การลดความสูญเปล่าโดยลีน ซิก ซิกมาในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก

นางสาวกมลรัตน์ ศรีสังข์สุข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

WASTE REDUCTION BY LEAN SIX SIGMA APPROACH IN MICRO COAXIAL CABLE MANUFACTURING PROCESS

Miss Kamolrat Srisungsuk

ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

520748

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดความสูญเปล่าโดยลีน ซิก ซิกมาในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก
โดย	นางสาวกมลรัตน์ ศรีสังข์สุข
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข : การลดความสูญเปล่าโดยลีน ซิก ซิกมาในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก. (WASTE REDUCTION BY LEAN SIX SIGMA APPROACH IN MICRO COAXIAL CABLE MANUFACTURING PROCESS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย 143 หน้า.

งานวิจัยนี้ดำเนินการภายในโรงงานกรณีศึกษาแห่งหนึ่งซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็คทรอนิคส์หลายรูปแบบ โดยผลิตภัณฑ์ที่เลือกทำการศึกษาคือสายเคเบิลขนาดเล็ก ต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าทั้งทางด้านคุณภาพ ต้นทุน ราคา และการส่งมอบที่ตรงเวลา ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบันเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดความสูญเสียที่เกิด ขึ้นซึ่งมีต้นทุนการผลิตที่สูงถึง 94.8% ของราคาขาย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กและทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการออกแบบกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กโดยประยุกต์ใช้แนวทางของลีน ซิก ซิกมา ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 5ระยะได้แก่(I)ระยะการกำหนดปัญหาได้ทำการคัดเลือกปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและ แนวทางแก้ไขคือผลิตภัณฑ์รุ่นB-004 นั้น มีโครงสร้างต้นทุนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบแต่ละผลิตภัณฑ์ (II)ระยะการวัดผลพบว่าสามารถระบุประเภทของกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าออกมาได้ ซึ่งมีสัดส่วนของกิจกรรมประเภทนี้สูงถึง 65% ของกิจกรรมทั้งหมดและปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นคือปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร Short circuit (III) ระยะการวิเคราะห์สภาพปัญหา คือ วิเคราะห์ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ (IV) ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหาประกอบไปด้วยการออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS เพื่อลดความสูญเปล่าจากรอบการผลิตที่มากเกินไป การปรับปรุงการวางผังกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าจากการขนส่ง การลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นโดยหลักการ 5 สการลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตโดยการออกแบบการทดลองและนำวิธีการแก้ไขปัญหาไปปฏิบัติจริงโดยจัดการฝึกอบรมพนักงาน (V) ระยะการควบคุมการผลิตคือกำหนดค่าปัจจัยนำเข้าที่ได้จากผลการทดลองและการกำหนดมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานกับพนักงาน ผลที่ได้จากการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก ส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงจาก 48.25 บาท เป็น 42.54 บาท คิดเป็น 11.83% และผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 3700 ชิ้นเป็น 4090 ชิ้น คิดเป็น 9.54%

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต S. Kanokol

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2552

5171401121 : MAJOR INDUSTRAIL ENGINEERING

KEYWORDS : LEAN SIX SIGMA / MICRO CABLE / SEVEN WASTE / DESIGN OF EXPERIMENT

KAMOLRAT SRISUNGSUK : WASTE REDUCTION BY LEAN SIX SIGMA APPROACH IN MICRO COAXIAL CABLE MANUFACTURING PROCESS. ADVISOR : NATCHA THAWESAENGSAKULTHAI,Ph.D., 143 pp.

The objective of this research is to reduce waste reduction in micro cable manufacturing by applying lean six sigma approach. Current working condition in this electronic manufacturing has high process waste which result in the production cost is very high at 94.8% of selling price.

The purpose of this research is to reduce the waste in the production line of micro coaxial cable and solving the problem by apply lean six sigma principle. This research consists of 5 steps (I) Identifying problem phase, analyzing causes which the project B-004 is chosen as it has the highest cost structure. (II) Measuring phase, is to identify the non-value added activity does. The proportion of this non-value added activity is as high as 65% of all activities. Moreover the problem of waste is a problem that occurs in short circuit. (III) Analysis phase was to analyses seven waste according to lean concept. (IV) Improvement phase was to find solutions to the problem, design process used ECRS principles to reduce waste from over production, of production layout process is to reduce waste in transportation. Reducing the waste of unnecessary inventory adopted the principles of 5S. Reduction of failure in production process followed by design of experiment after all solution to waste reduction were identified, they were implement by training employees. (V) Control phase, is to monitor and control the defined parameter input from the experimental and control the standard practices to all employees. The improvement result has shown production cost is reduced from 48.25 baht per piece to 42.54 baht per piece or by 11.83% and productivity up from 3700 piece to 4090 piece or 9.45%.

Department : Industrial Engineering Student's Signature S. Kamolrat

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ แนวทางในการดำเนินงานวิจัย อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา และรองศาสตราจารย์จรูญ มหิทธาฟองกูล ที่กรุณาช่วยแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณทีมงานผู้ร่วมดำเนินงานทุกท่านตลอดจนพนักงานของบริษัทตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการทำการวิจัยเป็นอย่างดี ตลอดจนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาและทุกคนในครอบครัวที่ช่วยเป็นกำลังใจและสนับสนุนความช่วยเหลือด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนสามาถศึกษาและทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ รวมทั้งบุคคลอื่นๆที่ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 2

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 4

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 5

1.7 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย..... 8

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 10

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับลีน ซิกซ์ ซิกมา..... 10

2.2 เทคนิคทางด้านคุณภาพ..... 23

2.3 การออกแบบการทดลอง..... 35

2.4 บทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 41

บทที่ 3 การกำหนดปัญหา..... 46

3.1 การกำหนดทีมงานดำเนินงาน..... 46

3.2 กระบวนการผลิต..... 47

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การศึกษาสภาพของปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา..... 51
3.4 สรุปผลระยะการกำหนดปัญหา..... 54

บทที่ 4 ระยะการวัดสภาพของปัญหา..... 55
4.1 การวัดความสูญเปล่า..... 55
4.2 สรุปผลระยะการวัดผล..... 69

บทที่ 5 ระยะการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา..... 70
5.1 วิเคราะห์ความสูญเปล่า 7 ประการ..... 70
5.2 แบบสอบถาม..... 80
5.3 สรุปผลระยะการวิเคราะห์สภาพของปัญหา..... 84

บทที่ 6 ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา..... 85
6.1 วิธีการแก้ปัญหาแต่ละสาเหตุ..... 85
6.2 การกำหนดเป้าหมายและจัดทำแผนในการดำเนินเพื่อลดความสูญเปล่า..... 91
6.3 การนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ..... 111
6.4 สรุปผลระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ..... 113

บทที่ 7 ระยะการควบคุมกระบวนการผลิต..... 114
7.1 กำหนดวิธีการปฏิบัติงานตามมาตรฐานของพนักงาน..... 114
7.2 แผนการควบคุม..... 115
7.3 ข้อมูลหลังการปรับปรุงการผลิต..... 116
7.4 สรุปผลระยะการควบคุมการผลิต..... 116

บทที่ 8 ระยะการประเมินผลการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต..... 117
8.1 สรุปผลการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต..... 117
8.2 สรุปผลระยะการประเมินผล..... 119

บทที่ 9 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 120
9.1 สรุปผลการวิจัย..... 120

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9.2 สรุปผลระยะการประเมินผล..... 124
9.3 ข้อจำกัดงานวิจัย..... 127
9.4 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย..... 127
9.5 ข้อเสนอแนะ..... 127

รายการอ้างอิง..... 129

ภาคผนวก..... 131
ภาคผนวก ก..... 138
ภาคผนวก ข..... 139
ภาคผนวก ค..... 141
ภาคผนวก ง..... 142

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 143

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แสดงผลิตภัณฑ์ปัจจุบันและผลิตภัณฑ์ใหม่ของลูกค้า..... 2

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและเครื่องมือหรือเทคนิคที่ใช้..... 8

ตารางที่ 1.3 ระยะเวลาในการทำงานวิจัยในแต่ละขั้นตอน..... 9

ตารางที่ 2.1 แสดงสาระสำคัญของการตรวจพิจารณาด้วยตนเองโดยการถามตอบด้วย 5W 1H..... 22

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์การเขียนแผนภูมิการไหลของกระบวนการ..... 24

ตารางที่ 3.1 ทีมงานผู้ร่วมวิจัย..... 46

ตารางที่ 3.2 แสดงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์สายเคเบิลขนาดเล็ก..... 48

ตารางที่ 3.3 แสดงผลิตภัณฑ์ปัจจุบันและผลิตภัณฑ์ใหม่ของลูกค้า..... 52

ตารางที่ 4.1 แสดงแผนผังการไหลของกระบวนการ (Process Activity Mapping)..... 58

4.2 แสดงแผนผังการไหลของกระบวนการ (Process Activity Mapping) โดยพิจารณาเป็นขั้นตอน..... 60

ตารางที่ 5.1 แสดงความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม..... 73

ตารางที่ 5.2 แสดงความสูญเปล่าจากการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสม..... 74

ตารางที่ 5.3 การใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H เพื่อหาความจำเป็นของขั้นตอนการตรวจสอบลักษณะและขนาดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในกระบวนการผลิต..... 74

ตารางที่ 5.4 การใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H เพื่อหาความจำเป็นของขั้นตอนการตรวจสอบขนาดและการทดสอบการใช้งานทางไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์..... 75

ตารางที่ 5.5 การใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H เพื่อหาความจำเป็นของขั้นตอนการตรวจสอบลักษณะและขนาดของผลิตภัณฑ์..... 75

ตารางที่ 5.6 ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า..... 76

ตารางที่ 5.7 ผลการให้คะแนนปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปัญหาการ Short circuit ของสายเคเบิลรุ่น B-004 ของทีมงาน..... 81

ตารางที่ 5.8 ผลการคัดเลือกสาเหตุที่ได้จากการระดมสมองของทีมงาน สำหรับนำไปแก้ปัญหา..... 83

ตารางที่ 5.9 แสดงการจัดแบ่งตามประเภทของความสูญเสียทั้ง 7 ประการ..... 84

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ตารางที่ 6.1 สรุปผลจากการผังสายธารคุณค่าหลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004..... 93
ตารางที่ 6.2 สรุปผลจากการผังสายธารคุณค่าเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004..... 93
ตารางที่ 6.3 แสดงแผนผังการไหลของกระบวนการ (Process Activity Mapping)..... 94
ตารางที่ 6.4 แสดงแผนผังการไหลของกระบวนการ (Process Activity Mapping) โดยพิจารณาเป็นขั้นตอน..... 95
ตารางที่ 6.5 แผนผังแสดงการแก้ปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit)..... 99
ตารางที่ 6.6 ปัจจัยและระดับของปัจจัยในการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k 101
ตารางที่ 6.7 แผนและระดับการทดลองที่สร้างจากโปรแกรม Minitab..... 102
ตารางที่ 6.8 จำนวนข้อบกพร่องประเภท short circuit ของสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 ที่ได้จากการทดลอง..... 103
ตารางที่ 6.9 การประมาณค่าผลกระทบและสัมประสิทธิ์ของการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab..... 107
ตารางที่ 6.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab..... 108
ตารางที่ 6.11ระดับที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยเพื่อให้มีจำนวนข้อบกพร่องของสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่นB-004 น้อยที่สุด..... 111
ตารางที่ 6.12 แผนการดำเนินงานการลดความสูญเปล่าของการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004..... 111
ตารางที่ 8.1 สรุปผลจากการผังสายธารคุณค่าเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่นB-004..... 117
ตารางที่ 8.2 เปอร์เซ็นต์ความสูญเปล่าของแต่ละรายการที่ลดลง..... 118
ตารางที่ 8.3 ต้นทุนและผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังปรับปรุง 118
ตารางที่ 9.1 ผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆในงานวิจัย..... 121
ตารางที่ 9.2 แสดงการจัดแบ่งตามประเภทของความสูญเสียทั้ง 7 ประการ..... 123
ตารางที่ 9.3 ผลการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้..... 125

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่	1.1 กราฟแสดงสัดส่วนพยากรณ์การสั่งซื้อสายเคเบิลตั้งแต่เดือนมกราคม – กรกฎาคม2552	3
ภาพที่	1.2 แสดงสัดส่วนของต้นทุนของผลิตภัณฑ์โดยรวมในโรงงานกรณีศึกษา	3
ภาพที่	2.1 วิวัฒนาการของระบบการผลิตแบบลีนและลักษณะเฉพาะ	12
ภาพที่	2.2 แผนภาพแนวคิดของระบบการผลิตแบลีน	15
ภาพที่	2.3 ภาพร่างแนวคิด ลีน ซิกซ์ซิกมา	18
ภาพที่	2.4 ขั้นตอนในการดำเนินการ Lean Six Sigma	20
ภาพที่	2.5 ตัวแบบ SIPOC สำหรับสร้างแนวความคิด	24
ภาพที่	2.6 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต	26
ภาพที่	2.7 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา	27
ภาพที่	2.8 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม	29
ภาพที่	2.9 ตัวอย่างกราฟเส้น	32
ภาพที่	2.10 ตัวอย่างกราฟแท่ง	32
ภาพที่	2.11 ตัวอย่างกราฟวงกลม	33
ภาพที่	2.12 แบบจำลองทั่วไปสำหรับกระบวนการหรือระบบ	35
ภาพที่	2.13 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย (ไม่มีอันตรกิริยา)	40
ภาพที่	2.14 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย (มีอันตรกิริยา)	40
ภาพที่	2.15 ผังแห่งคุณค่าสภาวะในอนาคต (Future State) หลังจากปรับปรุงด้วยระบบลีน	44
ภาพที่	2.16 ผังแห่งคุณค่าแบบซับซ้อน (Complexity Value Stream Map)	45
ภาพที่	3.1 แสดงกระบวนผลิตหลักของโรงงานกรณีศึกษา	47
ภาพที่	3.2 กราฟแสดงสัดส่วนพยากรณ์การสั่งซื้อสายเคเบิลตั้งแต่เดือนมกราคม – กรกฎาคม 2552	52
ภาพที่	3.3 กราฟแสดงการสั่งซื้อสินค้าของผลิตภัณฑ์ B-004	53
ภาพที่	3.4 กราฟแสดงโครงสร้างต้นทุนของแต่ละผลิตภัณฑ์	53
ภาพที่	4.1 การแสดงผังสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B- 004	56

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของเสียต่อการผลิตตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551 64
ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียซ่อมได้และซ่อมไม่ได้ในกระบวนการผลิต ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551 64
ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียซ่อมได้และซ่อมไม่ได้ในกระบวนการผลิต ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551 65
ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงมูลค่าของเสียในกระบวนการผลิตสายเคเบิลตั้งแต่เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2551 65
ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงของเสียซ่อมไม่ได้ในกระบวนการผลิตสายเคเบิล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551 66
ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงของเสียซ่อมได้ในกระบวนการผลิตสายเคเบิลตั้งแต่เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2551 67
ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงรายละเอียดของเสียซ่อมไม่ได้ในกระบวนการผลิตสายเคเบิล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551 68
ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงรายละเอียดของเสียซ่อมไม่ได้ในกระบวนการผลิตสายเคเบิล 68
ภาพที่ 5.1 แสดงเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน 71
ภาพที่ 5.2 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตในการส่งตัวจับยึดชิ้นงาน 72
ภาพที่ 5.3 แผนผังแสดงสาเหตุและผลของปัญหาการเกิด Short circuit 78
ภาพที่ 5.4 แผนภาพแสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบถามสมาชิกในทีมงานถึง
ภาพที่ สาเหตุของการ Short circuit 82
ภาพที่ 5.5 แผนภาพแสดงถึงสาเหตุของการ Short circuit จากแหล่งที่มาต่างๆ 82
ภาพที่ 6.1 แผนผังต้นไม้เพื่อแสดงสาเหตุของปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา 86
ภาพที่ 6.2 การแสดงผังสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B- 004 92
ภาพที่ 6.3 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตในการส่งตัวจับยึดชิ้นงาน (Jig & Fixture) ... 98
ภาพที่ 6.4 กำลังและจำนวนการทดลองซ้ำ 100
ภาพที่ 6.5 Normal probability plot of the Residuals แสดงการกระจายของค่าส่วน ตกค้าง 104

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ภาพที่ 6.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกคางและลำดับของข้อมูล..... 105
ภาพที่ 6.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกค้างและค่าที่ถูกฟิต..... 106
ภาพที่ 6.8 Normal probability plot แสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ..... 109
ภาพที่ 6.9 แผนภาพพาเรโตแสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ..... 109
ภาพที่ 6.10 ผลหลักของปัจจัยที่ทีผลต่อตัวแปรตอบสนองของเสีย..... 110
ภาพที่ 6.11 ภาพอันตรกิริยาของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองของเสีย..... 110
ภาพที่ 7.1กราฟแสดงของเสียก่อนและหลังการนำวิธีการแก้ไขปัญหาไปปฏิบัติ..... 116

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

จากสภาพอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์นั้นมีการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องและรวดเร็วซึ่งในสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันนั้นเต็มไปด้วยการแข่งขันค่อนข้างสูงจึงต้องคำนึงประสิทธิภาพ ของการผลิตคือกระบวนการผลิตจำเป็นต้องผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ โดยมีต้นทุนและ ค่าใช้จ่ายต่างๆที่ต่ำ และการส่งมอบสินค้าที่ทันเวลาตามที่กำหนดด้วย เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า

ในยุคปัจจุบันนี้เทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้นเพื่อใช้ในการอำนวยความสะดวก เช่น โทรศัพท์มือถือ Notebook กล้องดิจิตอล และอื่นๆ ซึ่งก็ต้องมีส่วนประกอบต่างๆมากมายจึงจะมารวมเป็นอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้ ดังนั้นในการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กที่เป็นชิ้นส่วนหนึ่งของโทรศัพท์มือถือ Notebook และกล้องดิจิตอลนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของการผลิต ให้มีคุณภาพที่สูงขึ้น เพื่อเพิ่มโอกาสทางธุรกิจที่มีการแข่งขันสูงขึ้น และความมั่นคงในธุรกิจในการอยู่รอดและดำรงคงอยู่ต่อไป บริษัทจึงควรมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีและมีคุณภาพ และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างดียิ่งขึ้น ซึ่งในกระบวนการผลิตที่ต้องมีการบริหารจัดการที่ไม่ดีพอ จะก่อให้เกิดความสูญเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิต โดยจะส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจ และความต้องการของตลาด มีความจำเป็นที่ต้องมีการลดต้นทุน และค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต เพื่อกำจัดความสูญเปล่าหรือกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าออกไปจากกระบวนการผลิต โดยใช้แนวคิดของลีน ซิกซ์ซิกมา ในการลดต้นทุนให้ต่ำลงและขจัดความสูญเปล่า ในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันหรือรักษาส่วนแบ่งทางการตลาดไว้

ปัจจุบันแนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) เป็นเสมือนอาวุธสำหรับการแข่งขันที่สำคัญโดยมุ่งเป้าหมายเพื่อการปรับปรุง เช่น การลดระยะเวลาการผลิต การลดต้นทุน การเพิ่มความสามารถในการทำกำไร และการปรับปรุงคุณภาพ ดังนั้น การผลิตแบบลีน จึงมุ่งขจัดความสูญเปล่าในทุกพื้นที่ของสายการผลิต (Waste Elimination) ซึ่งใช้แนวความคิดในเรื่องคุณค่าของกิจกรรมที่กระทำ (Value Added) โดยผลที่คาดหวังก็ คือ การลดต้นทุนให้ต่ำลง และการที่พนักงานทุกคนมีส่วนร่วม นอกจากนี้แนวคิดการผลิตแบบลีน ยังมุ่งปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานด้วยการสร้างให้เกิดการไหลของงานตลอดทั้งกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเหล่านี้จะต้องระบุจำแนกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิต ซึ่งความสูญเปล่าอาจรวมถึง กิจกรรม ขั้นตอน หรือกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่มให้กับลูกค้า (Non-Value

Added) โดยมุ่งเน้นตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป็นสำคัญ (Customer-focused) ด้วยคุณภาพสูงสุด ต้นทุนต่ำสุด และใช้เวลาน้อยที่สุด การนำแนวคิดของการบริหารจัดการการผลิตแบบลีน มาใช้จึงเป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่จะพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับลูกค้ารายอื่นๆได้

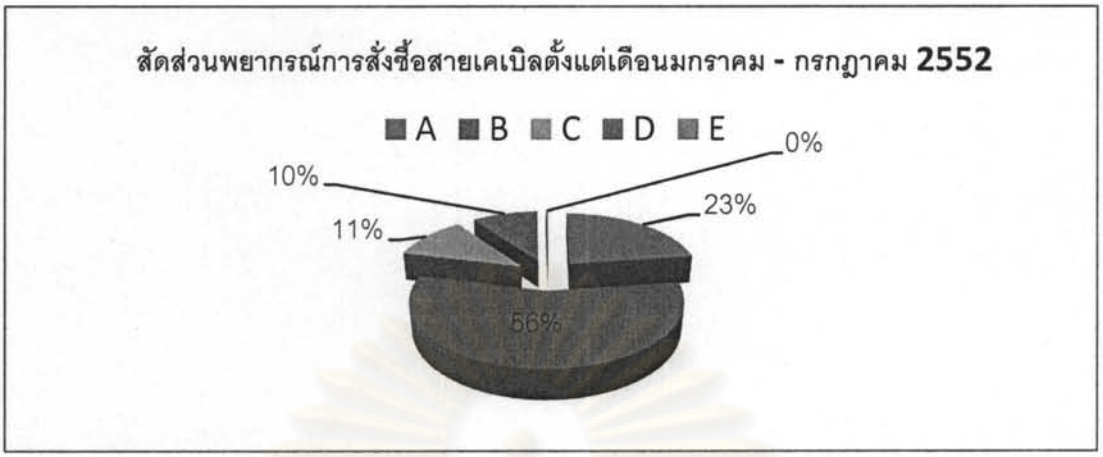
ในส่วนของกรณีศึกษานี้เป็นการศึกษาในส่วนของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็คทรอนิคส์ซึ่งเป็นสายการผลิตแบบผลิตปริมาณมากต่อครั้งการผลิต (Mass production) ซึ่งอาศัยแรงงานคนเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิต จึงต้องมีการลดความสูญเปล่าและกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าออกไปจากกระบวนการผลิต เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต โดยอาศัยเครื่องมือและแนวทางของลีน ซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้กับโรงงานกรณีศึกษา

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องทำให้ต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าทั้งทางด้านคุณภาพ ต้นทุน ราคา และการส่งมอบที่ตรงเวลา ดัง นั้นจึงต้องมีการศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบันเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากแนวคิดนี้งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะออกแบบกระบวนการผลิตโดยลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการเพื่อลดต้นทุนในการการผลิต และคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 1.1 แสดงผลิตภัณฑ์ปัจจุบันและผลิตภัณฑ์ใหม่ของลูกค้า

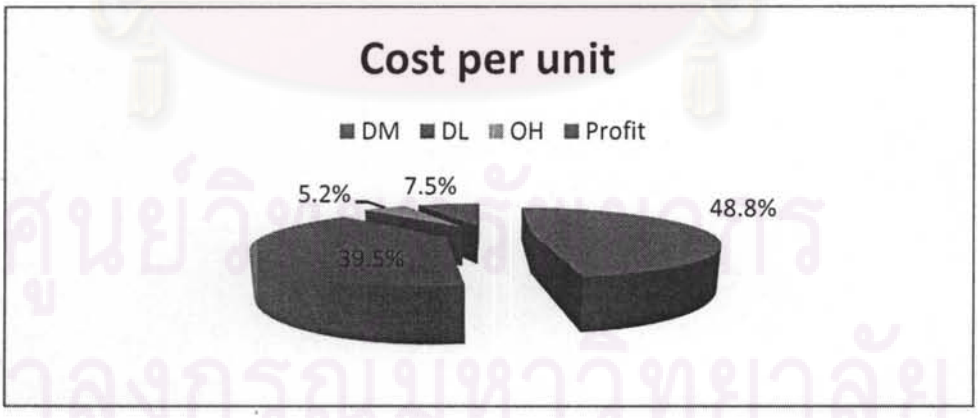
Customer	Current product	New product		Market Share	Market Demand	Product life cycle
A	A-027	A-028		50 %	Growth	1 year
B	B-003	B-004	B-005	100 %	Growth	1 year
C	C-022	C-023	C-024	50 %	Maturity	6 month
D	D-018	-		100 %	Maturity	6 month
E	E-010	-		100 %	Decline	6 month
Sample product	Several	-		-	Make to order	



รูปที่ 1.1 กราฟแสดงสัดส่วนพยากรณ์การสั่งซื้อสายเคเบิลตั้งแต่เดือนมกราคม – กรกฎาคม 2552

ต้นทุนการผลิตของสินค้านั้นพิจารณาจาก 3 ส่วนคือต้นทุนด้านวัตถุดิบ (Direct material) ต้นทุนด้านแรงงาน (Direct Labor) และต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายของโรงงาน (Overhead) โดยต้นทุนด้านวัตถุดิบ (Direct material) นั้นเป็นไปตามการออกแบบของลูกค้าเป็นผู้กำหนด จึงไม่สามารถลดต้นทุนในส่วนนี้ได้ถ้าลดลงได้ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนต้นทุนที่เกิดจากการผลิตโดยตรงก็คือ ต้น ทุนด้านแรงงาน (Direct Labor) และค่าต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านโรงงาน (Overhead)

ดังนั้นจึงควรทำการลดต้นทุนที่เกิดจากการผลิตโดยตรง เพื่อส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของตัวผลิตภัณฑ์ลง ในส่วนของกรณีศึกษานี้จะมุ่งเน้นไปที่ต้นทุนด้านแรงงาน (Direct Labor) เนื่องจากมีกระบวนการผลิตที่ใช้แรงงานคนเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถดูได้จากกราฟแสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงสัดส่วนของต้นทุนของผลิตภัณฑ์โดยรวมในโรงงานกรณีศึกษา

ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตนั้น เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และประสิทธิภาพในการทำงานไม่ดี จึงควรทำการวิเคราะห์เพื่อจำแนกประเภทของกิจกรรมของแต่ละสถานีงานและนำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงในกระบวนการทำงานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายหลักเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กของโรงงานกรณีศึกษาโดยการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ต่อไปนี้

1) เพื่อวิเคราะห์สภาพของความสูญเปล่าหรือกิจกรรมที่ไม่เกิดมูลค่าและหาสาเหตุหลักของปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก
2) เพื่อทำการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการออกแบบกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กโดยประยุกต์ใช้แนวทางของลีน ซิก ซิกมา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการผลิต วิธีการและขั้นตอนการผลิตสายเคเบิล
2) ทำการศึกษาเพื่อลดปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการผลิตภัณฑ์สายเคเบิลขนาดเล็กเฉพาะรุ่น B-004 ในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา
3) ทำการศึกษาและปรับปรุงแก้ไขในส่วนของการประกอบสายเคเบิลกับตัวเชื่อมต่อเท่านั้น
4) ลดความสูญเปล่าและกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non –Value Added Activity) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ออกแบบกระบวนการวิธีการและขั้นตอนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ให้มีประสิทธิภาพ
2) ลดและกำจัดความสูญเปล่าที่ไม่เพิ่มมูลค่า (Non-Value Added Activity) จากกระบวนการผลิตเดิม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1. ประโยชน์ที่มีต่องานศึกษาวิจัย
    1.1 เป็นแนวทางการพัฒนาความรู้ใหม่ เพื่อแก้ปัญหาในการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก
    1.2 เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในการแก้ปัญหาหรือในกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 เป็นการทดลองและนำผลศึกษาไปทดลองใช้จริงในโรงงานกรณีศึกษา

1.4 เป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจทั่วไปในการนำไปศึกษาเพิ่มหรือใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการทำวิจัยอื่นต่อไป

2. ประโยชน์ที่ทีต่อกรณีศึกษา

2.1 สามารถแสดงประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการโดยใช้สายธารคุณค่าของกระบวนการ เพื่อสามารถมองเห็นภาพรวมและรายละเอียดของแต่ละกระบวนการได้

2.2 สามารถลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์อื่นๆที่มีลักษณะใกล้เคียงกันหรือเป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

2.4 สามารถเพิ่มความสามารถของกระบวนการผลิตสายเคเบิล ซึ่งจะสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้ามากยิ่งขึ้น

2.5 เพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงานวิจัยเพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการซ่อมงานเชื่อมของสายเคเบิล โดยนำแนวทางของลีน ซิก ซิกมามาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตตามลำดับดังนี้

1) สำรวจงานวิจัยและศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางของลีน ซิก ซิกมา และหลักการวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพตามหลักสถิติ เพื่อนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้

2) กำหนดนิยามปัญหาในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น (Define Phase)

1. ศึกษากระบวนการผลิตสายเคเบิล (Micro coaxial cable) รวมทั้งรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต และทำผังกระบวนการ (Process Map)
2. กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ เป้าหมาย ตัวชี้วัด และระยะเวลาของโครงการของงานวิจัย
3. จัดตั้งคณะทำงานเพื่อเข้าร่วมในโครงการ โดยการกำหนดคณะทำงานจะทำการคัดเลือกจากผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญในส่วนของกระบวนการผลิตที่เลือกทำการปรับปรุง

3) การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)
   1. สำรวจปัญหาและทำการเก็บบันทึกปัญหาต่างๆที่พบ เช่น วิธีการทำงานที่ไม่เกิดมูลค่าหรือไม่จำเป็น ขั้นตอนการทำงาน ในสถานีงานต่างๆ
   2. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของปัญหา เช่นเวลาในการทำงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต จำนวนเครื่องจักร และพนักงานในแต่ละสถานีงาน ผลิตภาพในการผลิตที่ทำได้ในหนึ่งวัน (Productivity)
   3. นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และสรุปประเด็นปัญหาที่จำดำเนินการแก้ไขต่อไป
4) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)
   1. ระดมความคิดเพื่อแจกแจงสาเหตุและสรุปผลสถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิต (Current Staste Conclusion)
   2. วิเคราะห์สาเหตุและปัญหาเพื่อให้ทราบสาเหตุและตัวแปรที่ทำให้เกิดปัญหาจากนั้นทำการจัดกลุ่มสาเหตุของปัญหาที่สามารถแก้ไขด้วยวิธีเดียวกัน
   3. สรุปผลหัวข้อของปัญหาและวางแผนในการแก้ไขขั้นต่อไป
5) การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improvement Phase)
   1. รวบรวมแนวทางแก้ไขปัญหาจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากการระดมสมอง จากนั้นจึงทำการสรุปผลเพื่อหาแนวทางแก้ไขในแต่ละหัวข้อ
   2. การนำแนวทางการลดความสูญเปล่าต่างๆ มาออกแบบการทดลองเพื่อเป็นวิธีการแก้ไขและลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลงได้
   3. ดำเนินการแก้ไขตามแนวทางการปรับปรุงที่ได้ทดลองภายในระยะเวลาที่ไดกำหนดไว้ในงานวิจัย
   4. ทำการวิเคราะห์และสรุปผลหลังการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
6) การควบคุมการผลิต (Control phase)
   1. สรุปผลของการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง
   2. พิจารณาและกำหนดตัวชี้วัดสถานะผลการดำเนินงานและควบคุมเพื่อรักษาสภาพหลังการปรับปรุง
   3. กำหนดวิธีการและมาตรฐานในการทำงานเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต
7) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
8) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์และนำเสนอผลงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดการดำเนินงานวิจัยทั้งหมดสามารถสรุปออกมาเป็นขั้นตอนพร้อมทั้งเครื่องมือหรือเทคนิคที่นำมาใช้ในขั้นตอนเหล่านั้นได้ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและเครื่องมือหรือเทคนิคที่ใช้

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	เครื่องมือ/เทคนิคที่ใช้
I กำหนดนิยามปัญหา (Define Phase)	
1.)ศึกษากระบวนการผลิตสายเคเบิล	แผนภูมิการไหลของ
2.)ศึกษาสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้น	กระบวนการ
3.)จัดตั้งทีมงานสำหรับปรับปรุงคุณภาพ	กราฟ/แผนภาพพาเรโต
4.)กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ เป้าหมาย ตัวชี้วัด และ	
ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ	การระดมสมอง
II การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)	
5.)วัดรายละเอียดของกระบวนการในส่วนต่างๆ	แผนผังสายธารคุณค่า (VSM)
	การศึกษาวิธีการทำงาน (Time
	& Motion) /
6.)ทีมงานแสดงความคิดเห็นถึงสาเหตุของปัญหา	Process activity mapping
7.)สรุปผลและวางแผนขั้นต่อไป	การระดมสมอง
III การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)	
8.)สรุปสถานะของกระบวนการผลิต	การระดมสมอง
9.)วิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อให้ทราบปัจจัยและสาเหตุที่ก่อให้เกิด	การระดมสมอง/แผนผังแสดง
ปัญหาและความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต	เหตุและผล
10.)สรุปผลเพื่อเลือกปัจจัยที่มีนัยสำคัญ	การระดมสมอง
IV การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improvement Phase)	
13.)ทีมงานนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	การระดมสมอง
14.)ทำการออกแบบกระบวนการผลิตใหม่เพื่อขจัดความ	แผนผังสายธารคุณค่า (VSM)
สูญเสีย	การศึกษาวิธีการทำงาน (Time
	& Motion) /
	Process activity mapping
15.)ทำการทดลองปัจจัยที่ที่มีนัยสำคัญเพื่อหาค่าที่เหมาะสม	การออกแบบการทดลอง (DOE)
16.)ทำการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองแล้วนำไปปฏิบัติ	การระดมสมอง
เพื่อวัดผลหลังการปรับปรุง	

V การควบคุมคุณภาพการผลิต (Control Phase)	
17.)พิจารณาเลือกแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสม	การวางแผนการควบคุม /
18.)สรุปผลการหลังปรับปรุง	กำหนดเป็นมาตรฐาน
VI การประเมินผล	
19.)สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาอื่นๆ	
20.)จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์	

1.7 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

การทำงานวิจัยแต่ละขั้นตอนมีกำหนดระยะเวลาแสดงไว้ดังตารางที่ 1.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.3 ระยะเวลาในการทำงานวิจัยในแต่ละขั้นตอน

กำหนดการ / ขั้นตอนการดำเนินงาน	ก.พ. 2552	มี.ค. 2552	เม.ย 2552	พ.ค. 2552	มิ.ย. 2552	ก.ค. 2552	ส.ค. 2552	ก.ย 2552	ต.ค. 2552
1.ศึกษาทฤษฎีบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องรวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	→	→	→	→	→	→	→	→	
2.ศึกษาข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา	→								
3.การประยุกต์ใช้เครื่องมือลีน ซิก ซิก มา									
3.1.ระยะศึกษาข้อมูลและการนิยามปัญหา		→							
3.2.ระยะการวัดและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหา			→	→					
3.3.ระยะการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา				→	→				
3.4.ระยะการรับปรุงแก้ไขปัญหา						→	→	→	
3.5.ระยะการตรวจติดตามและควบคุม						→	→	→	
4.การเปรียบเทียบผลหลังการปรับปรุง								→	
5.สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ									→
6.จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์									→

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำแนวทางของลีน ซิกซ์ ซิกมา มาใช้ปรับปรุงกระบวนการผลิต และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าจากหนังสือ วารสาร ทั้งจากในประเทศและต่างประเทศ รวมไปถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการการนำแนวทางของลีน ซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้เพื่อลดของเสียในกระบวนการรวมถึงการลดค่าใช้จ่ายทางคุณภาพโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.ลีน ซิก ซิกมา

2.เทคนิคทางด้านคุณภาพ

3.บทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับลีน ซิกซ์ ซิกมา

ระบบการผลิตแบบลีน

ระบบการผลิตแบบลีน เป็นเครื่องมือในการจัดการกระบวนการที่ช่วยเพิ่มขีดความสามารถให้แก่องค์การ โดยการพิจารณาคุณค่าในการดำเนินงานเพื่อมุ่งตอบสอนงความต้องการของลูกค้ามุ่งสร้างคุณค่าในตัวสินค้าและบริการ และกำจัดความสูญเสียที่เกิดขึ้นตลอดทั้งกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลกำไรและผลลัพธ์ที่ดีทางธุรกิจในที่สุด ในขณะเดียวกันก็ให้ความสำคัญกับการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพควบคู่ไปด้วย

คำว่า "ลีน" (Lean) แปลว่า ผอมหรือบาง ในที่นี้มีความหมายในแง่บวก ถ้าเปรียบกับคนก็หมายถึง คนที่มีร่างกายสมส่วนปราศจากชั้นไขมัน แข็งแรง ว่องไว กระฉับกระเฉง แต่ถ้าเปรียบกับองค์การจะหมายถึง องค์การที่ดำเนินการโดยปราศจากความสูญเสียในทุก ๆ กระบวนการ มีความสามารถในการปรับตัว ตอบสอนงความต้องการของตลาดได้ทันท่วงที และมีประสิทธิภาพเหนือคู่แข่งขัน เราเรียกองค์การที่มีลักษณะดังกล่าวว่า "วิสาหกิจแบบลีน" หรือในเกณฑ์รางวัลคุณภาพแห่งชาติเรียกว่า "วิสาหกิจที่กระชับ" (Lean Enterprise) [1]

ความเป็นมาของระบบการผลิตแบบลีน

ระบบการผลิตแบบลีนกำเนิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ กล่าวกันว่า ในอดีตการผลิตสินค้าต่าง ๆ รวมทั้งรถยนต์มีลักษณะเป็นแบบงานหัตถกรรมหรืองานฝีมือ (Craft Production) ไม่มีสายการผลิต ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะดำเนินการผลิตโดยอาศัยทักษะความชำนาญ

ของพนักงานเป็นหลัก ดังนั้น จึงมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูง แต่ก็สามารถผลิตสินค้าได้หลากหลายชนิด ตามความต้องการของลูกค้า ต่อมาในช่วยต้นศตวรรษที่ 20 เฮนรี ฟอร์ด (Henry Ford) ผู้ก่อตั้งบริษัทฟอร์ด มอเตอร์ ได้ริเริ่มแนวคิดในการสร้างสายการผลิตให้มีลักษณะคล้ายกับการไกลของสายน้ำ และถือว่าทุกสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ในกระบวนการคือความสูญเปล่า โดยนำเอานวัตกรรมระบบสายพานลำเลียงมาใช้ในกายการประกอบรถยนต์ (Mowing Assembly Line) ของบริษัท และใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่สามารถเปลี่ยนทดแทนกันได้ (Standardized Interchangeable Parts) ทำให้ใช้เวลาในการผลิตลดลง อย่างไรก็ตาม ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้ชิ้นส่วนและวัตถุดิบได้รับการผลิตและส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไปโดยไม่มีการพิจารณาถึงความต้องการเช่นเดียวกับ
การผลิตสินค้าสำเร็จรูป ระบบดังกล่าวจึงถูกเรียกว่าระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ (Mass Production) คือผลิตแบบปริมาณมากรุ่นการผลิตมีขนาดใหญ่เพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยให้ต่ำลง

ระบบการผลิตของฟอร์ดประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง กล่าวกันว่ายุคนั้นในอเมริกาไม่มีใครที่ไม่รู้จักรถยนต์ฟอร์ดโมเดลที (Model T Ford) ที่มีการผลิตและจำหน่ายจำนวนมาก ถึงแม้ว่ารถรุ่นนี้จะมีจำหน่ายเพียงสีเดียว คือสีดำ แต่เนื่องจากช่วยนั้นตลาดยังคงเป็นของผู้ผลิต เพราะผู้ผลิตรถยนต์มีจำนวนน้อยราย แต่ความต้องการซื้อมีจำนวนมาก ผลิตเท่าไรก็จำหน่ายได้หมด

อีกหลายปีต่อมา จากความสำเร็จของบริษัทฟอร์ด อิจิ โทโยดะ (Eiji Toyoda) และไทอิจิ โอโนะ (Taiichi Ohno) ผู้บริหารของบริษัทโตโยต้าได้พยายามนำเอาแนวคิดของฟอร์ดไปปรับปรุงระบบการผลิตของบริษัทโตโยต้าที่ญี่ปุ่น แต่พวกเขาพบว่าสภาพของบริษัทยังไม่เหมาะกับการใช้ระบบดังกล่าว เนื่องจากขณะนั้นประเทศญี่ปุ่นอยู่ในสภาพหลังสงคราม ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ และเงินทุนมีจำกัด ทำให้ไม่สามารถลงทุนสร้าง "ระบบการผลิตที่เน้นปริมาณ" ตามแบบอย่างของฟอร์ดได้ ทั้งสองจึงได้ร่วมกับทีมงานของบริษัทโตโยต้า พัฒนาระบบการผลิตของตนเองขึ้นมาจากประสบการณ์ที่พบ โดยเริ่มต้นจากการค้นหาและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับปฏิบัติการ การนำข้อเสนอแนะการปรับปรุงงานที่ได้จากพนักงานมาทดลองปฏิบัติ และประยุกต์แนวคิดของระบบซูเปอร์มาร์เก็ตหรือระบบดึงมาสร้างระบบการผลิตที่เรียกว่า "ระบบการผลิตแบบโตโยต้า" (Toyota Production System) [2] หรือที่รู้จักกันดีในชื่อของ ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time Production System : JIT) ซึ่งมีหลักการสำคัญคือ "การผลิตเฉพาะสินค้าหรือชิ้นส่วนที่จำเป็น ตามปริมาณที่มีความต้องการและภายในเวลาที่มีความต้องการ" โดยมุ่งเน้นกำจัดความสูญเสีย (Waste/Muda) ทั้ง 7 ประการ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน ได้แก่

1. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motion)
2. การรอคอย (Idle Time / Delay)
3. กระบวนการที่ขาดประสิทธิผล (Non-effective Process)
4. การผลิตของเสียและแก้ไขงานเสีย (Defects and Reworks)
5. การผลิตมากเกินไป (Overproduction)
6. การเก็บวัตถุดิบคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Stock)
7. การขนส่ง (Transportation)

ในปี ค.ศ. 1990 เจมส์ วอแม็ค และแดเนียล โจนส์ ได้ร่วมกันแต่งหนังสือเล่มหนึ่งชื่อว่า The Machine that Changed the World ซึ่งเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จระหว่างอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ในประเทศญี่ปุ่น ยุโรป และอเมริกา เพื่ออธิบายว่าบริษัทสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการจัดการกระบวนการได้อย่างไร และเริ่มใช้คำว่า "ระบบการผลิตแบบลีน" เป็นต้นมา [3] ชิจิโอ ชินไง (Shigeo Shingo) ที่ปรึกษาของบริษัทโตโยต้าดังกล่าวว่า "ระบบการผลิตแบบโตโยต้าไม่ใช่ระบบที่มีแนวคิดขัดแย้งกับระบบการผลิตของฟอร์ด แต่เป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาต่อเนื่องมาให้สอดประสานกับสภาพตลาดของประเทศญี่ปุ่น โดยมุ่งทำการผลิตจำนวนมาก ด้วยขนาดรุ่นการผลิตที่เล็ก และมีระดับสินค้าคงคลังต่ำ" ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่า ผู้ริเริ่มแนวคิดของระบบการผลิตแบบลีนก็คือ เฮนรี ฟอร์ด แต่ผู้นำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ให้เกิดผลลัพธ์เป็นรูปธรรมก็คือ บริษัทโตโยต้า หรืออีกนัยหนึ่งระบบการผลิตแบบโตโยต้าก็คือ การปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ของระบบการผลิตแบบลีนนั่นเอง

โดยสรุปแล้ว วิวัฒนาการของระบบการผลิตแบบลีน แสดงได้ดังรูปที่ 2.1 เริ่มจากระบบการผลิตแบบงานหัตถกรรม มากสู่ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ จนกระทั่งพัฒนาเป็นระบบการผลิตแบบลีน ที่มีความยืดหยุ่นในการผลิตสูง เพื่อรองรับสภาพปัจจุบันซึ่งวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์สั้นลงเรื่อย ๆ ในขณะที่ต้องพยายามลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง

รูปที่ 2.1 วิวัฒนาการของระบบการผลิตแบบลีนและลักษณะเฉพาะ

มุมมองของลีน (Lean Perspective)

ลักษณะของกิจกรรม 3 ประเภท (Hincs และ Taylor, 2000) ดังนี้

1. กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value adding activity) คือ กิจกรรมที่มีคุณค่าในการดำเนินงาน ถ้าพิจารณาจากมุมมองของลูกค้าจะเห็นได้ว่ากิจกรรมประเภทนี้เป็นกิจกรรมที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่ลูกค้าเต็มใจที่จะจ่ายค่าตอบแทนเพื่อแลกกับมัน

2. กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Won valor adding activity) คือ กิจกรรมที่ไม่จำเป็นถ้าพิจารณาจากมุมมองของลูกค้าจะเห็นได้ว่า กิจกรรมประเภทนี้เป็นกิจกรรมที่ไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการมีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น และไม่ได้จำเป็นต้องมี ยกตัวอย่างเช่น เวลารอคอยการกองผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิต โดยไม่เชื่อมต่อเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไปในทันที การทำงานหรือกิจกรรมเดียวกันซ้ำ ๆ กิจกรรมเหล่านี้เป็นความสูญเปล่าอย่างเห็นได้ชัด ควรจะเป็นเป้าหมายแรกที่จะทำการแก้ไขในระยะเวลาอันสั้น

3. กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็น (Necessary non value adding activity) คือ กิจกรรมที่ไม่จำเป็น ถ้าพิจารณาจากมุมมองของลูกค้าจะเห็นได้ว่ากิจกรรมประเภทนี้เป็นกิจกรรมที่ไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการมีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น แต่จำเป็นต้องมี ยกตัวอย่างเช่น การเดินระยะไกลเพื่อหยิบชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบ การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ หรือเครื่องมือระหว่างการผลิต กิจกรรมประเภทนี้ เป็นการยากที่จะสามารถถูกกำจัดได้ในระยะเวลาอันสั้น ควรเป็นเป้าหมายในระยะยางและอาจจำเป็นต้องทำการเปลี่ยนแปลงการทำงานครั้งใหญ่

ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Wastes)

การกระทำใด ๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากรทางด้านแรงงาน วัตถุดิบเวลา เงินหรือทรัพยากรด้านอื่น ๆ แต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าต่อตัวสินค้าหรือบริการ จัดได้ว่าเป็นความสูญเปล่าซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 7 ประการ (Hines และ Taylor, 2000) คือ

1. ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) คือ การผลิตสินค้าที่มากเกินกว่าความต้องการ หรือเร็วเกินกว่าความต้องการในขณะนั้น เกิดจากแนวคิดที่ผลิตของออกมาให้มาก โดยไม่คำนึงถึงความจำเป็น เป็นผลทำให้เกิดอุปสรรคในการไกลของข้อมูลข่าวสาร หรือสินค้า และยังก่อให้เกิดสินค้าคงคลังที่มากเกินไป

2. ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่องของสินค้า (Defects) คือ ความผิดพลาดที่ทำให้เกิดปัญหาในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือทำให้ความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าลดลง การแก้ไขควรหาแนวทางในการป้องกันการเกิดของเสีย แทนการตรวจสอบและซ่อมแซมของเสีย

3. ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary inventory) คือ การจัดเก็บที่มากเกินไป และการล่าช้าของข้อมูลข่าวสารหรือผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการ สาเหตุจากแนวคิดที่ต้องการมีวัสดุพร้อมตลอดเวลา เพื่อไม่ให้ของขาดมือ หรืออาจเกิดจากความต้องการลดต้นทุน ซึ่งถ้าหากซื้อมากจะได้ราคาที่ถูกกว่า รวมทั้งการผลิตด้วยขนาดลอคที่ใหญ่หรือกระบวนการที่ใช้เวลาในการผลิตนาน ก็เป็นผลทำให้เกิดอุปสรรคในการบริการลูกค้าและทำให้เกิดต้นทุนที่มากเกินไป

4. ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (Inappropriate processing) คือ ขั้นตอนกระบวนการทำงานที่ใช้ชุดเครื่องมือ วิธีการทำงาน หรือระบบที่ไม่เหมาะสม บ่อยครั้งที่พบว่าวิธีการที่เรียบง่ายให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า ดังนั้นกระบวนการทำงานที่ไม่จำเป็นในทุก ๆ ขั้นตอนควรจะถูกกำจัดให้หมดไป

