การลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตแผงวงจรจุลภาค ณ สายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม กรณีศึกษา บริษัท ยูแทคไทย จำกัด

TIME REDUCTION FOR MACHINE SET-UP IN DIE ATTACH LINE OF MICRON IC PRODUCTION: A CASE STUDY OF UTAC THAI LIMITED

นางสาวพัสวี กิจทวีพิพัฒน์

MS. PASSAWEE KIJTAVEEPIPAT

นายศิวกร สะสมสิน

MR. SIWAKORN SASOMSIN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

การลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตแผงวงจรจุลภาค ณ สายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม กรณีศึกษา บริษัท ยูแทคไทย จำกัด

TIME REDUCTION FOR MACHINE SET-UP IN DIE ATTACH LINE OF MICRON IC PRODUCTION: A CASE STUDY OF UTAC THAI LIMITED

นางสาวพัสวี กิจทวีพิพัฒน์

MS. PASSAWEE KIJTAVEEPIPAT

นายศิวกร สะสมสิน

MR. SIWAKORN SASOMSIN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIME REDUCTION FOR MACHINE SET-UP IN DIE ATTACH LINE OF MICRON IC PRODUCTION: A CASE STUDY OF UTAC THAI LIMITED

MS. PASSAWEE KIJTAVEEPIPAT
MR. SIWAKORN SASOMSIN

A THESIS 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 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตแผงวงจรจุลภาค ณ สายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม
กรณีศึกษา บริษัท ยูแทคไทย จำกัด
TIME REDUCTION FOR MACHINE SET-UP IN DIE ATTACH LINE OF MICRON IC PRODUCTION:
A CASE STUDY OF UTAC THAI LIMITED

นักศึกษา นางสาวพัสวี กิจทวีพิพัฒน์ รหัสประจำตัว 54010909
นายศิวกร สะสมสิน รหัสประจำตัว 54011275

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

ฤดี มาสุจันท์

(รศ.ดร. ฤดี มาสุจันท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตแผงวงจรจุลภาค ณ สายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม กรณีศึกษา บริษัท ยูแทคไทย จำกัด
นักศึกษา	นางสาวพัสวี กิจทวีพิพัฒน์ นายศิวกร สะสมสิน
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.ฤดี มาสุจันท์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลา และขั้นตอนที่สูญเปล่า ของการปรับแต่งเครื่องจักรก่อนดำเนินการผลิต ในส่วนของสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม ของบริษัท ยูแทคไทย จำกัด รวมถึงช่วยอำนวยความสะดวก และเพิ่มความรวดเร็ว ในการปฏิบัติงานให้แก่ช่างเทคนิค ในการปรับแต่งเครื่องจักร จากการศึกษาสภาพปัจจุบัน พบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับแต่งเครื่องจักรอยู่ที่ 63:35 นาทีต่อครั้ง ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุ พบว่าสาเหตุหลักๆ นั้นมาจากพนักงานมีการทำงานซ้ำซ้อน มีการรอคอยที่ไม่ก่อให้เกิดงาน และเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ไม่ถูกจัดเตรียมไว้อย่างเหมาะสม ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จึงมุ่งเน้นไปที่การลดระยะทางการเดินของช่างเทคนิค และได้นำหลักการ ECRS (Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify) มาประยุกต์ใช้หลังจากการวิเคราะห์หาสาเหตุ และเสนอแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงนั้น พบว่าสามารถลดเวลาเฉลี่ยของการปรับแต่งเครื่องจักร เหลือเพียง 55:58 นาทีต่อครั้ง เวลาที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 11.98 ของเวลาทั้งหมด ที่ใช้ในการปรับแต่งเครื่องจักร ซึ่งมากกว่าเป้าหมายก่อนเริ่มการปรับปรุง ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 7 ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มสูงขึ้น และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้กับโรงงานกรณีศึกษามากยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถขจัดการสูญเสียที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่ากับสายการผลิต ขณะทำการปรับแต่งเครื่องจักร อีกทั้งสามารถส่งมอบสินค้าแก่ลูกค้า ตรงตามความต้องการ และทันเวลาที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Time Reduction For Machine Set-up In Die Attach Line of Micron IC Production: A Case Study of UTAC Thai Limited
Student	Passawee Kijtaveepipat Siwakorn Sasomsin
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2014
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Ruedee Masuchun

ABSTRACT

The objective of this thesis is to reduce time for machine set-up before starting the production in Die Attach production line of UTAC Thai Limited including make convenience and increase speed for operation with technician to set-up machine. In the present study, we have investigated the average time to set-up per one machine is 63:35 minutes that is too long. From the analysis of the causes, we found that the main causes are technician's repeated work, technician's waiting time for work and devices as well as tools not well prepared. To solve this problem, this study introduces related concepts of set-up reduction. We used concept of ECRS (Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify). Technician's walking path is studied in order to reduce walking distances of technician. After studying and proposing improvement, the average time to set-up per one machine is decreased to 55:58 minutes or 11.98% of total time. Therefore, the execution of this project has successfully managed to reduce time for machine set-up more than the target 7% of total time. As a result, the set-up was reduced substantially. It is a very useful for Die Attach production line to eliminate wastes and improve production efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตแผงวงจรจุลภาค ณ สายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม กรณีศึกษา บริษัท ยูแทคไทย จำกัด สามารถสำเร็จลุล่วงบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยดีนั้น กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

รศ.ดร.ฤดี มาสุจันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับการให้ความรู้ คำแนะนำ กำลังใจ รวมทั้งให้ความช่วยเหลือกลุ่มผู้วิจัยอย่างเต็มที่ในทุกๆ ด้านตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

รศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล และ ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับการเป็นคณะกรรมการที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ให้ข้อคิดเห็น ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ของปริญญานิพนธ์นี้จนเสร็จสมบูรณ์

คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ให้คำแนะนำต่างๆ และอบรมสั่งสอนดั่งบุตรหลานในขณะที่ได้ศึกษาอยู่ รวมทั้งอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ และอุปกรณ์ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์

คุณธราดล โนนยะโส และพนักงานทุกท่านในส่วนต่างๆ ของบริษัท ยูแทคไทย จำกัด กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับการให้โอกาสในการเข้าศึกษาดูงาน ให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำ รวมทั้งการอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ และให้การสนับสนุนกลุ่มผู้วิจัยเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้กำลังใจและทุนทรัพย์ส่งเสียจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคน สำหรับกำลังใจ ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน จนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวพัสวี กิจทวีพิพัฒน์
นายศิวกร สะสมสิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ (7 Quality Control Tools) 4

2.1.1 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) 5

2.1.1.1 เมื่อไรจึงจะใช้ผังแสดงเหตุและผล 5

2.1.1.2 วิธีการสร้างผังแสดงเหตุและผล 5

2.1.1.3 การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา 5

2.1.1.4 องค์ประกอบของผังแสดงเหตุและผล 6

2.1.1.5 การกำหนดปัจจัยบนผังแสดงเหตุและผล 7

2.1.1.6 ข้อดี 8

2.1.1.7 ข้อเสีย 8

2.1.1.8 ข้อควรระวัง 8

2.1.2 แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram) 8

2.1.2.1 ข้อควรระวัง 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.1.3 กราฟ (Graphs) 11
2.1.3.1 ข้อควรระวัง 12
2.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) 12
2.2.1 แนวทางการวิเคราะห์แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต 14
2.2.2 ข้อควรระวัง 14
2.2.3 ประโยชน์ของแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต 14
2.3 แผนภาพแสดงเส้นทางการเดิน (Spaghetti Diagram) 15
2.4 กิจกรรม 5ส 16
2.4.1 วัตถุประสงค์ของ 5ส 17
2.4.2 ประโยชน์จากการทำกิจกรรม 5ส 17
2.4.3 ขั้นตอนในการดำเนินงาน 5ส 18
2.4.3.1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) 18
2.4.3.2 ขั้นเริ่มดำเนินการ (Kick off Project) 18
2.4.3.3 ขั้นตอนดำเนินการ (Implementation) 18
2.4.4 การประเมินมี 2 ส่วน 19
2.4.5 เครื่องมือส่งเสริมกิจกรรม 5ส (Promotion Tools) 20
2.4.6 เครื่องมือในการดำเนินการ (Implementing Tools) 20
2.4.7 หลักการบันทึกภาพการปรับปรุงพื้นที่ 5ส 21
2.4.8 เครื่องมือประเมินผลกิจกรรม (Evaluation Tools) 21
2.4.9 ขั้นการปรับปรุงและสร้างมาตรฐาน 21
2.4.10 ปัญหาในการทำ 5ส 22
2.5 หลักการ Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify (ECRS) 24
2.6 ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste) 25
2.6.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตเกินจำเป็น (Over Production) 25
2.6.1.1 ปัญหาจากการผลิตเกินจำเป็น 25
2.6.1.2 แนวทางการปรับปรุง 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.6.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Stock) . 27
2.6.2.1 ปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง 27
2.6.2.2 แนวทางการปรับปรุง 27
2.6.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) 28
2.6.3.1 ปัญหาจากการขนส่ง 28
2.6.3.2 แนวทางการปรับปรุง 28
2.6.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) 29
2.6.4.1 ปัญหาจากการเคลื่อนไหว 29
2.6.4.2 แนวทางการปรับปรุง 29
2.6.5 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตที่ขาดประสิทธิผล (Non Effective Process) .. 30
2.6.5.1 ปัญหาจากการผลิตมากขั้นตอน 30
2.6.5.2 แนวทางการปรับปรุง 30
2.6.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay or Idle Time) 31
2.6.6.1 ปัญหาจากการรอคอย 31
2.6.6.2 แนวทางการปรับปรุง 31
2.6.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียหรือการแก้ไข (Defect or Rework) 32
2.6.7.1 ปัญหาจากการผลิตของเสีย 32
2.6.7.2 แนวทางการปรับปรุง 32

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล 33
3.2 การกำหนดและนิยามปัญหา 33
3.2.1 การเลือกสาเหตุที่สำคัญสำหรับแก้ไขปัญหา 34
3.2.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 35
3.3 การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 37
3.4 การศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบัน 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.4.1 การศึกษาผังโรงงานในปัจจุบัน 37
3.4.2 การศึกษาขั้นตอนการปรับแต่งเครื่องจักรในปัจจุบัน 39
3.5 การวิเคราะห์ปัญหาและนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา 48
3.5.1 ลดระยะทางการเดินของช่างเทคนิค ในการปรับแต่งเครื่องจักร 48
3.5.2 ลดเวลาของช่างเทคนิค ในการปรับแต่งเครื่องจักร 48
3.6 การดำเนินการแก้ไขปัญหา 53
3.6.1 ลดระยะทางการเดินของช่างเทคนิค ในการปรับแต่งเครื่องจักร 53
3.6.2 ลดเวลาของช่างเทคนิค ในการปรับแต่งเครื่องจักร 53
3.7 การวัดผลและประเมินผล 55
3.8 การสรุปผลการศึกษา วิจารณ์ผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ 55

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ลดระยะทางการเดินของช่างเทคนิคในการปรับแต่งเครื่องจักร 56
4.2 การประยุกต์ใช้หลักการ Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify (ECRS) 59
4.2.1 ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน เพื่อลดเวลาที่สูญเสียไปกับการค้นหาอุปกรณ์ 59
4.2.2 การรวมขั้นตอนบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน 62
4.2.3 การขจัดความสูญเปล่า ที่เกิดจากระบบงานซ้ำซ้อน 63

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 ผลที่ได้รับทางตรง 71
5.2 ผลที่ได้รับทางอ้อม 73
5.3 อภิปรายผลการดำเนินงาน 74
5.4 ข้อเสนอแนะ 74

หนังสืออ้างอิง 75
ภาคผนวก ผ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การสรุปกราฟตามจุดประสงค์ในการใช้งาน 11
ตารางที่ 2.2 มาตรฐานที่ใช้แสดงในแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต 12
ตารางที่ 2.3 การตั้งคำถามตามหลักการ ECRS 24
ตารางที่ 3.1 เวลาที่เครื่องจักรหยุดการทำงาน 34
ตารางที่ 3.2 ข้อดีและข้อเสียของผังสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรมในปัจจุบัน 39
ตารางที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต ก่อนการปรับปรุง 40
ตารางที่ 3.4 สาเหตุและแนวทางในการแก้ปัญหา 49
ตารางที่ 3.5 แนวทางในการปรับปรุง สำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ 54
ตารางที่ 3.6 แนวทางและสาเหตุที่ไม่พิจารณาทำการปรับปรุง 54
ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบระยะทางและเวลาระหว่างแผนปัจจุบันกับแผนที่ 1 57
ตารางที่ 4.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต หลังการปรับปรุง 64
ตารางที่ 5.1 ผลการดำเนินงาน การลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักรในส่วนของกิจกรรมต่างๆ 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แผนภูมิพาเรโตแสดงเวลาที่สูญเสียในกิจกรรมต่างๆ ของขั้นตอน Die Attach 2
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของผังแสดงเหตุและผล 6
รูปที่ 2.2 การกำหนดปัจจัยบนผังแสดงเหตุและผล 7
รูปที่ 2.3 หลักการพาเรโต 9
รูปที่ 2.4 การประยุกต์ใช้แผนภาพพาเรโต 10
รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์มาตรฐานที่กำหนดโดย ASME ในสหรัฐอเมริกา 13
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างของแผนภาพแสดงเส้นทางการเดิน 15
รูปที่ 2.7 ระบบบริหารกิจกรรม 5ส 23
รูปที่ 3.1 แผนภูมิพาเรโตแสดงเวลาที่สูญเสียในกิจกรรมต่างๆ ของขั้นตอน Die Attach 35
รูปที่ 3.2 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) 36
รูปที่ 3.3 แผนผังของสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม 37
รูปที่ 3.4 ลำดับเส้นทางการเดินของช่างเทคนิคในการปรับแต่งเครื่องจักร 38
รูปที่ 4.1 ตำแหน่งต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง 57
รูปที่ 4.2 การใช้งานกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงของแต่ละเครื่องจักร (ก่อนปรับปรุง) 58
รูปที่ 4.3 การใช้งานกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงของแต่ละเครื่องจักร (หลังปรับปรุง) 58
รูปที่ 4.4 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง สำหรับเวลาที่ใช้ตรวจสอบอุปกรณ์เบื้องต้น 59
รูปที่ 4.5 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ในการค้นหา Sealing Tape 60
รูปที่ 4.6 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ที่ใช้ในการติดตั้ง Epoxy 61
รูปที่ 4.7 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ที่ใช้ในการรวมเส้นทางการเดินเข้าไว้ด้วยกัน 62
รูปที่ 4.8 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ที่ใช้ในการรวมงานบางขั้นตอนไว้ด้วยกัน 62
รูปที่ 4.9 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ที่ใช้ในการขจัดขั้นตอนการ Check List ออก 63
รูปที่ 5.1 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลัง ในส่วนที่ทำการปรับปรุง ณ สายการผลิต Die Attach 71
รูปที่ 5.2 การเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ในส่วนกิจกรรมต่างๆ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

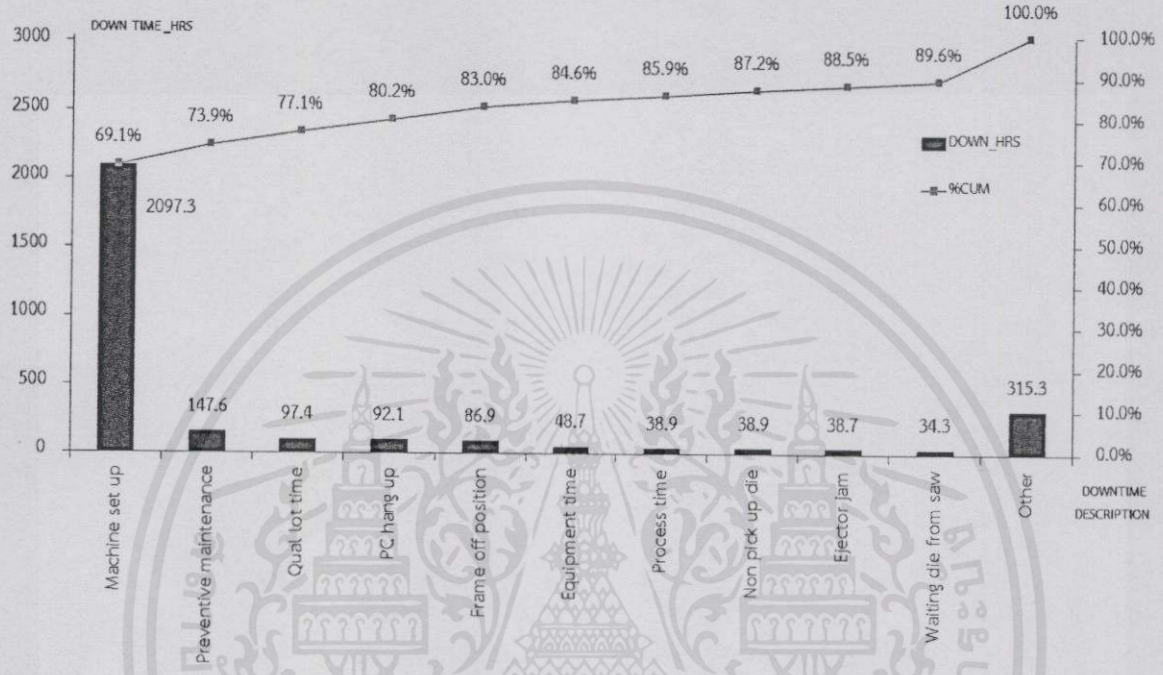
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมแผงวงจรไฟฟ้า (Integrated Circuit : IC) จัดเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และมีความสำคัญยิ่งต่อเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะด้านการส่งออก โดยสามารถนำรายได้เข้าประเทศปีละหลายแสนล้านบาท อีกทั้งยังเป็นอุตสาหกรรมที่ดึงดูดการลงทุนจากต่างประเทศ ซึ่งก่อให้เกิดการจ้างงานในประเทศเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังเป็นอุตสาหกรรมสำคัญที่เกี่ยวเนื่องกับการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ อาทิ อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์เครื่องมือสื่อสาร เป็นต้น ท่ามกลางการขยายตัวทางการตลาดอย่างรวดเร็วและสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจที่เข้มข้นมากขึ้น ทั้งจากภายในประเทศและต่างประเทศ แต่ละองค์กรต่างพยายามหากลยุทธ์ ในการพัฒนาองค์กร เพื่อเพิ่มศักยภาพในการประกอบธุรกิจ ให้สามารถแข่งขันและเติบโตได้ การเพิ่มอัตราการผลิต และการปรับปรุงการทำงาน นับเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญสำหรับการดำเนินธุรกิจ และการเติบโตทางอุตสาหกรรม เวลาที่สูญเสียไปในขณะที่เครื่องจักรหยุดการทำงานส่งผลให้ขาดโอกาสในการผลิตสินค้า ความล่าช้าของกระบวนการผลิต ซึ่งเกิดได้จากหลายๆ ปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นเวลาในการปรับแต่งเครื่องจักร การซ่อมบำรุงเครื่องจักร เป็นต้น การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตโดยการลดเวลาที่สูญเสีย เนื่องจากเครื่องจักรหยุดการทำงานลงนั้น ถือเป็นอีกหนึ่งสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในยุคปัจจุบัน ซึ่งจะก่อให้เกิดความคุ้มค่า เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มความรวดเร็วในการส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าได้อย่างทันเวลา

จากกรณีศึกษา ณ บริษัท ยูแทคไทย จำกัด สำนักงานใหญ่ ซึ่งเป็นผู้ดำเนินธุรกิจประกอบและทดสอบแผงวงจรไฟฟ้า (Independent Provider of Semiconductor Test and Assembly Service) ที่ได้รับการยอมรับในศักยภาพและความเชี่ยวชาญระดับสูง ด้วยเครือข่ายการให้บริการที่ครอบคลุมทั่วโลก โดยทางบริษัทได้กำหนดค่ามาตรฐานประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรไว้อย่างน้อย 85% ซึ่งจะมีเวลาสูญเสียได้ 15% ซึ่งจากข้อมูลเดิมของบริษัทพบว่า เวลาสูญเสียส่วนใหญ่เป็นเวลาในการปรับแต่งเครื่องจักรซึ่งมีค่า 60-80% ของเวลาที่สูญเสียทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกทั้งยังศึกษาต่อไปว่า ขั้นตอนใดของการปรับแต่งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตแผงวงจรจุลภาค ที่ใช้ระยะเวลาการปรับแต่งนานที่สุด จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าขั้นตอนการติดไดบนลีดเฟรม (Die Attach) ใช้เวลาที่มากกว่าขั้นตอนอื่นๆ จึงเป็นเหตุให้มุ่งศึกษา เพื่อลดเวลาการปรับแต่งเครื่องจักรของขั้นตอนนี้ ซึ่งเวลาที่สูญเสียในกิจกรรมต่างๆ ได้แสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แผนภูมิพาเรโตแสดงเวลาที่สูญเสียในกิจกรรมต่างๆ ของขั้นตอน Die Attach

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อลดเวลาและขั้นตอนที่สูญเปล่าของการปรับแต่งเครื่องจักร ก่อนดำเนินการผลิต
2. เพื่อช่วยอำนวยความสะดวก และเพิ่มความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน ให้แก่ช่างเทคนิคในการปรับแต่งเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ทางกลุ่มผู้วิจัยการลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักร ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย เพื่อทำการศึกษาและเก็บข้อมูลไว้ดังนี้

1. ศึกษาและเก็บข้อมูล เฉพาะส่วนของสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม (Die Attach Process) ภายในโรงงานที่ 1 ของบริษัท ยูแทคไทย จำกัด
2. เครื่องจักรที่ศึกษาและเก็บข้อมูลคือรุ่น ESEC2008 HS PLUS โดยใช้กาว (Epoxy) แบบเปียกในการประกอบ
3. ศึกษาเฉพาะการปรับแต่งเครื่องจักรแบบ Mapping Sheet โดยการ Stamp
4. ศึกษาและเก็บข้อมูล ในส่วนการปฏิบัติงานของช่างเทคนิค (Technician) เฉพาะงานปรับแต่งเครื่องจักรก่อนดำเนินการผลิต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. บริษัทสามารถลดเวลาสูญเปล่า และลดโอกาสผิดพลาดของช่างเทคนิค จากการปรับแต่งเครื่องจักร
2. บริษัทมีประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น สามารถส่งมอบสินค้าแก่ลูกค้าได้ตรงตามความต้องการ และทันเวลาที่กำหนด
3. เพื่อเป็นแนวคิดและวิธีการแก้ไข ที่บริษัทสามารถนำไปพัฒนา และประยุกต์ใช้งานในสายการผลิต IC แบบอื่นๆ ได้
4. ได้เรียนรู้ลำดับขั้นตอนของกระบวนการผลิต IC และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ ในการวิเคราะห์ปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาเพื่อลดเวลาการปรับแต่งเครื่องจักร ในกระบวนการผลิตแผงวงจรจุลภาค ณ สายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม กรณีศึกษา บริษัท ยูแทคไทย จำกัด ซึ่งผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้าโดยอาศัยแนวคิด ทฤษฎี และบทความที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อนำความรู้ที่ได้มารวบรวม วิเคราะห์และประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม โดยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในที่นี้ ได้นำเสนอเฉพาะที่นำมาใช้กับปริญญานิพนธ์เท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (7 Quality Control Tools)
2. แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart)
3. แผนภาพแสดงเส้นทางการเดิน (Spaghetti Diagram)
4. กิจกรรม 5ส (5S)
5. หลักการ Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify (ECRS)
6. ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

2.1 เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ (7 Quality Control Tools)

ในองค์กรสิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ การรับมือกับปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งในการบริหารคุณภาพนั้น การเกิดปัญหาหมายถึง จุดเริ่มต้นของการสูญเสีย ไม่ว่าจะเป็นความสูญเสียในด้านคุณภาพสินค้า สูญเสียต้นทุน ความมั่นคง ความน่าเชื่อถือ ดังนั้นองค์กรจึงจำเป็นที่จะต้องมีวิธีการในการค้นหาปัญหา ศึกษาสภาพทั่วไป วิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา และหาวิธีการในการแก้ปัญหานั้นๆ ทั้งนี้อาจเป็นวิธีการที่จัดทำขึ้น เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงหรือสร้างวิธีการป้องกัน ตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐาน และควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง โดยจะประกอบไปด้วยเครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ ดังต่อไปนี้

- ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)
- แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)
- กราฟ (Graphs)
- แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)
- ฮีสโตแกรม (Histogram)
- ผังการกระจาย (Scatter Diagram)
- แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ กลุ่มผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือบางชนิดเท่านั้น ได้แก่ แผนผังแสดงเหตุผล แผนภูมิพาเรโต และกราฟ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1.1 ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)

วันรัตน์ จันทกิจ (2548) ได้กล่าวว่าแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) หรือที่เรียกอย่างเป็นทางการว่า แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เป็นสิ่งที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ "ผังก้างปลา" เนื่องจากลักษณะแผนภูมิคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้างหรือหลายๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดย ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

2.1.1.1 <u>เมื่อไรจึงจะใช้ผังแสดงเหตุและผล</u>

1. เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา
2. เมื่อต้องการทาการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่นๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่ พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาจะทำให้สามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น
3. เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่ม ซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

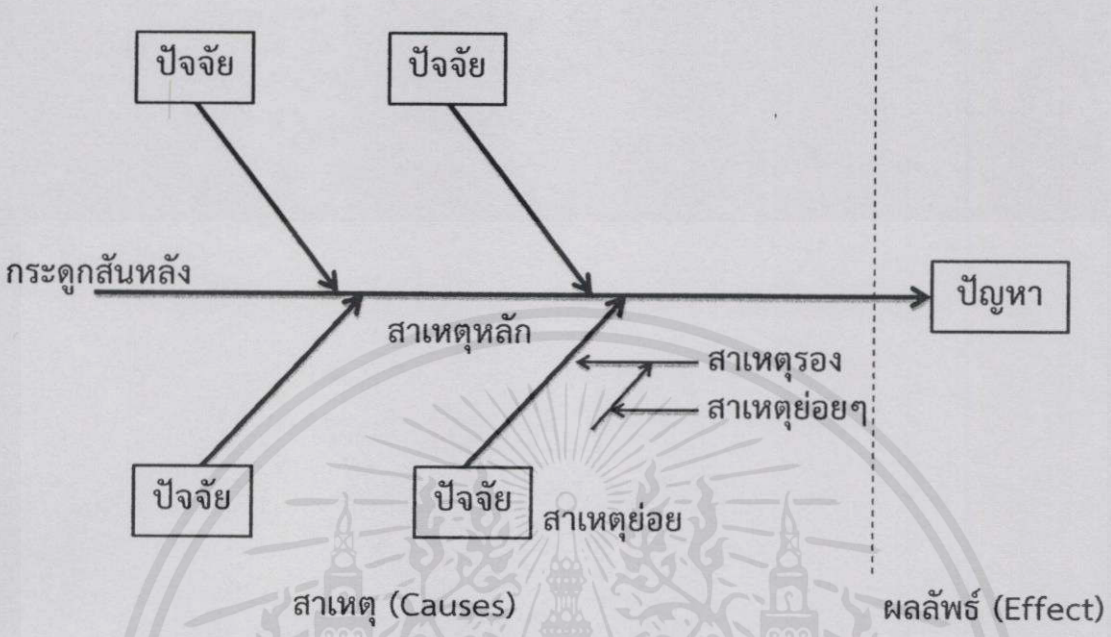
2.1.1.2 <u>วิธีการสร้างผังแสดงเหตุและผล</u>

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

2.1.1.3 <u>การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา</u>

การกำหนดหัวข้อปัญหา ควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากกำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้ใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา การกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ควรกำหนดหัวข้อปัญหา

ในเชิงลบ เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถามว่าทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อยๆ ซึ่งโครงสร้างได้มีการแสดงไว้ดังรูปที่ 2.1 (วันรัตน์ จันทกิจ ,2548)



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของผังแสดงเหตุและผล

2.1.1.4 <u>องค์ประกอบของผังแสดงเหตุและผล</u>

ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา
- ส่วนสาเหตุ จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกดังนี้
  1. ปัจจัย ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
  2. สาเหตุหลัก
  3. สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น

หลักการเบื้องต้นของแผนภูมิก้างปลา คือการใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลัง จากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อยซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3 - 6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลา ทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อย

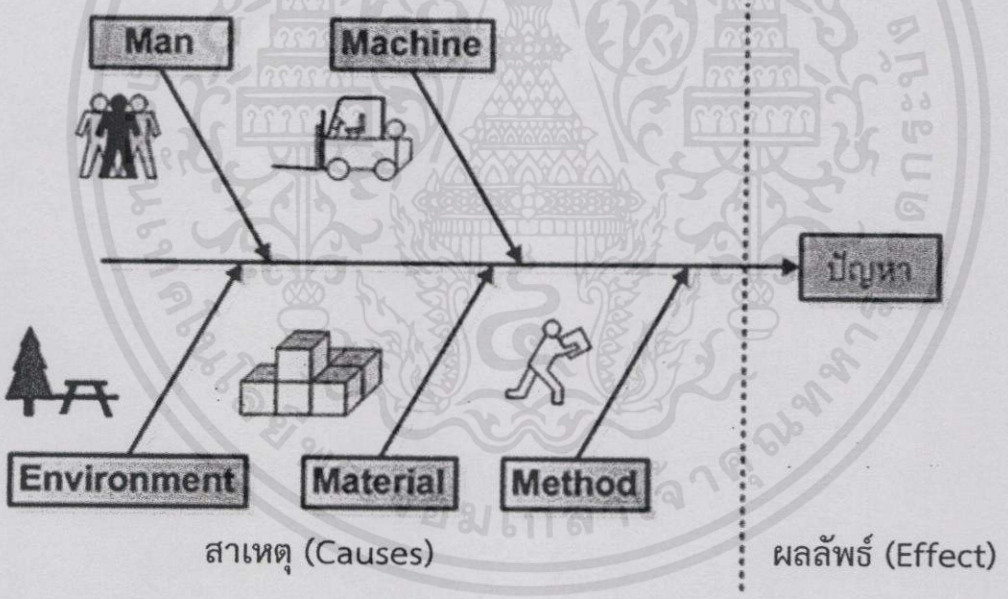
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงไปมากที่สุด 4 – 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้ว จะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมด ที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

