วนของอัตราส่วนของข้อมูลแต่ละประเภทมีมากน้อยเพียงใด แต่ละจะแสดงออกมาในรูปคล้าย ๆ กับกราฟเส้น โดยจะมีความยาวรวมเท่ากันทุกแห่ง และมีความหมายเหมือนกับกราฟวงกลม คือ พื้นที่ทั้งหมดคิดเป็น 100% ดังแสดงตัวอย่างกราฟวงกลมในตารางที่ 2.2 และรูปที่ 2.9

ตารางที่ 2.2 สัดส่วนยอดขายรถยนต์

ยอดขายรถยนต์ 2544		
ยี่ห้อ	Q1 / 2544	สัดส่วน (%)
ISUZU	15,817	26%
TOYOTA	15,102	24%
HONDA	8,182	13%
NISSAN	7,898	13%
M' BISHI	4,401	7%
MAZDA	1,532	2%
อื่นๆ	8,805	14%
รวม	61,737	100%



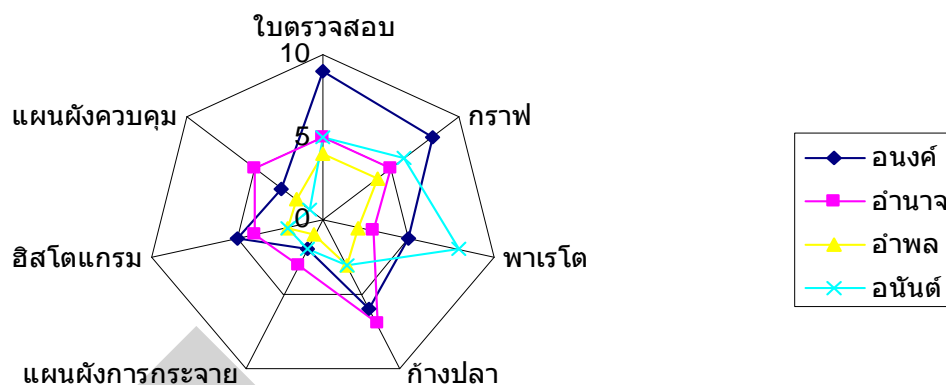
รูปที่ 2.9 สัดส่วนยอดขายรถยนต์

ส่วนในกราฟวงกลมนี้ไม่ได้นำมาใช้วิเคราะห์จำนวนของข้อบกพร่องที่ได้จากการเก็บข้อมูล เพราะกราฟแท่งและกราฟเส้นเพียงพอสำหรับการสรุปข้อบกพร่องโดยรวมทั้งหมด

4. กราฟใยแมงมุม (Radar Chart) เป็นกราฟรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งจะแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความความมาก-น้อยของแต่ละส่วน โดยการกำหนดตำแหน่งจุดลงในแต่ละเส้นแกนของกราฟ ซึ่งการกำหนดจุดลงบนแกนนี้ จะมีจุดก่อนและหลังการแก้ไขปรับปรุง หรืออาจใช้ในการเปรียบเทียบเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป แสดงตัวอย่างกราฟใยแมงมุมในตารางที่ 2.3 และรูปที่ 2.10

ตารางที่ 2.3 ระดับความรู้ของพนักงานในการใช้เครื่องมือคุณภาพ

เครื่องมือ คุณภาพ พนักงาน	ใบ	กราฟ	พารโต	ก้างปลา	แผนผังการ กระจาย	ฮิสโต แกรม	แผนผัง ควบคุม
	ตรวจสอบ						
อนงค์	9	8	5	6	2	5	3
อำนาจ	5	5	3	7	3	4	5
อำพล	4	4	2	3	1	2	2
อนันต์	5	6	8	3	2	2	1



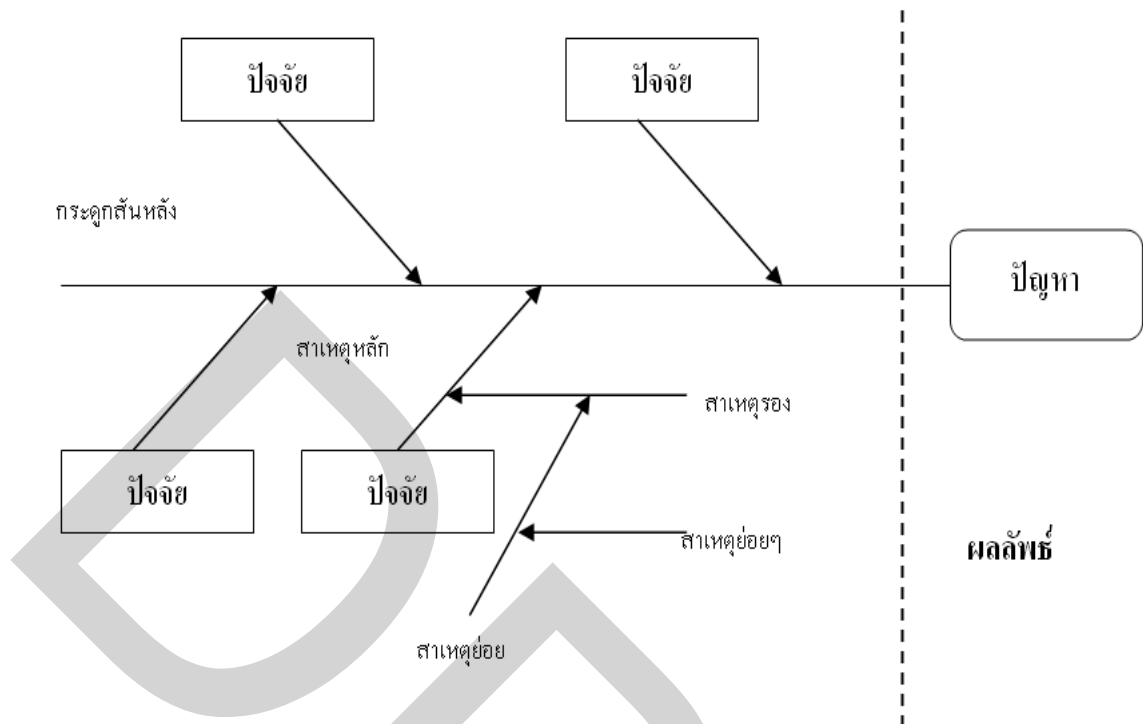
รูปที่ 2.10 ระดับความรู้ของพนักงานในการใช้เครื่องมือคุณภาพ

ส่วนในกราฟแมงมุงนี้ในงานวิจัยนี้ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ เนื่องจากข้อมูลที่มีไม่เหมาะสมกับลักษณะกราฟนี้เพราะไม่ได้แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความความมาก-น้อยของแต่ละส่วน

2.5.4 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) คือ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา (ผล) กับปัจจัยต่างๆ (สาเหตุ) ที่เกี่ยวข้อง (วันรัตน์ จันทกิจ, 2546) เราจะใช้แผนผังสาเหตุและผลเมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหาหรือเพื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจกับกระบวนการอื่น หรือกระบวนการของแผนกอื่นเมื่อต้องการให้ระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกคนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา การสร้างผังก้างปลานั้นทำได้ดังนี้

1. กำหนดปัญหาหรืออาการที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
3. หาสาเหตุหลักของปัญหา
4. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของผังก้างปลา

ซึ่งการแก้ปัญหาจากผังก้างปลานั้นทำได้โดยที่ตัดสาเหตุที่ไม่จำเป็นออกลำดับความเร่งด่วนและความสำคัญของปัญหาถ้ายืนยันสาเหตุนั้นไม่ได้ ต้องกลับไปเก็บข้อมูลอีกครั้งเพื่อค้นหาวิธีแก้ไข หลังจากนั้นก็กำหนดวิธีการแก้ไข รวมถึงกำหนดผู้รับผิดชอบ เวลาเริ่มต้น ระยะเวลาเสร็จ ท้ายที่สุดต้องมีการติดตามผลการแก้ไขในรูปแบบที่เป็นตัวเลขสามารถวัดได้ และในงานวิจัยนี้ได้นำแผนภาพสาเหตุและผลมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ไม่สามารถสกัดของเสียมิให้หลุดเข้าไปในกระบวนการผลิต

2.5.5 แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

แผนภาพการกระจาย คือ กราฟที่เขียนแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรคู่หนึ่ง โดยเขียนไว้เป็นจุดๆ ปรากฏไว้ให้เห็นอย่างชัดเจน ส่วนใหญ่แล้วแผนภาพสาเหตุและนอกจากนั้นยังใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลและเหตุต่อเหตุอีกด้วย (ศิริพร ขอพรกลาง, 2544) ประโยชน์การใช้แผนภาพการกระจายมีดังนี้

1. ตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลนำแผนภาพการกระจายที่เขียนได้มาเปรียบเทียบกับรูปแบบมาตรฐานของการกระจาย

2. ตรวจสอบว่ามีจุดผิดปกติหรือไม่ การตรวจหาจุดผิดปกตินั้นสามารถทำได้โดยพิจารณาจุดต่างๆ ที่ปรากฏให้เห็นอยู่ในแผนภาพการกระจาย

3. พิจารณาว่ามีความจำเป็นต้องจำแนกข้อมูลหรือไม่

จากแผนภาพการกระจาย งานวิจัยในครั้งนี้ไม่ได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วย เนื่องจากข้อมูลในงานวิจัยไม่เหมาะสม

2.5.6 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม คือ เครื่องมือตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิต เพื่อการแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้อย่างรวดเร็วและไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสินค้าที่ผลิตโดยธรรมชาติ ซึ่งงานที่เกิดจากกระบวนการผลิตใดๆ (วันรัตน์ จันทกิจ, 2546) มักมีความผันแปรเกิดขึ้นในกระบวนการเสมอ โดยความผันแปรที่เกิดขึ้นนั้นมาจาก 2 ส่วนด้วยกัน คือ ความผันแปรตามธรรมชาติ (Common Cause) และความผันแปรจากความผิดปกติ (Special Cause)

1. ความผันแปร ตามธรรมชาติ (Common Cause)

เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่าง เล็กๆ น้อยๆ ที่เกิดขึ้นจากปัจจัยการผลิตต่างๆ เช่น ผู้ปฏิบัติงาน วัตถุดิบ เป็นต้น ไม่มีความรุนแรงและไม่มีผลต่อคุณภาพ โดยซึ่งงานที่ออกมาแต่ละชิ้นจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นความแตกต่างที่ยอมรับได้และอยู่ในพิสัยที่กำหนดทางเทคนิคซึ่งได้อนุญาตเอาไว้แล้วในค่าพิสัยความเผื่อของชิ้นงาน

2. ความผันแปรจากความผิดปกติ (Special Cause)

เกิดจากความผิดพลาดของปัจจัยต่างๆ ในกระบวนการผลิต ซึ่งจำเป็นที่จะต้องได้รับการแก้ไขจึงจะทำให้คุณภาพของชิ้นงานกลับมาสู่สภาวะปกติอีกครั้งหนึ่ง

3. ชนิดของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมจะแบ่งออก 2 ประเภทใหญ่ๆ โดยแยกตามลักษณะของข้อมูลที่นำเสนอใจคือ

3.1 แผนภูมิที่ชนิดของข้อมูลเป็นข้อมูลแบบต่อเนื่อง หน่วยวัด

3.2 แผนภูมิที่ชนิดของข้อมูลเป็นข้อมูลแบบช่วง หน่วยนับ

ในส่วนกราฟแผนภูมิควบคุมนี้ ในงานวิจัยไม่ได้นำมาใช้เนื่องจากไม่มีข้อมูลใดๆ ที่ต้องการควบคุม

2.5.7 ฮิสโตแกรม (Histogram)

ฮิสโตแกรม (Histogram) คือ กราฟแท่งแบบเฉพาะ โดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดงความถี่ และมีแกนนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียงลำดับจากน้อย ที่ใช้ดูความแปรปรวนของกระบวนการ โดยการสังเคราะห์รูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มา โดยการสุ่มตัวอย่าง (ศิริพร ขอพรกลาง, 2544) โดยเราจะใช้แผนภาพฮิสโตแกรมดังนี้

1. เมื่อต้องการตรวจสอบความผิดปกติ โดยดูการกระจายของกระบวนการทำงาน

2. เมื่อต้องการเปรียบเทียบข้อมูลกับเกณฑ์ที่กำหนด หรือค่าสูงสุด-ต่ำสุดเมื่อต้องการตรวจสอบสมรรถนะของกระบวนการทำงาน (Process Capability)

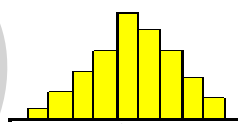
3. เมื่อต้องการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา (Root Cause) เมื่อต้องการติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการในระยะยาว

4. เมื่อข้อมูลมีจำนวนมากๆ

ลักษณะต่างๆ ของฮิสโตแกรมมีดังนี้

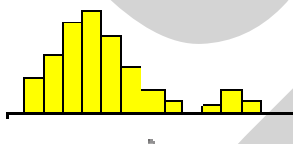
1. การกระจายของการผลิตเป็นไปตามปกติ ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะอยู่ตรงกลาง ดังรูปที่

2.12



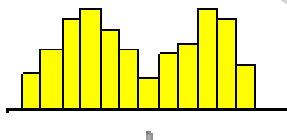
รูปที่ 2.12 แบบปกติ (Normal Distribution)

2. พบเมื่อกระบวนการผลิตขาดการปรับปรุง/หรือการผลิตไม่ได้ผล ดังรูปที่ 2.13



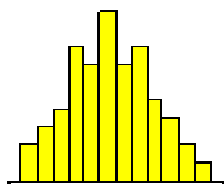
รูปที่ 2.13 แบบแยกเป็นเกาะ (Detached Island Type)

3. พบเมื่อนำผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักร 2 เครื่อง / 2 แบบมารวมกัน ดังรูปที่ 2.14



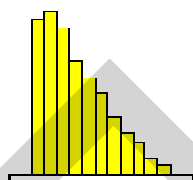
รูปที่ 2.14 แบบระฆังคู่ (Double Hump Type)

4. พบเมื่อเครื่องมือวัดมีคุณภาพต่ำ หรือการอ่านค่ามีความแตกต่างกันไป ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แบบฟันปลา (Serrated Type)

5. พบเมื่อมีการตรวจสอบแบบ Total Inspection เพื่อคัดของเสียออกไป ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แบบหน้าผา (Cliff Type)

และในงานวิจัยในครั้งนี้ไม่ได้นำฮิสโตแกรมมาใช้ในการวิเคราะห์ เนื่องด้วยข้อมูลที่ไม่เหมาะสมในการสรุปข้อมูลด้วยฮิสโตแกรม เพราะเป็นกราฟแท่งที่แสดงการกระจายความถี่ของข้อมูลที่ได้จากการวัดหรือข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง

2.6 8 ดี (8 Discipline, 8D) เทคนิคเพื่อการแก้ไขปัญหา และป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ

8 ดี (8 Discipline, 8D) เป็นระบบปฏิบัติการแก้ไขไม่ให้เกิดปัญหาต่างๆ โดยการหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา และกำหนดวิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดสาเหตุของปัญหานั้นอย่างถาวร ไม่ให้เกิดซ้ำอีก ซึ่งระบบปฏิบัติการแก้ไขปัญหานี้ถูกกำหนดมาจากบริษัท ฟอร์ด โดยที่ระบบปฏิบัติการแก้ไขปัญหานี้แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

D1: Use Team Approach หมายถึงการกำหนดกลุ่มคนที่มีความรู้ความสามารถในการแก้ไขปัญหาและการปฏิบัติการแก้ไข

D2: Problem Description หมายถึงการระบุปัญหาว่าคืออะไร เกิดขึ้นที่ไหน เป็นจำนวนเท่าไรและอื่นๆ

D3: Containment Action หมายถึง การระบุ และการปฏิบัติการแก้ไขเบื้องต้นเพื่อทำการคัดแยกของเสีย เพื่อที่จะไม่ให้ส่งผลกระทบต่อลูกค้า ก่อนที่จะดำเนินการปฏิบัติแก้ไขอย่างถาวร ซึ่งจะต้องมีการพิจารณาถึงประสิทธิผลของการปฏิบัติการแก้ไขเบื้องต้น

D4: Define and Verify Root Causes หมายถึง การระบุสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ และพิจารณาหาสาเหตุที่แท้จริงโดยใช้ข้อมูลต่างๆ

D5: Define Corrective Action หมายถึง การกำหนดการปฏิบัติการแก้ไข เพื่อทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสาเหตุที่แท้จริง

D6: Implement Permanent Corrective Actions หมายถึง การกำหนดแผนในการปฏิบัติการแก้ไขอย่างถาวร โดยจะต้องมีการกำหนดเครื่องมือที่สามารถวัดผลการปฏิบัติการได้ว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้จริง

D7: Prevent Recurrence หมายถึง การจัดการนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาทำการประยุกต์เข้ากับปัญหาอื่นๆ เพื่อทำการแก้ไข

D8: Congratulate Your Team หมายถึง การแสดงถึงคุณค่าของทีม

การดำเนินการแก้ปัญหาด้วย 8 ดี (8 Discipline, 8D) เทคนิคเพื่อการแก้ไขปัญหา และป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำอย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องอธิบายปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถวัดค่าได้ ไม่ใช่วิธีการคาดเดาเหตุการณ์ โดยทำการค้นหาสาเหตุของปัญหาโดยใช้หลักฐาน ข้อมูลที่มีอยู่โดยอยู่บนพื้นฐานข้อเท็จจริง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์โอกาสของการเกิดปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นทั้งหมด ที่ท้ายที่สุดจะต้องกำหนดวิธีการตรวจติดตามประสิทธิผลหลังจากการปฏิบัติการแก้ไขไปแล้วเป็นระยะๆ (Six Sigma Green Belt, 2nd wave, 2006)

2.7 การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

การทดสอบสมมติฐานทางสถิติโดยใช้ข้อมูลตัวอย่าง ประชากร หรือตัวแปรที่ต้องการทดสอบ จะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ หรือใกล้เคียงแบบปกติ ขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานมีดังนี้ (Six Sigma Green Belt, 2nd wave, 2006)

2.7.1 ตั้งสมมติฐานทางสถิติ เป็นการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของประชากรซึ่งประกอบด้วยสมมติฐานว่าง (H_0) และสมมติฐานแย้ง (H_1) โดยการเปลี่ยนสมมติฐานการวิจัยเป็นสมมติฐานทางสถิติ แล้วนำไปใส่ในสมมติฐานแย้ง (H_1) แล้วจึงกำหนดสมมติฐานว่าง (H_0) ให้มีลักษณะตรงกันข้าม หรือขัดแย้งกัน แต่ในสมมติฐานว่าง (H_0) ต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์แบบค่าเดียว หรือค่าที่เท่ากันของพารามิเตอร์เท่านั้น

2.7.2 กำหนดค่าระดับนัยสำคัญ (α) โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนด ดังนี้