5. ความสูญเปล่าจากการขนส่งที่มากเกินไป (Excessive transportation) คือ การเคลื่อนไหวที่มากเกินไปของคน การขนส่งที่ยากเกินไปของข้อมูลข่าวสาร หรือสินค้า ซึ่งการเคลื่อนไหวเหล่านี้ไม่ได้เพิ่มคุณค่าใด ๆ ให้กับผลิตภัณฑ์ และยังเป็นผลทำให้เกิดเวลาและต้นทุนที่สูญเปล่า ดังนั้นจึงควรหาแนวทางในการกำจัดการขนส่งที่ไม่จำเป็น หรือทำให้เกิดการขนส่งที่น้อยที่สุดแทนการปรับปรุงวิธีในการขนส่ง

6. ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting) คือ ระยะเวลารอโดยปราศจากกิจกรรมใด ๆ ของคน ข้อมูลข่าวสาร หรือสินค้า เป็นผลทำให้เกิดอุปสรรคในการไหล และทำให้เกิดเวลานำที่ยาวนาน

7. ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม (Unnecessary motion) คือ การจัดการสถานที่ทำงานที่ไม่เหมาะสม เป็นผลทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ถูกต้องตามหลักของการยศาสตร์ เช่น การค้นหรือการเอื้อมที่มากเกินไปรวมถึงการเกิดความสูญหายของสิ่งของต่าง ๆ เนื่องจากลักษณะการจัดเก็บเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม

แนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน (Lean Thinking)

การผลิตแบบลีน คือ วิธีการที่มีระบบแผนในการระบุและกำจัดความสูญเสียหรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณคาภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการ โดยอาศัยการดำเนินตามจังหวะความต้องการของลูกค้าด้วยระบบดึง ทำให้เกิดสภาพการไกลอย่างต่อเนื่อง ราบเรียบ และทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนหลักได้ 5 ขั้นตอน ดังแผนภาพในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 แผนภาพแนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน [4]

รายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ [5] มีดังต่อไปนี้

1 **การระบุคุณค่าของสินค้าหรือบริการ** (Specify Value)

ในแนวคิดนี้เสนอให้ สามารถระบุคุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือบริการให้ได้ว่าคุณค่าของสินค้าที่ผลิตมีคุณค่าอยู่ที่ใด การเปรียบเทียบกับคู่แข่ง (Benchmarking) ก็ได้ แต่จำเป็นต้องมองในมุมของลูกค้า (Customer's Perspective) ไม่ใช่มองจากมุมมองของผู้ผลิต (Producer's Perspective) การที่สามารถระบุได้ว่าสินค้ามีคุณค่าอย่างไรนั้น นับเป็นบันไดขั้นแรกของแนวคิดลีน ซึ่งจะทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ กับจะส่งผลต่อการดำเนินธุรกิจต่อไป ทั้งยังสามารถนำคุณค่าที่ลูกค้าต้องการนั้นมาเป็นแนวทางในการดำเนินการผลิตด้วย

2 **การแสดงสายธารแห่งคุณค่า** (Identity Value Stream)

การแสดงสายธารแห่งคุณค่า คือ การจัดทำผังแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping : VSM) ซึ่งเป็นการระบุกิจกรรมที่ต้องทำทั้งหมด ตั้งแต่วัตถุดิบเข้าโรงงานผู้ผลิตจนกระทั่งสินค้าได้ถูกส่งถึงโรงงานลูกค้า นอกจากนี้ การจัดทำผังแห่งคุณค่าจะทำให้เห็นกระบวนการทั้งระบบและสามารถมองเห็นความสูญเปล่า (Muda) ได้ง่าย และยังมีประโยชน์ในการสื่อสารกับบุคคลอื่นอีกด้วย

3 การทำให้คุณค่าเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง (Flow)

การทำให้คุณค่าเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง คือ การทำให้สายการผลิตสามารถปฏิบัติงานได้อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา โดยไม่มีการขัดขวางหรือหยุดการผลิตด้วยเหตุอันใดก็ตาม ให้งานสามารถไหลไปได้อย่างต่อเนื่องเหมือนเช่นน้ำในแม่น้ำ ซึ่งแม้ว่าระดับน้ำจะลดต่ำลงแต่ก็ยังไหลอยู่เสมอ

การไหลของงาน (Flow) ถือว่าเป็นหัวใจของระบบการผลิตแบบลีน และเป็นจุดเริ่มต้นที่จะต้องทำให้เกิดขึ้นก่อนที่จะทำการติดตั้งระบบอื่น ๆ ของลีนต่อไป การทำให้สายการผลิตเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Flow) สามารถทำได้ดังนี้

1. อย่าให้เครื่องจักรว่างงานไม่ว่าด้วยเหตุอันใดก็ตาม (Idle)
2. หากเครื่องจักรเสีย (Breakdown) หรือออกนอกการควบคุม (Out of Control) ต้องแก้ไข ให้ได้กลับสู่ภาวะปกติให้เร็วที่สุด
3. การบำรุงรักษาเครื่องจักเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นสิ่งที่ต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุด แม้ว่าจะอยู่ในแผนการผลิตก็ตาม
4. อย่าขัดจังหวะการผลิตไม่ว่าด้วยเหตุใดก็ตาม
5. จัดกำลังการผลิตของแต่ละกระบวนการให้มีความสมดุลกัน (Line Balancing) ซึ่งจะทำให้ไม่มีการกองรอของงานหรือเกิดคอขวดขึ้น (Bottleneck)
6. ลดปริมาณการขนย้าย
7. ลดการเก็บงานเพื่อรอการผลิต (Waiting)
8. จัดผังโรงงาน (Line Layout) ให้เหมาะสม

4 การให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงคุณค่าจากระบวนการ (Pull)

การให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงคุณค่าจากระบวนการ คือ การทำการผลิตเมื่อลูกค้ามีความต้องการสินค้านั้น และผลิตแค่เพียงพอกับที่ลูกค้าต้องการ โดยหมายถึง ทั้งลูกค้าภายในและภายนอก เป็นการผลิตที่เข้าใกล้กับลักษณะของการผลิตตามสั่ง (Make to Order)

5 การสร้างคุณค่าและกำจัดความสูญเปล่าอย่างต่อเนื่อง (Perfection)

หลังจากที่เข้าใจความต้องการของลูกค้า รู้และเข้าใจในคุณค่าของสินค้าที่ผลิตจัดทำผังของคุณค่าและให้ลูกค้าเป็นผู้ดึงงานและกำหนดกิจกรรมในการผลิตแล้ว ต่อมาก็คือการพยายามเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้าอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการค้นหาความสูญเปล่า ให้พบและกำจัดอย่างต่อเนื่องตลอดไป ซึ่งก็คือ แนวคิดของ PDCA (Plan-Do-Check-Act) นั่นเอง

เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน (Lean Tools)

เครื่องมือที่ใช้ในผลิตแบบลีน (Lean Tools) ได้พัฒนา Toollcit ของการผลิตแบบลีน รวบรวมเครื่องมือไว้ทั้งหมด 27 ชนิด และจำนวนเครื่องมือออกเป็น 4 ประเภทตามผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือนั้น ๆ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือปรับปรุงอัตราการไหล (Flow) ได้แก่ คัมบัง (Kamban) การไหลทีละชิ้น (One-piece Flow) 5ส (5x) การผลิตโดยถึงเวลามาตรฐาน (Production to takt Time) การทำงานมาตรฐาน (Standard Work) แบบแสดงวิธีปฏิบัติงาน (Method Sheet) การควบคุมด้วยสวยตา (Visual Control) การบำรุงรักษาอย่างน่าเชื่อถือ (Be liability Maintenance) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) การบำรุงรักษาโดยการพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

2. เครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ (Flexibility) ได้แก่ การลดเวลาการเปลี่ยนงาน (Set up Reduction) การผลิตแบบผสมรุ่น (Mixed Model Production) การปรับเรียบการผลิต (Smoothed Production) การฝึกอบรมพนักงานข้ามสายงาน (Cross Trimmed workforce)

3. เครื่องมือที่ลดเวลาในการทำงาน (Throng pet Rate) ได้แก่ กลุ่มการผลิต (Flow cell) จุดใช้งาน (Point of Used Storage) การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Automation) เครื่องป้องกันความผิดพลาด (Mistake Proofing) การตรวจสอบด้วยตนเอง (Self Check Inspection) การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง (Successive Check Inspection) การหยุดสายการผลิต (Line stop)

4. เครื่องมือที่ใช้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ได้แก่ การปรับปรุงอย่างอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) การวิเคราะห์รากสาเหตุ (Root Cause Analysis) การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control) กลุ่มการแก้ปัญหา (Team Based Problem Solving)

การพัฒนาแนวคิดของลีน ซิกซ์ซิกมา มีขั้นตอนหลักของแนวคิดลีน ซิกซ์ซิกมา เชิงบูรณาการคือ (Andrew Thomas,2009)

1.การกำหนดปัญหา (Define) : อะไรคือปัญหา

2.การวัด (Measure) : อย่างไรคือกระบวนการวัด อย่างไรคือการแสดง

3.การวิเคราะห์ (Analysis) : อะไรคือสาเหตุความสำคัญมากของของเสีย

4.การปรับปรุง (Improve) : ทำอย่างไรพวกเราจะขจัดสาเหตุและของเสีย

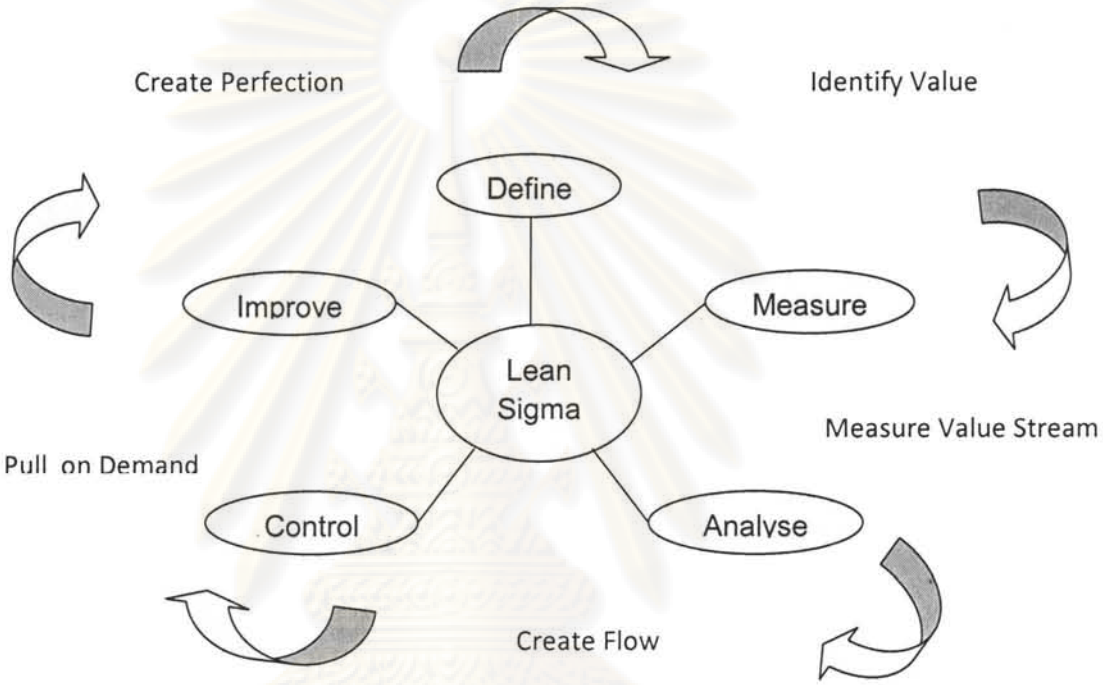
5.การควบคุม (Control) : ทำอย่างไรพวกเราสามารถคงไว้ซึ่งการปรับปรุง

6.เทคนิคเครื่องมือ 5ส (5S)

7.การประยุกต์ใช้การจัดการสายธารคุณค่า (VSM)

8.การออกแบบใหม่เพื่อขจัดความสูญเสียและการปรับปรุงสายธารคุณค่า

9.การออกแบบระบบการผลิตเพื่อบรรลุผลแผนการไหล



รูปที่ 2.3 ภาพร่างแนวคิด ลีน ซิกซ์ซิกมา

แนวคิดหลักของการผลิตแบบลีน (Core Concepts of Lean) (Alukal,George,2003)

สิ่งเหล่านี้เป็นแนวคิดลีนที่มีประโยชน์และควรจดจำไว้เพื่อเตรียมสำหรับการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระบบการผลิตแบบลีน

- ระดมความคิดสร้างสรรค์ก่อนทำการลงทุน (Creativity before capital) ในแนวคิดของลีนให้ความสำคัญกับการระดมสมองของทีมงานในการออกความคิดและวิธีการแก้ไขปัญหาแทนที่จะใช้เงินจำนวนมากเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพียงอย่างเดียว ผู้ที่ทำงานในกระบวนการต่างๆจะนำประสบการณ์ ทักษะและพลังสมองที่พวกเขามีอยู่มาช่วยกันกำหนดแผนงานสำหรับการลดความสูญเสียและปรับปรุงกระบวนการ
- การนำวิธีการแก้ปัญหาที่อาจจะไม่สมบูรณ์แบบมาใช้ก่อนเป็นสิ่งที่ดีกว่าการรอเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาที่สมบูรณ์แบบซึ่งเมื่อถึงเวลานั้นก็อาจจะสายเกินไป ดังนั้นจงลงมือทำตั้งตอนนี้

- สินค้าหรือวัสดุคงคลังไม่ใช่สิ่งที่แสดงให้เห็นถึงสินทรัพย์ขององค์กรหากแต่ต้นทุนและความสูญเสียต่างหากที่ส่งผลต่อสินทรัพย์ขององค์กร
- ใช้วงจร Plan-Do-Check-Act ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต
- ลีนเป็นสิ่งที่เริ่มทำเพียงครั้งเดียวแต่เป็นการเดินทางที่ไม่มีที่สิ้นสุด

การผลิตแบบลีนและซิก ซิกม่า (Lean Manufacturing and Six sigma) (Sung H,2003)

1) ระบบการผลิตแบบลีนคืออะไร

ในปัจจุบันนี้มีแนวทางเพื่อการปรับปรุงผลการดำเนินงานด้านการผลิต 2 รูปแบบที่สำคัญ รูปแบบแรกคือการผลิตแบบลีน และอีกรูปแบบคือ ซิก ซิกม่า

ลีนเป็นการประเมินการดำเนินงานของโรงงานโดยรวมและมุ่งปรับเปลี่ยนโครงสร้างวิธีการผลิตเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสูญเสียเช่นการคอย การขนส่ง การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ สินค้าคงคลังและการผลิตที่มากเกินความจำเป็น อีกทั้งยังช่วยลดการผันแปรที่มาพร้อมกับเส้นทางการผลิต การจัดการกับวัสดุอุปกรณ์ การจัดเก็บ การขาดการติดต่อสื่อสารการผลิตเป็นรุ่นและอื่นๆ แต่เครื่องมือซิก ซิกม่าจะมุ่งให้ความสนใจเพียงจำนวนชิ้นส่วนหรือกระบวนการที่เฉพาะเพื่อลดการผันแปรที่เกิดขึ้น การใช้แนวทางทั้งสองอย่างร่วมกันจะทำให้เห็นถึงแนวทางการจัดการความผันแปรได้หลากหลายขึ้นรวมทั้งการปรับผังโครงสร้างของโรงงานและการส่งส่วนหนึ่งส่วนใดหรือกระบวนการใดเฉพาะด้วย

ลีนและซิกซ์ ซิกม่าได้รับการสนับสนุนตามแนวทางและกระบวนการที่มีความแตกต่างกัน หากแต่ทั้งสองส่วนกลับเป็นแนวทางที่สามารถจัดการกับเรื่องเดียวกันได้เหมือนห่วงโซ่ ซึ่งก็หมายความว่าแนวทางทั้งสองส่วนนี้ต้องอาศัยซึ่งกันและกันจึงจะสามารถสร้างความสำเร็จให้เกิดขึ้นได้ การผสมผสานระหว่างลีนและซิกซ ซิกม่าจะทำให้เกิดเทคนิคการจัดการปัญหาที่มีประสิทธิภาพมาก แนวคิดทั้งส่วนนี้ต่างก็เป็นสิ่งที่ต้องอาศัยการทำร่วมกันมากกว่าการเป็นเครื่องมือที่ให้เราเลือกใช้แทนอีกอันหนึ่งได้

ในทางปฏิบัติแล้วผู้ผลิตที่รับเอาแนวปฏิบัติแบบลีนมาใช้มักจะมีระเบียบตัวผลการปฏิบัติงานที่มีค่าสูงกว่าโรงงานที่ไม่มีการใช้แนวปฏิบัติลีน แนวปฏิบัติแบบลีนตามการสำรวจทางอุตสาหกรรมประกอบด้วย

- เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็วเพื่อลดเวลาในกนการติดตั้งเครื่อง
- การสร้างหน่วยผลิตขนาดเล็ก (Manufacturing cell) เพื่อให้ความสะดวกในการผลิตล็อตเล็กๆ และการผลิตแบบไหลต่อเนื่อง

- การใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีหรือ JIT และเทคนิคการผลิตแบบไหลต่อเนื่องเพื่อลดขนาดล็อตการผลิตเวลาในการติดตั้งเครื่องและรอบเวลาในการผลิต
- การใช้ JIT กับซัพพลายเออร์ในการส่งมอบชิ้นส่วนและเครื่องมือสู่พื้นที่การผลิตได้ถี่ขึ้นและได้ทันความทันต้องการ

Lean Six Sigma (**ภาณุพงษ์ เพิ่มพิมล**,2551)

การปฏิบัติงานแบบ Lean และ Six Sigma นั้นเป็นแนวคิดที่จะช่วยให้บรรลุประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน หลายบริษัทได้นำทั้งสองแนวคิดมาช่วยในการลดต้นทุน และเพิ่มผลกำไร ซึ่งผลักดันให้เกิดแนวคิดบูรณาการที่ทำให้ทั้งคน เครื่องมือ เครื่องจักร และกำลังการผลิตทั้งหมดบรรลุประสิทธิภาพสูงสุดได้ ในขณะเดียวกันก่อให้เกิดประสิทธิภาพทางด้านต้นทุนด้วยโดย

- ระบุ และกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะลดต้นทุนลง
- จัดสรรเครื่องมือที่เหมาะสมอย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะควบคุมความแปรปรวนของกระบวนการและปรับปรุงความสามารถในการคาดการณ์สิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการแนวคิด Lean Six Sigma นั้นมีอะไรบ้าง ที่แน่ ๆ ไม่ใช่การลงทุนในเรื่องของทุน (Capital) แต่ต้องมีความเข้าใจถึงการทำงานของธุรกิจ และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้สำหรับทำการเปลี่ยนแปลง
- การเปลี่ยนแปลงการทำงานต้องทำตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ การจะก้าวไปถึงขั้นสูงสุดได้นั้นต้องค่อย ๆ ก้าวไปทีละขั้นอย่างต่อเนื่องดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 ขั้นตอนในการดำเนินการ Lean Six Sigma

จากรูปที่ 2.4 ขั้นตอนในการดำเนินการ Lean Six Sigma ประกอบไปด้วย

1. **กำหนดคุณค่า/ตัวชี้วัด** (Define Value/Measure) เริ่มแรกสุดจะต้องมีภาพที่ชัดเจนของธุรกิจในการสร้างสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ก่อน บริษัทต้องมีการทบทวนถึงการจัดการสินค้าคงคลัง การบริการลูกค้า การสื่อสาร และคุณภาพ โดยต้องไปสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง ทบทวนขั้นตอนต่าง ๆ และสังเกตกระบวนการที่กำลังจะมาแทนที่ การเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่เป็นอยู่ กับสิ่งที่ควรจะเป็นถูกกระทำเพื่อให้รู้ถึงลำดับความสำคัญก่อนหลังของประเด็นต่าง ๆ ที่จะต้องดำเนินการ.

2. **การจัดระเบียบคุณค่า/วิเคราะห์** (Value Streamlining/Analyze) ต้นทุนที่ไม่จำเป็นจะถูกกำจัดออกไปโดยการระบุวัตถุดิบ และหน้าที่ที่ไม่จำเป็น หรือไม่มีคุณค่า และลดเวลาในการตั้งค่าเครื่องจักร(Setup Time) เพื่อลดความสูญเปล่าที่ไม่จำเป็น.

3. **ปรับปรุงการไหลของระบบ และคุณภาพ/ปรับปรุง** (Improve System Flow and Quality/Improve) การลดความแปรปรวนโดยการปรับปรุงการไหล และคุณภาพ เพื่อให้ประสิทธิผลของการปฏิบัติงานมีความชัดเจนมากขึ้น และผิดพลาดน้อยลง การทำเช่นนี้รวมถึงการทำให้ความเร็วของงาน (TAKT) การทำ TPM และ Poka-Yoke เหมาะสมที่สุดและใช้เครื่องมือทางสถิติเข้ามาช่วยในการพิจารณา.

4. **ระบบดึง/ปรับปรุง** (Pull System/Improve) ระบบดึงต้องถูกออกแบบ และดำเนินการในลักษณะที่เป็น Make to Order เพื่อลดปริมาณสินค้าคงคลัง ต้องมีการลดขนาด หรือปริมาณ (Batch Size) ที่ต้องผลิตในแต่ละครั้งลงโดยใช้เทคนิคของ JIT (Just in Time) และ Kanban เข้าช่วยปรับปรุงเวลานำและลดจำนวนสินค้าคงคลัง.

5. **ความสมบูรณ์ของระบบ/ควบคุม** (System Perfection/Control) กระบวนการถูกกำหนดสำหรับการปรับปรุงการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด เพื่อให้สามารถควบคุมความแปรปรวนให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตลอดเวลา

เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H และหลักการ ECRS

การตรวจพิจารณาด้วยคำถาม 5W และ 1H เป็นตัวย่อที่ใช้ถามตนเอง เพื่อการตรวจพิจารณาปัญหาอย่างรอบครอบ ไม่ว่าปัญหานั้นเป็นของงานวิเคราะห์ทั้งระบบ หรือบางส่วนของระบบก็ตาม วิธีนี้จะช่วยสร้างโครงสร้างของแผนงานปรับปรุงในส่วนรายละเอียด เพื่อเสริมให้แผนงานสับเปลี่ยนของตารางขอบเขตของความเปลี่ยนแปลง เป็นประโยชน์ในเชิงปฏิบัติ ซึ่งจะนำหลักการนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละขั้นตอนของการผลิต เพื่อลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

ลักษณะของคำถาม

- What: **ทำอะไรอยู่** เป็นการย้ำความคิดตนเองว่าวิธีการที่ทำอยู่คืออะไร
- Why: **ทำไมทำอยู่อย่างนั้น** เป็นการไล่หาวัตถุประสงค์ของงานนั้นจากคำถาม What และ Why ทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถตรวจพิจารณาลูกโซ่ของวัตถุประสงค์ และวิธีการได้
- Where: **ทำที่ไหน** เป็นคำถามเพื่อพิจารณาสถานที่ทำงานว่ามีที่เหมาะสมกว่าหรือไม่
- When: **ทำเมื่อไร** เป็นการทบทวนจังหวะเวลา และลำดับการทำงานให้เหมาะสม
- Who: **ใคร (เครื่องไหน) ทำงานนี้อยู่** ควรมีการสับเปลี่ยนพนักงานหรือไม่ เช่น เปลี่ยนคนที่มีประสบการณ์สูงไปทำงานกับเครื่องจักรที่ซับซ้อน เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าคำถามนี้ใช้หาความสัมพันธ์ของคนกับเครื่องจักร
- How: **ใช้วิธีอะไรทำงาน** เป็นคำถามเกี่ยวกับวิธีการทำงาน ช่วยให้มีความประหยัด และทำงานได้ง่ายขึ้น

ประเภท	5W 1H	ความหมาย	แนวทางแก้ไข
1. เป้าหมาย	What ?	กำลังทำ "อะไร" อยู่ ทำไมต้องทำ	ขจัดส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการทำงานออกไปเสีย
		ไม่มีอย่างอื่นอีกหรือ	
		อย่างอื่นนั้นเป็นอย่างไร	
2. วัตถุประสงค์	Why ?	"ทำไม" งานนั้นจึงต้องทำ ควรต้องทำหรือ	
		ไม่มีเรื่องอื่นๆ ที่ควรทำ	
		หรือควรทำอะไรดีละ	
3. สถานที่	Where ?	ทำงานอยู่ "ที่ไหน" ทำไมทำที่นั่น	จัดเรียง และปรับปรุงหน่วยการปฏิบัติงาน และสถานที่ทำงานให้สมเหตุสมผล
		ทำที่อื่นไม่ได้หรือ	
		ควรทำที่ไหนดีละ	
4. ลำดับขั้น	When ?	ทำ "เมื่อไร" ทำไมต้องทำตอนนั้น	สับเปลี่ยนลำดับขั้นการทำงานเสียใหม่
		ทำตอนอื่นไม่ได้หรือ	
		ควรทำเมื่อไรดีละ	
5. คน	Who ?	"ใคร" เป็นผู้ทำ ทำไมต้องเป็นคนๆ นั้น	มอบหมายงานตามความสามารถ
		คนอื่นๆ ทำไม่ได้หรือ	
		ใครควรทำดีละ	
6. วิธีการ	How ?	ทำ "อย่างไร" ทำไมต้องทำเช่นนั้น	การวิจัยการทำงาน (แปรให้เป็นการปฏิบัติงานอย่างง่าย ละเว้นอากัปกิริยาที่ไม่จำเป็น สร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน เป็นต้น
		ไม่มีวิธีการอื่นอีกแล้วหรือ	
		ควรทำอย่างไรดีละ	

ตารางที่ 2.1 แสดงสาระสำคัญของการตรวจพิจารณาด้วยตนเองโดยการถามตอบด้วย 5W 1

หลักการของ ECRS เพื่อการปรับปรุง

ECRS คือตัวย่อมาจากภาษาอังกฤษ 4 ตัว คำที่ใช้เป็นหลักการในการปรับปรุงงาน ซึ่งสร้างขึ้นจากการตรวจพิจารณาด้วย 5W 1H

- E-Eliminate (**การกำจัด**): ด้วยการไล่หาจุดประสงค์ อันทำให้สามารถกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไปได้ รูปแบบนี้มีประสิทธิผลสูงสุดในการปรับปรุงงาน
- C-Combine (**การผสมผสาน**): ด้วยการผสมผสานองค์ประกอบของงานหลายประการเข้าด้วยกัน ช่วยลดขั้นตอนของงานบางส่วนลงได้ และมีอยู่บ่อยที่พบว่าวิธีการใหม่ที่พบจากการผสมผสานนี้ทำให้งานทั้งระบบง่ายขึ้น
- R-Rearrange (**การจัดลำดับใหม่**): การโยกย้ายสับเปลี่ยนลำดับขององค์ประกอบของงานอาจสร้างโอกาสกำจัดงานบางส่วน หรือโอกาสการผสมผสานใหม่
- S-Simplify (**ทำให้ง่าย**): เมื่อพิจารณาถึงการกำจัด การผสมผสาน และการจัดลำดับใหม่อย่างรอบครอบแล้ว ควรพยายามจัดการ องค์ประกอบของงานส่วนที่เหลืออยู่ให้เป็นงานที่ง่ายที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2 **เทคนิคทางคุณภาพ** (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

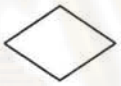
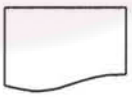
การแก้ปัญหาคุณภาพต้องอาศัยหลักการสำคัญ 3 อย่าง คือ ความมีส่วนร่วมจากบุคลากรทั้งองค์กร การแก้ปัญหาอย่างมีระบบ และการตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง ซึ่งการแก้ปัญหาคุณภาพให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดต้องนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือที่เหมาะสมกับข้อมูลและลักษณะของปัญหา

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

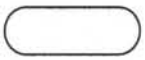
แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process flowchart) คือ แผนภูมิที่แสดงถึงลำดับของกิจกรรม รวมถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนการทำความเข้าใจกับความต้องการของลูกค้า โดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในตารางที่ 2.2 การสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการนี้ควรเริ่มต้นจากการสร้างแนวความคิดของกระบวนการในรูปแบบของ SIPOC ดังรูปที่ 2.5 โดยการกำหนดตัวแบบดังกล่าวให้เริ่มต้นจากการเขียนลำดับของกิจกรรมในกระบวนการเพื่อกำหนดถึงผลลัพธ์ (Output) ของกระบวนการส่งมอบให้กับลูกค้า แล้วจึงพิจารณาปัจจัยป้อนเข้า(Input) ที่ได้รับจากผู้ส่งมอบ (Supplier) และใช้ในการดำเนินกิจกรรมที่กำหนดไว้

รูปที่ 2.5 ตัวแบบ SIPOC สำหรับสร้างแนวความคิด

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์การเขียนแผนภูมิการไหลของกระบวนการ

ชื่อกิจกรรม	ความหมาย	สัญลักษณ์	อธิบายเพิ่มเติม
1) กิจกรรมที่ทำ (Activity)	การกระทำใด ๆ ที่มีการเพิ่มมูลค่า		ใช้สี่เหลี่ยมผืนผ้าและควรเขียนกิจกรรมสั้น ๆ ในสี่เหลี่ยม
2) การตัดสินใจ (Decision)	การตัดสินใจเพื่อให้เกิดการยอมรับหรือปฏิเสธภายใต้กฎเกณฑ์ที่ระบุ		ใช้สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและให้เขียนกฎเกณฑ์การตัดสินใจในรูปคำถามให้ตอบรับ/ปฏิเสธ
3) เอกสาร (Document)	เอกสารที่แสดงถึงสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจทั้งในรูปแบบ Hardware และ Software		ให้เขียนชื่อเอกสารในสัญลักษณ์เอกสารและอาจใช้สัญลักษณ์ซ้อนกันเพื่ออธิบายเอกสารสำเนาได้
4) เส้นทางการไหล(Flow line)	การไหลของสารสนเทศจากกิจกรรมหนึ่งสู่อีกกิจกรรมหนึ่ง		หัวลูกศรแสดงทิศทางการไหลของสารสนเทศ และอาจใช้เส้นประในกรณีไหลย้อนกลับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด (Terminal)	แสดงจุเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกิจกรรม		ใช้สัญลักษณ์สี่เหลี่ยมปลายมน แสดงจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของกระบวนการ
6) การเชื่อมต่อ (Connector)	แสดงความต่อเนื่องของแผนภาพการไหล		ใช้ตัวเลขหรืออักษรเพื่อชี้บ่งภายในสัญลักษณ์วงกลมได้

การระดมสมอง (วันรัตน์ จันทกิจ,2546)

การระดมสมอง คือ การแสดงความคิดเห็นร่วมกันระหว่างสมาชิก เพื่อเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งในพจนานุกรมได้ให้ความหมายว่า เป็นการคิดแบบไร้แบบแผน (Free Form Thinking) ขั้นตอนระดมสมองจะเกิดขึ้นใน 3 ขั้นตอนต่อไปนี้ 1.การสำรวจปัญหา (Define Problem)

2.การสร้างความคิด (Generating Ideas)

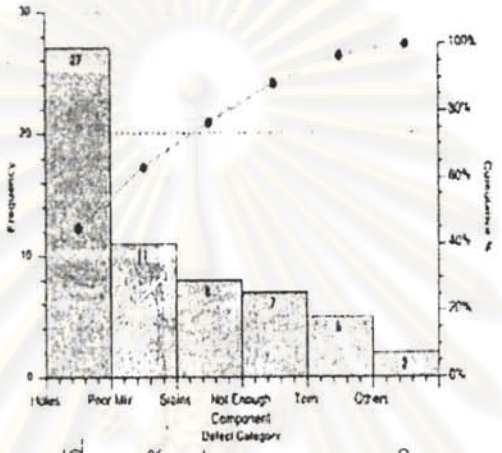
3.การพัฒนาหนทางแก้ไข (Developing the Solution)

การระดมสมองเป็นวิธีการที่มีคุณค่าอย่างมากในการสร้างความคิดใหม่ ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม ซึ่งการระดมสมองมีหลายรูปแบบและมีวิธีการมากมายในการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการระดมสมอง มีทั้งรูปแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยควรเลือกใช้วิธีการที่มีความยืดหยุ่นให้กับสมาชิกในทีมหรือกลุ่ม การระดมสมองเริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสมาชิกในกลุ่ม จากนั้นจึงทำการกำหนดปัญหาหรือคำถามขึ้นมาเป็นประเด็นในการพิจารณา โดยที่แต่ละคนจะมีมุมมองในเรื่องที่พิจารณาแตกต่างกัน และทำการกำหนดกฎเกณฑ์ในการตัดสินโดยผู้นำกลุ่มเป็นผู้ตัดสินใจภายใต้ความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่น ๆ

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) เป็นเครื่องมือที่อาศัยการควบคุมกระบวนการการผลิตโดยกลวิธีทางสถิติ (Statistical Process Control; SPC) มาใช้แก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องให้กระบวนการผลิตไม่เปลี่ยนแปลงและมีสมรรถภาพสูงขึ้น ประกอบด้วย ใบตรวจสอบฮีสโตแกรม แผนภาพพาเรโต แผนผังก้างปลา แผนภูมิควบคุม แผนภาพการกระจาย และกราฟ สำหรับเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ แผนภาพพาเรโต แผนผังก้างปลา แผนภูมิควบคุม แผนภาพการกระจาย และกราฟ

- แผนภาพพาเรโต (Pareto diagram) มีลักษณะเป็นกราฟแท่งที่แบ่งแยกข้อมูลเป็นช่วง ๆ จากมากไปน้อย และจากซ้ายไปขวา โดยแกน y มี 2 แกน คือ แกนซ้ายมือแทนความถี่ (เช่นจำนวนจุดบกพร่อง จำนวนคำร้องเรียน หรือจำนวนอุบัติเหตุ เป็นต้น) และแกนขวามือแทนเปอร์เซ็นต์ แกน x แทนสาเหตุ (เช่น ในเรื่องปัญหาของจุดบกพร่อง อาจจำแนกสาเหตุได้จากพนักงาน เครื่องจักรกล วิธีการทำงาน หรือชนิดของวัตถุดิบ เป็นต้น) ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต

แผนภาพพาเรโต ใช้ในการระบุและจัดลำดับปัญหาตามความสำคัญ ตามกฎ 80/20 ซึ่งแนะนำโดย J.M. Juran ซึ่งหมายความว่า ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด ในขณะที่อีกประมาณ 80% ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20% ของปัญหาเท่านั้น ดังนั้นแผนภาพพาเรโตจะเป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็นถึงว่า ปัญหาสำคัญจริง ๆ นั้นมาจากไม่กี่สาเหตุ และปัญหาที่มีความสำคัญน้อยเกิดจากสาเหตุมากมาย สรุปว่า ในการแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องแก้ทุกสาเหตุให้หมด แต่ให้เลือกแก้เฉพาะสาเหตุหลักที่สำคัญ กล่าวคือ ปัญหาใดเป็นปัญหาสำคัญมากก็ควรเร่งแก้ไขก่อน และปัญหาใดเป็นปัญหาสำคัญน้อยก็ให้แก้ไขทีหลัง

ขั้นตอนในการสร้างแผนภาพพาเรโต

1) ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และแยกสาเหตุของการเกิดปัญหา

2) ออกแบบใบบันทึกข้อมูล (กำหนดช่วงเวลา ระยะเวลา และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล)

3) ทำการจดบันทึก (ในช่วงเวลาที่กำหนด) จากสถานที่ที่ต้องการวิเคราะห์ปัญหา และคำนวณหายอดรวมและเปอร์เซ็นต์สะสมของแต่ละสาเหตุที่ได้จากการจำแนกข้อมูล

4) เขียนแกนนอนและแกนตั้ง แกนนอนเขียนจากสาเหตุที่มีความถี่สูงไว้ด้านซ้าย และสาเหตุที่มีความถี่ต่ำไว้ด้านขวา โดยต้องให้แท่ง "อื่น ๆ" (ความถี่ไม่เกิน 20% ของเปอร์เซ็นต์สะสม) อยู่ด้านขวาสุด ส่วนแกนตั้งเขียนแกนความถี่และแกนเปอร์เซ็นต์

5) เขียนกราฟแท่งที่มีความกว้างเท่ากัน (กราฟแท่งควรมีประมาณ 6 ถึง 10 แท่งเท่านั้น) และลากเส้นความถี่สะสมจากซ้ายไปขวา

แผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) **หรือแผนผังอิชิกาวา** (Ishikawa diagram)**หรือแผนผังแสดงสาเหตุและผล** (Cause-and-effect diagram) (Berman and Klefsjo, 1994)

เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการพิจารณาเหตุ (Causes) ที่มีผล (Effect) โดยตรงกับลักษณะคุณภาพ (Quality characteristic) ของปัญหาที่สนใจศึกษา (จำนวนแผนผังก้างปลาจะเท่ากับจำนวนลักษณะคุณภาพที่ศึกษา) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) ซึ่งสาเหตุของปัญหาคุณภาพเกิดได้จาก 7 M's คือ

1) การจัดการ (Management): ระบบการจัดการสามารถจัดหาข้อมูล และการสนับสนุนให้เพียงพอหรือไม่?

2) คน (Man): ผู้ปฏิบัติการได้รับการฝึกอบรม แรงจูงใจและมีประสบการณ์ที่เหมาะสมหรือไม่?

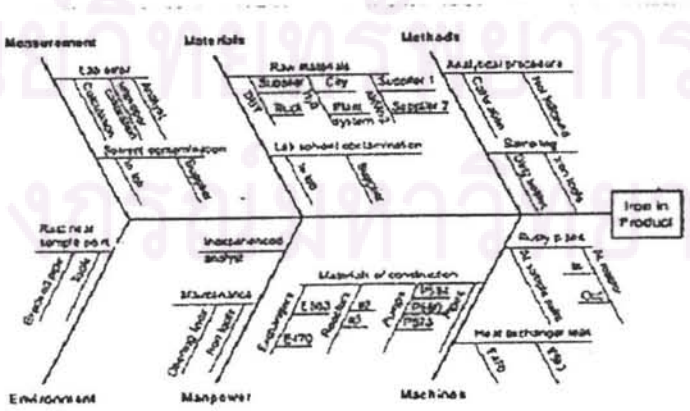
3) วิธีการ (Method): มีการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมหรือไม่? พารามิเตอร์ของกระบวนการระบุอย่างเหมาะสมและสามารถควบคุมได้หรือไม่?

4) การวัด (Measurement): เครื่องมือวัดที่ใช้มีการแคลิเบรต (Calibrate) อย่างเหมาะสมหรือไม่ มีปัจจัยที่รบกวนสภาพแวดล้อมในการวัดหรือไม่?

5) เครื่องจักร (Machine): มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมหรือไม่? เครื่องจักรมีกำลังการผลิตที่มีความแปรผันอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่

6) วัตถุดิบ (Material): ใช้วัตถุดิบอะไรในกระบวนการ? มีผู้จัดหาวัตถุดิบที่เพียงพอหรือไม่?

7) สภาพแวดล้อม (Milieu): สภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์หรือไม่?



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา

แผนผังก้างปลาแบ่งเป็น 2 ประเภทที่ประยุกต์กันมากในงานวิจัยทั้งในด้านการผลิต การบริการ และการตลาด คือ

1) แผนผังก้างปลาสำหรับวิเคราะห์กระบวนการผลิต (C&E for process-analysis type) การสร้างแผนผังประเภทนี้จะเริ่มจากการเขียนขั้นตอนกระบวนการผลิตก่อน (สาเหตุหลัก) แล้วเชื่อมโยงแต่ละสาเหตุหลักด้วยสาเหตุย่อย ดังแสดงในรูปที่ 2.7

2) แผนผังก้างปลาสำหรับการวิเคราะห์การกระจาย (C&E for dispersion-analysis type) การสร้างแผนผังประเภทนี้ เริ่มจากการกำหนดสาเหตุหลักให้เสร็จก่อนเริ่มต้นการระดมความคิด วัตถุประสงค์ของแผนผังประเภทนี้ คือ การวิเคราะห์สาเหตุของการกระจายตัวหรือสาเหตุของการแปรผัน โดยการตั้งคำถามตลอดเวลาว่า "ทำไมการกระจายจึงเกิดขึ้น" และทำอย่างไรการกระจายจึงจะลดลง ข้อดีของแผนผังประเภทนี้คือ มีรูปแบบแน่นอน ส่วนข้อเสียคือคณะทำงานที่จะสร้างแผนผังจะต้องละเอียดรอบคอบ โดยไม่ลืมสาเหตุสำคัญ ๆ

ขั้นตอนการสร้างแผนผังก้างปลา (ศุภชัย นาทะพันธ์,2551)

1) สร้างคณะทำงานโดยรวบรวมบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อการระบุปัญหาและการระดมความคิด (Brainstorming) ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะคุณภาพ ในการระดมความคิดควรเขียนปัญหา (ลักษณะคุณภาพ) ลงบนกระดานดำหรือกระดาษขนาดใหญ่เพื่อกันหาย และเขียนปัญหาบนแผนผังก้างปลาด้านขวาของลูกศรที่แทนกระดูกสันหลังของปลา ดังแสดงในรูปที่ 2.7

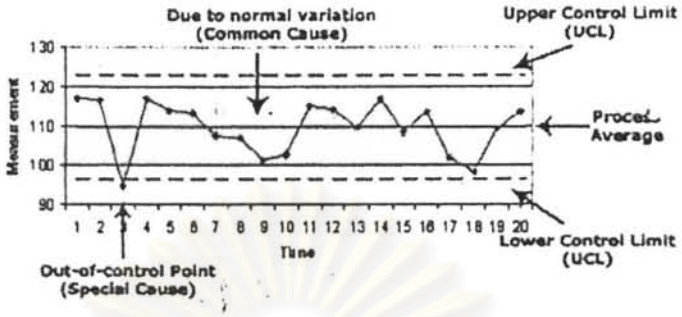
2) ระบุสาเหตุหลัก และเขียนบนแผนผังก้างปลาด้านซ้ายบนก้างปลาหลัก (ก้างปลาใหญ่) ซึ่งมีหัวลูกศรชี้เข้าหากระดูกสันหลัง ดังรูปที่ 2.7 ในการระบุสาเหตุหลักอาจประยุกต์แผนภาพพาเรโต ซึ่งได้ระบุสาเหตุหลักของปัญหาไว้แล้ว แต่ถ้าไม่สามารถประยุกต์ ให้กำหนดสาเหตุโดยวิธีการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุแทน ซึ่งสาเหตุหลักที่สำคัญเกิดจาก 7 M's ที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้

3) ระบุสาเหตุย่อยทั้งหมด โดยการระดมความคิดบนก้างปลาย่อย (ก้างปลาเล็ก)

4) เขียนโครงสร้างความสัมพันธ์ ควรเขียนสาเหตุที่สำคัญอันดับต้นๆไว้ที่เส้นก้างปลา และควรเขียนสาเหตุที่มีความสำคัญถัดลงมาไว้ที่เส้นก้างปลาย่อย โดยทำลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกำกับไว้ด้วย

5) ประมวลผลเพื่อหาข้อสรุป

- แผนภูมิควบคุม (Control chart) เป็นเครื่องมือคุณภาพอย่างหนึ่งที่ใช้ในการเฝ้าติดตามกระบวนการผลิตที่กำลังดำเนินการผลิตอยู่ (On-line process) วัตถุประสงค์ของแผนภูมิควบคุม คือ การค้นหาอย่างรวดเร็วในการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของกระบวนการเปลี่ยนไป ตัวอย่างของแผนภูมิควบคุมแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม

ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม มีดังนี้ (Brassard, and Ritter, 1994)

1) เลือกกระบวนการที่จะสร้างแผนภูมิ
2) กำหนดวิธีการที่จะสร้างแผนภูมิ
3) เก็บรวบรวมข้อมูล
4) คำนวณทางสถิติให้เหมาะกับลักษณะข้อมูลว่าเป็นข้อมูลแบบหน่วยนับ(Variable data) หรือข้อมูลแบหน่วยนับ (Attribute Data)
5) คำนวณหาขีดจำกัดควบคุม
6) สร้างแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (ศุภชัย นาทะพันธ์,2551)

1) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยวัด (Control chart for variables) เป็นวิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยการวัดผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณ เช่น กรัม เซนติเมตร หรือกิโลกรัม เป็นต้น แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยวัดหรือข้อมูลมีค่าต่อเนื่องประกอบด้วย แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\bar{x}$และ R charts) และแผนภูมิควบคุมแบบบวกสะสม (Cumulative-sum control chart)

2) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยนับ (Control chart for attributes) เป็นวิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยการนับผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพ เช่น ผลิตภัณฑ์ดีหรือผลิตภัณฑ์เสีย ผลิตภัณฑ์ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ เป็นต้น ในทางปฏิบัติ นิยมใช้วิธีกาตรวจสอบนี้มาก เพราะโรงงานเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะนี้อยู่แล้ว ดังนั้นโรงงานจึงไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยนับมีดังต่อไปนี้

- แผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ของเสีย (Defectives) ประกอบด้วย แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart) และแผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np chart)

- แผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ข้อบกพร่อง (Defects) ประกอบด้วย แผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบ (*c* chart) และแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อหน่วย (*u* chart)

เนื่องจากภายในงานวิจัยนี้ได้ดำแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบมาใช้ ดังนั้นจึงจะขอกล่าวรายละเอียดของแผนภูมิดังนี้

แผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบ (Control chart for total number of nonconformities in unit: *c* chart) ใช้เมื่อไม่สามารถจำแนกผลิตภัณฑ์เป็นของเสียได้ เนื่องจากหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์ยังคงทำงานได้ โดยส่วนใหญ่จะประยุกต์กับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น จำนวนรอยตำหนิบนรถยนต์ 1 คัน หรือจำนวนรอยตำหนิบนผ้าดิบขนาด 1 ตารางเมตร เป็นต้น ลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการศึกษา คือ ข้อบกพร่อง (Defect หรือ Nonconformity) ซึ่งผู้ผลิตต้องพยายามแก้ปัญหาให้จำนวนข้อบกพร่องมีน้อยที่สุด เนื่องจากลูกค้าสามารถสังเกตข้อบกพร่องได้ ดังนั้นอาจทำให้ยอดขายได้รับผลกระทบ แผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบใช้หลักทางสถิติเพื่อพัฒนาขีดจำกัดการควบคุม ภายใต้พื้นฐานของการแจกแจงปัวส์ซอง (Poisson distribution) ดังนี้

$$p(x) = \frac{\lambda^x . e^{-\lambda}}{x!} \text{ หรือ } \frac{c^x . e^{-c}}{x!} \quad ; x = 0,1,2,3,\ldots$$

$$= 0 \qquad ; x \text{ มีค่าอื่น ๆ}$$

โดยที่ x แทนที่จำนวนข้อบกพร่อง และ λ หรือ *c* ต้องเป็นจำนวนบวก

<u>ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงปัวส์ซอง</u>

ค่าเฉลี่ย (Mean) คือ $E(x) = \lambda$ หรือ *c*

ความแปรปรวน (Variance) คือ $V(x) = \lambda$ หรือ *c*

แผนภูมินี้จะใช้ในกรณีที่หน่วยการตรวจสอบ (Inspection unit) มีเพียงหน่วยเดียว หรือหน่วยการตรวจสอบเท่ากัน เช่น หน่วยตรวจสอบประกอบด้วย 5 ชิ้นของผลิตภัณฑ์ หรือ หน่วยตรวจสอบประกอบด้วย 10 ชิ้นของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

1) กรณีไม่ทราบค่าเฉลี่ย (λ หรือ *c*) ต้องหาค่าเฉลี่ยจาก $\bar{c}$ แล้วคำนวณขีดจำกัดควบคุมและเส้นกึ่งกลางได้ดังนี้

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) : $\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$

เส้นกึ่งกลาง (CL) : $\bar{c}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) : $\bar{c}-3\sqrt{\bar{c}}$

จากสมการข้างต้นพบว่า เมื่อกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้สภาวะการควบคุมจะพบกลุ่มตัวอย่างโดยส่วนใหญ่ 99.73 เปอร์เซ็นต์ ตกอยู่ภายในขีดจำกัดการควบคุมรอบๆ ค่า $\bar{c}$ ด้วยค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $\sqrt{\bar{c}}$ ถ้ามีจุดใดออกนอกขีดจำกัดการควบคุมของแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบแล้ว ต้องหาค่าความแปรผันที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติให้ได้ เพื่อป้องกันไม่ให้สาเหตุดังกล่าวเกิดขึ้นอีก ในกรณีที่พบสาเหตุของความผันแปรแผนภูมิควบคุมดังกล่าวต้องคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมใหม่โดยตัดจุดที่ทราบสาเหตุทิ้ง นอกจากนั้นถ้าคำนวณค่า LCL ได้ค่าติดลบแล้ว ต้องปรับค่าให้เป็นศูนย์ เพราะจำนวนข้อบกพร่องไม่มีการติดลบ