2.1.1.5 <u>การกำหนดปัจจัยบนผังแสดงเหตุและผล</u>

สามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่กำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้น สามารถที่จะช่วยให้แยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผล โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.2 (วันรัตน์ จันทกิจ, 2548)

M - Man	คนงาน พนักงาน หรือบุคลากร
M - Machine	เครื่องจักร หรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
M - Material	วัตถุดิบ อะไหล่ หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
M - Method	กระบวนการทำงาน
E - Environment	อากาศ สถานที่ ความสว่าง หรือบรรยากาศการทำงาน



รูปที่ 2.2 การกำหนดปัจจัยบนผังแสดงเหตุและผล

แต่ไม่ใช่ว่าการกำหนดก้างปลา จะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิต ปัจจัยนำเข้าในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place, Procedure, People, Policy หรือเป็น 4S ได้แก่ Surrounding, Supplier, System, Skill หรืออาจเป็น MILK Management, Information, Leadership และ Knowledge นอกจากนั้น หากกลุ่มที่ใช้ก้างปลามีประสบการณ์ในปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาตั้งแต่แรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.6 ข้อดี

- ช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิก ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่างๆ ของแต่ละคน
- ทำให้ทราบสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยของปัญหา เพื่อให้ทราบสาเหตุที่แท้จริง

2.1.1.7 ข้อเสีย

- ความคิดไม่อิสระ เนื่องจากมีความคิดของสมาชิกในกลุ่มมารวมอยู่ที่แผนภูมิก้างปลา
- ต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถสูง จึงจะสามารถใช้แผนภูมิก้างปลาในการระดมความคิด

2.1.1.8 ข้อควรระวัง

ผังแสดงเหตุและผลเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการแก้ปัญหาคุณภาพ แต่บางครั้งพบว่ามีการประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิผลไม่มากนักสำหรับอุตสาหกรรมไทย

1. ไม่ใช้มาตรการตอบโต้มาเป็นสาเหตุ แต่ต้องใช้สภาวะผิดปกติ หรือสภาวะปกติที่มีระดับที่ไม่เหมาะสมของปัจจัยที่เป็นสาเหตุมาเป็นสาเหตุในแผนภาพก้างปลา เช่น

- อย่าใช้ขาดการฝึกอบรม แต่ต้องใช้ ขาดความรู้
- อย่าใช้ขาดการบำรุงรักษา แต่ต้องใช้ ไม่ทราบถึงการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์

ไม่ใช้ความต้องการของลูกค้ามาเป็นสาเหตุ เพราะความต้องการของลูกค้า คือจุดประสงค์ของกระบวนการ ตลอดจนไม่ใช้พฤติกรรมของลูกค้ามาเป็นสาเหตุ โดยพฤติกรรมจะถือเป็นข้อจำกัดของการแก้ปัญหาคุณภาพ แต่ต้องใช้สภาวะที่ผิดปกติของปัจจัยในระบบ มาเป็นสาเหตุของปัญหา เช่น

- อย่าใช้ลูกค้าสั่งงานกะทันหัน แต่ต้องใช้ ไม่ทราบความต้องการของลูกค้า
- อย่าใช้ลูกค้าขาดความรู้ แต่ต้องใช้ ไม่ทราบข้อจำกัดของลูกค้า

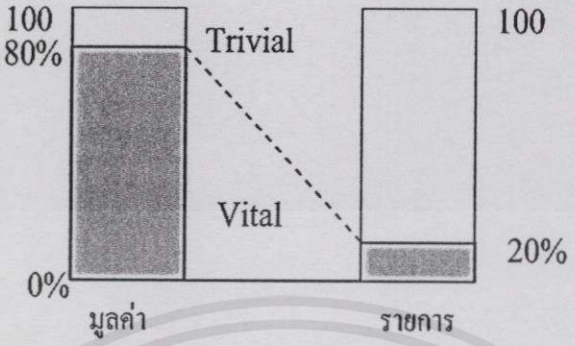
2. ไม่ใช้การจำแนกสาเหตุปัญหาตาม 4M เสมอไป แต่ต้องใช้ การจำแนกสาเหตุที่มีความสัมพันธ์กับอาการของปัญหาที่พิจารณา

2.1.2 แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550) ได้อธิบายถึงแผนภาพพาเรโตว่าจากหลักการของนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลี คนจำนวนเล็กน้อยมีรายได้จำนวนมาก ขณะที่คนส่วนใหญ่ มีรายได้เพียงเล็กน้อย เช่น คนรวยเพียง 20% มีรายได้รวมกันถึง 80% ในขณะที่คนที่เหลืออีก 80% มีรายได้รวมกันแค่ 20%

หลักการพาเรโต “ภายใต้สภาวการณ์โดยธรรมชาติ สิ่งที่มีความสำคัญๆ จะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย ในขณะที่สิ่งที่มีความสำคัญน้อยๆ จะมีจำนวนมากมาย” หลักการของพาเรโต คือ ในปัญหาใดๆ ก็ตาม ย่อมเกิดขึ้นจากสาเหตุหลายอย่าง และในบรรดาสาเหตุทั้งหมดนี้จะมีสาเหตุหลักเพียงไม่กี่อย่าง ที่มีบทบาทสำคัญต่อปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้นถ้าแก้ไขให้สำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องแก้ไขสาเหตุหลักเสียก่อน นอกจากนี้ หลักการพาเรโตอาจเรียกว่า หลักการ “80-20”

ซึ่งหมายความว่า สิ่งที่มีความสำคัญจะมีค่าประมาณ 80% ของข้อมูลทั้งหมด จะมาจากรายการเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีค่าประมาณ 20% ของจำนวนทั้งหมด ดังรูปที่ 2.3 (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)



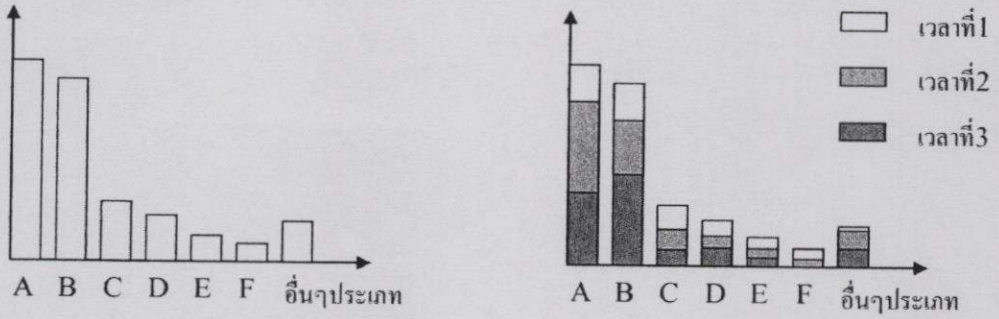
รูปที่ 2.3 หลักการพาเรโต

การทำแผนภูมิพาเรโต เป็นเครื่องมือที่ใช้ลำดับสำคัญของสาเหตุหรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยประยุกต์กราฟแท่ง ที่แสดงการเรียงลำดับค่าของข้อมูลที่มีค่าสูงสุดไว้ทางซ้าย แล้วเรียงลำดับค่าของข้อมูลที่ลดลงมาทางขวาของกราฟ เพื่อใช้เปรียบเทียบให้เห็นถึงการลำดับความสำคัญของข้อมูล พร้อมกับระบุขนาดหรือปริมาณของความสำคัญที่เสนอ

แผนภาพพาเรโต เป็นเครื่องมือในการจำแนกประเภทของข้อมูล เพื่อศึกษาถึงความถูกต้องของประเภทข้อมูลที่จำแนก และจะได้ตีความหมายของประเภทข้อมูลที่จำแนก แต่ถ้าข้อมูลดังกล่าวได้จากการสะสมค่าตามเวลาแล้ว สามารถตีความหมายในเชิงความมีเสถียรภาพของข้อมูลได้การตีความหมายแผนภูมิพาเรโต แผนภูมิพาเรโตใช้ในการตีความหมายความมีเสถียรภาพหรือไม่ ของข้อมูลที่จัดเก็บและวิเคราะห์โดยพิจารณาว่า ถ้าข้อมูลเป็นไปตามหลักการของพาเรโต แสดงว่าข้อมูลอยู่ในสภาวะเสถียรภาพและสามารถใช้คาดการณ์ได้ แต่ถ้าข้อมูลไม่ได้เป็นไปตามหลักการของพาเรโต แสดงว่าข้อมูลไร้เสถียรภาพอันเนื่องมาจากข้อมูลที่เก็บมาอยู่ในการปรับตัว (Transient State) เข้าสู่สภาวะเสถียรภาพ จึงควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมอีก หรืออีกกรณีหนึ่งคือ ข้อมูลนั้นมาจากกระบวนการที่ไร้เสถียรภาพ มีความจำเป็นต้องแก้ไขด้วยการทำให้กระบวนการมีมาตรฐาน

ในการสร้างแผนภาพพาเรโตนั้น หากมีจุดประสงค์ในการจำแนกประเภทของข้อมูลแล้ว มีความจำเป็นต้องกำหนดแนวความคิดในการจำแนกประเภทของข้อมูล เพื่อดำเนินการวิเคราะห์ตามแนวความคิดดังกล่าว แต่ถ้าหากต้องการใช้ในการวิเคราะห์ความมีเสถียรภาพของข้อมูลที่มีการจำแนกประเภทแล้ว ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยข้อมูลที่มีการสะสมตามลำดับเวลา แสดงดังรูปที่ 2.4 (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การจำแนกประเภทของข้อมูล (ข) การวิเคราะห์ความมีเสถียรภาพ

รูปที่ 2.4 การประยุกต์ใช้แผนภาพพาเรโต

2.1.2.1 ข้อควรระวัง

1. ไม่ใช้แผนภาพพาเรโตในการแสดงผลข้อมูลว่าข้อมูลประเภทใด มีจำนวนมากน้อยกว่ากัน แต่ต้องใช้แผนภาพพาเรโต ในการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมในการจำแนกประเภทของข้อมูล หรือการวิเคราะห์ ความมีเสถียรภาพของข้อมูล โดยคำนึงถึงหลักการของพาเรโตเสมอ

2. ไม่ใช้แผนภาพพาเรโตในการกำหนดความสำคัญหรือความรุนแรงของปัญหา เพราะว่าแผนภาพพาเรโต จะแสดงถึงโอกาสในการเกิดขึ้นของข้อมูลแต่ละประเภทเท่านั้น จึงต้องใช้ในการคาดการณ์ถึงโอกาสในการเกิดขึ้นของข้อมูลแต่ละประเภท ถ้าหากจะเลือกหัวข้อปัญหาจะต้องคำนึงถึงความรุนแรงที่ปัญหามีต่อลูกค้าด้วย

3. ไม่ใช้เส้นโค้งสะสมของแผนภาพพาเรโตในการแสดงผลของข้อมูล โดยปราศจากการตีความหมายจากค่าสะสมดังกล่าว แต่ต้องใช้เส้นโค้งสะสมของแผนภาพพาเรโตในการตีความหมายว่าข้อมูลมีการแจกแจงตามหลักพาเรโตหรือไม่

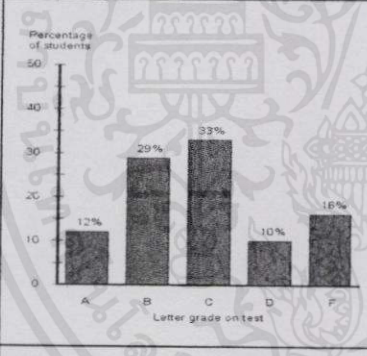
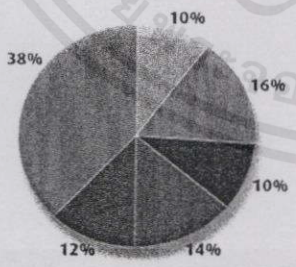
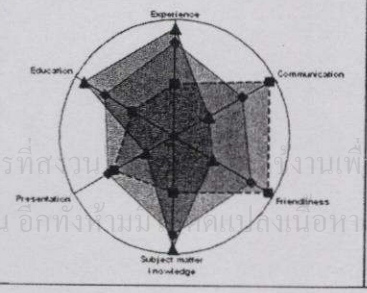
4. ไม่ใช้แผนภาพพาเรโตเพียงแค่แสดงว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกับหลักการของพาเรโต แต่ต้องใช้แผนภาพพาเรโตในการกำหนดประเด็นสำคัญของประเภทข้อมูลที่มีความสอดคล้องกับหลักการของพาเรโตด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 กราฟ (Graphs)

กราฟเป็นแผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูล และการวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อทำให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ กราฟมีหลายชนิด เช่น กราฟเส้นตรง กราฟแท่ง กราฟวงกลม กราฟเรดาห์ เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการทำกิจกรรมกลุ่มคุณภาพ คือ กราฟเส้นตรง จะมีข้อดีและข้อจำกัดของกราฟแต่ละชนิดแสดงดังตารางที่ 2.1 (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551)

ตารางที่ 2.1 การสรุปกราฟตามจุดประสงค์ในการใช้งาน

ชื่อกราฟ	ลักษณะ	จุดประสงค์
กราฟเส้น		- แสดงความผันแปรข้อมูลเชิงตัวเลข สาเหตุสำคัญอยู่ที่แกน x จะเรียกว่ากราฟแนวโน้ม - ใช้สำหรับดูแนวโน้ม การพยากรณ์ในอนาคต หรือทำนายผลจากข้อมูลในอดีตได้ - ใช้ในการควบคุมแผนงานให้ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้
กราฟแท่ง		- แสดงถึงการเปรียบเทียบปริมาณของประเภทข้อมูลตามแกน x - ใช้เมื่อมีข้อมูลมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ข้อมูล โดยใช้การเปรียบเทียบที่พื้นที่ของกราฟ - ไม่เหมาะสมที่จะใช้ดูแนวโน้มในระยะยาว แต่เหมาะสำหรับข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา
กราฟวงกลม		- แสดงการเปรียบเทียบถึงสัดส่วนของข้อมูลแต่ละประเภท (แสดงในแต่ละส่วน) - พื้นที่ของกราฟเท่ากับ 100% แต่ละส่วนที่แบ่งจะแสดงถึงอัตราส่วนในแต่ละส่วนประกอบของข้อมูลว่าเป็นกี่ส่วนขององค์ประกอบทั้งหมด
กราฟเรดาร์		- เป็นกราฟรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งจะแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความมากน้อยของแต่ละส่วนที่ต้องการแสดงผลมากกว่า 2 มิติ โดยกำหนดตำแหน่งจุดลงในแต่ละเส้นแกนใช้เปรียบเทียบก่อน-หลังปรับปรุง หรือเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลง ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1 ข้อควรระวัง

1. ไม่ใช้เพื่อสรุปผลข้อมูล แต่ใช้เพื่อแสดงความผันแปรแล้วศึกษาถึงสาเหตุของความผันแปร
2. ไม่ใช้เพื่อแสดงถึงตัวแบบข้อมูล แต่ใช้เพื่อแสดงความแตกต่างเชิงปริมาณของข้อมูลเท่านั้น

2.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart)

มาโนช ริทินโย (2549) ได้กล่าวว่าในกระบวนการแก้ไขปัญหาคุณภาพนั้น เมื่อทำการจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว จะทำให้ทราบประเด็นในการแก้ปัญหา จึงควรมีการทำความเข้าใจถึงกิจกรรมต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว โดยเรียกแผนภูมิที่แสดงถึงลำดับก่อนหลังของกิจกรรมตลอดจนความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ นี้ว่าแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต โดยการบันทึกขั้นตอนการทำงาน ระยะทาง และเวลาทั้งหมดอย่างละเอียด ซึ่งสามารถแบ่งแผนภูมิออกได้ 3 ประเภท คือ

- แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ประเภทคน (Man Type)

คือ แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องที่ใช้บันทึกขั้นตอนการทำงานของคน

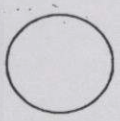
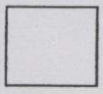
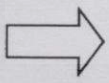
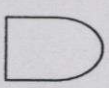
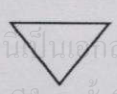
- แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ประเภทวัสดุ (Material Type)

คือ แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องที่ใช้บันทึกขั้นตอนจากวัตถุดิบเกิดเป็นผลิตภัณฑ์

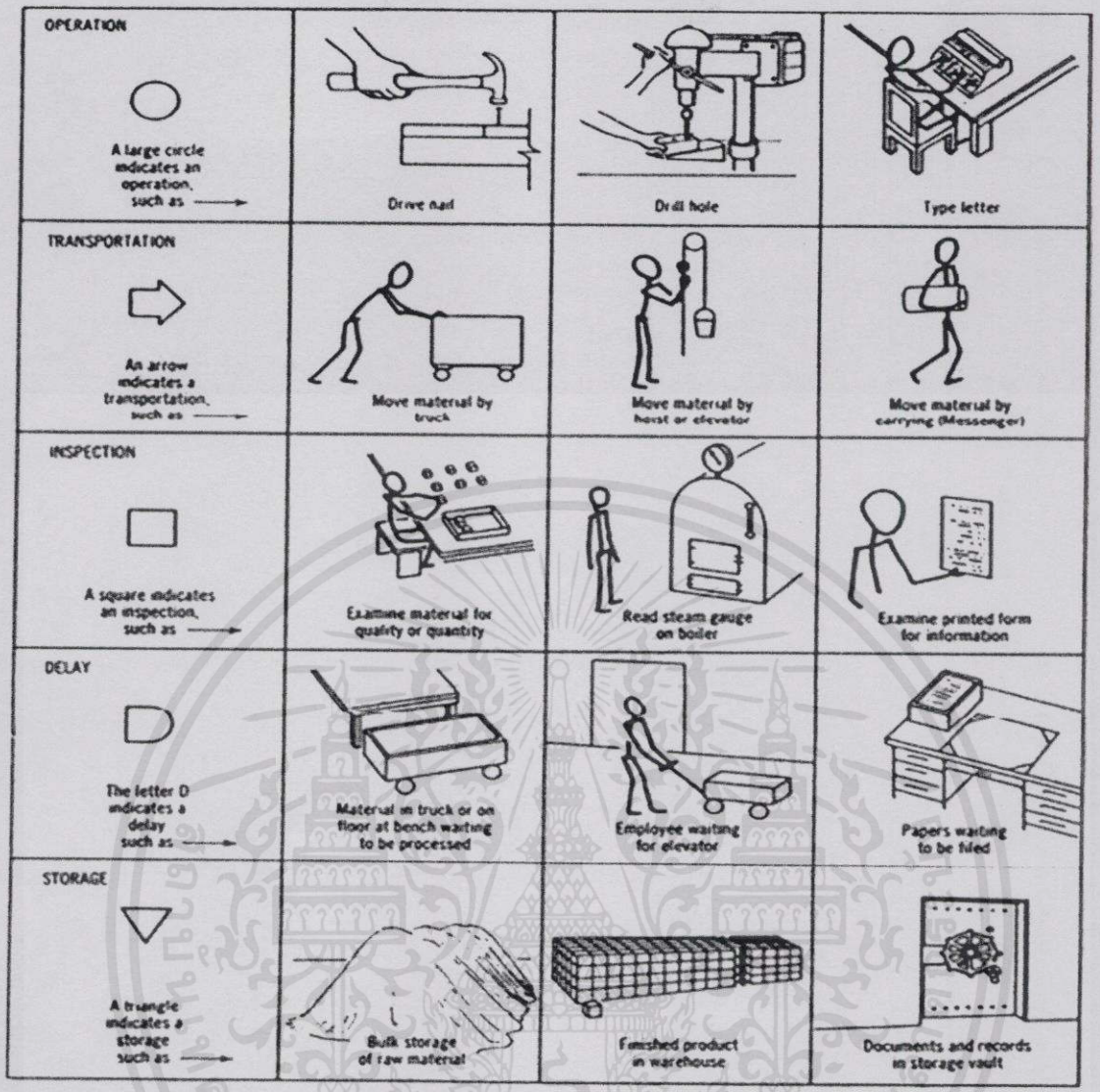
- แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ประเภทเครื่องจักร (Machine Type)

คือ แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องที่ใช้บันทึกว่าเครื่องจักรทำงานอย่างไร

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์มาตรฐานที่ใช้แสดงในแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	Operation การปฏิบัติงาน	- การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีหรือฟิสิกส์ของวัตถุ - การประกอบชิ้นส่วนหรือถอดส่วนประกอบออก - การวางแผน การคำนวณ การให้คำสั่งหรือการรับคำสั่ง
	Inspection การตรวจสอบ	- ตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ - ตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	Transportation การเคลื่อน	- การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง - พนักงานกำลังเดิน
	Delay การคอย	- การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน - การคอยเพื่อใช้งานขั้นต่อไปเริ่มต้น
	Storage การเก็บ	- การเก็บวัสดุไว้ในสถานที่ถาวรต้องอาศัยคำสั่งเคลื่อนย้าย - การเก็บชิ้นส่วนที่รอเป็นเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์มาตรฐานที่กำหนดโดย ASME ในสหรัฐอเมริกา

จากตารางที่ 2.2 (มาโนช ริทินโย, 2549) และรูปที่ 2.5 (Barnes, 1980) เห็นได้ว่า แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต จะมีการใช้แผนภาพจำลองสถานที่ประกอบกิจกรรม พร้อมตำแหน่งของแผนกงานหรือเครื่องจักรที่สำคัญ ลงในภาพ และแสดงเส้นทางในการเคลื่อนย้ายพร้อมสัญลักษณ์ลงบนแผนภาพ สามารถจำแนกกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่ม ได้แก่ การปฏิบัติงานไปจนถึงกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า และช่วยชี้ให้เห็นจุดที่เกิดการรอคอย และระยะทางการเคลื่อนย้าย เพื่อนำไปวิเคราะห์ว่าเกิดความสูญเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิตหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 แนวทางการวิเคราะห์แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ให้ชัดเจน
2. ชี้บ่งกระบวนการที่ต้องการศึกษา พร้อมทั้งรายละเอียดของกระบวนการ
3. กำหนดว่าเป็นการวิเคราะห์การไหลของเรื่องใดเรื่องหนึ่งดังนี้
   - ผลิตภัณฑ์ : การทำงานบนตัวผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่เข้าสู่สายการผลิตจนเป็นผลิตภัณฑ์
   - พนักงาน : การปฏิบัติงานของพนักงานในการทำงาน เคลื่อนย้ายสิ่งของ และเดิน
   - เครื่องมือหรืออุปกรณ์ : การโยกย้ายของเครื่องมือ หรือการใช้งานของอุปกรณ์
4. เริ่มวิเคราะห์จากจุดเริ่มต้นของการไหล บันทึกงานตามที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้สัญลักษณ์กำกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดทุกขั้นตอน พร้อมทั้งคำบรรยายสั้นๆ ถึงลักษณะงานที่เกิดขึ้น
5. เก็บข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
6. โยงเส้นระหว่างสัญลักษณ์จากบนลงล่าง
7. สรุปขั้นตอนการปฏิบัติงานลงในตารางสรุปผล

2.2.2 ข้อควรระวัง

1. ไม่ควรวิเคราะห์แผนภูมิการไหลของชิ้นส่วน ปะปนกันกับแผนภูมิการเคลื่อนที่ของพนักงาน
2. พึงระวังในการยกกิจกรรมการปฏิบัติงาน ที่ต่างวัตถุประสงค์ออกจากกัน
3. บันทึกรายละเอียดของงาน ลงบนแผนภูมิก่อนเริ่มต้นการวิเคราะห์เสมอ

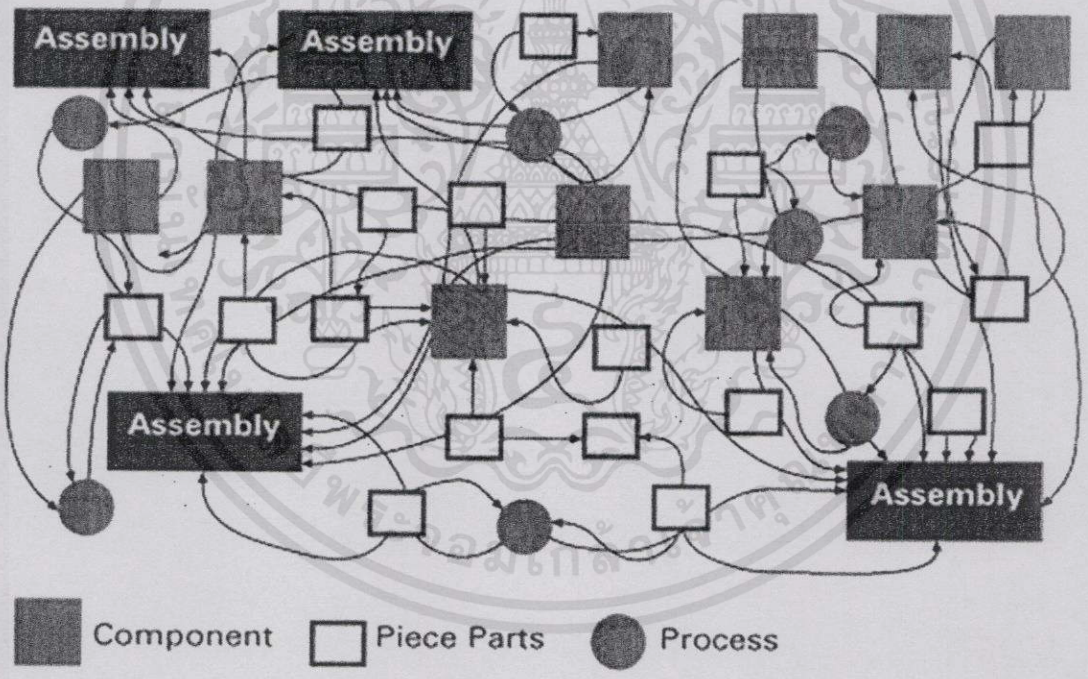
2.2.3 ประโยชน์ของแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

1. เป็นแผนภูมิที่จำแนกกิจกรรมต่างๆ ออกจากกันเป็น 5 ประเภท โดยเริ่มจากกิจกรรมที่มีมูลค่าเพิ่ม ได้แก่ การปฏิบัติงานไปจนถึงกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า
2. แยกแยะกิจกรรมของพนักงานออกจากกิจกรรมที่ทำบนผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถมองเห็นจุดเน้นในการวิเคราะห์ได้อย่างชัดเจน
3. ใช้ควบคู่ไปกับแผนภาพการไหล จะช่วยชี้ให้เห็นการรอคอยและระยะทางการเคลื่อนย้าย
4. สามารถใช้แผนภูมิเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบแสดงผลก่อนและหลังการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แผนภาพแสดงเส้นทางการเดิน (Spaghetti Diagram)

แผนภาพแสดงเส้นทางการเดิน (Spaghetti Diagram) เป็นแผนภูมิชนิดหนึ่งที่แสดงถึงเส้นทางการไหลเวียนของงาน หรือเส้นทางการทำงานของพนักงาน ซึ่งจะแสดงถึงความซับซ้อนในขั้นตอนการทำงาน และแสดงถึงสภาพการทำงานปัจจุบัน ว่ามีความซับซ้อนมากน้อยเพียงใด มีสภาพการเดินหรือการทำงานของพนักงานอย่างไร ทั้งนี้สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ว่ากระบวนการทำงานที่มีความเกี่ยวข้องกันในแต่ละสถานีปฏิบัติงานนั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เส้นทางไหนที่ต้องใช้บ่อย มีความสูญเสียที่เกิดจากการเคลื่อนที่มากน้อยเพียงใด โดยประยุกต์ใช้ควบคู่กับหลักการ ECRS ได้ ทำให้การแก้ไขปัญหา และการใช้หลักการดังกล่าวเป็นไปด้วยความสะดวกและง่ายขึ้น สามารถนำมาปรับปรุงผังการทำงาน ให้มีการไหลเวียนของคนทำงาน วัตถุ สิ่งของ ยานพาหนะ ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ประหยัดระยะเวลา และใช้เส้นทางที่สั้นลง หรือแก้ไขปัญหาการจราจรภายในที่ทำงาน โดยแผนภาพแสดงเส้นทางการเดินสามารถเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงได้ ซึ่งสามารถทำเป็นมาตรฐานการทำงาน เพื่อที่จะทำให้พนักงานได้ทำงานด้วยความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างของแผนภาพแสดงเส้นทางการเดิน

จากรูปที่ 2.6 (Lean Enterprise Institute, 2014) แสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการหนึ่งๆ ซึ่งมีทิศทางตามลูกศรนั้น จะเห็นได้ว่ามีเส้นทางการเคลื่อนที่ที่หลากหลาย และมีความซ้ำซ้อนของการทำงานเกิดขึ้น ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์และแก้ไขปรับปรุงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 กิจกรรม 5ส