ก. $\alpha = .001$ กรณีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย

ข. $\alpha = .05$ กรณีงานวิจัยทั่วไป

ค. $\alpha = .01$ กรณีงานวิจัยต้องการความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ง. $\alpha = .10$ กรณีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำสำรวจ

2.7.3 กำหนดสถิติทดสอบ โดยต้องคำนึงถึงว่า ทราบการแจกแจงหรือไม่ ขนาดตัวอย่างมากน้อยแค่ไหน และได้มาด้วยวิธีใด เก็บในมาตรวัดแบบใด ต้องการทดสอบพารามิเตอร์ใด และยังรวมไปถึงข้อมูลมาจากประชากรกี่กลุ่ม

2.7.4 คำนวณค่าสถิติจากข้อมูลที่ได้จากประชากร แล้วนำมาคำนวณค่าสถิติทดสอบ

2.7.5 สร้างเขตปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (H_0) หรือเรียกว่าบริเวณวิกฤตขึ้นอยู่กับค่า (α) และลักษณะของสมมุติฐานทางสถิติที่กำหนดไว้ ดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

เรียกว่าสมมุติฐานแบบ 2 ทาง (2-tailed Hypothesis)

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

เรียกว่าสมมุติฐานแบบ 1 ทาง (1-tailed Lower Hypothesis)

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

เรียกว่าสมมุติฐานแบบ 1 ทาง (1-tailed Upper Hypothesis)

2.7.6 สรุปผลการทดสอบถ้าค่าสถิติทดสอบตกในบริเวณวิกฤตให้ตัดสินใจปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (H_0) แล้วยอมรับสมมุติฐานแย้ง (H_1) แต่ถ้าค่าสถิติทดสอบตกในบริเวณยอมรับให้ตัดสินใจยอมรับสมมุติฐานว่าง (H_0)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธงชัย เบ็ญจลักษณ์ (2545) ทำงานวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทုบขึ้นรูปร้อนงานวิจัยนี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเครื่องทูบขึ้นรูปร้อนโดยการจัดทำรายการอุปกรณ์และชิ้นส่วนของเครื่องจักร ติดตั้งระบบหล่อลื่น ปรับปรุงระบบแขนฉีดน้ำยากราไฟต์ ดำเนินการแก้ไขอาการชำรุดหลังจากการซ่อมบำรุงแล้วพบว่าเครื่องทูบขึ้นรูปร้อนมีเวลาการสูญเสียลดลง 71.47% และประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมเพิ่มขึ้น 4.56% และแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (สุนทร, 2543) ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตที่มีความซับซ้อนและสามารถสลับสับเปลี่ยนได้ โดยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตปัจจุบันของการประกอบอุปกรณ์ขับเคลื่อนหัวอ่านของหน่วยความจำแบบถาวร และได้นำมาดัดแปลงในหลายๆ ทางเลือก เพื่อเปรียบเทียบความ

แตกต่างของผลลัพธ์ของเวลามาตรฐานการผลิตที่สั้นที่สุด ซึ่งผลการวิจัยพบว่าทางเลือกที่ดีที่สุดสามารถลดเวลามาตรฐานการผลิตได้จาก 53.8 เป็น 41.7 นาที หรือ 22% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และสามารถลดความแปรปรวนของระบบลงจาก 0.008 ลงเหลือ 0.002 ขณะเดียวกันจำนวนสถานีในการผลิตได้ลดลงจาก 19 สถานี เหลือ 18 สถานี

ธนา บุญประสิทธิ์ (2537) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพในสายการผลิตของโรงงานผู้ยื่นสำหรับมาตรฐาน มอก.9000 การศึกษาวิจัยนี้มุ่งปรับปรุงระบบการตรวจสอบในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนข้างผลิต และการตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานผู้ยื่นแห่งหนึ่งเป็นกรณีศึกษา ซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้คือ (1) เพื่อปรับปรุงระบบคุณภาพให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งมีระบบการประเมินผล และติดตามการทำงานที่ดี เพื่อคงประสิทธิภาพการทำงานไว้อย่างต่อเนื่อง (2) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกไป เป็นที่เชื่อถือของลูกค้า ในการวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพ โดยจัดทำและปรับปรุงระบบเอกสารสำหรับใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วยนโยบายคุณภาพ คำสั่งปฏิบัติงาน คู่มือทางเทคนิค ใบรายงานและเอกสารสนับสนุนต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินผล การทำงานและการปฏิบัติการแก้ไข จากนั้นทำการอบรมให้ความรู้กับผู้ปฏิบัติงาน และส่วนสุดท้ายเป็นการตรวจสอบและติดตามผลการดำเนินงาน รวมทั้งการวางระบบการปฏิบัติการแก้ไขปัญหาต่างๆที่พบในการตรวจสอบคุณภาพ

ไพฑูรย์ ฮ้อยยิ่ง (2547) ศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์นำวิธีการตรวจแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ เช่นแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบคุณภาพการผลิตโดยการสร้างแผนการชักตัวอย่างแทนการทดสอบทุกชิ้น ผลการวิจัยพบว่าแผนการสุ่มตัวอย่างที่ได้จากวิธีการคำนวณโดยโปรแกรม Samp V 2.0 ช่วยลดค่าความเสี่ยงของผู้บริโภคในการยอมรับสินค้าที่มีข้อบกพร่องมากกว่าวิธีเดิมที่ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างตามมาตรฐาน MIL-STD-105E ถึง 16.46% และขีดจำกัดคุณภาพออกเฉลี่ย (AOQL) ถึง 16.34 %

ชัยทัต เวียงหญทัย (2550) ศึกษาในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ที่นำวิธีการตรวจสอบแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ เช่นกรณีศึกษา: กระบวนการประกอบโช้ร้าวลิ้นรถยนต์ พบว่าแผนการสุ่มแบบอ้างอิงมาตรฐาน MIL-STD-105E แบบเดิมที่ขนาดล็อต 1,000 5,000 และ 10,000 ชิ้นที่ระดับสัดส่วนของเสีย เท่ากับ 0.12% , 0.13% และ 0.17% ตามลำดับแต่เมื่อระดับสัดส่วนของเสีย อยู่ระหว่าง 0.2% ถึง 1.0% พบว่าการใช้แผนการสุ่มที่ปรับปรุงใหม่ทำให้สามารถลดต้นทุนโดยรวมได้ระหว่าง 10% ถึง 45%

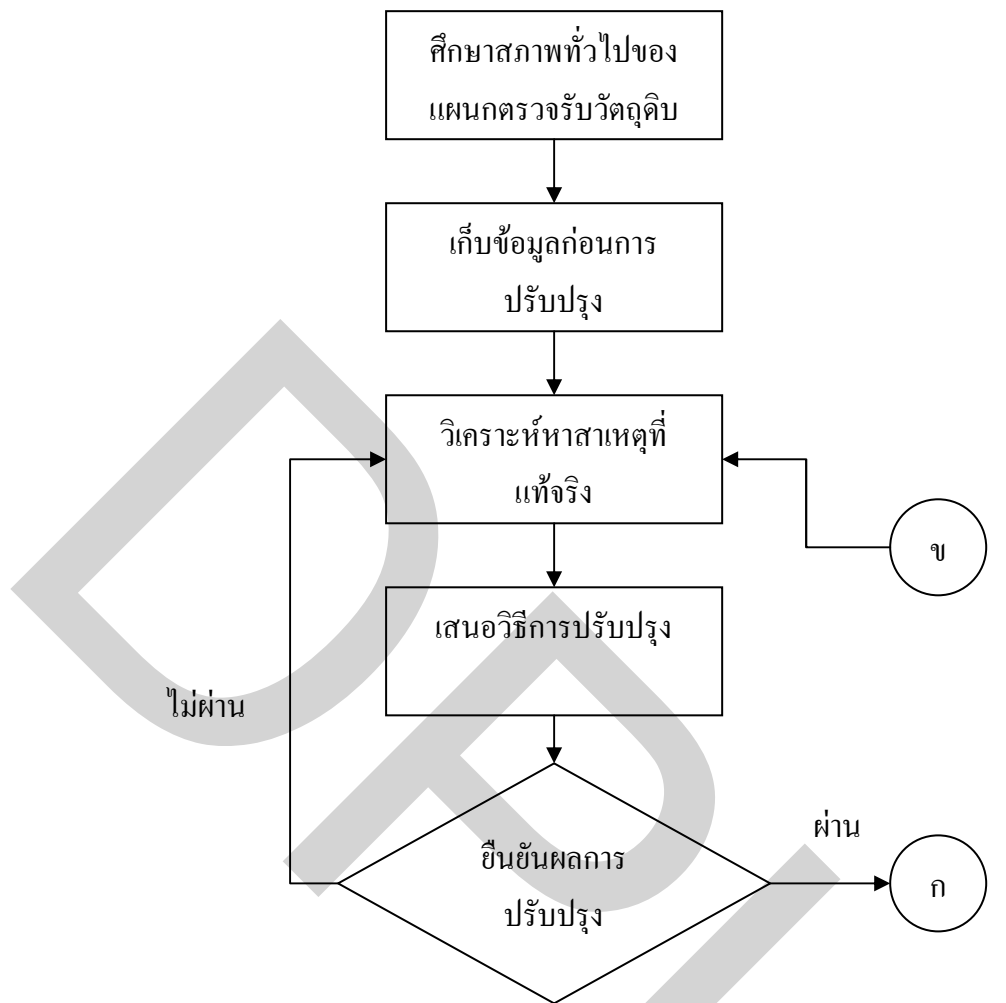
ตั้งนั้นงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษา และปรับปรุงกระบวนการสุ่มตรวจรับวัตถุดิบหลัก คือ ไซส์ (Dice) ของโรงงานตัวอย่างผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อสามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ และสามารถตรวจจับของเสียไม่ให้ผ่านไปสู่กระบวนการผลิตได้

APU

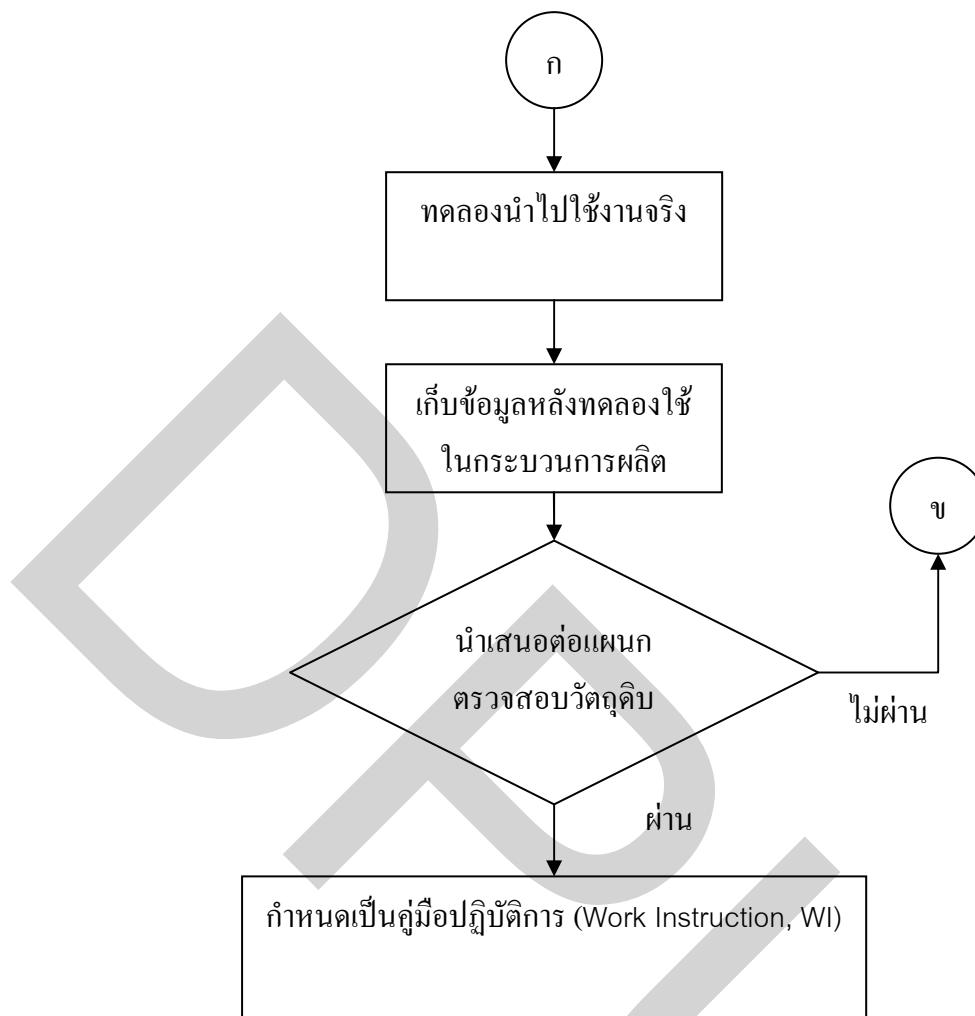
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงการดำเนินการวิจัย การศึกษาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ การสุ่มตัวอย่าง วิธีการตรวจสอบวัตถุดิบและของเสียที่พบในสายการผลิต ซึ่งผ่านการสุ่มตัวอย่างและตรวจสอบจากระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบในอดีตที่ผ่านมา ศึกษาผลกระทบและความรุนแรงจากการที่พบของเสียในสายการผลิตโดยใช้เทคนิค 7 QC Tools จากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบไม่สามารถสกัดของเสียได้ด้วยเทคนิค 7 QC Tools รวมไปถึงเสนอวิธีการปรับปรุงการสุ่มตัวอย่างที่จะทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบสามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบให้ปราศจากของเสีย และท้ายที่สุดกำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังรูปที่ 3.1



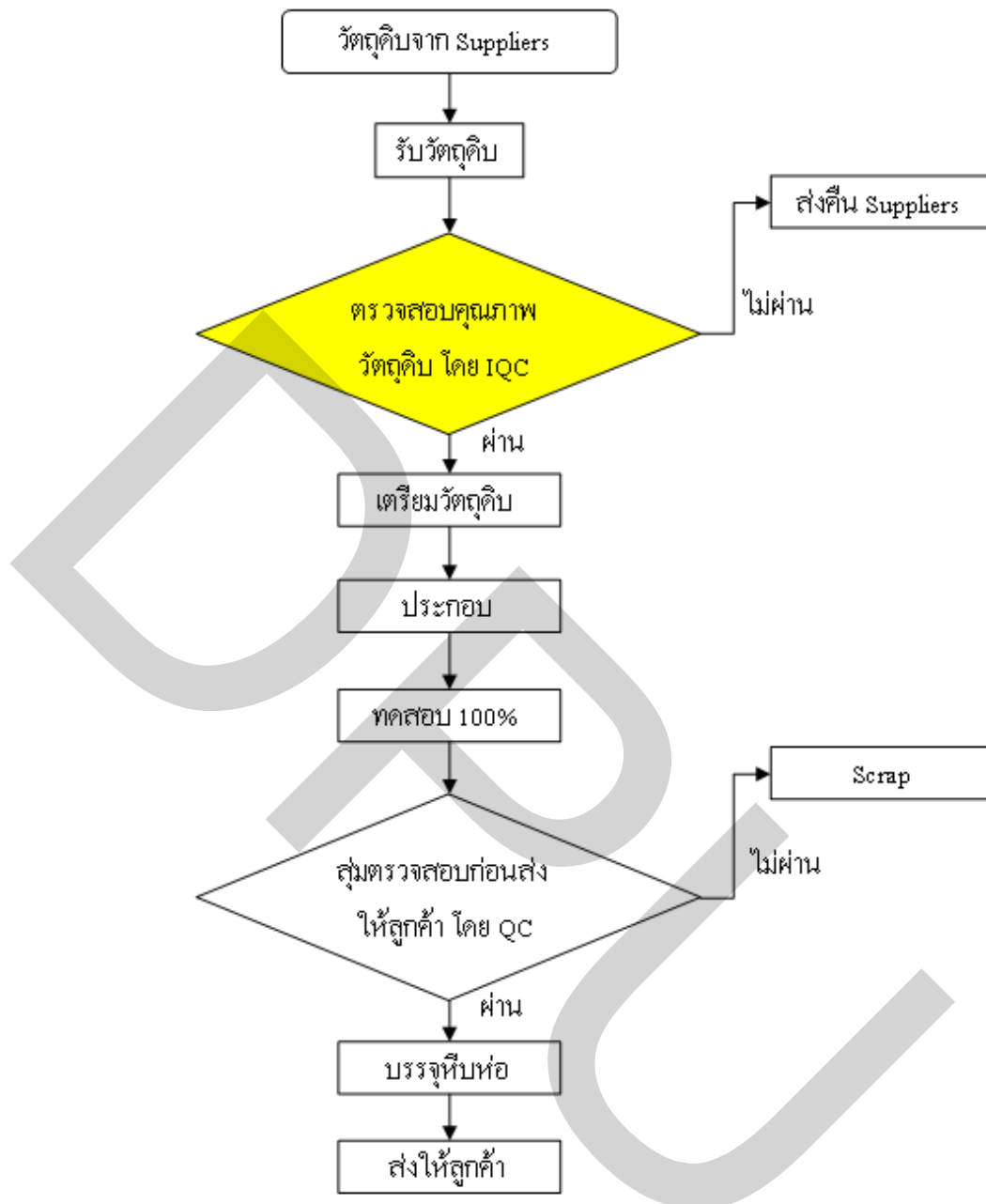
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 3.1 (ต่อ)

3.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของแผนกตรวจรับวัตถุดิบ ของโรงงานตัวอย่างในปัจจุบัน

ภาพรวมของกระบวนการผลิตสินค้าของบริษัทตัวอย่างดังรูปที่ 3.2 ซึ่งจะเห็นว่าแผนกตรวจรับวัตถุดิบ นั้นอยู่ในกระบวนการต้นๆ ของการผลิตทั้งหมดดังนั้นถ้าแผนกตรวจรับวัตถุดิบมีความผิดพลาดเกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตสินค้าของโรงงานตัวอย่าง

หน้าที่ของแผนกตรวจรับและขั้นตอนการทำงานตั้งแต่รับสินค้า จนเสร็จสิ้นกระบวนการ ณ โรงงานตัวอย่าง ซึ่งในแต่ละโรงงานอุตสาหกรรมจะมีหน้าที่ และขั้นตอนการทำงานที่คล้ายคลึงกัน แต่อาจจะมีวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีวิธีการตรวจสอบ และการสุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามวัตถุดิบหลักของระบบ Incoming Quality Control ในทุกๆ โรงงาน จะมีความคล้ายคลึงกัน คือการควบคุมคุณภาพ และการตรวจสอบวัตถุดิบ

ก่อนนำวัตถุดิบเข้าไปในกระบวนการผลิต แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการตรวจสอบ และการสุ่มตัวอย่างของวัตถุดิบในโรงงานตัวอย่าง

แผนการตรวจสอบรับวัตถุดิบ ทำหน้าที่ควบคุมการตรวจสอบวัตถุดิบที่เข้ามา เพื่อให้แน่ใจว่าคุณภาพของวัตถุดิบที่เข้ามามีคุณภาพที่ยอมรับได้ ตามข้อกำหนดเฉพาะซึ่งรวมถึง