2) กรณีที่ทราบค่า สามารถคำนวณได้ดังนี้

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) : $c+3\sqrt{c}$

เส้นกึ่งกลาง (CL) : c

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) : $c-3\sqrt{c}$

ขีดจำกัดการควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบ ถ้าคำนวณแล้วได้ติดลบให้ใช้ค่าศูนย์แทน เนื่องจากจำนวนข้อบกพร่องไม่มีติดลบ

แผนภาพการกระจาย (Scatter diagram)

1) ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งความสัมพันธ์นี้บางครั้งจะนำไปใช้ระบุตัวแปรที่เป็นตัวชี้วัดขององค์กร รูปแบบความสัมพันธ์ที่มากในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในอดีตและปัจจุบัน เพื่อค้นหาสาเหตุและมาตรการในการแก้ไขปรับปรุง

2) ใช้อธิบาย กราฟช่วยให้สามารถอธิบายหรือชี้แจงเรื่องราวหรือเหตุการณ์ให้แก่ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย ดีกว่าการอธิบายโดยใช้ข้อมูลหรือตัวเลขโดยตรง

3) ใช้ควบคุมกราฟที่เขียนแสดงอัตราการหยุดงานหรือของเสียตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงเป็นอุปกรณ์สำคัญที่จะทำให้ทราบว่าอะไรที่ต้องควบคุม

4) ใช้บันทึก ข้อมูลที่เก็บได้สามารถบันทึกเป็นกราฟได้เลย

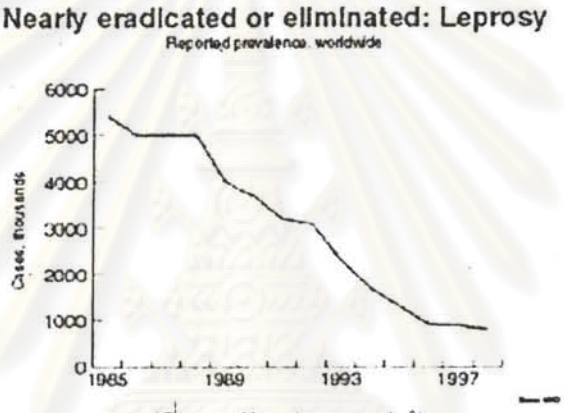
กราฟที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการนำเสนอข้อมูลมีอยู่ 3 ประเภท คือกราฟเส้น กราฟแท่ง และกราฟวงกลม

กราฟเส้น เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว และใช้สำหรับแสดงแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา หรือใช้สำหรับสังเกตการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป หรือใช้สำหรับเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการแก้ไข ดังแสดงในรูปที่ 2.9 โดยวิธีเขียนกราฟเส้นมีดังนี้

1) ให้แกนนอนแทนค่าของตัวแปรอิสระ (X) และแกนตั้งแทนค่าของตัวแปรตาม (y) ซึ่งแทนจำนวนหรือปริมาณ แกนทั้งสองต้องมีเส้นแบ่งหน่วยเป็นขีดเส้นเล็กๆ ระยะห่างเท่าๆ กัน

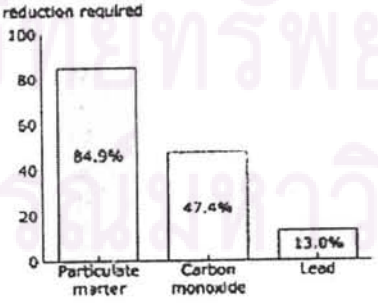
2) จดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือทดสอบ กล่าวคือ รู้คู่ลำดับ(X,y)

3) ลากเส้นต่อจุดคู่ลำดับทั้งหมดก็จะได้กราฟเส้น กรณีที่มีหลายเส้นในกราฟเดียวกัน ต้องใช้สัญลักษณ์ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม เป็นต้น เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างกราฟเส้น

กราฟแท่ง จะมีลักษณะเช่นเดียวกับฮีสโตแกรม ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหลายแท่งที่มีความกว้างเท่ากันอยู่บนแนวนอนหรือแนวตั้งก็ได้ (ช่องว่างระหว่างแท่งจะมีหรือไม่ก็ได้แต่ถ้าจะมีช่องว่าง ไม่ควรกว้างกว่าความกว้างของกราฟแท่ง) กราฟแท่งใช้สำหรับการเปรียบไปแท่งต่ำยกเว้นกรณีที่เป็นข้อเกี่ยวกับเวลา และตัวเลขบอกขนาดต้องเขียนด้านซ้ายเมื่อกราฟแท่งอยู่บนแกน x แต่เขียนตัวเลขบอกขนาดด้านล่างเมื่อกราฟแท่งอยู่บนแกน y



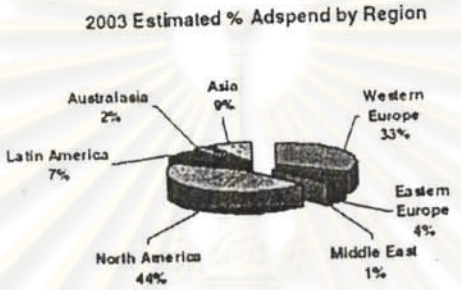
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างกราฟแท่ง

กราฟวงกลม ใช้นำเสนอหรือเปรียบเทียบข้อมูลที่แบ่งเป็นกลุ่มได้ โดยการแบ่งเนื้อที่ของวงกลมออกเป็นส่วน ๆ จากจุดศูนย์กลางตามอัตราส่วนของเนื้อหาทั้งหมดในช่องเวลาหนึ่ง ๆ ดัง

แสดงในรูปที่ 2.11 นอกจากนี้กราฟวงกลมยังใช้สำหรับการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหางานได้วิธีการเขียนกราฟวงกลมมีดังต่อไปนี้

1) เขียนวงกลมให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางพอประมาณ ให้ปริมาณทั้งหมดรวมเป็น 100% แล้วคำนวณมุมของแต่ละหัวข้อ โดยนำปริมาณของแต่ละหัวข้อคูณกับ 0.36

2)ขีดเส้นดิ่งจากบนลงมาที่จุดศูนย์กลาง (กำหนดให้เป็นเส้นฐาน) แล้วเอาหัวข้อแต่ละหัวข้อบรรจุลงไปตามมุมที่คำนวณได้ โดยเวียนไปทางขวามือตามเข็มนาฬิกา และเวียนจากมุมมากไปหามุมน้อย ยกเว้นในกรณีเฉพาะ



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างกราฟวงกลม

เทคนิคการทำให้เป็นมาตรฐาน (Productivity Press Development Team ,2550)

มาตรฐาน (Standard) คือ หลักเกณฑ์หรือตัวอย่างที่แสดงสิ่งที่คาดหมายไว้อย่างชัดเจน ดันนั้น วิธีการต่างๆที่ใช้ในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous improvement) จึงขึ้นอยู่กับการนิยาม การกำหนด และการปรับปรุงมาตรฐานด้วย โดยมาตรฐานจะเป็นตัวสร้างเส้นฐาน (Baseline) ให้กับทุกๆกิจกรรมการปรับปรุง และยังเป็นตัวกำหนดเป้าหมายแบบก้าวกระโดด (Break though goals) ให้ต้องพยายามอย่างหนักเพื่อให้บรรลุในระหว่างที่กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องนั้นเพิ่มแรงเหวี่ยงขึ้นไป

สำหรับในอุตสาหกรรมการผลิตนั้น มีการนำมาตรฐานมาประยุกต์ใช้กับการผลิตอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1) ข้อกำหนดและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งก็เพื่อขจัดข้อบกพร่องต่างๆที่จะเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์
2) การวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อขจัดความสูญเปล่าที่เกิดจากการบวนการ ซึ่งก็รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องด้วย

งานที่เป็นมาตรฐาน (Standard work) คือ ชุดขั้นตอนการทำงานที่ทุกคนเห็นพ้องต้องกันแล้วว่าเป็นวิธีการและลำดับการทำงานที่ดีที่สุดและเชื่อถือได้มากที่สุดสำหรับกระบวนการแต่ละกระบวนการ และสำหรับพนักงานแต่ละคน และยังเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยค้นหาวิธีการและลำดับ

เหล่านี้ให้อีกด้วย งานที่เป็นมาตรฐานนี้มีเป้าหมายเพื่อทำให้งานมีสมรรถนะสูงสุด ขณะที่ก็ต้องลดความสูญเปล่าในการปฏิบัติการและภาระงาน (workload) ของแต่ละคนให้เหลือน้อยที่สุดด้วย

การทำให้เป็นมาตรฐาน (Standardization) เป็นวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการหนดการสื่อสาร การปฏิบัติตาม และการปรับปรุงมาตรฐาน กระบวนการผลิตจะต้องอาศัยการทำให้เป็นมาตรฐานนี้เพื่อทำให้เกิดความคงเส้นคงวา (Consistency) ด้วยเกณฑ์และวิธีปฏิบัติที่เป็นแบบเดียวกัน

คู่มือการทำงานมาตรฐานควรประกอบด้วยคำจำกัดความที่เข้าใจได้โดยง่าย ใช้ภาษาที่สอดคล้องกับมาตรฐานและธรรมเนียมของแต่ละโรงงาน และไม่ว่าแผนกใดที่จำเป็นต้องใช้คู่มือเดียวกันนี้ก็ควรจะสามารถเข้าใจได้ดีเท่าๆกันด้วย ถ้าแต่ละแผนกใช้คำศัพท์คนละคำเพื่อเรียกสิ่งเดียวกัน ก็ควรจะต้องมีการรวบรวมคำที่เกี่ยวเนื่องกันทั้งหมดนั้นได้ด้วยกันและนิยามให้ชัดเจนด้วยรูปแบบมาตรฐาน (Standard format) ควรจะง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไข เพื่อว่าเลาที่รุ่นหรือกระบวนการของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นก็จะได้มีการปรับปรุงคู่มือใหม่แค่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ข้อมูลในคู่มือก็ควรจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์หลักของมันอย่างแท้จริง นั่นคือ การคงรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์และสมรรถนะของอุปกรณ์ไว้ในระดับสูง

การฝึกอบรมพนักงานเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการทำให้เป็นมาตรฐานวิธีการหนึ่งโดยมาตรฐานการฝึกอบรมอยู่ 3 แบบ คือ

1) การฝึกอบรมแบบพนักงานกับพนักงาน

ปกติแล้วการฝึกอบรมแบบนี้จะเป็นการฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน (On-the-job-training) และเป็นการฝึกอบรมที่ใช้กันทั่วไปมากที่สุดในโรงงาน แต่หากจะให้มีประสิทธิผล ก็จะต้องมีการทำให้เป็นมาตรฐานและมีการพิจารณาทบทวนวงจรการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อไปสนับสนุนการปฏิบัติตามวิธีการที่เชื่อถือได้นั้น

2) การฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้จัดการ

ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้จัดการจะปฏิบัติในแนวทางคล้ายๆกันกับการฝึกอบรมแบบพนักงานกับพนักงาน การฝึกอบรมนั้นควรเน้นที่การปฏิบัติงานจริงที่สถานที่ปฏิบัติงาน แม้ว่าจะได้มีการอธิบายถึงหลักการเบื้องต้นในห้องเรียนอย่างครอบคลุมแล้วก็ตาม และหลังจากที่ได้เรียนรู้พื้นฐานอย่างถ่องแท้แล้ว ผู้สอนก็จะต้องแน่ใจว่าผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมเข้าใจวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกี่ยวเนื่องกันแล้วเป็นอย่างดี

3) การฝึกอบรมโดยใช้เทคนิคทางการจัดการด้วยสายตา (Virtual management)

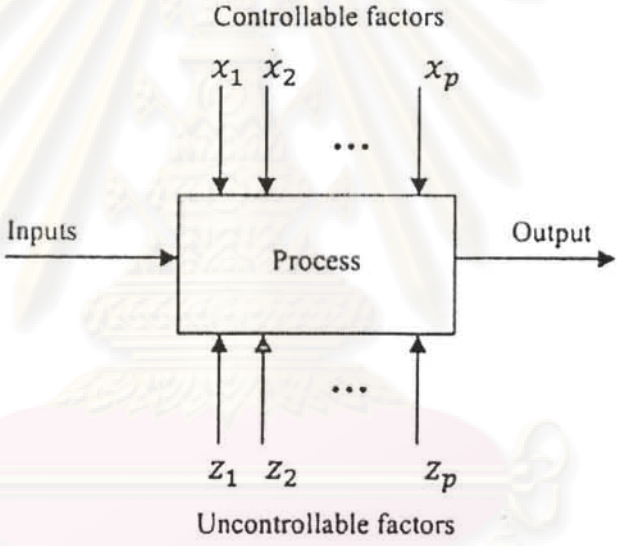
การฝึกอบรมแบบนี้เป็นการทำให้เป้าหมายและวิธีการวัด ความแตกต่างระหว่างมาตรฐานและผลลัพธ์ของจริงที่ได้ และตัววิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานเองสามารถมองเห็นได้ด้วยสายตาเพื่อสะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการปฏิบัติงานต่างๆนั้นเป็นไปตามมาตรฐานแค่ไหน

โดยจะแสดงสิ่งเหล่านี้ไว้ที่สถานีงาน ในเซลล์ และในพื้นที่ทำงาน เพื่อให้พนักงานสามารถใช้เพื่อแก้ไขความแปรปรวน (Variance) ที่เกิดขึ้นและได้รู้ว่าตรงไหนที่มีปัญหาเกิดขึ้น

2.3.**การออกแบบการทดลอง**(ปารเมศ ชุติมา,2545)

การทดลองถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพในการทำงานของกระบวนการและระบบ ซึ่งทั้งกระบวนการและระบบสามารถแทนด้วยแบบจำลองดังรูปที่ 2.12

กระบวนการ คือ การรวมเอาคนงาน เครื่องจักร วิธีการ และทรัพยากรอื่นๆเข้าด้วยกันเพื่อเปลี่ยนอินพุต (เช่น วัตถุดิบ) ไปสู่เอาต์พุตที่มีผลตอบออกมาในรูปแบบหนึ่งหรือมากกว่าซึ่งสามารถเห็นได้ ตัวแปรกระบวนการบางชนิด $X_1, X_2, \ldots, X_p$ เป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ในขณะที่ตัวแปรบางชนิด $Z_1, Z_2, \ldots, Z_p$ เป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ (ถึงแม้ว่าในบางครั้งอาจจะควบคุมตัวแปรพวกนี้ได้ในขณะทำการทดลองก็ตาม)



รูปที่ 2.12 แบบจำลองทั่วไปสำหรับกระบวนการหรือระบบ

ส่วนประกอบต่าง ๆของการทดลอง

ส่วนประกอบต่างๆของการทดลองได้แก่ (Montgomery , 2001)

1) ทรีทเมนต์ (Treatment) คือ สิ่งหรือวิธีที่เราปฏิบัติต่อสิ่งทดลอง เพื่อวัดผลเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง

2) หน่วยทดลอง (Experiment unit) เป็นมาตราหรือหน่วยซึ่งใช้วัดอิทธิพลของทรีทเมนต์ ซึ่งโดยคำจำกัดความแล้ว หมายถึง สิ่งหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งของการทดลอง ซึ่งได้รับจากทรีทเมนต์เดียวกันในการกระทำครั้งใดครั้งหนึ่ง หน่วยทดลองมีขนาดไม่จำกัด อาจผันแปรไปได้จาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองหนึ่งไปสู่อีกการทดลองหนึ่ง แม้ว่าจะใช้สิ่งทดลองเหมือนกันก็ตาม ในการทำการทดลองแต่ละครั้งจึงต้องให้คำจำกัดความของหน่วยทดลองให้ชัดเจน

3) ปัจจัย (Factor) ได้แก่ กลุ่มของทรีทเมนต์ทั้งหลายที่มีความเกี่ยวข้องกัน อาจใช้คำว่าตัวแปรอิสระก็ได้ ปัจจัยนั้นอาจเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ

ปัจจัยสามรถแบ่งออกได้เป็น

1)ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable factors) หมายถึง ปัจจัยที่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้น ได้ในการดำเนินการทดลอง

2)ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable factors) หมายถึง ปัจจัยที่ไม่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ อาจเนื่องมาจากมีข้อกำหนดทางด้านเทคโนโลยีและต้นทุน ปัจจัยที่สามารถควบคุมได้แบ่งออกเป็น

• Noise variable หรือ Background variable หรือตัวแปรรบกวนที่มีผลต่อคัวแปรตอบสอง ในการทดลองแต่ไม่ใช่ปัจจัยที่เรากำลังศึกษา ส่วนใหญ่มักได้แก่ เวลา หรือเครื่องมืออุปกรณ์เป็นต้น

• Nuisance variable คือตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองแต่เราไม่ทราบมาก่อน เราสามารถกำจัดอิทธิพลของ Nuisance variableได้โดยการสุ่ม

3)ตัวแปรตอบสนอง (Responses variable) คือ ตัวแปรที่ถูกสังเกตหรือวัดค่าในการทดลอง เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรตาม ซึ่งเป็นตัวแปรที่สะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระนั้นเอง ในการทดลองหนึ่งๆอาจวัดค่าตัวแปรตามมากกว่า 1 ก็ได้ การเลือกตัวแปรตามที่ดีควรพิจารณาจากความไว (Sensitivity) ความเชื่อมั่นได้ (Reliability) การแจกแจงของตัวแปรนั้นและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ นอกจากนี้ ในการเลือกตัวแปรตามจะต้องพิจารณาว่า ค่าสังเกตที่ได้รับจากทรีทเมนต์หนึ่งๆ ควรมีการจกแจงแบบปกติโดยประมาณ ซึ่งข้อสมมติฐานในเรื่องความเป็นปกติ (Normally) นี้เป็นสิ่งจำเป็นในการออกแบบการทดลอง ซึ่งอาจจะใช้การแปลงข้อมูล (Transformation) ค่าสังเกตที่มีการกแจกแจงไม่เป็นปกติให้เป็นแบบปกติ

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

วัตถุประสงค์ของการทดลองอาจจะเกี่ยวข้องกับประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ (ปารเมศ ชุติมา, 2545)

1) การหาตัวแปลที่มีผลมากที่สุดต่อผลตอบ y
2) การหาวิธีตั้งค่าของ x ที่มีผลต่อค่าผลตอบ y เพื่อทำให้ y อยู่ที่ค่าที่ต้องการ
3) การหาวิธีตั้งค่าของ x ที่มีผลต่อค่าผลตอบ y เพื่อทำให้ y มีค่าน้อย

4) การหาวิธีตั้งค่าของ x ที่มีผลต่อค่าผลตอบ y เพื่อผลของตัวแปลที่ไม่สามารถควบคุมได้$Z_1, Z_2, \ldots, Z_p$ มีค่าน้อยที่สุด

การทดลองส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายตัว และวัตถุประสงค์ของบุคคลที่ทำการทดลอง (เรียกว่า ผู้ทดลอง) ก็คือ หาผลกระทบของปัจจัยเหล่านี้กับผลตอบของระบบ

หลักการพื้นฐานสำหรับการออกแบบการทดลอง

หลักการพื้นฐาน 3 ประการสำหรับการออกแบบการทดลองคือ เรพลิเคชัน (Replication) แรมดอมไมเซชัน (Randomization) และบล็อกกิง (Blocking) (ปารเมศ ชุติมา, 2545)

1) เรพลิเคชัน (Replication) หมายถึง การทำการทดลองซ้ำเรพลิเคชันมีคุณสมบัติที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรก เรพลิเคชันทำให้ผู้ทดลองสามารถหาค่าประมาณของความผิดพลาดในการทดลองได้ ตัวประมาณค่าความผิดพลาดนี้กลายเป็นหน่วยของการวัดค่าพื้นฐานสำหรับพิจารณาว่า ความแตกต่างสำหรับข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันในเชิงสถิติหรือไม่ ประการที่สอง ถ้าค่าเฉลี่ย (ตัวอย่างเช่น $\overline{y}$) ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลที่เกิดจากปัจจัยหนึ่งในการทดลอง ดังนั้นเรพลิเคชันทำให้ผู้ทดลองสามารถหาตัวประมาณที่ถูกต้องยิ่งขึ้นในการประมาณผลกระทบนี้ ตัวอย่างเช่น ถ้า σ^2 คือ ความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละตัว และมี n เรพลิเคตดังนั้น ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างนี้ คือ

$$\sigma \frac{2}{y} = \frac{\sigma^2}{n}$$

2) แรนดอมไมเซชัน เป็นพื้นฐานหลักสำหรับการใช้วิธีเชิงสถิติในการออกแบบ การทดลองแรนดอมไมเซชัน หมายถึง การทดลองที่มีทั้งวัสดุที่ใช้ในการทดลองและลำดับของการทดลองแต่ละครั้งเป็นแบบสุ่ม (Random) วิธีการเชิงสถิติกำหนดว่า ข้อมูล (หรือความผิดพลาด) จะต้องเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายแบบอิสระ แรนดอมไมเซชันจะทำให้สมมติฐานเป็นจริง การที่เราแรนดอมไมซ์การทดลอง ทำให้เราสามารถลดผลของปัจจัยภายนอกที่อาจปรากฏในการทดลองได้

3) บล็อกกิง เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับเพิ่มความเที่ยงตรง (Precision) ให้แก่การทดลอง บล็อกอันหนึ่งจะหมายถึงส่วนหนึ่งของวัสดุที่ใช้ในการทดลองที่ควรจะมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มากกว่าเซ็ตทั้งหมดของวัสดุ การเปรียบเทียบเงื่อนไขที่น่าสนใจต่าง ๆภายในแต่ละบล็อกจะเกิดขึ้นได้จากการทำบล็อกกิง

แนวทางในการออกแบบการทดลอง

การใช้วิธีเชิงสถิติในการออกแบบและวิเคราะห์การทดลองมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกคนที่เกี่ยวข้องในการทดลองจะต้องมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ล่วงหน้าว่า เรากำลังศึกษาอะไรอยู่ จะเก็บข้อมูลได้อย่างไร และจะวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บได้นั้นอย่างไร ขั้นตอนในการดำเนินการอาจจะทำได้ดังต่อไปนี้

1) ทำความเข้าใจถึงปัญหา บางคนอาจคิดว่าขั้นตอนนี้ง่ายและตรงไปตรงมาแต่ในความเป็นจริงแล้ว ขั้นตอนนี้ไม่ได้ง่ายอย่างที่คด ในขั้นตอนนี้เราจะต้องพยายามพัฒนาแนวความคิดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง และบ่อยครั้งที่เราจะต้องหาข้อมูลอินพุตจากบุคคลหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น แผนกวิศวกรรม แผนกประกันคุณภาพ แผนกผลิต แผนกการตลาด ผู้บริหาร ลูกค้าและแผนกบุคคล ถ้อยแถลงของข้อความที่มีความชัดเจนจะมีผลอย่างมากต่อความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์และคำตอบสุดท้ายของปัญหานั้น ๆ ด้วยเหตุนี้เองการออกแบบการทดลองทุกครั้งควรจะมีการทำงานเป็นทีม

2) เลือกปัจจัย ระดับ และขอบเขตผู้ทดลองต้องเลือกปัจจัยที่จะนำมาเปลี่ยนแปลงในระหว่างการทดลอง กำหนดขอบเขตที่ปัจจัยเหล่านี้จะเปลี่ยนแปลง และกำหนดระดับ (Level) ที่จะเกิดขึ้นในการทดลอง จะต้องพิจารณาด้วยว่าจะควบคุมปัจจัยเหล่านี้ ณ จุดที่กำหนดให้อย่างไร และจะวัดผลตอบได้อย่างไร ดังนั้นในกรณีเช่นนี้ผู้ทดลองจะต้องมีความรู้จากทางทฤษฎี มีความจำเป็นที่เราจะต้องตรวจสอบดูว่า ปัจจัยที่กำหนดขึ้นมาทั้งหมดนี้มีความสำคัญหรือไม่ และเมื่อวัตถุประสงค์ของการทดลอง คือ การกรองปัจจัย (Screening) เราควรจะกำหนดให้ระดับต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนน้อย ๆ การเลือกขอบเขตของการทดลองก็มีความสำคัญเช่นกัน ในการทดลองเพื่อกรองปัจจัยเราควรจะเลือกขอบเขตให้มีความกว้างมาก ๆ หมายถึงว่า ขอบเขตที่ปัจจัยแต่ละตัวจะเปลี่ยนแปลงได้ควรมีค่ากว้าง ๆ และเมื่อเราได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นว่า ตัวแปรใดมีความสำคัญและระดับใดที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

3) เลือกตัวแปรผลตอบ ในการเลือกตัวแปรผลตอบ ผู้ทดลองควรจะแน่ใจว่า ตัวแปรนี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการที่กำลังศึกษาอยู่ บ่อยครั้งที่ค่าเฉลี่ยหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หรือทั้งคู่) ขอบกระบวนการจะเป็นตัวแปรผลตอบ เป็นไปได้ว่าในการทดลองหนึ่งอาจจะมีผลตอบหลายตัวและมีความจำเป็นอย่างมากที่เราจะต้องกำหนดให้ได้ว่า อะไรคือตัวแปรผลตอบ และจะวัดตัวแปรเหล่านี้ได้อย่างไร ก่อนที่จะเริ่มดำเนินการทดลองจริง

4) เลือกการออกแบบการทดลอง ถ้ากิจกรรมวางแผนก่อนการทดลองทำได้อย่างถูกต้อง ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่ง่ายมาก การเลือกการออกแบบเกี่ยวข้องกับการพิจารณาขนาดของตัวอย่าง (จำนวนเรพลิเคต) การเลือกลำดับที่เหมาะสมของการทดลองที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล และการตัดสินใจว่า ควรจะใช้วิธีบล็อกหรือการแรนดอมไมเซชันอย่างใดอย่างหนึ่งหรือไม่ในการ

เลือกการออกแบบ เราจะเป็นต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการทดลองอยู่ตลอดเวลา ในการทดลองทางวิศวกรรมส่วนมาก เราจะทราบตั้งแต่เริ่มต้นแล้วว่า ปัจจัยบางตัวจะมีผลต่อผลตอบที่เกิดขึ้น ดังนั้นเราจะหาว่าปัจจัยตัวใดที่ทำให้เกิดความแตกต่าง และประมาณค่าของความแตกต่างที่เกิดขึ้น

5) ทำการทดลอง เมื่อทำการทดลองเราจะต้องติดตามดูกระบวนการทำงานอย่างระมัดระวัง เพื่อให้แน่ใจว่าการดำเนินการทุกอย่างเป็นไปตามแผน ถ้ามีอะไรผิดพลาดเกิดขึ้นเกี่ยวกับวิธีการทดลองในขั้นตอนนี้ จะทำให้การทดลองที่ทำนั้นให้ไม่ได้ ดังนั้นในการวางแผนในตอนแรกจะมีความสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้น

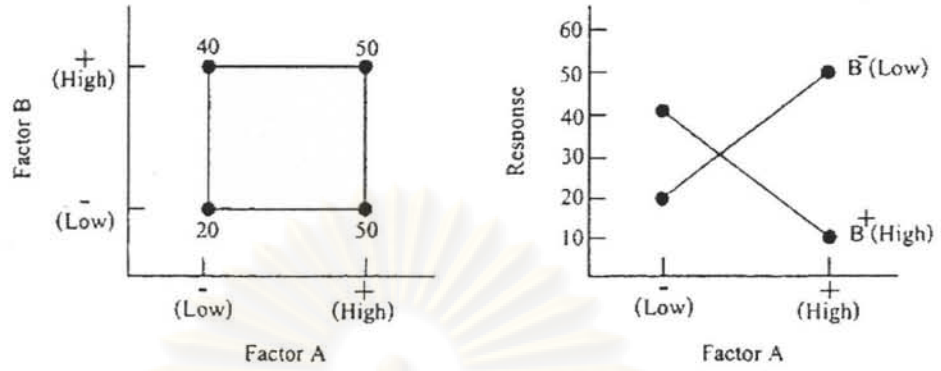
6) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เราควรจะเอาวิธีการทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อว่าผลลัพธ์และข้อสรุปที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง ถ้าการทดลองได้ถูกออกแบบไว้เป็นอย่างดี และถ้าเราทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ วิธีการทางสถิติที่จะนำมาใช้นั้นจะเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน ข้อได้เปรียบของวิธีการทางสถิติก็คือ ทำให้ผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจมีเครื่องมือช่วยที่มีประสิทธิภาพ และถ้าเรานำเอาวิธีการทางสถิติมาผนวกกับความรู้ทางวิศวกรรม ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ และสามัญสำนึก จะทำให้ข้อสรุปที่ได้ออกมานั้นมีเหตุผลสนับสนุนและมีความน่าเชื่อถือ

7) สรุปและข้อเสนอแนะ เมื่อเราได้วิเคราะห์ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้ทดลองจะต้องหาข้อสรุปในทางปฏิบัติและนำแนวทางของกิจกรรมที่จะเกิดขึ้น ในขั้นตอนนี้เราจะนำเอาวิธีการทางกราฟเข้ามาช่วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเราต้องการนำเสนอผลงานนี้ให้ผู้อื่นฟัง นอกจากนี้แล้วการทำการทดลองเพื่อยืนยันผล (Confirmation testing) ควรจะทำขึ้นเพื่อที่จะตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปที่เกิดขึ้นอีกด้วย

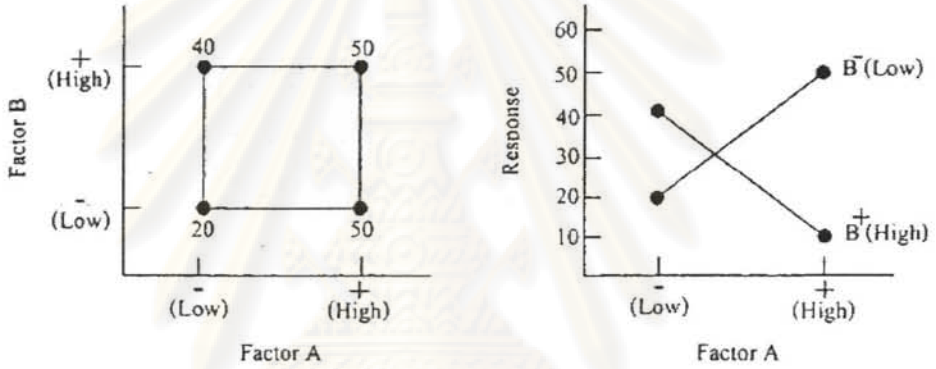
การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล

การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial design) เป็นวิธีการทดลองที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในกรณีที่มีปัจจัย (Factor) ตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป โดยทุก ๆ Treatment combination ของปัจจัยทุกตัวที่ศึกษาจะถูกพิจารณาไปพร้อม ๆ กัน

ผลลัพธ์ที่เกิดจากปัจจัยหนึ่ง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผลตอบ (Response) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยนั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า ผลหลัก (Main effect) ในการทดลองที่มีผลแตกต่างกันของผลตอบที่เกิดขึ้นบนระดับต่าง ๆ ของปัจจัยหนึ่งมีค่าไม่เท่ากันที่ระดับอื่น ๆ ทั้งหมดของปัจจัยอื่น ซึ่งหมายถึง ผลตอบของปัจจัยหนึ่งขึ้นอยู่กับระดับของปัจจัยอื่น ๆ นั่นเอง เรียกเหตุการณ์นี้ว่า การมีอันตรกิริยา (Interaction) ต่อกันระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (รูปที่ 2.13 และ 2.14) โดยค่าที่จุดต่าง ๆ คือ ตัวแปรตอบสนอง เมื่อมีปัจจัย 2 ตัว คือ A และ B โดยแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ คือ – หรือ ต่ำ (Low) และ + หรือ สูง (High)



รูปที่ 2.13 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย (ไม่มีอันตรกิริยา)



รูปที่2.14 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย (มีอันตรกิริยา)

ประโยชน์ของการทดลองแบบแฟกทอเรียล คือ มีจำนวนการทดลองน้อยบกว่าการทดลองแบบอื่น และยังให้ผลที่เกี่ยวกับอันตรกิริยาซึ่งมีความสำคัญมาก และไม่สามารถหาค่าได้จากการทดลองแบบเปรียบเทียบอย่างง่ายและการทดลองทีละปัจจัย (One-factor-at-a-time) ทั้งนี้หากมีการละเลยผลของอันตรายกิริยาอาจทำให้ข้อสรุปผิดพลาด

การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ กรณีที่มีปัจจัย k ปัจจัยซึ่งแต่ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ ระดับเหล่านี้อาจจะเกิดจากข้อมูลเชิงประมาณ เช่น อุณหภูมิ ความดัน หรือเวลา เป็นต้น หรืออาจจะเกิดจากข้อมูลเชิงคุณภาพก็ได้ เช่น เครื่องจักร หรือคนงาน เป็นต้น และใน 2 ระดับที่กล่าวถึงนี้จะแทนระดับ "สูง" หรือ "ต่ำ" ของปัจจัยหนึ่ง ๆ หรือการ "มี" หรือ "ไม่มี" ของปัจจัยนั้น ๆ ก็ได้ การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k Factorial design)

ใน 1 เรพลิเคตที่บริบูรณ์สำหรับการออกแบบเช่นนี้จะประกอบด้วยข้อมูลทั้งสิ้น $2\times2\times2\times...\times2 = 2^k$ ข้อมูลและเราเรียกการออกแบบลักษณะนี้ว่า การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k โดยสมมุติฐานว่า

1) ปัจจัยทั้งหมดมีค่าตายตัว
2) การออกแบบเป็นแบบเชิงสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized)
3) สมมติฐานเกี่ยวกับความเป็นปกติเป็นที่ยอมรับได้

2.4.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิมพ์ชนก ไพศาลภาณุมาศ (2550) : การลดระยะเวลานำในการผลิตในโรงงานผลิตเลนส์แว่นตาโดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกมา เพื่อลดระยะเวลานำในการผลิตปัจจุบัน และเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับปริมาณความต้องการของลูกค้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต ซึ่งดำเนินการแก้ปัญหาโดยนำหลักบริหารการผลิตแบบลีน ซิกซ์ซิกมามาใช้ ทำให้โรงงานกรณีศึกษามีระบบการไหลของงานดีขึ้น จนมีผลิตภาพเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 2.14 เท่า จำนวนงานระหว่างทำลดลง 70% ส่งผลให้ระยะเวลานำในการผลิตเลนส์แว่นตาลดลงจาก 39.24 ชั่วโมง เหลือ 26.04 ชั่วโมง

ธีรพร เสนพรหม (2550) : ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดซิก ซิกซ์มาเข้ามาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเลนส์พลาสติก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของสียจากข้อตำหนิประเภทรอยขีดข่วนของแม่แบบแก้วที่ใช้ในการผลิตเลนส์สายตาชนิดบางพิเศษ ซึ่งเป็นแม่แบบที่มีราคาสูงและไม่สามารถซ่อมแก้ไขได้เมื่อเกิดรอยตำหนิ จึงกระทบต่อต้นทุนในการผลิตเลนส์ค่อนข้างสูง ผลหลังการปรับปรุงพบว่าสัดส่วนของแม่แบบเสียลดลงจาก 0.25% หรือ 2512 PPM เหลือ 0.083% หรือ 826 PPM ซึ่งมีค่าลดลง 66.8% เมื่อเปรียบเทียบกับแม่แบบเสียก่อนการปรับปรุง โดยระดับซิกมาของกระบวนการได้ปรับปรุงจาก 4.31 เป็น 4.65 และจากปริมาณกรผลิตที่พยากรณ์ไว้ พบว่าจะสามารถลดมูลค่าความสูญเสียรวมได้เท่ากับ 2,398,621 บาทต่อปี

อ้อมใจ พงษาเกษตร, (2550) : ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงานผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์กรณีศึกษาแห่งหนึ่ง เพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการให้มากยิ่งขึ้น จากการศึกษาพบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพมีหลายประการ ซึ่งส่งผลกระทบให้ส่งมอบสินค้าไม่ทันตามกำหนดเวลาโดยสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปัญหานี้คือการที่มีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในสายการผลิตที่มากเกินไป จนส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าต่างๆขึ้นตามมาในกระบวนการผลิต ซึ่งมีแนวทางแก้ไขคือ พิจารณากิจกรรมในแต่ละขั้นตอนการทำงานตลอดทั้งสายการผลิตเพื่อจำแนกประเภทกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าโดยทำการวิเคราะห์ในแต่ละกิจกรรมและจำแนกออกให้อยู่ในรูปแบบของความสูญเปล่าแต่ละประเภท จากนั้นทำการแก้ไข

ปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นโดยอาศัยหลักการและการเลือกใช้เครื่องมือของลีนให้เหมาะสมกับแต่ละประเภทของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ซึ่งผลหลังจากการดำเนินการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ พบว่าการผลิตมีแนวโน้มที่ดีขึ้นคือ ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 2262 เป็น 2520 ชิ้นงาน คิดเป็น 11.41% เปอร์เซ็นต์ ผลิตภาพเฉลี่ย (Productivity) เพิ่มขึ้นจาก 88.96 เป็น 92.60 คิดเป็น 2.93% อีกทั้งยังส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงจาก 12.60 เป็น 12.42 คิดเป็น 1.43%

ภานุ ชุดเชื้อจีน (2550) : ประยุกต์ใช้แนวคิด ซิกซ์ ซิกมา พร้อมทั้งวิธีทางสถิติ เพื่อลดของเสียที่เกิดจากการพ่นสีรองพื้นของกล่องนาฬิกา ซึ่งมีความต้องการด้านคุณภาพในเรื่องของความสวยงามสูง ซึ่งก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตมีของเสียเท่ากับ 19,615 DPPM และหลังการปรับปรุงกระบวนการโดยใช้แนวทาง ซิกซ์ ซิกมาพบว่าของเสียในกระบวนการเท่ากับ 3,240 DPPM

ภัทรา อายุวัฒน์ (2546) : เสนอแนวทางการควบคุมคุณภาพโดยใช้แนวทาง ซิกซ์ ซิกมา เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการการประกอบชุดหัวอ่านสำเร็จ เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าการรับน้ำหนักกด (Gram load) ของชุดหัวอ่านสำเร็จ ซึ่งเป็นข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ของลูกค้า ซึ่งก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตมีของเสียเท่ากับ 8,872 DPPM และหลังการปรับปรุงกระบวนการโดยใช้แนวทาง ซิกซ์ ซิกมาพบว่ามีของเสียลดลง 91.88 เปอร์เซ็นต์ โดยตรวจพบของเสียในกระบวนการเท่ากับ 720 DPPM

Sung.H. (2003) ผลจากการใช้ลีนและซิกซ์ ซิกมาร่วมกัน

ลีนและซิกซ์ ซิกมาเป็นอาวุธสำคัญในการต่อสู้กับการผันแปรที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต วิธีการของซิกซ์ ซิกมาเป็นการใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบและกระบวนการผลิต รวมทั้งวิธีการลดความผันแปรในกระบวนการผลิตด้วย ในระบบที่ใช้ทั้งสองแนวคิดนี้ ลีนจะเป็นตัวสร้างมาตรฐาน และซิกซ์ ซิกมา จะเป็นเครื่องช่วยสืบหาและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับความผันแปรจากมาตรฐานนนั้น นอกจากนั้นเทคนิค ซิกซ์ ซิกมา ยังสามารถประยุกต์ใช้ภายในกระบวนการขององค์กรเพื่อปรับลดของเสีย ซึ่งเราต้องให้ความสำคัญอย่างมากก่อนที่จะมุ่งทำโครงการลีนให้สำเร็จได้

MingNan Chen and JrJung Lyu (2009) :แนวทางลีน ซิกซ์ ซิกมาสำหรับการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยี ลีน ซิกซ์ ซิกมาถือเป็นกลยุทธ์ทางธุรกิจที่มีประสิทธิภาพสำหรับวิธีการที่พนักงานใช้ในการปรับปรุงโครงสร้างที่ดีอย่างต่อเนื่องถึงการลดความแปรปรวนในกระบวนอย่างมีประสิทธิภาพ และเพิ่มคุณภาพในกระบวนการธุรกิจโดยใช้เครื่องมือทางสถิติ

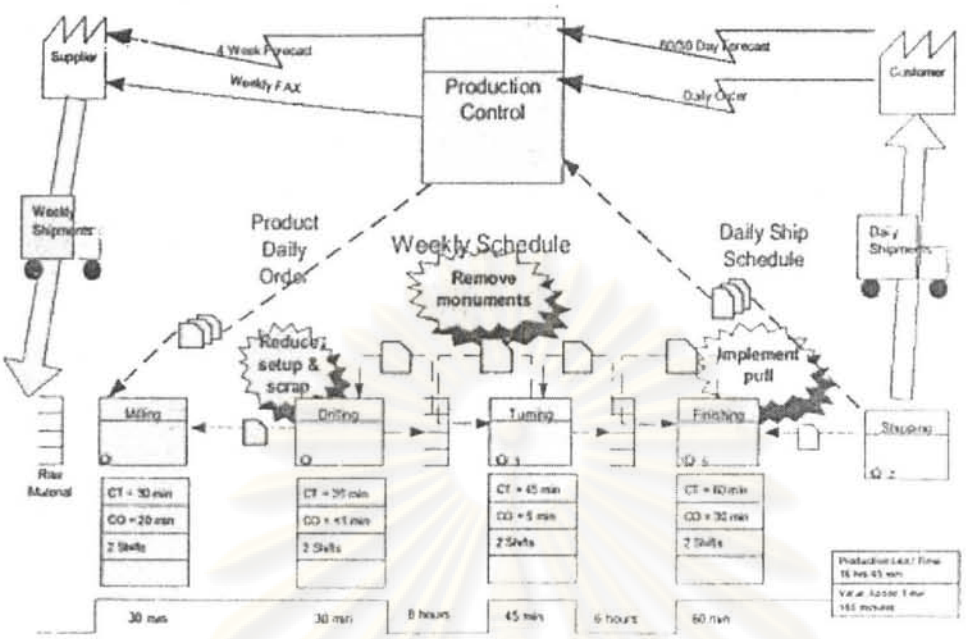
Pius Achanga, Esam Shehab, Rajkumar Roy and Geoff Nelder (2005):งานวิจัยนี้นำเสนอปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้การนำการผลิตแบบลีน ไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กโดยการรวบรวมบทความและการเยี่ยมชมสิบโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กในอเมริกาตะวันออกคือ

ศึกษาการจ้างงานแนวทางการปฏิบัติงานของบริษัท สังเกตุประเด็นสำคัญของการนำการผลิตแบบลีนไปใช้คือติดตามโดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับพนักงานที่เป็นกุญแจสำคัญในการนำลีนไปประยุกต์ใช้ ขอสรุปคือวิเคราะห์และทำให้ถูกต้อง กรณีศึกษาและช่างเทคนิค ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จในการประยุกต์ใช้แนวทางการผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมขนาดเล็กคือแสดงตัว เป็นผู้นำ การจัดการ การเงิน วัฒนกรรมองค์กรและทักษะความชำนาญ ในระหว่างปัจจัยอื่น คือการแบ่งประเภท คุณค่าที่ได้จากการวิจัยคือสามารถกำหนดปัจจัยความสำเร็จในการประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก โดยมีการเตรียมตัวบ่งชี้และตัวนำทางสำหรับความสำเร็จในการประยุกต์ใช้แนวทางลีน

Jordi Olivella, Llus Cuatrecasas and Nestor Gavilan (2007:) การวิจัยฉบับนี้มีจุดประสงค์คือได้รับและเปิดเผยแนวทางขององค์กรประสบความสำเร็จตามแนวทางการผลิตแบบลีน โดยการวิเคราะห์บทความและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์บทความทำให้เข้าการเชื่อมต่อระหว่างการทำงานในองค์กรและการผลิตแบบลีน อย่างไรก็ตาม การรายงานทั่วไปบนการผลิตแบบลีนกับการทำงานในองค์กร การทำงานในองค์กรวัตถุประสงค์สำหรับการผลิตแบบลีนคือเป็นที่ยอมรับของคนอื่นและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์โดยทบทวนบทความ ซึ่งมีความเชื่อว่าต้องมีการวิเคราะห์การทำงานขององค์กรเสร็จสิ้นก่อนสำหรับการผลิตแบบลีน

Sullivan, McDonald, Van Aken (2002) :ได้อธิบายสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการวาดผังแห่งคุณค่า (VSM) และใช้ผังแห่งคุณค่าในการสรุปสถานะปัจจุบัน (Current State) และสถานะในอนาคต (Future State) ของกระบวนการผลิตเมื่อนำระบบลีนเข้ามาใช้ โดยผังแห่งคุณค่านี้จะแสดงเวลานำในการผลิต (Production Lead-time) และเวลาที่เพิ่มคุณค่าให้กับสินค้า (Value Added Time) ดังรูปที่ 2.15

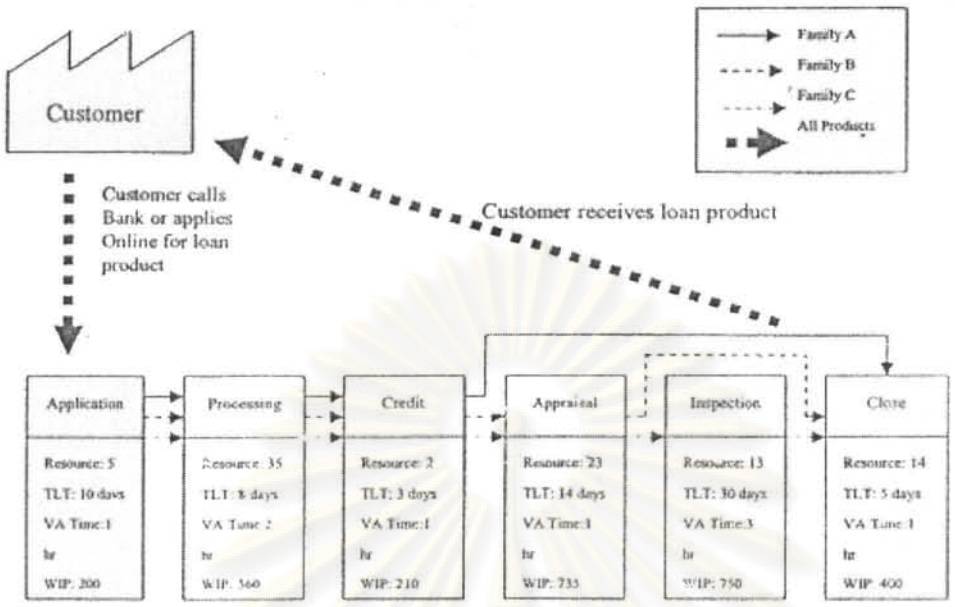
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.15 ผังแห่งคุณค่าสภาวะในอนาคต (Future State) หลังจากปรับปรุงด้วยระบบลีน

Abdulmalck และ Rajgopal(2006) ได้อธิบายว่าผังแห่งคุณค่า(Value Stream Map) เป็นเครื่องมือหลักที่สามารถอธิบายเทคนิคของลีนได้หลากหลายในแผนภาพเดียว และเหมาะที่จะเป็นรูปแบบสำหรับจำลองเหตุการณ์ (Simulation Model) เพื่อเปรียบเทียบสภาพก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ เช่น ระยะเวลานำในการผลิตที่ลดลง ปริมาณงานระหว่างกระบวนการที่ลดลง เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามผังแห่งคุณค่า (VSM) นี้ก็ยังเป็นเพียงรูปแบบคงที่ (Static Model) ซึ่งไม่สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงหรือการเคลื่อนที่ของข้อมูลได้ ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องมือช่วยแสดงภาพการทำงานในลักษณะนี้ นั้นคือ การจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์นี้ยังสามารถช่วยในการวางแผนทรัพยากรการผลิต แสดงภาพการเปลี่ยนแปลงของระดับสินค้า เวลานำ การใช้เครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการแสดงสถานะในอนาคต(Future State)ได้เป็นอย่างดี

จากรูปแบบขององค์ประกอบของเวลานำจากการวิจัยที่ได้นำเสนอมาทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยที่เลือกวิธีการคิดเวลานำโดยการใช้ผังแห่งคุณค่า (VSM) เนื่องจากทำให้มองเห็นภาพรวมของทั้งระบบได้อย่างชัดเจน โดยจะทำการเพิ่มเติมรายละเอียด ในผังแห่งคุณค่าแบบที่มีความซับซ้อนมากขึ้น (Complexity Value Stream Map) คือ การแสดงกลุ่มของผลิตภัณฑ์ (Product Family) หลายชนิดภาพในผังแห่งคุณค่าเดียวกันนี้เลย ดังรูปที่ 2.16



ดังรูปที่ 2.16 ผังแห่งคุณค่าแบบซับซ้อน (Complexity Value Stream Map)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การกำหนดปัญหา