กิจกรรม 5ส เป็นปัจจัยพื้นฐานการบริหารคุณภาพ ที่จะช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีในที่ทำงานให้เกิดบรรยากาศที่น่าทำงาน เกิดความสะอาดเรียบร้อยในสำนักงาน ถูกสุขลักษณะ ทำให้พนักงานสามารถใช้ศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มความสามารถ สร้างทัศนคติที่ดีของพนักงานต่อหน่วยงาน กิจกรรม 5ส เป็นกลยุทธ์ที่เปิดโอกาสให้บุคลากรมีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพ เป็นกิจกรรมที่ทำแล้วเห็นผลเร็วและชัดเจน นอกจากนั้นกิจกรรม 5ส ยังเป็นพื้นฐานในการนำวิธีการบริหารใหม่ๆ เข้ามาใช้ในอนาคต

กิจกรรม 5ส เป็นกิจกรรมการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิผลของงาน ตามรูปแบบการบริหารแบบญี่ปุ่น โดยมีแนวการพัฒนาที่ยึดคนเป็นศูนย์กลางในการพัฒนา และเป็นกิจกรรมพื้นฐานที่ช่วยให้เกิดบรรยากาศการทำงานที่ดี เสริมสร้างความมีระเบียบวินัย ความสะอาด ความมีระบบเพื่อสร้างนิสัยการทำงาน เป็นการสร้างโอกาสให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบต่องาน โดยให้ความสำคัญต่อการดูแลสถานที่ทำงาน และการจัดสถานที่ทำงาน ด้วยการร่วมกันจัดการ ร่วมกันกำหนดวินัย ร่วมกันกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานและการปรับปรุงมาตรฐาน ในการดำเนินกิจกรรม 5ส นั้นเป็นกิจกรรมที่ง่าย ไม่ต้องใช้สถิติหรือวิชาการมากนัก กิจกรรม 5ส มุ่งเน้นให้ทำกิจกรรมร่วมกันโดยอาศัยพื้นฐานความรู้เบื้องต้นแบบง่ายๆ มาเริ่มต้นพัฒนาสถานที่ ระบบงาน และการปลูกฝังจิตสำนึกในการทำงาน ให้เกิดเป็นนิสัยเป็นส่วนหนึ่งของการทำงาน

ในประเทศไทยได้มีการนำกิจกรรมต่างๆ ตามแนวการบริหารแบบญี่ปุ่น มาใช้ในการพัฒนาคุณภาพของทรัพยากรมนุษย์ในหลายองค์กรทั้งภาคเอกชน รัฐวิสาหกิจ โดยกิจกรรมหนึ่งที่เริ่มนำมาใช้คือ กิจกรรม 5ส ซึ่งก็มีทั้งที่ประสบความสำเร็จ ยังคงดำเนินกิจกรรม 5ส ได้มาตรฐาน และยังคงรักษามาตรฐานที่ดีนี้ไว้เป็นส่วนหนึ่งของการทำงานประจำ เช่น บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด ที่มีการนำกิจกรรม 5ส มาใช้ตั้งแต่ปี 2526 และการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยซึ่งมีการนำกิจกรรม 5ส มาใช้ตั้งแต่ประมาณปี 2530 จนปัจจุบันกิจกรรม 5ส ของทั้ง 2 แห่งดังกล่าว ได้รับการพัฒนาและก้าวหน้าจนกลายเป็นพื้นฐานสำคัญในกิจกรรมเพิ่มผลผลิต และเพิ่มคุณภาพอื่นๆ ต่อไป ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมข้อเสนอแนะ และ TQM (สำนักงานเลขานุการสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม, 2555)

5ส แปลมาจากคำย่อ 5S ซึ่งเป็นอักษรตัวแรกของคำในภาษาญี่ปุ่น 5 คำคือ

S1 : SEIRI (เซริ)	: สะสาง (Clearing Up)
S2 : SEITON (เซตง)	: สะดวก (Organizing)
S3 : SEISO (เซโซ)	: สะอาด (Cleaning)
S4 : SEIKETSU (เซเคทซึ)	: สุขลักษณะ (Standardizing)
S5 : SHITSUKE (ซิทซึเคะ)	: สร้างนิสัย (Training and Discipline)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะสาง คือ การแยกให้ชัดเจนระหว่างของที่จำเป็นต้องใช้กับของที่ไม่จำเป็นต้องใช้ ของที่ไม่จำเป็นต้องให้ขจัดทิ้งไป

สะดวก คือ การจัดวางของที่จำเป็นต้องใช้ ให้เป็นระเบียบสามารถหยิบใช้งานได้ทันที กล่าวกันว่าให้ใช้หลัก "สะดวก" นี้เพื่อกำจัดความสูญเปล่าของเวลาในการค้นหาสิ่งของ

สะอาด คือ การปัดกวาดสถานที่ สิ่งของ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ให้สะอาดอยู่เสมอ ไม่มีเศษขยะ ไม่ให้สกปรก กล่าวกันว่า "สะอาด" คือ พื้นฐานของการยกระดับคุณภาพ

สุขลักษณะ คือ การรักษาปฏิบัติ 3ส ได้แก่ สะสาง สะดวก และสะอาด ให้ดีตลอดไป ซึ่งเป็นการจัดการสภาวะรอบตัว เพื่อให้เกิดสภาพที่ดีทางกาย จิตใจ ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

สร้างนิสัย คือ การรักษาและปฏิบัติตามสิ่งที่กำหนดไว้แล้วอย่างถูกต้องจนติดเป็นนิสัย และสร้างวินัยให้กับตนเอง

กิจกรรม 5ส จึงเป็นการจัดความเป็นระเบียบเรียบร้อยในสถานที่ทำงาน อันเป็นปัจจัยพื้นฐานในการเพิ่มผลผลิต เพราะในกระบวนการดำเนินกิจกรรมนั้น มุ่งเน้นการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์อย่างต่อเนื่อง โดยเชื่อว่ามนุษย์จะพัฒนางานในองค์การตนเองต่อไป ซึ่งแนวทางนี้เป็นแนวทางการบริหารงานแบบมีส่วนร่วม ซึ่งองค์การต่างๆ พยายามมุ่งเน้นมาโดยตลอด

2.4.1 วัตถุประสงค์ของ 5ส

1. พัฒนาความคิดในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง
2. สร้างทีมงานที่ดี โดยการให้ทุกคนมีส่วนร่วม
3. พัฒนาผู้บริหารและหัวหน้างาน โดยการฝึกความสามารถในการเป็นผู้นำ
4. เตรียมความพร้อม เพื่อการนำเทคโนโลยีด้านการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องที่ยากขึ้นมาใช้

2.4.2 ประโยชน์จากการทำกิจกรรม 5ส

1. บุคลากรจะทำงานได้รวดเร็ว มีความถูกต้องในการทำงานมากขึ้น และสภาพแวดล้อมดีขึ้น
2. ความร่วมมือร่วมใจจะเกิดขึ้น บุคลากรจะรักหน่วยงานมากขึ้น
3. บุคลากรจะมีระเบียบวินัยมากขึ้น ตระหนักถึงผลเสียของความไม่เป็นระเบียบในที่ทำงาน
4. บุคลากรปฏิบัติตามกฎระเบียบ และคู่มือการปฏิบัติงานทำให้ความผิดพลาดลดลง
5. บุคลากรจะมีจิตสำนึกการปรับปรุง ซึ่งนำไปสู่ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการทำงาน
6. เป็นการยืดอายุของเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อใช้อย่างระมัดระวัง และดูแลรักษาที่ดี
7. การไหลเวียนของวัสดุ และชิ้นงานระหว่างผลิตจะราบรื่นขึ้น
8. พื้นที่ทำงานมีระเบียบ มีที่ว่าง สะอาดตา สามารถสังเกตสิ่งผิดปกติต่างๆ ได้ง่าย
9. การใช้วัสดุคุ้มค่า ต้นทุนต่ำลง
10. สถานที่ทำงานสะอาด ปลอดภัยและเห็นปัญหาเรื่องคุณภาพอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ขั้นตอนในการดำเนินงาน 5ส

การทำกิจกรรม 5ส จำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจ และทราบถึงกิจกรรมที่ควรปฏิบัติภายในขั้นตอนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นตั้งแต่ขั้นเริ่มเตรียมการ ขั้นเริ่มดำเนินการ หรือแม้กระทั่งขั้นตอนดำเนินการ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

2.4.3.1 ขั้นเตรียมการ (Preparation)

เมื่อหน่วยงานเริ่มต้นนำกิจกรรม 5ส มาใช้ สิ่งแรกที่จะต้องดำเนินการคือ การทำความเข้าใจกับผู้บริหารระดับสูง และจัดเตรียมแผนการดำเนินกิจกรรม ซึ่งสามารถดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. สร้างความเข้าใจกับผู้บริหารระดับสูง โดยเชิญผู้รู้จากหน่วยงานภายนอก อาจเป็นผู้เชี่ยวชาญเรื่อง 5ส หรือ 5S Facilitators (เจ้าหน้าที่ส่งเสริมกิจกรรม 5ส) ของหน่วยงานที่ดำเนินกิจกรรม 5ส ประสบผลสำเร็จแล้วในระดับหนึ่ง มาเป็นที่ปรึกษา
2. การกำหนดนโยบายการดำเนินกิจกรรม 5ส โดยผู้บริหารสูงสุด และแต่งตั้งคณะกรรมการหรือคณะทำงานดำเนินกิจกรรม 5ส ในระยะแรกบางหน่วยงานอาจแต่งตั้งที่ปรึกษา เพื่อช่วยให้การดำเนินกิจกรรม 5ส เริ่มต่อไปด้วยดี และถูกต้องตามหลักการเพิ่มผลผลิต
3. การกำหนดแผนการดำเนินกิจกรรม 5ส
4. ประกาศนโยบายให้ทุกคนทราบอย่างเป็นทางการ
5. อบรมให้ความรู้แก่พนักงานทุกคน ตั้งแต่ผู้บริหารจนถึงพนักงานระดับล่างสุดทั้งหน่วยงาน บางหน่วยงานอาจจำเป็นต้องอบรมผู้รับเหมาช่วงที่ทำงานในหน่วยงานด้วย
6. อบรมคณะทำงานหรือ Facilitators ที่ได้รับแต่งตั้ง เพื่อผลักดันให้ดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง
7. ผู้บริหารระดับสูง เยี่ยมชมหน่วยงานที่ได้ดำเนินกิจกรรม 5ส อย่างต่อเนื่อง

2.4.3.2 ขั้นเริ่มดำเนินการ (Kick off Project)

จัดกิจกรรมวันทำความสะอาดใหญ่ (Big Cleaning Day) ถือเป็นวันเริ่มต้นของการดำเนินกิจกรรม บางหน่วยงานถือเป็นวันประกาศนโยบาย ที่สำคัญคือ ผู้บริหารสูงสุดของหน่วยงานต้องเป็นผู้มีส่วนร่วมในวันนั้น เพื่อแสดงออกถึง Commitment การจัดกิจกรรมวันทำความสะอาดใหญ่นี้มีความสำคัญ และต้องเตรียมการอย่างละเอียดรอบคอบ มีการประชุมเตรียมการต่างๆ และแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ

2.4.3.3 ขั้นตอนดำเนินการ (Implementation)

หลังจากวันทำความสะอาดใหญ่แล้ว จึงเริ่มดำเนินกิจกรรม 3ส สะสาง สะอาด สะดวก แรก โดยแบ่งพื้นที่ความรับผิดชอบ เกณฑ์การแบ่งพื้นที่ความรับผิดชอบขึ้นอยู่กับคณะกรรมการจะเป็นผู้กำหนด ที่สำคัญ คือ ต้องรวมพื้นที่เป็นส่วนรวม เช่น ทางเดิน บันได ห้องน้ำ เป็นต้น โดยสรุปทุกพื้นที่ต้องมี

เอกสารนี้เป็น... ไม่...

ผู้รับผิดชอบ และทุกพื้นที่จะต้องกำหนดแผนปฏิบัติการ หัวข้อต่างๆ ที่ควรมีอยู่ในการดำเนินกิจกรรม 5ส มีดังต่อไปนี้

1. รายละเอียดกิจกรรม เป็นการกำหนดกิจกรรมในเรื่อง 5ส ว่ามีอะไรบ้างตามขั้นตอน

2. ระยะเวลาดำเนินการ จะต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าช่วงใดจะทำอะไร ใช้เวลาเท่าไรในการดำเนินงาน และระยะเวลาสิ้นสุดของแผนเมื่อใด เช่น แผน 1 ปี แผน 2 ปี เป็นต้น

3. ผู้รับผิดชอบ ในแผนควรกำหนดผู้รับผิดชอบในแต่ละหัวข้อไว้ด้วย ซึ่งผู้รับผิดชอบอาจจะเป็นบุคคลหรือหน่วยงานก็ได้

4. แผนที่ดีควรจะระบุให้ชัดเจน ว่าแต่ละขั้นตอนใช้งบประมาณเท่าใด

5. วันที่จัดทำแผน เพื่อให้ทราบว่าแผนการดำเนินการนั้นทำไว้ตั้งแต่เมื่อใด ทั้งนี้การดำเนินกิจกรรม 5ส ไม่ใช่อยู่แค่ 1 ปี หรือ 2 ปี เท่านั้น แต่ต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องจนเป็นนิสัยไม่มีที่สิ้นสุด และมีความก้าวหน้ายิ่งขึ้น มีมาตรฐานที่สูงขึ้น

6. มีการประชุมของสมาชิกที่อยู่ในพื้นที่อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้แผนปฏิบัติการที่ร่วมกันกำหนดเกิดผลในทางปฏิบัติ

7. ทุกคนในพื้นที่ต้องทำ 3ส แรกในพื้นที่รับผิดชอบรายละเอียดของการทำกิจกรรม

8. จัดให้มีการประเมินความคืบหน้าของการดำเนินกิจกรรม โดยคณะกรรมการ 5ส และที่ปรึกษา หรืออาจจะกำหนดให้มีการตรวจติดตามภายในพื้นที่ ด้วยการตรวจเป็นการประเมินความคืบหน้าของการดำเนินกิจกรรม คณะกรรมการจะต้องได้รับการ อบรมเทคนิค วิธีการพร้อมเกณฑ์การประเมินด้วย

2.4.4 เกณฑ์การประเมิน

1. การให้คะแนนระดับผลการดำเนินกิจกรรม ตามรายละเอียดที่กำหนดในแบบประเมิน เช่น ระดับความสะอาด หรือการจัดสะดวกตลอดจนเรื่องของความปลอดภัย และความร่วมมือร่วมใจ เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะของกรรมการ ซึ่งพื้นที่จะต้องนำไปปรับปรุง หรือข้อดีเด่นที่พบซึ่งสามารถนำไปเป็นตัวอย่าง หรือกำหนดเป็นมาตรฐานต่อไป ควรจัดให้มีการปรับปรุงหรือแจ้งผลการดำเนินการดำเนินกิจกรรมให้ทุกคนรับทราบ

สำหรับหน่วยงานใหญ่ ในขั้นตอนดำเนินการนี้ อาจจัดทำพื้นที่ตัวอย่าง (Model Area) เพื่อเป็นแบบอย่างแก่ฝ่ายหรือแผนกอื่นๆ ต่อไป โดยพื้นที่ตัวอย่างนี้จะต้องมีการจัดตู้เอกสาร แฟ้ม โต๊ะทำงาน ตามหลักการ 5ส และเครื่องมืออุปกรณ์สะอาด ระหว่างการดำเนินกิจกรรมทั้งในพื้นที่ตัวอย่าง และพื้นที่อื่นๆ จำเป็นที่เจ้าหน้าที่ส่งเสริม กิจกรรม 5ส ต้องช่วยประสานงาน ติดตาม ผลักดัน และช่วยเหลือสมาชิกในพื้นที่ นอกจากนั้น ยังต้องรายงานความคืบหน้า และปัญหาอุปสรรคให้แก่ผู้บังคับบัญชาที่รับผิดชอบซึ่งเป็นหนึ่งในกรรมการของคณะกรรมการ 5ส ของหน่วยงานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 เครื่องมือส่งเสริมกิจกรรม 5ส (Promotion Tools)

เครื่องมือส่งเสริมกิจกรรมมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินกิจกรรม 5ส เพื่อเป็นการรณรงค์และกระตุ้นให้พนักงานมีส่วนร่วมตัวอย่าง คือ

- โปสเตอร์ 5ส (5S Posters) เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจและเพื่อกระตุ้นเตือนให้พนักงาน ร่วมมือดำเนินกิจกรรม 5ส อาจให้พนักงานคิดทำกันเอง หรือแข่งขันการวาดภาพโปสเตอร์ ภายในหน่วยงาน หรือติดต่อหน่วยงานภายนอกที่เขาทำกันไว้แล้ว

- คำขวัญ 5ส (5S Slogans) อาจจัดให้มีการประกวดคำขวัญ และนำคำขวัญที่ชนะมาจัดทำเป็นโปสเตอร์ติดในโรงงาน

- ข่าว 5ส (5S Newsletter) เป็นเอกสารเผยแพร่การดำเนินกิจกรรม 5ส ในหน่วยงาน เพื่อให้พนักงานได้รับข่าวความเคลื่อนไหวภายในและภายนอก รวมทั้งมีสาระเนื้อหาทางวิชาการสอดแทรกอยู่ด้วย อาจมีคอลัมน์ซุบซิบนินทาสังคมชาว 5ส กระเซ้าเย้าแหย่กระตุ้นให้เกิดการอยากมีส่วนร่วม และข่าว 5ส นี้จะเป็นสื่อในการประกาศผลการประเมินความคืบหน้าของการดำเนินการกิจกรรม 5ส ในแต่ละช่วงที่ตรวจติดตาม 5ส ด้วย

- เหรียญ 5ส (5S Badges) มีหลายหน่วยงานได้จัดทำเหรียญ 5ส ติดหน้าอกเสื้อ แสดงถึงการดำเนินกิจกรรมวัน 5ส หรือเหรียญแสดงถึงผู้อยู่ในกลุ่มที่ชนะเลิศการดำเนินกิจกรรม 5ส

- เสื้อ 5ส (5S Shirts) บางหน่วยงานพนักงาน เจ้าหน้าที่จะจัดทำเสื้อยืด 5ส เป็นทีม นัดวันในการทำ 5ส พร้อมกับสวมเป็นเครื่องแบบ เพื่อเป็นการกระตุ้นการทำ 5ส ของหน่วยงานของตน

2.4.6 เครื่องมือในการดำเนินการ (Implementing Tools)

- การประกวดข้อเสนอแนะ กระตุ้นให้พนักงานนำเรื่อง 5ส มาเขียนเป็นข้อเสนอแนะ

- วัน 5ส (เดือนละครั้ง) กำหนดวันที่แน่นอนในการทำ 5ส เช่น วันที่ 25 ทำ 5ส เป็นต้น

- การดูงานด้าน 5ส นำพนักงานดูงาน 5ส ในหน่วยงานที่ดำเนินกิจกรรม 5ส ดีเด่นเป็นตัวอย่าง เช่น การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ปูนซีเมนต์ไทย การท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย เป็นต้น จะทำให้พนักงานเชื่อถือและอยากปฏิบัติ อีกทั้งยังเป็นการเปิดโอกาสให้สามารถนำความคิดที่ดี จากหน่วยงานอื่นๆ มาปรับใช้ให้เหมาะสมภายในหน่วยงาน

- การบันทึกภาพ ควรทำเป็นประจำ อาจจะทุก 3 เดือน ทั้งนี้เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างและการเปลี่ยนแปลงก่อนเริ่มกิจกรรม ระหว่างดำเนินกิจกรรมเป็นระยะๆ ดูการปรับปรุงจะเห็นความก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ และเพื่อจูงใจให้เกิดการดำเนินการอย่างต่อเนื่องต่อๆ ไป การถ่ายภาพอาจเริ่มต้นเลือกจุดที่เห็นเด่นชัด ว่าต้องปรับปรุงหรือเป็นจุดที่สกปรกมาก ไม่มีระเบียบ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7 หลักการบันทึกภาพการปรับปรุงพื้นที่ 5ส

- กำหนดจุดที่จะถ่ายภาพ ทำการถ่ายภาพบริเวณที่จะดำเนินกิจกรรมเก็บไว้
- นำไปติดเป็นแผ่นกระดาษโปสเตอร์ และทดลองให้คะแนนพร้อมแจ้งว่าต้องทำอะไรต่อไป
- เมื่อดำเนินกิจกรรมไประยะหนึ่ง ควรถ่ายภาพเพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการทำ 5ส

2.4.8 เครื่องมือประเมินผลกิจกรรม (Evaluation Tools)

- การตรวจติดตามโดยผู้บริหารสูงสุด จำเป็นต้องกำหนดให้ผู้บริหารสูงสุดควรเดินตรวจการปฏิบัติงานของพนักงานในพื้นที่ (Management by Walking Around) เพื่อได้รับทราบถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ มีปัญหาอะไรจะได้สั่งการในทันที รวมทั้งทำให้เกิดความคุ้นเคย ระหว่างผู้บริหารและพนักงาน โดยเฉพาะเรื่องกิจกรรม 5ส การเดินตรวจเป็นการแสดงออกถึงการเอาจริงเอาจังของผู้บริหารอีกด้วย

- การตรวจสอบโดยผู้บริหารระดับต้นหรือระดับกลาง ต้องเดินตรวจสอบสถานที่ปฏิบัติงานเองทุกเช้า พร้อมทักทายกับพนักงานทุกๆ คน จดบันทึกเรื่องที่สังเกตเห็นค้นหาปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น อันจะทำให้การดำเนินกิจกรรม 5ส ไม่ก้าวหน้าต่อไป ต่อจากนั้นจัดลำดับปัญหาออกเป็นเกรด A B และ C โดยกำหนดออกมาว่าปัญหาระดับใดต้องแก้ไขเมื่อใด นำปัญหาเหล่านั้นไปพูดคุยกับเจ้าหน้าที่ ที่รับผิดชอบแล้วจึงเดินตรวจดูสภาพความคืบหน้าว่าเป็นไปตามข้อกำหนดไว้หรือไม่ ในการเดินตรวจ

- การตรวจให้คะแนน เป็นสิ่งที่จะกระตุ้นส่งเสริมให้พนักงานร่วมมือร่วมใจในการทำกิจกรรม 5ส ที่ดีอีกวิธีหนึ่ง คนไทยมีนิสัยชอบการแข่งขัน การตรวจให้คะแนนนี้เปรียบเหมือนการประเมินความคืบหน้าของการดำเนินกิจกรรมด้วยการให้คะแนน

- ตั๋ว 5ส มีลักษณะคล้ายกับใบแจ้งการดำเนินการแก้ไขและป้องกันของ ISO 9000 เป็นใบที่ผู้บริหารแจ้งให้พนักงานแก้ไขปรับปรุงในจุดที่บกพร่องอยู่ โดยกำหนดระยะเวลาที่เสร็จ การประกาศเกียรติคุณ และการให้รางวัล เมื่อมีการแข่งขัน 5ส แล้วควรมีการมอบเกียรติคุณแก่พื้นที่ดีเด่น ในเรื่องการบำรุงรักษา การมีส่วนร่วม และการสร้างสรรค์ รางวัลพื้นที่ชนะเลิศคะแนนสูงสุดประจำปี ประจำไตรมาส หรือประจำเดือน สำหรับประกาศเกียติคุณ หรือโล่ควรเป็นระบบหมุนเวียน โดยผู้บริหารสูงสุดจะต้องให้ความสำคัญ และให้เวลามีส่วนร่วมในการรับฟังการเสนอผลงาน และเป็นผู้มอบรางวัล เพื่อแสดงออกถึงการที่ผู้บริหารตระหนักถึงคุณค่าในความพยายามที่จะปรับปรุงงาน และสถานที่ทำงานร่วมกันเป็นการเสริมสร้างสัมพันธภาพในงาน และหล่อหลอมวัฒนธรรมที่ดีในองค์กรด้วย

2.4.9 ขั้นการปรับปรุงและสร้างมาตรฐาน

การนำผลการตรวจติดตามความคืบหน้าปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น ถือว่าเป็นขั้นตอนของการปรับปรุง ซึ่งเป็นไปตามหลักการของ PDCA คือ เมื่อได้วางแผนไว้ (Plan) แล้วลงมือปฏิบัติ (Do) พร้อมกับต้องมีการตรวจสอบ (Check) เพื่อหาข้อควรปรับปรุงแล้วจึงนำมาดำเนินการแก้ไข (Act) ซึ่งจะส่งผลให้มีการปรับปรุง 5ส ในแต่ละพื้นที่ดียิ่งขึ้น อันนำมาซึ่งประสิทธิภาพ คุณภาพ และการเพิ่มผลผลิตอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.10 ปัญหาในการทำ 5ส

5ส เป็นกิจกรรมพื้นฐานที่องค์กรต่างๆ นิยมนำมาใช้ เพื่อพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพงาน แต่องค์กรส่วนใหญ่ที่นำ 5ส มาใช้งานมักประสบปัญหาในการดำเนินงาน 5ส อยู่หลายอย่าง เช่น ทำ 5ส มานานแต่เห็นผลไม่ชัดเจน ไม่ต่อเนื่อง และปัญหาใหญ่อีกเรื่องคือ การตรวจให้คะแนน 5ส ประจำเดือน นับเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่มีปัญหาอย่างมาก ทำอย่างไรเจ้าของพื้นที่จึงจะยอมรับการตรวจ หรือจะให้คะแนนอย่างไรจึงจะเหมาะสม หรือมีมาตรฐานในการให้คะแนนอย่างไร ปัญหาในการทำ 5ส ที่พบส่วนใหญ่ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ประเด็น ดังนี้

- ประเด็น 1 คือ ระบบบริหารของการนำ 5ส มาใช้ หน่วยงานบางแห่งต้องการเพียงให้สถานที่ดูสะอาด เรียบร้อย จึงเน้นการตรวจเฉพาะเรื่องความสะอาด พื้นที่ไหนสะอาดเป็นระเบียบก็ได้รับรางวัลพื้นที่ดีเด่น พื้นที่ไหนไม่สะอาดหรือไม่เป็นระเบียบก็อาจได้อันดับท้าย เป็นต้น

แนวทางแก้ไข คงจะต้องปรึกษากันระหว่างทีมงานบริหารว่าต้องการทำในระดับขั้นไหน เพราะแนวคิดของ 5ส หากเป็นระบบแล้วจะต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง มีตัววัดที่ชัดเจน ทำแล้วต้องเห็นผลทั้ง Production และ Productivity เวลาที่เข้าโรงงาน และพบลักษณะนี้มักจะให้ไม่ค่อยส่งเสริม เพราะถือว่าเรื่องความสะอาดและสวยงามเป็นสิ่งรองมา เมื่อทำ 5ส สำเร็จ แนวทาง คือ การสร้างระเบียบวินัยและวัฒนธรรมการปรับปรุงงานของพนักงาน เพื่อนำสู่ระบบที่สูงขึ้นไป เช่น TPM, TQM เป็นต้น

- ประเด็น 2 คือ การสร้างมาตรฐาน เพื่อสร้างและควบคุมระบบให้คงอยู่ ป้องกันการสับสน

แนวทางแก้ไข การมีมาตรฐานขึ้นไม่ได้เป็นเรื่องเสียหายอะไร จุดสำคัญ คือ การลดความผันแปร เพื่อให้เกิดการพัฒนาในทุกคนมีส่วนร่วม และสำคัญที่สุด คือ ลูกค้าทั้งภายในและภายนอก ควรจะต้องทำความเข้าใจในพื้นที่ในการสร้างระบบนี้ขึ้น

- ประเด็น 3 คือ การตรวจติดตาม คณะกรรมการหรือผู้รับผิดชอบในการตรวจมีความรู้และศึกษาในรายละเอียดของพื้นที่ค่อนข้างน้อย รวมทั้งพื้นที่ก็ไม่มีมาตรฐาน การตรวจเกือบ 90% ที่พบจะใช้ความรู้สึกมากกว่าข้อเท็จจริง และมักเกิดปัญหาการกระทบระหว่างพื้นที่และคนตรวจ 5ส

แนวทางแก้ไข มาตรฐานของพื้นที่ควรที่จะมีไว้ และแบบฟอร์มการตรวจควรแยกตามพื้นที่ เพราะแต่ละพื้นที่มีจุดเด่นและจุดอ่อนแตกต่างกันไป เป้าหมายแต่ละปีของหน่วยงานจะเน้นเรื่องอะไรเป็นเกณฑ์ และทำได้เกณฑ์ตามนั้นหรือไม่