1. การตรวจสอบ วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ และวัตถุดิบที่นำเข้ามา ซึ่งรวมถึงวัตถุดิบที่เข้าสู่กระบวนการผลิตแล้ว และพบว่าวัตถุดิบมีของเสียปะปน

2. บันทึกข้อมูลการตรวจสอบทั้งหมด

3. บันทึกข้อมูลคุณภาพของผู้ผลิตแต่ละรายอย่างต่อเนื่อง

4. พัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของผู้ผลิต

ขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบที่นำเข้ามาในโรงงาน สามารถอธิบายโดยละเอียดได้ดังนี้ และสามารถดูผังการไหลของกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบที่นำเข้ามาในโรงงานตัวอย่างดังรูปที่

3.5

3.1.1 วัตถุดิบที่นำเข้ามาจะทำการแยกตามกลุ่มของวัตถุดิบ

กลุ่ม 1 หมายถึงวัตถุดิบหลักซึ่งต้องทำการตรวจสอบตามคุณลักษณะของวัตถุดิบ เช่น ไคซ์, ลีดเฟรม และสารเคมี ส่วนกลุ่ม 2 หมายถึง วัตถุดิบที่ยอมรับได้โดยไม่ผ่านการตรวจสอบ เช่น ก่อ่งกระดาษ

3.1.2 การตรวจสอบของวัตถุดิบ

วัตถุดิบแต่ละชนิดจะถูกตรวจสอบตามข้อกำหนดเฉพาะของวัตถุดิบแต่ละตัว ซึ่งการตรวจสอบจะมี 3 ลักษณะคือ

1. ขนาด (Dimension) หมายถึง การตรวจสอบขนาดของวัตถุดิบตามบรรทัดฐานที่กำหนดในข้อกำหนดเฉพาะ โดยใช้เครื่องมือวัด

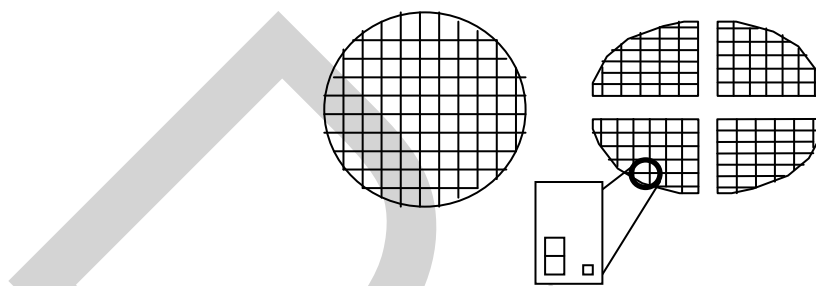
2. ลักษณะภายนอก (Appearance) หมายถึง การตรวจสอบรูปร่าง และคุณลักษณะที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า หรือกล้องกำลังขยาย

3. คุณสมบัติการใช้งาน (Functional) หมายถึง การตรวจสอบการใช้งาน ตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดเฉพาะ โดยใช้เครื่องมือวัด

3.1.3 การสุ่มตัวอย่างของวัตถุดิบแต่ละชนิด

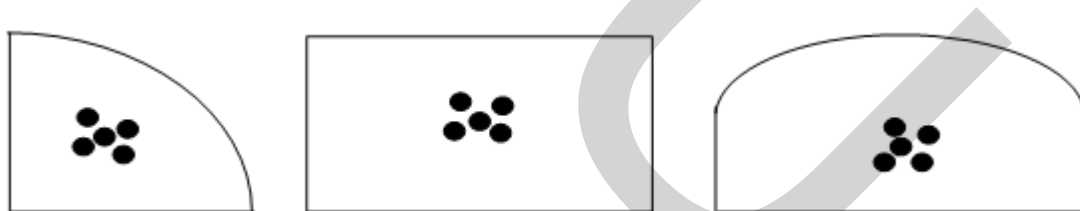
ซึ่งวัตถุดิบแต่ละชนิดจะใช้จะใช้แผนการสุ่มตัวอย่างจาก MIL-STD-105E และแผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ โดยที่ระดับ และค่า AQL ของการสุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากันตามแต่ละชนิดของวัตถุดิบซึ่งจะถูกกำหนดโดยวิศวกรตามลักษณะดังต่อไปนี้

1. ไคซ์ มีลักษณะเป็นตัวงานสี่เหลี่ยม ซึ่งจะมีคุณสมบัติทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะต้องมีการจ่ายศักดาไฟฟ้าและ กระแสไฟฟ้าแล้วจะทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาตามความต้องการของลูกค้า ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือวัดเฉพาะ สำหรับไคซ์ทำมาเป็นแผ่นเวเฟอร์ โดยจะมีชิ้นงานอยู่ประมาณ 12,000 ตัวต่อลอต และจะทำการแบ่งออกเป็นเวเฟอร์ย่อย ๆ เนื่องจากมีข้อจำกัดของเครื่องจักรในกระบวนการประกอบ ดังนั้น ใน 1 ลอต จะมีอยู่หลายเวเฟอร์ย่อย ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 เวเฟอร์ และ ไคซ์

โดยที่ปัจจุบันทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว โดยพนักงานจะทำการหยิบตัวไคซ์ด้วยเครื่องมือเฉพาะแล้วทำการตรวจสอบด้วยเครื่องมือวัดหลังจากนั้นก็ทำการใส่กลับไปยังตำแหน่งเดิม ซึ่งลักษณะเวเฟอร์ย่อย และตำแหน่งที่หยิบไคซ์ในแต่ละเวเฟอร์ย่อยดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลักษณะเวเฟอร์ย่อย และตำแหน่งที่หยิบไคซ์ในแต่ละเวเฟอร์ย่อย

2. ลิดเฟรม มีลักษณะเป็นเหล็กแผ่นบางขึ้นรูป ซึ่งมีหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างตัวไคซ์ กับขงานที่จะต่อเชื่อมกับวงจรภายนอก โดยที่ใน 1 ลอตจะถูกแบ่งออกเป็นกล่องย่อยๆ หลายกล่องเพื่อบรรจุลิดเฟรม โดยที่จะมีการตรวจสอบลักษณะภายนอก และการตรวจสอบขนาด สำหรับการตรวจสอบลักษณะภายนอก จะใช้การตรวจสอบด้วยตาเปล่า หรือกล้องกำลังขยาย และการตรวจสอบขนาดจะใช้เครื่องมือวัด ซึ่งอาจจะต้องมีเครื่องมือ พิเศษ เพื่อทำการจับชิ้นงาน ทำให้

ตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง จากการตรวจสอบหากมีข้อบกพร่อง 1 จุด หรือมากกว่า 1 จุดในหนึ่งชั้นของลีดเฟรม ซึ่งจะนับเป็นของเสีย 1 ชั้น

3. สารเคมี ซึ่งจะมีการตรวจสอบเฉพาะลักษณะภายนอก ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบวันหมดอายุของสารเคมี

3.1.4 การตรวจสอบขนาด คุณลักษณะภายนอก และคุณสมบัติการใช้งานการตรวจสอบจะต้องมีการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบทั้งหมด ซึ่งจะรวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบชนิดนั้นๆ เช่น วันที่ที่รับเข้ามา หมายเลขลอตชื่อผู้ผลิตและอื่นๆ

3.1.5 ทำการแยกวัตถุดิบที่ยอมรับและไม่ยอมรับ เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากการนำเอางานที่ไม่ยอมรับไปใช้ในกระบวนการผลิต นอกจากนี้จะต้องทำการส่งข้อมูล และเอกสารให้ผู้เกี่ยวข้องรับทราบ เพื่อทำการตัดสินใจเกี่ยวกับวัตถุดิบที่ไม่ยอมรับ โดยจะมีผลการตัดสินใจอยู่ 3 แบบคือ

1. ส่งคืนผู้ผลิต (Return) หมายถึงการนำวัตถุดิบทั้งหมดในงวดการส่งที่ไม่ยอมรับส่งกลับคืนให้กับผู้ผลิต

2. เลือกส่วนที่ยอมรับได้ (Screen) หมายถึงการนำเอาวัตถุดิบมาเลือกนำส่วนที่ยอมรับได้มาใช้ในขบวนการผลิต โดยแผนการสุ่มตัวอย่าง และขบวนการตรวจสอบพิเศษ ซึ่งจะถูกกำหนดโดยวิศวกร

3. อนุญาตให้นำมาใช้ (Waive) หมายถึงการที่วิศวกรอนุญาตให้นำวัตถุดิบมาใช้ในขบวนการผลิตได้ ซึ่งจะต้องผ่านการวินิจฉัย และแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ

3.1.6 ทำการส่งข้อมูลการไม่ยอมรับ ให้กับผู้ผลิตทราบ แผนการตรวจสอบรับวัตถุดิบ ทำหน้าที่รวบรวมผลของคุณภาพของวัตถุดิบที่มาจากผู้ผลิตทั้งหมด เพื่อเป็นการแสดงถึงความสามารถของผู้ผลิตแต่ละราย โดยที่ผู้ผลิตจะต้องทำการตอบกลับตามรูปแบบ 8 ดี (8 Discipline, 8D)

3.1.7 ขั้นตอนการตรวจสอบสำหรับวัตถุดิบซึ่งเป็นของเสียที่หลุดเข้าสู่กระบวนการผลิต

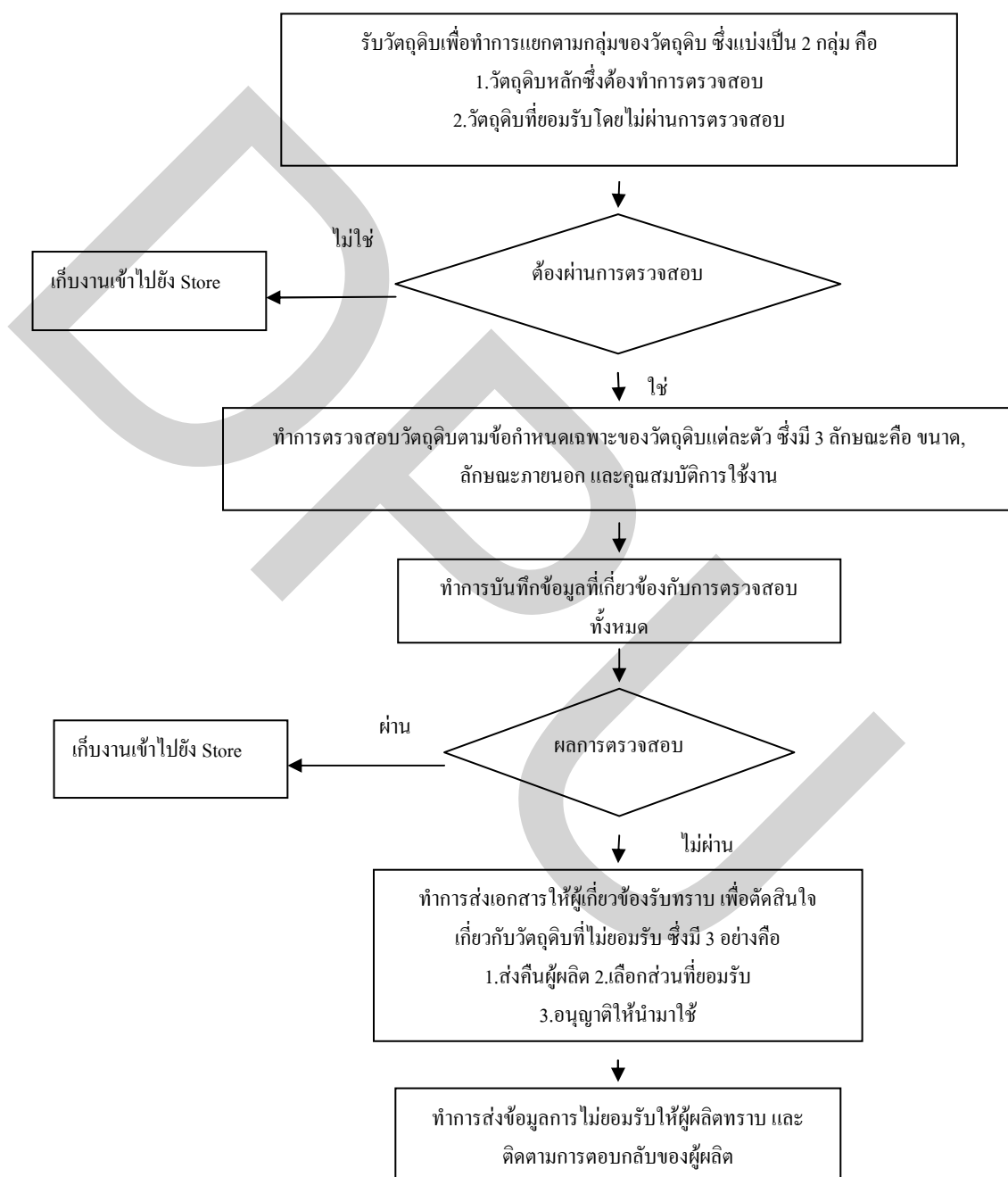
1. รับแจ้งปัญหาที่เกิดขึ้น จำนวน และงวดการส่งมอบของวัตถุดิบจากแผนกที่เกี่ยวข้อง คือ วิศวกรการผลิต พนักงานฝ่ายควบคุมการสั่งซื้อ และบุคคลที่เกี่ยวข้อง

2. ทำการตรวจสอบข้อบกพร่อง ตามลักษณะปัญหาที่ได้รับแจ้ง และทำการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด ซึ่งจะตอบกลับผลของการตรวจสอบให้กับฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

3. แผนการตรวจสอบรับวัตถุดิบ จะทำการส่งข้อมูลการไม่ยอมรับให้กับผู้ผลิตทราบ ซึ่ง จะมีการรวบรวมผลของคุณภาพของวัตถุดิบที่มาจากผู้ผลิตทั้งหมด

4. ทำการติดตามการตอบกลับในเรื่องการแก้ไขเกี่ยวกับของเสียที่เกิดขึ้น โดยที่ผู้ผลิต จะต้องทำการตอบกลับตามรูปแบบ 8 ดี (8 Discipline, 8D)

3.1.8 ผังการไหลของขั้นตอนการตรวจสอบสำหรับวัตถุดิบ



รูปที่ 3.5 ผังการไหลของขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบ

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง และศึกษาผลกระทบ

ในการตรวจสอบข้างต้นยังคงพบของเสียที่หลุดเข้ามายังสายการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต เนื่องจากการที่เราได้ทำการประกอบแล้ว แต่ไม่สามารถผ่านกระบวนการทดสอบขั้นสุดท้าย ทำให้เกิดความสูญเสีย ซึ่งกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการผลิต และอาจจะเกิดปัญหาคุณภาพเมื่อส่งสินค้าที่ผลิตโดยไคซ์ที่เป็นของเสีย เนื่องจากไคซ์ที่เป็นของเสียจะแสดงผลทันที หรืออาจจะแสดงผลหลังจากที่ถูกค้าได้นำไปใช้งานระยะหนึ่ง จึงเป็นผลให้เกิดความเสียหายต่อลูกค้า ซึ่งในปัจจุบันคุณภาพของสินค้าเป็นเรื่องที่สำคัญมากต่อธุรกิจเพราะว่าในปัจจุบันคู่แข่งทางอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีเป็นจำนวนมาก ทำให้มีการแข่งขันทั้งในเรื่องของราคา และคุณภาพ ดังนั้นในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จึงจะต้องผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง และต้นทุนที่ต่ำที่สุด จากข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2554 ซึ่งแสดงสัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมดหลังจากทำการทดสอบ 100% ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.1 และสัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบซึ่งเป็นขอบเขตที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ และศึกษาในงานวิจัยฉบับนี้ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 สัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมดหลังจากทำการทดสอบ 100% ระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554

ปัญหา	ม.ค.-54	ก.พ.-54	มี.ค.-54	เม.ย.-54	พ.ค.-54	มิ.ย.-54	ค่าเฉลี่ย
MATERIAL (ไคซ์)	0.37%	0.42%	0.58%	0.46%	0.37%	0.35%	0.43%
OPEN	0.10%	0.12%	0.00%	0.20%	0.20%	0.40%	0.17%
IR SHORT	0.05%	0.03%	0.05%	0.06%	0.03%	0.02%	0.04%
PTR OPEN	0.21%	0.11%	0.31%	0.09%	0.18%	0.11%	0.17%
PTR SHORT	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	0.05%	0.07%	0.03%
VISO	0.09%	0.09%	0.05%	0.06%	0.03%	0.02%	0.06%

ตารางที่ 3.2 สัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบระหว่าง เดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554

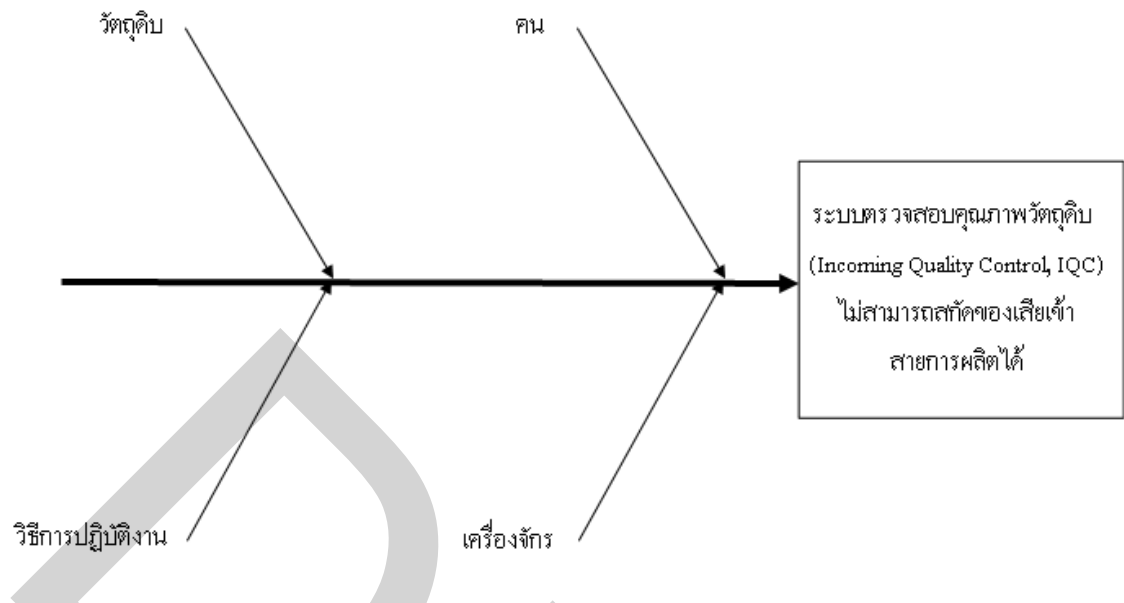
เดือน	เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากวัตถุดิบ	มูลค่าสูญเสียต่อเดือน (บาท)	สัดส่วนของเสียจากการตรวจสอบขั้นสุดท้าย (ตัวต่อล้านตัว)
ม.ค.-54	0.37%	363,090	11
ก.พ.-54	0.42%	413,693	7
มี.ค.-54	0.58%	569,498	14
เม.ย.-54	0.46%	452,488	12
พ.ค.-54	0.37%	364,650	7
มิ.ย.-54	0.35%	341,445	11
ค่าเฉลี่ย	0.43%	417,477	10