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงลักษณะโดยทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา ระบบการทำงานขั้นตอนการผลิต ประเภทของผลิตภัณฑ์และรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่นำมาศึกษา โดยชี้ให้เห็นคุณค่าในสายการผลิต

ขั้นตอนการนิยามปัญหาที่จะกล่าวนี้ ถือว่าเป็นขั้นตอนแรกที่จะนำไปสู่การกำหนดจุดเริ่มต้นของการวิจัย (Define Phase) ตามวิธีการของลีนส์ ซิกซ์ ซิกม่า ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก ที่ทำการศึกษานี้โดยมีรายละ เอียดที่เกี่ยวข้องดังนี้

3.1 การกำหนดทีมงานดำเนินงาน

ในการกำหนดทีมงานดำเนินงาน ได้คัดเลือกผู้มีความรู้ ความชำนาญในส่วนของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กเพื่อช่วยในการสนับสนุนการทดลองและระดมความคิดด้วยเครื่องมือและเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งทีมงานดำเนินงานประกอบไปด้วยบุคคลที่มาจากส่วนต่างๆดังนี้ โดยในทีมงานนี้ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นวิศวกรฝ่ายออกแบบการผลิต (Design Engineer)

ตารางที่ 3.1 ทีมงานผู้วิจัย

ลำดับ	ตำแหน่ง	จำนวน (คน)
1	ผู้จัดการฝ่ายการผลิต (Production Manager)	1
2	หัวหน้าฝ่ายการผลิต (Production Supervisor)	2
3	ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม (Engineering Manager)	1
4	วิศวกรฝ่ายควบคุมการผลิต (Assembly Engineer)	1
5	วิศวกรฝ่ายออกแบบการผลิต (Design Engineer)	1
6	วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพ (Quality Engineer)	1
7	วิศวกรฝ่ายออกแบบเครื่องมือ (Tooling Engineer)	1

3.2 กระบวนการผลิต

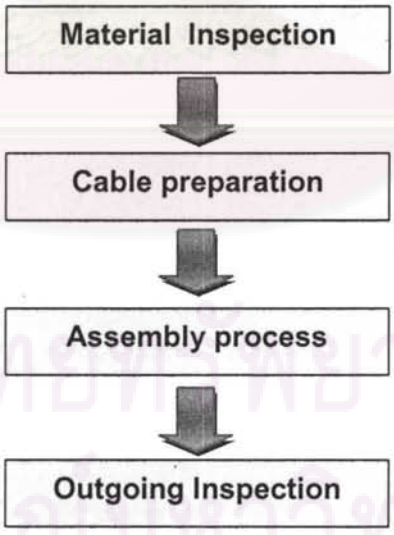
กระบวนการผลิตหลักของโรงงานกรณีศึกษาแบ่งออกเป็น4หลักคือส่วนของการตรวจสอบวัตถุดิบ ส่วนของการเตรียมสายเคเบิล ส่วนของการประกอบสายเคเบิลกับตัวเชื่อมต่อกับตัวเชื่อมต่อ (Connector) ให้สมบูรณ์ และการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า

1. การตรวจสอบวัตถุดิบ (Material Inspection) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของวัตถุดิบได้แก่ ตัวเชื่อมต่อ (Connector) ตัวครอบตัวเชื่อมต่อ (Connector cover) ตะกั่ว (Solder) สายกราวน์ (GND Bar) เป็นต้น ซึ่งหากถูกต้องจะนำไปจัดเก็บไว้ที่คลังสินค้าเพื่อรอส่งเข้าสู่สายการผลิตต่อไป

2. การเตรียมสายเคเบิล (Cable preparation) เป็นการเรียงสายเคเบิลตามขนาดของงานตัดความยาวของชิ้นงาน (Assembly harness) และการปลอกสายเคเบิล (Laser process) โดยกระบวนการผลิตจะอาศัยเครื่องจักรเป็นหลัก

3.การประกอบสายเคเบิล (Assembly process) เป็นกระบวนการผลิตที่จะทำการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ กับตัวเชื่อมต่อ (Connector) รวมไปถึงการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การทดสอบการใช้งานทางไฟฟ้าต่างๆ (Final inspection)

4.การตรวจสอบคุณภาพ (Outgoing inspection) เป็นกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ การทดสอบการใช้งานทางไฟฟ้าต่างๆ ขนาด ลักษณะของผลิตภัณฑ์ และบรรจุลงกล่องเพื่อส่งมอบให้กับลูกค้า



รูปที่ 3.1 แสดงกระบวนผลิตหลักของโรงงานกรณีศึกษา

ซึ่งในส่วนของงานวิจัยนี้ได้เลือกศึกษากระบวนการผลิตสายเคเบิลของรุ่น B-004 ของลูกค้า B โดยจะมีกระบวนการผลิตซึ่งแสดงดังตารางที่ 3.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 แสดงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์สายเคเบิลขนาดเล็ก

สัญลักษณ์ (Symbol)	กระบวนการ (Process)	คำอธิบาย (Description)
	1.Material Inspection	**การตรวจสอบวัตถุดิบ**
	Inspection	การตรวจสอบความถูกต้องของวัตถุดิบเช่นคุณสมบัติทางเคมี ขนาด โดยการสุ่มตาม AQL
	Warehouse	จัดเก็บวัตถุดิบไว้ในคลังสินค้าเพื่อรอการเบิกจ่ายเข้าไปในกระบวนการผลิต
	2.Cable assembly	**การเรียงสายเคเบิล**
	Cable harness	การเรียงสายเคเบิล
	Laser process Cable setting	การวางสายเคเบิลลงบนจิ๊กเพื่อจับยึดชิ้นงาน
	CO2 Jacket Slit	การตัดสายเคเบิลชั้นนอกโดยเครื่อง CO2 laser
	Jacket Strip	การดึงสายเคเบิลชั้นนอก
	YAG laser shield slit & Shield Remove	การตัดสายเคเบิลชั้นที่สองโดยเครื่อง YAG Laser
	CO2 Laser Insulation slit	การตัดสายเคเบิลชั้นที่สาม โดยเครื่อง CO2 Laser
	Remove tape & Appearance	การลอกเทปออกและการตรวจลักษณะของสายเคเบิลหลังจากทำการตัด

	3.Assembly process	**กระบวนการประกอบสายเคเบิลกับตัวเชื่อมต่อ**
	GND Bar setting A-Side	การเตรียมแผ่นกราวส์และตะกั่ววางลงบนตัวจับยึดชิ้นงานเพื่อประกอบเข้ากับสายเคเบิลของด้าน A
	GND Bar soldering A-Side	การเชื่อมระหว่างแผ่นกราวส์กับสายสายเคเบิลด้วยตะกั่วด้าน A
	GND Bar setting B-Side	การเตรียมแผ่นกราวส์และตะกั่ววางลงบนตัวจับยึดชิ้นงานเพื่อประกอบเข้ากับสายสายเคเบิลด้าน B
	GND Bar soldering B-Side	การเชื่อมระหว่างแผ่นกราวส์กับสายเคเบิลด้วยตะกั่วด้าน B
	Insulation strip & Pre-solder	การดึงฉนวนออก และ การชุบตะกั่วที่บริเวณสื่อตัวนำ
	Conductor & GND Bar cutting	การตัดขนาดสื่อตัวนำและแผ่นกราวส์ที่เชื่อมติดกับสายเคเบิล
	GND Bar appearance	การตรวจวัดขนาดและลักษณะของสายเคเบิลก่อนส่งไปยังกระบวนการผลิตต่อไป
	Connector setting	การวางสายเคเบิลประกอบกับตัวเชื่อมต่อ
	Connector soldering	การเชื่อมต่อสายเคเบิลกับตัวเชื่อมต่อ โดยเครื่องให้ความร้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	Connector re-soldering	การซ่อมแซมงานหลังจากการเชื่อม
	Attach tape at connector	การติดเทปบนตัวเชื่อมต่อ
	Shell assembly	การประกอบตัวครอบของตัวเชื่อมต่อ
	Shell soldering	การเชื่อมต่อแผ่นกราวส์เข้ากับตัวครอบของตัวเชื่อม
	Shell re-soldering	การซ่อมงานหลังจากการเชื่อม
	Clean & Remove tape	การทำความสะอาดสายเคเบิลและการลอกเทปออก
	Appearance & Dimension	การตรวจสอบลักษณะภายนอกและการวัดขนาดของสายเคเบิล
	Final Inspection Electric & Dimension	การวัดขนาดและการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของสายเคเบิล - Short circuit - Open circuit - Component
	Final Inspection Appearance	การตรวจสอบลักษณะภายนอกของสายเคเบิล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	4. Outgoing Inspection	**การตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบสินค้า**
	Outgoing Inspection Dimension & Electric	การวัดขนาดและการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของสายเคเบิล - Short circuit - Open circuit - Component
	Outgoing Inspection appearance	การตรวจสอบลักษณะภายนอกของสายเคเบิล
	Carton box packing	การบรรจุสายเคเบิลลงกล่อง
	Inspection label	ติดฉลากระบุรายละเอียดของผลิตภัณฑ์และตรวจสอบความถูกต้อง
	Pre-shipping Inspection	การตรวจสอบความถูกต้องก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า

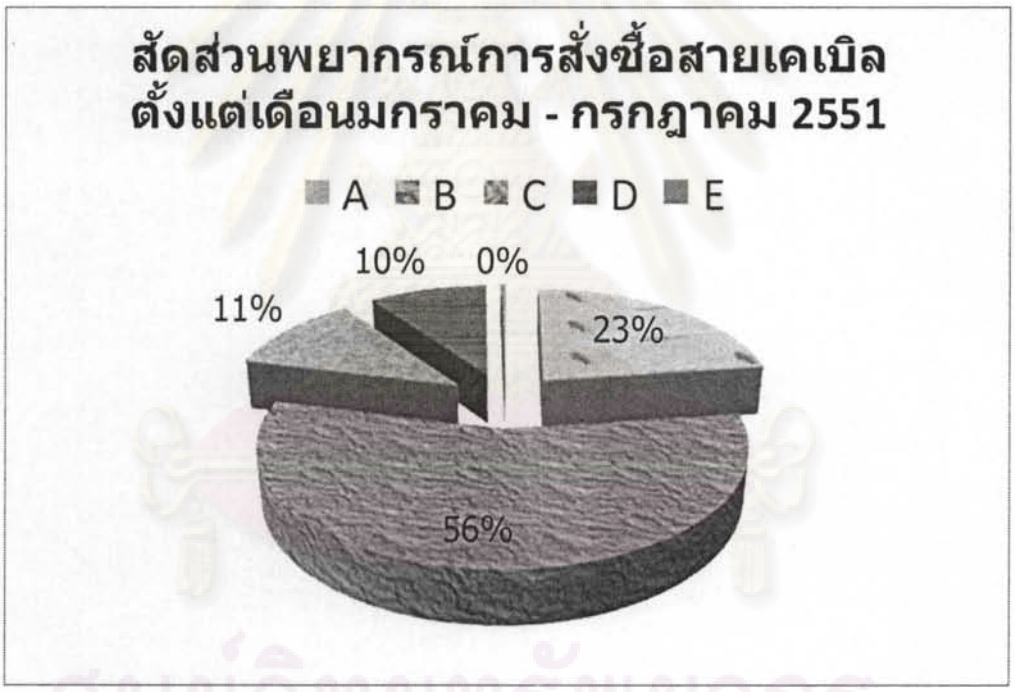
3.3 การศึกษาสภาพของปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

3.3.1 การเลือกผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาต้นแบบ

การเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาศึกษานั้นได้ทำการพิจารณาจากสัดส่วนการสั่งซื้อปริมาณมาก (Mass production stage) แสดงดังตารางที่ 3.3 เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตเป็นระบบและความสม่ำเสมอของการสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งจะดูข้อมูลสัดส่วนพยากรณ์การสั่งซื้อตั้งแต่เดือนมกราคม – กรกฎาคม 2552 ดังแสดงดังรูปกราฟที่ 3.2

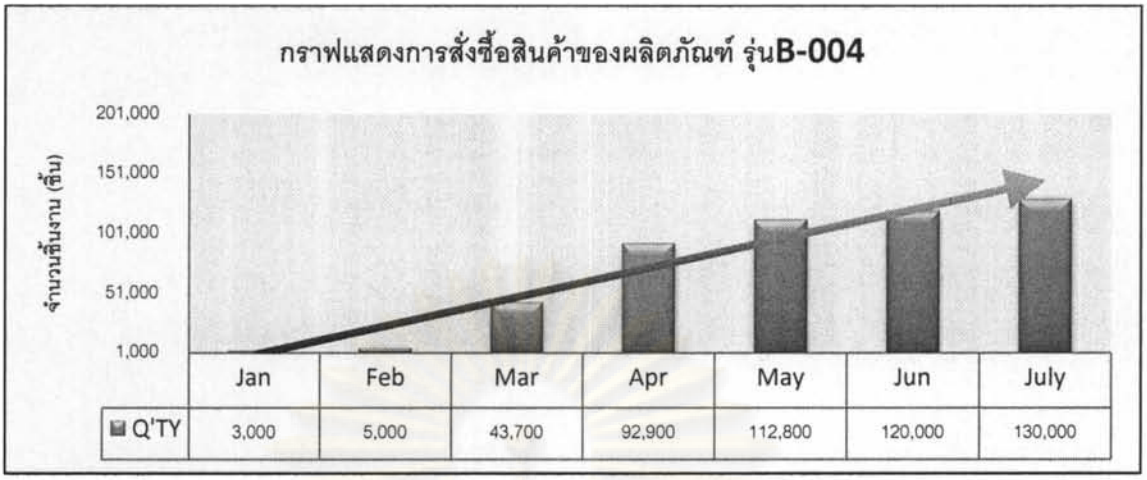
ตารางที่ 3.3 แสดงผลิตภัณฑ์ปัจจุบันและผลิตภัณฑ์ใหม่ของลูกค้า

Customer	Current product	New product		Market Demand	Product life cycle
A	A-027	A-028		Growth	1 year
B	B-003	B-004	B-005	Growth	1 year
C	C-022	C-023	C-024	Maturity	6 month
D	D-018	-		Maturity	6 month
E	E-010	-		Decline	6 month
Sample product	Several	-		Make to order	

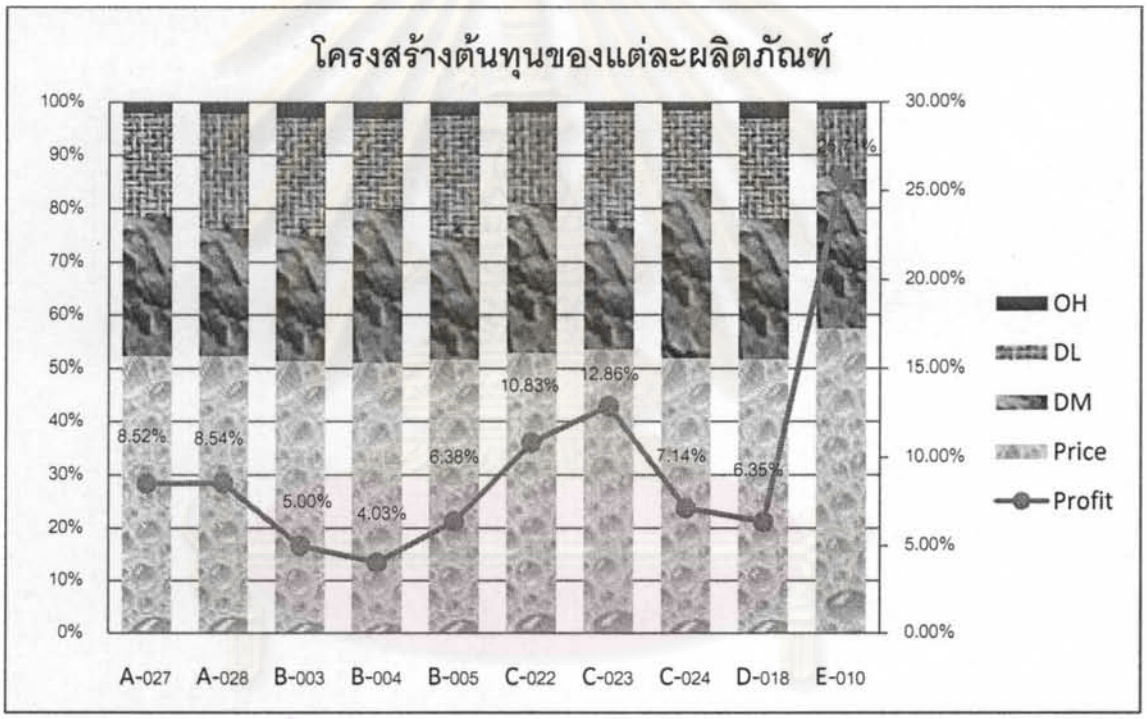


รูปที่ 3.2 กราฟแสดงสัดส่วนพยากรณ์การสั่งซื้อสายเคเบิลตั้งแต่เดือนมกราคม – กรกฎาคม 2552

จากข้อมูลสัดส่วนพยากรณ์การสั่งซื้อสายเคเบิลตั้งแต่เดือนมกราคม – กรกฎาคม 2552 ดังรูปที่ 3.2 พบว่าผลิตภัณฑ์ของลูกค้า B อยู่ในช่วงที่มีความต้องการมากซึ่งมีสัดส่วนการสั่งซื้อถึง 56% เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งผลิตภัณฑ์รุ่น B-003 นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่กำลังผลิตอยู่ในปัจจุบันและมีกำลังการผลิตที่ลดลงเนื่องจากมีผลิตภัณฑ์ใหม่รุ่นB-004 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงและมีแนวโน้มการสั่ง ซื้อที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องดังแสดงดังรูปกราฟที่ 3.3



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงการสั่งซื้อสินค้าของผลิตภัณฑ์ B-004



รูปที่ 3.4 กราฟแสดงโครงสร้างต้นทุนของแต่ละผลิตภัณฑ์

จากข้อมูลการสั่งซื้อของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดผลิต B เป็นผลิตภัณฑ์ที่มียอดการสั่งซื้อสูงสุด จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ B นั้นเป็นสินค้าหลักของแผนก ซึ่งควรมีการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่ม ขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกเข้าไปศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ B

จากรูปที่ 3.4 กราฟแสดงโครงสร้างต้นทุนของแต่ละผลิตภัณฑ์จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์รุ่น B-004 นั้นมีกำไรจากการขายต่ำที่สุดซึ่งพิจารณาจาก 3 ส่วนคือต้นทุนด้านวัตถุดิบ (Direct material) อยู่ที่ 59 % ต้นทุนด้านแรงงาน (Direct Labor) อยู่ที่ 35 % และต้นทุนด้านค่าใช้จ่าย

ของโรงงาน (Overhead) อยู่ที่ 6% โดยต้นทุนด้านวัตถุดิบ (Direct material) นั้นเป็นไปตามการออกแบบของลูกค้าเป็นผู้กำหนด จึงไม่สามารถลดต้นทุนในส่วนนี้ได้ถ้าลดลงได้ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนต้นทุนที่เกิดจากการผลิตโดยตรงก็คือต้นทุนด้านแรงงาน (Direct Labor) และค่าต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านโรงงาน (Overhead) ดังนั้นจึงควรทำการลดต้นทุนที่เกิดจากการผลิตโดยตรง เพื่อส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของตัวผลิตภัณฑ์ลง ในส่วนของกรณีศึกษานี้จะมุ่งเน้นไปที่ต้นทุนด้านแรงงาน (Direct Labor) เนื่องจากมีกระบวนการผลิตที่ใช้แรงงานคนเป็นสำคัญ

เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุต้นทุนด้านแรงงานนั้นพบว่าเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคน ได้แก่ วิธีการทำงานอุปกรณ์การทำงานที่ไม่เหมาะสม พนักงานขาดความชำนาญ พนักงานทำงานไม่ทัน เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต หากสามารถลดหรือกำจัดสาเหตุเหล่านี้ได้ ก็ย่อมจะส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพการผลิตมากยิ่งขึ้น

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สายเคเบิลขนาดเล็กของโรงงานกรณีศึกษาประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักคือส่วนของการตรวจสอบวัตถุดิบ (Material Inspection) ส่วนของการเตรียมสายเคเบิล (Cable preparation) ส่วนของการประกอบสายเคเบิลให้สมบูรณ์ก่อนส่งมอบลูกค้า (Assembly process) จากการศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า ในส่วนของการตรวจสอบวัตถุดิบนั้นเป็นเพียงการสุ่มตัวอย่างและไม่ยุ่งยากซับซ้อน ส่วนของการเตรียมสายเคเบิลนั้นส่วนใหญ่เป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรและกระบวนการผลิตที่ไม่ต่อเนื่อง ซึ่งอาจจะมีปัญหาในการเก็บข้อมูลและการดำเนินงานที่ล่าช้าได้ และในส่วนของการประกอบสายเคเบิล (Assembly process) เป็นส่วนที่มีการใช้แรงงานคนเป็นสำคัญในสายการผลิต ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวกับต้นทุนด้านแรงงาน (Direct labor) โดยตรง ดังนั้นจึงเลือกทำการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิตในส่วนของการประกอบสายเคเบิล (Assembly process)

3.4 สรุปผลระยะการกำหนดปัญหา

จากการที่ได้ศึกษาข้อมูลจากโรงงานกรณีศึกษาในการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก และมีการประชุมระดมสมองจากทีมงานทำให้สามารถกำหนดปัญหาได้ว่า ปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นคือ การลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้แสดงให้เห็นชัดเจนว่า ผลิตภัณฑ์นี้มีโครงสร้างต้นทุนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งเกิดจากความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยถ้าสามารถหาสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตนั้นได้ จะทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไปได้

บทที่ 4

ระยะการวัดสภาพของปัญหา

4.1 การวัดความสูญเปล่า

จากการศึกษาสภาพปัญหาและวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ B – 004 โดยทำการจำแนกประเภทกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าจากนั้นจะทำการจำแนกความสูญเปล่าโดยอาศัยเครื่องมือแผนภาพการแสดงสายธารแห่งคุณค่า และ แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process mapping) คือแผนภูมิที่แสดงถึงลำดับของกิจกรรม รวมถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ และทำการวัดเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

4.1.1 การแสดงสายธารแห่งคุณค่า คือ การจัดทำผังแห่งคุณค่า (Value stream mapping : VSM) ซึ่งเป็นการระบุกิจกรรมที่ต้องทำทั้งหมดตั้งแต่รับวัตถุดิบเข้าจนส่งมอบถึงลูกค้า การจัดทำผังแห่งคุณค่าจะทำให้มองเห็นกระบวนการทั้งระบบและสามารถมองเห็นความสูญเปล่าได้ง่าย ดังรูปที่ 4.1 และสรุปผลจากการผังสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแสดงสายธารแห่งคุณค่าก่อนการปรับปรุง (Value Stream Mapping)

Processing description	GDN Bar setting (A-SIDE)	DND Bar soldering (A-SIDE)	GND Bar setting (B-SIDE)	GND Bar soldering (B-SIDE)
Cycle time (sec/pc)	6.4	6.6	6.2	7.05
Task time (sec/pc)	7.3	7.3	7.3	7.3
No. of Operator	2	1	2	1
No. of Machine	0	1	0	1
Working (sec/day)	27000	27000	27000	27000
Output (pcs/day)	4218	4090	4354	3829
Activity type	VA	VA	VA	VA

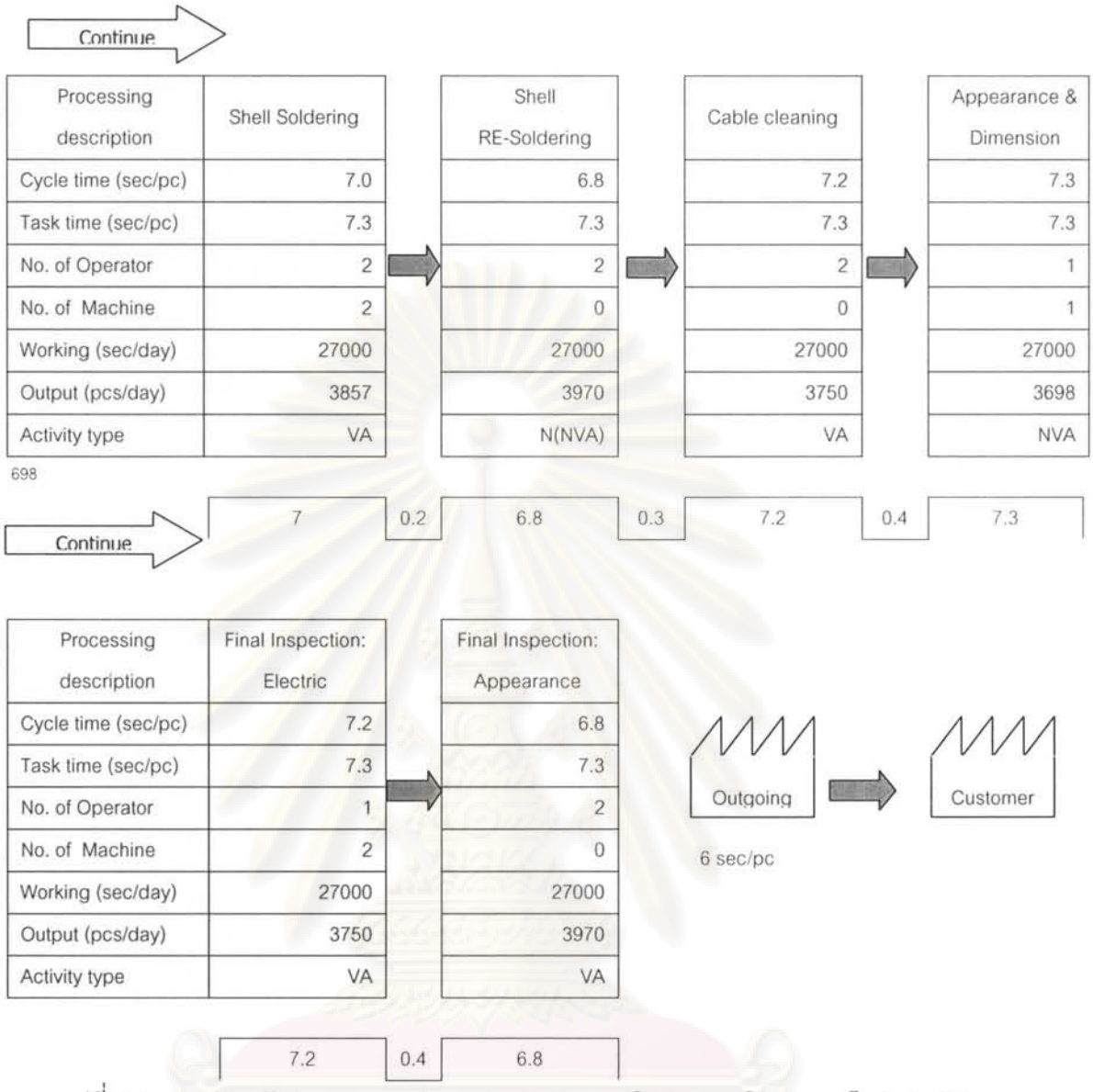
Continue	6.4	0.4	6.6	0.3	6.2	0.4	7.05

Processing description	Insulation strip & Presold	Conductor & GND Bar cutting	Appearance GND Bar	Conductor setting
Cycle time (sec/pc)	7.0	6.3	7.3	7.05
Task time (sec/pc)	7.3	7.3	7.3	7.3
No. of Operator	1	1	1	1
No. of Machine	0	0	0	1
Working (sec/day)	27000	27000	27000	27000
Output (pcs/day)	3857	4285	3698	3829
Activity type	VA	NVA	N(NVA)	VA

Continue	7	0.4	6.3	0.3	7.3	0.4	7.05

Processing description	Connector soldering	Re-Soldering	Attach tape	Shell insert
Cycle time (sec/pc)	7.1	6.6	6.6	6.3
Task time (sec/pc)	7.3	7.3	7.3	7.3
No. of Operator	2	1	1	1
No. of Machine	2	0	0	1
Working (sec/day)	27000	27000	27000	27000
Output (pcs/day)	3802	4090	4090	4285
Activity type	VA	N(NVA)	VA	VA

	7.1	0.4	6.6	0.5	6.6	0.3	6.3



รูปที่ 4.1 การแสดงผังสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004

สรุปผลจากการผังสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004

Cycle time (sec/pc)	7.3
Task time (sec/pc)	7.3
No. of Operator	33
No. of Machine	6
Working (sec/day)	27000
Output (pcs/day)	3698
Value activity	14
Non – value activity	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 แสดงแผนผังการไหลของกระบวนการ (Process Activity Mapping)

ขั้นตอน	กระบวนการผลิต	อุปกรณ์/เครื่องจักร	ระยะทาง	เวลา (s)	จำนวนคน	สัญลักษณ์	ประเภทของกิจกรรม
1	GND BAR SETTING (A-SIDE) การเตรียมแผ่นกราวส์และตะกั่วประกอบเข้ากับสายเคเบิลด้านเอ	JIG MICROSCOPE		6.4	2	● ⇨ □ D ▽	VA
2	GND BAR SOLDERING (A-SIDE) การเชื่อมระหว่างแผ่นกราวส์กับสายเคเบิลด้านเอ	JIG , SOLDERING MACHINE		6.6	1	● ⇨ □ D ▽	VA
3	GND BAR SETTING (B-SIDE) การเตรียมแผ่นกราวส์และตะกั่วประกอบเข้ากับสายเคเบิลด้านบี	JIG MICROSCOPE		6.2	2	● ⇨ □ D ▽	VA
4	GND BAR SOLDERING (B-SIDE) การเชื่อมระหว่างแผ่นกราวส์กับสายเคเบิลด้านบี	JIG , SOLDERING MACHINE		7.0	1	● ⇨ □ D ▽	VA
5	INSU STRIP & PRE-SOLD การดึงฉนวนออกและชุบตะกั่วบริเวณสื่อนำ	STRIP TOOL SOLDER POT		7	1	● ⇨ □ D ▽	VA
6	CONDUCTOR & GND BAR CUTTING การตัดขนาดสื่อตัวนำและแผ่นกราวส์ตามขนาด	CUTTING TOOL		6.3	1	● ⇨ □ D ▽	NVA
7	APPEARANCE GND BAR การตรวจสอบลักษณะและขนาด	MICROSCOPE		7.3	1	● ⇨ □ D ▽	N(NVA)
8	CONDUCTOR SETTING การวางสายเคเบิลกับตัวเชื่อมต่อ	JIG MICROSCOPE		6.3	5	● ⇨ □ D ▽	VA
9	CONNECTOR SOLDERING การเชื่อมต่อสายเคเบิลกับตัวเชื่อมต่อโดยให้ความร้อน	JIG SOLDERING MACHINE		7.1	2	● ⇨ □ D ▽	VA
10	CONNECTOR RE-SODERING การซ่อมแซมงานหลังจากการเชื่อม	IRON TIP JIG MICROSCOPE		6.6	2	● ⇨ □ D ▽	N(NVA)

ขั้นตอน	กระบวนการผลิต	อุปกรณ์/เครื่องจักร	ระยะทาง	เวลา (s)	จำนวนคน	สัญลักษณ์	ประเภทของกิจกรรม
11	TAPE ATTACH การติดเทปกันความร้อนบนสื่อนำ	JIG MICROSCOPE		6.6	2	● ⇨ □ D ▽	VA
12	SHELL ASSEMBLY การประกอบตัวครอบของตัวเชื่อมต่อ	JIG MICROSCOPE		6.3	2	● ⇨ □ D ▽	VA
13	SHELL SOLDERING การเชื่อมต่อแผ่นกราวส์เข้ากับตัวครอบ	JIG SOLDERING MACHINE		7.0	2	● ⇨ □ D ▽	VA
14	SHELL RE-SOLDERING การซ่อมแซมงานหลังจากการเชื่อม	JIG IRON TIP MICROSCOPE		6.8	2	● ⇨ □ D ▽	N(NVA)
15	REMOVE TAPE & CLEANING CABLE การลอกเทปและทำความสะอาดสายเคเบิล	MICROSCOPE		7.2	2	● ⇨ □ D ▽	VA
16	APPEARANCE & DIMENSION การตรวจสอบลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์และการวัดขนาดของผลิภัณฑ์	MICROSCOPE		7.3	2	○ ⇨ ■ D ▽	NVA
17	FINAL INSPECTION : ELECTRIC	MICROTEST		7.2	1	○ ⇨ ■ D ▽	VA
18	FINAL INSPECTION : APPEARANCE	MICROSCOPE		6.8	2	○ ⇨ ■ D ▽	VA
	VA + NVA + N(NVA) : รวมจำนวนขั้นตอน	18		122.05	33		
	VA: รวมขั้นตอนที่เกิดคุณค่า	14					
	% VA : สัดส่วนของขั้นตอนที่เกิดคุณค่า = (VA + NVA + N(NVA) / VA)x100%	77.77%					

ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ที่ผนวก ก.

หมายเหตุ : VA คือ กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า

NVA คือ กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า

N (NVA) คือ กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า แต่จำเป็นต้องทำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 แสดงแผนผังการไหลของกระบวนการ (Process Activity Mapping)ของผลิตภัณฑ์ B โดยทำการพิจารณาเป็นขั้นตอน

ขั้นตอน	กระบวนการผลิต	อุปกรณ์/เครื่องจักร	ระยะทาง	เวลา (s)	จำนวนคน	สัญลักษณ์	ประเภทของกิจกรรม	ความสูญเปล่า
1	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นล่างวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (A)	JIG MICROSCOPE		1.1	1/3	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
2	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (A)	JIG MICROSCOPE		1.4	1/3	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
3	วางสายเคเบิลลงบนตัวจับยึดชิ้นงานและจัดเรียงสายเคเบิล (A)	JIG MICROSCOPE		1.8	1/3	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
4	หยิบตะกั่วชิ้นบนจุ่มฟลักซ์และวางลงบนสายเคเบิล (A)	JIG MICROSCOPE		1.3	1/2	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
5	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นบนวางลงบนสายเคเบิล (A)	JIG MICROSCOPE		0.8	1/2	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
6	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (A)	JIG , SOLDERING MACHINE		5.4	1/2	● ⇨ □ D ▽	NVA	Process
7	หยิบชิ้นงานออกจากตัวจับยึดชิ้นงาน			1.2	1/2	○ ➡ □ D ▽	NVA	Motion
8	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นล่างวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (B)	JIG MICROSCOPE		0.8	1/3	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
9	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (B)	JIG MICROSCOPE		1.3	1/3	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
10	วางสายเคเบิลลงบนตัวจับยึดชิ้นงานและจัดเรียงสายเคเบิล (B)	JIG MICROSCOPE		1.7	1/3	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
11	หยิบตะกั่วชิ้นบนจุ่มฟลักซ์และวางลงบนสายเคเบิล (B)	JIG MICROSCOPE		1.2	1/2	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
12	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นบนวางลงบนสายเคเบิล (B)	JIG MICROSCOPE		1.2	1/2	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
13	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (B)	JIG , SOLDERING MACHINE		6.0	1/2	● ⇨ □ D ▽	NVA	Process
14	หยิบชิ้นงานออกจากตัวจับยึดชิ้นงาน			1.1	1/2	○ ➡ □ D ▽	N(NVA)	Motion

ขั้นตอน	กระบวนการผลิต	อุปกรณ์/เครื่องจักร	ระยะทาง	เวลา (s)	จำนวนคน	สัญลักษณ์	ประเภทของกิจกรรม	ความสูญเปล่า
15	วางชิ้นงานลงบน Strip insulation tool	STRIP TOOL		3.2	1/4		VA	Motion
16	ดึง Strip tool	STRIP TOOL		1.4	1/4		VA	Process
17	จุ่มชิ้นงานลงบนหม้อตะกั่ว	SOLDER POT		1.5	1/4		VA	Process
18	วางชิ้นงานในถาดใส่งาน			0.9	1/4		NVA	Motion
19	หยิบชิ้นงานจากถาดใส่งาน			0.8	1/4		NVA	Motion
20	วางชิ้นงานลงบนเครื่องตัด	CUTTING TOOL		3.4	1/4		NVA	Motion
21	ตัดกราวส์และตัวสื่อนำ			1.6	1/4		NVA	Process
22	หยิบชิ้นงานออก			0.7	1/4		NVA	Motion
23	ตัดแยกสายเคเบิลออกจากกัน 4 ชิ้นต่อหนึ่งแผง	CUTTING TOOL		3.6	1/3		VA	Process
24	ตรวจสอบลักษณะของชิ้นงาน	MICROSCOPE		3.2	1/3		N(NVA)	Process
25	วางชิ้นงานลงบนถาดใส่งาน			0.5	1/3		N(NVA)	Motion
26	หยิบตัวเชื่อม (Connector) ใส่ในตัวจับยึดชิ้นงาน (2 ชิ้น)	JIG		1.1	1		VA	Motion
27	วางตะกั่วลงบนตัวเชื่อม (Connector) (2 ชิ้น)	JIG MICROSCOPE		0.9	1		VA	Motion
28	วางสายเคเบิลลงบนตัวเชื่อม (Connector) (2 ชิ้น)	JIG MICROSCOPE		1.2	2		VA	Motion
29	จัดเรียงสายเคเบิล (2 ชิ้น)	JIG MICROSCOPE		1.5	1/2		VA	Motion
30	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.6	1/2		NVA	Motion
31	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (2 ชิ้น)	JIG SOLDERING MACHINE		6.6	1/2		VA	Process
32	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.5	1/2		NVA	Motion
33	ตรวจสอบลักษณะการเชื่อมของงาน	JIG MICROSCOPE		2.4	1/3		NVA	Motion
34	ซ่อมแซมการเชื่อมงานจากเครื่อง	IRON TIP		3.6	1/3		NVA	Process
35	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.6	1/3		NVA	Motion

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอน	กระบวนการผลิต	อุปกรณ์/เครื่องจักร	ระยะทาง	เวลา (s)	จำนวนคน	สัญลักษณ์	ประเภทของกิจกรรม	ความสูญเปล่า
36	ติดเทปลงบนตัวเชื่อม (Connector)	JIG MICROSCOPE		6.1	1/2	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
37	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.5	1/2	○ ➡ □ D ▽	NVA	Motion
38	ประกอบตัวครอบ	JIG MICROSCOPE		5.1	1/2	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
39	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			1.2	1/2	○ ➡ □ D ▽	VA	Motion
40	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (2 ชิ้นต่อจิ๊ก)	JIG SOLDERING MACHINE		6.5	1/2	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
41	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.5	1/2	○ ➡ □ D ▽	NVA	Motion
42	ตรวจสอบลักษณะการเชื่อมของงาน	JIG MICROSCOPE		1.9	1/5	● ⇨ □ D ▽	NVA	Motion
43	ซ่อมแซมการเชื่อมงานจากเครื่อง	IRON TIP		2.6	1/5	● ⇨ □ D ▽	NVA	Process
44	หยิบชิ้นงานออกจากจิ๊ก			0.8	1/5	● ⇨ □ D ▽	VA	Motion
45	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.5	1/5	○ ➡ □ D ▽	VA	Motion
46	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานกลับไปยังกระบวนการผลิตเริ่มต้น		1.5	1.0	1/5	○ ➡ □ D ▽	NVA	Motion
47	ทำความสะอาดชิ้นงาน			3.8	1/3	● ⇨ □ D ▽	N(NVA)	Motion
48	ลอกเทปส่วนเกิน			2.8	1/3	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
49	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.6	1/3	○ ➡ □ D ▽	VA	Motion
50	ตรวจสอบชิ้นงาน ลักษณะของสายเคเบิล	MICROSCOPE		5.4	1	● ⇨ □ D ▽	NVA	Process
51	ตรวจวัดขนาดของสายเคเบิล	DIM BORAD		1.4	1/2	● ⇨ □ D ▽	NVA	Process
52	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.5	1/2	○ ➡ □ D ▽	NVA	Process
53	ตรวจสอบขนาดชิ้นงาน	DIM BORAD		1.6	1/4	○ ⇨ ■ D ▽	VA	Process
54	ทดสอบผลิตภัณฑ์	MICROTEST		4.8	1/4	○ ⇨ ■ D ▽	VA	Process
55	ถอดชิ้นงาน			0.5	1/4	○ ⇨ ■ D ▽	VA	Process
56	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.3	1/4	○ ➡ □ D ▽	NVA	Motion
57	ตรวจสอบชิ้นงาน	MICROSCOPE		6.8	2	○ ⇨ ■ D ▽	VA	Process

	A: รวมจำนวนขั้นตอน	57		122.05		33						
	B: รวมขั้นตอนที่เกิดคุณค่า	20										
	% B : สัดส่วนของขั้นตอนที่เกิดคุณค่า = (B/A)x100%	35.08%										

ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ที่ภาคผนวก ก.

หมายเหตุ : VA คือ กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า

NVA คือ กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า

N (NVA) คือ กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า แต่จำเป็นต้องทำ

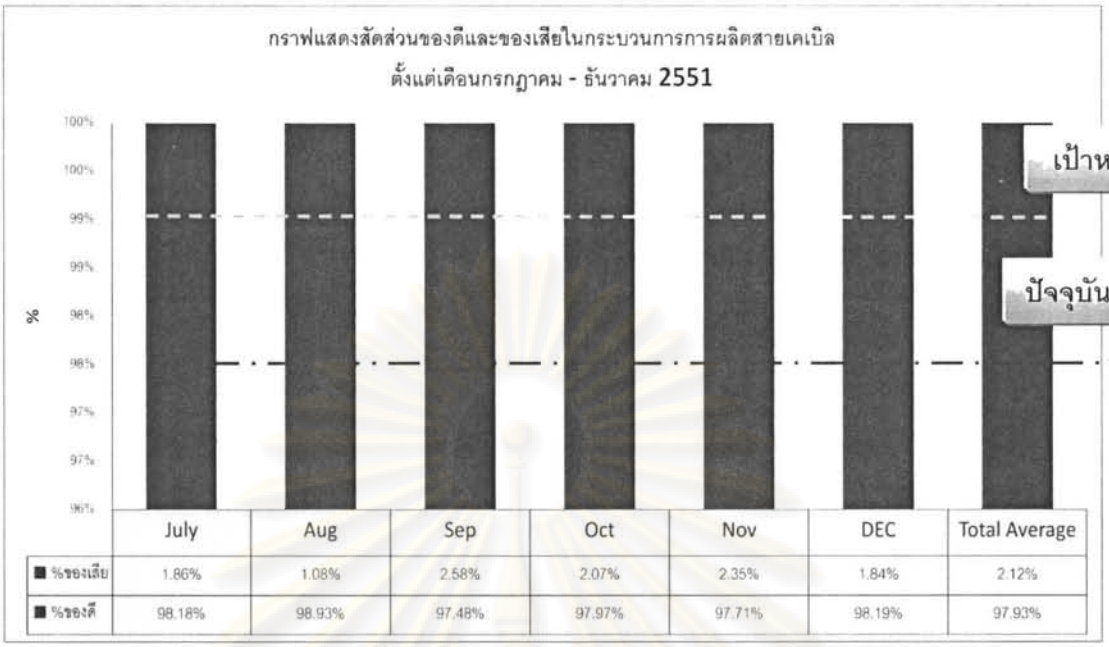
จำนวนคน 1/2 หมายถึง พนักงาน 1 คนปฏิบัติงาน 2 ขั้นตอน

เมื่อทำการวัดผลขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์รุ่น B-004 โดยพิจารณาในแต่ละขั้นตอนการผลิต ทำให้สามารถจำแนกประเภทของกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าออก มาได้ จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของกิจกรรมประเภทนี้มีสูงมากถึง 65% ของกิจกรรมทั้งหมด ซึ่งกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า นั้นซึ่งส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตต่ำลง ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปยังการลดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณ ค่าโดยการทำการวิเคราะห์กิจกรรมดังกล่าวเพื่อระบุประเภทของความสูญเปล่าและแก้ไขปัญหาด้วยการใช้ เครื่องมือของ ลีน ซิกซ์ซิกมา

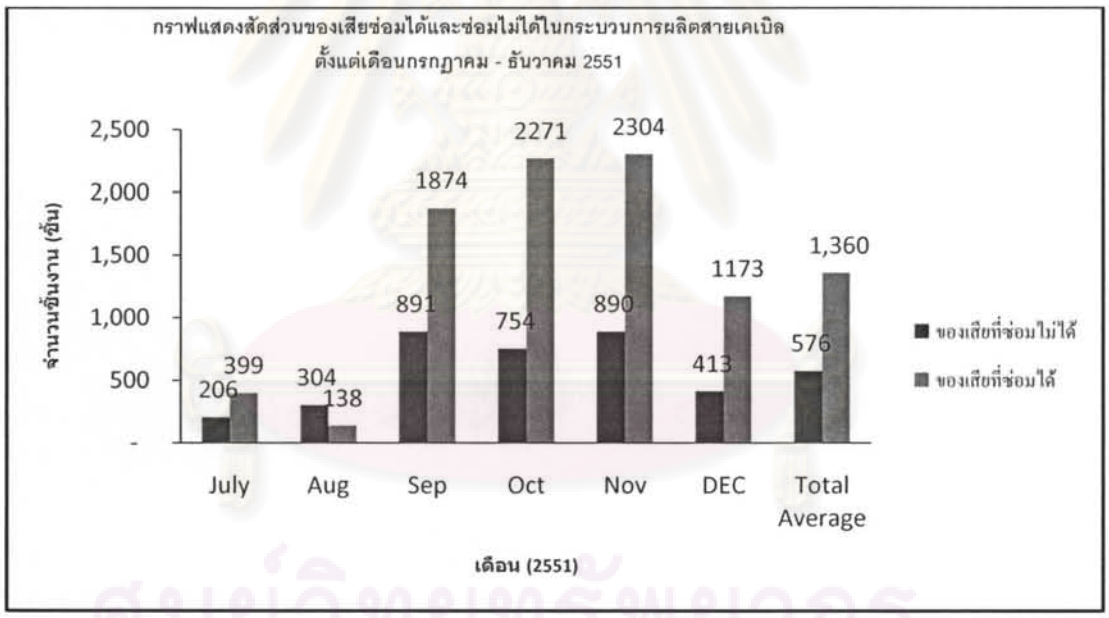
และในส่วนที่สองนั้นจะทำการศึกษาข้อมูลในส่วนกระบวนการผลิตสายเคเบิล ของโรงงานกรณีศึก ษาซึ่งพบว่ามีของเสียที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ย 2.12% ในกระบวนการเชื่อมกราวน์กับสายเคเบิลและการเชื่อมสายเคเบิลกับตัวเชื่อมจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องการลดของเสียดังกล่าวเพื่อเป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตสายเคเบิลซึ่งของเสียที่ได้กล่าวมานั้นสามารถอธิบายในขัดเจนดังนี้

จากกราฟจะแสดงของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสายเคเบิลโดยรวบรวมตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551พบว่ามีสัดส่วนของเสียโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.12% ดังแสดงในรูปกราฟรูปที่ 4.2 และมีอัตราของเสียนั้นมีทั้งซ่อมได้และซ่อมไม่ได้ ดังแสดงในรูปกราฟรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

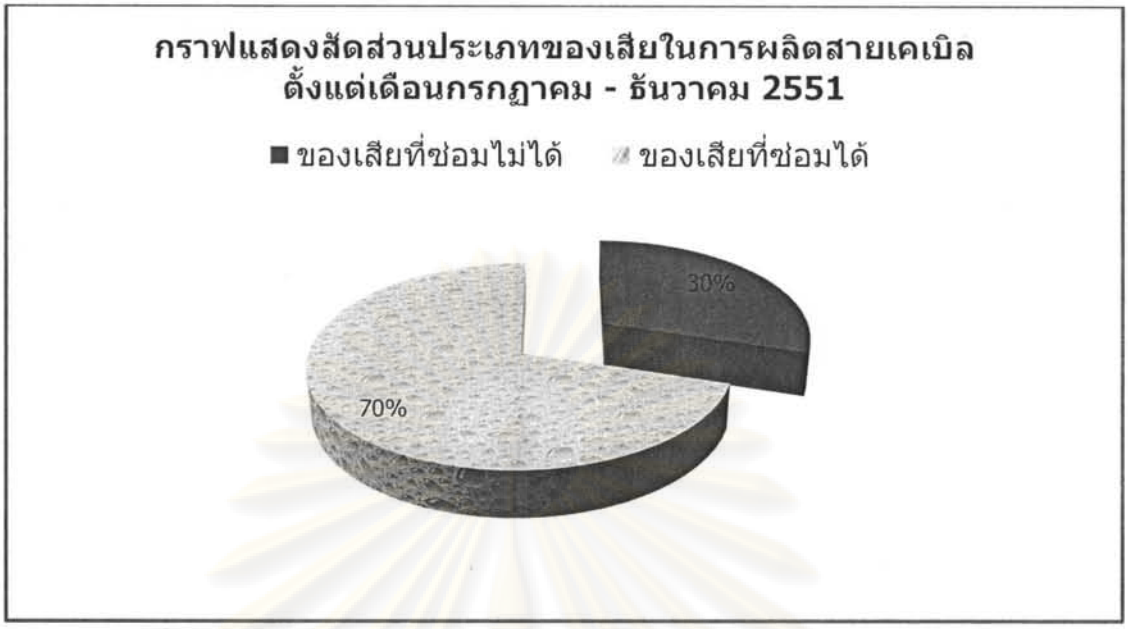


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของเสียต่อการผลิตตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551