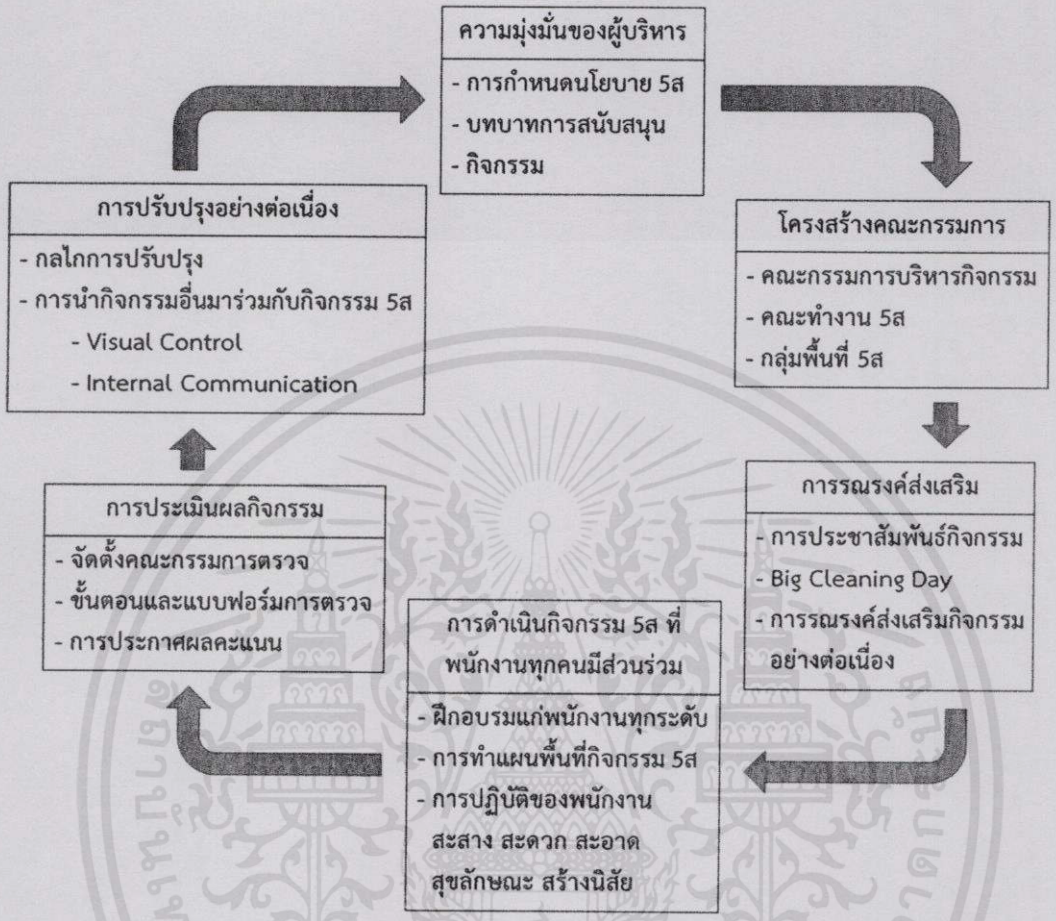
- ประเด็น 4 คือ ความคาดหวังของการเสร็จสิ้นโครงการแต่ละปีค่อนข้างสูง มีบางหน่วยงานต้องการให้เสร็จสิ้นภายใน 1 เดือน

แนวทางแก้ไข การทำความเข้าใจและการให้ความรู้เป็นส่วนสำคัญ ผู้บริหารและพนักงานควรเข้าใจในปัญหาภายในของตนเอง และร่วมกันค่อยๆ ขจัดปัญหาที่เป็นจุดอ่อน อย่างต่อเนื่อง

- ประเด็น 5 คือ ความต่อเนื่อง ซึ่งแบ่งออกจากงานประจำ มีงานฉุกเฉินสามารถกลับสู่สภาพเดิม

แนวทางแก้ไข การตรวจติดตามของบริหาร และความพยายามให้ถือเป็นภารกิจประจำ บางหน่วยงาน จะมีเวลาเหลือให้พนักงาน 15-30 นาที ในทุกๆ วัน รวมทั้งการสร้างค่านิยมขององค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ระบบบริหารกิจกรรม 5ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการ Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify (ECRS)

พรรณี หอมทอง (2556) ได้อธิบายถึงหลักการ ECRS ว่าเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ลดความสูญเสียในเบื้องต้นได้เป็นอย่างดี อีกทั้งเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ความสูญเสียด้วย หลักการ ECRS จำเป็นต้องใช้ตารางการตั้งคำถามดังแสดงในตารางที่ 2.3 และตารางวิเคราะห์งานดังแสดงในตารางที่ 2.4

การลดความสูญเสียในการผลิตเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องเร่งดำเนินการอย่างรีบด่วน เพราะความสูญเสียจะทำให้ต้นทุนสินค้าเพิ่มสูงขึ้น หากสามารถลดความสูญเสียลงได้ ก็จะส่งผลให้ประหยัดต้นทุนการผลิตลงด้วย อีกทั้งยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้สูงขึ้น แนวทางการลดความสูญเสียด้วยหลักการ ECRS เป็นดังนี้

1. E - Eliminate (การกำจัด) หมายถึง การพิจารณาขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็น และไม่เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ แล้วกำจัดขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็นออกไป รวมทั้งการกำจัดความสูญเสียทั้ง 7 ประการ คือ การผลิตเกินจำเป็น การเก็บวัสดุคงคลัง การขนส่ง การเคลื่อนไหว การผลิตมากขั้นตอน การรอคอย และการผลิตของเสีย การกำจัดเป็นวิธีที่มีประสิทธิผลสูงสุดในการปรับปรุงงาน

2. C - Combine (การรวมกัน) หมายถึง การรวมขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลง โดยพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงได้หรือไม่ ถ้าลดขั้นตอนการผลิตให้เหลือน้อยลงก็จะสามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่ทำให้ใช้เวลาในการผลิตน้อยลง

3. R - Rearrange (การจัดใหม่) หมายถึง การจัดลำดับการผลิตใหม่โดยการโยกย้ายสับเปลี่ยนขั้นตอนการผลิตให้เหมาะสม เพื่อลดการเคลื่อนที่เกินจำเป็นหรือลดการรอคอย และอาจจะสามารถรวมขั้นตอนการผลิตบางส่วนเข้าด้วยกันได้

4. S - Simplify (การทำให้ง่าย) หมายถึง การปรับปรุงวิธีการทำงานให้สะดวกและง่ายขึ้น โดยอาจจะออกแบบ Jig หรือ Fixture มาช่วยเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำ ซึ่งจะสามารถลดของเสียลงได้เพราะเป็นการลดการเคลื่อนที่และลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

ตารางที่ 2.3 การตั้งคำถามตามหลักการ ECRS

สิ่งที่ต้องการค้นหา	ตัวอย่างคำถาม	จุดประสงค์
วัตถุประสงค์	ทำอะไร: ทำไมต้องทำ	การกำจัด (Eliminate)
สถานที่	ทำที่ไหน: ทำไมต้องทำที่นั่น	การรวมกัน (Combine) หรือ การจัดใหม่ (Rearrange)
ลำดับขั้นตอน	ทำเมื่อไร: ทำไมต้องทำเวลานั้น	
บุคคล	ใครเป็นคนทำ: ทำไมต้องคนนั้น	
วิธีการ	ทำอย่างไร: ทำไมต้องทำอย่างนั้น	การทำให้ง่าย (Simplify)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

Marry Poppendieck (2002) กล่าวว่ากระบวนการผลิตมักพบว่ามีความสูญเสียต่างๆ แฝงอยู่ไม่มากก็น้อย ซึ่งเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เช่น ใช้เวลาการผลิตนาน สินค้ามีคุณภาพต่ำ และต้นทุนสูง

ดังนั้นจึงมีแนวคิด เพื่อพยายามจะลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้นมากมาย แนวคิดหนึ่งที่คิดค้นโดย Mr.Shigeo Shingo และ Mr.Taiichi Ohno คือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการ ดังต่อไปนี้ (พรรณี หอมทอง, 2556)

- ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตเกินจำเป็น (Overproduction)
- ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Stock)
- ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)
- ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียหรือการแก้ไขงานเสีย (Defect or Rework)
- ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตที่ขาดประสิทธิผล (Non-Effective Process)
- ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay or Idle Time)
- ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

2.6.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตเกินจำเป็น (Overproduction)

การผลิตสินค้าในปริมาณมากเกินจำเป็น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดดั้งเดิมที่ต้องการให้แต่ละกระบวนการผลิต จะต้องผลิตชิ้นงานออกมาให้มากที่สุด ในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำสุด โดยไม่ได้คำนึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำ จึงทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น หรือเมื่อแต่ละสถานีงานที่อยู่ในสายงานการผลิตเดียวกัน จำเป็นต้องทำงานต่อเนื่องกัน ไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างสมดุล จึงเกิดงานระหว่างทำ การผลิตยิ่งมากจะทำให้งานระหว่างทำในกระบวนการผลิตมากขึ้นตามไปด้วย

2.6.1.1 <u>ปัญหาจากการผลิตเกินจำเป็น</u>

- ต้องเตรียมพื้นที่จัดเก็บงานระหว่างทำ จึงเกิดการสูญเสียพื้นที่ทำงานไปส่วนหนึ่ง ทำให้การขนถ่ายวัสดุยุ่งยากมากขึ้น การควบคุมเครื่องจักรและการซ่อมบำรุงทำได้ไม่สะดวก เมื่อมีงานระหว่างทำมากจนไม่สามารถเก็บไว้ในบริเวณสถานีงาน จะต้องหาพื้นที่เพื่อเก็บงานระหว่างทำชั่วคราว ซึ่งเป็นการใช้พื้นที่อย่างไม่คุ้มค่าและต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

- ความไม่ปลอดภัยในการทำงาน หากการจัดเก็บงานระหว่างทำไม่เป็นระเบียบ หรือไม่มั่นคงอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุ สร้างความเสียหายให้กับพนักงานและทรัพย์สิน

- เมื่อใช้งานระหว่างทำไม่หมดหรือมีการเปลี่ยนแปลงคำสั่งผลิต จะต้องขนย้ายไปเก็บชั่วคราว ทำให้สูญเสียแรงงาน เวลา และอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ โดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ของเสียจากกระบวนการผลิตก่อนหน้าไม่ได้รับการแก้ไขทันที เพราะค้างอยู่ในงานระหว่างทำการผลิตครั้งละมากๆ กว่าจะถึงกระบวนการผลิตถัดไป หรือถูกตรวจสอบเครื่องจักรก็จะผลิตของเสียเพิ่มขึ้น จนกว่าจะพบของเสียอยู่ในงานระหว่างทำ เมื่อส่งไปยังกระบวนการผลิตถัดไป และรายงานกลับมาเพื่อการแก้ไข การผลิตของเสียจะทำให้เกิดการสูญเสียทั้งเวลา วัตถุดิบ แรงงาน และพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

- ต้นทุนวัสดุ แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ใช้ไปในการผลิตจะจมอยู่ในงานระหว่างทำ

- ปิดบังปัญหาต่างๆ ในกระบวนการผลิต เช่น เครื่องจักรเสียบ่อย หรือใช้เวลาตั้งเครื่องจักรมากเกินไป เพราะเมื่อเกิดปัญหาขึ้นก็จะไม่เห็นผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมากนัก เนื่องจากมีงานระหว่างทำสำรองไว้มาก จึงเป็นการใช้เครื่องจักรไม่คุ้มค่า และต้องเสียค่าใช้จ่ายมากเกินความจำเป็น เช่น ค่าใช้จ่ายและเวลาที่เสียไปสำหรับซ่อมเครื่องจักร

- ใช้เวลาในการผลิตนาน เพราะทำการผลิตครั้งละมากๆ ซึ่งบางครั้งเป็นสินค้าที่ลูกค้าไม่ต้องการ จึงทำให้การส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าล่าช้าจนอาจทำให้ลูกค้าไม่พอใจ

2.6.1.2 <u>แนวทางการปรับปรุง</u>

- ปรับปรุงขั้นตอนการผลิตที่เป็นคอขวด (Bottle-Neck) โดยการศึกษาเวลาการผลิตของแต่ละขั้นตอนการผลิตว่าสมดุลกันหรือไม่ หากพบว่าขั้นตอนใดมีกำลังการผลิตต่ำกว่าขั้นตอนการผลิตอื่นก็ต้องบริหารจัดการให้สมดุล

- ผลิตชิ้นงานแต่ละชนิดในปริมาณที่เพียงพอ เพื่อให้งานระหว่างทำลดลง

- พนักงานต้องดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ หากเครื่องจักรมีสภาพทรุดโทรมต้องซ่อมบำรุงอยู่เสมอ นอกจากจะเสียค่าใช้จ่าย และเสียเวลาในการซ่อมบำรุง ยังทำให้การผลิตล่าช้า ไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า หรือสินค้าที่ผลิตได้ด้อยคุณภาพ

- กำหนดปริมาณการผลิตในแต่ละรุ่นให้น้อยลง

- ลดเวลาตั้งเครื่องจักรด้วยการปรับปรุงวิธีการทำงาน จัดลำดับขั้นตอนการทำงานให้เหมาะสม และจัดเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม เพื่อลดเวลาในการเตรียมการผลิต

- ฝึกพนักงานให้มีทักษะในการปฏิบัติงานได้หลายด้าน เพื่อทำงานได้หลายหน้าที่ เมื่อมีงานเร่งด่วนก็สามารถย้ายไปช่วยงานที่สถานีงานอื่นได้ ซึ่งทำให้การผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และลดปัญหาการผลิตที่ไม่เหมาะสมลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Stock)

การซื้อวัสดุครั้งละจำนวนมาก เพื่อรับประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับการผลิตเพียงพอตลอดเวลา หรือสั่งซื้อวัสดุตามปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) หรือสั่งซื้อวัสดุตามปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดในกรณีมีส่วนลดด้านราคา จะส่งผลให้มีปริมาณวัสดุอยู่ในคลังมากเกินความต้องการใช้งาน

2.6.2.1 <u>ปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง</u>

- ต้องใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาวัสดุคงคลัง แทนที่จะใช้พื้นที่ส่วนนี้ไปทำประโยชน์ด้านอื่น เช่น ติดตั้งเครื่องจักร เพื่อการผลิตสินค้ารุ่นใหม่หรือสินค้าชนิดใหม่
- ต้นทุนวัสดุจม การเก็บรักษาวัสดุคงคลังเป็นระยะเวลานานต้องเสียค่าดอกเบี้ยเพิ่มมากขึ้นหรือเสียโอกาสที่จะนำเงินต้นทุนวัสดุคงคลังไปทำประโยชน์ด้านอื่น
- วัสดุอาจเสื่อมคุณภาพ ถ้าขาดการบริหารจัดการที่ดี เช่น ควรจะบริหารจัดการวัสดุคงคลังแบบเข้าก่อนออกก่อน
- เกิดความซ้ำซ้อนในการสั่งซื้อ ถ้าควบคุมปริมาณวัสดุคงคลังไม่ถูกต้อง และที่จัดเก็บไม่ชัดเจน
- ต้องการแรงงานในการบริหารจัดการเป็นจำนวนมาก เพื่อทำการควบคุมการรับจ่าย และดูแลความปลอดภัย
- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคำสั่งผลิตก็จะเกิดวัสดุตกค้างอยู่ในคลังเป็นจำนวนมาก และบางครั้งก็ไม่ทราบว่าระยะเวลาที่ต้องการใช้วัสดุอีกด้วย

2.6.2.2 <u>แนวทางการปรับปรุง</u>

- กำหนดจุดต่ำสุดและสูงสุดของปริมาณวัสดุคงคลัง และกำหนดจุดสั่งซื้อใหม่ให้ชัดเจน
- ควบคุมปริมาณวัสดุคงคลังโดยใช้เทคนิคการมองเห็น (Visual Control) เพื่อให้สามารถเข้าใจและสังเกตได้ง่าย เช่น แผ่นป้าย แถบสี เป็นต้น
- ควบคุมปริมาณการสั่งซื้อจากอัตราการใช้วัสดุด้วยระบบง่ายที่สุด และวิเคราะห์หาวัสดุทดแทน (Value Engineering) ที่สามารถสั่งซื้อได้สะดวก เพื่อลดปริมาณวัสดุคงคลัง
- ปรับปรุงระบบการจัดเก็บวัสดุคงคลังเป็นแบบเข้าก่อนออกก่อนเพื่อป้องกันไม่ให้มีวัสดุตกค้างเป็นเวลานานจนเสื่อมคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)

การขนส่ง หมายถึง กิจกรรมที่ทำให้วัสดุแต่ละชนิดในโรงงาน เกิดการเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงสถานที่ เพื่อทำให้กระบวนการผลิตดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง ถ้าการบริหารจัดการและควบคุมการขนส่งไม่เหมาะสมก็จะทำให้ต้นทุนการขนส่งสูงขึ้น เช่น การขนถ่ายวัสดุซ้ำซ้อน เลือกเส้นทางการขนส่งไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางการขนส่งวัสดุให้เหลือน้อยที่สุด เพราะการขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม และในกรณีนี้จะไม่พิจารณาการขนส่งภายนอกโรงงาน

2.6.3.1 <u>ปัญหาจากการขนส่ง</u>

- เสียค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เช่น แรงงาน พลังงาน อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ เป็นต้น
- วัสดุเสียหายจากการตกหล่นระหว่างการขนส่ง
- วัสดุสูญหายจากการตกหล่นระหว่างการขนส่งถ้าหากเลือกใช้วิธีการขนส่งไม่เหมาะสม
- เกิดอุบัติเหตุหากขาดความระมัดระวัง
- สูญเสียเวลาในการผลิต ถ้าการขนส่งล่าช้าไม่ทันต่อการผลิต พนักงานผลิตต้องเสียเวลารอคอยโดยไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้ ทำให้การส่งมอบสินค้าล่าช้ากว่ากำหนด

2.6.3.2 <u>แนวทางการปรับปรุง</u>

- วางผังโรงงานตามชนิดของผลิตภัณฑ์ หรือวางเครื่องจักรให้อยู่ในบริเวณเดียวกันตามกระบวนการผลิต เพื่อลดระยะทางการขนส่ง
- ลดการขนส่งที่ซ้ำซ้อน
- เลือกใช้อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต
- ลดปริมาณชิ้นงานในการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อให้สามารถขนส่งชิ้นงานไปยังกระบวนการผลิตต่อไปได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

การเคลื่อนไหวด้วยท่าทางการทำงานไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกลตัว ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น หรือการทำงานกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่มีขนาด น้ำหนัก และสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมกับร่างกายของผู้ปฏิบัติงานเป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าต่อร่างกาย และยังเกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

2.6.4.1 <u>ปัญหาจากการเคลื่อนไหว</u>

- ระยะทางในการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น ต้องใช้เวลาในการหยิบชิ้นงานที่วางอยู่ใกล้ตัว ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต พนักงานเกิดความเมื่อยล้า ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง อีกทั้งยังอาจทำให้ชิ้นงานเกิดการตกหล่นเสียหายได้
- เกิดความล้าและความเครียด
- เกิดอุบัติเหตุเนื่องจากความระมัดระวังในการทำงานน้อยลง
- เสียเวลาและแรงงานการทำงานที่ไม่จำเป็น เพราะการเคลื่อนไหวส่วนเกินใช้ระยะทางมากขึ้น

2.6.4.2 <u>แนวทางการปรับปรุง</u>

- ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เพื่อปรับปรุงวิธีทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดและเหมาะสมที่สุดตามหลักกายศาสตร์ (Ergonomic)
- จัดสภาพการทำงาน (Working Condition) เช่น แสงสว่าง เสียง ให้เหมาะสมต่อการทำงาน
- ปรับปรุงเครื่องมือ และอุปกรณ์ทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน
- จัดสร้างอุปกรณ์ช่วยจับยึดชิ้นงาน (Jig and Fixtures) เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และปลอดภัยมากขึ้น
- ออกกำลังกาย เพื่อให้ร่างกายแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตที่ขาดประสิทธิผล (Non-Effective Process)

การมีขั้นตอนการผลิตที่มากเกินความจำเป็น หรือกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำกันหลายขั้นตอนเกินความจำเป็น จะทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต เพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพ ควรจะรวมอยู่ในกระบวนการผลิต โดยให้พนักงานผลิตเป็นผู้ตรวจสอบพร้อมกับการทำงานหรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

2.6.5.1 <u>ปัญหาจากการผลิตมากขั้นตอน</u>

- เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น
- เสียเวลาในการเตรียมการผลิต และใช้แรงงานโดยไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์
- สูญเสียพื้นที่การทำงานของขั้นตอนการผลิตที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ และความคล่องตัวในการทำงานลดลง

2.6.5.2 <u>แนวทางการปรับปรุง</u>

- พัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์และเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน
- วิเคราะห์กระบวนการผลิต โดยใช้แผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน เพื่อแสดงกิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน 5 ลักษณะ ได้แก่ การปฏิบัติงาน การขนถ่ายวัสดุ การเก็บวัสดุ การตรวจสอบ และการรอคอย จากนั้นศึกษาเฉพาะกิจกรรมไม่เหมาะสม และหาวิธีการแก้ไข
- ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต คือ การกำจัด การรวมกัน การจัดใหม่ และการทำให้ง่าย
- ลดเวลาตั้งเครื่องจักร (Set-up Time) ให้เหลือน้อยที่สุด
- หากิจกรรมที่ประหยัดค่าใช้จ่ายทดแทนที่ได้ผลลัพธ์ของงานผลิตเช่นเดียวกัน
- ใช้หลักการ 5 W 1 H คือ การตั้งคำถาม เพื่อการวิเคราะห์หาความจำเป็นของแต่ละกิจกรรมในกระบวนการผลิต ซึ่งคำถามหลัก 6 ประเภทเป็นดังนี้

What (อะไร)	ถามเพื่อหาจุดประสงค์การทำงาน ทำอะไร ทำอย่างอื่นได้หรือไม่
When (เมื่อไร)	ถามเพื่อหาเวลาทำงานที่เหมาะสม ทำเวลาอื่นได้หรือไม่
Where (ที่ไหน)	ถามเพื่อหาสถานที่ทำงานที่เหมาะสม ทำสถานที่อื่นได้หรือไม่
Who (ใคร)	ถามเพื่อหาบุคคลที่เหมาะสม ใครเป็นคนทำ ทำไมต้องเป็นคนนั้น
How (อย่างไร)	ถามเพื่อหาวิธีการทำงานที่เหมาะสม ทำอย่างไร ทำวิธีการอื่นได้หรือไม่
Why (ทำไม)	เป็นคำถามครั้งที่ 2 ต่อจากคำถามข้างต้น เพื่อหาเหตุผลในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay or Idle Time)

การรอคอยเกิดจากเครื่องจักรหรือพนักงานหยุดทำงาน เนื่องจากต้องรอคอยปัจจัยการผลิต เช่น วัตถุดิบ ชิ้นส่วน เครื่องจักรขัดข้อง จัดสายงานการผลิตไม่สมดุล การเปลี่ยนรุ่นผลิต เป็นต้น ซึ่งจะทำให้การผลิตเป็นไปด้วยความล่าช้าไม่เต็มกำลังการผลิต และการส่งมอบสินค้าอาจไม่ทันกำหนด

2.6.6.1 <u>ปัญหาจากการรอคอย</u>

- เสียค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน เครื่องจักร และค่าโสหุ้ย โดยมิก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์
- เสียโอกาสที่จะใช้พนักงาน เครื่องจักร อุปกรณ์การผลิต ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับองค์กร จึงทำให้เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส
- ขวัญและกำลังใจของพนักงานลดลง เพราะเกิดความไม่แน่นอนในกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้พนักงานไม่ทราบถึงแผนการปฏิบัติงานและเป้าหมายการปฏิบัติงาน

2.6.6.2 <u>แนวทางการปรับปรุง</u>

- วางแผนการผลิตและการจัดหาวัตถุดิบ จัดลำดับการผลิตให้ถูกต้อง และปฏิบัติตามแผน
- บำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา
- จัดสมดุลของสายงานการผลิต
- วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตและจัดสรรกำลังคนให้เหมาะสม
- เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ที่จะใช้ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต ให้พร้อมก่อนหยุดการผลิต และใช้อุปกรณ์ช่วยให้เกิดความสะดวกในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียหรือการแก้ไขงานเสีย (Defect or Rework)

การค้นหาของเสียหรือปรับปรุงคุณภาพ คือ การตรวจสอบ แต่ไม่สามารถกำจัดสาเหตุของการผลิตของเสียได้ เพียงแต่เป็นขั้นตอนในการเลือกของเสียออกจากกระบวนการผลิตเท่านั้น ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการผลิตของเสียก็ยังคงอยู่ และหากตรวจสอบไม่รัดกุม ก็อาจมีของเสียหลุดรอดไปถึงมือลูกค้า ทำให้ภาพลักษณ์ขององค์กรเสียหาย ขาดความน่าเชื่อถือในคุณภาพของสินค้า และเมื่อเกิดของเสียจะต้องนำไปแก้ไข ให้มีคุณลักษณะถูกต้องตามความต้องการของลูกค้า หรือกำจัดทิ้งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

2.6.7.1 <u>ปัญหาจากการผลิตของเสีย</u>

- ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์
- เสียเวลาที่ควรใช้ในการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพดี และใช้เวลานานกว่าจะผลิตสินค้าที่มีคุณภาพครบตามจำนวนที่ต้องการ
- ต้องปรับเปลี่ยนแผนการผลิต ในกรณีที่เกิดของเสียมากกว่าปริมาณที่ประมาณไว้ โดยปรับแผนการผลิตสินค้าอื่น ให้เริ่มต้นผลิตล่าช้าออกไป ส่งผลทำให้การส่งมอบสินค้าล่าช้ากว่ากำหนด
- เกิดการทำงานซ้ำ เพื่อแก้ไขชิ้นงานเสียหรือผลิตสินค้าใหม่ชดเชยของเสีย อีกทั้งต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านแรงงานในการแยกของดีและของเสียออกจากกัน
- ความสัมพันธ์ระหว่างแผนกอาจไม่ราบรื่นถ้าได้รับชิ้นงานเสียแล้วโยนความผิด
- สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย

2.6.7.2 <u>แนวทางการปรับปรุง</u>

- จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน และมาตรฐานคุณภาพวัตถุดิบที่ถูกต้องแม่นยำ
- พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่เริ่มแรก
- อบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานได้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด
- จัดสร้างระบบหรืออุปกรณ์ ที่สามารถป้องกันความผิดพลาดจากการทำงานในสายการผลิตได้
- ตั้งเป้าหมายลดปริมาณของเสียในการผลิตให้เป็นศูนย์ (Zero Defect)
- การตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็ว สำหรับทุกขั้นตอนการผลิต ทำให้ทราบถึงสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้เร็วขึ้น การแก้ไขปัญหาก็จะง่ายขึ้นและยังช่วยลดปริมาณของเสียในลักษณะที่เหมือนกันให้น้อยลงด้วย
- ปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับการใช้งานและการผลิต
- บำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตให้มีสภาพดีอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ เรื่องการลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักร ในกระบวนการผลิตแผงวงจรจุลภาค ณ สายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม กรณีศึกษา บริษัท ยูแทคไทย จำกัด มีวิธีการดำเนินงานโดยอ้างอิงขั้นตอนการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบด้วยคิวซีสตอรี่ (QC Story) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. การศึกษาและรวบรวมข้อมูล
2. การกำหนดและนิยามปัญหา
3. การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
4. การศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบัน
5. การวิเคราะห์ปัญหาและนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา
6. การดำเนินการแก้ไขปัญหา
7. การวัดผลและประเมินผล
8. การสรุปผลการศึกษา วิจารณ์ผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนนี้ทางกลุ่มผู้วิจัย ได้เข้าไปยัง บริษัท ยูแทคไทย จำกัด เพื่อทำการศึกษาถึงแบบแผนการดำเนินงานของทางบริษัท วัฒนธรรมขององค์กร ตลอดจนกฎข้อบังคับของทางบริษัท และได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการปฏิบัติงานเบื้องต้น ของสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม โดยศึกษาถึงรูปแบบผังสายการผลิตในปัจจุบัน ตำแหน่งของเครื่องจักร การเคลื่อนที่ของพนังงานและชิ้นงาน ระยะทางระหว่างสถานีการทำงานภายในสายการผลิต และลำดับขั้นตอนการปรับแต่งเครื่องจักร เพื่อใช้ในการกำหนดและนิยามปัญหาในขั้นตอนต่อไป

3.2 การกำหนดและนิยามปัญหา

ส่วนนี้เป็นการกำหนด และนิยามถึงปัญหา ที่จะทำการแก้ไข โดยเป็นการนำเครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง โดยเครื่องมือที่เลือกใช้ คือ แผนผังพาเรโตและแผนภาพก้างปลา เพื่อนำมาค้นหาปัญหาที่มีความสำคัญและพบมากที่สุด อีกทั้งยังค้นหาสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดปัญหานั้นๆ ด้วย ซึ่งในการกำหนดและนิยามปัญหานั้น จะแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

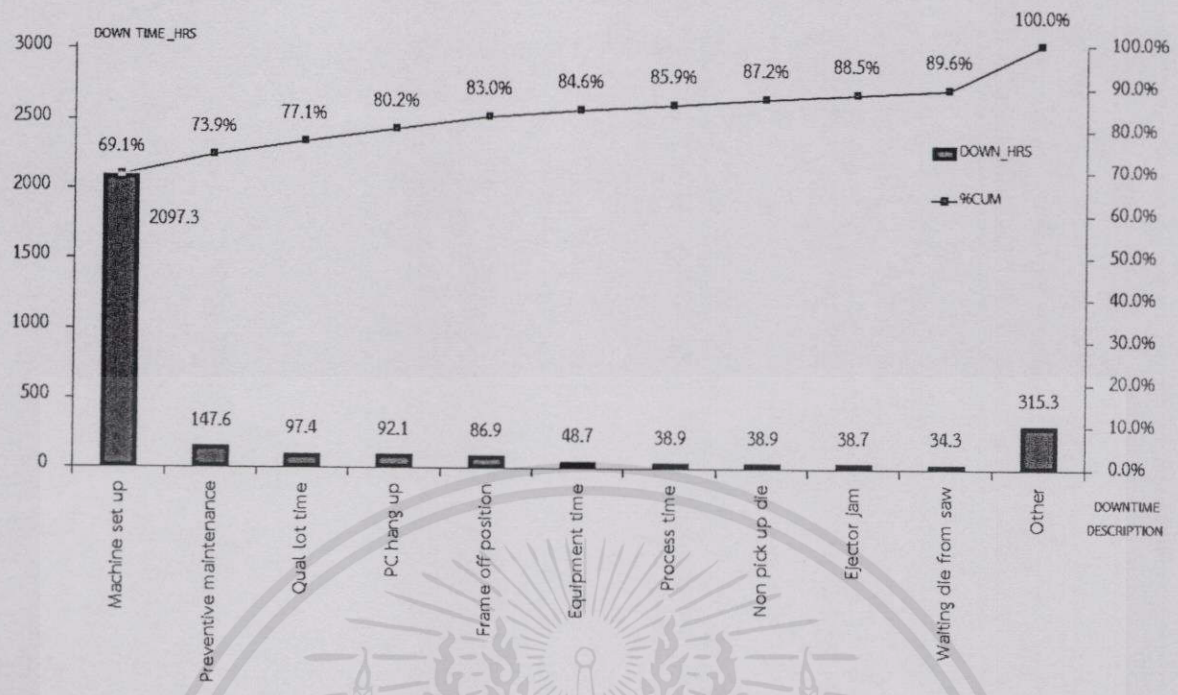
3.2.1 การเลือกสาเหตุที่สำคัญสำหรับแก้ไขปัญหา

