การปรับปรุงผลิตภาพในโรงงานผลิตชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้า

นางสาวสุธิดา จำปาเงิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

PRODUCTIVITY IMPROVEMENT
IN A FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT ASSEMBLY FACTORY

Miss Suthida Champangern

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 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงผลิตภาพในโรงงานผลิตชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้า
โดย	นางสาวสุธิดา จำปาเงิน
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ)

…… กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญวา ธรรมพิทักษ์กุล)

สุธิดา จำปาเงิน : การปรับปรุงผลิตภาพในโรงงานผลิตชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้า. (PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN A FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT ASSEMBLY FACTORY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ, 138 หน้า.

บริษัทผลิตชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่นแห่งหนึ่งประสบปัญหากำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า จากการศึกษาการทำงานในโรงงานนี้พบว่ามีกระบวนการติดกาวเป็นคอขวด จึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มกำลังการผลิตของหน่วยงานนั้นด้วยการซื้อเครื่องจักรเพิ่ม แต่เมื่อวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เป็นข้อจำกัดของกำลังของกระบวนการติดกาวพบว่ามีขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแฝงอยู่ จึงได้ใช้ Why-why analysis เพื่อวิเคราะห์เหตุผลที่แท้จริงของขั้นตอนในกระบวนการติดกาว และได้พยายามปรับปรุงขั้นตอนเหล่านั้นด้วยหลักการ ECRS โดยยกเลิกขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ปรับวิธีทำงานให้ง่ายขึ้น และเปลี่ยนขั้นตอนที่ใช้แรงและเสียเวลามากเป็นระบบนิวเมติกส์อย่างง่ายซึ่งมีต้นทุนต่ำมากเนื่องจากใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่แล้ว การปรับปรุงทำให้สามารถลดการใช้เครื่องติดกาวลงจาก 3 เหลือ 2 เครื่อง และทำให้รอบเวลาผลิตของกระบวนการติดกาวลดลงจาก 4.7 วินาที เหลือ 4.1 วินาที ทำให้อัตราผลิตของทั้งโรงงานเพิ่มขึ้น 15% จนสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้ไม่น้อยกว่า 1 ปีข้างหน้า

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2555

5271466021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : Productivity improvement, Why-why analysis, Process improvement

SUTHIDA CHAMPANGERN: PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN A FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT ASSEMBLY FACTORY. ADVISOR: ASST.PROF.MANOP REAWDECHA, Ph.D., 138 pp.

A flexible printed circuit assembly factory had a problem of insufficient capacity to meet customer demands. It was found that masking tape application was the bottleneck process and the factory originally considered to purchase new machine to increase the production capacity. However, an analysis revealed that the limitation of the capacity of this process was caused by non-value added steps. Why-why analysis technique was then applied to find real reasons of the masking tape application process in order to attempt to improve it with the ECRS concept. Some steps were eliminated or simplified. A heavy and time-consuming task was replaced with a low-cost pneumatic mechanism, which was modified from existing equipment. The improvement reduced the use of the masking tape application machines from three to two. The cycle time was reduced from 4.7 seconds to 4.1 seconds, increasing the production rate by 15%. This made the capacity of the factory sufficient for the customer demand more than one year ahead.

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year : 2012 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำสำหรับแนวทางการทำวิจัยและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำวิจัยด้วยดี ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านประกอบไปด้วยประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์ (ประธานกรรมการ) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ (กรรมการ) และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญวา ธรรมพิทักษ์กุล (กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ) ที่ได้ให้คำชี้แนะเพื่อให้งานวิจัยนั้นออกมาอย่างถูกต้อง จึงขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย..... 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.1 กระบวนการและการปรับปรุง..... 5

2.2 แนวความคิดแบบลีนในการเพิ่มผลิตผล..... 6

2.3 การศึกษาการทำงาน..... 9

2.4 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC tools)..... 15

2.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วย Why-why analysis..... 24

2.6 เทคนิคการปรับปรุงกระบวนการ..... 29

2.7 การออกแบบระบบงานนิวเมติกส์เบื้องต้น..... 36

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 42

3 การวิเคราะห์ปัญหาและทางเลือกในการแก้ปัญหาเบื้องต้น..... 45

3.1 สภาพปัจจุบันและการวิเคราะห์ปัญหา..... 45

หน้า

3.2 ประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาเบื้องต้น..... 49
3.3 สรุปทางเลือกที่ใช้ในการแก้ปัญหา..... 52
4 การวิเคราะห์กระบวนการทำงานเพื่อระบุปัญหาประสิทธิภาพและสาเหตุ..... 55
4.1 การศึกษาการทำงาน..... 55
4.2 การกำหนดเป้าหมายในการปรับปรุงงาน..... 66
4.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา..... 68
4.4 สรุปผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา..... 78
5 แนวทางการแก้ไขปัญหา..... 79
5.1 แนวทางการแก้ไขปัญหาระยะสั้น – ระยะยาว..... 79
5.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยหลักการ ECRS..... 80
5.3 สรุปแนวทางการแก้ไขปัญหา..... 84
6 การดำเนินการปรับปรุง..... 85
6.1 หลักในการปรับปรุง..... 85
6.2 การยกเลิกขั้นตอนที่สูญเปล่า..... 86
6.3 การเปลี่ยนกลไกการทำงาน..... 88
7 ผลการปรับปรุง..... 101
7.1 ผลการปรับปรุงการยกเลิกขั้นตอนที่สูญเปล่า..... 101
7.2 ผลการปรับปรุงการเปลี่ยนกลไกการทำงาน..... 103
7.3 ผลการปรับปรุงกำลังการผลิต..... 105
7.4 การสร้างมาตรฐานการทำงาน..... 107
8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 110
8.1 สรุปผลการวิจัย..... 110
8.2 การขยายผล..... 111
8.3 ปัญหาและอุปสรรค..... 112
8.4 ข้อเสนอแนะ..... 112
รายการอ้างอิง..... 115
ภาคผนวก..... 117
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 125

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการบันทึกเวลาแบบต่อเนื่องในแบบฟอร์มการศึกษาการทำงาน..... 11

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการบันทึกเวลาแบบแต่ละงานย่อยในแบบฟอร์มการศึกษาการทำงาน..... 12

ตารางที่ 2.3 จำนวนรอบที่เหมาะสมในการจับเวลา..... 14

ตารางที่ 2.4 ประเภทของแผ่นตรวจสอบ วัตถุประสงค์ และการนำไปใช้งาน..... 16

ตารางที่ 2.5 การเลือกปัญหา (แกน Y) และชนิดข้อมูล (แกน X)..... 18

ตารางที่ 2.6 การแบ่งแยกปัญหาและสาเหตุของฝ่ายผลิต..... 25

ตารางที่ 2.7 หลัก 3 จริงในภาษาต่างๆ..... 31

ตารางที่ 2.8 หลักการ 3 Mu พร้อมตัวอย่าง..... 32

ตารางที่ 2.9 หลักการ 4M กับสถานการณ์ที่ควรจะเป็น..... 32

ตารางที่ 2.10 PDCA การปฏิบัติงานและการตั้งเป้าหมายงาน..... 33

ตารางที่ 2.11 แรงของกระบอกสูบชนิดช่วงชักสั้น..... 41

ตารางที่ 2.12 เปรียบเทียบชนิดของสวิตช์และลักษณะการทำงานของสวิตช์..... 42

ตารางที่ 3.1 คำนวณกำลังการผลิตของโรงงาน..... 49

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบการศึกษาทางเลือกในการแก้ไขปัญหา..... 53

ตารางที่ 4.1 ขั้นตอนย่อยในการติดกาว..... 60

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนย่อยในการติดกาว..... 61

ตารางที่ 4.3 เวลาเฉลี่ย 10 ครั้งของการจับเวลา..... 62

ตารางที่ 4.4 การหาพิสัย และสัดส่วนพิสัยต่อค่าเฉลี่ย..... 62

ตารางที่ 4.5 แสดงวิธีคำนวณรอบเวลาที่จะทำงานให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า..... 67

ตารางที่ 4.6 เป้าหมายในการปรับปรุง..... 68

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบสาเหตุเพื่อนำไปกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา..... 76

ตารางที่ 4.8 การให้คะแนนในแต่ละสาเหตุ..... 77

ตารางที่ 5.1 แนวทางการแก้ไขปัญหาในการปรับปรุงงาน..... 80

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบกลไกการทำงาน..... 82

ตารางที่ 6.1 ความต้องการในการสร้างระบบ..... 89

ตารางที่ 6.2 การเลือกประเภทของกระบอกสูบลม..... 90

หน้า

ตารางที่ 6.3 การทดลองสวิตช์ไฟฟ้า..... 96
ตารางที่ 6.4 การออกแบบวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า..... 96
ตารางที่ 7.1 การเปรียบเทียบงานเสียก่อนและหลังยกเลิกฝาปิด..... 102
ตารางที่ 7.2 การเปรียบเทียบผลก่อน-หลัง-เป้าหมายปรับปรุงกระบวนการ..... 106

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1.1	การพยากรณ์สัดส่วนความต้องการของลูกค้าปี พ.ศ.2553-2557.....	1
ภาพที่ 1.2	ข้อมูลเปรียบเทียบกำลังการผลิตของโรงงานกับความต้องการของลูกค้า.....	2
ภาพที่ 2.1	แผ่นงานศึกษาเวลาการทำงาน.....	13
ภาพที่ 2.2	ตัวอย่างแผนผังพาเรโต…….……..	18
ภาพที่ 2.3	แผนภาพก้างปลา…….	20
ภาพที่ 2.4	การนิยามปัญหา……..……	25
ภาพที่ 2.5	โครงสร้างของการเขียน Why-why analysis……	26
ภาพที่ 2.6	ตัวอย่างมาตรการแก้ไขปัญหา……	26
ภาพที่ 2.7	อุปกรณ์การขับเคลื่อน……	27
ภาพที่ 2.8	แผนภาพสรุปการใช้งานในแต่ละ Gen……	27
ภาพที่ 2.9	แนวทางเชิงปฏิบัติในการปรับปรุงงาน……	30
ภาพที่ 2.10	ลำดับของกระบวนการในธุรกิจทั่วไป……	31
ภาพที่ 2.11	ระยะเวลากับการดำเนินกิจกรรม PDCA ที่ดีและไม่ดี……	34
ภาพที่ 2.12	ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบนิวเมติกส์……	36
ภาพที่ 2.13	อุปกรณ์จ่ายลม……	37
ภาพที่ 2.14	อุปกรณ์ควบคุม……	37
ภาพที่ 2.15	อุปกรณ์ทำงานนิวเมติกส์……	38
ภาพที่ 2.16	เปรียบเทียบกระบอกสูบทางเดียวและกระบอกสูบสองทาง……	39
ภาพที่ 2.17	สภาวะการทำงาน 2 ตำแหน่ง.....	41
ภาพที่ 2.18	ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ.....	44
ภาพที่ 2.19	ทางเลือกในการปรับปรุงกระบวนการ.....	44
ภาพที่ 3.1	กำลังการผลิตของโรงงานกับความต้องการของลูกค้า……	45
ภาพที่ 3.2	กระบวนการผลิตชุดประกอบแผงวงจร……	46
ภาพที่ 3.3	กำลังการผลิตของชุดประกอบแผงวงจร.....	46
ภาพที่ 3.4	ขั้นตอนการเตรียมงานที่แผนกผลิตแผงวงจร.....	47
ภาพที่ 3.5	กำลังการผลิตในขั้นตอนการเตรียมแผ่นวงจรเทียบกับความต้องการของลูกค้า	48

หน้า

ภาพที่ 3.6	กำลังการผลิตในขั้นตอนการเตรียมแผ่นวงจร.....	48
ภาพที่ 4.1	ความต้องการของลูกค้าในเดือน กุมภาพันธ์ 2554 – สิงหาคม 2554.....	55
ภาพที่ 4.2	ขั้นตอนการจับเวลา.....	56
ภาพที่ 4.3	รูปแสดงชิ้นงานจริงและแผ่นกาว.....	57
ภาพที่ 4.4	เครื่องติดแผ่นกาวสำหรับการผลิตรุ่น NH0081.....	58
ภาพที่ 4.5	ส่วนประกอบของเครื่องติดกาว (structure of fixture).....	59
ภาพที่ 4.6	แบบฟอร์มการจับเวลาแบบต่อเนื่องและศึกษาเวลามาตรฐานการทำงาน.....	66
ภาพที่ 4.3	รูปแสดงชิ้นงานจริงและแผ่นกาว.....	57
ภาพที่ 4.4	เครื่องติดแผ่นกาวสำหรับการผลิตรุ่น NH0081.....	58
ภาพที่ 4.5	ส่วนประกอบของเครื่องติดกาว (structure of fixture).....	59
ภาพที่ 4.6	แบบฟอร์มการจับเวลาแบบต่อเนื่องและศึกษาเวลามาตรฐานการทำงาน.....	66
ภาพที่ 4.7	ผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุปัญหาผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้า.....	69
ภาพที่ 4.8	การวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-why analysis.....	72
ภาพที่ 6.1	แนวคิดในการปรับปรุงงาน.....	85
ภาพที่ 6.2	การพิจารณาขั้นตอนการทำงานด้วยหลัก ECRS.....	87
ภาพที่ 6.3	การลูบกาวของพนักงานครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 หลังเปิดฝา.....	87
ภาพที่ 6.4	เปรียบเทียบก่อนและหลังยกเลิกฝาปิด.....	88
ภาพที่ 6.5	ขั้นตอนการออกแบบระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น.....	88
ภาพที่ 6.6	ทิศทางการเคลื่อนที่ที่ต้องการเพื่อดัน pin ขึ้น-ลง.....	89
ภาพที่ 6.7	ลักษณะการทำงานแบบเดิมและการทำงานแบบใหม่.....	89
ภาพที่ 6.8	โปรแกรมการเลือกใช้งานอุปกรณ์นิวเมติกส์.....	92
ภาพที่ 6.9	การเลือกประเภทการใช้งานแบบต่างๆ.....	92
ภาพที่ 6.10	การใส่ค่าความต้องการในการใช้งาน.....	93
ภาพที่ 6.11	โปรแกรมเลือกรุ่นการใช้งานเหมาะสมกับความต้องการ.....	94
ภาพที่ 6.12	กระบอกลมชนิดกันกระแทกรุ่น SSD-32-50.....	94
ภาพที่ 6.13	วาล์วควบคุม 4 ทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด 3/2 D.C. Valve.....	95
ภาพที่ 6.14	ตำแหน่งการทดสอบสวิตช์ไฟฟ้า.....	96
ภาพที่ 6.15	การออกแบบวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า.....	97

หน้า

ภาพที่ 6.16 เศษวัสดุที่เหลือใช้จากโรงงาน..... 97
ภาพที่ 6.17 การถอดชิ้นส่วนเครื่องติดกาวเพื่อรอการประกอบ..... 98
ภาพที่ 6.18 การประกอบกลไกนิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น..... 98
ภาพที่ 6.19 การจ่ายระบบลมและไฟเข้าเครื่อง..... 98
ภาพที่ 6.20 เครื่องติดกาวหลังจากปรับปรุง..... 99
ภาพที่ 6.21 กดสวิตช์ครั้งที่ 1 กระบอกสูบเคลื่อนที่ลงเพื่อให้เห็น pin..... 99
ภาพที่ 6.22 กดสวิตช์ครั้งที่ 2 กระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้นเพื่อเก็บ pin..... 100
ภาพที่ 7.1 การติดตามผล ก่อนและหลังยกเลิกฝาปิด..... 101
ภาพที่ 7.2 เวลามาตรฐานหลังยกเลิกฝาปิด..... 102
ภาพที่ 7.3 การเปรียบเทียบกลไก ก่อนและหลังการปรับปรุง..... 103
ภาพที่ 7.4 การติดตามผล ก่อนและหลังเปลี่ยนกลไกการทำงาน..... 103
ภาพที่ 7.5 เวลามาตรฐานหลังการเปลี่ยนกลไกการทำงาน..... 104
ภาพที่ 7.6 กำลังการผลิตของโรงงานหลังการปรับปรุง..... 106
ภาพที่ 7.7 ขั้นตอนการหยิบแผ่นกาววางลงบนเครื่อง..... 107
ภาพที่ 7.8 ขั้นตอนการลอกแผ่นกาวและวางแผ่นวงจรไฟฟ้า..... 108
ภาพที่ 7.9 กดสวิตช์และลูบกาวให้แนบกับแผ่นงาน..... 108
ภาพที่ 7.10 การตรวจสอบแผ่นกาวและการวางงานเมื่อเสร็จสิ้น..... 108
ภาพที่ 7.11 จุดที่ต้องตรวจสอบและพิจารณาเพิ่มในการซ่อมบำรุงกลไกนิวเมติกส์..... 109
ภาพที่ 8.1 กำลังการผลิตของโรงงานหลังการปรับปรุงสามารถครอบคลุมได้ไม่น้อยกว่าความต้องการของลูกค้าในปี พ.ศ.2557..... 111
ภาพที่ 8.2 เครื่องติดแผ่นฟิล์มแข็ง (ซ้าย) และเครื่องติดแผ่นกาว..... 111
ภาพที่ 8.3 เครื่องติดแผ่นฟิล์มแข็งก่อนและหลังการปรับปรุง..... 112
ภาพที่ ก EICC (Electronic industry citizenship coalition)..... 118
ภาพที่ ข สัดส่วนพิสัยต่อค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการหาจำนวนครั้งในการจับเวลา 121
ภาพที่ ค เปอร์เซ็นต์ของเวลาเผื่อในการทำงาน..... 122
ภาพที่ ง แบบฟอร์มการศึกษาเวลาในการทำงาน..... 123
ภาพที่ จ แบบฟอร์มรายการตรวจสอบและทำความสะอาดเครื่องติดแผ่นกาว..... 124

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

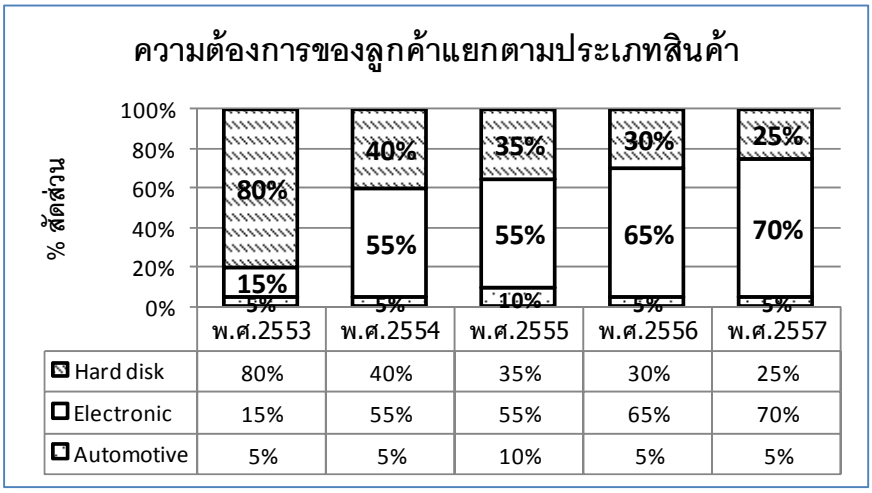
โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่นได้ (Flexible Printed Circuit Assembly Factory) ซึ่งจำหน่ายผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยทางโรงงานแบ่งประเภทผลิตภัณฑ์ออกเป็น 3 ประเภทตามอุตสาหกรรมการใช้งาน คือ

ประเภทที่ 1 ชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่นได้ ในอุตสาหกรรม Hard disk drive

ประเภทที่ 2 ชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่นได้ ในอุตสาหกรรม Automotive

ประเภทที่ 3 ชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่นได้ ในอุตสาหกรรม Communication and Electronic consumers

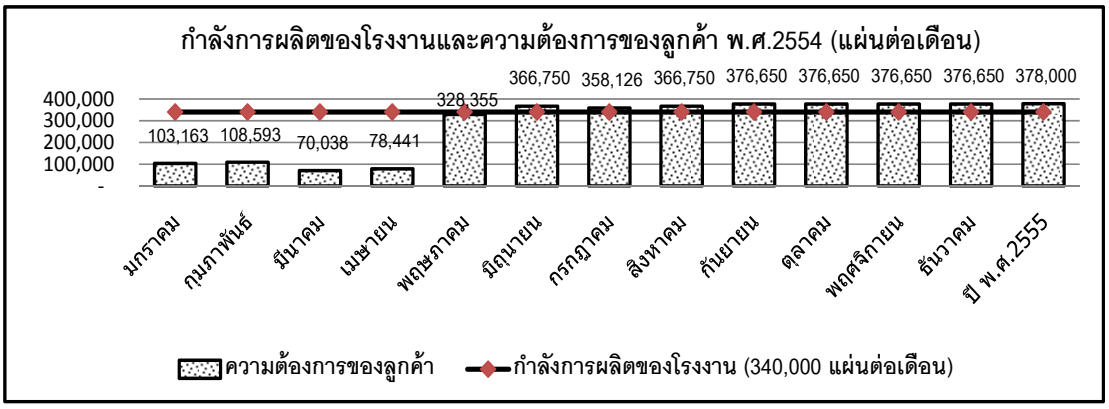
จากข้อมูลความต้องการของลูกค้าย้อนหลัง ภาพที่ 1.1 พบว่าปริมาณความต้องการของลูกค้าส่วนใหญ่เป็นสินค้าอุตสาหกรรมประเภทที่ 1 คือ อุตสาหกรรม Hard disk drive ได้แก่ ชิ้นส่วนผลิตในคอมพิวเตอร์ และฮาร์ดดิสก์ ซึ่งมีสัดส่วนความต้องการของลูกค้ามากถึง 80% สำหรับประเภทที่ 3 คือ สินค้าอุตสาหกรรม Communication and Electronic consumers ได้แก่ ชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่นได้ ในเครื่องโทรศัพท์มือถือ กล้องถ่ายรูป กล้องถ่ายวีดีโอ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ คิดเป็นสัดส่วน 15% และสินค้าประเภทที่ 2 คือ อุตสาหกรรม Automotive ได้แก่ ชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้าในระบบเบรกของรถยนต์ และวิทยุเครื่องเสียงในรถยนต์ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนที่น้อยสุดเพียง 5% เท่านั้น



ภาพที่ 1.1 การพยากรณ์สัดส่วนความต้องการของลูกค้าปี พ.ศ.2553-2557

แต่ปัจจุบันสินค้าประเภท Communication and Electronic consumers กำลังกลายเป็นสินค้าหลักของโรงงานแทนสินค้าอุตสาหกรรม Hard disk drive เนื่องจากเทคโนโลยีของโทรศัพท์มือถือมีการขยายตัวเป็นอย่างมาก โดยเริ่มตั้งแต่ต้นเดือนมกราคมจนถึงปลายเดือนธันวาคมในปี พ.ศ.2554 ลูกค้ามีคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้นกว่า 300% และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้โรงงานไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าบนพื้นฐานของกำลังการผลิตที่โรงงานมีอยู่เพียง 340,000 แผ่นต่อเดือนได้

จากข้อมูลเปรียบเทียบความต้องการของลูกค้ากับกำลังการผลิตของโรงงาน ภาพที่ 1.2 พบว่า ความต้องการของลูกค้าเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ.2554 โดยเพิ่มจากเดือนเมษายนที่ 78,441 แผ่นต่อเดือนเป็น 328,355 แผ่นต่อเดือน ซึ่งทางโรงงานเริ่มประสบปัญหากำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าตั้งแต่เดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2554 เพราะกำลังการผลิตปัจจุบันของโรงงานอยู่ที่ 340,000 แผ่นต่อเดือน ในขณะที่ความต้องการของลูกค้าอยู่ที่ 366,750 แผ่นต่อเดือน และมีแนวโน้มไม่เพียงพอต่อไปในอีก 1 ปีข้างหน้า อาจทำให้ทางโรงงานต้องลงทุนซื้อสายการผลิตใหม่ ซื้อเครื่องจักรและจ้างแรงงานคนเพิ่มเพื่อตอบสนองความต้องการลูกค้าอยู่บ่อยครั้ง จนบางครั้งวิธีแก้ปัญหานั้นเองกลับกลายเป็นความสูญเปล่าอันเนื่องมาจากการที่โรงงานต้องลงทุนซื้อเครื่องจักรราคาแพงแต่กลับได้ผลลัพธ์ที่ไม่คุ้มค่า



ภาพที่ 1.2 ข้อมูลเปรียบเทียบกำลังการผลิตของโรงงานกับความต้องการของลูกค้า

โดยสรุป ปัญหาของโรงงานที่เป็นอยู่ ณ ปัจจุบัน คือ กำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด ซึ่งทางโรงงานต้องปรับปรุงกำลังการผลิตโดยทางโรงงานตั้งเป้าให้มีการปรับปรุงกำลังการผลิตไม่น้อยกว่า 1 ปีข้างหน้า

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิตชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่นในส่วนของกระบวนการติดแผ่นกาวลงบนตัวงาน เพื่อให้มีกำลังการผลิตเหมาะสมกับความต้องการของลูกค้า

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. กำลังการผลิตที่จะเตรียมการต้องเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าตลอด 12 เดือนภายหน้า คือ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2554 ถึงเดือน มิถุนายน 2555
2. ผู้วิจัยจะใช้ผลิตภัณฑ์รุ่น NH0081 เพื่อนำไปปรับปรุงกระบวนงาน เนื่องจากเป็นรุ่นที่มีความต้องการเกือบทั้งหมดของการผลิตผลิตภัณฑ์
3. งานวิจัยนี้จะใช้ Why-why analysis เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุต้นตอของปัญหา และปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยการลดเวลาการทำงานที่สูญเปล่าด้วยเทคนิค ECRS และใช้กิจกรรมปรับปรุงกระบวนงาน
4. ในกรณีที่การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตยังทำให้มีกำลังการผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการของผลิตภัณฑ์ ก็จะพิจารณาการเพิ่มกำลังการผลิตด้วยวิธีอื่น และพิจารณาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทางตรง

1. ประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลทำให้อัตราผลผลิตของหน่วยการผลิตนี้สูงขึ้น จึงทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มเติมขึ้นอีกระดับหนึ่ง
2. มีกำลังการผลิตเพียงพอต่อความต้องการของแผนการผลิต

ทางอ้อม

1. ได้แนวทางและเครื่องมือในการแก้ปัญหาการผลิตต่อๆ ไปในอนาคต
2. พนักงานได้มีส่วนร่วมในการปรับปรุงงานของตนเอง

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

ในขั้นตอนและการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการลดความสูญเปล่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการผลิต
2. ศึกษาแผนการผลิตรายเดือนของบริษัทที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้า

3. ศึกษากำลังการผลิตในแต่ละเดือนที่จะเพียงพอต่อความต้องการของแผนการผลิต

4. หาเวลาความต้องการของลูกค้า (cycle time) และกำหนดเป้าหมายเพื่อสร้างตัวชี้วัดในการปรับปรุงการทำงาน

5. สำรวจสภาพปัจจุบันจากหน้าสายการผลิตจริงและศึกษาขั้นตอนของกระบวนการอย่างละเอียดด้วยหลัก 3 จริง ซึ่งเป็นแนวคิดการบริหารงานแบบทุกคนมีส่วนร่วมของชาวญี่ปุ่นโดยความสำคัญของข้อมูล ข้อเท็จจริงในหน้างาน และหลีกเลี่ยงการใช้ความรู้สึก

6. ศึกษาเวลาของกระบวนการการวิเคราะห์การปฏิบัติงานและการศึกษาเวลาในขั้นตอนย่อยเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนงาน โดยใช้ผังพาเรโต (pareto diagram) เพื่อระบุรุ่นการผลิตจากความต้องการของลูกค้าสูงสุดในการแก้ไขปัญหาที่มีความสำคัญต่อกระบวนงาน ง่ายในการตรวจสอบและติดตามผลการปรับปรุง

7. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดย Why-why analysis เพื่อวิเคราะห์สาเหตุต่างๆ ที่ทำให้เกิดปัญหา

8. ลำดับความสำคัญของสาเหตุด้วยการให้คะแนน โดยทำ cause and effect diagram และ cause and effect matrix เพื่อพิจารณาความสำคัญในการดำเนินงานปรับปรุง

9. ใช้แนวคิด ECRS ปรับปรุงกระบวนงาน

   1) กำจัดขั้นตอนที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าของงานและทำกิจกรรมการปรับปรุงกระบวนงาน

   2) ปรับปรุงงานให้วิธีทำงานง่ายขึ้นด้วยการใช้กลไก โดยการออกแบบเครื่องมือทดสอบระบบ ดำเนินการติดตั้งเพื่อลดเวลาการผลิตด้วยระบบนิวเมติกส์

10. เทียบผลกับดัชนีชี้วัดและประเมินผลการวิจัยโดยเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงการดำเนินงาน

11. สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ

12. จัดทำวิทยานิพนธ์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอเครื่องมือและเทคนิคที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยเริ่มจากการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน ด้วยการหารอบเวลาการผลิตที่ลูกค้าต้องการเทียบกับกำลังการผลิตของโรงงาน แล้ววิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ด้วยเทคนิค Why-why analysis และรวบรวมสาเหตุที่ทำให้ผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้าด้วยแผนผังก้างปลา ศึกษาเวลาและวิเคราะห์แต่ละขั้นตอนการทำงาน จากนั้นปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตด้วยการกำจัดขั้นตอนที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าของงานด้วยแนวคิดแบบ ECRS และการทำกิจกรรมการปรับปรุงกระบวนงาน ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเพื่อเป็นแนวทางการทำวิจัย

เมื่อผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าและมีความรู้ความเข้าใจในเทคนิคต่างๆ แล้ว สามารถนำเอาเทคนิคเหล่านั้นไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์งาน และวิเคราะห์เอกสารที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้ หรือนำแต่ละเทคนิคมาบูรณาการเป็นเครื่องมือในการทำงานวิเคราะห์ได้

2.1 กระบวนการและการปรับปรุง

2.1.1) ความหมายของกระบวนการ

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ (2545: 54) ให้ความหมายไว้ว่า กระบวนการ หมายถึง กิจกรรมที่เชื่อมโยงกัน เพื่อผลิตภัณฑ์สำหรับลูกค้า (ผู้ใช้) ทั้งภายในหรือภายนอกองค์กร โดยทั่วไปแล้วจะเป็นกระบวนการเป็นขั้นตอนหรือกิจกรรมที่เรียงกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งเกิดจากการผสมผสานของคน เครื่องจักร เทคนิคและวัสดุ

บรรจง จันทมาศ (2546: 54) กล่าวว่า กระบวนการ หมายถึง ระบบของกิจกรรมที่ใช้ทรัพยากรต่างๆ ในการเปลี่ยนจากปัจจัยนำเข้า (input) เป็นผลลัพธ์ (output)

จากความหมายของกระบวนการดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า กระบวนการ หมายถึง ความเชื่อมโยงและความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมหรือหลายๆ กิจกรรมที่นำจัดลำดับเป็นขั้นตอนของงานทั้งที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มและไม่เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ตัวสินค้า

2.1.2) ความหมายของการปรับปรุงกระบวนการ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542 (2546: 669) ให้ความหมายของการปรับปรุงไว้ว่า เป็นการแก้ไขให้เรียบร้อยขึ้น

วันเพ็ญ แก้วปาน (2544: 67) ให้ความหมายไว้ว่า การปรับปรุงกระบวนการ หมายถึง การพิจารณาถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาในขั้นกระบวนการ และระบุถึงผลกระทบที่มีต่อความพึงพอใจของลูกค้าและพนักงานผู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการนั้น รวมไปถึงผลตอบแทนทางการเงินขององค์กร

จากความหมายของการปรับปรุงกระบวนการดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การปรับปรุงกระบวนการ หมายถึง กิจกรรมที่ทำแล้วบรรลุเป้าหมายหรือดีกว่ามาตรฐานเดิม

2.2 แนวความคิดแบบลีนในการเพิ่มผลิตผล

2.2.1) ความหมายของการเพิ่มผลิตผล

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ (2542: 23) ให้ความหมายของการเพิ่มผลิตผล (productivity) มีอยู่ 2 แนวทาง ได้แก่

1) **แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์** การเพิ่มผลิตผล (productivity) คือ อัตราส่วนระหว่างผลลัพธ์ (output) ต่อปัจจัยที่ใช้ไป (input) หรืออีกนัยหนึ่ง productivity = output / input

2. **แนวคิดในทางสังคมศาสตร์** องค์การเพิ่มผลิตผลแห่งยุโรป ได้นิยามไว้ว่า การเพิ่มผลิตผล คือ จิตสำนึกหรือเจตนคติที่จะแสวงหาทางปรับปรุง และสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ให้ดีขึ้นเสมอ ด้วยความเชื่อมั่นว่า จะสามารถทำวันนี้ให้ดีกว่าเมื่อวาน และพรุ่งนี้ต้องดีกว่าวันนี้ เป็นความพยายามอย่างไม่มีที่สิ้นสุดที่จะปรับเปลี่ยนงานหรือกิจกรรมที่ทำ ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยการใช้เทคนิควิธีการใหม่ๆ เป็นความเชื่อมั่นในความก้าวหน้าของมนุษย์

สิริณี มิลินทสูต (2535: 56) การเพิ่มผลิตผล คือ การดูที่อัตราส่วนของผลิตผลต่อปัจจัยการผลิต เป็นการนำเอาคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยอธิบาย การสูงขึ้นของอัตราส่วนนี้ หมายถึง สิ่งที่ดีขึ้น เป็นการวัดประสิทธิภาพในการแปลงปัจจัยการผลิตหรือใช้ทรัพยากรทั้งหลายที่มีอยู่ อันได้แก่ ปัจจัยคน วัตถุดิบ เครื่องจักร และเงิน ให้เกิดเป็นผลิตผล สินค้าและบริการ หรือผลงานที่มีประโยชน์ ซึ่งผลิตผลจะเกิดขึ้นได้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจในเรื่องต่อไปนี้ คือ จำนวนปัจจัยการผลิตที่ใช้และกระบวนการที่จะแปลงปัจจัยการผลิตให้เป็นผลิตผล

จากความหมายของการปรับปรุงกระบวนการดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การเพิ่มผลิตผล คือ การทำให้อัตราส่วนระหว่างมูลค่าสินค้า (output) ต่อมูลค่าของทรัพยากรที่ใช้ไปนั้น (input) มากขึ้น

ซึ่งการเพิ่มผลิตผลเกิดขึ้นได้ 5 กรณี ได้แก่

1. Output เพิ่ม Input ลด
2. Output เพิ่ม ในขณะที่ Input คงที่

3. Output เพิ่ม Input เพิ่มขึ้น แต่ Input เพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำกว่าการเพิ่มของ Output

4. Output เท่าเดิม แต่ Input ลดลง

5. Output ลดลง Input ลดลงแต่ Input ลดในอัตราที่สูงกว่า การลดของ Output

ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดก็ตาม ล้วนเป็นแนวคิดที่มีพื้นฐานจากแนวความคิดเรื่องการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด กล่าวคือ ใช้ทรัพยากรให้น้อยที่สุด เพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่มากที่สุด และเมื่อมีความต้องการของสิ่งนั้นลดลง การผลิตสิ่งนั้นก็ต้องลดลงด้วย ถึงแม้จะมีความสามารถทำได้จำนวนมากกว่านั้นก็ตาม แต่การทำออกมามากเกินความต้องการ ก็ไม่เรียกว่าเป็นผลิตผล ซึ่งการเพิ่มผลิตผลต้องมีครบทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1) **ประสิทธิผล** คือ การทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ สามารถตอบสนองความต้องการที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานความมีจริยธรรม

2) **ประสิทธิภาพ** คือ การทำงานโดยลดความสิ้นเปลืองความสูญเปล่าให้น้อยที่สุด เมื่อยล้าน้อยที่สุด และใช้เวลาสั้นที่สุด

2.2.2) **ความหมายของแนวคิดแบบลีน**

แนวคิดแบบลีน คือ แนวคิดเพื่อระบุและกำจัดความสูญเสียหรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าของกระบวนการ อาศัยการดำเนินตามความต้องการของลูกค้าด้วยระบบดึง ทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่องราบเรียบ และปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ โดย Womack James P. and Jones Daniel T. (2003) เสนอหลัก 5 ประการ ดังนี้

1. **ระบุคุณค่า** (define value) ของสินค้าหรือบริการไม่ว่าจะเป็นลูกค้าภายนอกหรือลูกค้าภายใน

2. **สร้างกระแสคุณค่า** (value stream) ในทุกๆ ขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มตั้งแต่การออกแบบ วางแผน การผลิตสินค้า และการจัดจำหน่าย เพื่อพิจารณาว่ากิจกรรมใดที่ไม่เพิ่มคุณค่าและเป็นความสูญเปล่า

3. **ทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ที่มีคุณค่าเพิ่ม ดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง** (flow) โดยปราศจากการติดขัด การอ้อม การย้อนกลับ การคอย หรือการเกิดของเสีย

4. **ใช้ระบบดึง** (pull) โดยให้ความสำคัญเฉพาะสิ่งที่ลูกค้าต้องการเท่านั้น

5. **สร้างคุณค่าและกำจัดความสูญเปล่า** (perfection) โดยค้นหาส่วนที่เกินไว้ซึ่งเป็นความสูญเปล่าและกำจัดออกไปอย่างต่อเนื่อง

2.2.2.1) ความสูญเปล่าในระบบการผลิตแบบลีน

สำหรับความสูญเปล่าในระบบการผลิตแบบลีน แบ่งได้หลักๆ 7 ประการ คือ

1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (over production)
2. การมีสินค้าคงคลังมากเกินความจำเป็น (unnecessary inventory) เกิดความสูญเปล่า เนื่องจากใช้ต้นทุนก่อนเวลาที่จำเป็น อาจทำงานล่วงเวลาเพื่อสร้าง WIP (work in process) โดยไม่จำเป็น ควรใช้หลักการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT : just in time)
3. การขนส่งที่ไม่จำเป็น (unnecessary transportation)
4. การเคลื่อนไหวร่างกายที่ไม่จำเป็น (unnecessary motion)
5. การมีกระบวนการที่ไม่จำเป็น (unnecessary processing)
6. การรอคอย (waiting)
7. งานเสีย (defect)

จากความสูญเสียทั้ง 7 ประการ ที่กล่าวมานั้นจะพบว่า การผลิตมากเกินความจำเป็นเป็นสิ่งที่ร้ายแรงที่สุด เนื่องจากเป็นบ่อเกิดในความสูญเสียอื่นๆ ตามมา ดังนั้นสิ่งที่จำเป็นมากในการผลิตหรือการปรับปรุงด้วยแนวคิดแบบลีนนั้น ก็คือ “สิ่งของที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ ด้วยจำนวนที่ต้องการ” นั่นคือ ใช้ความต้องการของลูกค้าเป็นเครื่องกำหนดปริมาณการผลิตและการใช้วัตถุดิบ ซึ่งลูกค้าในที่นี้ไม่ได้หมายถึงเฉพาะลูกค้าผู้ซื้อสินค้าเท่านั้น แต่ยังหมายรวมถึงบุคลากรในส่วนงานอื่น ที่ต้องการงานระหว่างทำหรือวัตถุดิบเพื่อผลิตต่อเนื่องด้วย โดยใช้วิธีดึง (pull method of material flow) ควบคุมวัสดุคงคลังและการผลิต ณ สถานีที่ผลิตนั้นๆ ถ้าทำได้ตามแนวคิดนี้แล้ววัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็นในรูปของวัตถุดิบ งานระหว่างทำและสินค้าสำเร็จรูปจะถูกขจัดออกไปอย่างสิ้นเชิง

2.2.2.2) รอบเวลาการผลิต

สำหรับเวลาในการผลิตตามความต้องการของลูกค้านั้น จะถูกเรียกว่า รอบเวลา หรือ cycle time ซึ่งมีที่มาจากภาษาอังกฤษ ซึ่งหมายความว่า “รอบเวลาของนาฬิกา” เพื่อการวัด เช่น จังหวะของดนตรี เมื่อนำมาใช้ในส่วนการผลิตจะมีความหมายว่า เวลามากสุดที่พนักงานสามารถใช้ในการผลิตชิ้นงาน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าให้ได้ทันท่วงที นั่นคือ ค่า cycle time จะเปรียบได้กับความเร็วในการขาย (sale speed) ที่ถูกกำหนดให้สามารถผลิตชิ้นงานได้ 1 ชิ้น ทั้งนี้ค่า cycle time สามารถคำนวณจาก

$$\textbf{รอบเวลาการผลิต (cycle time)} = \frac{\textbf{เวลาปกติสุทธิในหนึ่งวัน}}{\textbf{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อวัน}}$$

หน่วย คือ หน่วยย่อยของเวลาต่อชิ้นงาน 1 ชิ้น (วินาที/ชิ้น, นาทีต่อชิ้น หรือชั่วโมง/ชิ้น)

2.3 การศึกษาการทำงาน

การศึกษาเวลาในการทำงานริเริ่มโดย Taylor Frederick W. (1881) โดยใช้นาฬิกาจับเวลาจับเวลาในการทำงาน และมีการแตกกระบวนการทำงาน (operation) ออกเป็นงานย่อยๆ (element) และศึกษาเวลาแต่ละงานย่อยๆ อาจกล่าวได้ว่าศึกษาเวลา คือ เทคนิคของการวัดผลงานเพื่อหาเวลา และ Gilbreth Frang B. and Gilbreth Lillian M. (1885) ได้ศึกษาอัตราการทำงานโดยพิจารณาภายใต้สภาวะของความเหนื่อยล้า และความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้

2.3.1) **ประเภทของการศึกษาการทำงาน**

สำหรับการศึกษาการทำงาน สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1) **การศึกษาวิธีการทำงาน (method study)** เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการทำงานที่ง่าย (motion study) สะดวก ประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาใช้แทนวิธีการทำงานเดิม

2) **การวัดผลงาน (work measurement)** เป็นการศึกษาเวลา (time study) เพื่อกำหนดหาเวลามาตรฐาน (standard time) ซึ่งเป็นประโยชน์ในแง่ต่างๆ เช่น การวางแผนการผลิต การปรับปรุงดุลยภาพของสายการผลิต เป็นข้อมูลแรงจูงใจหรือกำหนดมาตรฐานการผลิต (production standard)

2.3.2) **ประโยชน์ของการศึกษางาน** สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. **ประโยชน์ของการศึกษาวิธีการทำงาน** ประกอบด้วย
   1.1) เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและวิธีการทำงาน
   1.2) เพื่อเพิ่มความสะดวกและง่ายต่อการทำงาน รวมทั้งลดความเมื่อยล้า
   1.3) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรการผลิต
   1.4) เพื่อปรับปรุงสถานที่ทำงานและสภาพแวดล้อมการทำงาน
   1.5) เพื่อหาวิธีการเคลื่อนย้ายวัสดุในกระบวนการผลิตให้เหมาะสมและต้นทุนต่ำ
   1.6) เพื่อกำหนดมาตรฐานวิธีการทำงานที่ใช้ในการพัฒนาบุคลากร
2. **ประโยชน์ของการวัดผลงาน**
   2.1) เพื่อกำหนดเวลามาตรฐานของการทำงาน
   2.2) เพื่อวัดผลงานเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำงานของแต่ละวิธี
   2.3) เพื่อการจัดสมดุลในงานสายการผลิต
   2.4) เพื่อกำหนดจำนวนบุคคลให้เหมาะสมกับเครื่องจักร
   2.5) เพื่อกำหนดเวลาส่งมอบผลผลิตให้ลูกค้า
   2.6) เพื่อควบคุมต้นทุนการผลิตและใช้ในการกำหนดต้นทุนมาตรฐาน
   2.7) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดแผนงานจ่ายเงิน

2.3.3) ขั้นตอนการศึกษาการทำงาน

ขั้นตอนการศึกษาการทำงาน แบ่งได้เป็น 8 ขั้นตอนหลัก คือ (BSI: Glossary of terms used in management services, BSI 3138, London 1991)

1. หาข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่ต้องการศึกษาเวลา
2. แบ่งงานเป็นงานย่อยและจดบันทึก
3. สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน
4. หาจำนวนครั้งในการจับเวลา
5. หาอัตราสมรรถนะการทำงาน (performance rating)
6. หาเวลาการทำงานปกติ
7. หาเวลาเผื่อการทำงาน
8. หาเวลามาตรฐานสำหรับการทำงานนั้นๆ

ในการศึกษาเวลาในการทำงาน จะต้องแบ่งการทำงานออกเป็นขั้นตอนการทำงานย่อย เพื่อที่จะได้สะดวกในการสังเกตการทำงานของแต่ละงานย่อยว่า มีองค์ประกอบของขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นหรือไม่ เพื่อจะได้สามารถปรับปรุงวิธีการทำงานต่อไป นอกจากนี้แล้วการแบ่งการทำงานจะทำให้สามารถศึกษาเวลาการทำงานของแต่ละงานย่อยได้โดยละเอียด โดยใช้แผ่นงานศึกษาเวลาการทำงาน ดังภาพที่ 2.1 เพื่อให้สามารถประเมินระดับความสามารถ (performance rating factor) ในการทำงานย่อยแต่ละงาน

ข้อแนะนำโดยทั่วไปของการแบ่งงาน ได้แก่ จะต้องไม่แบ่งงานเป็นงานย่อยๆ มากเกินไป เนื่องจากจะทำให้ไม่มีเวลาเพียงพอที่จะจับเวลาการทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และไม่ควรแบ่งงานให้เป็นงานย่อยๆ ที่น้อยเกินไป จะทำให้ไม่ได้ศึกษารายละเอียดของการทำงาน

กฎ 3 ข้อของการแบ่งงาน ตาม Niebel Benjamin W. (1993) คือ

1. ไม่ควรแบ่งงานจนงานย่อยแต่ละงานมีเวลาสั้นเกินไป (น้อยกว่า 0.03 นาที) ทำให้ศึกษาเวลาได้ยาก
2. ไม่ควรให้งานย่อยหนึ่ง ประกอบด้วยงานที่ทำด้วยเครื่องจักรและงานที่ทำด้วยพนักงาน เนื่องจากอัตราการทำงานของเครื่องจักรจะค่อนข้างคงที่ ในขณะที่อัตราการทำงานของพนักงานจะไม่คงที่ ซึ่งส่งผลให้การประเมินระดับความสามารถในการทำงานนั้นจะทำได้ยาก
3. งานที่มีเวลาค่อนข้างคงที่ ควรถูกแยกออกจากงานที่มีเวลาการทำงานไม่แน่นอน

2.3.4) การจับเวลาการทำงาน

การจับเวลาการทำงาน สามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1) **การจับเวลาการทำงานอย่างต่อเนื่อง** (continuous time study)

การจับเวลาแบบนี้ทำได้โดยปล่อยให้นาฬิกาจับเวลาเดินไปเรื่อยๆ อ่าน และบันทึกเวลาที่อ่านได้อย่างต่อเนื่อง ดังตารางที่ 2.1 หลังจากบันทึกเวลาเสร็จแล้ว จึงมาคำนวณหาเวลาของแต่ละงานย่อยอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยสรุปข้อดี-ข้อเสียของการจับเวลาการทำงานอย่างต่อเนื่องดังนี้

ข้อดี คือ จะเกิดการผิดพลาดน้อยและเหมาะกับการศึกษาทำงานที่มีรอบเวลาสั้น

ข้อเสีย คือ วิธีนี้การจับเวลาการทำงานอย่างต่อเนื่องไม่เหมาะกับการศึกษาทำงานที่มีรอบเวลาการทำงานนาน

2) **การจับเวลาการทำงานแต่ละงานย่อย** (snapback time study)

วิธีนี้ทำได้โดยจับเวลาของแต่ละการทำงานย่อยโดยตรง ซึ่งทำได้โดยบันทึกเวลาหลังจากสิ้นสุดงานย่อยและปรับเวลามาเริ่มใหม่ที่ศูนย์ทุกครั้ง ซึ่งผู้วิจัยสรุปข้อดี-ข้อเสียของการจับเวลาการทำงานแต่ละงานย่อย ดังนี้

ข้อดี คือ ไม่ต้องหาเวลาของการทำงานย่อยอีกครั้งหลังจากจับเวลา

ข้อเสีย คือ จะสูญเสียเวลาของงานย่อยไปในระหว่างการปรับเวลามาเริ่มที่ศูนย์ในแต่ละครั้ง วิธีการจับเวลาแบบนี้จึงไม่เหมาะกับการศึกษาการทำงานที่มีรอบเวลาการทำงานสั้น เนื่องจากการสูญเสียเวลาดังกล่าวจะมีผลกระทบต่อความถูกต้องของข้อมูลอย่างมาก

2.3.5) **วิธีการบันทึกเวลา**

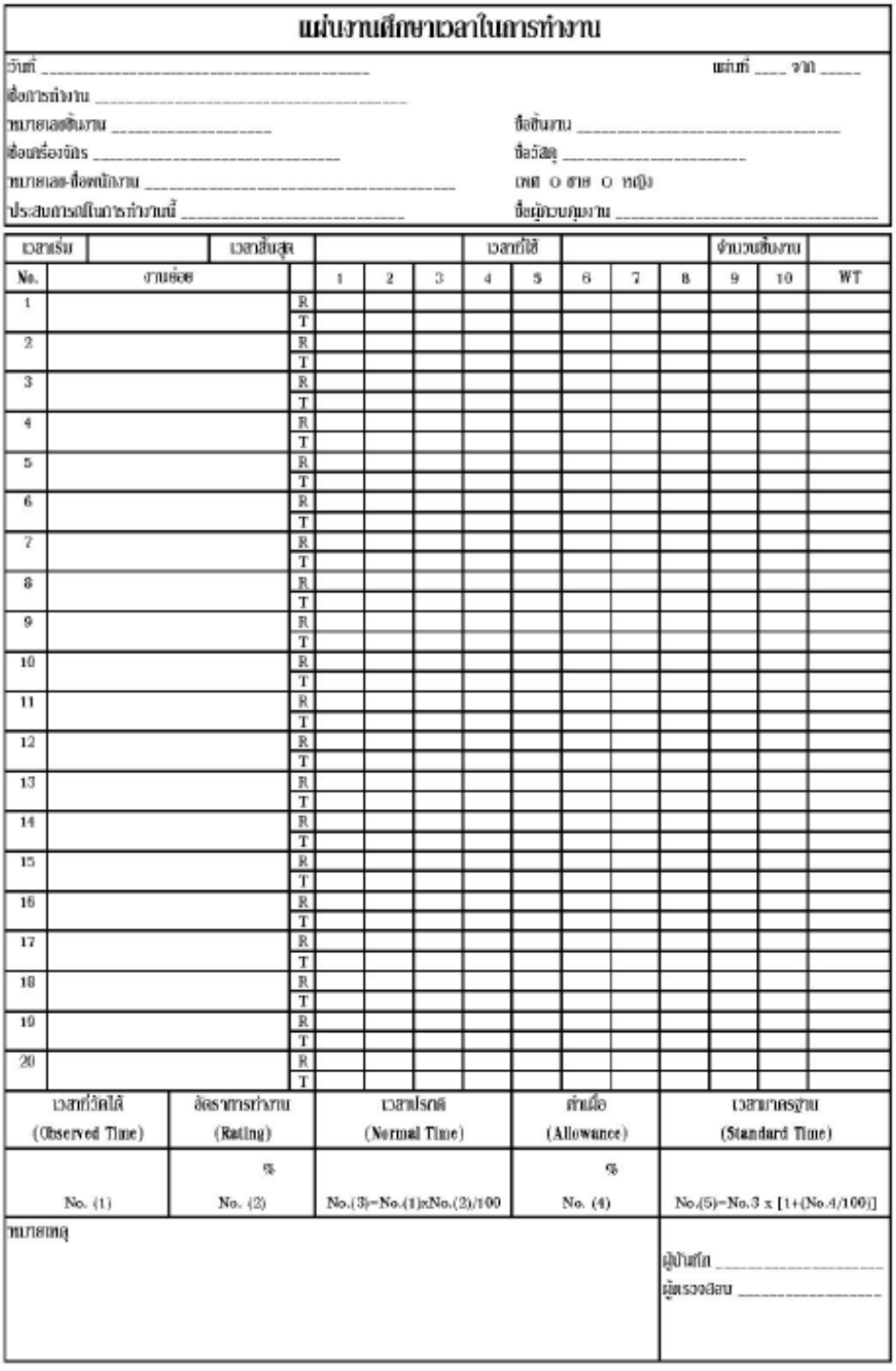
การบันทึกเวลาจะต้องหาวิธีการบันทึกเวลาให้ง่ายที่สุด เพื่อความรวดเร็วในการบันทึกข้อมูลในระหว่างการศึกษาเวลา ตัวอย่างเช่น ถ้าเวลาที่ต้องการบันทึก คือ 1 นาที 12 วินาที ควรบันทึก 112 ดังตารางที่ 2.2 โดยเป็นที่เข้าใจว่า ตัวเลขหลักแรกแสดงค่าของนาที และตัวเลขสองหลักสุดท้ายแสดงค่าวินาที เนื่องจากการบันทึกเวลาแบบแต่ละงานย่อยนั้น เวลาที่อ่านได้ (R) และเวลาที่บันทึก (T) จะ เป็นค่าเดียวกันจึงบันทึกเพียงครั้งเดียว

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการบันทึกเวลาแบบต่อเนื่องในแบบฟอร์มการศึกษาการทำงาน

No.	งานย่อย		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	WT
1	วางตำแหน่งชิ้นงาน	R	31										
		T	31										
2	ตั้งเครื่อง	R	112										
		T	41										
3	ตั้งตำแหน่งตัด	R	148										
		T	36										
4	ตัด	R	202										
		T	14										

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการบันทึกเวลาแบบแต่ละงานย่อยในแบบฟอร์มการศึกษาการทำงาน

No.	งานย่อย		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	WT
1	วางตำแหน่งชิ้นงาน	R	31										
		T											
2	ตั้งเครื่อง	R	41										
		T											
3	ตั้งตำแหน่งตัด	R	36										
		T											
4	ตัด	R	14										
		T											



แผ่นงานศึกษาเวลาในการทำงาน

วันที่ _____ แผ่นที่ ____ จาก _____
เรื่องการทำงาน _____
หมายเลขชิ้นงาน _____ ชื่อชิ้นงาน _____
ชื่อเครื่องจักร _____ ชื่อวัสดุ _____
หมายเลข-ชื่อพนักงาน _____ เพศ O ชาย O หญิง
ประสบการณ์ในการทำงานนี้ _____ ชื่อผู้ควบคุมงาน _____

เวลาเริ่ม		เวลาสิ้นสุด				เวลาที่ใช้					จำนวนชิ้นงาน		
No.	งานย่อย		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	WT
1		R											
		T											
2		R											
		T											
3		R											
		T											
4		R											
		T											
5		R											
		T											
6		R											
		T											
7		R											
		T											
8		R											
		T											
9		R											
		T											
10		R											
		T											
11		R											
		T											
12		R											
		T											
13		R											
		T											
14		R											
		T											
15		R											
		T											
16		R											
		T											
17		R											
		T											
18		R											
		T											
19		R											
		T											
20		R											
		T											

เวลาที่วัดได้ (Observed Time)	อัตราการทำงาน (Rating)	เวลาปรกติ (Normal Time)	ค่าเผื่อ (Allowance)	เวลามาตรฐาน (Standard Time)
No. (1)	% No. (2)	No.(3)=No.(1)xNo.(2)/100	% No. (4)	No.(5)=No.3 x [1+(No.4/100)]

หมายเหตุ

ผู้บันทึก _____
ผู้ตรวจสอบ _____

ภาพที่ 2.1 แผ่นงานศึกษาเวลาการทำงาน โดย รศ.ดร.เรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย (2548)

สำหรับจำนวนรอบการวัดที่เหมาะสมในการจับเวลาผู้วิจัยจะอ้างอิงจาก Niebel B. and Freivalds A. (1993: 393) ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 จำนวนรอบที่เหมาะสมในการจับเวลา Niebel B. and Freivalds A. (1993: 393)

รอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) (นาที)	จำนวนรอบ(หรือครั้ง)ของการวัดเวลาที่แนะนำ
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
มากกว่า40.00	3

2.3.5) หลักการปฏิบัติในการศึกษางาน

1. การศึกษางานควรได้รับการสนับสนุนจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝ่ายจัดการผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย ควรจะเข้าใจในความจำเป็นและผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษางาน

2. การศึกษางานควรเป็นไปอย่างกระจ่างชัด เปิดเผยให้รู้และรับทราบโดยทั่วกัน เพราะการกระทำที่ปกปิดซ่อนเร้นนั้น นอกจากจะเป็นที่สงสัยกับผู้เกี่ยวข้องแล้ว ยังก่อให้เกิดการขัดขวางหรือต่อต้านอีกด้วย

3. การศึกษางานควรหลีกเลี่ยงหรือละเว้นที่จะชี้ชัดความบกพร่องข้อผิดพลาดของใครทั้งสิ้น เพราะไม่ใช่จุดมุ่งหมายของการศึกษางาน การชี้ชัดความบกพร่องข้อผิดพลาดของโดยอาศัยการศึกษางานจะทำให้การศึกษางานนั้นล้มเหลวได้ง่าย

4. การเปิดโอกาสให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วม โดยการปรึกษาหารือ ขอความคิดเห็นหรือรับฟังความคิดเห็นที่มีผู้เสนอจะช่วยให้การศึกษางานบรรลุจุดหมายได้

5. พึงระวังไม่ให้การศึกษางานสั่นคลอนสถานภาพหรือความมั่นคงในอาชีพการทำงานของทุกฝ่าย

6. ในกรณีผู้ศึกษางานมิใช่ผู้มีอำนาจและรับผิดชอบงานโดยตรง พึงปฏิบัติต่อเจ้าหน้าที่ของงาน ดังนี้

6.1) เริ่มงานโดยผ่านเจ้าของงาน

6.2) เว้นการสั่งงานข้ามหน้า

6.3) เว้นวินิจฉัยความหรือตอบคำถามเรื่องงานในความรับผิดชอบของผู้อื่น

6.4) ไม่แสดงความคิดเห็นวิพากษ์วิจารณ์ในเชิงปฏิปักษ์

6.5) เคารพและเต็มใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

7. การศึกษางานควรเป็นเรื่องที่ได้รับผลประโยชน์ด้วยกันทุกฝ่าย การศึกษางานที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเพียงฝ่ายเดียว จะทำให้การศึกษางานล้มเหลว หรือเป็นอุปสรรคต่อการศึกษางานเพื่อเพิ่มผลผลิตในอนาคต

8. สัมพันธภาพในงานที่ดี เป็นพื้นฐานที่สนับสนุนการศึกษางานให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ควรรักษาสัมพันธภาพและส่งเสริมให้ดียิ่งๆ ขึ้น

2.4 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

ในปี ค.ศ.1946 JUSE หรือ Union of Japanese Scientists and Engineers ได้ถูกก่อตั้งขึ้นพร้อมๆ กับการจัดตั้งกลุ่ม Quality control research group เพื่อค้นคว้าให้การศึกษาและเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจ ในเรื่องระบบการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งประเทศ โดยมีจุดหมายเพื่อลบภาพพจน์สินค้าคุณภาพต่ำ ราคาถูก ออกจากสินค้าที่ "Made in Japan" และเพิ่มพลังการส่งออกไปพร้อมๆ กัน หลังจากนั้น มาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งก็คือ Japanese Industrial Standards (JIS) marking system ได้ถูกกำหนดเป็นกฎหมายในปี ค.ศ.1950 พร้อมๆ กับการเชื้อเชิญ Dr. W. E. Deming มาเปิดสัมมนาทาง QC ให้แก่ผู้บริหารระดับต่างๆ และวิศวกรในประเทศ นับเป็นการจุดประกายของการตระหนักถึงการพัฒนาคุณภาพ อันตามมาด้วยการก่อตั้งรางวัล Deming Prize อันมีชื่อเสียง เพื่อมอบให้แก่โรงงานซึ่งมีความก้าวหน้าในการพัฒนาคุณภาพดีเด่นของประเทศ ต่อมาในปี ค.ศ.1954 Dr. J. M. Juran ได้ถูกเชิญมายังประเทศญี่ปุ่นเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหารระดับสูงภายในองค์กร ในการนำเทคนิคเหล่านี้มาใช้งานโดยได้รับความร่วมมือจากพนักงานทุกๆ คน นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาและรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพรวม 7 ชนิด ที่เรียกว่า QC 7 Tools มาใช้

เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิดนี้ ตั้งชื่อตามนักรบในตำนานของชาวญี่ปุ่นที่ชื่อ "บงเค" (Ben-ke) ผู้ซึ่งมีอาวุธอันร้ายกาจแตกต่างกัน 7 ชนิด พกอยู่ที่หลัง และสามารถเลือกดึงมาใช้สยบคู่ต่อสู้ที่มีฝีมือร้ายกาจคนแล้วคนเล่า สำหรับเครื่องมือทั้ง 7 ชนิด สามารถแจกแจงได้ ดังนี้

เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิด

1) แผ่นตรวจสอบ (check sheet)
2) แผนผังพาเรโต (pareto diagram)
3) กราฟ (graph)

4) แผนผังแสดงเหตุและผล (cause & effect diagram)

5) แผนผังการกระจาย (scatter diagram)

6) แผนภูมิควบคุม (control chart)

7) ฮิสโตแกรม (histogram)

(1) แผ่นตรวจสอบ (check sheet)

ความหมายของแผ่นตรวจสอบ

แผ่นตรวจสอบ คือ แบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆ ไว้เรียบร้อย เพื่อใช้บันทึกข้อมูลได้ง่าย สะดวก ถูกต้อง และไม่ยุ่งยาก ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ซึ่งลักษณะของแผ่นตรวจสอบ วัตถุประสงค์ และการนำไปใช้งาน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.4

วัตถุประสงค์ของแผ่นตรวจสอบ

1) เพื่อควบคุมและติดตามผลการดำเนินการ

2) เพื่อการตรวจสอบ

3) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง

ตารางที่ 2.4 ประเภทของแผ่นตรวจสอบ วัตถุประสงค์ และการนำไปใช้งาน

ลักษณะของแผ่นตรวจสอบ	วัตถุประสงค์	การนำไปใช้
1. กระดาษเปล่า	ข้อมูลทั่วไป	ใช้บันทึกเท่านั้น
2. ตารางแสดงความถี่	นับจำนวนตำหนิ	ใช้จำแนกข้อมูลเพื่อนำไปทำแผนผังหรือกราฟ
3. ตารางกรอกตัวเลข	จำนวนของเสีย/จำนวนคน ข้อมูลจากการวัด/การทดสอบ	ใช้เขียนแผนผังควบคุม ผังการกระจาย ฮิสโตแกรม หรือแผนภูมิกราฟ
4. ตารางการทำเครื่องหมาย	ทำเครื่องหมายแทนการเขียน	ใช้จำแนกข้อมูล ทำผังพาเรโตหรือกราฟ
5. ตารางแบบสอบถาม	สอบถามข้อคิดเห็น	หาความถี่หรือทำผังพาเรโต
6. ตารางแบบอื่นๆ	การตรวจสอบเฉพาะเรื่อง	ใช้ตามวัตถุประสงค์เฉพาะ

ขั้นตอนการออกแบบแผ่นตรวจสอบ

1) กำหนดวัตถุประสงค์และตั้งชื่อแผ่นตรวจสอบ

2) กำหนดปัจจัย (4M)

3) ทดลองออกแบบแผ่นตรวจสอบและกำหนดสัญลักษณ์

4) ทดลองนำแผ่นตรวจสอบเก็บข้อมูล

5) ปรับปรุงแก้ไขแผ่นตรวจสอบและทดลองเก็บข้อมูล

6) กำหนดการใช้แผ่นตรวจสอบ (5W 1H)

7) นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุป

8) แบบฟอร์มข้อมูลดิบและแบบฟอร์มสรุป

ข้อควรจำในการออกแบบแผ่นตรวจสอบ

1) ต้องมีวัตถุประสงค์ในการใช้แผ่นตรวจสอบ

2) ต้องสามารถกรอกข้อมูลสะดวกและง่ายต่อการบันทึก

3) ยิ่งมีการเขียนหรือคัดลอกมากเท่าใด โอกาสผิดย่อมมากเท่านั้น

4) ต้องสะดวกต่อการอ่านค่าหรือใช้ในการวิเคราะห์

5) ต้องพอที่จะสรุปผลได้ทันทีที่กรอกข้อมูลเสร็จ

6) ก่อนใช้แผ่นตรวจสอบจริง ผู้ออกแบบควรทดลองเก็บข้อมูลก่อนใช้จริง

7) ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

(2) **แผนผังพาเรโต** (pareto diagram)

ความหมายของแผนผังพาเรโต

แผนผังพาเรโต เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น

วัตถุประสงค์ของแผนผังพาเรโต

1) เมื่อต้องการกำหนดสาเหตุที่สำคัญ (critical factor) ของปัญหาเพื่อแยกออกมาจากสาเหตุอื่นๆ

2) เมื่อต้องการยืนยันผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา โดยเปรียบเทียบ ก่อนทำ กับหลังทำ

3) เมื่อต้องการค้นหาปัญหาและคำตอบในการดำเนินกิจกรรมแก้ปัญหา

โครงสร้างของแผนผังพาเรโต

1) ประกอบด้วยกราฟแท่งและกราฟเส้น

2) นอกจากแกนในแนวตั้ง (แกน Y) และแกนแนวนอน (แกน X) ผังพาเรโตจะมีแกนแสดงร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ (%) ของข้อมูลสะสมอยู่ทางด้านขวามือของแผนผังด้วย

3) ความสูงของแท่งกราฟจะเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย จากซ้ายมือไปขวามือ ยกเว้นในกลุ่มข้อมูลที่เป็น “ข้อมูลอื่นๆ” จะนำไปไว้ที่ตำแหน่งสุดท้ายของแกนในแนวนอนเสมอ

ขั้นตอนการสร้างแผนผังพาเรโต

1) ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และต้องการเก็บข้อมูลชนิดไหน เช่น ตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การเลือกปัญหา (แกน Y) และชนิดข้อมูล (แกน X)

เลือกปัญหา (แกน Y)	**ชนิดข้อมูล (แกน X)**
จำนวนเสีย (ชิ้น)	ลักษณะของเสีย
ความถี่ของการเกิด (ครั้ง)	ตำแหน่งของเสีย
มูลค่า	4 M

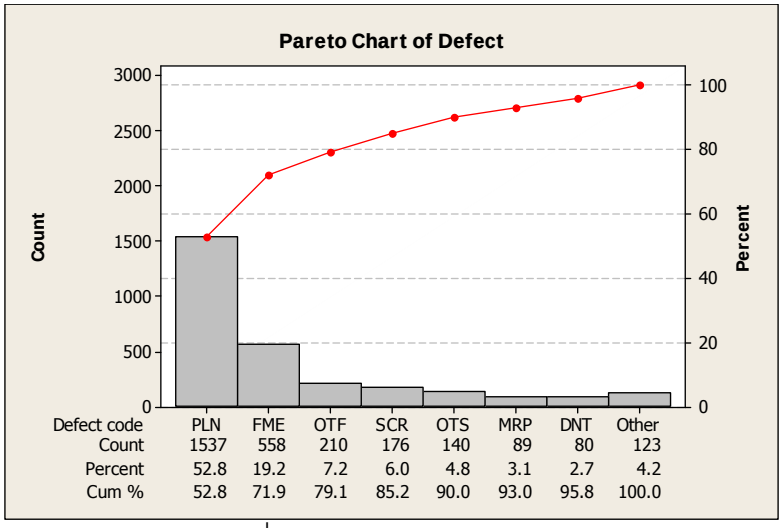
2) กำหนดวิธีการเก็บข้อมูลและช่วงเวลาที่จะเก็บ

3) ออกแบบแผ่นตรวจสอบ

4) นำไปใช้เก็บข้อมูล

5) นำข้อมูลมาสรุปและจัดเรียงลำดับ

6) เขียนแผนผังพาเรโต เช่น ตัวอย่างแผนผังพาเรโตภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างแผนผังพาเรโต

ประโยชน์ของแผนผังพาเรโต

1) สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหามากที่สุด

2) สามารถเข้าใจว่า แต่ละหัวข้อมีอัตราส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมด

3) ใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้โน้มน้าวจิตใจได้ดี

4) ไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก ก็สามารถจัดทำได้และใช้ในการเปรียบเทียบผลได้

5) ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมาย ทั้งตัวเลขและปัญหา

(3) กราฟ (graph)

กราฟ คือ แผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อทำให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ

(4) แผนผังก้างปลา (fish bone diagram)

ในปี ค.ศ.1943 ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว ได้คิดแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa diagram) หรือที่รู้จักกันในชื่อผังก้างปลา (fish bone diagram) เนื่องจากมีรูปร่างหน้าตาแผนภูมิลักษณะคล้ายปลาที่มีแต่ก้าง ซึ่งสำนักมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามว่า ผังก้างปลาเป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาใดปัญหาหนึ่ง อีกชื่อที่รู้จักกัน คือ แผนผังสาเหตุและผล (cause and effect diagram) เนื่องจากเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น

ความหมายแผนผังก้างปลา

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550: 304) กล่าวว่า ในการควบคุมคุณภาพมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องศึกษาถึงสาเหตุและผลของปัญหา ผังนี้จึงนำมาใช้ในการระดมสมองเพื่อกำหนดสมมุติฐานของสาเหตุในรูปของแผนผังสาเหตุและผล แต่เนื่องจากแผนผังมีลักษณะคล้ายก้างปลา จึงเรียกว่า แผนผังก้างปลา หรือเรียกตามชื่อของผู้พัฒนาวิธีนี้ว่า แผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa diagram) โดยผังก้างปลา หมายถึง แผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์อย่างมีระบบ มีเหตุผลที่แน่นอน และสาเหตุที่เกี่ยวข้อง

การใช้ผังก้างปลาเมื่อต้องการค้นหาสาเหตุของปัญหาในการปฏิบัติงาน ซึ่งจะกระทำเดี่ยวหรือวิเคราะห์เป็นคณะทำงานก็ได้ โดยการระดมสมองต้องอยู่ภายใต้ข้อเท็จจริง

1) ต้องกระตุ้นให้เกิดความคิดในวงกว้าง
2) สนใจในปริมาณความคิดมากกว่าคุณภาพความคิด
3) ห้ามวิพากษ์วิจารณ์ความคิดของผู้อื่น
4) อย่ารีรอในการประสานความคิด

วรภัทร์ ภู่เจริญ (2546: 51) กล่าวว่า ผังก้างปลานี้ ญี่ปุ่นประยุกต์มาจากผัง Fault Tree Analysis (FTA) เป็นการใช้หลักการคิดแบบทำไม-ทำไมๆๆ แตกแยกไปเหมือนก้างปลา รากไม้ หรือสายฟ้าแลบ โดยปลายสุดของกิ่ง คือ ต้นตอสาเหตุของปัญหา ซึ่งปัญหาบางอย่างอาจมีต้นตอร่วมกัน โดยจะมีการคิดเรื่องความน่าจะเป็นของแต่ละต้นตอสาเหตุด้วย

วันรัตน์ จันทกิจ (2547: 39) กล่าวว่า แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (problem cause)

วัตถุประสงค์ของแผนผังก้างปลา

1) เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา

2) เมื่อต้องการศึกษาทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่นๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้สามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น

3) เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

โครงสร้างของผังก้างปลา ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (problem or effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา

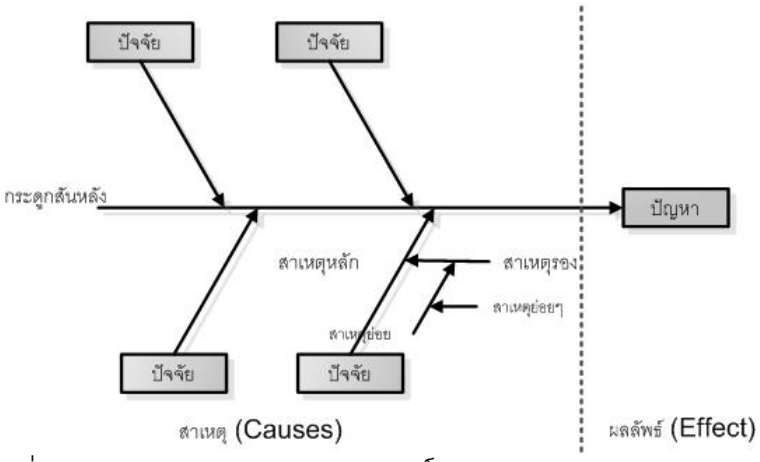
2) ส่วนสาเหตุ (causes) สามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

2.1) ปัจจัย (factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)

2.2) สาเหตุหลัก

2.3) สาเหตุย่อย

ลักษณะโดยทั่วไปจะนำตัวปัญหามาเขียนเป็นหัวปลา สาเหตุของปัญหาก็เป็นก้างปลา ก้างใหญ่สุดแตกแขนงออกเป็นก้างย่อยๆ ลงไป ก้างใหญ่ คือสาเหตุหลัก ก้างเล็ก คือ สาเหตุย่อยๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แผนภาพก้างปลา โดยกิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550: 303)

วิธีการสร้างผังก้างปลา

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

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

สำหรับก้างหลัก คือ กลุ่มปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหานั้น จึงสามารถกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่กำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถช่วยแยกแยะ และกำหนดสาเหตุต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบและเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งโดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

1) M - Man คนงาน พนักงาน หรือบุคลากร
2) M - Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
3) M - Material วัตถุดิบ อะไหล่ หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
4) M - Method กระบวนการทำงาน
5) E - Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

แต่ไม่ได้หมายความว่า การกำหนดก้างปลาจะต้องใช้ 4M 1E เสมอไป เพราะหากไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิตแล้ว ปัจจัยนำเข้า (input) ในกระบวนการก็จะเปลี่ยนไป เช่น ปัจจัยการนำเข้าเป็น 4P ได้แก่ Place, Procedure, People และ Policy หรือเป็น 4S ได้แก่ Surrounding, Supplier, System และ Skill หรืออาจจะเป็น MILK ได้แก่ Management, Information, Leadership, Knowledge ก็ได้ นอกจากนั้น หากกลุ่มที่ใช้ก้างปลามีประสบการณ์ในปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่แล้ว ก็สามารถกำหนดกลุ่มปัจจัยใหม่ให้เหมาะสมกับปัญหาได้เช่นกัน

การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากกำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้ใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา (Ishikawa, 1990) ยกตัวอย่างการกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ

เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงามในการเขียนแต่ละก้างย่อย คือ การถามทำไมๆๆ

หลักการเบื้องต้นของการสร้างแผนภูมิก้างปลา

วิธีการสร้างผังก้างปลา ทำเพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาอาจทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งคือ แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระก่อน แล้วจึงนำมาจัดระเบียบจัดลำดับในภายหลัง อีกวิธีหนึ่ง คือ กำหนดแนวอย่างกว้างๆ แล้วเจาะลึกลงไปเรื่อยๆ ในลักษณะการตอบคำถามว่า ทำไมๆๆๆ จนถึงสาเหตุลึกพอที่จะนำมาแก้ไขได้ และเป็นต้นเหตุจริงๆ ของปัญหา

โดยเริ่มจากการใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ ลงทางด้านขวาสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลัง จากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อย ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3 - 6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลา (sub-bone) ทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4 – 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้ว จะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมด ที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

ข้อควรระวังของการเขียนแผนภูมิก้างปลา มีดังต่อไปนี้

1) ไม่ใช้มาตรการโต้ตอบมาเป็นสาเหตุ แต่ต้องใช้สภาวะผิดปกติหรือสภาวะปกติที่ไม่เหมาะสมมาเป็นสาเหตุ เช่น ไม่ใช้คำว่าขาดการฝึกอบรม แต่ให้ใช้คำว่าขาดความรู้ เป็นต้น

2) ไม่ใช้ความต้องการของลูกค้ามาเป็นสาเหตุ หรือไม่ใช้พฤติกรรมของลูกค้ามาเป็นเหตุ เช่น ไม่ใช้คำว่าลูกค้าสั่งกระทันหัน แต่ให้ใช้คำว่าไม่ทราบความต้องการของลูกค้า

3) ไม่ใช้การจำแนกสาเหตุมาจาก 4M (Man-Machine-Material-Method) เสมอไป ต้องใช้จำแนกสาเหตุที่มีความสัมพันธ์กับอาการของปัญหาที่พิจารณา

ประโยชน์ของแผนผังก้างปลา

เทคนิคต่อไปเป็นการวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยจะเรียกว่า ผังก้างปลา ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประการ คือ

1) แบบวิเคราะห์ความผันแปร (dispersion type) ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาที่มีการกระจายหรือผันแปร ด้วยการสืบค้นสาเหตุเกี่ยวกับความผันแปรที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับเรื่องที่พิจารณา โดยการสืบค้นจากคำถาม ทำไม อย่างต่อเนื่องจนพบสาเหตุรากเหง้า ส่วนใหญ่จะใช้ระดมสมองจากคณะทำงานหลากหลายตำแหน่ง

2) แบบกำหนดรายการสาเหตุ (cause enumeration type) ใช้กับปัญหาแบบเรื้อรัง โดยการวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากสาเหตุด้านระบบ อย่างกว้างขวางและครบถ้วน แต่จะยากในการสร้างความสัมพันธ์ของสาเหตุให้เป็นหมวดหมู่กับผล

3) **แบบจำแนกกระบวนการผลิต** (production process classification type) เหมาะสมกับสาเหตุของปัญหาที่จำแนกตามกระบวนการขั้นตอน ตั้งแต่ต้นจนจบ จะมีข้อดีที่เป็นไปตามลำดับก่อนหลัง แต่ข้อเสียคือสาเหตุบางประการอาจมีการกล่าวซ้ำแล้วซ้ำอีกในแต่ละกระบวนการ

วิธีสรุปผลการวิเคราะห์ด้วยผังก้างปลา มีวิธีการดังต่อไปนี้

1) สรุปแต่ละปัจจัยซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาว่ามีสาเหตุมาจากอะไรบ้าง โดยสรุปทีละก้างปลา

2) จัดลำดับของสาเหตุหรือปัจจัยหลัก แล้วจัดลำดับสาเหตุย่อยๆ

3) เลือกสาเหตุที่มีผลกระทบกับหัวปลามากที่สุด และง่ายต่อในการดำเนินการปรับปรุง หรือใช้เวลาสั้นๆ ในการแก้ไขหรือพัฒนามาดำเนินการก่อน ส่วนสาเหตุที่มีผลกระทบกับหัวปลาน้อย ยากต่อการแก้ไข หรือใช้เวลานานในการปรับปรุงยังไม่ควรนำมาดำเนินการ เพราะนอกจากจะเสี่ยงต่อความไม่สำเร็จแล้ว อาจเสียเวลาเปล่าๆ เพราะส่งผลน้อยกับหัวปลา

วันรัตน์ จันทกิจ (2547: 44) ให้ข้อคิดว่า การเลือกสาเหตุจากก้างปลาออกมาแก้ไขนั้น ให้เลือกตามหลักของพาเรโต คือ 80%-20% หรือ 20%-80% หมายถึง เลือกก้างปลามา 20% ที่มั่นใจว่าส่งผลกระทบกับหัวปลา 80% เป็นต้น

สรุปข้อดีและข้อเสียของผังก้างปลา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

ข้อดีของผังก้างปลา คือ ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่างๆ ที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิก แผนภูมิก้างปลาจะช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิก และทำให้ทราบสาเหตุหลักๆ และสาเหตุย่อยๆ ของปัญหา ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี

ข้อเสียของผังก้างปลา คือ ความคิดไม่อิสระเนื่องจากมีแผนภูมิก้างปลาเป็นตัวกำหนด ซึ่งความคิดของสมาชิกจะรวมอยู่ที่แผนภูมิก้างปลา และต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถสูงจึงจะสามารถใช้แผนภูมิก้างปลาในการระดมความคิดของสมาชิกได้ครบทุกส่วน

(5) **แผนผังการกระจาย** (scatter diagram)

แผนผังการกระจาย คือ แผนผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง

(6) **แผนภูมิควบคุม** (control chart)

แผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิที่มีการเขียนขอบเขตที่ยอมรับได้ เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการโดยการติดตามและตรวจจับข้อมูลที่อยู่นอกขอบเขต

(7) **ฮิสโตแกรม** (histogram)

ฮิสโตแกรม คือ กราฟแท่งแบบเฉพาะ โดยแกนตั้งจะแสดงเป็นตัวเลขของความถี่และแกนนอนจะแสดงเป็นข้อมูลของสิ่งที่สนใจศึกษา ซึ่งจะเรียงลำดับความถี่จากมากไปน้อย เพื่อใช้ดูความแปรปรวนของกระบวนการ ด้วยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง

2.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วย Why-why analysis

2.5.1 ความหมาย Why-why analysis

บัญญัติ นิยมวาส (2542: 23) Why-why analysis เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ มีขั้นมีตอน ไม่เกิดการตกหล่น ซึ่งไม่ใช่การคิดแบบคาดเดาหรือนั่งเทียน

มาซาเอกิ อิโม (อัมพิกา ไกรฤทธิ์, 2534: 5-15) กล่าวว่า Why-why analysis เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยถ้าสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้าและกำจัดได้แล้วปัญหาเดิมจะไม่เกิดซ้ำ

จากความหมายของ Why-why analysis ผู้วิจัยสรุปได้ว่า Why-why analysis คือ เทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปัญหา สามารถวัดหรือนับได้ มีระบบและขั้นตอนไม่เกิดการตกหล่นด้านความคิด และเทคนิคของ Why-why analysis นี้ จะเริ่มต้นจากปัญหาแล้วใช้คำถามที่ว่า ทำไมจึงเกิดปัญหานั้นขึ้นมา ซึ่งเป็นคำถามที่ถามทำไมซ้ำไปเรื่อยๆ จนได้ต้นตอของปัญหา

2.5.2 วัตถุประสงค์การทำ Why-why analysis

1. เพื่อให้พนักงานทุกคนที่ทำงานในหน่วยการผลิตมีความชำนาญและสามารถคิดหรือวิเคราะห์ในเชิงทฤษฎีได้

2. สามารถปรับปรุงแก้ไขได้

3. เพื่อให้มีความรู้และความเข้าใจถึงโครงสร้างและการทำงานของเครื่องจักร

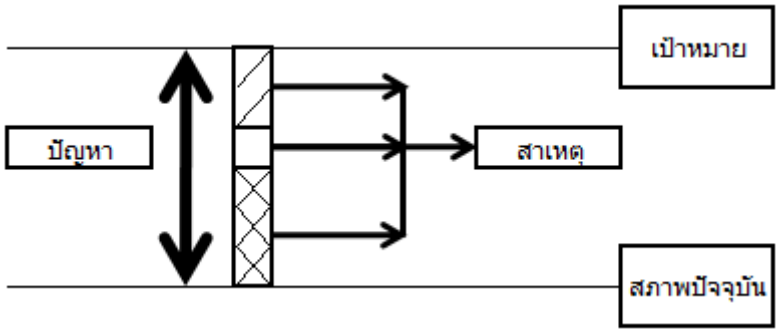
4. ทำให้พนักงานได้ทราบการวิเคราะห์หาต้นตอของความผิดปกติของเครื่องจักร หรือการทำงานด้วยการวิเคราะห์อย่างถูกต้อง

5. เพื่อให้เกิดแนวคิดที่จะหามาตรการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นซ้ำอีก

6. ผู้เข้าร่วมในการวิเคราะห์ประกอบด้วยฝ่ายซ่อมบำรุงและระดับปฏิบัติงาน จึงทำให้ทุกคนสามารถทราบสาเหตุของปัญหาร่วมกัน โดยก่อนวิเคราะห์ผู้ศึกษาจะต้องมีความเข้าใจก่อนว่า

ปัญหาที่วิเคราะห์อยู่มันคือปัญหาหรือสาเหตุ เนื่องจากการวิเคราะห์ส่วนมากได้นำเอาสาเหตุมาตั้งเป็นปัญหาทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดไปจากที่ควรจะเป็น

ปัญหา คือ ช่องว่างระหว่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันเทียบกับเป้าหมาย ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การนิยามปัญหา

จากภาพที่ 2.4 จะเห็นได้ว่าปัญหา คือ เหตุการณ์หรืออุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถไปถึงเป้าหมายที่วางไว้ได้ ซึ่งการแบ่งแยกปัญหาและสาเหตุจะต้องมีการเทียบกับเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นตัวเลขหรือตามสภาพที่ควรจะเป็น เช่น ไฮดรอลิกยกน้ำหนัก 10 กิโลกรัมไม่ขึ้น ซึ่งตามสภาพแล้วยกได้มากกว่า 10 กิโลกรัม หรือน้ำมันไฮดรอลิกรั่ว ซึ่งตามสภาพแล้วไม่ควรจะรั่ว ถ้าผู้วิเคราะห์สามารถแบ่งแยกระหว่างปัญหาและสาเหตุก็จะสามารถตั้งโจทย์ปัญหาได้รัดกุมยิ่งขึ้น ดังตารางที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการแบ่งแยกปัญหาและสาเหตุ

ตารางที่ 2.6 การแบ่งแยกปัญหาและสาเหตุของฝ่ายผลิต

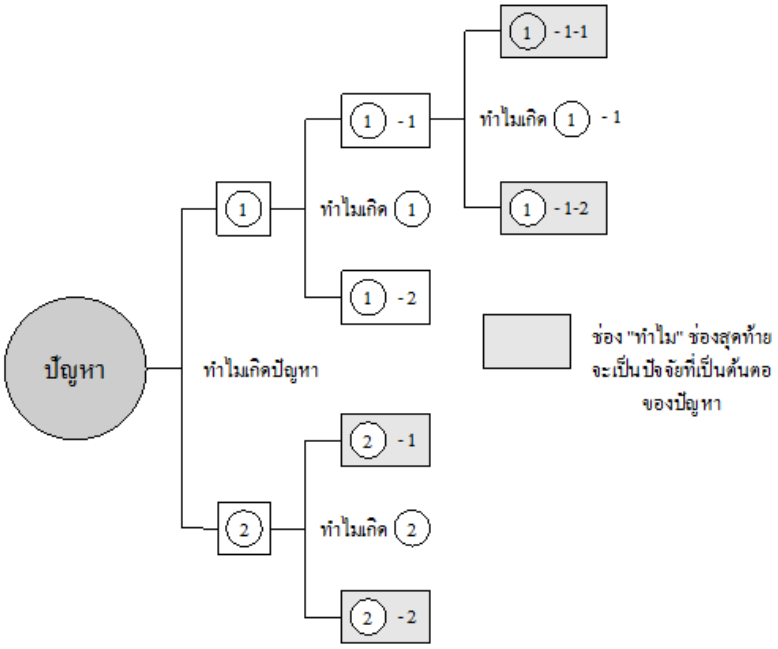
รายการ	ปัญหา	สาเหตุ
พนักงานไม่เพียงพอ		X
พนักงานขาดทักษะ		X
เครื่องจักรเสียบ่อย		X
ประสิทธิภาพการผลิตต่ำกว่า 95%	X	
พนักงานทำของเสียบ่อย		X
OEE ต่ำกว่า 75%	X	

2.5.3 **ขั้นตอนการวิเคราะห์** Why-why analysis

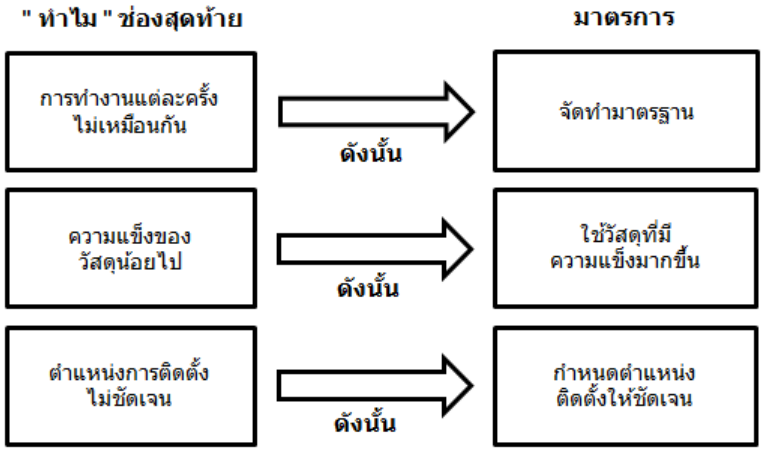
สำหรับขั้นตอนในการวิเคราะห์ด้วย Why- why analysis ผู้วิจัยสรุปเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) **วิธีการคิดของ** Why- why analysis

ในขั้นตอนของ Why-why analysis จะเริ่มต้นจากปัญหาแล้วใช้คำถามที่ว่า ทำไมจึงเกิดปัญหานั้นขึ้นมา ซึ่งเป็นคำถามที่ถามซ้ำไปเรื่อยๆ ในการวิเคราะห์ช่องสุดท้ายจะเป็นปัจจัยที่เป็นต้นตอของปัญหา ดังภาพที่ 2.5 โครงสร้างของการเขียน Why-why analysis ทำให้นำไปสู่มาตรการแก้ไขต่อไป (action plan) ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของการเขียน Why-why analysis



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างมาตรการแก้ไขปัญหา

2) **ขั้นตอนก่อนวิเคราะห์ปัญหา**

ในขั้นตอนก่อนการวิเคราะห์ปัญหา จำเป็นจะต้องศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

2.1) แยกแยะแจกแจงปัญหา และข้อเท็จจริงให้ชัดเจน

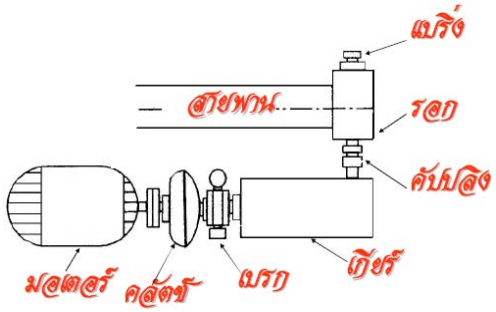
2.1.1) ข้อเท็จจริงจากสถานที่จริง (Genba) สภาพของจริง (Genbutsu)

2.1.2) แง่มุมต่างๆ ของปัญหา เช่น ลักษณะปริมาณเวลา สายการผลิต เป็นต้น

2.2) ทำความเข้าใจในโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่เป็นปัญหา

2.2.1) สังเกตภาพส่วนที่เป็นปัญหา จากสถานที่จริงโดยอาศัยคู่มือช่วย

2.2.2) วาดภาพแผนผังขั้นตอนหรือกระบวนการที่เกี่ยวข้อง ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 อุปกรณ์การขับเคลื่อน มนูญ ชื่นชม (2536)

Tomozo kobata (2005) กล่าวว่า ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น ล้วนเป็นผลมาจากกฎเกณฑ์ทางธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น งานตัด ถ้าใบมีดไม่ตัดลงบนวัสดุก็จะไม่มีปัญหาอะไรเกิดขึ้น แต่ถ้าเมื่อไหร่ก็ตามใบมีดสัมผัสกับวัสดุ ก็จะมีเรื่องของคุณภาพและต้นทุนเกิดขึ้น มีบางสิ่งเกิดขึ้นและบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป สิ่งเหล่านี้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ทางธรรมชาติ แม้ว่าบางอย่างไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติก็ตามต่างก็ขึ้นอยู่กับหลักการหรือทฤษฎีเบื้องต้นในการเปลี่ยนสภาพ ซึ่งมีกฎเกณฑ์พื้นฐานว่า เมื่อทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งย่อมส่งผลให้เกิดสิ่งหนึ่งเสมอ การนำเทคนิค 5 Gen เข้ามาใช้เพื่อตรวจหาความผิดปกติและค้นหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาผ่าน Why-why analysis ได้ถูกจุดดังภาพที่ 2.8

ภาพที่ 2.8 แผนภาพสรุปการใช้งานในแต่ละ Gen

จากภาพที่ 2.8 เป็นการจำแนกลักษณะการใช้งานของแต่ละ Gen เพื่อให้เข้าถึงปัญหาและการปรับปรุง โดย 3 Gen แรกนั้น Genba, Genbusu และ Genjisu เป็นการตรวจหาความผิดปกติของการทำงาน ส่วนการปรับปรุงนั้นจะเป็นการค้นหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา ให้ใช้อีกสอง Gen ที่เหลือ คือ Genri และ Gensoku มาอธิบายถึงสาเหตุที่อาจเป็นไปได้ของปัญหา ซึ่งในหลายๆ ครั้ง 3 Gen ก็เพียงพอ ส่วนปัญหาเรื้อรัง มักจะต้องใช้อีก 2 Gen ที่เหลือในการปรับปรุง โดยจะต้องพิสูจน์สาเหตุอีกหลายๆ ครั้งเพื่อยืนยันว่า สาเหตุรากเหง้าของปัญหาอาจจะได้จากการใช้สถิติหรือดูแล้วไม่แน่ใจ หรือการดูผลจากการปฏิบัติโดยตรงที่ชัดเจน ซึ่งถ้าสาเหตุรากเหง้าถูกกำจัดหมดแล้วปัญหาเดิมจะไม่เกิดซ้ำ

2.3) **ทำความเข้าใจในโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่เป็นปัญหา**

โดยในการมองปัญหาจำเป็นจะต้องทำความเข้าใจกับโครงสร้างและหน้าที่ หรือองค์ประกอบที่จะทำให้เกิดปัญหา

3) การมองปัญหาของ Why-why analysis

ในการมองปัญหาของ Why-why analysis ยึดหลักดังนี้

3.1) การมองเห็นจากสภาพที่ควรจะเป็น

คือ การมองค้นหาสาเหตุของปัญหาด้วยหลักการเปรียบเทียบกับสภาพที่ควรจะเป็นของกลุ่มหรือบริษัท กับมาตรฐานของตนเอง เช่น สกปรก แตกหัก ชำรุด เป็นรอยไหม้ สีคล้ำ งอ เบี้ยว เป็นต้น

3.2) การมองเห็นจากหลักการหรือทฤษฎี

คือ การมองค้นหาสาเหตุโดยอ้างอิงกฎเกณฑ์ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆ เช่น ความฝืด แรง ความร้อน การหักเหของแสง ความดัน น้ำหนัก

เมื่อเปรียบเทียบการมองปัญหาทั้งสองแบบ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวิเคราะห์ปัญหาโดยการมองเห็นจากสภาพที่ควรจะเป็นนั้นต้องใช้กับปัญหาที่ไม่ซับซ้อน เมื่อไปสำรวจสถานที่จริงก็สามารถเข้าใจได้ไม่ยาก แต่การมองเห็นจากหลักการหรือทฤษฎีจะใช้กับปัญหาซับซ้อนหลายสาเหตุ เรื้อรัง และเข้าใจได้ยาก

2.5.4 ข้อควรระวังในการทำ Why-why analysis

สำหรับข้อควรระวังในการทำ Why-why analysis มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 7 จุด คือ

1) ข้อความที่ใช้เขียนตรงช่องปรากฏการณ์และช่องทำไมต้องสั้นและกระชับ

2) หลังจากที่ทำ Why-why analysis แล้ว จะต้องยืนยันความถูกต้องตามหลักตรรกวิทยาโดยอ่านย้อนจาก ทำไม ช่องสุดท้ายกลับมายังปรากฏการณ์

3) ให้ตรวจสอบดูว่า ปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ก่อนหน้านั้นได้มีการหยิบยกขึ้นมาอย่างครบถ้วนหรือยัง โดยพิจารณาย้อนกลับว่า ถ้าปัจจัยนั้นไม่เกิดขึ้นแล้วเหตุการณ์ก่อนหน้านั้นจะเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ายังเกิดแสดงว่ามีปัจจัยอื่นๆ ต้องใส่ไปด้วย

4) ให้ถามว่าทำไมไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบปัจจัยหรือสาเหตุที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การวางมาตรการการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำอีก

5) ให้เขียนเฉพาะส่วนที่คลาดเคลื่อนไปจากสภาพปกติหรือผิดปกติเท่านั้น

6) ให้หลีกเลี่ยงการค้นหาสาเหตุที่มาจากสภาพจิตใจของคน เช่น ใจลอยหรือเหนื่อย

7) อย่าใช้คำว่า ไม่ดี ในประโยค เช่น การจัดการไม่ดี วิธีการไม่ดี หรือการออกแบบไม่ดี แต่ควรวิเคราะห์ออกมาในเชิงที่สามารถตรวจสอบได้ วัดได้ นับได้ ก็จะสามารถนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาได้

2.6 เทคนิคการปรับปรุงกระบวนการ

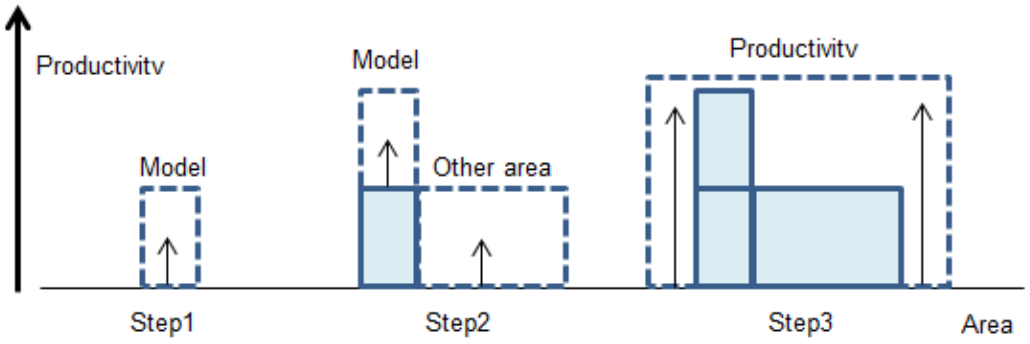
Hajime Suzuki (2553) กล่าวถึงแนวทางบริหารจัดการปรับปรุงในแบบของญี่ปุ่นที่เหมาะสม ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และสามารถนำไปใช้ได้จริง โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น คือ

1. แนวทางเชิงปฏิบัติ (practical approach)
2. การค้นหาปัญหาอย่างมีประสิทธิผล (effective problem finding)
    1) การวิเคราะห์กระบวนการ (process analysis)
    2) การจัดเก็บและแยกแยะข้อมูล (stratified data collection)
    3) 3 Gen: Genba Genbutsu Genjitsu (3 จริง – สถานที่จริง ของจริง ความจริง)
    4) 3 Mu: Muri (ไม่ธรรมชาติ หนักเกินไป) Mura (ความไม่สม่ำเสมอ) Muda (ความสูญเสีย)
3. การแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิผล (effective problem solving)
    1) สภาพการทำงานที่ดี (best conditions)
    2) การปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง (flow production / operation)
    3) การควบคุมด้วยการมองเห็น (visual control)
    4) วงจร PDCA – Plan Do Check Act

2.6.1 **แนวทางเชิงปฏิบัติ** (practical approach)

Hajime Suzuki (2553) ได้กล่าวถึงแนวทางเชิงปฏิบัติในการปรับปรุงกระบวนงาน 2 เรื่องคือ critical issue oriented และ pilot area โดยเสนอว่าการปรับปรุงนั้นต้องเริ่มต้นด้วยเป้าหมายในการปรับปรุง หรือเริ่มต้นว่า อะไรคือปัญหา ไม่ใช่เริ่มต้นด้วยเครื่องมือหรือใช้เครื่องมือเป็นหลัก (tool oriented) เพราะไม่เช่นนั้นจะกลายเป็นว่า องค์กรบอกว่าจะทำ TPM, JIT หรือ Six-sigma ทั้งๆ ที่ยังมองไม่เห็นปัญหาที่จะเข้าไปแก้ไขอย่างชัดเจนก็จะสามารถทำได้ยาก ซึ่งการกำหนด critical issue หรือ เป้าหมายในการปรับปรุงนั้น อาจมาได้จากหลายทางเช่น นโยบายผู้บริหาร ความต้องการของลูกค้า หรือปัญหาหลักๆ ที่องค์กรประสบอยู่ เช่นเรื่องของ กำลังการผลิต (capacity) คุณภาพ (quality) ต้นทุน (cost) การส่งมอบ (delivery) เป็นต้น

ในการเริ่มปรับปรุงควรมีวิธีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นเป็นตอน โดยเริ่มต้นที่การเลือกรุ่นต้นแบบในการปรับปรุง โดยเลือกจากความสำคัญของผลิตภัณฑ์ หรือความต้องการสูงสุดเมื่อเทียบกับรุ่นที่มีการผลิตทั้งหมด แล้วจึงขยายผลไปยังส่วนอื่นๆ จนครอบคลุมทั้งองค์กร สามารถนำเสนอแนวคิดนี้ ได้ดังภาพที่ 2.9

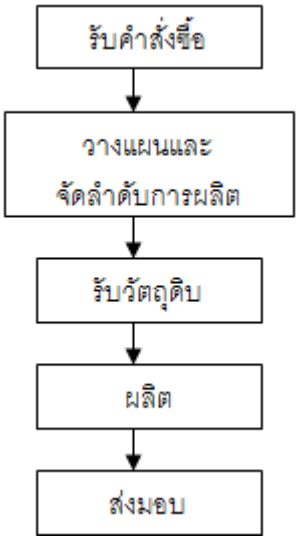


ภาพที่ 2.9 แนวทางเชิงปฏิบัติในการปรับปรุงงาน Hajime Suzuki (2553)

2.6.2 **การค้นหาปัญหา** (problem finding) **อย่างมีประสิทธิผล**

ในการค้นหานั้นควรแยกวิธีการออกจาก การแก้ปัญหา (problem solving) โดยอธิบายว่าการที่ไม่สามารถจะแก้ปัญหาให้ตรงจุดได้ ถ้ายังไม่รู้จักปัญหาหรือกำหนดปัญหาได้ถูกต้อง ดังนั้นการกำหนดปัญหาให้ชัดเจนจึงต้องมาก่อนการแก้ปัญหา Hajime Suzuki (2553) ให้เทคนิคการค้นหาปัญหาอย่างมีประสิทธิผล ดังนี้

ข้อที่1 การวิเคราะห์กระบวนการ (process analysis) เมื่อพูดถึงกระบวนการจะไม่ได้หมายถึงเพียงแค่ขั้นตอน แต่เน้นที่ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ เพื่อให้เข้าใจเป็นภาพรวม



ภาพที่ 2.10 ลำดับของกระบวนการในธุรกิจทั่วไป

จากภาพที่ 2.10 ทำให้ทราบว่า ในขอบเขตที่ต้องการศึกษานั้นมีกระบวนการใด มีการเรียงลำดับก่อนหลังอย่างไร ถ้ายังมีกระบวนการย่อยๆ อีกก็อาจขยายต่อไปได้ และถ้ามีข้อมูลสนับสนุนแยกย่อยตามแต่ละกระบวนการ ก็จะยิ่งทำให้มองเห็นปัญหาได้ลึกและชัดเจนมากขึ้น นอกจากนั้น ในกรณีที่บริษัทมีสินค้าหลายชนิดและมีกระบวนการที่แตกต่างกัน ก็อาจเก็บข้อมูลแยกตามรายผลิตภัณฑ์ควบคู่ไปด้วย เพื่อเรียงลำดับปัญหาแยกตามรายผลิตภัณฑ์

ข้อที่ 2 คือ การจัดเก็บและแยกแยะข้อมูล (stratified data collection) เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องทำเป็นอันดับแรกเพราะจะทำให้ ขอบเขตของปัญหา ชัดเจนขึ้น การแยกแยะข้อมูลทำได้หลายลักษณะ เช่น ตามชนิดวัตถุดิบ ตามแต่ละเครื่องจักร ตามรายพนักงาน สถานีงานแต่ละที่ ช่วงเวลาแต่ละกะ ฯลฯ โดยอาจจะใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) มาจัดการเก็บและแยกแยะข้อมูลได้

ข้อที่ 3 เรียกว่า 3 Gen หรือ SAF เรียกเป็นภาษาไทยก็คือหลัก 3 จริง ดังตารางที่ 2.7 นั่นคือต้องไปดูเครื่องจักรที่เป็นปัญหา ดูลักษณะชิ้นงานที่เสีย และดูวิธีการปฏิบัติงานจริง เพื่อจะได้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดของเสีย

ตารางที่ 2.7 หลัก 3 จริงในภาษาต่างๆ

3 Gen (ญี่ปุ่น)	SAF (อังกฤษ)	3 จริง
Genba	at Site	สถานที่ปฏิบัติงาน**จริง**
Genbutsu	with Actual thing	ของ**จริง**, ชิ้นงาน**จริง**
Genjitsu	find Fact	ค้นหาความ**จริง**, ข้อเท็จ**จริง**

ข้อที่ 4 คือ หลัก 3 Mu ทำให้มองเห็นปัญหาที่บางครั้งถูกมองข้ามไป เป็นจุดที่จะนำไปสู่การปรับปรุงด้วยการขจัดให้หมดไป หรือทำให้ลดน้อยลง ซึ่งผู้วิจัยจะขอเรียงลำดับหลัก 3 Mu โดยการเริ่มพิจารณาในการมองเห็นปัญหา ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 หลัก 3 Mu พร้อมตัวอย่าง

ภาษาญี่ปุ่น	ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย	ตัวอย่าง
Muri	Un-natural	ไม่เป็นธรรมชาติ หนักเกินไป	ทำงานด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม ชั่วโมงการทำงานหนักเกินไป วางของซ้อนกันหลายชั้น สูงเกินไป
Mura	Un-even	ความไม่สม่ำเสมอ	ปริมาณงาน บางวันสูง บางวันต่ำ ความผันผวนของอัตราเสีย การรับวัตถุดิบที่บางครั้งน้อยไป บางครั้งมากไป
Muda	Waste	ความสูญเสีย	วัตถุดิบ (ของเสีย, ขณะตั้งเครื่อง, Stock) แรงงาน (รอคอย, การแก้ไขงาน, ทำงานที่ไม่จำเป็น) เวลาการทำงาน

2.6.3 **การแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิผล** (effective problem solving)

หลังจากทราบเทคนิคทั้ง 4 ในการค้นหาปัญหา Hajime Suzuki (2553) ได้เสนอวิธีในการแก้ไขปัญหาไว้ ดังนี้

ข้อที่ 1 คือ Best conditions (สภาพที่ดี/เหมาะสม) หมายถึงการสร้างสภาพการณ์ที่ดี ด้วยทรัพยากรที่มี ตามหลัก 4M ซึ่งถ้ากระบวนการอยู่ในสภาพที่ดี ก็น่าจะมั่นใจได้ว่าสินค้าหรือบริการที่ออกมาจากกระบวนการจะมีคุณภาพดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 หลักการ 4M กับสถานการณ์ที่ควรจะเป็น

Man – **พนักงาน**	มีความรู้ ความสามารถ ปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนด
Machine – **เครื่องจักร เครื่องมือ**	ระบบการบำรุงรักษาที่ดีด้วยวิธีการและความถี่ตามความเหมาะสม และทราบได้ทันทีเมื่อเกิดปัญหาขึ้น
Material – **วัตถุดิบ**	มีคุณภาพ ราคาเหมาะสม ส่งมอบครบตามจำนวนและตรงเวลา มีการจัดเก็บอย่างเหมาะสม
Method – **วิธีการทำงาน**	วิธี/มาตรฐานการทำงานที่ดี

ข้อที่ 2 คือ Flow production/operation (การผลิต/การปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง) ถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญของระบบ JIT (Just in Time) ที่ทำให้ชิ้นงานในกระบวนการลื่นไหลอย่าง ต่อเนื่อง เปรียบได้กับสายน้ำไหล ผลที่ได้คือ ไม่ต้องเก็บวัตถุดิบไว้นาน สามารถควบคุมงานระหว่างผลิต หรือ WIP (Work in Process) ให้มีปริมาณตามความเหมาะสม สามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปให้ลูกค้าได้ตรงเวลา และไม่มีสินค้าเก่าเก็บ

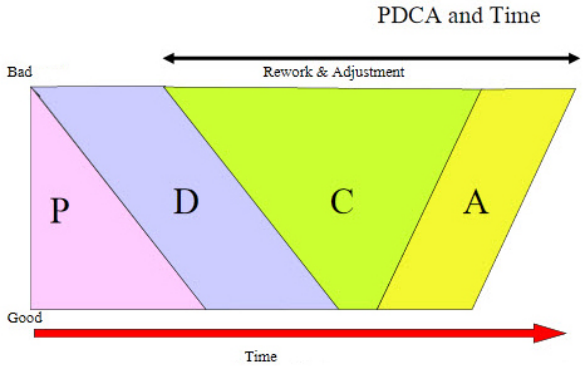
ข้อที่ 3 คือ Visual control (การควบคุมด้วยการมองเห็น) หลักง่ายๆ คือ การสื่อสาร ข้อมูลข่าวสาร (information) ที่จำเป็นสำหรับการทำงาน ผ่านทางสายตาหรือการมองเห็น โดยยึดหลักว่า ผู้พบเห็นต้องได้รับข้อมูลในเวลาและด้วยวิธีการที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย

ข้อที่ 4 คือ PDCA – Plan Do Check Act ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีระบบ โดยความหมาย PDCA สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะตามการใช้งาน คือ PDCA for operation (การปฏิบัติงาน) และ PDCA by setting target (การตั้งเป้าหมายงาน) ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 PDCA การปฏิบัติงานและการตั้งเป้าหมายงาน

	PDCA for operation	PDCA by setting target
Plan	ระบบ มาตรฐาน หรือวิธีการปฏิบัติงานในปัจจุบัน	วางแผนดำเนินการ ตั้งเป้าหมายในการปรับปรุง
Do	การปฏิบัติงานประจำวัน	กิจกรรม / การดำเนินการ เพื่อการปรับปรุง (ในขั้นนี้จะมีวงจร PDCA วงเล็กซ้อนทับอยู่ด้วย)
Check	ตรวจสอบผลลัพธ์งานที่เกิดขึ้น ทั้งจากตนเองและผู้อื่น รวมไปถึงข้อมูลจากลูกค้าด้วย	การตรวจสอบ ติดตามผลการปรับปรุง
Act	ปรับปรุง ระบบ มาตรฐาน วิธีการทำงานให้ดีขึ้น	การแก้ไขเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และนำไปสู่การตั้งเป้าหมายที่ดียิ่งขึ้นไป

ผู้วิจัยมีความคิดเห็นเกี่ยวกับ PDCA ในสไตล์ญี่ปุ่น จะให้ความสำคัญกับการวางแผนและใช้เวลาไปกับการวางแผนนานกว่าแบบตะวันตก ดังนั้นเมื่อลงมือปฏิบัติแล้วงานจะเป็นไปตามแผน และพบปัญหาให้แก้ไขน้อยกว่า ดังภาพที่ 2.11 ทำให้ใช้เวลาโดยรวมสั้นกว่าในที่สุด แต่สำหรับแบบตะวันตกนั้น พบว่าจะเน้นลงมือปฏิบัติโดยขาดการวางแผนที่ดี ทำให้ต้องเสียเวลาไปกับการแก้ไขอยู่ตลอดเวลา



ภาพที่ 2.11 ระยะเวลากับการดำเนินกิจกรรม PDCA ที่ดีและไม่ดี

แนวทางการปรับปรุงการทำงานในประเทศไทย คมสัน จิระภัทรศิลป์ (2553) ได้กล่าวว่า การปรุงกระบวนการทำงาน (total productivity improvement) การเพิ่มผลิตภาพเริ่มจากการพัฒนาวิธีการที่เหมาะสมแบ่งได้เป็น

1. การพัฒนาวิธีการทำงานเดิม
2. การออกแบบวิธีการใหม่

โดยสิ่งที่นิยมทำและทำได้รวดเร็วที่สุด คือ เริ่มจากปัญหาในการทำงานเดิมว่ามีอะไรบ้างแล้วพัฒนาให้ดีขึ้น โดยกระบวนการแก้ไขปัญหา (problem solving process) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา

เป็นการค้นหาว่า วิธีเดิมมีปัญหาอะไรและสิ่งใดเป็นปัญหาหลักที่สมควรแก้ไขก่อน คำนึงถึงปัญหาที่ทำให้เกิดความสูญเสียต่างๆ เช่น ค่าใช้จ่าย คุณภาพไม่ตรงตามความต้องการของลูกค้าหรือผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้า สำหรับเครื่องมือต่างๆ ที่ช่วยกำหนดปัญหาได้แก่ ผังพาเรโต้ (pareto diagram), แผนภูมิก้างปลา (fish bone diagam), Gantt chart, Network & Critical path

2. การวิเคราะห์ปัญหา (analysis of problem)

เป็นการแยกแยะให้เห็นรายละเอียด แยกให้เห็นส่วนย่อยๆ ของปัญหา โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ปัญหาในการศึกษางาน ได้แก่

1) การวิเคราะห์กระบวนการ process analysis เช่น operation process chart, flow process diagam
2) วิเคราะห์คน-เครื่องจักร เช่น man-machine chart

3) วิเคราะห์การทำงาน operation analysis เช่น Two-hand chart, Two hand process chart

4) วิเคราะห์การเคลื่อนไหวจุลภาค micro-motion study

3. การหาวิธีแก้ที่เป็นไปได้ (search for possible solution)

เป็นการหาวิธีการเพื่อการแก้ไข สามารถหาวิธีการได้หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งแต่ละวิธีสามารถทำได้ด้วยเทคนิคต่างๆ ได้แก่

1) เทคนิคการตั้งคำถาม 5W-1H

2) เทคนิค ECRS

3) เทคนิคการประหยัดการเคลื่อนไหว

4) เทคนิคทำสมดุลย์การทำงาน (balance delay and load smoothing)

5) การระดมสมอง

สิ่งที่พบที่ทำให้การแก้ปัญหาผิดทาง

1) ระบุปัญหาคลุมเครือไม่ชัดเจน ไม่สามารถวัดได้นับได้

2) ระบุปัญหาแคบไป

3) ปัญหาที่ระบุ เป็นเพียงอาการไม่ใช่ปัญหาจริง

4) ด่วนเลือกทางแก้ไขปัญหาที่คิดออก ณ ตอนแรก

5) กลัวความล้มเหลวเลยเลือกปัญหาง่าย

6) ทัศนคติลบต่อปัญหานั้น

7) ไม่กล้าคิดนอกกรอบหรือกฎที่มีอยู่

8) ขาดความสร้างสรรค์

4. การประเมินทางเลือก/วิธีการแก้ไข (evaluation of alternative)

ในการพิจารณาข้อดีข้อเสีย อคติอาจจะมีผลต่อการพิจารณาดังนั้นควรพิจารณาตามโครงร่างคำถามต่อไปนี้ตามลำดับ

ขั้นที่ 1 ตั้งคำถามเพื่อหาข้อเท็จจริง และใช้ข้อมูลมากกว่าความรู้สึก

ขั้นที่ 2 ถามคำถามเพื่อหาข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น อุปสรรค วิธีการที่เกิดผลกระทบดีหรือไม่อย่างไร

ขั้นที่ 3 ประโยชน์และข้อดี-ข้อเสีย ของแต่ละทางเลือก

ขั้นที่ 4 แก้ไขพร้อมหาหนทางป้องกันสิ่งที่จะเกิดหลังดำเนินกิจกรรมตามทางเลือกอย่างไร

5. การแนะนำให้เกิดการปฏิบัติ (recommendation for action)

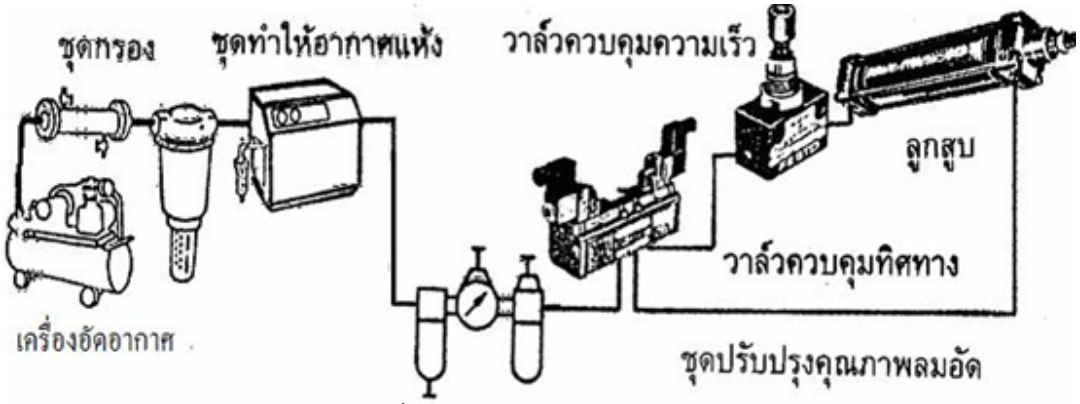
ในการวางแผนการแก้ปัญหาและนำไปปฏิบัติ ควรต้องทำแผนการส่งเสริม (promotion plan) ซึ่งจะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสนับสนุน ยอมรับ และยินดีกับแผนการได้ง่ายขึ้น จากนั้นจึงทำแผนการดำเนินงานที่มีการระบุ สิ่งที่ต้องทำ รับผิดชอบโดย วันที่เริ่มดำเนินการ วันที่แล้วเสร็จ ทรัพยากรที่ต้องการ (ถ้ามี) และการติดตามผล จนนำไปถึงการสร้างมาตรฐานใหม่

2.7 การออกแบบระบบงานนิวเมติกส์เบื้องต้น

2.7.1 ความรู้เบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์

นิวเมติกส์มาจากคำศัพท์ภาษากรีก หมายถึง ลมหรือลมหายใจ แต่ในปัจจุบัน หมายถึง การนำลมอัดไปใช้กับเครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรม โดยนำมาใช้ขับเคลื่อนและควบคุมอุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลต่างๆ เป็นต้นกำเนิดกำลังในการทำงาน มีส่วนประกอบพื้นฐานในการทำงาน ภาพที่ 2.12 ดังนี้

1) อุปกรณ์ต้นกำเนิดกำลังนิวเมติกส์ (power unit) มีหน้าที่สร้างลมอัด
2) อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพลมอัด (treatment component)
3) อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (controlling component)
4) อุปกรณ์การทำงาน (actuator or working component)
5) อุปกรณ์ระบบท่อทาง (piping system)



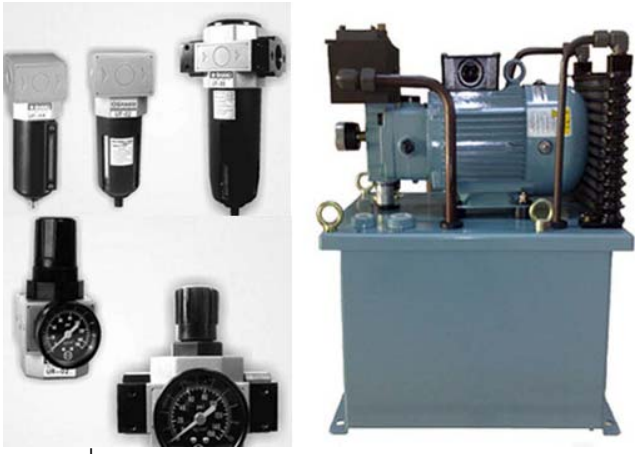
ภาพที่ 2.12 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบนิวเมติกส์ (อุดม หิรัญพันธุ์, 2548)

2.7.2 โครงสร้างของระบบนิวเมติกส์

สำหรับโครงสร้างของระบบนิวเมติกส์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1) อุปกรณ์จ่ายลม

อุปกรณ์จ่ายลม (supply element) ภาพที่ 2.13 หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าทีผลิตและจ่ายลมอัดเพื่อใช้ในวงจรนิวเมติกส์ประกอบด้วย เครื่องอัดลม ถังพักลม อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพลม เป็นต้น



ภาพที่ 2.13 อุปกรณ์จ่ายลม (อุดม หิรัญพันธุ์, 2548)

2) อุปกรณ์ควบคุม

อุปกรณ์ควบคุม (control element) ภาพที่ 2.14 หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทำงาน เช่น ควบคุมความเร็วและทิศทางในการเคลื่อนที่ควบคุมแรงในการทำงาน

ภาพที่ 2.14 อุปกรณ์ควบคุม (อุดม หิรัญพันธุ์, 2548)

3) อุปกรณ์ทำงานนิวเมติกส์

อุปกรณ์ทำงานนิวเมติกส์ (working element) ภาพที่ 2.15 หมายถึง อุปกรณ์ที่เป็นตัวเคลื่อนที่เพื่อออกแรงทำงาน เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ลม และมือจับชิ้นงาน เป็นต้น

ภาพที่ 2.15 อุปกรณ์ทำงานนิวเมติกส์ (อุดม หิรัญพันธุ์, 2548)

2.7.3 ระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า

ระบบนิวเมติกส์ปัจจุบัน การควบคุมเครื่องจักรกลจะไม่ใช้อุปกรณ์ให้สัญญาณด้วยลมเพียงอย่างเดียว ในปัจจุบันได้นำวาล์วที่ควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโซลินอยด์มาใช้กันอย่างแพร่หลายเพราะมีข้อดีหลายอย่าง เช่น การควบคุมและออกแบบวงจรการทำงานง่ายกว่าต่อเข้ากับโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ ประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้งอุปกรณ์ ราคาของระบบถูกกว่า ส่วนวงจรควบคุมจะใช้ระบบไฟฟ้าเข้ามาแทนระบบลม ในระบบนิวเมติกส์ที่ควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า แบ่งได้เป็น 2 วงจร คือ

1. **วงจรนิวเมติกส์หรือวงจรกำลัง** วงจรนิวเมติกส์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

   1) อุปกรณ์ทำงานซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ทำงานในแนวเส้นตรง อุปกรณ์ทำงานในแนวหมุน หรือในแนวแกว่ง

   2) วาล์วควบคุมทิศทาง ประเภทของวาล์วควบคุม เช่น วาล์ว 3/2 วาล์ว 4/2 และวาล์ว 5/2

   3) อุปกรณ์ควบคุมความเร็วอุปกรณ์ทำงาน

   4) อุปกรณ์ต้นกำลัง

   5) อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพลม และอุปกรณ์ในระบบท่อ

2. **วงจรควบคุม** ในวงจรควบคุมจะถูกควบคุมด้วยอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย

1) สวิตช์ชนิดต่างๆ เช่น สวิตช์แบบปุ่มกด สวิตช์แบบค้างตำแหน่ง ลิมิตสวิตช์ สวิตช์แรงดัน เซนเซอร์สวิตช์

2) รีเลย์

3) เลทชิ่งรีเลย์

4) รีเลย์ตั้งเวลา

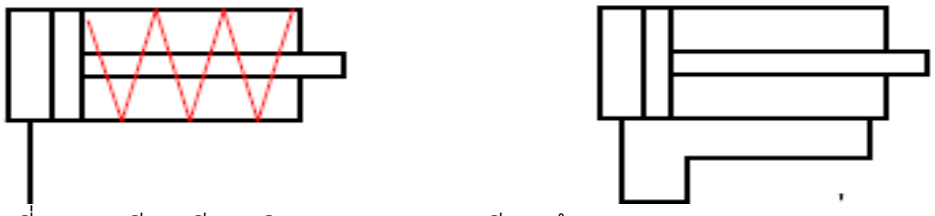
5) โซลินอยด์วาล์ว

2.7.4 การออกแบบวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น

งานควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีลักษณะของวงจรทำงานที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานของเครื่องจักรนั้นๆ ดังนั้นการออกแบบวงจรให้เหมาะสมกับการใช้งานจึงเป็นสิ่งสำคัญทั้งยังสามารถประหยัดราคาของอุปกรณ์ที่ใช้งาน การออกแบบวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า ได้กำหนดขั้นตอนออกแบบไว้เป็นลำดับ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาความต้องการในการใช้งาน โดยมีหลักการในการพิจารณา คือ ทิศทางการใช้งาน ลักษณะการทำงาน ระยะการเคลื่อนที่ แรงลมที่ใช้ และน้ำหนักในการรับภาระงาน

ขั้นตอนที่ 2 เลือกชนิดของกระบอกสูบ การเลือกชนิดของกระบอกสูบ พิจารณาจากลักษณะงานโดยคำนึงถึงแรงที่ต้องการใช้และระยะชักของกระบอกสูบ ถ้างานต้องการแรงกระทำไม่มากนักและระยะชักของกระบอกสูบไม่เกิน 10 เซนติเมตร จะเลือกใช้กระบอกสูบทางเดียว ส่วนงานที่ต้องการแรงกระทำมากและระยะชักของกระบอกสูบยาวกว่า 10 เซนติเมตร จะเลือกใช้กระบอกสูบสองทาง เปรียบเทียบชนิดกระบอกสูบทางเดียวและกระบอกสูบสองทาง ดังแสดงในภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 เปรียบเทียบชนิดกระบอกสูบทางเดียว (ซ้าย) และกระบอกสูบสองทาง (ขวา)
(บริษัท เทคเนคอม เอนจิเนียริ่ง จำกัด 2542: 156)

ขั้นตอนที่ 3 หาขนาดของกระบอกสูบ (D) สามารถหาได้จากสูตร ดังนี้

$$A = F/P \quad (1)$$

$$A = \P D^2/4 \quad (2)$$

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi P}} \quad (3)$$

โดย A = พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ

F = แรงที่กระบอกสูบต้องการกระทำกับงาน 1 กิโลกรัม (แรง) 9.81 N ประมาณ10 N

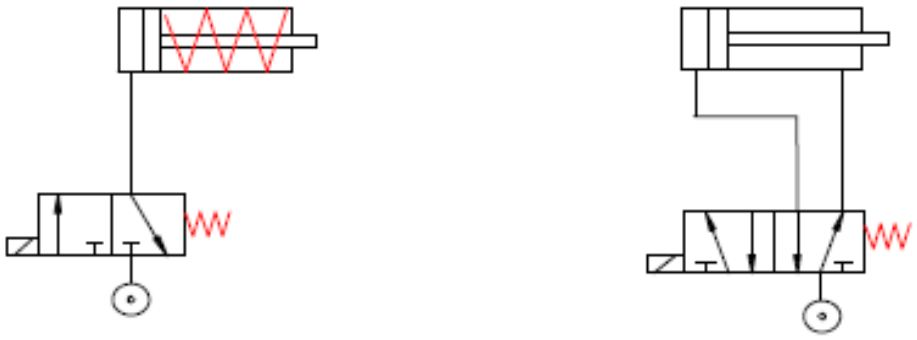
P = แรงดันของระบบ 6 บาร์ = 6 x 105 N/m^2

เมื่อได้ค่าการคำนวณมาแล้วสามารถเปรียบเทียบกับขนาดมาตรฐานที่ขายในตลาดได้ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 แรงของกระบอกสูบชนิดช่วงชักสั้น (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547: 127)

แรงในทางทฤษฎี							
กระบอกสูบทิศทางเดียว							(กิโลกรัมแรง)
	ขนาดกระบอกสูบ (มม.)	ความดันที่ใช้ (กก.แรง/ซม.^{2})			แรงสปริงเริ่มต้น	แรงสปริงสิ้นสุด	โหลดในแนวแกนของก้านสูบสูงสุด
		3	5	7			
ชนิดสปริงดันกลับ	12	1.9	4.2	6.5	1.4	0.4	0.23
	16	4.5	8.5	12.5	1.5	0.6	0.61
	20	7.8	14.1	20.3	1.6	0.6	0.67
	25	12.6	22.4	32.2	2.1	1.1	1.63
	32	21.7	37.8	53.8	2.4	1.5	1.77
	40	34.5	59.7	84.8	3.1	1.3	1.77
	50	52.9	92.1	131.4	5.5	2.5	3.1
ชนิดสปริงดันออก	12	1.4	3.2	4.8	1.1	0.3	0.23
	16	2.4	5.4	8.4	2.1	0.4	0.61
	20	4.2	8.9	13.6	2.8	0.5	0.67
	25	8.3	15.8	23.4	3.0	1.0	1.63
	32	15.0	27.1	39.2	3.0	2.0	1.77
	40	28.6	49.1	70.8	3.0	2.0	1.77
	50	40.9	73.9	106.9	8.5	2.5	3.1

ขั้นตอนที่ 4 หาชนิดของเมนวาล์ว (main valve) การหาชนิดของเมนวาล์วนั้นสามารถหาได้จากชนิดของอุปกรณ์ทำงานและลักษณะการทำงานของเครื่องที่ต้องการ ถ้าเครื่องนิวเมติกส์ต้องการสภาวะการทำงาน 2 ตำแหน่งก็ต้องเลือกใช้เมนวาล์ว 2 ตำแหน่ง แต่ถ้าต้องการสภาวะการทำงาน 3 ตำแหน่ง ก็ต้องใช้เมนวาล์ว 3 ตำแหน่ง ดังแสดงในภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 สภาวะการทำงาน 2 ตำแหน่ง (ซ้าย) และสองทาง (ขวา)

(บริษัท เทคเนคอม เอนจิเนียริ่ง จำกัด 2542: 158)

ขั้นตอนที่ 5 เลือกสวิตช์ควบคุมให้เหมาะกับเมนวาล์วและการทำงานของเครื่องจักร โดยชนิดของสวิตช์จะมีลักษณะการทำงานของสวิตช์ที่ต่างกัน ดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 เปรียบเทียบชนิดของสวิตช์และลักษณะการทำงานของสวิตช์

ชนิดของสวิตช์	ลักษณะการทำงานของสวิตช์
สวิตช์แบบกด (push button switch)	การทำงานเป็นจังหวะ
สวิตช์แบบลอก (locker switch)	การทำงานค้างตามตำแหน่ง
ลิมิตสวิตช์ (limit switch)	สั่งการโดยทางกล
ไทมเมอร์ รีเลย์ (timer relay)	การทำงานด้วยการหน่วงเวลา

ขั้นตอนที่ 6 เลือกอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของกระบอกสูบ การเลือกอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของกระบอกสูบจะต้องเลือกจากลักษณะการเคลื่อนที่ออกของงาน ถ้าต้องการความเร็วสูง ให้ใช้วาล์วเร่งระบาย (quick exhaust) สำหรับการเคลื่อนที่ช้านิยมใช้วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว

ขั้นตอนที่ 7 เงื่อนไขพิเศษ เงื่อนไขพิเศษในที่นี้ หมายถึง การคำนึงถึงเงื่อนไขพิเศษของวงจรการทำงานของเครื่อง เช่น ระบบป้องกันของเครื่องจะต้องกดด้วย 2 มือเท่านั้น หรือจะต้องปิดฝาเครื่องจักรก่อน เครื่องจึงจะสามารถทำงานได้

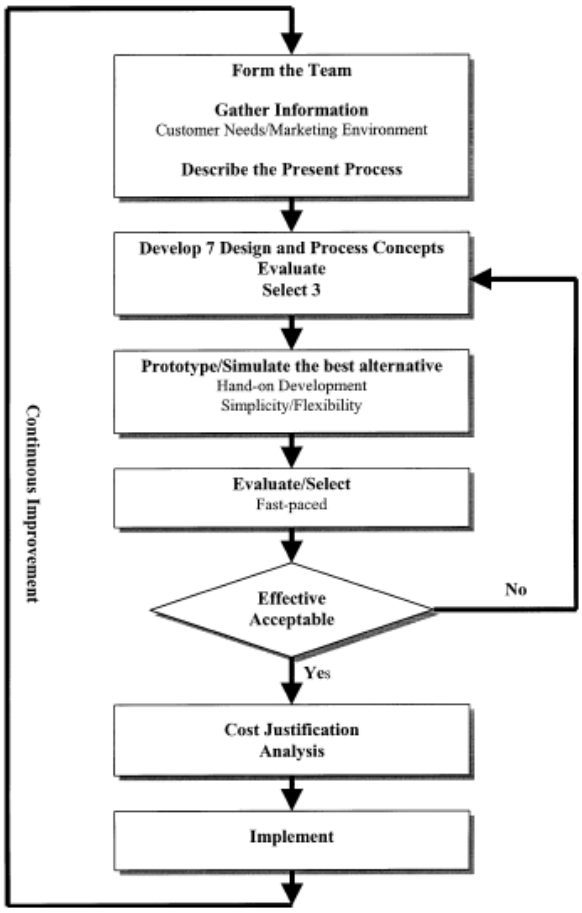
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มังกร ขจรเดชะ (2540) ได้ศึกษาการปรับปรุงผลิตภาพขึ้นรูปพลาสติกด้วยความร้อน (thermo forming process) ในอุตสาหกรรมผลิตตู้เย็น การปรับปรุงกระบวนการดังกล่าวส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนผลิตภัณฑ์ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ สภาพแวดล้อมการทำงาน โดยมีวิธีดำเนินการปรับปรุง ดังนี้ ลดเวลาในการปรับพารามิเตอร์ของกระบวนการขึ้นรูป เน้นการตรวจสอบคุณภาพ ลดเวลาการขนส่งระหว่างการผลิตและการทำงานในสายการประกอบย่อย ซึ่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้ใช้การศึกษาและออกแบบวิธีการทำงานที่มีมาตรฐาน การกำหนดเวลามาตรฐาน วิธีการควบคุมคุณภาพ ผลจากการปรับปรุงสามารถเพิ่มผลิตภาพสำเร็จ สามารถลดเวลาสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรได้ประมาณ 23% ลดปริมาณของเสียในขั้นตอนการขึ้นรูปเฉลี่ยจาก 3.4% เหลือ 2.2% และในขั้นตอนการประกอบสามารถลดปริมาณของเสียลงเฉลี่ยจาก 2.5% เหลือ 1.7% ปริมาณของเสียจากการขนส่งลดลงจาก 12% เหลือ 4.7% ลดการใช้แรงงานลงได้ 20% ลดการใช้วัสดุทางอ้อมลงได้ประมาณ 27% และกำหนดเวลามาตรฐานในการทำงาน ซึ่ง

ผู้วิจัยได้มาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการตั้งเป้าหมายการปรับปรุง และใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการทำงาน

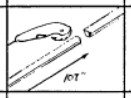
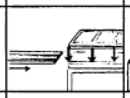
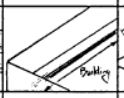
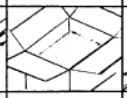
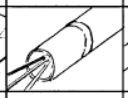
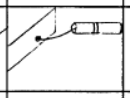
สรรเสริญ จิวจินดา (2547) ได้ศึกษาปัจจัยด้านการบริการบำรุงรักษาที่ทำให้ลูกค้าเก่าไม่เข้ามาใช้บริการ เพื่อที่จะปรับปรุงคุณภาพงานบริการบำรุงรักษาให้สามารถรักษาฐานลูกค้าเดิมหรือดึงลูกค้าเก่ากลับมาใช้บริการ จำเป็นที่จะต้องทราบถึงเครื่องมือคุณภาพต่างๆ เช่น เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ (7QC Tools) และเครื่องมือคุณภาพใหม่ 7 ประการ (7 New QC Tools) ผลการวิจัยหลังจากที่ได้ปรับปรุงคุณภาพการบริการบำรุงรักษาพบว่า จำนวนลูกค้าที่บริษัทตัวอย่างไม่สามารถให้บริการลดลงจากเดิม 12 ราย เหลือเพียง 3 ราย ดังนั้น อัตราการสูญเสียลูกค้าจากเดิม 33.33% ลดลงเหลือเพียง 8.33% และระดับคะแนนความพึงพอใจเพิ่มขึ้นจากเดิม 68.89% เป็น 89.56% ซึ่งผู้วิจัยได้มาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดปัญหาและวิเคราะห์ปัญหา

Lee Samson S., Dugger John C. and Chen Joseph C. (2550) ได้สร้างระบบในการปรับปรุงกระบวนการ ด้วยการเขียนขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการดังภาพที่ 2.18 รวมถึงสร้างทางเลือกในการปรับปรุงกระบวนการ ภาพที่ 2.19 และสร้างทีม ทำกิจกรรมการปรับปรุงต่างๆ เพื่อระดมสมอง ผลการวิจัยพบว่า นอกจากบริษัทจะได้รับประโยชน์จากการวางแนวการผลิตแบบลีนแล้ว ยังได้ประโยชน์จากการสร้างทีมปรับปรุงด้วยความคิดที่จะลดความสูญเปล่า ซึ่งผู้วิจัยจะนำไปใช้วางแผนการดำเนินงาน และแสดงการคำนวณรอบเวลาความต้องการของลูกค้า เพื่อเป็นเป้าหมายในการปรับปรุง



ภาพที่ 2.18 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ

(Lee Samson S., Dugger John C. and Chen Joseph C., 2550)

Proposed Process Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Process Sketch								
Operation	Cut off at 10?' lengths and Store on floor	Store on a spool	Run directly into Cut off Machine	Cut off at building length and Store overhead	Cut off at shorter lengths and box it	Feed into tube System that will Automatically feed to cut off machine	Folds & recoiled and store overhead	
Measuring Gage	Measuring Tape Mark on floor	meter	not needed	Measuring Tape	Measuring Tape or Mark gage	not needed	calculation	
Tool	hand handle Cut off saw (electric)	hand handle cut off saw (electric)	none	hand handle Cut off saw (electric)	chop saw (electric)	none	hand handle cut off saw (electric)	
Jig or Fixture	none	supports for 3 rolls	none	none	stop block	none	guides	

ภาพที่ 2.19 ทางเลือกในการปรับปรุงกระบวนการ

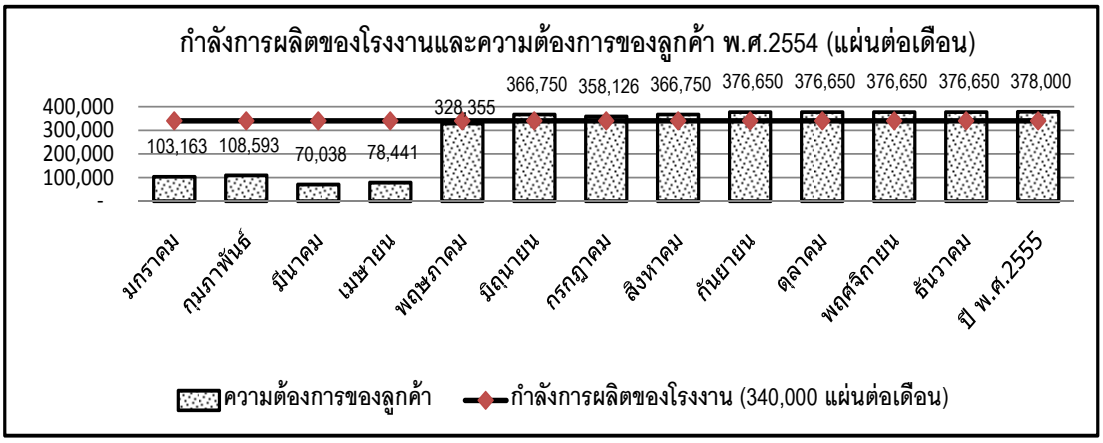
(Lee Samson S., Dugger John C. and Chen Joseph C., 2550)

บทที่ 3
การวิเคราะห์ปัญหาและทางเลือกในการแก้ปัญหาเบื้องต้น

บทนี้เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและทางเลือกในการแก้ปัญหาเบื้องต้น มีการเปรียบเทียบในด้านต่างๆ ตามแนวทาง Feasibility analysis เพื่อประเมินทางเลือกต่างๆ ในการแก้ไขปัญหาให้กับทางโรงงาน รวมถึงมีการเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของแต่ละทางเลือกด้วย

3.1 สภาพปัจจุบันและการวิเคราะห์ปัญหา

จากโรงงานกรณีศึกษา ปัญหาที่พบ คือ กำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2554 เป็นต้นไป และเห็นว่ามีแนวโน้มจะไม่เพียงพอต่อไปถึงปี 2555 (1 ปีข้างหน้า) ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ทำให้โรงงานต้องเพิ่มกำลังการผลิตอย่างถาวร โดยทางโรงงานมีการตั้งเป้าเพิ่มกำลังการผลิตไม่ให้น้อยกว่า 378,000 แผ่นต่อเดือน ซึ่งเป็นกำลังการผลิตสูงสุดที่ลูกค้าต้องการ



ภาพที่ 3.1 กำลังการผลิตของโรงงานกับความต้องการของลูกค้า

จากการวิเคราะห์เบื้องต้น ปัญหากำลังการผลิตไม่เพียงพอจึงต้องวิเคราะห์หาขั้นตอนที่เป็นปัญหาของกำลังการผลิต ก่อนวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องศึกษากระบวนการผลิตเพื่อให้มีข้อมูลและป้องกันการใช้ความคิดเห็นส่วนตัวในการสรุปสาเหตุของปัญหา จากการสำรวจสภาพปัจจุบันกระบวนการผลิตของโรงงานแบ่งเป็น 2 กระบวนการหลัก ภาพที่ 3.2 ดังนี้

กระบวนการผลิตของโรงงานชุดประกอบแผงวงจร

1. **ขั้นตอนการผลิตแผงวงจร**

ในการผลิตแผงวงจรประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

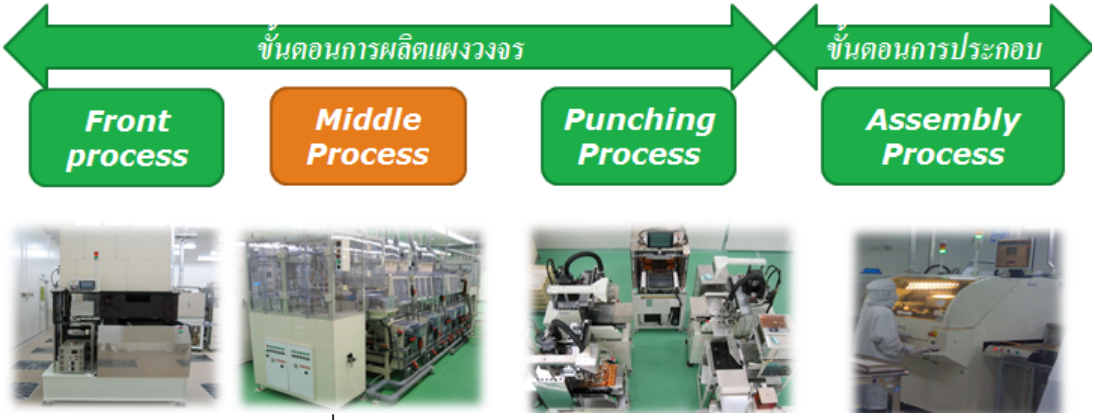
1.1) **ขั้นตอนการขึ้นเส้นลายวงจร** (Front process) เป็นขั้นตอนในการนำม้วนทองแดงมาขึ้นรูปเส้นลายวงจรด้วยเครื่องจักร ตามการออกแบบของลูกค้า

1.2) **ขั้นตอนการเตรียมแผ่นวงจร** (Middle process) เป็นขั้นตอนการพิมพ์โลหะบัดกรีลงบนแผงวงจร เพื่อเตรียมงานให้กระบวนการประกอบ ล้าง และเคลือบน้ำยาเคมีเพื่อป้องกันสนิมลงบนตัวงาน

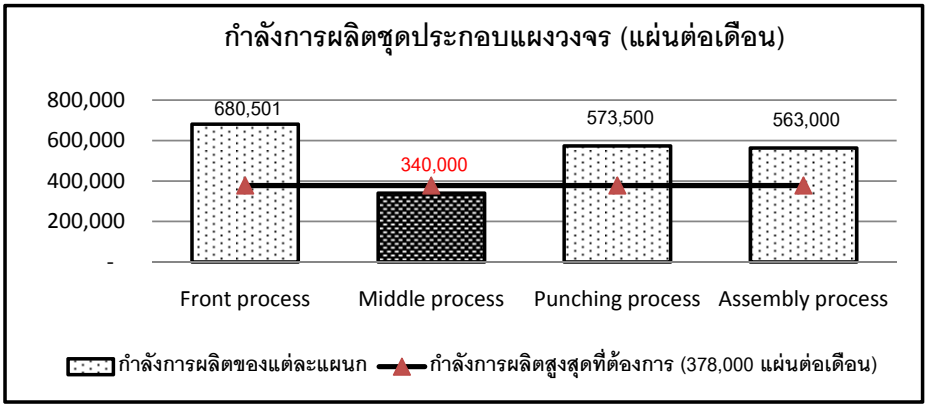
1.3) **ขั้นตอนการตัดเจาะ** (Punching process) เป็นขั้นตอนการเสริมความแข็งแรงให้กับตัวงาน และตัดเจาะแผงวงจรตามแบบของลูกค้า

2. **ขั้นตอนการประกอบแผงวงจร**

ขั้นตอนการประกอบ เป็นขั้นตอน การนำชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอนเนกเตอร์ ตัวเก็บประจุ ประกอบลงบนแผงวงจร และทดสอบวงจรไฟฟ้าก่อนส่งให้ลูกค้า



ภาพที่ 3.2 กระบวนการผลิตชุดประกอบแผงวงจร



ภาพที่ 3.3 กำลังการผลิตของชุดประกอบแผงวงจร

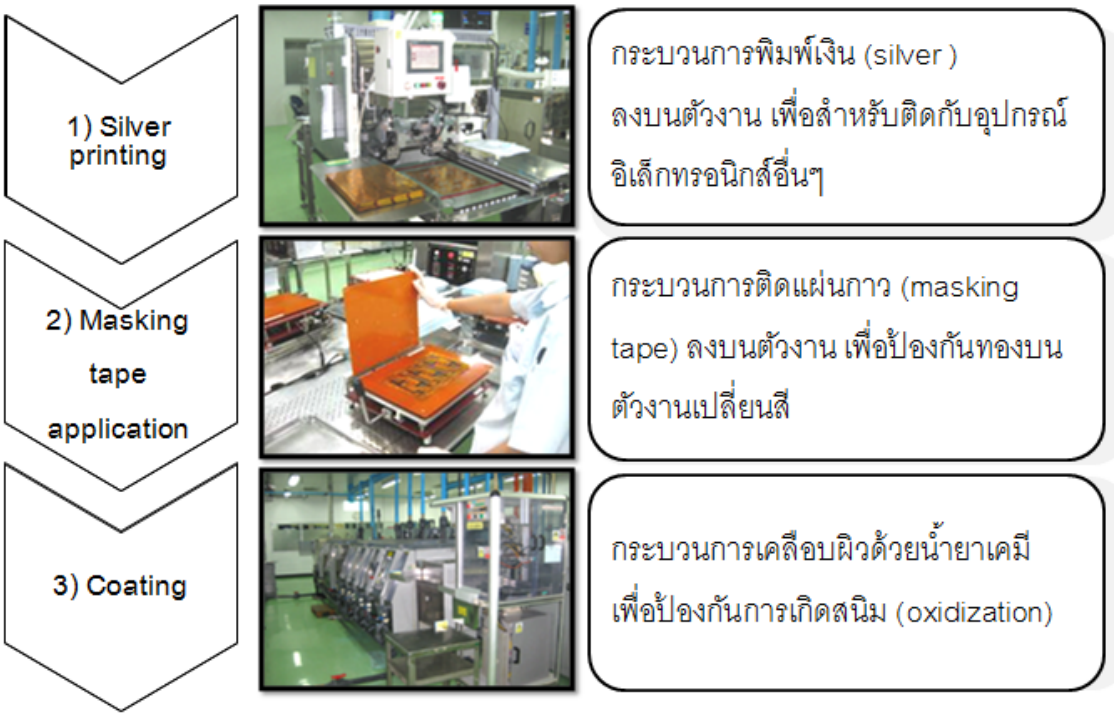
จากการสำรวจข้อมูลกำลังการผลิตของชุดประกอบแผงวงจร ภาพที่ 3.3 พบว่ากระบวนการผลิตที่เป็นคอขวดของการผลิตทั้งโรงงานอยู่ที่ขั้นตอนการเตรียมงานที่แผนกผลิตแผงวงจร (Middle process) ซึ่งประกอบด้วยการทำงาน 3 ขั้นตอนหลัก ดังแสดงในภาพที่ 3.4 ดังนี้

ขั้นตอนการเตรียมงานที่แผนกผลิตแผงวงจร (Middle process)

1. **กระบวนการพิมพ์โลหะเงิน** (silver printing) เป็นกระบวนการพิมพ์โลหะเงินลงบนตัวงาน เพื่อใช้สำหรับติดกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ในขั้นตอนการประกอบแผงวงจรถัดไป

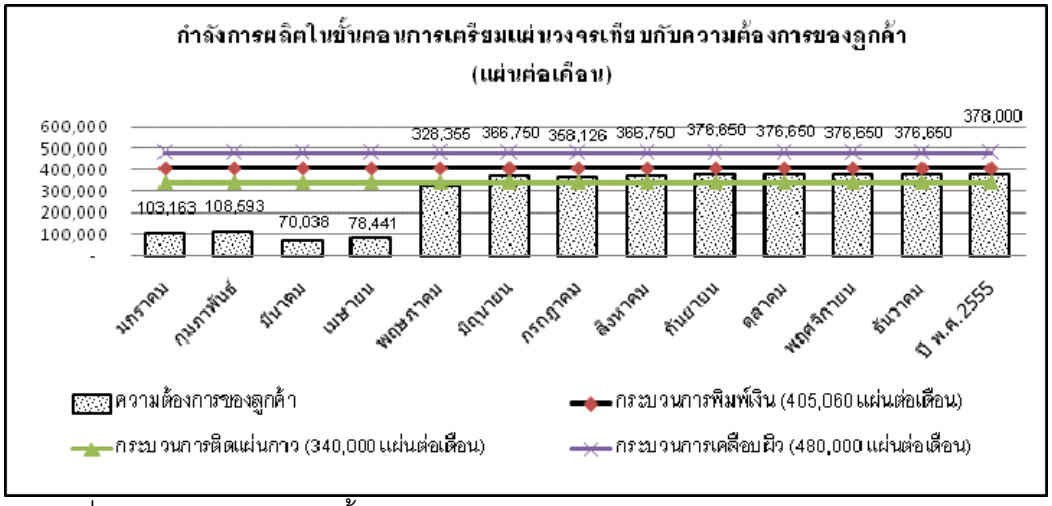
2. **กระบวนการติดแผ่นกาว** (masking tape application) เป็นกระบวนการติดแผ่นกาว (masking tape) ลงบนตัวงาน เพื่อป้องกันทองบนตัวงานเปลี่ยนสีก่อนผ่านขั้นตอนเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคมีในกระบวนการถัดไป

3. **กระบวนการเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคมี** (coating) เป็นกระบวนการเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคมีเฉพาะบริเวณทองแดง เพื่อป้องกันการเกิดสนิม (oxidation)

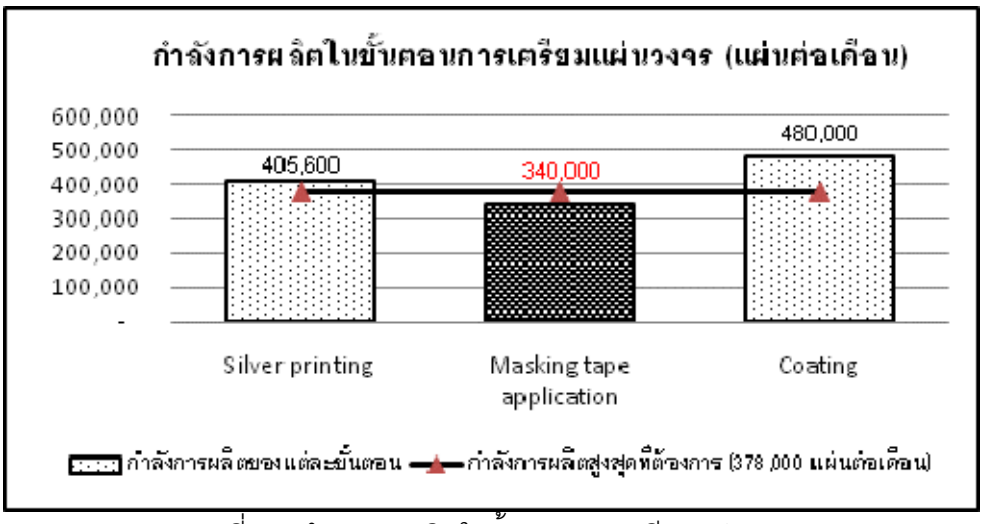


ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการเตรียมงานที่แผนกผลิตแผงวงจร

และจากข้อมูลกำลังการผลิตของทางโรงงานดังภาพที่ 3.5 ในขั้นตอนการเตรียมงานที่แผนกผลิตแผงวงจรพบว่า หน่วยผลิตอื่นๆ ยังเพียงพอกับเป้าขั้นต่ำ แต่ที่หน่วยผลิตการติดกาว (masking tape application) ซึ่งเป็นขั้นตอนการเตรียมงานก่อนเข้ากระบวนการเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคมี มีกำลังการผลิต 340,000 แผ่นต่อเดือน ทำให้ไม่เพียงพอต่อเป้าขั้นต่ำที่ 378,000 แผ่นต่อเดือน ดังภาพที่ 3.6 สำหรับวิธีคำนวณกำลังการผลิตของโรงงาน ผู้วิจัยได้แสดงวิธีการคำนวณดังตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.5 กำลังการผลิตในขั้นตอนการเตรียมแผ่นวงจรเทียบกับความต้องการของลูกค้า



ภาพที่ 3.6 กำลังการผลิตในขั้นตอนการเตรียมแผ่นวงจร

ตารางที่ 3.1 คำนวณกำลังการผลิตของโรงงาน

ตัวแปร	หน่วย	สูตรคำนวณ	ค่าที่ได้
(1) รอบเวลาของคอขวด	วินาที/รอบ	(1)	14.1
(2) จำนวนงานต่อรอบ	แผ่น/รอบ	(2)	1
(3) ค่าเผื่อที่ยอมรับได้*	%	(3)	89%
(4) กำลังการผลิตต่อชั่วโมง	แผ่น/ชั่วโมง	(4)=(3600/(1))x(2)x(3)	227
(5) ชั่วโมงผลิต	ชั่วโมง/วัน	(5)	20
(6) จำนวนวันที่ใช้ในการผลิต	วัน/เดือน	(6)	25
(7) กำลังการผลิตต่อเดือนต่อเครื่อง	แผ่น/เดือน/เครื่อง	(7)=(4)x(5)x(6)	113,333
(8) จำนวนเครื่องจักร	เครื่อง	(8)	3
(9) กำลังการผลิตปัจจุบันต่อเดือน	แผ่น/เดือน	(9)=(7)x(8)	340,000
(10) กำลังการผลิตสูงสุดที่ต้องการ	แผ่น/เดือน	(10)	378,000
(11) กำลังการผลิตไม่เพียงพอ	แผ่น/เดือน	(11)=(10)-(9)	38,000

หมายเหตุ ; *ค่าเผื่อที่ยอมรับได้เป็นข้อมูลจากทางโรงงานที่แสดงกำลังการผลิตให้ลูกค้า Yield ไม่ต่ำกว่า 89%

3.2 ประเมินทางเลือกในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

โดยสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นด้านกำลังการผลิตที่ไม่เพียงพอ เกิดมาจากขั้นตอนการติดกาว (masking tape application) ซึ่งเป็นขั้นตอนคอขวดที่กำหนดกำลังการผลิตของทั้งโรงงาน ซึ่งปัญหาในส่วนนี้เอง ทำให้โรงงานกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาเบื้องต้น เพื่อรองรับความต้องการ 378,000 แผ่นต่อเดือนในปี พ.ศ.2555 ดังนี้

1. การเปิดทำงานล่วงเวลา เพื่อเพิ่มเวลาในการผลิตให้ได้มากขึ้น
2. การจ้างงานให้ Subcontract ช่วยทำ เพื่อเสริมกำลังการผลิตที่มีอยู่
3. จัดหาอุปกรณ์ติดกาวใหม่และจ้างแรงงานคนเพิ่ม เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตที่มีอยู่โดยไม่เพิ่มเวลาทำงาน
4. การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน โดยการลดรอบเวลาของกระบวนการคอขวดลง

การศึกษาถึงแนวทางการแก้ปัญหาเบื้องต้น โดยทุกทางเลือกสามารถให้ผลผลิตได้เหมือนกัน (378,000 แผ่นต่อเดือน) ดังนั้นจึงเทียบทุกแนวทางด้วยต้นทุนในการทำสิ่งที่ต้องการ

โดยจะต้องมีการเขียนสรุปปัญหาและข้อเสนอแนะของแต่ละทางเลือกเพื่อตัดสินใจ (feasibility study) แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ความเหมาะสมทางด้านการเงิน (financial feasibility) โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น
2. ความเหมาะสมทางด้านการปฏิบัติงาน (operational feasibility)
3. ความเหมาะสมทางด้านเวลา (scheduling feasibility)
4. ความเหมาะสมด้านบุคลากร (human feasibility)

สำหรับการศึกษาความเหมาะสม (feasibility study) ในแต่ละทางเลือกต่างๆ มีดังนี้

1. การเปิดทำงานล่วงเวลา เพื่อเพิ่มเวลาในการผลิตให้ได้มากขึ้น

1) การพิจารณาการทำงานล่วงเวลาด้านการเงิน (financial feasibility) ผลการพิจารณาพบว่า ประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้น เพื่อปรับกำลังการผลิตให้ถึงเป้าหมาย จะมีต้นทุนด้านการเปิดทำงานล่วงเวลา ประมาณ 48,000 บาทต่อเดือน

2) ความเหมาะสมทางด้านการปฏิบัติงาน (operational feasibility)

3) ความเหมาะสมทางด้านเวลา (scheduling feasibility) ผลการพิจารณาพบว่า ความต้องการของลูกค้าที่ 378,000 แผ่นต่อเดือน จะต้องเปิดทำงานล่วงเวลา 28 วันต่อสัปดาห์ จึงจะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ แต่เมื่อพิจารณาจรรยาบรรณทางการค้าสมาคมอิเล็กทรอนิกส์ (EICC) แล้วพบว่า ขัดกับข้อกำหนดชั่วโมงการทำงาน โดยควบคุมการเปิดทำงานล่วงเวลาไม่เกิน 25 วันทำงาน หรือ 60 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ (สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก ก) ดังนั้น แนวทางนี้จึงไม่สามารถปฏิบัติได้

4) ความเหมาะสมด้านบุคลากร (human feasibility) ผลการพิจารณาพบว่า การจ้างพนักงานเท่าเดิม คือ 6 คนต่อวัน ส่งผลต่อความเมื่อยล้าในการทำงาน อาจจะทำให้ผลผลิตลดลง

2. การจ้างงานให้ Subcontract ช่วยทำ เพื่อเสริมกำลังการผลิตที่มีอยู่

1) การพิจารณาจ้างงานให้ Subcontract หรือ Outsource ในด้านการเงิน (financial feasibility) ผลการพิจารณาพบว่า ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในส่วนของค่าดำเนินการ จะมีต้นทุนด้านการจ้างงาน Subcontract ประมาณ 150,000 บาท เพื่อปรับกำลังการผลิตให้ถึงเป้าหมายรองรับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้น

2) ความเหมาะสมทางด้านการปฏิบัติงาน (operational feasibility)

3) ความเหมาะสมทางด้านเวลา (scheduling feasibility) ผลการพิจารณาพบว่าต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินการนานถึง 6 เดือน เนื่องจากเสียเวลาในการทำสัญญาจ้างและการฝึกอบรม ซึ่งไม่ทันความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นในเวลาอันรวดเร็ว

4) ความเหมาะสมด้านบุคลากร (human feasibility) ผลการพิจารณาพบว่า ต้องควบคุมดูแลทำให้ยากต่อการจัดการ และอาจเป็นปัญหาเรื่องความปลอดภัยในระยะยาว

3. จัดหาอุปกรณ์ติดกาวใหม่และจ้างแรงงานคนเพิ่ม

1) การพิจารณาจัดหาอุปกรณ์ติดกาวและจ้างแรงงานคนเพิ่มในด้านการเงิน (financial feasibility) ผลการพิจารณาพบว่า ประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้น เพื่อปรับกำลังการผลิตให้ถึงเป้าหมาย จะมีต้นทุนเบื้องต้นด้านการลงทุนซื้ออุปกรณ์ติดกาวประมาณ 106,000 บาท และมีค่าจ้างแรงงานเพิ่ม 2 คนประมาณ 32,000 บาทต่อเดือน ซึ่งเป็นการลงทุนที่มากเกินไป อีกทั้งโรงงานไม่มีนโยบายรับพนักงานเพิ่ม

2) ความเหมาะสมทางด้านการปฏิบัติงาน (operational feasibility)

3) ความเหมาะสมทางด้านเวลา (scheduling feasibility) ผลการพิจารณาพบว่าสามารถทำได้ภายใน 1 เดือน เพื่อสั่งซื้ออุปกรณ์ติดกาวใหม่โดยสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นได้ในระยะยาว

4) ความเหมาะสมด้านบุคลากร (human feasibility) ผลการพิจารณาพบว่าต้องใช้พนักงานเพิ่มขึ้นทั้งหมดรวม 8 คนต่อวัน

4. การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน

1) การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานในด้านการเงิน (financial feasibility) ผลการพิจารณาพบว่า ประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในการดำเนินการ เพื่อปรับกำลังการผลิตให้ถึงเป้าหมาย จะมีต้นทุนเบื้องต้นด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานประมาณ 3,000 บาท

2) ความเหมาะสมทางด้านการปฏิบัติงาน (operational feasibility)

3) ความเหมาะสมทางด้านเวลา (scheduling feasibility) ผลการพิจารณาพบว่าสามารถทำได้ภายใน 2 เดือน เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นในระยะสั้นได้

4) ความเหมาะสมด้านบุคลากร (human feasibility) ภายใต้ทรัพยากรที่จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3.3 สรุปทางเลือกที่ใช้ในการแก้ปัญหา

จากทั้ง 4 ทางเลือกที่กล่าวมา สามารถสรุปผลจากการศึกษาความเป็นไปได้ (feasibility study) ทั้ง 4 ด้าน ดังแสดงในตารางที่ 3.2 ซึ่งเห็นได้ชัดว่า ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาของโรงงาน คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบการศึกษาทางเลือกในการแก้ไขปัญหา

ความเป็นไปได้ feasibility	1. **การทำงานล่วงเวลา**	2. **การจ้างแรงงานภายนอก**	3. **การลงทุนซื้ออุปกรณ์เพิ่ม**	4. **การปรับปรุงประสิทธิภาพ**
การเงิน (financial)	ค่าใช้จ่ายเบื้องต้น 48,000 บาท	ค่าใช้จ่ายเบื้องต้น 150,000 บาท	ค่าใช้จ่ายเบื้องต้น 138,000 บาท	ค่าใช้จ่ายเบื้องต้น 3,000 บาท
เวลาดำเนินงาน (scheduling)	เหมาะสมในระยะสั้น	เหมาะสมในระยะยาว	เหมาะสมในระยะยาว	เหมาะสมในระยะสั้นและยาว
ข้อดี (advantage)	1) ไม่ยุ่งยากในการดำเนินงาน 2) มีความรวดเร็วในการดำเนินงาน	1) มีความสามารถในการต่อรองราคาแรงงานและลดพื้นที่ในการผลิต	1) ไม่ยุ่งยากในการดำเนินงาน 2) สามารถรับการผลิตที่เพิ่มขึ้นแบบถาวรได้ดี	1) มีกำไรสูงสุดในการผลิต 2) มีความยืดหยุ่นในการรองรับความต้องการของลูกค้า
ข้อเสีย (disadvantage)	1) พนักงานเกิดความล้าซึ่งอาจส่งผลเรื่องของผลผลิตต่ำ 2) ไม่เหมาะกับการแก้ปัญหาที่มีความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างถาวร	1) เกิดความยุ่งยากในการจัดการ และการควบคุมงาน 2) ไม่เหมาะกับการทำงานในระยะสั้น	1) กำไรในการผลิตต่ำที่สุด	1) มีความยุ่งยากในการดำเนินงานเนื่องจาก ยังถูกมองว่าเป็นกิจกรรมที่ทำให้ต้องทำงานเพิ่ม 2) การปรับปรุงประสิทธิภาพอาจไม่ทันกับเวลาความต้องการของลูกค้า

จากการที่โรงงานเลือกแนวทางการแก้ปัญหากำลังการผลิตด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน จึงได้กำหนดกรอบในการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาการทำงานของกระบวนการติดกาว

2. ค้นหาสาเหตุของเวลาในการติดกาวนาน จึงส่งผลให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

3. ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยมีเป้าหมายเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าสูงสุดที่ 378,000 แผ่นต่อเดือน และใช้พนักงานเพียง 4 คนต่อวันในการทำงาน เพื่อให้เกิดกำไรสูงสุด

4. ระยะเวลาในการปรับปรุง รวมทั้งสิ้น 4 เดือน คือ กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 2554 ถ้าไม่สามารถปรับปรุงได้จะพิจารณาการทำงานนอกเวลาไปจนถึงสิ้นปี 2554 และ ตัดสินใจการลงทุนในการซื้ออุปกรณ์และจ้างพนักงานเพิ่ม เดือนธันวาคม 2554 เพื่อรองรับการผลิตในปี 2555

สำหรับมูลเหตุจูงใจสำคัญในการแก้ปัญหาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. กำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

2. เป็นการแก้ไขในกระบวนการคอขวดเพียงจุดเดียวแต่สามารถทำให้กำลังการผลิตทั้งโรงงานเพิ่มขึ้น

3. เป็นการสร้างกำไรที่เพิ่มขึ้นให้กับทางบริษัท

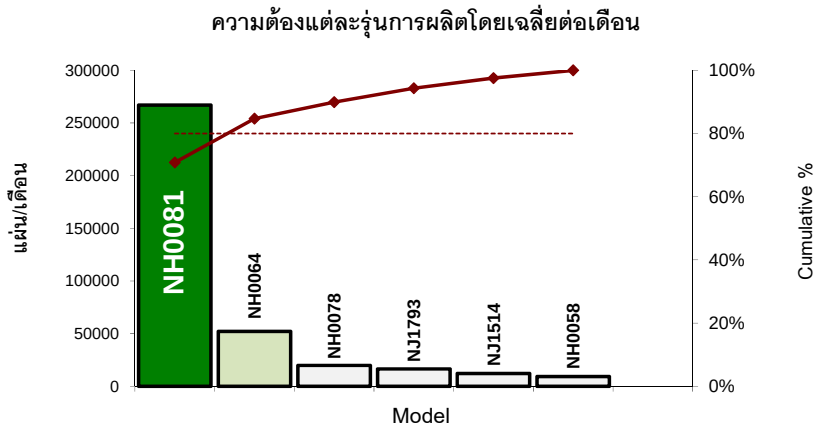
4. เป็นจุดเริ่มต้นในการเปลี่ยนทัศนคติของพนักงานฝ่ายผลิตจากเดิมที่มองการปรับปรุงเป็นการเพิ่มงาน และมองวิธีแก้ปัญหากำลังการผลิตด้วยการสั่งซื้อเครื่องจักรใหม่และจ้างแรงงานคนเพิ่ม นำไปสู่การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาร่วมกัน ยอมรับและภูมิใจที่ได้เป็นส่วนหนึ่งของการแก้ไขปัญหา

บทที่ 4
การวิเคราะห์กระบวนการทำงานเพื่อระบุปัญหาประสิทธิภาพและสาเหตุ

สำหรับการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในบทนี้ จะกล่าวถึงขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาอย่างละเอียด โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Why-why analysis ซึ่งเป็นหลักการการวิเคราะห์หาสาเหตุอย่างมีลำดับขั้นตอน มีที่มาที่ไป และเรียงลำดับความคิดได้อย่างเป็นระบบ โดยรายละเอียดขั้นตอนการวิจัยได้นั้นถูกแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 การศึกษาการทำงาน

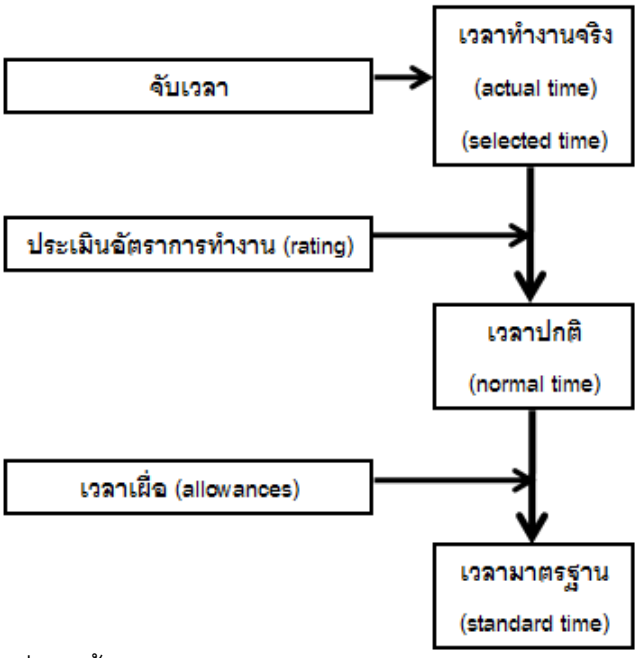
การเรียงลำดับความสำคัญในการปรับปรุงจะใช้เครื่องมือพาเรโต้ โดยกิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า หนึ่งในเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ชนิดที่สามารถแยกน้ำหนักของข้อมูลแสดงเป็นกราฟ เพื่อเลือกลำดับในการแก้ปัญหา จากข้อมูลรุ่นการผลิตต้นแบบในการปรับปรุงกระบวนงานที่มีปัญหา ผู้วิจัยเลือกศึกษารุ่นการผลิต Model NH0081 เนื่องจากมีความต้องการของลูกค้ามากที่สุด ดังแสดงในผังพาเรโตภาพที่ 4.1 คิดเป็น 71% ของความต้องการลูกค้าทั้งหมด



ภาพที่ 4.1 ความต้องการของลูกค้าในเดือน กุมภาพันธ์ 2554 – สิงหาคม 2554

ในขั้นตอนการศึกษาเวลา ผู้วิจัยจะใช้แนวทางของ คมสัน จิระภัทรศิลป์ (2553) ซึ่งได้ให้ขั้นตอนการจับเวลาไว้ ภาพที่ 4.2 ดังนี้

1) หาข้อมูลเบื้องต้นของงานที่จะศึกษาเวลา
2) แบ่งงานเป็นงานย่อยและบันทึก
3) สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน
4) หาจำนวนครั้งในการจับเวลา
5) หาอัตราสมรรถนะการทำงาน (performance rating)
6) หาเวลาการทำงานปกติ (normal time)
7) หาเวลาเผื่อการทำงาน (allowance)
8) หาเวลาสำหรับการทำงานนั้น



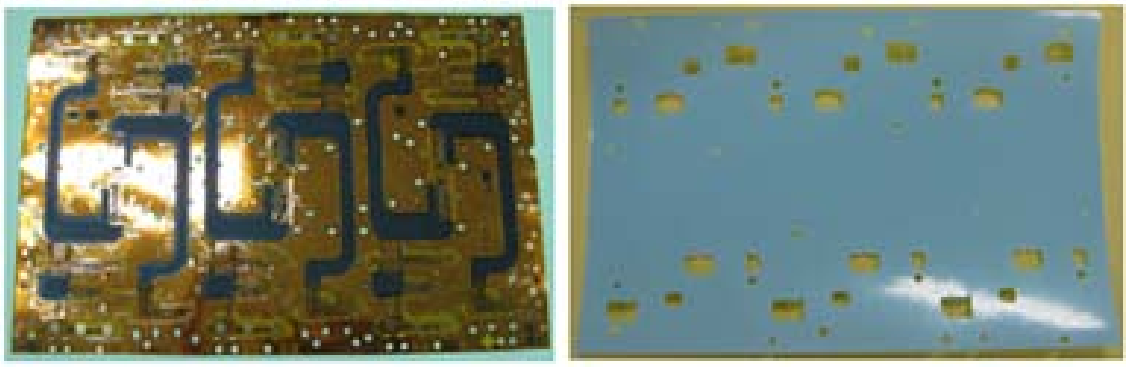
ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนการจับเวลาของคมสัน จิระภัทรศิลป์ (2553)

1) การหาข้อมูลเบื้องต้นของงานที่จะศึกษาเวลา

เพื่อให้ทราบสภาพปัจจุบันที่แท้จริงจึงขออนุญาตเก็บข้อมูลจากโรงงานที่หน้าสายการผลิต โดยใช้หลัก 3 จริง ตามแนวทางของ Imai (1997) แนวคิดของชาวญี่ปุ่นโดยให้ความสำคัญของข้อมูล ข้อเท็จจริงในหน้างาน และหลีกเลี่ยงการใช้ความรู้สึก นั่นคือ ต้องไปดูเครื่องจักรที่เป็นปัญหา ดูลักษณะชิ้นงานที่เสีย และดูวิธีการปฏิบัติงานจริง จะได้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของการผลิตไม่ทัน และเพื่อเป็นการสร้างความเชื่อมั่นว่า โรงงานได้ตัดสินใจถูกต้องแล้วในการแก้ปัญหาโดยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

1) Genba คือ สถานที่จริง ผู้วิจัยได้เลือกกระบวนการติดกาวในสายการผลิตรุ่น NH0081 เนื่องจากมีความต้องการมากที่สุด มีแผนการผลิตทุกวันทำงาน การเข้าไปดูสถานที่จริงนับเป็นโอกาสอันดีในการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา และสามารถกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็นมากที่สุด

จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วยชิ้นส่วน 2 ชิ้นหลัก คือ แผ่นวงจรและแผ่นกาว (masking tape) ดังภาพที่ 4.3 ซึ่งแผ่นวงจรมีกระบวนการผลิตจากการขึ้นรูปทองแดง และเคลือบผิวด้วยทองคำแท้ เพื่อให้การนำไฟฟ้าดีที่สุด ส่วนแผ่นกาว มีการเจาะรูบางส่วนและไม่เจาะรูบางส่วน ในส่วนที่เจาะรู ก็เพื่อเปิดผิวให้น้ำยาเคมีสามารถเคลือบผิวคลุมบริเวณของทองแดงทั้งหมด จุดประสงค์ก็เพื่อป้องกันการเกิดสนิม และสำหรับแผ่นกาวในพื้นที่ที่ไม่มีการเจาะรูหรือเป็นส่วนทึบ จะต้องปิดคลุมบริเวณอื่นทั้งหมด โดยเฉพาะบริเวณที่มีการเคลือบผิวด้วยทอง เป็นส่วนสำคัญที่ต้องป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนสีเนื่องจากการทำปฏิกริยาเคมีกับน้ำยาเคลือบผิว



ภาพที่ 4.3 รูปแสดงชิ้นงานจริง (ซ้าย) และแผ่นกาว (ขวา)

2) Genbutsu คือ ของจริง เป็นการไปยังต้นกำเนิดเพื่อค้นหาความจริง ทำให้สามารถตัดสินใจได้ถูกต้องสร้างความเป็นเอกฉันท์และบรรลุเป้าหมายอย่างรวดเร็ว โดยมีหลักพื้นฐาน คือ การไปให้ถึงสถานที่จริงและเห็นของจริง คือ Go to see หรือ Go and see เพื่อให้รู้ต้นเหตุของปัญหาจริงๆ เช่น หัวหน้างานจะต้องเข้าไปในสายการผลิตทุกๆ วัน เพื่อให้เห็นปัญหาข้อเท็จจริงและจะได้พูดคุย เก็บข้อมูลเพื่อให้เจอต้นตอที่ทำให้เกิดปัญหา และเกิดการรับรู้ร่วมกันทุกภาคส่วน นอกจากนี้การที่หัวหน้างานเข้าไปในสายการผลิตยังเป็นการเปิดโอกาสให้หัวหน้างานได้ให้ความรู้ในการทำงานที่ถูกต้องแก่พนักงานด้วย โดยในส่วนของกระบวนการติดกาว ในการศึกษากระบวนการจริงจะเริ่มศึกษาตั้งแต่ส่วนประกอบของงาน และขั้นตอนการทำงาน โดยมุ่งหวังเพื่อหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า เครื่องติดแผ่นกาว

(masking tape application fixture) ของรุ่นการผลิตต้นแบบเพื่อเลือกปรับปรุง ภาพที่ 4.4 มีส่วนประกอบของเครื่อง ตามภาพที่ 4.5 ดังนี้

1) แผ่นยึด (pin plate) ทำหน้าที่รองงานติดกับแผ่นกาว และเป็นตัวยึดกับอุปกรณ์อื่นๆ ในการทำงาน

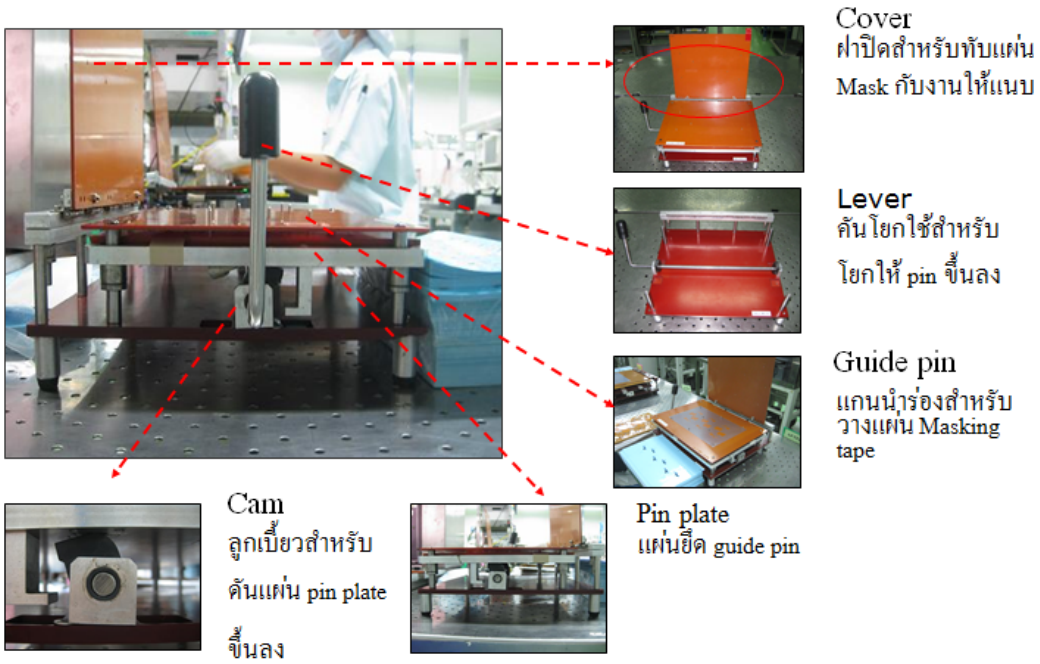
2) ฝาปิด (cover) ทำจากพลาสติกแข็ง ซึ่งมีหน้าที่ในการทับแผ่นกาวให้แนบสนิทกับตัวงานมากขึ้น

3) คันโยก (lever) ทำหน้าที่ควบคุมกลไกการทำงานทั้งหมด โดยจะไปดันแกนนำร่อง (guide pin) ให้ขึ้น-ลงตามต้องการ

4) แกนนำร่อง (guide pin) ทำหน้าที่นำร่องในการวางแผ่นงานและแผ่นกาวให้พอดี ซึ่งจะทำงานสัมพันธ์กับแผ่นยึด (pin plate)

5) ลูกเบี้ยว (cam) ทำจากยาง มีลักษณะคล้ายวงรีเป็นกลไกในการยกแกนนำร่อง (guide pin) ขึ้น-ลงด้วยคันโยก จากความแตกต่างของเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกเบี้ยว

ภาพที่ 4.4 เครื่องติดแผ่นกาวสำหรับการผลิตรุ่น NH0081



ภาพที่ 4.5 ส่วนประกอบของเครื่องติดกาว (structure of fixture)

3) Genjitsu คือ กระบวนการจริง และสถานการณ์จริง ซึ่งจากการที่ได้เข้าไปสำรวจหน้าในสถานการณ์ที่พนักงานทำงานจริงๆ และสังเกตการณ์การทำงานเบื้องต้นพบว่า ในการทำงานจริงๆ ของกระบวนการติดกาวพนักงานมีการเคลื่อนไหวที่มาก ซึ่งมีส่วนให้เกิดการทำงานที่ล้าช้า อีกทั้งได้รับรายงานจากพนักงานหน้างานถึงความเมื่อยล้าอันเนื่องมาจากกลไกการทำงานที่ต้องใช้คันโยกในการทำงาน

จากการประเมินสถานการณ์เบื้องต้นในการทำงานพบว่า มีความเป็นไปได้ที่จะแก้ไขปรับปรุงกระบวนงานเพื่อให้รองรับความต้องการของลูกค้า จึงได้เรียกประชุมเรื่องแนวทางในการปรับปรุงกระบวนงาน เพื่อแก้ไขปัญหาที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า โดยให้ฝ่ายผู้จัดการ หัวหน้างาน วิศวกร ช่างซ่อมบำรุง และพนักงาน ได้รับทราบปัญหาร่วมกัน รวมถึงขอความร่วมมือจากทุกส่วนในการศึกษาการทำงานอย่างละเอียดเพื่อให้ง่ายต่อการปรับปรุง โดยเริ่มจากการกำหนดตัวพนักงานในการทำงานเพื่อศึกษาเวลาโดยตรง ด้วยวิธีแบ่งงานย่อยของ Niebel Benjamin W. (1993) ผู้ทำวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการจับเวลาการทำงานอย่างต่อเนื่อง (continuous time study) โดยวิธีนี้จะเหมาะการทำงานที่มีรอบเวลา (cycle time) สั้น ในการจับเวลาโดยปล่อยให้นาฬิกาจับเวลาเดินไปเรื่อยๆ อ่านและบันทึกเวลาที่อ่านได้อย่างต่อเนื่อง หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาเวลาของแต่ละงานย่อยอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งสามารถสรุปข้อดี-ข้อเสียของวิธีการได้ดังนี้

ข้อดี คือ สามารถทำได้รวดเร็วต่อเนื่อง และเกิดการผิดพลาดน้อย

ข้อเสีย คือ อาจจะต้องใช้เวลาในการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญในระดับหนึ่งจึงจะสามารถทำงานได้

2) การแบ่งงานเป็นงานย่อยและบันทึก

จากการศึกษารอบการทำงาน (work cycle) ของการติดกาว ตั้งแต่แรกและเมื่อสิ้นสุดการทำงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ผ่านการติดกาว 1 ชิ้นเหมือนกันทุกๆ รอบ ซึ่งแบ่งงานย่อยที่กระทำโดยคน เครื่องจักร หรือการขนย้ายออกจากกัน แบ่งงานย่อยที่มีเวลาคงที่ออกจากงานย่อยที่ระยะเวลาผันแปร สามารถแบ่งงานย่อย (element) ได้ 10 ขั้นตอนดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ขั้นตอนย่อยในการติดกาว

ขั้นตอนการทำงาน	ภาพการทำงาน	ขั้นตอนการทำงาน	ภาพการทำงาน
1. ยก pin ขึ้น		6. ดัน pin ลง	
2. ลอกกาว (release)		7. ลูบ plate	
3. หยิบแผ่น masking tape มาวาง		8. ยกฝาขึ้น	
4. หยิบแผ่น FPC มาวาง		9. ตรวจสอบแผ่น masking tape แนบสนิทกับแผ่น FPC	
5. ยกฝาปิด		10. นำงานวางบนถาดรองงาน	

3) สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน

ในการจับเวลาการทำงาน ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเวลาการทำงานของพนักงานในแต่ละขั้นตอน ผลการจับเวลาการทำงานของพนักงานจะทราบว่า สูญเสียเวลาไปในขั้นตอนใดมากที่สุด แล้วนำขั้นตอนย่อยนั้นมาพิจารณาแก้ไขปรับปรุง สำหรับขั้นตอนย่อยในการติดกาวผู้วิจัยเลือกพนักงานที่มีอายุงานและความชำนาญระดับกลาง เพื่อให้ได้ลักษณะการทำงานที่ไม่เร็วและไม่ช้าจนเกินไปและจับเวลาการทำงานจำนวน 10 ครั้ง แบบต่อเนื่อง R และกดแบ่งเวลาย่อย T ซึ่งหาได้จาก T=R ตัวเอง-R ก่อนหน้า แล้วรวมเวลาเฉลี่ยย่อย T ของทุกงานย่อยจะได้เวลาทำงานจริง (actual selected time) ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงเวลาในแต่ละขั้นตอนย่อยในการติดกาว

ลำดับ	งานย่อย		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	WT
1	ยก pin ขึ้น	R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		T	1.20	1.35	1.16	1.25	1.18	1.09	1.33	1.16	1.41	1.14	1.23
2	หยิบ masking Tape	R	2.50	2.54	2.39	2.51	2.53	2.52	2.52	2.50	2.37	2.47	2.48
		T	1.30	1.19	1.23	1.26	1.35	1.43	1.19	1.34	0.96	1.33	1.26
3	ลอกกาวและทิ้งเศษ	R	4.30	4.26	4.32	4.28	4.25	4.19	4.48	4.15	4.27	4.17	4.27
		T	1.80	1.72	1.93	1.77	1.73	1.67	1.97	1.65	1.90	1.70	1.78
4	หยิบ FPC มาวาง	R	6.90	6.88	6.67	7.01	6.90	6.91	7.08	6.93	6.88	6.72	6.89
		T	2.60	2.62	2.35	2.73	2.65	2.72	2.59	2.79	2.61	2.55	2.62
5	ยกฝาปิด	R	8.20	8.12	8.23	8.30	8.23	8.16	7.87	8.39	8.22	8.16	8.19
		T	1.30	1.25	1.55	1.30	1.33	1.25	0.79	1.46	1.34	1.44	1.30
6	ดัน pin ลง	R	9.55	9.23	9.85	9.98	9.62	9.73	9.45	9.77	9.43	9.94	9.66
		T	1.35	1.11	1.62	1.68	1.39	1.57	1.58	1.38	1.21	1.78	1.47
7	ลูบ plate	R	10.20	10.09	10.25	10.16	10.21	10.18	10.09	10.17	10.30	10.29	10.19
		T	0.65	0.86	0.40	0.18	0.59	0.45	0.64	0.40	0.87	0.35	0.54
8	ยกฝาขึ้น	R	11.98	11.95	11.93	11.97	12.13	11.86	11.73	11.87	11.81	11.64	11.89
		T	1.78	1.86	1.68	1.81	1.92	1.68	1.64	1.70	1.51	1.35	1.69
9	ตรวจสอบ	R	12.60	12.21	12.67	12.52	12.57	12.61	12.43	12.65	12.47	12.60	12.54
		T	0.62	0.26	0.74	0.55	0.44	0.74	0.71	0.78	0.66	0.96	0.65
10	นำงานวางบนถาด	R	14.10	13.91	14.26	14.06	14.20	14.02	14.06	14.28	14.19	13.95	14.10
		T	1.50	1.70	1.58	1.53	1.63	1.42	1.62	1.63	1.71	1.35	1.57

4) การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา

ในการหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสมตามแนวทางของ Niebel Benjamin W. (1993) ได้ให้แนวทางไว้ 3 วิธี คือ

1) การหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่ใช้การแจกแจง Z มีการจับเวลาเบื้องต้นมากกว่าเท่ากับ 30 ข้อมูล

2) การหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่ใช้การแจกแจง Z มีการจับเวลาเบื้องต้นน้อยกว่าเท่ากับ 30 ข้อมูล

3) การประมาณจำนวนครั้งในการจับเวลาโดยใช้วิธีพิสัย (range)

สำหรับการหาจำนวนครั้งของการจับเวลาผู้วิจัยได้เลือกใช้การประมาณจำนวนครั้งในการจับเวลาโดยนำค่าสูงสุดและต่ำสุดใช้พิสัย (range) มาหาจำนวนครั้งของจับเวลา ตารางที่ 4.3 เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่รวดเร็ว ทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน โดย

1) งานที่มากกว่า 2 นาที จับเวลา 5 ครั้ง

2) งานที่น้อยกว่า 2 นาที จับเวลา 10 ครั้ง

หาพิสัย (range) ของเวลาที่จับได้ พิสัย (R) = ค่าสูงสุด (H) - ค่าต่ำสุด (L) และหาค่าของพิสัยหารค่าเฉลี่ย R/X ดังตารางที่ 4.4 แล้วนำค่าพิสัยหารค่าเฉลี่ยไปเปิดตาราง (ภาคผนวก ข) เพื่อหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมของการจับเวลา

ตารางที่ 4.3 เวลาเฉลี่ย 10 ครั้งของการจับเวลา

ครั้งที่ 1	**ครั้งที่** 2	**ครั้งที่** 3	**ครั้งที่** 4	**ครั้งที่** 5	**ครั้งที่** 6	**ครั้งที่** 7	**ครั้งที่** 8	**ครั้งที่** 9	**ครั้งที่**10
14.1	13.91	14.26	14.06	14.2	14.02	14.06	14.28	14.19	13.95

ตารางที่ 4.4 การหาพิสัย และสัดส่วนพิสัยต่อค่าเฉลี่ย

L	H	R	X	R/X
13.91	14.28	0.37	14.10	0.03

จากนั้นนำค่า 0.03 ไปเปิดตาราง (ภาคผนวก ข) เมื่อเปิดตารางที่ 0.1 = 2 ครั้ง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด ดังนั้น จำนวนในการจับเวลา 10 ครั้ง จึงเป็นค่าที่เหมาะสม

5) การหาอัตราสมรรถนะการทำงาน (performance rating)

อัตราการทำงาน คือ ตัวปรับ factor (ตัวคูณ) ค่าของเวลาจริงให้เป็นเวลาปกติ (normal time) การกำหนดอัตราการทำงานของพนักงานในการทำงานช้าและเร็วต่างกัน อาจได้ค่าที่ไม่แท้จริงซึ่งอัตรานี้สามารถคงอยู่วันแล้ววันเล่า โดยไม่ก่อให้เกิดความเครียดทางร่างกาย จิตใจ หรือ

ต้องอาศัยความพยายามจนเกินไป คำนิยามนี้ยังดูกว้างมากในความหมาย จึงทำให้ต้องมีมาตรฐานเป็นหลักในการศึกษา เช่น

1) การเดินในอัตราความเร็ว 3 ไมล์ต่อชั่วโมง โดยก้าวเท้ายาว 27 นิ้ว

2) การแจกไพ่ 52 ใบ ออกเป็น 4 กอง เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสห่างกัน 1 ฟุต ใช้เวลา 0.5 นาที

3) การใส่แท่งไม้ 30 แท่งลงในแผ่นกระดาน โดยใช้มือทั้งสองข้างทำงานให้เสร็จในเวลา 0.41 นาที

การศึกษาเวลาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกพนักงานที่มีอายุงานและความชำนาญระดับกลางเพื่อให้ได้ลักษณะการทำงานที่ไม่เร็วและไม่ช้าจนเกินโดยนำมาทดสอบด้วยการแจกไพ่พบว่าเวลาเฉลี่ยใช้เวลาที่ 30 วินาทีหรือ 0.5 นาที จึงคิดเป็น Rating ที่ 100%

6) หาเวลาการทำงานปกติ (normal time)

ในการหาเวลาปกติ (normal time) สะสามารถทำได้โดยการนำเวลาเฉลี่ยจากการจับเวลาที่ผ่านการหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมคูณกับอัตราสมรรถนะการทำงานซึ่งผู้วิจัยสามารถหาเวลาการทำงานปกติดังสมการ 4.1

เวลาปกติ (normal time) = เวลาเฉลี่ย (observed time) x อัตราสมรรถนะ(rating) (4.1)

= 14.1 x 100%

= 14.1 วินาที/ชิ้น

ดังนั้น เวลาปกติ (normal time) ของกระบวนการติดกาว คือ 14.1 วินาที/ชิ้น

7) หาเวลาเผื่อการทำงาน (allowance)

เวลาเผื่อคือเวลาที่เพิ่มเข้าไปในการทำงานบางอย่าง เพื่อให้เหมาะสมกับความเป็นจริงในการทำงานของพนักงาน เช่น การพักเข้าห้องน้ำ ความเมื่อยล้าจากการทำงาน อาจจะแตกต่างกันไปตาม เพศ สภาวะแวดล้อม หรือเกิดจากการรอคอยต่างๆ ซึ่งในการหาเวลาเผื่อต่างๆ ซึ่งจะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาในการคำนวณมีค่าความถูกต้องมากขึ้นโดย คมสัน จิระภัทรศิลป (2547) ได้แบ่งเวลาเผื่อเป็นประเภทต่างๆ และกำหนดค่าเฉลี่ยของเวลาเผื่อในการทำงานซึ่งแบ่งได้เป็น

1) เวลาเผื่อคงที่ ได้แก่ การพักเข้าห้องน้ำ การพักดื่มน้ำ ถือว่าเป็นค่าความจำเป็นของบุคคลซึ่งอยู่ที่ประมาณ 4.6% - 6.5% หรือเฉลี่ยประมาณ 5%

2) เวลาเผื่อผันแปร ได้แก่ การล้าของร่างกายอยู่ที่ประมาณ 4% ในการทำงานด้วยสภาพปกติ

3) เวลาเผื่อพิเศษ คือ การรอคอยที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การรอคอยที่หลีกเลี่ยงได้ เวลาเผื่อพิเศษจะขึ้นอยู่กับการยกสิ่งของ สภาพอากาศแวดล้อม แสงเสียง และการออกแบบกระบวนการที่ก่อให้เกิดความยากในการทำงาน โดยปกติแล้วค่าเผื่อชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของธุรกิจ และอุตสาหกรรมที่พนักงานทำงานอยู่ ซึ่งแต่ละโรงงานจะศึกษาการทำงาน และกำหนดเวลาเผื่อพิเศษเฉพาะ ซึ่งส่วนมากจะมีค่าระหว่าง 1-21% (สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ใน ภาคผนวก ค)

ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาอยู่นั้น ได้ให้ค่าเผื่อมาตรฐาน (allowance) การทำงานโดยรวมเวลาเผื่อคงที่และเวลาเผื่อผันแปรมาเป็นค่าเผื่อเป้าหมาย โดยให้พนักงานชาย 9% และพนักงานผู้หญิง 11% ซึ่งเป็นค่าที่โรงงานใช้ในการกำหนดงานมาตรฐาน ในความหมายคือ ถ้าโรงงานมีการว่าจ้างให้พนักงานผู้หญิงเป็นฝ่ายผลิต ในการตั้งเป้าหมาย 100% พนักงานควรทำได้อย่างน้อย 89% ซึ่ง 11% ของผลผลิตที่หายไป คือ ค่าเผื่อการทำงานนั่นเอง สำหรับเวลาเผื่อพิเศษทางโรงงานจะบวกเพิ่ม

8) หาเวลามาตรฐานสำหรับการทำงาน

สำหรับการหาเวลามาตรฐานจะสามารถหาได้จากการนำเวลาปกติมาบวกเพิ่มเวลาเผื่อเข้าไปดังสมการ

$$ST = NT + (NT \times A) \quad (4.2)$$

หรือ

$$ST = NT \times 100/(100-A) \quad (4.3)$$

โดยที่ ST = Standard Time

NT = Normal Time

A = Allowance in percent

จากนั้นผู้วิจัยแทนค่าต่างๆ ที่ได้จากการจับเวลาขั้นตอนการติดกาวได้ดังนี้

$$ST = NT + (NT \times A)$$

$$ST = 14.1 + (14.1 \times 11\%)$$

$$ST = 15.7 \text{ วินาที/ชิ้น}$$

ดังนั้นเวลามาตรฐานในการติดกาวจะอยู่ที่ 15.7 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบเป็นแบบฟอร์มการศึกษาเวลาในการทำงาน (ภาคผนวก ง) และนำมาใช้เป็นแบบฟอร์มการจับเวลาแบบต่อเนื่องและศึกษาเวลามาตรฐานการทำงาน ดังภาพที่ 4.6 ดัง เพื่อศึกษาการทำงานของขั้นตอนการติดแผ่นกาว มีรายละเอียดดังนี้

1) วัน เดือน ปี ที่ศึกษาการทำงาน

2) ชื่อกระบวนการทำงาน

3) รหัสพนักงานและประสบการณ์ทำงาน

4) เพศ

5) ขั้นตอนย่อยในการทำงาน

6) เวลาย่อยของแต่ละขั้นตอน (T)

7) เวลาสะสมจากกระบวนการก่อนหน้าในการทำงาน (R)

8) การคำนวณเวลามาตรฐาน

9) ผู้บันทึกการทำงาน ผู้ตรวจสอบและหมายเหตุต่างๆ

แผ่นงานการศึกษาเวลาในการทำงาน

วันที่ 3/25/2011
ชื่อกระบวนการ Maskingtape Apply
พนักงาน B6254 เพศ ชาย ☐ หญิง X
ประสบการณ์ทำงาน 5 ปี

ลำดับ	งานย่อย		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	WT
1	ยก Pin ขึ้น	R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		T	1.20	1.35	1.16	1.25	1.18	1.09	1.33	1.16	1.41	1.14	1.23
2	หยิบ Masking tape มาวาง	R	2.50	2.54	2.39	2.51	2.53	2.52	2.52	2.50	2.37	2.47	2.48
		T	1.30	1.19	1.23	1.26	1.35	1.43	1.19	1.34	0.96	1.33	1.26
3	ลอกกาวและทิ้งเศษ	R	4.30	4.26	4.32	4.28	4.25	4.19	4.48	4.15	4.27	4.17	4.27
		T	1.80	1.72	1.93	1.77	1.73	1.67	1.97	1.65	1.90	1.70	1.78
4	หยิบ FPC มาวาง	R	6.90	6.88	6.67	7.01	6.90	6.91	7.08	6.93	6.88	6.72	6.89
		T	2.60	2.62	2.35	2.73	2.65	2.72	2.59	2.79	2.61	2.55	2.62
5	ยกฝาปิด	R	8.20	8.12	8.23	8.30	8.23	8.16	7.87	8.39	8.22	8.16	8.19
		T	1.30	1.25	1.55	1.30	1.33	1.25	0.79	1.46	1.34	1.44	1.30
6	กด Pin ลง	R	9.55	9.23	9.85	9.38	9.62	9.73	9.45	9.77	9.43	9.34	9.66
		T	1.35	1.11	1.62	1.68	1.39	1.57	1.58	1.38	1.21	1.78	1.47
7	ลูบ Plate	R	10.20	10.09	10.25	10.16	10.21	10.18	10.09	10.17	10.30	10.23	10.19
		T	0.65	0.86	0.40	0.18	0.59	0.45	0.64	0.40	0.87	0.35	0.54
8	ยกฝาขึ้น	R	11.98	11.95	11.93	11.97	12.13	11.86	11.73	11.87	11.81	11.64	11.89
		T	1.78	1.86	1.68	1.81	1.92	1.68	1.64	1.70	1.51	1.35	1.69
9	ตรวจสอบ Masking tape	R	12.60	12.21	12.67	12.52	12.57	12.61	12.43	12.65	12.47	12.60	12.54
		T	0.62	0.26	0.74	0.55	0.44	0.74	0.71	0.78	0.66	0.96	0.65
10	นำงานวางบน Tray	R	14.10	13.91	14.26	14.06	14.20	14.02	14.06	14.28	14.19	13.95	14.10
		T	1.50	1.70	1.58	1.53	1.63	1.42	1.62	1.63	1.71	1.35	1.57

เวลาที่วัดได้ (Observe Time)	อัตราการทำงาน (Rating)	เวลาปกติ (Normal Time)	ค่าเผื่อการทำงาน (Allowance)	เวลามาตรฐาน (Standard Time)
14.10 (1)	100% (2)	14.1 (3) = (1)*(2) /100	11% (4)	15.7 (5)=(3)x[1+[(4/100)]]

หมายเหตุ
พนักงานยังอยากให้มีการเปลี่ยนกลไกการทำงานอยู่
เนื่องจากยังเมื่อยล้าจากการโยกคันโยก

ผู้บันทึก Suthida J.
ผู้ตรวจสอบ Anon P.

ภาพที่ 4.6 แบบฟอร์มการจับเวลาแบบต่อเนื่องและศึกษาเวลามาตรฐานการทำงาน

4.2 การกำหนดเป้าหมายในการปรับปรุงงาน

หลังจากการศึกษาเวลาในการทำงานแล้วมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าในแต่ละเดือนเป็นรอบเวลาในการผลิตให้ลูกค้า เพื่อที่จะได้ทราบเวลาความต้องการของลูกค้าเพื่อเปรียบเทียบได้กับความเร็วในการกำหนดให้ผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น โดยสามารถคำนวณได้จาก

รอบเวลาการผลิตของลูกค้า = เวลาปกติสุทธิในหนึ่งวัน / จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อวัน (4.4)

หน่วย : เวลาความต้องการของลูกค้า จะเป็นหน่วยของเวลาต่อชิ้นงาน 1 ชิ้น (วินาที/ชิ้น, นาที/ชิ้น หรือ ชั่วโมงต่อชิ้น)

โดยส่วนมากในกรณีการสั่งผลิตจริง เกือบทุกโรงงานจะพบกับปัญหาการหยุดชะงักของสายการผลิตอันเนื่องมาจากสาเหตุที่ควบคุมได้ และสาเหตุที่ไม่สามารถควบคุมได้ ทำให้ต้องมีการคำนวณค่าเผื่อเข้าไปด้วย ซึ่งถ้าสามารถผลิตด้วยรอบเวลาที่ต่ำกว่าจะเป็นการทำให้เกิดความมั่นใจในการผลิตตามรอบเวลาของลูกค้า ก็จะสามารถส่งของให้ลูกค้าทัน ซึ่งถ้ารอบเวลาในการผลิตมากกว่า ก็จะไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ สำหรับรอบเวลาของกระบวนการติดกาวสามารถคำนวณได้จากตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงวิธีคำนวณรอบเวลาที่จะทำงานให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า

ตัวแปร	หน่วย	สูตรคำนวณ	ค่าที่ได้
(1) กำลังการผลิตสูงสุดที่ต้องการ	แผ่น/เดือน	(1)	378,000
(2) จำนวนเครื่องจักร	เครื่อง	(2)	3
(3) กำลังการผลิตต่อเดือนต่อเครื่อง	แผ่น/เดือน/เครื่อง	(3)=(1)/(2)	126,000
(4) จำนวนวันที่ใช้ในการผลิต	วัน/เดือน	(4)	25
(5) ชั่วโมงผลิต	ชั่วโมง/วัน	(5)	20
(6) กำลังการผลิตต่อชั่วโมง	แผ่น/ชั่วโมง	(6)=(3)/((4)x(5))	252
(7) จำนวนงานต่อรอบ	แผ่น/รอบ	(7)	1
(8) ค่าเผื่อที่ยอมรับได้*	%	(8)	89%
(9) รอบเวลาผลิตเพื่อให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า	วินาที/รอบ	(9)=((3600/(6))/(7)x(8)	12.6

หมายเหตุ ; *ค่าเผื่อที่ยอมรับได้เป็นข้อมูลจากทางโรงงานที่แสดงกำลังการผลิตให้ลูกค้า Yield ไม่ต่ำกว่า 89%

จากตารางสรุปได้ว่า รอบเวลาที่จะทำงานให้ได้ตามความต้องการของลูกค้าทางโรงงานต้องมีรอบเวลาการผลิตที่ 12.6 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง ซึ่งคำนวณจากความต้องการสูงสุด คือ 378,000 แผ่นต่อเดือน ในปี พ.ศ.2555 ด้วยการใช้ทั้ง 3 เครื่องซึ่งมี yield 89% ซึ่งต้องปรับลดจากรอบเวลาผลิตในปัจจุบันที่ 14.1 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง

ข้อสรุปในการรองรับความต้องการของลูกค้า ดังนี้

1) ทางเลือกในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าของทั้งโรงงาน จะเลือกใช้วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการติดกาว ซึ่งเป็นกระบวนการคอขวด มีความเป็นไปได้สูงในการปรับปรุง และสามารถดำเนินการปรับปรุงได้ก่อนความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นไปไม่น้อยกว่าปี 2555 เนื่องจากความแตกต่างระหว่างสภาพปัจจุบันและเป้าหมายมีเพียง 11% ซึ่งทางโรงงานสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง

2) กำหนดเป้าหมายการปรับปรุงเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า โดยมุ่งหวังในการปรับปรุงผลผลิตต่อคนให้เพิ่มมากขึ้นภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ โดยถ้าจะทำให้มีกำลังการผลิตตามความต้องการของลูกค้า จะต้องปรับรอบเวลาการผลิต ให้เหลือไม่เกิน 4.2 วินาทีต่อแผ่น หรือใช้รอบเวลาการผลิตที่ 12.6 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง ภายใต้สมมุติฐานว่า กำลังการผลิตสูงสุดที่ต้องการคือ 378,000 แผ่นต่อเดือน ด้วยการทำงานเดือนละ 25 วัน วันละ 20 ชั่วโมง ด้วยการใช้ทั้ง 3 เครื่องซึ่งมี yield 89% ซึ่งต้องปรับลดจากรอบเวลาผลิตในปัจจุบันที่ 4.7 วินาทีต่อแผ่น หรือ 14.1 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เป้าหมายในการปรับปรุง

ดัชนีชี้วัด	หน่วย	ปัจจุบัน	เป้าหมาย
รอบเวลาที่ลูกค้าต้องการ	วินาที/แผ่น	4.7	4.2
จำนวนเครื่องจักรที่ใช้	เครื่อง	3	3
พนักงานต่อวัน	คน/วัน	6	6
รอบเวลาการผลิต	วินาที/เครื่อง/แผ่น	14.1	12.6

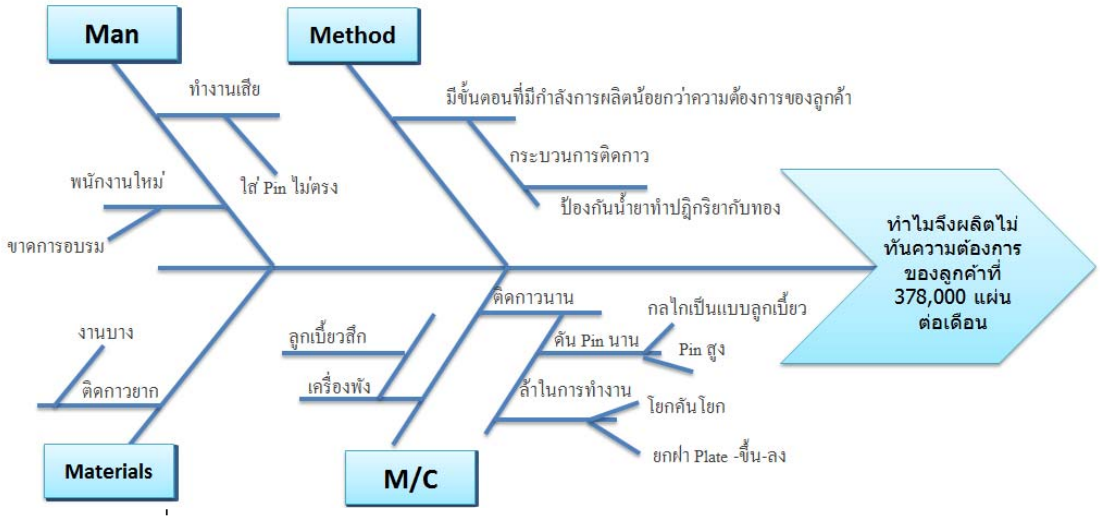
4.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

ในขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจะเริ่มหลังจากศึกษาขั้นตอนการทำงานที่เป็นปัญหาโดยแตกกระบวนการติดกาวออกให้เป็นขั้นตอนย่อยในการทำงานให้ได้มากที่สุด ซึ่งจะทำให้เห็นจุดที่จะต้องปรับปรุงเพิ่มขึ้น ก่อนวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผู้วิจัยได้รวบรวมทีมงานประชุมเพื่อให้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาซึ่งประกอบไปด้วยพนักงานฝ่ายผลิต หัวหน้าฝ่ายผลิต (supervisor) ช่างเทคนิค (technician) วิศวกร รวมถึงผู้วิจัย (วิศวกร) เข้ามาร่วมวิเคราะห์และแก้ปัญหาไปพร้อมๆ กัน ซึ่งในการเริ่มต้นการวิเคราะห์สาเหตุเพื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง จะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่ม จึงได้เลือกใช้แผนผังก้างปลาเข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาอาจทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่เลือกใช้คือให้สมาชิกทุกคน แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระก่อนแล้วจึงนำมาจัดระเบียบ จัดลำดับในภายหลัง โดยลักษณะโดยทั่วไปจะนำตัวปัญหามาเขียนเป็นหัวปลา สาเหตุของปัญหาก็เป็นก้างปลา ก้างใหญ่สุดแตกแขนงออกเป็นก้างย่อยๆ ลงไป ก้างใหญ่คือสาเหตุ ก้างเล็กคือสาเหตุย่อยๆ พอสรุปได้ ดังนี้

1) กำหนดปัญหาที่หัวปลา
2) กำหนดกลุ่มปัญหาที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ
3) ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4) หาสาเหตุหลักของปัญหา

5) จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ

6) ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น



ภาพที่ 4.7 ผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุปัญหาผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้า

หลังการวิเคราะห์เขียนปัญหาผ่านผังก้างปลา ดังภาพที่ 4.7 เพื่อให้ทุกคนรับทราบถึงสภาพปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดตรงกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 หัวข้อหลักๆ คือ

1) สาเหตุที่มาจากคน เกิดมาจากพนักงานที่เข้ามาใหม่ทำงานได้ล่าช้า โดยมีสาเหตุมาจากการขาดการฝึกอบรม อย่างถูกวิธีทำให้ไม่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว จนทำให้ผลิตไม่ทัน และพนักงานทำงานเสีย โดยมีสาเหตุเนื่องจากใส่ pin ไม่ตรง ทำให้ผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้า

2) สาเหตุที่มาจากวิธีการหรือกระบวนการ เกิดมาจากการมีขั้นตอนที่มีกำลังการผลิตน้อยกว่าความต้องการของลูกค้า ซึ่งได้แก่กระบวนการติดกาว โดยมีสาเหตุมาจากน้ำยาเคมีในกระบวนการถัดไป ที่ทำหน้าที่ในการป้องกันสนิมที่จะเกิดกับตัวงาน ทำปฏิกริยากับทองในตัวงานทำสีของทอบนตัวงานจางลงและกัดกร่อนทองออกไป เมื่อผ่านกระบวนการประกอบจนเป็นแผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่นได้และทดสอบวงจรไฟฟ้า ก็จะไม่สามารถทำได้เนื่องจากตัวนำไฟฟ้าซึ่งก็คือทองได้หายไปบางส่วนมีผลทำให้ลูกค้าปฏิเสธงานที่ส่งมอบ ดังนั้นกระบวนการติดกาวเพื่อป้องกันน้ำยาเคมีจึงมีความจำเป็นต้องมีกระบวนการนี้ในการผลิตซึ่งมีผลทำให้ไม่ทันความต้องการของลูกค้า

3) สาเหตุที่มาจากวัตถุดิบ เนื่องจากแผ่นกาวที่จะติดบนตัวงานเพื่อป้องกันน้ำยาเคมีมีความเหนียวพอสมควร ทำให้ลอกออกยาก และแผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่นได้ซึ่งทำมาจากแผ่น

ทองแดงที่มีความบางมากประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ทำให้เวลาหยิบจับงานเป็นไปได้ยากเนื่องจากงานบาง ซึ่งมีผลทำให้ผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้า

4) สาเหตุที่มาจากเครื่องจักร เกิดจากกลไกเป็นแบบลูกเบี้ยว ที่มีลักษณะคล้ายวงรีโดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ไม่เท่ากันเหมือนวงกลม ซึ่งลักษณะการทำงานจะต้องทำงานจนครบรอบโดยผ่านการยกคันโยก ทำให้ดัน pin นาน อีกทั้ง ระยะความสูงของ pin มีระยะ 2 เซนติเมตร ทำให้เสียเวลาในการนำตัวงานและวางแผ่นกาวลงไปประกบงาน จึงผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้า

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่างๆ ในการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิก ซึ่งจะทำให้ยากต่อการแก้ปัญหาเพราะว่าความคิดในการที่จะปรับปรุงไปคนละทาง การใช้แผนผังก้างปลานับเป็นเครื่องมือที่ดีในการจัดลำดับความคิดและช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกในทีมมารวมกัน ทำให้ทราบสาเหตุหลัก ๆ และสาเหตุย่อย ๆ ของปัญหา เกิดการรับรู้และยอมรับที่จะแก้ปัญหาไปพร้อมๆ กัน จนนำไปสู่สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ในการซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี

จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ใช้ Why-why analysis แบบการมองหลักเกณฑ์หรือทฤษฎี ในการจัดระบบการวิเคราะห์ใหม่ ตามแนวทางของ Hotoshi (2551) เพื่อทวนสอบสาเหตุต่างๆ ที่ได้จากการระดมสมองของทีมงาน และวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาอย่างมีระบบ มีขั้นมีตอน ไม่เกิดการตกหล่น โดยเริ่มต้นจากปัญหาแล้วใช้คำถามที่ว่า ทำไมจึงเกิดปัญหานั้นขึ้นมาซึ่งเป็นคำถามที่ถามซ้ำไปเรื่อยๆ โดยอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ เช่น ความฝืด แรง กลไกการทำงาน จนได้ปัจจัยหรือแนวทางแก้ไขปัญหา (action plan) โดยสรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. กำหนดปัญหา/เป้าหมาย โดยเริ่มจากปัญหาหรือเป้าหมาย แล้วค่อยๆ จำแนกอย่างเป็นระบบไปสู่วิธีการ ซึ่งเป้าหมายที่ตั้งไว้หากมีข้อกำหนดเงื่อนไขอะไรไว้ก็ให้เขียนกำกับไว้ด้วย เป้าหมายหรือปัญหาต้องเป็นประโยคสั้นๆ และกระชับ ซึ่งการกำหนดปัญหาที่ดีก็คือ การตั้งคำถามที่ไม่แคบจนเกินไปในการค้นหาสาเหตุ จะทำให้ง่ายต่อการตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่สาเหตุที่แท้จริงในการแก้ปัญหา สำหรับปัญหาของโรงงานในครั้งนี้คือผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้า 378,000 แผ่นต่อเดือน

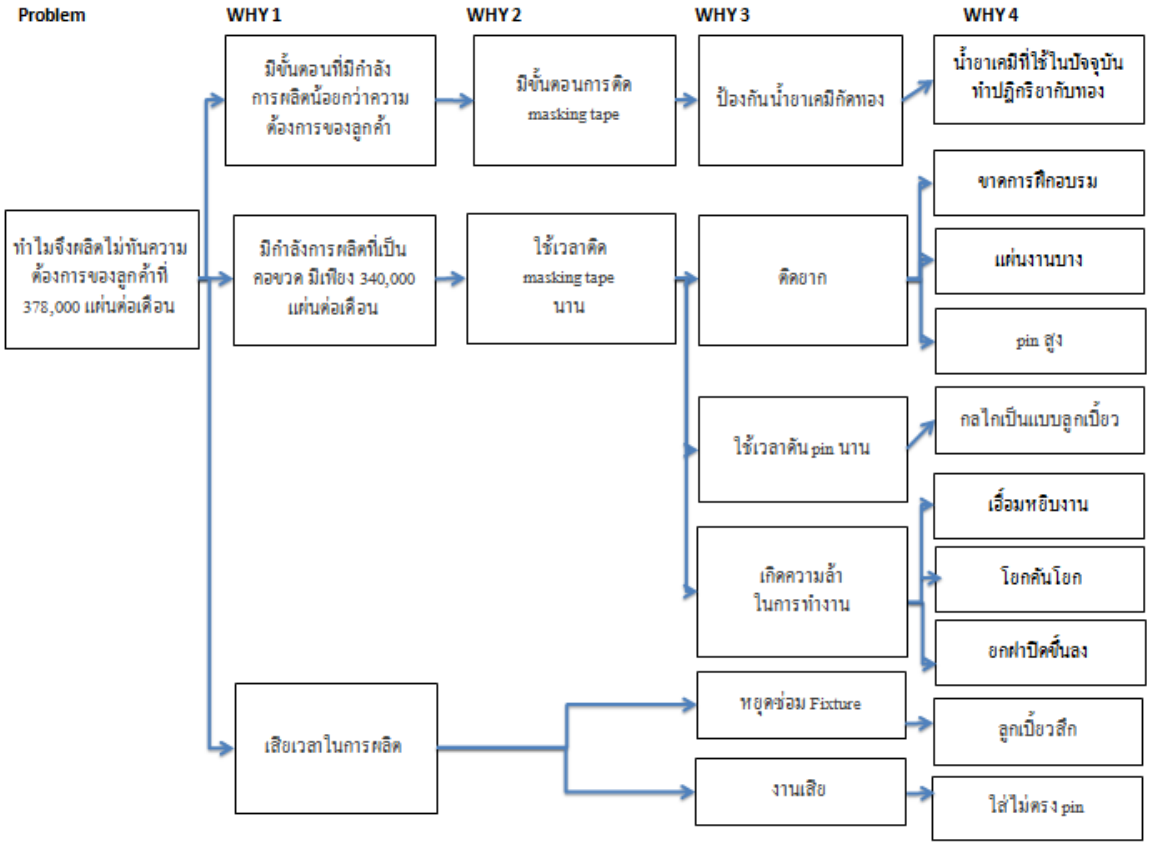
2. กำหนดทีมผู้รับผิดชอบ สำหรับการกำหนดทีมรับผิดชอบที่ดีควรประกอบไปด้วยผู้ที่รู้เรื่องเทคนิคและผู้ที่มีความสามารถในการแก้ไขปัญหา เพื่อนำไปสู่การวางแผนปฏิบัติได้โดยง่าย ซึ่งทางโรงงานได้มีการกำหนดให้หัวหน้างานฝ่ายผลิต มีหน้าที่ดูแลและควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามแบบแผนที่วางไว้ วิศวกรกระบวนการมีหน้าที่ควบคุมกระบวนการและปรับปรุงกระบวนการ

ผลิตให้อยู่ในการควบคุม ช่างซ่อมบำรุงมีหน้าที่บำรุงรักษากระบวนการให้มีความพร้อมใช้งานอยู่เสมอ และพนักงานเป็นทีมที่รับผิดชอบ การมีสมาชิกที่หลากหลายถือเป็นเรื่องที่ดีเนื่องจากเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น

3. กำหนดแขนงหลัก (Why1) หรือสาเหตุหลัก ชุดมาตรการแก้ปัญหาหรือชุดมาตรการการนำไปสู่เป้าหมาย ซึ่งอาจจะมีมาตรการขั้นที่ 1 มาตรการขั้นที่ 2, 3 ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งพบมาตรการที่พอจะแก้ไขได้หรือปฏิบัติได้จริง หลักการที่สำคัญคือการระดมสมองให้ได้ซึ่งแขนงหลักของสาเหตุแรก แล้วนึกถึงงานหรือกิจกรรมที่ต้องทำภายใต้แขนงหลัก อาจจะยังไม่สมบูรณ์นัก ขั้นต่อไปต้องนำมาวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ ซึ่งจากการระดมสมองในการหาสาเหตุของปัญหาการผลิตไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า คือ มีขั้นตอนที่เป็นคอขวดผลิตได้ต่ำกว่าความต้องการของลูกค้า เวลาการติดกาวนานถึง 14.1 วินาทีและสูญเสียเวลาในการผลิตทำให้มีเวลาไม่เพียงพอในการผลิตงาน

4. เขียนแผนภูมิสร้างแขนงย่อยๆ (Why2 Why3 Why4…) ทั้งนี้ต้องตรวจสอบทบทวนว่ามีอะไรตกหล่นไปหรือไม่ หรือมีความขัดแย้งได้เกิดขึ้นหรือไม่ มาตรการเหล่านี้สามารถแก้ปัญหาหรือทำให้บรรลุเป้าหมายได้จริงหรือไม่ เป็นการตรวจสอบตรรกะ จากนั้นก็ตั้งคำถามจากสาเหตุหลักโดยลากเส้นเชื่อมโยงในแต่ละสาเหตุ และค้นหาสาเหตุด้วยคำถามว่า ทำไมๆๆ เพื่อนำไปสู่สาเหตุที่แท้จริงในการแก้ปัญหา

5. กำหนดแผนปฏิบัติการ เมื่อได้แผนผังต้นไม้แล้ว ต้องกำหนดเป็นแผนปฏิบัติการ โดยกำหนดตามหลักของ 5W-1H คือ ใคร (Who) ในเรื่องนั้นมีใครบ้าง – ทำอะไร (What) แต่ละคนทำอะไรบ้าง – ที่ไหน (Where) เหตุการณ์หรือสิ่งที่ทำนั้นอยู่ที่ไหน – เมื่อไหร่ (When) เหตุการณ์หรือสิ่งที่ทำนั้นทำเมื่อวัน เดือน ปี ใด – ทำไม (Why) เหตุใดจึงได้ทำสิ่งนั้น หรือเกิดเหตุการณ์นั้นๆ – อย่างไร (How) เหตุการณ์หรือสิ่งที่ทำนั้นทำเป็นอย่างไรบ้าง โดยลงรายละเอียดว่าแต่ละแขนงย่อยๆ นั้นจะทำกิจกรรมในการแก้ปัญหาอย่างไรจึงจะสำเร็จไปสู่เป้าหมายหรือจึงจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ข้อสังเกตทุกสิ่งทุกอย่างที่พิจารณามีความสัมพันธ์เชิงตรรกะที่ยอมรับได้ โดยมีเส้นจากความคิดที่เชื่อมโยงครบถ้วนดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 การวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-why analysis

จากภาพที่ 4.8 จะพบว่าสาเหตุหลักของการผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้าที่ 378,000 แผ่นต่อเดือน แบ่งได้เป็น 3 สาเหตุหลักด้วยกัน จากนั้นผู้วิจัยจะต้องทวนสอบถึงสาเหตุหลักว่าตั้งคำถามได้ครบถ้วนและยังมีสาเหตุอื่นๆ หรือไม่ที่ทำให้ผลิตไม่ทัน เพื่อตรวจสอบดูว่าปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ก่อนหน้านั้นได้มีการหยิบยกขึ้นมาอย่างครบถ้วนหรือยัง โดยพิจารณาย้อนกลับว่า ถ้าปัจจัยนั้นไม่เกิดขึ้นแล้ว เหตุการณ์ก่อนหน้านั้นจะเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ายังเกิดแสดงว่ามีปัจจัยอื่นๆ ต้องใส่ไปด้วย จากการพิจารณาเปลี่ยนปัจจัยหลักทั้ง 3 หัวข้อ คือ ถ้าไม่มีการติดกาว กระบวนการติดกาวไม่เกิดความล่าช้าจนมีผลทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น และไม่สูญเสียเวลาไปกับงานเสีย หรือหยุดเครื่องจักร ก็จะสามารถผลิตได้ตามความต้องการของลูกค้าจริงๆ ทำให้สามารถยืนยันได้ว่า สาเหตุที่ทำให้ผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้านั้นเป็นไปตามที่กล่าวมา ซึ่งทางผู้วิจัยได้ใช้คำถามว่า ทำไม ทำไม... ในการค้นหาสาเหตุย่อยที่ทำให้เกิดปัญหาดังนี้ คือ

1) **ผลิตไม่ทันเนื่องจากมีกระบวนการบางจุดที่มีกำลังการผลิตน้อยกว่าความต้องการ** เนื่องจากมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีกระบวนติดกาวเพื่อป้องกันน้ำยาเคมีทำปฏิกริยากับทอง ป้องกันทองเปลี่ยนสี และป้องกันการกัดกร่อนทองจนทำให้วงจรไฟฟ้าไม่สมบูรณ์

ในทางกลับกันถ้าสามารถศึกษาการเปลี่ยนสูตรเคมีของน้ำยาให้ไม่ทำปฏิกริยากับทองได้ กระบวนการติดกาวก็จะไม่มีความจำเป็นในการทำงานเนื่องจากน้ำยาเคมีตัวใหม่ไม่ทำให้สีของทองจางและกัดกร่อนทอง มีผลทำให้โรงงานสามารถยกเลิกขั้นตอนการติดกาว ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตทันความต้องการของลูกค้าอย่างแน่นอน สำหรับแนวทางในการพิจารณาการแก้ไขปัญหานั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากน้ำยาเคมีที่ใช้ในปัจจุบันได้มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ และทางทีมงานไม่มีความรู้และไม่มีประสบการณ์ในการเปลี่ยนน้ำยาเคมี จึงไม่สามารถแก้ไขปัญหาในสาเหตุนี้ได้แต่สิ่งที่ทำได้ คือ ส่วนของหัวหน้างานได้นำแนวคิดนี้ไปปรึกษากับฝ่ายวิจัยและพัฒนาสินค้าของโรงงานให้ศึกษาน้ำยาชนิดใหม่ที่สามารถใช้กับงานที่มีทองได้ ซึ่งทางฝ่ายวิจัยและพัฒนาสินค้าได้รับเรื่องไปพิจารณาและทำเรื่องขออนุมัติงบประมาณเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการดำเนินงานต่อไป

2) **ผลิตไม่ทันเนื่องจากกำลังการผลิตที่เป็นคอขวดมีกำลังการผลิตเพียง** 340,000 **แผ่นต่อเดือน** เนื่องจากรอบเวลาในการผลิตที่ล่าช้า ซึ่งเป็นผลมาจาก 4 สาเหตุ คือ

2.1) แผ่นงานที่บางทำให้ใช้เวลาในการติดนาน สำหรับสาเหตุที่ทำให้แผ่นงานบางเนื่องมาจากเป็นความต้องการของลูกค้าในการนำไปใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่ต้องการความบางและมีขนาดเล็กในการใช้งาน ซึ่งในแนวทางแก้ปัญหา ของสมาชิกในทีมไม่สามารถแก้ไขได้เนื่องจากเป็นความต้องการของลูกค้า

2.2) เสียเวลาในการหยิบแผ่นงาน สำหรับสาเหตุที่ทำให้เสียเวลาในการหยิบแผ่นงานนานเนื่องมาจากระยะทางในการทำงานไกลในขั้นตอนการหยิบแผ่นงานวางลงบนอุปกรณ์ติดกาว การลอกแผ่นกาวทิ้งลงในถังขยะ และการหยิบแผ่นกาวมาประกบกับแผ่นตัวงาน ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนมีระยะทางในการทำงานที่ไกลอีกทั้งระดับในการทำงานในเรื่องของระดับความสูงต่ำในแต่ละตำแหน่งไม่เท่ากัน ทำให้เกิดความสูญเปล่าในการขนย้าย (Transpotation) ซึ่งเป็น 1 ในความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าในการทำงาน สำหรับแนวทางในการแก้ปัญหาสามารถแก้ไขได้โดยการลดระยะในการทำงานให้อยู่ใกล้กันและออกแบบอุปกรณ์ให้การทำงานมีระดับเดียวกัน

2.3) การใช้เวลาในการทำงานนานเนื่องมากจากกลไกการทำงานแบบลูกเบี้ยวทำให้เสียเวลาโยกคันโยกในการทำงาน สำหรับกลไกที่เป็นลูกเบี้ยวเป็นกลไกที่ใช้สำหรับ เปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบหมุนเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น ในกระบวนการติดกาวจะให้สำหรับยก pin ขึ้น เพื่อประคองแผ่นงานและแผ่นกาวให้ติดกันแนบสนิท และเคลื่อนที่ลงเพื่อนำงานออกจากอุปกรณ์ติดกาว ซึ่งในการควบคุมการทำงานจะต่อกับคันโยกเพื่อให้พนักงานโยกขึ้น-ลง จากการเสียเวลาการ

ทำงานเพราะจะต้องหมุนลูกเบี้ยวให้ขึ้นสุด-ลงสุด สำหรับแนวทางแก้ไขปัญหาสามารถทำได้เนื่องจากมีวิศวกรคอยควบคุมดูและปรับปรุงกระบวนการอยู่ จะเข้ามาแก้สาเหตุนี้ได้โดยการออกแบบกลไกเชิงเส้น ที่สามารถทำงานให้ pin ดันขึ้น-ลงได้ด้วยเวลาที่เร็วขึ้น

2.4) เกิดความเมื่อยล้าในการทำงานซึ่งมีสาเหตุมาจากกระบวนการนี้พนักงานจำเป็นจะต้องเป็นต้องโยกคันโยกในการทำงานทั้งวันและยกฝาขึ้น-ลง ในการทำงาน 1 รอบเวลาผลิตจะเกิดการโยกคันโยกขึ้นลง 2 รอบและยกฝาขึ้นลงจำนวน 2 รอบ รวมทั้งสิ้น 4 รอบใน 1 รอบเวลา (14.1 วินาทีต่อรอบ) ของการทำงานทุกวัน โดยชั่วโมงการทำงานปกติรวมการทำงานล่วงเวลาปกติของบริษัทจะอยู่ที่ 10 ชั่วโมงต่อวัน หรือคิดเป็น 72,000 วินาที ในการทำงานมีผลทำให้พนักงานต้องโยกคันโยกและยกฝาขึ้น-ลงทั้งสิ้น ประมาณ 72,000 วินาทีวัน / 14.1 วินาทีต่อรอบ x 4 ครั้งต่อรอบ = 20,426 ครั้งต่อวัน ซึ่งเรื่องนี้ได้มีข้อร้องเรียนจากพนักงานถึงความเมื่อยล้าในการทำงาน ในการโยกคันโยกมีสาเหตุมาจากกลไกการทำงานที่เป็นลูกเบี้ยว ซึ่งทางผู้วิจัยได้หาแนวทางในการเปลี่ยนกลไกการทำงานเพื่อลดความเมื่อยล้าในการทำงานของพนักงาน

3) **ผลิตไม่ทันเนื่องจากสูญเสียเวลาในการผลิต ทำให้กำลังการผลิตลดลงไปจนผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้า** เป็นสาเหตุที่ทำให้เวลาการผลิตมากกว่าเวลาปกติในการติดกาวซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจาก

3.1) งานเสีย จากการใส่งานไม่ตรง pin โดยลักษณะงานเมื่อใส่งานไม่ตรงจะทำให้แผ่นงานฉีกขาด สำหรับงานเสียซึ่งเกิดมาจากการที่ใส่งานไม่ตรง pin พบว่า ในรายงานการผลิตแทบไม่พบของเสียที่เกิดมาจากการใส่งาน คือคิดเป็น % ที่น้อยมากประมาณ 0.001% ซึ่งจากการสังเกต ที่หน้างานจริงพบว่าสาเหตุที่ทำให้ใส่งานไม่ได้เนื่องจากกระบวนการผลิตก่อนหน้า (Front process) ในส่วนของกระบวนการเจาะรูลงบนแผ่นงานเพื่อใช้สำหรับรองรับกับเครื่องจักรต่างๆ ทั้งในกระบวนการตัดเจาะ และกระบวนการประกอบ เกิดการเยื้องศูนย์ทำให้งานที่ได้ออกมามีลักษณะการเยื้อง ทำให้สวมลงไปใน pin เพื่อติดกาวได้ยาก ซึ่งพบได้น้อยมาก สำหรับแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นทางหัวหน้างานจึงได้แจ้งให้หัวหน้างานในกระบวนการก่อนหน้าทราบถึงปัญหา และควบคุมไม่ให้ความผิดพลาดนี้ส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป โดยถ้าสามารถแก้ไขปัญหาแล้วพบว่า ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ เนื่องจากรอบเวลาการทำงานสภาวะปกติไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

3.2) เครื่องติดกาวหยุดซ่อมซึ่งเกิดมาจากลูกเบี้ยวสึก จากข้อมูลการซ่อมบำรุงพบว่าตลอด 6 เดือนที่ผ่านมา ไม่มีรายงานของการเปลี่ยนลูกเบี้ยวหรือซ่อมแซมเนื่องจากการสึกหรอของลูกเบี้ยวเพราะกลไกในการทำงานของกระบวนการติดกาวเป็นกลไกอย่างง่ายและภาระในการรับ

แรงของแผ่นบนลูกเบี้ยวมีน้ำหนักเบาประมาณ 1 กิโลกรัม ซึ่งทำให้ยากต่อการสึกหรอ โดยถ้าลูกเบี้ยวไม่สึกหรอก็จะทำให้ไม่มีการหยุดซ่อม ซึ่งก็ยังไม่สามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้

เมื่อได้สาเหตุย่อยทั้งหมดที่เป็นไปได้หลังจากการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาด้วย Why-why analysis หลังจากนั้นจะต้องพิสูจน์ถึงสาเหตุที่ควรจะต้องนำไปแก้ปัญหาโดยใช้การถามแบบย้อนกลับ และศึกษาความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาของทีมงานการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยใช้ 2 วิธีการตรวจสอบ ดังนี้

1) ลองเปลี่ยนสาเหตุแล้วดูผลที่ตามมาว่า ถ้าสาเหตุนั้นไม่เกิดขึ้นผลจะเกิดขึ้นหรือไม่

2) ความสามารถในการแก้ไข ถ้าไม่สามารถแก้ไขได้ ให้ตัดสาเหตุนั้นทิ้ง

จากที่อธิบายมาข้างต้น พบว่ามีสาเหตุย่อยๆหลายประการที่เป็นปัญหาทางผู้วิจัยจึงจัดทำตารางขึ้นเพื่อแยกสาเหตุว่าสาเหตุใดจริง แก้ไขได้ และสาเหตุใดไม่จริงก็ไม่ต้องนำมาพิจารณาตามตารางที่ 4.7 ดังนี้

จากการศึกษาทฤษฎีระหว่าง Why-why analysis และผังก้างปลาด้วยแนวคิดเพื่อหาสาเหตุของปัญหาซึ่งมีลักษณะคล้ายๆ กัน โดยการใช้คำถามว่า ทำไม แต่ผู้วิจัยได้พบความต่างของทั้ง 2 เทคนิค สรุปออกมาได้ดังนี้

ข้อแตกต่างระหว่าง Why-why analysis กับ แผนภูมิก้างปลา

1. ก่อนการวิเคราะห์ Why-why analysis จะต้องใช้หลัก 5 G นั่นคือ ต้องไปดูสถานที่จริง ของจริง ข้อมูลจริง หลักการทางทฤษฎี และกฎเกณฑ์ต่างๆ

2. การวิเคราะห์ Why-why analysis จะวิเคราะห์จากหลักเกณฑ์และทฤษฎี

3. การวิเคราะห์ Why-why analysis ต้องมีการพิสูจน์ทุกครั้ง

4. การวิเคราะห์ Why-why analysis มีการกำหนดข้อควรระวัง ซึ่งแผนผังก้างปลาจะไม่เน้นปิดกั้นสาเหตุที่มาจากความคิดในสมาชิกของทีม

5. การวิเคราะห์ Why-why analysis ต้องสิ้นสุดสาเหตุรากเหง้าจริงๆ ต่างจากผังก้างปลาที่เน้นเรื่องของการรวบรวมกลุ่มของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา

ดังนั้นในแนวทางการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาผู้วิจัยจะเลือกใช้แผนผังก้างปลา (cause and effect diagram) ในการระดมสมองการวิเคราะห์สาเหตุเพื่อให้เป็นแนวทางในการระดมสมองซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่ม และการวิเคราะห์ด้วย Why-why analysis แบบการมองหลักเกณฑ์หรือทฤษฎี ในการหาสาเหตุจนนำไปสู่มาตรการแก้ไขปัญหากำลังการผลิตที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

ตารางที่ 4.7 การตรวจสอบสาเหตุเพื่อนำไปกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา

ปรากฏการณ์	สาเหตุ	คำถามย้อนกลับเหตุเปลี่ยนผลเปลี่ยนหรือไม่	การพิจารณาโดยผู้วิจัย
ทำไมจึงผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้าที่ 378,000 แผ่นต่อเดือน	น้ำยาเคมีทำปฏิกริยากับทอง	ถ้าน้ำยาไม่ทำปฏิกริยากับทองก็สามารถยกเลิกการติดกาว และถ้าไม่มีกระบวนติดกาวก็จะผลิตได้ทัน	เป็นจริง (O) แต่แก้ไขไม่ได้ด้วยทีมงาน
	ขาดการฝึกอบรม	ถ้ามีการอบรมแล้วจะผลิตทัน	เป็นเท็จ (X)
	แผ่นงานบาง	ถ้าแผ่นงานบางจะติดไวขึ้นและถ้าติดกาวไวขึ้นก็จะผลิตทัน	เป็นเท็จ (X)
	pin สูงเกินไป	ถ้า Pin ต่ำพอดี ก็จะติดได้ง่ายและไว และถ้าติดได้ไวก็จะผลิตทัน	เป็นเท็จ (X)
	ยก plate ขึ้นลง	ถ้าไม่ยก Palte จะติดได้ไว และถ้าติดได้ไวก็จะผลิตทัน	เป็นจริง (O) แก้ไขได้
	กลไกเป็นแบบลูกเบี้ยว	ถ้ากลไกไม่ใช่ลูกเบี้ยวก็จะดัน Pin ได้ไว และถ้าไว ก็จะผลิตทัน	เป็นจริง (O) แก้ไขได้
	เอื้อมหยิบงาน	ถ้าไม่เอื้อมหยิบงานจะทำงานได้ไว และถ้าไวก็จะผลิตทัน	เป็นจริง (O) แก้ไขได้
	ต้องโยกคันโยก	ถ้าไม่โยกคันโยกก็จะทำงานได้ไว และถ้าไว ก็จะผลิตทัน	เป็นจริง (O) แก้ไขได้
	หยุดซ่อม	ถ้างานไม่มีหยุดซ่อมก็จะผลิตทัน	เป็นเท็จ (X)
	งานเสีย	ถ้าไม่มีงานเสียก็จะผลิตทัน	เป็นเท็จ (X)

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้รวบรวมทุกสาเหตุสุดท้ายมาสรุปลงในตารางที่ 4.7 โดยจะเลือกสาเหตุที่มีผลกระทบกับปัญหามากที่สุดมาเป็นหัวข้อในการแก้ปัญหาก่อน ซึ่งผ่านการให้คะแนนของสมาชิกกลุ่ม โดยพิจารณาการแก้ไขปัญหาจากความง่ายในการดำเนินการหรือใช้เวลาสั้นๆ ในการแก้ไขปรับปรุง หรือพัฒนา มาดำเนินการ หากสาเหตุที่มีผลกระทบกับปัญหาและยากต่อการแก้ไขยังไม่ควรนำมาดำเนินการ เนื่องจากจะไม่สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ทันกับความต้องการของลูกค้าภายในเดือน มิถุนายน 2554 และยังไม่ส่งผลใดๆ กับปัญหา ทำให้เสียเวลา สามารถสรุปเป็นหลักเกณฑ์ในการพิจารณาลำดับของการแก้ไขปัญหาได้ 4 ส่วน คือ ผลกระทบต่อปัญหา ผลกระทบต่อพนักงาน ความสามารถในการแก้ไขของผู้วิจัย และระยะเวลาในการดำเนินการ ซึ่งใช้การระดมสมองประเมินความสำคัญของสาเหตุด้วยการให้คะแนน ของทีมงานทั้ง 5 ฝ่าย คือ พนักงาน หัวหน้าพนักงาน ช่างเทคนิค วิศวกร และผู้วิจัย ดังสรุปได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การให้คะแนนในแต่ละสาเหตุ (cause and effect matrix)

สาเหตุ	ผลกระทบต่อปัญหา	ผลกระทบต่อพนักงาน	ความสามารถในการแก้ไข	ระยะเวลาดำเนินการ	รวม	ความสำคัญ
1. สารเคมีที่ทำปฏิกริยากับทอง	3	1	1	1	6	6
2. ขาดการอบรม	1	2	5	5	13	5
3. แผ่นงานบาง	3	3	1	1	8	7
4. pin สูง	1	3	5	5	14	4
5. ยกฝา (cover) ขึ้น-ลง	4	4	4	5	17	1
6. กลไกเป็นแบบลูกเบี้ยว	5	4	3	4	16	2
7. การเอื้อมหยิบงาน	3	5	4	4	16	2
8. การโยกคันโยก ขึ้น-ลง	4	5	3	3	15	3

หมายเหตุ ; 5 คะแนน มีผลกระทบมากที่สุด ต้องลงมือทำก่อน

4 คะแนน มีผลกระทบมาก

3 คะแนน มีผลกระทบปานกลาง ต้องวิเคราะห์ในรายละเอียด

2 คะแนน มีผลกระทบน้อย

1 คะแนน มีผลกระทบน้อยที่สุด และยังไม่ควรนำมาพิจารณาแก้ไข

0 คะแนน ไม่มีผลกระทบ

สำหรับการตรวจสอบสาเหตุต่างๆ เพื่อนำไปแก้ปัญหาผู้วิจัยสรุปกับทางทีมงานได้ว่าเมื่อเปลี่ยนสาเหตุ ให้พนักงานผ่านการฝึกอบรมจนมีความชำนาญ แผ่นงานมีขนาดพอดี กับตัว Pin และไม่เกิดการเยื้องโดยสามารถผลิตงานได้ต่อเนื่อง และไม่มีงานเสีย และหยุดชะงักก็ยังพบว่าไม่สามารถผลิตได้ทันความต้องการของลูกค้าได้โดยมีสาเหตุอันเนื่องมาจากมีกระบวนการติดกาวที่มีกลไกการทำงานที่ช้า จากการทำงานของลูกเบี้ยว การยกฝา การโยกคันโยกขึ้น-ลง และการจัดวางอุปกรณ์การทำงานที่ไกลและไม่ได้ระดับ

4.4 สรุปผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

จากการวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดนั้น ผู้วิจัยได้สรุปสาเหตุหลักของปัญหานี้เป็น 3 ประเด็น เพื่อกำหนดแนวทางในการปรับปรุง คือ

1) กระบวนการติดกาวเพื่อป้องน้ำยาเคมีทำปฏิกิริยาเคมีกับทองในตัวงาน ซึ่งทีมงานไม่สามารถแก้ไขได้ สำหรับแนวทางปรับปรุงในเบื้องต้นได้ส่งเรื่องให้ทางฝ่ายวิจัยศึกษาถึงความคุ้มค่าในการเปลี่ยนน้ำยาเพื่อยกเลิกกระบวนการติดกาว

2) กลไกในการทำงานล่าช้าเนื่องมาจากการทำงานของลูกเบี้ยวทำให้ต้องมีการยกฝาCover ขึ้นลง การโยกคันโยกในการทำงาน ซึ่งเป็นเรื่องที่ทางทีมงานสามารถแก้ไขได้ จึงสนใจการปรับปรุงจากจุดนี้

3) ระยะทางในการทำงานไกล ทำให้เสียเวลาในการทำงาน อีกทั้งระดับของการทำงานในขั้นตอนการติดกาวยังมีความต่างระดับทำให้เกิดความสูญเปล่าในการทำงาน ซึ่งเป็นเรื่องที่ทางทีมงานสามารถแก้ไขได้

บทที่ 5
แนวทางการแก้ไขปัญหา

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในบทที่ 4 บทที่ 5 จะกล่าวถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาว่ามีแนวทางดำเนินการอย่างไร สิ่งสำคัญอันดับแรกในการแก้ปัญหาให้ได้ผลนั้น คือการยอมรับปัญหาว่าเป็นปัญหา นั่นคือโรงงานกำลังประสบปัญหากำลังการผลิตไม่สามารถรองรับความต้องการของลูกค้า ซึ่งถ้าไม่ดำเนินการแก้ไขจะทำให้ขาดความเชื่อถือและโรงงานจะสูญเสียโอกาสในการสร้างรายได้ ซึ่งเมื่อทุกๆ คนเข้าใจในปัญหา แล้วมีความพร้อมในการแก้ปัญหาแล้วในขั้นตอนต่อไปคือการหาทางออกของปัญหา โดยการค้นหาสาเหตุ และเมื่อได้ลำดับความสำคัญสาเหตุของปัญหาแล้วผู้วิจัยจึงมีการเรียกประชุมเพื่อกำหนดบทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบในการปรับปรุง

5.1 แนวทางการแก้ไขปัญหาระยะสั้น – ระยะยาว

สำหรับแนวทางการแก้ไขปัญหาจะเริ่มจากการพิจารณาสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดปัญหา ความสามารถในการแก้ไข วิธีการหรือแนวทางในการแก้ไข ผู้รับผิดชอบหลักและระยะเวลาในการดำเนินงานดังตารางที่ 5.1

สำหรับแนวทางการแก้ปัญหานั้นผู้วิจัยได้เสนอการแก้ปัญหาทั้งในระยะสั้นและระยะยาวดังนี้

การแก้ปัญหาระยะยาว คือ การเปลี่ยนชนิดของน้ำยาเคมี ซึ่งคุณสมบัติของน้ำยาเคลือบผิวตัวใหม่ จะต้องมีคุณสมบัติพิเศษ โดยต้องมีคุณสมบัติเป็นสารเคลือบผิวและต้องเป็นสารเคมีที่ไม่ทำปฏิกริยากับทอง ฝ่ายวิจัยผลิตภัณฑ์ของโรงงานเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ

การแก้ปัญหาระยะสั้น คือ จะเน้นการปรับปรุงที่ทำได้ทันทีนั้นคือการศึกษาลดขั้นตอนงานที่ไม่จำเป็นในการทำงาน และศึกษากลไกการทำงานใหม่ เพื่อลดรอบเวลาการผลิต

ตารางที่ 5.1 แนวทางการแก้ไขปัญหาในการปรับปรุงงาน

สาเหตุ	ความสามารถในการแก้ไข	วิธีการ	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลา
1. สารเคมีในน้ำยาเคลือบผิวทำปฏิกริยากับทอง	ไม่สามารถแก้ไขได้ทันที	ศึกษาการเปลี่ยนน้ำยาชนิดของน้ำยาเคมีเพื่อยกเลิกการติดกาว	ฝ่ายวิจัยของบริษัท	6-15 เดือน
2. มีความสูญเปล่าในกระบวนการ	สามารแก้ไขได้	ถอดฝาปิดออก เนื่องจากเป็นกลไกแยกกับลูกเบี้ยว	ผู้วิจัยและทีมงาน	1 เดือน
		จัดสถานที่ทำงานใหม่เพื่อลดระยะทาง		
3. กลไกการทำงานในแต่ละขั้นตอนที่ช้า	สามารแก้ไขได้	เปลี่ยนกลไกการทำงานใหม่	ผู้วิจัยและทีมงาน	1-2 เดือน

5.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยหลักการ ECRS

สำหรับการแก้ไขปัญหาในระยะสั้นจะประกอบไปด้วย การแก้ไขด้วยหลักการ ECRS ของ Suzuki (2548) ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าหรือ MUDA ลงได้เป็นอย่างดี สำหรับหลักการของ ECRS นั้นผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นแนวทางในการปรับปรุงได้ ดังนี้

1) **การกำจัด** (Eliminate) หมายถึง การพิจารณาการทำงานปัจจุบันและกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ที่พบในการผลิตออกไป คือการผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่ เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป และของเสีย

2) **การรวมกัน** (Combine) คือ ความสามารถในการลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 10 ขั้นตอน ก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม ซึ่งอาจจะเหลือ 8 ขั้นตอนการผลิตก็จะสามารถทำงานได้เร็วขึ้น

3) **การจัดใหม่** (Rearrange) คือ การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือ การรอคอย เช่นในกระบวนการผลิต หากสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอน ที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง เป็นต้น โดยทั่วไปเวลาการจัดงานให้กับพนักงานที่ทำงานกับเครื่องจักร เพื่อให้เกิดเวลาความสูญเปล่าที่น้อยที่สุด มักจะใช้การจัดการโดยการให้เวลารวมของพนักงาน เท่ากับเวลาของเครื่องจักรที่นานที่สุดเสมอ ในการทำงาน

4) การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น ซึ่งจะทำให้เวลาการทำงาน และเวลาในการขนย้ายชิ้นงานมีเวลาที่สั้น โดยอาจจะออกแบบจิ๊ก (jig) หรือ ฟิกซ์เจอร์ (fixture) ช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและลดการทำงานที่ไม่จำเป็น เช่น การยกเลิกการใช้ฝาปิด เนื่องจากไม่ได้เป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดประโยชน์ ถ้าแก้ไขจะถอดฝาพับออกจากเครื่องติดกาว

ส่วนหนึ่งของการทำงานให้ง่าย คือ การเปลี่ยนกลไกในแนวเส้นตรงใหม่ สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนกลไกการทำงานจะเริ่มจากการศึกษาความต้องการในการทำงานก่อน ซึ่งกลไกเดิมในกระบวนการติดกาว คือ การใช้ลูกเบี้ยวทำงาน ซึ่งมีลักษณะของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานและข้อร้องเรียนจากพนักงาน ที่เสียเวลาในการโยกคันโยกและไม่พึงพอใจกับการต้องยกฝาปิดและโยกคันโยกเพราะทำให้เกิดความเมื่อยล้า และนโยบายของบริษัทในการพิจารณาเลือกใช้สิ่งของที่เหลือใช้และราคาไม่แพงมาดำเนินการปรับปรุง ซึ่งสามารถสรุปเป็นความต้องการก่อนการออกแบบ คือ

1) กลไกที่ออกแบบจะต้องมีรอบเวลาของการทำงานที่รวดเร็ว

2) การทำงานต้องเป็นลักษณะกลไกในแนวเส้นตรง

3) ต้องมีราคาถูกหาซื้อง่าย

4) กลไกใหม่จะต้องมีความเมื่อยล้าในการทำงานน้อยกว่าในปัจจุบันที่เป็นอยู่

จากการศึกษาระบบที่จะนำมาใช้กับกลไกการทำงานในแนวเส้นตรงพบว่า การบังคับการทำงานจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ระบบ คือ

1) ระบบไฟฟ้า / อิเล็กทรอนิกส์

2) ระบบไฮดรอลิก

3) ระบบนิวเมติกส์

โดยผู้วิจัยสามารถเปรียบเทียบกลไกการทำงานของทั้ง 3 ระบบได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบกลไกการทำงาน

รายละเอียดของระบบ		เปรียบเทียบกลไกการทำงาน		
		ไฟฟ้า / อิเล็กทรอนิกส์	**ไฮดรอลิก**	**นิวเมติกส์**
ระบบขับเคลื่อน	โครงสร้าง	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ง่าย
	ความสามารถ	ดีมาก	ดี	ดี แต่ต้องระวัง
	เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	ง่าย	ยาก	ง่าย
	เคลื่อนที่แบบหมุน	ง่าย	ค่อนข้างยาก	ค่อนข้างยาก
	กำลังขับ	น้อย - มาก	กลาง-มาก	น้อย - กลาง
	การปรับกำลังขับ	ยาก	ง่าย	ง่าย
	การบำรุงรักษา	ต้องใช้เทคโนโลยี	ค่อนข้างง่าย	ง่าย
	ความเร็วคงที่	ดี	ดี	ไม่คงที่ความดันต่ำ
	การรับภาระเกินกำหนด (overload)	ยาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
	การเลือกรูปแบบการติดตั้ง	กลาง	มาก	มากกว่า
	การใช้อุปกรณ์ช่วยทำงานเมื่อขาดกระแสไฟฟ้า	ยาก	เป็นไปได้	เป็นไปได้
ระบบการบังคับ	การส่งสัญญาณ	ง่าย	ค่อนข้างยาก	ง่าย
	การป้องกันการติดไฟ	ต้องใช้อุปกรณ์ช่วย	ดี	กลาง
	ความรู้สึกไวต่อความชื้น	มาก	น้อย	ต้องระบายออก
	ความรู้สึกไวต่ออุณหภูมิ	มาก	กลาง	น้อย
	การเลือกวิธีการบังคับ	มากกว่า	น้อย	มาก
	การคำนวณระบบ	มาก	น้อย	กลาง
	การคำนวณความเร็ว	สูงมาก	กลาง	กลาง
	การคำนวณการบังคับ	ดิจิตอล (อนาล็อก)	อนาล็อก	ดิจิตอล (อนาล็อก)
	ข้อเสียเมื่อเกิดการสั่นสะเทือน	มีผลเสีย	ปกติ	ปกติ
ราคา		น้อย - มาก	กลาง-มาก	น้อย - กลาง

ดังนั้น ในการออกแบบกลไก ถ้าแก้ไขจะใช้การออกแบบระบบลม (pneumatic) ของมนูญ ชื่นชม (2536) เข้ามาช่วย เนื่องจากง่ายต่อการติดตั้งและมีราคาถูก และถ้าสามารถลดเวลาได้ตามเป้าหมายก็จะผลิตทันความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นได้

เมื่อเลือกกลไกและระบบที่ใช้เป็นระบบนิวเมติกส์แล้ว จะต้องศึกษาข้อดี-ข้อเสียของระบบนิวเมติกส์ด้วย โดยเหตุผลที่มีการนำลมอัดมาใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เป็นระบบอัตโนมัติ เนื่องจากเป็นการประหยัดแรงงาน โครงสร้างของอุปกรณ์บังคับทิศทางลมอัดแบบง่ายๆ มีความปลอดภัยในการทำงานสูง เพราะมีอุณหภูมิต่ำ เครื่องจักรที่ใช้พลังงานลมอัดยังง่ายต่อการดัดแปลง เช่นสามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าในการบังคับจากระยะไกลๆได้ เป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัย ในปัจจุบันระบบลมอัดที่ได้พัฒนามาใช้ในงานอุตสาหกรรมจึงได้ผลเป็นอย่างมาก สาเหตุสำคัญที่มีการนำเอาระบบนิวเมติกส์มาใช้ในงานอุตสาหกรรมเนื่องมาจาก

1) ระบบนิวเมติกส์ที่ใช้งานทั่วไปไม่มีการระเบิดหรือลุกไหม้เป็นเปลวไฟ จึงประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัย

2) ความเร็วของเครื่องมือที่ใช้ระบบนิวเมติกส์ให้ความเร็วในการทำงานสูง 1 ถึง 2 เมตรต่อวินาทีแต่ถ้าต้องการความเร็วสูงมากกว่านี้ จะต้องใช้กระบอกสูบชนิดพิเศษ ซึ่งมีความเร็วถึง 10 เมตรต่อวินาที

3) ระบบนิวเมติกส์เมื่อใช้งานแล้วระบายทิ้งปล่อยสู่บรรยากาศเลยไม่ต้องเดินท่อทางนำกลับมาใช้อีก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

4) ระบบนิวเมติกส์สามารถนำลมอัดที่อัดตัวแล้วไว้ในถังและนำไปใช้งานได้เลย

5) อุปกรณ์ใช้งานในระบบนิวเมติกส์มีความปลอดภัยหากใช้งานเกินกำลัง ก็จะไม่ทำให้ผู้ใช้งานได้รับอันตรายเนื่องจากไม่มีการระเบิด

6) ระบบนิวเมติกส์สามารถปรับความเร็วในการทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วและสามารถทำให้รอบในการทำงานสูงถึง 800 รอบต่อนาที

7) สามารถปรับความดันลมอัดให้มีค่ามากน้อยได้ตามต้องการโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความดันในการควบคุมซึ่งง่ายต่อการทำงาน

8) ความสะอาดของระบบนิวเมติกส์ดีมาก เพราะมีชุดปรับปรุงคุณภาพลมก่อนนำไปใช้ทำให้ใช้ความถี่ในการดูแลรักษาระดับต่ำ ไม่เป็นภาระในการดูแลรักษาเมื่อเทียบกับระบบไฟฟ้าหรือไฮดรอลิก

9) ระยะชักของก้านสูบสามารถปรับแต่งระยะชักให้สั้นหรือยาวได้ตามความต้องการ ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากในการปรับแต่งการทำงานในรูปแบบการเคลื่อนที่ในแนวแกนเส้นตรงต่างๆ

10) สามารถทำงานได้ที่ระดับความแตกต่างของอุณหภูมิ

จะเห็นได้ว่าระบบนิวเมติกส์มีข้อดีอยู่หลายประการ แต่ในขณะเดียวกัน ระบบนิวเมติกส์ก็มีข้อเสียอยู่ ดังนี้

1) ในโรงงานอุตสาหกรรมบางครั้งมีการเพิ่มอุปกรณ์นิวเมติกส์เข้ามาในวงจรโดยไม่คำนึงถึงความสามารถของเครื่องอัดลม อาจจะทำให้เครื่องจักรทำงานคลาดเคลื่อนได้และบางครั้งถ้ากระบอกสูบอยู่ห่างจากอุปกรณ์ควบคุมเกินกว่า 5 เมตร จะทำให้เกิดปัญหาการทำงานของกระบอกสูบ

2) ลมที่ได้จากการอัดตัวในในระบบนิวเมติกส์จะมีความชื้นปนอยู่ และเมื่อความดันลดลงจะทำให้เกิดหยดน้ำขึ้นได้

3) การทำงานของระบบนิวเมติกส์มักจะมีเสียงดังเพราะจะต้องมีการระบายลมทิ้งปล่อยสู่บรรยากาศ จึงจำเป็นต้องมีที่เก็บเสียง

4) ความดันของลมอัดในระบบนิวเมติกส์จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงความดันก็จะสูง ถ้าอุณหภูมิต่ำความดันก็จะต่ำลงด้วย

5) ถ้าต้องการแรงมากในการใช้งาน เส้นผ่าศูนย์กลางของกระบอกสูบต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางโตขึ้น เพื่อที่จะให้แรงได้ตามต้องการ ซึ่งขนาดกระบอกสูบในระบบนิวเมติกส์จะมีขีดจำกัด

5.3 สรุปแนวทางการแก้ไขปัญหา

บทสรุปของแนวทางในการปรับปรุง จากการศึกษาถึงแนวทางในการปรับปรุงจะดำเนินการการแก้ปัญหา ดังนี้

1) การแก้ปัญหาเสียเวลายกฝาปิดซึ่งมีหลายทาง เช่น ไม่ต้องยกฝาปิด ยกฝาปิดให้ไวขึ้น ยกเลิกฝาปิด ซึ่งวิธีที่เลือกคือ การยกเลิกขั้นตอนการปิดฝาโดยถอดฝาพับออกจากเครื่องติดกาว เนื่องจากไม่มีความจำเป็นในการใช้ ทำให้ต้องทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม อีกทั้งไม่ส่งผลต่อคุณภาพงานและจะจัดวางอุปกรณ์ในการผลิตใหม่และปรับระดับการทำงานให้เป็นระดับเดียวกันเพื่อลดระยะทางในการทำงาน

2) การแก้ปัญหาเสียเวลาโยกคันโยก นำไปสู่การออกแบบกลไกผ่อนแรงด้วยระบบลมซึ่งมีอยู่แล้วแทนการใช้คันโยกเพื่อให้ทำงานได้เร็วขึ้น และลดความเมื่อยล้าของพนักงาน และในออกแบบกลไกผ่อนแรง ได้ใช้การออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อเปลี่ยนกลไกการทำงานในแนวเส้นตรง แทนการดัน pin ขึ้น-ลง จากการใช้ลูกเบี้ยวในการขับเคลื่อน เนื่องจากง่ายต่อการติดตั้งและมีราคาถูก ซึ่งในการออกแบบระบบมีข้อพิจารณาด้านขั้นตอนการทำงาน ทิศทางการเคลื่อนที่ ระยะในการทำงานแรงลมที่ใช้ และน้ำหนักในการรับภาระงาน

บทที่ 6
การดำเนินการปรับปรุง

วิธีดำเนินการปรับปรุงในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตแผงวงจรไฟฟ้า เพื่อให้มีกำลังการผลิตเหมาะสมกับความต้องการของลูกค้า ว่ามีการแก้ปัญหาอย่างไร โดยรายละเอียดขั้นตอนของการดำเนินการวิจัย ดังที่ได้กล่าวถึงสาเหตุของปัญหาหลักนั้นมาจากกลไกการทำงานที่ล่าช้า

6.1 หลักการในการปรับปรุง

การนำหลักการปรับปรุงงานไปใช้ให้ได้รับความสำเร็จจะต้องประกอบไปด้วยปัจจัยต่าง ๆ หลายปัจจัย จึงจะสามารถทำให้การปรับปรุงงานสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์การปรับปรุงงานเป็นการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบที่มีผลต่อการทำงานการนำหลักของการปรับปรุงงานไปใช้เพื่อทำให้ขั้นตอนและวิธีการถูกต้องเหมาะสมดียิ่งขึ้นและเกิดประโยชน์ในการที่จะลดรอบเวลาการผลิต ลดจำนวนเครื่องจักร เพื่อทำให้การใช้เวลารวมทั้งกำลังคนได้มีผลผลิตหรือผลตอบแทนสูงสุดทำให้ระบบมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นการพัฒนาความคิดในการปรับปรุงงาน คือ ต้องพัฒนาความคิดของตัวเองและทีมงานก่อน เพื่อจะได้เข้าใจปัญหาและแนวทางแก้ไขไปในแนวทางเดียวกัน โดยสาเหตุหลักที่ทำให้ผลิตไม่ทันนั้นเกิดจากกลไกในการทำงานของเครื่องติดกาวนั้นทำงานได้ช้า 5.7 วินาที ซึ่งเป็นเวลาในการยกฝาและกลไกจากเวลาการทำงานทั้งหมด 14.1 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง ซึ่งถ้าสามารถลดเวลาในการทำงานได้ก็จะสามารถผลิตได้ทันเวลา ทำให้ทีมงานนึกถึงสวิตช์ไฟฟ้าที่กดตามบ้านซึ่งกดได้รวดเร็วไฟก็ติด ดังภาพที่ 6.1 และการทำงานพนักงานยังมีข้อร้องเรียนในการทำงานเกี่ยวกับความเมื่อยล้าซึ่งผู้วิจัยจะต้องนำจุดนี้มาแก้ไขด้วย

ภาพที่ 6.1 แนวคิดในการปรับปรุงงาน

6.2 การยกเลิกขั้นตอนที่สูญเปล่า

จากสาเหตุหลักของปัญหาที่ทำให้เวลาในการติดกาวนานถึง 14.1 วินาทีต่อแผ่น ส่วนหนึ่งมาจากการมีขั้นตอนที่เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการ และมีการสูญเสียเวลาซ้ำซ้อนไปกับการปิดฝาดังนั้น ในการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานโดยยังไม่ได้เปลี่ยนกลไกได้ใช้หลักการ ECRS ซึ่งเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าหรือ Muda ลงได้เป็นอย่างดี โดยมีหลักการในการพิจารณาและเริ่มดำเนินการปรับปรุงกระบวนงาน ดังนี้

1) **การยกเลิกขั้นตอน** (Eliminate) คือ ยกเลิกบางขั้นตอนทำงาน ในการพิจารณาขั้นตอนการทำงานที่สามารถยกเลิกและไม่มีผลกระทบกับความต้องการของลูกค้าพบว่าฝาปิด (cover) สามารถดำเนินการยกเลิกการใช้งานได้ และเปลี่ยนมาเป็นการติดกาวโดยตรง

2) **การรวมกัน** (Combine) คือ ความสามารถในการลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลง จากผลการพิจารณาพบว่า สามารถรวมขั้นตอนการดันคันโยกเพื่อยก pin ขึ้นด้วยมือซ้ายพร้อมกันกับการหยิบแผ่นกาวด้วยมือขวา

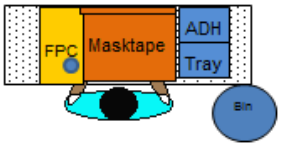
3) **การจัดใหม่** (Rearrange) คือ การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือการรอคอย จากการพิจารณาขั้นตอนการทำงานยังไม่สามารถจัดขั้นตอนในการทำงานใหม่ได้ แต่สามารถลดการเคลื่อนที่ในการทิ้งแผ่นกาวได้โดยการเปลี่ยนถังขยะให้มีความสูงขึ้นใกล้ระดับโต๊ะ

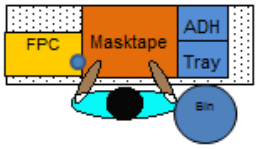
4) **การทำให้ง่าย** (Simplify) คือ การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น

จากการวิเคราะห์ด้วยหลัก ECRS ที่กล่าวข้างค้น สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ ตามภาพที่ 6.2 ดังนี้

การวิเคราะห์ขั้นตอนด้วยหลัก ECRS

วันที่ 4/20/2011
ชื่อกระบวนการ Maskingtape Apply
ผู้ทำการวิเคราะห์ B6254
ประสบการณ์ทำงาน 5 ปี





ลำดับ	งานย่อย	สามารถยกเลิกขั้นตอนได้ (E)	สามารถรวมกันได้ (C)	สามารถจัดขั้นตอนใหม่ (R)	ทำให้ง่ายขึ้นได้ (S)	วิธีการแก้ไข
1	ดันคันโยกเพื่อยก Pin ขึ้น		X			
2	หยิบ Masking tape มาวาง					ในขณะที่มือซ้ายโยกคันให้ใช้มือขวาหยิบแผ่นกาว
3	ลอกกาวและทิ้งเศษกาว			X		เพิ่มความสูงและขยับถังทิ้งกาวมาไว้ข้างตัว
4	หยิบ FPC มาวาง				X	ปรับทิศทางการทำงานของตัวงานให้เป็นทางเดียวกับ Fixture
5	ยกฝาปิด	X				ยกเลิกการใช้ฝา
6	โยกคันโยกเพื่อดัน Pin ลง					
7	ลูบ Plate					
8	ยกฝาขึ้น	X				ยกเลิกการใช้ฝา
9	ตรวจสอบ Maskingtape					
10	นำงานวางบน Tray					

ภาพที่ 6.2 การพิจารณาขั้นตอนการทำงานด้วยหลัก ECRS

จากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยหลัก ECRS สามารถสรุปการแก้ไขได้ดังนี้

1. การนำเอาฝาปิดด้านบนออก เนื่องจากปัจจุบันพนักงานได้มีการลูบกาวถึง 2 ครั้ง ดังภาพที่ 6.3 ซึ่งถือว่าเป็นการทำงานที่ซ้ำซ้อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงพิจารณายกเลิกฝาปิด เพราะไม่ส่งผลกับคุณภาพงาน เนื่องจากเป็นเพียงการสัมผัสให้แผ่นกาวกับแผ่นงานติดกัน เปรียบเทียบก่อนและหลังยกเลิกฝาปิดดังภาพที่ 6.4

ภาพที่ 6.3 การลูบกาวของพนักงานครั้งที่ 1 (ซ้าย) และครั้งที่ 2 หลังเปิดฝา (ขวา)

2. ปรับทิศทางของตัวงานใหม่ซึ่งสภาพปัจจุบันตัวงานจะตั้งฉากกับทิศทางการทำงานทำให้ต้องเสียเวลาบิดข้อมือเพื่อกลับงานให้เป็นแนวเดียวกับ Fixture และเพิ่มความสูงของถังขยะแล้วนำมาไว้ให้ใกล้ตัวเพื่อจะได้ไม่ต้องเสียเวลามองตอนทิ้งเศษกาว

ภาพที่ 6.4 เปรียบเทียบก่อนและหลังยกเลิกฝาปิด

6.3 การเปลี่ยนกลไกการทำงาน สำหรับวัตถุประสงค์ในการเปลี่ยนกลไกการทำงาน คือ

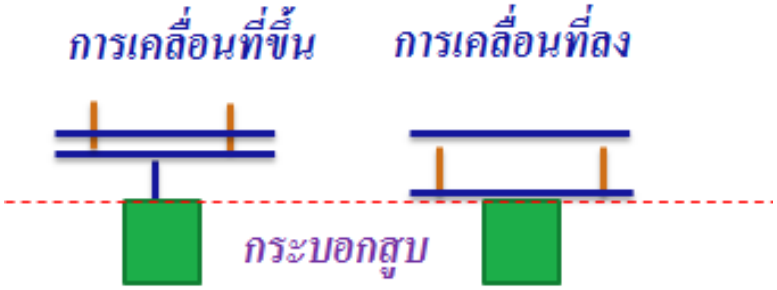
1. เพื่อลดรอบเวลาการผลิตจนสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นได้

2. ออกแบบกลไกผ่อนแรงด้วยระบบลม เพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าในการทำงานของพนักงาน ผู้วิจัยใช้การออกแบบเปลี่ยนกลไกการทำงานจากการใช้ลูกเบี้ยวในการขับเคลื่อนแทนการดัน pin ขึ้น-ลง เนื่องจากเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับระบบการทำงานอื่นๆ เช่น ระบบไฟฟ้าและระบบไฮดรอลิก ผลการพิจารณาพบว่า ระบบนิวเมติกส์เหมาะสมในการใช้งานมากที่สุดเนื่องจากง่ายต่อการติดตั้งและมีราคาถูก ซึ่งมีขั้นตอนในการออกแบบดังภาพที่ 6.5 ดังนี้

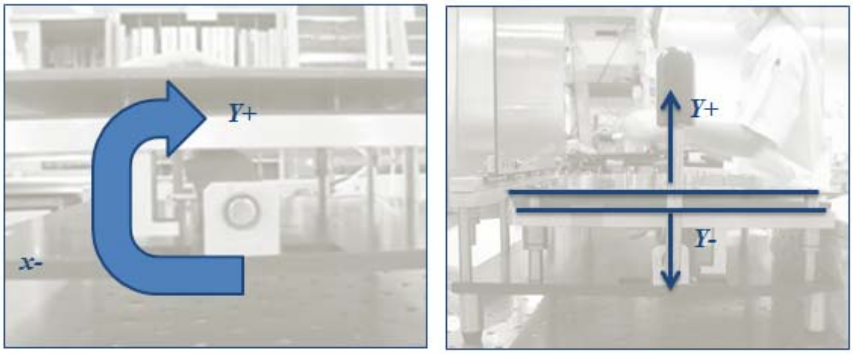
ภาพที่ 6.5 ขั้นตอนการออกแบบระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น ของมนูญ ชื่นชม (2536)

ขั้นตอนในการออกแบบระบบนิวเมติกส์ ดังนี้

1) **ความต้องการในการสร้างระบบ** ตามแนวทางของมนูญ ชื่นชม (2536) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนแรกในการออกแบบนั้น จำเป็นจะต้องหาความต้องการในการสร้างระบบให้ได้เสียก่อน เพื่อที่จะได้กลไกที่สามารถตอบสนองกับความต้องการได้ ซึ่งความต้องการในการสร้างระบบเบื้องต้นจะต้องพิจารณาจากทิศทางการเคลื่อนที่ที่ต้องการ ภาพที่ 6.6 ลักษณะการทำงาน ภาพที่ 6.7 ระยะการทำงาน และกำลังของลมที่ใช้ ดังตารางที่ 6.1



ภาพที่ 6.6 ทิศทางการเคลื่อนที่ที่ต้องการเพื่อดัน pin ขึ้น-ลง



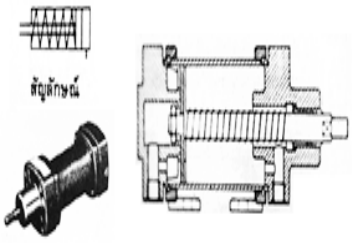
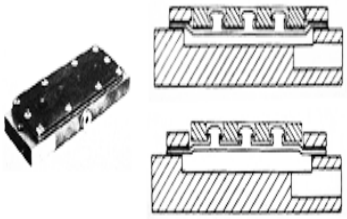
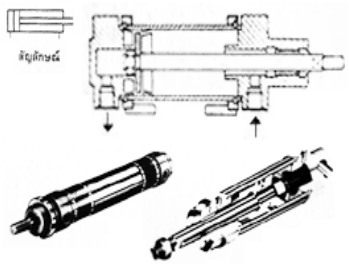
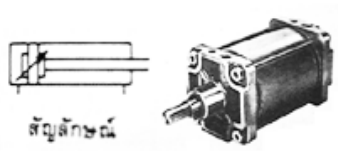
ภาพที่ 6.7 ลักษณะการทำงานแบบเดิม (ซ้าย) และการทำงานแบบใหม่ (ขวา)

ตารางที่ 6.1 ความต้องการในการสร้างระบบ

หัวข้อการพิจารณา	ความต้องการ
1. ทิศทางการเคลื่นที่	แนวเส้นตรงแกน Y+ และ Y- เทียบแนวระนาบพื้น
2. ลักษณะการทำงาน	เป็นจังหวะ / 2 ตำแหน่งยกแผ่นรองขึ้นสุด – ลงสุด
3. ความสูงของระยะ pin ขึ้นจนสุด Plate	10-50 mm
4. แรงลม	$6x10^{5}$ N/m^{5}
5. น้ำหนักของแผ่นรอง	2 Kg (W)

2) **การเลือกชนิดและการหาขนาดกระบอกสูบลม** จะพิจาณาจากลักษณะการใช้งาน ความสามารถในการรับแรง ข้อควรระวัง และราคา ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 การเลือกประเภทของกระบอกสูบลม

รูปแบบกระบอกสูบ	รูปประกอบ	การนำไปใช้งาน	ข้อควรระวัง	ราคา
1. กระบอกสูบลมทำงานทางเดียว		หม้อลมเบรกในรถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่		แพง
2. กระบอกสูบลมแบบทางเดียวชนิดไดอะแฟรม		เหมาะกับอุตสาหกรรมผลิตอาหารและเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการให้ลมอัดมีน้ำมันหล่อลื่นผสมเข้าไป		แพงมาก
3. กระบอกสูบลมชนิดที่ไม่มีเบาะลมกันกระแทก		กระบอกสูบลมแบบเป็นกระบอกสูบลมที่มีราคาถูก เหมาะกับงานที่ใช้ ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มากนัก	ห้ามไปใช้กับงานที่มีการเคลื่อนเร็วตอนกลับสุดของลูกสูบเกิดการกระแทกกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบทำให้เกิดความเสียหายได้	ราคาถูกที่สุด
4. กระบอกสูบลมชนิดที่มีเบาะลมกันกระแทก		ถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาของกระบอกสูบลมชนิดไม่มีเบาะลมกันกระแทกเบาะกันกระแทกมีไว้เพื่อช่วยลดความเร็วหรือลดอัตราหน่วงของลูกสูบเมื่อสุดระยะชัก		ราคาถูก

ในการเลือกใช้อุปกรณ์นิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้นสามารถเลือกใช้กระบอกสูบด้วยการคำนวณโดยนำความต้องการทั้งหมดไปออกแบบระบบการทำงานด้วยระบบลมสำหรับการคำนวณขนาดกระบอกสูบสามารถเลือกขนาดกระบอกสูบที่เหมาะสมได้จากสมการที่ 4

$$F = 1.2 \times W \quad (1)$$

$$A = F / P \quad (2)$$

$$A = \P D^2/4 \quad (3)$$

$$D^2 = 4F/\P P \quad (4)$$

โดย A = พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ

F = แรงที่กระบอกสูบต้องการกระทำกับงาน 1 กิโลกรัม (แรง) 9.81 N ประมาณ10 N

P = แรงดันของระบบ 6 บาร์ = 6×105 N/m^2

D = เส้นผ่าศูนย์กลางกระบอกสูบ (mm)

เมื่อแทนค่าต่างๆ

$$D^2 = 1.2x10x4x2/ (3.14x6x10^5)$$

$$D = 0.0072 \text{ m}$$

$$D = 7.2 \text{ mm}$$

เมื่อแทนค่าต่างๆ ในสมการ จะได้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.2 มิลลิเมตร แต่ยังไม่เป็นมาตรฐานของกระบอกสูบต้องไปเทียบกับมาตรฐานที่มีขายดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้กระบอกสูบแบบสองทางมีเบาะลมกันกระแทก เนื่องจากต้องรับภาระการทำงานที่ยาวนาน โดยมีขนาดเล็กสุดคือ รุ่น SSD-32-50 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ระยะชัก 50 มิลลิเมตร สามารถรับน้ำหนักได้ 2 กิโลกรัม มีรอบเวลาการทำงานที่ 0.16 วินาทีสุดระยะชัก

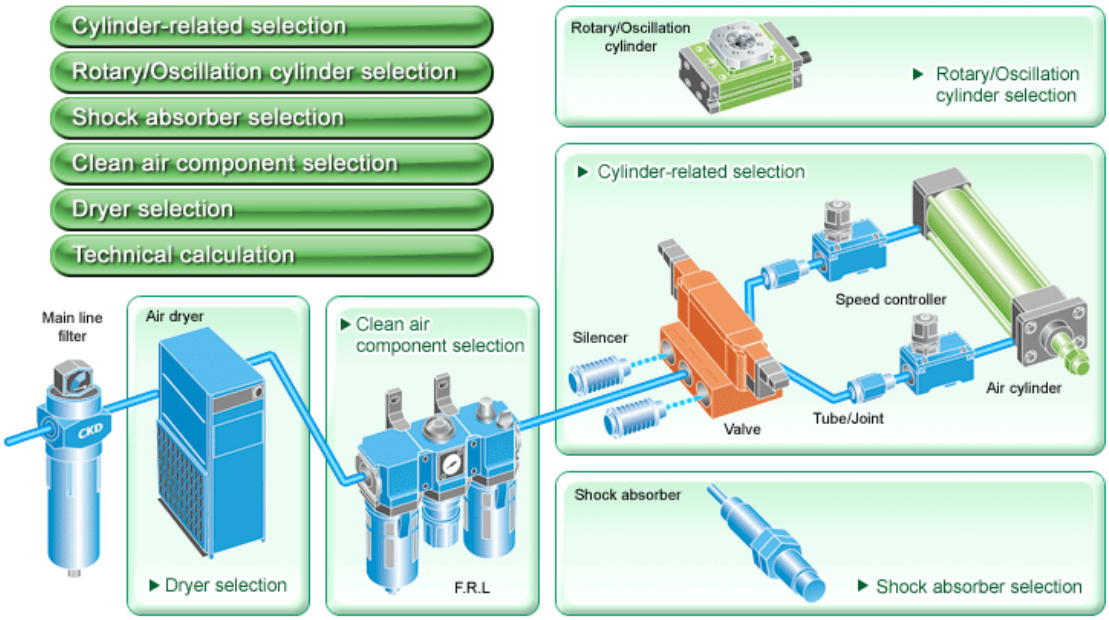
ในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปในงานออกแบบวงจร CKD บริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์นิวเมติกส์จากประเทศญี่ปุ่นได้พัฒนาขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้งาน นักออกแบบ หรือผู้ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับระบบนิวเมติกส์ได้ใช้กัน เนื่องจากระบบและหน้าตาที่ดูเรียบง่าย สามารถทำความเข้าใจกับการทำงานได้ไม่ยาก ทำให้ผู้บริโภค หรือผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้งานอุปกรณ์นิวเมติกส์จาก CKD ได้อย่างถูกต้อง และลดความผิดพลาดในการสั่งงานด้วยการใช้งาน ดังนี้

1. เข้าไปที่เว็บไซต์

http://www.ckd.co.jp/kiki/sentei/select/top.aspx?cv=P1D593252B1

จะเจอกับหน้าแนะนำเว็บไซต์ ให้เลือกภาษาที่ต้องการด้านบนขวา และเลือกรูปแบบชิ้นส่วนที่ต้องการซึ่งมีอยู่ 6 ส่วน ดังภาพที่ 6.8 คือ

1. ชุดกระบอกสูบลมทั่วไป (cylinder-related selection)
2. ชุดกระบอกสูบแบบหมุน/สั่น (rotary/oscillation cylinder selection)
3. ชุดโช้คอัพ (shock absorber selection)
4. ชุดอุปกรณ์จ่ายลม (clean air component selection)
5. ชุดตู้จ่ายลม (dryer clean selection)
6. วิธีการคำนวณอุปกรณ์ทำงาน (technical calculation)



ภาพที่ 6.8 โปรแกรมการเลือกใช้งานอุปกรณ์นิวเมติกส์ (www.ckd.co.jp)

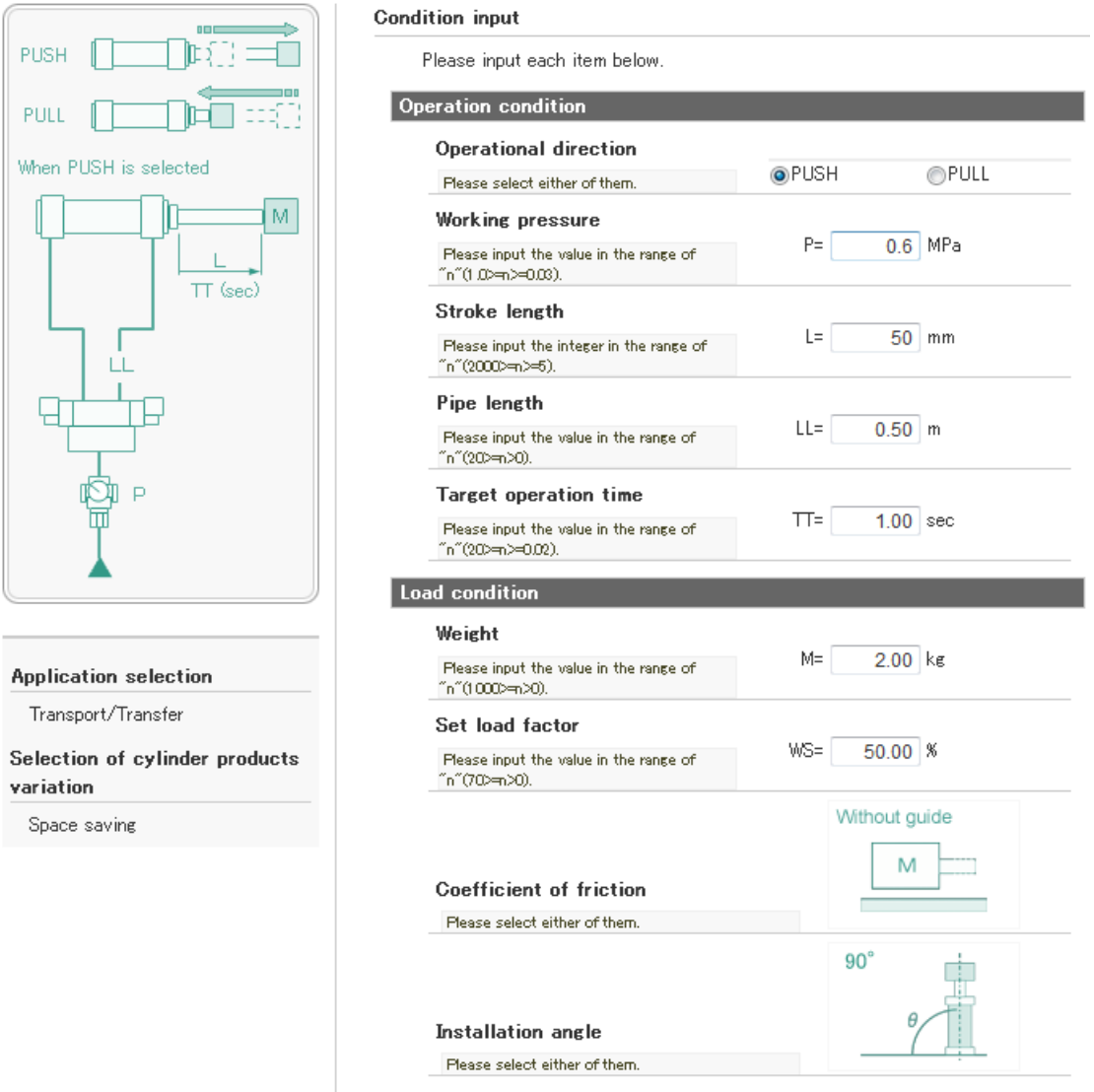
2. หลังจากเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการแล้วจะนำไปสู่การใส่ค่าตัวแปรต่างๆ ตามชุดอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งวิธีการเลือกกระบอกสูบลมของผู้วิจัยเลือกที่ ชุดกระบอกสูบลมทั่วไป (cylinder-related selection) โดยให้เลือกประเภทการใช้งาน ภาพที่ 6.9 ใช้กับการเคลื่อนที่แบบ transportation / transfer

ภาพที่ 6.9 การเลือกประเภทการใช้งานแบบต่างๆ (www.ckd.co.jp)

3. ใส่ตัวแปรต่างๆ ในการใช้งาน แบ่งเป็น 2 เงื่อนไข คือ

3.1) ลักษณะการทำงานของระบบ ได้แก่ ลักษณะการใช้งาน แรงลมที่มีความต้องการในการเคลื่อนที่ และเวลาในการทำงาน

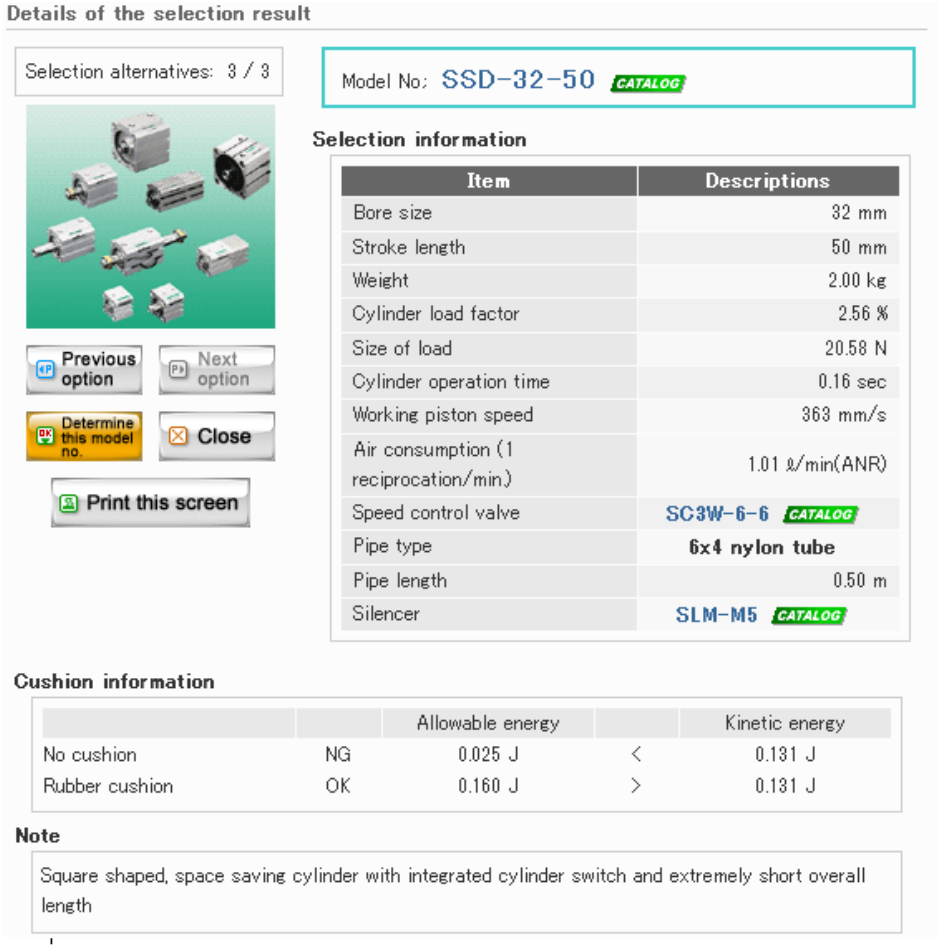
3.2) ลักษณะการรับภาระงาน ได้แก่ น้ำหนักที่ใช้ ทิศทาง และองศาในการเคลื่อนที่



ภาพที่ 6.10 การใส่ค่าความต้องการในการใช้งาน (www.ckd.co.jp)

เมื่อใส่ค่าความต้องการครบถ้วนแล้ว ดังภาพที่ 6.10 ให้กดประเมินผล จากนั้นโปรแกรมจะสร้างทางเลือกกระบอกสูบลมที่เหมาะสม ดังภาพที่ 6.11 เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้อ และเลือกราคาที่เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งผลการประเมินกระบอกสูบลมจาก

โปรแกรมพบว่า ความต้องการในการใช้งานกระบอกสูบลมของผู้วิจัย ต้องการกระบอกลมชนิดกันกระแทกรุ่น SSD-32-50 ภาพที่ 6.12



ภาพที่ 6.11 โปรแกรมเลือกรุ่นการใช้งานเหมาะสมกับความต้องการ (www.ckd.co.jp)

ภาพที่ 6.12 กระบอกลมชนิดกันกระแทกรุ่น SSD-32-50 (www.ckd.co.jp)

3) **การพิจารณาเลือกใช้วาล์ว** เพื่อควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด มีหน้าที่เลือกทิศทางการไหลของลมอัดให้ไปตามทิศทางที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบ

มอเตอร์ลม สามารถทำงานและเคลื่อนที่ในทิศทางที่ถูกต้องตามความต้องการ โดยใช้หลักการเปิด-ปิดลมอัดจากรูลมอัดหนึ่งไปยังรูลมอัดอีกรูหนึ่ง

โดยวาล์วในระบบนิวเมติกส์สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทด้วยกัน ตามลักษณะหน้าที่และการใช้งาน กล่าวคือ

1) วาล์วควบคุมทิศทาง (directional control valve)

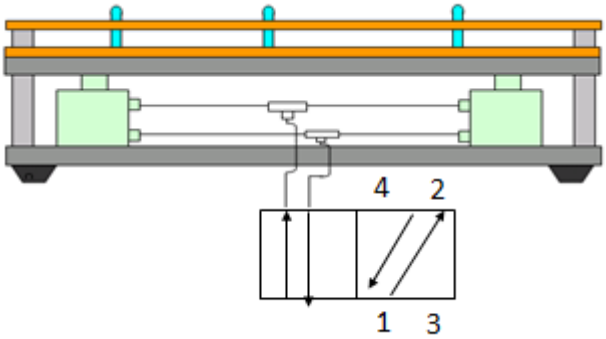
2) วาล์วชนิดลมไหลทางเดียว (non-return value)

3) วาล์วควบคุมความดัน (pressure control valve)

4) วาล์วควบคุมอัตราไหล (flow control valve)

5) วาล์วเปิด-ปิดและวาล์วผสม (shut-off valve and valve combination)

สำหรับการทำงานที่ต้องการให้กระบอกสูบลมเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการ จะพิจารณาทิศทางในระบบนิวเมติกส์และเรียกชื่อโดยเรียกทางต่อลมก่อนแล้วตามด้วยตำแหน่งการทำงาน



ภาพที่ 6.13 วาล์วควบคุม 4 ทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด 3/2 D.C. Valve ของมนูญ ชื่นชม (2536)

สำหรับกลไกที่ต้องการใช้ เป็นวาล์วควบคุม 4 ทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด (3/2 D.C. Valve) ดังภาพที่ 6.13 เนื่องจากมีการทำงานของกระบอกลม 2 ชุด มีการดันเข้า-ออก ของกระบอกลมรวมเป็น 4 ทางเข้าออก

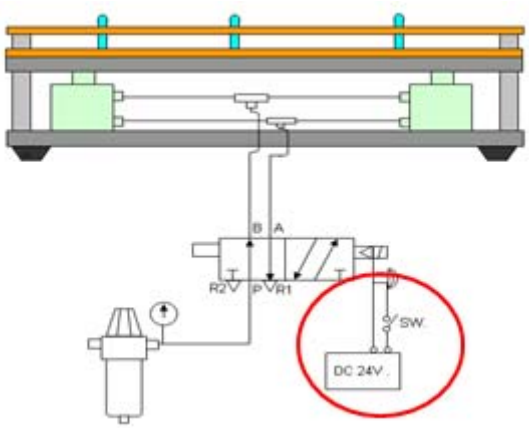
4) **การออกแบบสวิตช์ไฟฟ้าและวงจร** สำหรับในการเลือกสวิตช์ไฟฟ้าในท้องตลาดจะมีอยู่ 3 แบบหลักๆ ด้วยกัน ดังนี้

แบบที่ 1 คือ กดติด – ปล่อยดับ (Contact switch)

แบบที่ 2 คือ ดันติด – ดันดับ (Push ON-OFF switch)

แบบที่ 3 คือ กดติด – กดดับ (Press ON-OFF switch)

เมื่อได้ประกอบวงจรเข้ากับสวิตช์ควบคุม ดังภาพที่ 6.4 พบว่าสวิตช์แบบกดติด-กดดับ (Press ON-OFF switch) จะสามารถทำงานได้ดีที่สุด เนื่องจากระยะการเคลื่อนที่ในการทำงานง่ายกว่าชนิดอื่น จึงได้ประกอบเป็นเครื่องติดกาวที่ใช้ระบบผ่อนแรงแบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า



ภาพที่ 6.14 ตำแหน่งการทดสอบสวิตช์ไฟฟ้า

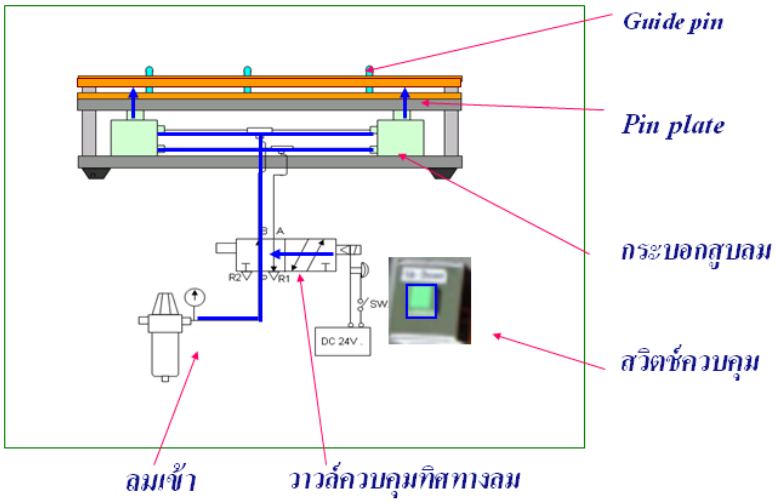
ตารางที่ 6.3 การทดลองสวิตช์ไฟฟ้า

รูปแบบสวิตช์	รูปภาพ	การทดลอง
แบบที่ 1 กดติด – ปล่อยดับ Contact switch		ใช้ไม่ได้เนื่องจากพอปล่อยมือกระบอกสูบจะร่วงลงไปเอง
แบบที่ 2 ดันติด- ดันดับ Push ON-OFF switch		ใช้ได้แต่การทำงานช้ากว่าทุกแบบ
แบบที่ 3 กดติด-กดดับ Press ON-OFF switch		ใช้ได้ดีเพียงแค่เอามือแตะสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว

จากนั้นจึงนำความต้องการทั้งหมดไปออกแบบดังตารางที่ 6.4

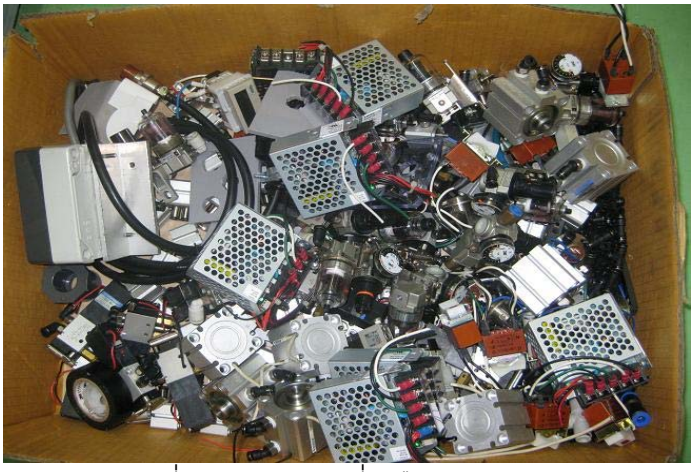
ตารางที่ 6.4 การออกแบบวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า

ขั้นตอนการพิจารณา	การออกแบบ
1.การเลือกชนิดและขนาดกระบอกสูบลม	กระบอกสูบแบบสองทางมีเบาะลมกันกระแทก (32 mm)
2.การเลือกวาวล์ควบคุมทิศทางลม	4 / 2 ควบคุมลมเข้า-ออก 4 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง
3.การเลือกสวิตช์ไฟฟ้า	แบบกดติด-ปล่อยดับ (push button switch)



ภาพที่ 6.15 การออกแบบวงจรนิวเมติกส์ไฟฟ้า

สำหรับการเลือกใช้สายไฟฟ้าจะเลือกจากเศษวัสดุที่เหลือใช้จากโรงงาน เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง



ภาพที่ 6.16 เศษวัสดุที่เหลือใช้จากโรงงาน

เมื่อได้แบบและอุปกรณ์ที่ต้องใช้แล้วผู้วิจัยร่วมกับช่างเทคนิคจึงได้ทำเปลี่ยนกลไกการทำงานของกระบวนการติดกาวจากลูกเบี้ยวเป็นกลไกนิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้นโดยมีขั้นตอนการประกอบดังนี้

ขั้นตอนการประกอบ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก คือ

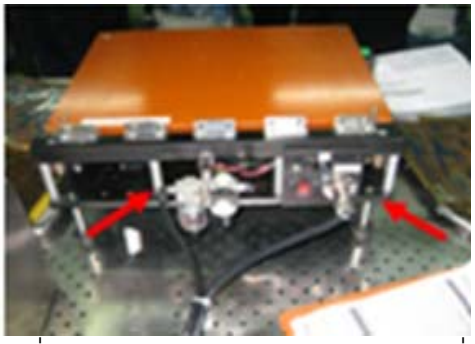
1. ถอดโครงฝาครอบ fixture และด้ามโยกออกจนเหลือแต่โครงของเครื่องติดกาว ดังภาพที่ 6.17

ภาพที่ 6.17 การถอดชิ้นส่วนเครื่องติดกาวเพื่อรอการประกอบ

2. ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ต่อลม สายไฟตามวงจร และสวิตช์ที่ได้ออกแบบไว้ โดยติดตั้งกระบอกลมไว้ตรงกลางเพื่อให้รับน้ำหนัก Plate และสวิตช์ไฟฟ้านำไปไว้ด้านมุมซ้ายมือเพื่อให้สะดวกต่อการกด เปิด-ปิด ใช้งาน และนำชุดวาล์วควบคุมทิศทางลมไปไว้ด้านหลังเพื่อไม่ให้เกะกะต่อการทำงาน จากนั้นเก็บสายไฟให้เรียบร้อย

ภาพที่ 6.18 การประกอบกลไกนิวเมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น

3. ใส่ชุดลม (ซ้าย) และเสียบไฟเข้ากับระบบของโรงงาน (ขวา) จากนั้นกด power on เพื่อให้ลมและกระแสไฟไหลเข้าเครื่องเพื่อทำงาน



ภาพที่ 6.19 การจ่ายระบบลมและไฟเข้าเครื่อง

4. ติดตั้ง Pin plate กับ Holder โดยใช้ Guide 2.95 mm ให้ได้ศูนย์แล้ว Lock plate ให้แน่นและปรับความสูงของ pin ให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของโรงงานที่ 5 มิลลิเมตร

ภาพที่ 6.20 เครื่องติดกาวหลังจากปรับปรุง

5. จากนั้นให้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องโดยพิจารณาจากข้อกำหนด ดังนี้

1) ความสมบูรณ์ของ pin ทุกตัวต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่บิ่น หัก หรืองอ
2) เมื่อเทียบระดับน้ำในแนวราบของเครื่องจะต้องได้ระดับ
3) pin ทุกตัวจะต้องอยู่ตรงกึ่งกลาง guide hole ของ plate ทุกตัว

6. เมื่อประกอบเรียบร้อยจึงได้นำไปทดสอบกลไกการทำงานของ pin ขึ้นลง โดยการกดสวิตช์ทำงาน สำหรับผลการทดสอบพบว่า สามารถใช้งานได้จริง เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ โดยสามารถกดปุ่มสวิตช์ควบคุมเพื่อดัน pin ขึ้น-ลงได้ ดังภาพที่ 6.21 สำหรับการกดครั้งแรกเพื่อให้ pin ขึ้นโดยการให้กระบอกสูบเคลื่อนที่ลง และการกดครั้งที่ 2 เป็นการยกฐานขึ้นเพื่อเก็บ pin โดยให้กระบอกสูบลมเคลื่อนที่ขึ้น

ภาพที่ 6.21 กดสวิตช์ครั้งที่ 1 กระบอกสูบเคลื่อนที่ลงเพื่อให้เห็น pin

ภาพที่ 6.22 กดสวิตช์ครั้งที่ 2 กระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้นเพื่อเก็บ pin

บทที่ 7
ผลการปรับปรุง

จากการที่ได้วิเคราะห์ปัญหาความต้องการของลูกค้าเกินกำลังการผลิต พร้อมได้วิเคราะห์กระบวนการทำงานเพื่อระบุปัญหาประสิทธิภาพการผลิตและสาเหตุในบทที่ 4 และแนวทางการแก้ไขปัญหาและการดำเนินงานปรับปรุงในบทที่ 5 และบทที่ 6 ตามลำดับ ในบทที่ 7 นี้จะรายงานผลการปรับปรุง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

7.1 ผลการปรับปรุงการยกเลิกขั้นตอนที่สูญเปล่า

จากการพิจารณาสาเหตุของปัญหาในการผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้าโดยมีสาเหตุมาจากการสูญเสียเวลาไปกับกลไกการยกฝาขึ้นลง ซึ่งได้แก้ไขด้วยหลักการ ECRS ของ Suzuki (2545) โดยพิจารณาการใช้ฝาปิดไม่ได้เป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดประโยชน์ จึงได้ดำเนินการถอดฝาพับออกจากเครื่องติดกาว ตามภาพที่ 7.1 และปรับเปลี่ยนทิศทางการทำงานในการหยิบชิ้นงานลงบนเครื่องติดกาวจากในแนวตั้งฉากเป็นขนาน

ภาพที่ 7.1 การติดตามผล ก่อนและหลังยกเลิกฝาปิด (cover)

แผ่นงานการศึกษาเวลาในการทำงาน

วันที่ 4/20/2011
ชื่อกิจกรรมการ Maskingtape Apply
พนักงาน B6254
ประสบการณ์ทำงาน 5ปี
เพศ ชาย [ ] หญิง [X]

ลำดับ	งานย่อย		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	WT
1	ยก Pin ขึ้น	R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		T	1.21	1.24	1.26	1.27	1.09	1.15	1.26	1.23	1.17	1.24	1.21
2	หยิบ Masking tape มาวาง	R	2.50	2.54	2.39	2.51	2.53	2.52	2.52	2.50	2.37	2.47	2.48
		T	1.29	1.30	1.13	1.24	1.44	1.37	1.26	1.27	1.20	1.23	1.27
3	ลอกกาวและทิ้งเศษ	R	4.27	4.32	4.26	4.24	4.27	4.39	4.33	4.46	4.67	4.17	4.34
		T	1.77	1.78	1.87	1.73	1.74	1.87	1.81	1.96	2.30	1.70	1.85
4	หยิบ FPC มาวาง	R	5.88	6.28	6.35	6.43	6.82	6.72	5.92	6.22	6.14	6.13	6.29
		T	1.61	1.96	2.09	2.19	2.55	2.33	1.59	1.76	1.47	1.96	1.95
5	กัน Pin ลง	R	7.23	7.68	7.45	7.68	8.02	7.98	7.86	7.65	8.14	8.09	7.78
		T	1.35	1.40	1.10	1.25	1.20	1.26	1.94	1.43	2.00	1.96	1.49
6	ลูบ Plate	R	7.96	8.12	8.35	8.14	8.76	8.63	8.74	8.62	8.35	8.23	8.39
		T	0.73	0.44	0.90	0.46	0.74	0.65	0.88	0.97	0.21	0.14	0.61
7	ตรวจสอบ Masking tape	R	10.34	10.11	10.89	9.66	10.16	10.45	10.23	10.17	10.16	10.02	10.22
		T	2.38	1.39	2.54	1.52	1.40	1.82	1.49	1.55	1.81	1.79	1.83
8	นำงานวางบน Tray	R	11.35	12.63	11.89	12.13	12.16	12.34	11.65	12.17	12.15	12.08	12.06
		T	1.01	2.52	1.00	2.47	2.00	1.89	1.42	2.00	1.99	2.06	1.84

เวลาที่วัดได้ (Observe Time)	อัตราการทำงาน (Rating)	เวลาปกติ (Normal Time)	ค่าเผื่อการทำงาน (Allowance)	เวลามาตรฐาน (Standard Time)
12.1 (1)	100% (2)	12.1 (3) = (1)*(2) /100	11% (4)	13.4 (5)=(3)x[1+[(4/100)]

หมายเหตุ
พนักงานมี Comment เรื่องของการยุกคันโยกเนื่องจากต้องทำงานทั้งวัน

ผู้บันทึก Suthida J.
ผู้ตรวจสอบ Anon P.

ภาพที่ 7.2 เวลามาตรฐานหลังยกเลิกฝาปิด

สำหรับเวลามาตรฐานใหม่หลังการยกเลิกฝาปิด (cover) ดังภาพที่ 7.2 ทำให้ขั้นตอนการทำงานจาก 10 ขั้นตอนเหลือเพียง 8 ขั้นตอนซึ่งเวลาในขั้นตอนอื่นๆ ใกล้เคียงจากของเดิมแต่เวลาในการตรวจสอบงานเพิ่มขึ้นจาก 0.65 วินาที เป็น 1.83 วินาที ต่อการตรวจงาน 1 แผ่น เนื่องจากพนักงานสัมผัสงานผ่านถุงมือและไปโดนที่ด้านหลังของงาน จึงต้องเพิ่มความระวัง ทางผู้วิจัยจึงได้ทดสอบคุณภาพเพื่อยืนยันผลว่าการนำฝาออกไม่มีผลต่อคุณภาพ โดยนำงานจาก lot size เดียวกัน 100 แผ่น แบ่งเป็น 50 แผ่น ใช้กับวิธีการแบบเดิม คือ ไม่ยกเลิกฝาปิดและ 50 แผ่น เป็นวิธีการใหม่โดยการยกเลิกฝาปิด ผลการทดลอง คือ ไม่ส่งผลต่อคุณภาพงาน ดังตารางที่ 7.1 เปรียบเทียบงานเสียก่อนและหลังยกเลิกฝาปิด จึงสามารถกำหนดเป็นมาตรฐานการทำงานหลังจากการนำฝาปิดออกได้

ตารางที่ 7.1 การเปรียบเทียบงานเสียก่อนและหลังยกเลิกฝาปิด

หัวข้อ	มีฝาปิด	ไม่มีฝาปิด
จำนวนงานเสีย	0	0

7.2 ผลการปรับปรุงการเปลี่ยนกลไกการทำงาน

จากการพิจารณาปัญหาในการผลิตไม่ทันความต้องการของลูกค้า มีสาเหตุมาจากการสูญเสียเวลาไปกับกลไกการทำงานที่ช้า เนื่องจากพนักงานเสียเวลาในการโยกคันโยกและไม่พึงพอใจกับการต้องยกฝาปิดและโยกคันโยก ผู้วิจัยจึงได้ใช้การออกแบบระบบลม (pneumatic) ของมนูญ ชื่นชม (2536) เข้ามาช่วยตามภาพที่ 7.3 เนื่องจากง่ายต่อการติดตั้ง ภายหลังการปรับปรุงตามภาพที่ 7.4 ผู้วิจัยได้ติดตามผลโดยการเก็บข้อมูลเวลามาตรฐาน ตามภาพที่ 7.5 พบว่าสามารถทำให้รอบเวลาการผลิตลดลงจาก 14.1 เหลือเพียง 8.3 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง

ภาพที่ 7.3 การเปรียบเทียบกลไก ก่อนและหลังการปรับปรุง

ภาพที่ 7.4 การติดตามผล ก่อนและหลังเปลี่ยนกลไกการทำงาน

แผ่นงานการศึกษาเวลาในการทำงาน

วันที่ 5/15/2011
ชื่อกระบวนการ Maskingtape Apply
พนักงาน B6254 เพศ ชาย ☐ หญิง X
ประสบการณ์ทำงาน 5 ปี

ลำดับ	งานย่อย		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	WT
1	ยก Pin ขึ้น	R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		T	0.35	0.32	0.36	0.37	0.25	0.24	0.22	0.22	0.26	0.25	0.28
2	หยิบ Masking tape มาวาง	R	1.63	1.46	1.52	1.56	1.51	1.49	1.35	2.50	2.37	2.47	1.79
		T	1.28	1.14	1.16	1.19	1.26	1.25	1.13	1.46	1.48	1.23	1.26
3	ลอกกาวและทิ้งเศษ	R	3.43	3.78	3.56	3.46	3.23	3.45	3.23	3.98	3.89	4.12	3.61
		T	1.80	2.32	2.04	1.90	1.72	1.96	1.88	1.48	1.52	1.65	1.83
4	หยิบ FPC มาวาง	R	4.86	5.23	5.98	5.46	5.22	5.12	5.39	5.66	5.78	6.14	5.48
		T	1.43	1.45	2.42	2.00	1.99	1.67	2.16	1.68	1.89	2.02	1.87
5	กด Pin ลง	R	5.32	5.66	6.33	5.89	5.77	5.49	5.83	6.11	6.19	6.53	5.91
		T	0.46	0.43	0.35	0.43	0.55	0.37	0.44	0.45	0.41	0.39	0.43
6	ลูบ Plate	R	6.13	6.54	7.12	6.59	7.53	6.46	6.48	6.83	6.86	6.73	6.73
		T	0.81	0.88	0.79	0.70	1.76	0.97	0.65	0.72	0.67	0.20	0.82
7	ตรวจสอบ Masking tape	R	6.89	7.17	7.55	7.10	8.04	7.23	7.55	7.45	7.36	7.14	7.35
		T	0.76	0.63	0.43	0.51	0.51	0.77	1.07	0.62	0.50	0.41	0.62
8	นำงานวางบน Tray	R	7.95	8.31	8.41	8.29	8.68	8.27	8.39	8.46	8.30	8.32	8.34
		T	1.06	1.14	0.86	1.19	0.64	1.04	0.84	1.01	0.94	1.18	0.99

เวลาที่วัดได้ (Observe Time)	อัตราการทำงาน (Rating)	เวลาปกติ (Normal Time)	ค่าเผื่อการทำงาน (Allowance)	เวลามาตรฐาน (Standard Time)
8.3 (1)	100% (2)	8.3 (3) = (1)*(2) /100	11% (4)	9.3 (5)=(3)x[1+[(4/100)]]

หมายเหตุ

ผู้บันทึก Suthida J.
ผู้ตรวจสอบ Anon P.

ภาพที่ 7.5 เวลามาตรฐานหลังการเปลี่ยนกลไกการทำงาน

การจับเวลาใหม่ภายหลังการเปลี่ยนกลไกพบว่าสามารถลดเวลาในการดัน pin ขึ้น-ลงจาก 2.7 วินาที เหลือเพียง 0.7 วินาที เนื่องจากเป็นกลไกแบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าทำให้ใช้เวลาดัน pin ไม่ถึง 1 วินาทีต่อแผ่น โดยใช้เงินลงทุนต่อเครื่องเพียง 1,500 บาท

เงินลงทุนเพื่อเปลี่ยนกลไกเครื่องติดกาวเป็นระบบนิวเมติกส์

ชิ้นส่วนประกอบ	**จำนวน**	**ราคา (บาท)**
กระบอกสูบลม	2 ชุด	800
วาล์ว	1 ชุด	700
สวิตช์ไฟฟ้า	1 ชุด	-
ชุดสายไฟ	3 เมตร	-
รวม	**1 ชุด**	**1,500 บาท**

จากการเฝ้าติดตามผลพบว่า สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ทำให้พนักงานไม่ต้องทนเมื่อยล้าในการโยกคันโยกแบบวิธีเดิมและรอบเวลาการผลิตลดลงจาก 4.7 วินาทีต่อแผ่น เหลือเพียง 4.1 วินาทีต่อแผ่น

7.3 ผลการปรับปรุงกำลังการผลิต

จากปัญหาคำสั่งซื้อของลูกค้าเพิ่มมากขึ้นเป็น 378,000 ในปี พ.ศ.2555 ทำให้กำลังการผลิตคอขวดที่มีอยู่ 340,000 คือ กระบวนการติดกาว (masking tape) อยู่ในขั้นตอนการเตรียมแผ่นวงจรของแผนกผลิตแผงวงจรไฟฟ้า ไม่สามารถรองรับความต้องการได้ ซึ่งสาเหตุหลักนั้นเกิดจากกลไกการทำงานของการทำงานที่ช้าถึง 14.1 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง ดังนั้น ในการปรับปรุงผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไข ดังนี้

1) **ใช้แนวคิดตามหลักของ** ECRS **ในการกำจัดบางขั้นตอน** (Eliminate) ซึ่งจากวิธีนี้สามารถทำให้ผู้วิจัยยกเลิกฝาปิด (cover) และปรับปรุงทิศทางการทำงานในการวางชิ้นงาน ซึ่งจากเดิมอยู่ทิศทางที่ตั้งฉากจึงปรับให้ขนานเป็นไปในแนวเดียวกัน พร้อมกับเพิ่มความสูงของถังขยะเพื่อให้พนักงานสามารถทิ้งเศษกาวได้โดยง่ายผลจากการปรับปรุงพบว่าสามารถลดขั้นตอนการทำงานจาก 10 ขั้นตอน เหลือ 8 ขั้นตอน

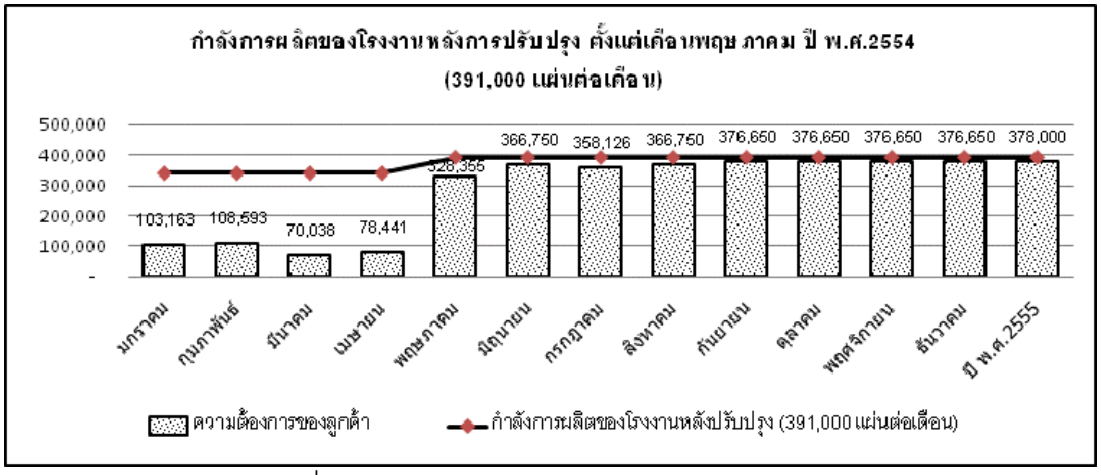
2) **ใช้แนวคิดตามหลักของ** ECRS **ในการทำให้ง่ายขึ้น** (Simplify) ด้วยการเปลี่ยนกลไกการทำงานซึ่งจากเดิมใช้แรงงานคนในการโยกลูกเบี้ยวให้ดัน pin ขึ้นเพื่อทำงาน ซึ่งจากการศึกษาเวลา พบว่าสูญเสียเวลาไปถึง 2.7 วินาทีต่อแผ่นต่อรอบ ทำให้ผู้วิจัยต้องเปลี่ยนกลไกการทำงาน ซึ่งจาการศึกษากลไกต่างในการทำงานที่นิยมใช้ในภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ กลไกนิวเมติกส์ กลไกไฟฟ้า กลไกไฮดรอลิก พบว่าระบบนิวเมติกส์สามารถนำมาใช้งานได้ดีที่สุด เนื่องจากควบคุมทิศทางการทำงานได้ง่าย การออกแบบไม่ซับซ้อนและมีราคาถูก จึงได้ออกแบบตามขั้นตอนที่ได้สร้างไว้ ผลการทดสอบที่ได้สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งเป็นตามที่ออกแบบไว้ สามารถกดปุ่มสวิตช์ควบคุมเพื่อดัน pin ขึ้น-ลงได้ ทั้งยังไม่ส่งผลกระทบกับคุณภาพงาน เนื่องจากหลักการทำงานในการติดกาวยังเป็นเหมือนเดิม เมื่อเปลี่ยนกลไกการทำงานใหม่แล้วพบว่าการทำงานต่อรอบลดลงจาก 4.7 วินาทีต่อแผ่น เหลือ 4.1 วินาทีต่อแผ่น อีกทั้งสามารถลดการใช้เครื่องติดกาวลงจาก 3 เครื่องเหลือ 2 เครื่อง และใช้พนักงานจาก 6 คนต่อวันเหลือ 4 คนต่อวัน เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้า 378,000 แผ่นต่อเดือน

ตารางที่ 7.2 การเปรียบเทียบผลก่อน-หลัง-เป้าหมายปรับปรุงกระบวนการ

หัวข้อ	หน่วย	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	เป้าหมาย
เวลาเฉลี่ยในการทำงาน	วินาที/แผ่น/เครื่อง	14.1	8.3	12.6
จำนวนเครื่องติดกาว	เครื่อง/วัน	3	2	3
จำนวนพนักงานที่ใช้	คน/วัน	6	4	6
เวลาเฉลี่ยในกระบวนการ	นาที/แผ่น	4.7	4.1	4.2
กำลังการผลิตต่อเดือน	แผ่น/เดือน	340,000	391,000	378,000

หมายเหตุ ; ในการคำนวณกำลังการผลิตจะใช้เวลาการทำงาน 20 ชั่วโมง 25 วันทำงาน ค่าเผื่อที่โรงงานยอมรับได้ที่ 89%

สรุปผลการปรับปรุง ดังตารางที่ 7.2 จะเห็นได้ว่า ก่อนปรับปรุงมีเวลาเฉลี่ยในการทำงาน 14.1 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง ใช้เครื่องติดกาวจำนวน 3 เครื่อง พนักงาน 6 คนต่อวัน เวลาเฉลี่ยในกระบวนการ 4.7 วินาทีต่อแผ่น กำลังการผลิตปัจจุบันอยู่ที่ 340,000 แผ่นต่อเดือน ภายหลังการปรับปรุง มีเวลาเฉลี่ยในการทำงาน 8.3 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง โดยสามารถใช้เครื่องจักรที่ปรับปรุงเพียง 2 เครื่อง ด้วยเงินลงทุนทั้งหมดเพียง 3,000 บาท สามารถลดพนักงานเหลือ 4 คนต่อวัน เวลาเฉลี่ยในกระบวนการ 4.1 วินาทีต่อแผ่น ส่งผลให้กำลังการผลิตต่อเดือนเพิ่มขึ้นเป็น 391,000 แผ่นต่อเดือน ทำให้สามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้อย่างเพียงพอได้ไม่น้อยกว่า 1 ปีข้างหน้า ตามภาพที่ 7.6 ซึ่งมากกว่าเป้าหมายการปรับปรุงที่ 378,000 แผ่นต่อเดือน เวลาเฉลี่ยในการทำงาน 12.6 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง ใช้เครื่องติดกาวจำนวน 3 เครื่อง พนักงาน 6 คนต่อวัน เวลาเฉลี่ยในกระบวนการ 4.2 วินาทีต่อแผ่น



ภาพที่ 7.6 กำลังการผลิตของโรงงานหลังการปรับปรุง

7.4 การสร้างมาตรฐานการทำงาน

ภายหลังการปรับปรุงทุกครั้งต้องจัดทำมาตรฐานใหม่ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นมาก เนื่องจากวิธีการใหม่ที่กำหนดจะกลายเป็นพื้นฐานในการปรับปรุงต่อไป ถ้าไม่มีมาตรฐานแล้ว การเปรียบเทียบผลหลังปรับปรุงก็จะทำได้ยาก ดังนั้น การสร้างมาตรฐานการทำงานจึงต้องแน่ใจว่า

1. ขั้นตอนปฏิบัติงานนั้นถูกต้องเหมาะสม
2. มาตรฐานดังกล่าวถูกเขียนด้วยคำที่ชัดเจนและเฉพาะเจาะจง
3. มีขั้นตอนหรือลำดับก่อนหลังอย่างเป็นระบบ
4. ตัวมาตรฐานนั้นชัดเจน สามารถอ่านเข้าใจง่าย รายการตรวจสอบถูกต้องครอบคลุม ใช้รูปภาพเพื่ออธิบายให้เห็นภาพ ซึ่งมาตรฐานที่ดีนั้น ต้องกำหนดจุดที่ทำให้พนักงานสามารถทำงานได้ง่ายและได้คุณภาพ สำหรับมาตรฐานต้นแบบที่ได้จัดทำไว้ คือ

1) มาตรฐานการทำงาน
2) ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องติดกาว

สำหรับมาตรฐานการทำงาน มีดังนี้

1. กดสวิตช์เพื่อดัน plate ลงเพื่อให้ pin ขึ้นมา
2. ใช้มือขวาหยิบแผ่นกาวเพื่อให้ลง pin ขึ้นมาโดยใช้มือซ้ายประคองให้เล็งตำแหน่งของงานกับ guide ที่มุมบนซ้ายเพื่อให้ลง pin ดังภาพที่ 7.7

ภาพที่ 7.7 ขั้นตอนการหยิบแผ่นกาววางลงบนเครื่อง

3. ใช้มือขวาลอกแถบกาว ใช้มือซ้ายประคองแผ่นที่เป็นกาวไว้ที่เครื่อง (ซ้าย) จากนั้นให้ใช้มือขวาลอกออกแล้วทิ้งเศษลงถังขยะทางขวามือ ดังภาพที่ 7.8
4. ใช้มือขวาหยิบแผ่นงานเพื่อให้ลง pin ขึ้นมาโดยใช้มือซ้ายประคองให้เล็งตำแหน่งของงานกับ guide ที่มุมบนซ้ายเพื่อให้ลง pin

ภาพที่ 7.8 ขั้นตอนการลอกแผ่นกาวและวางแผ่นวงจรไฟฟ้า

5. ใช้มือซ้ายกดสวิตช์เพื่อให้ plate ยกขึ้นปิด pin ดันลงไปข้างล่าง
6. ใช้มือซ้ายประคองงานและใช้มือขวาลูบให้งานกับแผ่นกาวติดกัน ภาพที่ 7.9

ภาพที่ 7.9 กดสวิตช์และลูบกาวให้แนบกับแผ่นงาน

7. หงายตัวงานด้านหน้าที่สัมผัสกับกาวมาตรวจสอบว่าแนบสนิทดีหรือไม่ด้วยมือซ้าย
8. วางงานลงบนถาดรองงานด้วยมือซ้าย ภาพที่ 7.10

ภาพที่ 7.10 การตรวจสอบแผ่นกาวและการวางงานเมื่อเสร็จสิ้น

ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องติดกาว

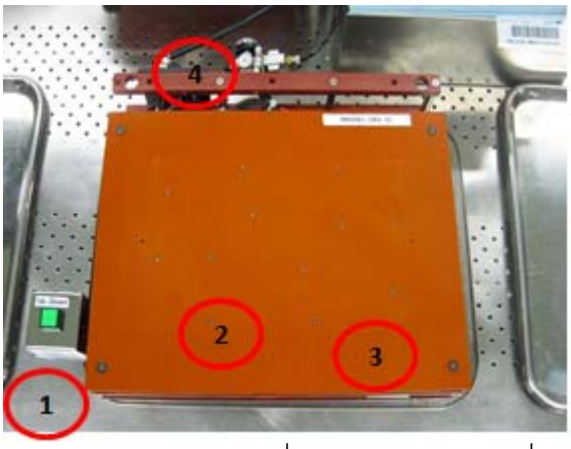
สำหรับแนวทางในการบำรุงรักษาเครื่องติดกาวจะยึดมาตรฐานเดิมที่โรงงานมีแต่จะเพิ่มเติมในส่วนของกลไกนิวเมติกส์ไฟฟ้าซึ่งมีจุดที่ต้องตรวจสอบและพิจารณาเพิ่มเติมจากการซ่อมบำรุงแบบเดิม ดังภาพที่ 7.11 ดังนี้

1) สวิตซ์กดต้องไม่ชำรุด ไม่มีรอยแตก สามารถกดใช้งานได้สะดวก

2) ขนาดของ pin ต้องตรง ไม่บิ่น ชำรุด และต้องอยู่ตรงกลางรู plate เท่านั้น

3) เมื่อเทียบระดับน้ำในแนวราบของเครื่องจะต้องได้ระดับ

4) สายไฟและสายลมจะต้องไม่ฉีกขาด ต้องไม่มีเสียงลมลอดออกมา



ภาพที่ 7.11 จุดที่ต้องตรวจสอบและพิจารณาเพิ่มในการซ่อมบำรุงเครื่องติดกาวกลไกนิวเมติกส์

เมื่อได้ข้อกำหนดในการบำรุงรักษาแล้ว ผู้วิจัยจะออกแบบฟอร์มรายการที่ต้องตรวจสอบเพิ่มเติมสำหรับซ่อมบำรุงเครื่องติดกาวกลไกนิวเมติกส์ (ภาคผนวก จ)

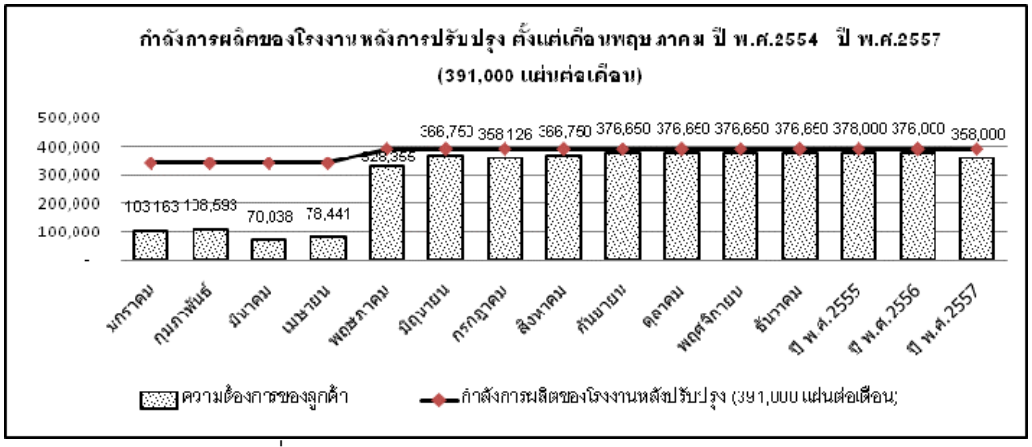
บทที่ 8
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

8.1 สรุปผลการวิจัย

โรงงานผลิตชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่นได้ ประสบปัญหาเรื่องการผลิตที่ไม่ทันความต้องการของลูกค้า เนื่องจากมีรอบเวลาการผลิตอยู่ที่ 4.7 วินาทีต่อแผ่น สูงกว่าที่ต้องการที่ 4.2 วินาทีต่อแผ่น เมื่อพิจารณาตามข้อมูลกำลังการผลิตของโรงงานพบว่า มีแผนกผลิตแผงวงจรเป็นข้อจำกัด ซึ่งเป็นตัวกำหนดอัตราผลผลิตของทั้งโรงงาน และเมื่อวิเคราะห์ไปถึงขั้นตอนการผลิตด้วยการศึกษาเวลาก็พบว่า มีขั้นตอนของกระบวนการติดกาวเป็นคอขวด ทำให้เกิดการปรับปรุงผลิตภาพการผลิตในครั้งนี้ โดยเริ่มจากการคัดเลือกผลิตภัณฑ์รุ่นที่ผลิตมากที่สุดเพื่อเป็นต้นแบบในการศึกษา และใช้หลัก 3 จริง เพื่อให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงจากหน้างาน ใช้ผังก้างปลา (cause and effect diagram หรือ fish bone diagram) เพื่อรวบรวมการระดมความคิดโดยหาทุกปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปัญหา ซึ่งจะทราบสาเหตุเบื้องต้นจากก้างปลาหลัก ทั้ง 4 ก้าง (4M) หลังจากนั้นใช้เทคนิค Why-why analysis เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นต้นตอของปัญหาอย่างมีระบบ หลังจากนั้นใช้วิธีการศึกษาการทำงาน แล้วใช้การจับเวลาการทำงานหาเวลาของแต่ละงานย่อย

จากการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุทำให้ทราบต้นตอของปัญหาว่าคือ การเสียเวลายกฝาปิด และการเสียเวลาโยกคันโยก ซึ่งนำไปสู่การระดมสมองเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยหลักการ ECRS ทำให้เกิดการลดและเปลี่ยนวิธีการทำงานโดยใช้การออกแบบกลไกผ่อนแรงด้วยระบบลม ผลที่ได้ คือ สามารถลดรอบเวลาการผลิตแผงวงจรจาก 14.1 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่องเหลือเพียง 8.3 วินาทีต่อแผ่นต่อเครื่อง ทำให้กำลังการผลิตของทั้งโรงงานเพิ่มขึ้นจนสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้อย่างเพียงพอได้ไม่น้อยกว่า 1 ปีข้างหน้า ด้วยการใช้เครื่องจักรที่ปรับปรุงเพียง 2 เครื่อง จากที่มี 3 เครื่อง และลดการใช้แรงงานจาก 6 คน เหลือ 4 คนต่อวัน ด้วยเงินลงทุนในการซื้อวัสดุสำหรับปรับปรุงอุปกรณ์เพียง 3,000 บาท

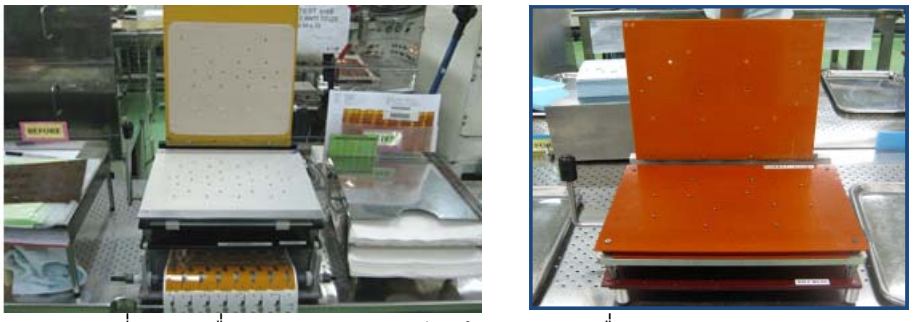
ผลสำคัญหลังการปรับปรุงครั้งนี้พบว่า คือ กำลังการผลิตของทั้งโรงงานสามารถครอบคลุมและรองรับความต้องการของลูกค้าได้อีกไม่น้อยกว่า 2 ปีข้างหน้า คือ ตั้งแต่ระยะเวลาปี พ.ศ.2555 ถึงปี พ.ศ.2557 โดยเทียบข้อมูลพยากรณ์การขายของทางโรงงานตั้งแต่ปี พ.ศ.2555 ถึงปี พ.ศ.2557 ดังภาพที่ 8.1



ภาพที่ 8.1 กำลังการผลิตของโรงงานหลังการปรับปรุง
สามารถครอบคลุมได้ไม่น้อยกว่าความต้องการของลูกค้าในปี พ.ศ.2557

8.2 การขยายผล

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะขยายผลไปใช้กับเครื่องอื่นๆ ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ที่เหลือ เมื่อศึกษาพบว่า เครื่องติดแผ่นฟิล์มแข็ง (stiffener applied fixture) ซึ่งเป็นขั้นตอนการเสริมความแข็งแรงให้กับชิ้นงานในขั้นตอนการตัดเจาะ (Punching process) มีส่วนประกอบของเครื่อง ลักษณะการทำงานของเครื่อง และวิธีการทำงานของเครื่อง คล้ายกับเครื่องติดแผ่นกาว (masking tape application fixture) ดังภาพที่ 8.2 โดยมีฝาปิดและใช้คันโยกเพื่อดัน pin ขึ้น-ลง ด้วยกลไกลูกเบี้ยว ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับปรุงกระบวนงานติดฟิล์มแข็งให้เหมือนกระบวนงานติดแผ่นกาว ดังภาพที่ 8.3 และมีแผนขยายใช้ทั้งโรงงาน



ภาพที่ 8.2 เครื่องติดแผ่นฟิล์มแข็ง (ซ้าย) และเครื่องติดแผ่นกาว (ขวา)

ภาพที่ 8.3 เครื่องติดแผ่นฟิล์มแข็งก่อนและหลังการปรับปรุง

8.3 ปัญหาและอุปสรรค

1. ในการปรับปรุงกระบวนงานช่วงแรกยังพบปัญหาความร่วมมือของทางฝ่ายช่างเทคนิค เนื่องจากพนักงานมองเห็นว่าเป็นการเพิ่มงาน ทำให้ต้องมีการชี้แจงถึงประโยชน์ภายหลังการปรับปรุง และให้พนักงานทุกคนเข้าร่วมเป็นหนึ่งในทีมงาน เพื่อทำให้เกิดความร่วมมือในการปรับปรุงงาน

2. เนื่องจากการศึกษาเวลาในการทำงานเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อน และอาจมีผลกระทบกับความรู้สึกของพนักงานได้ โดยพนักงานที่ไม่เข้าใจจุดประสงค์ของการศึกษาเวลาอาจจะเข้าใจผิดว่าการศึกษาเวลาทำงานเป็นการศึกษาเพื่อตั้งเกณฑ์ในการทำงาน และจะใช้ลงโทษพนักงานที่ทำงานได้ไม่ถึงตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้น เพื่อลดการเกิดปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องทำความเข้าใจกับพนักงานและผู้ที่เกี่ยวข้องต่างๆ ด้วยการชี้ชัดให้เห็นถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษาเวลาการทำงาน การปรับปรุงจะได้ราบรื่น

8.4 ข้อเสนอแนะ

1. ในทุกกระบวนการไม่ว่าจะเป็นกระบวนการทางธุรกิจหรือกระบวนการผลิต เครื่องจักรหรือหน่วยงานที่ช้าที่สุดจะเป็นตัวกำหนดอัตราเร็วของทั้งกระบวนการ ซึ่งเรียกว่าเป็นข้อจำกัด (constraints) หรือคอขวด (bottleneck) ซึ่งถ้านึกถึงขวดน้ำอัตราการไหลของน้ำจะขึ้นอยู่กับส่วนที่แคบสุดของขวด ดังนั้น การแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มอัตราผลิตในส่วนอื่นที่ไม่ใช่คอขวดของกระบวนการ จึงไม่ส่งผลต่ออัตราผลิตของทั้งระบบ แนวทางของทฤษฎีข้อจำกัดคิดค้นโดย Goldratt Eliyahu M. เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนงานด้วยกระบวนความคิด (thinking process) ประกอบด้วยการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ โดยทฤษฎีข้อจำกัด (theory of constraints) กล่าวถึง การควบคุมข้อจำกัดประกอบด้วย 5 กระบวนการหลัก ดังนี้

1) การระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาข้อจำกัดขึ้นในระบบ หน่วยงาน หรือกระบวนการที่มีการรอผลิตหรือรอจัดการอยู่มาก

2) กำหนดแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดจากข้อจำกัด โดยมุ่งขจัดข้อจำกัด เพื่อสร้างผลิตผลสูงสุด โดยอาจจะใช้เทคนิคของหลักการ PCDA, หรือ QC story ช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา

3) นำวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพจากข้อ 2 สร้างเป็นมาตรฐานให้กับข้อจำกัด

4) หาทางเพิ่มกำลังการผลิตให้กับข้อจำกัด โดยให้ดำเนินงานเฉพาะที่เกิดประโยชน์และต้องตรวจสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าข้อจำกัดของระบบไม่ได้ทำของเสียอยู่ และอีกวิธีหนึ่งที่สามารถเพิ่มกำลังการผลิตให้กับระบบได้ นั่นคือ การกระจายภาระของข้อจำกัดไปให้เครื่องจักรอื่นที่ไม่ใช่ข้อจำกัด หรืออาจจะเพิ่มหน่วยทำงานที่ทำงานเหมือนหน่วยทำงานที่เป็นข้อจำกัด แต่ต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์ให้ดีก่อนลงทุนซื้อหน่วยผลิตใหม่

5) หากข้อจำกัดหรือปัญหาได้ถูกขจัดหรือแก้ไขจนไม่ใช่ข้อจำกัด ให้กลับไปที่ขั้นตอนแรกเพื่อค้นหาข้อจำกัดถัดไป

2. การปรับปรุงสมัยเก่า มักจะเน้นแต่การปรับปรุงใหญ่ๆ ที่ต้องลงทุนเป็นหลัก หรือต้องผ่านงานวิจัยและพัฒนา (R&D: Research & Development) เช่น ใช้เทคโนโลยีใหม่ เครื่องมือใหม่ เครื่องจักรใหม่ หรือกระบวนการแบบใหม่ ซึ่งการปรับปรุงลักษณะนี้ก็คือ นวัตกรรม (innovation) และมักเป็นหน้าที่ของผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านหรือระดับบริหาร ส่วนพนักงานระดับปฏิบัติการทั่วไปไม่มีส่วนร่วมในการปรับปรุง มีหน้าที่เป็นเพียงผู้ที่คอยรักษาสภาพให้เป็นไปตามที่หัวหน้ากำหนดไว้ แต่ในความเป็นจริงการรักษาสภาพก็ไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะสภาพที่ดีมักจะค่อยๆ ลดลง และจะกลับมาดีขึ้นเมื่อเกิดนวัตกรรมครั้งถัดไป ดังนั้น แนวคิดการปรับปรุงกระบวนงานโดยพนักงานมีส่วนร่วมจึงเข้ามาเสริมจุดอ่อนตรงนี้

3. จากความหมายของการปรับปรุงทั้งหมด ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การปรับปรุงกระบวนงานหมายถึง กิจกรรมที่ทำแล้วบรรลุเป้าหมาย หรือดีกว่ามาตรฐานเดิม โดยมีลักษณะการปรับปรุง 7 ข้อ ดังนี้

1) จาก กระบวนการมาตรฐาน (SDCA) ไปสู่ (PDCA)

2) กระบวนการถัดไป คือ ลูกค้า โดยถามตัวเองว่าจะทำอย่างไรจึงจะส่งงานที่ดีไปให้กระบวนการถัดไป

3) คุณภาพต้องมาก่อน คือ คุณภาพที่ดีขึ้นส่งผลให้ต้นทุนและการจัดส่งดีขึ้นโดยอัตโนมัติ

4) Market in vs. Product out คือ แทนที่จะผลักผลิตภัณฑ์ไปสู่ตลาดแล้วหวังว่าลูกค้าจะซื้อ ให้ถามลูกค้าที่มุ่งหวังว่าเขาต้องการอะไร แล้วพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการ

5) Upstream management คือ ยิ่งพบปัญหาของการออกแบบ การทดสอบ การผลิตและการตลาด (ต้นกระบวนการ) เร็วขึ้นเท่าใด ความสูญเปล่าทางเวลาและการเงินน้อยลงเท่านั้น

6) คุยด้วยข้อมูล (speak with data) คือ การใช้เครื่องมือทางสถิติจะให้ข้อมูลน่าเชื่อถือขึ้น

7) การควบคุมความผันแปรและการเกิดปัญหาซ้ำ ด้วยคำถาม “ทำไม” 5 ครั้ง เพื่อนำไปสู่สาเหตุที่แท้จริงของปัญหาและหลีกเลี่ยงการแก้ไขผลที่เกิดจากปัญหานั้นๆ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤชชัย อนรรฆมณี. Visual control: พลังการสื่อสารเพิ่มประสิทธิภาพองค์การ. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2546.

คมสัน จิระภัทรศิลป์. Industrial Work Study. [วันที่สืบค้น 23 ธันวาคม 2553] แหล่งที่มา: http://www.pteonline.org/staff/index.asp?adm=komson

นิพนธ์ บัวแก้ว. รู้จัก...ระบบการผลิตแบบลีน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).2547, 91-92.

บรรจง จันทมาศ. ระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9000. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2540.

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. ความหมาย การปรับปรุง, กรุงเทพมหานคร: 2546, 669.

มนูญ ชื่นชม. นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น .พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ดวงกมลสมัย , 2535 , 141.

มังกร ขจรเดชะ. การปรับปรุงผลิตภาพของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกโดยความร้อนในการผลิตตู้เย็น, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

เรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย. การวิเคราะห์การปฏิบัติงานและการศึกษาเวลาในการทำงาน, [วันที่สืบค้น 23 ธันวาคม 2554] แหล่งที่มา: http://www.safety-stou.com/UserFiles/File/master%2054109%20unit%209.pdf.

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, ฝ่ายปรึกษาแนะนำและฝึกอบรม. การวัดผลการบริหารจัดการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต (Managing the productivity improvement). กรุงเทพมหานคร: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2549.

สรรเสริญ จิวจินดา. การปรับปรุงคุณภาพงานบริการบำรุงรักษาโดยใช้กระบวนการบริหารงานลูกค้าสัมพันธ์, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

สิริณี มิลินทสูต, (2535). ความหมายการเพิ่มผลผลิต ,[วันที่สืบค้น 23 ธันวาคม 2554] แหล่งที่มา: http://202.143.168.214/uttvc /Web%20based%20Instruction%202550/productivity1.html

ฮาจิเมะ ซูซูกิ, กฤชชัย อนรรฆมณี, งานสัมมนา Practical Way to Improve Productivity , สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2548.

ภาษาอังกฤษ

ASQ. http://www.asq.org/learn-about-quality/seven-basic-quality-tools/overview/overview.html.

Huang, S.H., Dismukes, J.P., Shi, J. and Su, Q.I. Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis, International Journal of Production Research, Vol. 41 No. 3, (2003): 513-27.

ILO, Introduction to work study, 3rd Edition, Geneva: 1978.

Kanawaty, Introduction to Work Study, 4th Edition, Geneva: International Labour Office, 1992.

Ishikawa, Kaoru. Introduction to Quality Control, pp.98.Tokyo: 3A Corp, 1990.

Lee, Samson S., Dugger, John, C., Chen, Joseph C. An Essential Tool for inclusion in industrial technology Curricula . Journal of industrials technology. Jan, 2000,

Montgomery, Douglas. Introduction to Statistical Quality Control. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.

Niebel, Benjamin W. Motion and Time Study, 9th Edition, IRWIN, 1993.

Santos, Javier, Wysk, Richard A., Torres, Jose M. Improving Production with Lean Thinking .John Wiley & Sons,2006

Tague, Nancy R. Seven Basic Quality Tools. The Quality Toolbox. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality. p.15. 2004

Womack, James P., Jones, Daniel T. Lean thinking, Random House Business Division, 2003

ภาคผนวก

EICC : Electronic Industry Citizenship Coalition

จรรยาบรรณทางการค้าของอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์ได้วางมาตรฐานต่างๆไว้เพื่อสร้างเงื่อนไขการทำงานของ Supply Chains ในภาคอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์มีความปลอดภัย คนงานได้รับความเคารพในศักดิ์ศรีและกระบวนการผลิตของบริษัทมีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม จรรยาบรรณทางการค้านี้ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของจุดประสงค์ต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิคส์ เช่น Original Equipment Manufacturers (OEMs), Eiectronic Manufacturing Service (EMS) firms และ Original Design Manufacturers (ODMs) อันรวมไปถึงคนงานที่ถูกว่าจ้างงานให้ทำงานในด้านการออกแบบการตลาด การผลิตหรือจัดหาสินค้าและบริการที่ใช้ในสายการผลิตสินค้าอิเล็คทรอนิกส์

จรรยาบรรณทางการค้าสามารถนำไปปฏิบัติตามความสมัครใจในธุรกิจต่างๆของภาคอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิคส์และต่อมาถูกนำไปปฏิบัติใช้ในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับ Supply Chains และการจ้างเหมาช่วง การยอมรับจรรยาบรรณทางการค้ากลายมาเป็นผู้เข้าร่วม (“Participant”) ธุรกิจนั้นต้องประกาศตัวเองว่าจะให้การสนับสนุนจรรยบรรณทางการค้าและแสวงหาที่จะทำจรรยาบรรณทางการค้าและมาตรฐานตามระบบที่ฝ่ายบริหารได้กำหนดไว้ในจรรยาบรรณทางการค้า เพื่อให้จรรยาบรรณทางการค้าประสบความสำเร็จ การยอมรับของผู้เข้าร่วม ควรต้องคำนึงถึงจรรยาบรรณทางการค้าให้กลายเป็นความคิดริเริ่มของ Supply Chains ทั้งหมด อย่างน้อยที่สุดผู้เข้าร่วม ควรต้องเรียกร้องให้ Suppliers ชั้นแรก ให้การยอมรับและนำจรรยาบรรณทางการค้าไปปฏิบัติ

มูลฐานสำคัญของการยอมรับจรรยาบรรณทางการค้า คือ ต้องเข้าใจว่าการทำธุรกิจกิจกรรมต่างๆ ต้องทำงานในกรอบของกฎหมายและกฎเกณฑ์ ต่างๆ ของประเทศที่เข้าไปประกอบกิจการ จรรยาบรรณทางการค้ากระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมปฏิบัติมากกว่าที่กฎหมายได้กำหนดไว้ โดยนำมาจาก มาตรฐานสากลที่ได้รับการยอมรับเพื่อสร้างความก้าวหน้าทางสังคมและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม

ผู้เข้าร่วมจรรยาบรรณทางการค้าของอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิคส์คือผู้ที่ยอมรับ ข้อเสนอจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหลาย (Stakeholders) เพื่อสานต่อการพัฒนา และปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางการค้าของอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิคส์ (EICC) จรรยาบรรณทางการค้ามีทั้งหมด 5 ตอน Section A,B และ C นำเสนอเรื่อง มาตรฐานแรงงาน สุขภาพและความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ Section D นำเสนอเรื่อง ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบที่ให้การยอมรับการบริหาร

จัดการเพื่อให้เป็นไปตามจรรยาบรรณทางการค้า Section E เพื่อมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับจริยธรรมทางธุรกิจ โดยงานวิจัยนี้อ้างถึง ตอน Section A เท่านั้น

Section A : แรงงาน ผู้เข้าร่วมต่างให้คำมั่นเพื่อปกป้องสิทธิมนุษยชนของคนงานและให้ความเคารพในศักดิ์ศรีพวกเขาด้วย ตามความเข้าใจของสังคมโลก การยอมรับมาตรฐานสากล เช่น The Universal of Human Rights (UDHR),Social Accountability International (SAI) และ The Ethical Trading Initiative (ETI) ถูกนำมาใช้ในการเตรียมจรรยาบรรณทางการค้าและเพื่อใช้เป็นข้อมูลเสริมที่เป็นประโยชน์

มาตรฐานด้านแรงงานต่างๆ คือ

1) เสรีภาพในการสมัครใจทำงาน การบีบบังคับ คุมขัง หรือแรงงานผูกมัด หรือนักโทษแรงงานที่ไม่สมัครใจจะไม่ถูกนำมาใช้ การทำงานต้องเป็นไปตามความสมัครใจ และคนงานสามารถออกจากงานโดยแจ้งเหตุผลอันสมควร คนงานไม่จำเป็นต้องมอบเอกสารทางราชการ พาสสปอร์ต หรือ ใบอนุญาตการทำงานเพื่อเป็นเงื่อนไขในการทำงาน

2) หลีกเลี่ยงการใช้แรงงานเด็ก ห้ามใช้แรงงานเด็กในทุกขั้นตอนการผลิตสินค้า เด็กหมายถึง บุคคลทำงานที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี (หรือ 14 ปี แล้วแต่กฎหมายของประเทศกำหนดไว้) หรือต่ำกว่าภาคศึกษาบังคับ หรืออายุต่ำกว่าการจ้างงานของประเทศ ขึ้นอยู่กับว่าอันไหนมากกว่า การใช้โรงงานเป็นสถานที่ของโครงการฝึกงานต้องปฏิบัติตามกฎหมายและกฎระเบียบที่ได้กำหนดไว้ คนงานอายุ 18 ปี ไม่ควรทำงานในสถานที่อันตราย และห้ามทำงานในเวลากลางคืนโดยอ้างว่าเป็นความต้องการทางการศึกษา

3) ชั่วโมงการทำงาน จากการศึกษาของภาคธุรกิจแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าคนงานที่ตกภายใต้ความเครียดส่งผลให้ผลผลิตลดลง มีการเปลี่ยนงานอยู่บ่อยครั้งและเจ็บป่วยเพิ่มขึ้น การทำงานแต่ละสัปดาห์ไม่ควรเกินเกณฑ์สูงสุดตามที่กฎหมายกำหนดไว้ ***<u>ยิ่งไปกว่านั้นทำงานในหนึ่งสัปดาห์ไม่ควรเกิน 60 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งรวมถึงทำงานล่วงเวลา</u>*** ยกเว้นกรณีฉุกเฉินหรือสถานการณ์ที่ไม่ปกติ คนงานควรได้รับอนุญาตให้หยุดงานได้อย่างน้อยหนึ่งวันต่อหนึ่งสัปดาห์

4) ค่าจ้างและสวัสดิการต่างๆ ค่าชดเชยที่จ่ายให้กับคนงานควรปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวกับค่าจ้าง รวมไปถึงกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับค่าจ้างขั้นต่ำ ค่าล่วงเวลา และสวัสดิการต่างที่ควรได้รับ ในการปฏิบัติตามกฎหมายท้องถิ่นคนงานควรจะได้รับค่าชดเชยในการทำงานล่วงเวลา ค่าจ้างต้องได้มากกว่าอัตราค่าจ้างต่อชั่วโมงปกติ การลงโทษไม่ควรลงโทษคนงานด้วยวิธีหักค่าจ้าง โดยทั่วไปคนงานจะได้รับค่าจ้างตามเวลาที่กำหนดไว้โดยการจ่ายเป็นเช็คหรือเอกสารที่คล้ายคลึงกัน

5) ความมีมนุษยธรรม จะมีการลงโทษอย่างรุนแรงไร้มนุษยธรรม รวมถึงการคุกคามทางเพศ การล่วงละเมิดทางเพศ การเฆี่ยนตี การบังคับด้านจิตใจ การลงโทษทางร่างกาย ด่าทอคนงาน หรือใช้วิธีข่มขู่ คุกคาม

6) ห้ามเลือกปฏิบัติ ผู้เข้าร่วมควรยอมรับให้สถานประกอบการที่ปราศจากการคุกคาม และเลือกปฏิบัติที่ปผิดกฎหมาย บริษัทไม่ควรนำการเลือกปฏิบัติมาใช้ เช่นเรื่อง เชื้อชาติ สัญชาติ สีผิว อายุ เพศ ความเบี่ยงเบนทางเพศ เผ่าพันธุ์ คนพิการ คนท้อง ศาสนา การเมือง สมาชิกสหภาพแรงงาน หรือ สถานภาพสมรส หรือในการว่าจ้างงาน และการปฏิบัติในการทำงาน เช่น การเลื่อนตำแหน่ง การให้รางวัล และส่งเสริมการฝึกอบรมนอกจากนั้นคนงานหรือคนที่กำลังจะเข้าทำงานไม่ควรนำผลการตรวจร่างกายมาใช้ในการเลือกปฏิบัติ

7) เสรีภาพในการสมาคม การสื่อสารที่เปิดกว้างและความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างคนงานกับผู้บริหาร จะเป็นหนทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาในที่ทำงานและเสริมประเด็นที่ขาดหายไป ผู้เข้าร่วมจะต้องเคารพสิทธิของคนงานตามกฎหมายท้องถิ่นที่ได้กำหนดไว้ในการรวมตัวกันอย่างเสรีด้วยความสมัครใจ การสรรหาตัวแทน การเข้าร่วมหรือมีตัวแทนโดยองค์กรผู้ใช้แรงงาน ในการเข้าร่วมและไม่เข้าร่วมในสหภาพแรงงาน และการเจรจาต่อรอง ตามความสมัครใจ ตามที่กฎหมายได้กำหนดไว้ คนงานที่ได้รับเลือกเป็นตัวแทนคนงาน ไม่ควรถูกเลือกปฏิบัติ และการเข้าถึงผู้บริหารและเพื่อนคนงานในการทำงานเป็นตัวแทนของพวกเขา คนงานสามารถทำงานได้อย่างเปิดเผยกับฝ่ายบริหารในเรื่องสภาพการจ้าง โดยปราศจากความหวาดกลัว การถูกลงโทษ คุกคาม หรือข่มขู่ ดังที่กล่าวได้ว่าสิทธิคนงานจะต้องถูกเคารพตามที่กฎหมายท้องถิ่นกำหนดไว้

ภาพที่ ก จรรยาบรรณทางการค้าของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

EICC : Electronic Industry Citizenship Coalition (http://www.eicc.info)

Table 13. Number of Time Study Readings N' Required for ±5% Precision and 95% Confidence Level

$\frac{R}{\bar{X}}$	Data from Sample of 5	Data from Sample of 10	$\frac{R}{\bar{X}}$	Data from Sample of 5	Data from Sample of 10	$\frac{R}{\bar{X}}$	Data from Sample of 5	Data from Sample of 10
.10	3	2	.42	52	30	.74	162	93
.12	4	2	.44	57	33	.76	171	98
.14	6	3	.46	63	36	.78	180	103
.16	8	4	.48	68	39	.80	190	108
.18	10	6	.50	74	42	.82	199	113
.20	12	7	.52	80	46	.84	209	119
.22	14	8	.54	86	49	.86	218	125
.24	17	10	.56	93	53	.88	229	131
.26	20	11	.58	100	57	.90	239	138
.28	23	13	.60	107	61	.92	250	143
.30	27	15	.62	114	65	.94	261	149
.32	30	17	.64	121	69	.96	273	156
.34	34	20	.66	129	74	.98	284	162
.36	38	22	.68	137	78	1.00	296	169
.38	43	24	.70	145	83			
.40	47	27	.72	153	88			

R = range of time for sample, which is equal to high time study elemental value minus low time study elemental value.

$\bar{X}$ = average time value of element for sample. (For ±10% precision and 95% confidence level, divide answer by 4.)

ภาพที่ ข สัดส่วนพิสัยต่อค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

เพื่อการหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามคมสัน จิระภัทรศิลป (2548)

Allowances		Men (%)	Women (%)
Standing allowance		2	4
Weight allowance :			
Weight encounter (1lb) :	5	0	1
	10	1	2
	20	3	4
	40	9	13
	50	13	20 (Max)
	70	22	-
Bad light		2	2
Heat & humidity			
Cooling power (Kata thermometer)	12 or more	0	
	10	3	
	8	10	
	6	21	
Fine or exacting work		2	
Noise level :			
Intermittent, loud		2	
Intermittent, very loud		5	
Mental strain :			
Fairly complex		1	
Very complex		8	
Monotory :			
Medium		1	
High		4	

ภาพที่ ค เปอร์เซ็นต์ของเวลาเผื่อในการทำงาน ตามคมสัน จิระภัทรศิลป (2548)

แผ่นงานการศึกษาเวลาในการทำงาน

วันที่

ชื่อกระบวนการ

พนักงาน

ประสบการณ์ทำงาน

เพศ ชาย หญิง

ลำดับ	งานย่อย		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	WT
		R											
		T											
		R											
		T											
		R											
		T											
		R											
		T											
		R											
		T											
		R											
		T											
		R											
		T											
		R											
		T											
		R											
		T											
		R											
		T											

เวลาที่วัดได้	อัตราการทำงาน	เวลาปกติ	ค่าเผื่อการทำงาน	เวลามาตรฐาน
(Observe Time)	(Rating)	(Normal Time)	(Allowance)	(Standard Time)
(1)	(2)	(3) = (1)*(2) /100	(4)	(5)=(3)x(1+[(4/100)]

หมายเหตุ

ผู้บันทึก

ผู้ตรวจสอบ

ภาพที่ ง แบบฟอร์มการศึกษาเวลาในการทำงาน

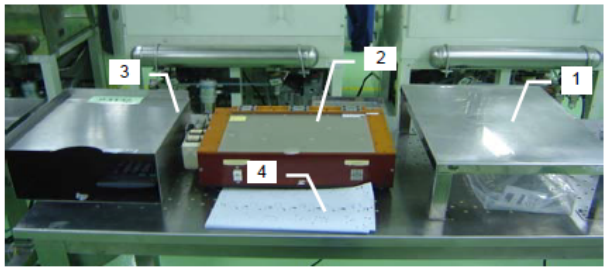
รายการทำความสะอาด

เดือน / ปี (MM / YY): ____/____

OPERATION :	Mask tape apply	OPERATION CODE :	1200	ตัวอย่างการลงบันทึก	
M/C NAME :	Mask tape fixture	M/C No. :		วันที่ (Date) :	5
				กะ (Shift) :	A

รายการ	จุดทำความสะอาด	วิธีทำความสะอาด	ความถี่	
1	ถาด "Before"	Texwipe ชุบIPA	ทุกกะ และ ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยน fixture	O
2	พื้น และ ฝา fixture	Texwipe ชุบIPA	ทุกกะ และ ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยน fixture	O
3	ถาด "After"	Texwipe ชุบIPA	ทุกกะ และ ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยน fixture	O
4	พื้นโต๊ะ Stanless	Texwipe ชุบIPA	ทุกกะ และ ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยน fixture	O
			CHECKER	A646
			MONITOR	√
				1600
				A234

รูปแสดงจุดทำความสะอาด



ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ให้ทำความสะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน
2. บันทึก วันที่, กะ, ผลการตรวจสอบ และ รหัสประจำตัว ในช่อง CHECKER ทุกครั้งเมื่อทำความสะอาดแล้ว
   หมายเหตุ ก. รายการ 1-4 เมื่อทำความสะอาดแล้ว ให้ลงเครื่องหมาย "O" ดูตัวอย่างการลงจากช่อง "ตัวอย่างการลงบันทึก"
3. การตรวจสอบแต่ละรายการให้บันทึกผลด้วยหมึกสีน้ำเงินหรือสีดำ
4. ขณะทำการผลิต จะมีการสุ่มตรวจสอบอีกครั้งโดย Lead ในช่อง MONITOR โดยให้ลงผลการตรวจสอบ, รหัสประจำตัว และระบุเวลาที่ทำการตรวจสอบไว้ด้วย
   หมายเหตุ ก. เมื่อตรวจสอบว่าถูกต้อง ให้ลงเครื่องหมาย " √ " ดูตัวอย่างการลงจากช่อง "ตัวอย่างการลงบันทึก"
   ข. กรณีที่พบความไม่ถูกต้อง ให้ลงเครื่องหมาย " X " พร้อมแจ้งให้ Supervisor เพื่อทำการแก้ไขต่อไป.
   ค. การสุ่มตรวจสอบ จะทำการสุ่มตรวจสอบอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์

Doc.No. TI-PIN-773 Form:02-B

ภาพที่ จ แบบฟอร์มรายการตรวจสอบและทำความสะอาดเครื่องติดแผ่นกาว

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว สุธิดา จำปาเงิน เกิดวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ.2529 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อ พ.ศ.2550 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2552 ชื่อผลงานทางวิชาการที่ตีพิมพ์เผยแพร่ คือ การปรับปรุงผลิตภาพในโรงงานผลิตชุดประกอบแผงวงจรไฟฟ้า สถานที่ทำงานปัจจุบัน บริษัท เม็กเท็ค แมนูแฟ็คเจอริ่ง คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด ประสบการณ์การทำงาน 4 ปี ดำรงตำแหน่งวิศวกรฝ่ายผลิต ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการผลิตแผงวงจรไฟฟ้าในอุตสาหกรรมประเภทฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์