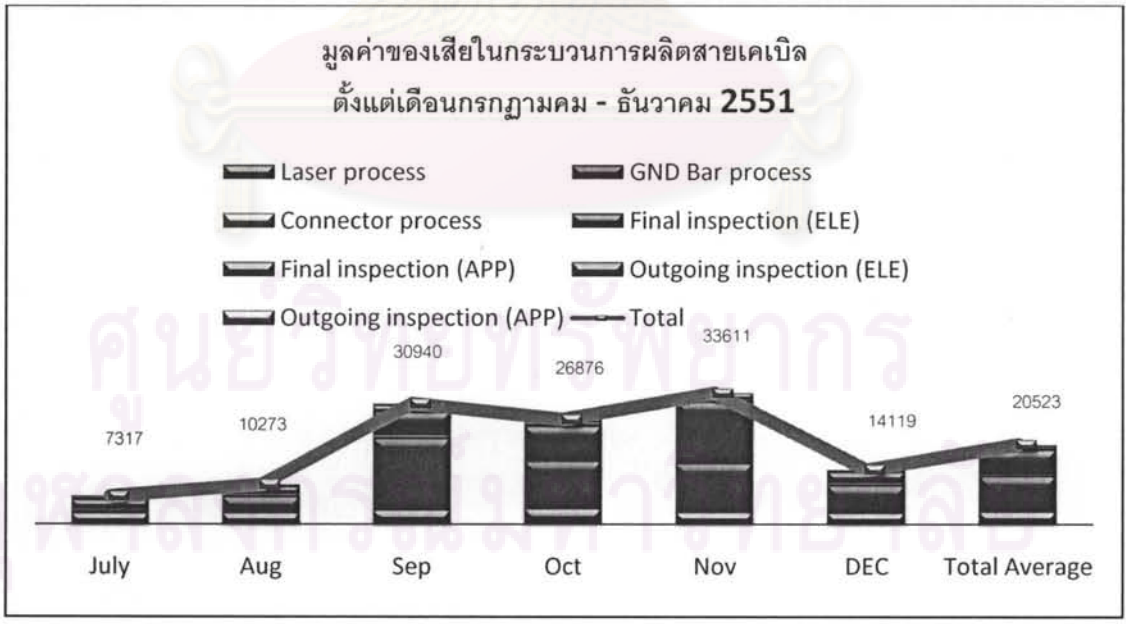
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียซ่อมได้และซ่อมไม่ได้ในกระบวนการผลิต
ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงสัดส่วนของเสียซ่อมได้และซ่อมไม่ได้ในกระบวนการผลิต ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551

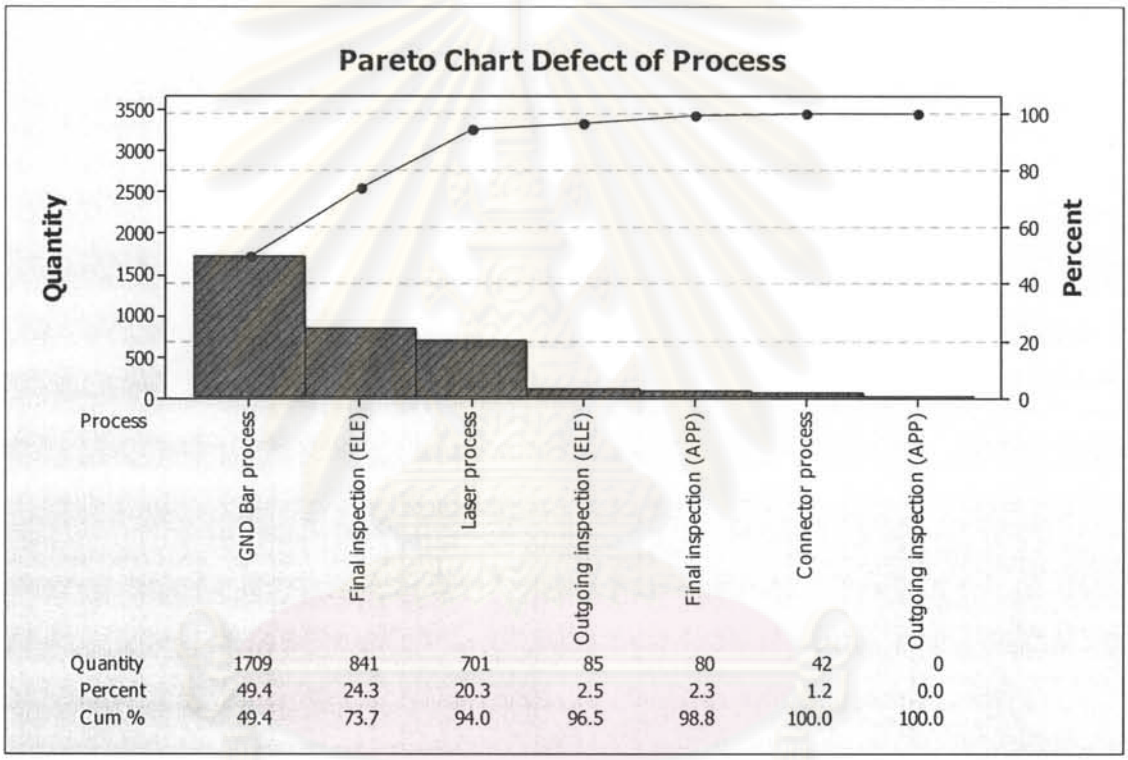
จากของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสายเคเบิล ก่อให้เกิดต้นทุนการผลิตในส่วนของค่าแรงและวัตถุดิบในการทิ้งชิ้นส่วน ซึ่งทำให้บริษัทต้องสูญเสียเงินเป็นจำนวนมาก เมื่อนำต้นทุนของเสียมาคิดเป็นมูลค่ารวมทั้งหมดที่บริษัทต้องสูญเสียทั้งหมดตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551 จะได้เท่ากับ 123,136 บาท ซึ่งคิดเป็นมูลค่าของเสียเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 20,523 บาท จากกราฟรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงมูลค่าของเสียในกระบวนการผลิตสายเคเบิลตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551

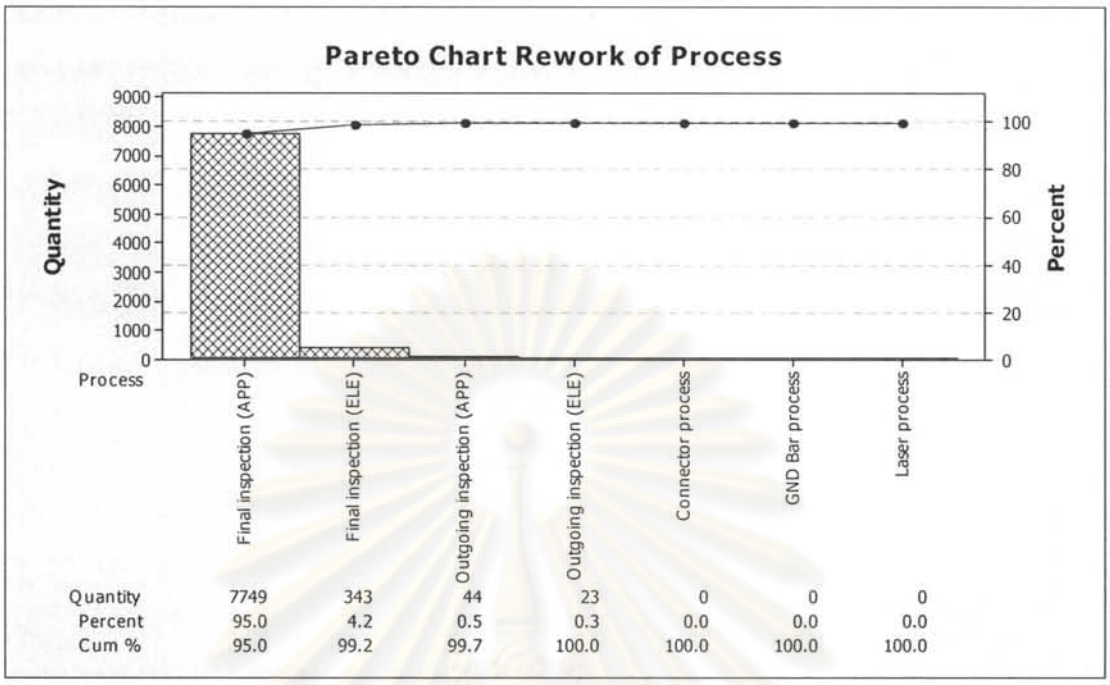
นำข้อมูลของเสียมาทำการวิเคราะห์โดยใช้กราฟพาเรโตจำแนกของเสียในแต่ละกระบวนผลิตออกเป็น 2 ประเภท

1. ข้อมูลของเสียที่ซ่อมไม่ได้ซึ่งแสดงดังกราฟรูปที่ 4.6 จากกราฟพบว่าเกิดของเสียที่กระบวนการเชื่อมกราวน์กับสายเคเบิล (GND Bar soldering process) และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ (Final inspection) ตามลำดับ
2. ข้อมูลของเสียที่ซ่อมได้ซึ่งแสดงดังกราฟรูปที่ 4.7 จากกราฟพบว่าเกิดของเสียที่กระบวนการ กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ (Final inspection : (Appearance)) สูงสุด



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงของเสียซ่อมไม่ได้ในกระบวนการผลิตสายเคเบิล
ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551

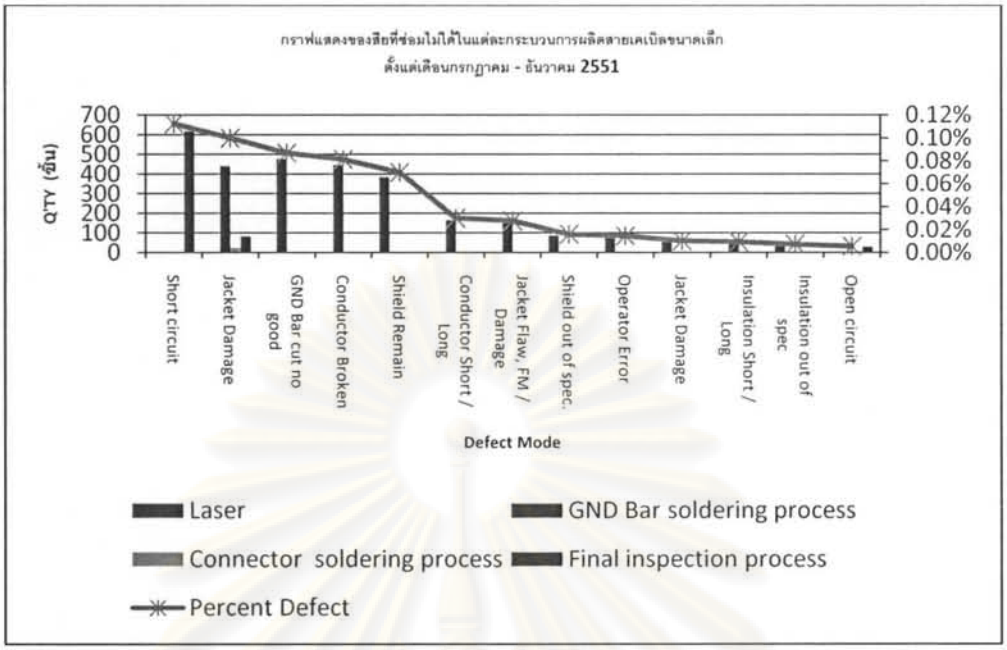
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



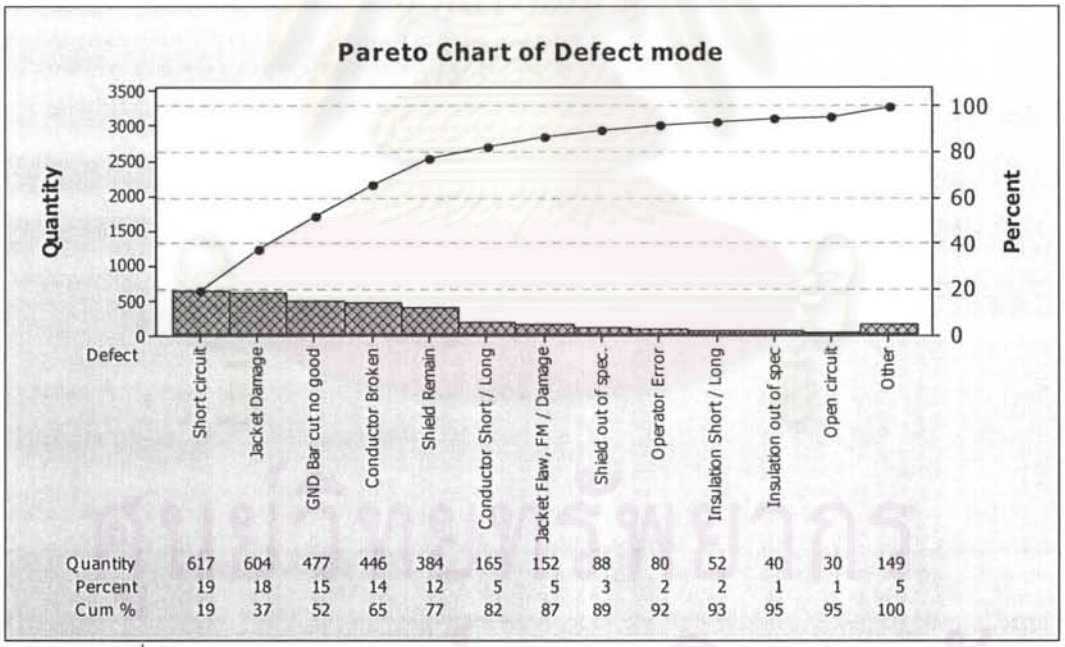
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงของเสียซ่อมได้ในกระบวนการผลิตสายเคเบิลตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551

จากข้อมูลของเสียในแต่ละกระบวนผลิต ที่เป็นของเสียที่ซ่อมไม่ได้ นำมาวิเคราะห์เพื่อหาปัญหา โดยแสดงดังรูปที่ 4.8 และการใช้แผนภาพพาเรโตเพื่อจำแนกและชี้ให้ชัดเจนว่าปัญหาหลักคืออะไร โดยแสดงดังรูปที่ 4.9 พบว่าปัญหาที่พบสูงสุดคือ ปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit)ที่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ (Final inspection) และทำการวิเคราะห์ในส่วนของมูลค่าของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละรายละเอียดของของเสีย โดยแสดงดังรูปที่ 4.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงรายละเอียดของเสียซ่อมไม่ได้ในกระบวนการผลิตสายเคเบิล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2551



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงรายละเอียดของเสียซ่อมไม่ได้ในกระบวนการผลิตสายเคเบิล

จะเห็นได้ว่าจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสายเคเบิล ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมถึงต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นด้วยดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าการศึกษาเรื่องการลดของเสียในกระบวนการผลิตสายเคเบิล จะมีประโยชน์ทั้งในด้านการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมถึงยังสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ด้วย

4.2 สรุปผลระยะการวัดผล

จากการกำหนดขอบเขตของงานวิจัยในบทที่ 1 และประกอบกับข้อมูลที่ได้ทำการศึกษากระบวน การผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก รุ่น B-004 ของโรงงานกรณีศึกษา จากการระดมสมองของทีมงาน เพื่อทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์รุ่น B-004 โดยพิจารณาในแต่ละ ขั้นตอนการผลิต ทำให้สามารถระบุประเภทของกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าออกมาได้ จะเห็นว่าสัดส่วนของกิจกรรมประเภทนี้มีสูงถึง 65% ของกิจกรรมทั้งหมด ซึ่งกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าจะส่งผลให้ประสทธิภาพในการผลิตต่ำลง และการศึกษาข้อมูลการผลิตของกระบวนการที่ทำให้เกิดของเสีย ซึ่งปัญหาหลักของของเสียที่เกิดขึ้นคือ ปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ซึ่งจะนำปัญหานี้ไปวิเคราะห์ต่อไปและทำการแก้ไข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ระยะการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

บทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลในโรงงากรณีศึกษาแล้วระยะนี้จะเป็นการวิเคราะห์สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวโดยกระบวนการหาสาเหตุหลักของปัญหาโดยอาศัยเครื่องมือด้านคุณภาพ ได้แก่ กราฟแสดงรอบเวลาการผลิตที่ทำให้เห็นความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และแผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause – and – effect diagram) ใช้เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าการเกิดของเสียจากการผลิตสายเคเบิลและแผนภาพพาเรโต (Pareto diagram) ใช้แสดงระดับคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามจากการให้คะแนน เพื่อคัดเลือกไปพิจารณาหาวิธีการแก้ไขและนำหลักการของ 5 W1H มาวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าในส่วนของกระบวนการผลิต

5.1 วิเคราะห์ความสูญเปล่า 7 ประการ

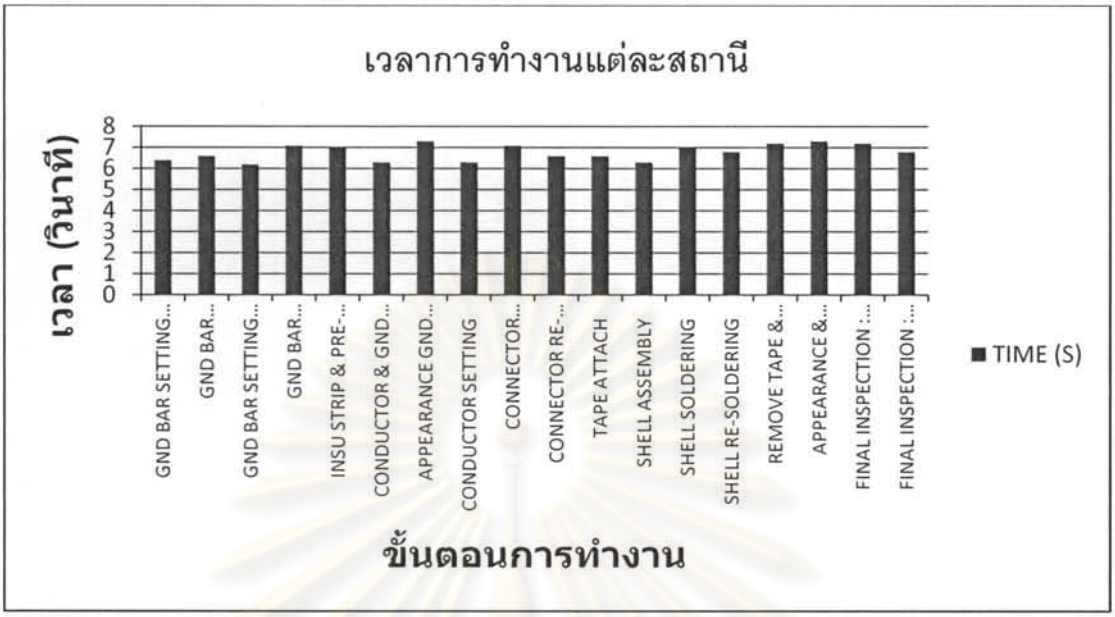
1. ความสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินไป (Over production)

ทำการศึกษาจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ B-004 ในแต่ละขั้นตอน พบว่ารอบระยะเวลาการผลิตในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากันทำให้มีงานในขั้นตอนก่อนหน้ามาค้างอยู่ จนส่งผลให้เกิด WIP (Work in process) มากถึง 656 ชิ้น ซึ่งดูจากรูปที่ 4.1 การแสดงผังสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 พบว่าในขั้นตอนการตัดขนาดสื่อตัวนำและแผ่นกราวส์ตามขนาด (CONDUCTOR & GND BAR CUTTING) สามารถผลิตชิ้นงานได้ 4354 ชิ้น และในขั้นตอนการการตรวจสอบลักษณะและขนาด (APPEARANCE GND BAR) สามารถผลิตชิ้นงานได้ 3698 ชิ้น

2.ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting)

ทำการศึกษาจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ B-004 ในแต่ละขั้นตอนพบว่ารอบระยะเวลาการผลิตในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากันทำให้มีงานในขั้นตอนก่อนหน้ามาค้างอยู่ จนส่งผลให้เกิดการรอคอยหรือเกิดคอขวดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งแสดงดังกราฟรูปที่ 5.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 แสดงเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน

สามารถประเมินผลการจัดสมดุลของกระบวนการผลิตโดยทำการวัดประสิทธิภาพของสายการผลิต คือ

$$\text{ประสิทธิภาพของสายการผลิต} = \frac{\text{ผลรวมของเวลางานทั้งหมด} \times 100}{\text{รอบเวลาการผลิต} \times \text{จำนวนสถานีงาน}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพของสายการผลิต} = \frac{122.05 \times 100}{7.3 \times 18}$$

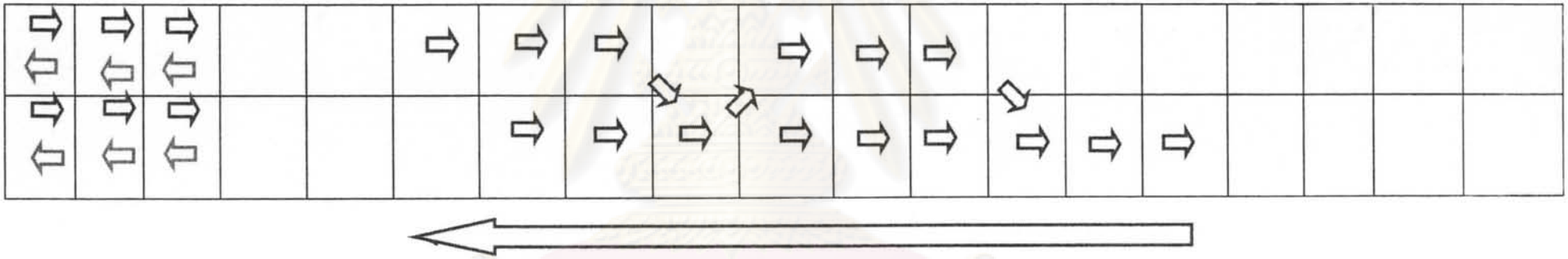
ประสิทธิภาพของสายการผลิต = 92.88 %

3.**ความสูญเปล่าจากการขนส่ง** (Transportation)

การศึกษาปัญหาด้านการขนส่งในกระบวนการผลิต โดยศึกษาจากแผนผังลักษณะการไหล Process Activity Mapping พบขั้นตอนของการส่งตัวจับยึดชิ้นงาน (Jig) กลับไปยังกระบวนการผลิตเริ่มต้น เป็นระยะทางไกล 1.5 เมตร ขั้นตอนนี้ขั้นตอนเดียวเท่านั้นที่มีการขนส่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GND BAR SETTING (A)	GND BAR SETTING (A)	GND BAR SOLDERING(A)			CONDUCTOR SETTING	CONDUCTOR SETTING	CONDUCTOR SETTING		CONNECTOR RE-SOLDERING	ATTACH TAPE	SHELL ASSEMBLY			CLEANING & REMOVE TAPE	CLEANING & REMOVE TAPE	DIMENSION		APPEARANCE
GND BAR SETTING (B)	GND BAR SETTING (B)	GND BAR SOLDERING(B)	INSULATION STRIP & PRE-SOLD	GND BAR & CONDUCTOR CUTTING	GND BAR APPEARANCE	CONDUCTOR SETTING	CONDUCTOR SETTING	CONDUCTOR SOLDERING	CONNECTOR RE-SOLDERING	ATTACH TAPE	SHELL ASSEMBLY	SHELL SOLDERING	SHELL SOLDERING	SHELL RE-SOLDERING	CLEANING & REMOVE TAPE	APPEARANCE	ELETRIC INSPECTION	APPEARANCE



รูปที่ 5.2 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตในการส่งตัวจับยึดชิ้นงาน

จากรูปที่ 5.2 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตในการส่งตัวจับยึดชิ้นงาน (Jig) จะเห็นว่าต้องเสียเวลาในการส่งตัวจับยึดชิ้นงาน (Jig) ในกระบวนการผลิต จากกระบวนการ Conductor soldering ถึงกระบวนการ Shell re-soldering เป็นระยะทาง 1.5 เมตร ขั้นตอนนี้เป็นเพียงขั้นตอนเดียวที่เสียเวลาในการส่งตัวจับยึดชิ้นงานกลับไปยังกระบวนการผลิตเริ่มต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น (Excess Inventory)

การศึกษาปัญหาในด้านการจัดเก็บสินค้าคงคลังของผลิตภัณฑ์นั้น จะมุ่งเน้นที่การจัดเก็บวัตถุดิบที่ใช้ระหว่างกระบวนการผลิต เมื่อมีคำสั่งผลิตออกมาแล้ว แผนกวางแผนการผลิตจะมีการกำหนดแผนว่าการผลิตจะเริ่มต้นเมื่อใดและทางฝ่ายผลิตจะเริ่มมีการเบิก-จ่ายวัตถุดิบเพื่อเตรียมใช้งานในการผลิต เพื่อให้พร้อมที่จะผลิตได้ตลอดเวลา โดยจะทำการเบิกวัตถุดิบล่วงหน้าเป็นเวลา 2-3 วันก่อนมีการผลิตจริง ซึ่งหากมีการวางแผนการผลิตที่ต่อเนื่องแล้ว ก็จะส่งผลให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการจัดเก็บวัตถุดิบตามมา

5.ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

การศึกษาความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมในกระบวนการผลิต จะทำการศึกษาเป็นสองแนวทาง คือกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม และกระบวนการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสม ซึ่งมีปัญหาความสูญเปล่าดังนี้

- ความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม

การศึกษาปัญหาด้านกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสมในกระบวนการผลิต โดยศึกษาจากเครื่องมือ Process Activity Mapping ตามตารางที่ 5.1 จะพบขั้นตอนการผลิตที่ไม่ได้สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ 3 กระบวนการผลิต 9 ขั้นตอนดังนี้ (ไม่รวมการรอคอย และการเคลื่อนย้ายที่มีระยะทางไกลเนื่องจากจะไปอยู่ในส่วนของความสูญเปล่าจากการอคอย และการขนส่ง)

ตารางที่ 5.1 แสดงความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม

Item	Process	Time (s)
1	GND Bar appearance ตรวจสอบลักษณะของกราวน์ที่เชื่อมติดกับสายเคเบิล	7.3
2	Connector re-soldering การซ่อมงานหลังจากเชื่อมสายเคเบิลกับตัวเชื่อม	6.6
3	Shell re-soldering การซ่อมงานหลังจากเชื่อมตัวกราวน์กับตัวเชื่อม	6.8

- ความสูญเปล่าจากกระบวนการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสม

พบว่ามีขั้นตอนในการตรวจสอบ 100 % ของงานระหว่างทำและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป จัดเป็นความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการทำงาน มี 3ขั้นตอนในการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสมซึ่งแสดงดังตารางที่ 5.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 แสดงความสูญเปล่าจากการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสม

Item	Process	Time (s)
1	Appearance & Dimension ตรวจสอบลักษณะและขนาดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป	7.3
2	Final inspection ตรวจสอบขนาดและ ผลการใช้งานทางไฟฟ้า	7.2
3	Final inspection ตรวจสอบลักษณะและขนาด	6.8

จากการศึกษาความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสมจากกระบวนการผลิตจากการตรวจสอบชิ้นงาน จากนั้นจึงใช้หลักการ 5W + 1H ในการตั้งคาถามเพื่อหาสาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหา ของขั้นตอนการตรวสอบดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.3 การใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H เพื่อหาความจำเป็นของขั้นตอนการตรวจสอบลักษณะและขนาดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในกระบวนการผลิต (Appearance & Dimension)

ประเภท	คำถาม	ประเด็นพิจารณา	คำตอบ	ข้อมูลแนวทางการปรับปรุง
1.เป้าหมาย	What?	กำลังทำ "อะไร" อยู่ ทำไมต้องทำ	ตรวสอบลักษณะและขนาดของผลิตภัณฑ์	จำเป็น เพื่อยืนยันคุณภาพก่อนส่งไปตรวจสอบ
2.วัตถุประสงค์	Why?	"ทำไม" งานนั้นจึงต้องทำ ควรต้องทำหรือ	ตรวจสอบคุณภาพลักษณะภายนอกและขนาดของผลิตภัณฑ์	**ยกเลิกการตรวจสอบหลังการประกอบให้มีการตรวจสอบเฉพาะก่อนการส่งมอบให้ลูกค้า**
3.สถานที่	Where?	ทำงานอยู่ "ที่ไหน" ทำไมทำที่นั้น	กระบวนการตรวสอบลักษณะและขนาดของผลิตภัณฑ์	ตรวจสอบก่อนการส่งมอบก็ได้
4.ลำดับขั้น	When?	ทำไม "เมื่อไร" ทำไมต้องทำตอนนั้น	หลังการประกอบชิ้นงานเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป	หลังจากการผลิตเสร็จก็ได้
5.คน	Who?	"ใคร" เป็นผู้นำ ทำไมต้องเป็นคนนั้น	พนักงานตรวจสอบ	พนักงานตรวจสอบ
6.วิธีการ	How?	ทำไม "อย่างไร" ทำไมต้องทำเช่นนั้น	ใช้กล้องขายาย 10 เท่าและ Dimension board	ต้องการความละเอียดถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.4 การใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H เพื่อหาความจำเป็นของขั้นตอนการตรวจสอบขนาดและการทดสอบการใช้งานทางไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์ (Final Inspection : Electric)

ประเภท	คำถาม	ประเด็นพิจารณา	คำตอบ	ข้อมูลแนวทางการปรับปรุง
1.เป้าหมาย	What?	กำลังทำ "อะไร" อยู่ ทำไมต้องทำ	ตรวจสอบขนาดและการทดสอบการใช้งานทางไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์	จำเป็น เพื่อยืนยันคุณภาพก่อนส่งไปตรวจสอบในกระบวนการตรวจสอบก่อนการส่งมอบลูกค้า
2.วัตถุประสงค์	Why?	"ทำไม" งานนั้นจึงต้องทำ ควรต้องทำหรือ	ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์	**ยกเลิกการตรวจสอบหลังการประกอบให้มีการตรวจสอบเฉพาะก่อนการส่งมอบให้ลูกค้า**
3.สถานที่	Where?	ทำงานอยู่ "ที่ไหน" ทำไมทำที่นั้น	กระบวนการตรวจสอบขนาดและการทดสอบการใช้งานทางไฟฟ้าของผลิตภัณฑ์	ตรวจสอบก่อนการส่งมอบก็ได้
4.ลำดับขั้น	When?	ทำไม "เมื่อไร" ทำไมต้องทำตอนนั้น	หลังตรวจสอบลักษณะและขนาดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป	ตรวจสอบก่อนการส่งมอบก็ได้
5.คน	Who?	"ใคร" เป็นผู้นำ ทำไมต้องเป็นคนนั้น	พนักงานตรวจสอบ	พนักงานตรวจสอบ
6.วิธีการ	How?	ทำไม "อย่างไร" ทำไมต้องทำเช่นนั้น	Dimension board & Micro test machine	ต้องการความละเอียดถูกต้อง

ตารางที่ 5.5 การใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H เพื่อหาความจำเป็นของขั้นตอนการตรวจสอบขนาดลักษณะของผลิตภัณฑ์ (Final Inspection : Appearance)

ประเภท	**คำถาม**	**ประเด็นพิจารณา**	**คำตอบ**	**ข้อมูลแนวทางการปรับปรุง**
1.เป้าหมาย	What?	กำลังทำ "อะไร" อยู่ ทำไมต้องทำ	ตรวจสอบลักษณะของผลิตภัณฑ์	จำเป็น เพื่อยืนยันคุณภาพก่อนส่งไปตรวจสอบในกระบวนการตรวจสอบก่อนการส่งมอบลูกค้า
2.วัตถุประสงค์	Why?	"ทำไม" งานนั้นจึงต้องทำ ควรต้องทำหรือ	ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์	**ยกเลิกการตรวจสอบหลังการประกอบให้มีการตรวจสอบเฉพาะก่อนการส่งมอบให้ลูกค้า**
3.สถานที่	Where?	ทำงานอยู่ "ที่ไหน" ทำไมทำที่นั้น	กระบวนการตรวจสอบลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์	ตรวจสอบก่อนการส่งมอบก็ได้
4.ลำดับขั้น	When?	ทำไม "เมื่อไร" ทำไมต้องทำตอนนั้น	หลังตรวจสอบลักษณะของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป	ตรวจสอบก่อนการส่งมอบก็ได้
5.คน	Who?	"ใคร" เป็นผู้นำ ทำไมต้องเป็นคนนั้น	พนักงานตรวจสอบ	พนักงานตรวจสอบ
6.วิธีการ	How?	ทำไม "อย่างไร" ทำไมต้องทำเช่นนั้น	ใช้กล้องขยาย 10 เท่า	ต้องการความละเอียดถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม (Extra Motion)

การศึกษาปัญหาด้านการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสมในกระบวนการผลิต โดยศึกษาจากเครื่องมือ Process Activity Mapping ตามตารางที่5.7 จะพบขั้นตอนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าทั้งหมด 33 ขั้นตอน

ตารางที่ 5.7 ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า

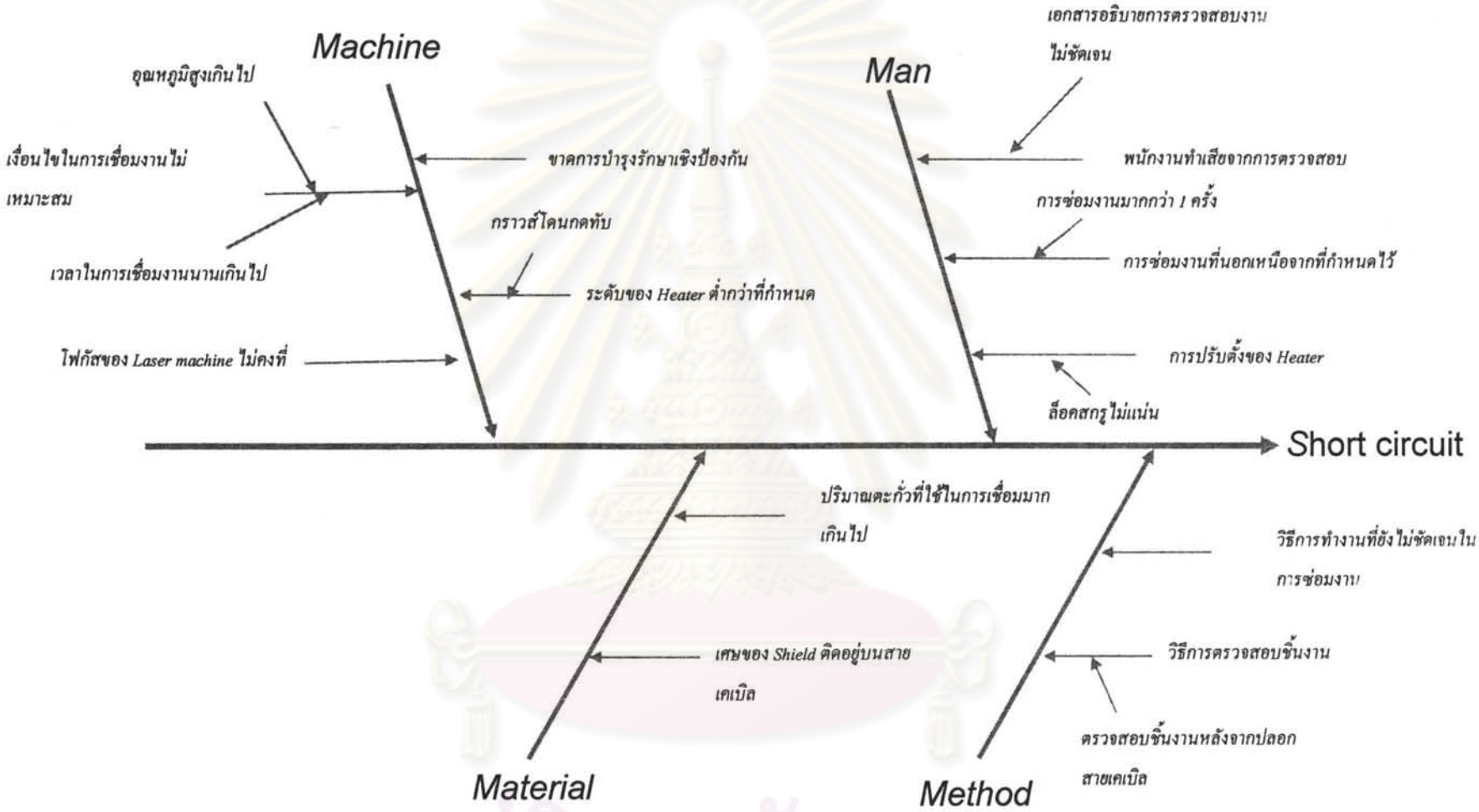
ขั้นตอน	กระบวนการผลิต	เวลา (วินาที)
1	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นล่างวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (A)	1.1
2	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (A)	1.4
3	วางสายเคเบิลลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน และจัดเรียงสายเคเบิล (A)	1.8
4	หยิบตะกั่วชิ้นบนจุ่มฟลักซ์และวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (A)	1.3
5	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นบนวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (A)	0.8
6	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (A)	5.4
7	หยิบชิ้นงานออกจากตัวจับยึดชิ้นงาน	1.2
8	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นล่างวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (B)	0.8
9	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (B)	1.3
10	วางสายเคเบิลลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน และจัดเรียงสายเคเบิล (B)	1.7
11	หยิบตะกั่วชิ้นบนจุ่มฟลักซ์และวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (B)	1.2
12	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นบนวางลงบนตัวจับยึดชิ้นงาน (B)	1.2
13	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (B)	5.95
15	หยิบชิ้นงานออกจากตัวจับยึดชิ้นงาน	1.1
19	วางชิ้นงานในถาดใส่งาน	0.9
20	หยิบชิ้นงานจากถาดใส่งาน	0.8
21	วางชิ้นงานลงบนเครื่องตัด	3.4
22	ตัดกราวส์และตัวสื่อนำ	1.6
23	หยิบชิ้นงานออก	0.7
26	วางชิ้นงานลงบนถาดใส่งาน	0.5
31	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.6
33	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.5
36	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.6
38	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.5

ขั้นตอน	กระบวนการผลิต	เวลา (วินาที)
40	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	1.2
42	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.5
45	หยิบชิ้นงานออกจากตัวจับยึดชิ้นงาน	0.8
46	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.5
47	ส่งตัวจบยึดชิ้นงานกลับไปยังกระบวนการผลิตเริ่มต้น	1.0
48	ทำความสะอาดชิ้นงาน	3.8
50	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.6
53	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.5
56	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.3

7.ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง (Defect)

กระบวนการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของความสูญเปล่าจากข้อบกพร่องได้นำเครื่องมือที่ชื่อว่าแผน ผังแสดงสาเหตุและผล (Cause-and-effect-diagram) หรือแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) มาช่วยในการแสดงสาเหตุของปัญหา โดยอาศัยการระดมสมองภายในทีมงานที่จัดตั้งขึ้น ซึ่งแสดงผลดังรูปที่ 5.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.3 แผนผังแสดงสาเหตุและผลของปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลจากการระดมสมองที่ระดมสมองที่แสดงไว้ในแผนผังแสดงเหตุและผลในรูปที่ 5.3 มีรายละเอียดดังนี้

1.) วัตถุดิบ

ปริมาณตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมมากเกินไป ทำให้เกิดตะกั่วเชื่อมติดระหว่างสายเคเบิล พนักงานอาจจะมองไม่เห็นหรือไม่ได้ทำการซ่อมงาน

เศษของ Shield ที่ติดอยู่บนสายเคเบิล พนักงานมองไม่เห็นเศษ Sheild ที่ติดอยู่กับสายเคเบิลในกระบวนการตรวจสอบการปลอกสายไฟ

2.) วิธีการ

วิธีการที่ยังไม่ชัดเจนในการซ่อมงาน หมายถึง เอกสารในการกำหนดวิธีการซ่อมงานไม่ได้กำหนดจำนวนครั้งในการซ่อมแซมงาน

วิธีการตรวจสอบชิ้นงาน ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานหลังการปลอกสายไฟ

ตรวจสอบชิ้นงานหลังจากปลอกสายเคเบิล คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานนั้น พนักงานไม่สามารถมองเห็นเศษของ Shield wire ที่มีขนาดเล็กมากตามช่องระหว่างสายเคเบิล

3.) คน

พนักงานทำงานเสียจากการตรวจสอบ

เอกสารอธิบายการตรวจสอบชิ้นงานยังไม่ชัดเจน คือ ไม่ได้ระบุการตรวจสอบลักษณะของกราวส์หลังจากการซ่อมแซมงาน

การเชื่อมงานที่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้

การเชื่อมงานมากกว่า 1 ครั้ง คือ มีการเชื่อมงานในกระบวนการสายเคเบิลเข้ากับกราวส์มากกว่า 1 ครั้ง ทำให้เกิดกราวส์กดทับสายเคเบิล ภายในสายเคเบิลเสียหาย

การปรับตั้งของ Heater

ล็อคสกรูไม่แน่น คือ ในการปรับแต่งเครื่อง ช่างเทคนิคนั้นล็อคสกรูไม่แน่น ทำให้ระดับของ Heater นั้นสามารถเลื่อนต่ำลงกว่าที่กำหนดไว้ ส่งผลให้เกิด GND Bar โดนกดทับสายเคเบิล

4.) เครื่องจักร

เงื่อนไขในการเชื่อมงานไม่เหมาะสม

อุณหภูมิสูงเกินไป คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการเชื่อมงานอาจยังไม่เหมาะสม ช่วงอุณหภูมิที่กำหนดไว้นั้นกว้างเกินไป อุณหภูมิ ± 20°

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เวลาในการเชื่อมงานนานเกินไป คือ เวลาในการเชื่อมงานนั้นอาจยังไม่เหมาะสม ช่วงของเวลาที่กำหนดไว้นั้นกว้างเกินไป

โฟกัสของ Laser machine ไม่คงที่คือการทำความสะอาดของเลนส์ในเครื่อง laser นั้นมีผลกับโฟกัสของ Laser machine ซึ่งถ้าพบว่าตัวเลนส์นั้นสกปรก ก็จะทำให้แสงของเลเซอร์นั้นไม่คงที่

ขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ระยะ Heater ที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ คือ เกิดจากการปรับแต่งเครื่องของช่าง

5.2แบบสอบถาม

ในการระดมสมองของทางทีมผู้วิจัยได้ทำแบบสอบถามเพื่อสำรวจหาสาเหตุหลักของปัญหาโดยพิจารณาจากแผนผังแสดงสาเหตุและผลที่ได้จากการระดมสมอง โดยนำสาเหตุเหล่านั้นมาแสดงในแบบ สอบถาม (ภาคผนวก ก) แล้วให้ทีมงานแต่ละคนเป็นผู้ให้คะแนนที่แสดงถึงปัญหาของการ Short circuit ของสายเคเบิลรุ่น B-004 โดยเกณฑ์ในการให้คะแนนคือ 0-10 โดย

0 หมายถึง ไม่มีผลต่อปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร Short circuit ของสายเคเบิลรุ่น B- 004

10 หมายถึง มีผลต่อปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร Short circuit ของสายเคเบิลรุ่น B-004 มากที่สุด

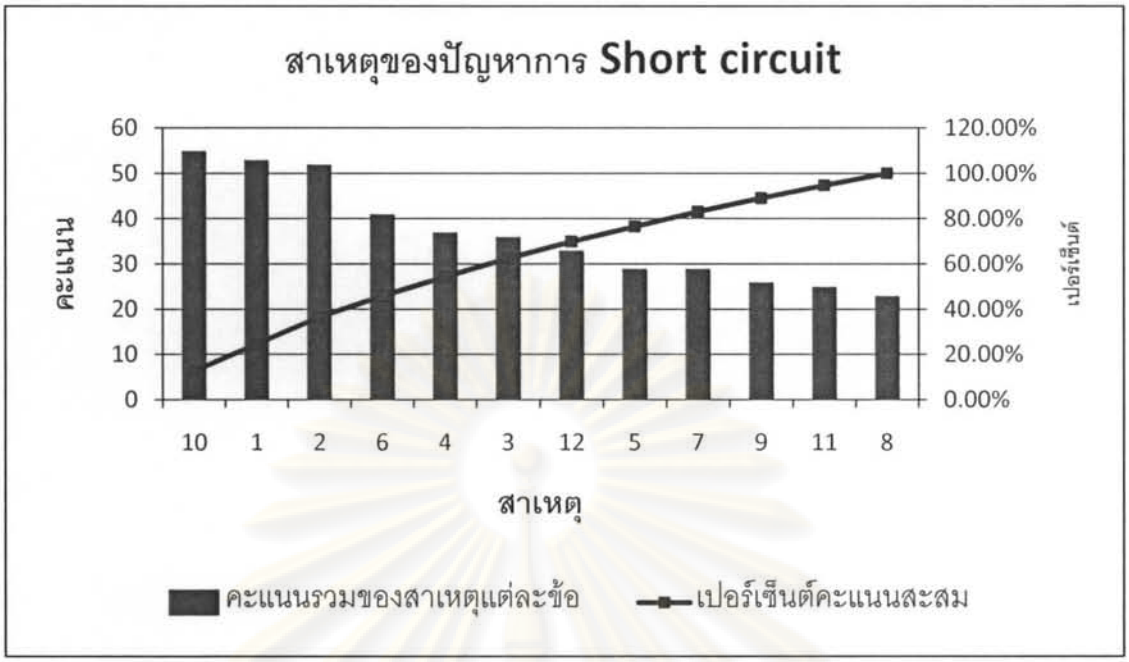
ถ้าคะแนนรวมยิ่งมากนั้น แสดงว่าสาเหตุนั้นส่งผลกระทบต่อปัญหามาก ซึ่งผลการให้คะแนนแสดงดังตารางที่ 5.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

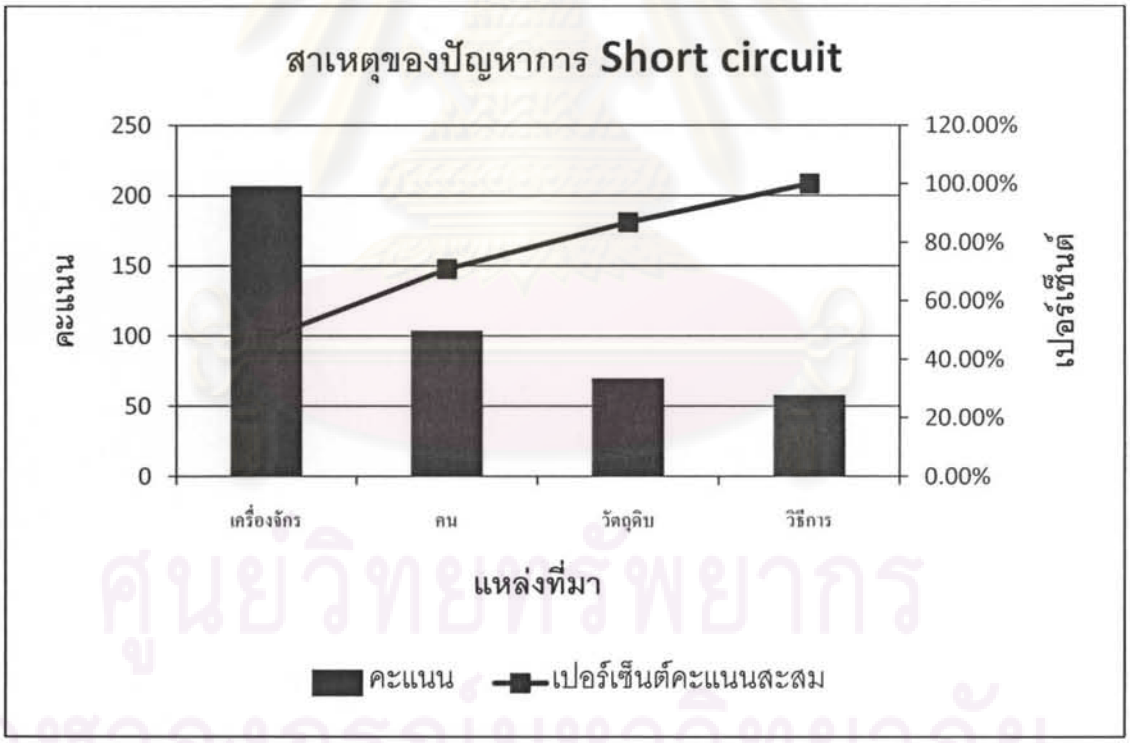
ตารางที่ 5.7 ผลการให้คะแนนปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ของสายเคเบิลรุ่น B-004 ของทีมงาน (ภาคผนวก ข)

กลุ่มสาเหตุ	หมายเลข	สาเหตุของปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร Short circuit	คะแนน								
			ผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้	ผู้ปฏิบัติงานขาดทักษะ	ผู้ปฏิบัติงานขาดความรอบคอบ	ผู้ปฏิบัติงานขาดความระมัดระวัง	ขาดการตรวจสอบ	ขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	ขาดการควบคุมดูแล	รวม	กลุ่มสาเหตุหลัก
ขาดการบำรุงรักษา	1	อุณหภูมิของเครื่องเชื่อมงานสูงเกินไป	8	8	7	8	7	7	8	53	207
	2	เวลาของเครื่องเชื่อมงานนานเกินไป	7	8	9	8	8	6	6	52	
	3	โฟกัสของเครื่อง Laser ไม่คงที่	5	6	5	5	6	4	5	36	
	4	กราวส์โดนกดทับ	6	6	5	5	5	5	5	37	
	5	ขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	4	3	5	4	4	4	5	29	
ปริมาณตะกั่ว	6	ปริมาณตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมมากเกินไป	6	6	7	5	5	6	6	41	70
	7	เศษของ Shield ที่ติดอยู่บนสายเคเบิล	4	5	4	5	4	4	3	29	
คน	8	เอกสารอธิบายการตรวจสอบชิ้นงานยังไม่ชัดเจน	3	4	3	3	3	4	3	23	104
	9	การเชื่อมงานมากกว่า 1 ครั้ง	3	4	5	4	3	4	3	26	
	10	ล็อคสกรูไม่แน่น	7	8	7	8	8	8	9	55	
ระบบ	11	วิธีการที่ยังไม่ชัดเจนในการซ่อมงาน	3	4	5	4	4	3	2	25	58
	12	ตรวจสอบชิ้นงานหลังจากปลอกสายเคเบิล	4	6	5	3	5	5	5	33	

จากผลการให้คะแนนปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit)สามารถสรุปคะแนนแต่ละสาเหตุของปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ได้ดังแสดงในรูปที่ 5.4 และสรุปสาเหตุแยกตามแหล่งที่มาได้ดังแสดงในรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.4 แผนภาพแสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบถามสมาชิกในทีมงานถึงสาเหตุของการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit.)