จากการรวบรวมข้อมูลของทางบริษัท ในเรื่องของค่าเวลาที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานด้วยสาเหตุต่างๆ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3.1 นำข้อมูลดังกล่าว มาสร้างเป็นแผงผังพาเรโต โดยการเรียงสาเหตุที่มีความถี่ของเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงานในสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม จากมากไปหาน้อย และทำการคำนวณหาค่าร้อยละสะสม (Cumulative Percentage) ของข้อมูล ซึ่งการจัดทำแผนภูมิพาเรโตนี้เพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบ และวิเคราะห์หาปัญหาที่สำคัญที่สุด ที่เกิดขึ้นภายในสายการผลิต ซึ่งจะเป็นส่วนในการตัดสินใจเลือกสาเหตุที่สำคัญ ในการวางแผนแก้ไขปัญหาในขั้นตอนต่อๆ ไป จากแผนผังพาเรโตดังรูปที่ 3.1 พบว่าการปรับแต่งเครื่องจักร เป็นสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดปัญหามากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 69.10 ของสาเหตุทั้งหมด

ตารางที่ 3.1 เวลาที่เครื่องจักรหยุดการทำงาน

OPERATION	DOWN TIME DESCRIPTION	FREQ	DOWN (HRS)	HR/TIMES	%DOWN	%CUM
DIE ATTACH	MACHINE SET UP	3,685	2,097.30	0.57	69.10%	69.10%
	PREVENTIVE MAINTENANCE	32	147.60	4.61	4.90%	73.90%
	QUAL LOT TIME	40	97.40	2.43	3.20%	77.10%
	PC HANG UP	123	92.10	0.75	3.00%	80.20%
	FRAME OFF POSITION	72	86.90	1.21	2.90%	83.00%
	EQUIPMENT TIME	16	48.70	3.04	1.60%	84.60%
	PROCESS TIME	16	38.90	2.43	1.30%	85.90%
	NON PICK UP DIE	44	38.90	0.88	1.30%	87.20%
	EJECTOR JAM	6	38.70	6.45	1.30%	88.50%
	WAITING DIE FROM SAW	50	34.30	0.69	1.10%	89.60%
	OTHER	388	315.30	0.81	10.40%	100.0%
	DIE BONDER Total	4,472	3,036			
	Down/Machine/Day (142 MCs)	5.30	3.60			
	% Loss time		14.90%			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



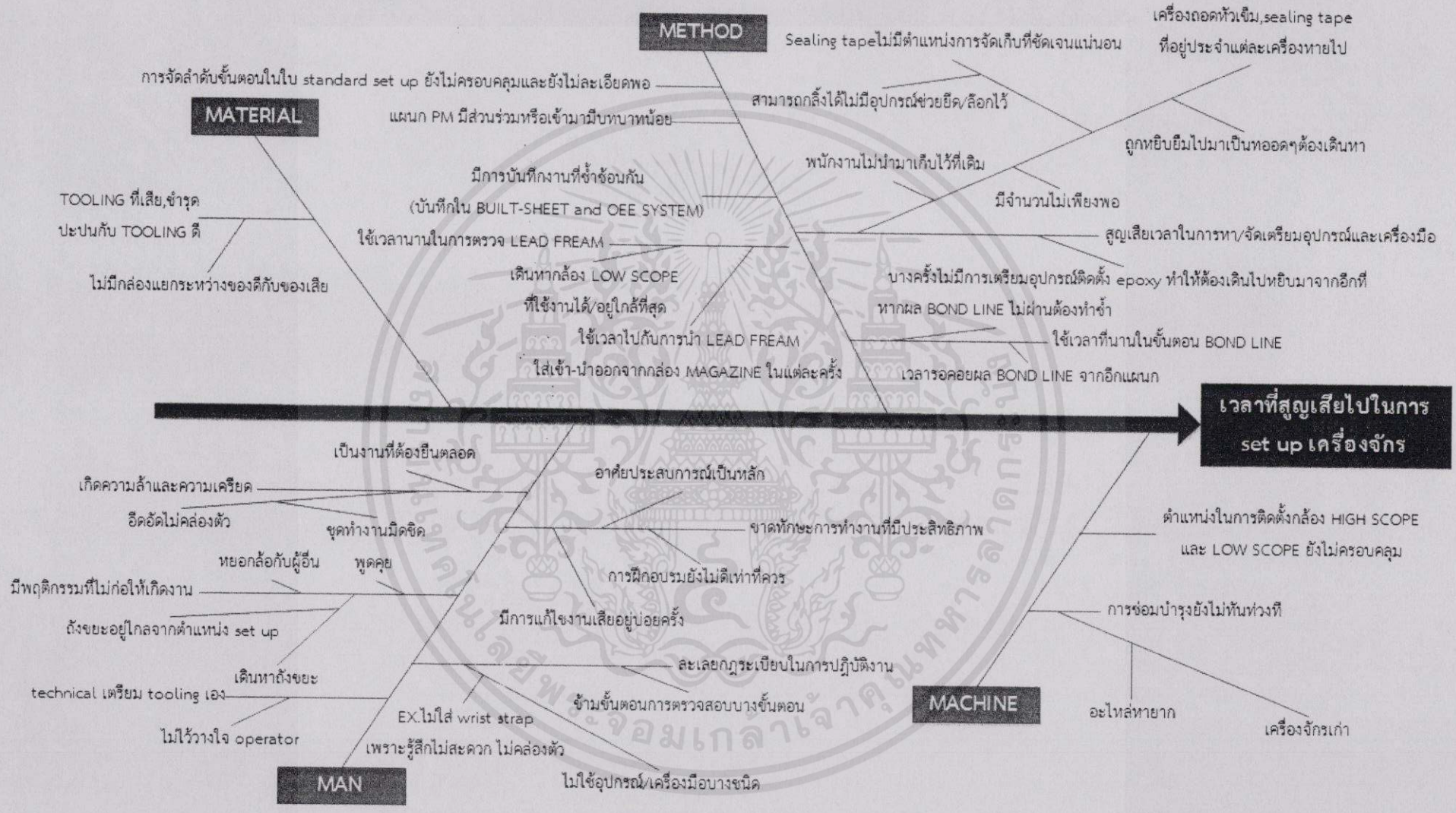
รูปที่ 3.1 แผนภูมิพาเรโตแสดงเวลาที่สูญเสีย ในกิจกรรมต่างๆ ของขั้นตอน Die Attach

จากรูปที่ 3.1 ข้อมูลแกน Y ด้านซ้ายมือ เป็นข้อมูลแสดงเวลาที่เครื่องจักรหยุดการทำงาน ซึ่งมีหน่วยเวลาเป็นชั่วโมง สามารถดูได้จากกราฟแท่ง และข้อมูลแกน Y ด้านขวามือ จะเป็นเปอร์เซ็นต์ของเวลารวมที่เครื่องจักรหยุดการทำงาน ในทุกๆ สาเหตุ สามารถดูได้จากกราฟเส้น สำหรับข้อมูลทางแกน X แสดงถึงสาเหตุต่างๆ ที่ส่งผลให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน

3.2.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยใช้แผนภาพก้างปลา หรือผังแสดงเหตุและผล ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ ในเรื่องของการปรับแต่งเครื่องจักรที่มีการใช้ระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน เพื่อทำให้ทราบสาเหตุหลักๆ และสาเหตุย่อยๆ ของปัญหา และนำไปสู่การค้นหาสาเหตุที่แท้จริง ในการวิเคราะห์หาสาเหตุกลุ่มผู้วิจัยได้ทำการศึกษาขั้นตอน และกระบวนการทำงานทั้งหมด ในส่วนของการปรับแต่งเครื่องจักร และระดมสมองรวมกันโดยยึดตามหลัก 4M ที่ประกอบไปด้วย คน (Man) วัสดุหรือวัตถุดิบ (Material) เครื่องจักร (Machine) และวิธีปฏิบัติงาน (Method) เพื่อกำหนดสาเหตุหลักของปัญหา และทำการหาสาเหตุย่อยของปัญหาต่างๆ ให้ละเอียดที่สุด เพื่อนำไปสู่แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งสามารถแสดงเป็นผังแสดงเหตุและผล ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

3.3 การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

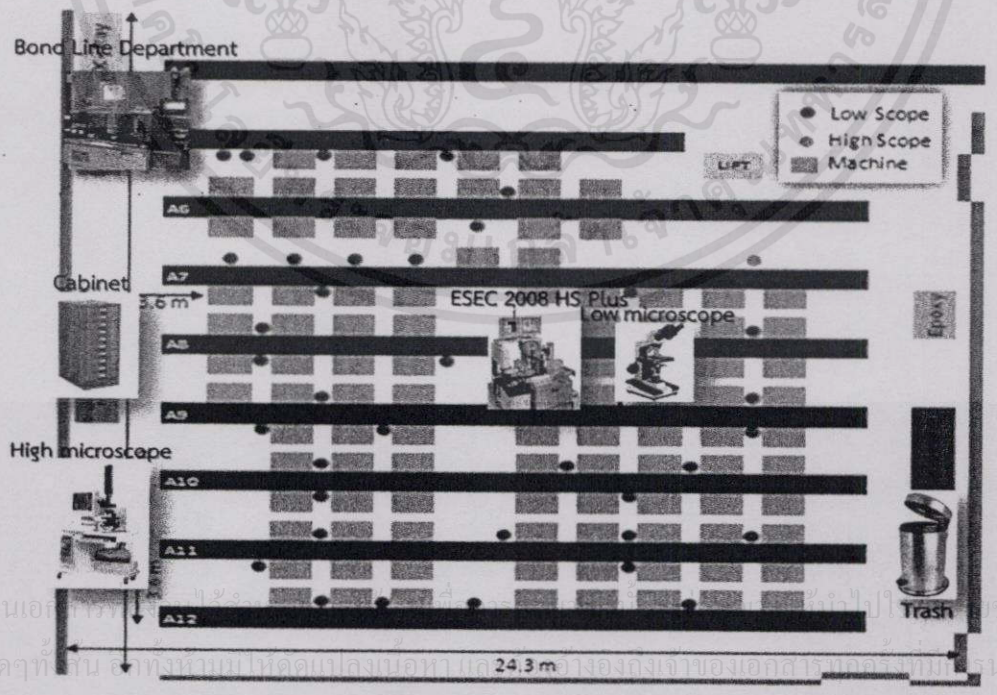
เมื่อทำการกำหนดและนิยามปัญหาทั้ง 2 ส่วนหลักๆ เรียบร้อย จึงเริ่มทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดเวลา และขั้นตอนที่สูญเปล่าของการปรับแต่งเครื่องจักรก่อนดำเนินการผลิต รวมถึงช่วยอำนวยความสะดวก และเพิ่มความรวดเร็วในการปฏิบัติงานให้แก่ช่างเทคนิคในการปรับแต่งเครื่องจักร ซึ่งทฤษฎีที่นำมาประยุกต์ใช้ประกอบด้วย เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต แผนภาพแสดงเส้นทางการเดิน กิจกรรม 5ส หลักการ ECRS และความสูญเปล่า 7 ประการ

3.4 การศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบัน

เพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาที่จะทำการแก้ไขได้อย่างถ่องแท้นั้น ในขั้นตอนนี้ได้ทำการศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบัน ในส่วนของการปรับแต่งเครื่องจักรในสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ การศึกษาผังสายการผลิตในปัจจุบัน และการศึกษาถึงขั้นตอนต่างๆ ในการปรับแต่งเครื่องจักร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 การศึกษาผังโรงงานในปัจจุบัน

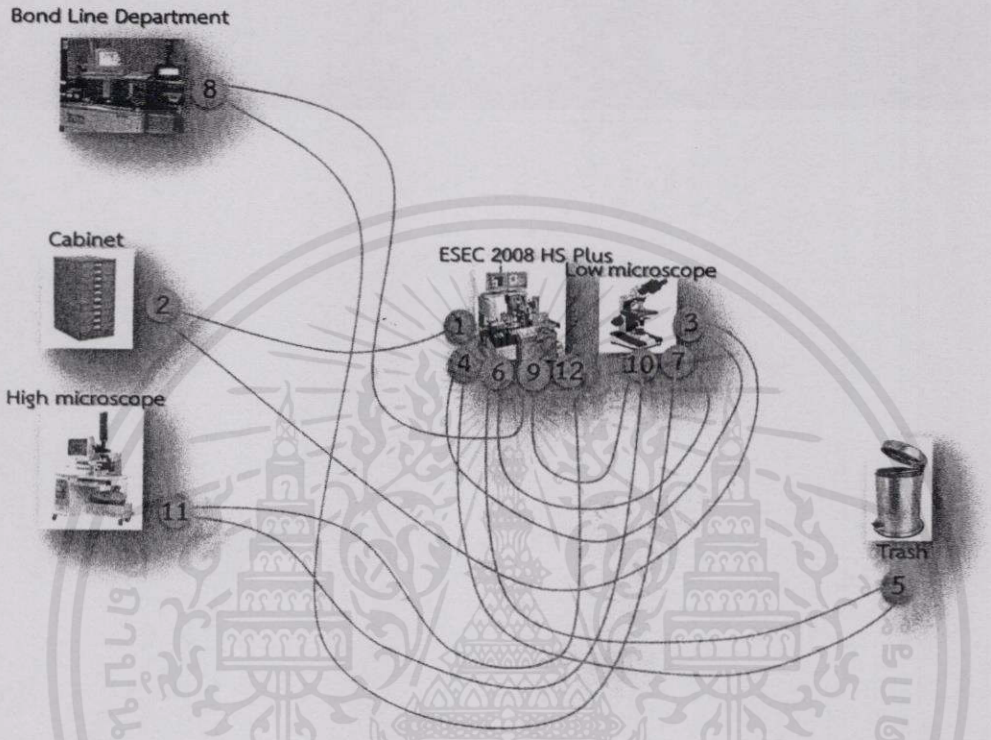
ทางกลุ่มผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสภาพผังของสายการผลิตในปัจจุบัน พบว่าเป็นการวางผังตามกระบวนการผลิต (Process Layout) ซึ่งเป็นการจัดวางตามหน้าที่ของงาน และตามกลุ่มเครื่องจักรที่ใช้งานประเภทเดียวกันอยู่ในแผนกเดียวกัน จากนั้นทำการจำลองเป็นรูปภาพในตำแหน่งต่างๆ ภายในสายการผลิต แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผนผังของสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 แสดงถึงเส้นทางการเดิน หรือเส้นทางการทำงานของช่างเทคนิค ในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ เพื่อทำการปรับแต่งเครื่องจักร ซึ่งแสดงเป็นรูปภาพ โดยที่กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดต่ำ กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง และถังขยะ สามารถเลือกใช้เพียงเครื่องใดเครื่องหนึ่ง ที่มีความสะดวกและระยะทางใกล้ที่สุด ซึ่งมีลำดับการเดินดังนี้



รูปที่ 3.4 ลำดับเส้นทางการเดินของช่างเทคนิคในการปรับแต่งเครื่องจักร

จุดที่ 1 เครื่องจักร Esec 2008 HS Plus
จุดที่ 2 ชั้นวางเครื่องมือ (Cabinet)
จุดที่ 3 กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดต่ำ (Low Microscope)
จุดที่ 4 เครื่องจักร Esec 2008 HS Plus
จุดที่ 5 ถังขยะ (Trash)
จุดที่ 6 เครื่องจักร Esec 2008 HS Plus
จุดที่ 7 กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดต่ำ (Low Microscope)
จุดที่ 8 แผนกตรวจสอบ Bond Line
จุดที่ 9 เครื่องจักร Esec 2008 HS Plus
จุดที่ 10 กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดต่ำ (Low Microscope)
จุดที่ 11 กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง (High Microscope)
จุดที่ 12 เครื่องจักร Esec 2008 HS Plus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ข้อดีและข้อเสียของผังสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรมในปัจจุบัน

ข้อดี	ข้อเสีย
- พนักงานมีความคุ้นเคยกับสถานที่ทำงาน มีความคล่องตัว ในการปรับแต่งเครื่องจักร - ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการจัดผังสายการผลิตใหม่	- เส้นทางที่ซับซ้อนกัน - ตำแหน่งการจัดวางเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ ส่งผลให้เกิดระยะทางการเคลื่อนที่ไกลกว่าที่ควรจะเป็น

3.4.2 การศึกษาขั้นตอนการปรับแต่งเครื่องจักรในปัจจุบัน

เมื่อศึกษาภาพรวม และขั้นตอนการทำงานของพนักงานแล้ว ลำดับต่อไปจึงเป็นการเก็บข้อมูล โดยกลุ่มผู้วิจัยได้ทำการเก็บภาพเคลื่อนไหว นำมาวิเคราะห์เวลาการปรับแต่งเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอน โดยเวลาที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิคทั้ง 7 คน ซึ่งสามารถนำมาจัดทำเป็นแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) เพื่อวิเคราะห์ขั้นตอนการไหลของขั้นตอนการปรับแต่งเครื่องจักร ในสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม โดยจะบันทึกข้อมูลอย่างละเอียด มีการแบ่งกระบวนการเป็นลักษณะต่างๆ 5 ประเภท ได้แก่ การปฏิบัติงาน การตรวจสอบ การเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ และการรอคอย ดังตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค ก่อนการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

(Flow Process Chart)

กิจกรรม : การปรับแต่งเครื่องจักรในขั้นตอนการติดไดบนลีดเฟรม		สรุปผล				
วิธีการทำงาน : ก่อนการปรับปรุง		กิจกรรม	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลดลง	คิดเป็น % ที่ลดลง
สถานที่ : บริษัท ยูแทคไทย จำกัด		ปฏิบัติงาน ○	46.20			
บันทึกโดย นางสาวพัสวี กิจทวีพิพัฒน์		เคลื่อนย้าย ⇨	3.09			
นายศิวกร สะสมสิน		ล่าช้า D	8.46			
วันที่ 20/9/2557		ตรวจสอบ □	5.20			
อนุมัติโดย นายธราดล โนนยะโส		เวลา	63.35			

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽
1	ใส่สายกราวด์เข้ากับสายรัดข้อมือ	0.03		+	+	+	+
	ตรวจสอบ Down Time ในระบบ PMIS	0.15	+	+	+		+
	คีย์ EN Report by E/N เพื่อกรอกเลขประจำตัวผู้ที่ทำการ Set Up	0.03		+	+	+	+
	กดปุ่ม Action ที่ตัวเครื่อง เพื่อเป็นการนับเวลาการ Set Up	0.01		+	+	+	+

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
2	ตรวจสอบรายละเอียดภายในเอกสาร เช่น เป็นสินค้าของบริษัทใด, คำสั่งพิเศษ	0.16	+	+	+		+
3	ตรวจสอบความถูกต้องของ Frame และ Epoxy ว่าตรงตาม B/S	0.06	+	+	+		+
4	เปิดโปรแกรม D/A Tooling และคีย์เบอร์ Lot	0.24		+	+	+	+
	หยิบซองใส่ Tooling จากการ Set Up ครั้งก่อนมาและเปลี่ยนให้ตรงกับเงื่อนไขที่กำหนด	0.12		+	+	+	+
5	ถอด Rubber Tip เก็บไว้ในซองเดิม	1.02		+	+	+	+
	เปลี่ยนหัวเข็ม	0.47		+	+	+	+
	ถอดหัวปั๊มเก็บไว้ในซองเดิม	0.06		+	+	+	+
6	ถอดสายกราวด์เข้ากับสายรัดข้อมือ	0.02		+	+	+	+
	เอื้อมมือหยิบ B/S และซอง Tooling เดิม	0.01		+	+	+	+
	เดินถือไปยังชั้นวาง Tooling	0.20	+		+	+	+
	นำ Tooling เดิมใส่ลงในกล่องที่มีป้ายกำกับว่า Tooling ที่ใช้แล้ว	0.02		+	+	+	+

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			O	⇨	D	□	▽
	ค้นหา Tooling ใหม่ที่ต้องการตาม B/S	0.23		+	+	+	+
	เดินไปยังกล้อง Low Microscope	0.18	+		+	+	+
	ตรวจสอบ Tooling ด้วยกล้อง Low Microscope	1.41	+	+	+		+
7	ใส่ Tooling ใหม่	2.08		+	+	+	+
8	โหลดแผ่น Wafer เข้าเครื่อง	0.56		+	+	+	+
9	Teach PRS, Teach Wafer Size and Start Chip	2.11		+	+	+	+
10	หยิบ Sealing Tape มาแปะที่ Wafer เพื่อดูรอย Rubber Tip	0.28		+	+	+	+
	เช็คกล้อง [คลิกเมาส์ไปที่หน้า Assist –› คลิก Recipe –› เข้าเมนูย่อย Adjust Wafer และกดปุ่มเลื่อนซ้าย-ขวา/ขึ้น-ลง เพื่อให้ Bond Head มายังตำแหน่งรอย (Imprint) –› ปรับตำแหน่งรอยให้อยู่ตรงกึ่งกลางได โดยการปรับที่ Pick Offset in x,y]	1.34		+	+	+	+

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
11	Adjust the Ejector Needle Position (คลิกที่เมนู Pick & Place –› Extended Pickup Process กดปุ่มเลื่อนซ้าย-ขวา/ขึ้น-ลง ที่ตัวเครื่องไปยังขอบ Wafer ที่มี Sealing Tape ติดอยู่ เพื่อทำการตรวจดูรอยเข็ม –› คลิก Needle to Bottom เพื่อให้เข็มกดลง Sealing Tape ปรับให้ตรงบริเวณจุดศูนย์กลาง)	1.12		+	+	+	+
	ดึง Sealing Tape ออก	0.01		+	+	+	+
12	Learn Z Height of Pick Position (ทำการใส่องศาของ Wafer, กำหนดทิศทางการรัน, กำหนดจุดอ้างอิง, กำหนด Bin เพื่อทดลองการติดได)	5.19		+	+	+	+
13	Learn Chip Sensor (ปรับพารามิเตอร์)	2.24		+	+	+	+
14	จับไดออกมาใส่เศษกระดาษ	0.40		+	+	+	+
	เดินไปที่กล้อง Low Microscope	0.05	+		+	+	+
	ตรวจสอบรอยเข็มและรอยร้าว การแตกหัก ที่บริเวณหลังได	0.22	+	+	+		+

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
15	หยิบเฟรม Set Up วางบนแสตคใส่ลีดเฟรม	0.06		+	+	+	+
	ตั้งค่าและตรวจสอบตำแหน่ง อินพุทแมกกาซีน, เอาท์พุทไกด์, เอาท์พุทแมกกาซีน (เลื่อนแวคคัมแพตมายังตำแหน่งที่เหมาะสม และยืนยันตำแหน่ง)	2.48		+	+	+	+
16	กำหนดระยะอินเด็กซ์ของเฟรม (หารู Reference ที่ต้องการบนลีดเฟรม แล้ว Define 1,2 ref. เลื่อนลูกศรที่เครื่องเพื่อให้ตำแหน่งได ตรงตาม Built Sheet ใช้เม้าส์ลากเส้น Position Line เพื่ออ้างอิงตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจน กำหนดมุมทั้ง 3 ด้าน)	1.50		+	+	+	+
	หยิบแผ่นลีดเฟรมออกจาก Input Magazine	0.17		+	+	+	+
17	Lean Z Height of Bond Position (หยิบแผ่นลีดเฟรมและวางตำแหน่ง Bond และกำหนดความสูงที่จะติดได)	0.47		+	+	+	+

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
	หยิบหลอด Epoxy และจุกมาประกอบเข้าด้วยกันแล้วกดลงในตำแหน่งของเครื่องจักร และใช้เครื่องมือหมุนเพื่อไขให้แน่น (หมายเหตุ ขั้นตอนนี้ใช้เวลาทำการ 1:17 นาที แต่หากต้องค้นหาเครื่องมือด้วยจะใช้เวลาทั้งสิ้น 2:20 นาที)	2.20		+	+	+	+
18	Learn Dispensor Z Height (ตั้งค่าความสูงของหัวปล่อย Epoxy, กำหนดความเร็วขณะขึ้นลง, ตั้งค่าการหยุดค้างเมื่อปั๊มลง)	0.48		+	+	+	+
19	หยิบแผ่นรองกาวมารองแล้วไล่ Epoxy หัวหลอดเพื่อไล่อากาศ	0.28		+	+	+	+
	เดินไปที่ถังขยะเพื่อทิ้งแผ่นรอง Epoxy	0.18	+		+	+	+
20	หยด Epoxy ลงบนลีดเฟรม โดยการคีย์ข้อมูล	0.53		+	+	+	+
	เอื้อมมือไปปรับแกนเหล็กด้านข้าง Dispenser เพื่อปรับแนวแกน y	1.11		+	+	+	+
	ปรับแกน x ให้ตรงตามที่ Built Sheet กำหนดโดยการคีย์ข้อมูล	3.43		+	+	+	+
	ปิดฟังก์ชัน OPC แล้วลอง Run 1 Chip เพื่อดูตำแหน่งการติดได	0.45		+	+	+	+

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
	ตั้ง Epoxy Timer Setting ตามวันหมดอายุที่ระบุในสติกเกอร์	0.22		+	+	+	+
	หยิบลีดเฟรมออกมาจาก Magazine แล้วเดินไปที่กล้อง Low Microscope	0.17	+		+	+	+
	ส่องกล้องดูตำแหน่งว่าตรงตาม Built Sheet	0.50	+	+	+		+
21	คีย์ข้อมูลเพื่อเตรียมตรวจวัดค่า Bond Line	0.33		+	+	+	+
	หยิบ Magazine เดินไปที่ Bond Line Department	0.32	+		+	+	+
	รอจนกว่าแผนก Bond Line จะส่งผลตรวจสอบมาที่เครื่องจักร (ถ้าผลตรวจสอบไม่ผ่าน ต้องทำตามข้างต้นและส่งให้ Bond Line ตรวจสอบใหม่อีกครั้ง)	8.46	+	+		+	+
	เดินกลับมาที่เครื่องจักร	0.30	+		+	+	+
	ตั้งค่าใช้ลีดเฟรมจริงในการติดได	1.44		+	+	+	+
	เปิด OBC, กำหนดความสว่าง, หาตำแหน่งบริเวณด้านล่างของไดตัวแรกแล้วทดลอง Run 2 แถว	3.43		+	+	+	+

ตารางที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			O	⇨	D	□	▽
22	เดินไปที่กล้อง Low Microscope	0.06	+		+	+	+
	ส่องกล้องพร้อมปรับกำลังขยายและโฟกัสของภาพเพื่อตรวจสอบหลังเฟรมว่าไม่มีรอบยับ, ตำแหน่งการติดได, ปริมาณ Epoxy	1.28	+	+	+		+
	เดินไปที่กล้อง High Microscope	0.22	+		+	+	+
	ส่องกล้องตรวจดูได ID ว่าตรงตาม Built Sheet หรือไม่	0.22	+	+	+		+
	เดินกลับมาที่เครื่องจักร	0.21	+		+	+	+
23	บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่ได้ตั้งค่าในเครื่องจักรลงใน Check List	3.32		+	+	+	+
24	ปิด Down Time ในระบบ PMIS	0.31		+	+	+	+
	รวมเวลาทั้งหมด	**63.35**	**46.20**	**3.09**	**8.46**	**5.20**	**0**

3.5 การวิเคราะห์ปัญหาและนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา

ส่วนของการวิเคราะห์ และนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหานี้ จะเป็นการวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ หลังจากการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้ผังแสดงเหตุและผล และแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตแล้วนั้น ทำให้ทราบถึงกระบวนการทำงานต่างๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าของงาน และค้นพบสาเหตุที่ทำให้ขั้นตอนการปรับเครื่องจักรล่าช้า จึงร่วมกันพิจารณาหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม โดยแบ่งแนวทางการแก้ไขออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.5.1 ลดระยะทางการเดินของช่างเทคนิค ในการปรับแต่งเครื่องจักร

ทางกลุ่มผู้วิจัยจะทำการปรับปรุงในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง เนื่องจากสายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรมนี้ มีกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงทั้งสิ้น 3 เครื่อง และ มี 2 เครื่องที่ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ไม่ครอบคลุมต่อบริเวณพื้นที่ทั้งหมดของสายการผลิต จึงควรจะย้ายตำแหน่งใหม่ ซึ่งได้ออกแบบแผนการปรับปรุงทั้งสิ้น 2 แผน ดังนี้

- การจัดตำแหน่งใหม่โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงจำนวนเท่าเดิม (3 เครื่อง)
- การจัดตำแหน่งใหม่โดยซื้อกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงเพิ่ม 3 เครื่อง (รวมเป็น 6 เครื่อง)