3.3 วิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ

ซึ่งพบว่าวิธีการตรวจสอบวัตถุดิบและการสุ่มตัวอย่างในปัจจุบัน ยังไม่สามารถตรวจจับปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบได้ เพราะใช้วิธีการสุ่มโดยทั่วทั้งเวเฟอร์และทุกจุดมีโอกาสเท่าๆ กัน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์สาเหตุ

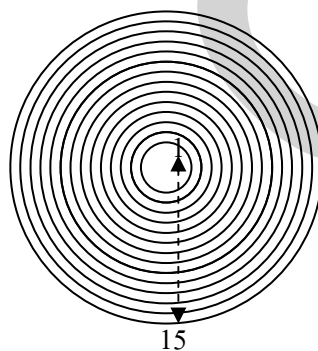
3.3.1 วิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) ดังรูปที่

3.6



รูปที่ 3.6 แผนผังเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

3.3.2 วิเคราะห์โดยใช้แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) ผู้วิจัยได้ทำการนำไคซ์มาตรวจสอบ ซึ่งจะเป็นอย่างงานที่จะนำมาแสดงถึงแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเวเฟอร์ ซึ่งมีจำนวนงานทั้งหมดใกล้เคียงกัน คือประมาณ 12,000 ตัวต่อเวเฟอร์ และจะใช้เครื่องมือการตรวจสอบคุณสมบัติโดยเจ้าหน้าที่ของบริษัทเป็นผู้ตรวจสอบ ซึ่งจะทำการแบ่งไคซ์ออกเป็นช่วงๆ 15 ช่วงเท่าๆ กัน โดยเริ่มจากจุดกึ่งกลางของเวเฟอร์จะนับเป็นจุด 0 มิลลิเมตร และจะแบ่งเป็นช่วงๆ ละ 5 มิลลิเมตร แล้วทำการนับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การแบ่งเวเฟอร์ออกเป็นช่วง ๆ

จากนั้นทำการตรวจสอบไคซ์ทุกๆ ช่วง แล้วบันทึกผลการตรวจสอบ 100% ลงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ปริมาณของเสียแต่ละช่วงของเวเฟอร์ และปริมาณของเสียเฉลี่ย

ช่วงที่	จำนวนของเสีย (ตัว)							จำนวนของเสียเฉลี่ย
	เวเฟอร์ที่1	เวเฟอร์ที่2	เวเฟอร์ที่3	เวเฟอร์ที่4	เวเฟอร์ที่5	เวเฟอร์ที่6	เวเฟอร์ที่7	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

3.3.3 วิเคราะห์โดยใช้กราฟ (Graph) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) มาเขียนให้อยู่ในรูปกราฟแท่ง และกราฟเส้นเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูลและยังแสดงถึงแนวโน้มของข้อมูล

3.3.4 วิเคราะห์โดยใช้แผนผังพารेटโต (Pareto Diagram) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) มาเขียนให้อยู่ในรูปแผนผังพารेटโต (Pareto Diagram) เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 เสนอวิธีการปรับปรุง

ผู้ทำการวิจัยนำเสนอวิธีที่จะทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบสามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบมิให้หลุดรอดเข้าไปในกระบวนการผลิต โดยที่ปัจจุบันทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว โดยพนักงานจะทำการหยิบตัวใดซ์ในบริเวณที่ง่ายต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นวิธีที่พนักงานปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานอยู่แล้ว หลังจากนั้นพนักงานจะทำการทดสอบด้วยเครื่องมือวัดเฉพาะ หลังจากนั้นทดลองตรวจสอบด้วยวิธีตรวจสอบแบบใหม่ แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบแบบเก่า

3.5 ยืนยันผลการปรับปรุง

ผู้ทำการวิจัยทำการยืนยันผลการตรวจสอบแบบใหม่กับวิธีตรวจสอบแบบเก่าโดยการทดสอบสมมุติฐานที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 และสร้างเขตปฏิเสธสมมุติฐานว่าง (H_0) หรือเรียกว่าบริเวณวิกฤต และกำหนดสมมุติฐานทางสถิติที่กำหนดไว้คือ

$$H_0: P_1 = P_2, \quad H_1: P_1 < P_2$$

เรียกว่าสมมุติฐานแบบ 1 ทาง (1-tailed Lower Hypothesis) และ

$$H_0: \mu_1 = \mu_2, \quad H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

เรียกว่าสมมุติฐานแบบ 2 ทาง (2-tailed Hypothesis) โดยผู้วิจัยใช้การคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB และยังรวมไปถึงการเปรียบเทียบเวลาของพนักงานในการการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน

3.6 ทดลองนำไปใช้งานจริง

ผู้ทำการวิจัยนำวิธีระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบแบบใหม่ที่สามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบมิให้หลุดรอดเข้าไปในกระบวนการผลิตไปใช้งานจริงช่วงเดือน มกราคม ถึง มีนาคม พ.ศ. 2552 เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นหลังจากไคซ์ที่ผ่านการตรวจสอบด้วยวิธีใหม่นั้นสามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอันเนื่องมาจากไคซ์มีปัญหาจากผู้ผลิต

3.7 เก็บข้อมูลหลังจากนำวิธีที่ทำการปรับปรุงไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง

ผู้ทำการวิจัยจะทำการเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบก่อน และหลังการปรับปรุงการสุ่มตรวจด้วยวิธีใหม่ว่าสามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอันเนื่องมาจากไคซ์มีปัญหาจากผู้ผลิต

3.8 นำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่

ผู้ทำการวิจัยนำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่ที่สามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบมิให้หลุดรอดเข้าไปในกระบวนการผลิตไปใช้ทำงานจริงในแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบในโรงงานตัวอย่าง

3.9 กำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน

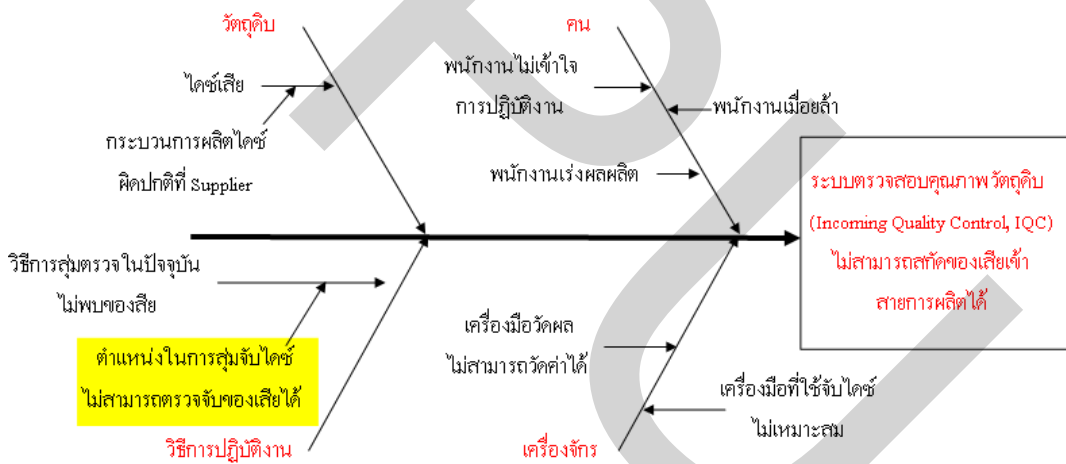
ผู้ทำการวิจัยจัดทำคู่มือปฏิบัติการ (Work Instruction, WI) ต่อแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบเพื่อนำไปใช้งานจริงในโรงงานตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ

4.1.1 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) ดังรูปที่ 4.1 พบว่าตำแหน่งในการสุมจับไคซ์ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้ จึงส่งผลให้วิธีการสุมตรวจในปัจจุบันไม่พบของเสีย จึงส่งผลให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ไม่สามารถสกัดของเสียเข้าสายการผลิตได้ ซึ่งข้อมูลได้มาจากการระดมสมองระหว่าง วิศวกรผู้ดูแลกระบวนการ พนักงาน พนักงานควบคุมคุณภาพ วิศวกรคุณภาพและผู้วิจัย

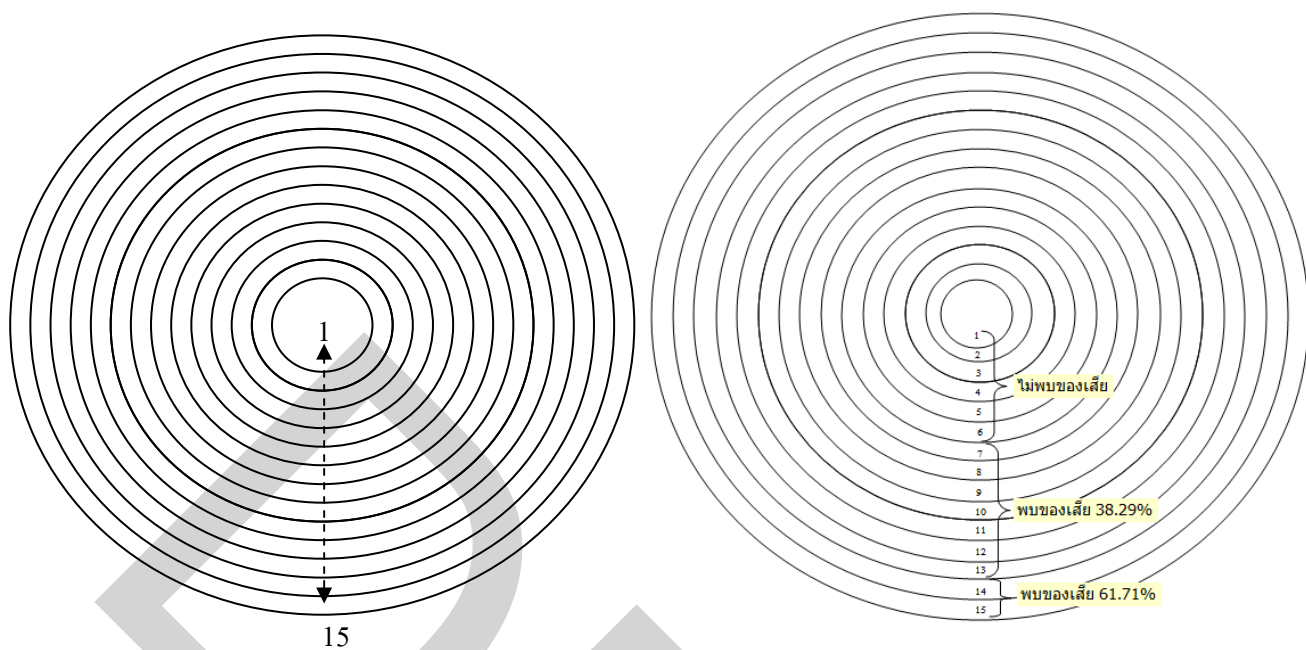


รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ด้วยแผนผังเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

4.1.2 ผลวิเคราะห์โดยใช้แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) จากทำการวิเคราะห์สาเหตุพบว่า ตำแหน่งในการสุมจับไคซ์ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้ ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบแผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) เพื่อทำการศึกษาถึงตำแหน่งการสุมตรวจไคซ์บนเวเฟอร์ โดยได้ทำการนำไคซ์มาตรวจสอบ 100% จำนวน 7 เวเฟอร์ หรือเท่ากับ 1 แบนซ์ ซึ่งเป็นตัวแทนของงาน ที่ทำการผลิตช่วงเวลาเดียวกัน เครื่องจักรเดียวกัน รวมไปถึงพนักงานคนเดียวกัน ซึ่งจะเป็นตัวอย่างงานที่จะนำมาแสดงถึงแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเวเฟอร์ ซึ่งมีจำนวนงานทั้งหมดใกล้เคียงกัน

คือประมาณ 12,000 ตัวต่อเวเฟอร์ และจะใช้เครื่องมือการตรวจสอบคุณสมบัติ โดยเจ้าหน้าที่ของบริษัทเป็นผู้ตรวจสอบ ซึ่งจะทำการแบ่งไดซ์ออกเป็นช่วงๆ 15 ช่วงเท่าๆ กัน โดยเริ่มจากจุดกึ่งกลางของเวเฟอร์จะนับเป็นจุด 0 มิลลิเมตร และจะแบ่งเป็นช่วงๆ ละ 5 มิลลิเมตร แล้วทำการนับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ดังรูปที่ 4.2

ช่วงที่ 1	:	0 มิลลิเมตร - 5 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 2	:	5 มิลลิเมตร - 10 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 3	:	10 มิลลิเมตร - 15 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 4	:	15 มิลลิเมตร - 20 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 5	:	20 มิลลิเมตร - 25 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 6	:	25 มิลลิเมตร - 30 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 7	:	30 มิลลิเมตร - 35 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 8	:	35 มิลลิเมตร - 40 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 9	:	40 มิลลิเมตร - 45 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 10	:	45 มิลลิเมตร - 50 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 11	:	50 มิลลิเมตร - 55 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 12	:	55 มิลลิเมตร - 60 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 13	:	60 มิลลิเมตร - 65 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 14	:	65 มิลลิเมตร - 70 มิลลิเมตร
ช่วงที่ 15	:	70 มิลลิเมตร - 75 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.2 การแบ่งเวเฟอร์ออกเป็นช่วงๆ

จากการตรวจสอบได้ซ์ทุกๆ ช่วง ได้พบของเสียดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณของเสียแต่ละช่วงของเวเฟอร์และปริมาณของเสียเฉลี่ยในแต่ละช่วง

ช่วงที่	จำนวนของเสีย (ตัว)							จำนวน ของเสีย เฉลี่ย
	เวเฟอร์ที่1	เวเฟอร์ที่2	เวเฟอร์ที่3	เวเฟอร์ที่4	เวเฟอร์ที่5	เวเฟอร์ที่6	เวเฟอร์ที่7	
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	1
8	4	0	0	0	2	3	2	2
9	3	2	0	0	8	0	2	3

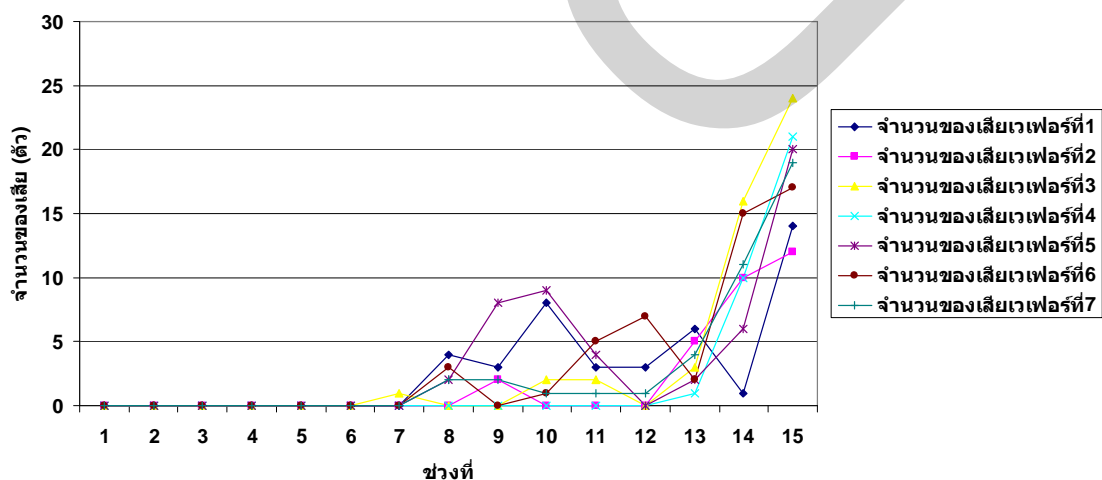
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ช่วงที่	จำนวนของเสีย (ตัว)							จำนวน ของเสีย เฉลี่ย
	เวเฟอร์ที่1	เวเฟอร์ที่2	เวเฟอร์ที่3	เวเฟอร์ที่4	เวเฟอร์ที่5	เวเฟอร์ที่6	เวเฟอร์ที่7	
10	8	0	2	0	9	1	1	3
11	3	0	2	0	4	5	1	3
12	3	0	0	0	0	7	1	2
13	6	5	3	1	2	2	4	4
14	1	10	16	10	6	15	11	10
15	14	12	24	21	20	17	19	19

จากข้อมูลจากแผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) นั้นแสดงให้เห็นว่าช่วงที่ 1 ถึง 6 นั้นไม่พบของเสียเลยจากการตรวจแต่สามารถเขียนเป็นกราฟจำนวนของเสียแต่ละเวเฟอร์ เพื่อให้เห็นความแตกต่างในแต่ละช่วงได้ชัดเจนขึ้น

4.1.3 ผลวิเคราะห์โดยใช้กราฟ (Graph) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) มาเขียนให้อยู่ในรูปกราฟเส้นในแต่ละเวเฟอร์เพื่อต่อการวิเคราะห์ข้อมูลและยังแสดงถึงแนวโน้มของข้อมูลดังรูปที่ 4.3 และ 4.4

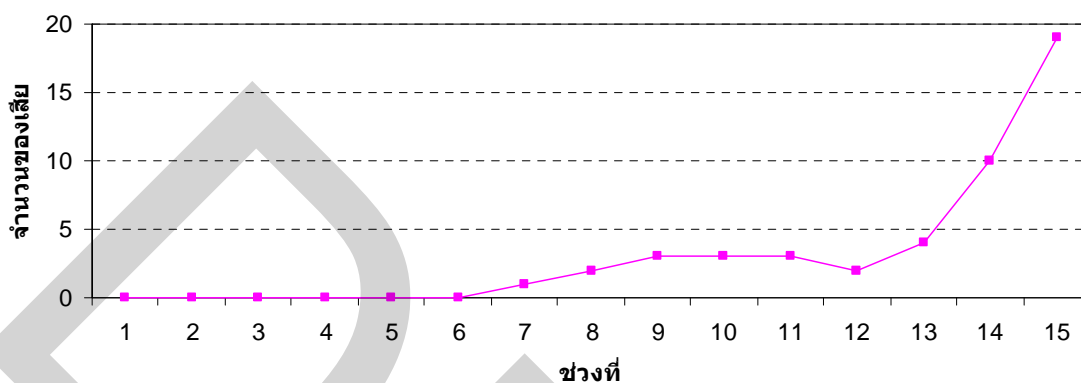
จำนวนของเสียแต่ละเวเฟอร์



รูปที่ 4.3 จำนวนของเสียแต่ละเวเฟอร์

ต่อจากนั้นจะนำข้อมูลจำนวนของเสียแต่ละเวเฟอร์ มาทำการหาค่าเฉลี่ยจำนวนของเสียของทั้ง 7 เวเฟอร์เพื่อจะได้จำนวนของเสียในแต่ละช่วง โดยเฉลี่ยดังจะเห็นได้ดังรูปที่ 4.4

