สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาวิธีการลดของเสียจากกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป กรณีศึกษา บริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด

STUDY OF DEFECTIVE - PARTS REDUCTION IN A CASTLE STONE BRICK PRODUCTION PROCESS: A CASE STUDY OF SCG LANDSCAPE CO., LTD.

T119337

นายฉัตริน ศิริวัฒนวิทย์
MR.CHATTARIN SIRIVATTANAVIT
นายชาคริตสกุล เกิดบัณฑิตย์
MR.CHAKITSAKUL KERDBUNDIT
นายอมเรศ ดุจศรีวัชร์
MR.AMMARAD DUJSIEVUCH

b.....
i.....

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119337
วัน,เดือน,ปี 7 ส.ค. 2554

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY OF DEFECTIVE - PARTS REDUCTION IN A CASTLE STONE BRICK PRODUCTION PROCESS: A CASE STUDY OF SCG LANDSCAPE CO., LTD.

MR.CHATTARIN SIRIVATTANAVIT

MR.CHAKITSAKUL KERDBUNDIT

MR.AMMARAD DUJSIEVUCH

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การศึกษาวิธีการลดของเสียจากกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป กรณีศึกษา บริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด

Study of Defective - Parts Reduction in a Castle Stone Brick Production Process: A Case Study of SCG Landscape Co., Ltd.

นักศึกษา

นายฉัตริน ศิริวัฒนวิทย์	รหัสประจำตัว	50010280
นายชาคริตสกุล เกิดบัณฑิตย์	รหัสประจำตัว	50010358
นายอมเรศ ดุจศรีวัชร์	รหัสประจำตัว	50011881

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ผศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การศึกษาวิธีการลดของเสียจากกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป กรณีศึกษา บริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด
นักศึกษา	นายฉัตริน ศิริวัฒนวิทย์ นายชาคริตสกุล เกิดบัณฑิตย์ นายอมเรศ ดุจศรีวัชร์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2553
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร. สิทธิพร พิมพ์สกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางในการลดของเสียในกระบวนการตัดอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ เทคนิคการควบคุมคุณภาพ (เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง) การออกแบบการทดลอง และ การวิเคราะห์ทางสถิติ วิธีการดำเนินงานมี 3 ขั้นตอนหลัก คือ การศึกษากระบวนการผลิตในปัจจุบัน การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย และการนำเสนอแนวทางในการลดของเสีย ผลของการดำเนินงานในขั้นต้นบ่งบอกว่า อายุใบมีดนั้นมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อกระบวนการตัด หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการควบคุมอายุใบมีดให้มีอายุของใบมีดที่ใช้ในการตัดอยู่ที่ 1 ถึง 5 วัน ทำให้สามารถลดเปอร์เซ็นต์ของเสียลงจากเดิม 3.8 % เหลือเพียง 2.3 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Study of Defective - Parts Reduction in a Castle Stone Brick Production Process: A Case Study of SCG Landscape Co., Ltd.
Student	Mr. Chattarin Sirivattanavit
	Mr. Chakitsakul Kerdbundit
	Mr. Ammarad Dujsievuch
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2010
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Sittiporn Pimsakul

ABSTRACT

The Purpose of this thesis is to provide suggest for reducing defective parts in Castle Stone brick cutting process. Theories used in this study consist of Quality Control Techniques (7 QC Tool), Design of Experiment (DOE) and Statistical Analysis. There are three steps in this study consist of, Studying current process, Finding the root causes of the problem and provide suggestion to reduce defective parts. First-step result indicates that knife age is a significant factor in the cutting process. After researchers set up the knife age at 1-5 days, percent of defective parts reduce from 3.8 % to 2.3 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การศึกษาวิธีการลดของเสียจากกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป กรณีศึกษา บริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ผศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือและความเอาใจใส่ในทุกๆ ด้านตลอดเวลาที่ผ่านมา

รศ.พรศักดิ์ อรรถวานิช ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คำแนะนำ ความเอาใจใส่และทุกสิ่งทุกอย่างตลอดการศึกษาระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

ดร.ชุมพล ยวงใย กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับคำแนะนำ กำลังใจในการทำงาน ความเอาใจใส่ ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านและทุกสิ่งทุกอย่างตลอดการศึกษาระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

คุณธีรพัชร์ อารกิจอนันต์ วิศวกรบริหารคุณภาพ บริษัท เอสซีจี ผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง จำกัด กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับคำแนะนำ และให้คำปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์

คุณต่อศักดิ์ หิรัญโญภาส วิศวกร บริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับคำแนะนำ และให้คำปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์

ขอบคุณเพื่อนทุกคนสำหรับความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วง และคอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

นายฉัตริน ศิริวัฒนวิทย์
นายชาคริตสกุล เกิดบัณฑิตย์
นายอมเรศ ดุจศรีวัชร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 2

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสูญเปล่า 7 ประการ 4

2.2 วงจร PDCA 6

2.3 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด 10

2.4 กราฟแบบสี่เหลี่ยม 20

2.5 การออกแบบการทดลอง 21

2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ 27

2.7 คุณสมบัติทางกลของโลหะ 40

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 43

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 สภาพปัจจุบันของบริษัทที่ทำการศึกษา 45

3.1.1 ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของบริษัท 45

3.1.2 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อทำการศึกษา 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ 49
3.3 การตรวจสอบปัญหาและการเก็บข้อมูล 51
3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล 52
3.3.2 ขอบเขตของปัญหา 52
3.3.3 การตรวจสอบของเสีย 52
3.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 53
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ไขปัญหา 55
3.4.1 การตั้งสมมติฐานปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย 55
3.4.2 การหาสาเหตุที่แท้จริงของปัจจัย 55
3.4.3 การวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงเพื่อยืนยันผลลัพธ์ 55

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน
4.1 การวิเคราะห์กระบวนการตัด 57
4.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนภูมิเหตุและผล 65
4.3 การวิเคราะห์ด้วยการออกแบบการทดลอง 66
4.4 วิเคราะห์และควบคุมการผลิตประจำเดือน 71
4.5 การทดสอบชนิดใบมีด 73

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะผลการดำเนินงาน
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 76
5.2 ข้อเสนอแนะ 78

หนังสืออ้างอิง 79
ภาคผนวก ผ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ประเภทของแผ่นตรวจสอบ 10
ตารางที่ 2.2 กราฟชนิดต่างๆ 11
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงค่าต่างๆในการวิเคราะห์ ANOVA 33
ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงปัจจัยและระดับของปัจจัยในตัวอย่างการวิเคราะห์ความแปรปรวน 34
ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงข้อมูลผลการทดลองของตัวอย่างในการวิเคราะห์ความแปรปรวน 34
ตารางที่ 2.6 ค่าต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณของตัวอย่างในการวิเคราะห์ความแปรปรวน 35
ตารางที่ 2.7 ส่วนผสมของธาตุในเหล็กเครื่องมือเย็น 41
ตารางที่ 2.8 คุณลักษณะโดยทั่วไปของเหล็กกล้าคาร์บอน S50C 41
ตารางที่ 2.9 คุณสมบัติการอบชุบของเหล็กกล้าคาร์บอน S50C 42
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลบันทึกการทดลอง 56
ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปการบันทึกของเสีย 63
ตารางที่ 4.2 บันทึกการทดลองอายุใบมีด 1 วันและ 5 วัน อายุบล็อก 3 วัน 67
ตารางที่ 4.3 บันทึกการทดลองอายุใบมีด 1 วันและ 5 วัน อายุบล็อก 13 วัน 68
ตารางที่ 4.4 Two-way ANOVA: % ของเสียเทียบกับอายุบล็อก (วัน), อายุใบมีด (วัน) 70
ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลกระบวนการตัด เดือนกันยายน พ.ศ. 2553 71
ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลกระบวนการตัด เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 72
ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลการทดลองชนิดใบมีด 75
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงมูลค่าที่มีผลต่อบริษัท 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 กระบวนการตัดอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone....2
รูปที่ 2.1 วงจร PDCA ในยุคแรก....6
รูปที่ 2.2 วงจร PDCA แบบญี่ปุ่น....7
รูปที่ 2.3 วงจร PDCA กับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง....8
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างฮิสโตแกรม....12
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต....14
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล....15
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนภูมิการกระจาย....17
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม....19
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างกราฟแบบสี่เหลี่ยม....20
รูปที่ 2.10 องค์ประกอบของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง....21
รูปที่ 2.11 แผนภาพแสดงตัวแปรตอบสนองที่มีผลมาจากอิทธิพลหลัก (Main Effect)....24
รูปที่ 2.12 แผนภาพแสดงตัวแปรตอบสนองที่มีผลมาจากอันตรกิริยา (Interaction)....24
รูปที่ 2.13 แผนภาพแสดง Treatment Combination ใน 2^k Factorial Design....25
รูปที่ 2.14 ค่าช่วงความเชื่อมั่น....29
รูปที่ 2.15 Upper-Tailed Test....31
รูปที่ 2.16 Lower-Tailed Test....31
รูปที่ 2.17 Two-Tailed Test....31
รูปที่ 2.18 ลำดับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย....38
รูปที่ 3.1 Castle Stone ตัวก้อน....46
รูปที่ 3.2 Castle Stone ตัวก้อนเข้ามุม-ซ้าย....46
รูปที่ 3.3 Castle Stone ตัวก้อนเข้ามุม-ขวา....46
รูปที่ 3.4 Castle เสาตรง....46
รูปที่ 3.5 Castle Stone เสาปิดมุม....47
รูปที่ 3.6 Castle Stone เสาเข้ามุม....47
รูปที่ 3.7 Castle Stone เสา 3 มุม....47
รูปที่ 3.8 Castle Stone เสา 4 มุม....47
รูปที่ 3.9 Castle Stone หัวเสาแบบเว้า....48
รูปที่ 3.10 Castle Stone หัวเสาแบบนูน....48
รูปที่ 3.11 Castle Stone หัวเสาแบบจั่ว....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.12 Castle Stone ทับหลังใหญ่ 48
รูปที่ 3.13 Castle Stone ทับหลังเล็ก 49
รูปที่ 3.14 Castle Stone กระถางต้นไม้ 49
รูปที่ 3.15 Castle Slat แบบปะผนัง 49
รูปที่ 3.16 แผนภาพกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป 50
รูปที่ 3.17 แผนภาพกระบวนการตัด 51
รูปที่ 3.18 เปอร์เซ็นต์ของเสีย เดือน มกราคม – พฤษภาคม พ.ศ. 2553 53
รูปที่ 3.19 แผนภูมิพาเรโตแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสีย ของแต่ละผลิตภัณฑ์ 53
รูปที่ 3.20 ภาพแสดงการเก็บข้อมูลโดยการระบุเลขรหัสลงบนก้อนอิฐแต่ละก้อน 54
รูปที่ 3.21 ใบตรวจสอบลักษณะอาการของของเสีย 54
รูปที่ 3.22 แบบประเมินความเสียหายของ Castle Stone ในแต่ละพาเลท 55
รูปที่ 4.1 การระบุเลขรหัสลงบนก้อนอิฐแต่ละก้อน 57
รูปที่ 4.2 การตัดอิฐบล็อก 58
รูปที่ 4.3 การป้อนอิฐบล็อกเข้าสู่เครื่องตัด 58
รูปที่ 4.4 แบบประเมินความเสียหายบนพาเลท 59
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลบนพาเลทชั้นที่ 1 60
รูปที่ 4.6 แบบฟอร์มบันทึกอาการของเสีย 60
รูปที่ 4.7 ลักษณะแตกบิ่นบริเวณมุมขวาด้านหน้า 60
รูปที่ 4.8 ลักษณะอาการต่างๆ ของของเสีย 61
รูปที่ 4.9 แผนภูมิพาเรโตแสดงจำนวนของเสียทั้งหมดแบ่งตามประเภทของอาการ 64
รูปที่ 4.10 ตารางเมตริกซ์แสดงตำแหน่งของความถี่การเกิดของเสียในมุมมองด้านบน 64
รูปที่ 4.11 แผนภูมิแสดงสาเหตุและผลของ ตัวก้อนแตกบิ่น 65
รูปที่ 4.12 แผนภูมิแสดงสาเหตุและผลของ ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว 65
รูปที่ 4.13 กราฟ Main Effect Plot แสดงปัจจัยที่มีผลต่อของเสีย 69
รูปที่ 4.14 กราฟ Interaction Plot แสดงปัจจัยที่มีผลต่อของเสีย 69
รูปที่ 4.15 กราฟ Pareto Chart แสดงปัจจัยที่มีผลต่อของเสีย 70
รูปที่ 4.16 แผนภูมิวัดการกระจายเปอร์เซ็นต์ของเสีย และ อายุใบมีดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 72
รูปที่ 4.17 แผนภูมิวัดการกระจายเปอร์เซ็นต์ของเสีย และ อายุใบมีดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 73
รูปที่ 4.18 ใบมีดทั้งสามชนิด 73
รูปที่ 4.19 Box Plot ใบมีดทั้งสามชนิด และเปอร์เซ็นต์ของเสีย 74
รูปที่ 5.1 สรุปเปอร์เซ็นต์ของเสียในแต่ละเดือน 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

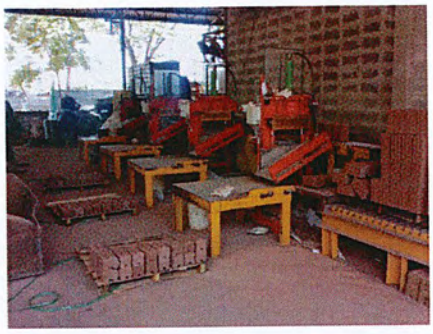
ในอุตสาหกรรมและธุรกิจปัจจุบันจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงองค์กรเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในสภาวการณ์ที่มีการเติบโตในอัตราสูงและต่อเนื่อง ทั้งการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการพิจารณาในส่วนของการลดต้นทุนในการผลิต จากอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจและธุรกิจในปัจจุบันทำให้จำเป็นต้องมีการพัฒนาองค์กรในด้านต่างๆซึ่งการนำเทคนิคและหลักการทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการมาช่วยในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียจากการผลิตซึ่งก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันได้ ดังนั้นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและหาแนวทางการแก้ไขจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

ในส่วนของอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างซึ่งเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าสูงของประเทศในปัจจุบันนั้นก็มีของเสียที่มาจากกระบวนการผลิตเช่นเดียวกัน ซึ่งบางส่วนนั้นเป็นของเสียที่ไม่สามารถนำกลับมาทำใหม่ได้ (Rework) เมื่อทำไปทิ้งก็จะก่อเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งของเสียเหล่านี้ถือเป็นความสูญเสียที่ควรจะทำการปรับปรุงแก้ไขให้เกิดน้อยลง

บริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด เป็นบริษัทที่ผลิตสินค้าเกี่ยวกับการตกแต่งภูมิทัศน์ ได้แก่ วัสดุประเภทรั้ว พื้น และผนัง เป็นต้น ก็มีปัญหาในด้านของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเช่นเดียวกัน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนของเสียมากที่สุดคือ อิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone โดยจากการศึกษาข้อมูลในอดีตระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2553 พบว่าในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูปรุ่น Castle Stone มีปริมาณของเสียอยู่ที่ 3- 4% ต่อเดือน ซึ่งปริมาณของเสียนี้เป็นของเสียที่ไม่สามารถนำกลับไปทำใหม่ได้ (Rework) โดยของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมาจากกระบวนการตัดดังรูปที่ 1.1 ทำให้บริษัทสูญเสียรายได้โดยเฉลี่ย 174,000 บาทต่อเดือนจากผลิตภัณฑ์รุ่นนี้

. จากปัญหาดังกล่าว ทางกลุ่มผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะทำการลดปริมาณของเสียและกำหนดมาตรฐานในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูปรุ่น Castle Stone โดยศึกษาในส่วนของกระบวนการตัดอย่างละเอียด เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และนำเครื่องมือและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหารวมทั้งควบคุมผลลัพธ์ที่ได้ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 กระบวนการตัดอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone

1.2 วัตถุประสงค์

เนื่องจากที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการทำโครงงานไว้ดังนี้คือ

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ของเสียในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone ในปัจจุบันของบริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด

2. เพื่อนำเสนอแนวทางในการลดของเสียและสร้างมาตรฐานในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone ของบริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาไว้ด้วยกันดังนี้

1. ทำการศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone เท่านั้น

2. ทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการตัดของอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone เท่านั้น

3. ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองต่างๆ ด้วยเทคนิคทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Minitab Release 15 ช่วยในการคำนวณ

4. ใช้ข้อมูลในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 มาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 15 ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาจากแผนภาพอธิบายกระบวนการ (Process Mapping)

3. เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

4. ระดมความคิดเพื่อแจกแจงสาเหตุและผลกระทบของกระบวนการ โดยใช้แผนภูมิแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

5. วิเคราะห์และเลือกปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ (Key Process Input Variable: KPIV) เบื้องต้นเพื่อนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จากปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ (KPIV) นำมาทดสอบความมีนัยสำคัญของปัจจัยนำเข้าด้วยเครื่องมือทางสถิติ เช่น การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) หรือการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA)

7. วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อเลือกปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญที่จะนำไปทำการทดลอง

8. ทำการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าและตัวแปรตอบสนองที่ต้องการ

9. กำหนดขั้นตอนการทดลองและวิธีการเก็บข้อมูล

10. ทำการทดลองตามแผนที่ได้วางไว้

11. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

12. ทดสอบความถูกต้อง เพื่อยืนยันผลการสรุปที่ได้จากการสรุปผลการทดลอง

13. นำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต

14. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

15. จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากผลการดำเนินงานวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับมีดังนี้

1. ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการตัดของอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone มีจำนวนลดน้อยลง

2. กระบวนการผลิตอิฐบล็อก Castle Stone มีความเป็นมาตรฐานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการลดต้นทุนการผลิต โดยการลดความสูญเสียจากของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตรั้วสำเร็จรูปรุ่น Castle Stone มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ความสูญเปล่า 7 ประการ

2.2 วงจร PDCA

2.3 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด

2.4 กราฟแบบสี่เหลี่ยม

2.5 การออกแบบการทดลอง

2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

2.7 คุณสมบัติทางกลของโลหะ

2.1 ความสูญเปล่า 7 ประการ

ในกิจกรรมที่ดำเนินการอยู่นั้นไม่ว่าจะเป็นภาคการผลิตหรือการบริการ มักจะมีความสูญเปล่า (Wastes) ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non Value Added) แต่จะก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น และมักแฝงเข้ามากับเนื้องานในรูปแบบต่างๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องขจัดความสูญเปล่า เพื่อเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) ให้กับกิจกรรมหรืองานที่ดำเนินการ ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Wastes) ประกอบด้วย

2.1.1 การผลิตมากเกินความจำเป็น

การผลิตมากเกินความจำเป็น (Over Production) เป็นผลมาจากการใช้เครื่องจักรและพนักงานในการผลิตให้มากที่สุดโดยไม่คำนึงถึงความสามารถในการรับงานต่อจนทำให้เกิดผลเสียตามมาคือ เมื่อแต่ละสถานีงานที่จำเป็นต้องทำงานต่อเนื่องกันไม่สามารถผลิตงานได้อย่างสมดุลก็จะเกิดงานที่ต้องรอการผลิต (งานระหว่างกระบวนการผลิต) ยิ่งทำการผลิตมากเท่าไร ก็จะยิ่งเพิ่มงานระหว่างกระบวนการผลิตกองรอมากขึ้นเท่านั้น ทำให้เกิดความจำเป็นที่จะต้องจัดหาที่ว่างชั่วคราว และอาจทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพของผลผลิตได้ (วิทยา สุหฤทดำรง และยุพา กลอนกลาง, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การรอคอย

การรอคอย (Waiting Time) ในกระบวนการผลิตจะเกิดขึ้นเมื่อไม่มีการจัดการและควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงานที่ดีพอ ทำให้กระบวนการผลิตขาดความสมดุลไป ซึ่งจะทำให้เกิดการรอคอยส่งผลให้การผลิตเป็นไปอย่างล่าช้า และส่งมอบสินค้าไม่ทันกำหนด

2.1.3 การเคลื่อนย้ายและการขนย้ายที่ไม่จำเป็น

การขนส่ง (Transportation) หมายถึง กิจกรรมที่ทำให้วัสดุต่างๆภายในโรงงานเกิดการเคลื่อนย้าเปลี่ยนแปลงสถานที่ เพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตไปได้อย่างต่อเนื่อง บ่อยครั้งที่พบว่าหากไม่ควบคุมการขนส่งก็จะเกิดความสูญเสียขึ้น เช่นการขนย้ายซ้ำซ้อน หรือใช้เส้นทางการขนส่งที่ไม่เหมาะสมซึ่งจะทำให้ต้นทุนการขนส่งเพิ่มขึ้นไปอีก (วิทยา สุหฤทดำรง และยุพา กลอนกลาง, 2549)

2.1.4 การมีสินค้าคงคลังเกินความจำเป็น

สินค้าคงคลัง (Inventory) หมายถึง สินค้าใดๆที่ถูกเก็บไว้ระยะเวลาที่ยาวนานซึ่งประกอบด้วย วัตถุดิบ ชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการผลิต ชิ้นส่วนประกอบ และสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งการผลิตที่มากเกินไปจะทำให้มีสินค้าคงคลังเพิ่มมากขึ้น ความสูญเปล่าที่เกิดจากสินค้าคงคลังอาจจะเป็นความสูญเปล่าที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของผู้บริหารในสายการผลิต แต่การที่ต้องสร้างโกดังเพื่อเก็บชิ้นส่วนประกอบหรือผลผลิตสำเร็จรูปแล้ว จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการควบคุมดูแลรักษา เช่น ค่าเช่าโกดัง ค่าแรงงานต่างๆ จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

2.1.5 การผลิตของเสีย

ความสูญเปล่าที่เกิดจากการผลิตของเสีย (Defect) ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบหาจุดบกพร่อง การตอบกลับคำร้องเรียนของลูกค้า และการซ่อมแซม ซึ่งทุกอย่างล้วนเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากตัวชิ้นงานที่เป็นของเสีย เมื่อมีของเสียเกิดขึ้นในอัตราที่มีนัยสำคัญ จะต้องมีการเพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ตรวจสอบสินค้าเพื่อป้องกันไม่ให้ของเสียไปถึงมือลูกค้าได้ และสินค้าคงคลังอาจจะถูกเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยให้กับของเสีย นอกจากนี้ผลผลิต (Productivity) จะลดลง และต้นทุนวัตถุดิบจะสูงขึ้นด้วย (วิทยา สุหฤทดำรง และยุพา กลอนกลาง, 2549)

2.1.6 กระบวนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ

กระบวนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Inefficient Process) เป็นความสูญเปล่าที่มีสาเหตุมาจากวิธีการ การแปรรูปงาน หรือเสียเวลาในการซ่อมแซมชิ้นงาน เช่น การตัดครีบ การขัดผิวของวัตถุดิบบางตัวก่อนทำการเชื่อม หรือความสูญเปล่าที่เกิดจากการออกแบบที่ไม่รัดกุมทำให้ต้องทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม เช่น การพันสก็อตเทปหลังการขึ้นรูป เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 การเคลื่อนไหวของร่ายกายที่ไม่จำเป็น

ความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวนั้นเกิดจากการเคลื่อนไหวของร่างกายด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม หรือการทำงานกับเครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ที่มีขนาด น้ำหนัก หรือสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมกับร่างกายของผู้ปฏิบัติงานเป็นเวลานานๆ ก็จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าต่อร่างกาย และยังทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

2.2 วงจร PDCA

PDCA มาจากคำภาษาอังกฤษ 4 คำ ได้แก่ Plan (วางแผน) Do (ปฏิบัติ) Check (ตรวจสอบ) Act (ดำเนินการให้เหมาะสม)

2.2.1 ความเป็นมาของวงจร PDCA

โดยแนวคิดเกี่ยวกับวงจร PDCA เริ่มขึ้นเป็นครั้งแรกโดยนักสถิติ Walter Shewhart ซึ่งได้พัฒนาจากการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติที่ Bell Laboratories ในสหรัฐอเมริกาเมื่อทศวรรษ 1930 ในระยะเริ่มแรก วงจรดังกล่าวเป็นที่รู้จักกันในชื่อ "วงจร Shewhart" จนกระทั่งราวทศวรรษที่ 1950 ได้มีการเผยแพร่อย่างกว้างขวางโดย W.Edwards Deming ปรมาจารย์ทางด้านการบริหารคุณภาพ หลายๆ คนจึงเรียกวงจรนี้ว่า "วงจรเดมมิ่ง"

เมื่อเริ่มแรกเดมมิ่งได้เน้นถึงความสัมพันธ์ 4 ฝ่ายในการดำเนินธุรกิจเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพ และความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งได้แก่ ฝ่ายออกแบบ ฝ่ายผลิต ฝ่ายขาย และฝ่ายวิจัยดังรูปที่ 2.1 (www.sit.sru.ac.th) ความสัมพันธ์ของทั้ง 4 ฝ่ายนั้น จะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเพื่อยกระดับคุณภาพของสินค้าตามความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยให้ถือว่าคุณภาพจะต้องมาก่อนสิ่งอื่นใด

รูปที่ 2.1 วงจร PDCA ในยุคแรก

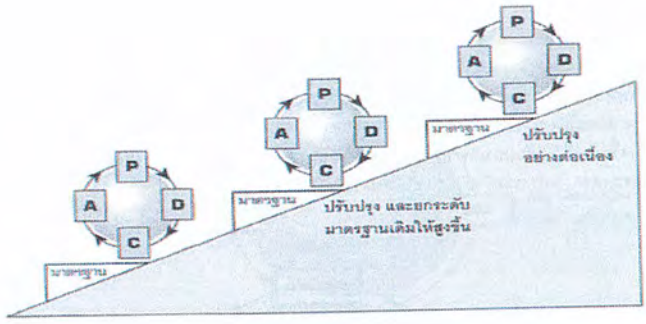
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาแนวคิดเกี่ยวกับกับวงจรเดมมิ่งได้ถูกดัดแปลงให้เข้ากับวงจรการบริหารซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการวางแผน ขั้นตอนการปฏิบัติ ขั้นตอนการตรวจสอบ และขั้นตอนการดำเนินการให้เหมาะสม (ซึ่งในระยะเริ่มแรกหมายถึงการปรับปรุงแก้ไข) แต่ยังไม่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิผลเพราะแต่ละขั้นตอนถูกมอบหมายให้เป็นหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละฝ่าย ขณะที่ฝ่ายบริหารกำหนดแผนงานและตั้งเป้าหมายสำหรับพนักงาน พนักงานก็ต้องลงมือปฏิบัติให้บรรลุตามเป้าหมายที่ฝ่ายบริหารได้กำหนดขึ้น ในขณะที่ผู้ตรวจสอบคอยตรวจสอบผลการปฏิบัติงานของพนักงานเป็นระยะๆ และรายงานผลให้ผู้บริหารทราบ หากการปฏิบัติงานมีความผิดพลาดหรือเบี่ยงเบนไปจากเป้าหมายก็จะได้แก้ไขได้ทันที พนักงานที่สามารถปฏิบัติงานได้ตามเป้าหมายก็จะได้รางวัลเป็นการตอบแทน แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ตามเป้าหมายก็จะถูกประเมินผลการปฏิบัติงานที่ต่ำ การดำเนินงานในลักษณะนี้จะเห็นได้ว่าไม่ค่อยได้ผลดีนัก นอกจากผู้บริหารจะไม่ประเมินศักยภาพของพนักงานซึ่งเป็นผู้ที่รู้ดีที่สุดเกี่ยวกับกระบวนการทำงานแล้ว ยังขาดวิสัยทัศน์ที่ดีในเรื่องของการประสานงานภายในหน่วยงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้พนักงานมีส่วนร่วมในขั้นตอนการวางแผนและแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม วงจรเดมมิ่งได้พัฒนาไปในทิศทางที่ดีขึ้นในประเทศญี่ปุ่นซึ่งได้ให้ความสำคัญกับพื้นฐานการบริหารงาน 2 อย่าง นั้นก็คือ การสื่อสารและความร่วมมือร่วมใจจากทุกคนในหน่วยงาน ดังรูปที่ 2.2 (www.sit.sru.ac.th) โดยผู้บริหารยังคงเป็นผู้กำหนดแผนงานแต่จะสื่อสารผ่านช่องทางหัวหน้างานและพนักงานตามลำดับขั้น โดยเป้าหมายจะถูกกำหนดขึ้นตามความเหมาะสมเป็นไปได้

รูปที่ 2.2 วงจร PDCA แบบญี่ปุ่น

วงจร PDCA ถูกใช้เพื่อการปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่อง ทุกครั้งที่วงจรหมุนครบรอบก็จะเป็นแรงส่งให้หมุนในรอบต่อไป ดังรูปที่ 2.3 (www.sit.sru.ac.th) วิธีการใหม่ๆ ที่ทำให้เกิดการปรับปรุงก็จะถูกจัดทำเป็นมาตรฐานการทำงาน ซึ่งจะทำให้การทำงานมีการพัฒนาอย่างไม่สิ้นสุด ซึ่งอาจเริ่มด้วยการปรับปรุงเล็กๆ น้อยๆ ก่อนที่จะก้าวไปสู่การปรับปรุงที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น วงจร PDCA สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุก ๆ เรื่อง นับตั้งแต่กิจกรรมส่วนตัว เช่น การปรุงอาหาร การเดินทางไปทำงานในแต่ละวัน การตั้งเป้าหมายชีวิต การดำเนินงานในระดับบริษัท จนกระทั่งในระดับสถาบันการศึกษา หรือที่นำมาใช้ในระบบประกันคุณภาพการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 วงจร PDCA กับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

2.2.2 โครงสร้างของวงจร PDCA

ขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอนของวงจร PDCA ประกอบไปด้วย "การวางแผน" อย่างรอบคอบ เพื่อ "การปฏิบัติ" อย่างค่อยเป็นค่อยไปแล้วจึง "ตรวจสอบ" ผลที่เกิดขึ้น วิธีการปฏิบัติใดมีประสิทธิผลที่สุดก็จะจัดให้เป็นมาตรฐาน หากไม่สามารถบรรลุเป้าหมายก็จะต้องมองหาวิธีการปฏิบัติใหม่หรือใช้ความพยายามให้มากขึ้นกว่าเดิม

2.2.2.1 ขั้นตอนการวางแผน

ขั้นตอนการวางแผน (Plan) ครอบคลุมถึงการกำหนดกรอบหัวข้อที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงซึ่งรวมไปถึงการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ และการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน พร้อมกับพิจารณาว่ามีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงนั้น โดยระบุวิธีการเก็บข้อมูลให้ชัดเจน นอกจากนี้จะต้องวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้และกำหนดทางเลือกในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงดังกล่าว การวางแผนยังช่วยให้สามารถคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต และช่วยลดความสูญเสียต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ ทั้งในด้านแรงงาน วัตถุดิบ ชั่วโมงการทำงาน เงิน เวลา เป็นต้นโดยสรุปแล้วการวางแผนช่วยให้รับรู้สภาพปัจจุบันพร้อมกับกำหนดสภาพที่ต้องการให้เกิดขึ้นในอนาคตด้วยการผสานประสบการณ์ ความรู้ และทักษะอย่างลงตัว โดยทั่วไปการวางแผนมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภทหลักๆ ดังนี้

1. การวางแผนเพื่ออนาคต เป็นการวางแผนสำหรับสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตหรือกำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งไม่สามารถควบคุมสิ่งนั้นได้เลย แต่เป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับสิ่งนั้น

2. การวางแผนเพื่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เป็นการวางแผนเพื่อเปลี่ยนแปลงสภาพที่เกิดขึ้นในปัจจุบันให้เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งสามารถควบคุมผลที่เกิดในอนาคตได้ด้วยการเริ่มต้นเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 ขั้นตอนการปฏิบัติ

ขั้นตอนการปฏิบัติ (Do) คือ การลงมือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามทางเลือกที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการวางแผน ในขั้นนี้ต้องตรวจสอบระหว่างการปฏิบัติด้วยว่าได้ดำเนินไปในทิศทางที่ตั้งใจหรือไม่พร้อมกับสื่อสารให้ผู้ที่เกี่ยวข้องรับทราบด้วย โดยไม่ควรปล่อยให้ถึงวินาทีสุดท้ายเพื่อดูความคืบหน้าที่เกิดขึ้น หากเป็นการปรับปรุงในหน่วยงานผู้บริหารย่อมต้องการทราบความคืบหน้าอย่างแน่นอน เพื่อจะได้มั่นใจว่าโครงการปรับปรุงเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด

2.2.2.3 ขั้นตอนการตรวจสอบ

ขั้นตอนการตรวจสอบ (Check) คือ การประเมินผลที่ได้รับจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแต่ขั้นตอนนี้มักจะถูกมองข้ามเสมอ การตรวจสอบทำให้ทราบว่าการปฏิบัติในขั้นที่สองสามารถบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ สิ่งสำคัญก็คือ จะต้องรู้ว่าจะตรวจสอบอะไรบ้างและบ่อยครั้งแค่ไหน ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบจะเป็นประโยชน์สำหรับขั้นตอนถัดไป

2.2.2.4 ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสม

ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสม (Act) จะพิจารณาผลที่ได้จากการตรวจสอบ ซึ่งมีอยู่ 2 กรณี คือ ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หากเป็นกรณีแรกก็ให้นำแนวทางหรือกระบวนการปฏิบัตินั้นมาจัดทำให้เป็นมาตรฐานพร้อมทั้งหาวิธีการที่จะปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นไปอีก ซึ่งอาจหมายถึงสามารถบรรลุเป้าหมายได้เร็วกว่าเดิมหรือเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเดิมหรือทำให้คุณภาพดียิ่งขึ้นก็ได้ แต่ถ้าหากเป็นกรณีที่สองซึ่งก็คือผลที่ได้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามแผนที่วางไว้ ก็ควรที่จะนำข้อมูลที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์ และพิจารณาว่าควรจะดำเนินการอย่างไรต่อไปนี้

1. มองหาทางเลือกใหม่ที่น่าจะเป็นไปได้
2. ใช้ความพยายามให้มากขึ้นกว่าเดิม
3. ขอความช่วยเหลือจากผู้รู้
4. เปลี่ยนเป้าหมายใหม่

การวางแผนการดำเนินงานต้องกำหนดเป้าหมายที่ต้องการบรรลุผลสำเร็จ อาจจะเป็นเป้าหมายระยะสั้น หรือเป้าหมายระยะยาวก็ได้แต่เป้าหมายที่ดีจะต้อง SMARTER ซึ่งประกอบไปด้วย

1. Specific เฉพาะเจาะจง มีความชัดเจน
2. Measurable สามารถวัดและประเมินผลได้
3. Acceptable เป็นที่ยอมรับได้ของผู้ปฏิบัติ
4. Realistic ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง
5. Time Frame มีกรอบเวลากำหนด
6. Extending ท้าทาย และ เพิ่มศักยภาพของผู้ปฏิบัติ
7. Rewarding คุ้มค่ากับการปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) คือเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหาที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด ได้แก่ แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) กราฟ (Graph) ฮิสโตแกรม (Histogram) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) แผนภูมิแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) แผนภูมิการกระจาย (Scatter Diagram) และ แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

2.3.1 แผ่นตรวจสอบ

แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) คือ แบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆ ไว้เรียบร้อย เพื่อที่จะได้ใช้ในการบันทึกข้อมูลได้ง่าย สะดวก และถูกต้อง ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ซึ่งวัตถุประสงค์ในการออกแบบฟอร์มในการเก็บข้อมูลมีดังนี้

1. เพื่อควบคุมและติดตาม (Monitoring) ผลการดำเนินการผลิต
2. เพื่อการตรวจสอบ
3. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง

2.3.1.1 <u>ประเภทของแผ่นตรวจสอบ</u>

แผ่นตรวจสอบมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 6 ประเภท โดยแต่ละประเภทมีวัตถุประสงค์และการนำไปใช้ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประเภทของแผ่นตรวจสอบ

ประเภทของแผ่นตรวจสอบ	วัตถุประสงค์	การนำไปใช้
1.กระดาษเปล่า	ข้อมูลทั่วไป	ใช้บันทึกเท่านั้น ไม่นำไปวิเคราะห์ต่อ
2. ตารางแสดงความถี่	นับจำนวนตำหนิ	ใช้จำแนกข้อมูลเพื่อไปทำแผนภูมิ/กราฟ
3. ตารางกรอกตัวเลข	นับจำนวนของเสีย / จำนวนคน ข้อมูลจากการวัด / การทดสอบ	ใช้เขียนแผนภูมิควบคุม ผังการกระจาย ฮิสโตแกรม หรือกราฟ
4. ตารางการทำเครื่องหมาย	ทำเครื่องหมายแทนการเขียน	ใช้จำแนกข้อมูล ทำแผนภูมิพาเรโต
5. ตารางแบบสอบถาม	สอบถามข้อคิดเห็น	หาความถี่ ทำแผนภูมิพาเรโต
6. ตารางแบบอื่นๆ	การตรวจสอบเฉพาะเรื่อง	ใช้ตามวัตถุประสงค์เฉพาะเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบแผ่นตรวจสอบ

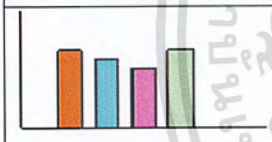
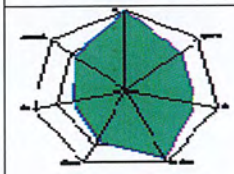
การออกแบบแผ่นตรวจสอบ สามารถทำได้ตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์และตั้งชื่อแผ่นตรวจสอบ
2. กำหนดปัจจัยต่างๆ
3. ทดลองออกแบบ กำหนดสัญลักษณ์
4. ทดลองนำไปใช้เก็บข้อมูล
5. ปรับปรุงแก้ไข
6. นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุป

2.3.2 กราฟ

กราฟ (Graph) คือแผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ กราฟมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทนั้นมีการใช้งานและลักษณะเฉพาะของกราฟที่แตกต่างกันออกไปดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 กราฟชนิดต่างๆ

ประเภทของกราฟ	ลักษณะเฉพาะ
 กราฟแท่ง	- ใช้เมื่อข้อมูลมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ข้อมูล โดยใช้การเปรียบเทียบพื้นที่ของกราฟ - ไม่เหมาะสมที่จะใช้ดูแนวโน้มในระยะยาว แต่เหมาะสำหรับข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา
กราฟเส้น	- ใช้สำหรับดูแนวโน้ม การพยากรณ์ในอนาคต หรือทำนายผลจากข้อมูลในอดีตได้ - ใช้ในการควบคุมแผนงานให้ได้ตามเป้าหมายที่วางไว้
กราฟวงกลม	- พื้นที่ของกราฟเท่ากับ 100% แต่ละส่วนที่แบ่งออกมาจะแสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนในแต่ละส่วนประกอบของข้อมูลว่าเป็นกี่ส่วนขององค์ประกอบทั้งหมด
 กราฟใยแมงมุม	- เป็นกราฟรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความมากน้อยของแต่ละส่วน โดยกำหนดตำแหน่งจุดลงในแต่ละเส้นแกนของกราฟ ใช้เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ฮิสโตแกรม

ฮิสโตแกรม (Histogram) คือกราฟแท่งแบบเฉพาะโดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดงความถี่ และมีแกนนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่สนใจ ดังรูปที่ 2.4 (www.elearning.mfu.ac.th) ฮิสโตแกรมใช้ดูความแปรปรวนของกระบวนการโดยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่ม

2.3.3.1 <u>วิธีการสร้างฮิสโตแกรม</u>

1. เก็บรวบรวมข้อมูล (ควรรวบรวมประมาณ 100 ข้อมูล)
2. หาค่าสูงสุด (L) และค่าต่ำสุด (S) ของข้อมูลทั้งหมด
3. หาค่าพิสัยของข้อมูล (R-Range) จากสูตร $R = L - S$
4. หาค่าจำนวนชั้น (K) สูตร $K = \sqrt{n}$ โดย n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด
5. หาค่าความกว้างช่วงชั้น (H-Class interval) จากสูตร $H = \frac{R}{K}$ หรือ $\frac{\text{พิสัย}}{\text{จำนวนชั้น}}$
6. หาขอบเขตของชั้น (Boundary Value) จากสูตร

$$\text{ขีดจำกัดล่างของชั้นแรก} = S - \frac{\text{หน่วยของการวัด}}{2}$$

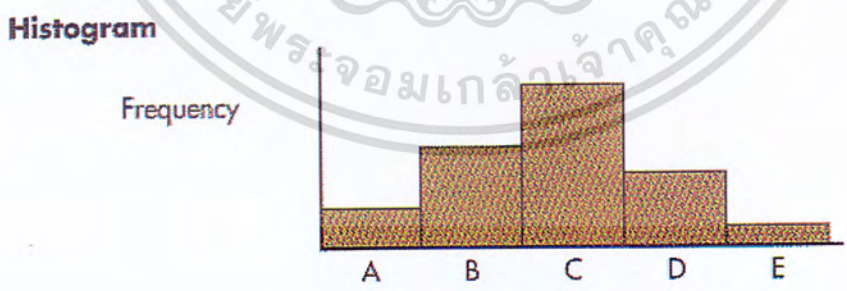
$$\text{ขีดจำกัดบนของชั้นแรก} = \text{ขีดจำกัดล่างชั้นแรก} + H$$

7. หาขีดจำกัดล่างและขีดจำกัดบนของชั้นถัดไป
8. หาค่ากึ่งกลางของแต่ละชั้น (Median of class interval) จากสูตร

$$\text{ค่ากึ่งกลางชั้นแรก} = \frac{\text{ผลรวมค่าขีดจำกัดชั้นแรก}}{2}$$

$$\text{ค่ากึ่งกลางชั้นสอง} = \frac{\text{ผลรวมค่าขีดจำกัดชั้นสอง}}{2}$$

9. บันทึกข้อมูลในรูปตารางแสดงความถี่
10. สร้างกราฟฮิสโตแกรม



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างฮิสโตแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 แผนภูมิพาเรโต

แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิทางสถิติที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพของการผลิต โดยอาศัยหลักการจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการผลิต เพื่อจะได้พิจารณาเลือกเรื่องที่มีความสำคัญมากมาทำการแก้ไขปรับปรุงก่อนเป็นลำดับแรก แผนภูมิแท่งการจัดลำดับนี้ ช่วยทำให้มองเห็นภาพปัญหาหรือสาเหตุต่างๆที่มีเป็นจำนวนมากในการผลิตได้อย่างชัดเจน เนื่องจากเป็นการนำข้อมูลต่างๆที่บันทึกไว้ มาสร้างเป็นแผนภูมิที่มีการจัดเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย ทำให้มองเห็นว่าอะไรควรจะต้องเลือกมาแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก เช่น สินค้าที่ผลิตมักพบว่ามีของเสีย (Defect) เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากและอยากรู้ว่าของเสียนั้นเกิดจากความบกพร่องใดเป็นหลัก ด้วยวิธีการสร้างแผนภูมินี้จะสามารถตอบปัญหานี้ได้

2.3.4.1 <u>ความหมายของแผนภูมิพาเรโต</u>

ในชีวิตประจำวันนั้นมักคุ้นเคยกับการเก็บข้อมูลที่มีการจำแนกประเภทอยู่เสมอ อาทิ รายการค่าใช้จ่ายประจำเดือนของครอบครัว อาการขัดข้องของรถยนต์ เวลาที่ต้องใช้ปฏิบัติภารกิจแต่ละอย่างประจำวัน รวมถึงในงานอุตสาหกรรม เช่น ประเภทคำร้องเรียนจากลูกค้า รายชื่อของลูกค้าของบริษัทตามยอดสั่งซื้อ รายการพัสดุคงคลังที่ต้องบริหาร อาการของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง เป็นต้น โดยในทุกกรณี มีความจำเป็นที่ผู้บริหารต้องให้ความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจเสมอ

กลไกการวิเคราะห์ความมีเสถียรภาพ ในกรณีที่ข้อมูลมีเสถียรภาพ ในระยะเวลานั้นจะสามารถคาดการณ์ได้ว่าข้อมูลประเภทใดควรมีค่ามากที่สุด ซึ่งหากมีการเก็บข้อมูลนานๆ จะเกิดการสะสม และทำให้ค่าสะสมของข้อมูลแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน ในขณะเดียวกันในกรณีที่ข้อมูลไม่มีเสถียรภาพ ในแต่ละช่วงเวลาจะไม่สามารถกำหนดได้ว่าข้อมูลแบบใดจะมีความถี่มากที่สุด โดยลักษณะดังกล่าวจะพบว่าข้อมูลจะมีการสะสมแล้วค่าสะสมมีค่าที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ แตกต่างกันอย่างไม่เด่นชัด

พฤติกรรมของข้อมูลที่ได้กล่าวมานี้ ดร.โจเซฟ ดูราน ได้สังเกตพบในช่วงปี ค.ศ.1925 และได้ทำการวิจัยพร้อมอธิบายลักษณะของข้อมูลสะสมดังกล่าวว่า ถ้าข้อมูลอยู่ในสภาวะเสถียรภาพแล้ว ข้อมูลที่มีความสำคัญจะมีเพียงเล็กน้อย (Vital Few) ในขณะที่ข้อมูลที่เหลืออีกจำนวนมากมายจะมีความสำคัญเพียงเล็กน้อย (Trivial Many) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาเลียน Vilfredo Pareto ซึ่งศึกษาพบพฤติกรรมดังกล่าวนี้จากการสำรวจรายได้ของประชากรซึ่งเขาพบว่า คนที่มีรายได้สูงสุดเพียง 20 % ของประชากรทั้งประเทศสามารถสร้างรายได้ถึง 80 % ในขณะที่ประชากรที่เหลืออีก 80 % มีรายได้รวมกันเพียง 20 % ของระบบเศรษฐกิจทั้งหมด จากนั้นก็ยังคงพบอีกว่า สถานการณ์เช่นนี้ยังเกิดขึ้นกับเรื่องอื่นๆอีกมากมาย จนสามารถเป็นกฎที่สามารถนำไปพยากรณ์เหตุการณ์อื่นๆ ได้ จึงเรียกหลักการนี้ว่ากฎ 80-20 หรือหลักการพาเรโต (Pareto Principle)

2.3.4.2 <u>วิธีการสร้างแผนภูมิพาเรโต</u>

ในการสร้างแผนภูมิพาเรโตสามารถดำเนินการได้ตามขั้นตอนดังนี้

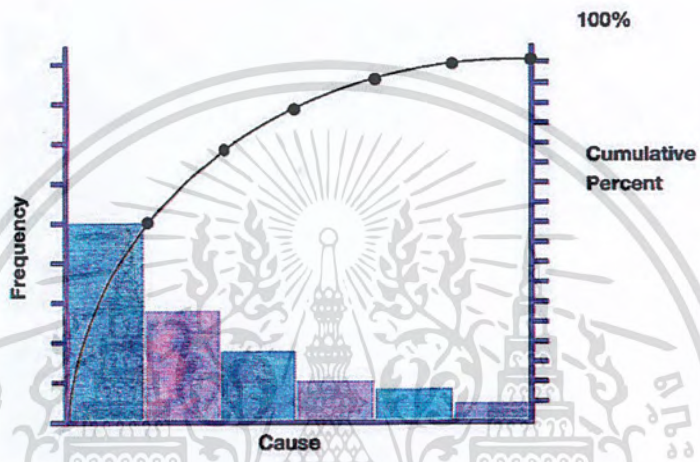
1. รวบรวมข้อมูล โดยเก็บจำนวนความถี่ที่เกิดขึ้น แยกตามชนิดของความบกพร่องที่ทำให้เกิดของเสีย โดยเก็บข้อมูลใส่ตารางตรวจสอบ (Check Sheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำข้อมูลที่รวบรวมได้มากรอกในตารางสรุปข้อมูลของแผนภูมิพาเรโตซึ่งเป็นการนำข้อมูลมาจัดเรียงลำดับใหม่จากข้อมูลที่มีจำนวนความถี่ของปัญหามากไปน้อย และคำนวณข้อมูลเพิ่มเติมอีก 3 คอลัมน์ (Column) คือ คอลัมน์จำนวนปัญหาสะสม คอลัมน์เปอร์เซ็นต์เทียบกับจำนวนปัญหารวม และคอลัมน์เปอร์เซ็นต์สะสม

3. นำข้อมูลไปสร้างแผนภูมิโดยให้แกนตั้งซ้ายมือแสดงจำนวนของเสีย ส่วนขวามือแสดงเปอร์เซ็นต์สะสมของของเสีย และแกนนอนแสดงชนิดความบกพร่อง

4. กราฟแท่งที่ได้แสดงความสัมพันธ์ของชนิดความบกพร่องกับจำนวนของเสีย ส่วนกราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ของชนิดความบกพร่องกับเปอร์เซ็นต์สะสมของของเสีย ดังรูปที่ 2.5 (www.managers-net.com)



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต

2.3.4.3 การนำแผนภูมิพาเรโตไปใช้

ลักษณะของปัญหาและสาเหตุต่างๆที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในการผลิตนั้น สามารถนำแผนภูมินี้ไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งพอจะยกตัวอย่างปัญหาให้เห็นได้ เช่น ใช้ตรวจสอบชนิดความบกพร่อง ข้อร้องเรียน ของเสียที่ตีกลับคืนมา ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ นอกจากนี้ยังใช้ได้กับการค้นหาสาเหตุของความเสียหายต่างๆ เช่น สาเหตุเนื่องมาจากคน ซึ่งแบ่งแยกได้ตามอายุคน อายุงาน เพศ ระดับการศึกษา ส่วนสาเหตุที่เนื่องมาจากเครื่องจักรก็แบ่งแยกได้ตามรุ่น ขนาดของเครื่องจักร หรือสาเหตุที่เนื่องมาจากวิธีการทำงาน ก็สามารถแยกได้ตามสภาพแวดล้อม การจัดวาง การจัดลำดับก่อนหลังในการทำงาน เป็นต้น

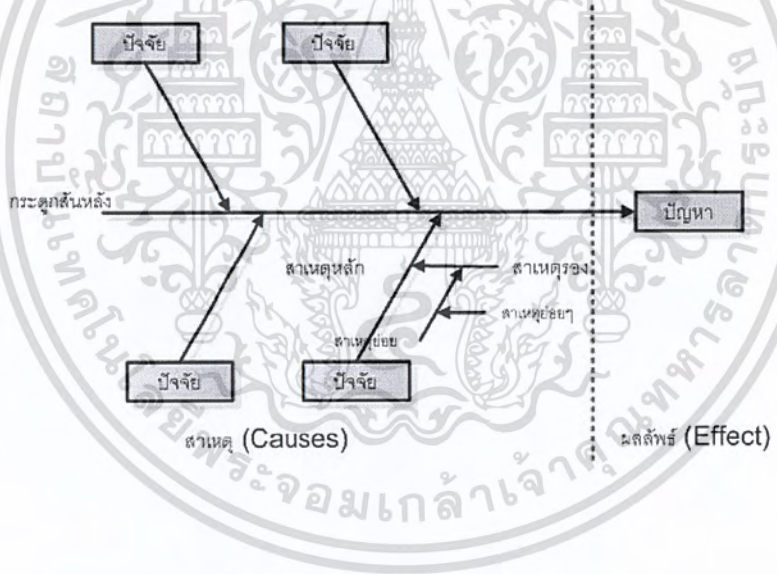
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 แผนภูมิแสดงสาเหตุและผล

แผนภูมิแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เป็นแผนภูมิที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง (วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, 2546) มีประโยชน์ในการใช้เป็นเครื่องมือในการระดมสมองจากสมาชิกภายในกลุ่ม ทำให้เห็นปัญหาอย่างเป็นระบบและทราบสาเหตุของผลที่เกิดขึ้น ซึ่งสาเหตุที่ได้นั้นจะละเอียดลึกซึ้งและมีขั้นตอนตามเหตุตามผล สะดวกที่จะนำสาเหตุนั้นๆไปพิจารณาแก้ไข อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปประยุกต์ในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆได้มากมาย ช่วยชี้นำหรือช่วยในการอภิปราย รวบรวมประเด็นในการอภิปรายให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแผนภูมิแสดงสาเหตุและผลสามารถเรียกอีกชื่อหนึ่งได้ว่า แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรือแผนภูมิของอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram)

2.3.5.1 <u>ส่วนประกอบต่างๆ ของแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล</u>

แผนภูมิแสดงสาเหตุและผลจะสามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆได้แก่ ส่วนปัญหา (Problem) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่ด้านหัวปลา และส่วนสาเหตุ (Causes) ซึ่งสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็นปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (ก้างหลัก) สาเหตุรอง (ก้างรอง) และสาเหตุย่อย (ก้างย่อย) ดังรูปที่ 2.6 (www.gotoknow.org)



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5.2 วิธีการสร้างแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล

หลักการเบื้องต้นของแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) คือการใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลังจากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อย ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3 - 6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลา (Sub-bone) ทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4 – 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้ว จะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมดที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

2.3.5.3 การกำหนดหัวข้อปัญหา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้มีความชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากกำหนดปัญหาไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้ใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล การกำหนดปัญหา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ

2.3.5.4 การกำหนดปัจจัยบนแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล

การกำหนดปัจจัยสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่กำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้สามารถแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผลโดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

1. M - Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
2. M - Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
3. M - Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
4. M - Method กระบวนการทำงาน
5. E - Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่าการกำหนดกลุ่มปัจจัยจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตแล้ว ปัจจัยนำเข้า (Input) ในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ สถานที่ (Place) กระบวนการ (Procedure) คน (People) และนโยบาย (Policy) หรือเป็น 4S ได้แก่ สิ่งแวดล้อม (Surrounding) ผู้จัดจำหน่าย (Supplier) ระบบ (System) และทักษะ (Skill) ก็ได้ หรืออาจจะเป็น MILK ได้แก่ การจัดการ (Management) ข้อมูล (Information) ความเป็นผู้นำ (Leadership) และความรู้ (Knowledge) ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3.5.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้แผนภูมิแสดงสาเหตุและผล

ข้อดีของการใช้แผนภูมิแสดงสาเหตุและผล

1. ไม่ต้องเสียเวลามาแยกความคิดต่างๆ ที่กระจัดกระจายเหมือนการระดมความคิดแบบธรรมดา เพราะก้างปลาจะเป็นตัวกำหนดช่วยแยกความคิดพวกเดียวกันไว้ด้วยกัน

2. ได้ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นที่ละเอียดลึกซึ้งกว่าการระดมความคิดแบบธรรมดา เพราะนอกจากทราบสาเหตุใหญ่แล้วยังทราบสาเหตุย่อย และสาเหตุย่อยๆ อีก ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหามาก เพราะทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา จึงทำให้ทราบวิธีการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

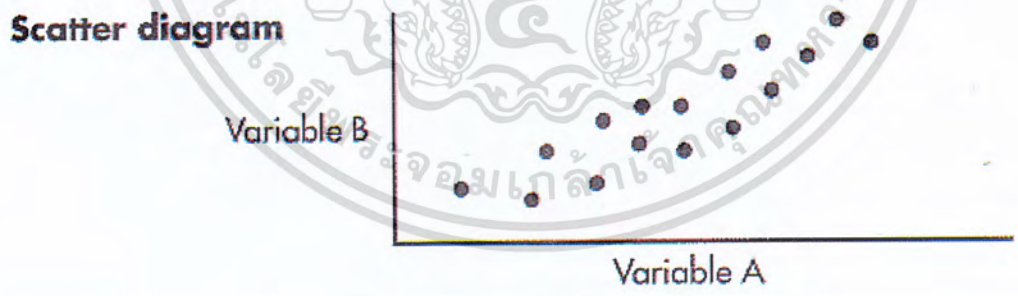
ข้อจำกัดของการใช้แผนภูมิแสดงสาเหตุและผล

1. ความคิดไม่ค่อยเป็นอิสระมากนัก เพราะมีก้างใหญ่เป็นตัวกำหนดให้ค่อยๆ คิดไป ทีละก้างซึ่งผิดกับการระดมความคิดแบบธรรมดาที่คิดอย่างอิสระจริง

2. ต้องอาศัยความสามารถสูง จึงจะใช้ก้างปลาระดมความคิดให้ได้ผลอย่างดี เช่น ต้องสามารถเขียนก้างใหญ่หรือสาเหตุใหญ่ของปัญหาได้ก่อนจึงจะสามารถคิดก้างย่อยได้

2.3.6 แผนภูมิการกระจาย

แผนภูมิการกระจาย (Scatter Diagram) เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางใด ดังรูปที่ 2.7 (www.learners.in.th) เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง โดยตัวแปรX คือ ตัวแปรอิสระหรือค่าที่ปรับเปลี่ยนไป ในขณะที่ตัวแปร Y คือ ตัวแปรตาม หรือผลที่เกิดขึ้นในแต่ละค่าที่เปลี่ยนแปลงไปของตัวแปร X



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนภูมิการกระจาย

119337
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6.1 การใช้แผนภูมิการกระจาย

1. เมื่อต้องการจะบ่งชี้สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เช่น ค่าความเหนียวของเหล็ก (ปัญหา หรือ Y) จะมากหรือน้อย มีสาเหตุมาจากปริมาณคาร์บอนในเนื้อเหล็ก (สาเหตุที่ 1 หรือ X_1) หรือรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นบนผิวเนื้อเหล็ก (สาเหตุที่ 2 หรือ X_2)

2. เมื่อต้องการจะตัดสินใจว่าผลกระทบ 2 ตัวซึ่งมีความสัมพันธ์กันอยู่ มีปัญหาที่เกิดจากสาเหตุเดียวกันหรือไม่ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงของค่าความเหนียวของเหล็ก (ผลกระทบที่ 1 หรือ Y_1) และค่าความแข็งของเหล็ก (ผลกระทบที่ 2 หรือ Y_2) เกิดจากปริมาณคาร์บอนในเนื้อเหล็ก (สาเหตุ หรือ X)

3. เมื่อต้องการอธิบายความสัมพันธ์ก้างปลา (X) ที่ได้จากการระดมสมอง ว่ามีผลกระทบต่อหัวปลา (Y) หรือไม่ เช่น อัตราการขาดงานของคนงาน เป็นสาเหตุให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่บกพร่องมีจำนวนมากขึ้น

4. เมื่อต้องการใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือตัวแปร 2 ตัว ที่สนใจศึกษาว่าจะมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เช่น ส่วนสูงมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักหรือไม่

2.3.6.2 วิธีการสร้างแผนภูมิการกระจาย

1. ออกแบบแผ่นบันทึกเพื่อจัดเก็บข้อมูลหรือตัวแปร (X, Y) ที่ต้องการ อย่างน้อย 30 คู่ ตัวแปรที่ว่านี้อาจจะเป็นสาเหตุกับสาเหตุ (X_1, X_2) หรือสาเหตุกับปัญหา (X, Y) ก็ได้ โดยออกแบบเป็นรูปแบบตารางก่อนแล้วนำไปเขียนกราฟ หรือออกแบบเป็นรูปกราฟที่พล็อตข้อมูลได้เลย

2. เขียนกราฟของผังการกระจาย หาค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของตัวแปรจากขั้นตอนที่ 1 เพื่อกำหนดสเกลบนแกนแนวนอน (แกน X) และแกนแนวตั้ง (แกน Y) ซึ่งควรเป็นตัวเลขที่ปัดเศษ และหากมีข้อมูล (X, Y) คู่ใดทับกัน ให้ทำวงกลมล้อมรอบจุดที่ทับกัน

2.3.6.3 การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X และ Y

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) คือค่าที่ใช้บ่งบอกดัชนีของความสัมพันธ์ของตัวแปร x และตัวแปร y ว่ามีความสัมพันธ์กันในทิศทางใด ซึ่งค่า r จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 กับ 1 โดยถ้าค่า r มีค่าเป็นบวกคือ ตัวแปรมีความสัมพันธ์แบบแปรตามกัน ในขณะที่ค่า r มีค่าเป็นลบคือ ตัวแปรมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันต่อกัน โดยที่ค่า r สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$r = \frac{\sum xy - nXY}{\sqrt{(\sum x^2 - nX^2)(\sum y^2 - nY^2)}} \qquad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 แผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือแผนภูมิที่เขียนขึ้นโดยใช้หลักการทางด้านสถิติเพื่อเป็นเครื่องมือตรวจจับและควบคุมกระบวนการผลิตให้สามารถป้องกันและแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้ทันท่วงทีและไม่เกิดปัญหาด้านคุณภาพในปริมาณที่มาก แผนภูมิควบคุมจะทำหน้าที่หลัก 3 ประการคือ

1. เพื่อช่วยกำหนดมาตรฐานในการผลิต เช่น กำหนดค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติผลิตภัณฑ์
2. เพื่อช่วยให้การผลิตบรรลุเป้าหมาย
3. เพื่อใช้ในการปรับปรุงการผลิต

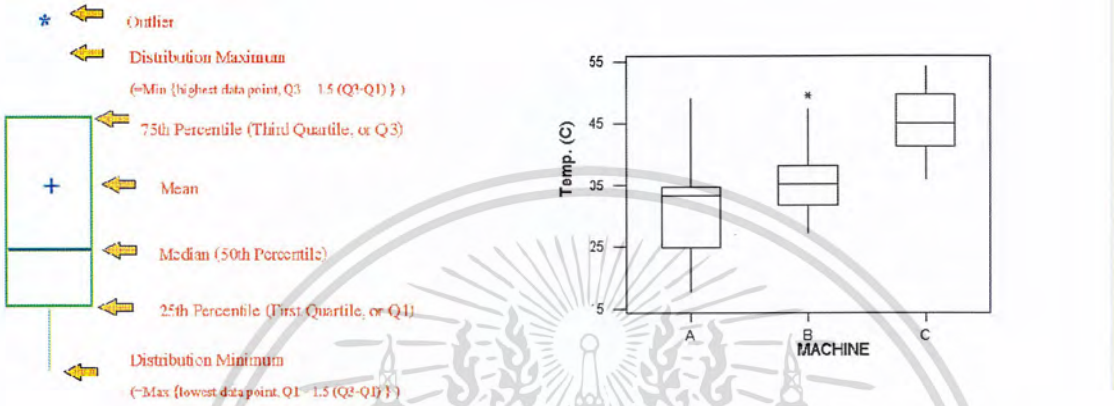
แผนภูมิควบคุมจะประกอบไปด้วยเส้นกึ่งกลางซึ่งแสดงถึงค่ากลางของกระบวนการ เส้นพิกัดควบคุมบน และเส้นพิกัดควบคุมล่างซึ่งเป็นเส้นเปรียบเทียบเพื่อดูว่ากระบวนการในขณะนั้นมีความผิดปกติหรือไม่ ดังแสดงในรูปที่ 2.8 (www.youth.ftpi.or.th) โดยเส้นพิกัดควบคุมจะแสดงถึงขอบเขตของความแปรปรวนของค่าที่วัด เมื่อกระบวนการอยู่ในสภาวะปกติจะทำการสุ่มตัวอย่างในเวลาต่างๆ แล้วมาเขียนจุดของค่าที่วัดหรือคำนวณได้ลงในแผนภูมิควบคุม สำหรับกระบวนการที่อยู่ในการควบคุม จุดเหล่านี้ควรอยู่ภายในเส้นพิกัดควบคุมบนและล่าง และมีการกระจายอย่างสุ่ม ถ้ามีจุดออกเส้นควบคุมไปแสดงว่ากระบวนการเริ่มผิดปกติไปต้องทำการหาสาเหตุและแก้ไข

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 กราฟแบบสี่เหลี่ยม

กราฟแบบสี่เหลี่ยม (Box and Whisker Plot) เป็นกราฟที่ใช้แสดงสาระที่สำคัญของข้อมูลคือ ค่ากลาง ค่าการกระจาย สัดส่วนข้อมูลที่มากหรือน้อยกว่าค่ากลาง (Symmetry) รวมทั้งข้อมูลที่อยู่ห่างจากกลุ่มมากๆ (Outlier) ดังรูปที่ 2.9 (www.edubuzz.org)



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างกราฟแบบสี่เหลี่ยม

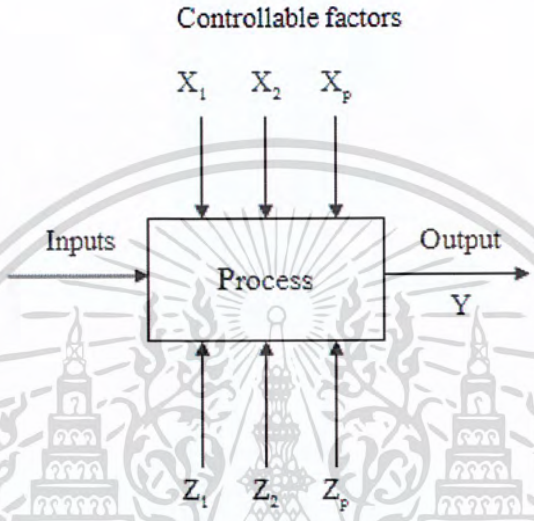
กราฟแบบสี่เหลี่ยมจะแสดงข้อมูลทั้งหมด 3 Quartiles โดยมีการจัดเรียงอันดับของข้อมูลแล้ว ข้อมูลที่ตกอยู่ภายใต้ Q_1 (Quartile 1) คือข้อมูล 25 % แรกจากค่าต่ำขึ้นมา ซึ่งจะแสดงในรูปเส้นตรงหนึ่งเส้น (Whisker) ข้อมูลที่ตกอยู่ภายใต้ Q_2 คือข้อมูลตัวที่มากกว่า 25 % จนถึงตัวที่ 75 % โดยจะแสดงออกมาในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายใน Q_3 นี้จะมีค่าที่ 50 % ของข้อมูลอยู่เขียนแทนด้วยเส้นตรงอยู่ภายในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ค่านี้คือค่ากลางของข้อมูลทั้งหมด (Median) และตรงค่าเฉลี่ย (Mean) จะแทนด้วยเครื่องหมายบวก โดยที่ค่าอาจจะเท่าหรือต่างกับค่ากลางก็ได้ ส่วนค่าที่ตกอยู่ภายใต้ Q_3 คือตัวที่มากกว่า 75 % ขึ้นไปจะเขียนแทนด้วยเส้นตรงเช่นเดียวกับ Q_1 ซึ่งวิธีหาจุดเริ่มต้นของ Q_1 และจุดสุดท้ายของ Q_3 จะหามาจากสมการตามที่ปรากฏอยู่ในรูป ดังนั้นค่าที่ต่ำกว่าค่าเริ่มต้นของ Q_1 และค่าสุดท้ายของ Q_3 จะเรียกว่า Outlier เขียนสัญลักษณ์แทนด้วย "*" และเมื่อสังเกตดูจะพบว่าเส้นค่ากลางจะแบ่งจำนวนข้อมูลใน Q_2 ออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน ดังนั้นถ้าค่ากลางนี้ไม่ได้อยู่ตรงกลางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า นั่นหมายถึงรูปกราฟจะเบ้ไปหรือความหนาแน่นของข้อมูลจะไม่เท่ากัน

นอกจากนั้นยังสามารถใช้กราฟแบบสี่เหลี่ยมเพื่อเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลสองกลุ่มหรือมากกว่าก็ได้ ดังตัวอย่างรูปที่ 2.9 ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลเรื่องอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่ออกจากเครื่องจักรสามเครื่องกำลังจะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยจะพบว่า MACHINE A ให้ค่าต่ำที่สุด ในขณะที่ C สูงที่สุด แต่ A ก็มีการกระจายมากที่สุดเช่นกัน นี่เป็นตัวอย่างการนำไปใช้งานและการวิเคราะห์สาระที่ได้จากการใช้กราฟแบบสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพโดยการเปลี่ยนแปลงหรือปรับค่าของ Input (Factors) อย่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงของ Output (Response) ที่เกิดขึ้น โดยจะมีตัวแปรกระบวนการบางชนิด $x_1, x_2 \ldots x_p$ เป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ ในขณะที่ตัวแปรบางตัว $z_1, z_2 \ldots z_q$ เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้และรบกวนระบบ (ปารเมศ ชุติมา, 2545) ดังในรูปที่ 2.10 (Montgomery, 2001)



รูปที่ 2.10 องค์ประกอบของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

2.5.1 การออกแบบการทดลองเชิงสถิติ

การออกแบบการทดลองเชิงสถิติ หมายถึง กระบวนการในการวางแผนการทดลองเพื่อที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่เหมาะสมที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติ ซึ่งจะทำให้สามารถหาข้อสรุปที่เหมาะสมได้ ถ้าต้องการหาข้อสรุปที่มีความหมายจากข้อมูลที่มีอยู่ และเกี่ยวข้องกับความผิดพลาดในการทดลอง วิธีการทางสถิติเป็นเพียงวิธีเดียวที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองนั้นได้ (ปารเมศ ชุติมา, 2545)

2.5.2 หลักการพื้นฐานสำหรับการออกแบบการทดลอง

หลักการพื้นฐาน 3 ประการสำหรับการออกแบบการทดลอง ได้แก่

1. การทดลองซ้ำ (Replication) หมายถึง การดำเนินการทดลองซ้ำอีกครั้ง เพื่อจุดประสงค์ 2 อย่างที่สำคัญคือ เพื่อให้สามารถมองเห็นและประเมินค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลองได้ การดำเนินการวิเคราะห์จะนำเอาค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไปประเมินว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อกระบวนการบ้าง และเพื่อกำจัดทิ้งความคลาดเคลื่อน (Average Out) อิทธิพลที่ไม่สามารถควบคุมได้ ที่มีต่อปัจจัย เปรียบดังเช่นการหาค่าเฉลี่ยนั่นเอง เป็นวิธีการในการประเมินค่าอิทธิพลของปัจจัยอีกอย่างหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การสุ่ม (Randomization) การดำเนินการใดๆกับปัจจัยจะต้องอิสระ เพื่อให้ข้อมูลแต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน นอกจากนั้นจะต้องคำนึงถึง หลักการกระจายอย่างทั่วถึงสมดุล (Balance out) สำหรับปัจจัยอื่นที่ไม่สามารถควบคุมได้

3. การบล็อก (Blocking) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มความแม่นยำ (Precision) ของการทดลอง หรือคือเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลอง

2.5.3 วัตถุประสงค์ของการออกแบบการทดลอง

1. หาตัวแปรที่มีผลมากที่สุดต่อ Output (y)

2. หาวิธีการตั้งค่าของ Input (x) ที่มีผลต่อ Output (y) เพื่อทำให้ Output (y) อยู่ที่ค่าที่ต้องการ

3. หาวิธีการตั้งค่าของ Input (x) ที่มีผลต่อ Output (y) เพื่อทำให้ผลของตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ (Uncontrollable Factors) มีค่าน้อยที่สุด

2.5.4 แนวทางในการออกแบบการทดลอง

การใช้วิธีการทางสถิติในการออกแบบและวิเคราะห์ผลการทดลองมีความจำเป็นที่ต้องทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ว่า กำลังศึกษาอะไร จะเก็บข้อมูลได้อย่างไร และจะวิเคราะห์ข้อมูลอย่างไร ซึ่งขั้นตอนในการดำเนินงานอาจทำได้ดังต่อไปนี้ (ปารเมศ ชุติมา, 2545)

1. กำหนดหัวข้อปัญหา (Problem Statement) จะต้องชัดเจน เข้าใจได้ง่ายและเป็นรูปธรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 อย่าง อะไรที่กำลังเป็นเป็นปัญหา (What) ลักษณะของปัญหาเป็นเช่นไรขนาดไหน (How) และพบปัญหานั้นที่ไหนช่วงเวลาใด (Where)

2. การเลือกปัจจัย (Factor) และการกำหนดระดับของปัจจัย (Treatment) จำเป็นที่จะต้องเลือกปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอย่างแท้จริง ซึ่งสามารถเลือกจากกรรมวิธีคัดกรองโดยเครื่องมือทางสถิติ จำพวก Univariate เช่น T-Test เป็นต้น ผู้ที่มีความรู้หรือเชี่ยวชาญในกระบวนการนั้นๆ ก็เป็นผู้ที่สามารถให้คำแนะนำที่ดีในการเลือกปัจจัย และการกำหนดระดับของปัจจัยด้วย

3. การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response) จะต้องเน้นตัวแปรที่สามารถวัดได้ ทั้งที่วัดด้วยเครื่องมือวัดและวัดด้วยกระบวนการวัดอื่นๆ เช่น การนับ และจะต้องเป็นตัวแปรที่สื่อถึงกระบวนการที่ต้องการศึกษานั้นได้ดีด้วย

4. เลือกการออกแบบการทดลอง (Experiment design) เช่น การกำหนดจำนวนสิ่งตัวอย่าง วิธีการเลือกสิ่งตัวอย่าง วางแผนการทำการทดลอง วิธีการบันทึกผลการทดลอง และการกำหนดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เป็นต้น

5. ดำเนินการทดลอง (Perform the Experiment) ให้เป็นไปตามแผนการ ทั้งวิธีการดำเนินการ ความถูกต้องในการวัด การควบคุมตัวแปรในการทดลอง และเก็บผลการทดลอง

6. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) ไม่ใช่แค่การ Run Program เพื่อให้ได้ผลออกมาเท่านั้น แต่รวมถึงการตรวจสอบลักษณะและคุณภาพของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การพิสูจน์ความถูกต้องของตัวแบบที่ได้ (Model Adequacy Checking) หาค่าระดับนัยสำคัญของอิทธิพลของแต่ละปัจจัย โดยปกติ จะใช้ ANOVA ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นผู้วิเคราะห์ควรจะเข้าใจเงื่อนไข ของ ANOVA ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สรุปและข้อเสนอแนะ ผู้ทดลองจะต้องหาข้อสรุปในทางปฏิบัติและแนะนำแนวทางของกิจกรรมที่เกิดขึ้น ในขั้นตอนนี้จะนำเอาวิธีการทางกราฟเข้ามาช่วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำเสนอผลงาน นอกจากนี้ยังต้องทำการยืนยันผลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุป

2.5.5 ลำดับขั้นการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง

การนิยามปัญหา เป็นการระบุว่าความต้องการในการผลิตคืออะไร และต้องการรู้อะไรบ้างในการผลิต ซึ่งการนิยามปัญหานี้จะเกี่ยวโยงไปถึงวัตถุประสงค์ของการทดลอง การเลือกปัจจัยที่มีผล และระดับปัจจัย เป็นการใช้หลักการทางทฤษฎีและประสบการณ์ที่เคยปฏิบัติมาในการผลิตเพื่อระบุว่ามีปัจจัยใดบ้างที่น่าจะมีผลต่อการทดลอง และในแต่ละปัจจัยนั้นควรจะมีช่วงในการทดลองเป็นอย่างไร เพื่อระบุระดับของปัจจัยในการทดลองสุดท้ายคือ ระบุว่าระดับที่ใช้เป็นแบบใดในรูปแบบต่อไปนี้

แบบกำหนด (Fixed Levels) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่สามารถควบคุม หรือกำหนดค่าได้แน่นอน

แบบสุ่ม (Random Levels) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุม หรือกำหนดค่าของปัจจัยได้อย่างแน่นอน

แบบผสม (Mixed Levels) หมายถึง การผสมผสานระดับของปัจจัยที่เป็นทั้งแบบกำหนดได้และแบบสุ่ม

การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response Variables) ผู้ทำการทดลองจะต้องเลือกตัวแปรที่สามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาและการวัดค่านั้นจะต้องแม่นยำรวมทั้งความถูกต้องของเครื่องมือวัดด้วย การเลือกแบบทดสอบจะต้องพิจารณาถึงจำนวนข้อมูลที่ทำซ้ำในการทดลอง ความเหมาะสมข้อจำกัดในการสุ่ม (Randomization) และการบล็อก (Blocking) ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ต้องนำมาเกี่ยวโยงกันในด้านความเสี่ยงและต้นทุนที่ใช้ในการทดลองสำหรับการเลือกปัจจัย

การทำการทดลอง ในขณะทำการทดลองจะต้องปฏิบัติตามหลักการที่ได้ออกแบบไว้นั่นคือ ต้องมีการสุ่ม การทำซ้ำ ข้อควรระวังในขณะที่ทำการทดลองคือ ความถูกต้องของเครื่องมือวัดและความสม่ำเสมอในการทดลอง เพื่อให้เกิดความผิดพลาด (Error) ที่ออกมาน้อยที่สุด

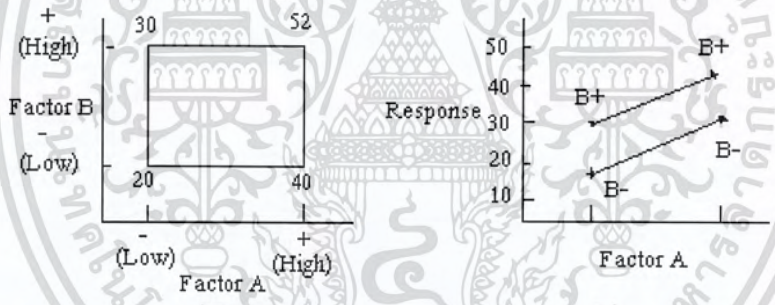
การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้ความรู้ทางสถิติมาวิเคราะห์และสรุปผลรวมทั้งตัดสินความถูกต้องของข้อมูลที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตีความข้อมูล วิธีทางสถิติไม่สามารถบอกได้ว่าปัจจัยใดมีผล (Effect) เท่าใดได้แน่นอน แต่เป็นเพียงเครื่องมือที่ให้แนวทางในการวิเคราะห์ภายใต้ความเชื่อมั่นเป็นเปอร์เซ็นต์ ในการสรุปผลและข้อเสนอแนะ เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จะต้องสรุปผลของการวิเคราะห์ซึ่งอาจแสดงในรูปต่างๆ เช่น กราฟ ตาราง แผนภูมิ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

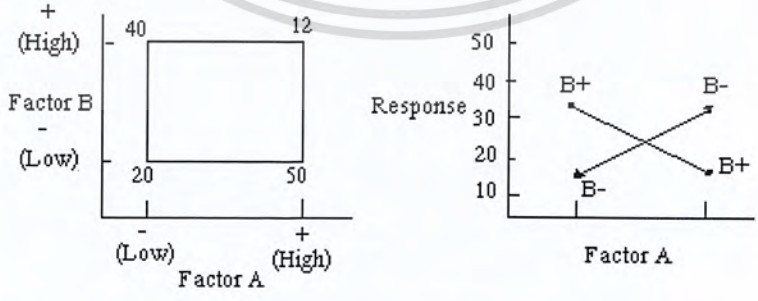
2.5.6 การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล

การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Design) เป็นการศึกษาที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตอบสนองในทุกๆระดับของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ (Treatment Combination) ที่มีจำนวน 2 ปัจจัยขึ้นไปโดยทุกๆระดับของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญทุกตัวจะได้รับการศึกษาไปพร้อมๆกัน

ผลกระทบจากปัจจัยนำเข้า จะนิยามด้วยการตรวจสอบค่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตอบสนองที่ศึกษาที่เกิดขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยนำเข้านี้เรียกว่า "อิทธิพลหลัก" (Main Effect) ส่วน "อิทธิพลร่วม" (Interaction) จะหมายถึงค่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตอบสนองในระดับของปัจจัยนำเข้าตัวหนึ่งจะมีค่าไม่เท่ากันในระดับต่างๆของปัจจัยนำเข้าตัวอื่นๆ ซึ่งแสดงได้โดยพิจารณาจากแผนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าและตัวแปรตอบสนอง ผลที่เกิดจากปัจจัยหนึ่ง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตอบสนอง เนื่องจากการเปลี่ยนระดับของปัจจัยนั้นๆจะเรียกว่า อิทธิพลหลัก (Main Effect) ซึ่งสามารถแสดงดังรูปที่ 2.11 (Montgomery, 2001) และในบางกรณีจะพบว่าความแตกต่างของตัวแปรตอบสนองระหว่างระดับของปัจจัยหนึ่งมีค่าไม่เท่ากันในทุกระดับของปัจจัยอื่น ซึ่งแสดงว่าเกิดความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดังกล่าว เรียกว่า อันตรกิริยา (Interaction) ดังแสดงในรูปที่ 2.12 (Montgomery, 2001) โดยค่าจุดต่างๆคือตัวแปรตอบสนอง เมื่อมีปัจจัย 2 ตัว คือ A และ B โดยแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ คือ ระดับต่ำและสูง ซึ่งจะแทนระดับทั้งสองด้วยเครื่องหมาย "-" และ "+" ตามลำดับ



รูปที่ 2.11 แผนภาพแสดงตัวแปรตอบสนองที่มีผลมาจากอิทธิพลหลัก (Main Effect)



รูปที่ 2.12 แผนภาพแสดงตัวแปรตอบสนองที่มีผลมาจากอันตรกิริยา (Interaction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6.1 ประโยชน์ของการทดลองแบบแฟกทอเรียล

1. ในกรณีที่ต้องการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยนำเข้าจำนวนหลายตัวจะใช้จำนวนสิ่งตัวอย่างในการทดลองจำนวนที่น้อยกว่าการทดลองทีละ 1 ปัจจัย

2. ใช้เวลาในการทดลองที่น้อยกว่า เนื่องจากเป็นการศึกษาปัจจัยหลายๆตัวพร้อมๆกัน

3. ผลสรุปจากการทดลองแบบแฟกทอเรียลสามารถที่จะสรุปผลได้ครอบคลุมมากกว่าเนื่องจากสามารถพิจารณาในส่วนของอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยในการทดลองด้วย

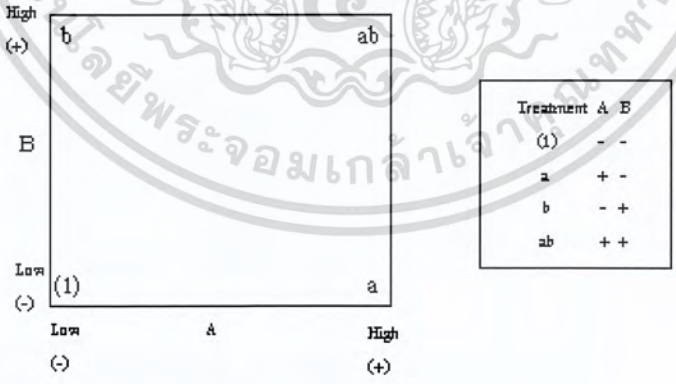
2.5.6.2 รูปแบบต่างๆของการทดลองแบบแฟกทอเรียล

รูปแบบต่างๆของการทดลองแบบแฟกทอเรียล มีดังนี้

1. รูปแบบทั่วไปของการทดลองแบบแฟกทอเรียล (General Full Factorial Designs) จะกำหนดค่าของปัจจัยนำเข้าในระดับต่างๆที่เหมาะสมที่ใช้ในการทดลอง และทำการทดลองในทุกๆระดับของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ

2. การออกแบบเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียล (Fractional Factorial Design) เป็นสับเซตของการทดลอง General Full Factorial Designs คือจะลดจำนวนของการทดลองโดยพิจารณาเลือกจำนวนการทดลองจาก Treatment Combination ในผลกระทบที่ระดับสูงของตัวแปรซึ่งเรียกว่า "Generator"

3. การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k Factorial Designs) เป็นการทดลองแบบแฟกทอเรียลแบบหนึ่งไม่ว่าจะเป็นแบบ Full Factorial หรือเป็นแบบ Fractional Factorial Design โดยในแต่ละปัจจัยนำเข้าจะกำหนดค่าเพียง 2 ระดับในการทดลองและทำการทดลองในทุกๆ ระดับของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมของตัวแปรตอบสนองในการวิจัย ตัวอย่างภาพแสดงระดับของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญของการทดลองแบบ 2^k Factorial Design แสดงในรูปที่ 2.13 (Montgomery, 2001)



รูปที่ 2.13 แผนภาพแสดง Treatment Combination ใน 2^k Factorial Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กับการทดลองที่มีปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัย ซึ่งเป็นการทดลองที่มีหลายปัจจัย (Multiple Factor Experiment) และเนื่องจากปัจจัยมากกว่า 1 ปัจจัย ดังนั้นนอกจากจะเกิดอิทธิพลของปัจจัยหลัก (Main Effect) ที่สนใจแล้ว ยังอาจเกิดอิทธิพลของปัจจัยร่วมได้ด้วย

อิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction Effect) คือผลที่เกิดขึ้นจากปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปแล้วมีผลทำให้อิทธิพล (Effect) ของอีกปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงด้วย ดังตัวอย่างการเกิดอิทธิพลของปัจจัยร่วมหรือปฏิสัมพันธ์ซึ่งเมื่อไม่มีอิทธิพลของปัจจัยร่วมแสดงดัง (1) และเมื่อมีอิทธิพลของปัจจัยร่วมแสดงดัง (2) โดย AและB คือปัจจัย 2 ปัจจัย เหตุที่ใช้เนื่องจากการออกแบบ 2^k แฟกทอเรียลนั้นเหมาะสมกับรูปแบบ (Model) ที่มีความเป็นเส้นตรง (Linearity) จึงจะมีความถูกต้องในการตีความข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นหากว่าอิทธิพลของปัจจัยต่อตัวแปรตอบสนองมีความเป็นเส้นตรง (Linearity) ไม่ดีแล้วจะหันมาใช้แบบ 3^k แฟกทอเรียลแทนจะเหมาะสมกว่า

แผนการทดลองแบบแฟรกชันนอลแฟกทอเรียล (Fractional Factorial Design) เป็นการประยุกต์จากการออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียล (Factorial Design) โดยการออกแบบการทดลองแบบแฟรกชันนอลแฟกทอเรียลจะใช้กับการทดลองหลายปัจจัยที่มีปัจจัยเป็นจำนวนมากจึงต้องทำการตัดปัจจัยบางตัวออกโดยอาศัยหลักการคอนฟาวด์ (Confound)

การคอนฟาวด์ (Confound) เป็นเทคนิคที่ใช้ช่วยในการออกแบบทำให้ขนาดของบล็อกเล็กลงจากเดิม ซึ่งในการออกแบบนี้จะเกิดผลทำให้สารสนเทศเกี่ยวกับอิทธิพลของทรีตเมนต์ (Treatment Effect) รวมปะปนอยู่กับอิทธิพลของบล็อก (Block Effect) เสมอ การเลือกอิทธิพลของทรีตเมนต์ที่จะทำการคอนฟาวด์ (Confound Effect) จะเลือกจากความรู้ในกระบวนการผลิตเป็นตัวกำหนด โดยเลือกทรีตเมนต์ที่คาดว่าจะมีผลน้อยต่อตัวผลิตภัณฑ์

การประมาณการทดสอบเอฟ (Approximate F-test) ในการทดลองแบบแฟกทอเรียลที่มีปัจจัย 3 ปัจจัยหรือมากกว่าซึ่งจะเป็นรูปแบบกำหนดรูปแบบอื่นๆและการออกแบบที่ซับซ้อน บ่อยครั้งพบว่าไม่สามารถทดสอบทางสถิติได้อย่างถูกต้องในบางอิทธิพลของทรีตเมนต์ ซึ่งการแก้ไขหนทางหนึ่งที่เป็นไปได้คือ การตั้งสมมติฐานว่าในบางปฏิสัมพันธ์บางอิทธิพลสามารถที่จะละเลยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการดำเนินงานวิจัยมีการวิเคราะห์ทางสถิติที่เกี่ยวข้องได้แก่ การทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.1 การทดสอบสมมติฐาน

โดยทั่วไปเมื่อเกิดข้อปัญหา หรือข้อสงสัยใดๆแล้ว ก่อนอื่นก็จะต้องเริ่มต้นด้วยการตั้งข้อสงสัยกับปัญหาดังกล่าวเสียก่อน แล้วค่อยนำข้อสงสัยดังกล่าว มาพิสูจน์ว่า ที่สงสัยดังกล่าวเป็นจริงหรือไม่ ซึ่งในทางวิชาสถิติ เรียกข้อสงสัยดังกล่าวว่า สมมติฐาน และการพิสูจน์ข้อสงสัยก็เรียกว่า การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งในทางปฏิบัติผู้ใช้สถิติจะนำเอาปัญหาดังกล่าวมาตั้งเป็นสมมุติฐาน แล้วทำการทดลอง เก็บข้อมูล วิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ และตัดสินใจที่จะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน โดยอ้างอิงตามผลการวิเคราะห์ดังกล่าว ซึ่งเรียกกระบวนการทั้งหมดนี้ว่า การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) ซึ่งจัดว่าเป็นการประยุกต์ใช้หลักวิชาสถิติที่สำคัญ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2544)

2.6.1.1 สมมติฐานทางสถิติ

ตัวอย่างดังเช่นวิศวกรกำลังศึกษาเรื่องอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องหนึ่ง โดยข้อกำหนดบ่งบอกไว้ว่า อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นนี้จะต้องเท่ากับ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที แต่ปรากฏว่าเกิดปัญหาเรื่องความร้อนขึ้นเสมอๆ โดยวิศวกรสงสัยว่าอัตราไหลของน้ำหล่อเย็นอาจจะไม่ตรงตามข้อกำหนดก็ได้ จึงต้องการพิสูจน์ทราบปัญหาดังกล่าว โดยต้องการตัดสินใจว่า อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น เท่ากับ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที หรือไม่เท่ากับ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

จากตัวอย่างจะสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

1. สมมติฐานฐานหลัก (Null Hypothesis) เขียนสัญลักษณ์ด้วย (H_0) เป็นความเชื่อเบื้องต้นว่าสิ่งที่สนใจหาคำตอบ ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลง หรือหากไม่มีเหตุผลหรือหลักฐานเพียงพอ จะต้องยอมรับสมมติฐานหลักไว้ก่อน ถ้าเทียบกับกระบวนการทางศาลยุติธรรม จะถือว่าผู้ต้องหาไม่มีความผิดจนกว่าจะมีหลักฐานชัดเจนมาพิสูจน์เท่านั้น เช่นเดียวกัน ในกรณีนี้อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นตกเป็นผู้ต้องสงสัยว่าจะไม่เท่ากับข้อกำหนด หรือไม่เท่ากับ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที แต่จะต้องเชื่อไว้ก่อนว่ายังเท่ากับ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาทีอยู่ จนกว่าจะมีข้อมูลหรือหลักฐานมาพิสูจน์ จากตัวอย่างข้างบน สมมติฐานหลักก็คือ

H_0: อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นเท่ากับ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

H_0: $\mu = 50\ m^3/min.$

2. สมมติฐานรอง หรือสมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) เขียนสัญลักษณ์ด้วย (H_a หรือ H_1) เป็นทางเลือกที่จะเป็นไปได้หากสมมติฐานหลักถูกปฏิเสธ ดังนั้นทางเลือกจึงอาจจะมีมากกว่าหนึ่งทาง แล้วแต่จะตัดสินใจแต่จะขึ้นอยู่กับสมมติฐานหลักด้วย อย่างกรณีตัวอย่างนี้ เมื่อสมมติฐานหลัก เขียนว่า อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นเท่ากับ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที สมมติฐานทางเลือกที่เป็นไปได้มี 3 ทางเลือกคือ ไม่เท่ากับ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที มากกว่า 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที และน้อยกว่า 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

ถ้าต้องการพิสูจน์ว่า เท่าหรือไม่เท่า ก็จะสามารถเขียนสมมติฐานทางเลือกได้ดังนี้

H_a: อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นไม่เท่ากับ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

H_a: $\mu \neq 50\ m^3/min.$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในกรณีนี้ เท่ากับว่า Alternative Hypothesis จะเป็นจริงถ้าค่าน้อยกว่า หรือมากกว่า 50 m^3/min. จึงเรียกกรณีนี้ว่า Two-sided Alternative Hypothesis

ถ้าต้องการพิสูจน์ว่า มากกว่าหรือน้อยกว่า 50 m^3/min. ก็จะเขียนสมมติฐานทางเลือกได้ดังนี้

H_a: อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นน้อยกว่า 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

H_a: $\mu < 50$ m^3/min.

หรือ

Ha: อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นน้อยกว่า 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

Ha: $\mu > 50$ m^3/min.

ในกรณีแรก Alternative Hypothesis จะเป็นจริงถ้าค่า น้อยกว่า 50 m^3/min. และในกรณีที่สอง Alternative hypothesis จะเป็นจริงถ้าค่ามากกว่า 50 m^3/min. จึงเรียกทั้งสองกรณีนี้ว่า One-sided Alternative Hypothesis

การตั้งสมมติฐานจะกล่าวถึงประชากรเท่านั้น ไม่ใช่ตัวอย่างที่เก็บมา ค่าคงที่ที่นำมาใช้ตั้งสมมติฐานหลักนั้นจะมีที่มาได้ 3 ทางดังนี้

1. ได้มาจากข้อมูลเก่า หรือค่าที่กระบวนการดังกล่าวเป็นอยู่ในอดีต หรืออาจจะได้มาจากการทดลองก่อนหน้านี้ก็ได้ ซึ่งกรณีนี้แปลว่ากำลังพิสูจน์ว่าค่าพารามิเตอร์หรือกระบวนการว่าได้เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่

2. ได้มาจากทฤษฎี ผลการวิจัย หรือผลจากแบบจำลองในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นการทดสอบสมมติฐานในกรณีนี้จะเป็นการพิสูจน์ทราบหรือยืนยันทฤษฎี หัวข้อการวิจัย หรือแบบจำลอง ว่าถูกต้องหรือไม่

3. ได้มาจากข้อกำหนดทางวิศวกรรม (Engineering Specification) ในกรณีนี้แปลว่าต้องการทดสอบว่ากระบวนการตรงตามข้อกำหนดหรือไม่

2.6.1.2 <u>การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ</u>

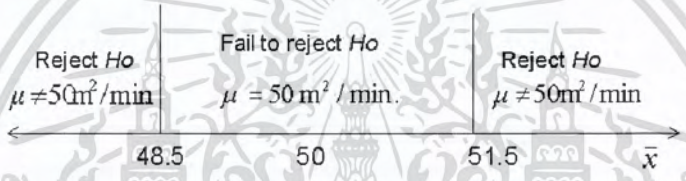
จากตัวอย่าง สมมติฐานหลักที่ต้องการทดสอบคือ อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ซึ่งเป็นค่าโดยเฉลี่ย และหากตั้งสมมติฐานรองว่า อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นไม่เท่ากับ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที จะเขียนสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ ได้ดังนี้

H_o: $\mu = 50$ m^3/min.

H_a: $\mu \neq 50$ m^3/min.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเริ่มบันทึกค่าอัตราการไหลของน้ำ โดยวัดค่ามาจำนวน 20 ค่า โดยเลือกบันทึกค่าในช่วงเวลาที่มีปัญหาเรื่องความร้อน ดังที่เป็นปัญหาตามที่กล่าวตั้งแต่แรก และการบันทึกค่าแต่ละครั้งก็ให้มีช่วงห่างกันอย่างต่ำหนึ่งชั่วโมง เมื่อเริ่มทำการทดสอบสมมติฐาน จะต้องนำข้อมูลตัวอย่าง ทั้ง 20 ค่านี้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ซึ่งก็คือค่า ประมาณการของค่ากลางของประชากร (μ) นั่นเอง โดยจะยอมรับสมมติฐานหลัก ถ้าค่า ($\bar{x}$) อยู่ใกล้เคียงกับค่า50 m^3/min ในทางตรงกันข้ามจะปฏิเสธสมมติฐานหลักถ้าค่าไม่ใกล้เคียง 50 m^3/min และยอมรับสมมติฐานทางเลือก โดยจะเรียกค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ($\bar{x}$) ว่า ตัวสถิติในการทดสอบ (Test Statistic) แต่ในทางปฏิบัติเมื่อเก็บค่าตัวอย่าง 20 ตัวอย่างใหม่เป็นรอบที่สองหรือรอบที่สาม เมื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละรอบก็จะได้ค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน ทั้งมากกว่าหรือน้อยกว่า 50 m^3/min ดังนั้นการที่จะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลักจึงจำเป็นต้องใช้ทฤษฎี Confidence Interval เข้ามาสนับสนุน ถ้าหากในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ ได้ค่าช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) อยู่ที่ $48.5 \leq \bar{x} \leq 51.5$ จะยอมรับสมมติฐานหลัก แต่ถ้ามากหรือน้อยกว่านี้จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.14 (www.statistic.or.tc)



รูปที่ 2.14 ค่าช่วงความเชื่อมั่น

ค่าตั้งแต่ 48.5 จนถึง 51.5 ถือว่าเป็นย่านที่ยอมรับสมมติฐานหลัก หรือ ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ ซึ่งเรียกว่า Acceptance Region ค่า 48.5 และ 51.5 ซึ่งเป็นจุดแบ่งระหว่างการยอมรับและปฏิเสธ Ho เรียกว่า ค่าวิกฤติ (Critical Values) ย่านที่ค่าน้อยกว่า 48.5 และมากกว่า 51.5 ถือว่าเป็นย่านที่ปฏิเสธ Ho หรือเรียกว่า Critical Region

แต่ในบางครั้งก็อาจจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก หรือ Reject H_0 ทั้งๆที่จริงแล้วค่าเฉลี่ย μ (ของประชากร) ยังเท่ากับ 50 m^3/min อยู่ แต่ด้วยเป็นเพราะค่าตัวอย่างที่สุ่มมามีโอกาสที่จะได้เกาะกลุ่มกันอยู่ค่าที่เมื่อหาค่าเฉลี่ยแล้ว ตกอยู่ในย่านปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าตัดสินใจผิด ซึ่งจะเรียกเหตุการณ์กรณีนี้ว่า ความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I Error)

ในทางตรงกันข้ามบางครั้งก็ยอมรับสมมติฐานหลักว่าค่า μ ยังเท่ากับ 50 m^3/min อยู่ ทั้งๆที่ ค่าเฉลี่ยของประชากร (μ) จริงๆเปลี่ยนไปแล้วและไปอยู่ในย่านปฏิเสธ H_0 แล้ว แต่ด้วยการสุ่มเก็บค่าตัวอย่างทำให้ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ($\bar{x}$) ตกอยู่ในย่านยอมรับ Ho แสดงว่าเกิดการตัดสินใจผิดพลาด ซึ่งจะเรียกเหตุการณ์กรณีนี้ว่า ความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II Error)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.3 ค่าระดับนัยสำคัญ

หมายถึงค่าโอกาสที่จะตัดสินใจผิดพลาด โดยธรรมชาติกรณีความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I Error) นั้น ระดับความรุนแรงจะมีมากกว่ากรณีความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II Error) เปรียบดังตัวอย่างเช่น กรณีที่ศาลตัดสินให้ผู้บริสุทธิ์เป็นผู้มีความผิดซึ่งจะถือว่าไม่น่าให้เกิดบ่อยๆ แต่ถ้าตัดสินว่าผู้กระทำความผิดไม่ต้องได้รับโทษ อันเนื่องมาจากหลักฐานยังไม่เพียงพอยังมีความรุนแรงน้อยกว่า ในวิชาสถิติมีความจำเป็นที่จะต้องลดระดับความเสี่ยงในการตัดสินใจผิดให้ต่ำที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งก็คือจะต้องให้มีเกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจให้น้อยที่สุด ซึ่งเรียกว่าระดับนัยสำคัญ

กรณี Type I Error ใช้สัญลักษณ์ α (Alpha) โดยทั่วไปจะยอมรับให้มีค่าในช่วง 0.01 ถึง 0.1 หรือให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดประเภทที่ 1 ได้ 1% ถึง 10% นั่นแปลว่าระดับความมั่นใจที่ตัดสินใจถูกต้องที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ 0.90 ถึง 0.99 หรือ 90% ถึง 99%

ในกรณี Type II Error ใช้สัญลักษณ์ β (Beta) โดยทั่วไปจะยอมรับให้มีค่าในช่วง 0.1 ถึง 0.3 หรือให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดประเภทที่ 2 ได้ 10% ถึง 30% นั่นแปลว่าระดับความมั่นใจที่ตัดสินใจถูกต้องที่ยอมรับได้จะอยู่ที่ 0.70 ถึง 0.90 หรือ 70% ถึง 90%

แต่ทั้งนี้การที่จะเลือกค่านัยสำคัญทั้งสองนี้ เท่าใด ก็จะขึ้นอยู่กับความรุนแรงถ้าหากมีการตัดสินใจผิดพลาด ไม่ได้มีสูตรตายตัวหรือข้อกำหนดตายตัวขึ้นอยู่กับสถานการณ์

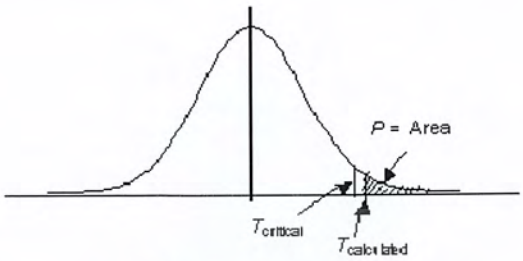
2.6.1.4 การใช้ P-Value ในการทดสอบสมมติฐาน

โดยทั่วไปเมื่อต้องการสรุปผลการทดสอบสมมติฐานนั้นจะสนใจว่า สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) ถูกยอมรับหรือปฏิเสธ ถ้าถูกยอมรับนั่นก็แปลว่า สมมติฐานเป็นจริง หรือแปลว่าสมมติฐานนั้นไม่เป็นจริง ถ้าถูกปฏิเสธ จึงมีการกำหนดค่าระดับนัยสำคัญเพื่อที่จะบอกยอมรับหรือปฏิเสธ Null Hypothesis เรียกว่า Probability Value (P-Value) ไม่ว่าจะทดสอบสมมติฐานประเภทใดก็ตาม (Pearson Correlation r, T-test, F-test) ผลการทดสอบสมมติฐานหรือโอกาสในการที่จะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานนั้นๆจะเป็นไปตามทฤษฎี Probability ภายใต้ Normal Distribution เท่านั้น โดยค่า P - Value นี้จะอ้างอิงอยู่กับ α โดยที่ P-Value คือค่าจริง (Actual) ของ Probability ซึ่งได้จากการคำนวณ ส่วน α คือเส้นกำหนด หรือจุดแบ่งระหว่างการยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก ซึ่งก็คือ Probability เหมือนกันจะยอมรับสมมติฐานหลัก ถ้า P-Value มากกว่า α และปฏิเสธสมมติฐานหลักถ้า P-Value เท่าหรือน้อยกว่า α

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

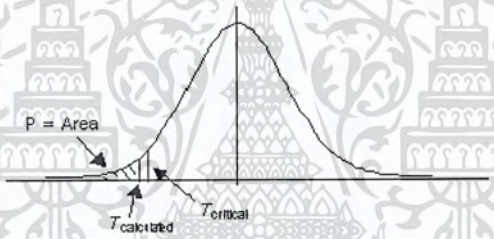
การคำนวณหาค่า P-Value มีทั้งหมด 3 กรณี ตามการกำหนดรูปแบบการทดสอบสมมติฐาน คือ

1. กรณีการทดสอบมากกว่า (Upper-Tailed Test) ค่า P-Value จะเท่ากับพื้นที่ด้านขวามือของค่า Z หรือ T ที่คำนวณได้ ($T_{calculated}$) ในกรณีนี้ α ก็จะเท่ากับพื้นที่ตั้งแต่ขวามือของค่า $T_{critical}$ ไปจนสุดขอบ ดังรูปที่ 2.15 (www.statistic.or.tc)



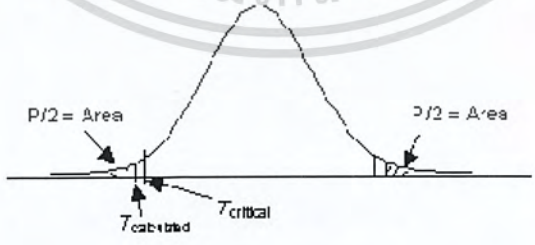
รูปที่ 2.15 Upper-Tailed Test

2. กรณีการทดสอบน้อยกว่า (Lower-Tailed Test) ค่า P-Value จะเท่ากับพื้นที่ด้านซ้ายมือของค่า -Z หรือ –T ที่คำนวณได้ ($T_{calculated}$) ในกรณีนี้ α ก็จะเท่ากับพื้นที่ตั้งแต่ซ้ายมือของค่า $T_{critical}$ ไปจนสุดขอบ ดังรูปที่ 2.16 (www.statistic.or.tc)



รูปที่ 2.16 Lower-Tailed Test

3. กรณีการทดสอบไม่เท่ากับ (Two-Tailed Test) ค่า P-Value จะเท่ากับผลรวมของพื้นที่ด้านซ้ายมือของค่า -Z หรือ -T และทางขวามือของ ค่า Z หรือ T ที่คำนวณได้ ในกรณีนี้ α ก็จะเท่ากับสองเท่าของพื้นที่ตั้งแต่ซ้ายมือของค่า $T_{critical}$ หรือ $-T_{critical}$ ไปจนสุดขอบดังรูปที่ 2.17 (www.statistic.or.tc)



รูปที่ 2.17 Two-Tailed Test

ดังนั้น α คือ พื้นที่ใต้กราฟ เมื่อใช้ค่า Z หรือ $T_{Critical}$ ซึ่งก็คือเกณฑ์ หรือ Limit นั่นเอง ส่วน P-Value คือพื้นที่ใต้กราฟ เมื่อใช้ค่า Z หรือ T- Calculated ซึ่งก็คือค่า Actual ที่ได้จากการวิเคราะห์จากข้อมูลจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance หรือ ANOVA) เป็นการพิสูจน์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean) โดยจะวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ค่าความแปรปรวน (Variance) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่ากลางระหว่างประชากรโดยการวิเคราะห์ผ่านค่าความแปรปรวน โดย ANOVA มีข้อกำหนดคือ ข้อมูลของทุกๆ ประชากร จะต้องมีการกระจายของข้อมูลแบบปกติ (Normal Distribution) เท่านั้น และค่าความผันแปร (Variation) ของข้อมูลแต่ละประชากรจะต้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANOVA ผู้วิเคราะห์จำเป็นต้องทำการทดสอบความเป็นการกระจายแบบปกติของข้อมูล (Normality Test) ว่าข้อมูลทุกประชากรมีการกระจายแบบปกติ และทดสอบความความแตกต่างของค่าความผันแปร (Homogeneities of Variance Test) เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีความแตกต่างกันทุกประชากร

ANOVA สามารถใช้วิเคราะห์ได้พร้อมกันมากกว่า 1 ปัจจัย นอกจากนั้น ANOVA ที่ยังสามารถวิเคราะห์ให้เห็นผลกระทบซึ่งกันและกันของปัจจัย (Factors Interaction) อีกด้วย ซึ่งในหัวข้อนี้จะชี้ให้เห็นความเหมือนและความแตกต่างของ ANOVA เมื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองจาก 1 ปัจจัย กับ หลาย ปัจจัย โดยยกตัวอย่าง 2 ปัจจัย เป็นตัวอย่าง โดยที่แท้จริงแล้ว ANOVA สามารถใช้วิเคราะห์มากกว่า 2 ปัจจัยก็ได้ แต่ด้วยเหตุความยุ่งยากในการวิเคราะห์จึงอาจจะหาได้ยากที่จะวิเคราะห์ ANOVA ที่มากกว่า 2 ปัจจัยในการทำงานทั่วๆ ไป ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากความยุ่งยากในการออกแบบการทดลอง การเก็บข้อมูลและการคำนวณหรือการวิเคราะห์ ถ้าหากมีมากกว่า 2 ปัจจัย แล้วก็หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ผู้วิเคราะห์จะต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ ดังนั้นส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับ ANOVA ที่มีไม่เกิน 2 ปัจจัย

2.6.2.1 <u>การคำนวณค่าต่างๆในการวิเคราะห์ความแปรปรวน</u>

ใน ANOVA นั้นจะกล่าวถึง ค่า Sum Square (SS) หรือ Variation นั่นเอง ถ้ามี 2 ปัจจัย ลักษณะการอธิบาย Variation คือ

$$SS_T = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n} y^2_{ijk} - \frac{y^2}{abn} \tag{2.2}$$

$$SS_A = \sum_{i=1}^{a} \frac{y_i^{\,2}}{bn} - \frac{y^2}{abn} \tag{2.3}$$

$$SS_B = \sum_{j=1}^{b} \frac{y_j^{\,2}}{an} - \frac{y^2}{abn} \tag{2.4}$$

$$SS_E = SS_T - SS_{AB} - SS_A - SS_B \tag{2.5}$$

$$SS_{AB} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} \frac{y_{ij}^{\,2}}{n} - \frac{y^2}{abn} - SS_A - SS_B \tag{2.6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ T = ผลรวม

A = ปัจจัย A

B = ปัจจัย B

AB = Interaction ระหว่างปัจจัย A และ B

E = Error

a = จำนวนระดับของปัจจัย A

b = จำนวนระดับของปัจจัย B

n = จำนวนของการเก็บข้อมูลซ้ำ

ซึ่งจะสามารถหาค่า Mean Square ได้จาก

$$MS_A = \frac{SS_A}{a-1} \tag{2.7}$$

$$MS_B = \frac{SS_B}{b-1} \tag{2.8}$$

$$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(a-1)(b-1)} \tag{2.9}$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{ab(n-1)} \tag{2.10}$$

ทั้งนี้สามารถเขียนสรุปในรูปของตาราง ANOVA ซึ่งแสดงค่าต่างๆที่ได้จากการคำนวณดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงค่าต่างๆในการวิเคราะห์ ANOVA

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F-Statistic
ปัจจัย A	a-1	SS_A	MSA	FA = MSA/MSE
ปัจจัย B	b-1	SS_B	MSB	FB = MSB/MSE
Interaction	(a-1)(b-1)	SS_{AB}	MSAB	FAB = MSAB/MSE
Error	ab(n-1)	SS_E	MSE	-
Total	abn-1	SS_T	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.2 ตัวอย่างในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ผู้ทำการทดลองต้องการทราบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถยนต์ ซึ่งมี 2 ปัจจัยที่คำนึงถึง ได้แก่ ความเร็วที่ใช้และน้ำหนักของที่บรรทุกจึงได้กำหนดการทดลองขึ้นมาโดยได้กำหนดปัจจัย ระดับของปัจจัย และตัวแปรตอบสนอง ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงปัจจัยและระดับของปัจจัยในตัวอย่างการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย	ตัวแปรตอบสนอง
ความเร็ว	70,90,110 กิโลเมตร/ชั่วโมง	ระยะทางรวมที่รถยนต์วิ่งได้
น้ำหนัก	60,200 กิโลกรัม	

เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วได้ผลการทดลองซึ่งเป็นระยะทางรวมที่รถยนต์วิ่งได้ ที่ระดับของปัจจัยนำเข้าต่างๆดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงข้อมูลผลการทดลองของตัวอย่างในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ความเร็ว	ครั้งที่	น้ำหนัก 60 กิโลกรัม	น้ำหนัก 200 กิโลกรัม
70 กิโลเมตร/ชั่วโมง	1	606 กิโลเมตร	582 กิโลเมตร
	2	615 กิโลเมตร	576 กิโลเมตร
	3	609 กิโลเมตร	588 กิโลเมตร
90 กิโลเมตร/ชั่วโมง	1	640 กิโลเมตร	598 กิโลเมตร
	2	633 กิโลเมตร	612 กิโลเมตร
	3	649 กิโลเมตร	605 กิโลเมตร
100 กิโลเมตร/ชั่วโมง	1	514 กิโลเมตร	487 กิโลเมตร
	2	523 กิโลเมตร	501 กิโลเมตร
	3	519 กิโลเมตร	495 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.3 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) จะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การตั้งสมมติฐาน

หลักในการตั้งสมมติฐานของ ANOVA ในกรณีวิเคราะห์ 2 ปัจจัย จะต้องตั้งสมมติฐานแยกกันระหว่างปัจจัยความเร็ว, น้ำหนัก รวมทั้ง Interaction ด้วย แต่สมมติฐานจะเหมือนกันทุกอย่าง ในความเป็นจริงแล้วจะเขียนสมมติฐานเพียงแค่อย่างเดียว เพียงแต่เมื่อได้ผลการวิเคราะห์โดยตาราง ANOVA แล้ว จะสรุปทีละปัจจัย รวมทั้ง Interaction ของปัจจัยเหล่านั้นด้วย โดยดูที่ค่า F-Statistic หรือ P-Value ของแต่ละตัวแปร

H_o: ค่าเฉลี่ยกิโลเมตรที่ได้ ไม่แตกต่างกัน

H_a: ค่าเฉลี่ยกิโลเมตรที่ได้ แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่

โดยสามารถเขียนเป็นภาษาทางสถิติ ได้ดังนี้

H_o: $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5$

H_a: At least two μ's are different

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (Significant level, α)

การกำหนดระดับนัยสำคัญ (Significant level) ในตัวอย่างการทดลองนี้จะใช้ $\alpha = 0.05$

3. คำนวณค่าต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์

คำนวณค่าต่างๆ โดยใช้สมการที่ 2.2 ถึง สมการที่ 2.10 โดยสามารถสรุปค่าต่างๆที่คำนวณได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ค่าต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณของตัวอย่างในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variation	Sum of Square	Degree of Freedom	Mean Square	F-Statistic	F_{crit}
ความเร็ว	44527.22	2	22263.722	556.593	3.89
น้ำหนัก	3872	1	3872	96.8	4.75
Interaction	100.333	2	50.166	1.254	3.89
Error	480	12	40		
Total	48979.78	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ผล

สิ่งที่ต้องพิจารณาอันดับแรก คือ ค่า Sum of Square (Error) เทียบกับ Sum of Square (Total) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 2.6 จะเห็นได้ว่าค่า Sum of Square (Error) จะมีค่าเพียงน้อยนิด เมื่อเทียบกับ Sum of Square (Total) แสดงว่าในการทดลองครั้งนี้มีการควบคุมผลกระทบจากตัวแปรภายนอกอื่นๆทำได้ดีมาก ค่าความแปรปรวนที่เห็นส่วนมากจึงเกิดจากการเปลี่ยนค่าของปัจจัยในการทดลองเอง ในทางตรงกันข้าม ถ้า Sum of Square (Error) มีค่าประมาณ 1/5 ขึ้นไปเมื่อเทียบกับ Sum of Square (Total) ก็จะแปลว่าการทดลองครั้งนี้มีความผิดพลาดอันเนื่องมาจากผลกระทบจากตัวแปรภายนอกอื่นๆ ที่ควบคุมได้ไม่ดี ซึ่งผลลัพธ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นย่อมมีความคลาดเคลื่อนสูงจนอาจจะยอมรับไม่ได้ ผู้ทำการทดลองอาจจะต้องทำการทดลองใหม่ และต้องควบคุมผลกระทบอื่นๆให้ดีกว่าเก่า การเปรียบเทียบดังกล่าวถือเป็นการคัดกรองข้อมูล ซึ่งจะต้องผ่านก่อนจึงจะสรุปผลการทดสอบสมมุติฐานได้ หากเงื่อนไขดังที่กล่าวมาแล้วถูกละเลย และด่วนสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ก็จะนำไปสู่การได้ข้อสรุปที่มีข้อผิดพลาดในภายหลัง

เมื่อพิจารณาค่า Sum of Square ของปัจจัยความเร็วจะเห็นว่ามีค่ามากกว่า ค่า Sum of Square ของปัจจัยน้ำหนักมากหมายความว่า เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าของความเร็วโดยสนใจ น้ำหนักเท่าเดิมขณะทดลอง จะเกิดผลกระทบต่อระยะทางโดยรวมที่รถยนต์วิ่งได้มากกว่าการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักเมื่อความเร็วเท่าเดิม

5. สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน

จากการตั้งสมมติฐานที่ผ่านมา

H_0: ค่าเฉลี่ยกิโลเมตรที่ได้ ไม่แตกต่างกัน

H_a: ค่าเฉลี่ยกิโลเมตรที่ได้ แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่

จากตารางที่ 2.6 สามารถสรุปได้ว่า ทั้ง ปัจจัยความเร็วและน้ำหนักต่างก็มีผลทำให้ค่าระยะทางรวมที่วิ่งได้ เมื่อใช้น้ำมันเต็มถังแตกต่างกัน เพราะ ค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า $F_{Critical}$ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) หมายความว่า การใช้ความเร็วเฉลี่ยมากหรือน้อย ก็ทำให้รถยนต์กินน้ำมันมากหรือน้อยตามไปด้วย เช่นเดียวกันถ้ามีการบรรทุกน้ำหนักไปด้วยก็จะมีส่วนทำให้รถกินน้ำมันมากขึ้นไปอีกได้เหมือนกัน

ในขณะที่ Interaction ระหว่างปัจจัยความเร็วและน้ำหนักกลับไม่มีผลต่อระยะทางรวมที่ได้หรือไม่มีผลทำให้การกินน้ำมันของรถเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า $F_{Critical}$ ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะทั้งปัจจัยความเร็วและน้ำหนักต่างก็มีผลต่อ ระยะทางรวมไปในทิศทางเดียวกันจึงไม่เกิดจุดตัดกันหรือ Interaction นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 การวิเคราะห์การถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว โดยการวิเคราะห์จะนำตัวแปรทั้งสองมาพิจารณาพร้อมๆกัน เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยที่ต้องทราบค่าของตัวแปรตัวหนึ่ง หรือต้องกำหนดค่าของตัวแปรตัวหนึ่งไว้ล่วงหน้า โดยตัวแปรที่ต้องการทราบค่า หรือต้องการพยากรณ์ เรียกว่า ตัวแปรตาม มีสัญลักษณ์แทนด้วย Y และตัวแปรตามขึ้นอยู่กับตัวแปรอีกตัวหนึ่งซึ่งเป็นตัวแปรที่ทราบค่า เรียกว่า ตัวแปรอิสระ มีสัญลักษณ์แทนด้วย X ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะได้สมการหรือฟังก์ชันคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์กันของทั้งสองตัวแปร

2.6.3.1 <u>ประเภทของการวิเคราะห์การถดถอย</u>

ในการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยนั้นสามารถที่จะใช้ได้กับหลายลักษณะความสัมพันธ์ และปริมาณตัวแปร ดังนี้

1. Simple Linear Regression Analysis จะใช้เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร และความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรดังกล่าวจะต้องเป็นในลักษณะเชิงเส้น

2. Multiple Linear Regression Analysis จะใช้เมื่อต้องการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เมื่อมีตัวแปรต้นมากกว่า 1 ตัวขึ้นไป แต่ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองฝั่งยังคงเป็นแบบเชิงเส้นตรง

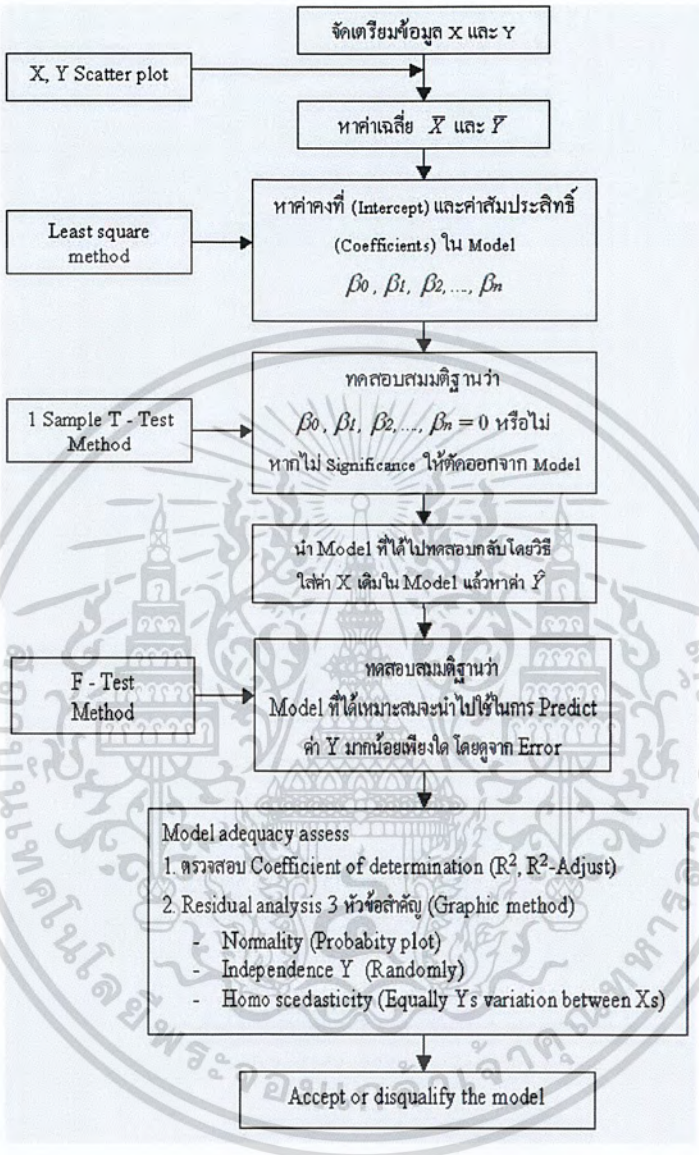
3. Polynomial Regression Analysis จะใช้เมื่อต้องการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นตรง รวมถึงกรณีที่มีตัวแปรต้น มากกว่า 1 ตัวด้วย การวิเคราะห์ก็จะยิ่งซับซ้อน และยุ่งยากมากขึ้นไปอีก

4. Logistic Regression Analysis กรณีที่ Y มีค่าเพียงสองสถานะ เช่น No, Yes เป็นต้น แต่ X เป็นค่าแบบต่อเนื่องปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.2 ลำดับขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์การถดถอย

ในการใช้การวิเคราะห์การถดถอยในการวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนและลำดับการวิเคราะห์จะเป็นดังรูปที่ 2.18 (www.statistic.ob.tc)



รูปที่ 2.18 ลำดับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (Statistical Significance) ที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยมีดังนี้

1. T-Statistic เมื่อได้ตัวแบบมาแล้วจะต้องพิสูจน์ทางสถิติ ค่าคงที่ (β_0) และสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระทุกค่า ($\beta_1, \beta_2 ... \beta_n$) ว่ามีนัยสำคัญต่อตัวแบบหรือไม่โดยตั้งสมมติฐาน

H_0: $\beta_i = 0$

H_1: $\beta_i \neq 0$

ถ้าต้องยอมรับ H_0 โดยดูจากค่า T ที่คำนวณได้ถ้าน้อยกว่าค่า $T_{critical}$ ก็แปลว่า ค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระตัวนั้นๆ ไม่มีนัยสำคัญต่อตัวแบบก็ตัดออกได้ โดยจะไม่ทำให้ตัวแบบนั้นเกิดความแตกต่างแต่อย่างใดในทางตรงกันข้ามต้องปฏิเสธ H_0 เมื่อ T ที่คำนวณได้มากกว่า $T_{critical}$ ก็แปลว่าค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระตัวนั้นๆ มีนัยสำคัญต่อตัวแบบไม่สามารถตัดออกได้ เพราะเหตุนี้ทำให้การวิเคราะห์การถดถอยต้องมี T-test หรือมีค่า T ปรากฏในตารางผลการวิเคราะห์

2. F-Statistic เมื่อได้ตัวแบบที่ถือว่าดีที่สุดเท่าที่จะหาได้ แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าตัวแบบดังกล่าวจะใช้ในการคำนวณหา ค่า Y ได้อย่างถูกต้อง จึงจำเป็นที่จะต้องพิสูจน์เพื่อให้ทราบว่าตัวแบบที่ได้นั้นเมื่อนำไปคำนวณหาค่า Y แล้วจะมีความคลาดเคลื่อนมากแค่ไหน หรือก็คือ มี ความคลาดเคลื่อนระหว่าง Y แล $\hat{Y}$ มากแค่ไหน

H_0: Error ที่เกิดขึ้นที่ (Y) เกือบทั้งหมดมาจากตัวแปรอิสระ

H_1: Error ที่เกิดขึ้นที่ (Y) ส่วนน้อยเท่านั้นที่มาจากตัวแปรอิสระ

หากผลการทดสอบด้วย F-Test พบว่ายอมรับ H_0 หรือ F-Statistic ที่ได้มีค่าต่ำกว่าค่า $F_{critical}$ ก็ให้ถือว่า ตัวแบบนั้นมีความผิดพลาดสูง จนไม่อาจยอมรับให้นำไปใช้ต่อไปได้ ก็ถือว่าอย่างอื่นก็ไม่ต้องวิเคราะห์ต่อ ในทางตรงกันข้ามหากผลการทดสอบด้วย F-Test พบว่าปฏิเสธ H_0 หรือ F-Statistic ที่ได้มีค่ามากกว่าค่า $F_{critical}$ ก็ให้ถือว่าตัวแบบนั้น เมื่อนำไปประมาณ ค่า Y แล้วมีความผิดพลาดน้อยสามารถยอมรับได้ จึงเป็นเหตุให้การวิเคราะห์การถดถอยต้องมี ANOVA เพราะใน ANOVA มี F-Test อยู่นั่นเอง

3. Coefficient of Determination ใช้พิสูจน์ว่าตัวแบบที่ได้นั้นมีที่มาที่ดีพอจะใช้ตัวแบบจากผลการวิเคราะห์ไปใช้คำนวณหาค่า Y ในอนาคตได้หรือไม่ แม้ว่า F-Test จะบอกว่าตัวแบบมีความผิดพลาดต่ำแค่ไหนก็ตาม แต่หากที่มาของการเก็บข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ไม่เหมาะสม ก็ยังถือว่าตัวแบบนั้นที่ดีได้อาจเป็นเพราะเหตุบังเอิญ

- R^2 เป็นค่าที่บ่งบอกว่าข้อมูลดิบของการวิเคราะห์นั้น เหมาะสมหรือไม่ จะมีค่าระหว่าง 0 - 1 ยิ่งเข้าใกล้ 1 ก็ยิ่งดี โดยทั่วไปควรมีค่า 0.6 ขึ้นไป แต่ก็ไม่ได้มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัว

- R^2-Adjusted เป็นค่าที่บ่งบอกว่า R^2 ที่ได้นั้นเหมาะสมจริงหรือไม่ โดยจะทำการลดจำนวนของตัวอย่าง ลง 1 ตัว แล้วหาค่า R^2 ใหม่อีกครั้ง เลยเรียกว่า Adjusted หากมีค่าต่ำกว่า R^2 มากผิดปกติ ก็ให้สรุปว่าจำนวนของตัวอย่าง ต่ำเกินไป หรือ R^2 มี ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนของตัวอย่างมากเกินไปจึงมีโอกาสที่ตัวแบบจะผิดพลาดสูง ค่า R^2-Adjusted ที่เหมาะสมจะต้องต่ำกว่า R^2 เพียงเล็กน้อยเท่านั้นจึงจะถือว่าการทดลองครั้งนี้เก็บข้อมูลมาดี และมีขนาดของตัวอย่างที่เหมาะสม หากใช้การวิเคราะห์การถดถอยแล้วค่า R^2 และR^2-Adjusted นี้สามารถจะทำให้ตัวแบบที่ได้นั้นไม่อาจจะยอมรับให้ใช้ได้ ต้องกลับไปดำเนินการเก็บข้อมูลเพิ่มและเริ่มทำการวิเคราะห์ใหม่อีกครั้งหนึ่ง แม้ว่า F-test จะปรากฏผลว่าตัวแบบนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 คุณสมบัติทางกลของโลหะ

จากการดำเนินงานวิจัยมีวัสดุที่ใช้เป็นใบมีดได้แก่ เหล็กเครื่องมือเย็น และเหล็กกล้าคาร์บอน S50C ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.7.1 เหล็กเครื่องมืองานเย็น

เหล็กเครื่องมืองานเย็น เหล็กชนิดนี้ส่วนมากจะนำมาแปรรูปและนำมาอบชุบเพื่อเพิ่มความแข็งให้กับเหล็ก ความแข็งหลังการชุบก็จะได้ประมาณ 61-62 HRC MAX การชุบก็จะทำได้หลายกระบวนการเช่น ชุบแบบ Air/Oil/Gas Cooling โดยใช้ความร้อนในการชุบประมาณ 1000-1050 องศาเซลเซียส และจะต้องทำการอบคืนไฟ เกรดที่ใช้งานส่วนมากจะใช้เกรด SKD 11, DC53, D2, SKS3 ซึ่งแต่ละเกรดจะมีส่วนผสมที่แตกต่างกัน โดยส่วนผสมของแต่ละเกรดแสดงในตารางที่ 2.7

- เกรด SKD11, เกรด D2 ทั้งสองเกรดนี้มีส่วนผสมที่เหมือนกันต่างกันที่มาตรฐาน
- เกรด SKS3 เหล็กเกรดนี้จะมีส่วนผสมของคาร์บอนน้อยกว่าเกรดอื่นในกลุ่มเดียวกันเพราะฉะนั้นเหล็กชนิดนี้จะมีความแข็งหลังชุบน้อยกว่าเกรดอื่นแต่มีความเหนียวกว่าเกรด SKD11, D2
- เกรด DC53 เกรดนี้มีคุณภาพสูงกว่าเกรดอื่นในกลุ่มเดียวกันเพราะว่ามีความเหนียวและแข็งกว่าเกรดอื่นเหตุผลเพราะว่ามีส่วนผสมของนิกเกิลซึ่งเกรดอื่นไม่มีนิกเกิลนั้นคุณสมบัติของมันทำให้เหล็กเหนียวและทนต่อการเสียดสี คุณสมบัติของเกรดนี้ค่อนข้างดีกว่าเกรดอื่น

คุณสมบัติของเหล็กเครื่องมืองานเย็น

1. มีความแข็งและความเหนียวสูง
2. ทนต่อการเสียดสีได้ดี
3. กระบวนการชุบแข็งง่าย
4. รักษาคมตัดได้เยี่ยมและทนต่อแรงกดอัดได้ดี

การนำไปใช้งานของเหล็กเครื่องมืองานเย็น

1. เหมาะสำหรับงานปั๊มโลหะในงานอุตสาหกรรมยานยนต์
2. เหมาะสำหรับงานปั๊มโลหะโดยเฉพาะพิมพ์ตัดโลหะแผ่นบางและตัดกระดาษ
3. ทำลูกรีดเกลียว รีดท่อ ใบมีดตัดเหล็กคุณภาพสูง
4. เหล็กทำแม่พิมพ์งานเย็นเอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ส่วนผสมของธาตุในเหล็กเครื่องมือเย็น

เกรด	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V
SKD11,D2	1.4-1.6	0.4	0.6	-	11.0-13.0	0.8-1.2	0.2-0.5
DC53	1.1	0.95	0.6	0.1	10	1.5	0.05
SKS3	0.9	0.3	1.20	-	0.5	0.13	-

2.7.2 เหล็กกล้าคาร์บอน S50C

S50C เป็นกลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางที่ใช้ในงานโครงสร้าง งานเครื่องจักรกล งานแม่พิมพ์และส่วนประกอบแม่พิมพ์รวมทั้งชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ เนื่องจากเป็นเหล็กที่ดีในหลายด้านทั้งด้านความแข็งแรง ความเหนียวที่ดี และมีราคาถูกเปรียบเทียบกับเกรดอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถอบชุบเพิ่มความแข็งแรงให้กับเหล็ก โดยคุณสมบัติของเหล็กกล้าคาร์บอน S50C แสดงในตารางที่ 2.8 และตารางที่ 2.9

คุณลักษณะเด่นของเหล็กเกรด S50C

1. มีราคาที่ถูกเมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กเกรดอื่น
2. สามารถขึ้นรูปได้พอสมควร
3. มีความแข็งแรงกว่าเหล็กโครงสร้าง
4. สามารถอบชุบได้
5. มีความสามารถในการกลึง

ตารางที่ 2.8 คุณลักษณะโดยทั่วไปของเหล็กกล้าคาร์บอน S50C

ส่วนผสมทางเคมี (%wt)	C	Mn	Si	P	S
	0.47-0.55	0.60-0.90	0.40	0.030	0.035
สภาพที่จำหน่าย	อบปกติความแข็งไม่เกิน 235 HB				
สภาพหลังชุบ	ชุบแข็งด้วยน้ำ ความแข็ง 58-60 HRC				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 คุณสมบัติการอบชุบของเหล็กกล้าคาร์บอน S50C

กระบวนการ	อุณหภูมิ	การเย็นตัว	ความแข็ง
อบอ่อน	800-830 c°	ในเตา	217 HB
อบปกติ	810-860 c°	ในอากาศ	179-235 HB
การอบชุบ	810-860 c°	น้ำ	58-60 HRC
การอบคืนตัว	550-650 c°		212-277HB

S50C สามารถทำการปรับปรุงความแข็งที่ผิวได้หลายวิธีโดยไม่ส่งผลกระทบกับส่วนผสมทางเคมีของเหล็ก กรณีที่ให้มีความแข็งเฉพาะผิวโดยยังคงรักษาโครงสร้างเหล็กไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงได้นั้น สามารถทำการชุบแข็งที่ผิวด้วยวิธีการชุบแข็งที่ผิวด้วยเปลวไฟและวิธีชุบอินดักชั่น (Induction) โดยอาศัยการเหนี่ยวนำไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความร้อนขึ้นที่ผิว จากนั้นทำการชุบแข็งเฉพาะผิวจะทำให้ผิวมีความแข็งขึ้น และทนต่อการสึกหรอ การชุบแข็งที่ผิวนั้นปกติชุบความแข็งผิวลึกประมาณ 0.13-0.64 มม. แต่ถ้าต้องการความแข็งที่ลึกมากสามารถชุบได้ลึกประมาณ 6.3 มม. หรือมากกว่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธวัชชัย แปงจิตต์ (2547) ได้ทำการศึกษาการใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องในแผนกสานและแผนกเผาของโรงงานจำปาเซรามิก ซึ่งเทคนิคการควบคุมคุณภาพที่ใช้ ได้แก่ ใบตรวจสอบ ฮิสโตแกรม แผนภูมิพาเรโต กราฟ แผนภูมิกระจาย แผนภูมิควบคุม และแผนภูมิก้างปลา โดยจากการเก็บข้อมูลในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม พบว่าเปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องเป็น 13.5% 14.35% และ 13.8% ตามลำดับ ซึ่งลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องประกอบด้วย การแตกร้าว เป็นจุด บิ่น บิดเบี้ยว และอื่นๆ โดยจากการจัดทำแผนภูมิพาเรโตพบว่า การแตกร้าว เป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องที่พบมากที่สุด เมื่อดำเนินการปฏิบัติงานเพื่อการแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือในการควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง ในสามเดือนต่อมา ได้แก่ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม ทำให้เปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องลดลงเป็น 10.85% 7.82% และ 4.35% ตามลำดับ

เฉลิมเกียรติ ส่งทวีทรัพย์ (2548) ได้ทำการศึกษาแนวทางในการลดของเสียในกระบวนการผลิตท่อ HDPE ซึ่งในกระบวนการผลิตท่อ HDPE เกิดปัญหาผลิตภัณฑ์บกพร่องถึง 8.97% ของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต ซึ่งจากการศึกษาพบว่าปัญหาที่สำคัญคือผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทผิวลาย-ท่อลายโดยมีสัดส่วนของการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องถึง 2.75% เมื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทผิวลาย-ท่อลาย โดยการศึกษาจากทางทฤษฎีงานผลิตท่อ HDPE กับการศึกษาจากข้อมูลการผลิตและสภาพการผลิตจริง เพื่อรวบรวมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้วใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทผิวลาย-ท่อลายในกระบวนการผลิตนั้น พบว่าสาเหตุหลักที่ส่งผลให้เกิดผิวลาย-ท่อลายคืออุณหภูมิของ HDPE ก่อนเข้าเครื่องรีดท่อต่ำกว่ามาตรฐานที่ควรเป็นจึงดำเนินการแก้ไข โดยการเพิ่มจำนวนของเครื่องอบเม็ดโพลิเมอร์หลังจากการเพิ่มเครื่องอบทำให้ปริมาณการเกิดของผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทผิวลาย-ท่อลายมีค่าที่ต่ำลงจากเดิมไปเป็นร้อยละ1.54 ซึ่งลดลงถึงร้อยละ 1.21 ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ทำการผลิต

นรา บุริพันธ์ (2552) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้หลักการของวงล้อเดมมิ่ง (PDCA) และเทคนิคที่ช่วยลดความสูญเสีย(ECRS) เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตงานหล่อชิ้นงานท่อโค้งปากระฆังที่ผลิตจากเหล็กหล่อ FC-20 จากการวิเคราะห์ของเสียพบว่าส่วนที่เป็นปัญหามากที่สุด คือชิ้นงานไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด คิดเป็น 3.73% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด เมื่อทำการศึกษาขั้นตอนในการผลิต จะทำให้ทราบถึงสาเหตุที่เกี่ยวข้องที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดชิ้นงานไม่สมบูรณ์ในกระบวนการผลิตงานเหล็กหล่อ โดยจะมีอยู่ด้วยกันคือ 1. ระบบรูล้น 2. การออกแบบทางเข้าน้ำโลหะ 3. การควบคุมน้ำโลหะ จากการศึกษาขั้นตอนการผลิตทุกขั้นก็สามารถออกแบบการปรับปรุงโดยใช้หลักการของมอแกนเสน ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange และ Simplify) ที่ใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงานให้เหมาะสมที่สุด เมื่อทำการปรับปรุงทั้ง 3 กระบวนการข้างต้นทำให้เปอร์เซ็นต์ของเสียหลังการปรับปรุงเป็น 0.38% ซึ่งสามารถลดลงได้ถึง 3.35%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วสันต์ พุกผาสุก (2551) ได้ศึกษาแนวความคิด และกรรมวิธีทาง ซิกซ์ ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ในการลดของเสีย และปรับปรุงคุณภาพผิวของงานชุบโครเมียม โดยประกอบด้วยขั้นตอนที่เรียกย่อๆว่า DMAIC โดยเริ่มจาก 1. การกำหนดปัญหา 2. การวัดโดยวัดจากแผนภาพของกระบวนการพบว่าของเสียส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นนั้นมาจากลักษณะอาการของผิวชิ้นงานเกิดเป็นเม็ดมากที่สุด 3. ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่าวิธีการล้าง และปัจจัยในบ่อชุบนิกเกิล ได้แก่ ค่าพีเอช และค่าความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า มีผลต่อความหยาบผิวชิ้นงานอย่างมีนัยสำคัญ 4. นำปัจจัยที่ได้มาทำการปรับปรุงด้วยวิธีการหาพื้นที่ผิตอบสนองกำลังสองทำให้ทราบสภาวะระดับที่เหมาะสมในการผลิตคือ วิธีการล้างเป็นแบบใหม่ 5.การควบคุม จากวิธีการปรับปรุงด้วยวิธีต่างๆ แล้วพบว่าสิ่งที่ต้องควบคุมคือ ค่าพีเอชอยู่ที่ 4.2515 และความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าควรควบคุมอยู่ที่ระดับ 4.4031 A/dm^2 โดยค่าความหยาบผิวมีค่าเท่ากับ 0.8336 μm หลังการปรับปรุงค่าเฉลี่ยของของเสียลดลงจาก 146,295 PPM เหลือเพียง 25,780 PPM ลดลงถึง 82%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาและวิจัยการลดของเสียในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone จัดทำขึ้นภายในบริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสินค้าเกี่ยวกับการตกแต่งภูมิทัศน์ โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้ทฤษฎีต่างๆ เช่น เทคนิคการควบคุมคุณภาพ (7 QC Tool) การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) และการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Analysis) โดยทำการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนต่างๆ ดังนี้

3.1 สภาพปัจจุบันของบริษัทที่ทำการศึกษา

3.2 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์

3.3 การตรวจสอบปัญหาและการเก็บข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ไขปัญหา

3.1 สภาพปัจจุบันของบริษัทที่ทำการศึกษา

การคัดเลือกปัญหาที่จะทำการศึกษาและแก้ไข นั้นจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงลักษณะทั่วไปของบริษัท เพื่อให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการการทำงาน จึงจะสามารถคัดเลือกปัญหาที่จะทำการแก้ไขนำเสนอแก่บริษัท และร่วมกันวางแผนแนวทางแก้ไข และวิธีการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.1 ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของบริษัท

บริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด ได้ดำเนินการผลิตสินค้าเกี่ยวกับการตกแต่งภูมิทัศน์ ซึ่งสามารถแบ่งชนิดของผลิตภัณฑ์ได้ออกมาทั้งหมด 4 ชนิด ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับพื้น ได้แก่ Block, Pave, Accessory
2. ผลิตภัณฑ์รั้วสำเร็จรูป ได้แก่ Casa, Castle, Classic
3. ผลิตภัณฑ์กระเบื้องคอนกรีตตกแต่งผนัง ได้แก่ True Nature Rough, True Sensation, True Touch
4. ผลิตภัณฑ์ตกแต่งสวน ได้แก่ Garden Set, Roof Garden

3.1.2 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อทำการศึกษา

ในการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้เลือกทำการศึกษาไปที่ผลิตภัณฑ์รั้วสำเร็จรูป เนื่องจากเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นที่นิยมของตลาด ซึ่งมีรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Castle Stone ตัวก้อน (กว้างxหนาxสูง) 20x10x10 ซม. การใช้งาน 50 ก้อน/ตร.ม. น้ำหนัก 4.2 กก /ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.1 Castle Stone ตัวก้อน

2. Castle Stone ตัวก้อนเข้ามุม-ซ้าย (กว้างxหนาxสูง) 20x10x10 ซม. การใช้งาน 50 ก้อน/ตร.ม. น้ำหนัก 4.2 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

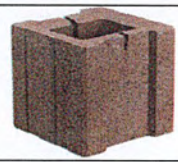
รูปที่ 3.2 Castle Stone ตัวก้อนเข้ามุม-ซ้าย

3. Castle Stone ตัวก้อนเข้ามุม-ขวา (กว้างxหนาxสูง) 20x10x10 ซม. การใช้งาน 50 ก้อน/ตร.ม. น้ำหนัก 4.2 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.3 Castle Stone ตัวก้อนเข้ามุม-ขวา

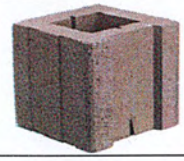
4. Castle เสาตรง (กว้างxหนาxสูง) 20x20x20 ซม. น้ำหนัก 11.0 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.4 Castle เสาตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Castle Stone เสาปิดมุม (กว้างxหนาxสูง) 20x20x20 ซม. น้ำหนัก 11.5 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

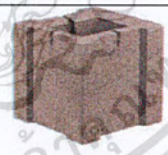
รูปที่ 3.5 Castle Stone เสาปิดมุม

6. Castle Stone เสาเข้ามุม (กว้างxหนาxสูง) 20x20x20 ซม. น้ำหนัก 11.5 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.6 Castle Stone เสาเข้ามุม

7. Castle Stone เสา 3มุม (กว้างxหนาxสูง) 20x20x20 ซม. น้ำหนัก 11.0 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.7 Castle Stone เสา 3 มุม

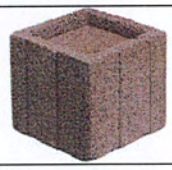
8. Castle Stone เสา 4มุม (กว้างxหนาxสูง) 20x20x20 ซม. น้ำหนัก 11.0 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.8 Castle Stone เสา 4 มุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Castle Stone หัวเสาแบบเว้า (กว้างxหนาxสูง) 20x20x20 ซม. น้ำหนัก 18.0 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.9 Castle Stone หัวเสาแบบเว้า

10. Castle Stone หัวเสาแบบนูน (กว้างxหนาxสูง) 20x20x20 ซม. น้ำหนัก 18.0 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

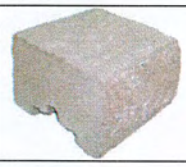
รูปที่ 3.10 Castle Stone หัวเสาแบบนูน

11. Castle Stone หัวเสาแบบจั่ว (กว้างxหนาxสูง) 20x20x20 ซม. น้ำหนัก 18.0 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.11 Castle Stone หัวเสาแบบจั่ว

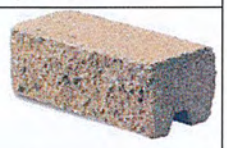
12. Castle Stone ทับหลังใหญ่ (กว้างxหนาxสูง) 20x20x12.5 ซม. น้ำหนัก 10.0 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.12 Castle Stone ทับหลังใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. Castle Stone ทับหลังเล็ก (กว้างxหนาxสูง) 20x10x10 ซม. น้ำหนัก 4.2 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.13 Castle Stone ทับหลังเล็ก

14. Castle Stone กระถางต้นไม้ (กว้างxหนาxสูง) 20x21.5x10 ซม. น้ำหนัก 7.1 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.14 Castle Stone กระถางต้นไม้

15. Castle Slat แบบปะผนัง (กว้างxหนาxสูง) 20x2.5x10 ซม. น้ำหนัก 1.5 กก./ก้อน

สี		รูปแบบ
น้ำตาลเหลือง	Buff	
น้ำตาลอมแดง	Tan	
เทา	Grey	

รูปที่ 3.15 Castle Slat แบบปะผนัง

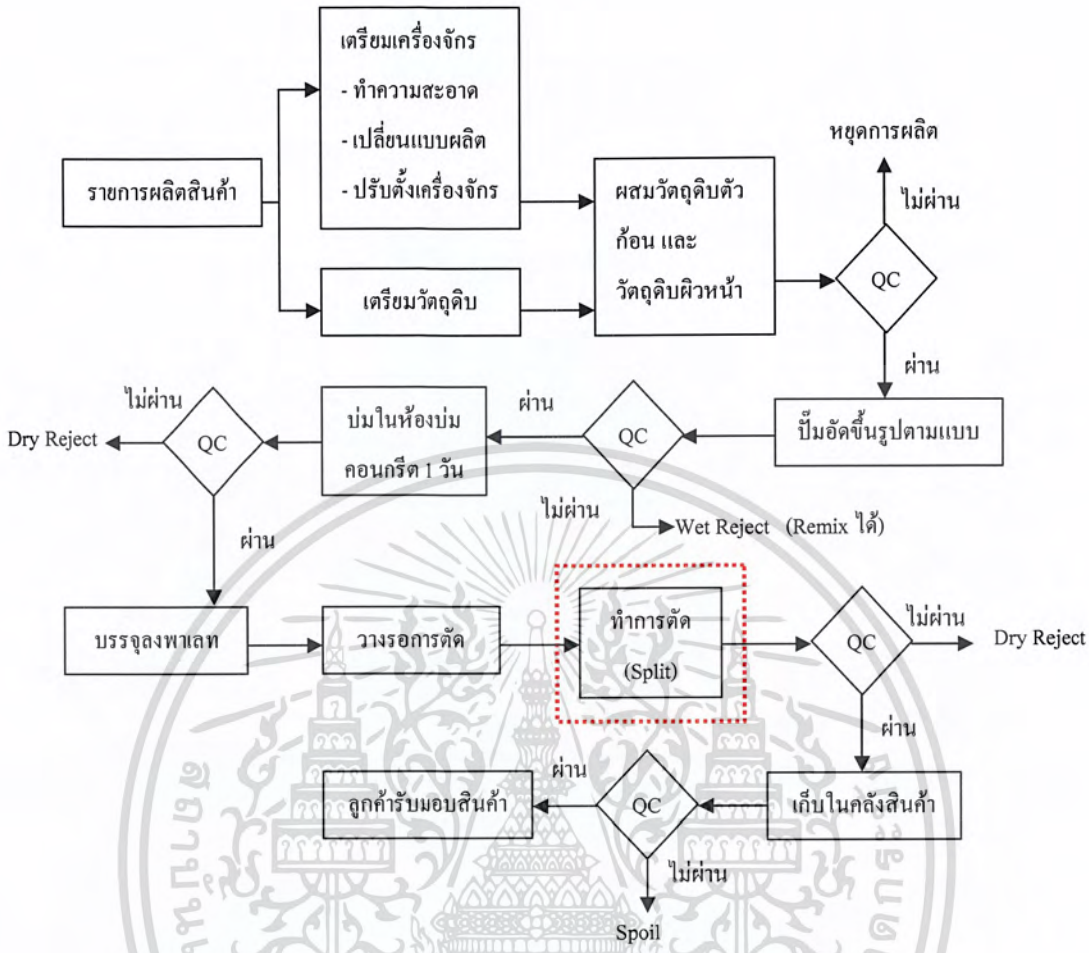
ผู้วิจัยได้ทำการเลือก ผลิตภัณฑ์ Castle Stone ซึ่งเป็นชนิดผลิตภัณฑ์ดังรูปที่ 3.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในกรณีศึกษา เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มียอดขายสูงที่สุดในกลุ่มผลิตภัณฑ์รั้วสำเร็จรูป แต่กลับมีเปอร์เซ็นต์ของเสียเกิดขึ้นมากที่สุดในกลุ่มผลิตภัณฑ์

3.2 กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์

กระบวนการผลิตของ Castle Stone แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักคือ

1. กระบวนการผลิต Castle Stone ตัวก้อน ดังรูปที่ 3.16
2. กระบวนการตัด (Split) Castle Stone ตัวก้อน ดังรูปที่ 3.17

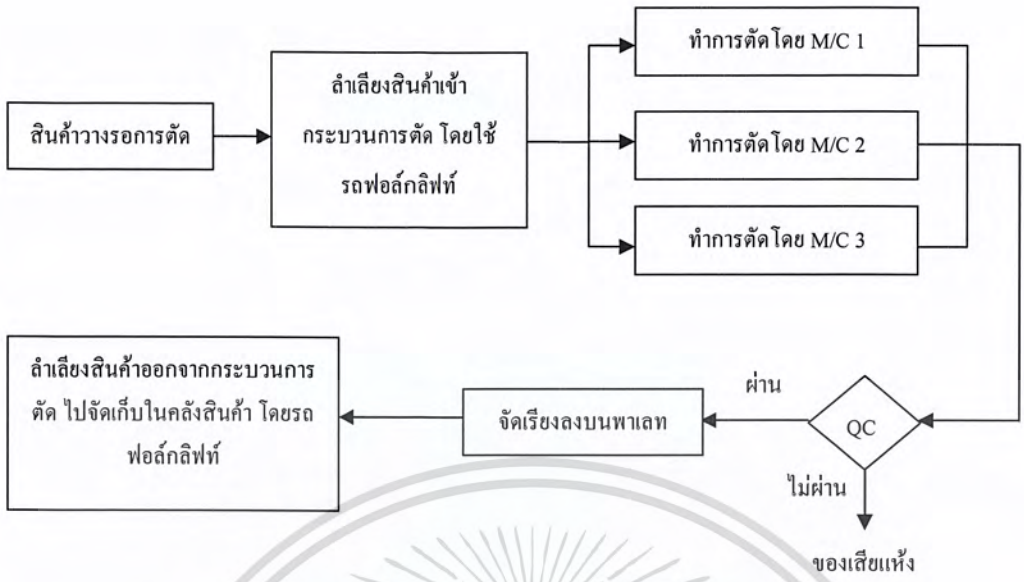
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป

จากรูปที่ 3.16 แสดงแผนภาพกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป เมื่อมีคำสั่งซื้อจากลูกค้า ทางบริษัทจะทำการผลิตสินค้าโดยกระบวนการผลิตเริ่มต้นจากสถานีการผสมวัตถุดิบ โดยมีวัตถุดิบหลักคือ หิน ทราย ซีเมนต์ สี และขี้เถ้า เมื่อการผสมวัตถุดิบเข้าที่แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการปั้มอัดขึ้นรูปให้ได้ตามแบบของสินค้าแต่ละชนิด จากนั้นก้อนอิฐที่ถูกขึ้นรูปแล้วจะถูกส่งต่อไปยังห้องบ่ม เพื่อทำให้ก้อนอิฐแข็งตัวและเพิ่มความแข็งแรงของก้อนอิฐ เมื่อก้อนอิฐถูกบ่มจนครบตามเวลาที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ก้อนอิฐทุกก้อนจะถูกขนย้ายลงบนพาเลทและถูกจัดเก็บไว้ในคลังสินค้าเพื่อรอการส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป แต่สำหรับสินค้า Castle Stone หลังจากบรรจุลงพาเลท จะถูกเคลื่อนย้ายไปยังคลังสินค้า เพื่อรอเข้าสู่กระบวนการตัด (Split) ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แผนภาพกระบวนการตัด

จากรูปที่ 3.17 แสดงแผนภาพกระบวนการตัด (Split) สินค้าที่อยู่ในคลังสินค้าจะถูกลำเลียงมายังสถานีการตัด (Split) โดยก้อนอิฐแต่ละแถวจะถูกส่งเข้าเครื่องตัดทั้ง 3 เครื่องในจำนวนเท่าๆ กัน เพื่อให้พื้นผิวของก้อนอิฐแต่ละก้อนมีลวดลายขรุขระเป็นธรรมชาติ ก้อนอิฐ Castle Stone ที่ผ่านการตัดจะถูกคัดแยกและตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา สินค้าที่ผ่านการตรวจสอบจะถูกบรรจุลงบนพาเลท และถูกจัดเก็บไว้ในคลังสินค้าเพื่อรอการส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป

จากกระบวนการผลิต Castle Stone ที่ได้กล่าวข้างต้น กระบวนการผลิตขั้นตอนแรก คือ กระบวนการผลิต Castle Stone ตัวก้อน เมื่อมีของเสียเกิดขึ้นจากการผลิต ของเสียที่เกิดขึ้นนี้สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสินค้าชนิดเดิมใหม่ได้ (Rework) แต่กระบวนการผลิตในขั้นตอนที่สอง คือ กระบวนการตัด Castle Stone ตัวก้อน เมื่อมีของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการตัด ของเสียที่เกิดขึ้นนี้จะไม่สามารถนำไปผลิตใหม่ได้ ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียต่อรายได้ของบริษัทในการขายสินค้าและเพิ่มค่าใช้จ่ายในการจำกัดก้อนอิฐอีกด้วย

3.3 การตรวจสอบปัญหาและการเก็บข้อมูล

การตรวจสอบปัญหาให้ละเอียดและรอบคอบก่อนการเก็บข้อมูลนั้น ส่งผลให้การออกแบบวิธีการเก็บข้อมูลมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลได้หลายมิติ การตรวจสอบปัญหาและการเก็บข้อมูล จึงเป็นขั้นตอนที่ต้องกระทำร่วมกัน เพื่อให้การแก้ไขปัญหาเป็นไปอย่างตรงจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลให้ได้อย่างครบถ้วนและมีประสิทธิภาพ เป็นการเริ่มต้นการดำเนินงานที่สำคัญที่สุด ถ้าเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลมีจุดบกพร่อง หรือไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบถ้วน เมื่อถึงขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล จะทำให้ไม่สามารถอ้างอิงถึงข้อมูลที่ตกหล่นบกพร่องได้ ด้วยความสำคัญจากข้างต้นที่กล่าวมา ทางผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย แบบบันทึกรายละเอียดต่างๆ ของกระบวนการตัดอิฐบล็อก แบ่งเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. แบบบันทึกรายละเอียดของอาการของเสียที่เกิดขึ้น

แบบบันทึกดังกล่าวถูกสร้างขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลอาการของเสียที่เกิดขึ้นบนตัวก้อนอิฐ โดยการเก็บข้อมูลจะทำการสุ่มตรวจสอบบางพาเลทเพื่อเก็บข้อมูลลักษณะของของเสียที่เกิด ซึ่งถูกใช้บันทึกตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2553 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2553

2. แบบบันทึกตำแหน่งที่เกิดของเสียในแต่ละพาเลทและอาการ

แบบบันทึกดังกล่าวถูกสร้างขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลตำแหน่งของเสียที่เกิดขึ้นว่า ของเสียที่เกิดขึ้นอยู่บนตำแหน่งใดบนพาเลท โดยตำแหน่งของก้อนอิฐบนพาเลทจะถูกระบุไว้อย่างชัดเจน ทำให้ทราบว่าของเสียที่ เกิดขึ้นอยู่ในตำแหน่ง ซึ่งถูกบันทึกตั้งแต่วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึง วันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2553

3. แบบบันทึกการทดลองอายุใบมีด และอายุบล็อก

แบบบันทึกดังกล่าวถูกสร้างขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ว่าอายุบล็อกหรืออายุใบมีด มีผลต่อการเกิดของเสียอย่างไร โดยแบบบันทึกนี้จะใช้เพื่อบันทึกอายุใบมีด และอายุบล็อกเป็น หลักซึ่งถูกใช้บันทึกตั้งแต่วันที่ ซึ่งถูกใช้บันทึกช่วงปลายเดือนกันยายม พ.ศ. 2553

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและรวบรวมข้อมูลที่ทางบริษัทเป็นผู้สร้างขึ้นคือ แบบบันทึกข้อมูลกระบวนการตัด ทางบริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด เป็นผู้จัดทำไว้ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 เพื่อบันทึกข้อมูลต่างๆ ของกระบวนการผลิตตั้งแต่ช่วงปลายเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553

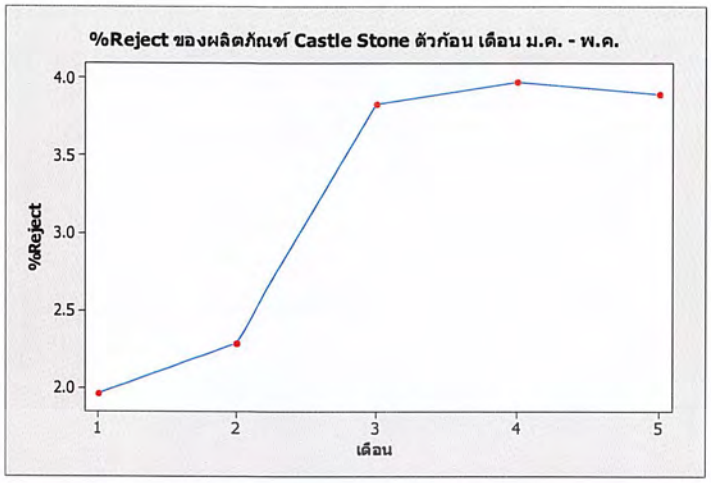
3.3.2 ขอบเขตของปัญหา

ขอบเขตเนื้อหาในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาถึง วิธีการลดของเสียจากกระบวนผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone ตัวก้อน โดยทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการตัด (Split) อิฐบล็อกเท่านั้น

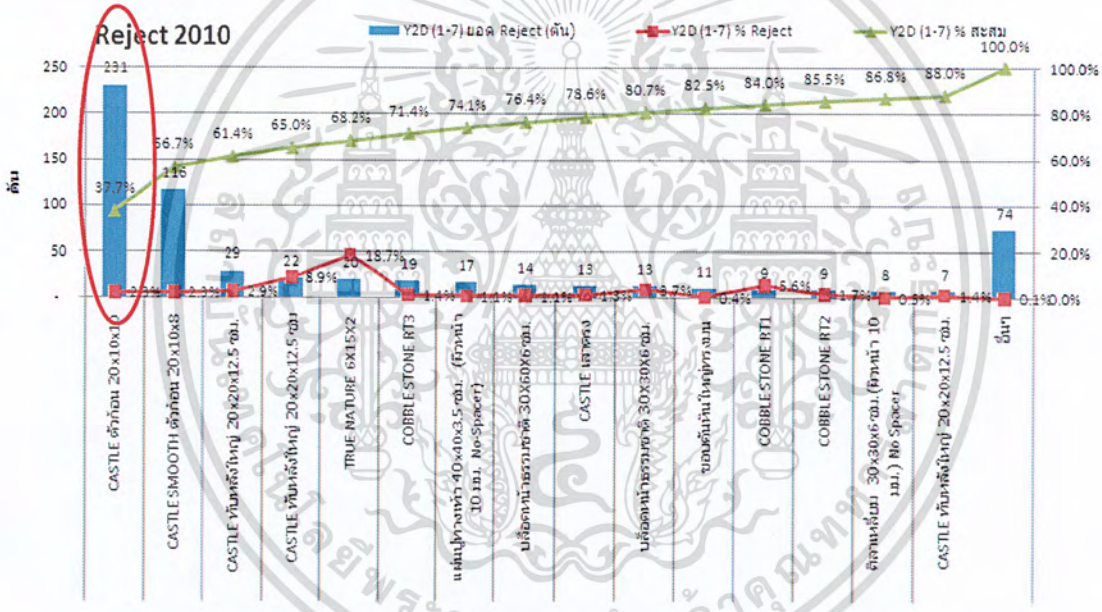
3.3.3 การตรวจสอบของเสีย

จากการพิจารณาข้อมูลยอดการผลิตในช่วงระหว่างเดือน มกราคม – พฤษภาคม พ.ศ.2553 ในรูปที่ 3.18 และ 3.19 พบว่า เปอร์เซ็นต์ของเสียจากการผลิต Castle Stone ตัวก้อนนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งอยู่ในช่วง 3-4 % ซึ่งสามารถประมาณเป็นค่าใช้จ่ายได้ 174,000 บาท (58,000 ก้อน x 15 บาท)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 เปอร์เซ็นต์ของเสีย เดือน มกราคม – พฤษภาคม พ.ศ. 2553



รูปที่ 3.19 แผนภูมิพาเรโตแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียของแต่ละผลิตภัณฑ์

3.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากข้อมูลที่บริษัทมีอยู่นั้น ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ว่าของเสียที่เกิดขึ้นมีลักษณะการเกิดอย่างไร ผู้วิจัยจึงทำการออกแบบวิธีการตรวจสอบและแบบบันทึกอาการของเสีย โดยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเริ่มจากทำการสุ่มเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการระบุเลขรหัสลงบนก้อนอิฐ ทำให้สามารถบันทึกของเสียที่เกิดขึ้นได้ว่า ตำแหน่งความเสียหายที่เกิดขึ้นอยู่ที่ตำแหน่งใดบนก้อนอิฐ แล้วตัวก้อนอยู่ที่ตำแหน่งใดบนพาเลท ดังรูปที่ 3.20 โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึง วันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.20 ภาพแสดงการเก็บข้อมูล โดยการระบุเลขรหัสลงบนก้อนอิฐแต่ละก้อน

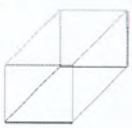
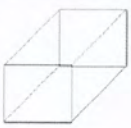
การเก็บบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ และครบถ้วนนั้น ทำให้ขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถวิเคราะห์ได้หลายมิติตามข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบ แบบฟอร์มในบันทึกอาการของเสียของ Castle Stone ดังรูปที่ 3.21 เพื่อใช้บันทึกลักษณะอาการของของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละก้อน และได้ออกแบบ แบบประเมินความเสียหายของ Castle Stone ในแต่ละพาเลท ดังรูปที่ 3.22 เพื่อใช้บันทึกตำแหน่งของของเสียที่เกิดขึ้นว่าอยู่บนตำแหน่งใดบนพาเลท

แบบฟอร์มใบบันทึกอาการเสียของ CASTLE STONE

โรงงาน

วันที่ สี LOT NO. เวลา

ระยะเวลาของใบมีด แรงดันของเครื่องตัด ชื่อพนักงาน

ตำแหน่ง	ตัวก้อนหรุน	ตัวก้อนหัก ครึ่งก้อน แนวขวาง	ตัวก้อนหัก ครึ่งก้อน แนวยาว	ตัวก้อนเว้า	ตัวก้อนนูน ออก	ตัวก้อน แตกบิ่น	Spit แผ่น ปะไม่ขาด (แผ่นปะ แตก)	Spit ไม่ ตรง ก้อน เล็ก-ใหญ่ ไม่เท่ากัน	เสียแผ่นปะ	อื่นๆ	หมายเหตุ
											
											

รูปที่ 3.21 ใบตรวจสอบลักษณะอาการของของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

รูปที่ 3.22 แบบประเมินความเสียหายของ Castle Stone ในแต่ละพาเลท

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่ผ่านการตรวจสอบและเก็บข้อมูลจะถูกนำมาวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดปัญหา (Root Cause) และจากนั้นจึงทำการแก้ไขสาเหตุที่พบเพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น โดยมีลำดับขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

3.4.1 การตั้งสมมติฐานปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย

นำข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวม มาวิเคราะห์หาปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย โดยการตั้งสมมติฐาน ซึ่งมาจากการวิเคราะห์และการระดมสมองทั้งจากทีมผู้วิจัยและวิศวกรของทางโรงงาน โดยวิธีคือ

1. แยกจำนวนของเสียในแต่ละอาการเพื่อหาว่าของเสียที่เกิดขึ้นนั้น จัดเป็นอาการประเภทใดมากที่สุด
2. แยกจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละตำแหน่งบนพาเลทว่า ตำแหน่งใดเกิดของเสียซ้ำมากที่สุด

จากวิธีการข้างต้นทำให้พบปัจจัยที่คาดว่าจะเป็นต้นกำเนิดของสาเหตุของปัญหา ผู้วิจัยจึงได้นำปัจจัยที่ได้นี้มาทำการวิเคราะห์ต่อไป เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัจจัยนั้นๆ

3.4.2 การหาสาเหตุที่แท้จริงของปัจจัย

นำปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น มาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัจจัยนั้นๆ ด้วยแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล และจากการระดมสมองทั้งจากทีมผู้วิจัยและวิศวกรของทางโรงงาน ทำให้ทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัจจัยนั้นๆ แต่สาเหตุที่ได้มานี้ ยังไม่สามารถสรุปได้ว่า เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย เพราะต้องมีข้อมูลมาส่งเสริมว่า ปัจจัยต่างๆนี้มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ ของเสียจริง จึงต้องใช้วิธีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เป็นสิ่งยืนยัน

3.4.3 การวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงเพื่อยืนยันผลลัพธ์

ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) แบบแฟคทอเรียล (Factorial Design) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัจจัยนั้นๆ ว่า เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียจริงหรือไม่ โดยเลือกใช้วิธีดังกล่าว เนื่องจากการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลจะสามารถทำการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อกระบวนการ โดยแต่ละปัจจัยสามารถเกิดขึ้นพร้อมๆ กันได้ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์และปัจจัยต่างๆ อย่างรอบคอบ เพื่อให้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองมีประสิทธิภาพมากที่สุด จากนั้นทำการเก็บข้อมูลจากการออกแบบการทดลอง โดยออกแบบแบบบันทึกข้อมูล และบันทึกข้อมูลต่างๆ ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลบันทึกการทดลอง

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย									
									ขัดแรงดัน	เทกเป็น	เทกขึ้นแนวขวาง	เทกขึ้นแนวยาว	ก้อนร้า	ก้อนบูม	ขึ้นเม็ดน้อย	เทกละเอียด (ไม่แน่น	ขัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	4	1.23	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	3	0.93	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	8	2.44	0	1	0	5	0	0	2	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	4	1.23	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	12	3.61	0	0	0	4	3	1	0	0	4	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	15	4.48	0	0	0	13	1	1	0	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	11	3.32	0	1	0	7	0	0	1	0	2	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	15	4.48	0	0	0	8	1	1	3	0	2	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	11	3.32	0	5	0	3	1	0	0	0	2	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	10	3.03	0	2	0	7	0	0	1	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	12	3.61	0	2	0	5	3	0	1	0	1	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	20	5.88	0	2	0	11	1	1	1	0	4	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	23	6.71	0	1	0	15	3	1	3	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	14	4.19	0	1	0	10	1	0	2	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	24	6.98	0	2	0	14	0	4	1	0	3	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	25	7.25	0	3	0	17	4	1	0	0	0	0

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลนี้ ทำให้ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียอย่างชัดเจน เมื่อทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา (Root Cause) แล้ว ผู้วิจัยจึงทำการแก้ไขสาเหตุที่พบ โดยวิธีการและข้อสรุปต่างๆ ได้นำเสนอไว้ในบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

การศึกษาวิจัยการลดของเสีย หลังจากที่ได้กล่าวขั้นตอนการดำเนินงานมาแล้วในบทที่ 3 ในส่วนนี้เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์และผลการดำเนินงาน โดยจะระบุสาเหตุต่างๆ ของปัญหาที่เกิดขึ้นกับของเสียในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป และ เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาโดยมุ่งเน้นไปที่สาเหตุที่ส่งผลต่อปริมาณของเสียอย่างมีนัยสำคัญ เพื่อนำไปใช้จริงในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์กระบวนการตัด

4.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล

4.3 การวิเคราะห์ด้วยการออกแบบการทดลอง

4.4 วิเคราะห์และควบคุมการผลิตประจำเดือน

4.5 การทดสอบชนิดใบมีด

4.1 การวิเคราะห์กระบวนการตัด

ในกระบวนการตัด (Split) ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างการตัดอิฐบล็อกรุ่น Castle Stone ตัวก้อนเป็นจำนวนทั้งหมด 20 พาเลท หรือประมาณ 6,400 ก้อนดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยใช้แบบฟอร์มที่ได้ทำการออกแบบมาดังรูปที่ 4.4 และ 4.6 เพื่อมาวิเคราะห์หาลักษณะอาการของของเสียและหาปัจจัยที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการเกิดของเสีย ซึ่งในการเก็บข้อมูลนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการกำหนดหมายเลขแสดงตำแหน่งของ อิฐบล็อกแต่ละก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุผลที่ว่าทำไมต้องทำการเขียนหมายเลขลงบนตัวก้อนเป็น เพราะแต่เดิมการตัดอิฐบล็อกพอเกิดของเสียขึ้นไม่สามารถทำให้ผู้วิจัยทราบได้ว่า ของเสียที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นที่บริเวณไหนบนพาเลท และตำแหน่งอาการบนตัวก้อนนั้นเกิดมาจากการวางก้อนอิฐไว้ที่ตำแหน่งใดบนเครื่องตัด ด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้วิจัยจึงต้องทำการกำหนดหมายเลขลงบนตัวก้อนเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์หาสาเหตุและอาการที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 4.2

(ก) (ข)

รูปที่ 4.2 การตัดอิฐบล็อก

(ก) แสดงขั้นตอนการตัดอิฐบล็อกที่ไม่มีการเขียนหมายเลขกำกับ
(ข) แสดงขั้นตอนการตัดอิฐบล็อกที่มีการเขียนหมายเลขกำกับ

ในกระบวนการตัดพนักงานจะทำการยกอิฐบล็อกจากพาเลทใส่รางเลื่อนเพื่อเลื่อนเข้าสู่เครื่องตัด หลังจากนั้นพนักงานจะยกอิฐบล็อกขึ้นมาป้อนเข้าสู่เครื่องตัด โดยอิฐบล็อกที่ยกมาหนึ่งชุดจะสามารถตัดออกมาได้ทั้งหมด 5 ก้อน ดังแสดงในรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 การป้อนอิฐบล็อกเข้าสู่เครื่องตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลแบบนี้ทำให้ผู้วิจัยสามารถทราบได้ว่าตำแหน่งของการเกิดของเสียนั้นเกิดที่ตำแหน่งใดบ่อยที่สุดและยังทราบตำแหน่งบนตัวก้อนอีกด้วยว่าเกิดอาการแบบไหนในลักษณะใดบนตัวก้อนซึ่งจะง่ายต่อการปรับปรุงและแก้ไขในขั้นตอนต่อไป

รูปที่ 4.4 แบบประเมินความเสียหายบนพาเลท

ในแบบประเมินนี้ได้จัดทำเพื่อการเก็บข้อมูลตัวอย่างเพื่อมาวิเคราะห์ว่าในหนึ่งพาเลท จะเกิดของเสียที่ตำแหน่งใดบ้างบนพาเลท โดยในหนึ่งพาเลทที่ผ่านกระบวนการตัดนั้นมีด้วยกันทั้งหมดสี่ชั้น ในแบบฟอร์มนี้จึงมีสี่ตารางในการประเมิน เพื่อเป็นการแยกชั้นของพาเลทให้ชัดเจนในการเขียนหมายเลขลงบนก้อนอิฐบล็อก ผู้วิจัยได้กำหนดลักษณะให้แต่ละชั้นของพาเลทมีความแตกต่างกัน โดยใช้สีชอล์กในการเขียนหมายเลขดังนี้

ชั้นที่ 1 เขียนด้วยชอล์กสีน้ำเงิน

ชั้นที่ 2 เขียนด้วยชอล์กสีเหลือง

ชั้นที่ 3 เขียนด้วยชอล์กสีเขียว

ชั้นที่ 4 เขียนด้วยชอล์กสีแดง

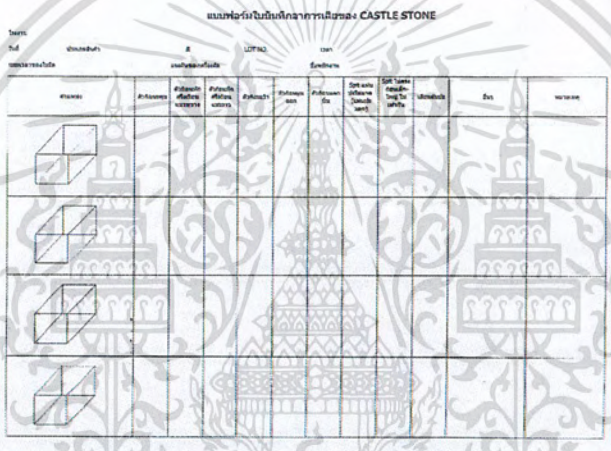
ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลในชั้นที่ 1 แสดงดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

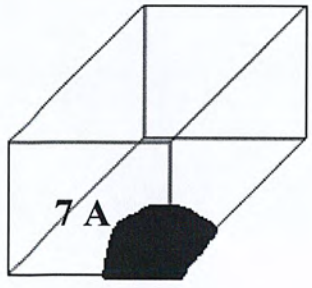
A-6	ตัวก้อนนูนออก	เครื่อง 3
A-7	ตัวก้อนเว้า	เครื่อง 3
A-23	ตัวก้อนหักคว้ำก้อนแนวยาว	เครื่อง 2
A-26	ตัวก้อนเว้า	เครื่อง 2
A-27	ตัวก้อนแตกบิ่น	เครื่อง 2

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลบนพาเลทชั้นที่ 1



รูปที่ 4.6 แบบฟอร์มบันทึกอาการของเสีย

ในแบบบันทึกอาการของเสียนี้จัดทำเพื่อต้องการทราบถึงลักษณะของอาการแต่ละชนิดว่าเกิดขึ้นในลักษณะใดหรือตำแหน่งใดบนตัวก้อนอิฐบล็อก เช่นลักษณะอาการตัวก้อนแตกบิ่นพบว่าเกิดที่มุมขวาด้านหน้า ดังแสดงในรูปที่ 4.7

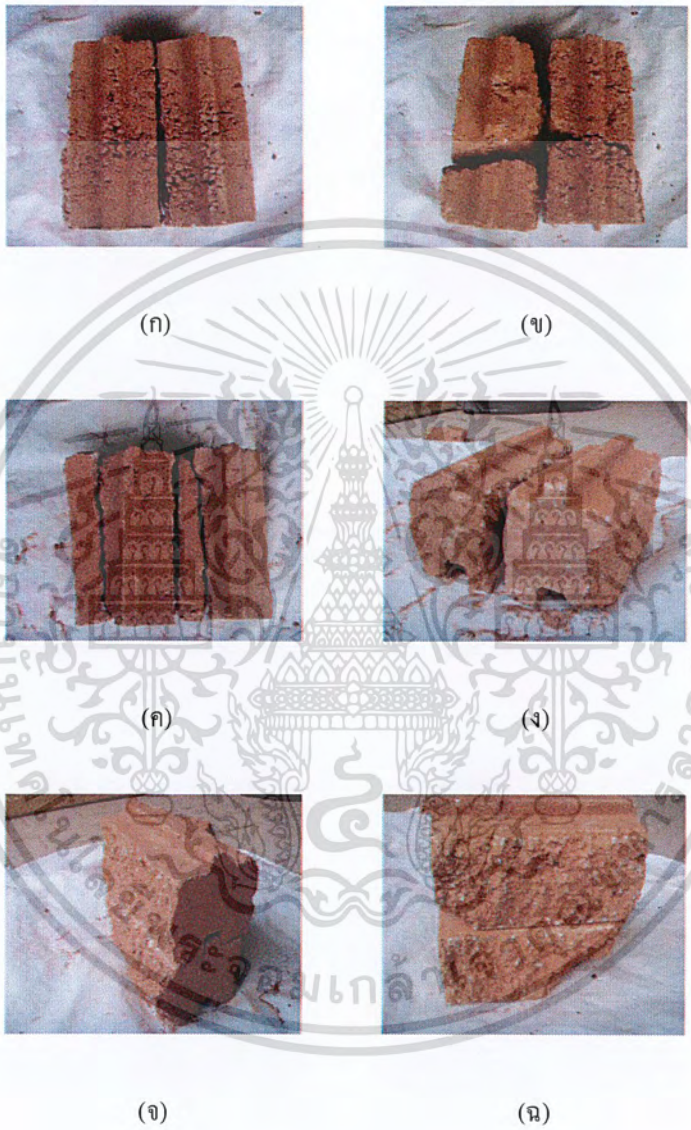


รูปที่ 4.7 ลักษณะแตกบิ่นบริเวณมุมขวาด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ในลักษณะเบื้องต้นของรูปที่ 4.7 นี้ผู้วิจัยคาดการณ์โดยประมาณว่าอาจจะมีสาเหตุมาจากใบมีดที่ใช้ในการตัดหรือตำแหน่งในการวางอิฐบล็อกของพนักงานก็เป็นไปได้

ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจลักษณะของอาการของเสียที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงทำการแยกลักษณะต่างๆ ของของเสียแสดงไว้ดังรูปที่ 4.8 ดังนี้



รูปที่ 4.8 ลักษณะอาการต่างๆ ของของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ช)

(ซ)

รูปที่ 4.8 ลักษณะอาการต่างๆ ของของเสีย (ต่อ)

(ก) ตัวก้อนพรุน เป็นลักษณะของของเสียที่เกิดมาจากขั้นตอนการบ่มซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากส่วนผสมหรือสภาพอากาศตอนที่นำอิฐบล็อกมาตากแดดไว้

(ข) ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวขวาง เป็นลักษณะของของเสียที่มีการแตกหักเป็นแนวขวาง อาจมีสาเหตุมาจากความคมของใบมีดที่ใช้ในการตัด

(ค) ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว เป็นลักษณะของของเสียที่มีการแตกหักเป็นแนวยาว อาจมีสาเหตุมาจากความคมของใบมีดที่ใช้ในการตัด

(ง) ตัวก้อนเว้า เป็นลักษณะของของเสียที่มักจะเกิดขึ้นพร้อมกับอาการตัวก้อนนูนออกเพราะจะเป็นก้อนที่อยู่ติดกัน สาเหตุอาจเกิดจากตำแหน่งในการวางอิฐบล็อกในการตัด หรือความคมของใบมีดที่ใช้ตัด

(จ) ตัวก้อนนูนออก เป็นลักษณะของของเสียที่มักจะเกิดขึ้นพร้อมกับอาการตัวก้อนเว้าเพราะจะเป็นก้อนที่อยู่ติดกัน สาเหตุอาจเกิดจากตำแหน่งในการวางอิฐบล็อกในการตัด หรือความคมของใบมีดที่ใช้ตัด

(ฉ) ตัวก้อนแตกบิ่น เป็นลักษณะของของเสียที่มักจะเกิดขึ้นบริเวณมุมของก้อนอิฐบล็อกซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากความคมของใบมีดที่ใช้ในการตัด

(ช) ตัดแผ่นปะไม่ขาด เป็นลักษณะของของเสียที่เกิดบริเวณผิวหน้าของอิฐบล็อก ในสินค้าตัวนี้ต้องการผิวหน้าที่ขรุขระดูเป็นธรรมชาติ จึงต้องทำการตัดแผ่นปะทิ้งเพื่อให้ได้ผิวที่ขรุขระ สาเหตุที่ตัดแผ่นปะแล้วไม่ขาดอาจเกิดมาจากความคมของใบมีดหรือส่วนผสมที่อัดแน่นจนเกินไปทำให้ตัดไม่ขาด

(ซ) ตัดไม่ตรงก้อนเล็กใหญ่ไม่เท่ากัน เป็นลักษณะของของเสียที่เกิดขึ้น โดยมีสาเหตุมาจากการวางตำแหน่งในการตัดไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

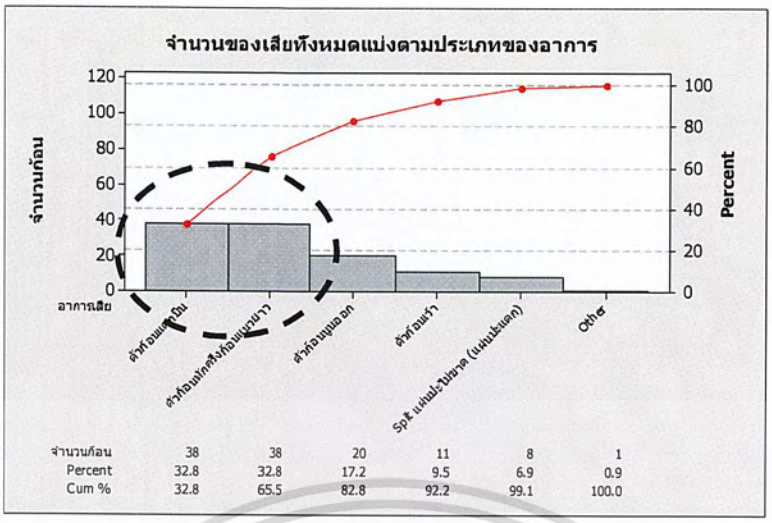
จากการเก็บข้อมูลจำนวน 20 พาเลทคิดเป็นจำนวน 6,400 ก้อน ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกและสรุปผลของข้อมูลได้ดังตารางที่ 4.1 ส่วนตารางการบันทึกข้อมูลทั้งหมดสามารถดูได้จากภาคผนวก

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปการบันทึกของเสีย

ตารางสรุป การบันทึกของเสีย			ตัวก้อนพรุน	ตัวก้อนหักครึ่งก้อน	ตัวก้อนหักครึ่งก้อน	ตัวก้อนแว้า	ตัวก้อนหูนออก	ตัวก้อนแตกบิ่น	ตัดแผ่นปะไม่ขาด	ตัดไม่ตรง	เสียแผ่นปะ	อื่นๆ	
ชั้น	เครื่องตัด	จำนวน											รวม
ชั้นที่ 1	M/C 1	10	-	-	4	1	2	3	-	-	-	-	33
	M/C 2	12	-	-	5	2	2	3	-	-	-	-	
	M/C 3	11	-	-	1	1	2	4	3	-	-	-	
ชั้นที่ 2	M/C 1	10	-	-	3	-	1	6	-	-	-	-	27
	M/C 2	12	-	-	7	2	-	2	1	-	-	-	
	M/C 3	5	-	-	-	1	3	1	-	-	-	-	
ชั้นที่ 3	M/C 1	3	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	22
	M/C 2	8	-	1	3	-	2	2	-	-	-	-	
	M/C 3	11	-	-	4	1	-	4	2	-	-	-	
ชั้นที่ 4	M/C 1	17	-	-	3	1	3	8	2	-	-	-	34
	M/C 2	12	-	-	5	2	3	2	-	-	-	-	
	M/C 3	5	-	-	1	-	2	2	-	-	-	-	
รวม		116	0	1	38	11	20	38	8	0	0	0	116
M/C 1		40	-	-	12	-	-	18	-	-	-	-	
M/C 2		44	-	-	20	-	-	9	-	-	-	-	
M/C 3		32	-	-	6	-	-	11	-	-	-	-	

จากการบันทึกข้อมูลและสรุปผลพบว่า บนตำแหน่งของพาเลทชั้นที่เกิดของเสียมากที่สุดอยู่บนชั้นที่ 1 และชั้นที่ 4 และเกิดที่เครื่องจักรที่ 1กับเครื่องจักรที่ 2 เป็นจำนวนมากที่สุด จากเครื่องจักรทั้งหมด 3 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แผนภูมิพาเรโตแสดงจำนวนของเสียทั้งหมดแบ่งตามประเภทของอาการ

จากตารางบันทึกของเสียผู้วิจัยได้ใช้แผนภูมิพาเรโตเพื่อมาวิเคราะห์หาอาการที่เกิดขึ้นมากที่สุด พบว่าจากแผนภูมิพาเรโตชี้ให้เห็นว่าอาการที่เกิดมากที่สุดคือ ตัวก้อนแตกบิ่น และตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาวซึ่งถ้าดูจากลักษณะของอาการที่เกิดแล้ว อาจมีผลมาจากใบมีดที่ใช้ในการตัด อายุของอิฐบล็อกหลังจากผ่านขั้นตอนการบ่ม และการวางตำแหน่งในการตัด และหากพิจารณาจากตำแหน่งของการเกิดของเสียบนพาเลท ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาสรุปให้อยู่ในรูปแบบตารางเมตริกซ์พบว่า ตำแหน่งของการเกิดของเสียเกิดขึ้นที่ตำแหน่งริมสุดบนพาเลท

4	3			1	3	3			2
		1		2	1	2	2		1
4	3	1		2	5	2	2	1	3
5	1	1		2	4	1	2		3
4	1				2			2	2
2				3	3	1	3	1	1
2		1		1	4				1
1	1	1			2				1
2				1	4		1	1	

รูปที่ 4.10 ตารางเมตริกซ์แสดงตำแหน่งของความถี่การเกิดของเสียในมุมมองด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล

แผนภูมิแสดงสาเหตุและผล(Cause and Effect Diagram) เป็นแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยต่างๆ ในการระบุสาเหตุของปัญหาต้องกระทำโดยวิธีการระดมสอง (Brain Storming) จากกลุ่มคนซึ่งมีความเชี่ยวชาญ หรือคุ้นเคยในกระบวนการผลิตนั้นๆ เพราะการละเว้นหรือมองข้ามปัจจัยบางอย่างอาจทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาที่ผิดจุดได้ สาเหตุที่ระบุได้จากแผนภูมิเหตุและผลจะเป็นการกำหนดปัจจัยเพื่อที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยหลักทางสถิติต่อไป ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการปรึกษากับวิศวกรของทางบริษัท ได้ผลสรุปของแผนภูมิแสดงสาเหตุและผลดังนี้

1) ด้านส่วนผสม (Material)

2) ด้านพนักงาน (Man)

3) ด้านเครื่องจักร (Machine)

รูปที่ 4.11 แผนภูมิแสดงสาเหตุและผลของ ตัวก้อนแตกบิ่น

รูปที่ 4.12 แผนภูมิแสดงสาเหตุและผลของ ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์แผนภูมิแสดงสาเหตุและผลได้ผลสรุปคือ ทั้งอาการตัวก้อนแตกบิ่น และตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว ปะ สาเหตุส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทางผู้วิจัยได้ทำการสอบถามถึงสาเหตุต่างๆ จากวิศวกร และพนักงานหน้างาน พบว่าปัจจัยที่มีผลมากที่สุด คือ อายุบล็อก และอายุใบมีดที่ใช้ในการตัดอิฐบล็อก ซึ่งทั้ง 2 ปัจจัยนี้อาจจะมีผลหรือไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญกับของเสียที่เกิดขึ้น ด้วยเหตุผลนี้ทางผู้วิจัยจึงเน้นที่จะศึกษาเฉพาะตัวแปร 2 ตัวนี้เท่านั้น

ในการผลิตเดือนกันยายนผู้วิจัยจึงแนะนำให้บริษัททำการบันทึกปัจจัยทั้ง 2 อย่างนี้เพื่อดูว่าปัจจัยใดจะส่งผลต่อกระบวนการตัดมากกว่ากัน โดยมุ่งเน้นไปที่ อายุบล็อก และอายุใบมีดโดยเริ่มใช้ใบมีดที่ใหม่ตั้งแต่วันที่ 1 เพื่อดูระยะการใช้งานและคอยควบคุมจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ส่วนอายุบล็อกก็ควบคุมไม่ให้น้อยหรือมากจนเกินไป

4.3 การวิเคราะห์ด้วยการออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการบ่งชี้ว่าระหว่างปัจจัย 2 ปัจจัย ได้แก่ อายุบล็อก และอายุใบมีด ปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบต่อของเสียมากกว่ากัน ซึ่งเป็นการตัดปัจจัยที่ไม่ส่งผลออก เพื่อที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงได้อย่างถูกต้อง

การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล

การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Design) จะสามารถทำการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อกระบวนการและเกิดขึ้นพร้อมๆกันได้ เมื่อมีการทำการทดลอง ควรทำการเปลี่ยนค่าระดับปัจจัยไปพร้อมๆกันมากกว่าทำการเปลี่ยนค่าระดับปัจจัยตัวใดตัวหนึ่ง เพราะจะทำให้ได้งานที่มีประสิทธิภาพมากกว่าทั้งในเรื่องการประหยัดเวลาและต้นทุน และยังสามารถวิเคราะห์เรื่องอิทธิพลร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยได้ด้วย โดยอิทธิพลร่วม (Interaction) คือผลของการที่ปัจจัยร่วมกันที่มีอยู่ในหลายๆกระบวนการ ถ้าไม่ได้ทำการทดลองแบบแฟคทอเรียลอาจจะไม่เห็นผลของอิทธิพลร่วม (Interaction) ได้ชัดเจนนัก

ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบการทดลอง โดยกำหนดความสัมพันธ์และปัจจัยต่างๆดังนี้

1) กำหนดอายุบล็อก 3 วัน และ 13 วัน
2) กำหนดอายุการใช้งานของใบมีด 1 วัน และ 5 วัน
3) จำนวนในการทดลองทั้งหมด 4 แบบที่แตกต่างกัน คือ (3,1), (3,5), (13,1), (13,5)
4) ใช้เครื่องจักรเครื่องที่ 1 เพียงเครื่องเดียวในการทดลอง
5) ใช้คนงานคนเดิม

การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงตารางการเก็บบันทึกข้อมูลของการทดลองอายุบล็อก และอายุใบมีด โดยทั้ง 4 แบบที่แตกต่างกันจะทำการเก็บข้อมูลแบบละ 8 ครั้ง รวมทำการทดลองทั้งหมด 32 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 4.2 – 4.3 ซึ่งในการวิเคราะห์การทดลองนี้ ผู้วิจัยใช้โปแกรม Minitab 15 ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป มาทำการวิเคราะห์และประเมินผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

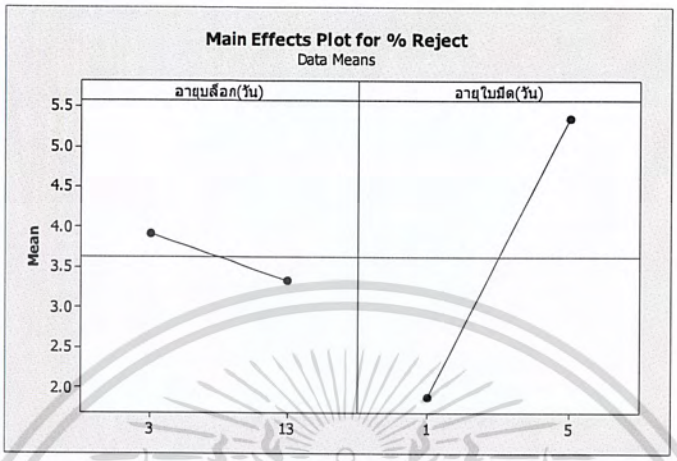
ตารางที่ 4.2 บันทึกการทดลองอายุใบมีด 1 วันและ 5 วัน อายุบล็อก 3 วัน

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย									
									ผิดแถบ	แตกบิ่น	แตกด้านขวาง	แตกด้านยาว	ด้านหน้า	ด้านหลัง	ผิดเฉียนปะ	แตกละเอียด("ไม่แน่ใจ)	ผิดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	4	1.23	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	3	0.93	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	8	2.44	0	1	0	5	0	0	2	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	4	1.23	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	12	3.61	0	0	0	4	3	1	0	0	4	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	15	4.48	0	0	0	13	1	1	0	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	11	3.32	0	1	0	7	0	0	1	0	2	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	15	4.48	0	0	0	8	1	1	3	0	2	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	11	3.32	0	5	0	3	1	0	0	0	2	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	10	3.03	0	2	0	7	0	0	1	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	12	3.61	0	2	0	5	3	0	1	0	1	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	20	5.88	0	2	0	11	1	1	1	0	4	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	23	6.71	0	1	0	15	3	1	3	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	14	4.19	0	1	0	10	1	0	2	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	24	6.98	0	2	0	14	0	4	1	0	3	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	25	7.25	0	3	0	17	4	1	0	0	0	0

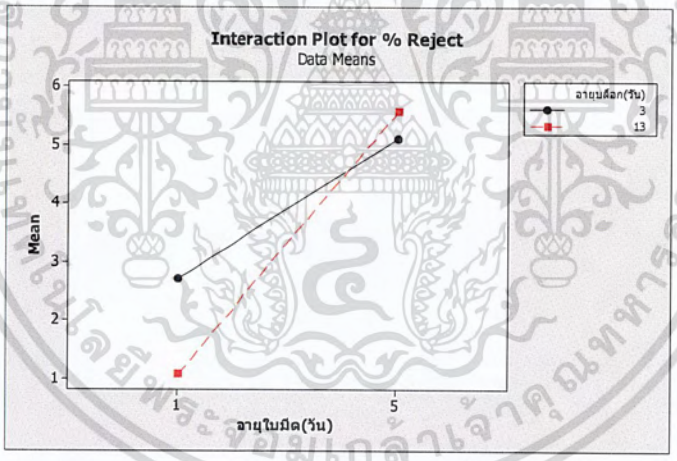
ตารางที่ 4.3 บันทึกการทดลองอายุใบมีด 1 วันและ 5 วัน อายุบล็อก 13 วัน

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย									
									ขัดแผลบ	แตกบิ่น	แตกตามแนวขวาง	แตกตามแนวยาว	ก้นแข้ง	ก้นนูน	ขัดแต่งไม่	แตกละเอียด (ไม่แน่ใจ)	ขัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ
23/9/2553	1	สมฤดี - ราศรี	1	13	1	320	6	1.84	0	2	0	1	0	0	1	0	0	2
23/9/2553	1	สมฤดี - ราศรี	1	13	1	320	1	0.31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราศรี	1	13	1	320	1	0.31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราศรี	1	13	1	320	5	1.54	0	0	0	1	1	0	3	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราศรี	1	13	1	320	1	0.31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราศรี	1	13	1	320	3	0.93	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
23/9/2553	1	สมฤดี - ราศรี	1	13	1	320	7	2.14	0	1	1	2	0	2	0	0	0	1
23/9/2553	1	สมฤดี - ราศรี	1	13	1	320	4	1.23	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราศรี	1	13	5	320	21	6.16	0	8	0	1	1	1	10	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราศรี	1	13	5	320	23	6.71	0	1	0	2	2	9	9	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราศรี	1	13	5	320	20	5.88	0	1	0	0	0	11	8	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราศรี	1	13	5	320	16	4.76	0	0	0	0	0	7	9	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราศรี	1	13	5	320	13	3.90	0	0	0	1	0	3	9	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราศรี	1	13	5	320	21	6.16	0	2	0	0	0	6	13	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราศรี	1	13	5	320	18	5.33	0	1	0	0	0	12	5	0	0	0
23/9/2553	2	สมฤดี - ราศรี	1	13	5	320	20	5.88	0	2	0	3	3	4	8	0	0	0

จากข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกการทดลอง ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์โดยใช้ Main Effect Plot, Interaction Plot และ Pareto Chart เพื่อประเมินว่าปัจจัยใดมีผลต่อปริมาณของเสียอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่าง อายุบล็อก และอายุใบมีด ได้ผลการประเมินดังนี้



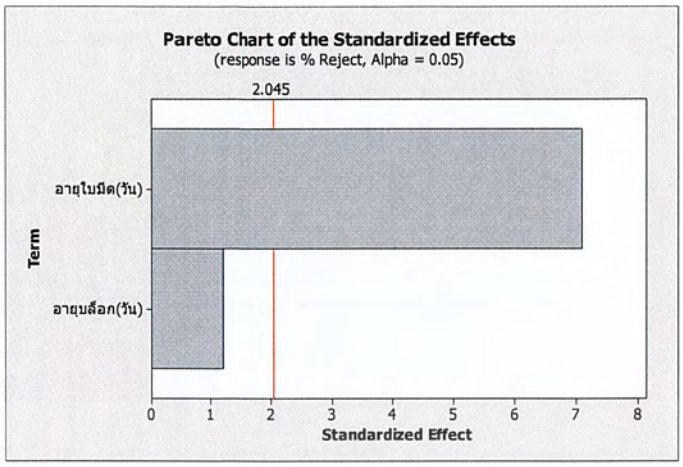
รูปที่ 4.13 กราฟ Main Effect Plot แสดงปัจจัยที่มีผลต่อของเสีย



รูปที่ 4.14 กราฟ Interaction Plot แสดงปัจจัยที่มีผลต่อของเสีย

จาก Main Effect Plots จะเห็นได้ว่าทั้ง อายุบล็อกและอายุใบมีดในการแสดงอิทธิพลต่อค่า เปอร์เซ็นต์ของเสีย พบว่าอายุใบมีดนั้น มีผลกับเปอร์เซ็นต์ของเสียอย่างมีนัยสำคัญ โดยใบมีดที่มีอายุการใช้งานน้อยๆ จะเกิด เปอร์เซ็นต์ของเสียที่น้อยกว่า และวิเคราะห์จากอายุบล็อกพบว่า ไม่ว่าอายุบล็อกจะมากหรือจะน้อยเปอร์เซ็นต์ ของเสีย จะมีค่าไม่ต่างกันมากนัก ส่วนกราฟ Interaction Plot มีนัยสำคัญที่ว่า อายุบล็อกไม่ว่าจะมากหรือน้อย หากอายุของใบมีดนั้นเพิ่มมากขึ้นก็จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 กราฟ Pareto Chart แสดงปัจจัยที่มีผลต่อของเสีย

ในรูปที่ 4.15 เป็นการยืนยันให้เห็นความชัดเจนยิ่งขึ้นว่า อายุใบมีดมีผลต่อ เปอร์เซ็นต์ของเสีย แต่ในทางสถิติแล้วควรจะวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง ANOVA ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย ANOVA โดยใช้โปรแกรม Minitab 15 ซึ่งผลที่ได้เป็นดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 Two-way ANOVA: เปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบกับอายุบล็อก (วัน), อายุใบมีด (วัน)

Factor	Level	Response
อายุบล็อก	3, 13 วัน	% ของเสีย
อายุใบมีด	1, 5 วัน	

Source	DF	SS	MS	F	P	$F_{critical}$
อายุบล็อก (วัน)	1	2.706	2.7056	1.64	0.211	4.2
อายุใบมีด (วัน)	1	95.916	95.9161	58.1	0	4.2
Interaction	1	8.946	8.9463	5.42	0.027	4.2
Error	28	46.222	1.6508			
Total	31		153.79			

S = 1.285 R-Sq = 69.94% R-Sq (adj) = 66.72% (α = 0.05)

จากผลลัพธ์ที่ได้เมื่อพิจารณาค่าของ P-Value ของอายุใบมีดมีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่าอายุใบมีดมีผลต่อการเกิดเปอร์เซ็นต์ของเสีย ส่วนค่า Interaction มีแค่ P-Value น้อยกว่า 0.05 ด้วยเช่นกัน แต่ในที่นี้ผู้วิจัยไม่นำปัจจัยด้าน Interaction มาทำการวิเคราะห์ และ เมื่อพิจารณาจากค่า F-Value ก็สรุปได้เช่นเดียวกันว่า อายุใบมีดมีผลต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ของเสีย เนื่องจากค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า $F_{critical}$ ในขณะที่อายุบล็อกกลับไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของเสียเนื่องจากค่า F ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า $F_{critical}$

4.4 การวิเคราะห์และควบคุมการผลิตประจำเดือน

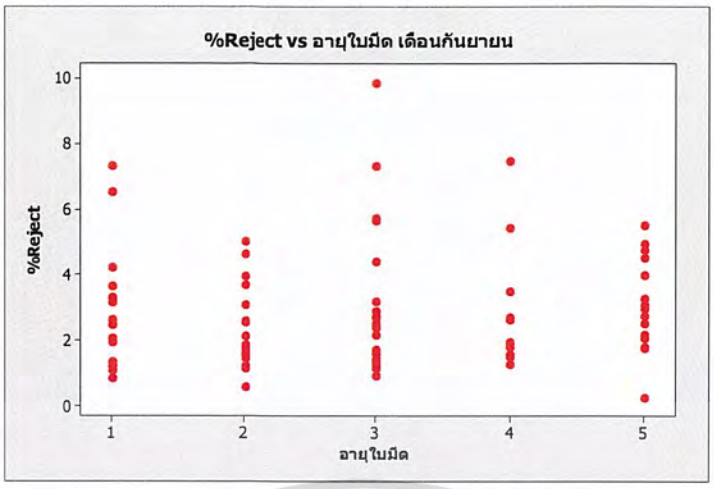
จากการออกแบบการทดลองผลสรุปว่า อายุบล็อกไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของเสีย แต่อายุใบมีดนั้นมีผล ผู้วิจัยจึงทำการควบคุมอายุของใบมีดให้อยู่ในช่วง 1-5 วันตามที่ได้ทำการออกแบบการทดลอง เพื่อใช้ในการตัดอิฐบล็อกในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 เหมือนกับในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 ที่ผู้วิจัยแนะนำให้บริษัททำการควบคุมอายุใบมีดและอายุบล็อก เนื่องจากแต่เดิมการตัดอิฐบล็อกจะเป็นการตัดแบบตัดไปเรื่อยๆ จนกว่าพนักงานหน้างานจะเห็นว่าของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมีจำนวนมากจนเกินไป จึงจะทำการเปลี่ยนใบมีดซึ่งเป็นการผลิตที่ไม่มีแบบแผน จากการออกแบบการทดลองทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการตัดที่ชัดเจน ทำให้การควบคุมในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 เหลือเพียงอายุใบมีดเท่านั้น ซึ่งตัวอย่างตารางการบันทึกข้อมูลการผลิตในเดือนกันยายนแสดงไว้ในตารางที่ 4.5 ส่วนตารางการบันทึกข้อมูลทั้งหมดสามารถดูได้จากภาคผนวก

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลกระบวนการตัด เดือนกันยายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย									
									ขึ้นรูปแตก	แตกบิ่น	แตกด้านบนขวาง	แตกด้านบนยาว	ด้านล่างบิ่น	ด้านข้างบิ่น	ขึ้นรูปแน่น	แตกออกเป็นเศษ(ไม่แน่น)	ผิวไม่เรียบร้อย	อื่นๆ
1/9/2553	1	สมสุดี - ราศรี	1	9	1	2560	32	1.235	0	8	0	7	0	2	1	0	14	0
1/9/2553	2	สมสุดี - ราศรี	1	9	1	2560	54	2.066	0	5	0	26	1	3	0	0	19	0
2/9/2553	1	สมสุดี - ราศรี	1	3	2	2560	106	3.976	0	34	9	43	2	2	0	0	16	0
2/9/2553	2	สมสุดี - ราศรี	1	3	2	2560	49	1.878	0	8	5	22	0	2	4	0	8	0
2/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	3	3	2560	154	5.674	1	12	0	108	3	2	0	27	0	1
2/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	3	3	2560	118	4.406	8	15	0	79	2	3	6	2	3	0
2/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	5	2560	128	4.762	0	40	10	57	0	1	0	10	0	10
2/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	5	2560	82	3.104	0	25	0	43	2	0	4	1	0	7
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30/09/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	3	4	2240	117	4.964	0	2	0	92	0	23	0	0	0	0
30/09/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	4	2560	79	2.994	3	17	0	23	9	13	3	0	0	11
30/09/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	4	2240	64	2.778	1	8	5	20	5	10	5	0	0	10

ในตารางบันทึกข้อมูลประจำวัน จะมีตัวแปรที่ใช้บันทึกหลักๆ อยู่ 8 อย่าง คือ กะ ชื่อพนักงาน หมายเลขเครื่องจักร อายุบล็อก อายุใบมีด จำนวนของดี จำนวนของเสีย และ เปอร์เซ็นต์ของเสีย ซึ่งในตารางข้อมูลนี้ ผู้วิจัยได้ควบคุมอายุของใบมีดเพื่อดูผลของ เปอร์เซ็นต์ของเสีย ซึ่งจากข้อมูลเดือนกันยายนนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเสนอข้อมูลในรูปแบบของ แผนภูมิวัดการกระจาย (Scatter Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



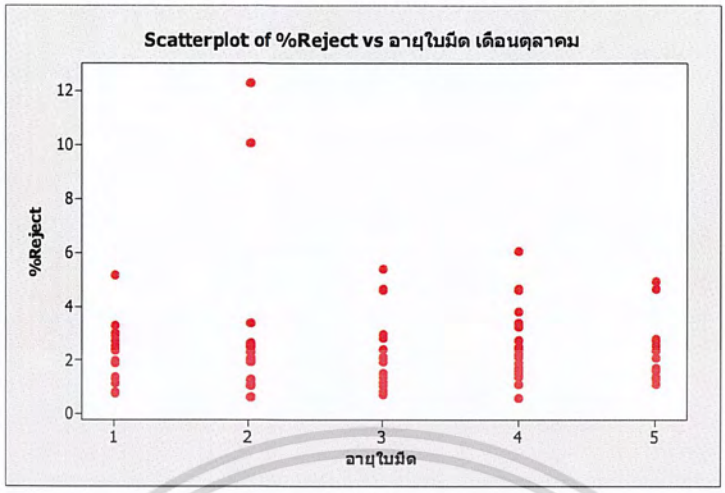
รูปที่ 4.16 แผนภูมิวัดการกระจายเปอร์เซ็นต์ของเสีย และ อายุใบมีดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

หลังจากได้ทำการควบคุมอายุใบมีดในเดือนกันยายนแล้วพบว่า เปอร์เซ็นต์ของเสียเฉลี่ยอยู่ที่ 2.87 % ซึ่งทางผู้วิจัยและวิศวกรของบริษัทเห็นว่าระดับเปอร์เซ็นต์ของเสียเป็นที่ยอมรับได้ แต่ยังค่อนข้างสูงอยู่และจากการออกแบบการทดลองทำให้ทราบปัจจัยที่ชัดเจน จึงทำการควบคุมอายุใบมีดเดือนตุลาคม ผลที่ได้คือ เปอร์เซ็นต์ของเสียเฉลี่ยอยู่ที่ 2.31 % ซึ่งถ้าหากเทียบจากข้อมูลเดิมในช่วง 5 เดือนแรกได้แก่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 เปอร์เซ็นต์ของเสีย อยู่ที่ 3-4 % จากการควบคุมอายุใบมีดในสองเดือนนี้ทางผู้วิจัยและบริษัทเห็นว่าการควบคุมอายุใบมีดให้อยู่ในช่วง 1-5 วันนั้นสามารถที่จะลดเปอร์เซ็นต์ของเสียได้ ทางบริษัทจึงกำหนดให้การผลิตมีอายุใบมีดอยู่ในช่วง 1-5 วันหรือมากกว่านี้เล็กน้อยในเดือนต่อๆ ไป

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลกระบวนการตัด เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	จากการเสีย									
									ตัดแรก	แตกบิ่น	แตกเป็นแนวยาว	แตกเป็นแนวยาว	ก้อนขาว	ก้อนดำ	ติดแน่นปะ	แตกและติด(ไม่แน่น)	ตัดไม่ต่อเนื่อง	อื่นๆ
1/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	3	1	2560	51	1.953	4	5	35	2	5	0	0	0	0	0
1/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล-สุเทียบ-จินทร์ใ	2	4	1	2560	140	5.185	10	43	17	10	30	30	0	0	0	0
1/10/2553	3	สุเทียบ-จินทร์ใด	2	4	1	2560	80	3.030	0	15	5	15	10	10	5	0	10	10
1/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	1	2560	69	2.625	1	15	0	15	5	14	6	0	0	13
1/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	1	2560	20	0.775	0	12	1	5	2	0	0	0	0	0
1/10/2553	3	คมคาย - สวิทย์	3	3	1	2560	67	2.550	0	19	22	14	0	6	6	0	0	0
2/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	4	2	2560	61	2.327	5	10	0	30	11	5	0	0	0	0
2/10/2553	2	คำเทียบ - เรวดี	2	5	2	320	45	12.329	20	0	10	15	0	0	0	0	0	0
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30/10/2553	1	เกษร - พล	3	4	3	2840	71	2.439	0	15	3	35	3	1	0	0	0	14
30/10/2553	2	ณัฐพล - เรวดี	3	4	3	1920	59	2.981	5	1	50	0	0	0	0	0	0	3
30/10/2553	3	ณัฐพล - เรวดี	3	4	3	1920	93	4.620	0	16	1	61	0	2	0	0	2	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 แผนภูมิวัดการกระจายเปอร์เซ็นต์ของเสีย และ อายุใบมีดในเดือนตุลาคม

4.5 การทดสอบชนิดใบมีด

ใบมีดที่ใช้ในการตัดปกติเป็นใบมีดชนิดเหล็กกล้าธรรมดา โดยทางบริษัทได้ใช้ใบมีดชนิดนี้ตัดอิฐบล็อกมาเป็นเวลานาน จากการศึกษาและทำงานวิจัยนี้ได้พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อของเสียคืออายุของใบมีด ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปผลว่าควรกำหนดให้ช่วงอายุใบมีดอยู่ในช่วงอายุไม่เกิน 5 วัน ซึ่งทางบริษัทเห็นว่าการที่เปลี่ยนใบมีดทุกๆ 5 วัน ทำให้ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนใบมีดเพิ่มขึ้น ทางผู้วิจัยและบริษัทได้ทำการปรึกษาหาวิธีการที่จะทำให้อายุการใช้งานของมีดนั้นยาวนานขึ้น ผลสรุปที่ได้จากทางบริษัทคือ บริษัทต้องการให้ทำการทดลองใบมีดชนิดใหม่อีก 2 ชนิด เพื่อเปรียบเทียบกับใบมีดชนิดเก่าว่า ใบมีดแบบไหนมีอายุการใช้งานที่ดีกว่าและส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ของเสีย น้อยที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4.18

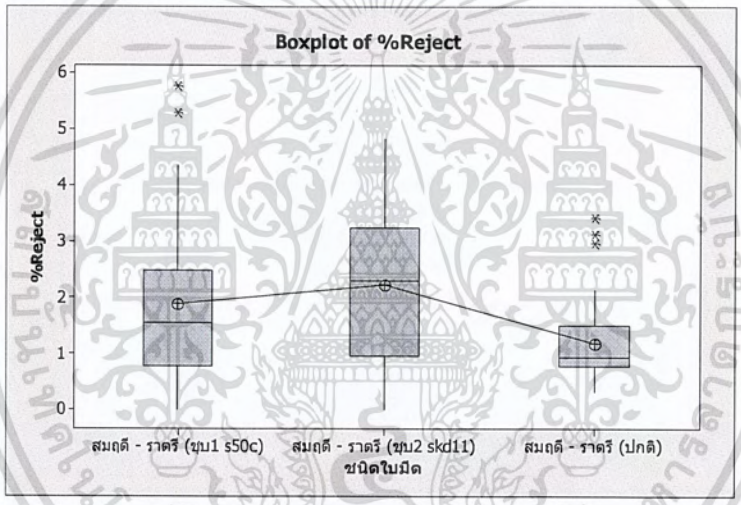
รูปที่ 4.18 ใบมีดทั้งสามชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบมีดทั้ง 3 ชนิดนี้ได้แก่

1) ใบมีดปกติ (แบบเดิม)
2) ใบมีดชุบ 1 (S50C) เป็นกลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางที่ใช้ในงานโครงสร้าง งานเครื่องจักรกล งานแม่พิมพ์และส่วนประกอบแม่พิมพ์รวมทั้งชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ เนื่องจากเป็นเหล็กที่ดีในหลายด้านทั้งด้านความแข็งแรง ความเหนียวที่ดี และมีราคาถูกเปรียบเทียบกับเกรดอื่นๆ และยังสามารถอบชุบเพิ่มความแข็งแรงให้กับเหล็ก
3) ใบมีดชุบ 2 (SKD11) เป็นเหล็กเครื่องมืองานเย็น เหล็กชนิดนี้ส่วนมากจะนำมาแปรรูปและนำมาอบชุบเพื่อเพิ่มความแข็งให้กับเหล็ก

ด้วยเหตุนี้จึงทำการทดลองชนิดใบมีดโดยการทดลองตัดด้วยใบมีดแต่ละชนิด ในการทดลองนี้เพื่อเป็นการกำจัดตัวแปรอื่นที่น่าจะส่งผลต่อ % ของเสีย ผู้วิจัยจึงได้ใช้เครื่องจักรเครื่องที่ 1 และได้ให้พนักงานคนเดิมเป็นคนตัดในการการทดลองแต่ละครั้ง



รูปที่ 4.19 Box Plot ใบมีดทั้งสามชนิด และ เปอร์เซ็นต์ของเสีย

จากการทดลองใบมีดแต่ละชนิด เมื่อพิจารณาจากการกระจายตัวของ Box Plot อธิบายได้ว่า การกระจายตัวที่เกิดขึ้นในกระบวนการตัดหากใช้ใบมีดปกติจะมีการกระจายตัวที่น้อยกว่าใบมีดชนิดอื่นๆ ทำให้มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของเสีย น้อยที่สุด จึงสรุปได้ว่าใบมีดแบบเดิมดีกว่าใบมีดชนิดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลการทดลองชนิดใบมีด

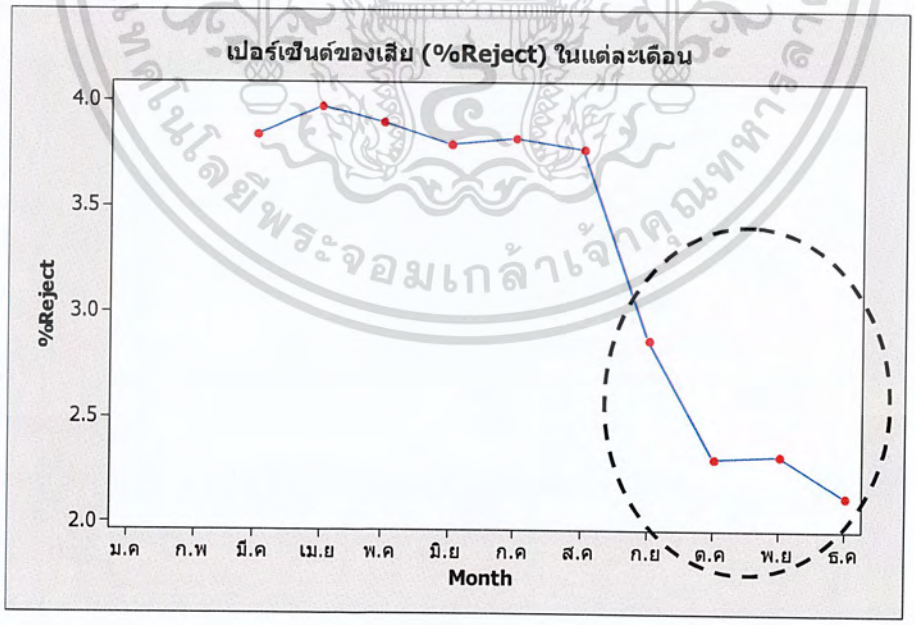
วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย									
									ผิดแผลม	เหลี่ยม	เหลี่ยมแนวขวาง	เหลี่ยมแนวยาว	ก้อนน้ำ	ก้อนนูน	ผิดเผ่นปะ	เหลี่ยมเสียหาย (ไม่แน่ใจ)	ผิดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ
11/10/2553	1	สมฤดี - ราศรี (ปกติ)	1	6	1	640	8	1.235	0	0	0	0	1	3	4	0	0	0
11/10/2553	1	สมฤดี - ราศรี (ชุบ1 s50c)	1	6	1	640	15	2.290	0	0	0	1	0	1	13	0	0	0
11/10/2553	1	สมฤดี - ราศรี (ชุบ2 skd11)	1	6	1	640	7	1.082	0	0	0	1	0	0	4	0	0	2
11/10/2553	1	สมฤดี - ราศรี (ปกติ)	1	6	1	640	3	0.467	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
11/10/2553	1	สมฤดี - ราศรี (ชุบ1 s50c)	1	6	1	640	8	1.235	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
11/10/2553	1	สมฤดี - ราศรี (ชุบ2 skd11)	1	6	1	640	6	0.929	0	0	0	0	1	1	3	0	1	0
11/12/2553	1	สมฤดี - ราศรี (ปกติ)	1	9	2	640	11	1.690	0	0	0	2	0	1	5	0	3	0
11/12/2553	1	สมฤดี - ราศรี (ชุบ1 s50c)	1	9	2	640	5	0.775	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0
11/12/2553	1	สมฤดี - ราศรี (ชุบ2 skd11)	1	9	2	640	15	2.290	0	1	0	0	0	2	10	0	1	1
11/12/2553	1	สมฤดี - ราศรี (ปกติ)	1	9	2	640	5	0.775	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
12/3/2553	1	บุญนาค-ราศรี (ชุบ2 skd11)	1	15	14	640	15	2.29007634	0	1	0	6	1	3	3	0	0	1
12/3/2553	1	บุญนาค-ราศรี (ชุบ2 skd11)	1	15	14	640	8	1.2345679	0	0	0	2	0	4	2	0	0	0
12/3/2553	1	บุญนาค-ราศรี (ชุบ2 skd11)	1	15	14	640	31	4.61997019	0	2	0	8	8	3	3	0	0	7

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป รุ่น Castle Stone ในขั้นตอนการตัด โดยใช้หลักการของแผนภูมิพาเร โต (Pareto Diagram) แผนภูมิแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) และการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) โดยปัจจัยแรกที่ควรควบคุมคืออายุของใบมีดที่ใช้ในการตัด

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้เกิดขึ้นในบริษัท เอสซีจี แลนด์สเคป จำกัด ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีในการจัดเตรียมข้อมูล วัตถุดิบ เครื่องมือ ตลอดจนพนักงานและทีมงานที่มีส่วนร่วมในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ โดยงานวิจัยนี้สามารถลดปริมาณของเสียของกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป จากเดิมเปอร์เซ็นต์ของเสีย อยู่ที่ประมาณ 3.8 % จนลดลงเหลือประมาณ 2.3% โดยมุ่งเน้นแก้ปัญหาอายุของใบมีดที่ใช้ในการตัดอิฐบล็อก สามารถสรุปผลการดำเนินงานทั้งหมดได้ดังนี้



รูปที่ 5.1 สรุปเปอร์เซ็นต์ของเสียในแต่ละเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการวัด เริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตอย่างละเอียดเพื่อหาสาเหตุของการเกิดปัญหาด้วยวิธีระดมสมอง และผู้วิจัยได้ออกแบบตัวอย่างการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลการผลิต และจำแนกลักษณะของอาการของเสีย นำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นแผนภูมิพาเรโตเพื่อดูลักษณะอาการที่เกิดขึ้นมากที่สุด และนำมาสร้างแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล จากนั้นทำการวิเคราะห์แผนภูมิแสดงสาเหตุและผลด้วยวิธีการระดมสมอง จนทำให้ได้สาเหตุหลักๆ 2 ปัจจัยด้วยกันที่คาดว่าจะมีผลต่อปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป ได้แก่ อายุใบมีด และอายุบล็อก

ขั้นตอนการวิเคราะห์ จากสาเหตุหลัก 2 ปัจจัยได้แก่ อายุบล็อก และ อายุใบมีด ผู้วิจัยนำมาทำการทดสอบด้วยวิธี การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล เพื่อวิเคราะห์ว่าปัจจัยใดมีผลต่อปริมาณของเสียอย่างมีนัยสำคัญ ผลที่ได้พบว่าปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ คือ อายุใบมีด

ขั้นตอนการปรับปรุง เมื่อได้ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของเสียอย่างมีนัยสำคัญแล้ว ขั้นตอนนี้จะทำการหาช่วงอายุใบมีดที่เหมาะสมที่ใช้ในการตัด ซึ่งจากการทำการออกแบบการทดลองและทำการปรึกษากับวิศวกรของทางบริษัท พบว่าช่วงอายุใบมีดที่เหมาะสมกับกระบวนการตัด คือช่วงอายุ 1-5 วัน

ขั้นตอนการควบคุม เนื่องจากการจะนำช่วงอายุใบมีดใหม่ และตารางบันทึกข้อมูลการผลิตแบบใหม่ไปใช้ในกระบวนการผลิตจริงได้จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงเอกสารทางบริษัท พร้อมกับอธิบายให้กับพนักงานหน้างานเข้าใจถึงลายละเอียดต่างๆ ในการบันทึกข้อมูล และการปรับเปลี่ยนอายุของใบมีดให้อยู่ในช่วง 1-5 วัน หรือมากกว่านี้เล็กน้อย

จากการบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลา 2 เดือน ทางบริษัทได้หาวิธีการที่จะเพิ่มอายุการใช้งานของใบมีด โดยบริษัทกำหนดใบมีดชนิดใหม่ขึ้นมา 2 ชนิดคือ 1) ใบมีดชุบ S50C 2) ใบมีดชุบ SKD11 ซึ่งรวมกับใบมีดของเดิมจะมีใบมีดทั้งหมด 3 ชนิด ทางบริษัทได้มอบหมายให้ผู้วิจัยมาทำการวิเคราะห์ว่าใบมีดทั้ง 3 ชนิดนี้ ชนิดไหนที่ส่งผลต่อปริมาณของเสียน้อยที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า ใบมีดแบบเดิม ส่งผลต่อปริมาณของเสียน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับใบมีดอีก 2 ชนิดที่เหลือ

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงมูลค่าที่มีผลต่อบริษัท

	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
เปอร์เซ็นต์ของเสีย	3.8 %	2.3 %
มูลค่าที่บริษัทสูญเสีย	174,000 บาทต่อเดือน	103,000 บาทต่อเดือน
ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนใบมีด		3,500 บาทต่อเดือน
รายได้ที่คาดว่าบริษัทจะได้เพิ่ม		67,500 บาทต่อเดือน

ก่อนการปรับปรุง มีปริมาณของเสียของตัวก้อนจำนวน 11,600 ก้อน คิดเป็นมูลค่าที่บริษัทสูญเสียไปถึง 174,000 บาทต่อเดือน ซึ่งจำนวนของเสียนี้ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสีย สูงถึง 3.8% แต่หลังจากการปรับปรุงโดยการควบคุมอายุใบมีดให้อยู่ในช่วงอายุ 1 ถึง 5 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสีย ลดลงเหลือประมาณ 2.3 % โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนใบมีด 3,500 บาทต่อเดือน สามารถเพิ่มรายได้ให้กับบริษัทได้ 67,500 บาทต่อเดือน ดังแสดงในตารางที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone ซึ่งผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะด้วยกัน 2 แนวทางดังนี้คือ

5.2.1 แนวทางที่โรงงานจะนำผลไปใช้

การทดลองใบมีดแบบใหม่ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ใบมีดแบบเดิมปกติ ใบมีดชุบ S50C และใบมีดชุบ SKD11 ทั้ง 3 ชนิดได้นำมาทำการทดลองตัดอิฐบล็อกเป็นจำนวน ไม่มากเท่ากับจำนวนในการตัดจริงในหนึ่งวัน ทำให้ผลการทดลองที่ได้อาจไม่สามารถนำมาอธิบายหรือสรุปผลได้ดีเท่าที่ควร ทางผู้วิจัยได้เสนอให้ทางบริษัทนำใบมีดทั้ง 3 ชนิดนี้ไปทำการตัดอิฐบล็อกให้มีจำนวนเท่ากับการตัดจริงในแต่ละวัน เพื่อได้ผลสรุปที่มีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

5.2.2 แนวทางในการทำงานวิจัยนี้ในอนาคต

ผู้วิจัยพบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ ตามที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คือ อายุของใบมีดเป็นปัจจัยหลัก ซึ่งอาจมีปัจจัยอื่นที่เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการตัดอิฐบล็อกสำเร็จรูป Castle Stone เช่น ความดันของเครื่องตัด ระยะสปริงของเครื่องตัด และส่วนผสมของอิฐบล็อก ซึ่งปัจจัยทั้งหมดนี้จะเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษางานวิจัยนี้ต่อในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. วชิรพงษ์ สาลีสิงห์. ปฏิวัติกระบวนการทำงานด้วยเทคนิค Six Sigma ฉบับ Champion และ Black Belt. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ศิริวัฒนา อินเตอร์พริ้นท์ จำกัด (มหาชน), 2548.

2. วันรัตน์ จันทกิจ. 17 เครื่องมือนักคิด. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2547.

3. ศุภชัย นาทะพันธ์. การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2551.

4. ปารเมศ ชุติมา. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2545

5. กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) สนพ. สมาคม, 2544

6. George Eckes. Six Sigma for everyone. แปลโดย ดร.วิทยา สุหฤทดำรง. กรุงเทพมหานคร: บริษัท อี ไอ สแควร์ พับลิชชิ่ง จำกัด, 2546.

7. การบ่งชี้ "ความสูญเปล่า" Identifying Waste of the Shop floor แปลโดย ดร.วิทยา สุหฤทดำรง. และยุพา กลอนกลาง กรุงเทพมหานคร: บริษัท อี ไอ สแควร์ พับลิชชิ่ง จำกัด, 2549.

8. Katsuya Hosotan. การแก้ปัญหาแบบคิวซี แปลโดย วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), สนพ. สมาคม , 2546

9. R. Cavanaugh, R. Neuman, R. Pande. เส้นทางสู่ Six Sigma. แปลโดย ฝ่ายวิชาการ บริษัท สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด. กรุงเทพมหานคร : บริษัท สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด, 2548.

10. คู่มือการใช้ Minitab หัวข้อ Quality Process Improvement. แปลโดย บริษัท โซลูชั่น เซ็นเตอร์ จำกัด

11. คู่มือการใช้ Minitab หัวข้อ Design of Experiments. แปลโดย บริษัท โซลูชั่น เซ็นเตอร์ จำกัด

12. Douglas C. Montgomery. Design and Analysis of Experiments, John Wiley & Son. Inc, 2005

13. รัชนี บุญสาร และ วรากร ศิลปศาสตร์, 2546. การเพิ่มผลผลิตโดยการลดเวลาสูญเปล่าและของเสีย. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

14. กนกวรรณ ดีปัญญา, ธนวัฒน์ ธงอาษา และ ชัยทวี สมัญญา , 2547. การปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีซิกซ์ซิกม่า ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษา: บริษัท ไทยซัมมิทเอ็นจิเนียริ่ง จำกัด. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

15. ณัฐวุฒิ ศิริรัตนกุลชัย, ธีรพร นภาศิริรัตน์, สิทธิกร จินดารัตน์ และอนุพงศ์ เจริญสุข, 2550. การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยระบบการผลิตแบบโตโยต้า กรณีศึกษา บริษัท สยามซีเนเตอร์ จำกัด. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ธวัชชัย แปงจิตต์, 2547. การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ โดยใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

17. เฉลิมเกียรติ ส่งทวีทรัพย์, 2548. การลดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องของท่อ HDPE. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

18. นรา บุรีพันธ์, 2552. การลดของเสียในกระบวนการผลิตเหล็กหล่อ FC – 20. การประชุมวิชาการ "ธนบุรีวิจัย ครั้งที่ 2"

19. วสันต์ พุกผาสุก, 2551. การลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมียม โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า : กรณีศึกษาบริษัทในอุตสาหกรรมชุบโครเมียม วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 18

20. ฉลอง สีแก้วสิ่ว. สถิติประยุกต์. [ออนไลน์] 2553. [สืบค้นวันที่ 28 ธันวาคม 2553]. จาก http://www.statistics.ob.tc/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 (A)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-6 ตัวก้อนนูนออก M/C 3

A-7 ตัวก้อนเว้า M/C 3

A-23 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

A-26 ตัวก้อนเว้า M/C 2

A-27 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-26 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-55 ตัดแผ่นปะไม่ขาด M/C 1

A-89 ตัวก้อนเว้า M/C 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 (B)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-27 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 2

B-30 ตัวก้อนนูนออก M/C 2

B-55 ตัวก้อนนูนออก M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-13 ตัวก้อนนูนออก M/C 1

B-28 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-5 ตัวก้อนนูนออก M/C 1

B-28 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

B-30 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 (C)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-55 ตัวก้อนนูนออก M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-31 ตัวก้อนเว้า M/C 2

C-80 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-15 ตัวก้อนนูนออก M/C 2

C-57 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 1

C-60 ตัวก้อนนูนออก M/C 1

C-70 ตัวก้อนเว้า M/C 2

C-88 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (A)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-26 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

A-86 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-21 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (B)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-15 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (C)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-10 ตัวก้อนนูนออก M/C 2

C-46 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวขาว M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-36ตัวก้อนนูนออก M/C 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (D)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

D-50 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

D-6 ตัวก้อนนูนออก M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (E)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

E-20 ตัวก้อนนูนออก M/C 3

E-56 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (A)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-2 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวขาว M/C 1

A-51 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 2

A-61 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-7 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-10ตัวก้อนนูนออก M/C 3

A-40 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3

A-65 ตัวก้อนเว้า M/C 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (B)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-36 ตัวก้อนเว้า M/C 1

B-66 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

B-76 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (C)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (D)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

D-36 ตัวก้อนนูนออก M/C 3

D-41 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

D-49 ตัดแผ่นปะไม่ขาด M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

D-41 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวขาว M/C 3

D-61 ตัวก้อนนูนออก M/C 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (E)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

E-40 ตัวก้อนนูนออก M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

E-18 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

E-22 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

E-63 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

E-66 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (A)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-56 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-25 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-21 ตัวก้อนนูนออก M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-31 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 2

A-35 ตัวก้อนนูนออก M/C 2

A-42 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (B)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-21 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-35 ตัวก้อนนูนออก M/C 2

B-86 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

เกิดจากสาเหตุอื่นระหว่างรอการตัด

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2553 (C)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-6 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3
C-30 ตัดแผ่นปะไม่ขาด M/C 3
C-38 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3
C-40 ตัดแผ่นปะไม่ขาด M/C 3
C-50 ตัดแผ่นปะไม่ขาด M/C 3
C-66 ตัวก้อนเว้า M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-66 ตัวก้อนนูนออก M/C 3
C-85 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-21 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 2
C-31 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3
C-86 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-31 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2553 (A)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-41 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

A-49 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

A-86 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-25 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

A-29 ตัวก้อนเว้า M/C 2

A-36 ตัวก้อนเว้า M/C 3

A-71 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-73 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

A-1 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

A-2 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

A-22 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

A-46 ตัดแผ่นปะไม่ขาด M/C 1

A-72 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2553 (B)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-17 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-1 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

B-26 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-32 ตัดแผ่นปะไม่ขาด M/C 3

B-33 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวขวาง M/C 3

B-38 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

B-41 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

B-1 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

B-51 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

B-58 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2553 (C)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-26 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

C-58 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 2

C-81 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-7 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวขาว M/C 1

C-17 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวขาว M/C 3

C-18 ตัดแผ่นปะไม่ขาด M/C 3

C-37 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวขาว M/C 3

C-56 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

C-59 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวขาว M/C 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

C-31 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวขาว M/C 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเสียหายของ CASTLE STONE ในแต่ละพาเลท

วันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2553 (D)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

D-15 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 3

D-76 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

D-22 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

D-2 ตัวก้อนเว้า M/C 3

D-16 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

D-1 ตัวก้อนแตกบิ่น M/C 1

D-81 ตัวก้อนหักครึ่งก้อนแนวยาว M/C 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ 1 ข้อมูลการผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ด้ายหลุด	ด้ายขาด	ด้ายพันเข็มเย็บ	ด้ายพันตะขอกวัด	ด้ายม้วน	ด้ายนูน	ติดผ้าไม่ขึ้น	แตะละเอียด (หมุนไม่ได้)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
1/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	9	1	2560	32	1.235	0	8	0	7	0	2	1	0	14	0	2592
1/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	9	1	2560	54	2.066	0	5	0	26	1	3	0	0	19	0	2614
2/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	2	2560	106	3.976	0	34	9	43	2	2	0	0	16	0	2666
2/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	2	2560	49	1.878	0	8	5	22	0	2	4	0	8	0	2609
2/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	3	3	2560	154	5.674	1	12	0	108	3	2	0	27	0	1	2714
2/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	3	3	2560	118	4.406	8	15	0	79	2	3	6	2	3	0	2678
2/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	5	2560	128	4.762	0	40	10	57	0	1	0	10	0	10	2688
2/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	5	2560	82	3.104	0	25	0	43	2	0	4	1	0	7	2642
3/9/2553	1	คมคาย - ราตรี	1	11	3	2560	38	1.463	2	8	3	8	0	7	3	0	7	0	2598
3/9/2553	2	นัฐพล - พิชัย	1	11	3	2560	35	1.349	2	5	0	12	4	2	5	0	5	0	2595
3/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	12	4	2560	72	2.736	8	13	0	15	18	7	7	2	2	0	2632
3/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	12	4	2560	51	1.953	3	3	0	10	15	10	5	0	3	2	2611
3/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	12	5	2560	26	1.005	1	6	5	10	0	1	0	0	0	3	2586
3/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	12	5	2560	36	1.387	1	11	1	9	0	2	2	0	7	3	2596

ตารางที่ ผ 1 ข้อมูลการผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดเฉลว	แตกเป็น	แตกเป็นหลายเสี้ยว	แตกเป็นหลายเสี้ยว	ก้อนผ้า	ก้อนฝุ่น	ติดแผ่นใบ	แตกละเอียด (ไม่เป็นแผ่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
4/9/2553	1	พิชัย - ราตรี	1	12	3	2560	47	1.803	0	5	0	7	4	2	4	0	25	0	2607
4/9/2553	2	พิชัย - ราตรี	1	5	3	2560	70	2.662	0	11	0	28	1	3	6	0	21	0	2630
4/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	13	4	320	7	2.141	2	1	0	1	0	1	2	0	0	0	327
4/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	13	4	2560	7	0.273	2	1	0	1	0	1	2	0	0	0	2567
4/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	13	6	2560	31	1.196	1	9	1	8	3	1	1	0	5	2	2591
4/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	13	6	2560	95	3.578	3	25	0	40	1	1	3	3	4	15	2655
6/9/2553	1	พิชัย - ราตรี	1	7	4	2560	87	3.287	0	40	0	23	1	0	7	0	16	0	2647
6/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	8	0	2560	84	3.177	4	9	0	47	8	0	7	6	3	0	2644
6/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	8	0	2560	66	2.513	0	19	2	25	5	0	9	0	0	6	2626
7/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	8	5	2560	110	4.120	0	46	0	37	2	6	7	0	12	0	2670
7/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	8	5	795	94	10.574	0	17	0	74	0	1	0	0	2	0	889
7/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	8	5	1280	55	4.120	0	3	1	20	0	4	7	0	20	0	1335
7/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	9	1	2240	59	2.566	1	6	0	45	3	2	2	0	0	0	2299
7/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	9	1	1280	28	2.141	2	6	0	15	1	2	2	0	0	0	1308

ตารางที่ ผ 1 ข้อมูลการผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแยกลบ	หนีบเสา	แรงหนีบเสา	แรงหนีบขวาง	ก้อนเส้า	ก้อนหนุน	ติดผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
7/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	9	1	2560	82	3.104	0	40	5	24	4	0	5	0	1	3	2642
7/9/2553	2	นัฐพล - พิชัย	3	9	1	1280	15	1.158	0	3	0	7	0	0	1	0	3	1	1295
7/9/2553	2	นัฐพล - พิชัย	3	9	1	1280	19	1.463	0	2	1	8	0	0	2	0	1	5	1299
8/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	9	6	2560	82	3.104	2	8	2	38	2	14	4	0	12	0	2642
8/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	9	6	2560	85	3.214	0	4	1	60	0	0	6	0	14	0	2645
8/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	9	2	2560	42	1.614	8	2	0	15	5	12	0	0	0	0	2602
8/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	9	2	2560	45	1.727	7	0	0	34	2	2	0	0	0	0	2605
8/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	9	2	2560	77	2.920	0	38	15	12	1	1	0	0	2	8	2637
8/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	9	2	2560	57	2.178	0	21	5	15	3	2	4	0	4	3	2617
9/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	10	0	2560	88	3.323	0	8	0	66	1	1	1	0	11	0	2648
9/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	10	0	2560	97	3.651	0	10	0	83	0	0	0	0	4	0	2657
9/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	10	3	2560	39	1.501	1	2	0	32	2	0	0	0	0	2	2599
9/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	10	3	2560	41	1.576	6	5	0	21	3	3	1	0	2	0	2601
9/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	10	0	2240	99	4.233	0	77	0	15	3	0	2	0	1	1	2339

ตารางที่ ผ 1 ข้อมูลการผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	แตกบิ่น	แตกหัวแนวยาว	แตกหัวแนวขวาง	ผู้อนเข้า	ผู้อนนูน	ติดเผ่นปะ	แตกละเอียด (หลุดไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
9/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	10	0	2560	70	2.662	0	47	0	11	2	0	1	0	1	8	2630
10/9/2553	1	สมาน - ราตรี	1	11	1	1600	78	4.648	0	11	2	61	1	0	1	0	2	0	1678
10/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	11	0	2560	35	1.349	4	8	5	9	4	5	0	0	0	0	2595
10/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	11	0	1280	11	0.852	1	1	2	3	2	2	0	0	0	0	1291
10/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	11	1	2560	98	3.687	0	61	13	5	3	1	0	3	0	12	2658
10/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	11	1	1280	15	1.158	0	5	0	1	2	0	0	0	3	4	1295
11/9/2553	1	สมาน - ราตรี	1	12	2	960	76	7.336	0	8	2	64	2	0	0	0	0	0	1036
11/9/2553	2	สมาน - ราตรี	1	12	2	2187	73	3.230	0	28	2	35	0	0	0	0	8	0	2260
11/9/2553	2	สมาน - ราตรี	1	12	2	320	35	9.859	0	8	0	27	0	0	0	0	0	0	355
11/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	12	1	2560	41	1.576	5	6	8	8	1	7	1	1	1	3	2601
11/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	12	1	2240	37	1.625	4	7	0	11	6	2	1	0	1	5	2277
11/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	12	1	320	6	1.840	0	0	2	2	1	1	0	0	0	0	326
11/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	12	2	2560	30	1.158	1	11	0	4	2	1	2	0	1	8	2590
11/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	12	2	2240	28	1.235	0	5	6	0	2	0	1	0	3	11	2268

ตารางที่ ผ 1 ข้อมูลการผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										
									ตัดเฉลว	แตกเงิ่น	แตกบังแตกขวาง	แตกบังแตกยาว	ก้อนเข้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นใบ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	รวม
11/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	12	2	320	3	0.929	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	323
13/9/2553	1	สุเพียบ - ราตรี	1	14	0	2560	203	7.347	2	11	2	127	5	30	24	0	2	0	2763
13/9/2553	2	สุเพียบ - ราตรี	1	14	0	2560	179	6.535	0	3	0	164	0	0	9	0	3	0	2739
13/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	14	2	2560	72	2.736	4	7	7	42	3	7	0	0	0	2	2632
13/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	14	2	2560	73	2.773	2	6	8	46	2	2	1	0	1	5	2633
13/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	14	4	2560	47	1.803	0	17	2	12	1	2	1	0	1	11	2607
13/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	14	4	2560	54	2.066	1	10	1	26	2	2	0	0	2	10	2614
14/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	15	3	4490	85	1.858	6	7	10	43	11	5	0	0	0	3	4575
14/9/2553	3	เกษร - จุฑาภรณ์	3	15	5	4480	118	2.566	0	24	1	87	0	4	0	0	0	2	4598
20/09/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	2	2039	124	5.733	0	11	0	96	5	0	3	0	9	0	2163
20/09/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	4	0	2240	45	1.969	4	6	0	25	2	4	0	0	0	4	2285
20/09/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	0	2240	25	1.104	0	7	1	5	3	1	0	0	0	8	2265
21/09/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	4	3	2560	71	2.699	0	3	0	53	0	0	4	0	11	0	2631
21/09/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	4	1	2560	31	1.196	5	8	0	6	0	1	5	0	5	1	2591

ตารางที่ ผ 1 ข้อมูลการผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดขาด	สกปรก	ผิวหยาบ	ผิวไม่สม่ำเสมอ	ผิวไม่เรียบ	หนาบาง	ยาวสั้นเกิน	ผิวไม่สม่ำเสมอ (ปุ่มปม)	ตัดไม่ตรง	ไหม้	
22/09/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	5	4	384	10	2.538	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	394
22/09/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	2	4	960	40	4.000	0	3	0	34	2	0	1	0	0	0	1000
22/09/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	5	4	1280	75	5.535	0	3	0	69	1	0	0	0	2	0	1355
24/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	4	1	2560	69	2.625	0	10	0	25	0	1	29	0	4	0	2629
24/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	4	1	640	11	1.690	0	2	0	5	0	0	2	0	2	0	651
24/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	7	1	640	8	1.235	0	0	0	5	0	0	1	0	2	0	648
24/9/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	4	1	3520	63	1.758	1	3	0	55	1	3	0	0	0	0	3583
24/9/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	7	1	320	17	5.045	1	2	0	14	0	0	0	0	0	0	337
24/9/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	4	1	3723	62	1.638	2	15	3	21	5	5	1	4	1	5	3785
24/9/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	7	1	320	2	0.621	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	322
25/09/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	8	2	766	19	2.420	0	2	0	8	0	0	4	0	5	0	785
25/09/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	8	2	960	25	2.538	2	2	0	17	2	2	0	0	0	0	985
25/09/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	8	2	640	8	1.235	1	0	2	3	0	0	0	0	0	2	648
29/09/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	2	3	1600	58	3.498	0	7	0	22	5	2	7	0	15	0	1658

ตารางที่ ผ 1 ข้อมูลการผลิตในเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตุ้มหลุด	หนอนเตรียม	เตรียมหนอนเสีย	หนอนเสียรูป	ก้อนเบ้า	ก้อนหนุน	ติดแผ่นไม้	แตกร้าว (หนอน,ก้อน)	ตุ้มไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
29/09/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	2	3	1471	19	1.275	1	7	0	7	0	2	1	0	1	0	1490
29/09/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	3	3	3840	310	7.470	38	0	0	225	0	0	0	40	2	5	4150
29/09/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	3	3840	221	5.442	5	34	2	115	13	5	15	0	2	30	4061
30/09/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	4	2560	46	1.765	0	12	0	6	4	0	7	0	17	0	2606
30/09/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	4	2240	50	2.183	0	6	5	15	3	1	8	0	12	0	2290
30/09/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	3	4	2560	122	4.549	5	5	0	63	6	28	0	0	2	13	2682
30/09/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	3	4	2240	117	4.964	0	2	0	92	0	23	0	0	0	0	2357
30/09/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	4	2560	79	2.994	3	17	0	23	9	13	3	0	0	11	2639
30/09/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	4	2240	64	2.778	1	8	5	20	5	10	5	0	0	10	2304

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ 2 ข้อมูลการผลิตในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	แตกปิ่น	แตกหักแนวยาว	แตกหักแนวขวาง	ก้อนเก้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
1/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	3	1	2560	51	1.953	4	5	35	2	5	0	0	0	0	0	2611
1/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล-สุเพียบ-จันทร์ใ	2	4	1	2560	140	5.185	10	43	17	10	30	30	0	0	0	0	2700
1/10/2553	3	สุเพียบ-จันทร์ใด	2	4	1	2560	80	3.030	0	15	5	15	10	10	5	0	10	10	2640
1/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	1	2560	69	2.625	1	15	0	15	5	14	6	0	0	13	2629
1/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	1	2560	20	0.775	0	12	1	5	2	0	0	0	0	0	2580
1/10/2553	3	คมคาย - สวิทธ์	3	3	1	2560	67	2.550	0	19	22	14	0	6	6	0	0	0	2627
2/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	4	2	2560	61	2.327	5	10	0	30	11	5	0	0	0	0	2621
2/10/2553	2	คำเพียบ - เรวดี	2	5	2	320	45	12.329	20	0	10	15	0	0	0	0	0	0	365
2/10/2553	3	คมคาย - ณัฐพล	2	1	1	320	8	2.439	0	1	0	3	0	1	0	0	3	0	328
4/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	7	4	1280	62	4.620	3	5	0	45	2	5	0	2	0	0	1342
4/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	6	4	960	27	2.736	0	1	0	3	3	10	10	0	0	0	987
4/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	7	3	1409	41	2.828	0	8	0	14	2	3	2	0	4	8	1450
4/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	2	640	72	10.112	0	20	5	35	0	0	2	0	5	5	712
5/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	8	1	3840	98	2.489	0	25	0	26	5	3	19	0	0	20	3938

ตารางที่ ผ 2 ข้อมูลการผลิตในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแถลบ	แตกบิ่น	แตกหักแนวยาว	แตกหักแนวขวาง	ผ้อนเว้า	ผ้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (หมดสภาพไม่ซ่อม)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
5/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	8	1	3840	116	2.932	0	11	0	15	5	50	35	0	0	0	3956
6/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	8	2	2121	44	2.032	0	3	4	7	0	5	19	0	4	2	2165
6/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	8	2	1920	68	3.421	1	2	0	30	10	20	5	0	0	0	1988
6/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	8	1	1920	66	3.323	2	11	1	25	2	2	18	0	0	5	1986
11/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	3	2560	36	1.387	3	7	1	14	2	3	6	0	0	0	2596
11/10/2553	2	ณัฐพล - พล	2	3	4	2560	166	6.090	0	50	0	54	23	7	15	0	17	0	2726
11/10/2553	2	คมคาย - สมาน	3	3	3	2560	126	4.691	0	23	0	82	0	0	0	0	8	13	2686
12/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	4	4	2560	50	1.916	0	6	0	9	2	2	9	0	16	6	2610
12/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	4	4	2560	59	2.253	0	7	0	12	10	6	7	0	12	5	2619
12/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	4	5	2560	74	2.809	6	0	0	50	8	0	0	0	0	10	2634
12/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	4	5	2560	73	2.773	7	5	0	20	15	0	0	0	0	26	2633
12/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	4	4	2560	90	3.396	0	5	0	60	0	1	8	0	4	12	2650
12/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	4	4	2560	102	3.832	0	7	0	46	0	0	5	0	9	35	2662
13/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	5	5	2560	34	1.311	0	3	4	5	2	4	8	0	5	3	2594

ตารางที่ ผ 2 ข้อมูลการผลิตในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดเฉลย	แตกบิ่น	แตกนูนหลายรอย	แตกนูนรอยเดียว	ก้อนแก้	ก้อนนูน	ติดเผ่นโล้	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
13/10/2553	2	สมฤดี - คมคาย	1	5	5	2560	133	4.939	0	9	0	1	23	71	8	0	18	3	2693
13/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	5	6	2560	30	1.158	2	0	0	13	3	0	0	5	0	7	2590
13/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	5	6	2560	42	1.614	0	0	0	24	5	1	0	0	0	12	2602
13/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	5	5	2560	55	2.103	0	10	0	25	0	0	6	6	1	7	2615
13/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	5	5	2560	36	1.387	2	7	0	12	0	0	5	0	0	10	2596
14/10/2553	3	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	6	960	12	1.235	1	3	1	5	0	1	1	0	0	0	972
14/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	6	2	2560	54	2.066	0	2	1	11	1	4	21	0	7	7	2614
14/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	6	2	2560	55	2.103	0	5	0	12	5	6	8	0	17	2	2615
14/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	1	6	1	2560	52	1.991	6	0	0	20	1	10	0	0	0	15	2612
14/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	6	1	2560	72	2.736	2	0	0	25	0	10	0	0	0	35	2632
15/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	7	3	2240	48	2.098	1	0	1	9	0	18	4	0	13	2	2288
15/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	7	2	2560	51	1.953	0	1	0	30	0	0	0	0	0	20	2611
15/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	7	2	2560	70	2.662	0	15	0	10	0	2	18	0	5	20	2630
16/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	8	4	2560	43	1.652	0	1	2	4	2	18	3	0	7	6	2603

ตารางที่ ผ 2 ข้อมูลการผลิตในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแถลม	แถบดำ	แตกหักแนวยาว	แตกหักแนวขวาง	ปิ้นเว้า	ปิ้นนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
16/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	8	4	2560	64	2.439	0	5	0	14	0	21	13	0	8	3	2624
16/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	8	3	2240	28	1.235	3	0	0	15	0	5	0	0	0	5	2268
16/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	8	3	2560	146	5.395	0	5	0	96	0	15	0	0	0	30	2706
16/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	8	3	2560	19	0.737	0	3	0	1	2	4	5	0	1	3	2579
16/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	8	3	2560	51	1.953	0	7	0	17	2	2	5	0	0	18	2611
18/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	10	5	2560	63	2.402	0	0	0	18	2	26	9	0	4	4	2623
18/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	10	5	1600	28	1.720	0	0	1	10	0	10	2	0	2	3	1628
18/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	10	5	960	16	1.639	0	1	0	3	3	2	4	0	1	2	976
18/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	10	4	2560	56	2.141	0	0	0	43	10	3	0	0	0	0	2616
18/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	10	4	1629	10	0.610	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	1639
18/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	10	4	960	11	1.133	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	971
18/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	10	4	2560	66	2.513	0	7	0	20	4	15	3	0	1	16	2626
18/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	10	4	1647	24	1.436	0	0	0	10	0	7	0	0	0	7	1671
18/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	10	4	960	11	1.133	0	1	0	2	0	3	0	0	0	5	971

ตารางที่ ผ 2 ข้อมูลการผลิตในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ผ้าขาดตก	สกปรก	ผ้าหนาหนาเกิน	ผ้าบางบางเกิน	เกาะผ้า	ผ้าหลุด	ลวดแผ่นไป	ผิดแผกลวดลาย (คลาดเคลื่อนไม่แน่นอน)	ตัดไม่ตรงรอย	อื่นๆ	
19/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	11	1	1249	15	1.187	0	1	0	3	1	4	2	0	2	2	1264
19/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	11	1	960	13	1.336	0	0	0	12	0	0	0	0	0	1	973
19/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	11	5	960	11	1.133	0	2	0	5	0	2	0	0	0	2	971
20/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	2	2	2560	17	0.660	1	3	0	3	0	1	0	0	8	1	2577
20/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	2	2	2560	29	1.120	0	2	1	6	4	0	0	0	14	2	2589
20/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	2	2	2560	52	1.991	0	0	0	29	0	2	0	0	1	20	2612
20/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	2	2	2560	66	2.513	0	0	0	45	0	0	0	0	0	21	2626
20/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	2	1	2560	50	1.916	0	11	0	10	1	0	5	0	3	20	2610
20/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	2	1	2560	88	3.323	0	14	0	35	0	0	10	0	2	27	2648
21/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	3	1920	17	0.878	0	1	0	3	0	5	0	0	4	4	1937
21/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	3	1600	14	0.867	0	2	0	1	0	1	0	0	9	1	1614
21/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	3	3	2560	40	1.538	3	5	1	25	0	1	0	0	0	5	2600
21/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	3	3	2560	64	2.439	0	6	0	44	0	2	0	0	2	10	2624
21/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	2	2560	67	2.550	0	5	0	45	0	0	3	0	0	14	2627

ตารางที่ ผ 2 ข้อมูลการผลิตในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแถลบ	ตัดเกิน	แตกหักขณะขาย	แตกหักขณะขาย	ด้ายเข้า	ด้ายนอก	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
21/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	2	2560	51	1.953	0	8	5	11	0	0	5	0	5	17	2611
22/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	4	4	569	10	1.727	1	0	0	3	2	2	0	0	2	0	579
22/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	4	4	640	10	1.538	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	650
22/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	4	3	320	7	2.141	0	0	0	1	3	0	0	0	0	3	327
26/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	5	5	1280	63	4.691	0	1	3	3	1	18	18	0	17	2	1343
26/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	5	5	2560	62	2.365	0	5	8	6	4	6	13	0	20	0	2622
26/10/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	5	5	1280	34	2.588	5	0	3	0	17	7	2	0	0	0	1314
26/10/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	5	5	2560	36	1.387	11	0	0	8	6	0	11	0	0	0	2596
26/10/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	5	4	512	25	4.655	0	1	11	6	0	0	0	0	0	7	537
27/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	6	6	2560	111	4.156	0	11	4	6	30	16	22	0	19	3	2671
27/10/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	6	6	2560	23	0.890	0	2	1	4	1	1	8	0	4	2	2583
27/10/2553	3	สิทธิศักดิ์ - ราตรี	1	6	1	2560	36	1.387	0	1	1	3	8	0	11	0	8	4	2596
27/10/2553	1	บุญนาค-พล	2	6	6	2560	53	2.028	15	8	0	12	7	9	2	0	0	0	2613
27/10/2553	2	ณัฐพล-พล	2	6	6	3840	84	2.141	10	25	0	18	6	11	6	0	5	3	3924

ตารางที่ ผ 2 ข้อมูลการผลิตในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ผ้าขาดม้วน	ผ้าขาดม้วน	ผ้าขาดม้วน	ผ้าขาดม้วน	ผ้าหลุด	ผ้าหลุด	ผ้าไม่เข้าตัว	ผ้าขาดม้วน (ผ้าเก่า)	ผ้าขาดม้วน	อื่นๆ	
27/10/2553	3	ณัฐพล-พล	2	6	6	460	6	1.288	1	0	0	2	2	0	1	0	0	0	466
27/10/2553	1	เกษร - ภักจิรา	3	6	6	3840	55	1.412	0	8	5	32	0	0	0	0	0	10	3895
27/10/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	6	3840	99	2.513	0	40	0	11	0	0	11	0	4	33	3939
28/10/2553	1	สมาน - ราตรี	1	7	2	3520	47	1.318	7	3	5	4	8	8	7	0	0	5	3567
28/10/2553	1	บุญนาค-สมฤดี	2	7	7	2560	67	2.550	25	9	2	11	9	9	2	0	0	0	2627
28/10/2553	2	บุญนาค-สมฤดี	2	7	7	960	26	2.637	0	9	1	5	3	7	0	0	0	1	986
28/10/2553	1	เกษร - พล	3	7	1	5089	123	2.360	1	11	10	10	35	18	7	0	0	31	5212
29/10/2553	1	สมาน - ราตรี	1	3	3	960	7	0.724	0	1	0	1	1	2	2	0	0	0	967
29/10/2553	2	สมาน - ราตรี	1	3	3	2240	24	1.060	0	1	0	3	1	5	11	0	0	3	2264
29/10/2553	3	สมาน - ราตรี	1	3	3	2560	21	0.814	0	0	0	2	4	3	8	0	0	4	2581
29/10/2553	1	บุญนาค-สมฤดี	2	3	1	5760	48	0.826	7	5	2	24	0	5	0	0	0	5	5808
29/10/2553	1	เกษร - พล	3	3	2	1920	50	2.538	0	9	13	10	8	1	2	0	0	7	1970
29/10/2553	2	เกษร - พล	3	3	2	3840	41	1.056	0	6	0	22	2	0	5	0	0	6	3881
30/10/2553	1	สมาน - ราตรี	1	4	4	2560	36	1.387	2	0	0	3	0	8	11	0	9	3	2596

ตารางที่ ผ 2 ข้อมูลการผลิตในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดขนาด	เล็กเกิน	ขนาดหนาเกิน	ขนาดบางเกิน	ผ้าอ้วน	หนาอ้วน	ติดแผ่นใส	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
30/10/2553	2	สมาน - ราตรี	1	4	4	3200	108	3.265	0	1	0	4	14	5	78	0	5	1	3308
30/10/2553	3	สุเพียบ-กันตา	1	4	4	1920	67	3.372	0	0	1	8	9	6	43	0	0	0	1987
30/10/2553	1	เกษร - พล	3	4	3	2840	71	2.439	0	15	3	35	3	1	0	0	0	14	2911
30/10/2553	2	ณัฐพล - เรวดี	3	4	3	1920	59	2.981	5	1	50	0	0	0	0	0	0	3	1979
30/10/2553	3	ณัฐพล - เรวดี	3	4	3	1920	93	4.620	0	16	1	61	0	2	0	0	2	11	2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ 3 ข้อมูลการผลิตในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	ตกเต็ม	ตกนำหนักเกิน	ตกนำหนักขาด	ด้ายแน่น	หัวหนอน	สิ่งแปลกปลอม	แตกละเอียด (ไม่แน่ใจ)	ตัดไม่ตรงร่อง	ไหญ่	
1/11/2553	1	สมาน - ราตรี	1	6	3	2560	63	2.402	0	1	0	10	3	0	45	0	0	4	2623
1/11/2553	2	สมาน - ราตรี	1	6	3	2560	43	1.652	0	0	2	2	3	0	31	0	0	5	2603
1/11/2553	1	วัญเพ็ญ-บุญนาค	2	6	1	2560	190	6.909	0	66	0	40	14	65	5	0	0	0	2750
1/11/2553	2	วัญเพ็ญ-บุญนาค	2	6	1	2560	75	2.846	0	7	0	15	10	15	0	0	0	28	2635
1/11/2553	1	เกษร - พล	3	6	1	2560	63	2.402	1	7	0	38	0	3	2	0	1	11	2623
1/11/2553	2	เกษร - พล	3	6	1	2560	85	3.214	0	16	4	47	1	0	1	0	0	16	2645
2/11/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	6	4	2560	0	0.000	0	3	4	22	3	8	10	0	9	0	2560
2/11/2553	1	วัญเพ็ญ-จันทร์ใด	2	6	2	2560	100	3.759	0	8	1	20	6	50	0	0	0	15	2660
2/11/2553	1	เกษร - พล	3	6	2	2560	87	3.287	0	12	3	56	0	1	0	0	0	15	2647
6/11/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	2560	65	2.476	0	6	0	17	9	5	9	0	15	4	2625
6/11/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	2560	55	2.103	4	8	2	12	6	2	4	0	9	8	2615
6/11/2553	3	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	2560	17	0.660	7	0	0	3	3	0	0	0	0	4	2577
6/11/2553	1	วัญเพ็ญ-บุญนาค	2	4	1	2560	62	2.365	1	17	0	30	2	0	0	0	0	12	2622
6/11/2553	2	วัญเพ็ญ-บุญนาค	2	3	1	2560	73	2.773	0	8	0	40	0	0	0	0	0	25	2633

ตารางที่ ผ 3 ข้อมูลการผลิตในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย											รวม
									ตัดแฉลบ	หนาเตี้ย	หนาหนักเกิน	บางหนักเกิน	ย้วยเกิน	หลุดย้วย	ติดแต่เปื้อน	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ		
6/11/2553	3	วัญเพ็ญ-บุญนาค	2	3	1	2560	25	0.967	0	0	0	20	0	0	0	0	0	5		2585
6/11/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	3	2560	59	2.253	0	15	0	30	5	0	0	0	1	8		2619
6/11/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	3	2560	100	3.759	0	15	0	35	1	2	0	0	0	47		2660
6/11/2553	3	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	3	2560	60	2.290	5	20	4	15	7	2	5	0	0	2		2620
7/11/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	2560	33	1.273	1	4	2	6	0	1	9	0	8	2		2593
7/11/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	2560	45	1.727	0	1	1	16	6	0	8	0	12	1		2605
7/11/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	3	2	1920	49	2.489	0	20	0	20	0	0	0	0	0	9		1969
7/11/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	4	2560	145	5.360	0	55	0	70	5	0	0	0	0	15		2705
7/11/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	4	2560	57	2.178	0	5	0	45	2	0	0	0	0	5		2617
8/11/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	5	2	2560	37	1.425	0	5	0	6	4	1	7	0	5	9		2597
8/11/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	5	2	2560	47	1.803	0	5	0	9	5	2	11	0	10	5		2607
8/11/2553	3	สมฤดี - ราตรี	1	5	2	2560	76	2.883	0	6	1	15	12	3	4	0	27	8		2636
8/11/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	5	3	3840	94	2.389	0	20	0	43	0	4	0	0	0	27		3934
8/11/2553	2	บุญนาค - พล	2	5	3	3840	101	2.563	0	51	0	20	25	5	0	0	0	0		3941

ตารางที่ ผ 3 ข้อมูลการผลิตในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแต่งเฉลว	ตัดเกิน	แตกหักแนวตรง	แตกหักแนวตรง	ป้องไม่	หนีนอน	ติดแผ่นใบ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
8/11/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	5	5	3840	100	2.538	0	10	0	17	5	5	15	0	0	48	3940
8/11/2553	2	เกษร - สุวิทธ์	3	5	5	3840	136	3.421	0	13	60	30	5	0	0	0	3	25	3976
9/11/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	6	3	2560	167	6.124	0	11	0	18	14	9	105	0	4	6	2727
9/11/2553	2	จุฑาภรณ์ - กันตา	1	6	3	2560	96	3.614	0	15	0	0	9	5	40	0	27	0	2656
9/11/2553	3	จุฑาภรณ์ - กันตา	1	6	3	2560	134	4.974	0	20	0	42	10	0	2	0	45	15	2694
9/11/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	6	1	3520	88	2.439	0	15	0	45	11	0	0	0	0	17	3608
9/11/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	6	1	3840	168	4.192	0	60	0	70	3	0	0	0	0	35	4008
9/11/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	1	3840	142	3.566	0	35	0	60	20	5	7	0	1	14	3982
9/11/2553	2	เกษร - เรวดี	3	6	1	3840	100	2.538	0	15	0	40	10	25	0	0	0	10	3940
10/11/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	6	2	2240	129	5.445	0	20	0	50	48	1	0	0	0	10	2369
10/11/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	6	2	320	22	6.433	0	2	0	15	5	0	0	0	0	0	342
10/11/2553	2	บุญนาค - สวิทธ์	2	6	2	3840	136	3.421	4	66	0	35	4	9	6	3	0	9	3976
10/11/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	2	3520	89	2.466	5	15	0	52	2	0	2	0	4	9	3609
10/11/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	2	320	23	6.706	0	3	10	0	0	0	0	0	5	5	343

ตารางที่ ผ 3 ข้อมูลการผลิตในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	เต็มเกิน	แตกหักแนวตรง	แตกหักแนวเฉียง	ปูดนูน้ำ	ปูดนูน	ติดแผ่นโปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	ไหม้	
10/11/2553	2	วัญเพ็ญ-จุฑาภรณ์	3	6	2	3840	298	7.202	30	0	0	180	5	10	25	0	28	20	4138
11/11/2553	2	จุฑาภรณ์ - กันตา	1	8	3	2880	83	2.801	0	0	2	10	2	15	37	0	17	0	2963
11/11/2553	3	จุฑาภรณ์ - กันตา	1	8	3	2560	143	5.290	0	20	0	22	5	20	15	0	60	1	2703
11/11/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	7	3	320	9	2.736	0	0	0	5	0	0	0	0	0	4	329
11/11/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	8	3	1280	20	1.538	0	4	0	9	0	4	0	0	0	3	1300
11/11/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	8	3	2560	71	2.699	0	0	0	38	0	6	0	0	4	23	2631
11/11/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	7	3	320	3	0.929	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	323
11/11/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	8	3	1280	21	1.614	0	3	0	10	0	0	1	0	6	1	1301
11/11/2553	2	เกษร - เรวดี	3	8	3	3840	34	0.878	0	7	0	15	0	0	0	0	0	12	3874
13/11/2553	3	บุญนาค - เรวดี	1	11	4	2560	92	3.469	0	0	0	0	0	64	22	0	0	6	2652
13/11/2553	3	วัญเพ็ญ-พล	2	11	3	2560	76	2.883	0	0	0	35	0	19	0	0	2	20	2636
13/11/2553	3	เกษร - จุฑาภรณ์	3	11	1	2560	75	2.846	0	1	0	4	0	0	55	0	0	15	2635
15/11/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	13	3	2560	29	1.120	0	3	0	7	0	0	7	0	8	4	2589
15/11/2553	1	สมฤดี - สิทธิศักดิ์	1	13	3	2560	26	1.005	0	3	3	7	0	0	6	0	5	2	2586

ตารางที่ ผ 3 ข้อมูลการผลิตในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดเฉลว	แตกบิ่น	แตกหักแนวยาว	แตกหักแนวตาม	ก้อนเว้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
15/11/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	13	4	2560	36	1.387	0	0	0	16	0	5	0	0	0	15	2596
15/11/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	13	4	2560	38	1.463	0	0	0	20	0	1	0	0	0	17	2598
15/11/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	13	2	1280	32	2.439	0	5	0	15	0	0	8	0	3	1	1312
15/11/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	13	2	3840	124	3.128	0	15	0	56	3	0	30	0	5	15	3964
16/11/2553	2	ณัฐพล - เรวดี	1	13	4	1280	19	1.463	2	2	0	0	6	1	3	0	0	5	1299
16/11/2553	1	วัญเพ็ญ-พล	2	12	1	2560	50	1.916	0	0	0	21	0	12	0	0	2	15	2610
16/11/2553	2	วัญเพ็ญ-พล	2	13	1	1280	12	0.929	0	0	0	9	1	0	0	0	0	2	1292
16/11/2553	1	เกษร - บุญนาค	3	12	3	2240	61	2.651	0	11	0	24	13	0	4	0	0	9	2301
16/11/2553	2	เกษร - บุญนาค	3	13	3	960	39	3.904	0	8	0	5	7	5	5	0	0	9	999
17/11/2553	1	จันใด - เรวดี	1	15	5	1280	32	2.439	0	3	0	8	1	10	0	0	0	10	1312
17/11/2553	1	จันใด - เรวดี	1	5	5	2560	49	1.878	0	5	0	17	3	7	9	0	0	8	2609

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ก้อนเล็ก	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
4/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	4	3	3840	118	2.981	0	15	0	38	20	10	17	0	0	18	3958
4/12/2553	2	คาร - เรวดี	2	4	1	3840	164	4.096	0	23	0	47	16	14	24	0	14	26	4004
4/12/2553	1.5	เกษร - จุฑาภรณ์	3	4	1	3840	150	3.759	0	50	7	16	19	11	17	0	2	28	3990
4/12/2553	1.5	จันทร์ใด - กันตา	3	4	1	3840	142	3.566	0	31	4	25	9	13	37	0	3	20	3982
4/12/2553	1+2	บุญนาค - ราตรี	1	3	2	3840	137	3.445	0	64	17	20	3	25	5	0	3	0	3977
4/12/2553	1+2	สุดชาย - สวิทธ์	1	3	2	3840	133	3.348	0	40	25	25	3	20	10	0	0	10	3973
6/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	6	2	3840	65	1.665	3	15	0	28	9	2	0	0	0	8	3905
6/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	6	2	3840	60	1.538	10	16	0	15	7	1	3	0	0	8	3900
6/12/2553	1+2	สมาน - เรวดี	1	5	3	3840	40	1.031	0	1	1	1	7	20	2	0	4	4	3880
6/12/2553	2+3	สมาน - เรวดี	1	5	3	3840	74	1.891	0	1	1	3	18	24	15	0	2	10	3914
6/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	2	3840	136	3.421	0	18	3	23	18	15	30	0	13	16	3976
6/12/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	2	3840	102	2.588	0	13	2	14	11	8	25	0	16	13	3942
7/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	7	3	3840	60	1.538	5	10	0	13	17	10	0	0	0	5	3900
7/12/2553	2	คมคาย -	2	8	3	3840	44	1.133	0	18	2	0	0	3	1	0	0	20	3884

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ก้อนเล็ก	ก้อนใหญ่	ติดแผ่นใย	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
7/12/2553	1+2	สมาน - ราตรี	1	5	2	3840	41	1.056	0	6	0	2	13	8	5	0	2	5	3881
7/12/2553	2	คาร - สวิทธิ์	1	5	2	3840	53	1.361	0	8	0	7	5	10	5	0	3	15	3893
7/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	1	3840	127	3.201	0	19	0	23	2	23	28	0	2	30	3967
7/12/2553	2	จันทร์ใด - เรวดี	3	6	1	3840	115	2.908	0	15	0	19	4	16	38	0	0	23	3955
8/12/2553	1+2	จันทร์ใด - ราตรี	1	7	1	3840	119	3.006	0	4	3	2	56	45	5	0	2	2	3959
8/12/2553	2+3	คาร - ราตรี	1	7	1	3840	107	2.711	0	1	2	4	22	35	4	0	39	0	3947
8/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	7	1	3840	64	1.639	0	13	0	15	8	15	10	0	0	3	3904
8/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	8	1	3840	46	1.184	0	5	0	3	2	10	16	0	0	10	3886
8/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	7	2	3840	61	1.564	0	11	0	28	0	2	5	0	5	10	3901
8/12/2553	3	เกษร - จุฑาภรณ์	3	7	2	3840	82	2.091	0	20	0	20	2	3	6	0	13	18	3922
9/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	9	1	3840	73	1.866	0	15	0	7	7	30	5	0	6	3	3913
9/12/2553	2	สิทธิศักดิ์ - กันดา	2	9	1	3840	39	1.005	0	5	10	5	0	0	0	0	9	10	3879
9/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	8	3	3840	67	1.715	0	34	1	5	3	0	0	0	8	16	3907
9/12/2553	2	จันทร์ใด - เรวดี	3	8	3	3840	112	2.834	0	21	0	20	7	17	30	0	0	17	3952

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ก้อนเล็ก	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
11/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	11	2	1600	52	3.148	0	5	5	5	2	7	12	11	0	5	1652
11/12/2553	3	สิทธิศักดิ์ - กันดา	2	30	1	3200	107	3.236	0	28	0	10	0	25	17	0	12	15	3307
11/12/2553	1	สมาน - ราตรี	1	10	4	1280	47	3.542	0	2	3	0	2	20	5	0	8	7	1327
11/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	10	4	1600	65	3.904	0	13	8	18	15	8	0	0	2	1	1665
11/12/2553	2	จันทร์ใด - เรวดี	3	30	1	3520	168	4.555	0	45	0	8	0	40	48	0	0	27	3688
12/12/2553	2	จันทร์ใด - กันดา	2	34	1	2580	55	2.087	0	11	0	17	6	0	11	0	0	10	2635
12/12/2553	3	นัฐพล - เรวดี	3	34	1	2560	61	2.327	0	11	0	6	0	13	13	0	9	9	2621
13/12/2553	1	สมาน - ราตรี	1	31	2	640	9	1.387	0	2	0	0	0	1	1	0	2	3	649
13/12/2553	1	สมาน - ราตรี	1	25	2	960	16	1.639	0	1	0	0	0	4	7	0	0	4	976
13/12/2553	1+2	สมาน - ราตรี	1	3	2	2240	28	1.235	0	2	0	7	0	1	2	0	0	16	2268
13/12/2553	2+3	สุเพียญ - ราตรี	1	3	2	3840	64	1.639	0	4	0	25	12	8	8	0	3	4	3904
13/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	31	1	640	50	7.246	0	0	0	0	15	15	15	0	0	5	690
13/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	26	1	960	50	4.950	0	0	0	0	5	18	20	0	0	7	1010
13/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	4	1	2240	38	1.668	0	0	0	0	3	10	15	0	0	10	2278

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										
									ติดแฉลบ	แตกบิ่น	แตกห้องแนวขวาง	แตกห้องแนวยาว	ก้อนเข้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	รวม
13/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	4	1	3840	101	2.563	10	6	0	40	10	15	15	0	0	5	3941
13/12/2553	1.5	เกษร - จุฑาภรณ์	3	32	2	640	11	1.690	0	1	1	0	0	0	0	0	0	9	651
13/12/2553	1.5	เกษร - จุฑาภรณ์	3	2	2	960	36	3.614	0	12	0	1	1	9	4	0	0	9	996
13/12/2553	1.5	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	2	2240	66	2.862	0	15	6	11	5	4	4	0	5	16	2306
13/12/2553	2.5	เกษร - จุฑาภรณ์	3	3	2	3840	120	3.030	0	22	0	34	6	5	13	0	12	28	3960
14/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	5	2	3840	92	2.340	5	15	0	42	0	0	10	0	0	20	3932
14/12/2553	2	จันทร์ใด - เรวดี	2	5	2	1280	37	2.809	0	5	0	5	0	11	10	0	0	6	1317
15/12/2553	1+2	สมาน - ราตรี	1	4	1	3840	49	1.260	0	0	0	4	0	4	16	0	18	7	3889
15/12/2553	2+3	คมคาย - ราตรี	1	4	1	3840	41	1.056	0	2	0	3	7	7	4	0	7	11	3881
15/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	5	1	3840	34	0.878	2	8	0	6	0	1	10	0	0	7	3874
15/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	5	1	3840	62	1.589	10	11	0	16	0	5	10	0	0	10	3902
15/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	5	1	3840	70	1.790	0	24	0	8	3	6	13	0	1	15	3910
15/12/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	5	1	3840	100	2.538	0	21	0	20	1	10	12	0	12	24	3940
16/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	2	3840	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3840

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย											รวม
									ตัดแถลบ	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ด้อนร้า	ด้อนนูน	ติดแผ่นใบ้	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ		
16/12/2553	2	กันดา - สิทธิศักดิ์	2	6	2	1280	26	1.991	0	0	0	15	0	0	6	0	0	5		1306
16/12/2553	1+2	สมาน - ราตรี	1	5	2	3840	44	1.133	0	3	0	6	1	5	8	0	8	13		3884
16/12/2553	2	คาร - จตุพร	1	5	2	1280	28	2.141	0	5	0	6	0	3	2	0	0	12		1308
16/12/2553	3	คาร - จตุพร	1	5	2	2560	72	2.736	0	14	1	10	1	9	10	0	15	12		2632
16/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	7	2	3840	65	1.665	10	18	0	17	0	5	5	0	0	10		3905
16/12/2553	2	จันทร์ใด - เรวดี	2	6	2	1280	23	1.765	0	0	0	10	0	0	8	0	0	5		1303
16/12/2553	2.5	จันทร์ใด - เรวดี	2	6	2	2560	38	1.463	0	0	2	15	0	5	13	0	0	3		2598
17/12/2553	1+2	สมาน - ราตรี	1	6	3	3840	62	1.589	0	7	0	5	8	6	6	0	20	10		3902
17/12/2553	2	สุเพียญ - ราตรี	1	6	3	1280	5	0.389	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0		1285
17/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	7	3	3840	56	1.437	7	20	0	15	0	0	6	0	0	8		3896
17/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	7	3	1280	13	1.005	2	2	0	7	0	0	1	0	0	1		1293
17/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	1	3840	97	2.464	0	14	0	22	15	11	5	0	5	25		3937
17/12/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	1	1280	23	1.765	0	3	0	5	0	3	2	0	3	7		1303
18/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	8	2	3840	59	1.513	0	14	0	22	0	0	1	0	3	19		3899

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ด้อนเว้า	ด้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
18/12/2553	2	นัฐพล - จันทร์ใด	3	8	2	3840	64	1.639	0	5	0	16	0	7	5	0	16	15	3904
18/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	8	1	3840	52	1.336	7	12	0	10	2	0	16	0	0	5	3892
18/12/2553	2	คมคาย - เรวดี	2	8	1	3840	93	2.365	0	18	0	13	7	8	11	0	28	8	3933
18/12/2553	1+2	ราตรี - สมาน	1	7	1	3840	70	1.790	0	6	0	6	6	4	13	0	23	12	3910
19/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	9	3	2560	80	3.030	0	15	0	20	5	5	5	0	5	25	2640
19/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	31	3	1280	55	4.120	0	12	2	8	4	5	6	0	3	15	1335
19/12/2553	2	นัฐพล -	3	31	3	1280	51	3.832	0	11	0	7	0	7	8	0	8	10	1331
19/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	22	2	2560	53	2.028	8	0	0	15	0	5	10	0	0	15	2613
19/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	21	2	1280	28	2.141	0	0	0	8	0	0	10	0	0	10	1308
19/12/2553	2	จันทร์ใด - เรวดี	2	21	2	1280	20	1.538	0	0	0	8	0	5	0	4	0	3	1300
19/12/2553	1	คมคาย - ราตรี	1	31	2	2560	92	3.469	0	12	10	8	8	43	1	0	0	10	2652
20/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	10	1	3840	85	2.166	0	5	0	0	0	25	25	0	0	30	3925
20/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	10	1	1280	25	1.916	0	0	0	5	0	0	10	0	0	10	1305
20/12/2553	1+2	ราตรี - สมาน	1	10	3	3840	115	2.908	0	6	0	6	18	35	19	0	22	9	3955

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	แตกบิ่ม	แตกหัก(แนวขวาง)	แตกหัก(แนวยาว)	ด้อนเว้า	ด้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
20/12/2553	2	นัฐพล - จันทร์ใด	2	10	4	1280	25	1.916	0	6	0	7	0	6	2	0	0	4	1305
20/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	10	3	3840	136	3.421	0	18	0	39	9	32	7	0	5	26	3976
20/12/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	10	3	1280	36	2.736	0	5	1	13	3	4	2	0	2	6	1316
21/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	6	1	3840	82	2.091	0	12	3	23	0	11	13	0	0	20	3922
21/12/2553	2	นัฐพล - จันทร์ใด	3	6	1	3840	115	2.908	0	21	0	43	5	2	14	0	18	12	3955
21/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	6	1	3840	62	1.589	0	7	0	12	2	16	20	0	0	5	3902
21/12/2553	2	คาร - เรวดี	2	6	1	3840	127	3.201	0	10	0	14	40	10	7	0	36	10	3967
21/12/2553	1+2	ราตรี - สมาน	1	5	1	3840	87	2.215	0	11	2	6	4	6	11	0	35	12	3927
22/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	12	2	3840	63	1.614	1	5	0	0	12	15	10	0	5	15	3903
22/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	6	2	3520	42	1.179	0	7	0	10	0	15	0	0	0	10	3562
22/12/2553	3	วันเพ็ญ - พล	2	6	2	320	5	1.538	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	325
22/12/2553	1.5	เกษร - จุฑาภรณ์	3	7	2	3840	129	3.250	0	9	0	71	15	10	6	0	12	6	3969
22/12/2553	2.5	เกษร - จุฑาภรณ์	3	7	2	3520	130	3.562	3	13	0	35	4	18	25	0	12	20	3650
22/12/2553	2.5	เกษร - จุฑาภรณ์	3	7	2	320	15	4.478	0	5	0	5	0	0	2	0	3	0	335

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแถบ	ตกบ่า	ตกขอบด้านยาว	ตกขอบด้านสั้น	ด้านเว้า	ด้านนูน	ติดแผ่นใส	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
22/12/2553	1+2	ราตรี - ธีระ	1	12	2	3520	96	2.655	0	6	0	6	28	5	2	0	47	2	3616
22/12/2553	2+3	นัฐพล - จันทร์ใด	1	12	2	3520	42	1.179	0	6	0	5	0	0	7	0	16	8	3562
22/12/2553	3	นัฐพล - จันทร์ใด	1	12	2	320	8	2.439	0	2	0	5	0	0	0	0	0	1	328
23/12/2553	1+2	ราตรี - สมาน	1	34	3	3840	123	3.104	0	8	0	1	18	20	8	0	65	3	3963
23/12/2553	2	นัฐพล - จันทร์ใด	1	34	3	1280	27	2.066	0	5	0	4	0	0	2	0	11	5	1307
23/12/2553	3	นัฐพล - จันทร์ใด	1	13	3	1920	44	2.240	0	5	0	6	2	0	2	0	20	9	1964
23/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	35	3	2560	48	1.840	5	7	0	11	0	15	0	0	0	10	2608
23/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	35	1	2560	52	1.991	2	10	0	5	0	20	0	0	0	15	2612
23/12/2553	3	ศักดิ์ - ธีระพงษ์	2	14	1	1920	33	1.690	5	5	0	5	0	7	2	0	0	9	1953
23/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	14	1	3840	93	2.365	0	27	0	17	0	10	12	0	7	20	3933
23/12/2553	2	คาร - เรวดี	3	14	1	1280	41	3.104	0	10	0	15	0	0	4	0	6	6	1321
23/12/2553	3	คาร - เรวดี	3	14	1	1920	47	2.389	0	17	0	13	0	0	7	0	10	0	1967
24/12/2553	1+2	ราตรี - สมาน	1	8	1	3840	33	0.852	0	1	0	0	0	9	1	0	22	0	3873
24/12/2553	2+3	ราตรี - สมาน	1	8	1	3840	70	1.790	0	1	0	1	2	10	5	0	33	18	3910

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดเฉลบ	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ก้อนเว้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
24/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	9	2	3840	38	0.980	2	5	0	0	0	15	6	0	0	10	3878
24/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	9	2	3840	57	1.463	6	9	0	6	0	10	16	0	0	10	3897
24/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	15	2	3840	123	3.104	0	22	0	52	0	7	13	0	8	21	3963
24/12/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	15	2	3840	97	2.464	0	24	0	20	6	7	8	0	18	14	3937
25/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	16	3	3840	143	3.590	0	34	0	28	10	18	21	0	5	27	3983
25/12/2553	2	คาร - เรวดี	3	16	3	1280	20	1.538	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	1300
25/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	37	3	2560	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2560
25/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	37	3	2560	31	1.196	0	0	0	6	4	10	1	0	6	4	2591
25/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	11	1	3840	80	2.041	0	14	0	9	0	21	16	0	10	10	3920
25/12/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	11	1	3840	70	1.790	5	15	0	10	0	15	15	0	0	10	3910
26/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	16	1	3840	60	1.538	5	6	0	7	0	20	17	0	0	5	3900
26/12/2553	2	วันเพ็ญ - จันทร์ใด	2	11	1	3840	72	1.840	0	10	0	25	0	20	0	0	0	17	3912
26/12/2553	1+2	ราตรี - สมาน	1	16	1	3840	41	1.056	0	3	0	0	2	3	24	0	8	1	3881
27/12/2553	1+2	ราตรี - สมาน	1	11	2	3840	59	1.513	0	7	0	1	5	7	17	0	20	2	3899

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย											รวม
									ตัดเฉลย	ตกเต็ก	แตกนอกแถบ	แตกในแถบ	ด้ายแกว้า	หนีกอู้	ติดผ่านยาก	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ		
27/12/2553	2+3	ราตรี - เรวดี	1	11	2	3840	82	2.091	0	17	0	0	6	18	9	0	27	5		3922
27/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	12	2	3840	62	1.589	0	5	0	15	10	22	5	0	0	5		3902
27/12/2553	2	วันเพ็ญ - พล	2	12	2	3840	63	1.614	0	5	0	5	0	25	10	0	0	18		3903
27/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	12	2	3840	59	1.513	0	15	0	9	1	6	7	0	7	14		3899
27/12/2553	2	เกษร - จุฑาภรณ์	3	13	2	3840	93	2.365	0	20	0	10	0	15	10	0	15	23		3933
28/12/2553	1+2	ราตรี - สมาน	1	12	3	3840	92	2.340	0	28	0	1	10	15	10	0	26	2		3932
28/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	13	1	3840	87	2.215	5	6	0	5	0	23	38	0	0	10		3927
28/12/2553	2	คาร - เรวดี	2	13	1	3840	102	2.588	0	10	0	10	0	35	35	0	2	10		3942
28/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	13	3	3840	85	2.166	0	18	0	20	5	18	11	0	0	13		3925
28/12/2553	2	นัฐพล - จันทร์ใด	3	13	3	3840	69	1.765	0	8	5	7	2	4	0	0	21	22		3909
29/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	14	2	1280	22	1.690	0	6	0	0	0	11	0	0	0	5		1302
29/12/2553	1	ราตรี - สมาน	1	13	1	1920	31	1.589	0	2	0	0	0	2	13	0	11	3		1951
29/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	14	3	1920	38	1.941	0	5	0	8	0	4	6	0	7	8		1958
30/12/2553	1	ราตรี - สมาน	1	7	2	2560	25	0.967	0	6	0	1	3	1	1	0	11	2		2585

ตารางที่ ผ 4 ข้อมูลการผลิตในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	เตเปิ้ม	แตกหน้าแคบยาว	แตกหน้าแคบสั้น	ก้อนเว้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
30/12/2553	1	วันเพ็ญ - พล	2	9	3	2560	28	1.082	0	10	0	1	0	5	5	0	0	7	2588
30/12/2553	1	เกษร - จุฑาภรณ์	3	8	4	2560	49	1.878	0	14	0	12	3	5	5	1	5	4	2609

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ 5 การทดลองอายุบล็อก 3 วัน อายุใบมีด 1 วัน และ 5 วัน

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	ตัดเบี้ยว	แตกด้านยาว	แตกด้านสั้น	ค้อนเว้า	ค้อนนูน	ติดแผ่นใบ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	4	1.23	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	324
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	3	0.93	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	323
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	8	2.44	0	1	0	5	0	0	2	0	0	0	328
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	4	1.23	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	324
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	12	3.61	0	0	0	4	3	1	0	0	4	0	332
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	15	4.48	0	0	0	13	1	1	0	0	0	0	335
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	11	3.32	0	1	0	7	0	0	1	0	2	0	331
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	3	1	320	15	4.48	0	0	0	8	1	1	3	0	2	0	335
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	11	3.32	0	5	0	3	1	0	0	0	2	0	331
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	10	3.03	0	2	0	7	0	0	1	0	0	0	330
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	12	3.61	0	2	0	5	3	0	1	0	1	0	332
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	20	5.88	0	2	0	11	1	1	1	0	4	0	340
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	23	6.71	0	1	0	15	3	1	3	0	0	0	343
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	14	4.19	0	1	0	10	1	0	2	0	0	0	334
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	24	6.98	0	2	0	14	0	4	1	0	3	0	344
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	3	5	320	25	7.25	0	3	0	17	4	1	0	0	0	0	345

ตารางที่ ผ 6 การทดลองอายุบล็อก 13 วัน อายุใบมีด 1 วัน และ 5 วัน

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแคบ	ตัดเบี้ยว	แตกหักแนวยาว	แตกหักแนวขวาง	ก้อนเข้า	ก้นหนา	ผิวแผ่นใส	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	13	1	320	6	1.84	0	2	0	1	0	0	1	0	0	2	326
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	13	1	320	1	0.31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	321
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	13	1	320	1	0.31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	321
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	13	1	320	5	1.54	0	0	0	1	1	0	3	0	0	0	325
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	13	1	320	1	0.31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	321
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	13	1	320	3	0.93	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	323
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	13	1	320	7	2.14	0	1	1	2	0	2	0	0	0	1	327
23/9/2553	1	สมฤดี - ราตรี	1	13	1	320	4	1.23	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	324
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	13	5	320	21	6.16	0	8	0	1	1	1	10	0	0	0	341
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	13	5	320	23	6.71	0	1	0	2	2	9	9	0	0	0	343
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	13	5	320	20	5.88	0	1	0	0	0	11	8	0	0	0	340
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	13	5	320	16	4.76	0	0	0	0	0	7	9	0	0	0	336
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	13	5	320	13	3.90	0	0	0	1	0	3	9	0	0	0	333
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	13	5	320	21	6.16	0	2	0	0	0	6	13	0	0	0	341
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	13	5	320	18	5.33	0	1	0	0	0	12	5	0	0	0	338
23/9/2553	2	สมฤดี - ราตรี	1	13	5	320	20	5.88	0	2	0	3	3	4	8	0	0	0	340

ตารางที่ ผ 7 การทดลองชนิดใบมีด

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดเฉลาบ	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ก้อนเว้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
11/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	6	1	640	8	1.235	0	0	0	0	1	3	4	0	0	0	648
11/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	6	1	640	15	2.290	0	0	0	1	0	1	13	0	0	0	655
11/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	6	1	640	7	1.082	0	0	0	1	0	0	4	0	0	2	647
11/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	6	1	640	3	0.467	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	643
11/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	6	1	640	8	1.235	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	648
11/10/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	6	1	640	6	0.929	0	0	0	0	1	1	3	0	1	0	646
11/12/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	9	2	640	11	1.690	0	0	0	2	0	1	5	0	3	0	651
11/12/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	9	2	640	5	0.775	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	645
11/12/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	9	2	640	15	2.290	0	1	0	0	0	2	10	0	1	1	655
11/12/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	9	2	640	5	0.775	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	645
11/12/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	9	2	640	14	2.141	0	0	0	2	0	0	7	0	4	1	654
11/12/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	9	2	640	25	3.759	1	0	0	2	0	0	15	0	5	2	665
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	12	3	640	6	0.9287926	0	0	0	1	2	1	0	0	0	2	646
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	12	3	640	7	1.0819165	0	0	0	0	1	0	5	0	0	1	647

ตารางที่ ผ 7 การทดลองชนิดใบมีด

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดเฉลว	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ก้อนเว้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	12	3	640	6	0.9287926	0	2	0	1	0	0	3	0	0	0	646
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	11,12	3	640	14	2.1406728	0	1	0	1	0	1	1	0	6	4	654
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	11	3	640	5	0.7751938	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	645
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	11	3	640	8	1.2345679	0	1	0	2	0	1	2	0	2	0	648
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	15	4	640	7	1.0819165	0	2	0	1	2	0	0	0	0	2	647
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	15	4	640	3	0.466563	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	643
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	15	4	640	10	1.5384615	0	1	1	3	0	3	2	0	0	0	650
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	15	4	640	10	1.5384615	0	0	0	1	0	2	0	0	2	5	650
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	15	4	640	8	1.2345679	0	1	1	2	0	0	1	0	1	2	648
11/16/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	15	4	640	2	0.3115265	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	642
11/18/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	14	5	640	4	0.621118	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	644
11/18/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	14	5	640	5	0.7751938	0	0	0	2	0	0	1	0	2	0	645
11/18/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	14	5	640	5	0.7751938	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	645
11/18/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	14	5	640	5	0.7751938	0	0	0	1	0	1	1	0	0	2	645

ตารางที่ ผ 7 การทดลองชนิดใบมีด

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดเฉลบ	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ก้อนเว้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
11/18/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	14	5	640	7	1.0819165	0	1	0	1	0	1	3	0	0	1	647
11/18/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	14	5	640	6	0.9287926	0	0	2	3	0	0	1	0	0	0	646
11/19/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	16	6	640	5	0.7751938	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	645
11/19/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	16	6	640	4	0.621118	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	644
11/19/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	16	6	640	4	0.621118	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	644
11/19/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	16	6	640	13	1.9908116	0	0	0	0	3	9	0	0	0	1	653
11/19/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	16	6	640	4	0.621118	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	644
11/19/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	7	6	640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	640
11/20/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	8	7	640	5	0.7751938	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	645
11/20/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	8	7	640	7	1.0819165	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5	647
11/20/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	8	7	640	8	1.2345679	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	648
11/20/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	8	7	640	13	1.9908116	0	0	0	1	1	8	3	0	0	0	653
11/20/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	8	7	640	2	0.3115265	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	642
11/20/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	8	7	640	7	1.0819165	0	1	0	1	1	4	0	0	0	0	647

ตารางที่ ผ 7 การทดลองชนิดใบมีด

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแฉลบ	แตกบิ่น	แตกหัวแนวขวาง	แตกหัวแนวยาว	ก้อนเข้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
11/22/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	5	8	640	5	0.7751938	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	645
11/22/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ1 s50c)	1	5	8	640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	640
11/22/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	5	8	640	4	0.621118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	644
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	6	9	640	6	0.9287926	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4	646
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	5	9	640	5	0.7751938	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	645
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	5	9	640	5	0.7751938	0	0	0	1	0	2	0	0	0	2	645
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	5	9	640	3	0.466563	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	643
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	5	9	640	2	0.3115265	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	642
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	5	9	640	2	0.3115265	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	642
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	7	10	640	3	0.466563	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	643
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	7	10	640	4	0.621118	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	644
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	7	10	640	9	1.3867488	0	0	0	0	0	4	4	0	0	1	649
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	7	10	640	5	0.7751938	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	645
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	7	10	640	8	1.2345679	0	2	0	2	0	2	1	0	0	1	648

ตารางที่ ผ 7 การทดลองชนิดใบมีด

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดแถบกลาง	หนังเต่า	แตกขนานเต่า	แตกขนานเต่า	ก้อนเหว้า	ก้อนหนา	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
11/23/2553	1	สมฤดี - ราตรี (ปกติ)	1	7	10	640	4	0.621118	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	644
25/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	7	11	640	13	1.9908116	0	2	0	1	0	7	3	0	0	0	653
25/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	7	11	640	9	1.3867488	0	0	0	1	0	6	1	0	0	1	649
25/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	7	11	640	5	0.7751938	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	645
25/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	7	11	640	6	0.9287926	0	0	0	1	0	3	0	0	0	2	646
25/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	8	11	640	15	2.2900763	0	2	0	1	7	5	0	0	0	0	655
25/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	8	11	640	19	2.8831563	0	0	0	0	2	13	0	0	0	6	659
25/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	8	11	640	17	2.587519	0	12	0	1	0	2	0	0	0	2	657
25/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	8	11	640	10	1.5384615	0	1	0	0	0	5	1	0	0	3	650
25/11/2553	3	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	8	11	640	13	1.9908116	0	0	0	0	0	8	0	0	0	5	653
25/11/2553	3	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	8	11	640	18	2.7355623	0	0	0	2	0	8	0	0	0	8	658
25/11/2553	3	บุญนาค-ราตรี (ปกติ)	1	8	11	640	7	1.0819165	0	2	0	3	0	1	1	0	0	0	647
27/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	8	11	640	27	4.047976	0	0	0	0	0	16	11	0	0	0	667
27/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	8	11	640	12	1.8404908	0	0	0	0	1	7	4	0	0	0	652

ตารางที่ ผ 7 การทดลองชนิดใบมีด

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ถลาไม่ตัด	ถลาตัด	ถลาหนักเกิน	ถลาเบาเกิน	ก้านบาง	ก้านหนา	สิ่งแปลกปลอม	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	ไม่มีรู	
27/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	8	11	640	12	1.8404908	0	1	0	0	0	5	4	0	0	2	652
27/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	8	11	640	16	2.4390244	0	1	0	0	0	8	4	0	0	3	656
27/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	8	11	640	9	1.3867488	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	649
27/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	8	11	640	5	0.7751938	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	645
27/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	8	11	640	10	1.5384615	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	650
27/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	8	11	640	11	1.6897081	0	1	0	1	0	6	3	0	0	0	651
29/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	14	2.1406728	0	1	0	0	0	13	0	0	0	0	654
29/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	9	1.3867488	0	2	0	0	0	5	2	0	0	0	649
29/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	6	0.9287926	0	1	0	0	0	2	2	0	0	1	646
29/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	12	1.8404908	0	2	0	0	0	7	0	0	0	3	652
29/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	15	2.2900763	0	3	0	0	0	12	0	0	0	0	655
29/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	19	2.8831563	0	0	0	0	0	14	0	0	0	5	659
29/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	19	2.8831563	0	0	0	0	0	18	1	0	0	0	659
29/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	28	4.1916168	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	668

ตารางที่ ผ 7 การทดลองชนิดใบมีด

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดเฉลบ	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ก้อนเว้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
29/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	23	3.4690799	0	0	0	0	0	21	2	0	0	0	663
29/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	25	3.7593985	0	0	0	0	0	20	5	0	0	0	665
29/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	37	5.465288	0	0	0	0	0	25	3	0	4	6	677
29/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	11	12	640	34	5.0445104	0	0	0	0	0	30	4	0	0	0	674
30/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	18	13	640	16	2.4390244	0	0	0	0	1	9	1	0	0	5	656
30/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	18	13	640	16	2.4390244	0	0	0	0	0	12	3	0	0	1	656
30/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	18	13	640	9	1.3867488	0	0	0	0	0	4	2	0	0	3	649
30/11/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ1 S50c)	1	18	13	640	14	2.1406728	0	2	0	0	1	8	1	0	1	1	654
30/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	18	11	640	17	2.587519	0	2	0	2	0	7	0	0	4	2	657
30/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	18	11	640	21	3.1770045	0	1	0	2	1	9	2	0	2	4	661
30/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	18	11	640	20	3.030303	0	5	0	0	1	9	3	0	2	0	660
30/11/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	18	11	640	31	4.6199702	0	3	3	0	5	10	0	4	2	4	671
30/11/2553	3	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	18	11	640	29	4.3348281	0	5	1	1	2	8	0	2	4	6	669
30/11/2553	3	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	18	11	640	26	3.9039039	1	3	0	2	1	7	1	1	1	9	666

ตารางที่ ผ 7 การทดลองชนิดใบมีด

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดเฉลว	แตกบิ่น	แตกขนานนอก	แตกขนานใน	ก้อนแว้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
30/11/2553	3	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	18	11	640	27	4.047976	0	4	3	1	2	7	1	0	0	9	667
30/11/2553	3	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	18	11	640	22	3.3232628	4	3	1	0	4	3	2	2	3	0	662
12/1/2553	1	สุเพียน-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	19	12	640	23	3.4690799	0	0	0	0	0	15	6	0	0	2	663
12/1/2553	1	สุเพียน-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	19	12	640	14	2.1406728	0	0	2	0	0	5	2	0	4	1	654
12/1/2553	1	สุเพียน-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	19	12	640	18	2.7355623	0	0	0	0	0	12	2	0	2	2	658
12/2/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	28	13	640	17	2.587519	0	1	0	5	0	9	0	0	0	2	657
12/2/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	28	13	640	11	1.6897081	0	0	0	0	0	6	4	0	1	0	651
12/2/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	28	13	640	19	2.8831563	0	2	1	4	1	5	1	0	0	5	659
12/2/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	28	13	640	19	2.8831563	0	3	3	1	1	4	3	1	0	3	659
12/2/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	28	13	640	15	2.2900763	0	3	1	5	2	3	0	1	0	0	655
12/2/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	28	13	640	20	3.030303	0	1	2	1	1	5	2	0	1	7	660
12/2/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	28	13	640	13	1.9908116	0	3	1	2	2	1	0	0	1	3	653
12/2/2553	2	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	28	13	640	25	3.7593985	0	5	2	3	4	4	0	1	2	4	665
12/3/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	15	14	640	16	2.4390244	0	2	1	4	2	5	2	0	0	0	656

ตารางที่ ผ 7 การทดลองชนิดใบมีด

วัน/เดือน/ปี	กะ	ชื่อพนักงาน	เครื่อง	อายุบล็อก	อายุใบมีด	จำนวนของดี	จำนวนของเสีย	%Reject	อาการเสีย										รวม
									ตัดเฉลว	แตกบิ่น	แตกหักแนวขวาง	แตกหักแนวยาว	ก้อนเว้า	ก้อนนูน	ติดแผ่นปะ	แตกละเอียด (ไม่แน่น)	ตัดไม่ตรงร่อง	อื่นๆ	
12/3/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	15	14	640	15	2.2900763	0	1	0	6	1	3	3	0	0	1	655
12/3/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	15	14	640	8	1.2345679	0	0	0	2	0	4	2	0	0	0	648
12/3/2553	1	บุญนาค-ราตรี (ชุบ2 skd11)	1	15	14	640	31	4.6199702	0	2	0	8	8	3	3	0	0	7	671

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตารางที่ ผ 8 แผนการดำเนินงาน

ลำดับที่	รายละเอียดการดำเนินงาน	ระยะเวลา																																	
		มิ.ย.53				ก.ค.53				ส.ค.53				ก.ย.53				ต.ค.53				พ.ย.53				ธ.ค.53				ม.ค.54				ก.พ.54				มี.ค.54			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	การศึกษาสภาพปัจจุบันของบริษัท																																								
	1.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันของบริษัท																																								
	1.2 คัดเลือกปัญหาที่จะทำการศึกษา																																								
	1.3 รวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการตัดอิฐบล็อค																																								
2	การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง																																								
	2.1 ศึกษาทฤษฎีสถิติเชิงปริมาณ																																								
	2.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาสถิติเชิงปริมาณ																																								
	2.3 ศึกษาการใช้โปรแกรม Minitab																																								
3	การตรวจสอบปัญหาและการเก็บข้อมูลของเสีย																																								
	3.1 ตรวจสอบของเสียที่เกิดขึ้นและออกแบบวิธีการเก็บข้อมูล																																								
	3.2 เก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น																																								
	3.3 วิเคราะห์และสรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา																																								
4	การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาจากปัจจัยที่พบ																																								
	4.1 วิเคราะห์ปัจจัยที่พบโดยการระดมสมองจากผู้วิจัยและวิศวกรของบริษัท																																								
	4.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่พบโดยใช้แผนภูมิพาเรโตและแผนภูมิเหตุและผล																																								
	4.3 สรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา																																								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้