3.5.2 ลดเวลาของช่างเทคนิค ในการปรับแต่งเครื่องจักร

หลังจากการวิเคราะห์หาสาเหตุ ที่ทำให้ขั้นตอนการปรับแต่งเครื่องจักรล่าช้า กลุ่มผู้วิจัยสามารถนำเสนอแนวทางในการลดเวลาการปรับแต่ง โดยแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ดังตารางที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 สาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ขั้นตอน	สาเหตุ	แนวทางในการแก้ไข
• ทุกๆ ขั้นตอนที่สัมผัสกับชิ้นส่วนไอซี ไม่ว่าจะเป็นการปรับแต่งบริเวณเครื่องจักร หรือการตรวจสอบไอซี โดยใช้กล้องจุลทรรศน์	การใส่สายกราวด์เข้ากับสายรัดข้อมือ เพื่อคายประจุไฟฟ้า ป้องกันไฟฟ้าสถิต เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายแก่ชิ้นส่วนไอซี ซึ่งประจุไฟฟ้าเหล่านี้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ จากการสังเกตพบว่า พนักงานส่วนใหญ่ละเลยที่จะใส่สายกราวด์ แม้ทราบว่าเป็นข้อควรปฏิบัติก็ตาม โดยให้เหตุผลว่าทำงานไม่สะดวก ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ชิ้นส่วนไอซีได้	เพื่อป้องกันความเสียหายแก่ชิ้นส่วนไอซี และเป็นการเพิ่มความคล่องตัวในการทำงานของพนักงาน สามารถเปลี่ยนสายรัดข้อมือป้องกันไฟฟ้าสถิต ให้เป็นแบบไร้สาย (Wireless Wrist Strap) หรืออาจยังคงใช้แบบมีสายต่อไป แต่เพิ่มระบบการเตือน (Warning System) ซึ่งอาจจะแจ้งเตือนในรูปแบบเสียง สัญญาณไฟแจ้งเตือนหรือเครื่องจักรจะไม่สามารถทำงานได้ เมื่อพนักงานประจำเครื่องละเลยการใส่สายกราวด์ ซึ่งจะเข้าหลักการ Poka-Yoke หรือระบบป้องกันความผิดพลาด
• เคลียร์ Tooling ของเดิมออกจากเครื่อง การเปลี่ยนหัวเข็ม อาศัยเครื่องช่วยถอด (ปกติจะวางอยู่ด้านหลังเครื่อง บางครั้งอาจไม่ประจำอยู่ตำแหน่งเดิม จึงต้องหยิบยืมจากเครื่องอื่น) –› นำเข็มเก่าใส่ซองเดิม	เครื่องช่วยถอดหัวเข็ม ปกติจะวางประจำอยู่ด้านหลังของเครื่องทุกเครื่อง จากการสำรวจพบว่าบางครั้งอาจไม่ประจำอยู่ตำแหน่งเดิม จึงต้องเดินไปหยิบยืมจากเครื่องอื่น	สร้างระเบียบข้อบังคับให้ช่างเทคนิค เมื่อใช้งานแล้วควรเก็บไว้ประจำเครื่อง อีกทั้ง Operator ที่ดูแลเครื่อง ควรตรวจเช็คเสมอว่า เครื่องช่วยถอดหัวเข็มอยู่ประจำตำแหน่งเดิมในแต่ละเครื่องหรือไม่ พร้อมทั้งเสนอให้ฝ่ายซ่อมบำรุงเข้ามามีบทบาทมากขึ้น ซึ่งอาจจัดให้มีเครื่องช่วยถอดหัวเข็มสำรองในกรณีเครื่องช่วยถอดหัวเข็มประจำเครื่องนั้นๆ ชำรุดหรือรอซ่อม เป็นการสนับสนุนให้การทำงานมีความคล่องตัว และลดเวลาการสูญเสีย เมื่อต้องเดินไปหยิบยังเครื่องอื่นๆ

ตารางที่ 3.4 สาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหา (ต่อ)

ขั้นตอน	สาเหตุ	แนวทางในการแก้ไข
• ค้นหา Tooling ใหม่ที่ต้องการตาม B/S –› เลือกหยิบ Tooling ที่ต้องการ –› ตรวจสอบ Tooling เบื้องต้นด้วยสายตา	จากการสังเกตพบว่า ช่างเทคนิคบางคนใช้เวลานานในการตรวจสอบ Tooling เนื่องจากขณะตรวจสอบพบ Tooling ที่เสียหาย จึงต้องค้นหา Tooling ใหม่ที่สามารถใช้การได้ อีกทั้งพบว่า Tooling ที่ชำรุดถูกนำเข้าไปเก็บที่ชั้นวางที่เดิม โดยไม่มีการคัดแยกออกมา	จัดให้มีกระบะหรือกล่อง เพื่อแยก Tooling ที่ชำรุดออกจาก Tooling ที่ใช้งานได้
• หยิบ Sealing Tape มาติดที่ Wafer เพื่อดูรอย Rubber Tip ว่าตรง สามารถจับไดได้โดยไม่เอียงหรือเบี้ยว	โดยปกติแล้ว Sealing Tape จะมีการใช้งานทุกครั้งเมื่อมีการปรับแต่งเครื่องจักร ซึ่งส่วนมากมักมีตำแหน่งการวางไม่แน่นอน เช่น อยู่ในกระเป๋าเครื่องมือช่าง หรือวางอยู่หน้าเครื่องจักร อีกทั้งพบว่า เครื่องจักรที่ทำการปรับแต่ง บางเครื่องไม่มี Sealing Tape วางประจำอยู่ ซึ่งจะทำให้ช่างเทคนิคต้องเสียเวลาในการค้นหา หยิบยืมจากเครื่องอื่นๆ	ควรวาง Sealing Tape ให้อยู่ในตำแหน่งที่ง่ายแก่การมองเห็น และเป็นตำแหน่งประจำสำหรับการวาง โดยการติดป้ายระบุตำแหน่งวาง และสร้างที่ล็อคเพื่อป้องกันการกลิ้งตกหาย อีกทั้งออกระเบียบข้อบังคับ ให้ช่างเทคนิค เมื่อใช้งานแล้ว ควรเก็บให้ประจำที่ของแต่ละเครื่องและ Operator ที่ดูแลเครื่องควรตรวจเช็คเสมอว่า Sealing Tape อยู่ประจำที่หรือไม่
• หยิบหลอด Epoxy และจุกมาประกอบเข้าด้วยกัน –› ประกอบเข้ากับสาย –› กดลงในตำแหน่งเครื่องจักร –› หยิบเครื่องมือที่วางอยู่มาหมุนเพื่อไขให้แน่น	ในบางครั้งต้องไปหายืมอุปกรณ์จากเครื่องอื่นๆ ทำให้เกิดการล่าช้า	เตรียมอุปกรณ์ติดตั้ง Epoxy เอาไว้ทุกเครื่องเพื่อให้สะดวกและรวดเร็วต่อการหยิบใช้เครื่องมือ หรืออาจมีการแบ่งเป็นกลุ่มเซลล์ เช่น เครื่องจักร 4 เครื่องที่อยู่ติดกัน ใช้เครื่องมือร่วมกัน และวางไว้ในที่ประจำ

ตารางที่ 3.4 สาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหา (ต่อ)

ขั้นตอน	สาเหตุ	แนวทางในการแก้ไข
• หยิบแผ่นรองกาวมารอง เพื่อไล่อากาศในบริเวณหัวหลอด Epoxy –› เข้าเมนู Assist –› LF Handler Tools –› Filling Cycle Time แล้วเครื่องจะไล่กาวออก –› Stop –› หยิบแผ่นรอง Epoxy ออก • เดินไปที่ถังขยะเพื่อทิ้งแผ่นรอง Epoxy	ต้องเดินไปที่ถังขยะ เพื่อทิ้งแผ่นรอง Epoxy	จัดวางถังขยะในทางผ่านของการเดินไป Bond Line และทิ้งแผ่นรอง Epoxy ในตอนนั้น เพื่อลดการเคลื่อนไหวในการเดินที่ไม่จำเป็นลง
• หยิบสติกเกอร์ Epoxy ออกมา –› ตั้ง Epoxy Timer Setting ตามวันหมดอายุที่ระบุในสติกเกอร์ –› เก็บสติกเกอร์ Epoxy	การรอผล Bond Line เป็นเวลาค่อนข้างนาน ซึ่งสามารถนำขั้นตอนอื่น มาทำในเวลานี้ได้	ทำขั้นตอนนี้ในเวลารอตรวจสอบผล Bond Line ได้ เพื่อลดเวลาสูญเปล่าในการรอคอยลง
• หยิบ Magazine ไปที่แผนก Bond Line –› เพื่อส่งให้ตรวจสอบ –› กลับมาที่เครื่องจักร –› รอจนกว่าผลตรวจสอบปรากฏที่เครื่องจักร โดยจะขึ้นข้อมูลว่า Wait Buy Off Bond Line –› Wait Buy Off X-Ray –› Complete (ถ้าผลตรวจสอบไม่ผ่าน ต้องทำตามข้างต้นและส่งให้ Bond Line ตรวจสอบใหม่อีกครั้ง)	เมื่อติดไดแล้วจะต้องนำไปตรวจสอบ Bond Line ซึ่งบางครั้งลักษณะการติด รวมไปถึงตำแหน่งอาจมีความคลาดเคลื่อนมากเกินไป ทำให้ต้องปรับแก้การตั้งค่าที่เครื่องจักรใหม่	สร้างซอฟแวร์ใหม่ในเครื่องจักร เพื่อกำหนดตำแหน่งของการติดไดเป็นพิกัด x y เพื่อความแม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ตารางที่ 3.4 สาเหตุและแนวทางในการแก้ไขปัญหา (ต่อ)

ขั้นตอน	สาเหตุ	แนวทางในการแก้ไข
• หยิบเอกสารจากช่องเก็บในตู้ด้านล่างออกมา –› หยิบ Built Sheet ออกจากซอง –› บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่ได้ Set Up ในเครื่องจักรลงใน Check List (อาจดูข้อมูลจากใน Built Sheet และในเครื่องจักร) –› เก็บ Built Sheet ไว้ในซองและวางตำแหน่งเดิม –› เก็บ Check List ลงซองและเก็บลงตู้ด้านล่างของเครื่องจักร	มีการเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ อยู่ในคอมพิวเตอร์อยู่แล้ว ขั้นตอนนี้จึงเป็นงานที่ซ้ำซ้อน	ตัดขั้นตอนนี้ออกไป

3.6 การดำเนินการแก้ไขปัญหา

หลังจากที่ได้ทำการคิดค้นแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ แล้วนั้น ทางกลุ่มผู้วิจัยจึงเลือกแนวทางการแก้ไขที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความพร้อมด้านทรัพยากรของบริษัท มีการใช้งบประมาณที่ต่ำ และความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา เนื่องด้วยระยะเวลาและข้อจำกัดหลายประการ จึงกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา สำหรับการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ดังต่อไปนี้

3.6.1 ลดระยะทางการเดินของช่างเทคนิค ในการปรับแต่งเครื่องจักร

สิ่งที่ได้ทำการปรับปรุง คือ แผนการปรับปรุงในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง จากที่ได้ออกแบบแผนการปรับปรุงทั้งสิ้น 2 แผน ดังนี้

- การจัดตำแหน่งใหม่ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง จำนวนเท่าเดิม (3 เครื่อง)
- การจัดตำแหน่งใหม่ โดยซื้อกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง เพิ่ม 3 เครื่อง (รวมเป็น 6 เครื่อง)

ระยะทางรวมจะลดลงมากยิ่งขึ้น ถ้ามีจำนวนกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงเพิ่มมากขึ้น แต่เนื่องจากกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงมีต้นทุนที่สูง ผู้จัดทำจึงเลือกใช้แผนที่ 1 คือ การจัดตำแหน่งใหม่ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงที่มีจำนวนเครื่องเท่าเดิม ซึ่งจะมีความเหมาะสมกว่าสำหรับการเปรียบเทียบกับปัจจุบัน เนื่องจากไม่มีต้นทุน อย่างไรก็ตามหากในอนาคต เมื่อโรงงานมีความเห็นว่าสมควรและคุ้มค่าที่จะลงทุน อาจจะมีการใช้แผนที่ 2 ต่อไป

3.6.2 ลดเวลาของช่างเทคนิค ในการปรับแต่งเครื่องจักร

ในส่วนนี้ทางกลุ่มผู้วิจัย ได้ทำการปรึกษากับทางบริษัท เพื่อขอข้อชี้แนะ และร่วมกันวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ของการนำวิธีการต่างๆ ไปปรับปรุงใช้จริง โดยได้พิจารณาตามความเหมาะสม และคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ จึงได้ข้อสรุปว่า แนวทางการแก้ไขปัญหานั้น มีทั้งส่วนที่เลือกทำการปรับปรุง (ตารางที่ 3.5) และส่วนที่ไม่ได้เลือกเพื่อทำการปรับปรุง (ตารางที่ 3.6) เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง และด้วยข้อจำกัดอื่นๆ หลายประการ จึงไม่สามารถกระทำได้ในทุกๆ ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แนวทางในการปรับปรุง สำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

สิ่งที่ได้ทำการปรับปรุง
- จัดให้มีกระบะหรือกล่อง เพื่อแยกเครื่องมือที่ชำรุดออกจากเครื่องมือที่ใช้งานได้
- วาง Sealing Tape ให้อยู่ในตำแหน่งที่ง่ายแก่การมองเห็น เป็นตำแหน่งประจำสำหรับการวาง Sealing Tape โดยการติดป้ายระบุตำแหน่งวางและสร้างที่ล็อคเพื่อป้องกันการกลิ้งตกหาย อีกทั้งออกระเบียบข้อบังคับให้ช่างเทคนิค เมื่อใช้งานแล้ว ควรเก็บให้ประจำที่ของแต่ละเครื่อง และ Operator ที่ดูแลเครื่อง ควรตรวจเช็คเสมอว่า Sealing Tape อยู่ประจำที่หรือไม่
- เตรียมอุปกรณ์ติดตั้ง Epoxy รวมไปถึงอุปกรณ์ถอดหัวเข็มเอาไว้ทุกเครื่อง เพื่อให้สะดวก และรวดเร็วต่อการหยิบใช้เครื่องมือ หรืออาจมีการแบ่งเป็นกลุ่มเซลล์ เช่น เครื่องจักร 4 เครื่อง ที่อยู่ติดกัน ใช้เครื่องมือร่วมกันและวางไว้ในที่ประจำ
- จัดวางถังขยะในทางผ่าน ของการเดินไป Bond Line และทิ้งแผ่นรอง Epoxy ในตอนนั้น เพื่อลดการเคลื่อนไหว ในการเดินที่ไม่จำเป็นลง
- ดำเนินการในขั้นตอนการตั้งค่า Epoxy ในเวลารอตรวจสอบผล Bond Line เพื่อลดเวลาสูญเปล่าในการรอคอยลง
- ตัดขั้นตอนการบันทึกข้อมูลต่างๆ ในใบบันทึกออก เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์อยู่แล้ว

ตารางที่ 3.6 แนวทาง และ สาเหตุที่ไม่พิจารณาทำการปรับปรุง

แนวทางในการแก้ไข	สาเหตุ
- เปลี่ยนสายรัดข้อมือกันไฟฟ้าสถิต ให้เป็นแบบไร้สาย (Wireless Wrist Strap) หรืออาจยังคงใช้แบบมีสายต่อไป แต่เพิ่มระบบการเตือน (Warning System) ซึ่งอาจจะแจ้งเตือนในรูปแบบเสียง สัญญาณไฟแจ้งเตือน หรือเครื่องจักรจะไม่สามารถทำงานได้ เมื่อพนักงานประจำเครื่องละเลยการใส่สายกราวด์ ซึ่งจะเข้าหลักการ Poka - Yoke หรือระบบป้องกันความผิดพลาด	เนื่องจาก ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ ทำให้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง
- สร้างซอฟแวร์ใหม่ในเครื่องจักร เพื่อกำหนดตำแหน่งการติดได เป็นพิกัด x,y เพื่อความแม่นยำ และรวดเร็วยิ่งขึ้น	เป็นการเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่ ต้องมีการจ้างโปรแกรมเมอร์ที่เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การวัดผลและประเมินผล

ในขั้นตอนการประเมินผลการดำเนินการลดเวลาการปรับแต่งเครื่องจักรนี้ ทางกลุ่มผู้วิจัยจะทำการคำนวณเวลา เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลัง จากการเสนอแนวทางปรับปรุง ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- ด้านการลดระยะทางการเดินของพนักงานปรับแต่งเครื่องจักร

การลดระยะทางนี้ เป็นในส่วนของการใช้งานกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง โดยจะเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม และมีการใช้งบประมาณที่ต่ำ เพื่อให้ได้ผลภายในระยะเวลาที่จำกัด

- ด้านการลดขั้นตอน และลดเวลาสูญเปล่าที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าของงาน

โดยจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของเวลา เทียบกับเวลาการปรับแต่งเครื่องจักรก่อนการเสนอแนวทางปรับปรุง จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของเวลาที่ลดลง} = \frac{(\text{เวลาก่อนการปรับปรุง} - \text{เวลาหลังการปรับปรุง})}{\text{เวลาก่อนการปรับรุง}} \times (100) \qquad (3.1)$$

3.8 การสรุปผลการศึกษา วิจารณ์ผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ

ในขั้นตอนการสรุปผลการดำเนินงานนี้ เป็นการนำผลที่ได้จากการเปรียบเทียบในส่วนของการวัดผลและประเมินผลการดำเนินงาน โดยแบ่งการปรับปรุงออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ซึ่งการทำการปรับปรุงเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งได้มีการเสนอแนะ สำหรับใช้เป็นการปรับปรุงครั้งต่อไปในอนาคต เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการศึกษาข้อมูลในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ โดยในส่วนนี้จะอยู่ในบทที่ 5 ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 หัวข้อดังนี้

- สรุปผล ซึ่งแบ่งเป็นผลที่ได้รับทางตรงและผลที่ได้รับทางอ้อม
- อภิปรายผลการดำเนินงาน
- ข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ในส่วนนี้ทางกลุ่มผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลของการนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้มีผลต่อการลดเวลาในการปรับแต่งเครื่องจักร โดยผลการดำเนินงานวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง และนำมาวิเคราะห์หาแนวทางในการลดเวลาการปรับแต่งเครื่องจักร แต่เนื่องด้วยระยะเวลาและข้อจำกัดหลายประการ กลุ่มผู้วิจัยจึงเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม อีกทั้งคำนึงถึงการใช้งบประมาณที่ต่ำ เพื่อให้ได้ผลภายในระยะเวลาที่จำกัด ซึ่งสามารถนำเสนอผลเปรียบเทียบระหว่างสภาพก่อนและหลังจากการเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ลดระยะทางการเดินของพนักงานปรับแต่งเครื่องจักร
2. การประยุกต์ใช้หลักการ Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify (ECRS)

4.1 ลดระยะทางการเดินของช่างเทคนิคในการปรับแต่งเครื่องจักร

โดยใช้แผนการปรับปรุงในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง ปัจจุบันมีกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงทั้งสิ้น 3 เครื่อง จัดวางอยู่ 2 ตำแหน่ง ซึ่งได้คำนวณหาระยะทางของช่างเทคนิคในการเดินไปใช้กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง ซึ่งจากการคำนวณได้จำลองการเลือกใช้กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงในตำแหน่งที่มีระยะทางการเดินที่สั้น และมีความเหมาะสมมากกว่าของแต่ละเครื่องจักร มีการแสดงไว้ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งวิธีการคำนวณของแต่ละเครื่องจักรเป็นดังนี้ ระยะครึ่งเครื่องจักร + (จำนวนเครื่องจักร x ระยะเครื่องจักร) + (จำนวนกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดต่ำ x ระยะกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดต่ำ) + ระยะX1 + ระยะX2 + ระยะทางแนวตั้งของแต่ละแถวและได้กำหนดความเร็วเฉลี่ยของการเดินเป็น 1.25 เมตรต่อวินาที จะได้ระยะทางและเวลารวมเป็นดังตารางในภาคผนวก โดยทางกลุ่มผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการปรับปรุงทั้งสิ้น 2 แผน ดังนี้

- การจัดตำแหน่งใหม่โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงจำนวนเท่าเดิม (3 เครื่อง)
- การจัดตำแหน่งใหม่โดยซื้อกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงเพิ่ม 3 เครื่อง (รวมเป็น 6 เครื่อง)

ซึ่งได้จัดวางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยมีความครอบคลุมในพื้นที่ทั้งหมดมากยิ่งขึ้น มีการคำนวณระยะทางและเวลารวมดังตารางที่แนบมาในภาคผนวก จะเห็นว่าระยะทางรวมจะลดลงยิ่งขึ้นตามจำนวนกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงที่เพิ่มมากขึ้น แต่ทั้งนี้กล้องมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง ทางกลุ่มผู้วิจัยจึงเลือกใช้แผนที่ 1 ซึ่งจะเหมาะสมที่สุดในการเปรียบเทียบกับปัจจุบัน เนื่องจากไม่มีต้นทุน แต่ในอนาคตเมื่อโรงงานมีความเห็นว่าสมควรและคุ้มค่าที่จะลงทุน อาจจะมีการใช้แผนที่ 2 ต่อไป

ในการใช้งานจริงมีทั้งการเดินไปและกลับ ดังนั้นการเปรียบเทียบแผนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันกับการเลือกใช้แผนที่ 1 เป็นดังตารางที่ 4.1

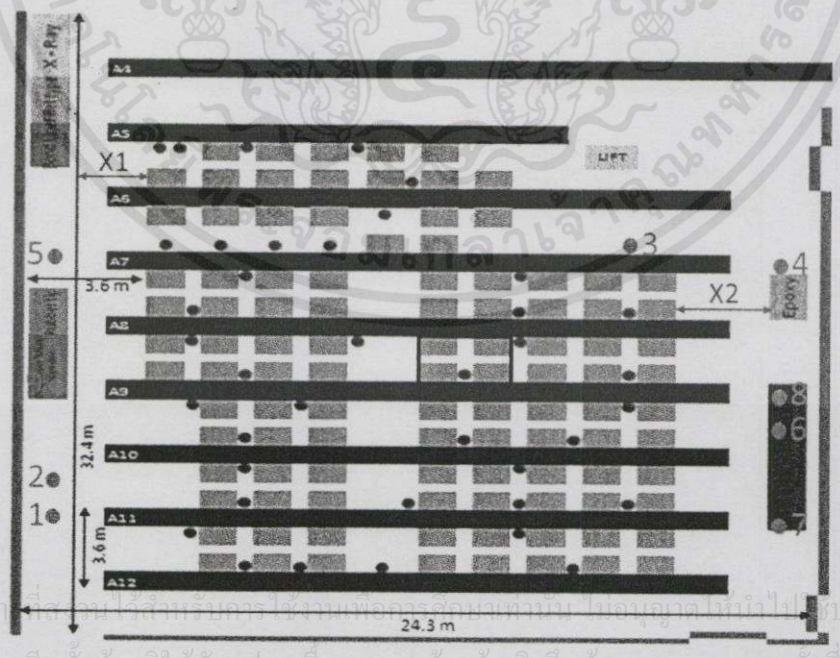
ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบระยะทางและเวลาระหว่างแผนปัจจุบันกับแผนที่ 1

	ปัจจุบัน	แผนที่ 1
ระยะทางรวม	2,945.96 เมตร	1,957.36 เมตร
เวลารวม	39.16 นาที	26.06 นาที

จากตารางที่ 4.1 เมื่อนำแผนที่ 1 มาปรับใช้จะทำให้ลดระยะทางรวมจากเดิม 2,945.96 เมตร ลดลงเหลือ 1,957.36 เมตร ซึ่งสามารถลดระยะทางลงได้ถึง 988.6 เมตร ส่งผลให้เวลารวมจากเดิม 39.16 นาที ลดลงเหลือ 26.06 นาที โดยสามารถลดเวลาที่สูญเปล่าลงได้ 13.10 นาที จากนั้นทางกลุ่มผู้วิจัยได้ทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่ลดลงในแต่ละเครื่อง เมื่อมีการนำแผนที่ 1 มาประยุกต์ใช้ โดยในปัจจุบันมีเครื่องจักรรุ่น ESEC 2008 HS PLUS จำนวน 104 เครื่อง ซึ่งผลการคำนวณแสดงได้ดังนี้

$$\frac{13.10 \text{ นาที}}{104 \text{ เครื่องจักร}} = 8 \text{ วินาทีต่อหนึ่งเครื่องจักร} \quad (4.1)$$

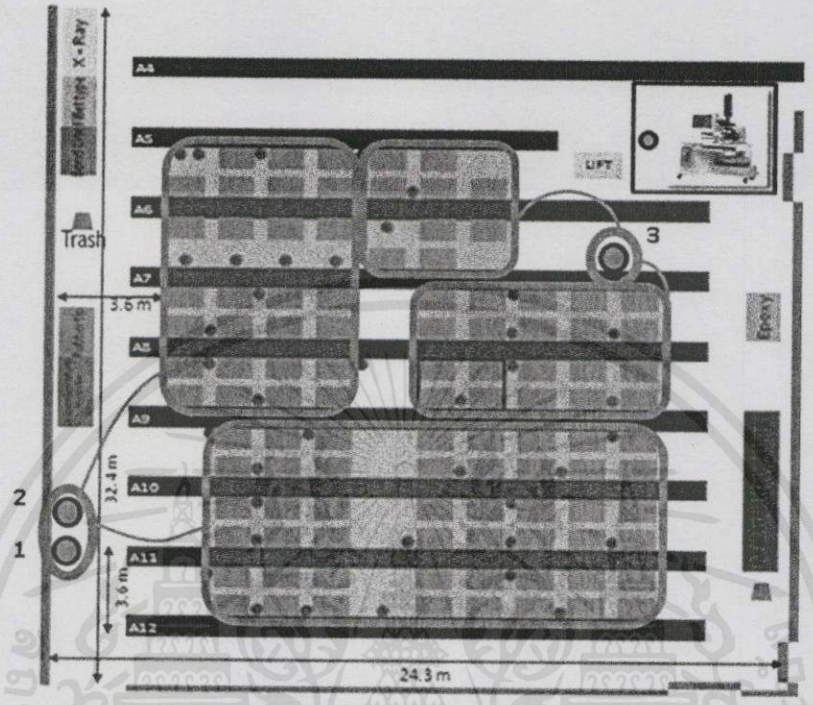
ทางกลุ่มผู้วิจัยได้ทำการกำหนดตำแหน่งต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง เพื่อใช้ในการอ้างอิงกับการคำนวณระยะทางของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.1



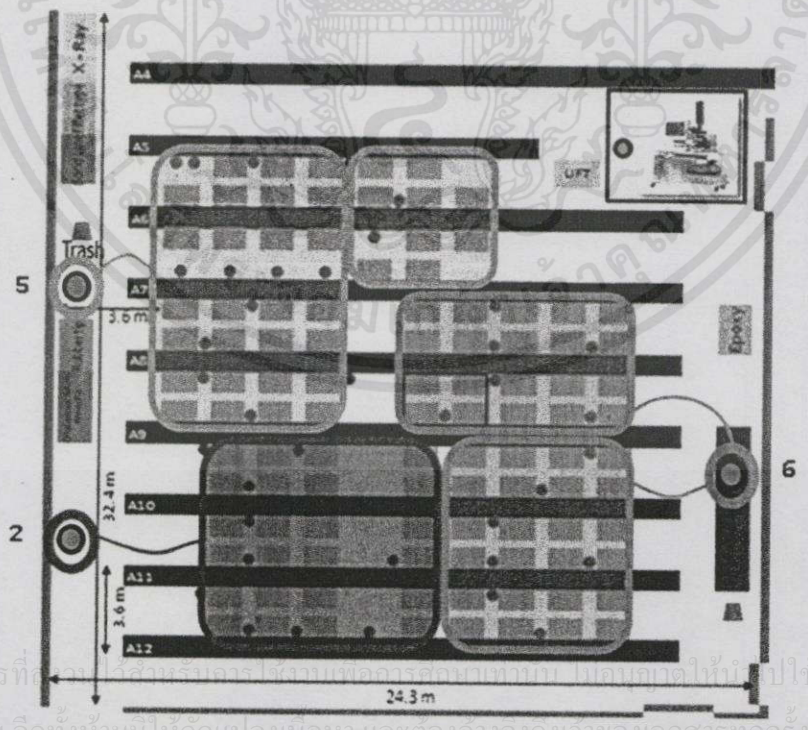
รูปที่ 4.1 ตำแหน่งต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคาดการณ์ในการเลือกใช้กล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง ในตำแหน่งต่างๆ ของแต่ละเครื่องจักร โดยพิจารณาจากระยะทางที่ใกล้ที่สุด ประกอบกับความถี่ในการใช้งานที่เหมาะสม สามารถเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 4.2 และ รูปที่ 4.3 ตามลำดับ



รูปที่ 4.2 การใช้งานกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงของแต่ละเครื่องจักร (ก่อนปรับปรุง)



รูปที่ 4.3 การใช้งานกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูงของแต่ละเครื่องจักร (หลังปรับปรุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

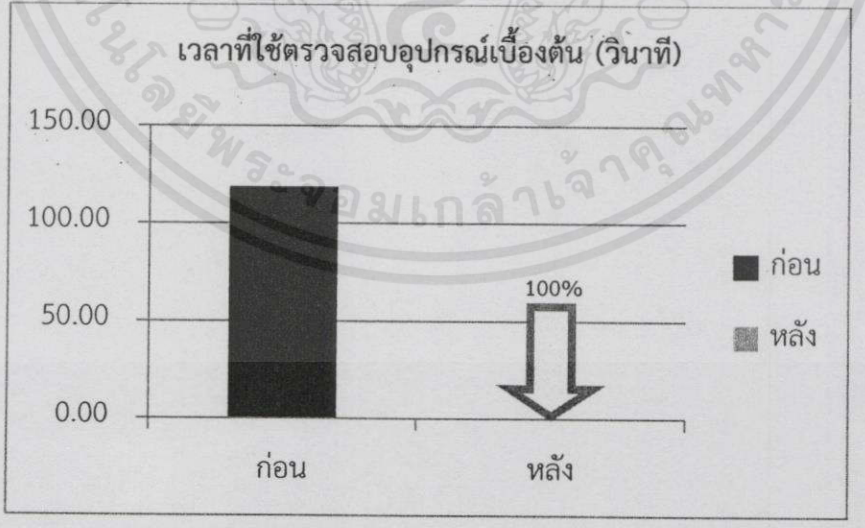
4.2 การประยุกต์ใช้หลักการ Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify (ECRS)

มีการใช้หลักการ ECRS เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อลดเวลาการปรับแต่งเครื่องจักร โดยจะทำการกำจัดงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า การรวมขั้นตอนบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน เพื่อลดเวลาการปรับแต่งเครื่องจักร อีกทั้งจัดลำดับขั้นตอนการปรับแต่งเครื่องจักร เพื่อลดเวลาที่สูญเสียให้น้อยที่สุด ตลอดจนสร้างแนวทางในการทำงานให้มีมาตรฐานที่ชัดเจน รวมถึงติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อช่วยให้การทำงานง่ายและเป็นไปอย่างราบรื่น ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

4.2.1 ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน เพื่อลดเวลาที่สูญเสียไปกับการค้นหาอุปกรณ์หรือเครื่องมือ

1. จัดให้มีกระบะหรือกล่อง เพื่อแยกอุปกรณ์ที่ชำรุด ออกจากอุปกรณ์ที่ใช้งานได้ตามปกติ

จากการสังเกตพบว่า ช่างเทคนิคบางคนใช้ระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน ในการตรวจสอบอุปกรณ์เบื้องต้นด้วยสายตา ซึ่งพบว่าในบางครั้งอุปกรณ์นั้นๆ ชำรุด ทำให้ต้องสูญเสียเวลาในการค้นหาใหม่ภายในชั้นวางนั้นอีกครั้ง และพบว่าอุปกรณ์ที่ชำรุดมักถูกเก็บปะปนกับอุปกรณ์ที่ใช้งานได้ โดยไม่มีการคัดแยกออก ดังนั้นจึงจัดให้มีกระบะหรือกล่อง เพื่อแยกอุปกรณ์ที่ชำรุดออกจากอุปกรณ์ที่ใช้งานได้ตามปกติ อีกทั้งผู้ที่รับผิดชอบดูแลการจัดเตรียมอุปกรณ์ ควรมีการตรวจสอบและคัดเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับแต่งเครื่องจักรเบื้องต้น เพื่อเป็นการลดอัตราการเกิดของเสียลงได้ และทำให้ช่างเทคนิคไม่ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบอุปกรณ์มากนัก ซึ่งส่งผลให้ลดเวลาเฉลี่ยการตรวจสอบของช่างเทคนิคลงได้ 1:41 นาที หรือ 101 วินาที และลดเวลาการเดินไปยังกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ลงได้ 0:18 นาที หรือ 18 วินาที



รูปที่ 4.4 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง สำหรับเวลาที่ใช้ตรวจสอบอุปกรณ์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จัดตำแหน่ง Sealing Tape ให้ง่ายแก่การมองเห็น รวมทั้งติดตั้งที่ยึดเพื่อป้องกันการกลิ้งตก

โดยปกติแล้ว Sealing Tape จะมีการใช้งานทุกครั้ง เมื่อมีการปรับแต่งเครื่องจักร โดยใช้เพื่อดูตำแหน่งรอย Rubber Tip ซึ่งขั้นตอนนี้ ปกติจะใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 13 วินาที

หากแต่ Sealing Tape ส่วนใหญ่มักมีตำแหน่งการวางไม่แน่นอน อาทิเช่น อยู่ในกระเป๋าเครื่องมือช่าง หรือวางอยู่หน้าเครื่องจักร อีกทั้งพบว่าเครื่องจักรที่ทำการปรับแต่งบางเครื่องไม่มี Sealing Tape วางประจำอยู่ ซึ่งจะทำให้ช่างเทคนิคต้องเสียเวลาในการค้นหา บางครั้งต้องหยิบยืมจากเครื่องอื่นๆ ซึ่งทำให้เสียเวลาในการค้นหาประมาณ 15 วินาที ส่งผลให้เวลาของขั้นตอนการตรวจรอย Rubber Tip มีเวลาเฉลี่ยทั้งหมดเป็น 28 วินาที

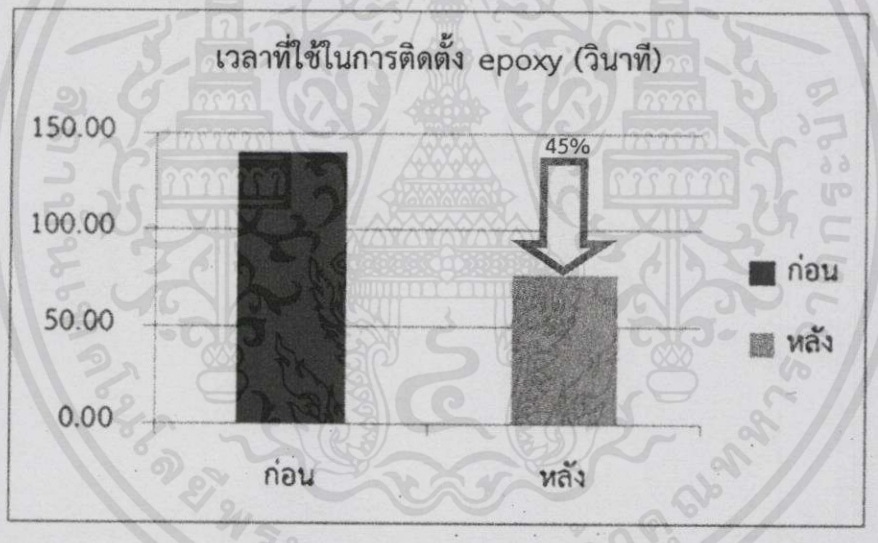
เมื่อทำการปรับปรุง ให้ Sealing Tape อยู่ในตำแหน่งที่ง่ายแก่การมองเห็น เป็นตำแหน่งประจำสำหรับการวาง โดยการติดป้ายระบุตำแหน่งวาง และสร้างที่ยึดเพื่อป้องกัน Sealing Tape กลิ้งตกหาย อีกทั้งออกระเบียบข้อควรปฏิบัติให้พนักงานทราบว่า เมื่อใช้งานแล้วควรเก็บให้ประจำที่ และมอบหมายให้ Operator ที่ดูแลเครื่องจักรคอยหมั่นตรวจเช็คเสมอว่า Sealing Tape อยู่ประจำที่หรือไม่ ซึ่งแนวทางในการปรับปรุงนี้ สามารถช่วยลดเวลาเฉลี่ยลงได้ 15 วินาที

รูปที่ 4.5 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ในการค้นหา Sealing Tape

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เตรียมอุปกรณ์ติดตั้ง Epoxy ให้อยู่ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดและมีจำนวนเพียงพอต่อการใช้งาน

โดยทั่วไปขั้นตอนการติดตั้ง Epoxy เข้ากับเครื่องจักร จะใช้เวลาโดยเฉลี่ย 1:17 นาที หรือ 77 วินาที อุปกรณ์ติดตั้ง Epoxy โดยปกติจะวางประจำอยู่ด้านหลังเครื่อง จากการสำรวจพบว่าบางครั้งอาจไม่ประจำอยู่ตำแหน่งเดิม จึงต้องเดินไปหยิบยืมจากเครื่องอื่นๆ ทำให้เสียเวลาค้นหาเพิ่มขึ้น 1:03 นาที หรือ 63 วินาที ส่งผลให้เวลารวมทั้งหมดของขั้นตอนนี้คือ 2:20 นาที หรือ 140 วินาที หากมีการปรับปรุงสร้างระเบียบข้อควรปฏิบัติให้แก่พนักงาน เมื่อใดที่ใช้งานแล้ว ควรเก็บไว้ประจำตำแหน่ง อาจมีการแบ่งเป็นกลุ่มเซลล์ เช่น เครื่องจักร 4 เครื่องที่อยู่ติดกันจะใช้เครื่องมือร่วมกัน และเมื่อใช้เสร็จจะวางไว้ในตำแหน่งประจำ อีกทั้ง Operator ที่ดูแลเครื่อง ควรตรวจเช็คเสมอว่า อุปกรณ์ติดตั้ง Epoxy รวมไปถึงอุปกรณ์เปลี่ยนหัวเข็ม อยู่ตำแหน่งเดิมหรือไม่ พร้อมทั้งเสนอให้ฝ่ายซ่อมบำรุงเข้ามามีบทบาทมากขึ้น อาจจัดให้มีเครื่องมือสำรอง ในกรณีชำรุดหรือรอซ่อม เพื่อเป็นการสนับสนุน ให้การทำงานมีความคล่องตัว และสามารถลดเวลาการสูญเสีย เมื่อต้องเดินไปหยิบยังเครื่องอื่นๆ ลงได้ 1:03 นาที หรือ 63 วินาที



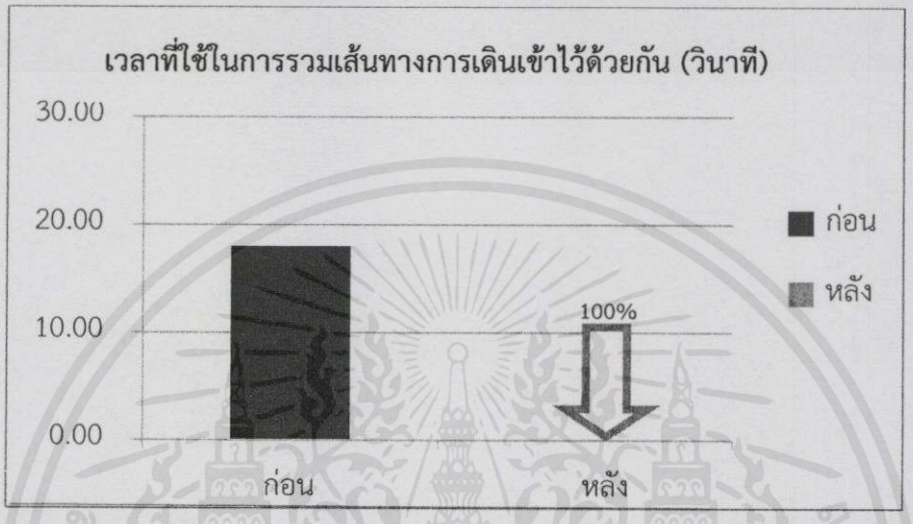
รูปที่ 4.6 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ที่ใช้ในการติดตั้ง Epoxy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การรวมขั้นตอนบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน เพื่อลดเวลาในการปรับแต่งเครื่องจักร

1. จัดให้รวมเส้นทางการเดิน เพื่อทิ้งแผ่นรองกาวเข้าไว้ในขณะที่เดินไปยังแผนก Bond Line

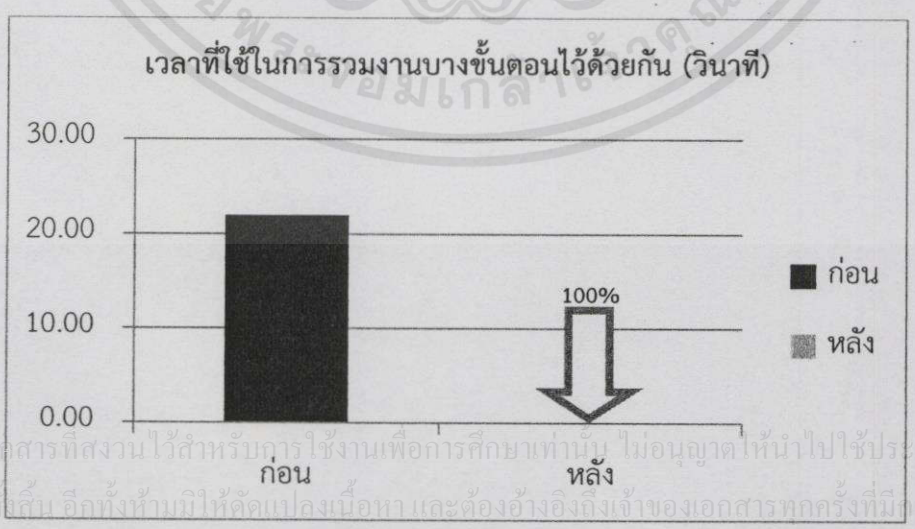
โดยจัดให้ทิ้งแผ่นรองกาว ขณะเดินไปยังแผนก Bond Line เพื่อลดการเคลื่อนไหวที่ไม่ก่อให้เกิดงานออกไป ก่อนการปรับปรุงต้องเสียเวลา ในการเดินหาถังขยะเป็นระยะเวลา 18 วินาที เมื่อรวมขั้นตอนเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถลดเวลาที่สูญเสียลงไปได้ทั้งหมด



รูปที่ 4.7 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ที่ใช้ในการรวมเส้นทางการเดินเข้าไว้ด้วยกัน

2. จัดให้มีการตั้งค่าวันหมดอายุของ Epoxy ในขณะรอคอยผลการตรวจสอบ Bond line

การรอผล Bond Line มีระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน ซึ่งสามารถนำขั้นตอนอื่นๆ เข้ามาทำในช่วงเวลานี้ได้ เพื่อเป็นการลดเวลาสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอยลง ในที่นี้ได้นำขั้นตอนการตั้งค่าวันหมดอายุของ Epoxy เข้ามาทำระหว่างรอคอยผล ซึ่งสามารถลดเวลาเฉลี่ยลงได้ถึง 22 วินาที



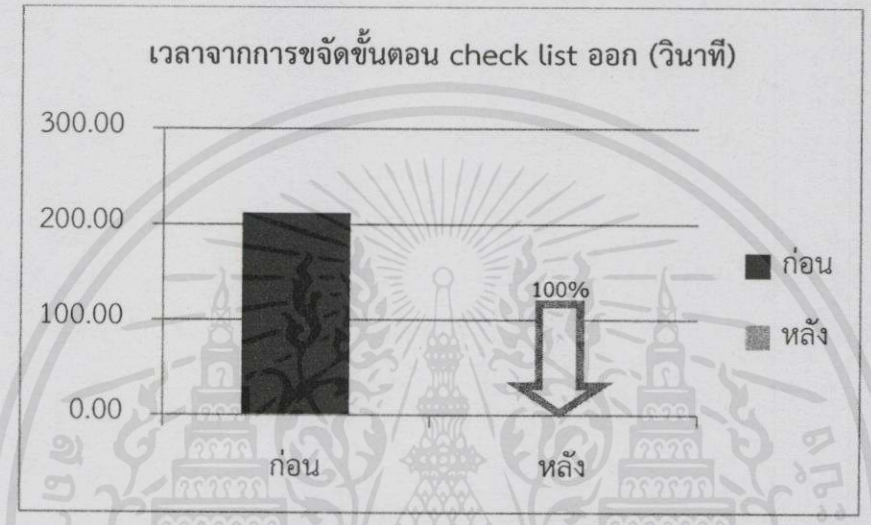
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ที่ใช้ในการรวมงานบางขั้นตอนไว้ด้วยกัน

4.2.3 การขจัดความสูญเปล่าที่เกิดจากระบบงานซ้ำซ้อน

1. ขจัดขั้นตอนการ Check List ออก

โดยปกติจะมีการบันทึกข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากการปรับแต่งเครื่องจักรลงใน Check List ซึ่งมีการใช้ระยะเวลาที่ค่อนข้างนานพอควร คือ 3:32 นาที หรือ 212 วินาที อีกทั้งมีการบันทึกข้อมูลอยู่แล้วผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์ OEE (Overall Equipment Effectiveness System) ซึ่งเป็นเหตุให้มีระบบการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน สามารถที่จะลดขั้นตอนการ Check List ออกได้



รูปที่ 4.9 ผลของเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ที่ใช้ในการขจัดขั้นตอนการ Check List ออก

เมื่อทำการปรับเปลี่ยนขั้นตอนต่างๆ ตามที่ได้เสนอดังข้อมูลข้างต้นแล้วนั้น สามารถนำมาสร้างเป็นแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค หลังการปรับปรุง

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart)						
กิจกรรม : การปรับแต่งเครื่องจักรในขั้นตอนการติดไดบนลีดเฟรม วิธีการทำงาน : หลังปรับปรุง สถานที่ : บริษัท ยูแทคไทย จำกัด บันทึกโดย นางสาวพัสวี กิจทวีพิพัฒน์ นายศิวกร สะสมสิน วันที่ 21/2/2558 อนุมัติโดย นายธราดล โนนยะโส		สรุปผล				
		กิจกรรม	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลดลง	คิดเป็น % ที่ลดลง
		ปฏิบัติงาน ○	46.20	41.30	4.50	10.43%
		เคลื่อนย้าย ⇨	3.09	2.25	0.44	23.28%
		ล่าช้า D	8.46	8.24	0.22	4.18%
		ตรวจสอบ □	5.20	3.39	1.41	31.56%
		เวลา	63.35	55.58	7.37	11.98%
ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□ ▽
1	ใส่สายกราวด์เข้ากับสายรัดข้อมือ	0.03		+	+	+ +
	ตรวจสอบ Down Time ในระบบ PMIS	0.15	+	+	+	+
	คีย์ EN Report by E/N เพื่อกรอกเลขประจำตัวผู้ที่ทำการ Set Up	0.03		+	+	+ +
	กดปุ่ม Action ที่ตัวเครื่อง เพื่อเป็นการนับเวลาการ Set Up	0.01		+	+	+ +

ตารางที่ 4.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค หลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
2	ตรวจสอบรายละเอียดภายในเอกสาร เช่น เป็นสินค้าของบริษัทใด, คำสั่งพิเศษ	0.16	+	+	+		+
3	ตรวจสอบความถูกต้องของ Frame และ Epoxy ว่าตรงตาม B/S	0.06	+	+	+		+
4	เปิดโปรแกรม D/A Tooling และคีย์เบอร์ Lot	0.24		+	+	+	+
	หยิบซองใส่ Tooling จากการ Set Up ครั้งก่อนมาและเปลี่ยนให้ตรงกับเงื่อนไขที่กำหนด	0.12		+	+	+	+
5	ถอด Rubber Tip เก็บไว้ในซองเดิม	1.02		+	+	+	+
	เปลี่ยนหัวเข็ม	0.47		+	+	+	+
	ถอดหัวปั๊มเก็บไว้ในซองเดิม	0.06		+	+	+	+
6	ถอดสายกราวด์เข้ากับสายรัดข้อมือ	0.02		+	+	+	+
	เอื้อมมือหยิบ B/S และซอง Tooling เดิม	0.01		+	+	+	+
	เดินถือไปยังชั้นวาง Tooling	0.20	+		+	+	+
	นำ Tooling เดิมใส่ลงในกล่องที่มีป้ายกำกับว่า Tooling ที่ใช้แล้ว	0.02		+	+	+	+

ตารางที่ 4.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค หลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
	ค้นหา Tooling ใหม่ที่ต้องการตาม B/S	0.23		+	+	+	+
7	ใส่ Tooling ใหม่	2.08		+	+	+	+
8	โหลดแผ่น Wafer เข้าเครื่อง	0.56		+	+	+	+
9	Teach PRS, Teach Wafer Size and Start Chip	2.11		+	+	+	+
10	หยิบ Sealing Tape มาแปะที่ Wafer เพื่อดูรอย Rubber Tip	0.13		+	+	+	+
	เช็คกล้อง [คลิกเมาส์ไปที่หน้า Assist –› คลิก Recipe –› เข้าเมนูย่อย Adjust Wafer และกดปุ่มเลื่อนซ้าย-ขวา/ขึ้น-ลง เพื่อให้ Bond Head มายังตำแหน่งรอย (Imprint) –› ปรับตำแหน่งรอยให้อยู่ตรงกึ่งกลางได โดยการปรับที่ Pick Offset in x,y]	1.34		+	+	+	+
11	Adjust the Ejector Needle Position (คลิกที่เมนู Pick & Place	1.12		+	+	+	+
	ดึง Sealing Tape ออก	0.01		+	+	+	+
12	Learn Z Height of Pick Position (การใส่องศา Wafer, กำหนดทิศทางรัน, กำหนดจุดอ้างอิง, กำหนด Bin เพื่อทดลองการติดได)	5.19		+	+	+	+

ตารางที่ 4.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค หลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
13	Learn Chip Sensor (ปรับพารามิเตอร์)	2.24		+	+	+	+
14	จับไดออกมาใส่เศษกระดาษ	0.40		+	+	+	+
	เดินไปที่กล้อง Low Microscope	0.05	+		+	+	+
	ตรวจสอบรอยเข็มและรอยร้าว การแตกหัก ที่บริเวณหลังได	0.22	+	+	+		+
15	หยิบเฟรม Set Up วางบนแสตคใส่ลีดเฟรม	0.06		+	+	+	+
	ตั้งค่าและตรวจสอบตำแหน่ง อินพุทแมกกาซีน, เอาท์พุทไกด์, เอาท์พุทแมกกาซีน (เลื่อนแวคคัมแพตมายังตำแหน่งที่เหมาะสม และยืนยันตำแหน่ง)	2.48		+	+	+	+
16	กำหนดระยะอินเด็กซ์ของเฟรม (หารู Reference ที่ต้องการบนลีดเฟรม แล้ว Define 1,2 ref. เลื่อนลูกศรที่เครื่องเพื่อให้ตำแหน่งได ตรงตาม Built Sheet ใช้เม้าส์ลากเส้น Position Line เพื่ออ้างอิงตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจน กำหนดมุมทั้ง 3 ด้าน)	1.50		+	+	+	+
	หยิบแผ่นลีดเฟรมออกจาก Input Magazine	0.17		+	+	+	+

ตารางที่ 4.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค หลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
17	Lean Z Height of Bond Position (หยิบแผ่นลีดเฟรมและวางตำแหน่ง Bond และกำหนดความสูงที่จะติดได)	0.47		+	+	+	+
	หยิบหลอด Epoxy และจุกมาประกอบเข้าด้วยกันแล้วกดลงในตำแหน่งของเครื่องจักร และใช้เครื่องมือหมุนเพื่อไขให้แน่น (หมายเหตุ ขั้นตอนนี้ใช้เวลาทำการ 1:17 นาที แต่หากต้องค้นหาเครื่องมือด้วยจะใช้เวลาทั้งสิ้น 2:20 นาที)	1.17		+	+	+	+
18	Learn Dispensor Z Height (ตั้งค่าความสูงของหัวปล่อย Epoxy, กำหนดความเร็วขณะขึ้นและลง, ตั้งค่าการหยุดค้างเมื่อปั้มลง)	0.48		+	+	+	+
19	หยิบแผ่นรองกาวมารองแล้วไล่ Epoxy หัวหลอดเพื่อไล่อากาศ	0.28		+	+	+	+
20	หยด Epoxy ลงบนลีดเฟรม โดยการคีย์ข้อมูล	0.53		+	+	+	+
	เอื้อมมือปรับแกนเหล็ก ด้านข้าง Dispenser เพื่อปรับในแนวแกน y	1.11		+	+	+	+
	ปรับแกน x ให้ตรงตามที่ Built Sheet กำหนดโดยการคีย์ข้อมูล	3.43		+	+	+	+
	ปิดฟังก์ชัน OPC แล้วลอง Run 1 Chip เพื่อดูตำแหน่งการติดได	0.45		+	+	+	+

ตารางที่ 4.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค หลังการปรับปรุง (ต่อ)

ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
	หยิบลีดเฟรมออกมาจาก Magazine แล้วเดินไปที่กล้อง Low Microscope	0.17	+		+	+	+
	ส่องกล้องดูตำแหน่งว่าตรงตาม Built Sheet	0.50	+	+	+		+
21	คีย์ข้อมูลเพื่อเตรียมตรวจวัดค่า Bond Line	0.33		+	+	+	+
	หยิบ Magazine เดินไปที่ Bond Line Department และทิ้งแผ่นรอง Epoxy ในถังขยะที่อยู่ระหว่างทาง	0.32	+		+	+	+
	รอจนกว่าแผนก Bond Line จะส่งผลตรวจสอบมาที่เครื่องจักร (ถ้าผลตรวจสอบไม่ผ่าน ต้องทำตามข้างต้นและส่งให้ Bond Line ตรวจสอบใหม่อีกครั้ง และในระหว่างรอผลให้ตั้ง Epoxy Timer Setting ตามวันหมดอายุที่ระบุในสติกเกอร์)	8.24	+	+		+	+
	ตั้ง Epoxy Timer Setting ตามวันหมดอายุที่ระบุในสติกเกอร์	0.22		+	+	+	+
	เดินกลับมาที่เครื่องจักร	0.30	+		+	+	+
	ตั้งค่าใช้ลีดเฟรมจริงในการติดได	1.44		+	+	+	+

ตารางที่ 4.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) ในการปรับแต่งเครื่องจักรของช่างเทคนิค หลังการปรับปรุง (ต่อ)

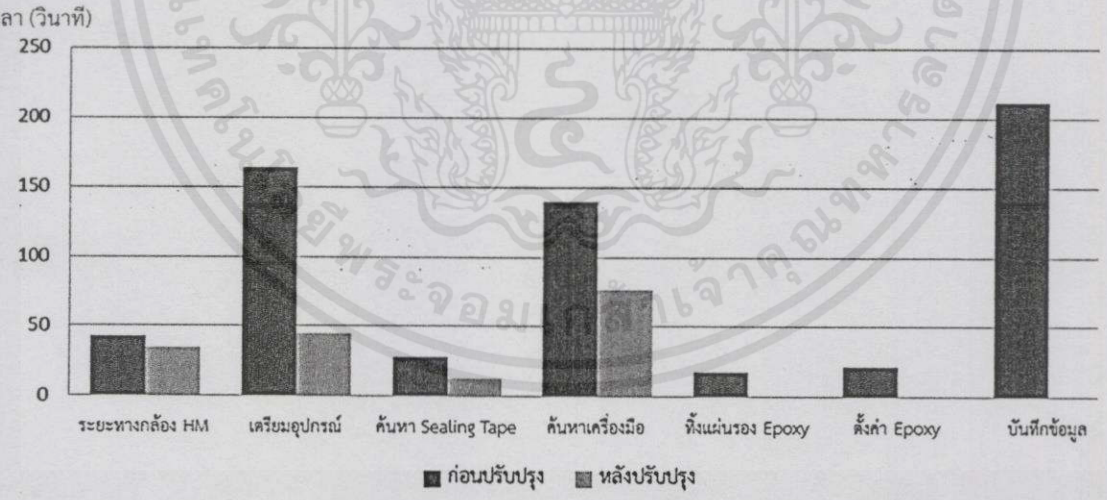
ลำดับ	คำอธิบายขั้นตอนต่างๆ	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
			○	⇨	D	□	▽
	เปิด OBC, กำหนดความสว่าง, หาตำแหน่งบริเวณด้านล่างของไดตัวแรกแล้วทดลอง Run 2 แถว	3.43		+	+	+	+
22	เดินไปที่กล้อง Low Microscope	0.06	+		+	+	+
	ส่องกล้องพร้อมปรับกำลังขยายและโฟกัสของภาพเพื่อตรวจสอบหลังเฟรมว่าไม่มีรอบยับ, ตำแหน่งการติดได, ปริมาณ Epoxy ที่ออกรอบตัวได, ความสูง Epoxy, ตรวจคุณภาพการติดได	1.28	+	+	+		+
	เดินไปที่กล้อง High Microscope	0.18	+		+	+	+
	ส่องกล้องตรวจดูได ID ว่าตรงตาม Built Sheet หรือไม่	0.22	+	+	+		+
	เดินกลับมาที่เครื่องจักร	0.17	+		+	+	+
23	ปิด Down Time ในระบบ PMIS	0.31		+	+	+	+
	รวมเวลาทั้งหมด	55.58	41.30	2.25	8.24	3.39	0

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

ขอบเขตของเนื้อหาในบทนี้ จะกล่าวถึงผลสรุปของการดำเนินงาน ในการลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตแผงวงจรจุลภาค ณ สายการผลิตการติดไดบนลีดเฟรม กรณีศึกษาบริษัท ยูแทคไทย จำกัด ซึ่งคำนึงถึงการวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ที่ได้นำเสนอไปแล้วข้างต้น ผลที่ได้รับเมื่อทำการปรับปรุงสามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

5.1 ผลที่ได้รับทางตรง

ผลที่ได้รับทางตรง คือผลจากการดำเนินงานตามเป้าหมาย หรือตามจุดประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ จากที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า เวลาเฉลี่ยการปรับแต่งเครื่องจักรได้ลดลง เมื่อเทียบกับเวลาการปรับแต่งเครื่องจักรก่อนการปรับปรุง สามารถเปรียบเทียบได้ดังรูปที่ 5.1 และสิ่งที่ได้มีการเสนอเป็นแนวทางการปรับปรุงแก้ไขนั้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.1 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลัง ในส่วนที่ทำการปรับปรุง ณ สายการผลิต Die Attach

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลดระยะทางการเดินของช่างเทคนิคในการปรับแต่งเครื่องจักร โดยการใช้แผนการปรับปรุงในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง จากใช้เวลาเฉลี่ย 43 วินาที หลังการปรับปรุง ลดเวลาลงเหลือเพียง 35 วินาที

- จัดให้มีกระบะหรือกล่อง เพื่อแยกอุปกรณ์ที่ชำรุด ออกจากอุปกรณ์ที่ใช้งานได้ตามปกติ ซึ่งส่วนงานนี้อยู่ภายในขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์ก่อนการปรับแต่งเครื่องจักร จากเดิมช่างเทคนิคใช้เวลาเตรียมอุปกรณ์ 164 วินาที หลังทำการปรับปรุง ลดเวลาลงเหลือเพียง 45 วินาที

- จัดให้ Sealing Tape อยู่ในตำแหน่งที่ง่ายแก่การมองเห็น และมีจำนวนที่เพียงพอต่อการใช้งานรวมทั้งติดตั้งที่ยึด เพื่อป้องกันการกลิ้งตก จากเดิมช่างเทคนิคต้องสูญเสียเวลาในการค้นหาและดำเนินการเป็นเวลาเฉลี่ย 28 วินาที หลังทำการปรับปรุงลดเวลาลงเหลือเพียง 13 วินาที

- เตรียมอุปกรณ์ติดตั้ง Epoxy รวมไปถึงอุปกรณ์ถอดหัวเข็มเอาไว้ทุกเครื่อง หรืออาจมีการแบ่งเป็นกลุ่มเซลล์ เพื่อให้สะดวกรวดเร็วต่อการหยิบใช้เครื่องมือ จากเดิมช่างเทคนิคใช้เวลาเฉลี่ยในการค้นหาและดำเนินการ เป็นเวลา 140 วินาที หลังทำการปรับปรุงลดเวลาลงเหลือเพียง 77 วินาที

- ช่างเทคนิคต้องใช้เวลาในการเดินไปที่ถังขยะเพื่อทิ้งแผ่นรองกาว โดยเวลาเฉลี่ยคือ 18 วินาที เมื่อจัดให้มีการรวมเส้นทางการเดิน โดยให้ทิ้งแผ่นรองกาว ในขณะที่เดินไปยังแผนก Bond Line ทำให้ขจัดเวลาสูญเสียที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าของงานลงได้ทั้งหมด

- จัดให้มีการตั้งค่าวันหมดอายุของ Epoxy ในขณะรอคอยผลการตรวจสอบ Bond Line ซึ่งเป็นการรวมขั้นตอนเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งจากเดิมต้องใช้เวลาในการตั้งค่าเฉลี่ย 22 วินาที เมื่อทำการรวมงานสามารถลดเวลาลงได้ทั้งหมด

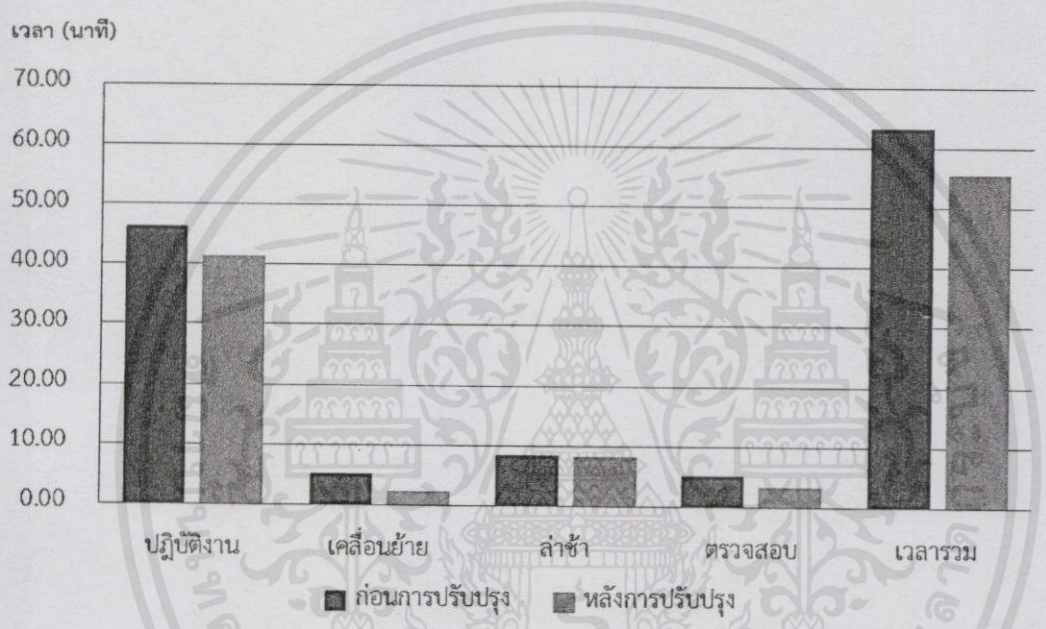
- ขจัดขั้นตอน Check List ออก เพราะมีการบันทึกข้อมูลผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน จึงถือว่าเป็นการทำงานที่ซ้ำซ้อน ซึ่งจากเดิมใช้เวลาบันทึกข้อมูลเฉลี่ย 212 วินาที เมื่อยกเลิกขั้นตอนนี้ทำให้สามารถลดเวลาสูญเปล่า เนื่องจากระบบงานซ้ำซ้อนลงได้ทั้งหมด

ตารางที่ 5.1 ผลการดำเนินงาน การลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักร ในส่วนของกิจกรรมต่างๆ

กิจกรรม	ปัจจุบัน (นาที)	ปรับปรุง (นาที)	ลดลง (นาที)	คิดเป็น % ที่ลดลง
ปฏิบัติงาน ○	46:20	41:30	4:50	10.43 %
เคลื่อนย้าย ⇨	3:09	2:25	0:44	23.28 %
ล่าช้า D	8:46	8:24	0:22	4.18 %
ตรวจสอบ □	5:20	3:39	1:41	31.56 %
เวลารวม	63:35	55:58	7:37	11.98 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.1 ผลการดำเนินงาน การลดเวลาปรับแต่งเครื่องจักร แสดงให้เห็นว่าสามารถลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในด้านต่างๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานหลัก ระยะทางการเคลื่อนที่ของช่างเทคนิค การลดความล่าช้า และลดเวลาที่สูญเปล่าในขั้นตอนการตรวจสอบ จากที่กล่าวมาส่งผลให้เวลารวมในการปรับแต่งเครื่องจักรลดลง ซึ่งก่อนทำการปรับปรุงนั้น ช่างเทคนิคใช้เวลาเฉลี่ยในการปรับแต่งเครื่องจักรนานถึง 63:35 นาที และหลังจากการเสนอแนวทางการปรับปรุง ส่งผลให้ลดเวลาเฉลี่ยการปรับแต่งเครื่องจักรลงเหลือ 55:58 นาที ซึ่งลดลง 11.98% ของเวลาทั้งหมด แสดงการเปรียบเทียบก่อนและหลังทำการปรับปรุง ในส่วนของกิจกรรมต่างๆ ได้ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 การเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง ในส่วนของกิจกรรมต่างๆ

5.2 ผลที่ได้รับทางอ้อม

จากการดำเนินงาน ทำให้เกิดผลที่ไม่ได้คาดการณ์เอาไว้ ซึ่งอาจเป็นผลกระทบจากการดำเนินงานดังกล่าว หรือเป็นผลที่ได้รับทางอ้อมของการดำเนินงานในครั้งนี้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. บริษัทมีศักยภาพในการแข่งขันเพิ่มขึ้น สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น
2. พนักงานเห็นประโยชน์ของการปรับปรุงงาน สามารถมีส่วนร่วม ในการปรับปรุงมากขึ้น
3. สามารถนำแนวทางการปรับปรุงแก้ไขนี้ ไปประยุกต์ใช้ในสายการผลิตอื่นๆ ได้
4. สร้างมาตรฐาน ความเป็นระเบียบเรียบร้อย ตลอดจนความปลอดภัยในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 อภิปรายผลการดำเนินงาน

1. เนื่องจากเวลาที่ใช้มีอยู่อย่างจำกัด ส่งผลให้การเก็บข้อมูล รวมถึงการจับเวลาในขั้นตอนต่างๆ ของการปรับแต่งเครื่องจักรนั้น ไม่สามารถจับเวลาช่างเทคนิคได้ทุกคน จึงทำการสุ่มจับเวลา ส่งผลให้ข้อมูลออกมาเป็นค่าเฉลี่ย แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ เป็นข้อมูลที่มีค่าคงที่หรือใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ค่าที่ได้ออกมานั้น แตกต่างกันไม่มากนัก

2. ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นเพียงการเสนอแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ขั้นตอนการปรับแต่งเครื่องจักร ซึ่งทางบริษัทยังไม่ได้มีการนำมาใช้จริง ดังนั้นผลการประเมินเชิงปริมาณการลดลงของเวลาการปรับแต่งเครื่องจักร เป็นเพียงผลการคำนวณทางทฤษฎีเท่านั้น

3. กฎระเบียบของทางบริษัทค่อนข้างเข้มงวดและรัดกุม อาทิเช่น ห้ามนำคอมพิวเตอร์ และกล้องถ่ายรูปจากภายนอกเข้ามาภายในโรงงาน เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้นับว่าเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ทำให้การเก็บข้อมูล และการจับเวลาในแต่ละครั้งค่อนข้างลำบาก

5.4 ข้อเสนอแนะ

สำหรับผู้ที่ต้องการนำวิธีการ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไปประยุกต์ใช้ กลุ่มผู้วิจัยได้รวบรวมข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาครั้งต่อๆ ไป ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ในการศึกษาสภาพงาน และวิธีการทำงานของพนักงาน ควรติดต่อประสานงานกับทางโรงงาน เพื่อสรุปหาความจำเป็นในการปรับปรุง และความเป็นไปได้ในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

2. ในขั้นตอนการเก็บข้อมูล หากเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ต้องทำการเก็บค่าหลายๆ ครั้ง แล้วนำมาเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด และมีความแปรปรวนน้อยที่สุด

3. ในบางกิจกรรมที่ทำการปรับปรุง โดยมีผลกระทบต่อความเคยชินต่อการทำงานของพนักงาน ควรที่จะทำการสาธิต และอบรมเพื่อชี้แจงลักษณะการทำงานภายหลังการทำการปรับปรุง เพื่อให้พนักงานปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง

4. ขั้นตอนบางขั้นตอน ไม่สามารถที่จะทำการปรับปรุงได้ อันเนื่องจากเหตุผลทางด้านความจำเป็นทางเทคนิค หรือข้อจำกัดด้านความปลอดภัย รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการโยกย้ายอุปกรณ์ หรือเคลื่อนย้ายเครื่องจักร ดังนั้นการเลือกแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม ควรมีการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ศึกษาผลการลงทุน และผลการลดค่าใช้จ่ายในระยะยาวหลังจากที่ได้ปรับปรุงแก้ไข

5. การติดตามผลการดำเนินงานที่ได้ทำการปรับปรุงไปแล้วนั้น ควรมีการติดตามผลและควบคุมการปฏิบัติงาน เพื่อรักษามาตรฐาน และควรมีการปรับปรุงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การปรับแต่งเครื่องจักรมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. ในการลดเวลาการปรับแต่งเรื่องจักรนี้ เป็นเพียงการปรับปรุงแก้ไข เฉพาะในส่วนสายการผลิต Die Attach เท่านั้น ทั้งนี้ในอนาคตสามารถนำแนวคิด ไปประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการปรับแต่งเครื่องจักรของสายการผลิตอื่นๆ ต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือจำหน่ายเพื่อการค้า

หนังสืออ้างอิง

- นันทชาติ ศุภมงคล, บุญฤทธิ์ เลี่ยวไพโรจน์ และ พีรดลย์ ทองภูเบศร์, 2551 การลดเวลาสูญเปล่าจากการปรับแต่งเครื่องจักร แผนกแชมพู กรณีศึกษา บริษัท ยูนิลีเวอร์ไทยโฮลดิ้งส์ จำกัด ปริญญานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- ประเสริฐ อัครประถมพงศ์, 2555 การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มธ.ศูนย์รังสิต คลองหลวง ปทุมธานี

- รศ.รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2552 การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study) กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด

- ธนพงศ์ วศินธรรม, อภิวัฒน์ ศรีชราชัย และ อานุภาพ พลอยพันธ์, 2552 การลดเวลาการเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ในสายการบรรจุผงซักฟอก E และ F กรณีศึกษา บริษัท ยูนิลีเวอร์ไทยโฮลดิ้งส์ จำกัด ปริญญานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- ธนัฏฐา คล่องอักขระ และ สุดาวดี โปร่งธุระ, 2555 การปรับปรุงประสิทธิภาพในสายการผลิตไก่จ๊อห้าดาวโดยใช้แนวคิดแบบลีน กรณีศึกษา บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ปริญญานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ 1 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง ก่อนการปรับปรุง

หมายเลขเครื่องจักร	ปัจจุบัน (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
1	1	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
2	1	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
3	1	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
4	1	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		1.8	13.27		0.18
5	1	0.67	6	1.34	6	0.46	1.8		1.8	15.07		0.20
6	1	0.67	7	1.34	7	0.46	1.8		1.8	16.87		0.22
7	1	0.67	8	1.34	8	0.46	1.8		1.8	18.67		0.25
8	1	0.67	9	1.34	9	0.46	1.8		1.8	20.47		0.27
9	1	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
10	1	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
11	1	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
12	1	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		1.8	13.27		0.18
13	1	0.67	6	1.34	6	0.46	1.8		1.8	15.07		0.20
14	1	0.67	7	1.34	7	0.46	1.8		1.8	16.87		0.22
15	1	0.67	8	1.34	8	0.46	1.8		1.8	18.67		0.25
16	1	0.67	9	1.34	9	0.46	1.8		1.8	20.47		0.27
17	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		0	4.27		0.06
18	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		0	6.07		0.08

ตารางที่ ผ 1 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ปัจจุบัน (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
19	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		0	7.87		0.10
20	2	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		0	11.47		0.15
21	2	0.67	6	1.34	6	0.46	1.8		0	13.27		0.18
22	2	0.67	7	1.34	7	0.46	1.8		0	15.07		0.20
23	2	0.67	8	1.34	8	0.46	1.8		0	16.87		0.22
24	2	0.67	9	1.34	9	0.46	1.8		0	18.67		0.25
25	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		0	4.27		0.06
26	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		0	6.07		0.08
27	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		0	7.87		0.10
28	2	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		0	11.47		0.15
29	2	0.67	6	1.34	6	0.46	1.8		0	13.27		0.18
30	2	0.67	7	1.34	7	0.46	1.8		0	15.07		0.20
31	2	0.67	8	1.34	8	0.46	1.8		0	16.87		0.22
32	2	0.67	9	1.34	9	0.46	1.8		0	18.67		0.25
33	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		3.6	7.87		0.10
34	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		3.6	9.67		0.13
35	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		3.6	11.47		0.15
36	2	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		3.6	15.07		0.20

ตารางที่ ผ 1 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ปัจจุบัน (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
37	2	0.67	6	1.34	6	0.46	1.8		3.6	16.87		0.22
38	2	0.67	7	1.34	7	0.46	1.8		3.6	18.67		0.25
39	2	0.67	8	1.34	8	0.46	1.8		3.6	20.47		0.27
40	2	0.67	9	1.34	9	0.46	1.8		3.6	22.27		0.30
41	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		3.6	7.87		0.10
42	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		3.6	9.67		0.13
43	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		3.6	11.47		0.15
44	2	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		3.6	15.07		0.20
45	2	0.67	6	1.34	6	0.46	1.8		3.6	16.87		0.22
46	2	0.67	7	1.34	7	0.46	1.8		3.6	18.67		0.25
47	2	0.67	8	1.34	8	0.46	1.8		3.6	20.47		0.27
48	2	0.67	9	1.34	9	0.46	1.8		3.6	22.27		0.30
49	2	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		7.2	9.67		0.13
50	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		7.2	11.47		0.15
51	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		7.2	13.27		0.18
52	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		7.2	15.07		0.20
53	3	0.67	4	1.34	4	0.46		3.14	7.2	18.21		0.24
54	3	0.67	3	1.34	3	0.46		3.14	7.2	16.41		0.22

ตารางที่ ผ 1 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ปัจจุบัน (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
55	3	0.67	2	1.34	2	0.46		3.14	7.2	14.61		0.19
56	3	0.67	1	1.34	1	0.46		3.14	7.2	12.81		0.17
57	3	0.67	0	1.34	0	0.46		3.14	7.2	11.01		0.15
58	2	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		7.2	9.67		0.13
59	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		7.2	11.47		0.15
60	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		7.2	13.27		0.18
61	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		7.2	15.07		0.20
62	3	0.67	4	1.34	4	0.46		3.14	7.2	18.21		0.24
63	3	0.67	3	1.34	3	0.46		3.14	7.2	16.41		0.22
64	3	0.67	2	1.34	2	0.46		3.14	7.2	14.61		0.19
65	3	0.67	1	1.34	1	0.46		3.14	7.2	12.81		0.17
66	3	0.67	0	1.34	0	0.46		3.14	7.2	11.01		0.15
67	2	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		10.8	13.27		0.18
68	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		10.8	15.07		0.20
69	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		10.8	16.87		0.22
70	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		10.8	18.67		0.25
71	3	0.67	4	1.34	4	0.46		3.14	3.6	14.61		0.19
72	3	0.67	3	1.34	3	0.46		3.14	3.6	12.81		0.17

ตารางที่ ผ 1 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ปัจจุบัน (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
73	3	0.67	2	1.34	2	0.46		3.14	3.6	11.01		0.15
74	3	0.67	1	1.34	1	0.46		3.14	3.6	9.21		0.12
75	3	0.67	0	1.34	0	0.46		3.14	3.6	7.41		0.10
76	2	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		10.8	13.27		0.18
77	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		10.8	15.07		0.20
78	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		10.8	16.87		0.22
79	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		10.8	18.67		0.25
80	3	0.67	4	1.34	4	0.46		3.14	3.6	14.61		0.19
81	3	0.67	3	1.34	3	0.46		3.14	3.6	12.81		0.17
82	3	0.67	2	1.34	2	0.46		3.14	3.6	11.01		0.15
83	3	0.67	1	1.34	1	0.46		3.14	3.6	9.21		0.12
84	3	0.67	0	1.34	0	0.46		3.14	3.6	7.41		0.10
85	3	0.67	3	1.34	3	0.46		0	0	6.07		0.08
86	3	0.67	4	1.34	4	0.46		0	0	7.87		0.10
87	2	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		14.4	16.87		0.22
88	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		14.4	18.67		0.25
89	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		14.4	20.47		0.27
90	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		14.4	22.27		0.30

ตารางที่ ผ 1 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ปัจจุบัน (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
91	3	0.67	3	1.34	3	0.46		0	0	6.07		0.08
92	3	0.67	2	1.34	2	0.46		0	0	4.27		0.06
93	2	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		18	20.47		0.27
94	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		18	22.27		0.30
95	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		18	24.07		0.32
96	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		18	25.87		0.34
97	3	0.67	5	1.34	5	0.46		3.14	3.6	16.41		0.22
98	3	0.67	4	1.34	4	0.46		3.14	3.6	14.61		0.19
99	3	0.67	3	1.34	3	0.46		3.14	3.6	12.81		0.17
100	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		18	22.27		0.30
101	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		18	24.07		0.32
102	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		18	25.87		0.34
103	3	0.67	5	1.34	5	0.46		3.14	3.6	16.41		0.22
104	3	0.67	4	1.34	4	0.46		3.14	3.6	14.61		0.19
										1472.98		19.38
										ระยะทางรวม (เมตร)		เวลารวม (นาที)

ตารางที่ ผ 2 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการปรับตำแหน่งใหม่

หมายเลขเครื่องจักร	ปรับตำแหน่งใหม่ (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
1	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		3.6	7.87		0.10
2	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		3.6	9.67		0.13
3	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		3.6	11.47		0.15
4	2	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		3.6	15.07		0.20
5	6	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	7.2	13.27		0.18
6	6	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	7.2	11.47		0.15
7	6	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	7.2	9.67		0.13
8	6	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	7.2	7.87		0.10
9	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		3.6	7.87		0.10
10	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		3.6	9.67		0.13
11	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		3.6	11.47		0.15
12	2	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		3.6	15.07		0.20
13	6	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	7.2	13.27		0.18
14	6	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	7.2	11.47		0.15
15	6	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	7.2	9.67		0.13
16	6	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	7.2	7.87		0.10
17	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		0	4.27		0.06
18	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		0	6.07		0.08

ตารางที่ ผ 2 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการปรับตำแหน่งใหม่ (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ปรับตำแหน่งใหม่ (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
19	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		0	7.87		0.10
20	2	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		0	11.47		0.15
21	6	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	3.6	9.67		0.13
22	6	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	3.6	7.87		0.10
23	6	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	3.6	6.07		0.08
24	6	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	3.6	4.27		0.06
25	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		0	4.27		0.06
26	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		0	6.07		0.08
27	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		0	7.87		0.10
28	2	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		0	11.47		0.15
29	6	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	3.6	9.67		0.13
30	6	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	3.6	7.87		0.10
31	6	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	3.6	6.07		0.08
32	6	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	3.6	4.27		0.06
33	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		3.6	7.87		0.10
34	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		3.6	9.67		0.13
35	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		3.6	11.47		0.15
36	2	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		3.6	15.07		0.20

ตารางที่ ผ 2 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการปรับตำแหน่งใหม่ (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ปรับตำแหน่งใหม่ (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
37	6	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	0	6.07		0.08
38	6	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	0	4.27		0.06
39	6	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	0	2.47		0.03
40	6	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	0	0.67		0.01
41	2	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		3.6	7.87		0.10
42	2	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		3.6	9.67		0.13
43	2	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		3.6	11.47		0.15
44	2	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		3.6	15.07		0.20
45	6	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	0	6.07		0.08
46	6	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	0	4.27		0.06
47	6	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	0	2.47		0.03
48	6	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	0	0.67		0.01
49	5	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		5.4	7.87		0.10
50	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		5.4	9.67		0.13
51	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		5.4	11.47		0.15
52	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		5.4	13.27		0.18
53	6	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	3.6	12.37		0.16
54	6	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	3.6	10.57		0.14

ตารางที่ ผ 2 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการปรับตำแหน่งใหม่ (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ปรับตำแหน่งใหม่ (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
55	6	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	3.6	8.77		0.12
56	6	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	3.6	6.97		0.09
57	6	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	3.6	5.17		0.07
58	5	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		5.4	7.87		0.10
59	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		5.4	9.67		0.13
60	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		5.4	11.47		0.15
61	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		5.4	13.27		0.18
62	6	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	3.6	12.37		0.16
63	6	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	3.6	10.57		0.14
64	6	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	3.6	8.77		0.12
65	6	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	3.6	6.97		0.09
66	6	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	3.6	5.17		0.07
67	5	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		1.8	4.27		0.06
68	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
69	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
70	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
71	6	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	7.2	15.97		0.21
72	6	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	7.2	14.17		0.19

ตารางที่ ผ 2 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการปรับตำแหน่งใหม่ (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ปรับตำแหน่งใหม่ (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
73	6	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	7.2	12.37		0.16
74	6	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	7.2	10.57		0.14
75	6	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	7.2	8.77		0.12
76	5	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		1.8	4.27		0.06
77	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
78	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
79	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
80	6	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	7.2	15.97		0.21
81	6	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	7.2	14.17		0.19
82	6	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	7.2	12.37		0.16
83	6	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	7.2	10.57		0.14
84	6	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	7.2	8.77		0.12
85	5	0.67	4	1.34	4	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
86	5	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		1.8	11.47		0.15
87	5	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		1.8	4.27		0.06
88	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
89	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
90	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13

ตารางที่ ผ 2 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการปรับตำแหน่งใหม่ (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ปรับตำแหน่งใหม่ (3เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
91	5	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		1.8	11.47		0.15
92	5	0.67	6	1.34	6	0.46	1.8		1.8	13.27		0.18
93	5	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		5.4	7.87		0.10
94	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		5.4	9.67		0.13
95	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		5.4	11.47		0.15
96	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		5.4	13.27		0.18
97	5	0.67	4	1.34	4	0.46	1.8		5.4	13.27		0.18
98	5	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		5.4	15.07		0.20
99	5	0.67	6	1.34	6	0.46	1.8		5.4	16.87		0.22
100	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		5.4	9.67		0.13
101	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		5.4	11.47		0.15
102	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		5.4	13.27		0.18
103	5	0.67	4	1.34	4	0.46	1.8		5.4	13.27		0.18
104	5	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		5.4	15.07		0.20
										978.68		13.03
										ระยะทางรวม (เมตร)		เวลารวม (นาที)

ตารางที่ ผ 3 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการเพิ่มจำนวนกล้อง

หมายเลขเครื่องจักร	เพิ่มกล้อง 3 เครื่อง (รวมเป็น 6 เครื่อง)											
	กล้อง High	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
	ตำแหน่งที่	ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
1	1	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
2	1	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
3	1	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
4	7	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
5	7	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12
6	7	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	1.8	6.97		0.09
7	7	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	1.8	5.17		0.07
8	7	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	1.8	3.37		0.04
9	1	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
10	1	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
11	1	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
12	7	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
13	7	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12
14	7	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	1.8	6.97		0.09
15	7	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	1.8	5.17		0.07
16	7	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	1.8	3.37		0.04
17	1	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
18	1	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10

ตารางที่ ผ 3 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการเพิ่มจำนวนกล้อง (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	เพิ่มกล้อง 3 เครื่อง (รวมเป็น 6 เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
19	1	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
20	7	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
21	7	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12
22	7	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	1.8	6.97		0.09
23	7	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	1.8	5.17		0.07
24	7	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	1.8	3.37		0.04
25	1	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
26	1	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
27	1	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
28	7	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
29	7	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12
30	7	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	1.8	6.97		0.09
31	7	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	1.8	5.17		0.07
32	7	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	1.8	3.37		0.04
33	9	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
34	9	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
35	9	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
36	8	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14

ตารางที่ ผ 3 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการเพิ่มจำนวนกล้อง (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	เพิ่มกล้อง 3 เครื่อง (รวมเป็น 6 เครื่อง)											
	กล้อง High	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
	ตำแหน่งที่	ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
37	8	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12
38	8	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	1.8	6.97		0.09
39	8	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	1.8	5.17		0.07
40	8	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	1.8	3.37		0.04
41	9	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
42	9	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
43	9	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
44	8	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
45	8	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12
46	8	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	1.8	6.97		0.09
47	8	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	1.8	5.17		0.07
48	8	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	1.8	3.37		0.04
49	9	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		1.8	4.27		0.06
50	9	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
51	9	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
52	9	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
53	8	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
54	8	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12

ตารางที่ ผ 3 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการเพิ่มจำนวนกล้อง (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	เพิ่มกล้อง 3 เครื่อง (รวมเป็น 6 เครื่อง)											
	กล้อง High	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
	ตำแหน่งที่	ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
55	8	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	1.8	6.97		0.09
56	8	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	1.8	5.17		0.07
57	8	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	1.8	3.37		0.04
58	9	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		1.8	4.27		0.06
59	9	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
60	9	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
61	9	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
62	8	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
63	8	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12
64	8	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	1.8	6.97		0.09
65	8	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	1.8	5.17		0.07
66	8	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	1.8	3.37		0.04
67	5	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		1.8	4.27		0.06
68	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
69	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
70	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
71	4	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
72	4	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12

ตารางที่ ผ 3 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการเพิ่มจำนวนกล้อง (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	เพิ่มกล้อง 3 เครื่อง (รวมเป็น 6 เครื่อง)											
	กล้อง High	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
	ตำแหน่งที่	ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
73	4	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	1.8	6.97		0.09
74	4	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	1.8	5.17		0.07
75	4	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	1.8	3.37		0.04
76	5	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		1.8	4.27		0.06
77	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
78	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
79	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13
80	4	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
81	4	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12
82	4	0.67	2	1.34	2	0.46		0.9	1.8	6.97		0.09
83	4	0.67	1	1.34	1	0.46		0.9	1.8	5.17		0.07
84	4	0.67	0	1.34	0	0.46		0.9	1.8	3.37		0.04
85	5	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		1.8	13.27		0.18
86	4	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
87	5	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		1.8	4.27		0.06
88	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		1.8	6.07		0.08
89	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		1.8	7.87		0.10
90	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		1.8	9.67		0.13

ตารางที่ ผ 3 การคำนวณระยะทางเดินของช่างเทคนิค ในส่วนของกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง หลังการปรับปรุง โดยการเพิ่มจำนวนกล้อง (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	เพิ่มกล้อง 3 เครื่อง (รวมเป็น 6 เครื่อง)											
	กล้อง High ตำแหน่งที่	ระยะทาง (เมตร)									เวลา	
		ครึ่งหนึ่งของเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ระยะเครื่องจักร	จำนวนกล้อง Low	ระยะกล้อง Low	ระยะ X1	ระยะ X2	ระยะทางแต่ละแถว	ระยะทาง	1.25 m/s	เวลา (นาที)
91	4	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	1.8	10.57		0.14
92	4	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	1.8	8.77		0.12
93	5	0.67	0	1.34	0	0.46	1.8		5.4	7.87		0.10
94	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		5.4	9.67		0.13
95	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		5.4	11.47		0.15
96	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		5.4	13.27		0.18
97	5	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		5.4	16.87		0.22
98	4	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	5.4	14.17		0.19
99	4	0.67	3	1.34	3	0.46		0.9	5.4	12.37		0.16
100	5	0.67	1	1.34	1	0.46	1.8		5.4	9.67		0.13
101	5	0.67	2	1.34	2	0.46	1.8		5.4	11.47		0.15
102	5	0.67	3	1.34	3	0.46	1.8		5.4	13.27		0.18
103	5	0.67	5	1.34	5	0.46	1.8		5.4	16.87		0.22
104	4	0.67	4	1.34	4	0.46		0.9	5.4	14.17		0.19
										823.88		10.59
										ระยะทางรวม (เมตร)		เวลารวม (นาที)