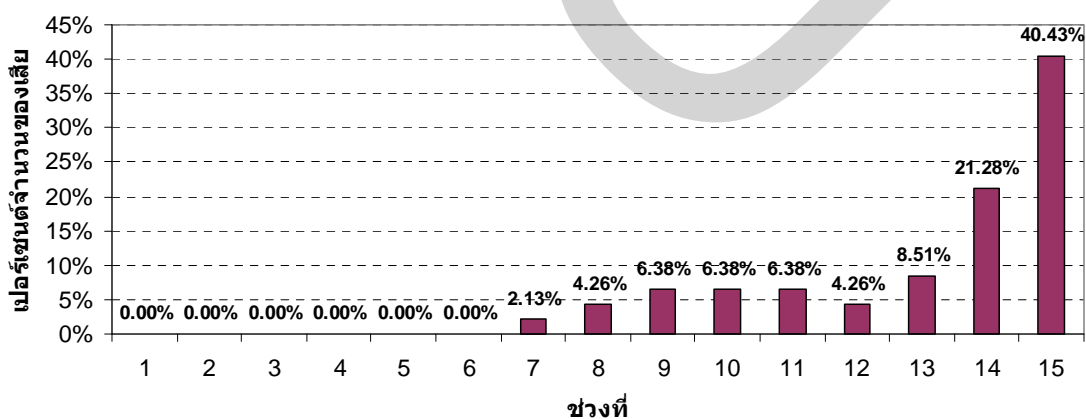
จำนวนของเสียเฉลี่ย



รูปที่ 4.4 จำนวนของเสียเฉลี่ย

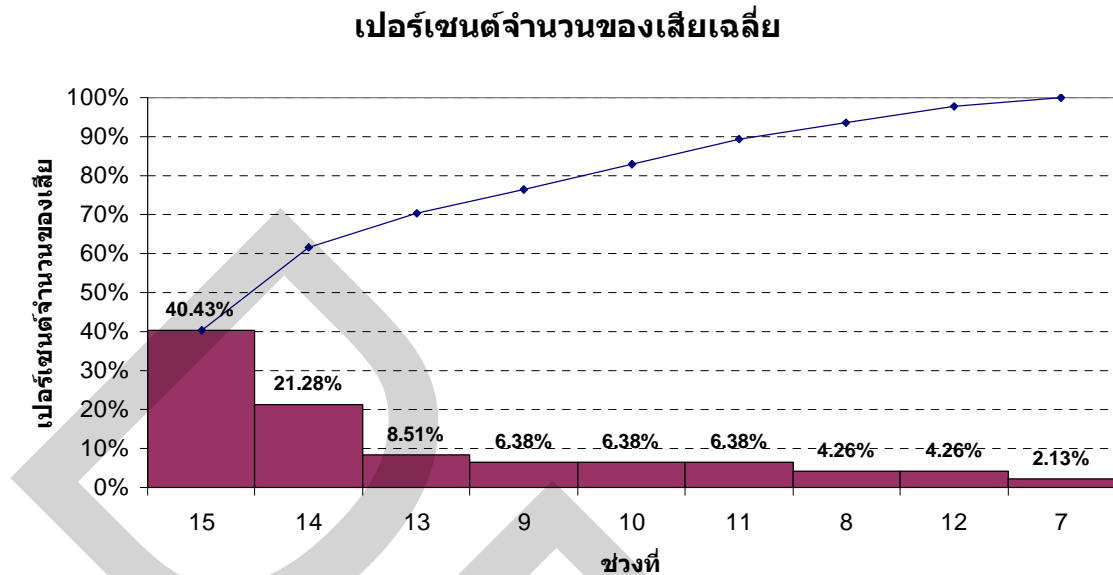
จากรูปที่ 4.3, 4.4 และ 4.5 แสดงให้เห็นแนวโน้มว่าเราไม่พบของเสียเลยตั้งแต่ช่วงที่ 1 ถึงช่วงที่ 6 นั่นคือไม่มีของเสียตั้งแต่ 0 มิลลิเมตร จนถึง 30 มิลลิเมตร โดยนับจากจุดกึ่งกลาง โดยจะเริ่มพบของเสียตั้งแต่ช่วงที่ 7 คือ 30 มิลลิเมตร จนถึงขอบของเวเฟอร์ คือช่วงที่ 15 คือ 75 มิลลิเมตร แต่จะเห็นว่าความชันของจำนวนของเสียมีสูงมากที่ช่วงที่ 14 ถึงช่วงที่ 15 คือตั้งแต่ 65 มิลลิเมตรถึง 75 มิลลิเมตร ดังนั้นกล่าวได้ว่าจะมีของเสียมากในช่วงขอบของเวเฟอร์ ซึ่งสามารถแสดงดังรูปที่ 4.5

เปอร์เซ็นต์จำนวนของเสียเฉลี่ย



รูปที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย

4.1.4 ผลการวิเคราะห์โดยใช้แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แผนผังพาเรโต

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าเราจะพบของเสียในช่วงที่ 14 ถึงช่วงที่ 15 ถึง 61.71% ซึ่งเป็นเพียง 2 ช่วงจากทั้งหมด 15 ช่วง และจะพบของเสียอีก 38.29% ในช่วงที่ 7 ถึงช่วงที่ 13 ซึ่งจะไม่พบของเสียเลยในช่วงที่ 1 ถึงช่วงที่ 6 เราสามารถวิเคราะห์การพบของเสียมากในบริเวณขอบของเวเฟอร์

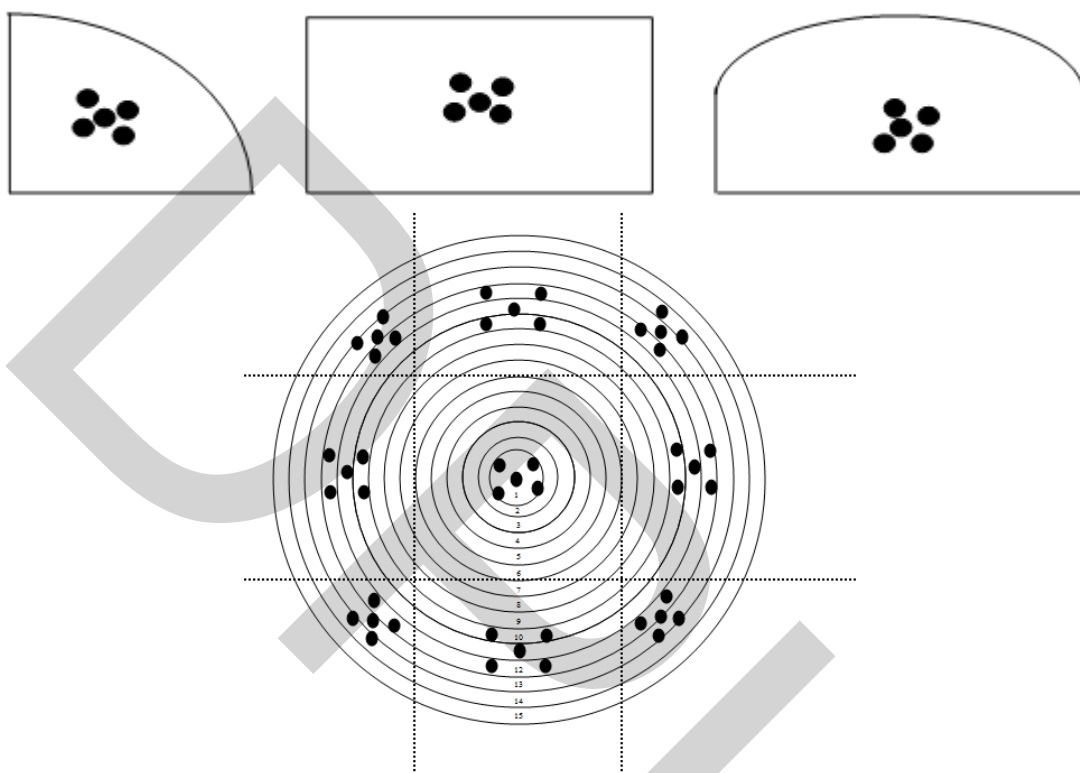
จากข้อมูลที่ได้นั้นสรุปได้ว่าสิ่งที่ปัจจุบันได้ใช้วิธีการสุ่มทั่วไปทั้งเวเฟอร์นั้น ตั้งแต่ในช่วงที่ 1 ถึงช่วงที่ 15 ซึ่งมีโอกาสที่จะพบของเสียมีค่ามากจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ยังคงพบของเสียที่สายการผลิต

ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้แนวความคิดที่ได้นำเสนอการสุ่มตัวอย่างอย่างมีแบบแผนเพื่อนำมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพในการตรวจสอบของเสียด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างของโดซ์เฉพาะบริเวณที่ขอบของแต่ละเวเฟอร์ย่อย ซึ่งผู้ผลิตโดซ์จะทำการแยกเวเฟอร์ให้เป็นเวเฟอร์ย่อยๆ แล้วส่งมาให้ ณ โรงงานตัวอย่าง

4.2 วิธีการปรับปรุงการสุ่มตรวจโดซ์

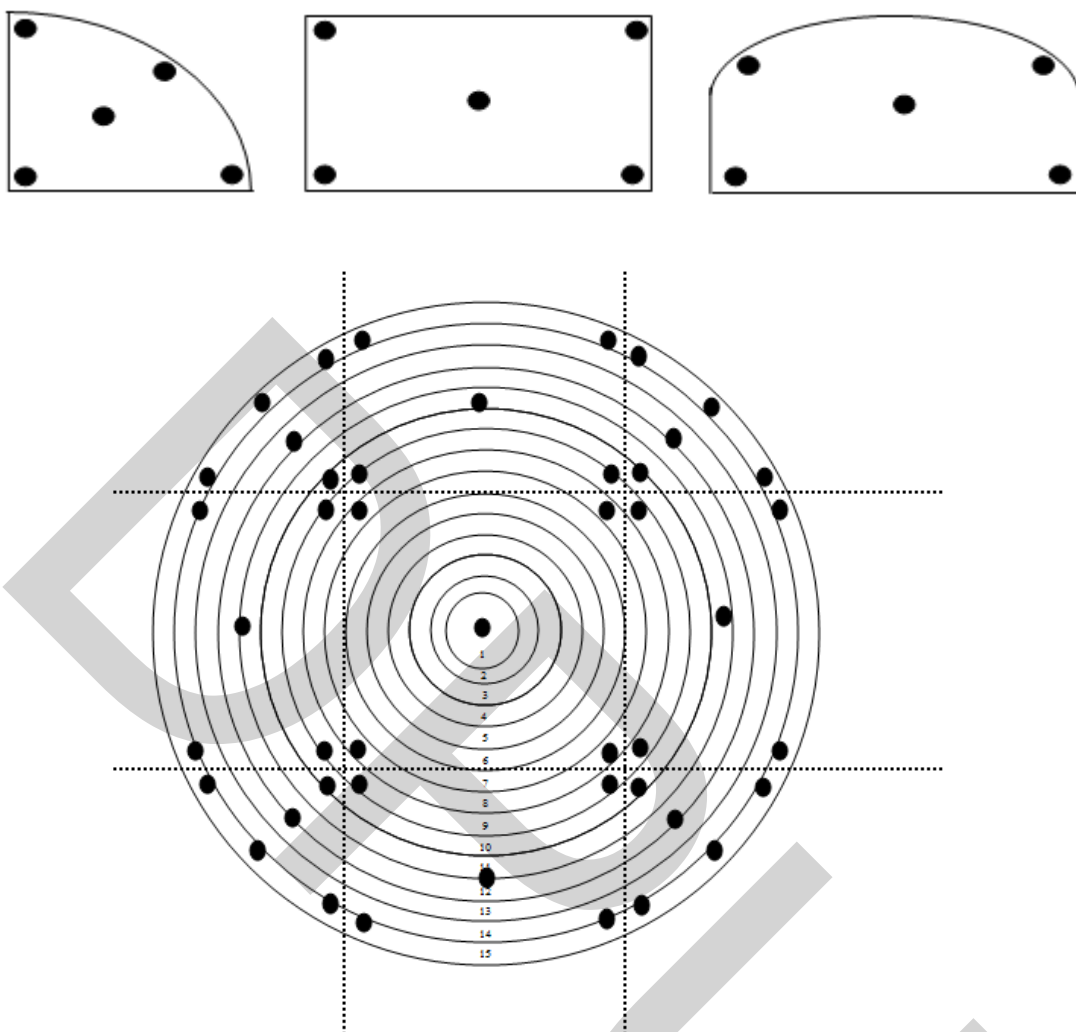
ปัจจุบันทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว โดยถ้าพบของเสียจะทำการปฏิเสธงานล็อตนั้นๆ ซึ่งอ้างอิง MIL-STD-105E, AQL 1.0 ที่ระดับ การตรวจสอบพิเศษ S-1 และแผนการซักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวแบบปกติ โดยพนักงานจะทำการหยิบตัวโดซ์ใน

บริเวณที่ง่ายต่อการปฏิบัติงานโดยอ้างอิงตามลักษณะการเรียงตัวของไคซ์ในแต่ละเวเฟอร์ดังรูปที่ 4.7 ซึ่งเป็นวิธีที่พนักงานปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานอยู่แล้ว หลังจากนั้นพนักงานจะทำการทดสอบด้วยเครื่องมือวัดเฉพาะ



รูปที่ 4.7 ตำแหน่งตรวจสอบไคซ์ก่อนการปรับปรุง

ผู้วิจัยนำเสนอวิธีที่จะทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ โดยที่ทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว ซึ่งถ้าพบของเสียจะทำการปฏิเสธงานล็อตนั้นๆ ซึ่งอ้างอิง MIL-STD-105E, AQL 1.0 ที่ระดับ การตรวจสอบพิเศษ S-1 และแผนการซักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวแบบปกติ แต่พนักงานจะทำการหยิบตัวไคซ์โดยอ้างอิงตามลักษณะการเรียงตัวของไคซ์ในแต่ละเวเฟอร์ดังรูปที่ 4.8 หลังจากนั้นทำการทดสอบด้วยเครื่องมือวัดเฉพาะ



รูปที่ 4.8 ตำแหน่งตรวจสอบได้หลังการปรับปรุง

4.3 ผลการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจได้

4.3.1 ผู้วิจัยได้ทดลองนำไปใช้โดยกำหนดพนักงานให้เป็นคนเดียวกันตรวจสอบได้ และพนักงานทำการตรวจทั้ง 2 วิธีต่างระยะเวลากันเพื่อป้องกันความเอนเอียงของพนักงาน (Bias) จำนวน 10 เวเฟอร์ย่อยหรือ เท่ากับ 1 ล็อต ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการสุ่มตรวจก่อน- หลังปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจ

เวเฟอร์ ย่อย	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง	
	จำนวนไคส์ต่อ เวเฟอร์ย่อย	ตรวจพบของเสีย (ตัว)	จำนวนไคส์ต่อ เวเฟอร์ย่อย	ตรวจพบของเสีย (ตัว)
1	1810	0	1810	0
2	2215	0	2215	0
3	2520	0	2520	2
4	1945	0	1945	3
5	2392	0	2392	0
6	1665	0	1665	1
7	1505	1	1505	2
8	1920	0	1920	0
9	1180	1	1180	1
10	3135	0	3135	2
รวม	20287	2	20287	11

จากข้อมูลพบว่าวิธีหลังการปรับปรุงสามารถตรวจจับของเสียเฉลี่ยได้ถึง 11 ตัว ในทางตรงกันข้ามพบว่าข้อมูลการตรวจสอบในวิธีปัจจุบันสามารถตรวจจับของเสียเฉลี่ยได้ 2 ตัว ดังนั้นโอกาสที่ของเสียจะหลุดเข้าไปในกระบวนการผลิตจึงทำได้มากกว่าวิธีตรวจสอบแบบในปัจจุบัน

4.3.2 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีหลังการปรับปรุง เปรียบเทียบกับการตรวจสอบในวิธีปัจจุบันซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เวลาในการสุ่มตรวจก่อน- หลังปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจ

ครั้งที่	เวลาในการตรวจสอบ 5 ตัว/เวเฟอร์ (วินาที)		ครั้งที่	เวลาในการตรวจสอบ 5 ตัว/เวเฟอร์ (วินาที)	
	วิธีก่อนการ ปรับปรุง	วิธีหลังการ ปรับปรุง		วิธีก่อนการ ปรับปรุง	วิธีหลังการ ปรับปรุง
1	10.12	11.18	16	10.55	10.59
2	10.48	11.20	17	10.33	10.46
3	9.81	9.56	18	10.00	10.54
4	11.02	10.87	19	10.49	9.46
5	9.96	10.70	20	10.55	10.76
6	10.79	9.79	21	9.80	10.09
7	10.27	10.63	22	10.31	9.98
8	10.21	10.36	23	10.62	9.89
9	10.26	10.40	24	10.40	10.48
10	10.18	11.07	25	10.76	10.09
11	10.07	10.16	26	10.05	10.87
12	10.05	10.54	27	10.30	9.73
13	10.71	10.82	28	9.75	10.91
14	10.01	9.40	29	9.83	11.12
15	10.90	10.17	30	9.63	9.40
เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย (วินาที)				10.27	10.37

จากข้อมูลพบว่าเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีใหม่ เท่ากับ 10.37 วินาที ต่อเวเฟอร์
ย่อย แต่พบว่าเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีในปัจจุบันเท่ากับ 10.27 วินาที ต่อเวเฟอร์ย่อย

4.4 ยืนยันผลการปรับปรุง โดยทำการทดสอบสมมุติฐาน

4.4.1 ผู้วิจัยทำการยืนยันผลการตรวจสอบแบบใหม่กับวิธีตรวจสอบแบบเก่าโดยการทดสอบ
สมมุติฐานที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 กำหนดสมมุติฐานทางสถิติที่กำหนดไว้ คือ

$$H_0: P_1 = P_2$$

$$H_1: P_1 < P_2$$

P_1 = สัดส่วนของเสียที่ตรวจสอบด้วยวิธีปัจจุบัน

P_2 = สัดส่วนของเสียที่ตรวจสอบด้วยวิธีใหม่

ผู้ทำการวิจัยได้ทำการคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB เพื่อตัดสินใจเลือกที่จะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานว่าง (H_0) หรือ สมมติฐานแย้ง (H_1) ซึ่งผลการทดสอบสมมติฐานดังรูปที่ 4.9

Test and CI for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
1	2	20287	0.000099
2	11	20287	0.000542
Difference = p (1) - p (2)			
Estimate for difference: -0.000443634			
95% upper bound for difference: -0.000151368			
Test for difference = 0 (vs < 0): Z = -2.50 P-Value = 0.006			