รูปที่ 5.5 แผนภาพแสดงถึงสาเหตุของการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร Short circuit จากแหล่งที่มาต่างๆ

จากรูปที่แสดงว่าสาเหตุหลักของปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ได้แก่ เครื่องจักรสูงเป็นอันดับแรก คิดเป็น 47 % รองลงมาคือ คน วัตถุดิบ และ วิธีการ

ในการคัดเลือกสาเหตุที่สำหรับนำไปหาวิธีการแก้ปัญหาโดยจะพิจารณาจากค่าคะแนนสูงสุด 4 อันดับแรกที่ได้จากการะดมสมอง แสดงดังตาราง 5.8

ตารางที่ 5.8 ผลการคัดเลือกสาเหตุที่ได้จากการระดมสมองของทีมงาน สำหรับนำไปแก้ปัญหา

ปัญหา	สาเหตุของปัญหา	คะแนน
การเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit)	อุณหภูมิของการเชื่อมงานของเครื่อง	53
	เวลาในการเชื่อมงานของเครื่อง	52
	ระดับความสูงของ Heater tip	55
	ปริมาณของตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงาน	41

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 สรุปผลระยะการวิเคราะห์สภาพของปัญหา

จากการวิเคราะห์สภาพของปัญหาทางผู้วิจัยและทีมงานพบว่า เราสามารถจำแนกกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิด มูลค่าโดยแบ่งความสูญแปล่าออกเป็น 7 ประการ (7 waste) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 แสดงการจัดแบ่งตามประเภทของความสูญเสียทั้ง 7 ประการ

ลำดับที่	ชนิดของความสูญเปล่า	รายละเอียด
1	ความสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินไป	พบว่าเกิด WIP (Work in process) มากถึง 656 ชิ้น
2	ความสูญเปล่าจากการรอคอย	พบว่ารอบระยะเวลาการผลิตในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากันทำให้มีงานในขั้นตอนก่อนหน้ามาค้างอยู่ จนส่งผลให้เกิดการรอคอยและประสิทธิภาพของสายการผลิต = 92.88 %
3	ความสูญเปล่าจากการขนส่ง	พบว่าขั้นตอนการส่งตัวจับยึดชิ้นงาน(Jig)กลับไปยังกระบวนการผลิตเริ่มต้น เป็นระยะไกล 1.5 เมตร
4	ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น	มีการจัดเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตล่วงหน้า 2-3 วัน จึงต้องมีพื้นที่สำหรับจัดเก็บวัตถุดิบก่อนการผลิต
5	ความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม	5.1 เกิดความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม ทั้งหมด 9 ขั้นตอน 5.2 เกิดความสูญเปล่าจากกระบวนการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสม ซึ่งพบการตรวจสอบ 100% จากการตรวจสอบระหว่างการทำงานและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ทั้งหมด 3 ขั้นตอน
6	ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม	พบขั้นตอนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าทั้งหมด 33 ขั้นตอน
7	ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง	พบว่าข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นคือการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit)

ทางผู้วิจัยและทีมงานจะนำข้อมูลจากการวิเคราะห์หาสาเหตุจากสภาพของปัญหาเพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงในแต่ละชนิดของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในบทต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา

หลังจากที่ค้นพบสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ในระยะนี้จะทำการระดมสมองจากทีมงานพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาแต่ละสาเหตุ

6.1 วิธีการแก้ปัญหาแต่ละสาเหตุ

จากสาเหตุที่ได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่สรุปได้จากระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหานั้นทีมงานได้ทำการระดมสมองถึงวิธีการแก้ไขปัญหา ซึ่งได้ผลการสรุปออกมาดังรูปที่ 6.1 โดยจะทำการแก้ไขปัญหาใน 4 ส่วนหลักคือ

6.1.1การออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS เพื่อลดความสูญเปล่าจาก

(ก) ขั้นตอนการลดความสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินไป

(ข) ขั้นตอนการลดความสูญเปล่าจากการรอคอย

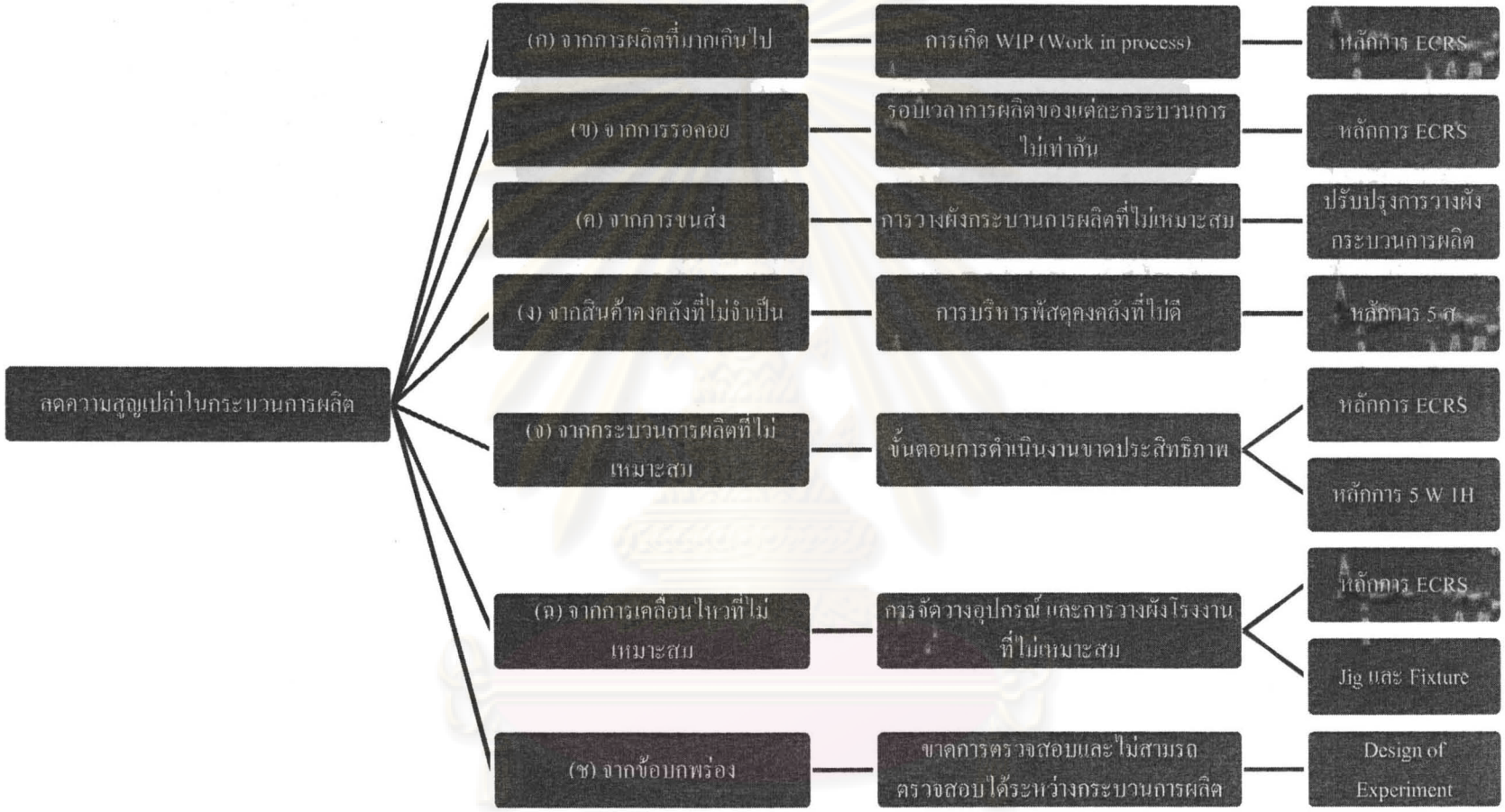
เพื่อปรับงานของพนักงานแต่ละคนให้มีความสมดุลโดยอาศัยการใช้ หลักการการไหลที่ละชิ้น (One Piece Flow) ในการจัดการสายการผลิต ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนดังนี้

1.ศึกษากระบวนการผลิต เพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการผลิตที่จะทำการลดความสูญเปล่าและศึกษาความสูญเปล่าจากการผลิตโดยทำการเก็บข้อมูลด้านเวลาของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิต ตามแนวทางวิธีของ Process Activity Mapping

2.วิเคราะห์รอบระยะเวลาการผลิต (Cycle Time) กำลังการผลิต (Capacity) และจุดที่เป็นคอขวด (Bottleneck) ของกระบวนการผลิต โดยการสร้างเป็นกราฟแท่งจากข้อมูลทางด้านเวลา

3.ศึกษาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต และทำการแจกแจงงานในแตละขั้นตอนออกเป็นย่อยๆ เพื่อทำการปรับปรุงรอบระยะเวลาการผลิต (Cycle Time) และจุดที่เป็นคอขวด (Bottleneck) ของกระบวนการผลิต เพื่อให้งานในแต่ละขั้นตอนขอกระบวนการผลิตเกิดความสมดุล

4.ปรับปรุงวิธีการทำงาน เพื่อปรับปรุงรอบระยะเวลาการผลิตและจุดที่เป็นคอขวดของกระบวนการผลิต หลักการ ECRS และการใช้หลักการการไหลที่ละชิ้น (One Piece Flow) ในการจัดการสายการผลิตเพื่อให้ทำการผลิตและส่งมอบชิ้นงานที่ละชิ้นให้สอดคล้องกับเวลาที่กำหนดให้



รูปที่ 6.1 แผนผังต้นไม้เพื่อแสดงสาเหตุของปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(จ) ขั้นตอนการลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

กระบวนการลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม จะทำการลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือกระบวนการลดความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม และกระบวนการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสม คือการตรวจสอบมากเกินความจำเป็น และไม่ได้ตรวจสอบกระบวนการที่ควรจะตรวจสอบ ซึ่งมีแนวทางการออกแบบกระบวนการลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมดังนี้

กระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม

เริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตเพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการผลิต จากนั้นใช้วิธีการของ Process Activity Mapping เข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูลทางด้านเวลา และศึกษาขั้นตอนที่ไม่ได้สร้างมูลค่าเพิ่มในกระบวนการผลิต จากนั้นศึกษาความจำเป็นของขั้นตอนโดยการตั้งถาม 5W 1H และค้นหาสาเหตุ และแนวทางการแก้ไข โดยตั้งคำถามว่า "ทำไม" จำนวน 5 ครั้ง พร้อมกับใช้หลักการ ECRS เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงาน และจัดทำให้เป็นมาตรฐาน (Standard Work)ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการผลิต เพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการผลิตที่จะทำการลดความสูญเปล่า และศึกษาเก็บข้อมูลในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาขั้นตอนการผลิตที่ไม่เหมาะสม พร้อมกับการบันทึกข้อมูลทางด้านเวลาของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิต ตามแนวทางวิธีการของ Process Activity Mapping

2. ศึกษากระบวนการผลิตว่ามีขั้นตอนการผลิตใดบ้างที่ไม่ได้เพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H จากนั้นวิเคราะห์สาเหตุของขั้นตอนที่ไม่ได้เพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าและหาแนวทางการแก้ไข โดยใช้หลักการ ECRS จากนั้นกำหนดให้งานดังกล่าวเป็นมาตรฐาน (Standard Work)

กระบวนการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสม

กระบวนการที่ไม่เหมาะสมจากกระบวนการตรวจสอบ ที่เกิดจากการตรวจสอบที่มากเกินความจำเป็นและไม่ได้ตรวจสอบกระบวนการที่ควรจะตรวจสอบ ทำให้สิ้นเปลืองแรงงานที่ใช้ตรวจสอบ ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์ความจำเป็น และปรับกระบวนการตรวจสอบในแต่ละจุดให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น โดยแนวทางการออกแบบการลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมจากการตรวจสอบจะเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิต เพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการผลิต และทราบจุดตรวจสอบของกระบวนการผลิต จากนั้นทำการสร้างแผนการตรวจสอบคุณภาพเพื่อแสดงให้เห็นถึงกระบวนการ และวิธีการตรวจสอบทั้งหมด และทำการสำรวจปัญหาด้านคุณภาพที่เกิดขึ้นในองค์กรและทำการปรับแผนการตรวจสอบคุณภาพให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการผลิตเพื่อความเข้าใจกระบวนการผลิตที่จะทำการลดความสูญเปล่า

2. สำรวจปัญหาทางด้านคุณภาพที่เกิดขึ้นในองค์กร ทั้งทางด้านคุณภาพของวัตถุดิบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป รวมถึงผลกระทบของปัญหาทางด้านคุณภาพที่มีลูกค้าร้องเรียน

3. วิเคราะห์ปัญหาทางด้านคุณภาพที่เกิดขึ้นถึงสาเหตุ และจุดที่ควรจะควบคุมในการป้องกันปัญหารวมถึงจุดควบคุมที่ไม่เคยมีปัญหาแต่ยังมีการตรวจสอบ

(ฉ) ขั้นตอนการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม

กระบวนการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม จะทำการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวของพนักงานที่การเคลื่อนไหวนั้นไม่ได้สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะวิเคราะห์ และลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และสร้างมาตรฐานวิธีการการทำงานใหม่ และใช้หรือจัดวางอุปกรณ์ให้เหมาะสม โดยแนวทางการออกแบบการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวจะเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิต เพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการผลิต จากนั้นใช้วิธีการของProcess Activity Mapping เข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูลทางด้านเวลา และศึกษาการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม ซึ่งบางอย่างสามารถสังเกตได้ทันที แต่ถ้าต้องการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของการเคลื่อนไหวของร่างกายที่จุดปฏิบัติงานจะต้องทำการศึกษาเก็บข้อมูลจากนั้นทำการปรับปรุงโดยใช้หลักการเคลื่อนไหวอย่างประหยัด (Motion Economy) และหลัก ECRS เข้ามาปรับปรุงการเคลื่อนไหว ดังที่กล่าวมาให้น้อยลงไป ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการผลิต เพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการผลิตที่จะทำการลดความสูญเปล่า และศึกษาเก็บข้อมูลในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาขั้นตอนการผลิตที่มีการเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น พร้อมกับการบันทึกข้อมูลทางด้านเวลาของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิต ตามแนวทางวิธีการของ Process Activity Mapping

2. หลังจากที่ทำการศึกษา และเก็บข้อมูลในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาขั้นตอนการผลิตที่มีการเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น ตามแนวทางวิธีการของ Process Activity Mapping ความสูญเปล่าการเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็นบางอย่างสามารถที่จะสังเกตและแก้ปัญหาได้ทันทีในขั้นตอนนี้ แต่ถ้าต้องการที่จะแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของการเคลื่อนไหวของร่างกายที่จุดปฏิบัติงานจะต้องทำการศึกษา เก็บข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงการทำงาน

3. วิเคราะห์การเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็นที่ได้จากการสังเกตการ พร้อมกับทำการปรับปรุงการเคลื่อนไหวโดยใช้หลักการเคลื่อนไหวอย่างประหยัด หรืออาจนำหลักการ ECRS มาช่วยในการปรับปรุง

4. จากนั้นทำการจัดทำให้วิธีการปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐาน (Standard Work) โดยการกำหนดไว้ในเอกสารสำหรับการปฏิบัติงาน

6.1.2การปรับปรุงการวางผังกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าจากการขนส่ง

(ค) ขั้นตอนการลดความสูญเปล่าจากการขนส่ง และจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสมจะทำการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากระยะทางการเคลื่อนย้ายของผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งจะต้องวางผังการกระบวนการผลิต เพื่อให้เส้นทางการเคลื่อนย้ายลดลง โดยแนวทางการออกแบบการลดความสูญเปล่าจากการขนส่งจะเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตเพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการผลิต จากนั้นใช้วิธีการของ Process Activity Mapping เข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูลด้านระยะทางการเคลื่อนย้าย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นแผนภาพการเคลื่อนที่ (Flow Diagram) เพื่อให้เห็นลักษณะการเคลื่อนที่ได้ชัดเจน และทำการปรับปรุงเส้นทางการเคลื่อนย้ายโดยใช้หลักความสัมพันธ์ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกันอยู่ใกล้กัน โดยที่อาจนำหลักการ 5ส. และหลักการ ECRS เข้ามาช่วยในการวางผังโรงงานด้วยซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการผลิต เพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการผลิตที่จะทำการลดความสูญเปล่า และศึกษาเก็บข้อมูลในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต และเส้นทางการเคลื่อนย้ายของผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต พร้อมกับการบันทึกข้อมูลทางด้านระยะทางการเคลื่อนย้ายระหว่างแต่ละขั้นตอนที่มีการเคลื่อนย้ายในกระบวนการผลิตตามแนวทางวิธีการของ Process Activity Mapping

2. ศึกษาระยะทาง และเส้นทางการเคลื่อนย้าย โดยสร้างแผนภาพการเคลื่อนที่ (Flow Diagram) ของกระบวนการผลิต เพื่อทำให้เห็นลักษณะการเคลื่อนที่ของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจน

3. วิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนย้าย เพื่อหาจุดที่ควรปรับปรุงของเส้นทางการเคลื่อนย้าย โดยใช้แผนภาพการเคลื่อนที่ (Flow Diagram) ของกระบวนการผลิต ประกอบกับข้อมูลของขั้นตอนการผลิต และระยะทางการเคลื่อนย้าย ในแผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart)

4. ปรับปรุงการวางผังโรงงาน เพื่อปรับปรุงเส้นทางการเคลื่อนย้าย โดยใช้หลักความสัมพันธ์ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกันให้อยู่ใกล้กัน โดยที่อาจนำหลักการ 5ส. และหลักการECRS เข้ามาใช้ในการช่วยวางผังโรงงานด้วย

6.1.3 การลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นโดยหลักการ 5 ส

(ง) ขั้นตอนการลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น จะทำการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการจัดเก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตมากเกินไป ทำให้เปลืองพื้นที่การจัดเก็บ และต้นทุนจม โดยแนวทางการออกแบบการลดความสูญเปล่าจากสินค้า

คงคลังที่ไม่จำเป็น ลดเวลาการจัดเก็บ และทำการปรับปรุงตามสาเหตุที่เกิดขึ้น ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ศึกษาสภาวะการจัดการวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต

2. วิเคราะห์ปัญหา และสาเหตุของระบบการบริหาร และควบคุมจัดเก็บผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตมากเกินไป โดยใช้การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual control) และหลักการ 5 ส. เข้ามาช่วยในการจัดการ

6.1.4 การลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตโดยการออกแบบการทดลอง

(ช) ขั้นตอนการลดความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง จะทำการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากปัญหาทางด้านคุณภาพของสินค้า ของเสียระหว่างกระบวนการผลิต สินค้าที่ถูกส่งกลับ ข้อร้องเรียนของลูกค้า รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ต้องมีการแก้ไข หรือซ่อมแซม ให้ลดน้อยลง ซึ่งจะต้องสร้างระบบการปรับปรุงคุณภาพเชิงป้องกัน โดยแนวทางการออกแบบกระบวนการลดความสูญเปล่าจากข้อบกพร่องจะเริ่มจากการศึกษาเก็บข้อมูล และรวบรวมข้อบกพร่อง และนำข้อบกพร่องมาจัดลำดับความสำคัญของปัญหา จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ และแนวทางการแก้ไข หรือปรับปรุง โดยอาจมีการสร้างมาตรฐานการทำงาน และการตรวจสอบใหม่ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำ ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลข้อบกพร่องที่เกิดจากปัญหาด้านคุณภาพของสินค้า ของเสียระหว่างกระบวนการผลิต สินค้าที่ถูกตีคืน ข้อเรียกร้องจากลูกค้า รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ต้องมีการแก้ไขหรือซ่อมแซม เพื่อนำมาเป็นปัญหาที่จะทำการแก้ไขความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง

2. รวบรวมปัญหาข้อบกพร่องและจำนวนข้อบกพร่องจากใบรายการตรวจสอบ หรือใบอย่างอื่นที่ได้มีการบันทึกข้อบกพร่องต่างๆ ไว้

3. จัดลำดับความสำคัญของปัญหา โดยใช้แผนผังพาเรโต (Pareto) และเลือกอาการหรือคุณลักษณะของปัญหาที่ต้องการจะแก้ไขมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยใช้แผนผังก้างปลา

4. นำสาเหตุของปัญหามาหาแนวทางแก้ไข และทำการแก้ไขปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาและทำการปรับปรุงหรือสร้างมาตรฐานการทำงานใหม่ขึ้นมา เพื่อรองรับการทำงานที่ได้ทำการแก้ไขหรือปรับปรุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2 การกำหนดเป้าหมายและจัดทำแผนในการดำเนินงานเพื่อลดความสูญเปล่า

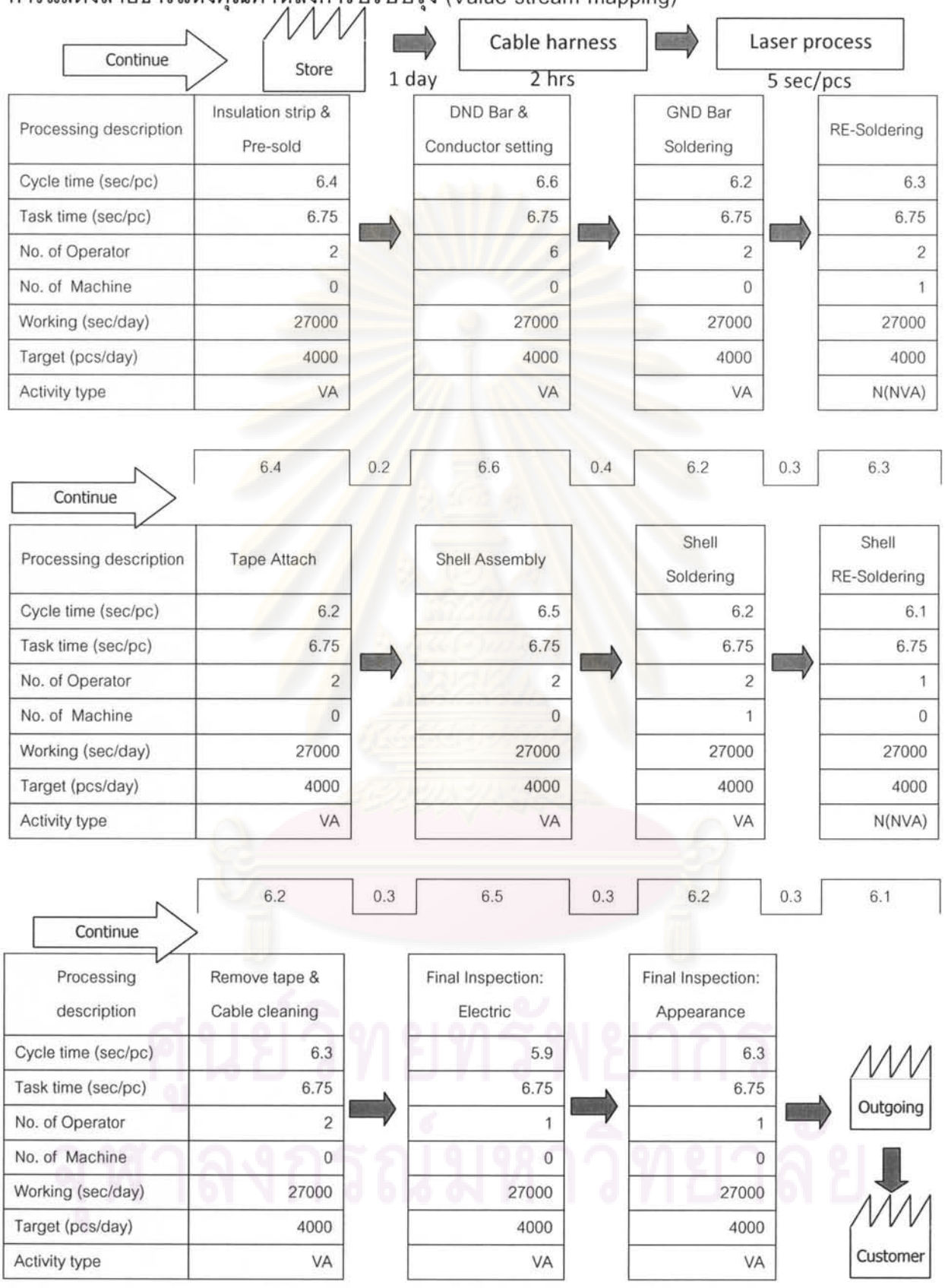
6.2.1 การออกแบบขั้นตอนการลดความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตใหม่

การแสดงสายธารแห่งคุณค่า คือ การจัดทำผังแห่งคุณค่า (Value stream mapping : VSM) ซึ่งเป็น การระบุกิจกรรมที่ต้องทำทั้งหมดตั้งแต่รับวัตถุดิบเข้าจนส่งมอบถึงลูกค้า การจัดทำผังแห่งคุณค่าจะทำให้มองเห็นกระบวนการทั้งระบบและสามารถมองเห็นความสูญเปล่าได้ง่าย หลังการปรับปรุงโดยการออกแบบกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กใหม่ซึ่งแสดงรายละเอียดดัง รูปที่ 6.2 แสดงสรุปผลหลังสรุปผลจากการผังสายธารคุณค่าหลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 ดังตารางที่ 6.1 และสรุปผลจากการผังสายธารคุณค่าเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 ดังตารางที่ 6.2

ทำการออกแบบขั้นตอนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการผลิตที่มากเกินไป จากการรอคอย จากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม และจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม โดยใช้หลักการ ECRS (กำจัดทิ้ง รวมเข้าด้วยกัน จัดลำดับใหม่ และทำให้ง่าย) เพื่อปรับเรียบกระบวนการผลิตให้มีรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของแต่ละกระบวนการใกล้เคียงกัน โดยการกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นทิ้งซึ่งดูได้จากตารางที่ 6.3 และ 6.4 รวมกระบวนการผลิตเข้าด้วยกัน โดยรวมกระบวนการประกอบสายเคเบิลกับกราวน์เข้ากับการประกอบตัวเชื่อม (Connector) เข้าด้วยกัน หลังจานั้นจัดลำดับการผลิตใหม่ เพื่อให้ง่ายในการทำงานของพนักงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแสดงสายธารแห่งคุณค่าหลังการปรับปรุง (Value stream mapping)



รูปที่ 6.2 การแสดงผังสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004

ตารางที่ 6.1 สรุปผลจากการผังสายธารคุณค่าหลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004

Cycle time (sec/pc)	6.6
Task time (sec/pc)	6.75
No. of Operator	22
No. of Machine	4
Working (sec/day)	27000
Output (pcs/day)	4000
Value activity	9
Non – value activity	2

ตารางที่ 6.2 สรุปผลจากการผังสายธารคุณค่าเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004

	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
Cycle time (sec/pc)	7.3	6.6
Task time (sec/pc)	7.3	6.75
No. of Operator	33	22
No. of Machine	6	4
Working (sec/day)	27000	27000
Output (pcs/day)	3698	4000
Value activity	14	9
Non – value activity	4	2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.3 แสดงแผนผังการไหลของกระบวนการ (Process Activity Mapping)

ขั้นตอน	กระบวนการผลิต	อุปกรณ์/เครื่องจักร	เวลา	จำนวนคน	สัญลักษณ์	ประเภทของกิจกรรม
1	INSU STRIP & PRE-SOLD การดึงฉนวนออกและชุบตะกั่วบริเวณสื่อนำ	STRIP TOOL SOLDER POT	6.4	1	● ⇨ □ D ▽	VA
2	GND BAR & CONDUCTOR SETTING (A&B SIDE) การเตรียมแผ่นกราวส์และตะกั่วประกอบเข้ากับสายเคเบิลและตัวเชื่อม	JIG MICROSCOPE	6.6	6	● ⇨ □ D ▽	VA
3	GND BAR SOLDERING (A&B-SIDE) การเชื่อมระหว่างแผ่นกราวส์กับสายเคเบิลด้านเอและบี	JIG MICROSCOPE	6.2	2	● ⇨ □ D ▽	VA
4	CONNECTOR RE- SODERING การซ่อมแซมงานหลังจากการเชื่อม	IRON TIP,JIG MICROSCOPE	6.3	2	● ⇨ □ D ▽	N(NVA)
5	TAPE ATTACH การติดเทปกันความร้อนบนสื่อนำ	MICROSCOPE	6.2	2	● ⇨ □ D ▽	VA
6	SHELL ASSEMBLY การประกอบตัวครอบของตัวเชื่อมต่อ	MICROSCOPE	6.5	2	● ⇨ □ D ▽	VA
7	SHELL SOLDERING การเชื่อมต่อแผ่นกราวส์เข้ากับตัวครอบ	JIG SOLDERING MACHINE	6.2	2	● ⇨ □ D ▽	VA
8	SHELL RE-SOLDERING การซ่อมแซมงานหลังจากการเชื่อม	JIG IRON TIP MICROSCOPE	6.1	1	● ⇨ □ D ▽	N(NVA)
9	REMOVE TAPE & CLEANING CABLEการลอกเทปและทำความสะอาดสายเคเบิล	MICROSCOPE	6.3	2	● ⇨ □ D ▽	VA
10	FINAL INSPECTION : ELECTRIC	MICROTEST	5.9	1	○ ⇨ ■ D ▽	VA
11	FINAL INSPECTION : APPEARANCE	MICROSCOPE	6.3	1	○ ⇨ ■ D ▽	VA
	VA + NVA + N(NVA) : รวมจำนวนขั้นตอน	11	69	22		
	VA: รวมขั้นตอนที่เกิดคุณค่า	9				
	% VA : สัดส่วนของขั้นตอนที่เกิดคุณค่า = (VA + NVA + N(NVA) / VA)x100%	81.81%				

ตารางที่ 6.4 แสดงแผนผังการไหลของกระบวนการ (Process Activity Mapping) ของผลิตภัณฑ์ B-004 โดยทำการพิจารณาตามขั้นตอน

ขั้นตอน	กระบวนการผลิต	อุปกรณ์/เครื่องจักร	ระยะทาง	เวลา (วินาที)	จำนวนคน	สัญลักษณ์	ประเภทของกิจกรรม	ความสูญเปล่า
1	วางชิ้นงานลงบน Strip insulation tool	INSU STRIP TOOL		3.2	1/3	● ⇨ □ D ▽	VA	Motion
2	ดึง Strip tool			1.7	1/3	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
3	จุ่มชิ้นงานลงบนหม้อตะกั่ว	SOLDER POT		1.5	1/3	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
4	ตัดแยกสายเคเบิลออกจากกัน 4 ชิ้นต่อหนึ่งแผง	CUTTING TOOL		3.6	1/2	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
5	วางชิ้นงานในถาดใส่งาน			0.9	1/2	○ ➡ □ D ▽	NVA	Process
6	หยิบชิ้นงานจากถาดใส่งาน			0.8	1/3	● ⇨ □ D ▽	NVA	Process
7	หยิบตัวเชื่อม (Connector) ใส่ในตัวจับยึดชิ้นงาน (4 ชิ้น)	JIG		1.1	2/8	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
8	วางตะกั่วลงบนตัวเชื่อม (Connector) (4 ชิ้น)	JIG MICROSCOPE		0.9	2/8	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
9	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นล่างวางลงบนตัวเชื่อม (A)	JIG MICROSCOPE		1.1	2/8	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
10	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนตัวเชื่อม (A)	JIG MICROSCOPE		1.4	2/8	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
11	วางสายเคเบิลลงบนตัวจับยึดชิ้นงานและจัดเรียงสายเคเบิล (A)	JIG MICROSCOPE		1.8	2/8	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
12	หยิบตะกั่วชิ้นบนจุ่มฟลักซ์และวางลงบนสายเคเบิล (A)	JIG MICROSCOPE		1.3	2/8	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
13	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นบนวางลงบนตัวเชื่อม(A)	JIG MICROSCOPE		0.8	2/8	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
14	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นล่างวางลงบนตัวเชื่อม(B)	JIG MICROSCOPE		0.8	2/5	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
15	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนตัวเชื่อม (B)	JIG MICROSCOPE		1.3	2/5	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
16	วางสายเคเบิลลงบนจิ๊กและจัดเรียงสายเคเบิล (B)	JIG MICROSCOPE		1.7	2/5	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
17	หยิบตะกั่วชิ้นบนจุ่มฟลักซ์และวางลงบนสายเคเบิล (B)	JIG MICROSCOPE		1.2	2/5	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
18	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นบนวางลงบนตัวเชื่อม (B)	JIG MICROSCOPE		1.2	2/5	● ⇨ □ D ▽	VA	Process
19	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (A&B)	JIG , SOLDERING MACHINE		5.7	1/2	● ⇨ □ D ▽	VA	Process

ขั้นตอน	กระบวนการผลิต	อุปกรณ์/เครื่องจักร	ระยะทาง	เวลา (วินาที)	จำนวนคน	สัญลักษณ์	ประเภทของกิจกรรม	ความสูญเปล่า
20	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.5	1/2		NVA	Motion
21	ตรวจสอบลักษณะการเชื่อมของงาน	MICROSCOPE		2.4	2/3		NVA	Process
22	ซ่อมแซมการเชื่อมงานจากเครื่อง	IRON TIP MICROSCOPE		3.3	2/3		NVA	Process
23	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป			0.6	2/3		NVA	Motion
24	ติดเทปลงบนตัวเชื่อม (Connector)	MICROSCOPE		4.7	2		VA	Process
25	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.5	2		NVA	Motion
26	ประกอบตัวครอบ	MICROSCOPE		5.3	2		VA	Process
27	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			1.2	2		NVA	Motion
28	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (2 ชิ้นต่อจิ๊ก)	JIG , SOLDERING MACHINE		4.7	2		VA	Process
29	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.5	2		NVA	Motion
30	ตรวจสอบลักษณะการเชื่อมของงาน	MICROSCOPE		2.2	1/4		NVA	Process
31	ซ่อมแซมการเชื่อมงานจากเครื่อง	MICROSCOPE		2.6	1/4		NVA	Process
32	หยิบชิ้นงานออกจากตัวจับยึดชิ้นงาน			0.8	1/4		NVA	Motion
33	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.5	1/4		NVA	Motion
34	ทำความสะอาดชิ้นงาน			3.8	2/3		N(NVA)	Motion
35	ลอกเทปส่วนเกิน			1.9	2/3		VA	Process
36	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป			0.6	2/3		VA	Motion
37	วัดขนาดของผลิตภัณฑ์	DIA BORAD		1.3	1/3		VA	Process
38	ทดสอบผลิตภัณฑ์	MICROTEST		3.8	1/3		VA	Process
39	ถอดชิ้นงาน			0.8	1/3		VA	Process
40	ตรวจสอบชิ้นงาน	MICROSCOPE		6.3	1		VA	Process
	VA + NVA + N(NVA) : รวมจำนวนขั้นตอน	40		69	22			
	VA: รวมขั้นตอนที่เกิดคุณค่า	27						
	% VA : สัดส่วนของขั้นตอนที่เกิดคุณค่า = (VA + NVA + N(NVA) / VA)x100%	67.5%						

ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ที่ภาคผนวก ข.

หมายเหตุ : VA คือ กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า

NVA คือ กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า

N (NVA) คือ กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า แต่จำเป็นต้องทำ

จำนวนคน 1/2 หมายถึง พนักงาน 1 คนปฏิบัติงาน 2 ขั้นตอน

จำนวนคน 2/3 หมายถึง พนักงาน 2 คนปฏิบัติงาน 3 ขั้นตอนที่เหมือนกัน

สามารถประเมินผลการจัดสมดุลของกระบวนการผลิตโดยทำการวัดประสิทธิภาพของสายการผลิต คือ

$$\text{ประสิทธิภาพของสายการผลิต} = \frac{\text{ผลรวมของเวลางานทั้งหมด} \times 100}{\text{รอบเวลาการผลิต} \times \text{จำนวนสถานีงาน}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพของสายการผลิต} = \frac{69 \times 100}{6.6 \times 11}$$

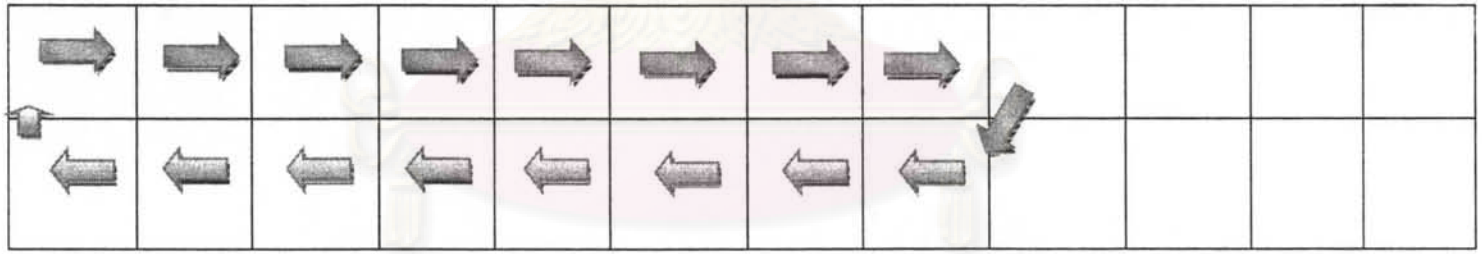
ประสิทธิภาพของสายการผลิต = 95.04 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2.2 การปรับปรุงการวางผังกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าจากการขนส่ง

จากที่มาของปัญหาความสูญเปล่าจากการขนส่งในกระบวนการผลิต มีระยะทางทั้งหมด 1.5 เมตร จากการส่งตัวจับยึดชิ้นงาน (Jig) แม้เส้นทางการขนส่งจะไม่ซับซ้อนแต่ทำให้เกิดการเสียเวลาในกระบวนการผลิต จากการออกแบบกระบวนการผลิตใหม่ ดังนั้นการปรับปปรุงเส้นทางและปรับเปลี่ยนวิธีการเคลื่อนย้ายของกระบวนการเพื่อลดความสูญเปล่าในการขนส่ง โดยวางผังการผลิตเป็นรูปตัวยู (U-Shape) ที่มีสถานีงานแรก (Raw Material) และสถานีงานสุดท้าย (Finish Product) อยู่ในแถวเดียวกันซึ่งจะช่วยให้พนักงานมองเห็นสิ่งผิดปกติได้ง่ายขึ้น และงานที่ไหลเข้ามาในระบบและงานที่ออกจากระบบต้องมีการไหลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแสดงดังรูป 6.3

CONNECTOR RE-SOLDERING	ATTACH TAPE	ATTACH TAPE	SHELL ASSEMBLY	SHELL ASSEMBLY	SHELL SOLDERING	SHELL SOLDERING	SHELL RE-SOLDERING	CLEANING & REMOVE TAPE	CLEANING & REMOVE TAPE		APPEARANCE
CONNECTOR RE-SOLDERING	CONDUCTOR SOLDERING	CONDUCTOR SOLDERING	GND BAR & CONDUCTOR SETTING	GND AR & CONDUCTOR SETTING	GND BAR & CONDUCTOR SETTING	GND BAR & CONDUCTOR SETTING	GND BAR & CONDUCTOR SETTING	INSULATION STRIP & PRE-SOLD	CLEANING & REMOVE TAPE	ELETRIC INSPECTION	APPEARANCE



รูปที่ 6.3 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตในการส่งตัวจับยึดชิ้นงาน (Jig & Fixture)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2.3 การลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นโดยหลักการ 5 ส

จากที่มาของปัญหาความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นของผลิตภัณฑ์การจัดเก็บวัตถุดิบ ที่ใช้ระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้ขาดพื้นที่การจัดเก็บ ดังนั้นการปรับปรุงระบบควบคุมสินค้าคงคลัง เพื่อลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น ซึ่งทำโดยการกำหนดช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเบิก-จ่ายวัตถุดิบ และวิธีเก็บรักษาและตรวจสอบเมื่อครบกำหนดการเบิก-จ่าย จัดให้มีการจัดการปริมาณวัตถุดิบ โดยการใช้การควบคุมด้วยสายตา (Visual control) และมีการนำหลักการ5ส.มาช่วยในการจัดการความเป็นระบียบเรียบร้อยของพื้นที่จัดเก็บด้วย

6.2.4 การลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตโดยการออกแบบการทดลอง

รูปแบบการออกแบบการทดลองที่จะนำมาใช้เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้ คือ การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k Factorial design) ซึ่งมีปัจจัย 4 ปัจจัยแต่ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ เนื่องจากการออกแบบการทดลองเช่นนี้ทำให้ใช้จำนวนครั้งของการทดลองน้อยที่สุดที่สามารถทำได้ภายในระยะเวลาจำกัด เพื่อศึกษาผลของปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยได้ดังตารางที่ 6.5

ปัญหา	สาเหตุของปัญหา	วิธีการแก้ไข
Short circiut	อุณหภูมิของการเชื่อมงานของเครื่อง	หาอุณหภูมิของการเชื่อมงานของเครื่อง
	เวลาในการเชื่อมงานของเครื่อง	หาเวลาในการเชื่อมงานของเครื่อง
	ระดับความสูงของ Heater tip	หาระดับความสูงของ Heater tip
	ปริมาณของตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงาน	หาปริมาณของตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงาน

ตารางที่ 6.5 แผนผังแสดงการแก้ปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit)

การทดลองซ้ำ (Replication)

การทำซ้ำ หมายถึง การดำเนินการทดลองซ้ำอีกครั้ง เพื่อจุดประสงค์ 2 อย่างที่สำคัญคือ

1.เพื่อให้สามารถมองเห็นและประเมินค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลองได้ การดำเนินการวิเคราะห์จะนำเอาค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไปประเมินว่าปัจจัยใดที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการบ้าง

2.เพื่อกำจัดทิ้งความคลาดเคลื่อน (Average Out) อิทธิพลที่ไม่สามารถควบคุมได้ที่มีต่อปัจจัย เปรียบดังเช่นการหาค่าเฉลี่ยนั้นเอง เป็นวิธีในการประเมินค่าอิทธิพลของปัจจัยอีกอย่างหนึ่ง

Power and Sample Size

2-Level Factorial Design

Alpha = 0.05 Assumed standard deviation = 0.1

Factors: 4 Base Design: 4, 8

Blocks: none

Including a term for center points in model.

