# การปรับปรุงแผนการสุ่มตรวจรับเข้าวัตถุดิบ
# กรณีศึกษา: กระบวนการตรวจรับชิ้นส่วนไดซ์ของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

# AN IMPROVEMENT OF MATERIAL INCOMING INSPECTION SAMPLING PLAN
# A CASE STUDY: AN INCOMING INSPECTION OF DICE MATERIAL FOR AN ELECTRONICS INDUSTRY

บัณฑิต วงศ์ทอง
BUNDID WONGTONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พ.ศ. 2552

การปรับปรุงแผนการสุ่มตรวจรับเข้าวัตถุดิบ
กรณีศึกษา: กระบวนการตรวจรับชิ้นส่วนไดซ์ของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

บัณฑิต วงศ์ทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พ.ศ. 2552

# AN IMPROVEMENT OF MATERIAL INCOMING INSPECTION SAMPLING PLAN
# A CASE STUDY: AN INCOMING INSPECTION OF DICE MATERIAL FOR
# AN ELECTRONICS INDUSTRY

BUNDID  WONGTONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
IN INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT OF INDUSTRIAL
ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI
2009

# ใบรับรองวิทยานิพนธ์

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**

---

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** การปรับปรุงแผนการสุ่มตรวจรับเข้าวัตถุดิบ กรณีศึกษา: กระบวนการตรวจรับชิ้นส่วนไดซ์ของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

AN IMPROVEMENT OF MATERIAL INCOMING INSPECTION SAMPLING PLAN

A CASE STUDY: AN INCOMING INSPECTION OF DICE MATERIAL FOR AN ELECTRONICS INDUSTRY

**ชื่อนักศึกษา** นายบัณฑิต วงศ์ทอง

**รหัสประจำตัว** 115070404017-1

**ปริญญา** วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา** วิศวกรรมอุตสาหการ

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร

**วัน เดือน ปี ที่สอบ** 12 พฤษภาคม 2552

**สถานที่สอบ** คณะวิศวกรรมศาสตร์

**คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์**

.................................................................. ประธานกรรมการ

(ดร.อรรคเจตต์ อภิขจรศิลป์)

.................................................................. กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร)

.................................................................. กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวกร อ่างทอง)

.................................................................. กรรมการ

(ดร.ระพี กาญจนะ)

..................................................................

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย หิรัญวโรดม)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการค้นคว้าและวิจัยขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้นงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและข้อความต่างๆในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมานำเสนอในชื่อข้าพเจ้า

บัณฑิต วงศ์ทอง

COPYRIGHT © 2009 ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2552
FACULTY OF ENGINEERING คณะวิศวกรรมศาสตร์
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI มหาวิทยาลัยเทคโนโลยาชมงคลธัญบุรี

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การปรับปรุงแผนการสุ่มตรวจรับเข้าวัตถุดิบ กรณีศึกษา: กระบวนการตรวจรับชิ้นส่วนไดซ์ของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ |
| **นักศึกษา** | นายบัณฑิต วงศ์ทอง |
| **รหัสประจำตัว** | 115070404017-1 |
| **ปริญญา** | วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมอุตสาหการ |
| **พ.ศ.** | 2552 |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร |

## บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงแผนการสุ่มตรวจรับเข้าชิ้นส่วนไดซ์ ณ โรงงานตัวอย่างโดยการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้เทคนิคของเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ที่ทำให้ระบบการตรวจสอบของแผนกตรวจรับวัตถุดิบ (Incoming Quality Control, IQC) ซึ่งในปัจจุบันไม่สามารถสกัดของเสียได้ทั้งหมด รวมถึงนำเสนอวิธีการสุ่มตัวอย่างที่จะทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบเพื่อไม่ให้มีของเสียถูกนำเข้ามาในกระบวนการผลิต ซึ่งการสุ่มตัวอย่างในปัจจุบันจะสุ่มตัวอย่างของไดซ์ทั่วทั้งเวเฟอร์ ซึ่งการสุ่มตรวจทั่วทั้งเวเฟอร์นั้นมีโอกาสที่จะตรวจจับจำนวนของเสียได้ไม่เหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พิจารณาปรับปรุงแผนการสุ่มตรวจ และกระบวนการสุ่มโดยอ้างอิงจากมาตรฐาน MIL-STD-105E และระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (Acceptable Quality Level, AQL) ซึ่งจะทำให้มีโอกาสที่จะพบของเสียมากกว่าการสุ่มตัวอย่างทั่วทั้งเวเฟอร์อย่างที่ปฏิบัติอยู่ในปัจจุบันซึ่งทำให้มีโอกาสที่จะสกัดกั้นของเสียไม่ให้ถูกนำเข้ามาในกระบวนการผลิต ซึ่งพบว่าหลังจากการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่นั้นสามารถลดของเสียที่หลุดเข้ากระบวนการผลิตจาก 0.43% ไปเป็น 0.21% และสามารถลดสัดส่วนของเสียที่เกิดหลังจากการทดสอบขั้นสุดท้ายจาก 10 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว ไปเป็น 6 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว และจากผลที่เกิดขึ้นนั้นยังสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้ถึง 213,052 บาทต่อเดือน หรือสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 51.03% ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญในการลดต้นทุนการผลิตและทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพมากขึ้น

คำสำคัญ: แผนการสุ่มตัวอย่าง, เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด, ของเสียเป็นศูนย์, ตัวต่อหนึ่งล้านตัว

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | AN IMPROVEMENT OF MATERIAL INCOMING INSPECTION SAMPLING PLAN A CASE STUDY: AN INCOMING INSPECTION OF DICE MATERIAL FOR AN ELECTRONICS INDUSTRY |
| **Student Name** | Mr. Bundid Wongtong |
| **Student ID** | 115070404017-1 |
| **Degree Award** | Master of Engineering |
| **Study Program** | Industrial Engineering |
| **Year of Achievement** | 2009 |
| **Thesis Advisor** | Assistant Professor Dr. Natha Kuptasthien |

## Abstract

This research focuses on the material incoming inspection sampling plans to reduce leakages of defective dice materials at an example factory. Record of Incoming Quality Control section (IQC) shows that the existing sampling plans could not detect all defective parts efficiently. To solve this problem, a new set of sampling plans and their implementing procedures is created upon the MIL-STD-105E standard and acceptable quality level (AQL). The comparison of the performance between the existing and new sampling plans is used to validate the outcome. The new sampling plans can reduce the defective parts from 0.43% to 0.21% and reduce the defectives ration after final test from 10 parts per million (10 ppm) to 6 parts per million (6 ppm) and make a cost down by 213,052 baht a month or 51.03% cost reduction. This research results cost reduction as well as product quality improvement.

Keywords: sampling plan, 7 QC tools, zero defect, part per million

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้เนื่องด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์, ผศ.ดร.ศิวกร อ่างทอง ,ดร.ระพี กาญจนะ และดร.อรรคเจตต์ อภิขจรศิลป์ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้แนวคิด ข้อคิดเห็นต่างๆ และตรวจสอบข้อบกพร่อง อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้จนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณบริษัทตัวอย่าง และ พนักงานที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนในด้านข้อมูลสำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน ให้กำลังใจ และสนับสนุนจนสำเร็จการศึกษา รวมไปถึงครูอาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอนจนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

บัณฑิต วงศ์ทอง

12 พฤษภาคม 2552

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

# สารบัญ

| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญรูป | ช |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ | ฌ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 2 |
| 1.3 สมมุติฐานการวิจัย | 3 |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย | 3 |
| 1.5 วิธีดำเนินการวิจัย | 3 |
| 1.6 แผนการดำเนินการวิจัย | 4 |
| 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 4 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 6 |
| 2.1 แนวคิดพื้นฐานในเรื่องการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ | 5 |
| 2.2 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) | 7 |
| 2.3 การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ | 8 |
| 2.4 การชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ | 11 |
| 2.5 ประวัติและขอบเขตของมาตรฐาน MIL-STD-105E | 13 |
| 2.6 นิยามคำศัพท์ และความต้องการโดยทั่วไปของมาตราฐาน MIL-STD-105E | 16 |
| 2.7 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด ( 7 QC Tools) | 27 |
| 2.8 8 ดี (8 Discipline, 8D) เทคนิคเพื่อการแก้ไขปัญหา และป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ | 36 |
| 2.9 การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ | 37 |
| 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 38 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย | 41 |
| 3.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของแผนกตรวจรับวัตถุดิบ (Incoming quality control, IQC) ของโรงงานตัวอย่างในปัจจุบัน | 42 |

**สารบัญ (ต่อ)**


| | หน้า |
|---|---|
| 3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง และศึกษาผลกระทบ | 47 |
| 3.3 วิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ | 47 |
| 3.4 เสนอวิธีการปรับปรุง | 50 |
| 3.5 ยืนยันผลการปรับปรุง | 50 |
| 3.6 ทดลองนำไปใช้งานจริง | 50 |
| 3.7 เก็บข้อมูลหลังจากนำวิธีที่ทำการปรับปรุงไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง | 50 |
| 3.8 นำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่ | 50 |
| 3.9 กำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน | 51 |
| บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย | 52 |
| 4.1 ผลวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ | 52 |
| 4.2 วิธีการปรับปรุงการสุ่มตรวจไดซ์ | 57 |
| 4.3 ผลการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจไดซ์ | 58 |
| 4.4 ยืนยันผลการปรับปรุง โดยทำการทดสอบสมมุติฐาน | 59 |
| 4.5 ทดลองนำไปใช้งานจริง และเก็บข้อมูลหลังจากนำวิธีที่ทำการปรับปรุง ไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง | 61 |
| 4.6 นำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่ | 62 |
| 4.7 กำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน | 62 |
| บทที่5 สรุป อภิปรายผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ | 63 |
| 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน | 63 |
| 5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน | 65 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ | 65 |
| เอกสารอ้างอิง | 67 |
| ภาคผนวก | |
| ก คู่มือการปฏิบัติงานการสุ่มตรวจไดซ์ | 68 |
| ข เวเฟอร์ไดซ์ และ เวฟอร์ย่อย | 75 |
| ค ขั้นตอนการใช้โปรแกรม | 77 |
| ง ตารางแผนการชักตัวอย่างของมาตราฐาน MIL-STD-105E | 83 |
| จ ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ | 86 |
| ประวัติผู้เขียน | 98 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 2.1 เปรียบเทียบประเภทของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ | 10 |
| 2.2 แปลงค่า AQL | 22 |
| 2.3 สัดส่วนยอดขายรถยนต์ | 31 |
| 2.4 ระดับความรู้ของพนักงานในการใช้เครื่องมือคุณภาพ | 32 |
| 3.1 สัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมดหลังจากทำการทดสอบ 100% ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2551 | 47 |
| 3.2 สัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบ ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2551 | 47 |
| 3.3 ปริมาณของเสียแต่ละช่วงของเวเฟอร์ และปริมาณของเสียเฉลี่ย | 49 |
| 4.1 ปริมาณของเสียแต่ละช่วงของเวเฟอร์ และปริมาณของเสียเฉลี่ยในแต่ละช่วง | 54 |
| 4.2 ผลการสุ่มตรวจก่อน- หลังปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจ | 58 |
| 4.3 เวลาในการสุ่มตรวจก่อน- หลังปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจ | 59 |
| 4.4 ผลลัพธ์ของการนำไปใช้จริง และผลการทดสอบขั้นสุดท้าย | 62 |

## สารบัญรูป


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| 1.1 เวเฟอร์ และไดซ์ | 1 |
| 2.1 แผนการตรวจสอบแบบคัดเลือก | 8 |
| 2.2 แผนการตรวจสอบผลงานแบบวงจรเปิด | 8 |
| 2.3 แผนการตรวจสอบผลงานแบบวงจรปิด | 9 |
| 2.4 กระบวนการของการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ | 11 |
| 2.5 ประเภทของแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ | 12 |
| 2.6 กฎการสับเปลี่ยนตามมาตรฐาน MIL-STD-105E | 25 |
| 2.7 ตัวอย่างแผนผังพาเรโต | 29 |
| 2.8 เปอร์เซ็นต์การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย | 30 |
| 2.9 การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย | 30 |
| 2.10 สัดส่วนยอดขายรถยนต์ | 31 |
| 2.11 ระดับความรู้ของพนักงานในการใช้เครื่องมือคุณภาพ | 32 |
| 2.12 โครงสร้างของผังก้างปลา | 33 |
| 2.13 แบบปกติ (Normal Distribution) | 35 |
| 2.14 แบบแยกเป็นเกาะ (Detached Island Type) | 35 |
| 2.15 แบบระฆังคู่ (Double Hump Type) | 36 |
| 2.16 แบบฟันปลา (Serrated Type) | 36 |
| 2.17 แบบหน้าผา (Cliff Type) | 36 |
| 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย | 41 |
| 3.2 ขั้นตอนการผลิตสินค้าของโรงงานตัวอย่าง | 42 |
| 3.3 เวเฟอร์ และไดซ์ | 44 |
| 3.4 ลักษณะเวเฟอร์ย่อย และตำแหน่งที่หยิบไดซ์ในแต่ละเวเฟอร์ย่อย | 44 |
| 3.5 ผังการไหลของขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบ | 46 |
| 3.6 แผนผังเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) | 48 |
| 3.7 การแบ่งเวเฟอร์ออกเป็นช่วง ๆ | 49 |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์ด้วยแผนผังเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) | 52 |
| 4.2 การแบ่งเวเฟอร์ออกเป็นช่วง ๆ | 53 |
| 4.3 จำนวนของเสียแต่ละเวเฟอร์ | 55 |

**สารบัญรูป (ต่อ)**

รูปที่ หน้า


4.4 จำนวนของเสียเฉลี่ย 55

4.5 เปอร์เซ็นต์การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย 56

4.6 แผนภูมิพาเรโต้ 56

4.7 ตำแหน่งตรวจสอบไดซ์ก่อนการปรับปรุง 57

4.8 ตำแหน่งตรวจสอบไดซ์หลังการปรับปรุง 57

4.9 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB 60

4.10 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB 61

5.1 ตำแหน่งตรวจสอบไดซ์หลังการปรับปรุง 64

# 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 |

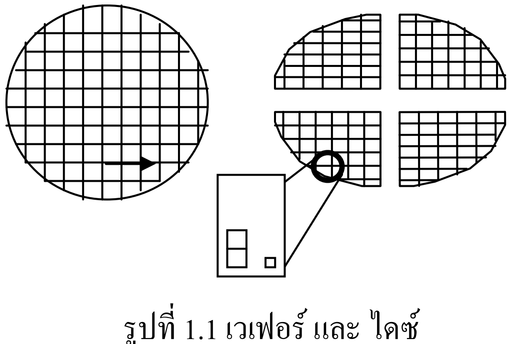
# บทที่ 1
# บทนำ

## 1. 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การใช้ระบบการตรวจรับวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบทุกชนิดที่จะนำมาใช้ผลิตสินค้าในกระบวนการผลิต ซึ่งในทางปฏิบัติไม่สามารถตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบได้ 100% ดังนั้นจึงจะต้องมีการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบเพื่อป้องกันไม่ให้ของเสีย (Defect) เข้าไปในสายการผลิต แต่ปัจจุบัน ณ โรงงานตัวอย่าง ยังพบว่ามีของเสียที่ผ่านการสุ่มตัวอย่างจากแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ (Incoming Quality Control, IQC) เข้าไปยังสายการผลิต ซึ่งอาจเกิดจากแผนการสุ่มตัวอย่าง หรือวิธีการตรวจสอบไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงต้องมีการทิ้ง (Scrap) ชิ้นงานที่ได้ผลิตแล้ว และอาจต้องนำ วัตถุดิบที่ผ่านการสุ่มตัวอย่างแล้ว มาทำการคัดเลือกเพื่อแยกงานดี และงานเสียอีกครั้ง ซึ่งนอกจากจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แล้วยังทำให้มีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น

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

จากการสุ่มตัวอย่างของวัตถุดิบหลักของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งก็คือไดซ์ในปัจจุบัน จะแบ่งออกเป็นการตรวจสอบลักษณะภายนอก ซึ่งจะตรวจภายใต้กล้องกำลังขยาย และการตรวจสอบคุณสมบัติทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะต้องมีการจ่ายศักดาไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าแล้วจะทำให้ได้ผลลัพธ์ (Output) ออกมาตามความต้องการของลูกค้า ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือวัดเฉพาะ สำหรับไดซ์จะมีลักษณะเป็นแผ่นเวเฟอร์ โดยจะมีไดซ์อยู่ประมาณ 12,000 ตัวต่อลอต และจะทำการแบ่งออกเป็นเวเฟอร์ย่อย ๆ ดังนั้น ใน 1 ลอต จะมีอยู่หลายเวเฟอร์ย่อย ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 เวเฟอร์ และ ไดซ์

การตรวจสอบคุณสมบัติการใช้งานของไดซ์ ณ ปัจจุบันนั้นยังคงพบของเสียที่หลุดเข้ามายังสายการผลิตเป็นจำนวนมาก เมื่อทำการประกอบเป็นสินค้าแล้วท้ายที่สุดไม่สามารถผ่านกระบวนการทดสอบขั้นสุดท้าย ทำให้เกิดความสูญเสีย ซึ่งกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการผลิต และอาจจะเกิดปัญหาคุณภาพเมื่อส่งสินค้าที่ผลิตโดยไดซ์ที่เป็นของเสีย เนื่องจากไดซ์ที่เป็นของเสียจะแสดงผลทันทีหรืออาจจะแสดงผลหลังจากที่ลูกค้าได้นำไปใช้งานระยะหนึ่ง จึงเป็นผลให้เกิดความเสียหายต่อลูกค้า ซึ่งในปัจจุบันคุณภาพของสินค้าเป็นเรื่องที่สำคัญมากต่อธุรกิจ เนื่องจากคู่แข่งทางอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีเป็นจำนวนมาก ทำให้มีการแข่งขันทั้งในเรื่องของราคา และคุณภาพ ดังนั้นในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จึงจะต้องผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง ในขณะเดียวกันต้องผลิตที่ต้นทุนที่ต่ำที่สุดอีกด้วย

จากข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ซึ่งแสดงสัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเกิดของเสียโดยเฉลี่ย 0.43 % โดยเมื่อคิดเป็นปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นได้ข้อมูลดังนี้

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

วัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการตรวจรับไปนั้น ยังคงเห็นของเสียหลุดรอดเข้ากระบวนการผลิตไปจนแล้วเสร็จ เมื่อทำการตรวจครั้งสุดท้ายก่อนส่งมอบให้ลูกค้ายังตรวจพบของเสียหรือผ่านการตรวจสอบแบบกึ่งดีกึ่งเสีย นอกจากนั้นบางส่วนแสดงปัญหาหลังจากการใช้งานก่อให้เกิดการร้องเรียนจากลูกค้าเพื่อเปลี่ยนสินค้า 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

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการสุ่มตัวอย่างและ วิธีการตรวจสอบสำหรับวัตถุดิบหลัก (ไดซ์,Dice) ของโรงงานตัวอย่าง

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้แผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ไม่สามารถสกัด ของเสียได้โดยใช้ เทคนิค 7 QC Tools

1.2.3 เพื่อเสนอวิธีการสุ่มตัวอย่างที่สามารถทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบสามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบที่เป็นของเสียไม่ให้ผ่านไปสู่กระบวนการผลิตได้

## 1.3 สมมุติฐานการวิจัย

การหาสาเหตุปัญหาของระบบตรวจสอบคุณภาพ และการปรับปรุงระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ สามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและสามารถตรวจจับของเสียไม่ให้ผ่านไปสู่กระบวนการผลิตได้

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาเฉพาะแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ณ โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งครอบคลุมขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง วิธีการตรวจสอบวัตถุดิบ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการติดต่อประสานงานกับผู้ผลิต ( Supplier) ในการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปยังวัตถุดิบตัวหลักในโรงงาน ซึ่งเป็นตัวที่สำคัญและเกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณภาพ โดยจะศึกษาเฉพาะไดซ์ (Dice) เท่านั้น

## 1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาแนวความคิด และทฤษฎีของการสุ่มตัวอย่าง แนวความคิดเกี่ยวกับระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (Acceptable Quality Level, AQL) และแผนการสุ่มตัวอย่าง MIL-STD-105E

1.5.2 ศึกษาระบบของแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ การสุ่มตัวอย่าง วิธีการตรวจสอบวัตถุดิบและ ของเสียที่พบในสายการผลิตซึ่งผ่านการสุ่มตัวอย่าง

1.5.3 วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ระบบของแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ไม่สามารถสกัดของเสียได้ด้วยเทคนิค 7 QC Tools

1.5.4 เสนอวิธีการปรับปรุงการสุ่มตัวอย่างที่จะทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบสามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบให้ปราศจากของเสีย

1.5.5 กำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน

## 1.6 แผนการดำเนินการวิจัย

| ขั้นตอนการดำเนินงาน | ก.ย. 51 | ต.ค. 51 | พ.ย. 51 | ธ.ค. 51 | ม.ค. 52 | ก.พ. 52 | มี.ค. 52 | เม.ย. 52 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี | ↔ | | | | | | | |
| 2. ศึกษาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบในปัจจุบัน | | ↔ | | | | | | |
| 3. ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นในสายการผลิต | | ↔ | ↔ | | | | | |
| 4. วิเคราะห์หาสาเหตุ | | | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | | |
| 5. ศึกษาหาวิธีปรับปรุงและ สรุปผล | | | | | | ↔ | ↔ | ↔ |
| 6. จัดรูปเล่ม | | | | | | | | ↔ |

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 เสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่าง แผนการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการตรวจสอบที่ถูกต้อง

1.7.2 ทำให้สามารถตรวจสอบวัตถุดิบและสกัดไม่ให้ของเสียผ่านเข้าไปในสายการผลิตซึ่งทำให้สามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ และลดต้นทุนการผลิต

1.7.3 ลดการสูญเสียเวลาและค่าใช้จ่ายจากการที่จะต้องนำวัตถุดิบที่ผ่านการสุ่มตัวอย่าง มาทำการ ตรวจซ้ำอีกครั้ง หลังจากพบว่ามีของเสียเข้าไปในสายการผลิต

1.7.4 ก่อให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบอย่างต่อเนื่อง สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดี เป็นที่พึงพอใจต่อลูกค้าในสภาวะการณ์ที่มีการแข่งขันที่ค่อนข้างสูงในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

# บทที่ 2
# วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 แนวคิดพื้นฐานในเรื่องการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพ การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับเป็นการตรวจสอบเพื่อรับหรือปฏิเสธวัตถุดิบที่จะนำเข้าสู่กระบวนการผลิต หรือเพื่อการตัดสินใจส่งสินค้าไปให้ลูกค้า การตรวจสอบจะทำโดยวิธีการชักตัวอย่างจากของที่ส่งมา แล้วทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพตามที่กำหนด จากผลของการตรวจสอบตัวอย่างจึงตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธวัตถุดิบทั้งหมด [1, 2]

วัตถุประสงค์ของการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับนั้นก็เพื่อตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือ ปฏิเสธของที่ส่งมา วัตถุประสงค์อีกประการหนึ่งคือ กำหนดแนวทาง หรือวิธีการคำนวณความเสี่ยงในการยอมรับวัตถุดิบที่มีคุณภาพที่กำหนดการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับมิได้ใช้เพื่อการควบคุมคุณภาพโดยตรง การควบคุมคุณภาพสินค้าเป็นหน้าที่ของแผนภูมิควบคุม กล่าวโดยสรุป วัตถุประสงค์ของการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับมีวัตถุประสงค์ คือ

1. เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสินค้า มิใช่เพื่อประมาณระดับคุณภาพสินค้า

2. แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ มิใช่วิธีการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตโดยตรง แต่เป็นแผนที่ใช้เพื่อการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสินค้าในล็อตที่ส่งเข้ามา ถึงแม้ว่าสินค้าทุกล็อตจะมีระดับคุณภาพเท่ากัน แต่ผลของการชักตัวอย่างจะยอมรับบางล็อต และบางล็อตจะถูกปฏิเสธ ทั้งที่ล็อตที่รับการยอมรับก็มิได้มีระดับคุณภาพดีกว่าล็อตที่ถูกปฏิเสธ

3.วิธีใช้แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับที่มีประสิทธิผลคือ อย่าใช้เพื่อการกำหนดระดับคุณภาพของสินค้าแต่ใช้เพื่อการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่า ผลผลิตที่ได้สอดคล้องกับข้อกำหนดที่ต้องการ

โดยทั่วไปการตัดสินรับวัตถุดิบจากผู้ขายเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิตอาจทำได้ 3 วิธี คือ

1. รับโดยไม่ต้องตรวจสอบเลย

2. ตรวจพินิจทุกชิ้นหรือตรวจทั้งหมด 100% แล้วคัดของเสียคืนผู้ขาย หรือซ่อมแซมก่อนนำไปใช้

3. ชักตัวอย่างโดยอาศัยแผนชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ แล้วตัดสินใจรับเฉพาะล็อตที่ผ่านตามกฎเกณฑ์เท่านั้น ส่วนล็อตที่ไม่ผ่านตามกฎเกณฑ์อาจส่งคืนผู้ขาย หรือทำการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อคัดชิ้นที่เสียออก

การรับโดยไม่ต้องตรวจสอบเหมาะสำหรับกรณีที่สินค้าที่ส่งมามีของเสียน้อย ซึ่งอาจได้จากกระบวนการผลิตที่ดี หรือจากผู้ที่ทำการคัดของเสียออกแล้วก่อนส่งสินค้ามาให้ ตัวอย่างเช่น ถ้าผู้ขายมีกระบวนการผลิตที่มีค่าอัตราส่วนสมรรถภาพกระบวนการ (Process Capability Ratio, PCR) เป็น 3 หรือ 4 ก็ไม่มีประโยชน์อะไรที่จะต้องทำการตรวจสอบ สินค้าที่ส่งมา ส่วนการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์มักใช้กับกรณีที่วัตถุดิบ ที่นำมาใช้ไม่ได้มาตรฐาน จะส่งผลถึงความเสียหายอย่างรุนแรง หรือก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายสูง หรือเมื่อสมรรถภาพกระบวนการของผู้ขายไม่ดีพอ ส่วนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับจะใช้กับกรณีดังต่อไปนี้คือ

1. เมื่อการทดสอบเป็นแบบทำลาย ซึ่งจะทำให้การตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำลายของทั้งหมด

2. เมื่อการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับความเสียหายที่จะมีวัตถุดิบ ที่ไม่ได้คุณภาพผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิต

3. เมื่อมีของที่เหมือนกันจำนวนมาที่ต้องการตรวจสอบ การใช้แผนชักตัวอย่างที่ดีจะทำให้ได้ผลดีเทียบเท่ากับการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่มีต้นทุนการตรวจสอบต่ำกว่า

4. เมื่อไม่รู้ระดับคุณภาพสินค้าของผู้ขาย

5. เมื่อไม่ได้ใช้วิธีการตรวจสอบแบบอัติโมมัติ

6. เมื่อการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เสียเวลารอคอยกว่าจะรู้ผลอาจไม่ทันต่อการผลิตหรือการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า

7. เมื่อผู้ขายมีประวัติที่ดีในการผลิตสินค้าตรงตามข้อกำหนด และผู้ซื้อต้องการลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบวัตถุดิบ

8. เมื่อผู้ขายมีประวัติที่ดีในการผลิตสินค้าตรงตามข้อกำหนดแต่เพราะความเสียหายจากการรับวัตถุดิบที่ไม่ตรงตามข้อกำหนดก่อให้เกิดปัญหาที่รุนแรงผู้ซื้อจึงต้องอาศัยการตรวจสอบ โดยวิธีชักตัวอย่างแทนการยอมรับโดยไม่ต้องตรวจสอบ

การชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ จัดได้ว่าเป็นทางสายกลางระหว่างการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์และการยอมรับโดยไม่ตรวจสอบเลย นอกจากนี้การชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ ยังเป็นแนวทางอย่างสำคัญในการเปลี่ยนไปใช้วิธีการตรวจพินิจ 100 เปอร์เซ็นต์ หรือยอมรับโดยไม่มีการตรวจสอบเลยก็ได้ โดยอาศัยข้อมูลจากผลการชักตัวอย่าง แม้ว่าการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับมิได้ใช้เพื่อการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต หรือสินค้าล็อตที่ผลิตโดยตรง แต่การใช้แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับกับล็อตของสินค้าอย่างต่อเนื่องจะเป็นหนทางป้องกันการผลิตสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพของผู้ผลิตและป้องกันการรับสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพของผู้บริโภค นอกจากนี้แผนชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับยังให้ข้อมูลสะสมถึงประวัติของคุณภาพจากกระบวนการผลิตหรือผู้ผลิตรายใดรายหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับไปสู่ผู้ผลิตเพื่อการพัฒนากระบวนการผลิตให้ดีขึ้นและประการสุดท้ายการใช้แผนการ

ชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับจะมีผลทางจิตวิทยาทำให้ผู้ผลิตหรือผู้ขายสินค้ามีแรงกระตุ้นให้ต้องพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตอยู่ตลอดเวลา

## 2.2 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)

ในการประกันคุณภาพที่ดีนั้น มีความจำเป็นต้องสร้างความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์และการบริการอย่างครบวงจรชีวิตซึ่งประกอบด้วย คุณภาพในการออกแบบ (Quality of Design) และคุณภาพของความถูกต้องในการผลิต (Quality of Conformance) [3] สำหรับการควบคุมคุณภาพคุณภาพของความถูกต้องในการผลิต ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ

1. การควบคุมคุณภาพของกระบวนการ (Process Quality Control; PQC) หมายถึง ระบบคุณภาพที่ให้ความสนใจกับการตรวจติดตาม (Monitoring) และการพัฒนากระบวนการผลิตโดยอาศัยการวิเคราะห์แนวโน้มและอาการของปัญหาด้านคุณภาพ

2. การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ (Acceptance Quality Control; AQC) หมายถึง ระบบคุณภาพในอันที่จะป้องกันลูกค้าจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง ตลอดจนการจูงใจและกระตุ้นให้ผู้ผลิตดำเนินการใช้ระบบการควบคุมคุณภาพของกระบวนการ ทั้งนี้ด้วยการกำหนดจำนวนตรวจสอบและเข้มงวดกับการตรวจสอบ เพื่อการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือไม่ในสัดส่วนที่สัมพันธ์โดยตรงกับความสำคัญของลักษณะคุณภาพที่ตรวจ เพื่อการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือไม่ในสัดส่วนที่สัมพันธ์โดยตรงกับความสำคัญของลักษณะคุณภาพที่ตรวจ และเป็นสัดส่วนผกผันกับความถี่ของระดับคุณภาพจากประวัติคุณภาพ

ในการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับนี้ มีความจำเป็นที่จะต้องเลือกวิธีการที่จะบรรลุจุดประสงค์ดังนี้ [6]

ก. การป้องกันผู้บริโภคจากการรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง

ข. การป้องกันผู้ผลิตจากการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ดี

ค. การกำหนดประวัติคุณภาพ

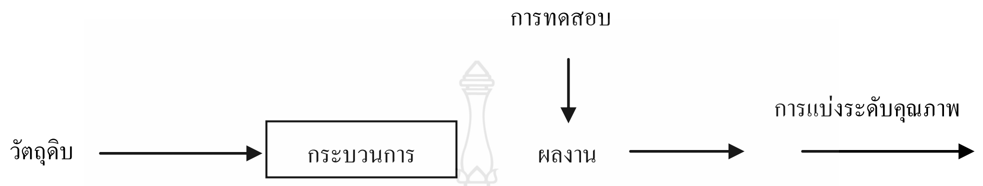
ง. การนำข้อมูลป้อนกลับเพื่อการควบคุมกระบวนการ

จ. แรงกระตุ้นทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านจิตวิทยาและด้านกุศโลบายต่อผู้ผลิตในการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิต

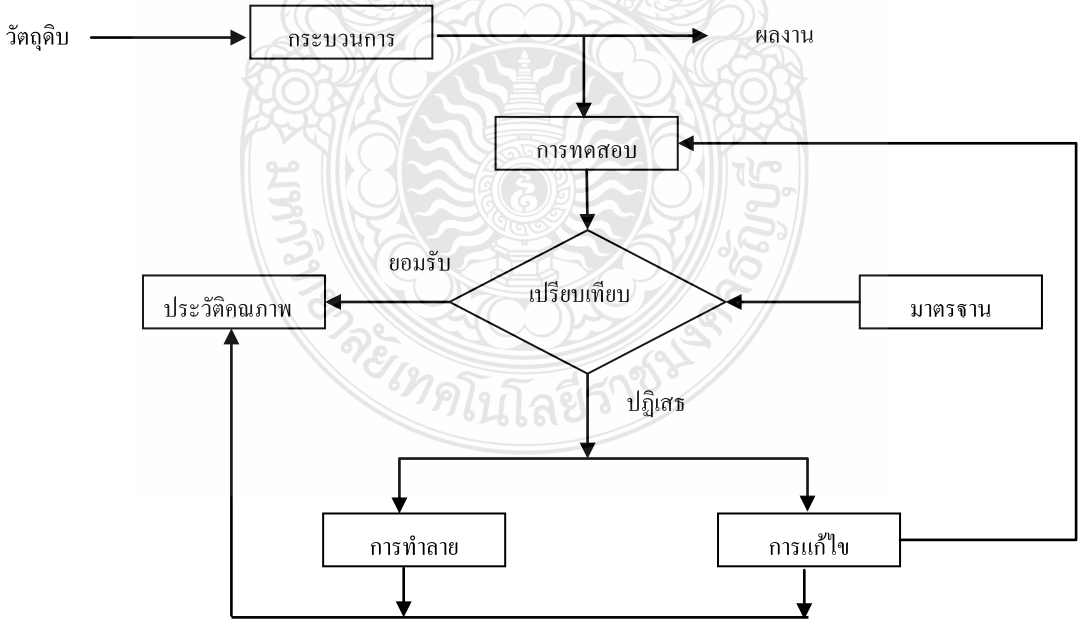
## 2.3 การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ

ในการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับนั้นเพื่อที่จะให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กล่าวในหัวข้อ 2.2 นี้จะต้องเกิดจากการกำหนดวิธีการตรวจสอบผลงานแบบวงจรปิด ดังรูปที่ 2.3 เท่านั้น สำหรับการตรวจสอบแบบคัดเลือก (Sorting) ดังรูปที่ 2.1 นั้นควรจะใช้ในกรณีที่ไม่สามารถนำข้อมูลจากการ

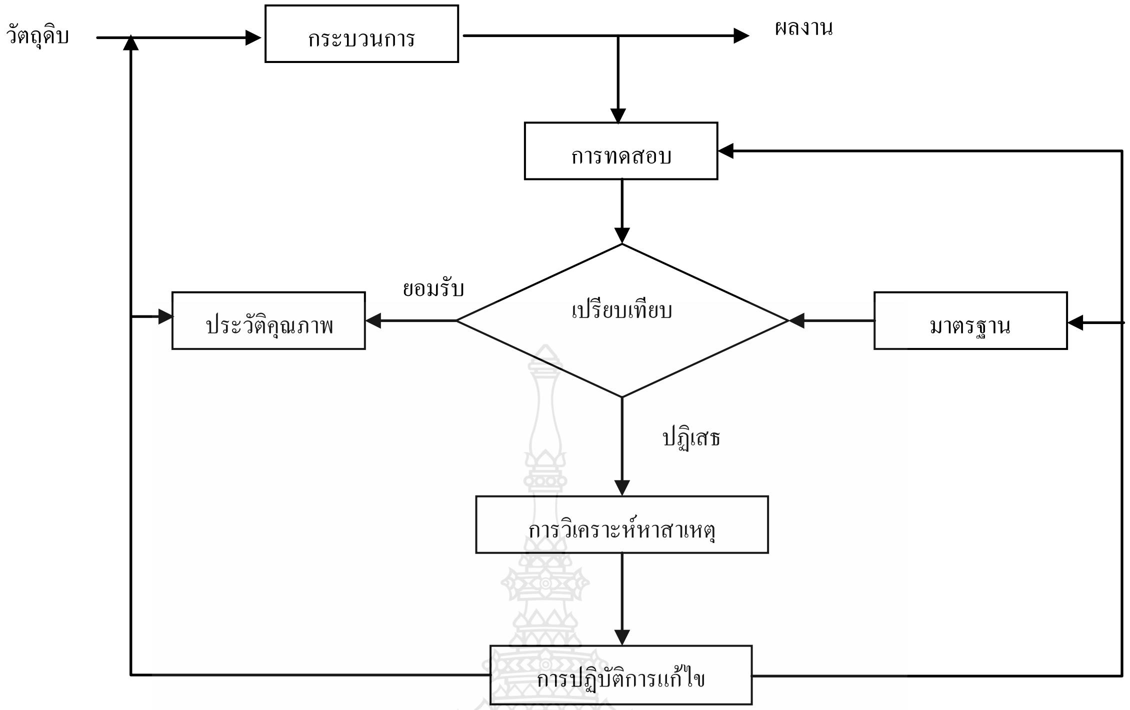
ตรวจสอบไปทำเป็นประวัติคุณภาพและ ป้อนกลับเพื่อการควบคุมคุณภาพของกระบวนการส่วนการตรวจสอบผลงานแบบวงจรเปิด ดังรูปที่ 2.2 นั้น ควรจะใช้ในกรณีที่สามารถนำข้อมูลจากการตรวจสอบไปทำเป็นประวัติคุณภาพได้ แต่ไม่สามารถป้อนกลับเพื่อการควบคุมคุณภาพของกระบวนการได้ [3]




รูปที่ 2.1 แผนการตรวจสอบแบบคัดเลือก




รูปที่ 2.2 แผนการตรวจสอบผลงานแบบวงจรเปิด




รูปที่ 2.3 แผนการตรวจสอบผลงานแบบวงจรปิด

โดยปกติ ประเภทของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับจำแนกเป็น 4 ประเภท คือ

1. การตรวจสอบแบบ 100 % หมายถึง การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทีละหน่วยทุกหน่วย

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

3. การให้คำรับรอง (Certification) หมายถึง การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับโดยการให้วิศวกรหรือสถาบันที่ลูกค้าให้การยอมรับเป็นผู้ออกใบประกาศนียบัตรรับรองคุณภาพให้ ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยยังมีสถาบันดังกล่าวไม่มากนัก และโดยส่วนใหญ่จะเป็นสถาบันภาคราชการ แต่เชื่อว่าในอนาคตจะมีสถาบันภาคเอกชนที่ทำธุรกิจด้านนี้เพิ่มมากขึ้นตามจำนวนความต้องการที่มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มมากขึ้นโดยลำดับ

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

การเลือกวิธีการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับที่เหมาะสมนั้น จะต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ โดยกำหนดจุดคุณภาพเท่ากัน (Break-even Quality) ได้จาก [7, 8]

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

$P_b$ = ระดับคุณภาพที่ทำให้วิธีการตรวจสอบคุณภาพให้ผลเหมือนกัน

I = ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบต่อหน่วย

A = ความเสียหายอันเนื่องจากข้อบกพร่องหลุดรอดจากการตรวจสอบ

โดยที่ว่า ถ้าหากทราบว่าระดับคุณภาพของล็อต (P) มีค่าต่ำกว่า $P_b$ แล้วค่าใช้จ่ายทั้งหมดจะต่ำที่สุดถ้าหากไม่มีการตรวจสอบหรือมีการตรวจสอบด้วยแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ แต่หากระดับคุณภาพของล็อต มีค่ามากกว่า $P_b$ แล้วการตรจสอบ100% จะได้ผลดีที่สุดในเชิงเศรษฐศาสตร์ ข้อดีและข้อเสียของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับทั้ง4 ประเภทนี้สามารถสรุปได้ด้วยตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบประเภทของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ

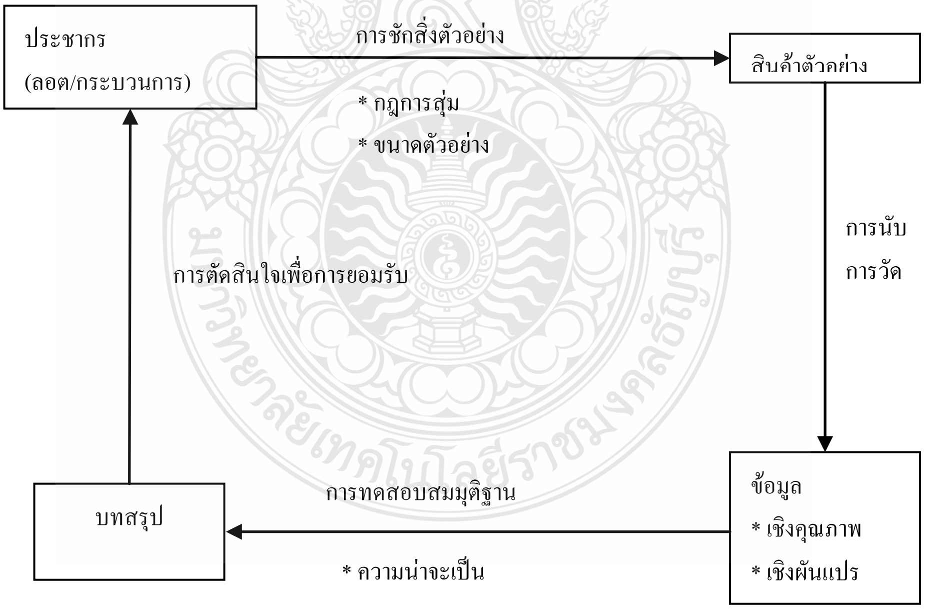
| **ประเภทของการควบคุม** | **ข้อดี** | **ข้อเสีย** |
|---|---|---|
| 1) การตรวจสอบแบบ 100% | * ในทางทฤษฎีแล้วเชื่อว่าจะเป็นวิธีที่ทำให้ได้ผลที่ปลอดข้อบกพร่อง | * ในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถประกันได้ว่าปลอดข้อบกพร่องเนื่องมาจากความล้าของพนักงานและการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์<br>* ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูงมาก |
| 2) การตรวจสอบเป็นครั้งคราว | * ใช้ได้ดีกับกรณีที่ผลการตรวจมิได้มีผลทางคุณภาพที่รุนแรงมากนัก<br>* ประหยัดที่สุด | * ผลการตรวจสอบไม่สามารถใช้อธิบายถึงคุณลักษณะของชิ้นงานทั้งหมดที่ต้องการตัดสินใจได้ |
| 3) การให้คำรับรอง | * ไม่มีปัญหาในการจัดการเนื่องจากเป็นวิธีที่ขึ้นอยู่กับความเชื่อถือที่ลูกค้ามีต่อตรา หรือคำรับรองของสถาบันที่ออกให้ | * มีความเสี่ยงต่อการทำธุรกิจ ทั้งนี้เพราะว่าคุณภาพในยี่ห้อจะมีผลอย่างมากต่อการตัดสินใจทำธุรกิจด้วยของลูกค้า |

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบประเภทของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ (ต่อ)

| ประเภทของการควบคุม | ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|---|
| 1) การตรวจสอบแบบ 100% | * ในทางทฤษฎีแล้วเชื่อว่าจะเป็นวิธีที่ทำให้ได้ผลที่ปลอดข้อบกพร่อง | * ในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถประกันได้ว่าปลอดข้อบกพร่องเนื่องมาจากความล้าของพนักงานและการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์<br>* ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูงมาก |

## 2.4 การชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

เทคนิคของการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ เป็นเทคนิคที่อาศัยการประยุกต์หลักการทางสถิติและความน่าจะเป็นในการเลือกสิ่งตัวอย่างที่ต้องการตัดสินใจ (ทางสถิติ เรียกว่า ประชากร) และอาศัยการอนุมานทางสถิติ (Statistical Inference) เพื่อการตัดสินใจโดยวิธีการทดสอบสมมุติฐาน (Test of Hypothesis) เพื่อพิจารณาว่าคุณภาพของประชากรนั้นควรได้รับการยอมรับ (Accept) หรือไม่ [3] ดังในรูปที่ 2.4



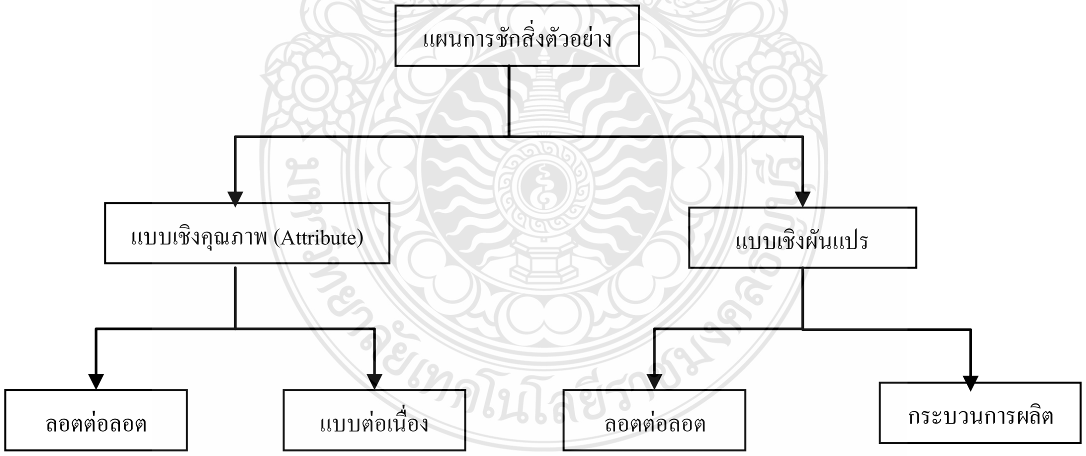

รูปที่ 2.4 กระบวนการของการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

ในยุคหลังการปฏิวัติอุตสาหกรรม ได้เริ่มมีการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) มากขึ้น กล่าวคือมีการผลิตซ้ำๆกันคราวละมากๆเรียกว่า (Lot) หรือ แบช (Batch) ดังนั้น จึงเริ่มมีการประยุกต์

หลักการทางสถิติมาใช้ 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 โดยเป็นแผนการที่ประกันด้วยพิกัดคุณภาพจ่ายออกโดยเฉลี่ย (Average Outgoing Quality Limit; AOQL) ต่อมาในปี พ.ศ. 2484 H.F. Dodge และ H.G. Romig ได้เสนอแผนการประกันคุณภาพขั้นต่ำ โดยใช้ค่า LTPD ( Lot Tolerance Percent Defective) ซึ่งต่อมาเรียกว่า แผนการ Dodge-Romig

ในยุคสงครามโลกครั้งที่ 2 ถือเป็นยุคที่มีการพัฒนาทางเทคนิคควบคุมคุณภาพด้วยสถิติมากที่สุดเพื่อกิจการด้านการผลิตอาวุธสำหรับกองทัพพันธมิตร โดยเฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเริ่มจากกรมสรรพาวุธของสหรัฐอเมริกาที่ได้ตีพิมพ์ตารางแผนการชักสิ่งตัวอย่างของ กรมสรรพาวุธ (Ordnance Sampling Table) ขึ้นในปีพ.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 แผนการชักสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการแจงนับสิ่งตัวอย่างด้วยการจำแนก (Classification) ออกตามคุณลักษณะทางคุณภาพ ซึ่งจะมีความเหมาะสมอย่างมากต่อคุณลักษณะทางคุณภาพประเภทอาศัยความรู้สึก (Sensory) และประเภทความสวยงาม (Cosmetic) และสามารถใช้ได้กับคุณลักษณะทางคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุล

ชีววิทยาที่มีความประสงค์ที่ต้องการความรวดเร็วในการตรวจสอบ กล่าวคือ มีการจำแนกออกเป็น ผ่าน (Go) กับไม่ผ่าน (No Go) เท่านั้น อย่างไรก็ตาม แผนการชักสิ่งตัวอย่างประเภทนี้มีข้อเสียที่ไม่สามารถให้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตัดสินใจมากนัก

สำหรับแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับแบบเชิงผันแปร หมายถึง แผนการชักสิ่งตัวอย่างที่อาศัยการวัดสิ่งตัวอย่าง ดังนั้น คุณลักษณะทางคุณภาพจึงต้องเป็นคุณลักษณะทางด้านเคมีกายภาพ และจุลชีววิทยา โดยแผนการชักสิ่งตัวอย่างแบบนี้จะให้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตัดสินใจได้มาก แต่ก็มีข้อเสียคือ ข้อมูลที่ใช้สำหรับแผนการชักสิ่งตัวอย่างประเภทนี้จะมีค่าใช้จ่ายและเวลาที่สูงกว่าข้อมูลประเภทเชิงคุณภาพ

## 2. 5 ประวัติและขอบเขตของมาตรฐาน MIL-STD-105E

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงประวัติของมาตรฐาน MIL-STD-105E ตลอดจนวัตถุประสงค์และขอบเขตของการใช้มาตรฐานนี้ [3]

### 2.5.1 ประวัติของมาตรฐาน

มาตรฐาน MIL-STD-105E เป็นมาตรฐานที่ประกันคุณภาพด้วยระดับ AQL ซึ่งมีจุดเริ่มต้นจากตารางแผนการชักสิ่งตัวอย่างของกรมสรรพาวุธแห่งสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2485 จากนั้นได้มีการพัฒนาแผนการดังกล่าวอีกเล็กน้อยในปี พ.ศ. 2488 โดยกลุ่มนักวิจัยด้านสถิติแห่งมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย และได้มีการพัฒนาต่อโดยกระทรวงกลาโหมแห่งสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2492 โดยใช้ชื่อว่า มาตรฐาน JAN (Joint Army Navy) 105 และในปี พ.ศ. 2493 ได้รับการเปลี่ยนชื่อเป็น MIL-STD-105A (MIL มาจาก Military หมายถึง ทหาร) พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงในรายละเอียดของมาตรฐานอีกเล็กน้อย

มาตรฐาน MIL-STD-105A ได้รับการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งเล็กน้อย ในปี พ.ศ. 2501 และปี พ.ศ. 2504 ได้มีการเปลี่ยนชื่อเป็น MIL-STD-105B และ MIL-STD-105C ตามลำดับ

ในระหว่างปี พ.ศ. 2503 ถึงปี พ.ศ. 2505 ได้มีการตั้งคณะทำงานขึ้นมาชุดหนึ่งประกอบด้วยผู้แทนจากสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และแคนนาดา โดยมี G.J Keefe เป็นประธานคณะทำงาน ทั้งนี้เพื่อทำหน้าที่ยกร่างมาตรฐานการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับสำหรับใช้รวมกันในประเทศทั้งสาม และเรียกมาตรฐานนี้ว่า ABC-STD-105 (ABC มาจากอักษรตัวแรกของประเทศทั้งสาม) และทางกระทรวงกลาโหมแห่งสหรัฐอเมริกาได้ประกาศใช้เป็นมาตรฐาน MIL-STD-105D มื่อวันที่ 29 เมษายน 2506 พร้อมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงอีกเล็กน้อยในวันที่ 1 พฤศจิกายน 2506 และวันที่ 20 มีนาคม 2507

ในปี พ.ศ.2514 สำนักมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ได้ยอมรับมาตรฐาน MIL-STD-105D เป็นมาตรฐานแห่งชาติ ภายใต้ชื่อว่า ANSI Z1.4 ต่อมาได้รับการพัฒนาแก้ไขอีกครั้งในปี พ.ศ.2524

ทางสำนักงานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน โดย ISO/TC 69 ได้มีการศึกษามาตรฐาน ANSI Z1.4 พร้อมปรับปรุงแก้ไขอีกเล็กน้อย และประกาศเป็นมาตรฐานระหว่างประเทศภายใต้ชื่อว่า ISO-2859 ในปี พ.ศ.2517

สำนักงานมาตรฐานแห่งชาติญี่ปุ่น ได้ทำการเปลี่ยนแปลงมาตรฐาน MIL-STD-105D ในส่วนของความหมายและวิธีการใช้แผนการที่ง่ายขึ้น และได้ประกาศเป็นมาตรฐานแห่งชาติ JIS Z9015 ในปี พ.ศ.2523

สำหรับประเทศไทย สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้มีการประกาศใช้มาตรฐาน มอก. 465-2527 ซึ่งมีพื้นฐานจาก ISO 2859 และ MIL-STD-105D ตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2527

จากที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่ามาตรฐานการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคุณภาพที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปในเวลานี้ล้วนแต่เป็นมาตรฐานที่มีความเหมือนกับมาตรฐาน MIL-STD-105D ทั้งสิ้น

มาตรฐาน MIL-STD-105D ได้รับการประกาศให้เปลี่ยนแปลงอีกครั้ง เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2532 โดยใช้ชื่อว่า มาตรฐาน MIL-STD-105E

**2.5.2 ความหมาย หลักการ และขอบเขต**

นิยามสำหรับแผนการชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling Plan) และแบบแผนการชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling Scheme) ไว้ ซึ่งเป็นนิยามที่กำหนดขึ้นดังนี้

แผนการชักสิ่งตัวอย่าง หมายถึง ข้อกำหนดเฉพาะของกฎเกณฑ์ (Specification of the Rules) ซึ่งใช้ในการตัดสินคุณภาพของสินค้าที่ระบุไว้

แบบแผนการชักสิ่งตัวอย่าง หมายถึง กลยุทธโดยรวม (Overall Strategy) ที่มาใช้ในการกำหนดแนวทางในการใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่าง

สำหรับระบบของการชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling System) นั้น Mitra (1993) ได้นิยามไว้สั้น ๆ แต่ได้ความหมายที่ดีมากกว่า หมายถึง บทรวม (Collection) ของแบบแผนการชักสิ่งตัวอย่าง ซึ่งใช้เป็นกฎเกณฑ์ ในการเลือกแผนการชักสิ่งตัวอย่างที่เหมาะสม

มาตรฐาน MIL-STD-105E นี้จัดได้ว่าเป็นระบบของการชักสิ่งตัวอย่าง โดยได้มีการรวบรวมแผนการชักสิ่งตัวอย่างไว้ 15 แบบแผน ซึ่งแสดงโดยใช้อักษรในภาษาอังกฤษ A ถึง R ยกเว้น I และO โดยแต่ละแบบแผนประกอบด้วยแผนการชักสิ่งตัวอย่างจำนวนมาก ขึ้นอยู่กับขนาดของ AQL ที่กำหนดและการกำหนดให้มีกฎการสับเปลี่ยน (Switching Rule) เป็นกลยุทธ์ที่กำหนดถึงแนวทางในการใช้แผนการชักตัวอย่าง ในอันที่จะป้องกันลูกค้าจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง ตลอดจนกระตุ้นให้ผู้ผลิตทำการปรับปรุงคุณภาพของตนเอง ทั้งนี้เพราะโดยธรรมชาติของมาตรฐาน MIL-

STD-105E ซึ่งเป็นระบบ AQL จะเป็นการป้องกันความเสี่ยงของผู้ผลิตในการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ดีเท่านั้น โดยจะไม่ป้องกันลูกค้าเลย หากมิได้ประยุกต์ใช้กฎการสับเปลี่ยน

MIL-STD-105E (1989) ได้กำหนดถึงวัตถุประสงค์ของมาตรฐานนี้ไว้อย่างชัดเจนว่า เป็นมาตรฐานที่ได้รับการจัดทำขึ้นเพื่อใช้วิธีการและแผนในการชักสิ่งตัวอย่างจากลอตหรือแบชเพื่อการตรวจสอบแบบเชิงคุณภาพ (Attribute) ซึ่งหมายถึง การตรวจสอบเพื่อระบุว่า หน่วยผลิตภัณฑ์ (Unit of Product) ที่ได้รับการตรวจสอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องหรือไม่ หรือเพื่อบ่งชี้ถึงจำนวนข้อบกพร่องในหน่วยผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่กำหนดเท่านั้น นอกจากนี้แล้ว ในมาตรฐานนี้ยังได้ระบุชัดเจนถึงการไม่ให้ใช้มาตรฐานนี้ในการตีความให้ขัดแย้งกับคู่สัญญาการค้าใด ๆ และคำว่า "การยอมรับ (Accept)" ที่ใช้ในมาตรฐานนี้ก็จะมีความหมายเพียงการยอมรับตามความต้องการของมาตรฐานเท่านั้น แต่ไม่ได้ครอบคลุมถึงการยอมรับทางกฎหมายหรือกฎระเบียบใด ๆ ของทางราชการรวมทั้งคู่สัญญาการค้าใด ๆ

แผนการชักสิ่งตัวอย่างที่ระบุในมาตรฐานฉบับนี้ ได้รับการออกแบบขึ้นเพื่อการตรวจสอบสิ่งต่อไปนี้ ( แต่มิได้จำกัดแค่เท่าที่ระบุ)

ก. ผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จรูป (End Items)

ข. ชิ้นส่วนสำหรับประกอบ และวัตถุดิบ

ค. การปฏิบัติการหรือการบริการ

ง. วัสดุในระหว่างผลิต (Material in Process)

จ. สินค้าในคลังที่รอการส่งมอบ (Supplies in Storage)

ฉ. การบำรุงรักษา (Maintenance Operations)

ช. ข้อมูลหรือบันทึก (Data or Records)

ซ. กระบวนวิธีที่ใช้ในการบริหาร (Administrative Procedures)

แผนการตรวจสอบมาตรฐาน MIL-STD-105E นี้ได้รับการออกแบบเพื่อการตรวจสอบลอตหรือแบชที่ต่อเนื่อง

### 2.5.3 โครงสร้างของมาตรฐาน

โครงสร้างของมาตรฐาน MIL-STD-105E ได้รับการปรับเปลี่ยนไปจาก MIL-STD-105D พอสมควร เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิผลในการใช้ โดยแบ่งออกเป็น 6 หัวข้อหลัก

1. ขอบเขต (Scope)
2. เอกสารอ้างอิง (Referenced Documents)
3. นิยาม (Definitions) ซึ่งเป็นส่วนที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ จาก MIL-STD-105D ทั้งนี้เพื่อให้

เกิดความสะดวกยิ่งขึ้นในการใช้มาตรฐาน นิยามของคำว่า การตรวจสอบ (Inspection) การตรวจสอบแบบเชิงคุณภาพ (Inspection by Attributes) หน่วยผลิตภัณฑ์ ข้อบกพร่องสำคัญ (Major Defect) ขนาดของลอตหรือแบช (Lot or Batch Size) จำนวนข้อบกพร่องต่อร้อยหน่วยผลิตภัณฑ์ (Defects per Hundred Units) ค่าร้อยละของผลิตภัณฑ์บกพร่อง (Percent Defective) สิ่งตัวอย่าง และแผนการชักสิ่งตัวอย่างในมาตรฐาน MIL-STD-105E ยังคงเหมือนกับมาตรฐานเดิม คือ MIL-STD-105D

นิยามที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากมาตรฐาน MIL-STD-105D บ้างเล็กน้อย ได้แก่ นิยามข้อบกพร่องวิกฤติ (Critical Defect) ผลิตภัณฑ์บกพร่องย่อย (Minor Defective) ลอตหรือแบช (Lot or Batch) คุณภาพจ่ายออกโดยเฉลี่ย (Average Outgoing Quality; AOQ) และพิกัดคุณภาพจ่ายออกโดยเฉลี่ย (Average Outgoing Quality Limit; AOQL)

ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptable Quality Level; AQL) ข้อบกพร่อง (Defect) และค่าเฉลี่ยของความบกพร่อง (Process Average)

นอกจากนี้ ในมาตรฐาน MIL-STD-105E ยังได้เพิ่มนิยามใหม่จากเดิมอีก 2 คำ คือ อักษรรหัสของขนาดสิ่งตัวอย่าง (Sample Size Code Letter) และการจำแนกข้อบกพร่อง (Classification of Defects)

4. ความต้องการโดยทั่วไป (General Requirement) ซึ่งส่วนใหญ่ยังคงเหนือมาตรฐาน MIL-STD-105D โดยมีการแก้ไขในส่วนของกฎการสับเปลี่ยนภายใต้หลักการที่มุ่งประกันคุณภาพให้กับลูกค้าเพิ่มมากขึ้น

5. ตารางและเส้นโค้ง (Tables and Curves) ซึ่งยังคงเหมือนกับมาตรฐาน MIL-STD-105D ทุกประการ

6. หมายเหตุ (Notes)

## 2.6 นิยามคำศัพท์และความต้องการโดยทั่วไปของมาตรฐาน MIL-STD-105E

เนื้อหาในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงคำนิยามของคำศัพท์ที่ใช้ในมาตรฐาน MIL-STD-105E โดยในมาตรฐานได้มีการจัดเรียงคำศัพท์ตามอักษรในภาษาอังกฤษ แต่ในที่นี้จะขอกล่าวเรียงตามลำดับวิธีการชักนำสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับตามรูปที่ 2.2 ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจ นอกจากนี้จะได้กล่าวถึงความต้องการโดยทั่วไปของมาตรฐาน MIL-STD-105E [3]

### 2.6.1 ลอตหรือแบช (Lot or Batch)

ลอตหรือแบช หมายถึง สิ่งที่เกิดจากการรวบรวม (Collection) หน่วยผลิตภัณฑ์ (Units of Product) ที่จะมีจุดประสงค์เพื่อการชักสิ่งตัวอย่าง ดังนั้น ลอตหรือแบชในที่นี้จึงหมายถึง ลอตเพื่อการ

ตรวจสอบ (Inspection Lot) หรือแบชเพื่อการตรวจสอบ (Inspection Batch) มิใช่ลอตหรือแบชที่รวบรวมขึ้นเพื่อจุดประสงค์อื่น ๆ เช่นการผลิต การขนส่ง เป็นต้น

หน่วยผลิตภัณฑ์ หมายถึง สิ่งที่ได้รับการตรวจสอบเพื่อการจำแนกออกเป็นผลิตภัณฑ์บกพร่องหรือไม่บกพร่อง หรือนับจำนวนข้อบกพร่อง โดยสิ่งดังกล่าวนี้อาจหมายถึง สิ่งของชิ้นหนึ่ง คู่หนึ่ง กลุ่มหนึ่ง ความยาวหนึ่ง พื้นที่หนึ่ง การปฏิบัติการหนึ่ง ปริมาณหนึ่ง (A Volume) ชิ้นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปหนึ่ง หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเองก็ได้ และหน่วยของผลิตภัณฑ์อาจจะเหมือนหรือไม่เหมือนกับหน่วยที่ใช้จัดซื้อ หน่วยที่ใช้ในการผลิต หรือที่ใช้ในการส่งมอบก็ได้

สำหรับขนาดของลอตหรือแบช (Lot or Batch Size) หมายถึง จำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ในลอตหรือแบชหนึ่ง ๆ

ความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E กำหนดให้มีการจัดลอตหรือแบชโดยให้มีการรวมผลิตภัณฑ์ที่จะได้รับการตรวจสอบเป็นลอตหรือแบช หรือลอตย่อย (Sublot) ที่สามารถชี้บ่งได้ หรือในลักษณะอื่น ๆ ที่สามารถอธิบายได้ และในแต่ละลอตหรือแบชจะต้องประกอบด้วยหน่วยผลิตภัณฑ์ที่เป็นแบบเดียวกัน เกรดเดียวกัน ระดับชั้นเดียวกัน ขนาดเดียวกัน และส่วนประกอบ (Composition) อย่างเดียวกัน โดยแต่ละลอตหรือแบชควรจะผลิตขึ้นภายใต้สภาพการผลิตเดียวกันและในเวลาเดียวกัน

นอกจากนี้ ในการบ่งชี้บ่งถึงลอตหรือแบชนั้น มาตรฐาน MIL-STD-105E ระบุให้ชี้บ่งโดยผู้ผลิตตลอดจนให้ทำการเก็บรักษาไว้ในสถานที่เก็บที่เพียงพอและเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อป้องกันการถูกทำลายภายหลังการตรวจสอบได้

ในการกำหนดล็อตหรือแบชนี้จะต้องเกิดขึ้นมาจากการสร้างมาตรฐาน (Standardization) ให้กับกระบวนการที่ผลิตลอตหรือแบชนั้นก่อน ซึ่งหมายถึงการสร้างมาตรฐานแก่วัตถุดิบคุณสมบัติของพนักงาน สภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์ และวิธีการทำงาน รวมถึงการสร้างมาตรฐานแก่พนักงานตรวจสอบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบด้วย

**2.6.2 การจำแนกข้อบกพร่อง (Classification of Defects)**

การจำแนกข้อบกพร่อง (Classification of Defects) หมายถึง การระบุถึงข้อบกพร่องของหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการตรวจออกเป็นระดับต่าง ๆ ตามความรุนแรง (Seriousness) ของข้อบกพร่องนั้น

ข้อบกพร่อง (Defect)หมายถึง สภาพของหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามความต้องการที่ระบุไว้ (Noncomformance of the Unit of Product)

ในมาตรฐาน MIL-STD-105E ได้นิยามข้อบกพร่องไว้ 3 ประเภท กล่าวคือ

1. ข้อบกพร่องวิกฤต (Critical Defect) หมายถึง ข้อบกพร่องที่มีการระบุโดยการตัดสินใจ

และประสบการณ์แล้วว่าจะมีผลต่อสภาพที่ทำให้เกิดอันตราย หรือสภาพไม่ปลอดภัย (Unsafe Condition) ต่อบุคคลเมื่อมีการนำไปใช้งาน นำไปใช้ซ่อมบำรุง หรือขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ หรือขึ้นอยู่กับการตัดสินใจและประสบการณ์ที่ระบุว่าจะมีโอกาสสูงมากที่จะส่งผลต่อการไม่ทำงาน (Malfunction) ของผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จรูปหลัก ๆ เป็นต้นว่า เรือเดินทะเล อากาศยาน ภาชนะบรรจุ (Tank) จรวด (Missile) หรืออวกาศยานอื่น ๆ

2. ข้อบกพร่องสำคัญ (Major Defect) หมายถึง ข้อบกพร่องที่อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้ หรือเป็นการลดประสิทธิภาพในการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ลง

3. ข้อบกพร่องย่อย (Minor Defect) หมายถึง ข้อบกพร่องที่ไม่ถึงกับเป็นเหตุให้ประสิทธิภายในการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ลดลง หรือเป็นข้อบกพร่องที่ผิดไปจากเกณฑ์กำหนดเพียงเล็กน้อย และมีผลต่อประสิทธิผลในการใช้งานผลิตภัณฑ์นั้นน้อยมาก

ในการกำหนดถึงปริมาณของข้อบกพร่อง มาตรฐาน MIL-STD-105E กำหนดให้อยู่ในรูปของจำนวนข้อบกพร่องต่อร้อยหน่วยผลิตภัณฑ์ (Percent Defective) ซึ่งหมายถึง ค่าร้อยละของจำนวนข้อบกพร่องต่อจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ทำการตรวจสอบ กล่าวคือ

$$\text{จำนวนข้อบกพร่องต่อร้อยหน่วยผลิตภัณฑ์} = \frac{\text{จำนวนข้อบกพร่อง} \times 100}{\text{จำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ทำการตรวจสอบ}}$$

### 2.6.3 การจำแนกผลิตภัณฑ์บกพร่อง (Classification of Defective)

ผลิตภัณฑ์บกพร่องวิกฤต (Defective) หมายถึงหน่วยผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องอย่างน้อยหนึ่งข้อในมาตรฐาน MIL-STD-105E ได้นิยามผลิตภัณฑ์บกพร่องไว้ 3 ประเภท กล่าวคือ

1. ผลิตภัณฑ์บกพร่องวิกฤต (Critical Defective) หมายถึง หน่วยผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องวิกฤตอย่างน้อยหนึ่งข้อ และอาจจะมีข้อบกพร่องสำคัญหรือข้อบกพร่องย่อยด้วยก็ได้

2. ผลิตภัณฑ์บกพร่องสำคัญ (Major Defective) หมายถึง หน่วยผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องสำคัญอย่างน้อยหนึ่งข้อ และอาจจะมีข้อบกพร่องย่อยด้วยก็ได้แต่จะต้องไม่มีข้อบกพร่องวิกฤตรวมอยู่ด้วย

3. ผลิตภัณฑ์บกพร่องย่อย (Minor Defective) หมายถึง หน่วยผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องย่อยอย่างน้อยหนึ่งข้อ แต่จะต้องไม่มีข้อบกพร่องวิกฤตหรือข้อบกพร่องสำคัญรวมอยู่ด้วย

ในการกำหนดถึงปริมาณของผลิตภัณฑ์บกพร่อง มาตรฐาน MIL-STD-105E กำหนดให้อยู่ในรูปของค่าร้อยละผลิตภัณฑ์บกพร่อง (Percent Defective) ซึ่งหมายถึง ค่าร้อยละของจำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่องต่อจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ทำการตรวจสอบ กล่าวคือ

ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์บกพร่อง = $\frac{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่อง x 100}}{\text{จำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ทำการตรวจสอบ}}$

ในกรณีที่มีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง ทั้งค่าของจำนวนข้อบกพร่องต่อร้อยหน่วยผลิตภัณฑ์และค่าร้อยละผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ได้จากการตรวจสอบในแต่ละครั้ง จะมีค่าไม่คงที่ตามกฎแห่งความน่าจะเป็นซึ่งเป็นธรรมชาติของการตรวจสอบแบบชักสิ่งตัวอย่าง ในกรณีนี้สามารถประมาณค่าทั้งสองได้ด้วยค่าเฉลี่ยของความบกพร่อง (Process Average) ซึ่งหมายความถึงค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อบกพร่องต่อร้อยหน่วยผลิตภัณฑ์ หรือค่าเฉลี่ยของค่าร้อยละผลิตภัณฑ์บกพร่องจากการตรวจสอบแรกเริ่ม (Original Inspection) หน่วยผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ

ค่าเฉลี่ยของความบกพร่อง = $\frac{\text{ผลรวมจำนวนข้อบกพร่อง x 100}}{\text{ผลรวมของจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ทำการตรวจสอบ}}$

หรือ = $\frac{\text{ผลรวมจำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่อง x 100}}{\text{ผลรวมของจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ทำการตรวจสอบ}}$

สำหรับการตรวจสอบแรกเริ่มนั้น มาตรฐาน MIL-STD-105E หมายถึง การตรวจสอบผลิตภัณฑ์จำนวนหนึ่งซึ่งไม่เคยรับการตรวจสอบตามแผนการตรวจสอบนี้มาก่อน

### 2.6.4 การชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling)

ตามความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E กำหนดให้มีการเลือกหน่วยผลิตภัณฑ์ที่จะมาทำการตรวจสอบแบบสุ่ม (Random) จากลอตหรือแบช ที่กำหนดโดยที่ไม่เกี่ยวข้องกับคุณภาพใด ๆ ของลอตหรือแบชนั้น ๆ และจะเรียกหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเลือกมาตรวจสอบนี้ว่า สิ่งตัวอย่าง (Sample) และเรียกวิธีการเลือกหน่วยผลิตภัณฑ์จากลอตหรือแบชนี้ว่า การชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling) และจะเรียกจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ในสิ่งตัวอย่างว่า ขนาดสิ่งตัวอย่าง (Sample Size) โดยในมาตรฐาน MIL-STD-105E ได้กำหนดให้อยู่ในรูปของอักษรรหัส (Code Letter) ซึ่งในมาตรฐานนี้ได้กำหนดอักษรตั้งแต่ A ถึง R (ยกเว้น I และ O) รวมทั้งหมด 15 อักษรรหัส

อักษรรหัสตามความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E นี้ ได้รับการกำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเลือกแผนการชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling Plan) ตามตารางของมาตรฐาน โดย MIL-STD-105E ได้นิยามความหมายของแผนการชักสิ่งตัวอย่างไว้ว่า คือ แผนที่กำหนดไว้ถึงขนาด

สิ่งตัวอย่างหรืออนุกรมของขนาดสิ่งตัวอย่าง (Series of Sample Size) พร้อมตัวเลขแห่งการยอมรับ (Acceptance Numbers) และตัวเลขแห่งการปฏิเสธ (Rejection Numbers) ซึ่งใช้เป็นกฎเกณฑ์ของการพิจารณาการยอมรับ (Acceptability)

นอกจากนี้แล้ว ในการชักสิ่งตัวอย่างตามความต้องการมาตรฐาน MIL-STD-105E ยังกำหนดให้ใช้วิธีการชักสิ่งตัวอย่างแบบจำแนก (Stratified Sampling) ได้นอกเหนือจากวิธีการชักสิ่งตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Sampling) แล้ว และยังได้กำหนดถึงเวลาในการชักสิ่งตัวอย่าง (Time of Sampling) ไว้ด้วย

การชักสิ่งตัวอย่างแบบสุ่มที่กล่าวถึงนี้หมายถึง การชักสิ่งตัวอย่างที่ให้โอกาส (Chance) แก่หน่วยผลิตภัณฑ์ทุกหน่วยในลอตหรือแบชที่จะได้รับเลือกมาเป็นสิ่งตัวอย่างเท่ากัน ดังนั้น การใช้วิธีการชักสิ่งตัวอย่างแบบนี้ต้องมีความมั่นใจว่าลอตหรือแบชนั้นได้รับการจัดมาให้อยู่ในระดับคุณภาพที่มีความใกล้เคียงกันมาก (Homogeneous) ทั้งนี้ด้วยผลจากการศึกษาและกำหนดมาตรฐานของกระบวนการของผู้ผลิตลอตหรือแบชนั้น ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.1

สำหรับกรณีที่ไม่ทราบประวัติคุณภาพของกระบวนการของผู้ผลิตลอตหรือแบชมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องทำการตรวจสอบแบบ 100% ก่อน (ถ้าทำได้) ทั้งนี้เพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับประวัติคุณภาพ

ในการชักสิ่งตัวอย่างแบบสุ่มนี้สามารถทำได้ทั้ง 2 กรณี คือ การชักสิ่งตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งหมายถึง การชักสิ่งตัวอย่างโดยให้โอกาสเท่ากันทุกครั้งแก่หน่วยผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในลอตหรือแบชที่ทำการตรวจสอบ และการชักสิ่งตัวอย่างแบบสุ่มอย่างมีระบบ (Systematic Random Sampling) ซึ่งหมายถึง การชักสิ่งตัวอย่างโดยยังคงให้โอกาสเท่ากันแก่หน่วยผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในลอตหรือแบชทีทำการตรวจสอบ แต่จะมีการกำหนดช่วง (Interval) ซึ่งอาจจะหมายถึง ช่วงของหน่วยผลิตภัณฑ์ (Unit Interval) หรือช่วงเวลา (Time Interval) ก็ได้ แล้วจึงทำการเลือกสิ่งตัวอย่างจากแต่ละช่วงที่กำหนด

อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่มีการจัดลอตหรือแบชที่แน่นอนแล้ว การใช้วิธีการชักสิ่งตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย จะเป็นวิธีการที่มีความสะดวกกว่าวิธีการชักสิ่งตัวอย่างแบบสุ่มอย่างมีระบบ

การชักสิ่งตัวอย่างแบบจำแนก ตามความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E นี้ กำหนดไว้ว่า หากมีความเหมาะสมแล้ว อาจจะกำหนดจำนวนของสิ่งตัวอย่างเป็นสัดส่วนกับขนาดของลอตย่อยหรือแบชย่อย หรือส่วนของลอตหรือแบชได้ด้วยกฎเกณฑ์ที่สมเหตุสมผล และเมื่อมีการใช้วิธีการชักสิ่งตัวอย่างแบบจำแนกนี้ จะต้องมีการชักสิ่งตัวอย่างจากแต่ละลอตย่อยหรือแบชย่อยด้วยวิธีการสุ่ม

เวลาในการชักสิ่งตัวอย่าง ตามความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E กำหนดไว้ว่าการชักสิ่งตัวอย่างจะกระทำได้ต่อเมื่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้ประกอบกันเป็นลอตและแบชแล้ว หรือ

อาจจะทำการชักสิ่งตัวอย่างในระหว่างการประกอบเป็นลอตหรือแบช โดยในกรณีนี้จะต้องมีการกำหนดขนาดของลอตหรือแบชให้เรียบร้อยก่อนการชักสิ่งตัวอย่าง และในกรณีนี้ หากมีจำนวนข้อบกพร่องหรือจำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่องถึงตัวเลขแห่งการปฏิเสธที่จะทำให้มีการปฏิเสธลอตแล้ว ให้มีการปฏิเสธส่วนของลอตที่ประกอบขึ้นขณะนั้นทั้งหมด แล้วให้มีการหาสาเหตุแห่งข้อบกพร่องดังกล่าวนั้นพร้อมกับปฏิบัติการแก้ไขให้ถูกต้อง

**2.6.5 แผนการชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling Plan)**

จากที่ได้กล่าวในหัวข้อ 2.6.4 แล้วว่า แผนการชักสิ่งตัวอย่าง หมายถึง แผนที่กำหนดไว้ถึงขนาดสิ่งตัวอย่างหรืออนุกรมของขนาดสิ่งตัวอย่าง พร้อมทั้งกฎเกณฑ์ของการพิจารณาการยอมรับในรูปของตัวเลขแห่งการยอมรับและตัวเลขแห่งการปฏิเสธ

ตามความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E นี้ ได้แบ่งแผนการชักสิ่งตัวอย่างออกเป็น 3 แบบ คือ

1. แผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยว (Single Sampling Plan)
2. แผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคู่ (Double Sampling Plan)
3. แผนการชักสิ่งตัวอย่างหลายเชิง (Multiple Sampling Plan)

ในการตัดสินใจว่าจะใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่างแบบใดนั้น จะพิจารณาโดยขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบกันระหว่างความยากง่ายในการจัดการ (Administrative Difficulty) และขนาดสิ่งตัวอย่างโดยเฉลี่ย (Average Sample Size) ของแต่ละแผนการ

โดยทั่วไปแล้วแผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยวจะมีความง่ายในการบริหารมากกว่าแผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคู่และหลายเชิง รวมทั้งต้นทุนในการตรวจสอบต่อหน่วยจะต่ำกว่าด้วย

สำหรับขนาดสิ่งตัวอย่างโดยเฉลี่ยนั้น ในแผนการชักสิ่งตัวอย่างแบบหลายเชิงจะมีขนาดต่ำกว่าแบบเชิงคู่ (ยกเว้นในกรณีที่ใช้แผนการที่สอดคล้องกับแผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยว) แต่อย่างไรก็ดี ทั้งแผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคู่และแบบหลายเชิงจะมีขนาดสิ่งตัวอย่างโดยเฉลี่ยต่ำกว่าตัวอย่างในแผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยวเสมอ

**2.6.6 ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptable Quality Level : AQL)**

ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptable Quality Level : AQL) หมายถึง ระดับของคุณภาพที่ใช้เป็นจุดประสงค์ของการตรวจสอบแบบชักสิ่งตัวอย่าง ซึ่งถือให้เป็นค่าเฉลี่ยความบกพร่อง ( Process Average) ที่ยอมให้เกิดในผลิตภัณฑ์ เมื่อมีการตรวจสอบลอตอย่างต่อเนื่อง

ในการกำหนดค่า AQL จะกำหนดภายใต้ค่าความเสี่ยง (Risk) ที่ยอมให้เกิดจากการชักสิ่งตัวอย่างโดยค่า AQL จะหมายถึงข้อบกพร่องต่อร้อยหน่วยของผลิตภัณฑ์ หรือจำนวนร้อยละของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่มีในลอต ซึ่งจะทำให้มีโอกาสมากที่สุดในการยอมรับลอต

ในความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E กำหนดให้มีการใช้ AQL กับอักษรรหัสของขนาดสิ่งตัวอย่าง และโดยเจตนาของมาตฐานมิได้มีความหมายให้ผู้ส่งมอบนำผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องมารวมไว้ในลอตที่ทำการตรวจสอบ แต่ทั้งนี้เป็นเพียงการยอมให้เกิดเพียงเพื่อรองรับความไม่แน่นอน (Variability) จากระบบการผลิตที่อยู่ภายใต้การควบคุมแล้วเท่านั้น

นอกจากนี้ค่า AQL ในมาตรฐาน MIL-STD-105E นี้ ยังสามารถกำหนดเป็น AQL รวมของกลุ่มข้อบกพร่อง หรือแยกเป็น AQL ของข้อบกพร่องแต่ละรายการ แต่ถ้ากำหนด AQL ของข้อบกพร่องแต่ละรายการแล้ว ก็ควรเพิ่ม AQL รวมของกลุ่มข้อบกพร่องไว้ด้วย

ค่าของ AQL ที่ไม่เกิน 10% นั้น สามารถใช้ได้กับจำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่องคิดเป็นร้อยละหรือข้อบกพร่องต่อร้อยหน่วยของผลิตภัณฑ์ สำหรับกรณีที่ AQL มากกว่า 10% ให้ระบุเป็นข้อบกพร่องต่อร้อยหน่วยของผลิตภัณฑ์เท่านั้น

ค่า AQL ที่ระบุไว้ในมาตรฐาน MIL-STD-105E เป็นค่า AQL ที่นิยม (Preferred AQL) ซึ่งมีการกำหนดตามอนุกรมเรขาคณิตขนาดรากที่5ของ 10 หรือเท่ากับ 1.58489 โดยเริ่มจาก 0.01%

ในกรณีที่ค่า AQL ที่ระบุ (Specifying AQL) มีค่าไม่ตรงกับ AQL ที่นิยม ซึ่งระบุไว้ในมาตรฐาน ก็ไม่สามารถใช้สามารถใช้มาตรฐานนี้ได้ จึงมีความจำเป็นต้องปรับให้ค่า AQL ที่ระบุให้ตรงกับค่า AQL ในมาตรฐาน โดยแนะนำว่าอาจจะทำการปรับค่าโดยการใช้ตารางที่ 2.2 ซึ่งเป็นตารางแปลงค่า AQL ของมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.9 (1980) ในการตรวจสอบเกี่ยวกับข้อบกพร่องนั้นการกำหนดค่า AQL จะขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของข้อบกพร่องที่ตรวจ โดย Mitra (1993) แนะนำให้ใช้ค่า AQL ไม่เกิน 0.10 % สำหรับข้อบกพร่องวิกฤต 1.0% สำหรับข้อบกพร่องสำคัญ และ 2-4% สำหรับข้อบกพร่องย่อย และถ้ามีการตรวจสอบพร้อมกันให้กำหนดขนาดตัวอย่างเท่ากับขนาดตัวอย่างที่ใหญ่ที่สุดของแต่ละระดับความรุนแรงของข้อบกพร่อง

ตารางที่ 2.2 แปลงค่า AQL

| สำหรับค่า AQL ที่ระบุซึ่งตกในช่วงต่อไปนี้ | ค่า AQL ที่ให้ใช้ |
|---|---|
| - ถึง 0.109 | 0.10 |
| 0.110 ถึง 0.164 | 0.15 |
| 0.165 ถึง 0.279 | 0.25 |
| 0.280 ถึง 0.439 | 0.40 |
| 0.440 ถึง 0.699 | 0.65 |
| 0.700 ถึง 1.09 | 1.0 |

ตารางที่ 2.2 แปลงค่า AQL (ต่อ)

| สำหรับค่า AQL ที่ระบุซึ่งตกในช่วงต่อไปนี้ | ค่า AQL ที่ให้ใช้ |
|---|---|
| 1.10 ถึง 1.64 | 1.5 |
| 1.65 ถึง 2.79 | 2.5 |
| 2.80 ถึง 4.39 | 4.0 |
| 4.40 ถึง 6.99 | 6.5 |
| 7.00 ถึง 10.90 | 10.0 |

**2.6.7 การตรวจสอบ (Inspection)**

มาตรฐาน MIL-STD-105E ได้ให้คำจำกัดความสำหรับคำว่า "การตรวจสอบ" ว่า หมายถึงกระบวนการในการวัด (Measuring) การสอบ (Examining) และการทำสอบ (Testing) ตลอดจนวิธีการอื่น ๆ แทนที่จะเปรียบเทียบคุณภาพของหน่วยผลิตภัณฑ์กับความต้องการ

สำหรับการตรวจสอบตามมาตรฐาน MIL-STD-105E นี้จะเป็นการตรวจสอบแบบเชิงคุณภาพ (Inspection by Attributes) ซึ่งหมายถึง การตรวจสอบที่มีการจำแนกคุณภาพของหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการตรวจออกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีกับผลิตภัณฑ์บกพร่อง หรืออาจหมายถึงการตรวจสอบที่มีการนับจำนวนข้อบกพร่องของหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ตรวจ ทั้งนี้โดยการพิจารณาเปรียบเทียบกับความต้องการที่กำหนดให้

ตามความต้องการด้านแผนการชักสิ่งตัวอย่างของมาตรฐาน MIL-STD-105E ได้กำหนดให้มีระดับของการตรวจสอบ (Inspection Level) โดยระดับของการตรวจสอบนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของลอตหรือแบชกับขนาดสิ่งตัวอย่าง และระดับของการตรวจสอบที่แตกต่างกันจะทำให้มีความเสี่ยงสำหรับผู้บริโภคที่แตกต่างกันออกไป

ในความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E ได้แบ่งระดับการตรวจสอบออกเป็น 3 ระดับคือ ระดับที่ I, II และ III

โดยปกติแล้ว หากมิได้มีการระบุระดับใด ๆ ในคู่สัญญา จะใช้ระดับการตรวจสอบที่ II ในกรณีที่ต้องการลักษณะแต่กต่างน้อย (Less Discrimination) จะใช้ระดับการตรวจสอบที่ I และในกรณีที่ต้องการลักษณะแตกต่างมากขึ้น (Greater Discrimination) แล้วจะใช้ระดับการตรวจสอบที่ III

นอกจากนี้ ในความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E ยังได้กำหนดให้มีระดับการตรวจสอบพิเศษอีก 4 ระดับ คือ S-1, S-2, S-3, และ S-4 โดยระดับดังกล่าวนี้จะใช้ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้สิ่งตัวอย่างขนาดเล็กกว่าการตรวจสอบทั่วไป และจะต้องยอมให้มีความเสี่ยงในการชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling Risk) มากขึ้น ในกรณีที่เลือกระดับการตรวจสอบ S-1 ถึง S-4 นี้ จะต้องเพิ่มความระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงกรณี AQL ไม่เป็นไปตามระดับการตรวจสอบเหล่านี้ หรืออีกนัยหนึ่ง

คือ จุดประสงค์ของการใช้ระดับการตรวจสอบพิเศษนี้ก็เพื่อให้มีขนาดสิ่งตัวอย่างเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

**2.6.8 วิธีการตรวจสอบและกฎการสับเปลี่ยน (Inspection Procedures and Switching Rule)** ตามความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E ได้แบ่งความเข้มงวดของการตรวจสอบออกเป็น 3 แบบ คือ

1. แบบปกติ (Normal Inspection)
2. แบบเคร่งครัด (Tightened Inspection)
3. แบบผ่อนคลาย (Reduced Inspection)

โดยทั่วไปให้เริ่มต้นตรวจสอบด้วยแผนการที่มีความเข้มงวดของการตรวจสอบแบบปกติเสมอ แล้วจึงให้ใช้กฎการสับเปลี่ยน

กฎการสับเปลี่ยนตามความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E นี้ ให้ประยุกต์ใช้กับแต่ละระดับของข้อบกพร่องและผลิตภัณฑ์บกพร่องอย่างอิสระต่อกัน

ตามความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E ได้กำหนดกฎเกณฑ์ โดยสรุปได้ดังรูปที่ 2.6 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

**1. การสับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบแบบปกติเป็นแบบเคร่งครัด**

ในขณะที่มีการตรวจสอบแบบปกตินั้น ถ้ามีลอตหรือแบชได้รับการปฏิเสธ 2 ลอตหรือแบชในจำนวนตรวจสอบที่ต่อเนื่องกัน 2, 3, 4 หรือ 5 ลอตหรือแบชในการตรวจสอบแรกเริ่มแล้ว ให้สับเปลี่ยนไปใช้การตรวจสอบแบบเคร่งครัด

**2. การสับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบแบบเคร่งครัดเป็นแบบปกติ**

ในขณะที่มีการตรวจสอบแบบเคร่งครัดนั้น ถ้ามีลอตหรือแบชจำนวน 5 ลอตหรือแบชที่ต่อเนื่องกันได้รับการยอมรับจากการตรวจสอบแรกเริ่มแล้ว ให้สับเปลี่ยนไปใช้การตรวจสอบแบบปกติ

**3. การสับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบแบบปกติเป็นแบบผ่อนคลาย**

ในขณะที่มีการตรวจสอบแบบปกตินั้น ถ้าเงื่อนไขต่อไปนี้ทั้งหมดเป็นจริงแล้ว ให้สับเปลี่ยนไปใช้การตรวจสอบแบบผ่อนคลาย

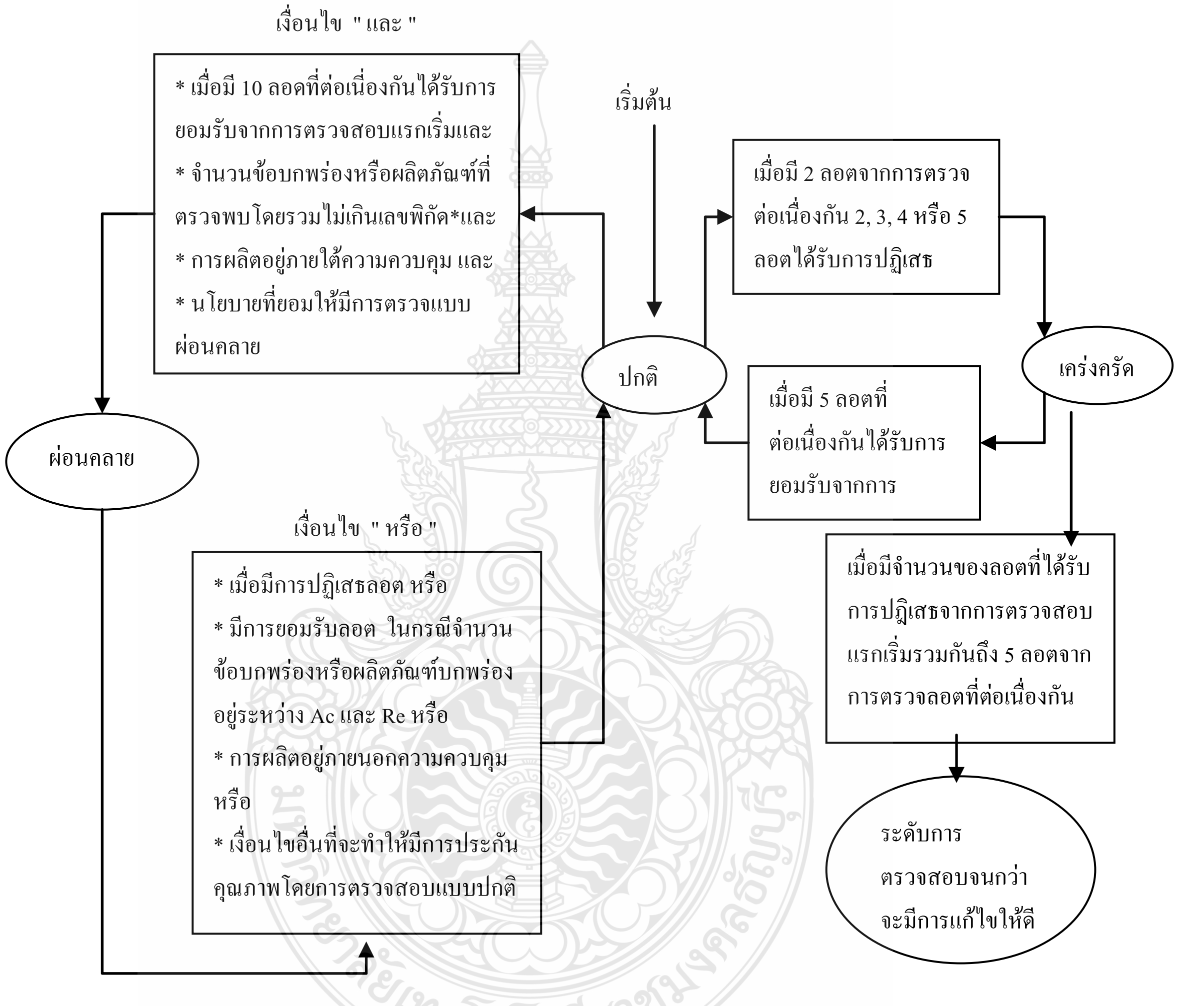
ก. มีลอตหรือแบชจำนวน 10 ลอตหรือแบชที่ต่อเนื่องกัน (หรืออาจจะมากว่า 10 ลอตหรือแบช) ได้รับการยอมรับจากการตรวจสอบแรกเริ่ม และ

ข. จำนวนทั้งหมดของข้อบกพร่องหรือผลิตภัณฑ์บกพร่องในขนาดสิ่งตัวอย่างทั้งหมดของ 10 ลอตหรือแบชนั้น (หรืออาจจะมากกว่า 10 ลอตหรือแบช)

ในกรณีที่ใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคู่หรือหลายเชิง ให้ทำการรวมสิ่งตัวอย่างทั้งหมดที่ได้รับการตรวจสอบ มิใช่เฉพาะสิ่งตัวอย่างครั้งแรกเท่านั้น

ค. กระบวนการผลิตลอตหรือแบชนั้นอยู่ภายใต้การควบคุม และ

ง. นโยบายในการตรวจสอบ ยอมให้มีการใช้การตรวจสอบแบบผ่อนคลาย โดยกรณีนี้ควรมีการระบุเงื่อนไขในคู่สัญญาด้วย




รูปที่ 2.6 กฎการสับเปลี่ยนตามมาตรฐาน MIL-STD-105E

หมายเหตุ หากกรณีใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่างแบบเชิงคู่หรือหลายเชิงให้รวมสิ่งตัวอย่างทั้งหมดที่ได้รับการตรวจสอบ มิใช่เฉพาะครั้งแรกเท่านั้น

**4. การสับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบแบบผ่อนคลายเป็นแบบปกติ**

ในกรณีที่มีการตรวจสอบแบบผ่อนคลายนั้น ถ้าเงื่อนไขต่อไปนี้เพียงข้อใดข้อหนึ่งเป็นจริงสำหรับการตรวจสอบแรกเริ่มแล้ว ให้สับเปลี่ยนไปใช้การตรวจสอบแบบปกติ

ก. มีลอตใดลอตหนึ่ง หรือแบชใดแบชหนึ่งได้รับการปฏิเสธ หรือ

ข. มีการยอมรับลอตหรือแบช ในกรณีที่มีข้อบกพร่องหรือผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ได้จากการตรวจสอบ ตามขนาดตัวอย่างอยู่ระหว่างตัวเลขแห่งการยอมรับและตัวเลขแห่งการปฏิเสธ

ค. กระบวนการผลิตลอตหรือแบชนั้นอยู่ภายนอกการควบคุม ทำให้เกิดความผิดปกติบางประการหรือความล่าช้าในการผลิตหรือ

ง. เงื่อนไขอื่น ๆ ที่จะทำให้มีการประกันคุณภาพโดยการตรวจสอบแบบปกติ

**5. การระงับการตรวจสอบ**

ในกรณีที่มีการตรวจสอบแบบเคร่งครัดในการตรวจสอบแรกเริ่มนั้น ถ้าจำนวนสะสมของลอตหรือแบชได้รับการปฏิเสธถึง 5 ลอต หรือแบช จากการตรวจสอบลอต หรือ แบชที่ต่อเนื่องแล้ว ให้ทำการระงับการตรวจสอบไว้แล้วดำเนินการค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตลอตหรือแบชนั้นพร้อมทำการแก้ไขให้ถูกต้องและเมื่อมีการแก้ไขให้ถูกต้องแล้ว จึงให้เริ่มทำการตรวจสอบใหม่อีกครั้ง โดยยังคงใช้การตรวจสอบแบบเคร่งครัด

จากที่ได้กล่าวมาแล้วแต่ตอนต้นว่า มาตรฐาน MIL-STD-105E เป็นระบบ AQL จึงทำให้มาตรฐานดังกล่าวเป็นระบบในการป้องกันความเสี่ยงแก่ผู้ผลิตต่อการปฏิเสธลอตที่ดีเท่านั้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ค่าความเสี่ยงที่ AQL จะอยู่ประมาณ 5% แต่จากการศึกษาของ Schilling and Sheesley [9] พบว่าค่าความเสี่ยงจะอยู่ระหว่าง 1% ถึง 12% ดังนั้น ในการป้องกันความเสี่ยงแก่ผู้บริโภคหรือลูกค้าต่อการยอมรับลอตที่บกพร่อง จะต้องดำเนินการด้วยการใช้กฎการสับเปลี่ยนเท่านั้น โดย Schilling and Sheesley [9,10] ได้ทำการศึกษาและแสดงถึงคุณภาพของแบบแผนการชักสิ่งตัวอย่างทุก ๆ แบบแผน ทั้ง 15 อักษรรหัส (ในปัจจุบัน ผลการศึกษาดังกล่าวได้รับการยอมรับจากสำนักมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา และได้ตีพิมพ์ผลการศึกษาดังกล่าว ในมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 (1981)) จากการศึกษาดังกล่าว Schiling and Sheesley [9] ได้สรุปไว้ว่า ในการใช้กฎการสับเปลี่ยนนี้จะขยายการป้องกันความเสี่ยงในการตัดสินใจของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคหรือลูกค้า โดยพบว่าที่ระดับคุณภาพเลว (พิจารณาจากโอกาสที่จะให้การยอมรับลอตหรือแบชดังกล่าวมีไม่เกิน 50%) โอกาสในการยอมรับลอตหรือแบชตามแบบแผนการชักสิ่งตัวอย่างดังกล่าวจะเท่ากับแผนการตรวจสอบแบบเคร่งครัด และที่ระดับคุณภาพดี (พิจารณาจากโอกาสในการยอมรับลอตหรือแบชดังกล่าวมีไม่ต่ำกว่า 90%) โอกาสในการยอมรับลอตหรือแบชตามแบบแผนการชักสิ่งตัวอย่างดังกล่าวจะมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แผนการตรวจสอบแบบปกติโดยลำพัง

## 2.7 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด ( 7 QC Tools)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา ที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง ประกอบไปด้วย

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

**2.7.1 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)** คือแบบฟร์อมที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆเพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลได้ง่าย และสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยาก [4] ในการออกแบบฟร์อมทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนเพื่อควบคุมและติดตาม (Monitoring) ผลการดำเนินการผลิต, เพื่อการตรวจสอบ และ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้องซึ่งลักษณะของแผ่นตรวจสอบนั้นมิได้มีรูปแบบที่ชัดเจนขึ้นอยู่กับลักษะของการนำไปใช้งาน โดยมีขั้นตอนการออกแบบแผ่นตรวจสอบเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์จากนั้นทำการกำหนดตัวแปรต่างๆที่จะทำการบันทึก หลังจากนั้นทำการทดลองและนำไปใช้งานจริง ซึ่งผลที่ได้จากการบันทึกนั้นจะต้องตรงวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในตอนแรก ถ้าข้อมูลที่ทำการบันทึกตามแผ่นตรวจสอบไม่ครอบคลุมข้อมูลจะทำให้เสียเวลาในการบันทึกซ้ำ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าข้อมูลที่มากเพียงพอ และครอบคลุมวัตถุประสงค์นั้นจะส่งผลให้การวิเคราะห์ข้อมูลได้รวดเร็ว และแม่นยำ ชนิดของใบตรวจสอบชนิดของใบตรวจสอบโดยปกติแบ่งได้ 5 ประเภทใหญ่ๆตามลักษณะการใช้งานใบตรวจสอบที่ใช้บันทึก แบ่งได้ดังนี้

1. ใบตรวจสอบสำหรับหัวข้อเสียหรือข้อบกพร่องในกรณีที่ต้องการลดของเสียหรือข้อบกพร่อง อันดับแรกต้องสำรวจดูก่อนว่ามีของเสียหรือข้อบกพร่องเกิดขึ้นมากน้อยเท่าไร เกิดในอัตราส่วนอย่างไร จากนั้นสำรวจหัวข้อที่มีของเสียสูงว่ามีสาเหตุจากไหน เพื่อที่จะดำเนินการแก้ไขสำหรับหัวข้อของเสียหรือข้อบกพร่อง 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 วัตถุดิบหรือเครื่องจักรเป็นต้น

4. ใบตรวจสอบสำหรับตำแหน่งของเสีย โดยทั่วไปจะวาดรูปสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ไว้ แล้วทำเครื่องหมายตามตำแหน่งของเสียหรือบกพร่อง และหากของเสียมีมากกว่า 1 ประเภทก็อาจใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แสดงความแตกต่างได้

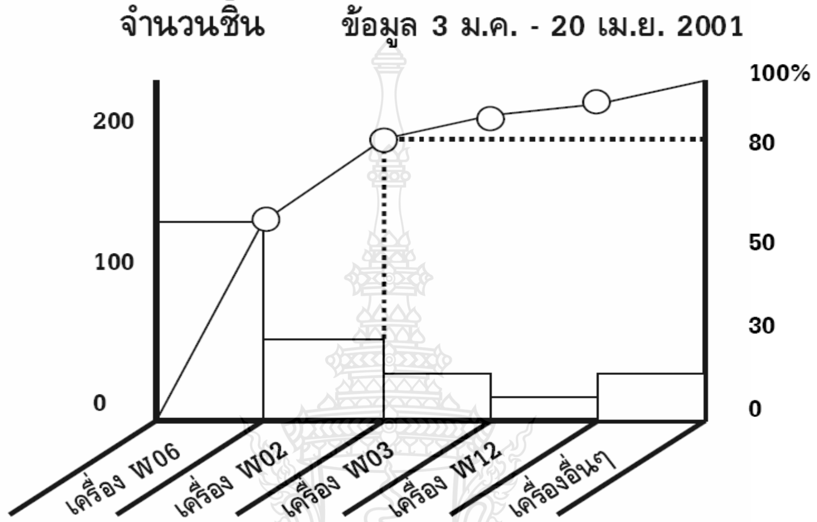
5. ใบตรวจสอบที่ใช้ยืนยันเป็นการตรวจสอบเพื่อใช้ยืนยันสภาพการทำงานของผลิตภัณฑ์ ว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่

ในส่วนของใบตรวจสอบจะนำมาออกแบบสำหรับใช้บันทึกข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบเวเฟอร์ของ ไดซ์ โดยได้จำแนกตามหลักการที่ได้ระบุไว้

**2.7.2 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)**

เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น [4] เราจะใช้แผนผังพาเรโตเมื่อต้องการกำหนดสาเหตุที่สำคัญ (Critical Factor) ของปัญหาเพื่อแยกออกมาจากสาเหตุอื่นๆ และเมื่อต้องการยืนยันผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาโดยเปรียบเทียบ ก่อนทำกับหลังทำ และเมื่อต้องการค้นหาปัญหาและหาคำตอบในการดำเนินกิจกรรมแก้ปัญหา ซึ่งประโยชน์ของแผนผังพาเรโตนั้น สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหามากที่สุดทำให้สามารถเข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมีอัตราส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมดโดยใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้โน้มน้าวจิตใจได้ดีโดยไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก ก็สามารถจัดทำได้และใช้ในการเปรียบเทียบผลได้ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมาย ทั้งตัวเลขและปัญหาต่างๆ ซึ่งโครงสร้างของแผนผังพาเรโต ประกอบด้วยกราฟแท่งและกราฟเส้นนอกจากแกนในแนวตั้ง และแกนแนวนอน และกราฟพาเรโตจะมีแกนแสดงร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ (%) ของข้อมูลสะสมอยู่ทางด้านขวามือของแผนผังด้วย

ความสูงของแท่งกราฟจะเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย จากซ้ายมือไปขวามือ ยกเว้นในกลุ่ม ข้อมูลที่เป็น ข้อมูลอื่นๆ จะนำไปไว้ที่ตำแหน่งสุดท้ายของแกนในแนวนอนเสมอ ซึ่งขั้นตอนในการสร้างแผนผังพาเรโตนั้นเราต้องตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และต้องการเก็บข้อมูลชนิดไหน นำไปเก็บข้อมูลแล้วนำข้อมูลมาสรุปจัดเรียงลำดับ แล้วนำมาเขียนแผนผังพาเรโตดัง รูปที่ 2.7




รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนผังพาเรโต

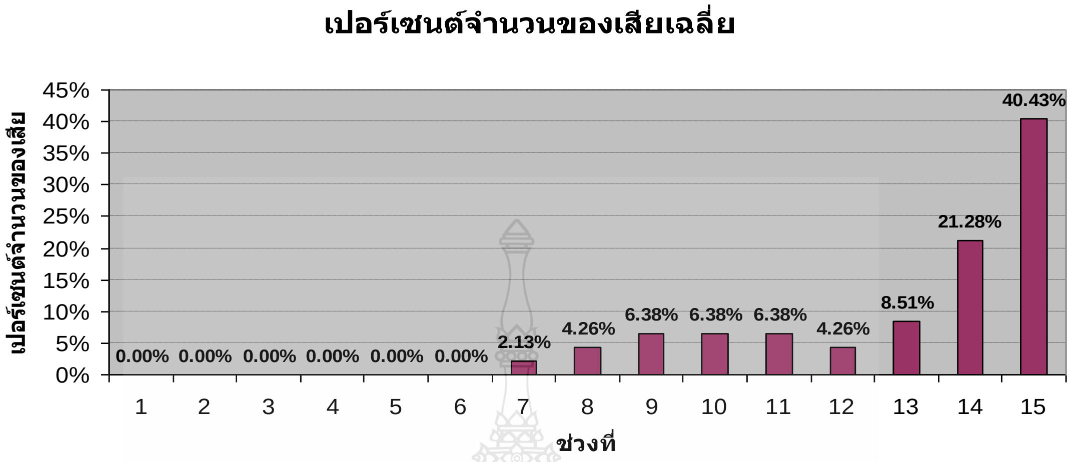
และในงานวิจัยนี้ได้นำแผนภาพพาเรโตมาช่วยในการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซนต์ของเสีย เพื่อใช้สรุปตำแหน่งที่มีผลกระทบที่เกิดขึ้นตามหลักพาเรโตแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นไปออกแบบการทดลอง

### 2.7.3 กราฟ (Graph)

แผนภูมิกราฟ คือ แผนภูมิที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลให้ออกมาเป็นรูปแบบของภาพเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย [5] แผนภูมิกราฟมีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน การเลือกว่าจะใช้แผนภูมิใดและเมื่อใดนั้น ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ต้องการนำเสนอและความเหมาะสมของข้อมูลที่มีอยู่ จะสรุปลักษณะเฉพาะและหน้าที่ของกราฟแต่ละประเภทไว้ดังนี้

1. กราฟแท่งใช้เมื่อมีข้อมูลมาก โดยเปรียบเทียบที่พื้นที่ของกราฟหรือความยาวของเส้นกราฟและไม่เหมาะที่จะใช้สำหรับการดูแนวโน้มในระยะยาว แต่เหมาะสำหรับใช้เปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา เรามักจะเห็นกราฟแท่งบ่อยๆในสถานที่ทำงาน ตามหน้าหนังสือพิมพ์และใช้ชีวิตประจำวันลักษณะของกราฟแท่ง คือ การใช้เปรียบเทียบข้อมูลในช่วงระยะเวลาใดระยะเวลาหนึ่ง

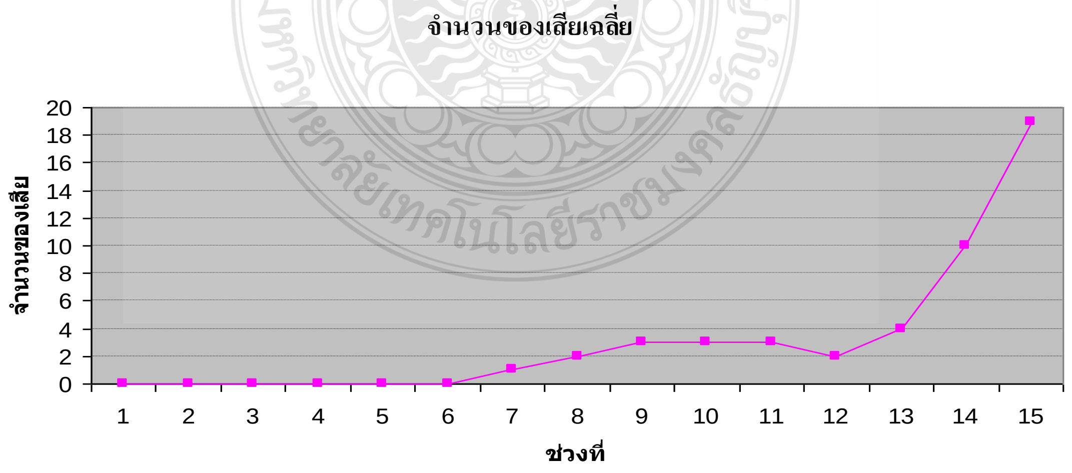
โดยการดูความยาวของแท่งกราฟและที่สำคัญข้อมูลแต่ละแท่งจะต้องมีความเป็นอิสระต่อกัน ดังตัวอย่างการใช้กราฟดังแสดงในรูปที่ 2.8




รูปที่ 2.8 เปอร์เซ็นต์การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย

ในส่วนแผนภูมิกราฟแท่งนี้ ในงานวิจัยได้นำมาสรุปจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากการเก็บข้อมูลทั้งหมดแล้วนำมาสรุปกราฟแท่งในแต่ละช่วงของของเสียที่เกิดขึ้นด้วย

2. กราฟเส้นจะใช้ดูแนวโน้มในระยะยาวเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป หรืออาจเรียกว่าเป็นการทำนายสถานการณ์ในอนาคตก็ได้ การเคลื่อนตำแหน่งของจุดแต่ละจุดบนกราฟเส้นจะทำให้ทราบว่าเราได้เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขไปบ้างแล้ว การแก้ไขนั้นดีขึ้นหรือไม่ดังแสดงตัวอย่างการใช้กราฟเส้นใน รูปที่ 2.9



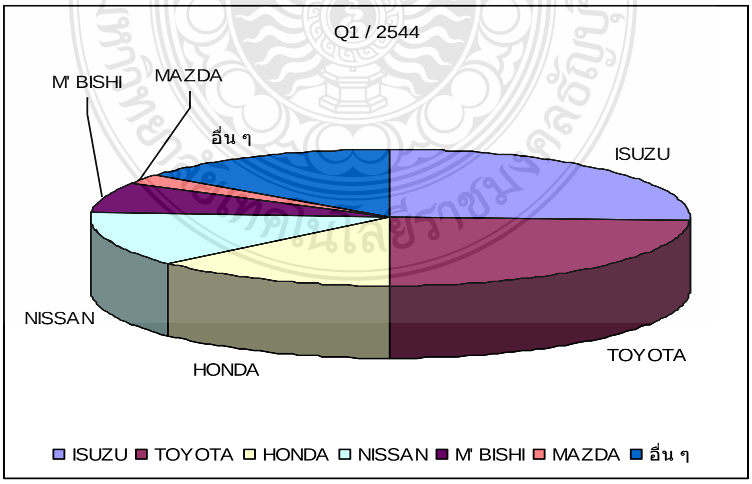

รูปที่ 2.9 การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย

ในส่วนแผนภูมิกราฟเส้นนี้ ในงานวิจัยได้นำมาสรุปจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเพื่อดูแนวโน้ม จากการเก็บข้อมูลทั้งหมดแล้วนำมาสรุปกราฟเส้นในแต่ละช่วงของของเสียที่เกิดขึ้นด้วย

3. กราฟวงกลม (Circular) กราฟวงกลม เป็นกราฟที่ใช้แสดงสัดส่วนของอัตราส่วนของข้อมูลแต่ละประเภทมีมากน้อยเพียงใด แต่ละจะแสดงออกมาในรูปคล้าย ๆ กับกราฟเส้น โดยจะมีความยาวรวมเท่ากันทุกแท่ง และมีความหมายเหมือนกับกราฟวงกลม คือ พื้นที่ทั้งหมดคิดเป็น 100% ดังแสดงตัวอย่างกราฟวงกลมในตารางที่ 2.3 และรูปที่ 2.10

ตารางที่ 2.3 สัดส่วนยอดขายรถยนต์

| ยอดการขายรถยนต์ 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% |



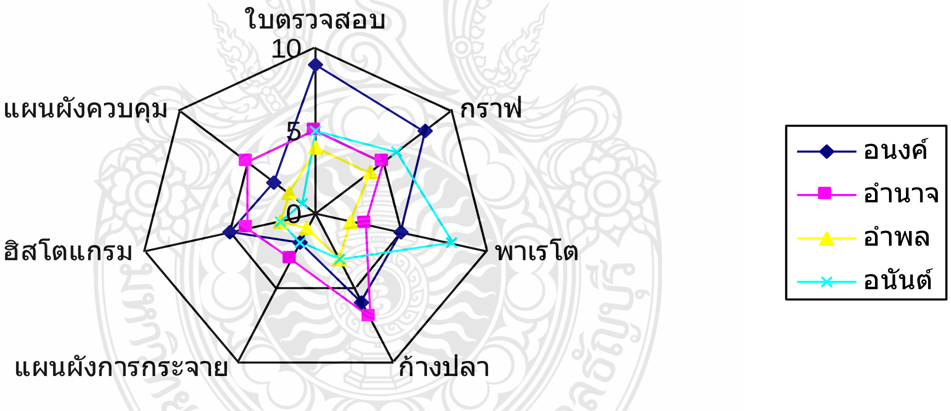

รูปที่ 2.10 สัดส่วนยอดขายรถยนต์

ส่วนในกราฟวงกลมนี้ไม่ได้นำมาใช้วิเคราะห์จำนวนของข้อบกพร่องที่ได้จากการเก็บข้อมูล เพราะกราฟแท่งและกราฟเส้นเพียงพอสำหรับการสรุปข้อบกพร่องโดยรวมทั้งหมด

4. กราฟใยแมงมุม (Radar Chart) เป็นกราฟรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งจะแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความความมาก-น้อยของแต่ละส่วน โดยการกำหนดตำแหน่งจุดลงในแต่ละเส้นแกนของกราฟ ซึ่งการกำหนดจุดลงบนแกนนี้ จะมีจุดก่อนและหลังการแก้ไขปรับปรุง หรืออาจใช้ในการเปรียบเทียบเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป แสดงตัวอย่างกราฟใยแมงมุมในตารางที่ 2.4 และรูปที่ 2.11

ตารางที่ 2.4 ระดับความรู้ของพนักงานในการใช้เครื่องมือคุณภาพ

| เครื่องมือคุณภาพ / พนักงาน | ใบตรวจสอบ | กราฟ | พาเรโต | ก้างปลา | แผนผังการกระจาย | ฮิสโตแกรม | แผนผังควบคุม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 2.11 ระดับความรู้ของพนักงานในการใช้เครื่องมือคุณภาพ

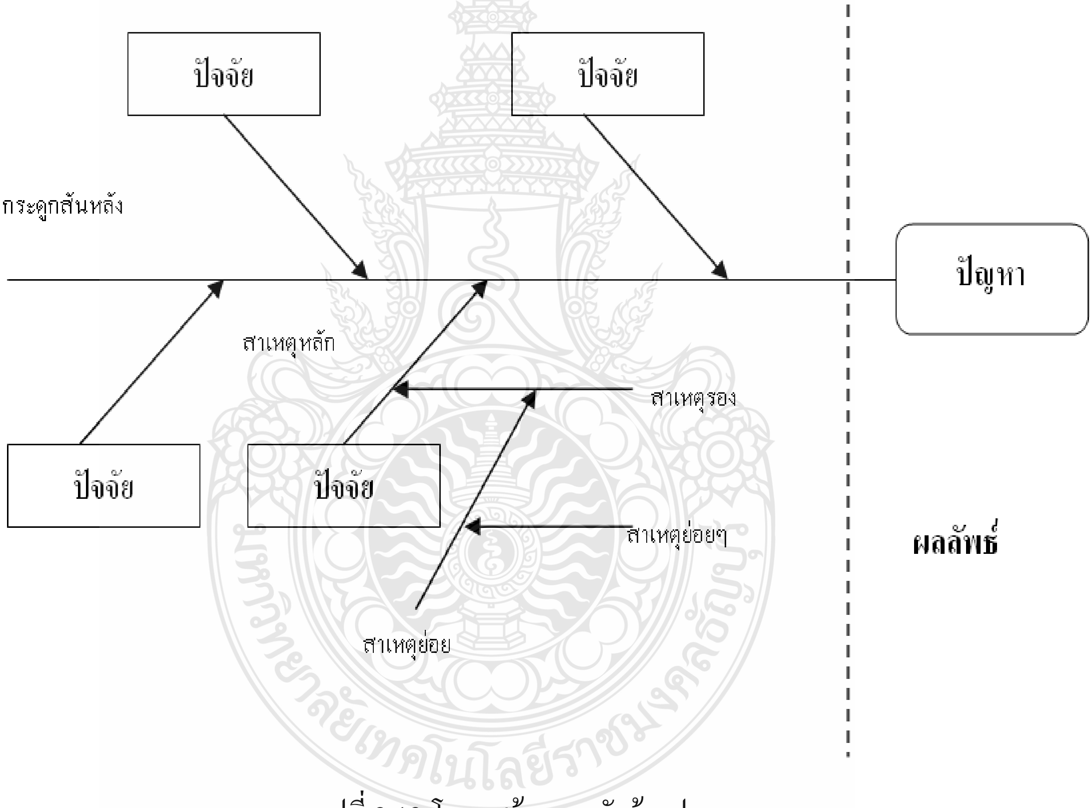
ส่วนในกราฟแมงมุงนี้ในงานวิจัยนี้ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ เนื่องจากข้อมูลที่มีไม่เหมาะกับลักษณะกราฟนี้เพราะไม่ได้แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความความมาก-น้อยของแต่ละส่วน

### 2.7.4 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) คือ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา (ผล) กับปัจจัยต่างๆ (สาเหตุ) ที่เกี่ยวข้อง [5] เราจะใช้แผนผังสาเหตุและผลเมื่อ

ต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา หรือเพื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจกับกระบวนการอื่น หรือกระบวนการของแผนกอื่นเมื่อต้องการให้ระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกคนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา การสร้างผังก้างปลานั้นทำได้ดังนี้

1. กำหนดปัญหาหรืออาการที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
3. หาสาเหตุหลักของปัญหา
4. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น ดังรูปที่ 2.12




รูปที่ 2.12 โครงสร้างของผังก้างปลา

ซึ่งการแก้ปัญหาจากผังก้างปลานั้นทำได้โดยที่ตัดสาเหตุที่ไม่จำเป็นออกลำดับความเร่งด่วนและความสำคัญของปัญหาถ้ายืนยันสาเหตุนั้นไม่ได้ ต้องกลับไปเก็บข้อมูลอีกครั้งเพื่อคิดหาวิธีแก้ไขหลังจากนั้นก็กำหนดวิธีการแก้ไข รวมถึงกำหนดผู้รับผิดชอบ เวลาเริ่มต้น ระยะเวลาเสร็จท้ายที่สุดต้องมีการติดตามผลการแก้ไขในรูปแบบที่เป็นตัวเลขสามารถวัดได้ และในงานวิจัยนี้ได้นำแผนภาพสาเหตุและผลมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ไม่สามรถสกัดของเสียมิให้หลุดเข้าไปในกระบวนการผลิต

### 2.7.5 แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

แผนภาพการกระจาย คือ กราฟที่เขียนแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรคู่หนึ่ง โดยเขียนไว้เป็นจุดๆ ปรากฏไว้ให้เห็นอย่างชัดเจน ส่วนใหญ่แล้วแผนภาพสาเหตุและนอกจากนั้นยังใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลและเหตุต่อเหตุอีกด้วย [4] ประโยชน์การใช้แผนภาพการกระจายมีดังนี้

1. ตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลนำแผนภาพการกระจายที่เขียนได้มาเปรียบเทียบกับรูปแบบมาตรฐานของการกระจาย
2. ตรวจดูว่ามีจุดผิดปกติหรือไม่ การตรวจหาจุดผิดปกตินั้นสามารถทำได้โดยพิจารณาจุดต่างๆ ที่ปรากฏให้เห็นอยู่ในแผนภาพการกระจาย
3. พิจารณาว่ามีความจำเป็นต้องจำแนกข้อมูลหรือไม่

จากแผนภาพการกระจาย งานวิจัยในครั้งนี้ไม่ได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วย เนื่องจากข้อมูลในงานวิจัยไม่เหมาะสม

### 2.7.6 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม คือ เครื่องมือตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิต เพื่อการแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้อย่างรวดเร็วและไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสินค้าที่ผลิตโดยธรรมชาติชิ้นงานที่เกิดจากกระบวนการผลิตใดๆ [5] มักมีความผันแปรเกิดขึ้นในกระบวนการเสมอโดยความผันแปรที่เกิดขึ้นนั้นมาจาก 2 ส่วนด้วยกัน คือ ความผันแปร ตามธรรมชาติ (Common Cause) และความผันแปรจากความผิดปกติ (Special Cause)

1. ความผันแปร ตามธรรมชาติ (Common Cause)

เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่าง เล็กๆ น้อยๆ ที่เกิดขึ้นจากปัจจัยการผลิตต่างๆ เช่น ผู้ปฏิบัติงาน วัตถุดิบ เป็นต้น ไม่มีความรุนแรงและไม่มีผลต่อคุณภาพ โดยชิ้นงานที่ออกมาแต่ละชิ้นจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นความแตกต่างที่ยอมรับได้และอยู่ในพิกัดที่กำหนดทางเทคนิคซึ่งได้อนุญาตเอาไว้แล้วในค่าพิกัดความเผื่อของชิ้นงาน

2. ความผันแปรจากความผิดปกติ (Special Cause)

เกิดจากความผิดพลาดของปัจจัยต่างๆ ในกระบวนการผลิต ซึ่งจำเป็นที่จะต้องได้รับการแก้ไขจึงจะทำให้คุณภาพของชิ้นงานกลับมาสู่สภาวะปกติอีกครั้งหนึ่ง

3. ชนิดของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมจะแบ่งออก 2 ประเภทใหญ่ๆ โดยแยกตามลักษณะของข้อมูลที่น่าสนใจ คือ

3.1 แผนภูมิที่ชนิดของข้อมูลเป็นข้อมูลแบบต่อเนื่อง, หน่วยวัด

3.2 แผนภูมิที่ชนิดของข้อมูลเป็นข้อมูลแบบช่วง, หน่วยนับ
ในส่วนกราฟแผนภูมิควบคุมนี้ ในงานวิจัยไม่ได้นำมาใช้เนื่องจากไม่มีข้อมูลใดๆ ที่ต้องทำการควบคุม

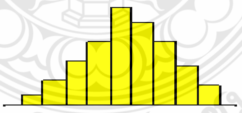
**2.7.7 ฮิสโตแกรม (Histogram)**

ฮิสโตแกรม (Histogram) คือ กราฟแท่งแบบเฉพาะ โดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดง ความถี่ และ มีแกนนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียงลำดับจากน้อย ที่ใช้ดูความแปรปรวนของกระบวนการ โดยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง [4] โดยเราจะใช้แผนภาพฮิสโตแกรมดังนี้

1. เมื่อต้องการตรวจสอบความผิดปกติ โดยดูการกระจายของกระบวนการทำงาน
2. เมื่อต้องการเปรียบเทียบข้อมูลกับเกณฑ์ที่กำหนด หรือค่าสูงสุด-ต่ำสุดเมื่อต้องการตรวจสอบสมรรถนะของกระบวนการทำงาน (Process Capability)
3. เมื่อต้องการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา (Root Cause) เมื่อต้องการติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการในระยะยาว
4. เมื่อข้อมูลมีจำนวนมากๆ

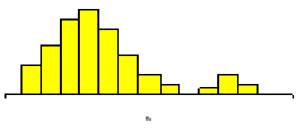
ลักษณะต่างๆ ของฮิสโตแกรมมีดังนี้

1. การกระจายของการผลิตเป็นไปตามปกติ ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่จะอยู่ตรงกลาง ดังรูปที่ 2.13



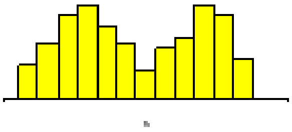
รูปที่ 2.13 แบบปกติ (Normal Distribution)

2. พบเมื่อกระบวนการผลิตขาดการปรับปรุง/หรือการผลิตไม่ได้ผล ดังรูปที่ 2.14



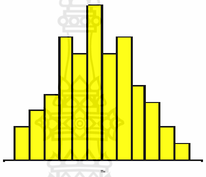
รูปที่ 2.14 แบบแยกเป็นเกาะ (Detached Island Type)

3. พบเมื่อนำผลิตภัณฑ์ของเครื่องจักร 2 เครื่อง / 2 แบบมารวมกัน ดังรูปที่ 2.15



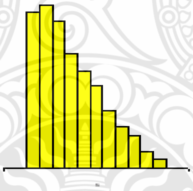
รูปที่ 2.15 แบบระฆังคู่ (Double Hump Type)

4. พบเมื่อเครื่องมือวัดมีคุณภาพต่ำ หรือการอ่านค่ามีความแตกต่างกันไป ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แบบฟันปลา (Serrated Type)

5. พบเมื่อมีการตรวจสอบแบบ Total Inspection เพื่อคัดของเสียออกไป ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 แบบหน้าผา (Cliff Type)

และในงานวิจัยในครั้งนี้ไม่ได้นำฮีสโตแกรมมาใช้ในการวิเคราะห์ เนื่องด้วยข้อมูลที่มีไม่เหมาะสมในการสรุปข้อมูลด้วยฮีสโตแกรม เพราะเป็นกราฟแท่งที่แสดงการกระจายความถี่ของข้อมูลที่ได้จากการวัดหรือข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง

## 2.8 8ดี (8 Discipline, 8D) เทคนิคเพื่อการแก้ไขปัญหา และป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ

8 ดี (8 Discipline, 8D) เป็นระบบปฏิบัติการแก้ไขไม่ให้ปัญหาต่างๆโดยการหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา และกำหนดวิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดสาเหตุของปัญหานั้นอย่างถาวรไม่ให้เกิดซ้ำอีก ซึ่งระบบปฏิบัติการแก้ไขปัญหานี้ถูกกำหนดมาจากบริษัท ฟอร์ด โดยที่ระบบปฏิบัติการแก้ไขปัญหานี้แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

D1 : Use Team Approach หมายถึงการกำหนดกลุ่มคนที่มีความรู้ความสามารถในการแก้ไขปัญหาและการปฏิบัติการแก้ไข

D2 : Problem Description หมายถึงการระบุปัญหาว่าคืออะไร เกิดขึ้นที่ไหน เป็นจำนวนเท่าไร และอื่น ๆ

D3 : Containment Action หมายถึงการระบุ และการปฏิบัติการแก้ไขเบื้องต้นเพื่อทำการคัดแยกของเสีย เพื่อที่จะไม่ให้ส่งผลกระทบกับลูกค้า ก่อนที่จะดำเนินการปฏิบัติแก้ไขอย่างถาวร ซึ่งจะต้องมีการพิจารณาถึงประสิทธิผลของการปฏิบัติการแก้ไขเบื้องต้น

D4 : Define and Verify Root Causes หมายถึงการระบุสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ และพิจารณาหาสาเหตุที่แท้จริง โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ

D5 : Define Corrective Action หมายถึงการกำหนดการปฏิบัติการแก้ไข เพื่อทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสาเหตุที่แท้จริง

D6 : Implement Permanent Corrective Actions หมายถึงการกำหนดแผนในการปฏิบัติการแก้ไขอย่างถาวร โดยจะต้องมีการกำหนดเครื่องมือที่สามารถวัดผลการปฏิบัติการได้ว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้จริง

D7 : Prevent Recurrence หมายถึงการจัดการนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาทำการประยุกต์เข้ากับปัญหาอื่น ๆ เพื่อทำการแก้ไข

D8 : Congratulate Your Team หมายถึงการแสดงถึงคุณค่าของทีม

การดำเนินการแก้ปัญหาด้วย8 ดี (8 Discipline, 8D) เทคนิคเพื่อการแก้ไขปัญหา และป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำอย่างมีประสิทธิผลนั้นจะต้องอธิบายปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถวัดค่าได้ไม่ใช้วิธีการคาดเดาเหตุการณ์ โดยทำการค้นหาสาเหตุของปัญหาโดยใช้หลักฐาน ข้อมูลที่มีอยู่โดยอยู่บนพื้นฐานข้อเท็จจริง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์โอกาสของการเกิดปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นทั้งหมด ท้ายที่สุดจะต้องกำหนดวิธีการตรวจติดตามประสิทธิผลหลังจากการปฏิบัติการแก้ไขไปแล้วเป็นระยะๆ [13]

## 2.9 การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ

การทดสอบสมุติฐานทางสถิติโดยใช้ข้อมูลตัวอย่าง ประชากร หรือตัวแปรที่ต้องการทดสอบจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ หรือใกล้เคียงแบบปกติ ขั้นตอนในการทดสอบสมมุติฐานมีดังนี้ [13]

2.9.1 ตั้งสมมุติฐานทางสถิติ เป็นการตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของประชากรซึ่งประกอบด้วยสมมุติฐานว่าง ($H_0$) และสมมุติฐานแย้ง ($H_1$) โดยการเปลี่ยนสมมุติฐานการวิจัยเป็นสมมุติฐานทางสถิติ แล้วนำไปใส่ในสมมุติฐานแย้ง ($H_1$) แล้วจึงกำหนดสมมุติฐานว่าง ($H_0$) ให้มีลักษณะตรงกันข้าม หรือขัดแย้งกัน แต่ในสมมุติฐานว่าง ($H_0$) ต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์แบบค่าเดียว หรือค่าที่เท่ากันของพารามิเตอร์เท่านั้น

2.9.2 กำหนดค่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha$) โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนด ดังนี้

ก. $\alpha$ = .001 กรณีงานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องกับความปลอดภัย

ข. $\alpha = .05$ กรณีงานวิจัยทั่วๆไป

ค. $\alpha = .01$ กรณีงานวิจัยต้องการความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ง. $\alpha = .10$ กรณีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการทำสำรวจ

2.9.3 กำหนดสถิติทดสอบ โดยต้องคำนึงถึงว่า ทราบการแจกแจงหรือไม่ ขนาดตัวอย่างมากน้อยแค่ไหน และได้มาด้วยวิธีใด เก็บในมาตรวัดแบบใด ต้องการทดสอบพารามิเตอร์ใด และยังรวมไปถึงข้อมูลมาจากประชากรกี่กลุ่ม

2.9.4 คำนวณค่าสถิติจากข้อมูลที่ได้จากประชากร แล้วนำมาคำนวณค่าสถิติทดสอบ

2.9.5 สร้างเขตปฏิเสธสมมุติฐานว่าง ($H_0$) หรือเรียกว่าบริเวณวิกฤตขึ้นอยู่กับค่า ($\alpha$) และลักษณะของสมมุติฐานทางสถิติที่กำหนดไว้ ดังนี้

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

เรียกว่าสมมุติฐานแบบ 2 หาง (2-tailed Hypothesis)

2. $H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 \prec \mu_2$

เรียกว่าสมมุติฐานแบบ 1 หาง (1-tailed Lower Hypothesis)

3. $H_0 : \mu_1 = \mu_2 \quad H_1 : \mu_1 \succ \mu_2$

เรียกว่าสมมุติฐานแบบ 1 หาง (1-tailed Upper Hypothesis)

2.9.6 สรุปผลการทดสอบถ้าค่าสถิติทดสอบตกในบริเวณวิกฤตให้ตัดสินใจปฏิเสธสมมุติฐานว่าง ($H_0$) แล้วยอมรับสมมุติฐานแย้ง ($H_1$) แต่ถ้าค่าสถิติทดสอบตกในบริเวณยอมรับให้ตัดสินใจยอมรับสมมุติฐานว่าง ($H_0$)

## 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากหลายงานวิจัยพบว่าได้นำมาประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์นำวิธีการตรวจแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ เช่นแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบคุณภาพการผลิตโดยการสร้างแผนการชักตัวอย่างแทนการทดสอบทุกชิ้น ผลการวิจับพบว่าแผนการสุ่มตัวอย่างที่ได้จากวิธีการคำนวนโดยโปรแกรม Samp V 2.0 ช่วยลดค่าความเสี่ยงของผู้บริโภคในการยอมรับสินค้าที่มีข้อบกพร่องมากกว่าวิธีเดิมที่ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างตามมาตรฐาน MIL-STD-105E ถึง 16.46% และขีดจำกัดคุณภาพออกเฉลี่ย (AOQL) ถึง 16.34 % [11]

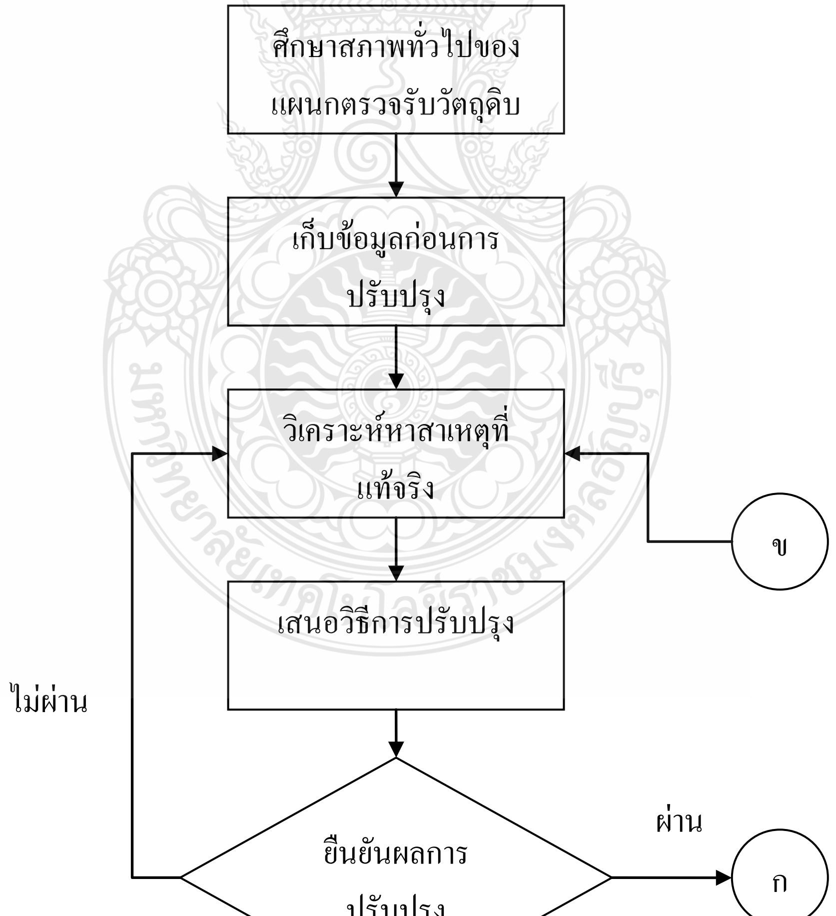
กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ที่นำวิธีการตรวจสอบแบบสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ เช่น กรณีศึกษา: กระบวนการประกอบโซ่ราวลิ้นรถยนต์ พบว่าแผนการสุ่มแบบอ้างอิงมาตรฐาน MIL-STD-105E แบบเดิมที่ขนาดลอต1,000, 5,000 และ10,000 ชิ้นที่ระดับสัดส่วนของเสีย เท่ากับ 0.12% ,

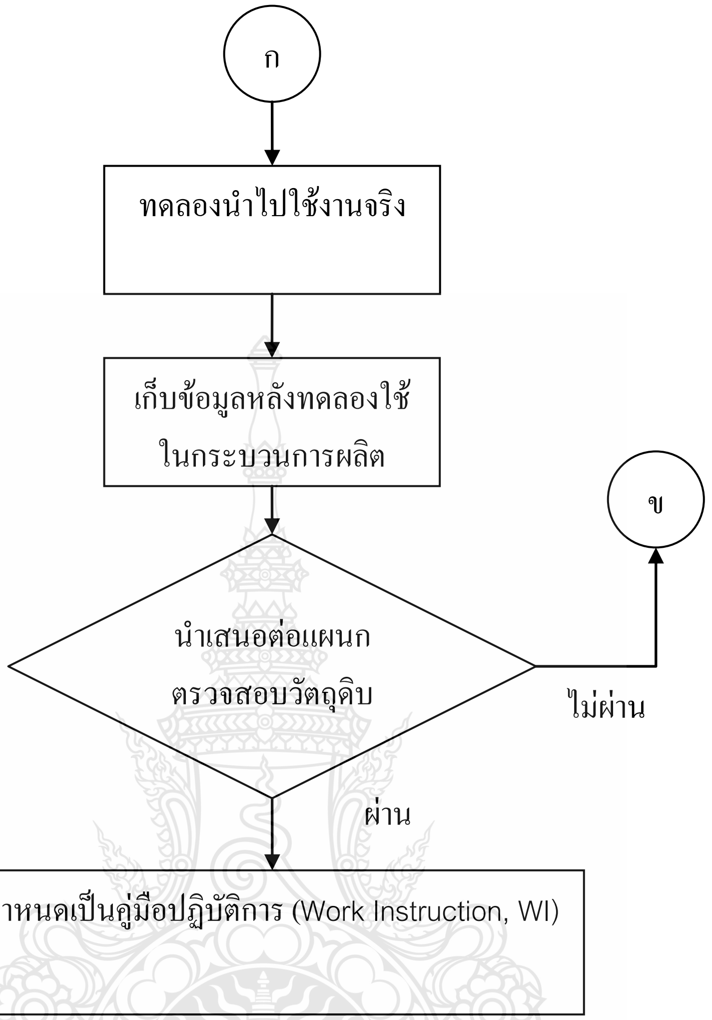
0.13% และ 0.17% ตามลำดับแต่เมื่อระดับสัดส่วนของเสีย อยู่ระหว่าง 0.2% ถึง 1.0% พบว่าการใช้แผนการสุ่มที่ปรับปรุงใหม่ทำให้สามารถลดต้นทุนโดยรวมได้ระหว่าง 10% ถึง 45% [12]

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษา และปรับปรุงกระบวนการสุ่มตรวจรับวัตถุดิบหลัก คือ ไดซ์ (Dice) ของโรงงานตัวอย่างผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อสามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ และสามารถตรวจจับของเสียไม่ให้ผ่านไปสู่กระบวนการผลิตได้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงการดำเนินการวิจัยศึกษาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ การสุ่มตัวอย่าง วิธีการตรวจสอบวัตถุดิบและ ของเสียที่พบในสายการผลิต ซึ่งผ่านการสุ่มตัวอย่าง และตรวจสอบจากระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ในอดีตที่ผ่านมา และศึกษาผลกระทบ และความรุนแรงจากการที่พบของเสียในสายการผลิตโดยใช้เทคนิค 7 QC Tools จากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบไม่สามารถสกัดของเสียได้ด้วยเทคนิค 7 QC Tools รวมไปถึงเสนอวิธีการปรับปรุงการสุ่มตัวอย่างที่จะทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบสามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบให้ปราศจากของเสีย และท้ายที่สุดกำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังรูปที่ 3.1

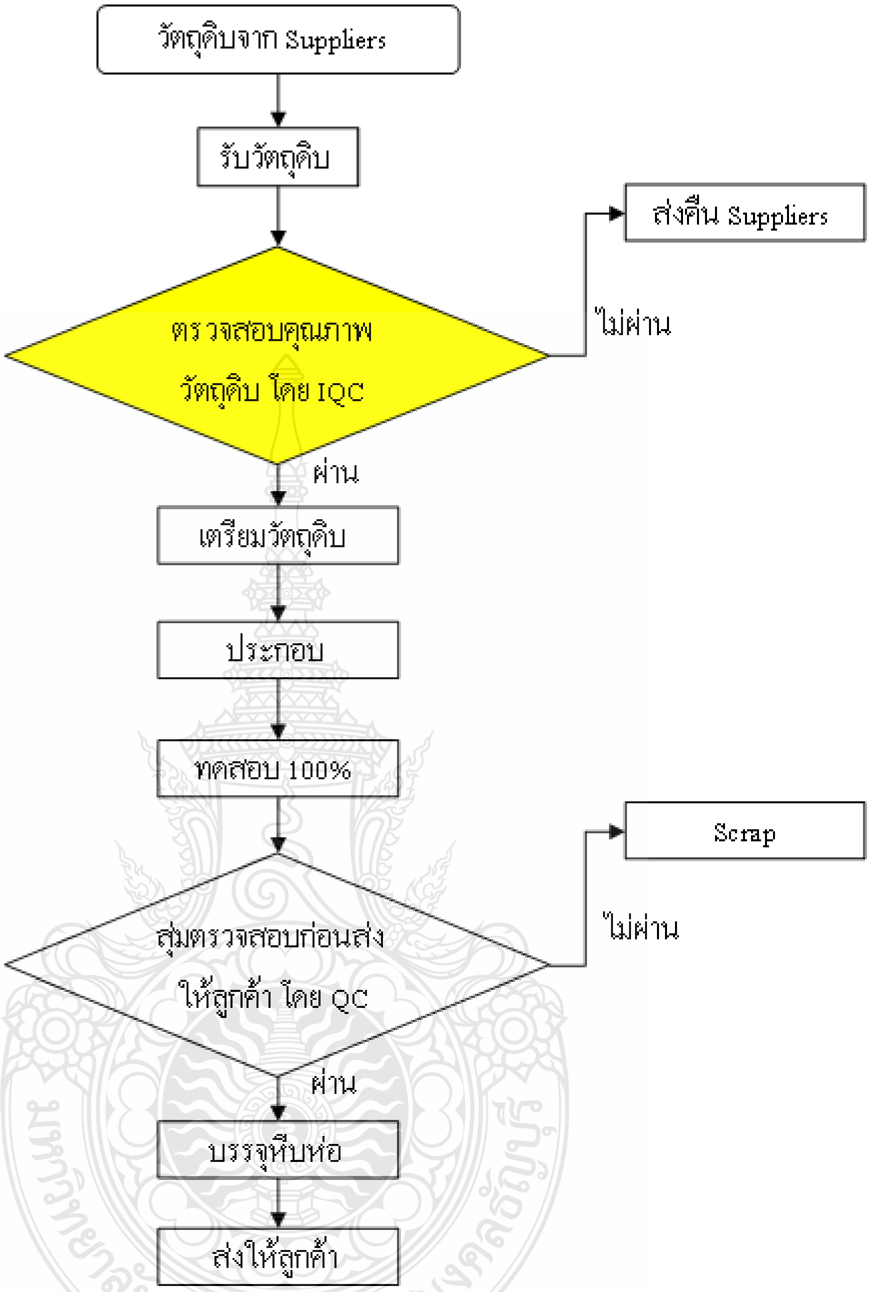





รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

## 3.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของแผนกตรวจรับวัตถุดิบ ของโรงงานตัวอย่างในปัจจุบัน

ภาพรวมของกระบวนการผลิตสินค้าของบริษัทตัวอย่างดังรูปที่ 3.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแผนกตรวจรับวัตถุดิบ นั้นอยู่ในกระบวนการต้นๆของการผลิตทั้งหมดดังนั้นถ้าแผนกตรวจรับวัตถุดิบมีความผิดผลาดเกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้




รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตสินค้าของโรงงานตัวอย่าง

หน้าที่ของแผนกตรวจรับ และขั้นตอนการทำงานตั้งแต่รับสินค้า จนเสร็จสิ้นกระบวนการ ณ โรงงานตัวอย่าง ซึ่งในแต่ละโรงงานอุตสาหกรรมจะมีหน้าที่ และขั้นตอนการทำงานที่คล้ายคลึงกัน แต่อาจจะมีวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีวิธีการตรวจสอบ และการสุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์หลักของระบบ Incoming Quality Control ในทุก ๆ โรงงาน จะมีความคล้ายคลึงกัน คือการควบคุมคุณภาพ และการตรวจสอบวัตถุดิบก่อนนำวัตถุดิบเข้า

ไปในกระบวนการผลิต แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการตรวจสอบ และการสุ่มตัวอย่าง ของวัตถุดิบในโรงงานตัวอย่าง

แผนกการตรวจสอบรับวัตถุดิบ ทำหน้าที่ควบคุมการตรวจสอบวัตถุดิบที่เข้ามา เพื่อให้แน่ใจว่าคุณภาพของวัตถุดิบที่เข้ามามีคุณภาพที่ยอมรับได้ ตามข้อกำหนดเฉพาะซึ่งรวมถึง

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

ขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบที่นำเข้ามาในโรงงานสามารถอธิบายโดยละเอียดได้ดังนี้ และสามารถดูผังการไหลของกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบที่นำเข้ามาในโรงงานตัวอย่างดังรูปที่ 3.5

### 3.1.1 วัตถุดิบที่นำเข้ามาจะทำการแยกตามกลุ่มของวัตถุดิบ

กลุ่ม 1 หมายถึงวัตถุดิบหลักซึ่งต้องทำการตรวจสอบตามคุณลักษณะของวัตถุดิบ เช่น ไดซ์, ลีดเฟรม และสารเคมี ส่วนกลุ่ม 2 หมายถึง วัตถุดิบที่ยอมรับได้โดยไม่ผ่านการตรวจสอบ เช่น กล่องกระดาษ

### 3.1.2 การตรวจสอบของวัตถุดิบ

วัตถุดิบแต่ละชนิดจะถูกตรวจสอบตามข้อกำหนดเฉพาะของวัตถุดิบแต่ละตัว ซึ่งการตรวจสอบจะมี 3 ลักษณะคือ

1. ขนาด (Dimension) หมายถึง การตรวจสอบขนาดของวัตถุดิบตามบรรทัดฐานที่กำหนดในข้อกำหนดเฉพาะ โดยใช้เครื่องมือวัด

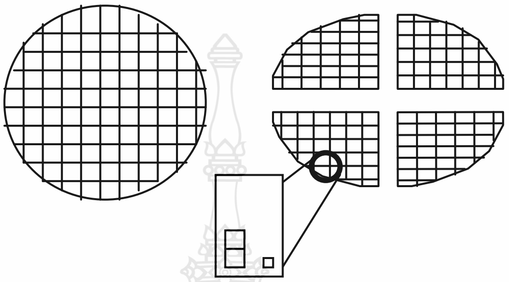
2. ลักษณะภายนอก (Appearance) หมายถึง การตรวจสอบรูปร่าง และคุณลักษณะที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า หรือกล้องกำลังขยาย

3. คุณสมบัติการใช้งาน (Functional) หมายถึง การตรวจสอบการใช้งาน ตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดเฉพาะ โดยใช้เครื่องมือวัด

### 3.1.3 การสุ่มตัวอย่างของวัตถุดิบแต่ละชนิด

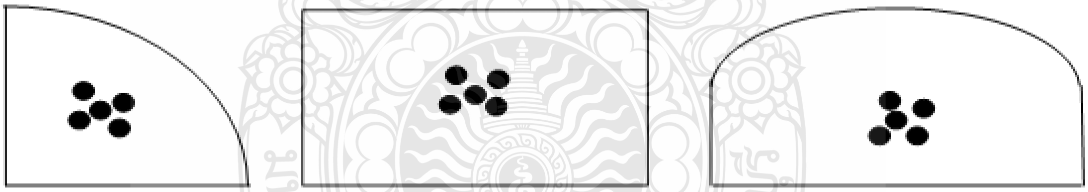
ซึ่งวัตถุดิบแต่ละชนิดจะใช้จะใช้แผนการสุ่มตัวอย่างจาก MIL-STD-105E และแผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวเลขแห่งการยอมรับเท่ากับศูนย์ โดยที่ระดับ และค่า AQL ของการสุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากัน ตามแต่ชนิดของวัตถุดิบ ซึ่งจะถูกกำหนดโดยวิศวกร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

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



รูปที่ 3.3 เวเฟอร์ และ ไดซ์

โดยที่ปัจจุบันทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว โดยพนักงานจะทำการหยิบตัวไดซ์ด้วยเครื่องมือเฉพาะแล้วทำการตรวจสอบด้วยเครื่องมือวัดหลังจากนั้นก็จะทำการใส่กลับไปยังตำแหน่งเดิม ซึ่งลักษณะเวเฟอร์ย่อย และตำแหน่งที่หยิบไดซ์ในแต่ละเวเฟอร์ย่อยดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลักษณะเวเฟอร์ย่อย และตำแหน่งที่หยิบไดซ์ในแต่ละเวเฟอร์ย่อย

2 ลีดเฟรม มีลักษณะเป็นเหล็กแผ่นบางขึ้นรูป ซึ่งมีหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างตัวไดซ์กับขางานที่จะต่อเชื่อมกับวงจรภายนอก โดยที่ใน 1 ลอตจะถูกแบ่งออกเป็นกล่องย่อย ๆ หลายกล่องเพื่อบรรจุลีดเฟรม โดยที่จะมีการตรวจสอบลักษณะภายนอก และการตรวจสอบขนาด สำหรับการตรวจสอบลักษณะภายนอก จะใช้การตรวจสอบด้วยตาเปล่า หรือกล้องกำลังขยาย และการตรวจสอบขนาดจะใช้เครื่องมือวัด ซึ่งอาจจะต้องมีเครื่องมือ พิเศษ เพื่อทำการจับชิ้นงาน ทำให้ตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง จากการตรวจสอบหากมีข้อบกพร่อง 1 จุด หรือมากกว่า 1 จุดในหนึ่งชิ้นของลีดเฟรม ซึ่งจะนับเป็นของเสีย 1 ชิ้น

3 สารเคมี ซึ่งจะมีการตรวจสอบเฉพาะลักษณะภายนอก ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบวันหมดอายุของสารเคมี

**3.1.4 การตรวจสอบขนาด คุณลักษณะภายนอก และคุณสมบัติการใช้งาน**

การตรวจสอบจะต้องมีการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบทั้งหมด ซึ่งจะรวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบชนิดนั้น ๆ เช่น วันที่ที่รับเข้ามา หมายเลขลอตชื่อผู้ผลิต และอื่น ๆ

**3.1.5 ทำการแยกวัตถุดิบที่ยอมรับ และไม่ยอมรับ**

เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากการนำเอางานที่ไม่ยอมรับไปใช้ในกระบวนการผลิต นอกจากนี้จะต้องทำการส่งข้อมูล และเอกสารให้ผู้เกี่ยวข้องรับทราบ เพื่อทำการตัดสินใจเกี่ยวกับวัตถุดิบที่ไม่ยอมรับ โดยจะมีผลการตัดสินใจอยู่ 3 แบบคือ

1. ส่งคืนผู้ผลิต (Return) หมายถึงการนำวัตถุดิบทั้งหมดในงวดการส่งที่ไม่ยอมรับ ส่งกลับคืนให้กับผู้ผลิต

2. เลือกส่วนที่ยอมรับได้ (Screen) หมายถึงการนำเอาวัตถุดิบมาเลือกนำส่วนที่ยอมรับได้มาใช้ในขบวนการผลิต โดยแผนการสุ่มตัวอย่าง และขบวนการตรวจสอบพิเศษ ซึ่งจะถูกกำหนดโดยวิศวกร

3. อนุญาตให้นำมาใช้ (Waive) หมายถึงการที่วิศวกรอนุญาตให้นำวัตถุดิบมาใช้ในขบวนการผลิตได้ ซึ่งจะต้องผ่านการวินิจฉัย และแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ

**3.1.6 ทำการส่งข้อมูลการไม่ยอมรับ ให้กับผู้ผลิตทราบ**

แผนกการตรวจสอบรับวัตถุดิบ ทำหน้าที่รวบรวมผลของคุณภาพของวัตถุดิบที่มาจากผู้ผลิตทั้งหมด เพื่อเป็นการแสดงถึงความสามารถของผู้ผลิตแต่ละราย โดยที่ผู้ผลิตจะต้องทำการตอบกลับตามรูปแบบ 8 ดี (8 Discipline, 8D)

**3.1.7 ขั้นตอนการตรวจสอบสำหรับวัตถุดิบซึ่งเป็นของเสียที่หลุดเข้าสู่กระบวนการผลิต**

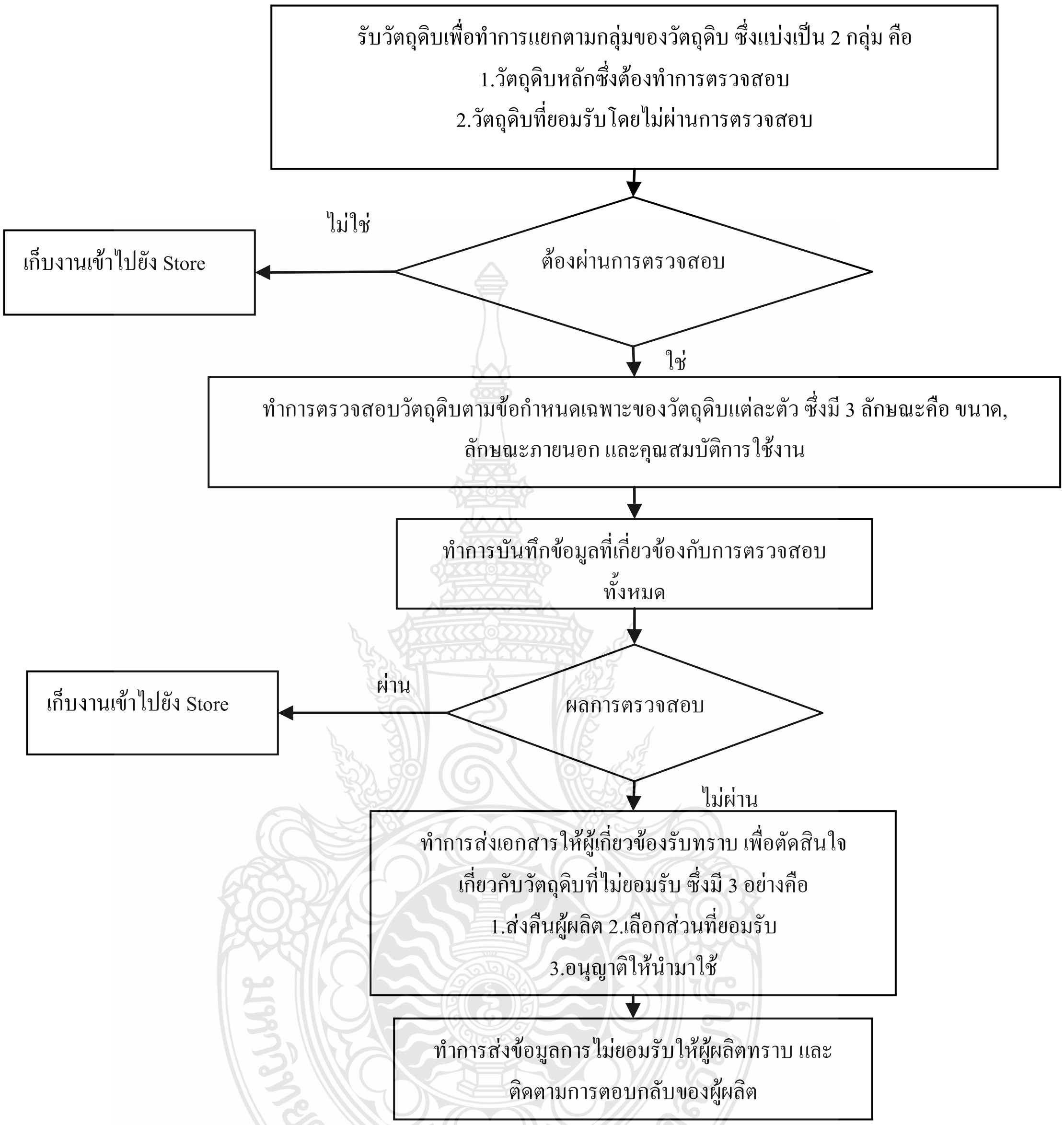
1. รับแจ้งปัญหาที่เกิดขึ้น จำนวน และงวดการส่งมอบของวัตถุดิบจากแผนกที่เกี่ยวข้องคือวิศวกรการผลิต พนักงานฝ่ายควบคุมการสั่งซื้อ และบุคคลที่เกี่ยวข้อง

2. ทำการตรวจสอบข้อบกพร่อง ตามลักษณะปัญหาที่ได้รับแจ้ง และทำการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนด ซึ่งจะตอบกลับผลของการตรวจสอบให้กับฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

3. แผนกการตรวจสอบรับวัตถุดิบ จะทำการส่งข้อมูลการไม่ยอมรับให้กับผู้ผลิตทราบ ซึ่ง จะมีการรวบรวมผลของคุณภาพของวัตถุดิบที่มาจากผู้ผลิตทั้งหมด

4. ทำการติดตามการตอบกลับในเรื่องการแก้ไขเกี่ยวกับของเสียที่เกิดขึ้น โดยที่ผู้ผลิตจะต้องทำการตอบกลับตามรูปแบบ 8 ดี (8 Discipline, 8D)

### 3.1.8 ผังการไหลของขั้นตอนการตรวจสอบสำหรับวัตถุดิบ




รูปที่3.5 ผังการไหลของขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบ

## 3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง และศึกษาผลกระทบ

ในการตรวจสอบข้างต้นยังคงพบของเสียที่หลุดเข้ามายังสายการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต เนื่องจากการที่เราได้ทำการประกอบแล้ว แต่ไม่สามารถผ่านกระบวนการทดสอบขั้นสุดท้าย ทำให้เกิดความสูญเสีย ซึ่งกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการผลิต และอาจจะเกิดปัญหาคุณภาพเมื่อส่งสินค้าที่ผลิตโดยไดซ์ที่เป็นของเสีย เนื่องจากไดซ์ที่เป็นของเสียจะแสดงผลทันทีหรืออาจจะแสดงผลหลังจากที่ลูกค้าได้นำไปใช้งานระยะหนึ่ง จึงเป็นผลให้เกิดความเสียหายต่อลูกค้าซึ่งในปัจจุบันคุณภาพของสินค้าเป็นเรื่องที่สำคัญมากต่อธุรกิจเพราะว่าในปัจจุบันคู่แข่งทาง

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีเป็นจำนวนมาก ทำให้มีการแข่งขันทั้งในเรื่องของราคา และคุณภาพ ดังนั้นในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จึงจะต้องผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง และต้นทุนที่ต่ำที่สุด จากข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2551 ซึ่งแสดงสัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมดหลังจากทำการทดสอบ 100% ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.1 และสัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบซึ่งเป็นขอบเขตที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ และศึกษาในงานวิจัยฉบับบนี้ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 สัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมดหลังจากทำการทดสอบ 100% ระหว่าง เดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2551

| ปัญหา | ม.ค.-51 | ก.พ.-51 | มี.ค.-51 | เม.ย.-51 | พ.ค.-51 | มิ.ย.-51 | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MATERIAL (ไดซ์) | 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% |

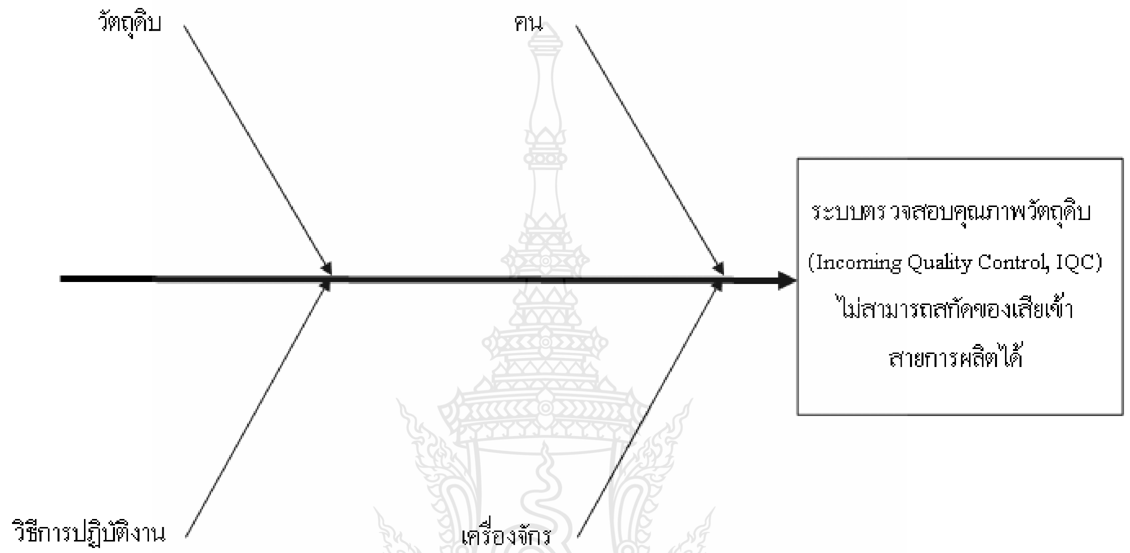
ตารางที่ 3.2 สัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบระหว่าง เดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2551

| เดือน | เปอร์เซ็นของเสียที่เกิดจากวัตถุดิบ | มูลค่าสูญเสียต่อเดือน (บาท) | สัดส่วนของเสียจากการตรวจสอบขั้นสุดท้าย ( ตัวต่อล้านตัว) |
|---|---|---|---|
| ม.ค.-51 | 0.37% | 363,090 | 11 |
| ก.พ.-51 | 0.42% | 413,693 | 7 |
| มี.ค.-51 | 0.58% | 569,498 | 14 |
| เม.ย.-51 | 0.46% | 452,488 | 12 |
| พ.ค.-51 | 0.37% | 364,650 | 7 |
| มิ.ย.-51 | 0.35% | 341,445 | 11 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.43% | 417,477 | 10 |

## 3.3 วิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ

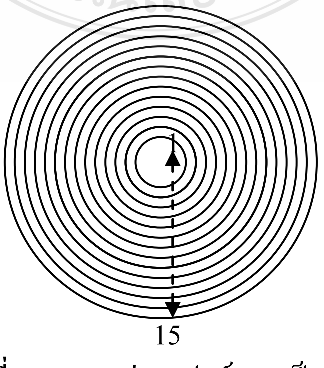
ซึ่งพบว่าวิธีการตรวจสอบวัตถุดิบ และการสุ่มตัวอย่างในปัจจุบัน ยังไม่สามารถตรวจจับปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบได้ เพราะใช้วิธีการสุ่มโดยทั่วทั้งเวเฟอร์และทุกจุดมีโอกาสเท่าๆกัน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์สาเหตุ

3.3.1 วิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) ดังรูปที่ 3.6




รูปที่ 3.6 แผนผังเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

3.3.2 วิเคราะห์โดยใช้แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) ผู้วิจัยได้ทำการนำไดซ์มาตรวจสอบ ซึ่งจะเป็นตัวอย่างงานที่จะนำมาแสดงถึงแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเวเฟอร์ ซึ่งมีจำนวนงานทั้งหมดใกล้เคียงกัน คือประมาณ 12,000 ตัวต่อเวเฟอร์ และจะใช้เครื่องมือการตรวจสอบคุณสมบัติโดยเจ้าหน้าที่ของบริษัทเป็นผู้ตรวจสอบ ซึ่งจะทำการแบ่งไดซ์ออกเป็นช่วง ๆ 15 ช่วงเท่า ๆ กัน โดยเริ่มจากจุดกึ่งกลางของเวเฟอร์จะนับเป็นจุด 0 มิลลิเมตร และจะแบ่งเป็นช่วง ๆ ละ 5 มิลลิเมตร แล้วทำการนับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ดังรูปที่ 3.7




รูปที่ 3.7 การแบ่งเวเฟอร์ออกเป็นช่วง ๆ

จากนั้นทำการตรวจสอบไดซ์ทุก ๆ 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 วิเคราะห์โดยใช้แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) มาเขียนให้อยู่ในรูปแผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

## 3.4 เสนอวิธีการปรับปรุง

ผู้ทำการวิจัยนำเสนอวิธีที่จะทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบสามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบมิให้หลุดรอดเข้าไปในกระบวนการผลิต โดยที่ปัจจุบันทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว โดยพนักงานจะทำการหยิบตัวไดซ์ในบริเวณที่ง่ายต่อการปฏิบัติงานซึ่งเป็นวิธีที่พนักงานปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานอยู่แล้ว หลังจากนั้นพนักงานจะทำการทดสอบด้วยเครื่องมือวัดเฉพาะ หลังจากนั้นทดลองตรวจสอบด้วยวิธีตรวสอบแบบใหม่ แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกับวิธีตรวจสอบแบบเก่า

## 3.5 ยืนยันผลการปรับปรุง

ผู้ทำการวิจัยทำการยืนยันผลการตรวจสอบแบบใหม่กับวิธีตรวจสอบแบบเก่าโดยการทดสอบสมมุติฐานที่ระดับนัยสำคัญ ($\alpha$) 0 .05 และสร้างเขตปฏิเสธสมมุติฐานว่าง ($H_0$) หรือเรียกว่าบริเวณวิกฤต และกำหนดสมมุติฐานทางสถิติที่กำหนดไว้ คือ $H_0 : P_1 = P_2$ , $H_1 : P_1 < P_2$ เรียกว่าสมมุติฐานแบบ1 หาง (1-tailed Lower Hypothesis) และ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$, $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ เรียกว่าสมมุติฐานแบบ 2 หาง (2-tailed Hypothesis) โดยผู้วิจัยใช้การคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB และยังรวมไปถึงการเปรียบเทียบเวลาของพนักงานในการการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน

## 3.6 ทดลองนำไปใช้งานจริง

ผู้ทำการวิจัยนำวิธีระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบแบบใหม่ที่สามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบมิให้หลุดรอดเข้าไปในกระบวนการผลิตไปใช้งานจริงช่วงเดือน มกราคม ถึง มีนาคม พ.ศ. 2552 เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นหลังจากไดซ์ที่ผ่านการตรวจสอบด้วยวิธีใหม่นั้นสามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอันเนื่องมาจากไดซ์มีปัญหามาจากผู้ผลิต

## 3.7 เก็บข้อมูลหลังจากนำวิธีที่ทำการปรับปรุงไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง

ผู้ทำการวิจัยจะทำการเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบก่อน และหลังการปรับปรุงการสุ่มตรวจด้วยวิธีใหม่ว่าสามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอันเนื่องมาจากไดซ์มีปัญหามาจากผู้ผลิต

## 3.8 นำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่

ผู้ทำการวิจัยนำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่ ต่อแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ เพื่อนำไปใช้งานจริงในโรงงานตัวอย่าง

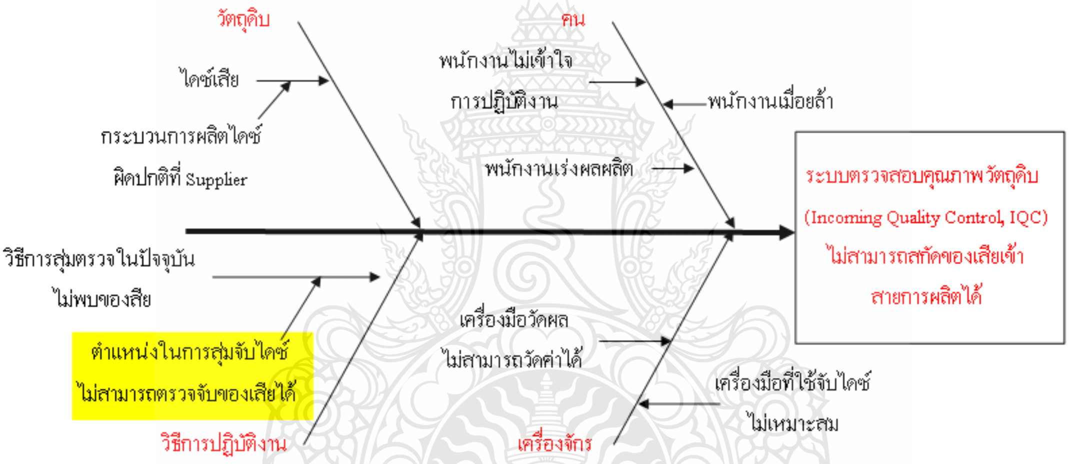
## 3.9 กำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน

ผู้ทำการวิจัยจัดทำคู่มือปฏิบัติการ (Work Instruction, WI) ต่อแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบเพื่อนำไปใช้งานจริงในโรงงานตัวอย่าง

# บทที่ 4
# ผลการดำเนินการวิจัย

## 4.1 ผลวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ

4.1.1 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) ดังรูปที่ 4.1 พบว่าตำแหน่งในการสุ่มจับไดซ์ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้ จึงส่งผลให้วิธีการสุ่มตรวจในปัจจุบันไม่พบของเสีย จึงส่งผลให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ไม่สามารถสกัดของเสียเข้าสายการผลิตได้ ซึ่งข้อมูลได้มาจากการระดมสมองระหว่าง วิศวกรผู้ดูแลกระบวนการ, พนักงาน, พนักงานควบคุมคุณภาพ, วิศวกรคุณภาพ และผู้วิจัย




รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ด้วยแผนผังเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

4.1.2 ผลวิเคราะห์โดยใช้แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) จากทำการวิเคราะห์สาเหตุพบว่าตำแหน่งในการสุ่มจับไดซ์ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้ ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบแผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) เพื่อทำการศึกษาถึงตำแหน่งการสุ่มตรวจไดซ์บนเวเฟอร์ โดยได้ทำการนำไดซ์มาตรวจสอบ 100% จำนวน 7 เวเฟอร์ หรือเท่ากับ 1 แบช ซึ่งเป็นตัวแทนของงาน ที่ทำการผลิตช่วงเวลาเดียวกัน,เครื่องจักรเดียวกัน รวมไปถึงพนักงานคนเดียวกัน ซึ่งจะเป็นตัวอย่างงานที่จะนำมาแสดงถึงแนวโน้มของของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเวเฟอร์ ซึ่งมีจำนวนงานทั้งหมดใกล้เคียงกัน คือประมาณ 12,000 ตัวต่อเวเฟอร์ และจะใช้เครื่องมือการตรวจสอบคุณสมบัติ โดยเจ้าหน้าที่ของบริษัทเป็นผู้ตรวจสอบ ซึ่งจะทำการแบ่งไดซ์ออกเป็นช่วง ๆ 15 ช่วงเท่า ๆ กันโดยเริ่มจากจุดกึ่งกลางของเวเฟอร์จะนับเป็นจุด 0 มิลลิเมตร และจะแบ่งเป็นช่วง ๆ 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

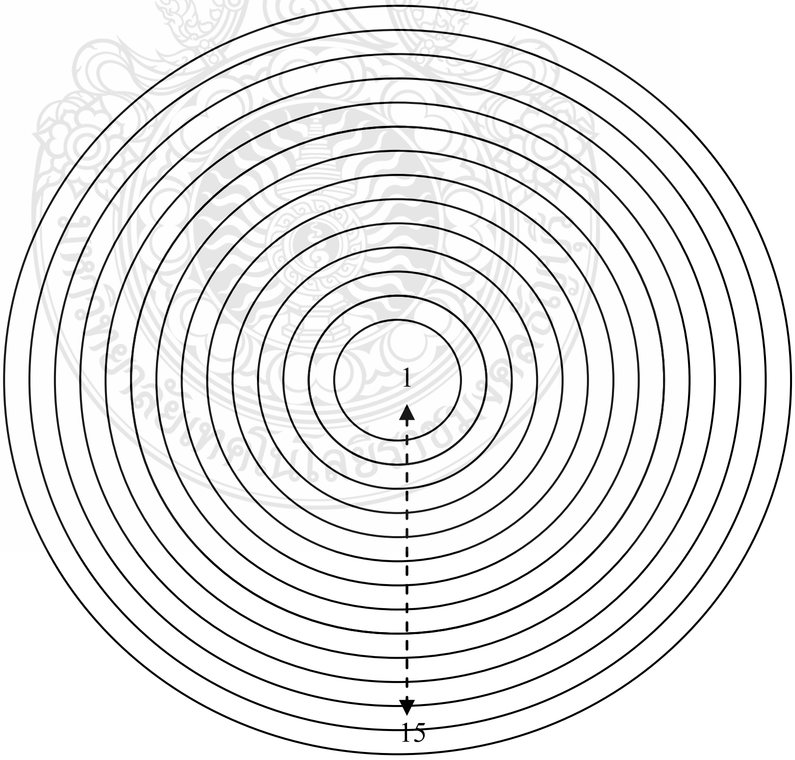
ช่วงที่ 11 : 50 มิลลิเมตร - 55 มิลลิเมตร

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 การแบ่งเวเฟอร์ออกเป็นช่วง ๆ

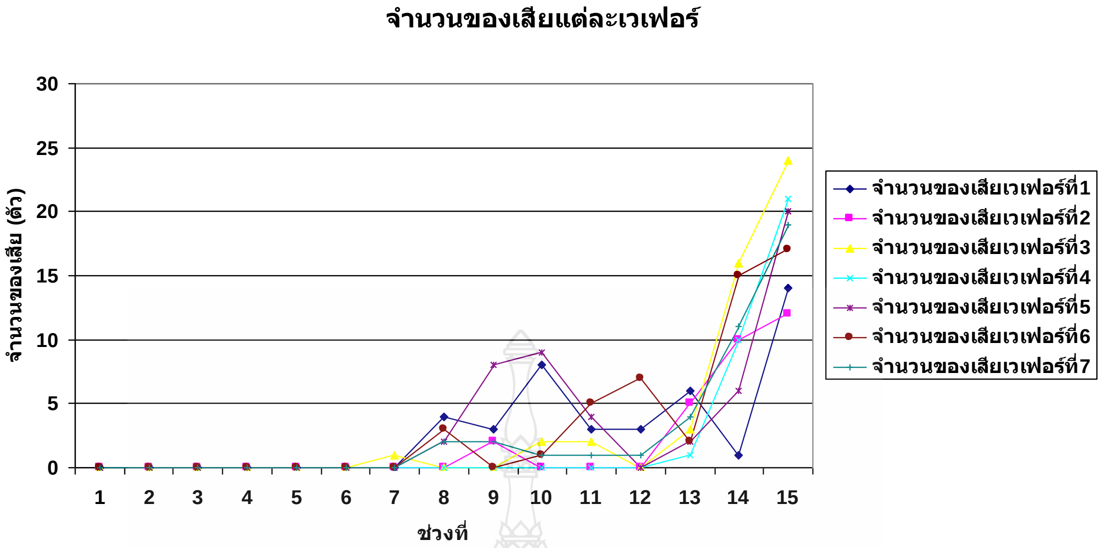
จากการตรวจสอบไดซ์ทุก ๆ ช่วง ได้พบของเสียดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณของเสียแต่ละช่วงของเวเฟอร์ และปริมาณของเสียเฉลี่ยในแต่ละช่วง

| ช่วงที่ | จำนวนของเสีย (ตัว) | | | | | | | จำนวนของเสียเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 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 |
| 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 |

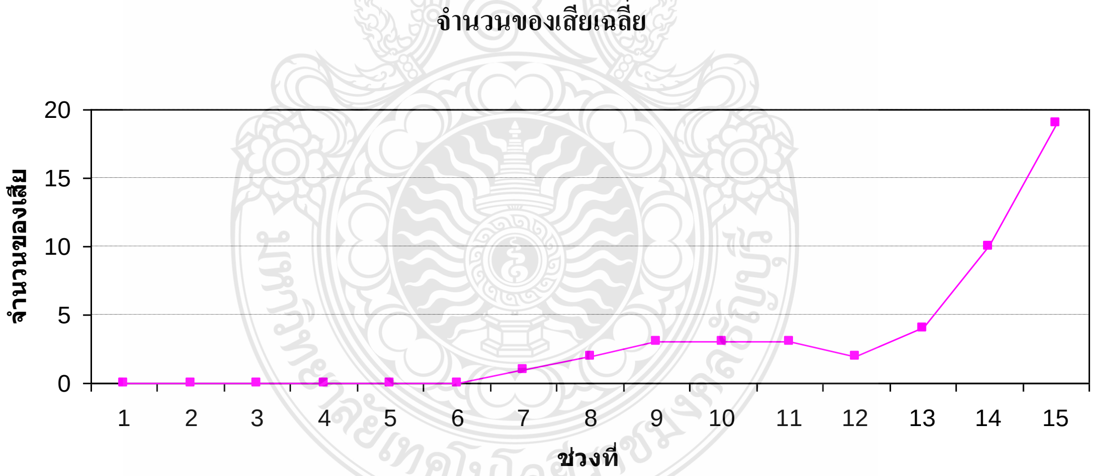
จากข้อมูลจากแผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) นั้นแสดงให้เห็นว่าช่วงที่ 1 ถึง 6 นั้นไม่พบของเสียเลยจากการตรวจแต่สามารถเขียนเป็นกราฟจำนวนของเสียแต่ละเวเฟอร์ เพื่อให้เห็นความแตกต่างในแต่ละช่วงได้ชัดเจนขึ้น

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



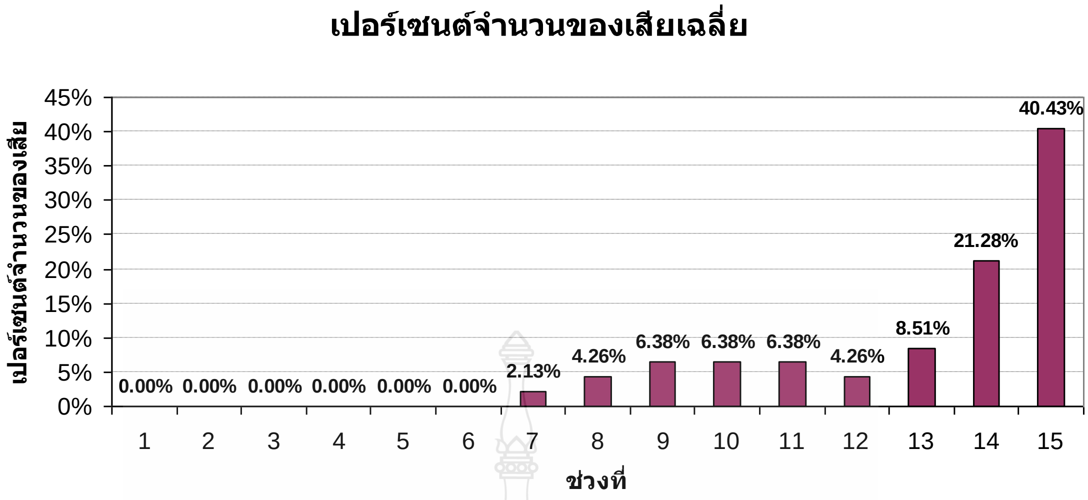

รูปที่ 4.3 จำนวนของเสียแต่ละเวเฟอร์

ต่อจากนั้นจะนำข้อมูลจำนวนของเสียแต่ละเวเฟอร์ มาทำการหาค่าเฉลี่ยจำนวนของเสียของทั้ง 7 เวเฟอร์เพื่อจะได้จำนวนของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ยดังจะเห็นได้ดังรูปที่ 4.4



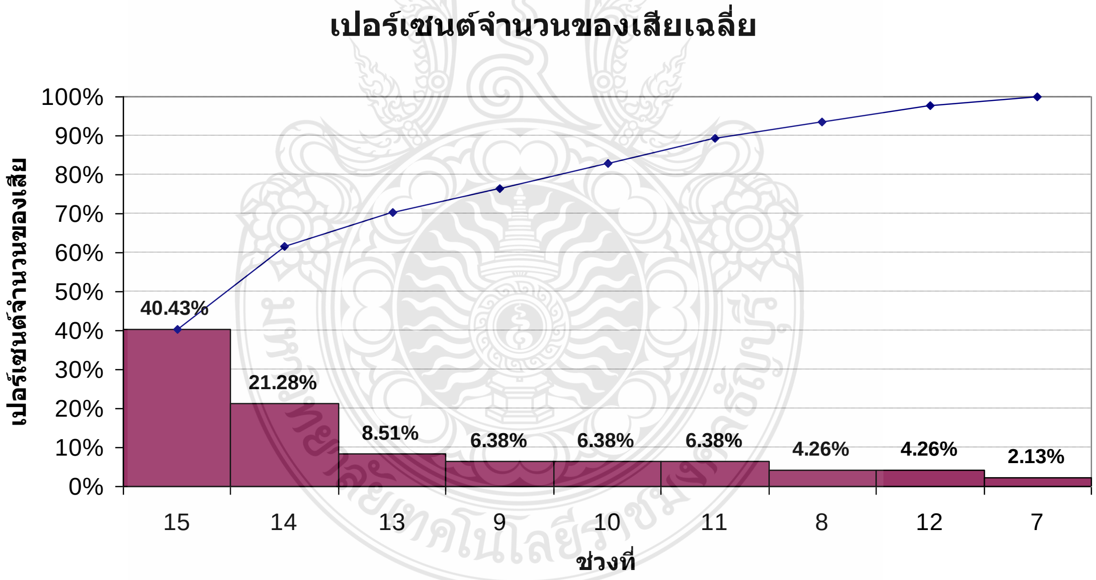

รูปที่ 4.4 จำนวนของเสียเฉลี่ย

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




รูปที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การพบของเสียในแต่ละช่วงโดยเฉลี่ย

4.1.4 ผลการวิเคราะห์โดยใช้แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) ดังรูปที่ 4.6




รูปที่ 4.6 แผนภูมิพาเรโต้

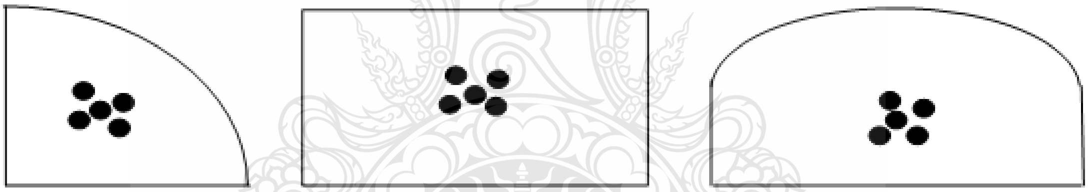
จากรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าเราจะพบของเสียในช่วงที่ 14 ถึงช่วงที่ 15 ถึง 61.71% ซึ่งเป็นเพียง 2 ช่วงจากทั้งหมด 15 ช่วง และจะพบของเสียอีก 38.29% ในช่วงที่ 7 ถึงช่วงที่ 13 ซึ่งจะไม่พบของเสียเลยในช่วงที่ 1 ถึงช่วงที่ 6 เราสามารถวิเคราะห์การพบของเสียมากในบริเวณขอบของเวเฟอร์

จากข้อมูลที่ได้นั้นสรุปได้ว่าการที่ปัจจุบันได้ใช้วิธีการสุ่มทั่วไปทั้งเวเฟอร์นั้น ตั้งแต่ในช่วงที่ 1 ถึงช่วงที่ 15 ซึ่งมีโอกาสที่จะพบของเสียมีต่ำมากจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ยังคงพบของเสียที่สายการผลิต

ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงใช้แนวความคิดที่ได้นำเสนอการสุ่มตัวอย่างอย่างมีแบบแผนเพื่อนำมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพในการตรวจสอบของเสียด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างของไดซ์เฉพาะบริเวณที่ขอบของแต่ละเวเฟอร์ย่อย ซึ่งผู้ผลิตไดซ์จะทำการแยกเวเฟอร์ให้เป็นเวเฟอร์ย่อยๆแล้วส่งมาให้ ณ โรงงานตัวอย่าง

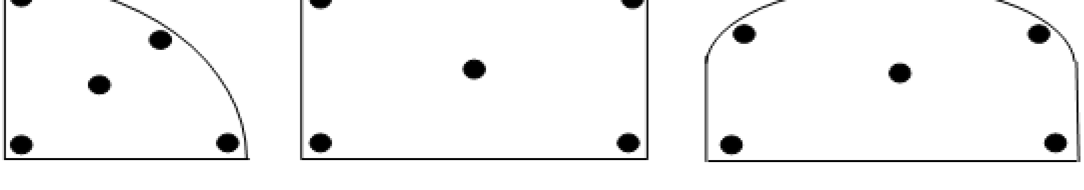
## 4.2 วิธีการปรับปรุงการสุ่มตรวจไดซ์

ปัจจุบันทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว โดยถ้าพบของเสียจะทำการปฏิเสธงานล็อตนั้นๆ ซึ่งอ้างอิง MIL-STD-105E , AQL 1.0 ที่ระดับ การตรวจสอบพิเศษ S-1 และแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวแบบปกติ โดยพนักงานจะทำการหยิบตัวไดซ์ในบริเวณที่ง่ายต่อการปฏิบัติงานโดยอ้างอิงตามลักษณะการเรียงตัวของไดซ์ในแต่ละเวเฟอร์ดังรูปที่ 4.7 ซึ่งเป็นวิธีที่พนักงานปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานอยู่แล้ว หลังจากนั้นพนักงานจะทำการทดสอบด้วยเครื่องมือวัดเฉพาะ



รูปที่ 4.7 ตำแหน่งตรวจสอบไดซ์ก่อนการปรับปรุง

ผู้ทำการวิจัยนำเสนอวิธีที่จะทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ โดยที่ทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว ซึ่งถ้าพบของเสียจะทำการปฏิเสธงานล็อตนั้นๆ ซึ่งอ้างอิง MIL-STD-105E , AQL 1.0 ที่ระดับ การตรวจสอบพิเศษ S-1 และแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวแบบปกติ แต่พนักงานจะทำการหยิบตัวไดซ์โดยอ้างอิงตามลักษณะการเรียงตัวของไดซ์ในแต่ละ เวเฟอร์ดังรูปที่ 4.8 หลังจากนั้นทำการทดสอบด้วยเครื่องมือวัดเฉพาะ



รูปที่ 4.8 ตำแหน่งตรวจสอบไดซ์หลังการปรับปรุง

## 4.3 ผลการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจไดซ์

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

ตารางที่ 4.2 ผลการสุ่มตรวจก่อน- หลังปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจ

| เวเฟอร์ย่อย | ก่อนการปรับปรุง | | หลังการปรับปรุง | |
|---|---|---|---|---|
| | จำนวนไดซ์ต่อเวเฟอร์ย่อย | ตรวจพบของเสีย (ตัว) | จำนวนไดซ์ต่อเวเฟอร์ย่อย | 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 |

จากข้อมูลพบว่าวิธีหลังการปรับปรุงสามารถตรวจจับของเสียเฉลี่ยได้ ถึง 0.054% ในทางตรงกันข้ามพบว่าข้อมูลการตรวจสอบในวิธีปัจจุบันสามารถตรวจจับของเสียเฉลี่ยได้เท่ากับ 0.010% ดังนั้นโอกาสที่ของเสียจะหลุดเข้าไปในกระบวนการผลิตได้มากกว่าวิธีตรวจสอบแบบในปัจจุบัน

4.3.2 ผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีหลังการปรับปรุง เปรียบเทียบกับการตรวจสอบในวิธีปัจจุบันซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เวลาในการสุ่มตรวจก่อน- หลังปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจ

| ครั้งที่ | เวลาในการตรวจสอบ 5 ตัว/เวเฟอร์ (วินาที) | | ครั้งที่ | เวลาในการตรวจสอบ 5 ตัว/เวเฟอร์ (วินาที) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | วิธีก่อนการปรับปรุง | วิธีหลังการปรับปรุง | | วิธีก่อนการปรับปรุง | วิธีหลังการปรับปรุง |
| 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) | | | | 10.22 | 10.29 |

จากข้อมูลพบว่าเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีใหม่ เท่ากับ 10.37 วินาที ต่อเวเฟอร์ย่อย แต่พบว่าเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีในปัจจุบันเท่ากับ 10.27 วินาที ต่อเวเฟอร์ย่อย

## 4.4 ยืนยันผลการปรับปรุง โดยทำการทดสอบสมมุติฐาน

4.4.1 ผู้ทำการวิจัยทำการยืนยันผลการตรวจสอบแบบใหม่กับวิธีตรวจสอบแบบเก่าโดยการทดสอบสมมุติฐานที่ระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) 0 .05 กำหนดสมมุติฐานทางสถิติที่กำหนดไว้ คือ

$$H_0 : P_1 = P_2$$

$$H_1 : P_1 < P_2$$

$P_1$ = สัดส่วนของเสียที่ตรวจสอบด้วยวิธีปัจจุบัน

$P_2$ = สัดส่วนของเสียที่ตรวจสอบด้วยวิธีใหม่

ผู้ทำการวิจัยได้ทำการคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB เพื่อตัดสินใจเลือกที่จะปฏิเสธ หรือยอมรับสมมุติฐานว่าง ($H_0$) หรือ สมมุติฐานแย้ง ($H_1$) ซึ่งผลการทดสอบสมมุติฐานดังรูปที่ 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) นั่นหมายความว่าการสุ่มตรวจด้วยวิธีหลังจากการปรับปรุงตำแหน่งการสุ่มตรวจจะสามารถตรวจจับของเสียเพื่อไม่ให้ของเสียเข้าสู่กระบวนบวนการผลิตได้มากกว่าวิธีปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.4.2 ผู้ทำการวิจัยทการยืนยันผลการใช้เวลาในการตรวจสอบแบบใหม่กับวิธีตรวจสอบแบบเก่าโดยการทดสอบสมมุติฐานที่ระดับนัยสำคัญ ($\alpha$) 0 .05 กำหนดสมมุติฐานทางสถิติที่กำหนดไว้ คือ

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

$\mu_1$ = เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีปัจจุบัน

$\mu_2$ = เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีใหม่

ผู้ทำการวิจัยได้ทำการคำนวณด้วยโปรแกรม MINITAB เพื่อตัดสินใจเลือกที่จะปฏิเสธ หรือยอมรับสมมุติฐานว่าง ($H_0$) หรือ สมมุติฐานแย้ง ($H_1$) ซึ่งผลการทดสอบสมมุติฐานดังรูปที่ 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 = mu (วิธีก่อนการปรับปรุง) - mu (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 ( $\alpha = 0.05$) นั่นหมายความว่าเวลาที่ใช้ในการตรวจด้วยวิธีการปรับปรุงตำแหน่งการสุ่มตรวจไม่มีความแตกต่างจากเวลาที่ใช้ในการตรวจด้วยวิธีปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## 4.5 ทดลองนำไปใช้งานจริง และเก็บข้อมูลหลังจากนำวิธีที่ทำการปรับปรุงไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง

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

ตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์ของการนำไปใช้จริง และผลการทดสอบขั้นสุดท้าย

| เดือน | | เปอร์เซ็นของเสียที่เกิดจากวัตถุดิบ | มูลค่าสูญเสียต่อเดือน (บาท) | สัดส่วนของเสียจากการตรวจสอบขั้นสุดท้าย ( ตัวต่อล้านตัว) |
|---|---|---|---|---|
| ก่อนการปรับปรุง | ม.ค.-51 | 0.37% | 363,090 | 11 |
| | ก.พ.-51 | 0.42% | 413,693 | 7 |
| | มี.ค.-51 | 0.58% | 569,498 | 14 |
| | เม.ย.-51 | 0.46% | 452,488 | 12 |
| | พ.ค.-51 | 0.37% | 364,650 | 7 |
| | มิ.ย.-51 | 0.35% | 341,445 | 11 |
| | ค่าเฉลี่ย | 0.43% | 417,477 | 10 |
| หลังการปรับปรุง | ม.ค.-52 | 0.11% | 111,150 | 4 |
| | ก.พ.-52 | 0.21% | 199,875 | 7 |
| | มี.ค.-52 | 0.31% | 302,250 | 8 |
| | ค่าเฉลี่ย | 0.21% | 204,425 | 6 |

## 4.6 นำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่

ผู้ทำการวิจัยนำเสนอวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่ต่อแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ เพื่อนำไปใช้งานจริงในโรงงานตัวอย่างหลังจากที่ทำการปรับปรุงเป็นระยะเวลา ระหว่าง เดือนมกราคม ถึง มีนาคม พ.ศ. 2552 และจากการสอบถามพนักงานทั้ง 2 คนสำหรับงานกะเช้า และ 2 คนสำหรับกะกลางคืนพบว่าการทำงานไม่ได้เปลี่ยนแปลงไป และยังได้ผลผลิตตามเป้าหมายที่กำหนด ท้ายที่สุดก็ยังทำให้คุณภาพในการตรวจสอบงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## 4.7 กำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน

ผู้ทำการวิจัยจัดทำคู่มือปฏิบัติการ (Work Instruction, WI) ต่อแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ เพื่อนำไปใช้งานจริงในโรงงานตัวอย่างซึ่งรายละเอียดในคู่มือการปฏิบัติงานจะแสดงวิธีการตรวจและ รูปภาพที่แสดงตำแหน่งของการหยิบไดซ์มาทำการตรวจสอบโดยสามารถอ้างอิงเอกสารในภาคผนวก ก

# บทที่ 5
# สรุป อภิปรายผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

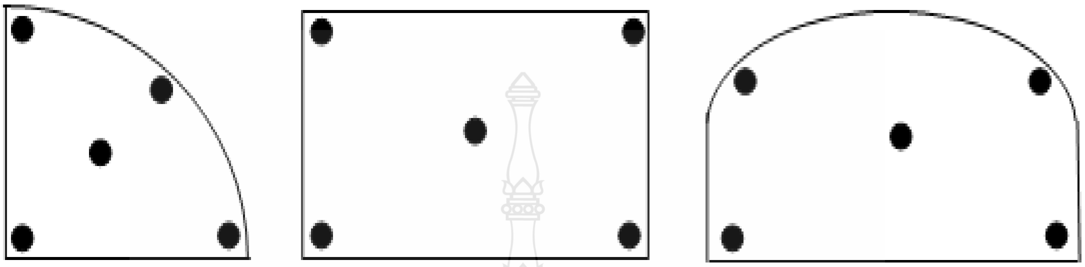
5.1.1 ภาพรวมของกระบวนการผลิตสินค้าของบริษัทตัวอย่างจะเห็นได้ว่าแผนกตรวจรับวัตถุดิบ นั้นอยู่ในกระบวนการต้นๆของการผลิตทั้งหมดดังนั้นถ้าแผนกตรวจรับวัตถุดิบมีความผิดพลาดเกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งหน้าที่ของแผนกตรวจรับวัตถุดิบนั้นเริ่มตั้งแต่รับสินค้าจนเสร็จสิ้นกระบวนการผลิตโดยที่แผนกการตรวจรับวัตถุดิบจะทำหน้าที่ควบคุมการตรวจสอบวัตถุดิบที่เข้ามาเพื่อให้แน่ใจว่าคุณภาพของวัตถุดิบที่เข้ามามีคุณภาพที่ยอมรับได้ ตามข้อกำหนดเฉพาะซึ่งรวมถึง

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

จากการศึกษาการตรวจสอบวัตถุดิบหลักนั่นก็คือไดซ์ของโรงงานตัวอย่างซึ่งพบว่ามีการตรวจสอบโดยที่ทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว อ้างอิงภาคผนวก ง ซึ่งถ้าพบของเสียจะทำการปฏิเสธงานล็อตนั้นๆ ซึ่งอ้างอิง MIL-STD-105E , AQL 1.0 ที่ระดับ การตรวจสอบพิเศษ S-1 และแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวแบบปกติ แต่จากข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ซึ่งแสดงสัดส่วนของเสียในสายการผลิตที่เกิดจากปัญหาของวัตถุดิบนั่นก็คือปัญหาที่เกิดจากไดซ์พบว่าเกิดของเสียโดยเฉลี่ย 0.43 % และในปัจจุบันระดับของเสีย ณ จุดตรวจสอบขั้นสุดท้ายคือ 10 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (10 ppm)

5.1.2 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้แผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบไม่สามารถสกัด ของเสียได้โดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) พบว่าตำแหน่งในการสุ่มจับไดซ์ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้ จึงส่งผลให้วิธีการสุ่มตรวจในปัจจุบันไม่พบของเสีย จึงส่งผลให้ระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ไม่สามารถสกัดของเสียเข้าสายการผลิตได้ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) ,กราฟ (Graph) และแผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) ทำการวิเคราะห์สาเหตุพบว่าตำแหน่งในการสุ่มจับไดซ์ไม่สามารถตรวจจับของเสียได้จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าช่วงที่ 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 วิธีการปรับปรุงการสุ่มตรวจไดซ์ โดยที่ทำการสุ่มตรวจทุกเวเฟอร์ย่อย เวเฟอร์ย่อยละ 5 ตัว อ้างอิงภาคผนวก ง ซึ่งถ้าพบของเสียจะทำการปฏิเสธงานล็อตนั้นๆ ซึ่งอ้างอิง MIL-STD-105E , AQL 1.0 ที่ระดับ การตรวจสอบพิเศษ S-1 และแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวแบบปกติ โดยที่ทำการหยิบตัวไดซ์โดยอ้างอิงตามลักษณะการเรียงตัวของไดซ์ในแต่ละ เวเฟอร์ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ตำแหน่งตรวจสอบไดซ์หลังการปรับปรุง

ซึ่งผลการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจไดซ์พบว่าของเสียที่ถูกตรวจจับได้ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีหลังการปรับปรุงนั้นได้ ถึง 0.054% ในทางตรงกันข้ามพบว่าข้อมูลการตรวจสอบในวิธีปัจจุบันสามารถตรวจจับของเสียได้เท่ากับ 0.010% ดังนั้นโอกาสที่ของเสียจะหลุดเข้าไปในกระบวนการผลิตได้มากกว่าวิธีตรวจสอบแบบในปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha$) = 0 .05 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีใหม่เท่ากับ 10.37 วินาที ต่อเวเฟอร์ย่อย และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยวิธีในปัจจุบันเท่ากับ 10.27 วินาที ต่อเวเฟอร์ย่อย ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการตรวจด้วยวิธีการปรับปรุงตำแหน่งการสุ่มตรวจไม่มีความแตกต่างจากเวลาที่ใช้ในการตรวจด้วยวิธีปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha$) = 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%

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

## 5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน

จากการใช้วิธีการตรวจสอบแบบใหม่โดยกำหนดตำแหน่งของการสุ่มตรวจ ณ โรงงานตัวอย่าง พบว่าของเสียที่เกิดขึ้นจากวัตถุดิบเท่ากับ 0.21% ดังนั้นเกิดความสูญเสีย 204,405 บาทต่อเดือน และพบปัญหาหลังจากการตรวจสอบขั้นสุดท้ายเท่ากับ 6 ตัวต่อหนึ่งล้านตัว (6 ppm) ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายลงไปได้ถึง 213,052 บาทต่อเดือน หรือสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 51.03% ดังนั้นวิธีการสุ่มตรวจรับวัตถุดิบแบบใหม่นั้นสามารถตรวจจับของเสียที่เกิดจากวัตถุดิบมิให้หลุดเข้าสู่กระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังไม่กระทบถึงวิธีการทำงานของพนักงานในโรงงานตัวอย่าง เนื่องจากพนักงานจะต้องทำการตรวจรับวัตถุดิบหลักนั่นคือไดซ์อยู่แล้ว ซึ่งวิธีการใหม่ที่ผู้วิจัยเสนอนั้นเป็นการกำหนดวิธีการสุ่มตรวจเท่านั้นโดยไม่เพิ่มกิจกรรมของพนักงาน ณ โรงงานตัวอย่าง ซึ่งผลการดำเนินการทั้งหมดได้นำเสนอต่อหน่วยงานที่ปฏิบัติงานโดยตรง คือ แผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ โดยได้รับการตอบรับอย่างดี และทางแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ได้นำวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่ไปใช้งานจริง โดยกำหนดเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน (Work Instruction, WI)

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทำงานวิจัยนี้พบปัญหาและอุปสรรคหลายประการ สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัติ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคตได้ดังนี้

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัติ

ผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัตินั้นต้องพิจารณาถึงขั้นตอน หรือกระบวนการผลิต รวมไปถึงต้องพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงาน หรือกระบวนการนั้นได้ อาจกระทบกับปัญหาอื่นๆที่อาจเกิดขึ้นภายหลัง และทางผู้วิจัยไม่สามารถทราบถึงผลกระทบทางด้านต้นทุนคุณภาพ หลังการปรับปรุงวิธีการสุ่มตรวจแบบใหม่เพราะเป็นข้อมูลที่เป็นความลับของทางโรงงานตัวอย่าง และสำคัญต่อการแข่งขันทางด้านธุรกิจ

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับที่จะพัฒนาต่อ ณ โรงงานตัวอย่าง

ผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนานั้นสามารถเพิ่มจำนวนตัวของการสุ่มตรวจต่อเวเฟอร์ย่อยเพื่อที่จะสกัดกั้นมิให้ของสียเข้าสู่กระบวนการผลิตได้ จากที่ปัจจุบันทำการตรวจอยู่ที่ 5 ตัวต่อเวเฟอร์ย่อยโดยสามารถอ้างอิงมาตราฐาน MIL-STD-105E และการวิเคราะห์ผลกระทบต่อต้นทุนคุณภาพควบคู่กันไป

### 5.3.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงวิธีการสุ่มตรวจโดยกำหนดตำแหน่งการสุ่มหยิบจับไดซ์เพื่อทำการตรวจสอบ ซึ่งข้อมูลที่ได้ทำการวิจัยนี้สามารถทำการพัฒนาและแก้ไขที่

รากเหง้าของปัญหาโดยทำการปรับปรุง และพัฒนาที่ผู้ผลิต เนื่องจากว่างานวิจัยฉบับนี้เป็นการตรวจจับปัญหาเพื่อไม่ให้หลุดเข้าไปสู่กระบวนการผลิต ซึ่งในความจริงปัญหาที่ไดซ์เสียนั้นเกิดขึ้นแล้ว ดังนั้นเมื่อทราบว่าไดซ์ที่เสียส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่บริเวณขอบๆ ของเวเฟอร์ ดังนั้นการแก้ปัญหาที่รากเหง้าของปัญหา ( Root Cause) จะเป็นการแก้ที่มีประสิทธิภาพ และท้ายที่สุดก็สามารถลดขั้นตอนการตรวจสอบ หรือยกเลิกการตรวจสอบของแผนกตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

# เอกสารอ้างอิง


[ 1 ] ดร.พิชิต สุขเจริญพงษ์, **การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม**, เอช-เอน การพิมพ์: บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด. 2535.

[ 2 ] Eugene L. Grant and Richard S. Leavenworth, **Statistical Quality Control.** 7th McGraw-Hill. New York, 1999.

[ 3 ] กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, มาตรฐาน**ระบบการตรวจสอบด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ MIL-STD-105E และแผนการ Ac = 0**, 2547.

[ 4 ] ศิริพร ขอพรกลาง , **การควบคุมคุณภาพ** , 2544 .

[ 5 ] วันรัตน์ จันทกิจ , **17 เครื่องมือนักคิด** , 2546 .

[ 6 ] Schilling E.G.,"An Overview of Acceptance Control"**, Quality Progress,** ASQC, April 1984, pp. 22-25.

[ 7 ] Juran J.M. and F.M. Grayna, **Quality Planning and Analysis**, Third edition, McGraw-Hill Inc., New York, 1993.

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

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

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

[11] ไพฑูรย์ ฮ่อยิ่ง, **แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมับการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์หลายชนิด**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอตสาหการ, คณะวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

[12] ชัยทัต เวียงหฤทัย, **"การปรับปรุงแผนการสุ่มตรวจรับเข้าวัตถุดิบตามมาตรฐาน MIL-STD-105E**, กรณีศึกษา: กระบวนการประกอบโซ่ราวลิ้นรถยนต์, "การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ", 24-26, ตุลาคม 2550, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2550.

[13] เอกสารประกอบการบรรยาย, BREAKTHROUGH MANAGEMENT GROUP (BMG), Six Sigma Green Belt**,** 2nd wave, 2006.

# ภาคผนวก ก

# คู่มือการปฏิบัติงานการสุ่มตรวจไดซ์

# ตัวอย่างคู่มือการปฏิบัติงานของโรงงานตัวอย่าง

XXXXXXXXXXXXX-XXX
XXXXXXXXXX

| Subject | ขั้นตอนในการตรวจสอบ Phototransistor ( PTR ) | Revision | Page |
|---|---|---|---|
| Spec. No. | XX-XXX-XXXXX-XXX | XX | 1 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) :**

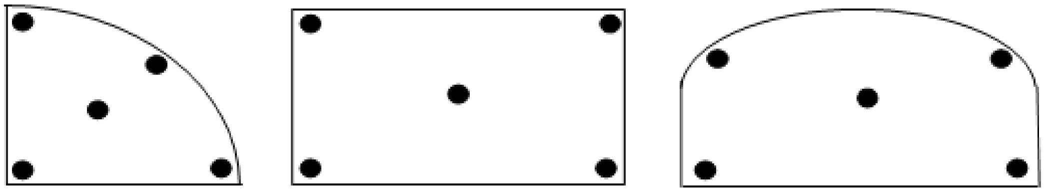
**6.1 ขั้นตอนการเตรียมงาน**

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**



6.1.4 ตำแหน่ง Probe

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

**6.2 ตารางสำหรับบันทึกผล**

| | | | HFE Bin | | VCE(sat) | | BVCEO | BVECO | ICEO @ 20V | | ICEO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NO. | LOT NO. | | | 1 | 2 | 3 | > 70 V | >7 V | X | Y | @ 70V |
| | | | | 0-100mV | 101-150 mV | 151-200mV | | | 0 - 30nA | 31 - 60nA | 0 - 150nA |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| รวม | | | | | | | | | | | |

**6.3 ขั้นตอนการทำงาน**

6.3.1 พนักงานต้องต่อสายระหว่างเครื่อง 370A PROGRAMMABLE CURVE TRACERและเครื่อง 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

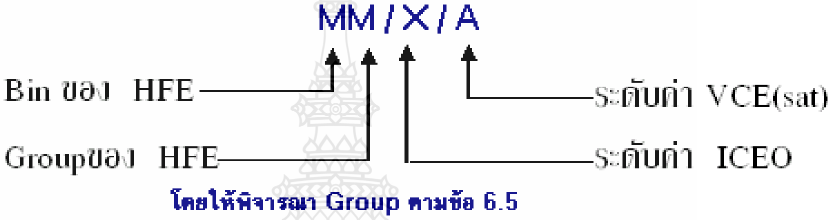
6.3.6 ดูกราฟ และบันทึกค่าลงในตาราง ( 6.2 ) ตามลำดับดังนี้ HFE,VCE(sat) หลังจากVCE(sat) มีเวลา 1 วินาที สำหรับยกขา B ขึ้น เพื่อวัดค่า BVCEO ,BVECO และ ICEO

ข้อควรระวัง: ถ้าค่า HFE เป็น 0 ให้ทำการหยุดเครื่อง และ probe ใหม่อีกครั้ง

6.3.7 บันทึก Lot No.,Bin และค่าที่วัดได้ลงในตารางที่กำหนด และพิจารณากราฟตามข้อ 6.4

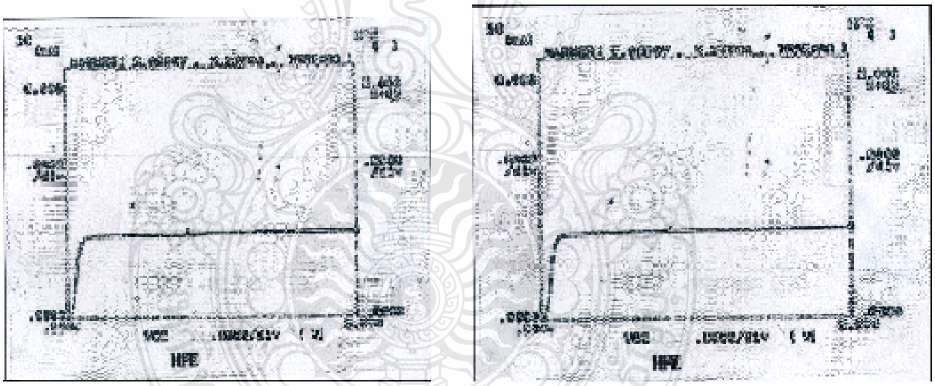
6.3.8 ถ้าพบตัวงาน Reject ให้นำ dice ที่เป็นงาน reject ติดบน Wafer และแนบตาราง

6.3.9 ทำการ Stamp บน Label

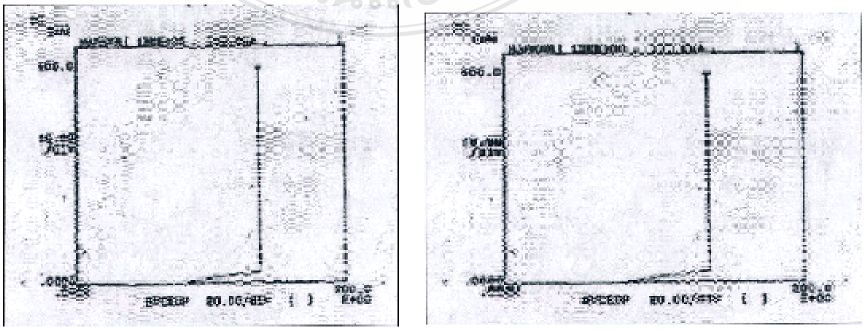



**6.4 ข้อควรระวังในการทำงาน**

6.4.1 ลักษณะกราฟที่ปกติ



6.4.2 ถ้าพบว่ากราฟมีลักษณะผิดปกติ ไปจากกราฟข้างต้น แสดงว่าเป็นงาน REJECT UNSTABLE



**6.5 วิธีการระบุ Group และ VCE(sat) สำหรับ PTR dice**

6.5.1 ตาราง Group

| 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 |

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

| | 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 :** Table record

7.4 **Other :** N/A

**8.0 Reaction Plan (การตอบสนอง) :**

N/A

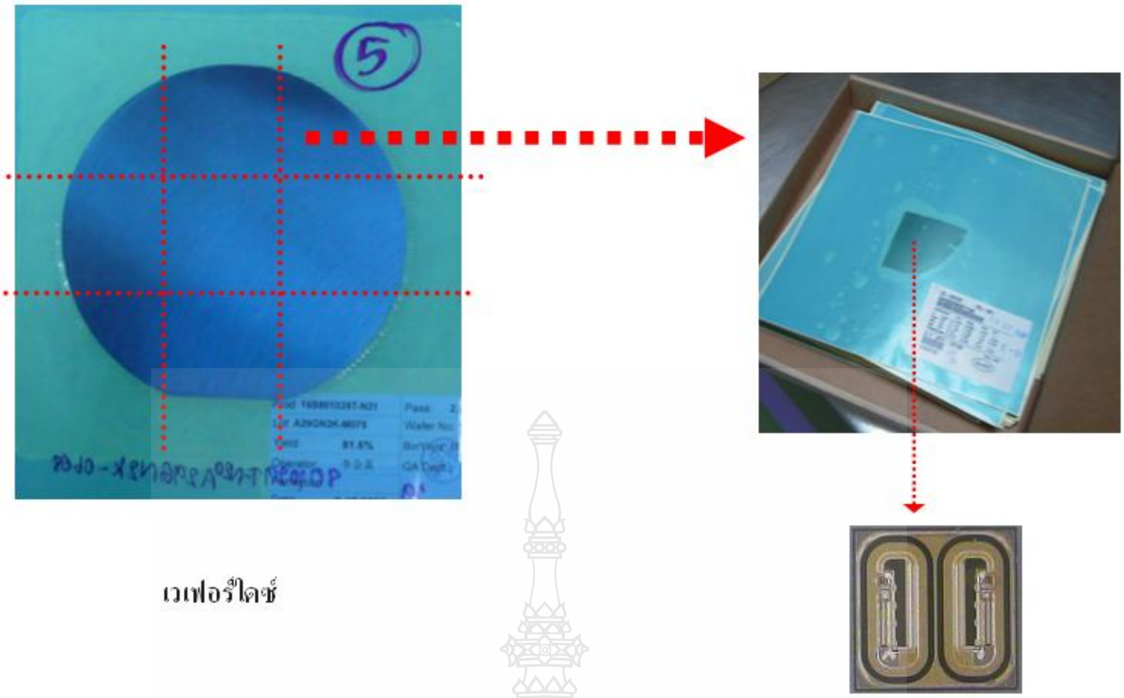
**9.0 Record (การเก็บบันทึก) :**

| Item | Record/Doc. Name (ชื่อเอกสาร) | Retention times (ระยะเวลาจัดเก็บ) | Location to keep (หน่วยงาน/สถานที่จัดเก็บ) | Destruction method when expired times (วิธีการทำลายเมื่อหมดอายุการจัดเก็บ) |
|---|---|---|---|---|
| 9.1 | ตารางบันทึกผล | 1 ปี | IQC | REUSED |

**10.0 Appendix (เอกสารแนบ) :**

N/A

# ภาคผนวก ข
# เวเฟอร์ไดซ์ และ เวฟอร์ย่อย



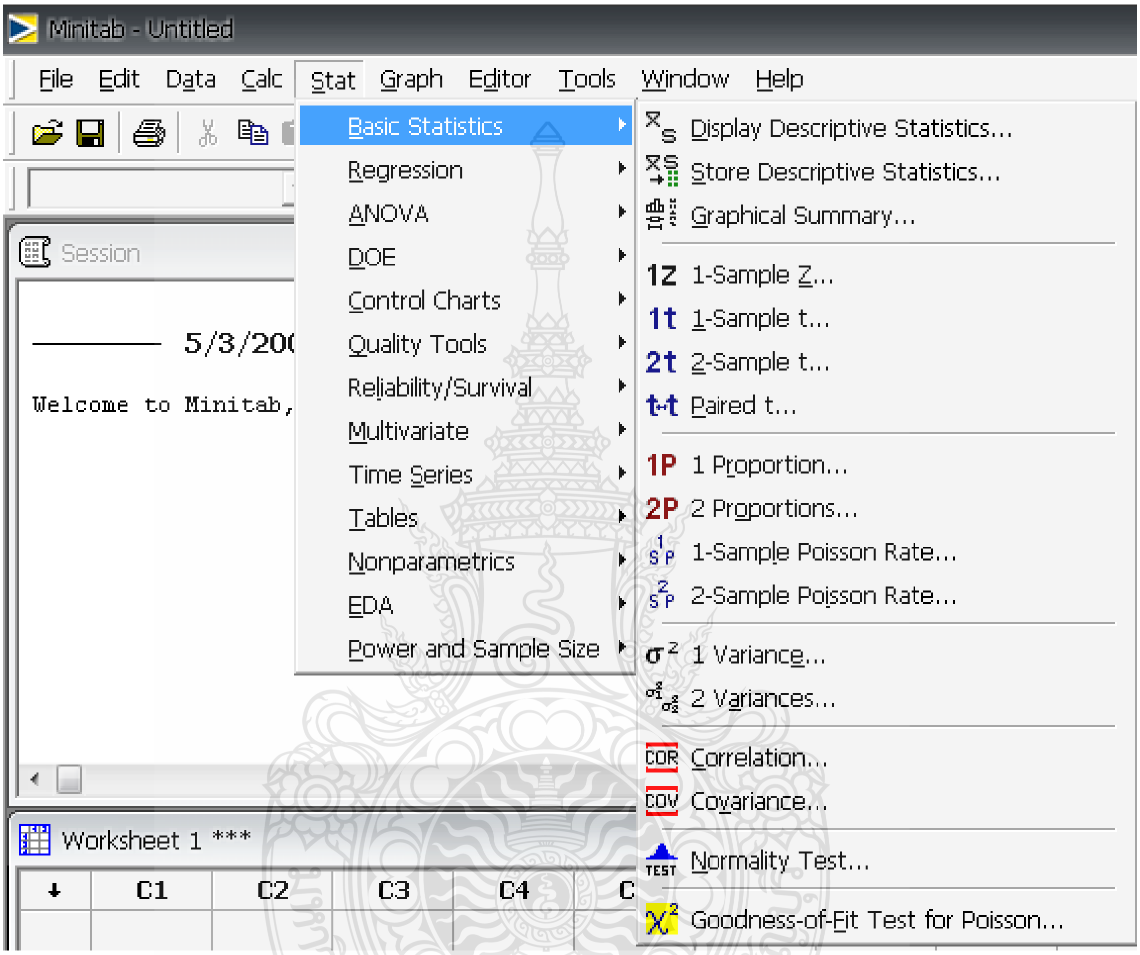

รูปที่ ข.1 เวเฟอร์ไดซ์

รูปที่ ข.2 เวเฟอร์ย่อย

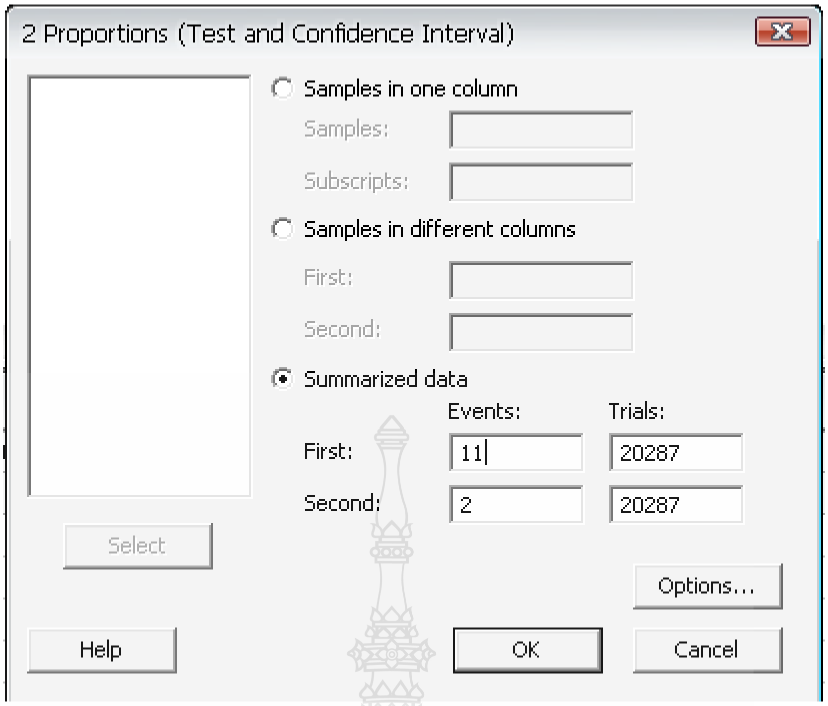
# ภาคผนวก ค
# ขั้นตอนการใช้โปรแกรม

## การนำข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงมาทดสอบสมมุติฐาน

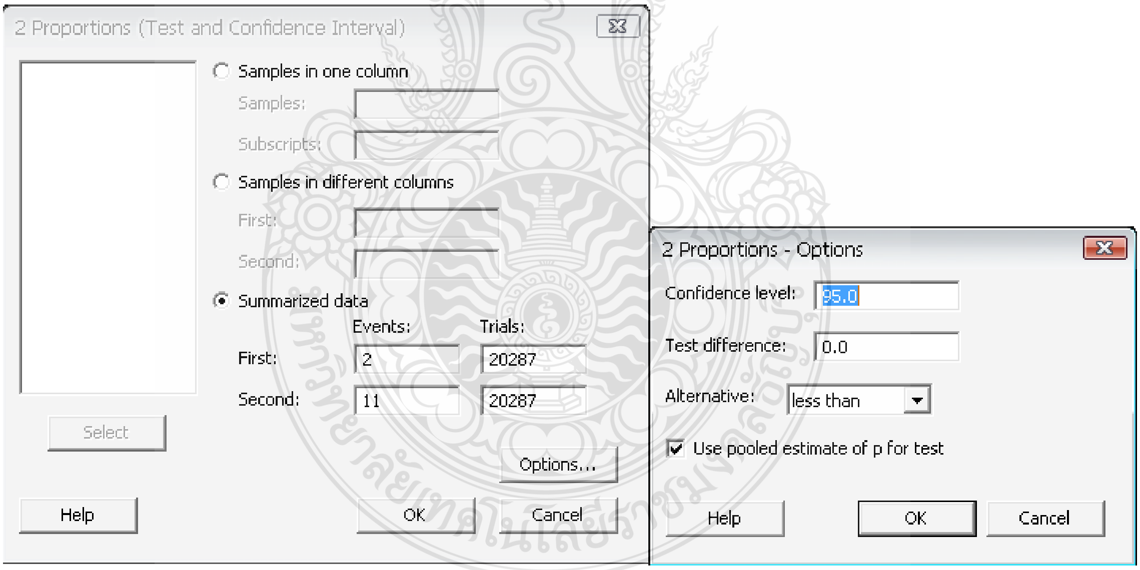
1. เริ่มต้นเปิดโปรแกรม MINITAB เลือกเมนู Stat > Basic Statistics > 2P 2 Proportions… จากนั้นป้อนข้อมูลตัวแปรที่ต้องการ แล้วเลือก Confidence level, Test difference, Alterative แล้วคลิก OK โดยแสดงรูปการใช้ไว้ในรูปที่ ค.1 รูปที่ ค.2 รูปที่ ค.3 และ รูปที่ ค.4 ตามลำดับ




รูปที่ ค.1 การเลือกใช้ 2P 2 Proportions




รูปที่ ค.2 หน้าต่างการป้อนข้อมูล



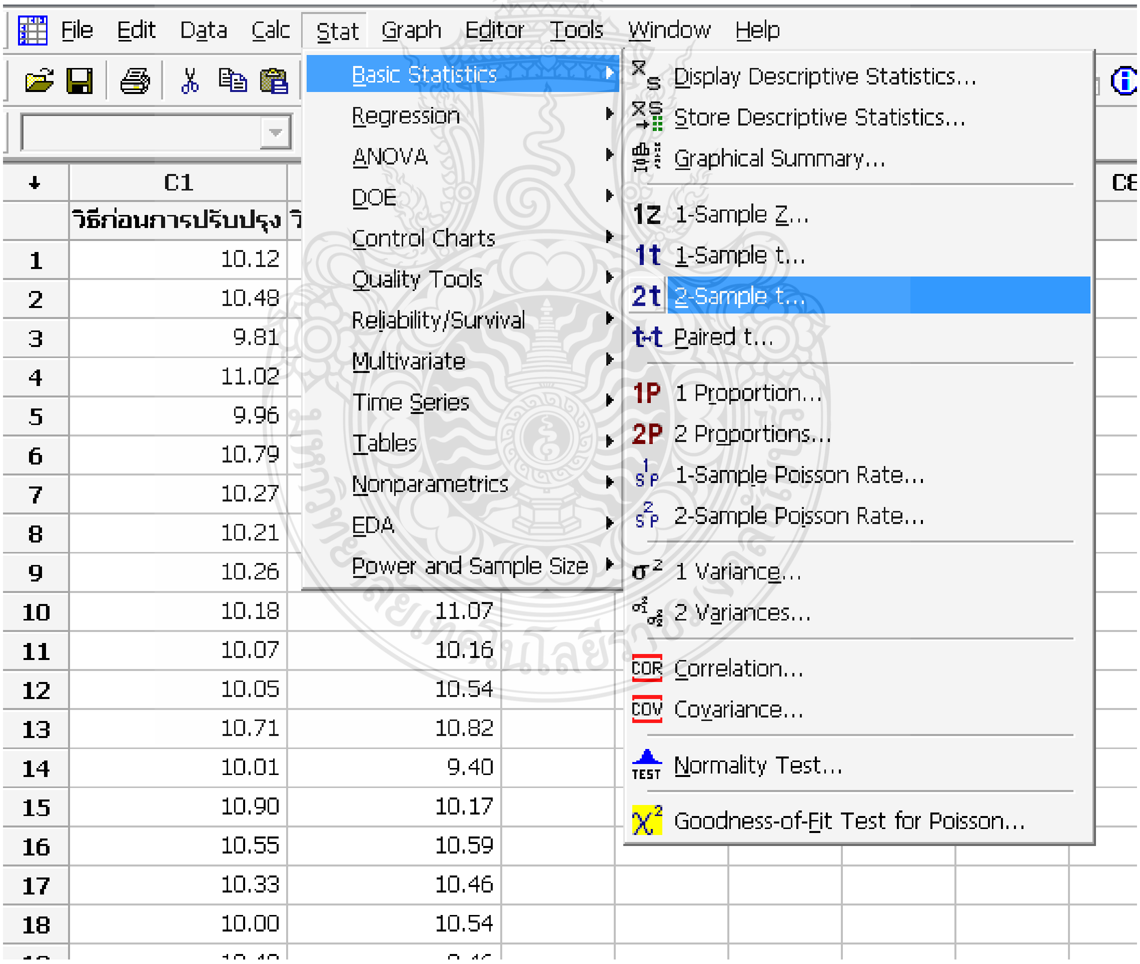

รูปที่ ค.3 หน้าต่าง 2 Proportions - Option

**Test and CI for Two Proportions**

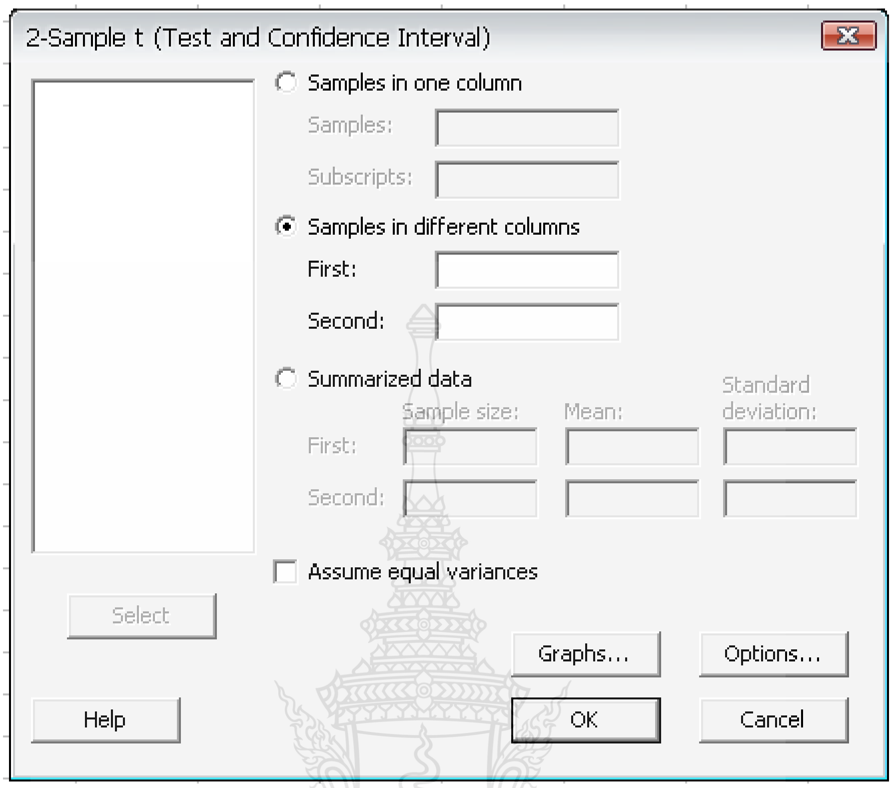
```
Sample   X      N  Sample p
1        2  20287  0.000099
2       11  20287  0.000542


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 ค.4 ผลการคำนวณค่าทางสถิติ

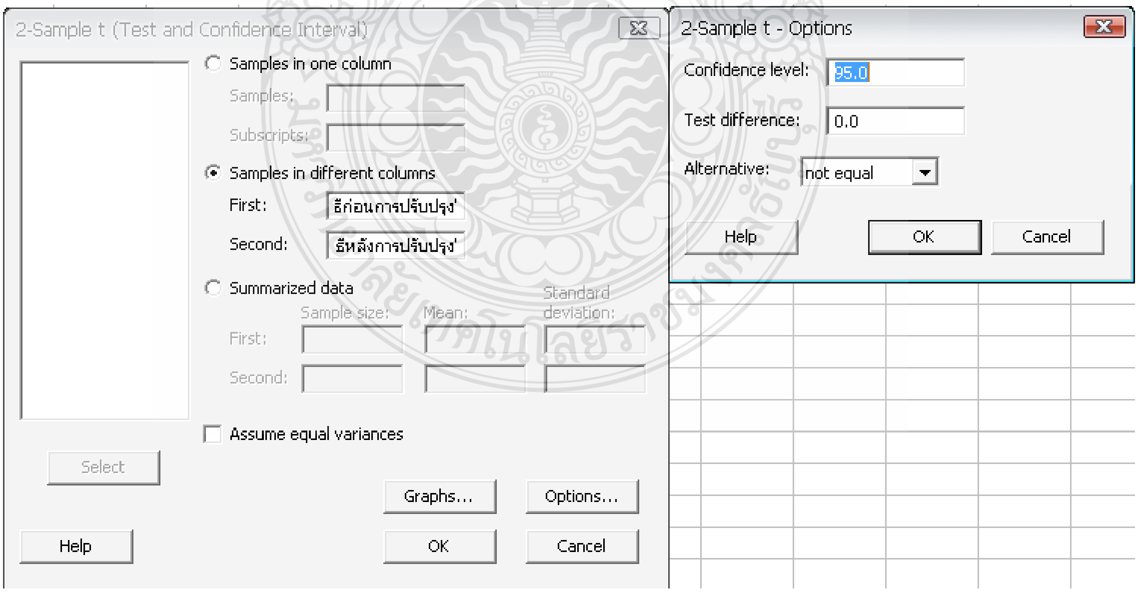
2. เริ่มต้นเปิดโปรแกรม MINITAB เลือกเมนู Stat > Basic Statistics > 2t 2-Sample t… จากนั้นป้อนข้อมูลตัวแปรที่ต้องการ แล้วเลือก Confidence level, Test difference, Alterative แล้วคลิก OK โดยแสดงรูปการใช้ไว้ในรูปที่ ค.5 รูปที่ ค.6 รูปที่ ค.7 และ รูปที่ ค.8 ตามลำดับ




รูปที่ ค.5 การเลือกใช้ 2t 2-Sample t




รูปที่ ค.6 หน้าต่างการป้อนข้อมูล




รูปที่ ค.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 = mu (วิธีก่อนการปรับปรุง) - mu (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 ค.8 ผลการคำนวณค่าทางสถิติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

# ภาคผนวก ง

# ตารางแผนการชักตัวอย่างของมาตราฐาน MIL-STD-105E

ตารางที่ ง.1 อักษรรหัสสำหรับขนาดสิ่งตัวอย่าง

| ขนาดของลอตหรือแบช | 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 |

ตารางที่ ง.2 แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวแบบปกติ

| อักษรรหัสขนาดสิ่งตัวอย่าง | ขนาดสิ่งตัวอย่าง | 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 | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re |
| A | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | 30 31 |
| B | 3 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | 30 31 | 44 45 |
| C | 5 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | 30 31 | 44 45 | ↑ |
| D | 8 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | 30 31 | 44 45 | ↑ | ↑ |
| E | 13 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | 30 31 | 44 45 | ↑ | ↑ | ↑ |
| F | 20 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| G | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| H | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| J | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| K | 125 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| L | 200 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| M | 315 | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| N | 500 | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| P | 800 | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Q | 1250 | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| R | 2000 | ↑ | ↑ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |

↓ = ใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่างแผนแรกใต้ลูกศร ถ้าขนาดสิ่งตัวอย่างเท่ากันหรือใหญ่กว่าขนาดของลอตหรือแบช ให้ตรวจสอบแบบ 100%

↑ = ใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่างแผนแรกเหนือลูกศร

Ac = ตัวเลขแห่งการยอมรับ

Re = ตัวเลขแห่งการปฏิเสธ

# ภาคผนวก จ
# ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สำนักบริหารวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศนียบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

**นายบัณฑิต วงศ์ทอง**

ได้ผ่านการนำเสนอผลงานวิจัย

การประชุมวิชาการการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ ๒

เรื่อง การปรับปรุงแผนการสุ่มตรวจรับเข้าวัตถุดิบ, กรณีศึกษา: กระบวนการตรวจรับชิ้นส่วนไดซ์ ของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

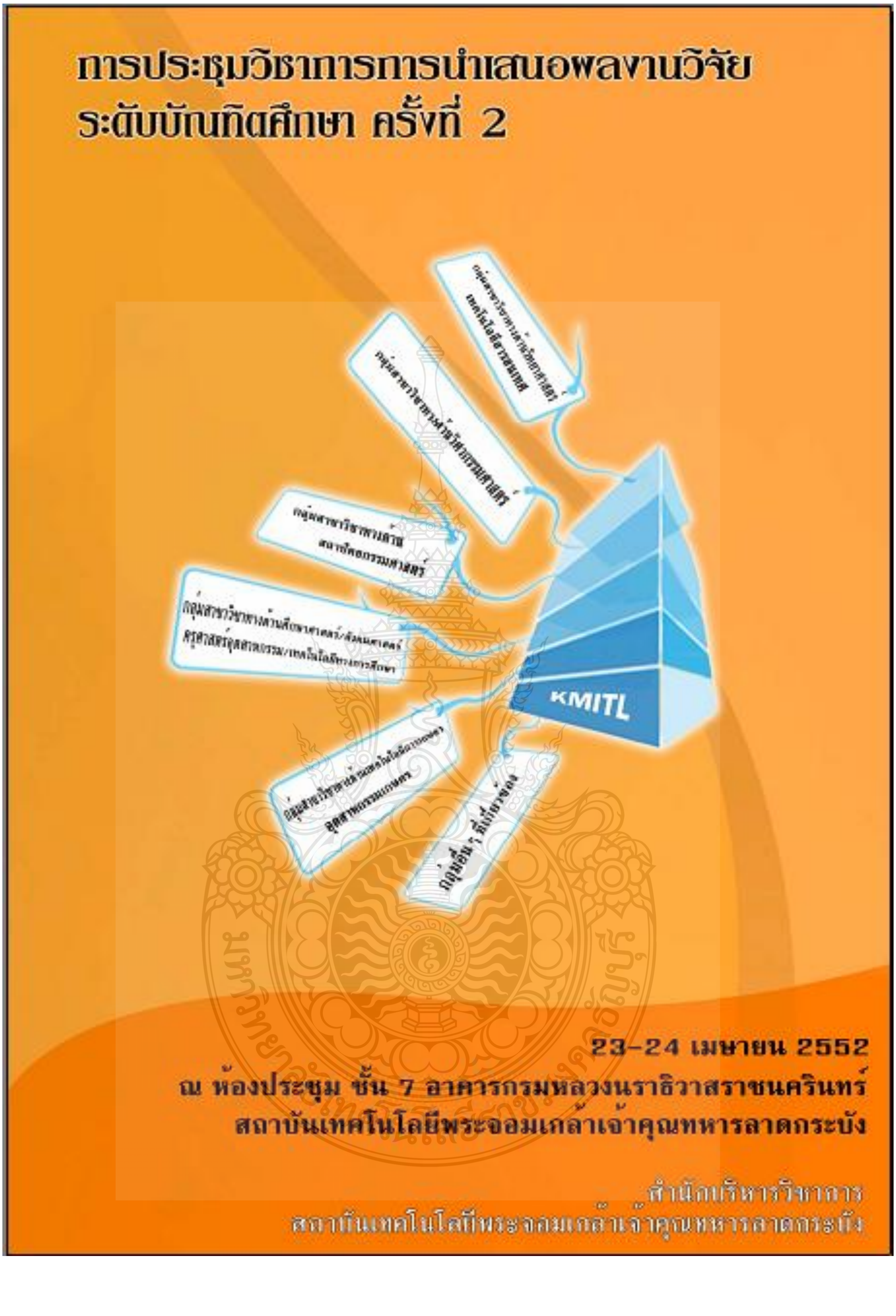
วันที่ ๒๓-๒๔ เมษายน ๒๕๕๒

ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๓ เมษายน ๒๕๕๒

(รองศาสตราจารย์ ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

ผู้อำนวยการสำนักบริหารวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี


การประชุมวิชาการการนำเสนอผลงานวิจัย
ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 2
KMITL
23-24 เมษายน 2552
ณ ห้องประชุม ชั้น 7 อาคารกรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สำนักบริหารวิชาการ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| ชื่อ – นามสกุล | นาย บัณฑิต วงศ์ทอง |
| วัน เดือน ปีเกิด | 15 กรกฎาคม 2520 |
| ที่อยู่ | 802/1191 หมู่ 12 ถนนพหลโยธิน ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12130 |
| ประวัติการศึกษา | สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. 2542 |

ประวัติการทำงาน

| | |
|---|---|
| พ.ศ. 2543 – 2546 | ตำแหน่งวิศวกรประจำฝ่ายผลิต โรงงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป บริษัทแอฟพาเรลอเวนิวส์จำกัด |
| พ.ศ. 2546 – ปัจจุบัน | ตำแหน่งวิศวกรอาวุโสประจำฝ่ายผลิต โรงงงานผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ บริษัทไลท์ออน อิเลคทรอนิกส์ ประเทศไทย จำกัด |
| ผลงานวิจัยตีพิมพ์ที่ | บัณฑิต วงศ์ทอง, **"การปรับปรุงแผนการสุ่มตรวจรับเข้าวัตถุดิบ กรณีศึกษา: กระบวนการตรวจรับชิ้นส่วนไดซ์ของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์"** , การประชุมวิชาการการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา, 23-24, เมษายน 2552, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2552. |