รูปที่ 4.9 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB

ค่า P-Value เท่ากับ 0.006 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) นั้นหมายความว่า การสุ่มตรวจด้วยวิธีหลังจากการปรับปรุงตำแหน่งการสุ่มตรวจจะสามารถตรวจจับของเสียเพื่อไม่ให้ของเสียเข้าสู่กระบวนการผลิตได้มากกว่าวิธีปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.4.2 ผู้วิจัยทำการยืนยันผลการใช้เวลาในการตรวจสอบแบบใหม่กับวิธีตรวจสอบแบบเก่าโดยการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 กำหนดสมมติฐานทางสถิติที่กำหนดไว้ คือ

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

μ_1 = เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีปัจจุบัน

μ_2 = เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีใหม่

ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB เพื่อตัดสินใจเลือกที่จะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานว่าง (H_0) หรือ สมมติฐานแย้ง (H_1) ซึ่งผลการทดสอบสมมติฐานดังรูปที่ 4.10

Two-Sample T-Test and CI: วิธีก่อนการปรับปรุง, วิธีหลังการปรับปรุง

Two-sample T for วิธีก่อนการปรับปรุง vs วิธีหลังการปรับปรุง

	N	Mean	StDev	SE Mean
วิธีก่อนการปรับปรุง	30	10.274	0.361	0.066
วิธีหลังการปรับปรุง	30	10.374	0.544	0.099

Difference = μ (วิธีก่อนการปรับปรุง) - μ (วิธีหลังการปรับปรุง)

Estimate for difference: -0.100

95% CI for difference: (-0.339, 0.138)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0.84 P-Value = 0.404 DF = 58

Both use Pooled StDev = 0.4614

รูปที่ 4.10 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB

ค่า P-Value เท่ากับ 0.404 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) นั้นหมายความว่าเวลาที่ใช้ในการตรวจด้วยวิธีการปรับปรุงตำแหน่งการสุ่มตรวจไม่มีความแตกต่างจากเวลาที่ใช้ในการตรวจด้วยวิธีปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.5 ทดลองนำไปใช้งานจริง และเก็บข้อมูลหลังจากนำวิธีที่ทำการปรับปรุงไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง

ผู้วิจัยนำวิธีระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบแบบใหม่ไปใช้งานจริงเพื่อดูผลลัพธ์ของการนำไปใช้จริง และผลการทดสอบขั้นสุดท้ายที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 4.4 จากข้อมูลพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงโดยเฉลี่ย 0.43 % ดังนั้นเกิดความสูญเสีย 417,477 บาทต่อเดือน และตัวงานบางส่วนได้ผ่านการตรวจสอบไปแล้วแต่ก็ยังคงพบปัญหาหลังจากการตรวจสอบขั้นสุดท้ายประมาณ 10 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (10 ppm) ดังนั้นผู้วิจัยได้นำวิธีการสุ่มตรวจสอบแบบใหม่ไปใช้ในกระบวนการผลิต และเก็บข้อมูลเพื่อนำมาเปรียบเทียบผลของการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจของกระบวนการตรวจรับวัตถุดิบ ของโรงงานตัวอย่างพบว่ามีของเสียหลุดเข้ากระบวนการผลิตเท่ากับ 0.21% ดังนั้นเกิดความสูญเสีย 204,405 บาทต่อเดือนและพบปัญหาหลังจากการตรวจสอบขั้นสุดท้ายเท่ากับ 6 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (6 ppm) ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้ถึง 213,052 บาทต่อเดือน หรือสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 51.03%

ตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์ของการนำไปใช้จริงและผลการทดสอบขั้นสุดท้าย

เดือน	เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากวัตถุดิบ	มูลค่าสูญเสียต่อเดือน(บาท)	สัดส่วนของเสียจากการตรวจสอบขั้นสุดท้าย(ต่อล้านตัว)	
ก่อนการปรับปรุง	ม.ค.-54	0.37%	363,090	11
	ก.พ.-54	0.42%	413,693	7
	มี.ค.-54	0.58%	569,498	14
	เม.ย.-54	0.46%	452,488	12
	พ.ค.-54	0.37%	364,650	7
	มิ.ย.-54	0.35%	341,445	11
	ค่าเฉลี่ย	0.43%	417,477	10
หลังการปรับปรุง	ม.ค.-55	0.15%	111,150	5
	ก.พ.-55	0.20%	199,875	7
	มี.ค.-55	0.28%	302,250	7
	ค่าเฉลี่ย	0.21%	204,425	6

4.6 นำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่

ผู้วิจัยนำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่ต่อแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ เพื่อนำไปใช้งานจริงในโรงงานตัวอย่างหลังจากที่ทำการปรับปรุงเป็นระยะเวลา ระหว่าง เดือนมกราคม ถึง มีนาคม พ.ศ. 2552 และจากการสอบถามพนักงานทั้ง 2 คนสำหรับงานกะเช้าและ 2 คนสำหรับกะกลางคืนพบว่าการทำงานไม่ได้เปลี่ยนแปลงไป และยังคงผลิตตามเป้าหมายที่กำหนดท้ายที่สุดก็ยังคงทำให้คุณภาพในการตรวจสอบงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.7 กำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน

ผู้วิจัยจัดทำคู่มือปฏิบัติการ (Work Instruction, WI) ต่อแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ เพื่อนำไปใช้งานจริงในโรงงานตัวอย่างซึ่งรายละเอียดในคู่มือการปฏิบัติงานจะแสดงวิธีการตรวจและรูปภาพที่แสดงตำแหน่งของการหยิบไดซ์มาทำการตรวจสอบ โดยสามารถอ้างอิงเอกสารในภาคผนวก ก

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1.1 ภาพรวมของกระบวนการผลิตสินค้าของบริษัทตัวอย่างจะเห็นว่าแผนกตรวจรับวัตถุดิบนั้นอยู่ในกระบวนการต้นๆของการผลิตทั้งหมดดังนั้นถ้าแผนกตรวจรับวัตถุดิบมีความผิดพลาดเกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งหน้าที่ของแผนกตรวจรับวัตถุดิบนั้นเริ่มตั้งแต่รับสินค้าจนเสร็จสิ้นกระบวนการผลิตโดยที่แผนกการตรวจรับวัตถุดิบจะทำหน้าที่ควบคุมการตรวจสอบวัตถุดิบที่เข้ามาเพื่อให้แน่ใจว่าคุณภาพของวัตถุดิบที่เข้ามามีคุณภาพที่ยอมรับได้ ตามข้อกำหนดเฉพาะซึ่งรวมถึง

1. การตรวจสอบ วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ และวัตถุดิบที่นำเข้ามา ซึ่งรวมถึงวัตถุดิบที่เข้าสู่กระบวนการผลิตแล้ว และพบว่าวัตถุดิบมีของเสียปะปน
2. บันทึกข้อมูลการตรวจสอบทั้งหมด
3. บันทึกข้อมูลคุณภาพของผู้ผลิตแต่ละรายอย่างต่อเนื่อง
4. พัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของผู้ผลิต

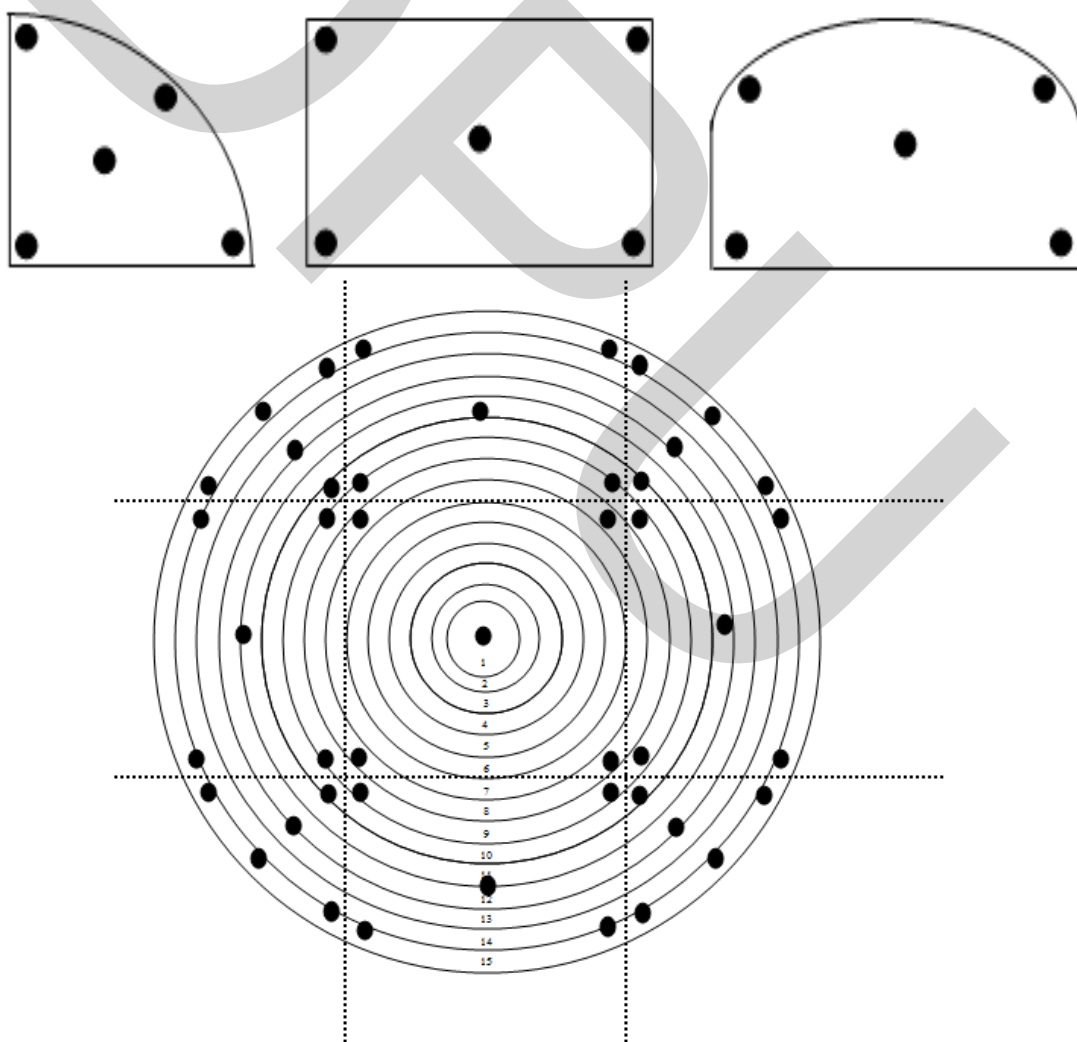
จากการศึกษาการตรวจสอบวัตถุดิบหลักนั้นก็คือไคซ์ของโรงงานตัวอย่างซึ่งพบว่ามีการตรวจสอบโดยที่ทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว อ้างอิงภาคผนวก ง ซึ่งถ้าพบของเสียจะทำการปฏิเสธงานล็อตนั้นๆ ซึ่งอ้างอิง MIL-STD-105E , AQL 1.0 ที่ระดับ การตรวจสอบพิเศษ S-1 และแผนการซักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวแบบปกติ แต่จากข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ซึ่งแสดงสัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบนั้นก็คือปัญหาที่เกิดจากไคซ์พบว่าเกิดของเสียโดยเฉลี่ย 0.43 % และในปัจจุบันระดับของเสีย ณ จุดตรวจสอบขั้นสุดท้ายคือ 10 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (10 ppm)

5.1.2 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้แผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบไม่สามารถสกัด ของเสียได้โดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) พบว่าตำแหน่งในการสุ่มจับไคซ์ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้ จึงส่งผลให้วิธีการสุ่มตรวจในปัจจุบันไม่พบของเสีย จึงส่งผลให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ไม่สามารถสกัดของเสียเข้าสู่สายการผลิตได้ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนตรวจสอบ (Check Sheet) กราฟ (Graph) และแผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) ทำการ

วิเคราะห์สาเหตุพบว่าตำแหน่งในการสุ่มจับไคซ์ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าช่วงที่ 1 ถึง 6 นั้นซึ่งเป็นบริเวณตรงกลางของเวเฟอร์ไม่พบของเสียเลย แต่เราจะพบของเสียในช่วงที่ 14 ถึงช่วงที่ 15 ซึ่งเป็นบริเวณขอบๆของเวเฟอร์ถึง 61.71% ซึ่งเป็นเพียง 2 ช่วงจากทั้งหมด 15 ช่วง และจะพบของเสียอีก 38.29% ในช่วงที่ 7 ถึงช่วงที่ 13 ดังนั้นเราจะพบของเสียมากในบริเวณขอบของเวเฟอร์

5.1.3 วิธีการปรับปรุงการสุ่มตรวจไคซ์ โดยที่ทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว อ้างอิงภาคผนวก ซึ่งถ้าพบของเสียจะทำการปฏิเสธงานล็อตนั้นๆ ซึ่งอ้างอิง MIL-STD-105E , AQL 1.0 ที่ระดับ การตรวจสอบพิเศษ S-1 และแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวแบบปกติ โดยที่ทำการหยิบตัวไคซ์โดยอ้างอิงตามลักษณะการเรียงตัวของไคซ์ในแต่ละ เวเฟอร์ดังรูปที่

5.1



รูปที่ 5.1 ตำแหน่งตรวจสอบไคซ์หลังการปรับปรุง

ซึ่งผลการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจโคซัลพบว่าของเสียที่ถูกตรวจจับได้ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีหลังการปรับปรุงนั้นได้ ถึง 0.054% ในทางตรงกันข้ามพบว่าข้อมูลการตรวจสอบในวิธีปัจจุบันสามารถตรวจจับของเสียได้เท่ากับ 0.010% ดังนั้นโอกาสที่ของเสียจะหลุดเข้าไปในกระบวนการผลิตได้มากกว่าวิธีตรวจสอบแบบในปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญ (α) = 0.05 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีใหม่เท่ากับ 10.37 วินาที ต่อเวเฟอร์ย่อย และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีในปัจจุบันเท่ากับ 10.27 วินาที ต่อเวเฟอร์ย่อย ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการตรวจด้วยวิธีการปรับปรุงตำแหน่งการสุ่มตรวจไม่มีความแตกต่างจากเวลาที่ใช้ในการตรวจด้วยวิธีปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญ (α) = 0.05 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

หลังจากนั้นทดลองนำไปใช้งานจริง และเก็บข้อมูลหลังจากนำวิธีที่ทำการปรับปรุงไปใช้ ณ โรงงานตัวอย่าง ซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นพบว่าการสุ่มตรวจสอบแบบใหม่ของกระบวนการตรวจรับวัตถุดิบ ณ โรงงานตัวอย่างพบว่ามีของเสียที่เกิดจากวัตถุดิบหลุดเข้ากระบวนการผลิตเท่ากับ 0.21% ดังนั้นเกิดความสูญเสีย 204,405 บาทต่อเดือน และพบปัญหาหลังจากการตรวจสอบขั้นสุดท้ายเท่ากับ 6 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (6 ppm) ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้ถึง 213,052 บาทต่อเดือน หรือสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 51.03%

ตารางที่ 5.1 ตารางเปรียบเทียบการตรวจแบบเก่าและแบบใหม่

รายละเอียด	วิธีการสุ่มตรวจโคซัลแบบเก่า	วิธีการสุ่มตรวจโคซัลแบบใหม่
เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้น	0.43%	0.21%
สัดส่วนของเสียจากการตรวจสอบ		
ขั้นสุดท้าย (ต่อหนึ่งล้านตัว)	10 ppm	6 ppm
มูลค่าสูญเสียต่อเดือน	417,477 บาท	204,405 บาท
มูลค่าสูญเสียต่อปี	5,009,724 บาท	2,452,860 บาท

ท้ายที่สุดได้กำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน (Work Instruction, WI) ต่อแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ เพื่อนำไปใช้งานจริง ณ โรงงานตัวอย่างซึ่งรายละเอียดในคู่มือการปฏิบัติงานจะแสดงวิธีการตรวจและ รูปภาพที่แสดงตำแหน่งของการหยิบโคซัลมาทำการตรวจสอบ

5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน

จากการใช้วิธีการตรวจสอบแบบใหม่โดยกำหนดตำแหน่งของการสุ่มตรวจ ณ โรงงานตัวอย่าง พบว่าของเสียที่เกิดขึ้นจากวัตถุดิบเท่ากับ 0.21% ดังนั้นเกิดความสูญเสีย 204,405 บาทต่อ

เดือน และพบปัญหาหลังจากการตรวจสอบขั้นสุดท้ายเท่ากับ 6 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (6 ppm) ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้ถึง 213,052 บาทต่อเดือน หรือสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 51.03% ดังนั้นวิธีการสุ่มตรวจรับวัตถุดิบแบบใหม่นั้นสามารถตรวจจับของเสียที่เกิดจากวัตถุดิบมิให้หลุดเข้าสู่กระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังไม่กระทบถึงวิธีการทำงานของพนักงานในโรงงานตัวอย่างเนื่องจากพนักงานจะต้องทำการตรวจรับวัตถุดิบหลักนั้นคือไอซ์อยู่แล้ว ซึ่งวิธีการใหม่ที่ผู้วิจัยเสนอนั้นเป็นการกำหนดวิธีการสุ่มตรวจเท่านั้นโดยไม่เพิ่มกิจกรรมของพนักงาน ณ โรงงานตัวอย่าง ซึ่งผลการดำเนินการทั้งหมดได้นำเสนอต่อหน่วยงานที่ปฏิบัติงานโดยตรง คือแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ โดยได้รับการตอบรับอย่างดี และทางแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ได้นำวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่ไปใช้งานจริง โดยกำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน (Work Instruction, WI)

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทำงานวิจัยนี้พบปัญหาและอุปสรรคหลายประการ สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัติ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคตได้ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัติ

ผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัตินั้นต้องพิจารณาถึงขั้นตอน หรือกระบวนการผลิต รวมไปถึงต้องพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงาน หรือกระบวนการนั้นได้ อาจกระทบกับปัญหาอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นภายหลัง และทางผู้วิจัยไม่สามารถทราบถึงผลกระทบทางด้านต้นทุนคุณภาพ หลังการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่เพราะเป็นข้อมูลที่เป็นความลับของทางโรงงานตัวอย่าง และสำคัญต่อการแข่งขันทางด้านธุรกิจ

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับที่จะพัฒนาต่อ ณ โรงงานตัวอย่าง

ผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนานั้นสามารถเพิ่มจำนวนตัวของการสุ่มตรวจต่อเวเฟอร์ย่อยให้มากขึ้นเพื่อที่จะสกัดกั้นมิให้ของเสียเข้าสู่กระบวนการผลิตได้ จากที่ปัจจุบันทำการตรวจอยู่ที่ 5 ตัวต่อเวเฟอร์ย่อยโดยสามารถอ้างอิงมาตรฐาน MIL-STD-105E และทำการวิเคราะห์ผลกระทบต่อต้นทุนและคุณภาพควบคู่กันไป

5.3.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงวิธีการสุ่มตรวจโดยกำหนดตำแหน่งการสุ่มหยิบจับไอซ์เพื่อทำการตรวจสอบ ซึ่งข้อมูลที่ได้ทำการวิจัยนี้สามารถทำการพัฒนาและแก้ไขที่รากเหง้าของปัญหาโดยทำการปรับปรุง และพัฒนาที่ผู้ผลิต เนื่องจากว่างานวิจัยฉบับนี้เป็นการ

ตรวจจับปัญหาเพื่อไม่ให้หลุดเข้าไปสู่กระบวนการผลิต ซึ่งในความจริงปัญหาที่ไคซ์เสียนั้นเกิดขึ้นแล้ว ดังนั้นเมื่อทราบว่าไคซ์ที่เสียส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่บริเวณขอบๆ ของเวเฟอร์ ดังนั้นการแก้ปัญหาที่รากเหง้าของปัญหา (Root Cause) จะเป็นการแก้ที่มีประสิทธิภาพและท้ายที่สุดก็สามารถลดขั้นตอนการตรวจสอบ หรือยกเลิกการตรวจสอบของแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบได้

PPU

กรม
การ
การ
การ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2542). *มาตรฐานระบบการตรวจสอบด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ MIL-STD-105E และแผนการ $A_c = 0$* . กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).
- ศิริพร ขอพรกลาง. (2550). *การควบคุมคุณภาพ*. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์.
- พิชิต สุขเจริญพงษ์. (2535). *การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเลชั่น.
- วันรัตน์ จันทิก. (2547). *17 เครื่องมือนักคิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

วิทยานิพนธ์

- ไพฑูรย์ ฮ้อยิ่ง. (2547). *แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์หลายชนิด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารประชุมวิชาการ

- ชัยทัต เวียงหยุดยั้ง. (24-26 ตุลาคม 2550). *การปรับปรุงแผนการสุ่มตรวจรับเข้าวัตถุดิบตามมาตรฐาน MIL-STD-105E กรณีศึกษา: กระบวนการประกอบโซ่รอลันรยนต์*. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ภาษาอังกฤษ

BOOKS

Eugene L. Grant and Richard S. Leavenworth. (1999). *Statistical Quality Control*. New York: 7th McGraw-Hill.