Center Points	Effect	Reps	Total Runs	Target Power	Actual Power
4	0.2	2	20	0.95	0.952728

รูปที่ 6.4 กำลังและจำนวนการทดลองซ้ำ

จากรูปที่ 6.4 จะใช้ effect เท่ากับ 0.2 เนื่องจากเป็นอัตราที่เหมาะสมที่นิยมใช้ในทางปฏิบัติ เพื่อให้สามารถจำแนกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยได้ และกำลังของการทดสอบ (Power of Test) เท่ากับ 0.95 (β=0.05) และมีการเพิ่มจุดศูนย์กลาง (Center point) เข้าไป 3 จุด เนื่องจากตามทฤษฎีการเพิ่มจุดศูนย์กลาง ควรมีการเพิ่ม 3-5 จุด เพื่อเป็นการประหยัดจำนวนครั้งของการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับความเป็นเชิงส้น (Linearity) ของผลที่จะเกิดจากปัจจัยต่างๆ ซึ่งจากการคำนวณการทำซ้ำในโปรแกรม Minitab จะเห็นได้ว่าการทดลองนี้ จะทำการทดลองซ้ำในแต่ละ Treatment Combination เท่ากับ 2 ครั้งซึ่งเป็นการประหยัดวัตถุดิบแลต้นทุน

การสุ่ม (Randomization)

การดำเนินการใดๆ กับปัจจัยจะต้องมีความอิสระ เพื่อให้ข้อมูลแต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน นอกจากนั้นจะต้องคำนึงถึง หลักการกระจายตัวอย่างสมดุล สำหรับปัจจัยอื่นที่ไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งการทดลองนี้จะสุ่มโดยใช้โปรแกรม Minitab ซึ่งจะกำหนดเป็นเมตริกการออกแบบ (Design Matrix)

ปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยที่ทำการศึกษา และระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลองสรุปไว้ดังตารางที่ 6.6

แผนและลำดับการทดลองสร้างโดยอาศัยโปรแกรม Minitab ซึ่งจะทำการสร้างเมตริกซ์สำหรับการ ออกแบบเชิงแฟกทรอเรียล โดยลำดับการทดลองได้จาก Run Order ที่โปรแกรมสร้างขึ้นซึ่งมีทั้งหมด 32 การทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.6 ปัจจัยและระดับของปัจจัยในการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k

สัญลักษณ์	ปัจจัย	ระดับของปัจจัย		หน่วย
		ต่ำ	สูง	
A	อุณหภูมิของการเชื่อมงานของเครื่อง	270	290	°C
B	เวลาในการเชื่อมงานของเครื่อง	8	10	Sec
C	ระดับความสูงของ Heater tip	10	11	mm
D	ปริมาณของตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงาน	0.05	0.1	mm

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.7 แผนและลำดับการทดลองที่สร้างจากโปรแกรม Minitab

Std Order	Run Order	Temp	Time	Heater tip high	Solder volume
30	1	290	8	11	0.1
5	2	270	8	11	0.05
18	3	290	8	10	0.05
16	4	290	10	11	0.1
9	5	270	8	10	0.1
15	6	270	10	11	0.1
27	7	270	10	10	0.1
3	8	270	10	10	0.05
8	9	290	10	11	0.05
22	10	290	8	11	0.05
19	11	270	10	10	0.05
12	12	290	10	10	0.1
24	13	290	10	11	0.05
13	14	270	8	11	0.1
23	15	270	10	11	0.05
17	16	270	8	10	0.05
14	17	290	8	11	0.1
7	18	270	10	11	0.05
26	19	290	8	10	0.1
1	20	270	8	10	0.05
21	21	270	8	11	0.05
11	22	270	10	10	0.1
28	23	290	10	10	0.1
29	24	270	8	11	0.1
31	25	270	10	11	0.1
10	26	290	8	10	0.1
32	27	290	10	11	0.1
2	28	290	8	10	0.05
4	29	290	10	10	0.05
20	30	290	10	10	0.05
6	31	290	8	11	0.05
25	32	270	8	10	0.1

ผลการทดลอง

หลังจากการทำการทดลองตามแผนตารางที่ จนครบได้ผลการทดลองเชิงแฟกทอเรียล แบบ 2^4 ดังตารางที่ 6.8

ตารางที่ 6.8 จำนวนข้อบกพร่องประเภทการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ของสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 ที่ได้จากการทดลอง

Std Order	RunOrder	Temp	Time	Heater tip high	Solder volume	Defect
30	1	290	8	11	0.1	5
5	2	270	8	11	0.05	3
18	3	290	8	10	0.05	8
16	4	290	10	11	0.1	5
9	5	270	8	10	0.1	5
15	6	270	10	11	0.1	1
27	7	270	10	10	0.1	5
3	8	270	10	10	0.05	6
8	9	290	10	11	0.05	5
22	10	290	8	11	0.05	4
19	11	270	10	10	0.05	6
12	12	290	10	10	0.1	7
24	13	290	10	11	0.05	6
13	14	270	8	11	0.1	1
23	15	270	10	11	0.05	3
17	16	270	8	10	0.05	6
14	17	290	8	11	0.1	4
7	18	270	10	11	0.05	3
26	19	290	8	10	0.1	4
1	20	270	8	10	0.05	5
21	21	270	8	11	0.05	3
11	22	270	10	10	0.1	4
28	23	290	10	10	0.1	7
29	24	270	8	11	0.1	0
31	25	270	10	11	0.1	3
10	26	290	8	10	0.1	6
32	27	290	10	11	0.1	6
2	28	290	8	10	0.05	8
4	29	290	10	10	0.05	9
20	30	290	10	10	0.05	8
6	31	290	8	11	0.05	4
25	32	270	8	10	0.1	4

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

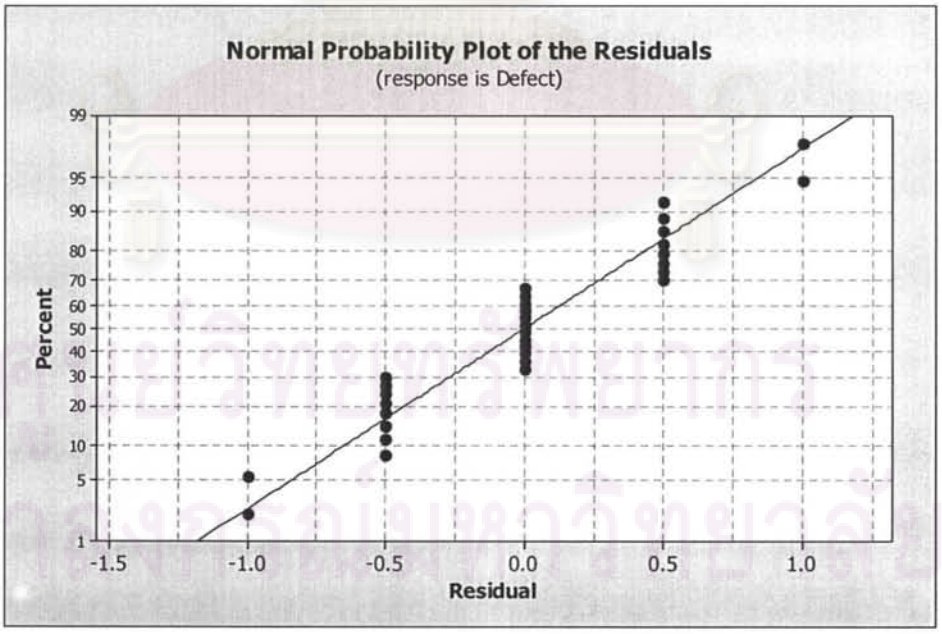
ในการออกแบบการทดลองนั้นจำเป็นต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่สำคัญ คือ NID(0,σ^2) ซึ่งหมายถึงเงื่อนไข 3 ประการ คือ ข้อมูลเป็นแบบสุ่มและมีการกระจายแบบปกติ ข้อมูลมีความเป็นอิสระต่อกัน และมีความเสถียรภาพของค่าความแปรปรวนก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยการตรวจสอบเงื่อนไขทั้ง 3 ประการ มีขั้นตอนดังนี้

1. ข้อมูลเป็นตัวแปรสุ่มแบบปกติ
2. ข้อมูลมีอิสระต่อกัน
3. ความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน

ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์และสรุปผลหารออกแบบการทดลอง

การทดสอบสมมุติฐานของความเป็นปกติ

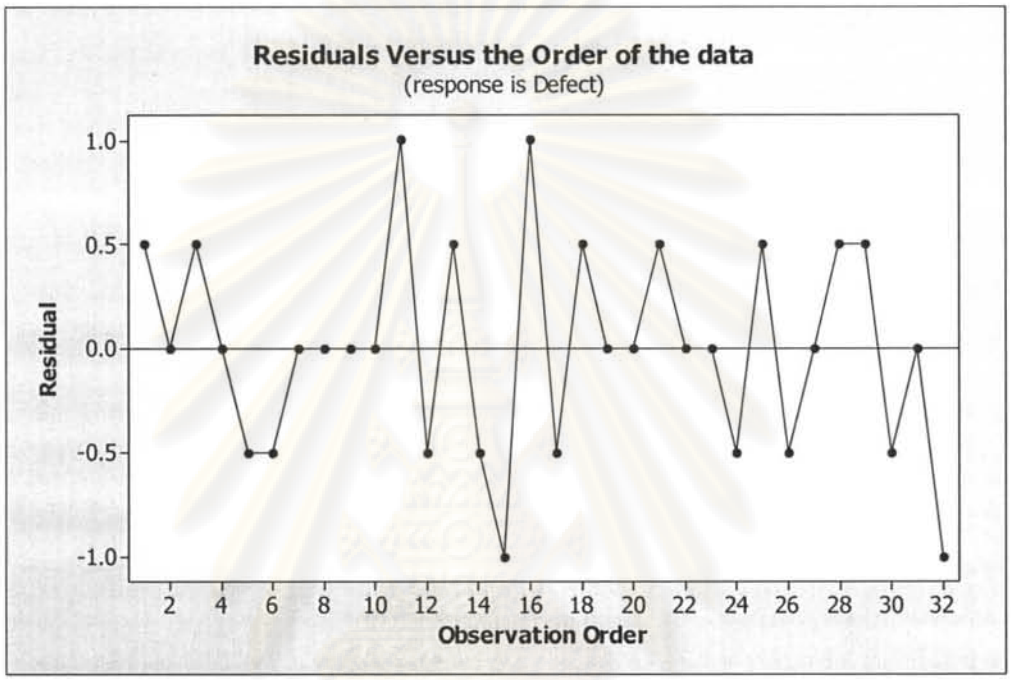
การทดสอบสมมุติฐานของความเป็นปกติ (Normality Assumption) สามารถตรวจสอบได้ด้วยการ ตรวจสอบการกระจายของค่าส่วตกค้างของตัวแปรตอบสนอง (สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้น) ซึ่ง Normal plot ที่ได้จากรูปที่ 6.5 จะพบว่ากราฟมีลักษณะที่ค่อนข้างเป็นเส้นตรงจึงแสดงว่าข้อมูลมีความแตกต่างจากตัวแบบปกติไม่มากและมีค่า P-Value เกิน 0.05 นั้นคือข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ



รูปที่ 6.5 Normal probability plot of the Residuals แสดงการกระจายของค่าส่วนตกค้าง

การทดสอบสมมุติฐานของความเป็นอิสระ

การทดสอบสมมุติฐานของความเป็นอิสระ (Independent) สามารถตรวจสอบได้โดยสร้างแผนภาพ การกระจายที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกค้างกับลำดับความคต่อเนื่องในการเก็บข้อมูล โดยจากแผนภาพการกระจายรูปที่ 6.6 จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีเสถียรภาพ และข้อมูลมีความเป็นอิสระต่อกัน

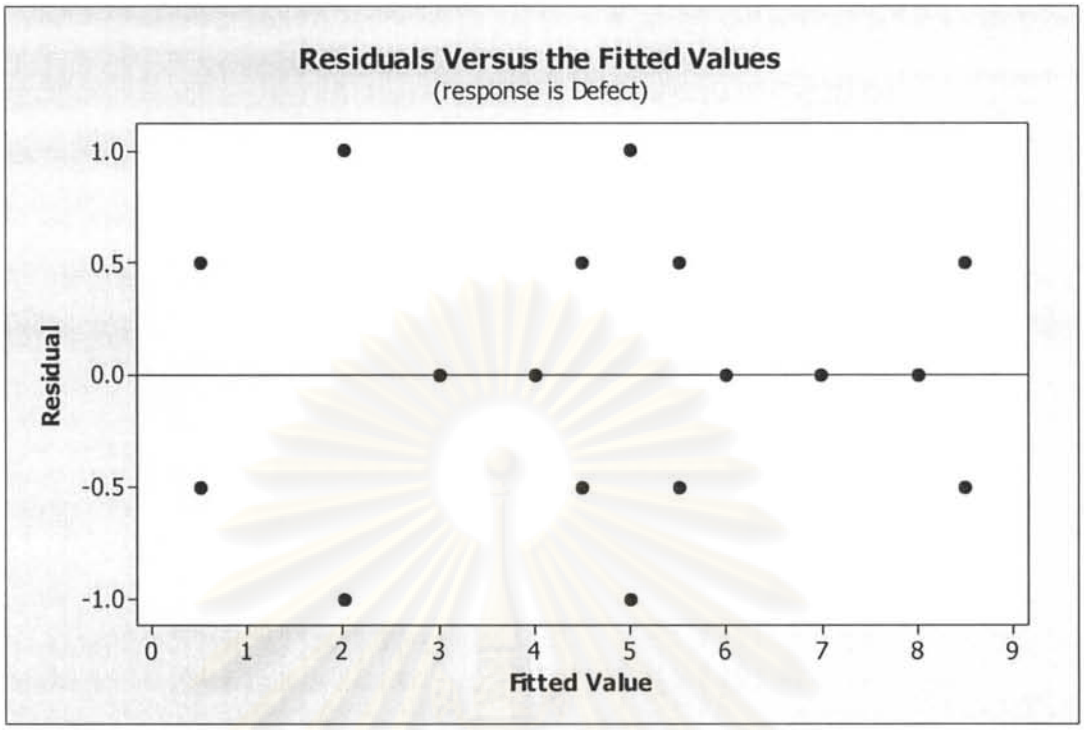


รูปที่ 6.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกคางและลำดับของข้อมูล

ความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน

ความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน (Variance Stability) สามารถตรวจสอบได้โดยการสร้างแผนภาพการกระจายที่แสดงความสัมพันธ์ค่าส่วนตกค้างกับค่าตัวแปรตอบวนองที่ได้จากตัวแบบถดถอยจากรูปกราฟที่ 6.7 จะเห็นได้ว่าค่าส่วนตกค้างมีลักษณะการกระจายตัวที่ไม่เป็นรูปแบบที่แน่นอน แสดงว่า ข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกค้างและค่าที่ถูกฟิต

จึงสรุปได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองเมื่อนำมาทดสอบความถูกต้องของตัวแบบของตัวแปรตอบ สนอง พบว่ามีคุณสมบัติครบทั้ง 3 ข้อคือ ข้อมูลเป็นตัวแปรแบบปกติ ข้อมูลมีความอิสระต่อกัน ความมีเสถียรภาพของค่าการแปรปรวน ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขของการออกแบบการทดลองที่ว่า NID $(0,\sigma^2)$

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ผลการออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ การออกแบบการทดลองได้ดังแสดงในตารางที่ และแสดงผลของปัจจัยและอันตรกิริยา (Interaction) ที่มีนัย สำคัญออกมาในรูปของกราฟ Normal probability plot และแผนภาพพาเรโต ได้ดังรูปที่ ซึ่งแสดงถึงผลหลักของปัจจัยและอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง คือ จำนวนข้อบกพร่อง ได้ดังตารางที่ 6.9 และตารางที่ 6.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.9 การประมาณค่าผลกระทบและสัมประสิทธิ์ของการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab

Estimated Effects and Coefficients for Defect (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant	4.813	0.1250	38.50	0.000	
Temp	2.375	1.188	0.1250	9.50	0.000
Time	0.875	0.438	0.1250	3.50	0.003
Heater tip high	-2.625	-1.312	0.1250	-10.50	0.000
Solder volume	-1.250	-0.625	0.1250	-5.00	0.000
Temp*Time	0.375	0.188	0.1250	1.50	0.153
Temp*Heater tip high	0.375	0.188	0.1250	1.50	0.153
Temp*Solder volume	0.250	0.125	0.1250	1.00	0.332
Time*Heater tip high	0.125	0.063	0.1250	0.50	0.624
Time*Solder volume	0.250	0.125	0.1250	1.00	0.332
Heater tip high*Solder volume	0.500	0.250	0.1250	2.00	0.063
Temp*Time*Heater tip high	-0.125	-0.062	0.1250	-0.50	0.624
Temp*Time*Solder volume	-0.000	-0.000	0.1250	-0.00	1.000
Temp*Heater tip high*Solder volume	0.750	0.375	0.1250	3.00	0.008
Time*Heater tip high*Solder volume	0.000	0.000	0.1250	0.00	1.000
Temp*Time*Heater tip high* Solder volume	-0.500	-0.250	0.1250	-2.00	0.063

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab

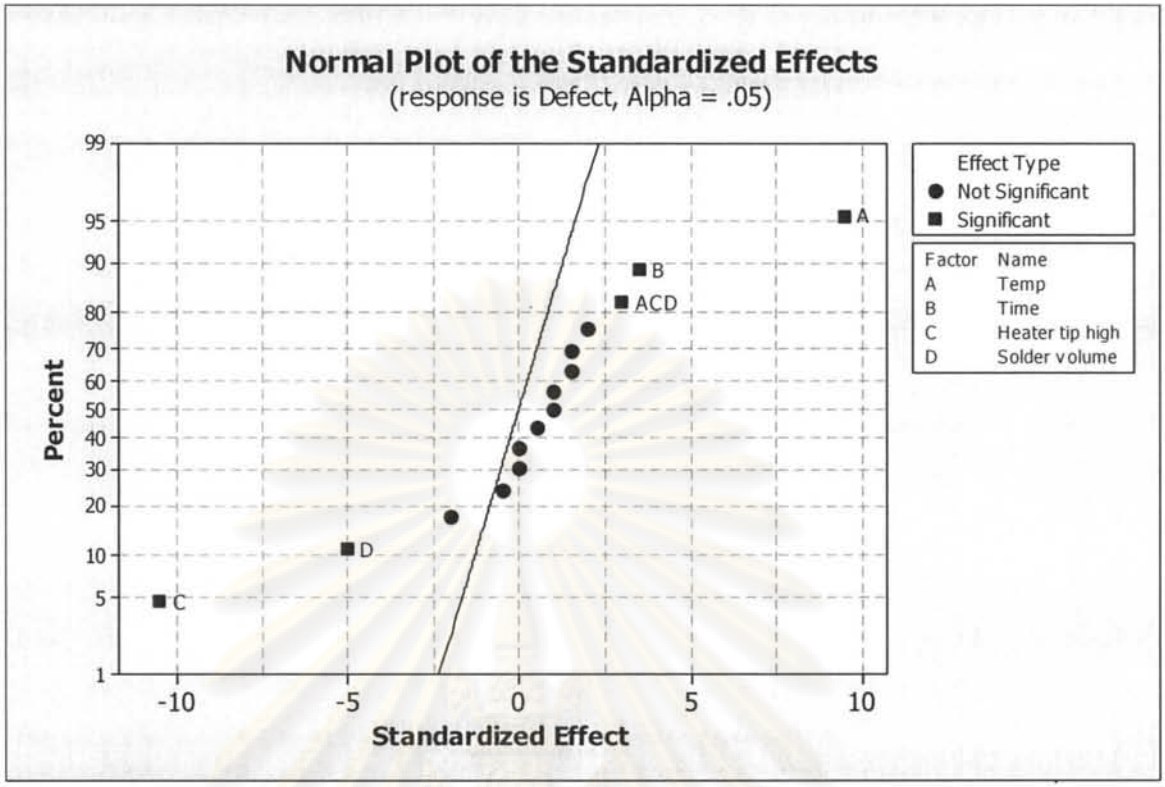
Analysis of Variance for Defect (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	4	118.875	118.875	29.7187	59.44	0.000
2-Way Interactions	6	5.375	5.375	0.8958	1.79	0.164
3-Way Interactions	4	4.625	4.625	1.1563	2.31	0.102
4-Way Interactions	1	2.000	2.000	2.000	4.000	0.063
Residual Error	16	8.000	8.000	0.500		
Pure Error	16	8.000	8.000	0.500		
Total	31	138.875				

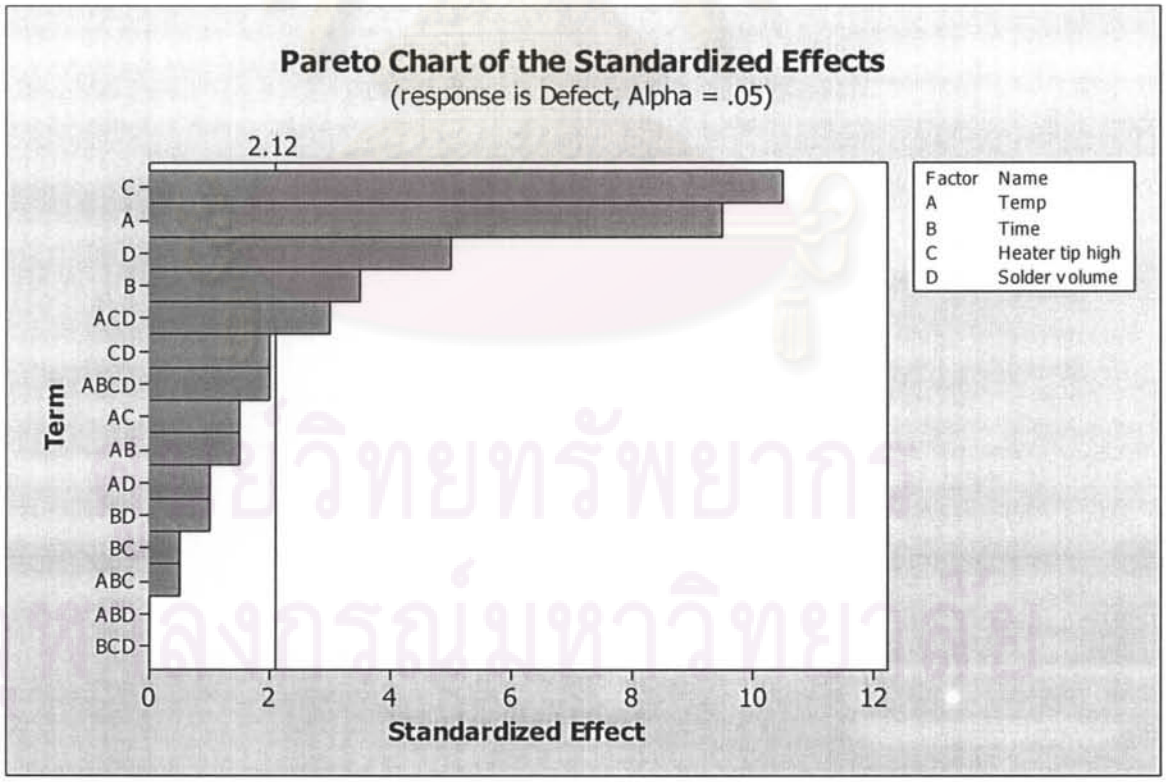
จากการออกแบบการทดลองแฟกทอเรียล ที่มีการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง สามารถสรุปผลได้ว่าทั้ง 4 ปัจจัยคือ อุณหภูมิของการเชื่อมงานของเครื่อง เวลาในการเชื่อมงานของเครื่อง ระดับความสู งของ Heater tip และ ปริมาณของตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงาน เป็นปัจจัยหลัก (Main Effect) ที่มีอทธิพลต่อการเกิดของเสียอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากทั้ง 4 ปัจจัยมีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 และมี 3 ปัจจัยส่งผลอันตรกิริยา (Interaction) ต่อกันอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากมีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05

จากการวิเคราะห์ผลการออกแบบการทดลองเบื้องต้นด้วยโปรแกรม Minitab สามารถแสดงลของปัจจัยหลัก และอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญออกมาในรูปแบบของ Normal Probability Plot และแผนภูมิพาเรโต แสดงดังรูปที่ 6.8 และ 6.9 ตามลำดับ รวมถึงแสดงผลการออกแบบการทดลองของผลหลักของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง ดังแสดงในรูปที่ 6.10 กับผลอันตรกิริยาของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองซึ่งแสดงดัง รูปที่ 6.11

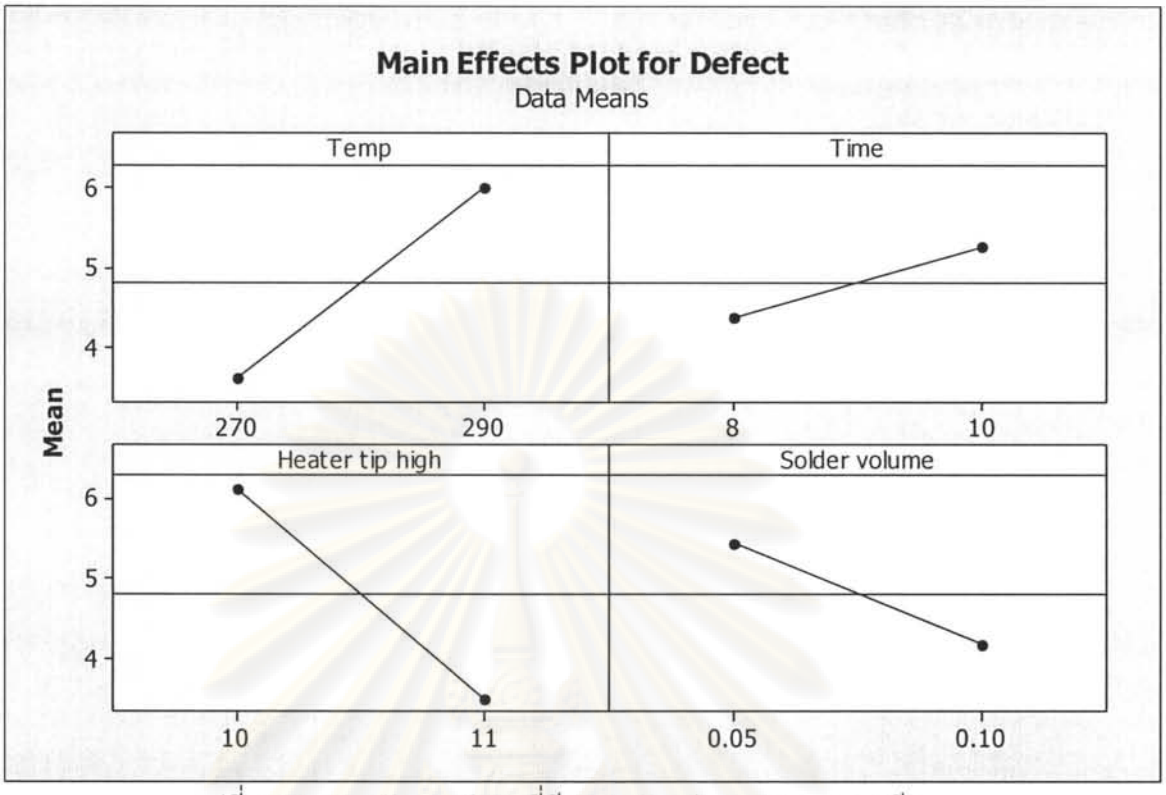
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



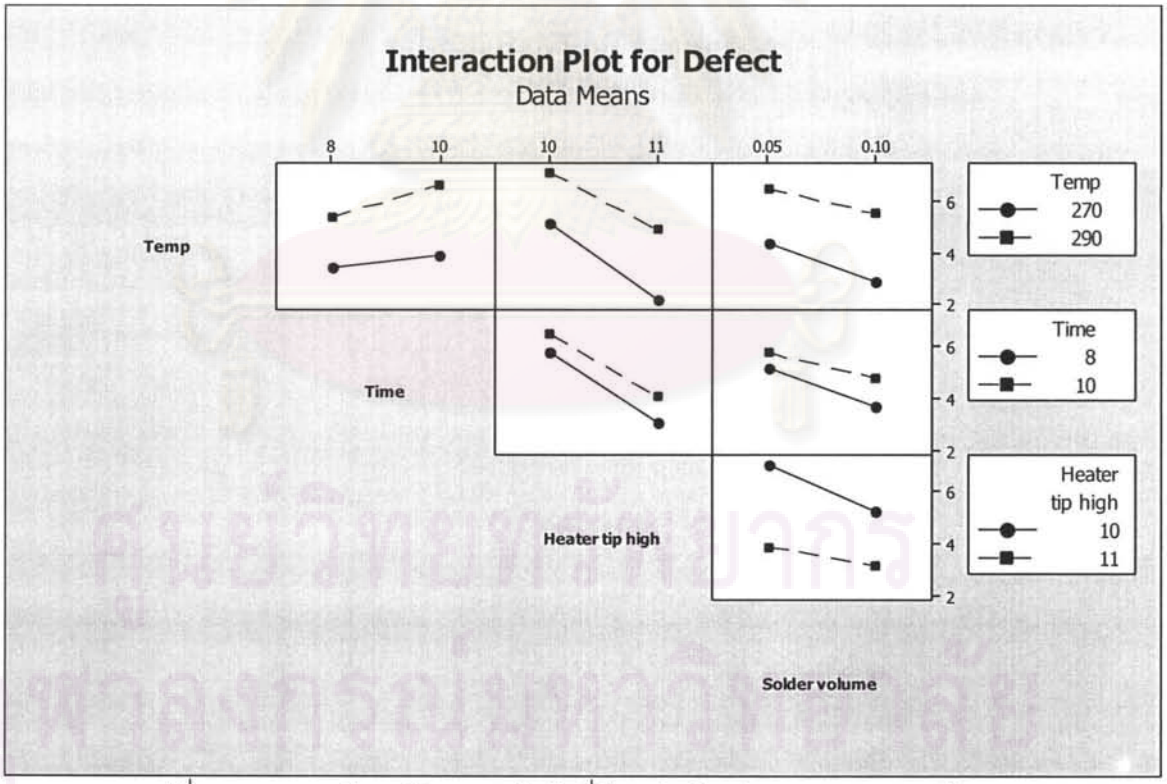
รูปที่ 6.8 Normal probability plot แสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ



รูปที่ 6.9 แผนภาพพาเรโตแสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ



รูปที่ 6.10 ผลหลักของปัจจัยที่ที่ผลต่อตัวแปรตอบสนองของเสีย



รูปที่ 6.11 ภาพอันตรกิริยาของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองของเสีย

จากผลการทดลองทำให้เราทราบระดับที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยซึ่งแสดงดังตารางที่ 6.11

ตารางที่6.11 ระดับที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยเพื่อให้มีจำนวนข้อบกพร่องของสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 น้อยที่สุด

ปัจจัย	ค่า
อุณหภูมิของการเชื่อมงานของเครื่อง	270 °C
เวลาในการเชื่อมงานของเครื่อง	8 sec
ระดับความสูงของ Heater tip	11 mm
ปริมาณของตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงาน	0.1 mm

6.3 การนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

ระยะนี้เป็นขั้นตอนของการนำวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการนำวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการหาวิธีการแก้ไขปัญหามาปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ คือ การลดความสูญเปล่าของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กน้อยที่สุดโดยการระดมสมองเพื่อสร้างแผนการดำเนินงานสำหรับแก้ไขปัญหา ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานตามแผนดังกล่าว พร้อมด้วยผู้รับผิดชอบและกำหนดเวลาของแผนเป็นดังนี้

ตารางที่6.12 แผนการดำเนินงานการลดความสูญเปล่าของการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004

ลำดับ	ขั้นตอน	ผู้รับผิดชอบ	กำหนดเวลา
1	การฝึกอบรมพนักงาน	หัวหน้าฝ่ายการผลิต	1 มิ.ย. 52
2	การปฏิบัติงานตามขั้นตอนของระเบียบวิธีการในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก	หัวหน้าฝ่ายการผลิต	1 มิ.ย. 52
3	การสร้างความสมบูรณ์โดยการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	หัวหน้าฝ่ายการผลิต	1 ก.ค. 52
4	การประเมินผลการปฏิบัติงาน	ทีมงาน	1 ก.ย. 52

1.การฝึกอบรมพนักงาน

การฝึกอบรมพนักงานดำเนินงานโดยหัวหน้าฝ่ายการผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อพนักงานทราบถึงรายละเอียดของกระบวนการผลิตทั้งหมดในแต่ละขั้นตอน และงานที่ตนเองรับผิดชอบในแต่ละตำแหน่ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการทำงานที่ถูกต้องและตรงกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) หัวหน้าฝ่ายการผลิตศึกษาและทำความเข้าใจในรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานกระบวนการต่างๆ ที่ต้องดำเนินงานที่ได้รับมอบหมายให้กับพนักงานฝ่ายผลิตแต่ละคน

2) หัวหน้าฝ่ายการผลิตอธิบายข้อมูลและกระบวนการผลิตทั้งหมดอย่างละเอียดให้กับหัวหน้าพนักงานและพนักงานแต่ละคนฟัง

3) หัวหน้าฝ่ายการผลิตมอบหมายหน้าที่ให้แก่พนักงานแต่ละคน

4) หัวหน้าพนักงานการผลิตพร้อมทั้งพนักงานการผลิตแต่ละทำความเข้าใจในหน้าที่ของตนต้องรับผิดชอบ ถ้าเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยให้สอบถามกับหัวหน้าฝ่ายการผลิต

2. การปฏิบัติงานตามขั้นตอนของระเบียบวิธีการการในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก

ในส่วนนี้เป็นการนำวิธีการปฏิบัติงานตามขั้นอนการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กที่ได้จัดทำขึ้นในระยะการหาวิธีการแก้ไขปัญหา ในส่วนของหัวหน้างานควบคุมการผลิตและพนักงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตแต่ละคนได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ นำมาใช้กับการปฏิบัติงานจริง ในส่วนนี้ผู้รับผิดชอบ คือ หัวหน้าฝ่ายการผลิต โดยมีหัวหน้างานควบคุมการผลิตเป็นผู้ควบคุมและปฏิบัติงานร่วมกับพนักงาน

3. การสร้างความสมบูรณ์โดยการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ในส่วนนี้เป็นการตรวจสอบกระบวนการผลิตว่าสามารถปฏิบัติงานได้อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา ซึ่ง จะมีการตรวจติดตามผลในแต่ละเดือน ในส่วนนี้ผู้รับผิดชอบคือ หัวหน้าฝ่ายการผลิต โดยจะทำการเก็บข้อมูลหลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต หลังจากนั้นนำข้อมูลได้มาตรวจสอบกับทีมผู้วิจัย เพื่อติด ตามผลหัลังการปรับปรุง

4. การประเมินผลการปฏิบัติงาน

หลังจากที่ได้นำวิธีการแก้ไขปัญหาไปปฏิบัติ หัวหน้าฝ่ายการผลิตเป็นผู้รวบรวมข้อมูลการปรับปรุงกระบวนการผลิตทั้งหมดของสินค้ารุ่น B-004 มาประเมินผลการดำเนินงานจากการนำขั้นตอนการแก้ไขปัญหาไปปฏิบัติ และทำการสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการประชุมของที่ผู้ปฏิบัติงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.4 สรุปผลระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

ในบทนี้ได้ทำการหาวิธีการแก้ปัญหาในการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตซึ่งได้ทำการแก้ไขใน 4 ส่วนหลัก คือ การออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS เพื่อลดความสูญเปล่าจากรอบการผลิตที่มากเกินไป การปรับปรุงการวางผังกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าจากการขนส่ง การลด ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นโดยหลักการ 5 ส และการลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตโดยการออกแบบการทดลอง หลังจากนั้นได้นำวิธีการแก้ไขปัญหาไปปฏิบัติใช้จริงโดยจัดให้มีการฝึกอบรม พนักงานตามขั้นตอนของระเบียบวิธีการการในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7
การควบคุมกระบวนการผลิต

หลังจากที่สามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตแล้วขั้นตอนต่อไปคือ การควบคุมกระบวนการผลิต เพื่อใช้ในการตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตหลังการ ปรับปรุง ซึ่งในบทนี้จะเป็นการกำหนดวิธีการทำงาน รายละเอียดของวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิต และการควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

7.1 กำหนดวิธีการปฏิบัติงานตามมาตรฐานของพนักงาน

ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กซึ่งเป็นเอกสารที่แสดงขั้นตอนวิธี การทำงานในแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งใช้สำหรับในการอบรมให้พนักงานเพื่อให้เกิดความชัดเจนในการทำงานแต่ละขั้นตอน โดยระเบียบวิธีการปฏิบัติงานที่จัดทำขึ้นประกอบไปด้วยหัวข้อดังนี้ (รายละเอียดของวิธีการปฏิบัติงานในแต่ละหัวข้อแสดงไว้ในภาคผนวก ค)

1) ลำดับขั้นตอนในกระบวนการประกอบสายเคเบิลขนาดเล็ก (Cable Assembly)
2) ขั้นตอนการดึงฉนวนออกและชุบตะกั่วบริเวณสื่อนำ (Insulation strip & Pre-soldering)
3) ขั้นตอนการเตรียมแผ่นกราวส์และตะกั่วประกอบเข้ากับสายเคเบิลและตัวเชื่อม (GND Bar & Conductor setting A&B side)
4) ขั้นตอนการเชื่อมระหว่างแผ่นกราวส์กับสายเคเบิลด้านเอและบี (GND Bar soldering A&B side)
5) ขั้นตอนการซ่อมแซมงานหลังการเชื่อม (Re-soldering)
6) ขั้นตอนการติดเทปกันความร้อนบนสื่อนำ (Tape-attach)
7) ขั้นตอนการประกอบตัวครอบของตัวเชื่อมต่อ (Shell assembly)
8) ขั้นตอนการเชื่อมต่อแผ่นกราวส์เข้ากับตัวครอบ (Shell soldering)
9) ขั้นตอนการซ่อมแซมงานหลังการเชื่อม (Re-soldering)
10) ขั้นตอนการลอกเทปและทำความสะอาดของสายเคเบิล (Remove tape & Cleaning cable)
11) ขั้นตอนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าและวัดขนาดของผลิตภัณฑ์ (Final inspection &Dimension)
12) ขั้นตอนการตรวจสอบลักษณะภายนอกของชิ้นงาน (Appearance)

โดยข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิต จะเก็บมาวิเคราะห์ในแต่ละเดือนเพื่อรองรับกับข้อมูลจากผลการทดลองที่ประยุกต์ใช้

7.2 แผนการควบคุม

ปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่พิจารณาในการกำหนดแผนการควบคุม ได้แก่ อุณหภูมิของการเชื่อมงานของเครื่อง เวลาในการเชื่อมงานของเครื่อง ระดับความสูงของ Heater ปริมาณตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงาน และการปฏิบัติงานตามมาตรฐานของพนักงาน

7.2.1 อุณหภูมิของการเชื่อมงานของเครื่อง

อุณหภูมิของการเชื่อมงานของเครื่องเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ซึ่งถ้าใช้ อุณหภูมิที่สูงเกินไปก็ทำให้เกิดปัญหากับชิ้นงาน ดังนั้นเพื่อลดปัญหาการเกิดของเสีย จึงต้องทำการควบคุมอุณหภูมิการเชื่อมงานของเครื่องที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง โดยที่ทำการควบคุมอุณหภูมิของการเชื่อมงานของเครื่องอยู่ที่ 270 °

7.2.2 เวลาในการเชื่อมงานของเครื่อง

เวลาในการเชื่อมงานของเครื่องเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ซึ่งถ้าใช้เวลาในการเชื่อมงานของเครื่องไม่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดปัญหากับชิ้นงาน ดังนั้นเพื่อลดปัญหาการเกิดของเสีย จึงต้องทำการควบคุมเวลาในการเชื่อมงานของเครื่องที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง โดยทำการควบคุมเวลาในการเชื่อมงานของเครื่องอยู่ที่ 8 วินาที

7.2.3 ระดับความสูงของ Heater

ระดับความสูงของ Heater เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ซึ่งถ้าระดับความสูงของ Heater ไม่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดปัญหากับชิ้นงาน ดังนั้นเพื่อลดปัญหาการเกิดของเสีย จึงต้องทำการควบคุมระดับความสูงของ Heater ที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง โดยทำการควบคุมระดับความสูงของ Heater อยู่ที่ 11 มิลลิเมตร

7.2.4 ปริมาณของตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงาน

ปริมาณของตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงานเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ซึ่งปริมาณของ ตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงานม่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดปัญหากับชิ้นงานต้องมีการซ่อมแซมงาน ดังนั้นเพื่อลปัญหาการเกิดของเสีย จึงต้องทำการควบคุมปริมาณ

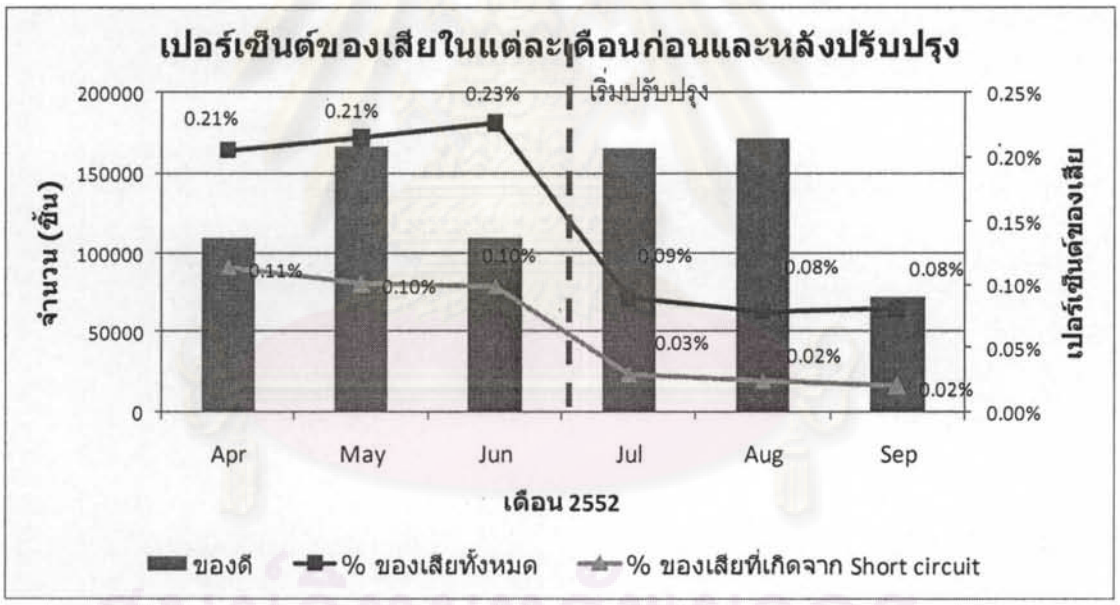
ตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงานที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง โดยทำการกำหนดความหนาของตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงานอยู่ที่ 0.1 มิลลิเมตร

7.2.5 การปฏิบัติงานตามมาตรฐานของพนักงาน

แผนการควบคุมคือ การตรวจสอบการทำงานของพนักงานว่าได้ทำตามที่กำหนดตามมาตราฐานวิธีการทำงานที่ระบุไว้หรือไม่ ซึ่งจะมีการกำหนดเป็นมาตรฐานการทำงาน โดยหัวหน้างานจะเป็นผู้ตรวจ สอบการทำงานเป็นไปตามมาตรฐานของพนักงานทุกวัน หากพนักงานไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานจะถูกนำไปฝึกอบรมใหม่อีกครั้ง

7.3 ข้อมูลหลังการปรับปรุงการผลิต

หลังการออกแบบกระบวนการผลิตใหม่และมีการควบคุมปัจจัยนำเข้าซึ่งมีผลต่อการผลิตทำให้สามารถลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นลดลงไปจาก 0.11% เป็น 0.03% ซึ่งแสดงดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 กราฟแสดงของเสียก่อนและหลังการนำวิธีการแก้ไขปัญหาไปปฏิบัติ

7.4 สรุปผลระยะการควบคุมการผลิต

จากการควบคุมกำหนดค่าปัจจัยนำเข้าที่ได้การผลการทดลองและการกำหนดมาตรฐานวิธีการปฏบัติงานกับพนักงาน ซึ่งพนักงานทุกคนต้องผ่านการฝึกอบรมก่อนการปฏิบัติงานจริง โดยได้กำหนดรายละเอียดในขั้นตอนต่างๆ รวมถึงกำหนดเวลาและผู้รับผิดชอบ เพื่อนำไปสู่การประเมินผลต่อไป

บทที่ 8

ระยะการประเมินผลการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

บทนี้จะกล่าวถึงผลการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าโดยแนวทางลีน ซิกซ์ซิกมาในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 พร้อมทั้งกล่าวถึงข้อจำกัดของงานวิจัยและข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย

8.1 สรุปผลการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตของสินค้ารุ่น B-004

จากการออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS เพื่อลดความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิต การปรับปรุงการวางผังกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าจากการขนส่ง การลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นโดยหลักการ 5ส การลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตโดยการออกแบบการทดลองและนำวิธีการแก้ไขปัญหาไปปฏิบัติจริงโดยจัดการฝึกอบรมพนักงาน เพื่อการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตของสินค้ารุ่น B-004 ของโรงงานกรณีศึกษาสามารถสรุปเป็นเปอร์เซ็นต์แต่ละความสูญเปล่าที่ลดลงไปได้ดังตารางที่ 8.1 และตารางที่ 8.2

ตารางที่ 8.1 สรุปผลจากการผังสายธารคุณค่าเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004

	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
Cycle time (sec/pc)	7.3	6.6
Task time (sec/pc)	7.3	6.75
No. of Operator	33	22
No. of Machine	6	4
Working (sec/day)	27000	27000
Output (pcs/day)	3698	4000
Value activity	14	9
Non – value activity	4	2
Sub-process	57	40
% Value added	35.08%	67.5%
% Efficiency line balance	92.88%	95.04%

ตารางที่ 8.2 เปอร์เซ็นต์ความสูญเปล่าของแต่ละรายการที่ลดลง

ตัววัดเพื่อลดความสูญเปล่า	หน่วยวัด	ก่อนปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
WIP (Work in process)	ชิ้น	656	486	25.91%
รอบเวลาการผลิต	วินาทีต่อชิ้น	122.05	69	43.46%
ระยะทางการขนส่งตัวจับยึดชิ้นงาน	เมตร	1.5	0	100%
เวลาเก็บสินค้าคงคลัง	วัน	2	1	50%
จำนวนครั้งในการตรวจสอบชิ้นงาน	ครั้ง/ชิ้นงาน	3	2	33%
การเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม	ขั้นตอน	33	10	69.69%
ปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร Short circuit	%ชิ้นงานเสีย	0.11%	0.03%	72.72%

จากการลดความสูญเปล่าดังกล่าวนั้น ส่งผลให้ผลผลิตในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์รุ่น B-004 มีอัตราที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์รุ่น B-004 ลดลงด้วยเช่นกันซึ่งแสดงดังตารางที่ 8.3

ตารางที่ 8.3 ต้นทุนและผลผลิตที่เปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังปรับปรุง

รายการตัววัด	หน่วยวัด	ก่อนปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
ผลผลิต	ชิ้นงาน	3,700	4,090	9.54%
ต้นทุนการผลิต	บาท / ชิ้นงาน	48.25	42.54	11.83%
ต้นทุนแรงงาน	บาท / ชิ้นงาน	16.52	11.01	33.33%

โดยผลสรุปหลังการประเมินผลภายในทีมงานจะเห็นว่าผลหลังการปรับปรุงเป็นที่น่ายอมรับ ซึ่งสามารถลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตได้จริง และยังสามารถนำแนวทางการปรับปรุงไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นที่มีลักษณะคล้ายกันได้

8.2 **สรุปผลระยะการประเมินผล**

จากการประเมินผลการปฏิบัติงานในที่ประชุมของกลุ่มทีมงานพบว่า ทีมงานมีความพึงพอใจกับผลสรุปที่ได้นำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งส่งผลให้สามารถลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตลงได้ พบว่า การผลิตมีแนวโน้มที่ดีขึ้นคือผลผลิตจาก 3700 ชิ้นงาน เป็น 4090 ชิ้นงานคิดเป็น 9.54% อีกทั้งยังส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงจาก 48.25 บาท เป็น 42.54 บาท คิดเป็น 11.83%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 9

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากรายละเอียดภายในงานวิจัยที่ได้ดำเนินการมาทั้งหมด สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

9.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคนิค ลีน ซิกซ์ซิกมา เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการนิยาปัญหา (Define Phase) ขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measurement Phase) ขั้นตอนการวิเครสะห์ปัญหา (Analysis Phase) ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improvement Phase) และขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต (Control Phase)

9.1.1 สรุปผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆ

งานวิจัยนี้ได้นำเครื่องมือและเทคนิคต่างๆมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลการปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องมือดังกล่าวจากประสบการณ์ที่ได้รับของผู้วิจัยในรายละเอียดดังนี้

1.ความยาก–ง่ายในการนำปฏิบัติ

2.ความเหมาะสมของการนำไปใช้

3.ผลที่ได้รับจากการปฏิบัติ

4.การนำไปประยุกต์ใช้ต่อหลังสิ้นสุด

โดยผลการวิเคราะห์การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆ ในรายละเอียดดังกล่าวแสดงได้ในตารางที่ 9.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9.1 ผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆในงานวิจัย

เครื่องมือ / เทคนิคที่ใช้	ความยาก-ง่ายในการนำไปปฏิบัติ	ความเหมาะสมของการนำไปใช้	ผลที่ได้จากกการนำไปปฏิบัติ	การนำไปประยุกต์ใช้ต่อหลังงานวิจัย
แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process Mapping)	มีความง่ายในการปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	สามารถแสดงขั้นตอนการๆหลของกระบวนการได้อย่างชัดเจน	สามารถทำได้
แผนภาพสายธารคุณค่า (VSM)	มีความยาก เนื่องจากต้องใช้เทคนิคในการออกแบบเครื่องมือ และจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน	มีความเหมาะสม	สามารถแสดงขั้นตอนการๆหลของกระบวนการได้อย่างชัดเจน	สามารถทำได้
กราฟ (Graph)	มีความง่ายในการปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	รูปแบบและแนวโน้มของข้อมูล	สามารถทำได้
การระดมสมอง (Brainstorming)	มีความง่ายในการปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	การทำงานร่วมกันในทีม การแสดงความคิดเห็นร่วมกัน	สามารถทำได้
แผนภาพพาเรโต (Pareto diagram)	มีความง่ายในการปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	สามารถเรียงลำดับของสาเหตุ ที่ทำให้สามารถสรุปหาต้นเหตุที่สำคัญในเรื่องพิจารณาได้	สามารถทำได้
แผนภาพแสดงสาเหตุและผล (Cause-and –effect-diagram)	มีความง่ายในการปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	สาเหตุในด้านต่างๆ ที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ในเรื่องที่พิจารณา	สามารถทำได้
แบบสอบถาม (Questionnaire)	มีความยาก เนื่องจากต้องอาศัยเทคนิคในการตั้งคำถามที่ชัดเจนและครอบคุม	มีความเหมาะสม	ผลการให้คะแนนจากแบบสอบถามเป็นข้อสรุปความคิดเห็นของคนส่วนใหญ่ที่ทำแบบสอบถาม	สามารถทำได้
แผนผังต้นไม้ (Tree diagram)	มีความง่ายในการปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	แนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ	สามารถทำได้
หลักการ ECRS	มีความยาก เนื่องจากต้องใช้เทคนิคในการออกแบบเครื่องมือ และจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน	มีความเหมาะสม	ลดขั้นตอนในการทำงาน และจัดลำดับการทำงานให้สมดุลมากขึ้น	สามารถทำได้
หลักการ 5W 1H	มีความง่ายในการปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	แนวทางในการแก้ไข	สามารถทำได้
การออกแบบการทดลอง (Design of experiment)	มีง่ายในการปฏิบัติ		ปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการและค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งปัจจัยนั้น	สามารถทำได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9.1.1 **สรุปผลระยะการกำหนดปัญหา**

จากการที่ได้ศึกษาข้อมูลจากโรงงานกรณีศึกษาในการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก และมีการประชุมระดมสมองจากทีมงานทำให้สามารถกำหนดปัญหาได้ว่า ปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นคือ การลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้แสดงให้เห็นชัดเจนว่า ผลิตภัณฑ์นี้มีโครงสร้างต้นทุนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งเกิดจากความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยถ้าสามารถหาสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตนั้นได้ จะทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไปได้