Juran J.M. and F.M. Grayna. (1993). *Quality Planning and Analysis*: Third edition. New York: McGraw-Hill Inc.

ARTICLES

Schilling E.G. (April 1984). *An Overview of Acceptance Control*. Quality Progress: ASQC, pp. 22-25.

Schilling E.G. and J.H. Sheesley. (July 1978). *The Performance of MIL-STD-105D under the Switching Rules: Part I. Evaluation*, Journal of Quality Technology, 10(2): ASQC, pp.76-83.

Schilling E.G. and J.H. Sheesley. (July 1978). *The Performance of MIL-STD-105D under the Switching Rules: Part I. Evaluation*, Journal of Quality Technology, 10(3): ASQC, pp.104-124.

Six Sigma Green Belt, 2nd wave. (2006). *BREAKTHROUGH MANAGEMENT GROUP (BMG)*. N.P.

Taylor, Wayne A. (1994). *Acceptance Sampling in the 90's*. 48th Annual Quality Congress Proceedings ASQC, pp. 591-598.

ด
ร
ค
น
ว
ก

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

คู่มือการปฏิบัติงานการคุ้มครองได้ซ์

ตัวอย่างคู่มือการปฏิบัติงานของโรงงานตัวอย่าง

XXXXXXXXXXXXXXXX-XXX
XXXXXXXXXX

S ubject	ขั้นตอนในการตรวจสอบ Phototransistor (PTR)	Re vision	P age
S pec. No.	XX-XXX-XXXXX-XXX	XX	6 6 of 6

1.0 Purpose (วัตถุประสงค์) :

1.0 เพื่อเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน

2.0 Scope (ขอบข่ายใช้งาน) :

2.1 All Phototransistor (PTR)

3.0 Reference Documents (เอกสารอ้างอิง) :

3.1 Material Specification (MS) ของแต่ละ Part number

4.0 Equipments & Material (เครื่องมือและวัสดุ) :

4.1 370A PROGRAMMABLE CURVE TRACER

4.2 PROBE TEST

5.0 Safety (ความปลอดภัย) :

N/A

6.0 Procedure (ระเบียบปฏิบัติ) :

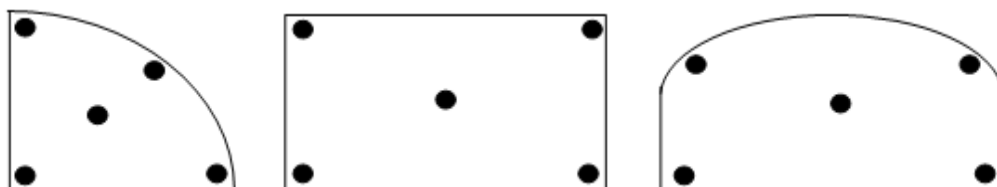
6.1 ขั้นตอนการเตรียมงาน

6.1.1 Specification ให้ตรวจสอบ Spec. ตาม Material Specification (MS) ของแต่ละ Part number

6.1.2 จำนวนการสุ่มตรวจ ทุก Lot no.โดยหยิบ Dice 5 pcs./sub-wafer

6.1.3 การสุ่มเลือก และตำแหน่งการสุ่ม เลือกที่เป็นขอบเขตของ wafer และ/หรือ แผ่นที่มี dice ไม่เต็ม

ตำแหน่งการสุ่มตรวจ



XXX-XXX , Rev.XX

XXXXXXXXXX DOCUMENT

(XXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX-XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX)

ตัวอย่างคู่มือการปฏิบัติงานของโรงงานตัวอย่าง

XXXXXXXXXXXXXXXX-XXX
XXXXXXXXXX

S ubject	ขั้นตอนในการตรวจสอบ Phototransistor (PTR)	Re vision	P age
S pec. No.	XX-XXX-XXXXX-XXX	XX	6 7 of 6

6.1.4 ตำแหน่ง Probe

- เชื่อม Probing สำหรับขา B (Base) / E (Emitter)
- แผ่น Plate สำหรับ C (Collector)

6.2 ตารางสำหรับบันทึกผล

NO.	LOT NO.	HFE Bin	VCE(sat)			BVCEO	BVECO	ICEO @ 20V	Y	ICEO @ 70V
			1	2	3					
			0-100mV	101-150 mV	151-200mV	> 70 V	>7 V	X	31 - 60nA	0 - 150nA
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
รวม										

6.3 ขั้นตอนการทำงาน

6.3.1 พนักงานต้องต่อสายระหว่างเครื่อง 370A PROGRAMMABLE CURVE TRACER และเครื่อง Probe test ตามขาที่ระบุ (B , C , E)

6.3.2 สุ่มงานตามจุดที่กำหนด ตามข้อ 6.1.2 และ 6.1.3

6.3.3 ทำการปรับ Probe pin ตรงตำแหน่งขา B และ E

6.3.4 ปิดชุดคลุมเพื่อป้องกันกันแสงจากภายนอก

6.3.5 กดปุ่มลูกศรเลื่อนขึ้นหรือลง ตรงฝั่ง Memory เพื่อเลือก Program แล้วกดปุ่ม Recall

6.3.6 ดูกราฟ และบันทึกค่าลงในตาราง (6.2) ตามลำดับดังนี้ HFE,VCE(sat) หลังจากVCE(sat) มีเวลา 1 วินาที สำหรับยกขา B ขึ้น เพื่อวัดค่า BVCEO ,BVECO และ ICEO

XXX-XXX , Rev.XX

XXXXXXXXXX DOCUMENT

(XXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX-XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX)

ตัวอย่างคู่มือการปฏิบัติงานของโรงงานตัวอย่าง

XXXXXXXXXXXXXXXX-XXX
XXXXXXXXXX

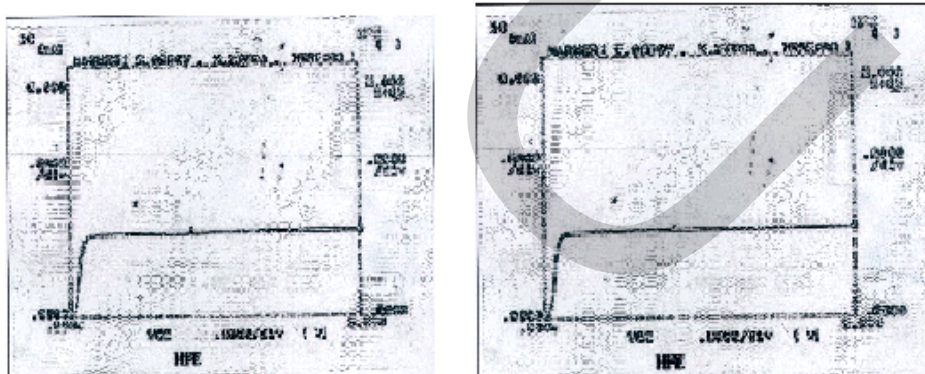
S ubject	ขั้นตอนในการตรวจสอบ Phototransistor (PTR)	Re vision	P age
S pec. No.	XX-XXX-XXXXX-XXX	XX	6 8 of 6

ข้อควรระวัง: ถ้าค่า HFE เป็น 0 ให้ทำการหยุดเครื่อง และ probe ใหม่อีกครั้ง
 6.3.7 บันทึก Lot No., Bin และค่าที่วัดได้ลงในตารางที่กำหนด และ
 พิจารณากราฟตามข้อ 6.4
 6.3.8 ถ้าพบตัวงาน Reject ให้นำ dice ที่เป็นงาน reject ติดบน
 Wafer และแนบตาราง
 6.3.9 ทำการ Stamp บน Label



6.4 ข้อควรระวังในการทำงาน

6.4.1 ลักษณะกราฟที่ปกติ



6.4.2 ถ้าพบว่ากราฟมีลักษณะผิดปกติ ไปจากกราฟข้างต้น แสดงว่า
 เป็นงาน REJECT UNSTABLE

XXX-XXX , Rev.XX

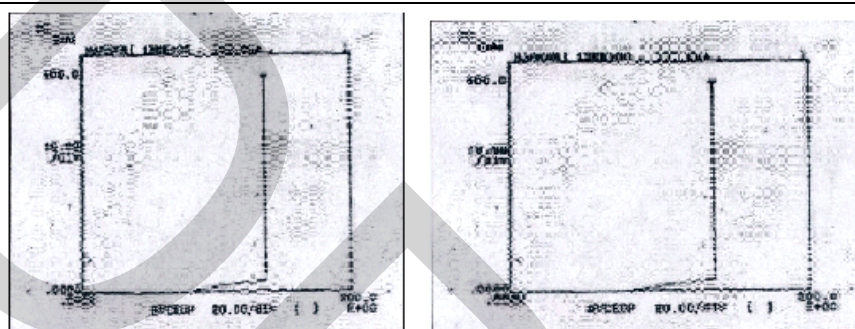
XXXXXXXXXX DOCUMENT

(XXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX-XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX)

ตัวอย่างคู่มือการปฏิบัติงานของโรงงานตัวอย่าง

XXXXXXXXXXXXXXXX-XXX
XXXXXXXXXX

S ubject	ขั้นตอนในการตรวจสอบ Phototransistor (PTR)	Re vision	P age
S pec. No.	XX-XXX-XXXXX-XXX	XX	6 9 of 6



6.5 วิธีการระบุ Group และ VCE(sat) สำหรับ PTR dice

6.5.1 ตาราง Group

64

AVG.		Group	
200	-	300	A
300	-	400	B
400	-	500	C
500	-	600	D
600	-	700	E
700	-	800	F
800	-	900	G
900	-	1000	H
1000	-	1100	I
1100	-	1200	J
1200	-	1300	K
1300	-	1400	L
1400	-	1500	M
1500	-	1600	N
1600	-	1700	O

XXX-XXX , Rev.XX

XXXXXXXXXX DOCUMENT

(XXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX-XXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX)

ตัวอย่างคู่มือการปฏิบัติงานของโรงงานตัวอย่าง

XXXXXXXXXXXXXXXX-XXX
XXXXXXXXXX

S ubject	ขั้นตอนในการตรวจสอบ Phototransistor (PTR)	Re vision	P age
S pec. No.	XX-XXX-XXXXX-XXX	XX	7 0 of 6

6.5.2 พิจารณาค่า HFE จาก Label ซึ่งอยู่ด้านหลังของ Wafer สำหรับ PTR แต่ละ Lot

	UNIT	MIN	AVG	MAX	STD	CP	CPK
BVCEO	: V	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
BVECO	: V	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
HFE	: B	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
VCE	: V	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
VBE	: V	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

โดยพิจารณาค่า HFE ในช่องสี่เหลี่ยม 1 เทียบกับตาราง Group ยกตัวอย่างเช่น HFE (AVG) = 1021
เทียบกับตาราง Group I 1000 - 1100 ดังนั้นงาน Lot นี้เป็น Group I

6.5.3 ตาราง VCE(sat)

Group	Avg.
A	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0500
B	0.0501-0.0600
C	มากกว่า 0.0601

6.5.4 พิจารณาค่า VCE(sat)จาก Label ซึ่งอยู่ด้านหลังของ Wafer สำหรับ PTR แต่ละ Lot

XXX-XXX , Rev.XX

XXXXXXXXXXXX DOCUMENT

(XXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX-XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX)

ตัวอย่างคู่มือการปฏิบัติงานของโรงงานตัวอย่าง

XXXXXXXXXXXXXXXX-XXX
XXXXXXXXXX

S ubject	ขั้นตอนในการตรวจสอบ Phototransistor (PTR)	Re vision	P age
S pec. No.	XX-XXX-XXXXX-XXX	XX	7 1 of 6

	UNIT	MIN	AVG	MAX	STD	CP	CPK
BVCEO	:V	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
BVECO	:V	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
HFE	:B	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
VCE	:V	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
VBE	:V	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

โดยพิจารณาค่า AVG. เทียบกับในตาราง VCE(sat) เช่น ค่า VCE(sat) ในช่อง

AVG.= 0.0350 เมื่อเทียบตามตารางจะตรงกับ Group A

6.6 ข้อควรระวัง

6.6.1 ตรวจสอบตัว dice ว่ามีรอยขีดข่วนหรือไม่ หากพบรอยขีดข่วนให้พนักงานหยุด Probe

และ Hold งาน Lot นั้นพร้อมทั้งตัว dice ให้ ENG.

6.6.2 ในการ Probe ให้ระวังไม่ให้เกิดรอยขีดข่วนบนตัว dice นอกเหนือจาก Pad หากพบว่ามีรอยขีดข่วนที่เกิดจากการ Probe ให้ทำการ Probe ตัวใหม่ทดแทน

7.0 Quality Control (การควบคุมคุณภาพ) :

7.1 **Frequency** : Every shipments

7.2 **Sampling size** : 5 pcs/sub-wafer

7.3 **Control method** : Stable record

7.4 **Other** : N/A

8.0 Reaction Plan (การตอบสนอง) :

N/A

9.0 Record (การเก็บบันทึก) :

XXX-XXX , Rev.XX

XXXXXXXXXX DOCUMENT

(XXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX-XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX)

ตัวอย่างคู่มือการปฏิบัติงานของโรงงานตัวอย่าง

XXXXXXXXXXXXXXXX-XXX
XXXXXXXXXX

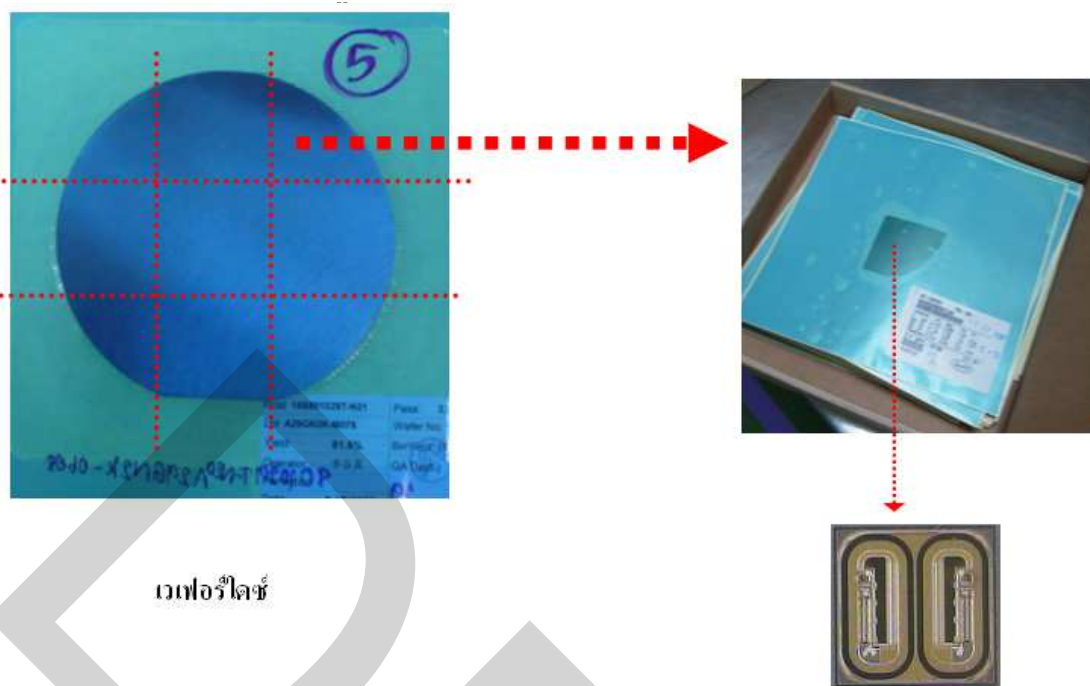
S ubject	ขั้นตอนในการตรวจสอบ Phototransistor (PTR)	Re vision	P age	
S pec. No.	XX-XXX-XXXXX-XXX	XX	7 2 of 6	
Item	Record/Doc. Name (ชื่อ เอกสาร)	Retention times (ระยะเวลา จัดเก็บ)	Location to keep (หน่วยงาน/ สถานที่ จัดเก็บ)	Destruction method when expired times (วิธีการทำลาย เมื่อหมดอายุการ จัดเก็บ)
9.1	ตารางบันทึกผล	1 ปี	IQC	REUSED
10.0 Appendix (เอกสารแนบ) : N/A				

XXX-XXX , Rev.XX

XXXXXXXXXX DOCUMENT

(XXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXX-XXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXXX)

ภาคผนวก ข
เวเฟอร์ไดซ์และเวเฟอร์ย่อย



รูปที่ 1. เวเฟอร์โลหะ



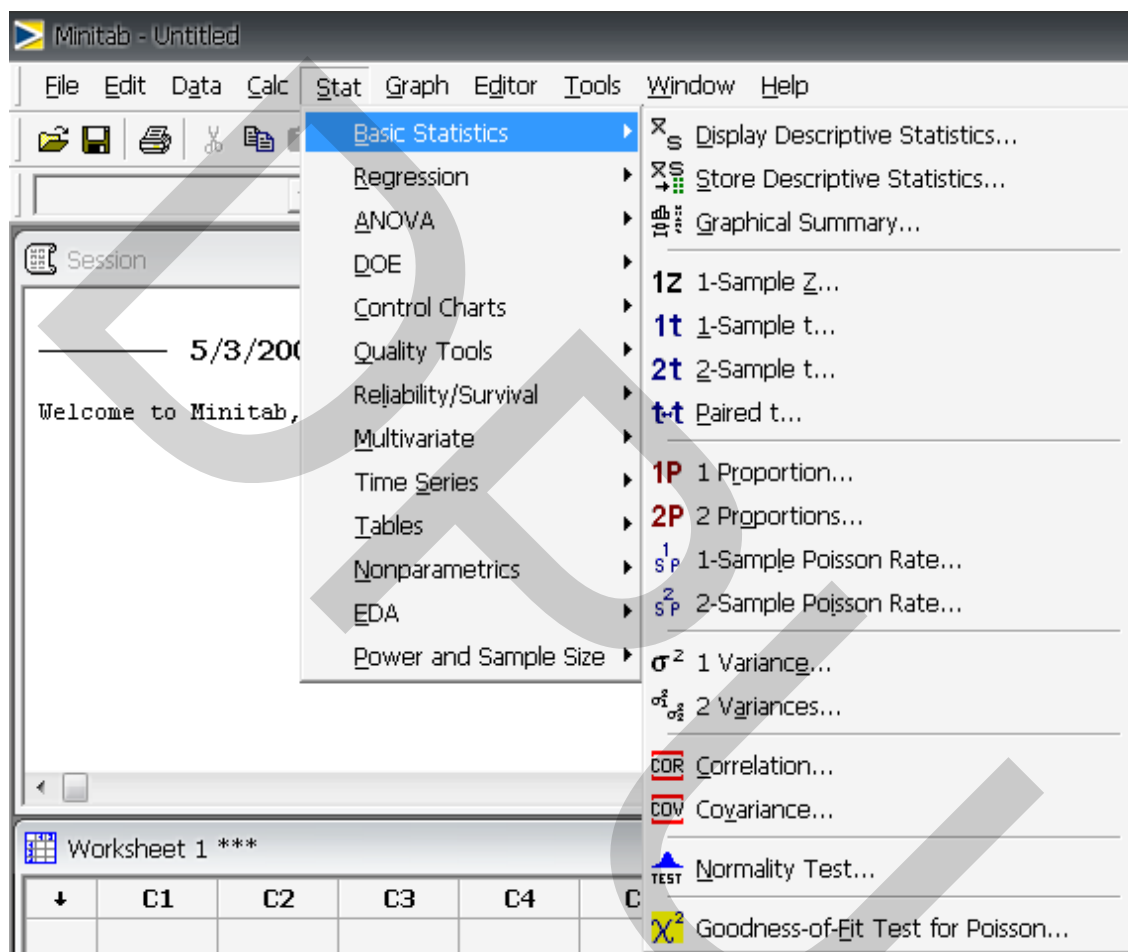
รูปที่ 2. เวเฟอร์ย่อย

ภาคผนวก ค
ขั้นตอนการใช้โปรแกรม

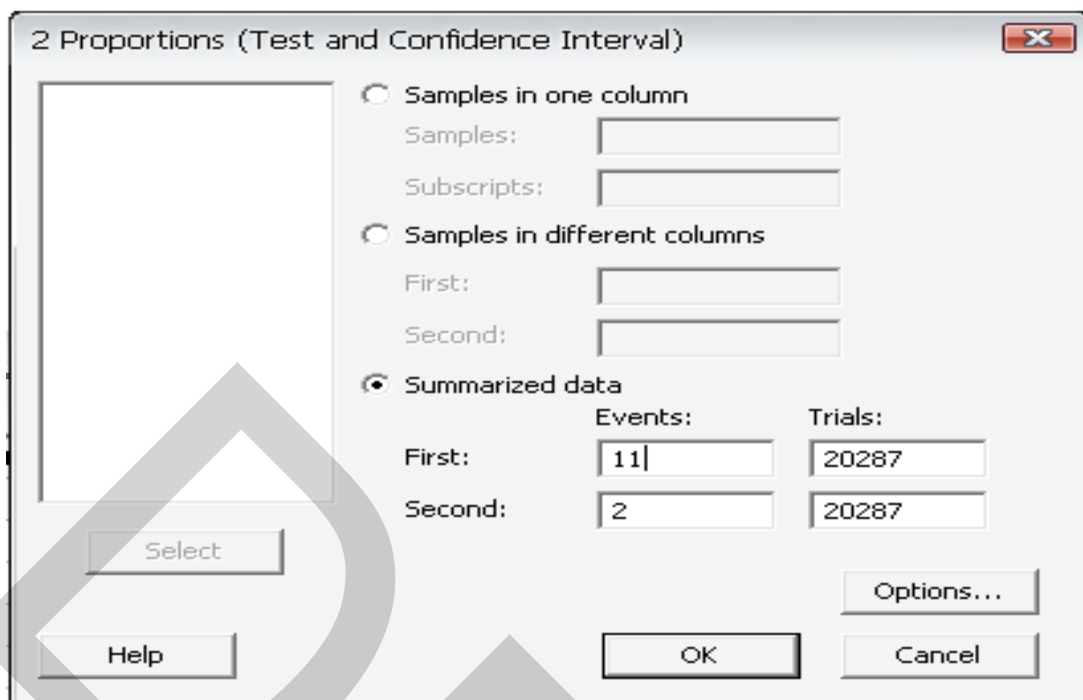
การนำข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงมาทดสอบสมมุติฐาน

1. เริ่มต้นเปิดโปรแกรม MINITAB เลือกเมนู Stat > Basic Statistics > 2P 2

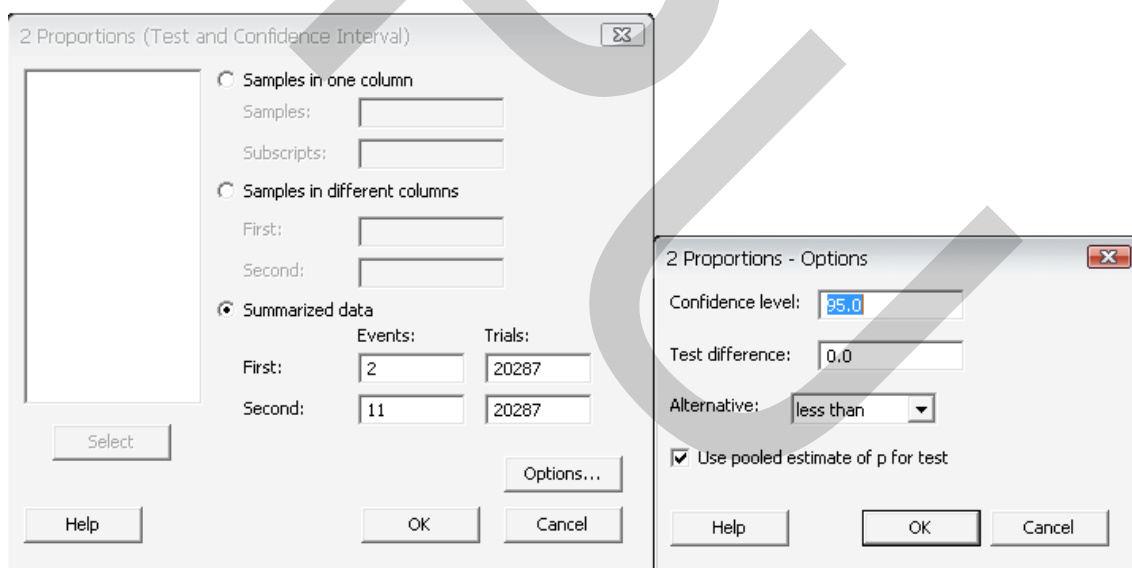
Proportions... จากนั้นป้อนข้อมูลตัวแปรที่ต้องการ แล้วเลือก Confidence level, Test difference, Alternative แล้วคลิก OK โดยแสดงรูปการใช้ไว้ในรูปที่ 1. รูปที่ 2. รูปที่ 3. และรูปที่ 4. ตามลำดับ



รูปที่ 1. การเลือกใช้ 2P 2 Proportions



รูปที่ 2. หน้าต่างการป้อนข้อมูล



รูปที่ 3. หน้าต่าง 2 Proportions - Option

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	2	20287	0.000099
2	11	20287	0.000542

Difference = p (1) - p (2)

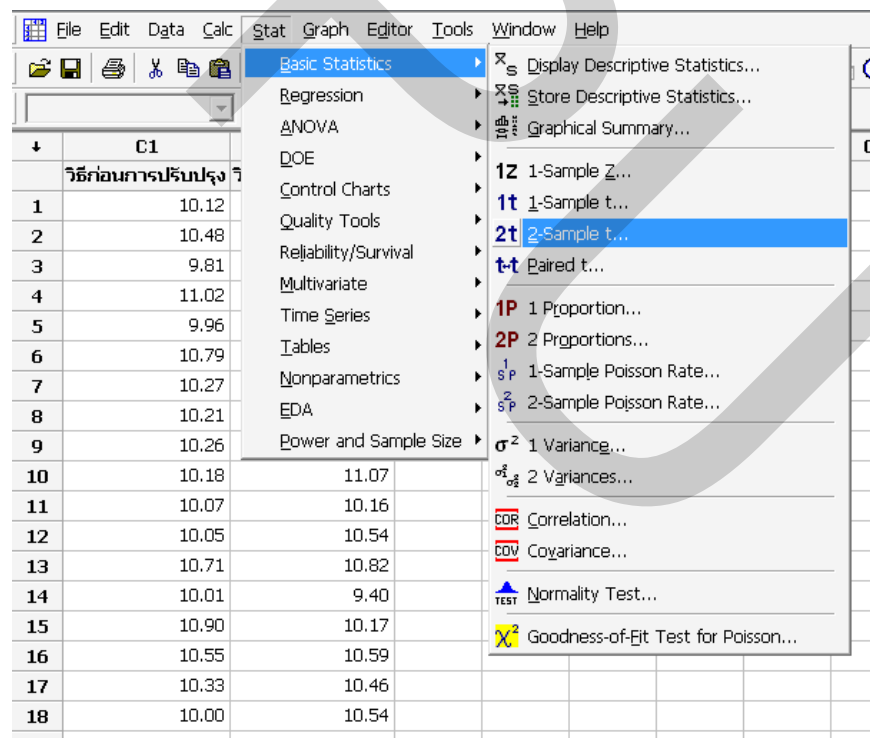
Estimate for difference: -0.000443634

95% upper bound for difference: -0.000151368

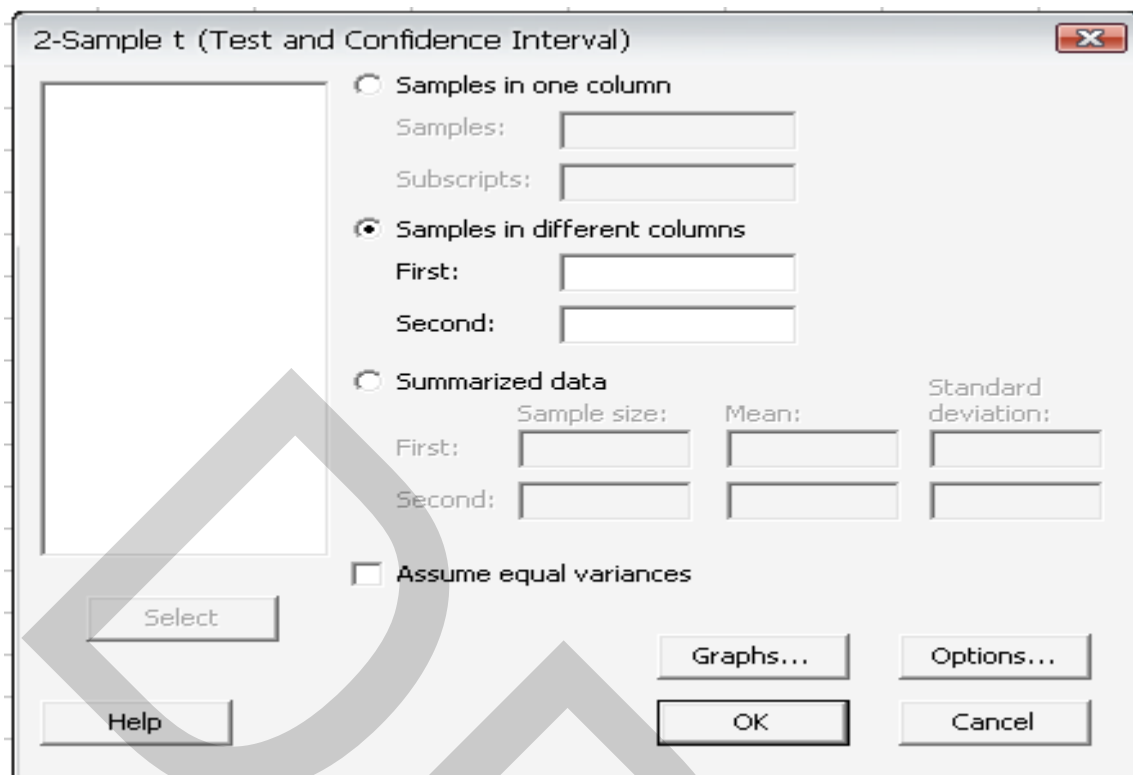
Test for difference = 0 (vs < 0): Z = -2.50 P-Value = 0.006

รูปที่ 4. ผลการคำนวณค่าทางสถิติ

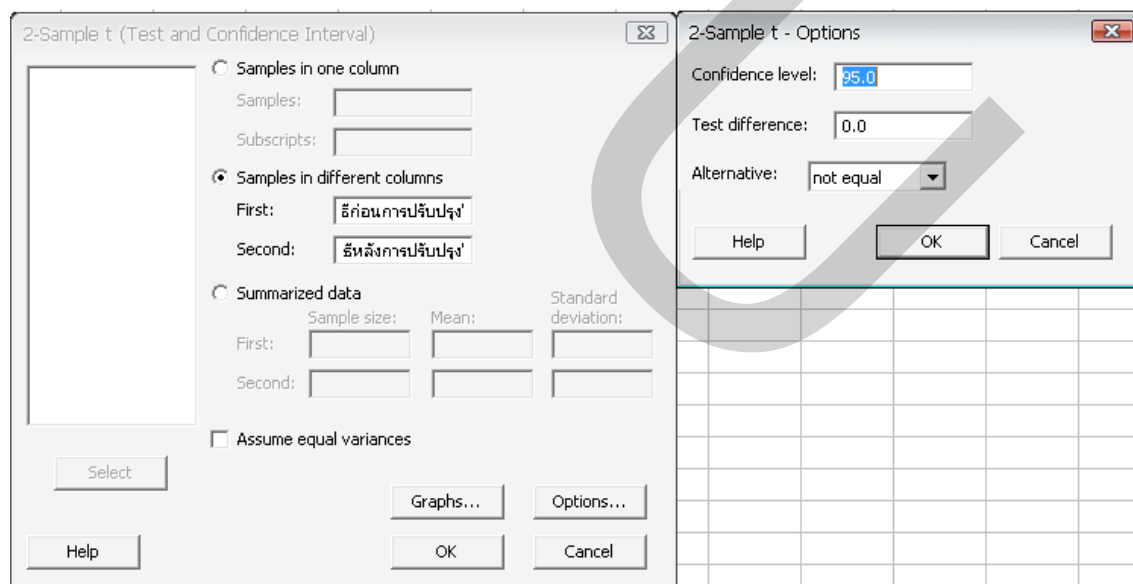
2. เริ่มต้นเปิดโปรแกรม MINITAB เลือกเมนู Stat > Basic Statistics > 2t 2-Sample t... จากนั้นป้อนข้อมูลตัวแปรที่ต้องการ แล้วเลือก Confidence level, Test difference, Alternative แล้วคลิก OK โดยแสดงรูปการใช้ไว้ในรูปที่ ค.5 รูปที่ ค.6 รูปที่ ค.7 และ รูปที่ ค.8 ตามลำดับ



รูปที่ 5. การเลือกใช้ 2t 2-Sample t



รูปที่ 6. หน้าต่างการป้อนข้อมูล



รูปที่ 7. หน้าต่าง 2t 2-Sample t

Two-Sample T-Test and CI: วิธีก่อนการปรับปรุง, วิธีหลังการปรับปรุง

Two-sample T for วิธีก่อนการปรับปรุง vs วิธีหลังการปรับปรุง

	N	Mean	StDev	SE Mean
วิธีก่อนการปรับปรุง	30	10.274	0.361	0.066
วิธีหลังการปรับปรุง	30	10.374	0.544	0.099

Difference = μ (วิธีก่อนการปรับปรุง) - μ (วิธีหลังการปรับปรุง)

Estimate for difference: -0.100

95% CI for difference: (-0.339, 0.138)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0.84 P-Value = 0.404 DF = 58

Both use Pooled StDev = 0.4614

รูปที่ 8. ผลการคำนวณค่าทางสถิติ

ภาคผนวก ง

ตารางแผนการซักร้อยของมาตรฐาน MIL-STD-105E

ขนาดของลวดหรือแนบ	ระดับการตรวจสอบพิเศษ				ระดับการตรวจสอบทั่วไป		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 - 8	A	A	A	A	A	A	B
9 - 15	A	A	A	A	A	B	C
16 - 25	A	A	B	B	B	C	D
26 - 50	A	B	B	C	C	D	E
51 - 90	B	B	C	C	C	E	F
91 - 150	B	B	C	D	D	F	G
151 - 280	B	C	D	E	E	G	H
281 - 500	B	C	D	E	F	H	J
501 - 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 - 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 - 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 - 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 - 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 - 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 - มากกว่าขึ้นไป	D	E	H	K	N	Q	R

ภาพที่ 1. อักษรรหัสสำหรับขนาดลวดตัวอย่าง

AQL (การตรวจสอบแบบปกติ)

อักษร รหัส ขนาด สิ่งตัว อย่าง	ขนาด สิ่งตัว อย่าง	AQL (การตรวจสอบแบบปกติ)																										
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
B	3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
C	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
D	8	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
E	13	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
F	20	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
G	32	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
H	50	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
J	80	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
K	125	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
L	200	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
M	315	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
N	500	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
P	800	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
Q	1250	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
R	2000	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	

- ⇨ - ใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่างแบบแรกได้ลูกศร ถ้าขนาดสิ่งตัวอย่างเท่ากับหรือใหญ่กว่าขนาดของสองหรือแบบ ให้ตรวจสอบแบบ 100%
- ⇩ - ใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่างแบบแรกเหนือลูกศร
- Ac - ตัวเลขแห่งการยอมรับ
- Re - ตัวเลขแห่งการปฏิเสธ

ภาพที่ 2. แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดียวแบบปกติ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	จักรกริช ดินชื่น
ประวัติการศึกษา	ปี 2539 สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคลอง 6
ประวัติการทำงานปัจจุบัน	ตำแหน่งผู้จัดการส่วนวิศวกร โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ บริษัท Stars Micro Electronic Thailand Co.,Ltd