9.1.2 **สรุปผลระยะการวัดผล**

จากการกำหนดขอบเขตของงานวิจัยในบทที่ 1 และประกอบกับข้อมูลที่ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก รุ่น B-004 ของโรงงานกรณีศึกษา จากการระดมสมองของทีมงาน เพื่อทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์รุ่น B-004 โดยพิจารณาในแต่ละ ขั้นตอนการผลิต ทำให้สามารถระบุประเภทของกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าออกมาได้ จะเห็นว่าสัดส่วนของกิจกรรมประเภทนี้มีสูงถึง 65% ของกิจกรรมทั้งหมด ซึ่งกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าจะส่งผลให้ประสทธิภาพในการผลิตต่ำลง และการศึกษาข้อมูลการผลิตของกระบวนการที่ทำให้เกิดของเสีย ซึ่งปัญหาหลักของของเสียที่เกิดขึ้นคือ ปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ซึ่งจะนำปัญหานี้ไปวิเคราะห์ต่อไปและทำการแก้ไข

9.1.3 **สรุปผลระยะการวิเคราะห์สภาพของปัญหา**

จากการวิเคราะห์สภาพของปัญหาทางผู้วิจัยและทีมงานพบว่า เราสามารถจำแนกกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิด มูลค่าโดยแบ่งความสูญแปล่าออกเป็น 7 ประการ (7 waste) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 9.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9.2 แสดงการจัดแบ่งตามประเภทของความสูญเสียทั้ง 7 ประการ

ลำดับที่	ชนิดของความสูญเปล่า	รายละเอียด
1	ความสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินไป	พบว่าเกิด WIP (Work in process) มากถึง 656 ชิ้น
2	ความสูญเปล่าจากการรอคอย	พบว่ารอบระยะเวลาการผลิตในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากันทำให้มีงานในขั้นตอนก่อนหน้ามาค้างอยู่จนส่งผลให้เกิดการรอคอยและประสิทธิภาพของสายการผลิต = 92.88 %
3	ความสูญเปล่าจากการขนส่ง	พบว่าขั้นตอนการส่งตัวจับยึดชิ้นงาน(Jig)กลับไปยังกระบวนการผลิตเริ่มต้น เป็นระยะไกล 1.5 เมตร
4	ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น	มีการจัดเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตล่วงหน้า 2-3 วัน จึงต้องมีพื้นที่สำหรับจัดเก็บวัตถุดิบก่อนการผลิต
5	ความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม	5.1 เกิดความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม ทั้งหมด 9 ขั้นตอน 5.2 เกิดความสูญเปล่าจากกระบวนการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสม ซึ่งพบการตรวจสอบ 100% จากการตรวจสอบระหว่างการทำงานและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ทั้งหมด 3 ขั้นตอน
6	ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม	พบขั้นตอนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าทั้งหมด 33 ขั้นตอน
7	ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง	พบว่าข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นคือการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit)

ทางผู้วิจัยและทีมงานจะนำข้อมูลจากการวิเคราะห์หาสาเหตุจากสภาพของปัญหาเพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงในแต่ละชนิดของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในบทต่อไป

9.1.4 สรุปผลระยะการหาวิธีแก้ปัญหา

ในบทนี้ได้ทำการหาวิธีการแก้ปัญหาในการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตซึ่งได้ทำการแก้ไขใน 4 ส่วนหลัก คือ การออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS เพื่อลดความ

สูญเปล่าจากรอบการผลิตที่มากเกินไป การปรับปรุงการวางผังกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าจากการขนส่ง การลด ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นโดยหลักการ 5 ส และการลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตโดยการออกแบบการทดลอง หลังจากนั้นได้นำวิธีการแก้ไขปัญหาไปปฏิบัติใช้จริงโดยจัดให้มีการฝึกอบรม พนักงานตามขั้นตอนของระเบียบวิธีการในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก

9.1.5 **สรุปผลระยะการควบคุมการผลิต**

จากการควบคุมกำหนดค่าปัจจัยนำเข้าที่ได้การผลการทดลองและการกำหนดมาตรฐานวิธีการปฏบัติงานกับพนักงาน ซึ่งพนักงานทุกคนต้องผานการฝึกอบรมก่อนการปฏิบัติงานจริง โดยได้กำหนดรายละเอียดในขั้นตอนต่างๆ รวมถึงกำหนดเวลาและผู้รับผิดชอบ เพื่อนำไปสู่การประเมินผลต่อไป

9.2 **สรุปผลระยะการประเมินผล**

จากการประเมินผลการปฏิบัติงานในที่ประชุมของกล่มทีมงานพบว่า ทีมงานมีความพึงพอใจกับผลสรุปที่ได้นำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งส่งผลให้สามารถลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตลงได้ พบว่า การผลิตมีแนวโน้มที่ดีขึ้นคือผลผลิตจาก 3700 ชิ้นงาน เป็น 4090 ชิ้นงานคิดเป็น 9.54% อีกทั้งยังส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงจาก 48.25 บาท เป็น 42.54 บาท คิดเป็น 11.83%

โดยการดำเนินงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 ดังตารางที่ 9.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9.3ผลการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์	เนื้อหาบทที่	การดำเนินการ	ผลลัพธ์ที่ได้
1)เพื่อวิเคราะห์สภาพของความสูญเปล่าหรือกิจกรรมที่ไม่เกิดมูลค่าและหาสาเหตุหลักของปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก	3 4 5	การกำหนดปัญหา การวัดผล การวิเคราะห์สภาพปัญหา	- ผลิตภัณฑ์รุ่น B-004 นั้นมีโครงสร้างต้นทุนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบแต่ละผลิตภัณฑ์ - สามารถระบุประเภทของกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าออกมาได้ ซึ่งมีสัดส่วนของกิจกรรมประเภทนี้สูงถึง 65% ของกิจกรรมทั้งหมด - ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นคือ ปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) - ความสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินไปพบว่ารอบระยะเวลาในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากัน - ความสูญเปล่าจากการขนส่ง พบว่าขั้นตอนการส่งตัวจับชิ้นงาน (Jig) กลับไปยังกระบวนการผลิตเริ่มต้นเป็นระยะทาง 1.5 เมตร - ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น มีการจัดเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตล่วงหน้า 2-3 วัน จึงต้องมีพื้นที่สำหรับจัดเก็บวัตถุดิบก่อนการผลิต - ความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม 1.เกิดความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม ทั้งหมด 9 ขั้นตอน 2. เกิดความสูญเปล่าจากกระบวนการตรวจสอบที่ไม่เหมาะสม ซึ่งพบการตรวจสอบ 100% จากการตรวจสอบระหว่างการทำงานและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปทั้งหมด 3 ขั้นตอน – ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม พบขั้นตอนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าทั้งหมด 33 ขั้นตอน - ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง พบเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) เป็นอันดับหนึ่ง 0.11%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9.3ผลการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงคที่กำหนดไว้ (ต่อ)

วัตถุประสงค์	เนื้อหาบทที่	การดำเนินการ	ผลลัพธ์ที่ได้
2)เพื่อทำการแก้ไขปัญที่เกิดขึ้น โดยการออกแบบกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก โดยประยุกต์ใช้แนวทางลีนซิกซ์ซิกมา	6	การนำวิธีการแก้ไขไปปฏิบัติ	- การออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS เพื่อลดความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิต - การปรับปรุงการวางผังกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าจากการขนส่ง - การลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นโดยหลักการ 5 ส - การลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตโดยการออกแบบการทดลอง - นำวิธีการแก้ไขปัญหาไปปฏิบัติจริงโดยจัดการฝึกอบรมพนักงาน
	7	การควบคุมการผลิต	การควบคุมกำหนดค่าปัจจัยนำเข้าที่ได้จากผลการทดลองและการกำหนดมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานกับพนักงาน
	8	การประเมินผล	- WIP (Work in process) ลดลง 25.91% -รอบเวลาการผลิตลดลง 43.46% -ระยะทางการขนส่งตัวจับยึดชิ้นงานลดลง 100% -เวลาเก็บสินค้าคงคลังลดลง 50% -จำนวนครั้งในการตรวจสอบชิ้นงานลดลง 33% - การเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสมลดลง 69.69% -ปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) ลดลง 72.72% - ผลผลิตมีแนวโน้มที่ดีขึ้นคิดเป็น 9.54% - ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงคิดเป็น 11.83%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9.3 **ข้อจำกัดงานวิจัย**

ข้อจำกัดงานวิจัยมีดังนี้

1) งานวิจัยนี้มุ่งแก้ปัญหาการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตของสายเคเบิลขนาดเล็กของโรงงานกรณีศึกษาเท่านั้น

2) รายการสินค้าที่คัดเลือกมาศึกษาเพียงรายการเดียวเท่านั้น คือ ผลิตภัณฑ์ B-004

3) งานวิจัยนี้มุ่งแก้ปัญหาในส่วนของกระบวนการประกอบชิ้นส่วนเท่านั้น

9.4 **ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย**

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย มีดังนี้

1) การนัดประชุมระหว่างบุคลากรต่าง ๆ ภายในทีมงานค่อนข้างลำบาก เนื่องจากในแผนกมีกิจกรรมในปรับปรุงกระบวนการผลิตหลายอย่าง ซึ่งอาจจะมีเวลาที่ไม่ตรงกัน

2) ความไม่เข้าใจและไม่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานของพนักงานบางเนื่องจากความเคยชินในการปฏิบัติงานที่เคยทำมาก่อน จึงทำให้ต้องใช้เวลาในการสื่อสารเพื่อทำความเข้าใจพอสมควร

3) ปัญหาหลักที่เกิดจากพนักงานเป็นปัญหาที่เรื้องรังและไม่สามารถแก้ไขได้ เนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานบ่อยจากการลาออกของ พนักงาน หรือการหยุดงานของพนักงาน รวมถึงการไม่ใส่ใจของพนักงานต่อผลการปฏิบัติงานและปัญหาของเสียที่ เกิดขึ้น ทำให้การแก้ปัญหาของเสียไม่สามารถปฏิบัติให้เกิดผลสำเร็จได้ดีเท่าที่ควร

4) การศึกษาวิธีการทำงานโดยการจับเวลานั้นอาจพบข้อมูลที่คลาดเคลื่อนเนื่องจากการจับเวลานั้นจับโดยนาฬิกาจับเวลาซึ่งในกระบวนการผลิตขั้นตอนย่อยนั้นทำได้ยากเนื่องจากต้องนำเวลาที่ได้มาเฉลี่ย

5) การปรับตั้งค่าระดับของปัจจัยที่วิเคราะห์ได้จากผลการทดลองในการปฏิบัติงานจริงอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจากความผันแปรของเครื่องจักรหรือขั้นตอนการในการปรับตั้ง ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อที่ได้จากการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ ทำให้เกิดความเกิดความผันแปรของข้อมูลได้

9.5 **ข้อเสนอแนะ**

จากการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยมีความเห็นว่า โรงงานกรณีศึกษาควรมีการดำเนินการเพิ่มเติมในบางประเด็น ดังนี้

1) โรงงานกรณีศึกษาควรนำข้อมูลที่ได้เก็บบันทึกไว้ในแต่ละวันมาทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เพื่อที่จะสามารถทำการแก้ปัญหาได้รวดเร็วและทันเวลา

2) ผู้บริหารควรจัดทำกิจกรรมหรือการอบรมเกี่ยวกับจิตสำนึกในการทำงานให้กับพนักงานเพื่อเป็นการสร้างความตระหนักและจิตสำนึกที่ดีด้านคุณภาพ

3) ควรจัดให้พนักงานมีส่วนร่วมในการรับรู้ข้อมูลปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการไม่ทำงานตามขั้นตอนมาตราฐาน เพื่อให้พนักงานตระหนักถึงความสำคัญและมีส่วนร่วมในการเสนอแนวทางการแก้ไขพื่อติดตามผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550. หลักการควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ธีรพร เสนพรหม. 2550. การลดแม่แบบแก้วเสียในกระบวนการผลิตเลนส์พาสติก โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิพนธ์ บัวแก้ว. 2547. รู้จักระบบการผลิตแบบลีน (Introduction to Lean Manufacturing). กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น),

ปารเมศ ชุติมา. 2545. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

พิมพ์ชนก ไพศาลภาณุมาศ. 2550. การลดเวลานำในการผลิตในโรงงานผลิตเลนส์แว่นตาโดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาณุ ชุดเจือจีน. 2550. การลดของเสียจากการพ่นสีรองพื้นในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิกาโดยใช้แนวทาง ซิกซ์ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาณุพงษ์ เพิ่มพิมล.ประวัติความเป็นมาของ Six Sigma.[ออนไลน์].2551.แหล่งที่มา: http://www.squared.chula.ac.th/articles/LeanSixsigma.pdf [2551,มีนาคม 28]

ภัทรา อายุวัฒน์. 2546. การลดของเสียที่เกิดจากค่าการรับน้ำหนักกดของชุดหัวอ่านสำเร็จไม่ได้ตามข้อกำหนดในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้แนวทาง ซิกซ์ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันชัย ริจิรวนิช. 2541. หลักการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม เทคนิคและกรณีศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

วันรัตน์ จันทกิจ. 2546. 17เครื่องมือนักคิด Problem Solving Devices.กรุงเทพมหานคร : ซีโน ดี ไวน์,

ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. การควบคุมคุณภาพ Quality Control. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น,

อ้อมใจ พงษาเกษตร. 2550. การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Productivity Improvement Team. 2550. งานที่เป็นมาตรฐาน (Standard work for the shopfloor). แปลและเรียบเรียงโดย วิทยา สุหฤทดำรง และยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพมหานคร : อี.ไอ.แควร์สำนักพิมพ์,

Dr. Jeffrey K.Likerb. 2550. The Toyota way วิถีแห่งโตโยต้า ต้นกำเนิดการผลิตแบบลีน. แปลโดยดร.วิทยา สุหฤทดำรง. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อี.ไอ.สแควร์,

ภาษาอังกฤษ

Alukal George. 2003. Create a Lean Mean Machine. Quality Progress 36,4 : 29-35.

Andrew Thomas,Richard Barton and Chiamaka Chuke-Okafor. 2009. Applyig lean six sigma in a small Engineering company – a model for change. Journal of Manufacturing Technology Management. 20,1 : 113-129.

Barad,M and Kayis. 1994. Quality teams as improvement support systems(ISS). An Austrelian perspective. Management Decision 32,6 : 49-57.

Hagemeyer,C.H., and Gershenson,J.K. 2006. Classification and application of problem Solving quality tools. The TQM Magazine 18,5 : 455-483.

Hines,P.and Taylor,D.200.Going lean. UK:Lean Enterprise Research Centre Cardiff Bossiness school

Jordi Olivella, Lluı´s Cuatrecasas and Nestor Gavilan. 2008. Work organisation practices for lean production. Journal of Manufacturing Technology Management 19,7 : 798-811.

MingNan Chen and JrJung Lyu. 2009. A Lean Six-Sigma approach to touch panel quality improvement . Production Planning & Control 20,5 : 445-454.

Pius Achanga, Esam Shehab, Rajkumar Roy and Geoff Nelder. 2006. Critical success factors for lean implementation within SMEs. Journal of Manufacturing Technology Management 17,4 : 460-471.

Sullivan,W.G.,Mcdonold,T.N.,Eileen M.and Aken,V.2002.Equipment replacement decision and lean manufacturing.Elsevier Science Ltd.

Sung H.2003. Six Sigma and other management initiatives. In Park.Six Sigma for Quality and Productivity Promotion. Tokyo : APO.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

1.ข้อมูลการศึกษาวิธีการทำงานของการประกอบสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 (ก่อนปรับปรุง)

XXXX (Thailand) Ltd.,

Line Arrangement Check Sheet

Department .....

Item

Product Name : B-004 No. 11111111

Process : Ass'y

Pom.No. : 1111

Target/Day : 3,700 PCs

Cycle Time : 7.3 Sec/PC

Tact Time 7.3 Sec/PC. Working time : 27,000 sec.

No.of Opt 33 Ops No.of Machine 6 M/C

No.	Sub Process	Equipment & Tool	Actual Operation Time (C/T)						OP	Cycle time (s)
			1	2	3	4	5	Avg.		
1	GND BAR SETTING (A-SIDE)	JIG,MICROSCPE	13	11	15	13	12	12.8	2	6.4
2	GND BAR SOLDERING (ASIDE)	JIG , SOLDERING MACHINE	6	7	7	6	7	6.6	1	6.6
3	GND BAR SETTING (B-SIDE)	JIG,MICROSCOPE	12	14	12	13	11	12.4	2	6.2
4	GND BAR SOLDERING (B-SIDE)	JIG , SOLDERING MACHINE	8	7	7	8	8	7.0	1	7.0
5	INSU STRIP & PRE-SOLD	STRIP TOOL , SOLDER POT	8	6	6	8	7	7.0	1	7.0
6	CONDUCTOR & GND BAR CUTTING	CUTTING TOOL	7	6	6	6	7	6.3	1	6.3
7	APPEARANCE GND BAR	MICROSCOPE	7	7	7	8	8	7.3	1	7.3
8	CONDUCTOR SETTING	JIG,MICROSCOPE	29	32	32	31	33	31.4	5	6.3
9	CONNECTOR SOLDERING	JIG ,SOLDERING MACHINE	14	16	13	15	13	14.2	2	7.1
10	CONNECTOR RE-SODERING	IRON TIP ,JIG ,MICROSCOPE	14	13	14	12	13	13.2	2	6.6
11	TAPE ATTACH	JIG , MICROSCOPE	13	11	14	13	15	13.2	2	6.6
12	SHELL ASSEMBLY	JIG , MICROSCOPE	13	12	13	11	14	12.6	2	6.3
13	SHELL SOLDERING	JIG , SOLDERING MACHINE	15	16	12	14	13	14.0	2	7.0
14	SHELL RE-SOLDERING	IRON TIP ,JIG ,MICROSCOPE	14	14	13	15	12	13.6	2	6.8
15	REMOVE TAPE & CLEANING CABLE	MICROSCOPE	15	14	16	13	14	14.4	2	7.2
16	APPEARANCE & DIMENSION	MICROSCOPE	16	13	13	15	16	14.6	2	7.3
17	FINAL INSPECTION : ELECTRIC	MICROTEST	8	7	6	8	7	7.2	1	7.2
18	FINAL INSPECTION : APPEARANCE	MICROSCOPE	14	13	15	14	12	13.6	2	6.8

1.1.ข้อมูลการศึกษาวิธีการทำงานแต่ละขั้นตอนของการประกอบสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 (ก่อนปรับปรุง)

No.	Sub Process	Actual Operation Time (C/T)						Cycle time (s)
		1	2	3	4	5	Avg.	
1	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นล่างวางลงบนจิ๊ก (A)	1.3	1.2	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1
2	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนจิ๊ก (A)	1.5	1.7	1.3	1.1	1.2	1.4	1.4
3	วางสายเคเบิลลงบนจิ๊กและจัดเรียงสายเคเบิล (A)	2.0	1.8	2.1	1.7	1.6	1.8	1.8
4	หยิบตะกั่วชิ้นบนจุ่มฟลักซ์และวางลงบนจิ๊ก (A)	1.1	1.4	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3
5	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นบนวางลงบนจิ๊ก (A)	0.4	0.7	1.0	0.8	0.9	0.8	0.8
6	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (A)	5.8	5.4	5.1	5.7	5.2	5.4	5.4
7	หยิบชิ้นงานออกจากจิ๊ก	1.0	1.1	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2
8	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นล่างวางลงบนจิ๊ก (B)	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8
9	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนจิ๊ก (B)	1.1	1.3	1.0	1.4	1.5	1.3	1.3
11	วางสายเคเบิลลงบนจิ๊กและจัดเรียงสายเคเบิล (B)	1.9	1.8	1.5	1.7	1.8	1.7	1.7
12	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นบนวางลงบนจิ๊ก (B)	1.0	1.2	1.4	1.2	1.1	1.2	1.2
13	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (B)	5.8	6.5	5.8	5.6	6.2	6.0	6.0
14	หยิบชิ้นงานออกจากจิ๊ก	1.2	1.0	0.9	1.3	1.2	1.1	1.1
15	วางชิ้นงานลงบน Strip insulation tool	3.3	3.1	2.9	3.2	3.4	3.2	3.2
16	ดึง Strip tool	1.3	1.6	1.3	1.2	1.4	1.4	1.4
17	จุ่มชิ้นงานลงบนหม้อตะกั่ว	1.8	1.4	1.7	1.5	1.3	1.5	1.5
18	วางชิ้นงานในถาดใส่งาน	0.7	0.9	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9
19	หยิบชิ้นงานจากถาดใส่งาน	0.7	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
20	วางชิ้นงานลงบนเครื่องตัด	3.2	3.5	3.6	3.3	3.4	3.4	3.4
21	ตัดกราวส์และตัวสื่อนำ	1.8	1.6	1.5	1.3	1.6	1.6	1.6
22	หยิบชิ้นงานออก	0.6	0.8	0.9	0.7	0.6	0.7	0.7
23	ตัดแยกสายเคเบิลออกจากกัน 4 ชิ้นต่อหนึ่งแผง	3.4	3.8	3.4	3.6	3.6	3.6	3.6
24	ตรวจสอบลักษณะของชิ้นงาน	3.5	3.2	3.0	3.1	3.3	3.2	3.2
25	วางชิ้นงานลงบนถาดใส่งาน	0.4	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
26	หยิบตัวเชื่อม (Connector) ใส่ในจิ๊ก (2 ชิ้นต่อจิ๊ก)	1.2	0.9	0.8	1.1	1.3	1.1	1.1
27	วางตะกั่วลงบนตัวเชื่อม (Connector) (2 ชิ้นต่อจิ๊ก)	1.0	0.7	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9
28	วางสายเคเบิลลงบนตัวเชื่อม (Connector) (2 ชิ้นต่อจิ๊ก)	1.3	1.2	1.4	1.1	1.2	1.2	1.2

No.	Sub Process	Actual Operation Time (C/T)						Cycle time (s)
		1	2	3	4	5	Avg.	
29	จัดเรียงสายเคเบิล (2 ชิ้นต่อจิ๊ก)	1.7	1.5	1.3	1.4	1.6	1.5	1.5
30	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	0.6	0.8	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6
31	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (2 ชิ้นต่อจิ๊ก)	6.8	6.3	6.6	6.4	6.7	6.6	6.6
32	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
33	ตรวจสอบลักษณะการเชื่อมของงาน	2.1	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4
34	ซ่อมแซมการเชื่อมงานจากเครื่อง	3.5	3.7	3.3	3.8	3.6	3.6	3.6
35	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
36	ติดเทปลงบนตัวเชื่อม (Connector)	6.5	6.2	6.0	5.8	6.1	6.1	6.1
37	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	0.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
38	ประกอบตัวครอบ	5.3	5.4	5.2	5.0	4.8	5.1	5.1
39	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	1.2	1.0	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
40	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (2 ชิ้นต่อจิ๊ก)	6.8	6.7	6.4	6.3	6.3	6.5	6.5
41	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5
42	ตรวจสอบลักษณะการเชื่อมของงาน	2.1	1.8	1.7	2.0	1.9	1.9	1.9
43	ซ่อมแซมการเชื่อมงานจากเครื่อง	2.8	2.6	2.7	2.5	2.6	2.6	2.6
44	หยิบชิ้นงานออกจากจิ๊ก	0.7	0.9	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
45	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5
46	ส่งตัวจับยึดชิ้นงานกลับไปยังกระบวนการผลิตเริ่มต้น	1.2	1.0	0.9	1.1	0.9	1.0	1.0
47	ทำความสะอาดชิ้นงาน	3.9	4.0	3.7	3.6	3.8	3.8	3.8
48	ลอกเทปส่วนเกิน	2.6	3.0	2.8	2.9	2.8	2.8	2.8
49	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.7	0.8	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6
50	ตรวจสอบชิ้นงาน ลักษณะของสายเคเบิล	5.7	5.6	5.2	5.4	5.3	5.4	5.4
51	ตรวจวัดขนาดของสายเคเบิล	1.5	1.8	1.4	1.2	1.3	1.4	1.4
52	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.4	0.4	0.5	0.7	0.6	0.5	0.5
53	ตรวจสอบขนาดชิ้นงาน	1.8	1.6	1.4	1.6	1.5	1.6	1.6
54	ทดสอบผลิตภัณฑ์	5.0	5.2	4.7	4.5	4.6	4.8	4.8
55	ถอดชิ้นงาน	0.5	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
56	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
57	ตรวจสอบชิ้นงาน	7.0	6.8	6.7	6.9	6.8	6.8	6.8

2.ข้อมูลการศึกษาวิธีการทำงานของการประกอบสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 (หลังปรับปรุง)

XXXX (Thailand) Ltd.,

Line Arrangement Check Sheet

Department .....

Item

Product Name : B-004 No. 11111111

Process : Ass'y

Pom.No. : 1111

Target/Day : 4,000 PCs

Cycle Time : 6.6 Sec/PC

Tact Time 6.75 Sec/PC. Working time : 27,000 sec.

No.of Opt 22 Ops No.of Machine 4 M/C

No.	Sub Process	Equipment & Tool	Actual Operation Time (C/T)						OP	Cycle time (s)
			1	2	3	4	5	Avg.		
1	INSU STRIP & PRE-SOLD	JIG,MICROSCOPE	7	5	7	6	7	6.4	1	6.4
2	GND BAR & CONDUCTOR SETTING (A&B SIDE)	JIG , SOLDERING MACHINE	40	39	40	42	38	39.8	6	6.6
3	GND BAR SOLDERING (A&B-SIDE)	JIG,MICROSCOPE	14	13	12	11	12	12.4	2	6.2
4	CONNECTOR RE- SODERING	JIG , SOLDERING MACHINE	11	13	13	14	12	12.6	2	6.3
5	TAPE ATTACH	JIG , MICROSCOPE	12	11	12	14	13	12.4	2	6.2
6	SHELL ASSEMBLY	JIG , MICROSCOPE	12	14	13	14	12	13.0	2	6.5
7	SHELL SOLDERING	JIG , SOLDERING MACHINE	14	12	13	12	11	12.4	2	6.2
8	SHELL RE-SOLDERING	IRON TIP ,JIG,MICROSCOPE	6	5	7	7	6	6.1	1	6.1
9	REMOVE TAPE & CLEANING CABLE	MICROSCOPE	10	15	12	12	14	12.6	2	6.3
11	FINAL INSPECTION : ELECTRIC	MICROTEST	5	6	6	7	7	5.9	1	5.9
12	FINAL INSPECTION : APPEARANCE	MICROSCOPE	6	8	5	7	6	6.3	1	6.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 ข้อมูลการศึกษาวิธีการทำงานของแต่ละขั้นตอนการประกอบสายเคเบิลขนาดเล็กรุ่น B-004 (หลังปรับปรุง)

No.	Sub Process	Actual Operation Time (C/T)						Cycle time (s)
		1	2	3	4	5	Avg.	
1	วางชิ้นงานลงบน Strip insulation tool	3.3	3.2	3.4	3.1	3.2	3.2	3.2
2	ดึง Strip tool	1.8	1.5	1.7	1.6	1.8	1.7	1.7
3	จุ่มชิ้นงานลงบนหม้อตะกั่ว	1.4	1.7	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5
4	ตัดแยกสายเคเบิลออกจากกัน 4 ชิ้นต่อหนึ่งแผง	3.8	3.6	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6
5	วางชิ้นงานในถาดใส่งาน	1.1	1.0	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
6	หยิบชิ้นงานจากถาดใส่งาน	0.7	0.9	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8
7	หยิบตัวเชื่อม (Connector) ใส่ในจิ๊ก (4 ชิ้นต่อจิ๊ก)	1.1	1.2	1.1	0.9	1.0	1.1	1.1
8	วางตะกั่วลงบนตัวเชื่อม (Connector) (4 ชิ้นต่อจิ๊ก)	1.2	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
9	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นล่างวางลงบนจิ๊ก (A)	1.3	1.1	0.9	1.1	1.2	1.1	1.1
10	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนจิ๊ก (A)	1.6	1.3	1.5	1.3	1.4	1.4	1.4
11	วางสายเคเบิลลงบนจิ๊กและจัดเรียงสายเคเบิล (A)	2.0	1.8	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8
12	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นบนวางลงบนจิ๊ก (A)	1.5	1.3	1.2	1.3	1.4	1.3	1.3
13	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นล่างวางลงบนจิ๊ก (B)	0.8	0.7	0.9	1.0	0.8	0.8	0.8
14	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนจิ๊ก (B)	0.9	1.0	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8
15	หยิบตะกั่วชิ้นล่างจุ่มฟลักซ์และวางลงบนจิ๊ก (B)	1.5	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3
16	วางสายเคเบิลลงบนจิ๊กและจัดเรียงสายเคเบิล (B)	1.8	1.6	1.9	1.7	1.6	1.7	1.7
17	หยิบตะกั่วชิ้นบนจุ่มฟลักซ์และวางลงบนจิ๊ก (B)	1.3	1.4	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2
18	หยิบแผ่นกราวส์ชิ้นบนวางลงบนจิ๊ก (B)	1.4	1.2	1.3	1.2	1.0	1.2	1.2
19	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (A&B)	5.8	5.6	6.0	5.7	5.6	5.7	5.7
20	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	0.5	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
21	ตรวจสอบลักษณะการเชื่อมของงาน	2.6	2.4	2.3	2.2	2.4	2.4	2.4
22	ซ่อมแซมการเชื่อมงานจากเครื่อง	3.5	3.1	3.3	3.4	3.3	3.3	3.3
23	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	0.5	0.6	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5
24	ติดเทปลงบนตัวเชื่อม (Connector)	4.7	4.9	4.6	4.5	4.6	4.7	4.7
25	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	0.6	0.7	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5

No.	Sub Process	Actual Operation Time (C/T)						Cycle time (s)
		1	2	3	4	5	Avg.	
26	ประกอบตัวครอบ	5.3	5.2	5.3	5.1	5.4	5.3	5.3
27	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	1.5	1.3	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2
28	เครื่องเชื่อมชิ้นงาน (2 ชิ้นต่อจิ๊ก)	4.7	4.6	4.8	4.5	4.7	4.7	4.7
29	ส่งจิ๊กไปกระบวนการถัดไป	0.3	0.5	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
30	ตรวจสอบลักษณะการเชื่อมของงาน	2.1	2.3	2.5	2.1	1.9	2.2	2.2
31	ซ่อมแซมการเชื่อมงานจากเครื่อง	2.8	2.4	2.5	2.6	2.7	2.6	2.6
32	หยิบชิ้นงานออกจากจิ๊ก	1.0	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8
33	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
34	ทำความสะอาดชิ้นงาน	4.0	3.9	3.7	3.8	3.7	3.8	3.8
35	ลอกเทปส่วนเกิน	2.1	1.8	1.9	2.0	1.9	1.9	1.9
36	ส่งชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป	0.5	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
37	วัดขนาดของผลิตภัณฑ์	1.2	1.4	1.3	1.2	1.5	1.3	1.3
38	ทดสอบผลิตภัณฑ์	3.7	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	3.8
39	ถอดชิ้นงาน	0.6	0.8	0.7	0.9	0.8	0.8	0.8
40	ตรวจสอบชิ้นงาน	6.0	6.3	6.5	6.1	6.4	6.3	6.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ในการหาสาเหตุหลักของปัญหา

แบบสอบถามการให้คะแนนปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัวงจร (Short circuit)
ของสินค้ารุ่น B-004

ตำแหน่งงานของผู้ตอบแบบสอบถาม_____วันที่_____

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านตามความเป็นจริง
1 หมายถึง ไม่มีผลต่อปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit)
10 หมายถึง มีผลต่อปัญหาการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) มากที่สุด

ลำดับที่	สาเหตุของปัญหาการไฟฟ้าลัดวงจร Short circuit	คะแนน									
1	อุณหภูมิของเครื่องเชื่อมงานสูงเกินไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	เวลาของเครื่องเชื่อมงานนานเกินไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	โฟกัสของเครื่อง Laser ไม่คงที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	กราวส์โดนกดทับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	ขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	ปริมาณตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมมากเกินไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	เศษของ Shield ที่ติดอยู่บนสายเคเบิล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	เอกสารอธิบายการตรวจสอบชิ้นงานยังไม่ชัดเจน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	การเชื่อมงานมากกว่า 1 ครั้ง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	ล็อคสกรูไม่แน่น	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	วิธีการที่ยังไม่ชัดเจนในการซ่อมงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	ตรวจสอบชิ้นงานหลังจากปลอกสายเคเบิล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก

โดยระเบียบวิธีการปฏิบัติงานที่จัดทำขึ้นประกอบไปด้วยหัวข้อดังนี้ (รายละเอียดของวิธีการปฏิบัติงานในแต่ละหัวข้อแสดงไว้ในภาคผนวก ค)

1) ลำดับขั้นตอนในกระบวนการประกอบสายเคเบิลขนาดเล็ก (Cable Assembly)
2) ขั้นตอนการดึงฉนวนออกและชุบตะกั่วบริเวณสื่อนำ (Insulation strip & Pre-soldering)
3) ขั้นตอนการเตรียมแผ่นกราวส์และตะกั่วประกอบเข้ากับสายเคเบิลและตัวเชื่อม (GND Bar & Conductor setting A&B side)
4) ขั้นตอนการเชื่อมระหว่างแผ่นกราวส์กับสายเคเบิลด้านเอและบี (GND Bar soldering A&B side)
5) ขั้นตอนการซ่อมแซมงานหลังการเชื่อม (Re-soldering)
6) ขั้นตอนการติดเทปกันความร้อนบนสื่อนำ (Tape-attach)
7) ขั้นตอนการประกอบตัวครอบของตัวเชื่อมต่อ (Shell assembly)
8) ขั้นตอนการเชื่อมต่อแผ่นกราวส์เข้ากับตัวครอบ (Shell soldering)
9) ขั้นตอนการซ่อมแซมงานหลังการเชื่อม (Re-soldering)
10) ขั้นตอนการลอกเทปและทำความสะอาดของสายเคเบิล (Remove tape & Cleaning cable)
11) ขั้นตอนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าและวัดขนาดของผลิตภัณฑ์ (Final inspection &Dimension)
12) ขั้นตอนการตรวจสอบลักษณะภายนอกของชิ้นงาน (Appearance)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 แผนการควบคุมปัจจัยนำเข้า

AAA Electronics (Thailand) Ltd.

Temporary Instruction Sheet

PAGE 1 OI

SUBJECT	**4M Change** **Product** B-004			TIS NO.	
				ISSUED DATE	1-Jul-09
DRAWING NO.	XXXXX	CUSTOMER P/N	XXXXX	ISSUED BY	S.Kamolrat
DISTRIBUTED TO	Production B-004			DEPARTMENT	XXXX
				CHECKED BY	XXXX
				APPROVED BY	XXXX

CHANGING CRITERIA ◯ MACHINE ◯ MATERIAL ◯ METHOD ◯ MAN

CUSTOMER APPROVAL ◯ ATTACHED WITH THIS TIS

PURPOSE :

To control factor for making product B-004. (การกำหนดตัวแปรควบคุมในการปฏิบัติงานสำหรับผลิตภัณฑ์รุ่น B-004)

☐ INFORMATION ☐ TESTING ☐ REVISE POM ☐ REVISE DRAWING

APPLICATION :

EFFECTIVE DOCUMEN : 1-Jul-09

EFFECTIVE WORK ORDEI 11111

EFFECTIVE DATE : 1-Jul-09

CAN MIX WITH SAME SHIPMENT ☐ YES ☐ NO

DETAIL :

การกำหนดปัจจัยในการทำงาน

1.การกำหนดอุณหภูมิของเครื่องเชื่อมตะกั่วอยู่ที่ 270 ° X

2.การกำหนดเวลาในการเชื่อมงานของเครื่องอยู่ที่ 8 วินาที

3.การกำหนดระดับความสูงของ Heater อยู่ที่ 11 มิลลิเมตร

4.การกำหนดความหนาของตะกั่วที่ใช้ในการเชื่อมงานอยู่ที่ 0.1 มิลลิเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 ตัวอย่างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก

PRODUCT NAME	POM NO.	REVISION NO.	SUB PROCESS	NO.
B-004	1111	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 / 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20	Insulation strip & Pre-soldering	1

Controlled Substances

CONTROL ITEM

1. Jig No. : (Insulation striper block)
   - Record in Check sheet or run card at start/shift (F-1897-1)
2. Appearance after strip : All pieces
   - Insulation must be strip clearly
   - Conductor Should not bend

TOOL

1. Insulation striper block
2. Insulation striper Jig No.SR-023x-xx ,SR-022x-xx

Insulation strip

Pre-soldering

ตัดแบ่งสายเคเบิลออกจากกลุ่ม

CONTROL ITEM:

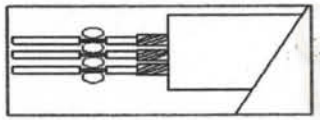
1.Tool no : Record in Run card at start/ shift (F-1896-1)
2. Temperature setting = 300 ± 20°c (280-320°c)
   : Measure by thermometer.
   : Record in check sheet 2times/ shift (F-1897-1)
3. Appearance after strip : All pieces
   - ต้องมีตะกั่วเคลือบ conductor
     อย่างน้อย 3/4 ของความ

TOOL

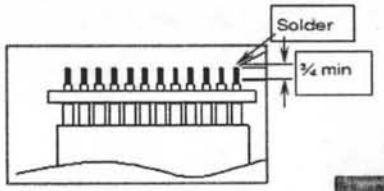
1. Solder pot (IS-094-002)

Operation step

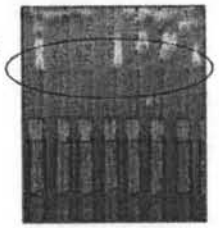
1. วางเคเบิลให้ตรงกับร่อง pin ของ Insulation strip tool.
   (Set cable into gab between pin of Insulation strip tool.)
2. จับ Toggle แล้วดึงออกเพื่อ strip Insulation ตามรูป
   (Pull toggle clamp and .strip Insulation ,Follow picture)



การวาง Product ลงใน Pin ให้วางจุด Insu-Laser Slitting
ให้ตรงกับ Pin strip แล้วกด Clamper ลงจับงาน
(Set cable into pin (pin is in between conductor)
After that clamp to lock cable)



3/4 of conductor have solder coat
ต้องมีตะกั่วเคลือบ conductor
อย่างน้อย 3/4 ของความยาว

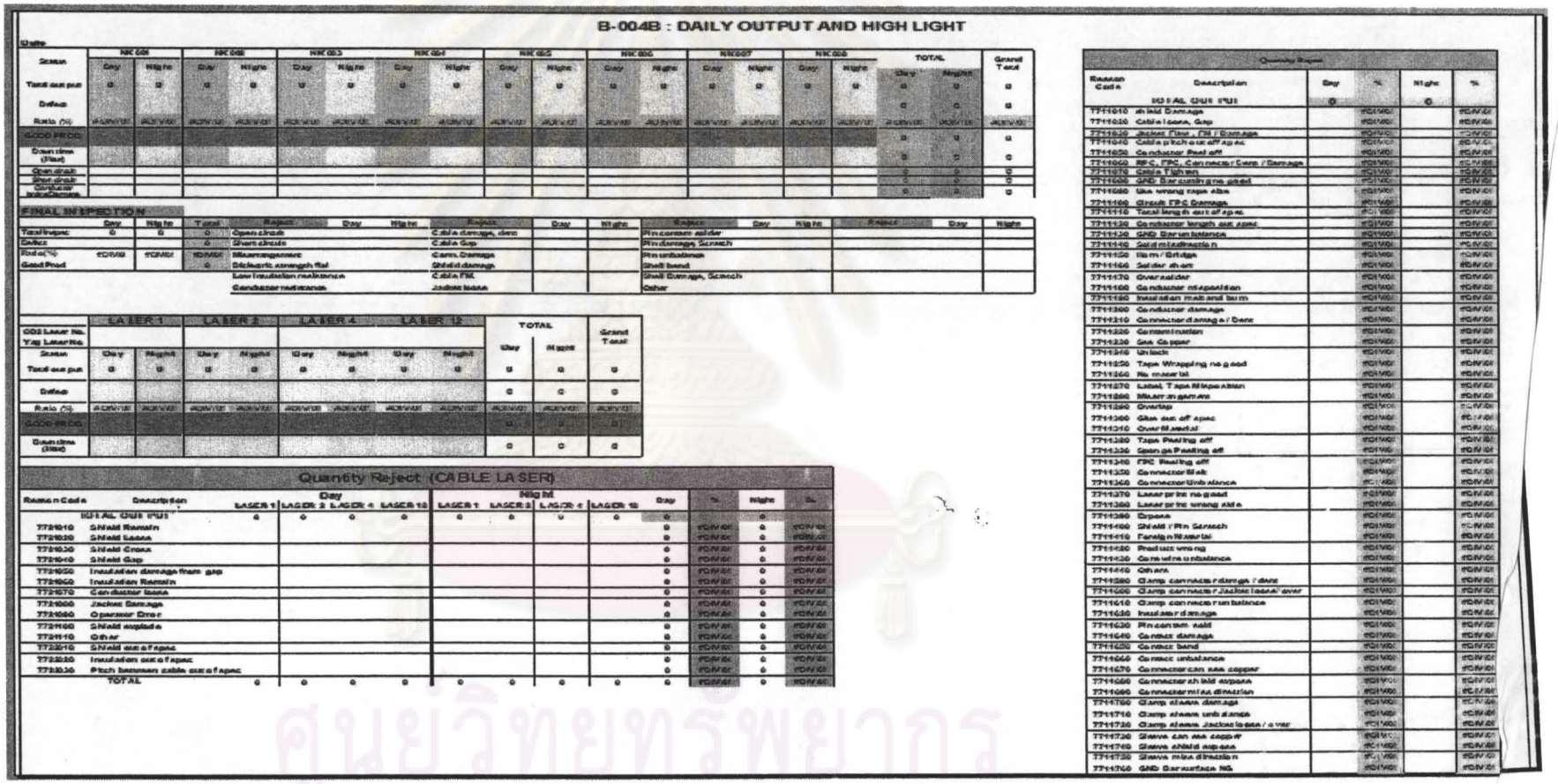


MEASURING UNIT (หน่วย) : MILLIMETRE (mm.: มิลลิเมตร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลของเสียในโรงงานกรณีศึกษา



B-004B : DAILY OUTPUT AND HIGH LIGHT

Date

Status	NIK 004		NIK 005		NIK 003		NIK 001		NIK 002		NIK 006		NIK 007		NIK 008		TOTAL		Grand Total
	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	
Total output	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Defect																	0	0	0
Ratio (%)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
GOOD PROD.																	0	0	0
Down time (Hour)																	0	0	0
Open circuit																	0	0	0
Short circuit																	0	0	0
Conductor Insult Damage																	0	0	0

FINAL INSPECTION

	Day	Night
Total Inspec	0	0
Defect		
Ratio(%)	#DIV/0!	#DIV/0!
Good Prod		0

Total	Reject	Day	Night
0	Open circuit		
0	Short circuit		
#DIV/0!	Misarrangement		
0	Dielectric strength fail		
	Low insulation resistance		
	Conductor relevance		

Reject	Day	Night
Cable damage, deno		
Cable Gap		
Conn. Damage		
Shield damage		
Cable Fill.		
Jacket loose		

Reject	Day	Night
Pin connect solder		
Pin damage, Scratch		
Pin unbalance		
Shell bend		
Shell Damage, Scratch		
Other		

Reject	Day	Night

	LASER 1		LASER 2		LASER 4		LASER 12		TOTAL		Grand Total
CDS Laser No.											
Yag Laser No.											
Status	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	Day	Night	
Total output	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Defect									0	0	0
Ratio (%)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
GOOD PROD.									0	0	0
Down time (Hour)									0	0	0

Quantity Reject (CABLE LASER)

Reason Code	Description	Day LASER 1	Day LASER 2	Day LASER 4	Day LASER 12	Night LASER 1	Night LASER 2	Night LASER 4	Night LASER 12	Day	%	Night	%
	TOTAL QUANTITY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721010	Shield Remain									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721020	Shield Loose									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721030	Shield Cross									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721040	Shield Gap									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721050	Insulation damage from gap									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721060	Insulation Remain									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721070	Conductor loose									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721080	Jacket Damage									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721090	Operator Error									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721100	Shield exploded									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7721110	Other									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7723010	Shield out of spec									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7723020	Insulation out of spec									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7723030	Pitch between cable out of spec									0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
	TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	0	#DIV/0!

Quantity Reject

Reason Code	Description	Day	%	Night	%
	TOTAL QUANTITY	0	#DIV/0!	0	#DIV/0!
7711010	shield Damage		#DIV/0!		#DIV/0!
7711020	Cable Loose, Gap		#DIV/0!		#DIV/0!
7711030	Jacket Fiber , Dirt / Damage		#DIV/0!		#DIV/0!
7711040	Cable pitch out off spec		#DIV/0!		#DIV/0!
7711050	Conductor Peel off		#DIV/0!		#DIV/0!
7711060	RFC, FPC, Connector Core / Damage		#DIV/0!		#DIV/0!
7711070	Cable Tighten		#DIV/0!		#DIV/0!
7711080	GND Barcustring one sided		#DIV/0!		#DIV/0!
7711090	Use wrong tape size		#DIV/0!		#DIV/0!
7711100	Circuit FPC Damage		#DIV/0!		#DIV/0!
7711110	Total length out off spec		#DIV/0!		#DIV/0!
7711120	Conductor length out spec		#DIV/0!		#DIV/0!
7711130	GND Barcen balance		#DIV/0!		#DIV/0!
7711140	Solid misalignment		#DIV/0!		#DIV/0!
7711150	Burn / Bridge		#DIV/0!		#DIV/0!
7711160	Solder short		#DIV/0!		#DIV/0!
7711170	Over solder		#DIV/0!		#DIV/0!
7711180	Conductor misposition		#DIV/0!		#DIV/0!
7711190	Insulation melt and burn		#DIV/0!		#DIV/0!
7711200	Conductor damage		#DIV/0!		#DIV/0!
7711210	Connector damage / bent		#DIV/0!		#DIV/0!
7711220	Contamination		#DIV/0!		#DIV/0!
7711230	Use Copper		#DIV/0!		#DIV/0!
7711240	Unlath		#DIV/0!		#DIV/0!
7711250	Tape Wrapping no good		#DIV/0!		#DIV/0!
7711260	No material		#DIV/0!		#DIV/0!
7711270	Label, Tape Misposition		#DIV/0!		#DIV/0!
7711280	Misarrangement		#DIV/0!		#DIV/0!
7711290	Overlap		#DIV/0!		#DIV/0!
7711300	Glue out off spec		#DIV/0!		#DIV/0!
7711310	Over Material		#DIV/0!		#DIV/0!
7711320	Tape Peeling off		#DIV/0!		#DIV/0!
7711330	Sponge Peeling off		#DIV/0!		#DIV/0!
7711340	FPC Peeling off		#DIV/0!		#DIV/0!
7711350	Connector Break		#DIV/0!		#DIV/0!
7711360	Connector Unbalance		#DIV/0!		#DIV/0!
7711370	Laser print no good		#DIV/0!		#DIV/0!
7711380	Laser print wrong data		#DIV/0!		#DIV/0!
7711390	Expose		#DIV/0!		#DIV/0!
7711400	Shield / Pin Scratch		#DIV/0!		#DIV/0!
7711410	Foreign Material		#DIV/0!		#DIV/0!
7711420	Product wrong		#DIV/0!		#DIV/0!
7711430	Connector unbalance		#DIV/0!		#DIV/0!
7711440	Others		#DIV/0!		#DIV/0!
7711580	Clamp connector damage / bent		#DIV/0!		#DIV/0!
7711600	Clamp connector Jacket loose/ over		#DIV/0!		#DIV/0!
7711610	Clamp connector unbalance		#DIV/0!		#DIV/0!
7711620	Insulator damage		#DIV/0!		#DIV/0!
7711630	Pin connect weld		#DIV/0!		#DIV/0!
7711640	Contact damage		#DIV/0!		#DIV/0!
7711650	Contact bend		#DIV/0!		#DIV/0!
7711660	Contact unbalance		#DIV/0!		#DIV/0!
7711670	Connector can see copper		#DIV/0!		#DIV/0!
7711680	Connector shield expose		#DIV/0!		#DIV/0!
7711690	Connector misalignment		#DIV/0!		#DIV/0!
7711700	Clamp sleeve damage		#DIV/0!		#DIV/0!
7711710	Clamp sleeve unbalance		#DIV/0!		#DIV/0!
7711720	Clamp sleeve Jacket loose / over		#DIV/0!		#DIV/0!
7711730	Sleeve can see copper		#DIV/0!		#DIV/0!
7711740	Sleeve shield expose		#DIV/0!		#DIV/0!
7711750	Sleeve misalignment		#DIV/0!		#DIV/0!
7711760	GND Barsurface NG		#DIV/0!		#DIV/0!

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกมลรัตน์ ศรีสังข์สุข เกิดเมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ.2525 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อปี พ.ศ 2548 และเมื่อปีการศึกษา พ.ศ.2551 ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย