การวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการผลิตสำหรับเบาะนั่งรถยนต์โดยเทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด

PRODUCTION ANALYSIS AND DESIGN OF SEAT ASSEMBLY PROCESS WITH MAYNARD OPERATION SEQUENCE TECHNIQUE

เขต สุดบ้านเสื่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการผลิตสำหรับเบาะนั่งรถยนต์โดยเทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด

เขต สุดบ้านเสื่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการผลิตสำหรับเบาะนั่งรถยนต์โดยเทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด Production Analysis and Design of Seat Assembly Process with Maynard Operation Sequence Technique
ชื่อ - นามสกุล	นายเขต สุดบ้านเสื่อ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ระพี กาญจนะ
ปีการศึกษา	2554

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ดร.เพ็ญสุดา พันฤทธิ์คำ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณฐา คุปตัษเฐียร)

..... กรรมการ
(ดร.สมศักดิ์ อิทธิโสภณกุล)

..... กรรมการ
(ดร.ระพี กาญจนะ)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมหมาย ผิวสอาด)
วันที่ 18 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2555

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการผลิตสำหรับเบาะนั่งรถยนต์โดยเทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด
ชื่อ- นามสกุล	นายเขต สุดบ้านเสื่อ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ระพี กาญจนะ
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา วิเคราะห์และออกแบบกระบวนการผลิตเบาะนั่งรถยนต์ โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด (MOST) เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานและลดเวลาการหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ในการปฏิบัติงานสำหรับการออกแบบกระบวนการผลิตให้กับผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ดังนั้นสายการผลิตที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากจะถูกเลือกและนำมาประยุกต์สำหรับการผลิต

ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มต้นจากการประยุกต์ใช้เทคนิค MOST การออกแบบสายการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อหาประสิทธิภาพของพนักงานและประสิทธิภาพของการสมดุลสายการผลิต จากนั้นนำกระบวนการที่ได้จากการออกแบบไปทำการผลิตจริงแล้วทำการจับเวลาและทำการทดสอบสมมติฐานทางสถิติเพื่อหาค่าแตกต่างของเวลามาตรฐานที่ได้จากการออกแบบ และเวลาที่ได้จากการจับเวลาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดสอบสมมุติฐานด้วยสถิติ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการหาเวลามาตรฐานโดยเทคนิค MOST สามารถประยุกต์แทนการหาเวลามาตรฐานโดยการจับเวลาจากการปฏิบัติงานจริงได้ และผลหลังการประยุกต์การหาเวลามาตรฐานโดยเทคนิค MOST ทำให้สามารถหาเวลามาตรฐานได้ก่อนการจับเวลาจริงถึง 2 เดือน ส่งผลทำให้เวลาการดำเนินงานในภาพรวมของทั้งระบบทำงานได้เร็วขึ้น

คำสำคัญ : ออกแบบกระบวนการผลิต เวลามาตรฐาน เทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด

Thesis Title	Production Analysis and Design of Seat Assembly Process with Maynard Operation Sequence Technique
Name - Surname	Mr.Khet Sudbansua
Program	Industrial Engineering
Thesis Advisor	Dr.Rapee Kanchana
Academic Year	2011

ABSTRACT

This thesis aims to study, analyze and design a car seat assembly process by applying the Maynard Operation Sequence Technique (MOST) in order to improve operating process as well as to specific focus on time reduction in calculating the standard time for a new model process design before launching real operation. Then, the optimal and efficient production for a new model product

The MOST is applied firstly to design the new model production process in order to determine the performance of manpower and the process line balancing efficiency. Secondly, the proposed process design is consequently implemented and measured to determine the standard time in operations. After that, the hypothesis test is used to statistically investigate the standard time difference between process designed by MOST and real operating at significant level 95% confidence interval (CI).

By the statistical hypothesis test with T-test, the result shows that there is no statistically difference in standard time of process designed by MOST and real operating at significant level 95% CI. It indicates that MOST be able to substituted for the real operating in determining the standard time of process. After implementation with MOST, the standard time of process is determined faster than the real operating approximately two months. This also leads to faster in overall operating system.

Keywords: Process design, Standard time, Maynard Operation Sequence Technique (MOST)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความเมตากรุณาอย่างสูงจาก ดร.ระพี กาญจนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.เพ็ญสุดา พันฤทธิ์ดำ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ. ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร และดร.สมศักดิ์ อิทธิโสภณกุล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ. โอกาศนี้

วิทยานิพนธ์นี้สามารถเสร็จสิ้นได้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณขอขอบพระคุณบิดา มารดาซึ่งสนับสนุนในด้านกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา และบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งมีคุณดลนภา กองอิ้ม หัวหน้าสายงานวิศวกรรม ฝ่ายวิศวกรรม ที่ได้ให้การช่วยเหลือสนับสนุน และคำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง และขอขอบคุณกำลังใจจากเพื่อน ๆ ทุกท่าน ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

เขต สุดบ้านเสื่อ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฏ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ 2
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา 2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา 3
1.5 ขั้นตอนการศึกษา 3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.7 ข้อจำกัดของการศึกษา 4
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ระบบการผลิต 5
2.2 การวางผังโรงงาน 8
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับอัตราผลผลิต 17
2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการศึกษางาน 17
2.5 การศึกษาเวลา 20
2.6 ระบบการประกอบและจัดสมดุลของสายการผลิต 30
2.7 เทคนิคการศึกษาโดย MOST 35
2.8 การทดสอบสมมติฐาน 55
2.9 งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง 60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3 วิธีดำเนินการวิจัย 62

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาทำการวิจัยของโรงงานตัวอย่าง 62

3.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต 65

3.3 ผลิตภัณฑ์ที่ทำการวิจัย 68

3.4 เครื่องจักรและผังโรงงาน 68

3.5 คำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่ทำการออกแบบใหม่ 72

3.6 ปฏิบัติงานจริงตามขั้นตอนที่ออกแบบ 73

3.7 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบกับเวลาในการผลิตจริง 73

3.8 ติดตามปัญหาและทำการสมดุลสายการผลิตใหม่ 74

3.9 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 74

4 ผลการดำเนินงานวิจัย 75

4.1 ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาทำการวิจัยของโรงงานตัวอย่าง 75

4.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต 80

4.3 ผลิตภัณฑ์ที่ทำการวิจัย 81

4.4 เครื่องจักรและผังโรงงาน 82

4.5 คำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่ทำการออกแบบใหม่ 85

4.6 ปฏิบัติงานจริงตามขั้นตอนที่ออกแบบ 93

4.7 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบกับเวลาในการผลิตจริง 95

4.8 ติดตามปัญหาและทำการสมดุลสายการผลิตใหม่ 100

5 สรุป อภิปรายผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 104

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 104

5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน 105

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัติ 105

รายการอ้างอิง 107

ภาคผนวก 109

ก ข้อมูลที่ใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ 110

ข ตัวอย่างเครื่องมือในการวิเคราะห์ 153

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

ค ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ 156
ประวัติผู้เขียน 173

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 3

2.1 ตารางหาจำนวนระบบของการจับเวลา 24

2.2 ตารางเปรียบเทียบเวลามาตรฐาน 37

2.3 รูปแบบลำดับการเคลื่อนไหวร่างกาย (Sequence Model) ของ Basic –MOST 38

2.4 ข้อมูลลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา (General Move Sequence) 40

2.5 ค่าดัชนี AX ที่สอดคล้องกับระยะทางที่กระทำ 42

2.6 ตารางข้อมูล (Data Card) ของลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด 45

2.7 การจำกัดการเคลื่อนไหวแบบดึงหรือผลัก 47

2.8 การจำกัดการเคลื่อนไหวแบบดึงหรือผลัก 47

2.9 ค่าดัชนีของเวลาทำงาน (เปรียบเทียบค่า TMU กับเวลาชั่วโมง, นาที, วินาที) 48

2.10 การ์ดข้อมูลแสดงลำดับการใช้เครื่องมือ (การใช้นิ้วและมือ) 51

2.11 การ์ดข้อมูลแสดงลำดับการใช้เครื่องมือ 52

2.12 ค่าดัชนีการจัดวางเครื่องมือ 53

3.1 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ในปัจจุบัน 67

3.2 รายละเอียดของการแบ่งรูปแบบผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการ 68

3.3 การฝึกฝนความชำนาญของพนักงาน (ตัวอย่าง) 71

3.4 ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลาและมาตรฐาน 74

4.1 อัตราในการทำงาน (Operation Rate) 76

4.2 รายการชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ 78

4.3 รายละเอียดของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบ 79

4.4 รายละเอียดของตารางการคำนวณการวิเคราะห์ MOST ของสถานีงานที่ 1 89

4.5 รายละเอียดของเวลาที่ทำการออกแบบโดย MOST (สถานีงานที่ 1) 92

4.6 การจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลาและมาตรฐานของเวลาการทำงาน 95

4.7 เวลาที่แตกต่างจากการออกแบบโดย MOST และการจับเวลาแต่ละสถานีงาน 97

4.8 รายละเอียดของเวลาที่ทำการออกแบบโดย MOST (ก่อนการปรับปรุง) 102

4.9 รายละเอียดของเวลาที่ทำการออกแบบโดย MOST (หลังการปรับปรุง) 102

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 กระบวนการผลิตขององค์กร 8
2.2 กุญแจ PQRST เพื่อการไขปัญหาการวางผังโรงงาน 10
2.3 แผนการเชิงปฏิบัติการของการวางแผนผังโรงงานอย่างเป็นระบบ 12
2.4 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ (P) และปริมาณ (Q) 13
2.5 การจัดวางโรงงานแบบตามประเภทของเครื่องจักร 14
2.6 การวิเคราะห์ P-Q และทำให้เกิดการปรับปรุงผังโรงงาน 15
2.7 กราฟเวลา A.T.T. และ T/T 29
2.8 ตัวอย่างการหาเวลามาตรฐาน 35
2.9 การเคลื่อนไหวแบบธรรมดา 39
2.10 ลักษณะของการย่อตัวและการลุกขึ้น 42
2.11 การเคลื่อนไหวแบบจำกัด 44
2.12 การใช้เครื่องมือ 49
3.1 การออกแบบสายการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ 63
3.2 การไหลของกระบวนจากวัสดุจนกระทั่งเป็นสินค้าส่งไปยังลูกค้า 65
3.3 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต 66
3.4 รูปแบบของสายการผลิตในปัจจุบันของผังโรงงานตัวอย่าง (สายการผลิตที่ 1) 69
3.5 รูปแบบของสายการผลิตในปัจจุบันของผังโรงงานตัวอย่าง (สายการผลิตที่ 2) 69
4.1 รายละเอียดของแผนภูมิการไหลของกระบวนการประกอบ 80
4.2 สัดส่วนการผลิตตามรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต 81
4.3 ตำแหน่งพื้นที่ของการจัดวางสายการผลิตใหม่ 83
4.4 รูปแบบการจัดวางเครื่องจักรในสายการผลิตใหม่แบบเต็มพื้นที่ 84
4.5 เวลามาตรฐานจากการวิเคราะห์โดย MOST 93
4.6 การเปรียบเทียบการเรียนรู้ของพนักงานตามช่วงเวลาที่ฝึกฝนเวลา 94
4.7 การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานจากการวิเคราะห์โดย MOSTและการจับเวลา 96
4.8 ผลจากการหาค่าจากการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab 15 99
4.9 การใช้ฆ้อนในการประกอบรีไทเนอร์(Retiner) 101
4.10 เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบรีไทเนอร์ (Retiner) 102

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A.T.T.	Actual Takt Time
C.T.	Cycle Time
DOE	Design of Experiment
I	Alignment
LCL	Lower Control Limit
M	Move Control
	Maynard Operation Sequence
MOST	Technique
MTM	Method Time Measurement
P	Product
PMT	Predetermined Motion Time
PMTS	Predetermined Motion Time System
PTS	Predetermined Time System
Q	Quantity
R	Routing
S	Supporting Service
SAM	Standard Allowance Minute
T	Time
T/T	Takt Time
TMU	Time Measurement Units
UCL	Upper Control Limit
UWL	Upper Warning Limit
X	Process Time

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัทที่ได้ทำการศึกษาเป็นบริษัทผลิตเบาะรถยนต์นั่งสำเร็จรูป ซึ่งในการประกอบชิ้นงานทั้งหมดจะเริ่มจากขั้นตอนการตัดผ้า การเย็บผ้า การเชื่อมโครงสร้างเหล็กภายในเบาะ การประกอบชิ้นส่วนที่เป็นเบาะนั่งด้านหน้า เบาะนั่งด้านหลังและแผงประตู จนกระทั่งถึงขั้นตอนการตรวจสอบและการจัดส่งให้กับลูกค้าเพื่อทำการประกอบเข้ากับรถยนต์ ในการผลิตจะถูกแบ่งงานออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นการผลิตงานจริงในสายการผลิต และส่วนที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งปัจจุบันการหาเวลามาตรฐานในการผลิตงานจริงจะใช้นาฬิกาในการจับเวลาในสายการผลิตจริงแล้วนำเวลาที่ได้ไปคำนวณแผนการผลิตในแต่ละวัน ส่วนในการประกอบงานที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ทางบริษัทจะทำการหาเวลามาตรฐานโดยการใช้เวลาจากโมเดลเก่าที่ทำการผลิตอยู่ในปัจจุบันและที่เลิกทำการผลิตไปแล้วที่มีรูปแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการทำงานใกล้เคียงกันมาใช้เป็นเวลาอ้างอิงในการประกอบงานส่วนงานที่เป็นขั้นตอนใหม่ที่ยังไม่มีการผลิตก็จะทำการกะประมาณเวลาที่น่าจะเป็น แล้วนำเวลาที่ได้ไปคำนวณจำนวนพนักงานและรอบเวลาในการปฏิบัติงานของแต่ละสถานีงาน เพื่อใช้ในการเตรียมความพร้อมของสายการผลิต และใช้เวลาไปคำนวณในเรื่องของต้นทุนราคาเพื่อเสนอราคาขายให้กับลูกค้าอนุมัติ เมื่อนำเวลาที่ได้จากการกะประมาณมาใช้ในการคำนวณจำนวนพนักงาน และรอบเวลาในการทำงาน ซึ่งมีผลทำให้จำนวนพนักงาน และเวลาที่ได้จากการออกแบบ และการผลิตจริง มีความคลาดเคลื่อนไป ทำให้ต้องเพิ่มพนักงานในการผลิต และต้องรอให้งานที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ทำการผลิตจริงเสียก่อนจึงทำการใช้นาฬิกาในการจับเวลา แล้วนำเวลาที่ได้ไปคำนวณแผนการผลิตในแต่ละวัน ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่แจ้งให้ลูกค้าทราบในเบื้องต้น

การศึกษาเวลาแบบพรีดีเทอร์มิน (Predetermined Motion Time : PMT) เป็นหนึ่งใน เทคนิคการวัดผลงาน โดยกำหนดเวลาการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆของร่างกายและแยกตามลักษณะการเคลื่อนไหวของงานนั้น แล้วนำเวลาที่ได้จากการเคลื่อนไหวในการทำงานชิ้นนั้นรวมกันเป็นเวลามาตรฐาน ในการทำงานชิ้นนั้นจะทำให้สามารถหาเวลามาตรฐานของงานอะไรก็ได้โดยไม่ต้องอาศัยการจับเวลาโดยตรงและใช้ในการหาเวลาสำหรับชิ้นงานที่ยังไม่เคยมีการผลิตจริง หรืออยู่ในขั้นตอนการออกแบบเพื่อใช้เปรียบเทียบวิธีการทำงาน โดยระบบนี้จะช่วยในการคำนวณหาเวลามาตรฐานใน

การประกอบโดยที่ยังไม่มีการประกอบงานจริงได้ จึงสามารถเปรียบเทียบเวลาจากแต่ละวิธีการทำงานได้ทันทีโดยไม่ต้องรอการใช้นาฬิกาในการจับเวลาจากการประกอบงานจริงในจำนวนมาก

ระบบการศึกษาเวลาแบบเมย์นาร์ด (Maynard Operation Sequence Technique : MOST) เป็นการศึกษาเวลาส่วนหนึ่งของการหาเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน (PMT) เป็นเทคนิคที่ใช้วัดค่าการเคลื่อนไหวของพนักงาน โดยคำนวณจากองค์ประกอบการเคลื่อนที่พื้นฐาน ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ รูปแบบการเคลื่อนที่ ระยะทางการเคลื่อนที่ น้ำหนักและความต้านทาน ซึ่งข้อดีของการหาเวลามาตรฐานโดย MOST คือ [1]

1) สามารถออกแบบวิธีการทำงานที่ดีที่สุดก่อนทำการผลิตจริง
2) สามารถเปรียบเทียบวิธีการทำงานแบบอื่นได้ก่อนทำการตัดสินใจเลือกวิธีการทำงานที่ดีที่สุด
3) สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทำงานและเวลา
4) อธิบายการทำงานเป็นระบบและเป็นขั้นตอน
5) สามารถบอกความแตกต่างของเวลาก่อนและหลังปรับปรุง

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะทำการออกแบบสายการผลิตและกระบวนการผลิตโดยการนำวิธีการศึกษาเวลาแบบ MOST (Maynard Operation Sequence Technique) มาใช้ในการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เคยมีการผลิตมาก่อน รวมถึงทำออกแบบและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพก่อนที่จะทำการผลิตงานจริง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1.2.1 สามารถหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานก่อนที่จะมีการประกอบงานจริง

1.2.2 เพื่อให้ได้เวลามาตรฐานและจำนวนพนักงานในการออกแบบใกล้เคียงกับเวลาที่ใช้ในการประกอบงานจริงในสายการผลิต

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

นำวิธีการศึกษาเวลาแบบ MOST เข้ามาช่วยในการหาเวลามาตรฐานของการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ สำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังไม่เคยทำการประกอบมาก่อน แล้วทำการเปรียบเทียบความผิดพลาดระหว่างการประกอบงานกับการออกแบบเวลามาตรฐานโดยใช้วิธีการของ MOST และการออกแบบด้วยวิธีการศึกษาเวลาโดยการจับเวลา

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและวิเคราะห์หาสายการผลิตที่มีความเหมาะสมสำหรับโรงงานผลิตเบาะรถยนต์ ในสายการผลิตโครงเหล็กสร้างภายในเบาะรถยนต์ โดยจะทำการศึกษาเฉพาะสายการผลิตที่ 2 คือผลิตภัณฑ์ F เท่านั้น มาทำการออกแบบกระบวนการทำงาน จากนั้นทำการวิเคราะห์กระบวนการและออกแบบสายการผลิตเพื่อหาจำนวนของกระบวนการผลิต เครื่องจักร จำนวนพนักงาน การไหลของกระบวนการ และสมดุลสายการผลิต ซึ่งมีขั้นตอนหลักคือการเชื่อมโครงสร้างเหล็ก (Welding Frame) โดยใช้การคำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตด้วยเทคนิค MOST จากนั้นทำการเปรียบเทียบเวลาที่ทำการออกแบบและเวลาจากการผลิตจริง รวมทั้งการสมดุลสายการผลิตกรณีที่พบปัญหาไม่สามารถทำตามกระบวนการที่ออกแบบไว้ โดยการหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่สมดุลใหม่

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

สำหรับงานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงาน ทั้งหมด 8 เดือน ซึ่งมีรายละเอียดโดยสังเขปเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน ดังแสดงตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน (ปี 2554)								หมายเหตุ
		ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	
1	ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	→								
2	ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของโรงงานตัวอย่าง		→							
3	คำนวณหาเวลามาตรฐานโดยใช้เทคนิค MOST			→						
4	วางรูปแบบผังโรงงานและเครื่องจักร				→					
5	ทำการผลิต				→	→				เริ่มผลิตจริง
6	จับเวลาจากการผลิตจริง					→				
7	เปรียบเทียบเวลามาตรฐาน MOST กับเวลาการผลิตจริง						→			
8	ติดตามปัญหาและทำการปรับปรุง							→		
9	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ								→	

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานได้ก่อนที่จะทำการผลิตงานจริง

1.6.2 สามารถปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้นเนื่องจากสามารถปรับปรุงวิธีการทำงานและ วัดผลได้โดยที่ยังไม่มีการผลิตงานจริง

1.7 ข้อจำกัดของการศึกษา

เนื่องจากรูปแบบและขั้นตอนในกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์เป็นกระบวนการที่เป็นการทำงานเฉพาะจึงจำเป็นต้องมีข้อมูลเพื่อช่วยในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1.7.1 การวิจัยครั้งนี้ต้องใช้คนที่มีประสบการณ์ในการทำงานสูง ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองโดยการเปลี่ยนพนักงานหรือสลับตำแหน่งการทำงานของพนักงานแต่ละกระบวนการได้

1.7.2 การทำงานร่วมกับหุ่นยนต์เชื่อม (Welding Robot) ต้องใช้เวลาอ้างอิงเวลาในการทำงานของเครื่องจักรจากผู้ผลิตเครื่องจักรแต่ละชนิดซึ่งอาจจะทำให้เวลาในการทำงานของเครื่องจักรมีการคลาดเคลื่อนกับการผลิตจริง

1.7.3 ชิ้นส่วนที่นำมาประกอบเป็นโครงสร้างของเบาะมีจำนวนมากและบางชิ้นส่วนอาจมีความคล้ายคลึงกัน จึงต้องทำการแยกชิ้นส่วนออกมาให้ครบถ้วนและถูกต้องตามจำนวนของเบาะรุ่นนั้นๆ

1.7.4 การออกแบบสายการผลิตโดยใช้เทคนิค MOST นั้นจำเป็นต้องเป็นผู้ที่มีความรู้และทักษะในการวิเคราะห์ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองไปปรับปรุงต่อได้ โดยผู้วิเคราะห์จะต้องเข้าใจระบบเป็นอย่างดี และมีการเก็บข้อมูลได้อย่างละเอียดจึงจะทำให้แบบจำลองนั้นใกล้เคียงกับระบบจริงมากที่สุด

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยในการออกแบบสายการผลิตของกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสายการผลิต ซึ่งจะประกอบไปด้วยทฤษฎีต่างๆ ดังนี้

1) ระบบการผลิต
2) การวางผังโรงงาน
3) ทฤษฎีเกี่ยวกับอัตราผลผลิต (Productivity)
4) ทฤษฎีเกี่ยวกับการศึกษางาน
5) การศึกษาเวลา (Time Study)
6) ระบบการประกอบและจัดสมดุลของสายการผลิต (Assembly Systems and Line Balancing)
7) เทคนิคการศึกษาโดย MOST (Maynard Operation Sequence Technique)
8) การสำรวจงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการผลิต

ในการผลิตโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนด้วยกัน คือ ปัจจัยการผลิต (Input) ได้แก่ คน (Man) วัตถุดิบ (Materials) เครื่องจักร (Machines) พลังงาน (Energy) เงิน (Money) ข่าวสารข้อมูล (Information) ส่วนกระบวนการผลิต (Process) ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบต่าง ๆ การนำส่วนประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกันการสร้างรูปทรง การตกแต่ง รูปทรงตลอดทั้งการบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อการจำหน่าย และส่วนที่เป็นผลผลิต (Output) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Products) ซึ่งผลผลิตจะออกมาในรูปของสินค้าหรือบริการ ซึ่งรวมเรียกว่าระบบการผลิต

ระบบการผลิตเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมาจากการใช้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ การดำเนินการผลิตจะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของการกระทำก่อนหลัง กล่าวคือ จากวัตถุดิบที่มีอยู่จะถูกแปลงสภาพให้เป็นผลผลิตที่อยู่ในรูปตามต้องการเพื่อให้การผลิตบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวนั้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดการให้อยู่ในรูปของระบบการผลิต ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ปัจจัยการผลิต (Input) กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process) และผลผลิต (Output) ที่อาจเป็นสินค้าและบริการ การผลิตที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านปริมาณ คุณภาพ เวลาและราคา ซึ่งทั้งหมดนี้จะต้องนำมารวมไว้ในระบบการผลิต

โดยมีการวางแผนและควบคุมการผลิตเป็นแกนกลาง กิจกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบการผลิตนั้น สามารถจำแนกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Planning) การดำเนินงาน (Operation) และการควบคุม (Control)

1) การวางแผน เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ และวางแผนการใช้ทรัพยากรให้ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการ และเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในแผนการผลิตจะกำหนดเป้าหมายย่อยไว้ในแผนกต่าง ๆ ในเทอมของเวลาที่กำหนดไว้ก่อนล่วงหน้า และจากเป้าหมายย่อย ๆ ที่ถูกกำหนดขึ้นเหล่านี้ ถ้าประสบผลสำเร็จก็จะส่งผลไปยังเป้าหมายที่ต้องการ

2) การดำเนินงาน เป็นขั้นตอนของการดำเนินการ จะเริ่มต้นได้ก็ต่อเมื่อรายละเอียดต่าง ๆ ในขั้นตอนการวางแผนได้ถูกกำหนดไว้ในแผนการผลิตเรียบร้อยแล้ว

3) การควบคุม เป็นขั้นตอนของการตรวจตราให้คำแนะนำและติดตามผลเกี่ยวกับการดำเนินงานโดยใช้การป้อนกลับของข้อมูล (Feedback Information) ในทุก ๆขณะที่งานก้าวหน้าไปผ่านกลไกการควบคุม (Control Mechanism) โดยที่กลไกนี้จะทำหน้าที่ปรับปรุงแผนงาน และเป้าหมายเพื่อให้เป็นที่เชื่อแน่ได้ว่าจะบรรลุเป้าหมายหลัก

2.1.1 ระบบการผลิตอุตสาหกรรม แบ่งออกเป็นระบบใหญ่ ๆ 2 ระบบ คือ

1) ระบบการผลิตแบบช่วงตอน (Intermittent Production System)

ระบบการผลิตแบบช่วงตอน เป็นการผลิตแบบไม่สม่ำเสมอ หรือผลิตตามคำสั่งของลูกค้า (Order Manufacturing) เป็นการผลิตที่วัตถุดิบไม่เลื่อนไหลไปตามสายการผลิต การผลิตจะผลิตเป็นช่วง ๆ หรือเป็นตอน เมื่อดำเนินการผลิตครบทุกกิจกรรมการผลิต ก็จะได้ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปขึ้นมา เช่น การกลึงชิ้นงาน งานผลิตงานก่อสร้าง การผลิตโต๊ะเกาอี้ เป็นต้น การผลิตแบบช่วงตอนนี้จะเป็นระบบการผลิตเป็นไปตามความเหมาะสมของผู้ดำเนินงาน การติดตั้งเครื่องจักรก็จะติดตั้งตามกรรมวิธีการผลิต จึงเป็นผลทำให้มีความต้องการการใช้พื้นที่ในการเก็บวัสดุในการผลิตมากขึ้น ทั้งนี้เพราะการผลิตระบบนี้มีจุดพักงานหลายจุด และในการผลิตแบบนี้ผู้ผลิตจะต้องกำหนดวิธีการขนย้ายวัสดุให้เหมาะสม จึงจะทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพ และในการวางระบบการผลิตแบบช่วงตอนนี้จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพ ผู้ผลิตจะต้องกำหนดแนวทางการผังโรงงาน ให้สอดคล้องกับระบบการผลิตด้วย การวางผังโรงงานที่เหมาะสมกับระบบการผลิตแบบช่วงตอนนี้ คือ การวางผังโรงงานแบบตามกระบวนการผลิต ลักษณะการผลิตแบบช่วงตอนมีลักษณะดังนี้

- มีอุปกรณ์และกระบวนการผลิตที่ยืดหยุ่น (Flexible) ได้สามารถผลิตสินค้าได้หลายแบบ
- ลักษณะของปัจจัยการผลิตจะเปลี่ยนแปลงไปเสมอตามลักษณะงานแต่ละชิ้น

- ลักษณะการผลิต จะเปลี่ยนแปลงไปเสมอตามลักษณะงานแต่ละชิ้น
- การไหลหรือการเคลื่อนย้ายของงานจะไม่ติดต่อกันมักจะมีการพักวัตถุดิบหรือรอคอยวัตถุดิบการผลิตทุกจุดปฏิบัติงาน
- คนงานที่ปฏิบัติงาน จะต้องมีความสามารถในระดับปานกลางไปจนถึงระดับสูง

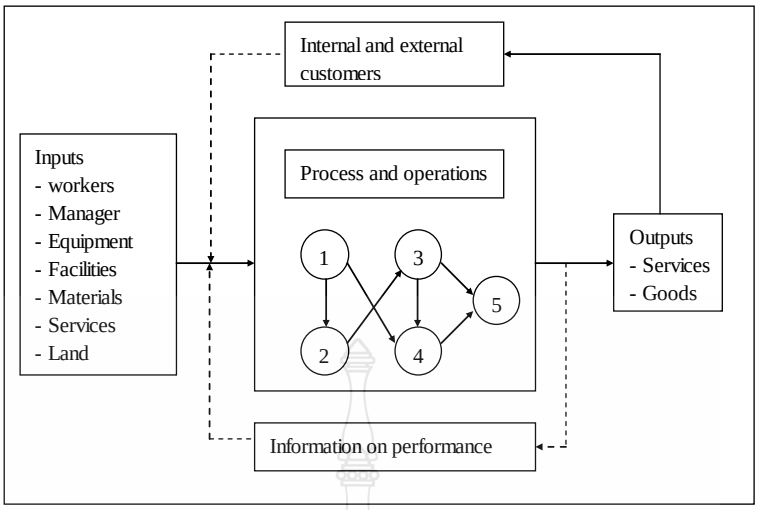
2) ระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production System)

ระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง เป็นระบบที่มีการไหลของวัตถุดิบต่อเนื่องตามสายการผลิต (Line Production) เช่นโรงพิมพ์หนังสือ โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง การผลิตแก้วของโรงงานผลิตแก้ว บุหรี่ ไม้อัด น้ำตาล เป็นต้น ลักษณะที่ดีของระบบการผลิตต่อเนื่องก็คือใช้พื้นที่ในโรงงานได้ประโยชน์คุ้มค่าเต็มประสิทธิภาพ เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้เป็นพื้นที่ในกระบวนการผลิตของสายการผลิตเหลือพื้นที่ในการเก็บวัตถุดิบเล็กน้อย และการขนย้ายวัตถุดิบในสายการผลิตก็จะใช้การขนย้ายแบบตายตัวเช่น ใช้สายพาน (Conveyers) ขนย้ายวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง ผู้ผลิตจะต้องวางผังโรงงานให้สอดคล้องกับระบบการผลิต ผังของโรงงานอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับระบบการผลิตแบบต่อเนื่องที่ใช้กันมากก็คือ การวางผังโรงงานแบบชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product Layout) ลักษณะการผลิตแบบต่อเนื่องมีลักษณะการผลิตดังนี้

- มีอุปกรณ์และกระบวนการผลิตมาตรฐาน
- ลักษณะของปัจจัยการผลิต จะมีมาตรฐานแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงชนิดหรือส่วนประกอบ
- ลำดับการผลิตแน่นอน
- การไหลหรือการเคลื่อนย้ายของงานมักจะใช้สายพาน (Conveyor Belts)
- การป้อนงานเข้าหน่วยผลิตแต่ละหน่วย จะใช้กฎเกณฑ์ตามลำดับมาก่อนเข้าก่อน
- ผลิตสินค้ามาตรฐานได้ทีละมากๆ (Mass Production)

2.1.2 กระบวนการผลิต (Process)

กระบวนการผลิต (Process) หมายถึงกิจกรรมแปรรูปและเพิ่มมูลค่าให้แก่ปัจจัยนำเข้าเพื่อผลิตเป็นสินค้าหรือบริการที่พร้อมต่อการส่งมอบให้แก่ลูกค้า ในอุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีกระบวนการผลิตในขั้นของรายละเอียดต่างๆ แตกต่างกันดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตขององค์กร

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่สำคัญๆแล้วจะมีความเหมือนกันจากรูปที่ 2.1 แสดงถึงกระบวนการผลิตขององค์การทุกองค์กร ไม่ว่าจะเป็นองค์การขนาดเล็กหรือใหญ่โดยกระบวนการผลิตเริ่มต้นจากขั้นตอนการจัดหาปัจจัยนำเข้าที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการซึ่งประกอบไปด้วย ทรัพยากรมนุษย์ทั้งบุคลากรและฝ่ายบริหาร วัตถุดิบ ที่ดิน พลังงาน และสินทรัพย์ประเภททุน เช่น เครื่องจักร และสถานประกอบการ

2.2 การวางผังโรงงาน

การออกแบบและการจัดวางผังโรงงานนั้นมีมานานแล้วนับย้อนหลังไปประมาณปี พ.ศ 2443เฟรเดอริก ดับบลิว เทเลอร์ ได้แนะนำระบบการจัดการที่มีแบบแผนเข้ามาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมจากนั้นได้มีการอาศัยศิลปะต่างๆ ในการแก้ปัญหาการออกแบบผังโรงงานจนกระทั่งทุกวันนี้ก็ยังใช้อยู่แต่ในปัจจุบันการออกแบบผังโรงงานถือว่าเป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์และศิลปะ เนื่องจากได้มีการนำเอาหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์คือ มีการวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนอย่างมีแบบแผนในการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เพื่อให้การออกแบบสอดคล้องกับสิ่งที่ได้วิเคราะห์มา นอกจากนี้ยังต้องใช้ศิลปะในการออกแบบ เพื่อให้โรงงานหรือสถานที่ทำงานมีสภาพแวดล้อมที่น่าทำงานและน่าอยู่ ซึ่งการทำงานด้วยความสบายใจก็จะทำให้เกิดการเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงการผลิตที่ดีขึ้นได้ การออกแบบผังโรงงานที่ดีจะต้องอาศัยความชำนาญ ประสบการณ์ การเลียนแบบและการไหลของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์มาผสมผสานกัน สำหรับสภาวะของโรงงานที่

แตกต่างกันออกไปถ้าผังของโรงงานใดที่ได้รับการออกแบบดีกว่า ก็ต้องมีการแก้ไขหรือปรับปรุงที่น้อยกว่า สำหรับการออกแบบผังโรงงานที่จะขอนำมากล่าวในที่นี้ ได้ยึดถือแนวความคิดของ ริชาร์ด มิวเตอร์ (Richart Muter) ผู้ซึ่งคิดค้น “การจัดวางผังโรงงานอย่างมีแบบแผน” และ เจมส์ เอ็ม แอพเพิล (James Apple) ซึ่งต่างก็อาศัยประสบการณ์ การเลียนแบบ ความพอใจของคนงานและการไหลของวัสดุเป็นบรรทัดฐานในการออกแบบ การออกแบบผังโรงงานจะมีการดำเนินงานเป็นขั้นเป็นตอน ตั้งแต่เริ่มเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์จนกระทั่งได้แผนผังที่สมบูรณ์แบบออกมา

2.2.1 หลักการออกแบบและวางผังโรงงาน

หลักการออกแบบและวางผังโรงงานในโรงงานจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกันที่ผู้ออกแบบผังโรงงานจะต้องเข้าไปเกี่ยวข้องอย่างหลีกเลี่ยงมิได้ ส่วนหนึ่งก็คือเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งไม่มีชีวิตจิตใจและอีกส่วนหนึ่งก็คือ คนงานที่มีชีวิตจิตใจที่จะแสดงความพอใจ หรือไม่พอใจออกมาในรูปแบบต่างๆ ได้ผังโรงงานที่ได้รับการออกแบบมาจะดีและใช้ได้ผล ก็ด้วยความร่วมมือของคนงานในการให้ข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ให้ความคิดเห็นและเห็นด้วยกับแบบที่ออก ฉะนั้นเพื่อให้ได้ผังโรงงานเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ การออกแบบผังโรงงานจึงต้องอาศัยทีมงานที่มาจากฝ่ายต่างๆ และสิ่งที่ต้องคำนึงถึงตลอดเวลาในการออกแบบแผนผังของทีมงานก็คือ

1) การให้ทุกส่วนงานมีความสัมพันธ์กันอย่างดี
2) ระยะทางการขนถ่ายลำเลียงรวมควรจะสั้นสุด
3) การไหลส่วนใหญ่ควรจะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
4) การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ทุกส่วนซึ่งรวมพื้นที่ทางสูงด้วย
5) ความพอใจและความปลอดภัยของคนงาน

2.2.2 วิธีการออกแบบผังโรงงาน

ในการออกแบบผังโรงงานควรที่จะได้มีการปฏิบัติอย่างมีระเบียบเป็นขั้นเป็นตอนเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสน และควรที่จะได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลในทุกแง่ทุกมุม เพื่อที่จะให้ได้ผังโรงงานที่ดีจริงๆออกมา สำหรับขั้นตอนที่ควรแก่ การปฏิบัติที่ข้อแนะนำไว้ในที่นี้มีดังนี้คือ

1) การเก็บข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลนั้นนับได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งยวดสำหรับการวางแผนการแก้ปัญหาทุกด้านของฝ่ายการจัดการ ถ้าปราศจากข้อมูลเสียแล้ว การแก้ไขปัญหาต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปก็คงเป็นไปได้ยาก การออกแบบผังโรงงานก็เช่นเดียวกัน จะต้องมีข้อมูลที่มากและมีความเที่ยงตรงพอควร ถึงจะทำให้การออกแบบผังโรงงานประสบผลสำเร็จได้สำหรับข้อมูลใดที่ควรแก่การเก็บนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของหน่วยงาน การเก็บข้อมูลจะเก็บตามความต้องการของหน่วยงาน สำหรับข้อมูลหลักที่จะต้องเก็บเสมอในการออกแบบผังโรงงานก็คือชนิดและปริมาณของ

ผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต ขั้นตอนการผลิต สิ่งสนับสนุนการผลิต และเวลาที่ใช้ในการผลิต พร้อมทั้งเหตุผลต่างๆ ริชาร์ด มิวเตอร์ ให้สรุปข้อมูลหลักเป็นอักษรภาษาอังกฤษไว้ที่ลูกกุญแจไขปัญหาคือ P. Q. R. S และ T ในที่นี้ได้นำเอากุญแจไขปัญหานี้มาแสดงไว้ให้ดูในภาพที่ 2.2 และจะอธิบายในรายละเอียดเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

ภาพที่ 2.2 กุญแจ PQRST เพื่อการไขปัญหาการวางผังโรงงาน [2]

อักษร P (Product) แทนด้วยชนิดของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ คือจะต้องทราบว่าจะทำการผลิตสินค้าอะไรทั้งปัจจุบัน อนาคตอันใกล้และไกล จะต้องมีการวางแผนล่วงหน้าทั้งระยะสั้นและระยะยาวชนิดของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ในที่นี้หมายถึง โมเดล รุ่น แบบ เลขที่ชิ้นส่วนชื่อชิ้นส่วน และกลุ่มของสินค้าหรือวัสดุ จะเห็นได้ว่าคำว่าชนิดของสินค้า เราไม่ได้หมายถึงสินค้าสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว แต่เราหมายถึงทุกชิ้นส่วนที่มีการผลิต ทั้งนี้เพราะแต่ละชิ้นส่วนจะผลิตจากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ฉะนั้นการเก็บข้อมูลของการผลิตแต่ละชิ้นส่วนมาวิเคราะห์จึงมีความจำเป็น

อักษร Q (Quantity) หมายถึง ปริมาณที่ผลิตของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าแต่ละชนิดอาจคิดในรูปของจำนวนชิ้น หรือน้ำหนัก เป็นต้น หรือค่าของสินค้าก็ได้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงสำหรับปริมาณที่ผลิตก็คือของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต และความต้องการของตลาดที่เปลี่ยนแปลงไป อาจจะเปลี่ยนไปตามฤดูกาล เปลี่ยนไปเพราะการออกแบบใหม่ ฉะนั้นข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการผลิตในการออกแบบผังโรงงานนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการคาดคะเนทั้งปริมาณในปัจจุบันและในอนาคต ทั้งระยะสั้นและระยะยาว ถึงแม้ว่าปัจจุบันการคาดคะเนความต้องการในอนาคตจะยากขึ้น และมีความเที่ยงตรงน้อยก็ตาม แต่ก็ต้องให้ได้ตัวเลขความต้องการนี้ออกมาในระยะ 1 ปี ถึง 3 ปี เป็นอย่างต่ำ เพื่อว่าผังโรงงานจะได้รับการออกแบบเผื่อ สำหรับความต้องการในอนาคตที่คาดคะเนไว้ อนึ่งนโยบายเกี่ยวกับการผลิต

และวัสดุหรือสินค้าคงคลัง ก็จะมีผลต่อผังโรงงานอย่างมากทีเดียว เช่น ในกรณีที่ความต้องการเปลี่ยนไปตามฤดูกาล ผังโรงงานอาจจะออกแบบไว้เป็น 3 กรณีด้วยกันคือ

- ในกรณีที่คำนึงถึงความต้องการสูงสุด เมื่อเวลาที่ความต้องการลดต่ำลงแล้วเครื่องจักรและคนงานก็จะเกิดการว่างงาน

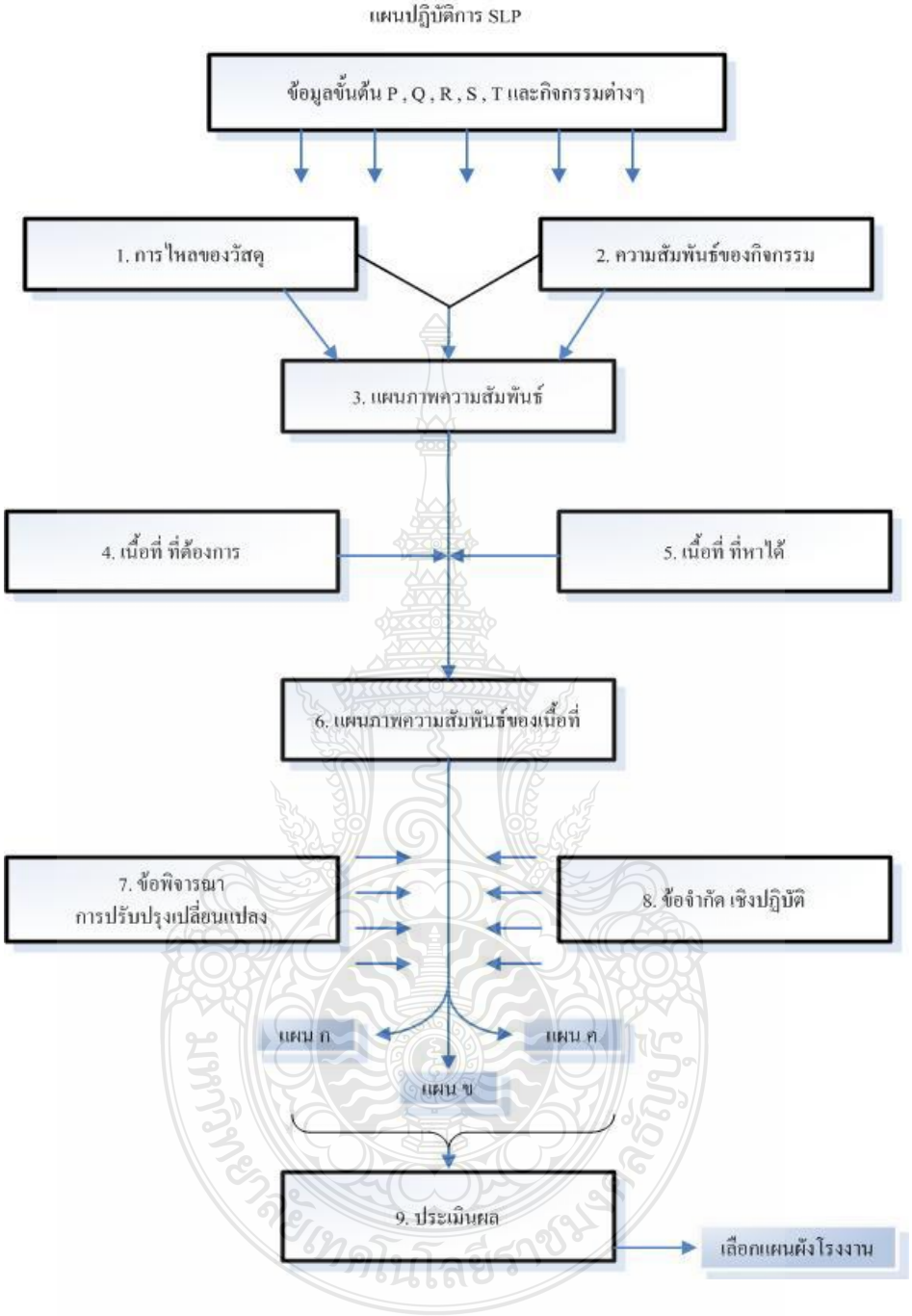
- ในกรณีที่คำนึงถึงความต้องการเฉลี่ย ก็จะมีการผลิตไปเรื่อยๆ ส่วนที่เกินความต้องการในเวลาที่มีความต้องการน้อย จะเอาไปเก็บไว้ในคลังเก็บเผื่อไว้สำหรับช่วงความต้องการเพิ่มขึ้น

- ในกรณีที่คำนึงถึงความต้องการต่ำสุด เมื่อเวลาที่มีความต้องการมากก็จะต้องมีการทำงานล่วงเวลา ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นได้

อักษร R (Routing) หมายถึง ลำดับขั้นการผลิต จะมีการผลิตขั้นตอนไหนก่อนหน้าหลังลำดับขั้นการผลิตนั้นได้มาจากการออกแบบการผลิตที่ดี นั่นก็หมายความว่าเราจะต้องวิเคราะห์และออกแบบการผลิตเสียก่อนว่า ชิ้นส่วนใดควรผลิตอย่างไร และขั้นการผลิตใดควรจะทำก่อนหลัง จากนั้นก็จะได้ลำดับขั้นการผลิตที่ประหยัด อันเป็นปัจจัยหนึ่งในการบังคับผังโรงงานที่จะออกแบบ

อักษร S (Supporting Service) หมายถึง ส่วนสนับสนุนการผลิต ซึ่งเป็นสิ่งที่ขาดเสียมิได้เพื่อให้การผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนสนับสนุนการผลิตบางหน่วยมีความสำคัญมากจะขาดเสียมิได้แต่บางหน่วยก็มีความสำคัญน้อย ถ้าไม่มีก็ไม่มีผลกระทบกระเทือนมากนัก ตัวอย่างของส่วนสนับสนุนต่างๆ เช่น ที่รับส่งของ โกดังเก็บของ หน่วยจัดหาเครื่องมือ หน่วยซ่อมบำรุงรักษา ห้องสุขาห้องพยาบาล สำนักงาน โรงอาหาร ที่จอดรถ และที่ทิ้งเศษของเสีย โดยทั่วไปแล้วส่วนสนับสนุนการผลิตมักต้องการเนื้อที่มากกว่าหน่วยผลิต ดังนั้นจึงควรให้ความสนใจกับมันมากสักหน่อย

อักษร T (Time) หมายถึง เวลาในการผลิตแต่ละขั้นตอนใช้เวลามากไหม และจะผลิตเมื่อไร ผลิตบ่อยไหม T จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับ P, Q, R, และ S เพราะทำให้สามารถกำหนดคน เครื่องจักร และขนาดเนื้อที่ได้ นอกจากอักษร 5 ตัวดังกล่าวแล้ว ยังมีอักษรอีก 3 ตัว ที่เขี้ยวกุญแจคือ WHY อักษร 3 ตัวนี้มีไว้เพื่อแก้ไขปัญหาให้ลุล่วงไปได้จริงๆ เพราะจากการถามและตอบด้วยเหตุผลนี่เอง จะทำให้ผู้ออกแบบผังโรงงานมองปัญหาได้ง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้เหตุผลต่างๆ ที่คิดขึ้นได้ ยังสามารถที่จะใช้เป็นประโยชน์ในการที่จะทำให้ผู้มีอำนาจในการรับรองเห็นด้วยกับแผนผังโรงงานถ้าผู้มีอำนาจไม่เห็นชอบด้ว จากแผนการเชิงปฏิบัติการของการวางแผนผังโรงงานอย่างเป็นระบบ ดังภาพที่ 2.3 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับข้อมูลสำคัญพื้นฐานขั้นต้น อันเป็นข้อมูลสำคัญและจำเป็นในการวางแผนผังโรงงาน



ภาพที่ 2.3 แผนการเชิงปฏิบัติการของการวางแผนผังโรงงานอย่างเป็นระบบ [2]

2) การวิเคราะห์ข้อมูล การวางผังโรงงานอย่างมีระบบ ข้อมูลที่เราเก็บมาได้นำมาวิเคราะห์เบื้องต้นจะทำให้เราทราบสิ่งต่อไปนี้

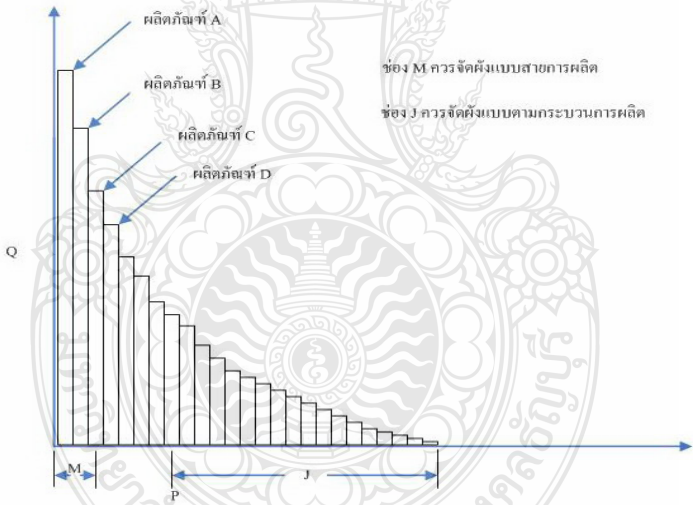
- ข้อมูลของ P, Q และ R จะทำให้ทราบลักษณะของการไหลระหว่างหน่วยงานว่าเป็นอย่างไร

- ข้อมูลของ P, Q และ S จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยผลิตและหน่วยสนับสนุน และระหว่างหน่วยสนับสนุนด้วยกันเอง

- ข้อมูล R และ T จะเป็นตัวกำหนดชนิดและจำนวนเครื่องจักรเครื่องมือที่ต้องการจะใช้ทำให้สามารถประมาณการพื้นที่ของหน่วยผลิตได้

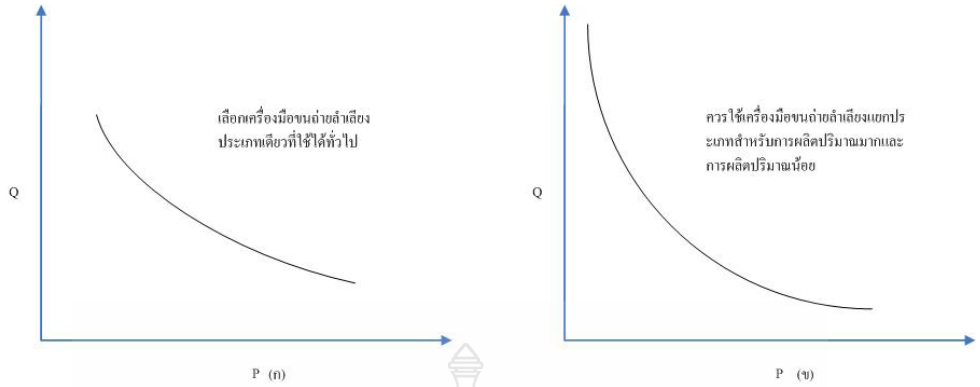
- ข้อมูล S จะทำให้ทราบถึงส่วนสนับสนุนการผลิตที่จำเป็นจะต้องมีและพื้นที่สำหรับส่วนสนับสนุนการผลิตทั้งหมดที่ต้องการได้

- ข้อมูล P และ Q มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากแผนภูมิ P-Q จะทำให้ทราบสิ่งต่อไปนี้ ผังโรงงานส่วนใดควรจัดเป็นผังโรงงานแบบใด เช่น แบบสายการผลิต แบบจัดตามประเภทของเครื่องจักร หรือแบบผสมผสาน ภาพที่ 2.4 แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการเลือกชนิดของผังโรงงานว่าเมื่อข้อมูล P และ Q อยู่ในสถานะใดควรเลือกผังโรงงานแบบใด



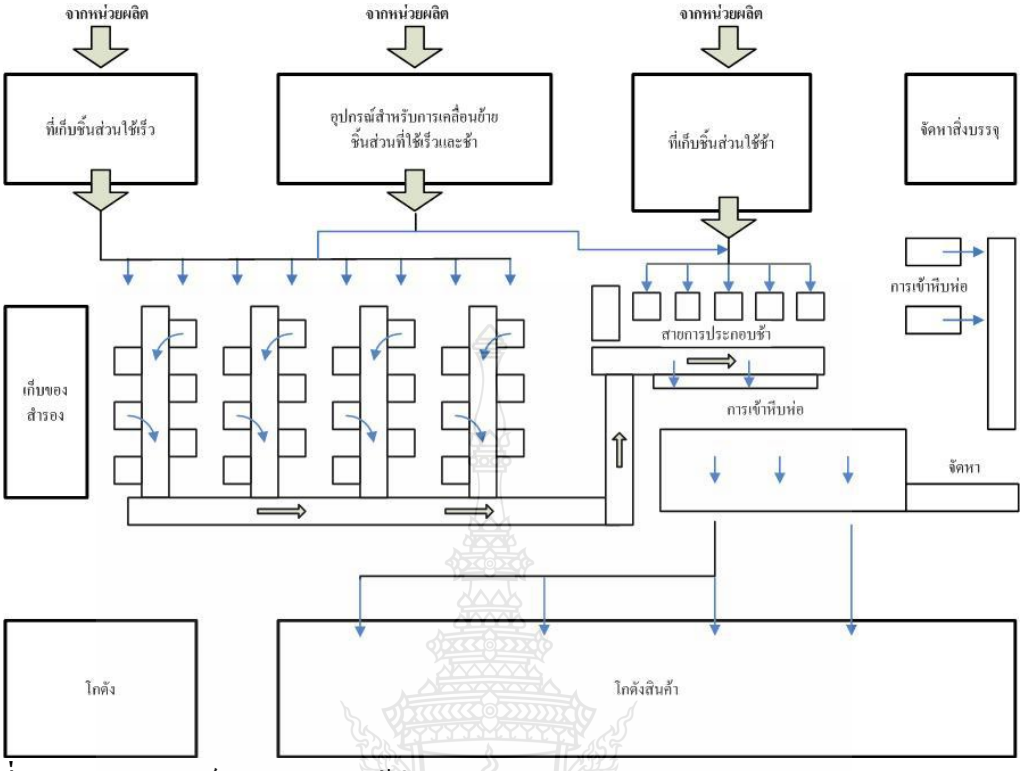
ภาพที่ 2.4 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ (P) และปริมาณ (Q) [3]

ควรเลือกเครื่องมือการขนถ่ายลำเลียงประเภทใด เลือกประเภทเดียวแบบใช้ทั่วไปหรือเลือกเป็น2 ประเภท ประเภทหนึ่งใช้กับงานผลิตเป็นปริมาณมากๆ ที่มีการจัดผังโรงงานเป็นแบบสายการผลิตและอีกประเภทหนึ่งใช้กับงานผลิตที่ไม่มาก ที่มีการจัดวางโรงงานแบบตามประเภทของเครื่องจักรดังแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 การจัดวางโรงงานแบบตามประเภทของเครื่องจักร [3]

ควรใช้แผนภูมิใดในการวิเคราะห์การไหลของ P, Q และ R ซึ่งได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ P และ Q ทำให้เราทราบประเภทของผังโรงงานที่เราควรจะใช้เราสามารถเลือกกระบวนการผลิตได้ เลือกชนิดและจำนวนเครื่องจักรได้ ประมาณจำนวนคนได้ผลสุดท้ายก็คือเราสามารถประมาณขนาดพื้นที่ที่ต้องการได้ นอกจากนี้การวิเคราะห์ P และ Q ของโรงงานเก่าก็ยังบอกได้อีกว่าควรจะมีการเปลี่ยนแปลงผังหรือไม่ ตัวอย่างของผลจากการวิเคราะห์ P และ Q มีโรงงานหนึ่งผลิตที่จับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ทำการวิเคราะห์ P และ Q แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงผังโรงงานอย่างมากพอควร เริ่มแรกทีเดียวทางโรงงานได้วางแผนให้แผนกประกอบเพียงแผนกเดียว ซึ่งประกอบด้วยโต๊ะประกอบเดี่ยวๆ คืองานประกอบจะอยู่กับที่ที่แต่โต๊ะคนหนึ่งคนจะทำการประกอบตั้งแต่ต้นจนเสร็จ จากการวิเคราะห์ทำให้ผู้จัดการโรงงานพบลักษณะพิเศษของเส้นโค้ง P-Q อันจะเป็นผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงแผนกประกอบขึ้นคือ เขาจัดให้มีสายประกอบงานขึ้นในบริเวณหนึ่งอีกบริเวณหนึ่งก็ให้คนงาน 2-4 คน ช่วยกันทำ และอีกบริเวณหนึ่งก็ให้คงการทำงานไว้เหมือนแบบเก่าผลจากการจัดผังใหม่นี้ทำให้เพิ่มผลผลิตได้ถึง 17 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างอื่นเลย สำหรับอีกตัวอย่างหนึ่งที่ใช้การวิเคราะห์ P-Q และทำให้เกิดการปรับปรุงผังโรงงานขึ้นดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.6 เป็นการจัดชิ้นส่วนที่ใช้เร็วและช้าแยกออกจากกัน ทำให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานที่ดีที่ปลายทั้งสองของเส้นโค้ง P-Q ขึ้น



ภาพที่ 2.6 การวิเคราะห์ P-Q และทำให้เกิดการปรับปรุงผังโรงงาน [3]

ค) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป้าหมายหลักก็คือ เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยงานต่างๆ ที่เหมาะสม ฉะนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จึงถือได้ว่าเป็นหัวใจของการออกแบบโรงงาน ได้กล่าวมาแล้วว่าโรงงานจะประกอบไปด้วย 2 หน่วยใหญ่ๆ ด้วยกันคือ หน่วยผลิตและหน่วยสนับสนุนการผลิต ความแตกต่างของข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ก็คือการไหลของวัสดุสิ่งของ นั่นก็คือหน่วยผลิตโดยทั่วไป จะมีการไหลของวัสดุสิ่งของอย่างเห็นเด่นชัดแต่หน่วยสนับสนุนการผลิตไม่มีการไหลของวัสดุสิ่งของหรือจะมีก็น้อยมาก ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ ฉะนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของทั้ง 2 หน่วย อาจกระทำได้ดังนี้

- ในหน่วยผลิตใดๆ ที่มีการไหลของวัสดุสิ่งของอย่างเห็นเด่นชัด เราสามารถใช้การไหลเป็นเครื่องประเมินความสัมพันธ์ของหน่วยงานได้

- สำหรับหน่วยสนับสนุนการผลิต และหน่วยผลิตที่ไม่มีการไหลของวัสดุสิ่งของอย่างเห็นเด่นชัด เราไม่มีข้อมูลการไหลสำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เราจึงต้องใช้วิธีระดมความคิดกัน และใช้เหตุผลเข้าประกอบการตัดสินใจในการให้ระดับความสัมพันธ์ของหน่วยงานจะเห็นได้ว่าหน่วยงานที่เกี่ยวกับการบริการโดยตรงไม่มีการผลิต เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล และสำนักงานทั่วไป เป็นต้น ซึ่งสามารถนำข้อพิจารณานี้มา วิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อ

ออกแบบผังที่ทำงานได้ สำหรับโรงงานทั่วๆไปมักจะมีทั้งหน่วยผลิตและหน่วยสนับสนุนการผลิต การวิเคราะห์ความสัมพันธ์จึงต้องอาศัยทั้ง 2 ข้อดังกล่าวข้างต้นโดยอาจความสำคัญในการวิเคราะห์เท่ากัน หรืออาจให้ความสำคัญของข้อที่ 1 มากเป็นสองเท่าของข้อที่ 2 ก็ได้ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานผลิต

4) การวิเคราะห์ความต้องการเนื้อที่ของหน่วยงานและกิจกรรม ได้กล่าวมาแล้วว่า พื้นที่ของโรงงานนั้นมีทั้งพื้นที่สำหรับหน่วยผลิตและหน่วยสนับสนุนการผลิต โดยจะต้องคำนึงถึงความต้องการในอนาคตด้วย โดยปกติพื้นที่สำหรับหน่วยผลิตนั้นหาได้ค่อนข้างแน่นอนเพราะจำนวนเครื่องที่ต้องการ ซึ่งได้จากการคำนวณจะเป็นตัวกำหนดขนาดเนื้อที่ได้ค่อนข้างแน่นอนสำหรับเนื้อที่ส่วนสนับสนุนการผลิตนั้นจะต้องการมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับนโยบายของผู้มีอำนาจว่าจะให้มีส่วนสนับสนุนมากน้อยเพียงใด เพราะที่มีความจำเป็นมากก็มี ที่มีความจำเป็นน้อยก็มีการประมาณความต้องการเนื้อที่สนับสนุนนี้ มักจะประมาณเกินความต้องการจริง ในกรณีที่ความต้องการเนื้อที่ที่คำนวณได้นี้มากเกินไปกว่าเนื้อที่ที่หาได้ไม่มากนัก และเราจำเป็นที่จะใช้เนื้อที่ผืนนั้นเราก็อาจลองตัดทอนเนื้อที่ของหน่วยสนับสนุนลง และลองจัดผังดูความเป็นไปได้ของการใช้เนื้อที่ผืนนั้น พึงจำไว้ว่าจงอย่าได้พยายามไปตัดทอนเนื้อที่ของหน่วยผลิตลง เพราะมันจะเป็นอันตรายต่อการผลิตเป็นอย่างมาก และการตัดทอนเนื้อที่ของหน่วยสนับสนุนก็ให้ตัดทอนแต่ละที ตามความเหมาะสม มิใช่ตัดทอนเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากันหมดทุกหน่วยงาน

5) การออกแบบผังโรงงาน จำแนกออกเป็น 2 ขั้นตอน ตามที่กล่าวมาแล้วคือ การออกแบบผังอย่างคร่าวๆ และการออกแบบผังในรายละเอียด สำหรับการออกแบบผังอย่างคร่าวๆ และการออกแบบผังในรายละเอียดเฉพาะในขั้นของการจัดบล็อกสี่เหลี่ยมจะมีวิธีการคล้ายกันคือจะต้องนำเอาความสัมพันธ์ของหน่วยงานที่วิเคราะห์มาได้ มาเขียนแผนผังความสัมพันธ์เสียก่อนเพื่อจะได้ตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยงานที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน จากนั้นจึงจะจัดเนื้อที่ที่ต้องการลงไปให้กับหน่วยงานต่างๆ และจัดให้ได้รูป ก็จะได้แผนผังคร่าวๆ ออกมา ส่วนการออกแบบแผนผังในรายละเอียดนั้น จะต้องอาศัยศิลปะและความรู้จากประสบการณ์ค่อนข้างมากในการจัดเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ แล้วให้เกิดการผลิตที่เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ

6) การประเมินผลเพื่อเลือกแผนผัง ในการออกแบบผังโรงงานทั้ง 2 ขั้นตอนคือการออกแบบผังอย่างคร่าวๆ และการออกแบบผังในรายละเอียดนั้นต้องพยายามออกแบบให้ได้หลายแผนผัง เพื่อประเมินเปรียบเทียบจะได้ทราบได้ว่า ผังโรงงานไหนดีกว่ากัน ถ้ามีการออกแบบเพียงผังโรงงานเดียวก็จะไม่มีทางทราบเลยว่า เป็นผังโรงงานที่ดีหรือไม่อย่างไร ทั้งนี้เพราะไม่มีผังโรงงานอื่นให้เปรียบเทียบเพื่อที่จะให้ได้หลายผังโรงงานมาประเมินเปรียบเทียบในการออกแบบผังโรงงาน

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับอัตราผลผลิต (Productivity)

อัตราผลผลิตมีความหมายเช□นเดียวกับคำว□า “ประสิทธิภาพ” กล□าวคือ อัตราผลผลิตเป□นดัชนีแสดงความสัมพันธ□ระหว□างผลผลิตต□อทรัพยากรที่ใช□ในการก□อเกิด ผลผลิตนั้น คือ

$$\text{Productivity} = \text{Output} / \text{Input} \qquad (2.1)$$

ถึงแม□จะใช□สูตรเขียนแบบเดียวกัน แต□ความหมายของผลิตภาพนั้น มีความสัมพันธ□ของ ผลผลิตต□อ ทรัพยากรที่ใช□ต□างๆกัน โดยมีการคำนวณค□าเชิงเศรษฐกิจทั้งผลผลิต และทรัพยากรที่ใช□ จึงไม□ได□วัด ออกมาเป□น เปอร□เซ็นต□ แต□จะวัดออกมาเป□นตัวเลข โดยไม□จำเป□นต□องน□อยกว□าหนึ่ง และโดยหลักการที่ ถูกต□องจะต□องมากกว□าหนึ่งเสมอ การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม ถ□าพิจารณาจากสูตรของอัตราผลผลิตที่ใช□อยู□จะเป□นดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิต} = \text{ผลผลิต} / \text{ทรัพยากรที่ใช□} \qquad (2.2)$$

ซึ่งดัชนีชี้วัดสำหรับงานวิจัยนี้การคำนวณค□าอัตราผลผลิตโดยคิดจากความสัมพันธ□ของผลผลิตต่อทรัพยากร คือชั่วโมงการทำงาน และจำนวนพนักงาน มีหน□วยเป□นชิ้นต□อคนต□อชั่วโมง โดยมีสมการการคำนวณคือ

$$\text{Productivity} = \text{Output} / (\text{Man} \times \text{Hr.}) \text{ หรือ } W \qquad (2.3)$$

เมื่อ

Output	=	จำนวนผลผลิต (ชิ้นงาน)
Man	=	จำนวนพนักงานในสายการผลิต (คน)
Hr.	=	จำนวนชั่วโมงการทำงาน (ชั่วโมง)
WF.	=	เวลามาตรฐานคิดเป□นชั่วโมงต□อชิ้นงาน

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการศึกษางาน

การศึกษางาน (Work Study) เป□นการรวมเอาการศึกษาความเคลื่อนไหว (Motion Study) และ การศึกษาเวลา (Time Study) เข□าไว□ด□วยกัน โดยอาจนิยามได□ว□า การศึกษาการทำงานเป□นการศึกษาถึง วิธีการและการประเมินค□าการทำงานซึ่งมุ□งจะใช□ทรัพยากรมนุษย□

และทรัพยากรธรรมชาติให□การศึกษา งาน เป□นคำที่ใช□แทนถึงวิธีการต□างๆ จากการศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) ซึ่งใช□ในการศึกษาการทำงานของคน และพิจารณาถึงองค□ประกอบต□างๆ ซึ่งจะมี ผลต□อประสิทธิภาพของการทำงาน เพื่อการปรับปรุงการทำงานนั้นๆ ให□ดีขึ้น [4]

การศึกษางานเป□นการศึกษากิจกรรมต□างๆ ที่เกิดขึ้นในการดำเนินการอุตสาหกรรมการผลิต และบริการ เพื่อพัฒนาปรับปรุงให□ดีขึ้น เกิดความประหยัดหรือลดต□นทุนและค□าใช□จ□ายให□น□อยลงเพื่อให□เกิดผลิตภาพ ที่ดีขึ้น รวมถึงการหาเวลามาตรฐานต□างๆในการดำเนินการ

การศึกษางาน คือเทคนิคในการวิเคราะห□ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม□จำเป็นออก และหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุด เร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้นๆ รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานการ ทำงานและการบริหารแผนการโดยอาศัยระบบค□าแรงจูงใจ

2.4.1 ประโยชน□ของการศึกษางาน

การศึกษางานนั้นสามารถทำให□เราตีแผ□ส□วนงานต□างๆ และเห็นถึงภาระหน□าที่ของแต□ละ ส□วนงานว□าดีมากน□อยเพียงใด [4] ได□กล□าวถึงประโยชน□ข□ออื่นๆ ของการศึกษางานไว□ดังนี้

1) เป□นเครื่องมือช□วยในการเพิ่มผลผลิตในโรงงานหรือหน□วยงาน

2) เป□นระบบงานที่จะทำให□เราไม□มองข□ามองค□ประกอบที่จะมีผลต□อประสิทธิภาพการทำงาน

3) เป□นเครื่องมือในการกำหนดมาตรฐานของงาน ซึ่งจะใช□ประโยชน□ในการวางแผนและควบคุมการผลิต

4) ช□วยให□เกิดการประหยัดตั้งแต□เริ่มทำงานจนถึงช□วงระยะการทำงานที่ได□ปรับปรุงแล□ว

5) สามารถใช□ได□ทุกโอกาสและสถานที่ไม□ว□าจะเป□นอุตสาหกรรมประเภทใด

6) เป□นเครื่องมือที่ช□วยให□เข□าใจลักษณะป□ญหาของงาน และสามารถกำจัดงานที่ไร□ประสิทธิภาพและความบกพร□องในหน□วยงานได□

ดังนั้นจึงถือได□ว□าการศึกษาการทำงานมีระบบงานและมีอิทธิพลต□อประสิทธิภาพการทำงาน โดยตรง สามารถทำให□ข□อบกพร□องของส□วนงานต□างๆ ปรากฏขึ้นให□เห็น

โดยส□วนใหญ□หากทำการ สังเกตจะเห็นได□ว□าเราสูญเสียเวลาการผลิตไปกับการรอคอย หรือจากการที่เครื่องจักรหยุดชะงัก ทำให□ผู□วิจัยเลือกที่จะใช□การศึกษางานในส□วนของการศึกษาเวลามาช□วยในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ของหน□วยงานให□เพิ่มขึ้นจากเดิมอย□างน□อย 5 เปอร□เซ็นต□

2.4.2 เครื่องมือที่ใช□ในการศึกษางาน

เนื่องจากการศึกษางานนั้นเป□นการตีแผ□งานส□วนต□างๆ ให□ออกมาอย□างละเอียดและเป□นขั้นตอน จึงทำให□ข□อมูลของงานที่ทำการศึกษาแตกย□อยออกมาค□อนข□างมาก ดังนั้นจึงจำเป□นที่จะต□องใช□เครื่องมือ ช□วยในการเก็บและวิเคราะห□ข□อมูลต□างๆเหล□านั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู□วิจัยได□เลือกใช□แผนภูมิกระบวนการผลิต (Process Chart) มาช□วยเก็บข□อมูลกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑกระเป□าเล็ก

แผนภูมิกระบวนการผลิตเป□นเครื่องมือที่ใช□ในการบันทึกข□อมูลกระบวนการผลิตหรือวิธีการทำงาน ให□อยู□ในลักษณะที่เห็นได□ชัดเจน และเข□าใจง□าย ในแผนภูมิจะแสดงถึงขั้นตอนการทำงาน ตั้งแต□ต□นจนจบกระบวนการ โดยจะเขียนตั้งแต□วัตถุดิบเข□ามาสู□โรงงาน แล□วติดตามบันทึกเหตุการณ□ที่ เกิดขึ้นกับวัตถุดิบนั้นเรื่อยๆทุกขั้นตอน เช□น ถูกลำเลียงไปยังห□องเก็บถูกตรวจสอบ ถูกเปลี่ยนรูปร□าง เครื่องจักร จนกระทั่งเป□นชิ้นส□วน หรือประกอบเป□นผลิตภัณฑ□

การศึกษาอย□างละเอียดถี่ถ□วนของแผนภูมิโดยอาจมีรูปภาพประกอบของทุกขั้นตอนในกระบวนการผลิต ทำให□พบว□า การทำงานบางอย□างจะถูกขจัดทิ้งไป การทำงานบางอย□างสามารถรวมเข□าด□วยกันได□กับงานอื่น อาจใช□เครื่องจักรที่ประหยัดกว□าได□ สามารถลดหรือขจัดความล□าช□า และการรอคอยที่เกิดขึ้น ซึ่งสิ่งเหล□านี้จะทำให□เกิดการผลิตที่มีต□นทุนต่ำลงแผนภูมิกระบวนการผลิตก็เหมือนกับแผนภูมิทั่วๆไป ที่ใช□สัญลักษณ□แสดงถึงความหมายต□างๆ ซึ่งสามารถดัดแปลงเพื่อนำไปใช□กับงานที่เหมาะสมเป□นอย□าง ๆ เช□นใช□แสดงลำดับการทำงานของคนงาน ใช□แสดงขั้นตอนต□างๆ เมื่อนำวัตถุดิบผ□านกระบวนการผลิต แผนภูมิสามารถแบ□งได□เป□น 2 ชนิด คือแผนภูมิแบบคนเป□นหลัก (Man Type) หรือแผนภูมิแบบวัสดุเป□นหลัก (Material Type) ซึ่งการวิเคราะห□แผนภูมิส□วนใหญ□จะ ใช□สัญลักษณ□ที่ใช□กันโดยทั่วไป 5 สัญลักษณ□คือ

◯ = Operation คือ การปฏิบัติงานหรือการทำงาน หมายถึง กิจกรรมที่ทำให□วัสดุเปลี่ยนแปลงอย□างจงใจ ไม□ว□าจะเป□นทางกายภาพ หรือทางเคมี กิจกรรมที่แยก หรือ

⇨

□

▷

ประกอบ กิจกรรมที่ จัดเตรียมวัสดุสำหรับขั้นตอนการผลิต รวมถึงการรับส□งข□าวสาร การคำนวณ และการวางแผน

= Transportation คือ การขนส□งหรือการขนย□าย หมายถึง การเคลื่อนย□าย วัตถุจากจุด หนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ยกเว□นการเคลื่อนย□ายขณะอยู□ในขั้นตอนการผลิตและยกเว□ นกรณีที่เป□นการ เคลื่อนย□ายโดยขนงานภายในสถานีระหว□างการตรวจสอบ

= Inspection คือ การตรวจสอบ หมายถึง กิจกรรมเกี่ยวกับการตรวจสอบเปรียบเทียบ คุณภาพของชิ้นงาน ปริมาณของวัสดุ เพื่อให□แน□ใจในลักษณะของชิ้นงาน

= Delay คือ ความล□าช□า หมายถึง กิจกรรมที่มีการหยุดรอ หรือพัก ก□อนที่จะมี การ ทำงานขั้นตอนต□อไป

= Storage คือ การพักหรือกิจกรรมที่วัสดุถูกเก็บ พัก หรือถูกควบคุมเอาไว□ซึ่ง สามารถ นำมาใช□ได□ถ□าต□องการ

2.4.3 แผนภูมิการประกอบชิ้นส□วน (Assemble Process Chart)

แผนภูมิการประกอบชิ้นส□วน เป□นแผนภูมิกระบวนการผลิต ชนิดหนึ่งที่ใช□แสดง กระบวนการผลิตของชิ้นส□วนย□อยๆ ที่แยกกันทำต□างหาก และนำมาประกอบกันเข□า เป□ นผลิตภัณฑ□ โดยเรียงตามลำ ดับขั้นตอนของการประกอบ และในแต□ละขั้นตอนก็แทนด□ วยสัญลักษณ□ที่ ใช□ในแผนภูมิกระบวนการผลิตแล□วเชื่อมโยงด□วยเส□นทึบตรง เพื่อแสดง จุดของการบรรจบหรือแยกของ ชิ้นส□วนของการเคลื่อนที่แล□ว และจากแผนภูมินี้จะนำ ไปสู□ การปรับปรุงการวางผังให□ดีขึ้น แผนภูมิ การผลิตต□อเนื่องนี้จำแนกต□อไปได□อีก คือ

1) การเคลื่อนของคน แสดงการเคลื่อนที่ของคนในการทำงาน

2) การเคลื่อนของวัสดุหรือผลิตภัณฑ□ แสดงการเคลื่อนที่ของวัสดุ หรือ วัตถุดิบใน กระบวนการผลิต

3) การเคลื่อนของเครื่องมือ แสดงการใช□เครื่องมือของคนงาน

2.5 การศึกษาเวลา (Time Study)

กล□าวว□าการศึกษาเวลา เป□นเทคนิคของการวัดผลงานเพื่อหาเวลา และอัตราการ ทำงาน ของส□วนงานย□อยของงานชิ้นหนึ่ง และสามารถวิเคราะห□ข□อมูลเพื่อหาเวลาที่ เหมาะสม ในการทำงานชิ้นหนึ่งได□ ซึ่งการศึกษาเวลานี้จะเกี่ยวกับการวัดผลงานโดยตรง และผลที่ได□จะ ถูกกำหนดให□ออกมาหน□วยเป□นนาทีหรือวินาทีที่คนงานสามารถทำงานนั้นได□ตามวิธีการที่

กำหนดให□ ซึ่งเวลาที่ได□เรียกว□า เวลามาตรฐาน (Standard Time) ซึ่งมีความสัมพันธ□กับผลผลิต ดังนี้ [4]

$$\text{Expected Output (pieces)} = \frac{\text{Total Time Spent on Operation}}{\text{Standard Time per Piece}} \quad (2.4)$$

จากสมการแสดงให□เห็นว□า เวลามาตรฐานของงานจะต□องรวมเอาเวลาเผื่อ เช□นเวลาของการล□าช□า การพักเหนื่อย เข□าไปเป□นส□วนหนึ่งของเวลาที่ใช□ในการผลิต ซึ่งเวลามาตรฐานจะช□วยให□สามารถคำนวณผลผลิตมาตรฐานของงาน เมื่อคนงานทำงานด□วยประสิทธิภาพ 100% ดังนั้นถ□าผลิตของคนงานต่ำกว□าค□ามาตรฐานที่กำหนดไว□ จะสามารถคำนวณประสิทธิภาพในการทำงานได□จาก

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Actual Output}}{\text{Standard Output}} \quad (2.5)$$

ซึ่งจากสมการจะเป□นตัวชี้ให□เห็นประสิทธิภาพการทำงานภายในโรงงานว□าอยู□ในระดับใด

2.5.1 วัตถุประสงค□ของการศึกษาเวลา

1) ใช□ข□อมูลเวลาที่ได□ในการจัดตารางการทำงาน (Schedule) และวางแผนการทำงาน

2) ใช□ในการคำนวณต□นทุนมาตรฐาน และใช□ในการจัดเตรียมงบประมาณ

3) ใช□ประมาณต□นทุนของผลิตภัณฑ□ล□วงหน□าก□อนการผลิตจริง ซึ่งเป□นประโยชน□ในการตัดสินใจด□านราคา

4) ใช□คำนวณประสิทธิภาพการใช□งานของเครื่องจักร จำนวนเครื่องจักรที่คนงานหนึ่งคนสามารถควบคุมได□ และใช□ในการจัดสมดุลสายงานประกอบ

5) ใช□เป□นพื้นฐานในการกำหนดค□าแรงจูงใจ (Wage Incentive) สำหรับแรงงานทางตรง และทางอ□อม

6) ข□อมูลเวลามาตรฐานที่ได□ใช□เป□นพื้นฐานในการควบคุมต□นทุนแรงงาน

2.5.2 กรณีงานที่ควรเลือกเพื่อทำการศึกษาเวลา

กรณีงานที่ควรเลือกเพื่อทำการศึกษาเวลา คือ

1) เป□นงานใหม□ที่ไม□เคยศึกษาเวลามาก□อน

2) มีการเปลี่ยนวัสดุหรือมีวิธีการทำงานใหม□จึงต□องหาเวลามาตรฐานใหม□

3) มีผู□ร□องเรียนเกี่ยวกับเวลาที่กำหนดนั้นไม□เหมาะสม

4) เป□นงานที่เกิดการติดขัดหรือจุดคอขวด (Bottom Neck) ขึ้นในสายการผลิต

5) ต□องหาเวลามาตรฐานเพื่อใช□ในการกำหนดค□าแรงจูงใจ

6) เกิดการว□างงานของคนงานหรือเครื่องจักรมากเกินไป

7) ค□าใช□จ□ายที่เป□นอยู□สูงเกินควร

2.5.3 เทคนิคในการศึกษาเวลา โดยทั่วไปมีเทคนิคที่นิยมใช□ในการศึกษาเวลา 4 วิธีคือ

1) Direct Time Study คือการศึกษาเวลาโดยการใช□เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงาน

2) Predetermined Motion-Time Systems คือการหาเวลาล□วงหน□าโดยใช□ตารางการคำนวณมาตรฐานต□างๆ

3) Work Sampling คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยหลักการสุ□มตัวอย□างเชิงสถิติในการหาสัดส□วนของการทำงาน และเวลามาตรฐาน

4) Standard Time Data and Formula คือ การศึกษาเวลาโดยอาศัยข□อมูลจากอดีต และสูตรบางสูตรช□วยในการคำนวณหาเวลา

เทคนิคแต□ละเทคนิคจะมีความเหมาะสมกับงานแต□ละงานแตกต□างกันไป ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู□วิจัยได□เลือกใช□เทคนิคการศึกษาเวลา โดยการใช□เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงาน (Direct Time Study) เพื่อให□สามารถมองเห็นลักษณะการทำงานอย□างละเอียด และเวลาที่ได□เป□นเวลาที่ทำงานจริง

2.5.4 ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยการจับเวลาโดยตรง

1) การเลือกงานที่จะศึกษาและเลือกคนงานที่เหมาะสม

2) แบ□งงานที่จะศึกษาออกเป□นงานย□อย (Elements) พร□อมกับบันทึกรายละเอียดการทำงานอย□างสมบูรณ□

3) ทำการสังเกตและจับเวลาการทำงานแต□ละครั้งที่ต□องจับเวลา

4) นำข□อมูลเบื้องต□นที่ได□มาคำนวณจำนวนครั้งที่ต□องจับเวลา

5) ทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของคนงาน

6) คำนวณหาเวลาปกติ

7) คำนวณหาเวลาลดหย□อน

8) คำนวณหาเวลามาตรฐาน

2.5.5 การเลือกคนงานที่เหมาะสม

การเลือกคนงานนั้นควรเลือกคนงานที่เหมาะสม (Qualified Workers) ซึ่งการเลือกต□องแยก ความแตกต□างของตัวแทนคนงาน (Representative Workers) และคนงานที่เหมาะสมก□อนตัวแทน คนงาน หมายถึง คนงานซึ่งมีความชำนาญ และความสามารถในการทำงานอยู□ในเกณฑ□เฉลี่ยของ กลุ□ม แต□อาจไม□ใช□คนงานที่เหมาะสมก็ได□ คนงานที่เหมาะสมคือ คนงานที่มีการศึกษา เฉลียวฉลาด มีสภาพ ร□างกายที่แข็งแรง มีความสามารถ ความชำนาญและทักษะในการทำงานชิ้นนั้นให□เสร็จตามปริมาณ และคุณภาพที่กำหนด ระดับความเร็วในการทำงานควรอยู□ในระดับเฉลี่ยหรือสูงกว□าระดับเฉลี่ยเล็กน□อย เมื่อเลือกคนงานที่เหมาะสมแล□ว ต□องอธิบายเหตุผลที่ต□องจับเวลาการทำงานให□คนงานทราบและเข□าใจ ถึงจุดมุ□งหมายในการจับเวลา

2.5.6 แบ□งงานที่จะศึกษาออกเป□นงานย□อย โดยมีหลักเกณฑ□ในการแบ□งงานที่จะศึกษา คือ

1) แยกงานที่คนงานทำงานและเครื่องจักรทำงานออกให□ชัดเจน การศึกษาเวลาเป□นการศึกษาบทบาทของคน

2) แยกงานที่เกิดประจำออกจากงานที่ทำเป□นครั้งคราวให□ชัดเจน งานที่เกิดเป□นประจำ เป□นงานที่เกิดขึ้นทุกๆรอบการทำงาน ส□วนงานที่เกิดขึ้นเป□นครั้งคราวนั้น ไม□ได□เกิดขึ้นทุกรอบการทำงาน

3) แยกงานที่ไม□จำเป□นและงานที่จำเป□น งานที่ไม□จำเป□นคืองานที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดในขณะทำงาน จึงจำเป□นต□องแยกความล□าช□าออกจากการทำงานปกติ

4) เวลางานย□อยแต□ละงานควรสั้นแต□ไม□สั้นเกินไปจนจับเวลาไม□ทันเวลาของงานย□อยควรอยู□ระหว□าง 2.4 วินาที ถึง 40 วินาที

5) งานย□อยแต□ละงานต□องเป□นงานย□อยที่แน□นอน

2.5.7 การจับเวลาทำงานแต□ละงานย□อย

โดยทั่วไปมีการจับเวลาที่นิยมใช□อยู□ 2 วิธี คือการจับเวลาแบบต□อเนื่อง (Continuous Timing) และการจับเวลาแบบเข็มดีดกลับ (Snapback Timing หรือ Repetitive Timing) ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู□วิจัย ได□เลือกใช□การจับเวลาแบบต□อเนื่องมาจับเวลางานย□อยแต□ละงาน โดยเริ่มจับเวลาเมื่องานย□อยแรกเริ่มขึ้น แล□วปล□อยให□นาฬิกาจับเวลาเดินไปเรื่อยๆ เมื่อสิ้นสุดงานย□อยแรกก็อ□านค□าเวลา และจดบันทึกโดยไม□หยุดเวลา เมื่อสิ้นสุดงานย□อยถัดไปก็อ□านและจดบันทึกค□าเวลาจากนาฬิกาจับเวลาอีก ซึ่งเวลาที่บันทึกนี้ จะต□อเนื่องกันไปเรื่อยๆ เป□นเวลาสะสม

2.5.8 การคำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลา

กระบวนการเก็บตัวอย□างทางสถิติ (Sampling Process) ต□องจับเวลาโดยมีจำนวนครั้งที่มาก เพื่อให□ข□อมูลที่ได□มีความน□าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น และถ□าเวลาของงานย□อยมีความผันแปรมาก (Variance) ก็ต□องจับเวลาหลายๆ ครั้งมากขึ้น เพื่อที่จะให□ได□ผลที่แม□นยำที่สุด ตามขั้นตอนดังนี้

1) ทำการจับเวลาขั้นต้น

10 ครั้ง สำหรับงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 นาที

5 ครั้ง สำหรับงานที่ใช้เวลามากกว่า 2 นาที

2) หาค่าพิสัย (Range , R) โดยที่ R = H – L โดยกำหนดให้ H คือค่าสูงสุดของข้อมูล และ L คือ ค่าต่ำสุดของข้อมูล

3) หาค่าเฉลี่ยได้จาก (H + L) / 2 $\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N}$ หรือ

4) หาค่า R / X

5) หาจำนวนรอบในการจับเวลา

6) จับเวลาต่อจนครบตามจำนวนครั้งที่ได้

หลังจากที่ทำการหาค่าที่ได้จากการคำนวนเรียบร้อยแล้วให้นำค่าที่ได้มาหาจำนวนครั้งในการจับเวลาในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางหาจำนวนรอบของการจับเวลา

R/X	Data from Sample of		R/X	Data from Sample of		R/X	Data from Sample o	
	5	10		10	5		5	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	149
.30	27	15	.62	114	65	.94	261	156
.32	30	17	.64	121	69	.96	273	162
.34	34	20	.66	129	74	.98	284	169
.36	38	22	.68	137	78	1.0	296	
38	43	24	.70	145	83			
.40	47	27	.72	153	88			

2.5.9 การหาป□จจัยอัตราความเร็ว (Determining the Rating Factor)

1) การประเมินอัตราความเร็ว (Rating) คือ กระบวนการที่ใช□เปรียบเทียบการทำงานของคนงานที่ถูกศึกษาอยู□กับระดับการทำงานปกติ ซึ่งการให□ค□าอัตราความเร็วจะแบ□งออกเป□น 2 ขั้นตอนคือ การตั้งความเร็วระดับปกติของงาน และการลง ความเห็นว□าการทำงานของคนงานภายใต□การศึกษานั้นต□างจากระดับความเร็วปกติเท□าใดซึ่ง ความเร็วปกติ (Normal Pace) คือ อัตราการทำงานของคนงานเฉลี่ยซึ่งทำงานภายใต□การฝ□กที่ถูกต□อง และไม□มีแรงกระตุ□นจากเงินรางวัล

2) ความจำเป□นของการให□อัตราเร็ว (The Necessary of Rating) นั้นก็เนื่องจากเมื่อเราทำการคัดเลือกคนงานจำนวนหนึ่งที่ทำงานเดียวกัน คนงานบางคนจะผลิตงานได□มากกว□าคนอื่นซึ่งจะทำให□เป□นป□ญหาซึ่งงานควรถูกพิจารณาเป□น “Fair Days Work” ถ□าพิจารณาคนงานที่ช□าที่สุดเป□นมาตรฐาน แล□วคนงานที่มีประสิทธิภาพ จะถูกพิจารณาว□ามีความเร็วมาก ในที่สุดรายได□ที่คนงานได□รับจะแตก

ต□างกันมาก ดังนั้นจึงต□องมีมาตรฐานของการปฏิบัติงานสำหรับกระบวนการทั้งหมด และกำหนดให□ความแตกต□างในเครื่องจักร วัสดุ กระบวนการ อยู□ภายใต□การควบคุมที่จำกัด และความแตกต□างในการทำงานของคนงานเป□นผลมาจากคุณวุฒิ ความถนัด รูปแบบของการเคลื่อนที่ของคนงานเอง ดังนั้น การศึกษาเวลาจึงต□องทำกับ คนงานที่คัดเลือกแล□ว และต□องมี

การกำหนดค□าเฉลี่ยบางค□าของอัตราการทำงานของคนงานที่กำลังสังเกตและเกี่ยวพันต□อการปฏิบัติงานมาตรฐาน

3) ระบบการให□อัตราความเร็ว (Rating System) วิธีการประเมินอัตราการทำงานมีหลายวิธี ซึ่งมีป□จจัยที่มีผลต□อประสิทธิภาพของคนงาน เทคนิคทั่วไปที่นิยมใช□ในการประเมินประสิทธิภาพคือ

- ระบบการกำหนดอัตราของ Westing House โดยอาศัยองค□ประกอบ 4 ตัว ในการพิจารณา คือความชำนาญ ความพยายาม ความสม่ำเสมอ และเงื่อนไขที่มีผลต□อคนงานและคนที่ไม□ได□ปฏิบัติงาน

- กำหนดอัตราตามจุดประสงค□ (Objective Rating) แบ□งออกเป□น 2 ขั้นตอน คือ ประเมินค□าของงานอย□างเดียวโดยไม□คำนึงถึงความยากง□ายของงาน และเพิ่มค□า Difficulty Adjustment นอกเหนือจากอัตรา ความเร็วโดยดูจากการใช□ส□วนต□างๆของร□างกาย การใช□แป□นเหยียบ การใช□มือทั้งสองข□าง การใช□สายตาสอดคล□องกับการใช□มือ ความจำเป□น ในการขนย□าย และน้ำหนักที่ยก

- กำหนดอัตราตามความชำนาญและความพยายาม (Skill and Effort Rating) เป□นการตั้งมาตรฐานของเวลาไว□เป□นแต□มโดยกำหนดว□าคนงานเฉลี่ยทำงานอัตราปกติจะได□ 60 แต□มต□อชั่วโมงดังนั้นอัตราเฉลี่ยของคนงานจะได□ประมาณ 70-85 ต□อชั่วโมง

- กำหนดอัตราด□วยการสังเคราะห (Synthetic Rating) เป□นวิธีการประเมินค□าความจริงของคนงานจากค□าเวลาการเคลื่อนไหวที่กำหนดไว□ล□วงหน□า (Predetermined Motion Time) คือจะสามารถหาเวลาของแต□ละงานย□อยได□จากตาราง และเปรียบเทียบกับเวลาที่จับได□ก็จะทราบอัตราความเร็วของคนงานที่เราทำการศึกษา

- การประเมินระดับสรีรศาสตร□ (Physiological Evaluation of Performance Level) เป□นการวัดการเต□นของหัวใจโดยใช□ Stethoscope หรือ Telemeter ติดไว□ใกล□หัวใจ โดยทำการวัดชีพจรของคนงานก□อน และหลังการทำงาน เมื่อชีพจรเต□นปกติหลังจากหยุดทำงานแล□วจึงนำไปเปรียบเทียบกับค□ามาตรฐานที่มีอยู□

- การประเมินความเร็วในการทำงาน (Performance Rating) เป□นวิธีนิยมที่สุด ใช□ความเร็วในการทำงานของคนงานเป□นตัวตัดสินโดยคิดเป□น เปอร□เซ็นต□แต□มต□อชั่วโมง หรือหน□วยวัดอื่นๆ ซึ่งส□วนใหญ□จะใช□สเกลในการปรับค□าอัตราความเร็ว (Rating Scale) ซึ่งมีอยู□หลายชนิดโดยทั่วไปที่ นิยมใช□มีอยู□ 4 แบบคือ

ก. Scale 100-133 มีอัตราปกติอยู□ที่ 100 และ Average Incentive Pace อยู□ระหว□าง 115-145 ค□าเฉลี่ยของกลุ□มอยู□ที่ 130 มีแต□มสูงสุดอยู□ที่ 200

ข. Scale 60-80 มีอัตราปกติอยู□ที่ 60 และ Average Incentive Pace อยู□ระหว□าง 70-80 มีแต□มสูงสุดอยู□ที่ 120

ค. Scale Incentive 125 เปอร□เซ็นต□ จะคล□ายกับแบบแรกแต□ค□าเฉลี่ยการใช□ระบบจูงใจ 125 เปอร□เซ็นต□เป□นเกณฑ□ (Bench Mark) และจะจ□ายเงินรางวัล 25 เปอร□เซ็นต□ของรายได□พื้นฐานทันทีที่คนงานทำงานได□ถึงระดับนี้

ง. Scale 0-100 มี Average Incentive Pace อยู□ที่ 100 เปอร□เซ็นต□อัตรา ปกติอยู□ที่ค□าประมาณ 75-80 เปอร□เซ็นต□

2.5.10 การใช□ประโยชน□ของอัตราป□จจัยความเร็ว (The Use of Rating Factor)

ค□า Rating Factor คือค□าปรับอัตราความเร็ว ซึ่งจะนำไปคูณกับค□าเวลาตัวแทน เพื่อหาค□าเวลาปกติ หรือเวลาพื้นฐาน เวลาปกติคำนวณได□โดยใช□ป□จจัยอัตราความเร็วช□วย เวลาปกติจะเป□นข□อมูลเวลา ที่ถูกคำนวณขึ้น ซึ่งจะเกี่ยวกับเงื่อนไขของงานที่ปกติ

เวลาปกติ (Normal Time) = ค□าเวลาตัวแทน (Representative Time) x Rating Factor

ค□าเวลาตัวแทน (Representative Time) = Average of the Time Data for an Element

ดังนั้น

$$\text{Rating Factor} = (\text{Rating} \times 100) / \text{Standard Rating} \qquad (2.5)$$

2.5.11 ประเภทของเวลาเผื่อ (Type of Allowances)

1) เวลาเผื่อสำหรับความล□าช□า (Delay Allowances) แบ□งเป□นแบบหลีกเลี่ยงไม□ได□ (Unavoidable Delays) อาจเกิดได□ทุกขณะ เช□น เครื่องจักรเสีย วัสดุเสื่อมสภาพ และแบบหลีกเลี่ยงได□ (Avoidable Delays) มักเกิดจากการทำงาน เช□น การปรับเครื่องจักร การทำความสะอาดหรือเปลี่ยน เครื่องมือ ความล□าช□าแบบนี้จะเกิดขึ้นได□น□อยมากหากมีการจัดลำดับงานที่ดีหรือนำอุปกรณ□พิเศษมาช□วยในการทำงาน

2) เวลาเผื่อสำหรับบุคคล (Personal Allowance) เกิดจากความต□องการของพนักงาน เช□น การหยุดพัก การไปห□องน้ำ การดื่มน้ำ โดยทั่วไปคิดให□ประมาณ 2-5 % ต□อการทำงาน 8 ชั่วโมง แต□ในงานค□อนข□างหนักหรืองานในที่ร□อนอาจเพิ่มให□มากกว□า 5% ได□

3) เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล□า (Fatigue Allowance) เมื่อพนักงานทำงานหนัก หรือภายใต□สภาพแวดล□อมที่มีความร□อนสูง ความชื้น ฝุ□นละออง และเสียงอึกทึกต□างๆจะทำให□

พนักงาน เกิดความเครียดร□างกายเกิดความเมื่อยล□าและต□องการพักผ□อนให□ร□างกายกลับคืนสู□สภาพปกติ ดังนั้นจึง ต□องมีเวลาลดหย□อนเนื่องจากความเมื่อล□า เวลาลดหย□อนประเภทนี้ขึ้นอยู□กับลักษณะของงาน ความ แข็งแรงของพนักงาน ระยะเวลาในการทำงาน และสภาพแวดล□อมในการทำงาน

2.5.12 การคำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time) ของแต□ละงานย□อย

$$\text{Normal Time} = \text{Selected Time} \times \text{Rating Factor} \quad (2.6)$$

2.5.13 การคำนวณหาเวลามาตรฐาน (Determining Time Standard)

หลังจากทราบค□าเวลาปกติ (Normal Time) และเวลาลดหย□อน (Allowance Time) แล□วสามารถคำนวณหาค□าเวลาของการทำงานมาตรฐานได□โดย

$$\text{Std} = \text{NT}(1 + \text{A}) \quad (2.7)$$

เมื่อ Std = เวลามาตรฐาน (Standard Time)

NT = เวลาปกติ (Normal Time)

A = เวลาลดหย□อน (Allowance Time มักอยู□ในรูป % ของเวลาปกติ

2.5.14 Takt Time (แท็คไทม์)

Takt Time (แท็คไทม์; T/T) มีที่มาจากภาษาเยอรมัน “Taktziet” ซึ่งหมายความว่า “รอบเวลาของนาฬิกา” เพื่อการวัด เช่น จังหวะของดนตรี เมื่อนำมาใช้ในส่วนการผลิตจะมีความหมายว่าเวลามากที่สุดที่พนักงานสามารถใช้ในการผลิตชิ้นงาน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าให้ได้ทันท่วงที นั่นคือค่าแท็คไทม์จะเปรียบได้กับความเร็วในการขาย (Sale Speed) ที่ถูกกำหนดให้สามารถผลิต ชิ้นงานได้ 1 ชิ้นโดยค่า Takt time นี้สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{เวลาทำงานปกติสุทธิในหนึ่งวัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อวัน}} \quad (2.8)$$

หน่วยของ T/T คือ หน่วยของเวลาต่อชิ้นงาน 1 ชิ้น (วินาที/ชิ้น, นาที/ชิ้น หรือ ชั่วโมง/ชิ้น) ตัวอย่างเช่น

บริษัทแห่งหนึ่ง กำหนดเวลาทำงานปกติไว้ที่ 8 ชั่วโมง เวลาพัก 15 นาที 2 ครั้ง โดยในหนึ่งวันต้องการชิ้นงานจำนวน 600 ชิ้น ดังนั้น Takt time จะเท่ากับ 45 วินาทีต่อชิ้น

$$\text{Takt Time} = \frac{(8 \times 60) - 15 - 15)}{600} = 0.75 \text{ นาทีต่อชิ้น}$$

หรือ = $0.75 \times 60 = 45$ วินาทีต่อชิ้น

จากตัวอย่างข้างต้นสามารถอธิบายได้ว่า พนักงานจะต้องใช้เวลาในการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น ให้เสร็จภายใน 45 วินาที โดยจะนำค่า Takt Time ไปเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานของพนักงานแต่ละคนว่า เวลาที่พนักงานใช้เกินกว่า T/T หรือไม่ถ้าพนักงานใช้เวลาเกินกว่าเวลาที่กำหนด จะทำให้บริษัทไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการลูกค้าในวันนั้นได้ โดยวิธีในการแก้ไขปัญหานี้ เราจำเป็นต้องทำการปรับลดเวลาทำงานของพนักงานแต่ละคนให้อยู่ภายใต้เวลาการทำงานของ Takt Time หรือ อีกวิธีหนึ่งถ้าไม่สามารถปรับลดเวลาทำงานของพนักงานได้บริษัทจำเป็นต้องเพิ่มเวลาการทำงานให้แก่พนักงานในช่วงการทำงานล่วงเวลา (Over Time) ซึ่งเราจำเป็นต้องคำนวณ Takt Time ใหม่ ซึ่งค่า Takt Time นี้จะเรียกว่า Actual Takt Time

2.5.15 Actual Takt Time (A.T.T)

Actual Takt Time หมายถึงเวลามากที่สุดที่พนักงานสามารถใช้ในการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ทันตามจำนวนที่ลูกค้ากำหนด แต่จะแตกต่างจาก Takt Time ตรงเวลาที่นำมาใช้ในการคำนวณ โดย A.T.T. จะใช้เวลาทำงานตามปกติรวมกับช่วงการทำงานล่วงเวลา (Over Time) เนื่องจากรอบเวลาการทำงาน Cycle Time (C.T.) ของพนักงานอาจจะมากกว่าค่า T.T. ซึ่งไม่สามารถปรับลดให้อยู่ภายใต้ค่า T.T. ได้ จึงจำเป็นต้องให้พนักงานทำงานนอกเวลาการทำงานตามปกติ และเวลาที่นำมาใช้ในการผลิตในทางปฏิบัตินั้น ไม่สามารถทำให้ประสิทธิภาพเป็นไปตามที่กำหนดไว้ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเผื่อประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานและเครื่องจักรไว้ด้วยจึงทำให้เวลาในการผลิตที่ใช้จริงจะมากกว่าเวลาทำงานปกติ

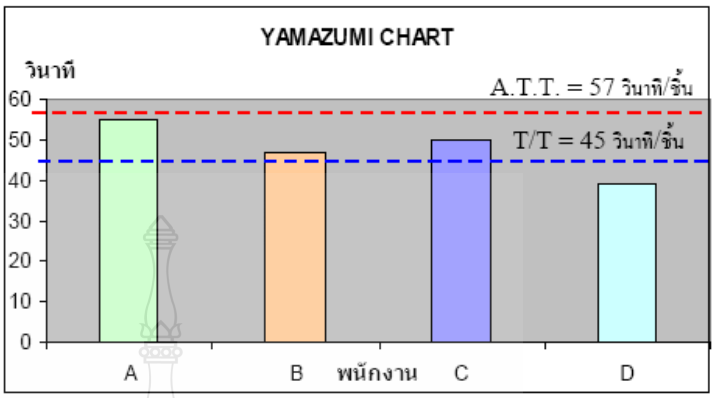
$$\text{Actual Takt Time} = \frac{\text{เวลาทำงานปกติสุทธิในหนึ่งวัน + เวลา O.T.}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อวัน}} \qquad (2.9)$$

ตัวอย่างเช่น

บริษัทได้กำหนดเวลาการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง โดยมีเวลาพัก 15 นาที 2ครั้ง และลูกค้ามีความต้องการสินค้าจำนวน 600 ต่อวัน เพราะฉะนั้นจะสามารถคำนวณค่า T.T. ได้เท่ากับ 45 วินาทีต่อชิ้น แต่รอบเวลาการทำงานของพนักงานมีค่ามากกว่า T.T. ซึ่งในวันนั้นทางบริษัทจึงได้กำหนดให้

พนักงานทำงานเพิ่มนอกเวลาการทำงานปกติอีก 2 ชั่วโมง ดังนั้นค่า A.T.T.จะเท่ากับ 57 วินาทีต่อชิ้น ดังภาพที่ 2.16

พนักงาน	รอบเวลาทำงาน (วินาที)
A	55
B	47
C	50
D	39



ภาพที่ 2.7 กราฟเวลา A.T.T. และ T/T

$$\text{Takt Time} = \frac{(8 \times 60) - 15 - 15}{600} = 0.75 \text{ นาทีต่อชิ้น} = 0.75 \times 60 = 45 \text{ วินาทีต่อชิ้น}$$

$$\text{A.T.T.} = \frac{(8 \times 60) - 15 - 15) + (2x\ 60)}{600} = 0.95 \text{ นาทีต่อชิ้น} = 0.95 \times 60 = 57 \text{ วินาทีต่อชิ้น}$$

จากผลการเพิ่มเวลาการทำงานของพนักงานอีก 2 ชั่วโมงจะเห็นได้ว่า บริษัทสามารถจำหน่ายสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างทันท่วงที โดยดูได้จากรอบเวลาการทำงานของพนักงานอยู่ภายใต้เวลา Actual Takt time

2.5.16 รอบเวลาการทำงาน (Cycle time)

รอบเวลาการทำงาน: C.T. หมายถึง เวลาที่พนักงานใช้ในการดำเนินการผลิตตามที่แต่ละคนรับผิดชอบในแต่ละรอบการทำงาน โดยพนักงานหนึ่งคนอาจจะรับผิดชอบงานเพียงงานเดียว หรือหลายงานก็ได้ ซึ่งจะเริ่มนับตั้งแต่จุดเริ่มต้นของงานนั้นจนถึงเวลาที่กลับมาตั้งต้นเพื่อจะเริ่มทำการผลิตในรอบต่อไป ตัวอย่างเช่น

งานที่พนักงาน 1 คน รับผิดชอบงานเดียว: งานปั๊มขึ้นรูปแผ่นโลหะ (Pressing) รอบเวลาการทำงานของพนักงานจะเริ่มนับตั้งแต่เวลาที่พนักงานเริ่มจับชิ้นงานนำเข้าไปปั๊มขึ้นรูปจนกระทั่งพนักงานกลับมาจับชิ้นงานอีกครั้งหนึ่งงานที่พนักงาน 1 คน รับผิดชอบหลายงาน: งาน Machining รอบเวลาการทำงานของพนักงานจะเริ่มนับตั้งแต่เวลาที่พนักงานเริ่มจับชิ้นงานเข้าเครื่องจักรเครื่องแรกจนกระทั่งเวลาที่พนักงานกลับมาจับชิ้นงานเพื่อจะใส่เข้าเครื่องจักรอีกครั้งหนึ่งส่วนประกอบของ

C.T. จะประกอบด้วย งานมือ (Handling Time) จะประกอบไปด้วยงานหยิบชิ้นงานเข้า, กดสวิตซ์ และหยิบออกจากเครื่องจักร รวมกับเวลาที่เครื่องจักรทำงาน (Machine Time)

2.6 ระบบการประกอบและจัดสมดุลของสายการผลิต (Assembly Systems and Line Balancing)

ในการสมดุลการผลิตต้องนำส่วนประกอบที่อยู่ในสายการผลิต เช่น คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีในการทำงานนำมาทำการศึกษาเวลาโดยจะต้องนำทฤษฎีต่างๆเข้ามาทำการสนับสนุนดังนี้

ในระบบการผลิต หรือการแปรสภาพการผลิต จะเกี่ยวข้องกับการแบ่งเวลาในการผลิตสินค้าในแต่ละขั้นตอนว่าจะใช้เวลากี่ชั่วโมง ในการผลิตสินค้า 1 จุด หรือจะใช้เวลากี่นาทีในการผลิตสินค้าที่ผ่านสายพาน (conveyor) และในการผลิตนั้นจะต้องคำนึงถึงด้านแรงงานด้วยว่าจะเกิดความเมื่อยล้าในขั้นตอนการผลิตที่กระทำซ้ำๆทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่ได้คุณภาพโดยทั่วไปในการผลิตสินค้าแต่ละจุดผลิต จะต้องวิเคราะห์ลักษณะงาน (job analysis) ว่าในการผลิตสินค้า ณ จุดนั้น ใช้เวลาเท่าไร เช่น การเชื่อมโลหะประกอบชิ้นงานอย่างหนึ่งใช้เวลา 20 นาที การประกอบหรือการผลิตชิ้นงานบางอย่างอาจจะใช้เวลาน้อย เช่น ถอดล้อรถยนต์ ด้วยเครื่องถอดไฟฟ้า ใช้เวลา 0.20 นาที การใส่ที่ปัดน้ำฝน ใช้เวลา 3 นาที เป็นต้น ในการทำสายการผลิตให้สมดุลนี้ก็เพื่อลดเวลาที่สูญเปล่า (idle time) ในสายการผลิต และจะเป็นการใช้ประโยชน์จากแรงงานและเครื่องมือให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วย (วิจิตรา ประเสร็จธรรม 2534)

2.6.1 ระบบการประกอบและจัดสมดุลของสายการผลิต (Assembly Systems and Line Balancing)

ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะของการผลิตเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง ส่วนมากจะเป็นการประกอบขึ้นจากส่วนประกอบ แนวคิดการประกอบที่ใช้ในระบบการผลิต โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนของกระบวนการประกอบ และส่วนของระบบการประกอบและการจัดสมดุลการผลิต

1) กระบวนการประกอบ (Assembly Process) คือ การนำชิ้นส่วนตั้งแต่ 2 ชิ้นหรือมากกว่ามารวมกันเพื่อให้เกิดรูปลักษณะใหม่ขึ้นมา (Entity) หรือเรียกว่าส่วนประกอบ (Subassembly) การประกอบที่ใช้ชิ้นส่วนประกอบดังกล่าวนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ

- ใช้ยึดติดกันทางเชิงกล (Mechanical Fastening) ซึ่งมักจะใช้กันโดยทั่วๆไปในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น นัท สกรู หรืออาจจะใช้วิธีการอัดแน่น (Press Fit)

- ใช้วิธีการเชื่อม (Joining Methods) คือ กระบวนการที่เกี่ยวกับการเชื่อมชนิดต่างๆ (Welding, Soldering, Brazing)

- ใช้วัสดุเป็นตัวประสาน(Adhesive Bonding) เป็นการยึดส่วนประกอบต่างๆเข้าด้วยกัน โดยใช้สารบางอย่างเป็นตัวประสาน เช่น กาวชนิดพิเศษ (Epoxy) วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน เพราะให้ความแข็งแรง และทนต่ออุณหภูมิสูงๆได้

2) ระบบการประกอบ (Assembly System) ระบบการประกอบที่ใช้ในอุตสาหกรรมนั้นมีอยู่หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็จะมีความเหมาะสมกับลักษณะงานดังนี้

- การประกอบธรรมดาในสถานีงาน 1 แห่ง (Manual Single Station Assembly) เป็นการประกอบผลิตภัณฑ์ที่มีความประณีต และ ผลิตเป็นจำนวนน้อยๆ ในบางครั้งอาจมีผลิตภัณฑ์ชนิดเดียว สำหรับขนาดของแรงงานนั้น จะขึ้นอยู่กับจำนวนผลิตภัณฑ์ และอัตราการผลิตที่ต้องการ เช่น เครื่องจักรอุปกรณ์ทางอุตสาหกรรมเครื่องบินต้นแบบ

- การประกอบแบบธรรมดาในสายการผลิต (Manual Assembly Line) เป็นการประกอบผลิตภัณฑ์(หรือส่วนประกอบย่อย) ที่ส่งผ่านสถานีประกอบหลายๆแห่งซึ่งในแต่ละสถานีอาจจะมีผู้ปฏิบัติงาน 1 คน หรือมากกว่าที่ช่วยกันประกอบส่วนต่างๆ เข้ากับส่วนประกอบย่อยที่มีอยู่ก่อน จนได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในสถานีงานสุดท้าย สายงานประกอบแบบธรรมดา มักจะนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ ที่อยู่ในสภาวะการผลิตที่มีปริมาณสูง และมีการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย ๆ หรือเรียกว่าส่วนของงาน (Work Element) แล้วจัดลงสถานีงานบนสายงานการผลิต ปัจจัยที่สำคัญสำหรับสายการผลิตแบบนี้ก็คือความชำนาญของคนงานที่ได้กำหนดหน้าที่ให้ทำงานแบบเดียวซ้ำๆ กัน จนคนงานนั้นมีความชำนาญพิเศษ และสามารถทำงานนั้นๆได้อย่างรวดเร็ว และ คงเส้นคงวาซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาอุตสาหกรรมที่มีการประกอบแบบธรรมดาในสายการผลิต (Manual Assembly Line) เนื่องจากมีการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย ๆหรือเรียกว่าส่วนของงาน (Work Element) แล้วจัดลงสถานีงานบนสายงานการผลิต

3) การเคลื่อนย้ายงานระหว่างสถานีงาน (Transfer of Work Station) วิธีการเคลื่อนย้ายงานจากสถานีงานหนึ่งไปยังสถานีถัดไปในขณะปฏิบัติงาน แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

- ไม่ใช้อุปกรณ์เชิงกล การเคลื่อนย้ายชิ้นงานระหว่างสถานีงาน จะเป็นไปโดยใช้มือซึ่งมักจะเกิดปัญหาในเรื่องการรอคอย ทำให้การไหลของงานไม่ สม่ำเสมอ รอบเวลาไม่คงที่ และอัตราการผลิตไม่แน่นอน ดังนั้นในการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นนี้จึงมักจะมีสต๊อกเพื่อความปลอดภัยไว้ระหว่างสถานี

- ใช้อุปกรณ์ลำเลียง การเคลื่อนย้ายส่วนประกอบย่อย (Subassembly) ระหว่างสถานีงานอาจจะใช้สายพานลำเลียงหรือโซ่ลำเลียง ระบบการเคลื่อนย้ายนี้ จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องหรือหยุด

เป็นช่วงๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วนิยมใช้กับสายงานประกอบ แต่มักจะมีปัญหาเกิดขึ้นกับบางสถานีที่คนงานไม่สามารถประกอบชิ้นงานได้เสร็จทันเวลา ซึ่งจะต้องส่งไปยังสถานีถัดไป

- ได้รับการเรียกร้องหรือวิจารณ์เกี่ยวกับเวลามาตรฐานเดิม จากผลงานหรือตัวแทนคนงาน
- ต้องการเวลามาตรฐานในการตัดสินใจง่ายค่าแรงงาน หรือเพื่อใช้ในแผนการจ่ายเงินจูงใจ
- ต้องการเปรียบเทียบวิธีการทำงานอื่น ๆ ที่นำมาเสนอ
- ต้องการประเมินค่าใช้จ่ายของงานบางส่วนที่มีมากเกินไป
- ต้องการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- เมื่อมีจุดคอขวดและต้องการจัดสมดุลในสายงานการผลิต
- เมื่อต้องการจัดระบบต้นทุนมาตรฐานและศูนย์กำไร
- เมื่อต้องการจัดระบบแผนงานการผลิตและกำหนดการทางการผลิต
- เมื่อต้องการกำหนดต้นทุนแรงงานและระบบควบคุมต้นทุนแรงงานในการกำหนดมาตรฐาน และปรากฏว่าคนงานหรือตัวแทนคนงานเกิดความรู้สึกว่า ค่าเวลาที่ใช้อยู่ไม่เป็นธรรม เป็นการเสียเปรียบของฝ่ายแรงงานในการยึดถือเวลามาตรฐานเพื่อกำหนดอัตราค่าจ้างหรืออัตราการทำงาน การศึกษาเวลาเพื่อทำให้เกิดการยอมรับในการใช้ค่าเวลามาตรฐานเป็นเกณฑ์ในการกำหนดค่าแรง

2.6.2 การบันทึกข้อมูลเกี่ยวข้อง ในการศึกษาเวลานอกจากการบันทึกเวลาทำงาน ยังมีข้อมูลซึ่งแสดงรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขมาตรฐานของการศึกษาเวลา ซึ่งจำเป็นต้องบันทึกในแบบฟอร์มการศึกษาเวลา โดยจะทำการบันทึกก่อนการศึกษาเวลา

2.6.3 การแบ่งแยกย่อยงาน การแบ่งแยกย่อยงานเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการศึกษาเวลาเพราะจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สังเกตส่วนประกอบของงานและสะดวกในการจับวัดเวลา การจับเวลาเพื่อการศึกษาวิเคราะห์ส่วนของงานที่จะศึกษา จะต้องสามารถกำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของวัฏจักรหรือรอบการผลิตของงานเสียก่อน ซึ่งในวัฏจักรของการทำงานจะถูกแบ่งย่อยเป็นกิจกรรมย่อย โดยมีหลักการแบ่งกิจกรรมย่อยดังต่อไปนี้

1) แบ่งแยกงานย่อยที่ได้ผลผลิต (Productive Work) ออกจากงานย่อยที่ไม่ได้ผลผลิต (Nonproductive Work)

2) แบ่งแยกงานย่อยที่มีจุดเปลี่ยนประเภทการเคลื่อนที่ชัดเจน

3) แบ่งแยกงานย่อยที่เป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ซึ่งจะเป็นจุดต่อเชื่อมของงาน

4) งานย่อยที่แบ่งออกมาควรมีระยะเวลายาวนานพอที่จะวัดหรือจับเวลาได้

5) รวมกลุ่มงานย่อยที่มีเวลาสั้นเกินกว่าการจับเวลาเข้าเป็นงานย่อยเดียวกัน

6) แยกงานย่อยที่ทำด้วยมือออกจากงานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักร

7) แยกงานที่เป็นงานย่อยคงที่ออกจากงานย่อยที่แปรค่า

8) แยกย่อยที่มีความล้าเป็นพิเศษออก

2.6.4 การวัดและการบันทึกเวลา ในการวัดเวลาและบันทึกข้อมูลเวลา เราจะต้องใช้เครื่องมือซึ่งประกอบด้วย

1) เครื่องมือจับเวลา

2) แบบฟอร์มบันทึกและวิเคราะห์เวลา

3) อุปกรณ์สำนักงานอื่นๆ

2.6.5 การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะจับเวลา คือ การหาขนาดของตัวอย่างในการบันทึกเวลา โดยทั่วไปเมื่อเราบันทึกเวลาจะพบว่า โอกาสที่จะบันทึกเวลาให้สามารถจับเวลาของงานย่อยแต่ละงานให้มีเวลาเดียวกันในทุกวัฏจักรของงานที่จับได้เป็นเรื่องยาก เนื่องจากความผิดพลาดในการจับเวลาหรือความไม่สม่ำเสมอในการทำงานของคนงานหรือเพราะมีความผันแปรด้านอื่น ๆ ของงาน ดังนั้นจึงต้องมีการวิเคราะห์งานหลาย ๆ รอบหรือหลาย ๆ วัฏจักร จากนั้นจะเลือกใช้เวลาที่เป็นตัวแทนงานย่อยแต่ละงาน ในการกำหนดหาขนาดของตัวอย่างที่จะสร้างความเชื่อมั่นต่อข้อมูลที่วัดได้โดยระดับความเชื่อมั่นและผิดพลาดตามต้องการ 3 วิธี

1) การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะบันทึกเวลา โดยการใช้สูตรคำนวณเปิดตารางทางสถิติของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน (Standard Normal Distribution)

2) การกำหนดจำนวนวัฏจักรที่จะบันทึกเวลา โดยการใช้ตารางสำเร็จรูปมีความพยายามเพื่อกำหนดใช้จำนวนตัวอย่างโดยประมาณการเป็นตารางสำเร็จรูป เพื่อง่ายแก่การใช้งานดังแสดงในตาราง เป็นตารางที่ช่วยกำหนดจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมโดยวิธีง่าย ๆ เพียงแต่ศึกษาเวลาโดยการจับเวลาเบื้องต้นเพื่อกำหนดค่าเวลาต่อวัฏจักร ซึ่งถ้าเป็นเวลาที่สั้นจะต้องใช้การจับเวลาที่เป็นจำนวนมาก ถ้าเวลาต่อวัฏจักรยาวจำนวนตัวอย่างก็จะลดน้อยลง เช่น ถ้าจับข้อมูลเวลาต่อวัฏจักรได้เท่ากับ 1.00-2.00 นาที จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเวลาจะใช้เพียง 25 วัฏจักร

2.6.6 การประเมินอัตราการทำงาน ในการจับเวลาและบันทึกเวลาการทำงาน จะมีกรณีที่มีเวลาที่บันทึกอาจจะสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป ซึ่งเราอาจจะใช้วิธีการตัดเวลาดังกล่าวออกจากข้อมูลที่บันทึกได้ อย่างไรก็ตามเรามักจะพบว่า เวลาที่จับได้สูงหรือต่ำเกินไปนั้นมีส่วนเกิดจากเงื่อนไขของวัสดุ ซึ่งน่าจะเป็นส่วนของงานที่ทำให้เวลาที่บันทึกได้เป็นไปตามความจริงจึงไม่ควรจะขจัดเวลาเหล่านั้น

ออกไปทั้ง ๆ ที่เป็นเวลาที่ค่อนข้างจะผิดปกติก็ตาม แนวทางการใช้ข้อมูลเวลาที่บันทึกได้โดยใช้ค่าเวลาเฉลี่ยหรือค่าเวลาฐานนิยมยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาด้านข้อมูลเวลาที่อาจจะเบี่ยงเบนไปเนื่องจากความตั้งใจหรือไม่ตั้งใจของคนงานในการทำให้เวลาทำงานเร็วขึ้นหรือช้าลง ซึ่งการประเมินอัตราความเร็วของการทำงานของคนงานระหว่างการศึกษาเวลาเป็นส่วนที่ยุ่งยากและสำคัญมาก

2.6.7 การกำหนดเวลาเผื่อ การคำนวณเวลาปกติจากการใช้เวลาเลือก เมื่อปรับด้วยค่าองค์ประกอบการประเมิน จะยังถือเป็นเวลามาตรฐานไม่ได้ เนื่องจากยังไม่ครอบคลุมเวลาเผื่อสำหรับ

1) เวลาเผื่อกิจส่วนตัว (Personal Allowance) เวลาเผื่อเพื่อกิจธุระส่วนตัวจะถูกกำหนดให้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะความหนักเบาของงาน ระยะเวลาการทำงาน เงื่อนไขการทำงาน เวลาเผื่อสำหรับกิจส่วนตัวอาจจะสูงกว่า 5% ของเวลาปกติ การทำงาน 8 ชั่วโมง /วัน โดยไม่มีการพักเลยจะมีเวลาที่เป็นกิจส่วนตัว 2-5 % เวลาเผื่อส่วนตัวจะสูงขึ้นถ้าเงื่อนไขการทำงานเลวลงเช่น งานหนัก ร้อน ฝุ่นจัด เสียงดัง ฯลฯ

2) เวลาเผื่อความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance) การเผื่อเวลาเมื่อยล้าจำเป็นสำหรับงานที่มีเงื่อนไขการทำงานที่สร้างความเมื่อยล้าในการทำงานได้ยาก เช่น งานหนักสภาพแวดล้อมการทำงานไม่ดี มีความเครียด มีความเครียดในการทำงาน ระยะเวลาในการทำงาน คนจำเป็นจะต้องพักเมื่อรู้สึกว่า ร่างกายของเราเกิดความเมื่อยล้า การทำงานที่เบาและมีช่วงเวลาพักผ่อนเพียงพอในระหว่างวัน ไม่จำเป็นต้องมีเวลาเผื่อความเมื่อยล้า

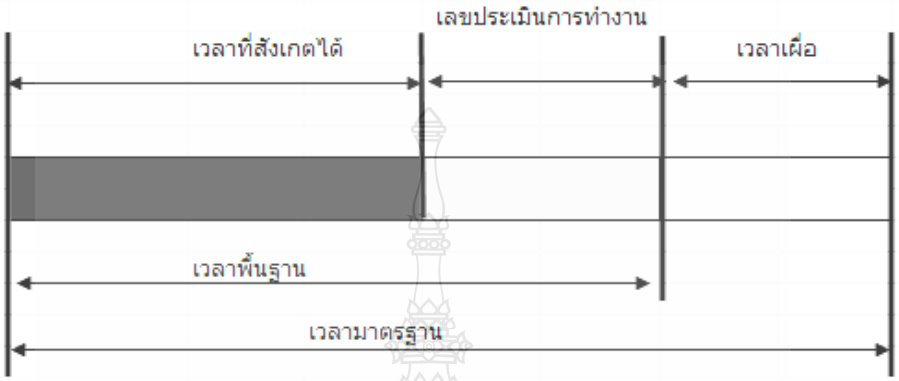
3) เวลาเผื่อความล่าช้า (Delay Allowance) เป็นเวลาเผื่อเนื่องจากการปรับเปลี่ยนเครื่องมือเครื่องจักร หรือเวลาที่เสียไปเนื่องจากเครื่องจักรชำรุด ไฟฟ้าดับ ขาดแคลนวัสดุ เวลาเผื่อจึงเป็นเวลาที่เผื่อจากเวลาปกติของคนงานที่เหมาะสมเพื่อกิจธุระส่วนตัว เพื่อลดความเมื่อยล้า และเผื่อสำหรับความล่าช้าของกิจกรรม

2.6.8 การหาเวลามาตรฐาน เมื่อมีการจับเวลาบันทึกข้อมูลเวลาตามวัฏจักรให้ได้ระดับความเชื่อมั่นและระดับความผิดพลาดที่ต้องการแล้ว เราจะสามารถหาเวลาเลือก ซึ่งจะใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่าฐานนิยมของข้อมูลเวลา จากนั้นจะปรับค่าองค์ประกอบการประเมิน ทำให้ได้ค่าเวลาปกติเมื่อปรับค่าเวลาเผื่อจะได้เวลามาตรฐานดังแสดงในภาพที่ 2.8

การกำหนดหาเวลามาตรฐานจากค่าเวลาปกติปรับค่าเผื่อได้ 2 วิธี

1) เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + (เวลาปกติ * % เวลาเผื่อ)

2) เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ * {100 / (100 - % เวลาเผื่อ)}



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการหาเวลามาตรฐาน [4]

2.7 เทคนิคการศึกษาโดย MOST (Maynard Operation Sequence Technique)

ในอดีตการค้นหาวิธีในการพยากรณ์เวลา มีหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาเวลา (Time Study) ของเทย์เลอร์ (Taylor) การศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) ของกิลเบรทส์ (Gilbreths) แต่ยังไม่สามารถลด ในเรื่องของเวลาการเคลื่อนไหว และความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงมีกลุ่มคนที่ 3 ที่นำ 2 วิธี นี้มารวมกัน ระหว่างการศึกษาเวลาและการศึกษาการเคลื่อนไหวของร่างกาย และเรียกระบบนี้ว่าระบบการศึกษาเวลาแบบการกำหนดเวลาการเคลื่อนไหวแบบล่วงหน้า (Predetermined Time System :PTS) [5]

ระบบวิธีการวัดเวลา (Method Time Measurement : MTM) เป็นระบบการศึกษาเวลาแบบการกำหนดเวลาการเคลื่อนไหวแบบล่วงหน้า (Predetermined Time System : PTS) ซึ่งได้ถูกสร้างขึ้นครั้งแรกในปี 1948 โดย ฮารอล์ด บี เมย์นาร์ด (Harold B. Maynard) ,จี.เจ.สเตจเมอร์ (G.J.Stegemerten)และ(เจ.แอล.สควบ) (J.L.Schwab.) เป็นระบบที่มีความแม่นยำสูงและได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งจะคิดอัตราการทำงานที่ 100% (Performance Rating) และพิจารณาที่เวลาในการปฏิบัติงานจริง ไม่ขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติงาน

ระบบวิธีการวัดเวลา MTM (Method Time Measurement) มีการนำการเคลื่อนที่พื้นฐานมาไว้ที่แผ่นข้อมูล (Data Card) เช่น การเอื้อมมือ (Reach) จับ (Grasp) การเคลื่อนย้าย (Move) การกำหนดตำแหน่ง (Position) และอื่น ๆ ซึ่งการเคลื่อนที่ทั้งหมดเป็นการเคลื่อนที่พื้นฐานที่ใช้ได้จริง

โดยจะทำการเลือกและพิจารณาการเคลื่อนที่ ที่เหมาะสมจากการ์ดข้อมูล เนื่องจากการ วัดเวลาแบบ MTM มีความแม่นยำสูง เพราะมีรายละเอียดในการวิเคราะห์มาก ใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน ดังนั้น จึงได้มีการพัฒนาเพื่อลดความผิดพลาดและ เวลาในการวิเคราะห์มาเป็น MTM-1, 2, 3 ตามลำดับ แต่เนื่องจากวิธีการวัดเวลา MTM จะมีขีดจำกัดในการนำไปใช้ได้เฉพาะในอุตสาหกรรมการผลิตเท่านั้น แต่ยังไม่สามารถนำมาใช้ได้กับงานบริการ, หรืองานสำนักงานได้ จึงได้มีการพัฒนาวิธีการวัดเวลาแบบ MOST (Maynard Operation Sequence Technique) ขึ้นในปี 1967 เพื่อให้สามารถใช้ได้กับทุกการผลิตงานบริการ และอุตสาหกรรมการขนส่งให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น และลดเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์หาเวลามาตรฐาน เพราะการวิเคราะห์ค่าดัชนีสามารถทำได้ง่ายขึ้นตัวแปรที่นำมาใช้ลดลง เงื่อนไขต่าง ๆ ถูกบีบให้กว้างขึ้น ไม่ขึ้นอยู่กับพนักงานแต่ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหว และระยะการเคลื่อนที่ไหว น้ำหนักของชิ้นงานที่ทำการประกอบ [5]

2.7.1 รูปแบบการวัดเวลาแบบ MOST

รูปแบบการวัดเวลาแบบ MOST แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ

1) Mini MOST : ใช้วิเคราะห์เวลางานที่สั้นๆ (น้อยกว่า 10 วินาที) ลักษณะงานเป็นงานประกอบที่ใช้ความเที่ยงตรงสูง จะใช้ค่าดัชนี คูณด้วย 1(x1)

2) Basic MOST : ใช้วิเคราะห์เวลางานตั้งแต่ 0.5 – 3 นาที ลักษณะงานเป็นงานประกอบทั่วไป จะใช้ค่าดัชนี คูณด้วย 10(x10)

3) Maxi MOST : ใช้วิเคราะห์เวลางานตั้งแต่ 2 นาทีขึ้นไป ลักษณะงานเป็นงานประกอบเครื่องกลหนัก หรือการซ่อมเครื่องจักร จะใช้ค่าดัชนี คูณด้วย 100(x100)

ในงานวิจัยฉบับนี้จะกล่าวถึงเฉพาะ ในส่วนของ Basic MOST ที่ได้มีการนำมาใช้ในกรณีศึกษาเท่านั้น เพราะรูปแบบของเวลาในแต่ละกระบวนการทำงานของการเชื่อมและประกอบโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์จะอยู่ในช่วงเวลา 0.5 – 3 นาที

2.7.2 หน่วยเวลา (Time Measurement Unit :TMU)

หน่วยเวลาที่ MOST ใช้จะระบุแบบเดียวกันกับที่ใช้ใน Basic MOST โดยมี พื้นฐานเป็นชั่วโมงหรือหน่วยย่อยของชั่วโมง ซึ่งเรียกว่า หน่วยวัดเวลา (Time Measurement Units: TMU) การแปลงหน่วยของ TMU เป็นชั่วโมงสามารถดูได้จากตารางมาตรฐานที่ 2.2 แสดงรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบเวลามาตรฐาน

TMU	TMU
1	0.00001 ชั่วโมง
1	0.0006 นาที
1	0.036 วินาที
100,000	1 ชั่วโมง
1667	1 นาที
27.8	1 วินาที

2.7.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการทำงานของพนักงาน

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการทำงานของพนักงานจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้ดังนี้

1) High Task คือ พนักงานที่มีประสบการณ์ตามระดับเฉลี่ยที่ตัวเองปฏิบัติงานที่ตนเองถนัด และมีความพยายามที่ดีที่จะให้งานสำเร็จลุล่วงระดับสมรรถนะ (Performance Level) อยู่ที่ 125%

2) Low Task คือ พนักงานที่แทบจะไม่มีการควบคุมดูแล และเป็นพนักงานแรงงานรายวัน ระดับสมรรถนะ (Performance Level) อยู่ที่ 100% ซึ่งในหลักการของ MOSTจะคิดที่ระดับ Low Task เนื่องจากคิดการทำงานที่เป็น ค่าเฉลี่ย ดังนั้นสมรรถนะ (Performance) ของพนักงานจึงคิดที่ 100%

2.7.4 การจัดลำดับ (Sequence) การเคลื่อนไหวของร่างกาย

สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามหลักการของ MOST ได้ดังนี้

1) ลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา (General Move Sequence) การเคลื่อนย้ายสิ่งของไปตำแหน่งที่เหมาะสมในสามมิติ โดยไม่ถูกจำกัดเรื่องเส้นทางการเคลื่อนไหว

2) ลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด (Control Move Sequence) การเคลื่อนย้ายสิ่งของ โดยสัมผัสกับพื้นผิว หรือการเคลื่อนย้ายสิ่งของในสภาพที่สิ่งของนั้นสัมผัสกับสิ่งอื่นในระหว่างการเคลื่อนย้าย

3) ลำดับการใช้เครื่องมือ (Tool Use Sequence) การเคลื่อนย้าย (เคลื่อนไหว) โดยใช้เครื่องมือทั่วไป เช่น ค้อน ประแจ ปากกา และมีลำดับการเคลื่อนไหวโดยรูปแบบการจัดลำดับการเคลื่อนไหวของร่างกายแสดงดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 รูปแบบลำดับการเคลื่อนไหวร่างกาย (Sequence Model) ของ Basic –MOST

กิจกรรม	ลำดับโมเดล	กิจกรรมย่อย
การเคลื่อนไหวธรรมดา	ABG ABP A	A = ระยะทางกระทำ B = การเคลื่อนไหวลำตัว G = อยู่ภายใต้การควบคุม P = กำหนดตำแหน่ง
การเคลื่อนไหวแบบจำกัด	ABG MXI A	M = การเคลื่อนไหวถูกจำกัด X = เวลาการทำงาน I = ปรับแกน
การใช้เครื่องมือ	ABG ABP /Tool Action / ABP A	F = ขัน L = คลาย C = ตัด S = การจัดการผิวหน้า M = วัด R = บันทึก T = คิด

2.7.5 การคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปร ของลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา

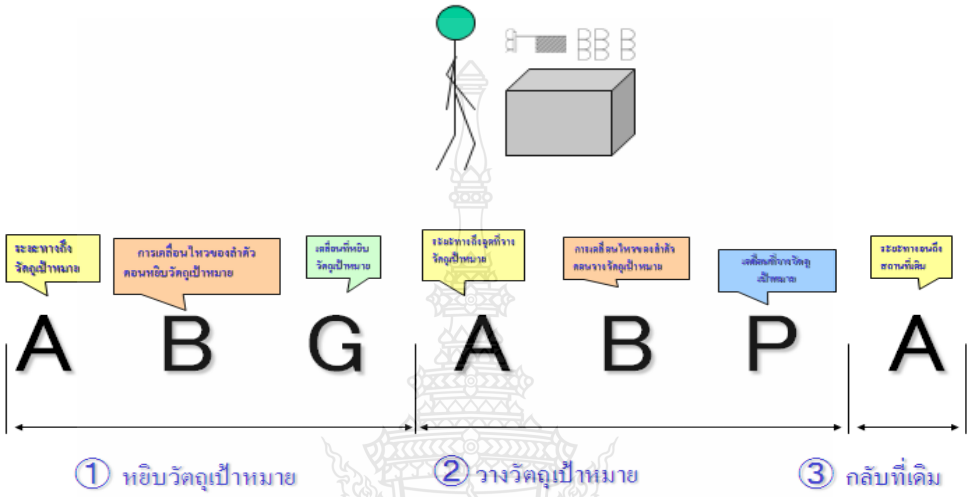
ในการวิเคราะห์สามารถดูค่าดัชนีได้ จากตารางที่ 2.4 รูปแบบการวิเคราะห์ตัวแปร (Parameter) โดยจะแบ่งภาคเป็น 3 ส่วนด้วยกันได้แก่

ABG ABP A

GET (จับชิ้นงาน) = A B G

PUT (วางชิ้นงาน) = A B P

RETURN (กลับสู่ตำแหน่งเดิม) = A แสดงดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 การเคลื่อนไหวแบบธรรมดา

ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปรของลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา

หยิบกล่อง Washer และวาง Washer 1 ชิ้นเข้ากับ Bolt ในระยะ 5 นิ้ว

A1 = หยิบกล่อง Washer ในระยะที่เอื้อมถึง

GET B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย

G1 = หยิบ Washer 1 ชิ้นจากกล่อง

A1 = เคลื่อนตำแหน่งของ Washer ไปหา Bolt

PUT B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย

P1 = ประกอบ Washer ไว้หลวม ๆ

RETURN A0 = ไม่ต้องกลับสู่ตำแหน่งเดิม

คำนวณเวลา TMU : = A1 B0 G1 A1 B0 P1 A0

= (1+ 0 + 1 + 1 + 0 + 1 + 0) X 10

= 4 X10

= 40 TMU

แปลงเป็นหน่วยเวลา (ชั่วโมง, นาที, วินาที = 40 x 0.036 วินาที)

ดังนั้นเวลาในการทำงานตามหลักการของ MOST มีค่า = 1.44 วินาที

หน่วยการเปลี่ยนจำนวนวินาทีมีด้วยกัน 2 ประเภทคือ

Low task = การทำงานภายใต้สภาพที่ไม่มี Pressure Low task (X 0.036 วินาที)

High task = การทำงานภายใต้สภาพที่มี Pressure High task (X 0.0288 วินาที)

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา (General Move Sequence)

ระบบ Basic MOST			ABG ABP A		เคลื่อนไหวแบบธรรมดา
ค่าดัชนี	A ระยะทางกระทำ	B การเคลื่อนไหวลำตัว	G อยู่ภายใต้การควบคุม	P กำหนดตำแหน่ง	ค่าดัชนี
x10	รายละเอียด	รายละเอียด	รายละเอียด	รายละเอียด	x10
0	≤ 2 inc ≥ 5 cm.			ใช้มือจับถือ โยนเบา ๆ	0
1	ขอบเขตที่มือเอื้อมถึง		สิ่งของเบา สิ่งของเบา (พร้อมกัน)	วางข้าง ๆ มัดไว้หลวม ๆ	1
3	1-2 ก้าว	ก้มหรือยืดตัว (อัตราการเกิดขึ้น 50 %)	สิ่งของเบาแต่ไม่มีสิ่งกีดขวาง/(ไม่พร้อมกัน) พันกัน/ หนักรวมกัน/ เทอะทะ	ปรับแก้,กดเบาๆ ปรับแก้ 2 ครั้ง	3
6	3-4 ก้าว	ก้มหรือยืดตัว		ระวังถูกต้อง/ มีสิ่งกีดขวาง ที่มองไม่เห็นกดแรงๆ/ เคลื่อนย้าย	6

				ระหว่างทาง	
10	5-7 ก้าว	นั่งหรือยืน			10
16	8-10 ก้าว	เดินผ่านประตู/ เดินขึ้นลง /ยืนหรือนั่ง /ก้มแล้วนั่ง			16

2.7.6 คำจำกัดความของตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ MOST แบบพื้นฐาน

Basic MOST ที่มีลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา และการวิเคราะห์ค่าดัชนีแต่ละการเคลื่อนไหว

1) ระยะการกระทำ (Action Distance : A) หมายถึง ระยะการกระทำที่ครอบคลุมทุกการเคลื่อนที่ของนิ้ว มือ และเท้า ทั้งที่มีภาระและไม่มีภาระ

A0 = เคลื่อนที่ของนิ้ว, มือ หรือเท้าที่น้อยกว่า 2 นิ้ว (5 เซนติเมตร)

A1 = เคลื่อนที่ ที่อยู่ในรัศมีของแขน ที่สามารถเอื้อมถึง อาจจะมีการก้มตัวหรือบิดตัวเล็กน้อย

A3 = เคลื่อนที่ของลำตัว โดยการก้าวหรือหมุนรอบตัว 1 ถึง 2 ก้าว

A6 = เคลื่อนที่ของลำตัว โดยการก้าว 3 ถึง 4 ก้าว

A10 = เคลื่อนที่ของลำตัว โดยการก้าว 5 ถึง 7 ก้าว

A16 = เคลื่อนที่ของลำตัว โดยการก้าว 8 ถึง 10 ก้าว

AX = ดูได้จากตารางที่ 2.4

หมายเหตุ : จำนวนก้าวจะอ้างอิงกับ จำนวนครั้งที่เท้าแตะพื้นโดย 1 ก้าวจะมีระยะประมาณ 0.75 เมตร

2) การเคลื่อนไหวลำตัว (Body Motion : B) หมายถึง การเคลื่อนไหวลำตัวในแนวตั้ง หรือการเคลื่อนไหวที่ต้องผ่านสิ่งกีดขวาง ทำให้ร่างกายเกิดความเหนื่อยล้า

B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของลำตัว

B3 = เคลื่อนไหวของลำตัว โดยการนั่งเก้าอี้ โดยที่มือและเท้าไม่มีการเคลื่อนที่ หรือการลุกจากที่นั่งโดยที่ไม่ต้องใช้มือหรือเท้าช่วย การย่อตัวหรือลุกขึ้นเพียง 50% ระหว่างที่ทำซ้ำ

B6 = การย่อตัว โดยลำตัวโค้งต่ำกว่าเอว หรือเข่า มืออยู่ในตำแหน่งต่ำกว่าเข่า หรือยืดตัวกลับมาที่ท่าเดิม

B10 = การนั่งหรือยืนที่ต้องมีการเคลื่อนไหวของมือ หรือเท้าช่วยในการปรับตำแหน่งที่เหมาะสม เช่นการนั่งที่ต้องมีการดึงเก้าอี้ให้รับกับเท่านั่งเพื่อความสบายในการนั่ง

B16 = การยืนแล้วก้มตัว หรือการก้มตัวแล้วนั่ง เช่น นั่งอยู่แล้วต้องยืนแล้วเดินไปก้มหยิบของที่อยู่ในระดับใต้เข่า ซึ่งเป็นการรวมกันระหว่าง B10 แล B6 ตามลำดับ ดังเสดงในรูปที่ 2.10

ตารางที่ 2.5 ค่าดัชนี AX ที่สอดคล้องกับระยะทางที่กระทำ

ระยะกระทำ		
ค่าดัชนี	จำนวนก้าว	ระยะทาง (เมตร)
A24	11-15	12
A32	16-20	15
A42	21-26	20
A54	27-33	25
A67	34-40	30
A81	41-49	38
A96	50-57	44
A113	58-59	51
A131	68-78	59
A152	79-90	69
A173	91-102	78
A196	103-115	88
A220	116-128	98
A245	129-142	108
A270	143-158	120
A300	159-174	133
A330	175-191	146

ท่าย่อตัว 1

ท่าย่อตัว 2

ท่าย่อตัว 3

ภาพที่ 2.10 ลักษณะของการย่อตัว และการลุกขึ้น

3) การควบคุมการเคลื่อนไหว (Gain Control : G) หมายถึง การควบคุมการเคลื่อนไหว ซึ่งครอบคลุมทุกการเคลื่อนไหวของคน เช่น นิ้วมือ, มือ, เท้า เป็นต้น เพื่อควบคุมสิ่งของก่อนที่จะทำการย้าย ไปสถานที่อื่น

G0 = ไม่มีการกระทำเกี่ยวกับสิ่งของ

G1 = การควบคุมสิ่งของที่มีน้ำหนักเบา หรือการควบคุมสิ่งของที่มีน้ำหนักเบาพร้อมกันทั้งสองมือ ทั้งมือด้านซ้าย และด้านขวา

G3 = 1. การควบคุมสิ่งของที่มีน้ำหนักมากหรือขนาดใหญ่

2. การควบคุมสิ่งของที่มีน้ำหนักเบาทั้ง 2 มือ แต่ยกทีละมือ เช่น ยกด้านซ้ายก่อนแล้วค่อยยกด้านขวา

3. การควบคุมสิ่งของที่มีสิ่งกีด ขวางหรือมองเห็นได้ยากต้องทำลายสิ่งกีดขวางก่อนค่อยยก สิ่งของได้

4. การค้นหาสิ่งของจากสิ่งของหลายอย่างที่ปนกัน

5. การรวบสิ่งของหลายอย่างเข้าด้วยกัน

4) การกำหนดตำแหน่งวาง (Placement :P) หมายถึง การกำหนดตำแหน่งวางซึ่งอ้างอิงกับสภาวะสุดท้าย ของการจับสิ่งของซึ่งไม่ได้พิจารณาที่น้ำหนักอย่างเดียว โดยจะพิจารณาค่าดัชนีจากความยากของวิธีการวางวัตถุ

P0 = การถือ, การโยน หรือเคลื่อนย้ายวัตถุไปวางในที่ ที่ไม่มีการระบุตำแหน่งชัดเจน

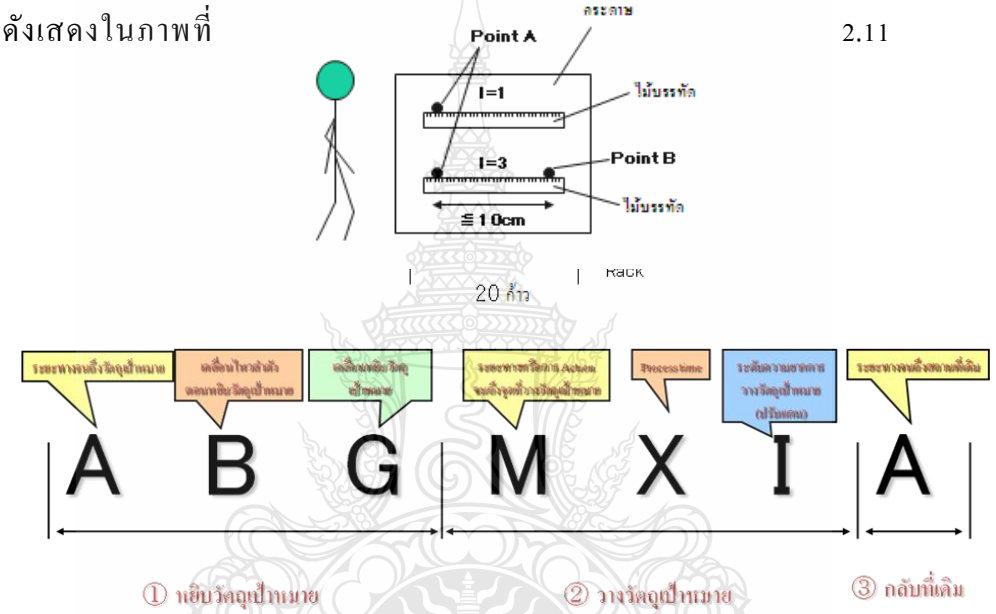
P1 = การวางไว้ตำแหน่งข้าง ๆ ไม่ต้องให้ความสำคัญมาก, หรือการประกอบไว้หลวม ๆ

P3 = การประกอบหลวม ๆ ในที่ ที่มองเห็นได้ยากหรือมีสิ่งกีดขวางการปรับให้ตรงตำแหน่งเพื่อให้ประกอบง่าย, การประกอบ 2 ชั้นต่อกัน

P6 = การวางในตำแหน่งที่ต้องการความแม่นยำสูง ต้องใช้สายตาเพ่งมอง การกดแรง ๆ ทำให้เกิดการเกร็งของกล้ามเนื้อ การวางในตำแหน่งที่มองเห็นได้ยาก หรือในตำแหน่งที่มีสิ่งกีดขวาง การเคลื่อนที่ระหว่างการ จับสิ่งของก่อนที่จะวางในตำแหน่งที่กำหนด

2.7.7 ลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด (Control Move Sequence)

การย้ายไปตำแหน่งที่เหมาะสม ในสามมิติ โดยไม่จำกัดเรื่องเส้นทางการคำนวณ เวลาก็จะเหมือนกับ การคำนวณในลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา แต่จะต่างกับการเคลื่อนไหวธรรมดาที่รูปแบบการวิเคราะห์ เคลื่อนไหวที่ถูกจำกัด ดังเสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 การเคลื่อนไหวแบบจำกัด

การคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปร ของลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด (Control Move Sequence) ในการวิเคราะห์สามารถดูค่าดัชนีได้จากตารางที่ 2.5

รูปแบบการวิเคราะห์ตัวแปร (Parameter) โดยจะแบ่งภาคเป็น 3 ส่วนด้วยกันได้แก่

ABG MXI A

GET (จับชิ้นงาน) = A B G

MOVE or ACTUATE (เคลื่อนไหว,กระตุ้นให้ทำ) = MXI

RETURN (กลับสู่ตำแหน่งเดิม) = A

ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปรของลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด

พนักงานหยิบไม้บรรทัดในระยะที่เอื้อมถึงทำการวัดระยะ 15 ซม., 2 จุด ที่ชิ้นงานขนาด 20 ซม.

A1 = หยิบไม้บรรทัดในระยะที่เอื้อมถึง

GET B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวร่างกาย

G1 = ไม้บรรทัดมีน้ำหนักเบา

M1 = เคลื่อนนิ้วมือที่มีระยะน้อยกว่า 30 ซม.

MOVE หรือ ACTUATET X0 = ไม่มีการทำงานของเครื่องจักร

I6 = ปรับระยะ 2 จุด, ขนาดเกิน 10 ซม.

RETURN A0 = ไม่ต้องกลับสู่ตำแหน่งเดิม

คำนวณเวลา TMU : = A1 B0 G1 M1 X0 I6 A0

= (1+ 0 + 1 + 1 + 0 + 6 + 0) X 10

= 9 X10

= 90 TMU

แปลงเป็นหน่วยเวลา (ชั่วโมง, นาที, วินาที) = 90 x 0.036 วินาที

ดังนั้นเวลาในการทำงานตามหลักการของ MOST มีค่า = 3.24 วินาที

ตารางที่ 2.6 ข้อมูล (Data Card) ของลำดับ การเคลื่อนไหวแบบจำกัด

ระบบ Basic Most		ABGMXIA			เคลื่อนไหวแบบจำกัด	
ค่าดัชนี x10	M		X		I	ค่าดัชนี x10
	การเคลื่อนไหวถูกจำกัด		เวลา Process		ปรับแกน	
	ผลัก/ ดึง / หมุน		วินาที	นาที	ชั่วโมง	วัตถุเป้าหมาย	
1	ไม่เกิน 30 cm ปุ่ม / ลูกบิด		0.5	0.01	0.0001	1 จุด	1
3	เกิน 30 cm.มีแรงต้านทานเพิ่มหรือเปล่าแรง 2 ขยัก ไม่เกิน 30 cm.	1	1.5	0.02	0.0004	2 จุด ไม่เกิน 10 cm.	3
6	2 ขยัก เกิน 30 cm.	3	2.5	0.04	0.0007	2 จุด เกิน 10 cm.	6

	1-2 ก้าว						
10	3-4 ก้าว 3-5 ก้าว	6	4.5	0.07	0.0012		10
16	6-9 ก้าว	11	7	0.11	0.0019	ปรับแกนถูกต้อง	16

2.7.8 คำจำกัดความของตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

Basic MOST ที่มีลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด และการวิเคราะห์ค่าดัชนีแต่ละการเคลื่อนไหว ตัวแปรที่ใช้ใน การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบจำกัดจะเหมือนกับ การเคลื่อนไหวแบบธรรมดา จะมีเพิ่มมา 3 ตัวดังนี้

1) การควบคุมการเคลื่อนไหวแบบ จำกัด (Move Control : M) แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การควบคุมการเคลื่อนไหวทั่ว ๆ ไป เช่น การดึง, การผลัก ส่วนอีกแบบเป็น การควบคุมการเคลื่อนไหวแบบที่ต้องให้ข้อเหวี่ยง หรือการหมุนรอบแกน

- การจำกัดการเคลื่อนไหวแบบการดึงหรือผลัก (Push or Pull)

M0 = กรณีที่ไม่มีการจำกัด การเคลื่อนไหว

M1 = การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุตามทางเดินที่จำกัด โดยการเคลื่อนไหวมือและนิ้วแต่มีระยะไม่เกิน 12 นิ้ว (30 ซม.) หรือการกดในช่วงเวลาสั้นๆ โดยการเคลื่อนไหว หรือหมุนนิ้วมือ, ข้อมือหรือ เท้า

M3 = 1) การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุตามทางเดินที่จำกัด โดยการเคลื่อนไหวมือและ นิ้วแต่มีระยะ มากกว่า 12 นิ้ว (30 ซม.),

2) การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ ที่ต้องเอาชนะแรงต้าน,

3) การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ ขณะที่มีการเคลื่อนที่ เพื่อป้องกันการ เกิดอันตราย หรือความเสียหายกับสิ่งของ,

4) การล็อค-ปลดล็อค

5) การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2 ทิศทางหรือมีระยะไม่เกิน 24 นิ้ว (60 ซม.)

M6 = การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2 ทิศทางหรือมีระยะมากกว่า 24 นิ้ว (60 ซม.) หรือการควบคุมการเคลื่อนที่ตามทางเดินที่จำกัด แล้วต้องก้าวตาม 1-2 ก้าว

M10 = การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ 3-4 ทิศทางหรือการควบคุมการ เคลื่อนไหวตามทางเดินที่จำกัด แล้วต้องก้าวตาม 3-5 ก้าว

M16 = การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ ตามทางเดินที่จำกัด แล้วต้องก้าวตาม 6-9 ก้าว

หมายเหตุ : ในกรณีที่มีการก้าวตามการเคลื่อนไหวมากกว่า 9 ก้าว ดูได้จากตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.7 การจำกัดการเคลื่อนไหวแบบดึงหรือผลัก

การดึงหรือผลัก	
ค่าดัชนี	ก้าว
M24	10-13
M32	14-17
M42	18-22
M54	23-28
M67	29-34
M81	35-41
M96	42-49
M113	50-57
M131	58-67
M152	68-77
M173	78-87
M196	88-98
M220	99-110
M245	111-122
M270	123-135
M300	136-149
M330	1. 150-163

- การจำกัดการเคลื่อนไหวแบบเหวี่ยงข้อ (Crank)การหมุนจะอ้างอิงกับการหมุนด้วยมือ จะรวมการกระทำที่เหวี่ยงข้อ ตั้งแต่ก่อนและหลังการ เคลื่อนไหวของข้อเหวี่ยง เพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งค่าดัชนีที่ให้จะขึ้นอยู่กับรอบที่ทำการหมุนข้อเหวี่ยงตามตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีและรอบการหมุน

การเคลื่อนไหวแบบเหวี่ยงข้อ (Crank)	
ค่าดัชนี (Index Value)	จำนวนรอบการหมุน (No. Of revolution)
M24	12-16
M32	17-21
M42	22-28
M54	29-36

2) เวลาที่ทำงาน (Process Time: X) หมายถึงเวลาที่ทำงานด้วยเครื่องจักรหรือระบบไฟฟ้า ซึ่งจะมีความแปรปรวนน้อยมาก เนื่องจากถูกควบคุมด้วยเวลาของเครื่องจักร ดังนั้นค่าดัชนีจะคำนวณจากเวลาจริงของเครื่องจักรที่ทำงานตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งเสร็จสิ้น ขั้นตอนโดยอ้างอิงกับทางสถิติดูได้จากตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ค่าดัชนีของเวลาทำงาน (เปรียบเทียบค่า TMU กับเวลาชั่วโมง, นาที, วินาที)

เวลาในการทำงาน (Process Time)			
ค่าดัชนี	วินาที	นาที	ชั่วโมง
X24	9.5	0.16	0.0027
X32	13.0	0.21	0.0036
X42	17.0	0.28	0.0047
X54	21.5	0.36	0.0060
X67	26.0	0.44	0.0073
X81	31.5	0.52	0.0088
X96	37.0	0.62	0.0104
X113	43.5	0.72	0.0121
X131	50.5	0.84	0.0141
X152	58.0	0.97	0.0162
X173	66.0	1.10	0.0184
X196	74.5	1.24	0.0207
X220	83.5	1.39	0.0232

X245	92.5	1.54	0.0257
X270	102.0	1.70	0.0284
X300	113.0	1.88	0.0314
X330	124.0	2.06	0.0344

3) การปรับตำแหน่ง (Alignment: I) หมายถึง การปรับตำแหน่งหลังจากที่มีการเคลื่อนไหวแล้ว ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่ปรับจากการทำงานด้วยคน และปรับจากการทำงานด้วยเครื่องจักร

- การปรับตำแหน่งที่ทำงานด้วยคน

I0 = ไม่มีการปรับตำแหน่ง

I1 = การปรับตำแหน่ง 1 จุด

I3 = การปรับตำแหน่ง 2 จุด ใน ระยะไม่เกิน 4 นิ้ว (10 ซม.)

I6 = การปรับตำแหน่ง 2 จุด ใน ระยะมากกว่า 4 นิ้ว (10 ซม.)

I16 = การปรับตำแหน่งหลาย ๆ จุด เพื่อต้องการความแม่นยำสูง

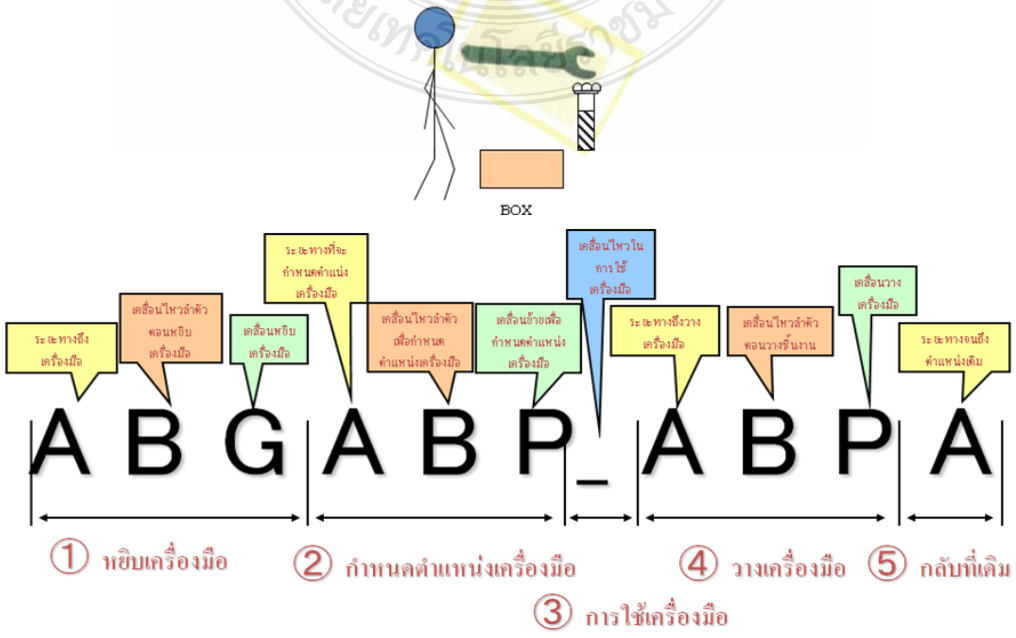
- การปรับตำแหน่งที่มีการทำงานกับเครื่องจักร

I3 = การปรับชิ้นงาน ก่อนจะเริ่มทำงาน

I6 = การปรับเทียบกับสเกลหรือมาร์ค ก่อนจะเริ่มทำงาน

I10 = การปรับหรือตรวจสอบความถูกต้องที่หน้าจอ และคอยเฝ้าระวังความถูกต้องในการปรับตั้งเครื่องมือ

4) ลำดับการใช้เครื่องมือ (Tool Use Sequence) การเคลื่อนย้าย เคลื่อนไหวโดยใช้ เครื่องมือทั่วไป เช่น ค้อน ประแจ ปากกา จะวิเคราะห์การเคลื่อนไหวที่ต้อง ใช้เครื่องมืออื่นๆ ร่วมไปด้วย ดังแสดงในภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 การใช้เครื่องมือ

5) การคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปรของลำดับการใช้เครื่องมือ (Tool Use Sequence) ซึ่งในการทำงานที่ต้องใช้เครื่องมือ ไม่ว่าจะเป็นการขันแน่นหรือการคลายที่แสดงลักษณะการทำงานของข้อมือและนิ้ว หรือการทำงานกับเครื่องมือเช่น การตัด, การวัดขนาดเป็นต้น ซึ่งจะแบ่งการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวออกเป็น 5 ส่วนด้วยกัน ในการวิเคราะห์ สามารถดูค่า ดัชนี ได้จากตารางที่ 2.10 และตารางที่ 2.11

รูปแบบการวิเคราะห์ตัวแปร (Parameter) โดยจะแบ่งภาคเป็น 5 ส่วนด้วยกันได้แก่

ABG ABP /Tool Action / ABP A

GET (จับชิ้นงานหรือเครื่องมือ) = A B G

PUT (วางชิ้นงานหรือเครื่องมือ) = A B P

TOOL ACTION (การทำงานกับเครื่องมือ) = F,L,C,S,M,R,T

PUT (วางเครื่องมือหรือชิ้นงานหลังการใช้งาน) = A B P

RETURN (กลับสู่การทำงาน) = A

ตัวแปร (Parameter) ในการใช้เครื่องมือ

F = ขัน (Fasten)

L = คลาย (Loosen)

C = ตัด (Cut)

S = จัดการผิวหน้า (Surface Treatment)

M = วัด (Measure)

R = บันทึก (Record)

T = คิด (Think)

ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปรของลำดับการใช้เครื่องมือ

พนักงานหยิบกล่อง End Wrench ที่วางอยู่บนโต๊ะในระยะที่เอื้อมถึงและทำการขัน Bolt โดยการหมุนข้อมือ 3 ครั้ง

GET A1 = หยิบกล่อง End Wrench ในระยะใกล้ตัว
B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของลำตัว
G1 = สิ่งของเบา ๆ น้ำหนักไม่มาก
A1 = จัดเครื่องมือในตำแหน่งที่เอื้อมถึง

PUT B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของลำตัว

P3 = ต้องทำการปรับ End Wrench ให้ตรงกับ Bolt

TOOL ACTION F10 = การหมุนข้อมือ 3 ครั้ง

A1 = วางเครื่องมือในระยะใกล้ตัว

PUT B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของลำตัว

P1 = วางข้าง ๆ

RETURN A0 = ไม่ต้องกลับสู่ตำแหน่งเดิม

คำนวณเวลา TMU : = A1 B0 G1 A1 B0 P3 F10 A1 B0 P1 A0

= (1+ 0 + 1 + 1 + 0 + 3 + 10 + 1 + 0 + 1 + 0) X 10

= 18 X10

= 180 TMU

แปลงเป็นหน่วยเวลา (ชั่วโมง, นาที, วินาที) = 180 x 0.036 วินาที

ดังนั้นเวลาในการทำงานตามหลักการของ MOST มีค่า = 6.48 วินาที

ตารางที่ 2.10 การ์ดข้อมูลแสดงลำดับการใช้เครื่องมือ (การใช้นิ้วและมือ)

ระบบ Basic-Most A B G / A B P /Tool Action / A B P / A (F) การขัน (L) คลาย การใช้เครื่องมือ											
ค่าดัชนี x10	การกระทำของนิ้ว	การกระทำของข้อมือ				การกระทำของแขน				เครื่องมือใช้แรง	ค่าดัชนี x10
	หมุนไขควงเล็กใช้นิ้วหมุน	หมุนไขควง T-Wrench	Stock Wrench Spanner	Crank Wrench หกเหลี่ยม	ทุบค้อน	หมุน Rachet	Stock Wrench Spanner	Crank Wrench หกเหลี่ยม	ตีค้อน	เกลียว Wrench ใช้แรง	
1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
3	2	1	1	1	3	1	1	-	1	6 mm.	3
6	3	3	2	3	6	3	-	1	3	25 mm.	6
10	8	5	3	5	10	4	2	2	5		10
16	16	9	5	8	16	6	3	3	8		16

24	25	13	8	11	23	9	4	5	12		24
32	35	17	10	15	30	12	6	6	16		32
42	47	23	13	20	39	15	8	8	21		42
54	61	29	17	25	50	20	10	11	27		54

ระบบ Basic-MOST A B G / A B P / Tool Action / A B P / A การใช้เครื่องมือ

ตารางที่ 2.11 การ์ดข้อมูลแสดงลำดับการใช้เครื่องมือ

ค่าดัชนี x10	C (ตัด)				S (การจัดการผิว)			M (การวัด)	R (บันทึก)			T (คิด)			ค่าดัชนี x10
	บิด/งอ	ตัดออก	ตัด	เหลา	เป่าลม	ปัดขน	เช็ด	วัด	เขียน		Mark	ตรวจ	อ่าน		
	คีม		กรรไกร	มีด	หัวฉีด	แปรง	ผ้า	เครื่องวัด	ดินสอ		Mark	ตา/นิ้ว	ตา		
			จำนวนตัด	จำนวนเหลา	0.1 m^2	0.1 m^2	0.1 m^2	cm. m.	อักษร	คำ	ตัวเลข	จุด	คำ	ประโยค	
1	จับ		1	-	-	-	-		1	-	เช็ค	1	1	3	1
3		อ่อน	2	1	-	-	1/2		2	-	ตีเส้น	3	3	8	3
6	บิดหรือหัก	กลาง	4		1 จุดหรือ	1	-		4	1	2	5	6	15	6
	สร้างเป็นวง				เป็นปุ่ม	สิ่งของเดียว						จับ	ค่าอ่านวันเวลา		
10		แข็ง	7	3	-	-	1	Profile Gauge	6	-	3	9	12	24	10
16	หักงอ		11	4	3	2	2	ไม้บรรทัดเวอร์เนีย ≤ 10	9	2	5			38	16
24			15	6	4	3	-	Gauge วัด	13	3	7			54	24
32			20	9	7	5	5	Gauge วัดความลึก/สายวัด	18	4	10			72	32
42			27	11	10	7	7	ไมโครมิเตอร์วัดนอก	23	5	13			94	42
54			30						29	7	16			119	54

5) คำจำกัดความของตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ Basic MOST ที่มีลำดับการใช้เครื่องมือ และการวิเคราะห์ค่าดัชนีแต่ละการเคลื่อนไหว ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเหมือนกับการเคลื่อนไหวแบบธรรมดา จะมีเพิ่มในส่วนของตัวแปรที่เป็นการใช้เครื่องมืออีก 7 ตัวดังนี้

- การขันแน่น (Fasten : F) หมายถึง การขันแน่นหรือการประกอบชิ้นงานเข้าด้วยกันโดยการใช้งานของนิ้วมือ, มือ หรือเครื่องมือ เช่น

F6 = การขันชิ้นงานด้วย Torque Wrench ที่มีด้ามจับยาว ไม่เกิน 25 ซม.

F10 = การขันชิ้นงานด้วย Torque Wrench ที่มีด้ามจับยาว 25-37.5 ซม.

F16 = การขันชิ้นงานด้วย Torque Wrench ที่มีด้ามจับยาว 37.5 ซม.-1 ม.

หมายเหตุ : การขัน Torque Wrench จะต้องขันจนกว่าจะมีเสียงดัง คลิ๊ก การวางเครื่องมือหลังจากที่ใช้แล้วสามารถอ้างอิงได้จากตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.12 ค่าดัชนีการจัดวางเครื่องมือ

เครื่องมือ	ค่าดัชนี
ค้อน (Hammer)	P0(1)
มือ และนิ้ว (Finger and Hand)	P1(3) (6)
คีม (Plier)	P1(3)
กรรไกร (Scissors)	P1(3)
มีด (Knife)	P1(3)
(Surface Treating Tool)	P1
เครื่องมือวัด (Measure Tool)	P1
เครื่องเขียน (Write tool)	P1
สกูรไดร์เวอร์ (Screwdriver)	P3
ราเชท (Rachet)	P3
(T-Wrench)	P3
(Wrench)	P3
(Power Tool)	P3
(Adjustable Wrench)	P6(3)

- การคลายชิ้นงาน (Loosen : L) หมายถึง การคลายชิ้นงานหรือการรื้อชิ้นงานออกจากกัน โดยการใช้งานของนิ้วมือ, มือ หรือเครื่องมือ

- การตัด (Cut : C) หมายถึง การแยกชิ้นงานออกเป็น ส่วน ๆ โดยใช้เครื่องมือที่มีคม เช่น คีม, กรรไกร หรือ ,มีด การตัดด้วยคีมจะวิเคราะห์ค่าดัชนีตามชนิดของเครื่องมือที่ใช้ เช่น

C3 = การตัดเหล็กลวดเหล็กอ่อน ๆ หรือลวดทองแดง

C6 = การตัดเหล็กที่มีความหนากลางๆ หรือสายเคเบิล

C10 = การตัดเหล็กที่มีความแข็ง หรือประมาณ 10 เกจ

- การใช้คีมในการทำงานอื่น ๆ

C1 = การใช้คีมยึดเส้นลวด

C6 = การใช้คีมในการบิดลวดเป็นเกลียว, สร้างเป็นวงกลม

C16 = การใช้คีมในการดัดชิ้นงานหรือลวด

- การกำจัดพื้นผิวของวัตถุ (Surface : S) หมายถึง การกำจัดพื้นผิวของวัตถุที่ไม่ต้องการ ไม่ว่าจะเป็น เนื้อของวัตถุ หรือสิ่งที่ห่อหุ้ม , การกำจัดฝุ่น หรือการทำความสะอาด ซึ่งการทำความสะอาดจะ ครอบคลุมขั้นตอนดังนี้

1. การเอาหัวฉีดเป่าฝุ่นออก

2. การเอาแปรงปัดฝุ่นออก

3. การเอาผ้าเช็ดเบา ๆ

- การวัด (Measure: M) หมายถึง การหาลักษณะทางกายภาพของชิ้นงาน โดยใช้เครื่องมือวัด เช่น การวัดความสูง ความกว้าง ความหนา เป็นต้น การวิเคราะห์ค่าดัชนีจะวิเคราะห์ ตามชนิดของเครื่องมือที่ใช้ ซึ่งจะรวมทั้งการปรับเกจ การมองเปรียบเทียบเกจกับชิ้นงาน เช่น

M10 = Profile Gauge

M16 = Fix Gauge or Caliper $\leq$ 12 inch (30 cm.)

M24 = Feeler gauge

M32 = Steel Tape $\leq$ 6 Feet

- การบันทึกค่า (Record: R) หมายถึง การบันทึกข้อมูลหรือการมาร์ค (Mark) ชิ้นงานหลัง จากการทำงานไม่ว่าจะใช้ดินสอ, ปากกา หรือเครื่องมืออื่น ๆ

การบันทึกค่ามีใช้ในหลายอุตสาหกรรม เช่น การเติมข้อความในแบบฟอร์ม การบันทึกเวลา เป็นต้น ค่าดัชนีที่วิเคราะห์จากตัวแปร(R) จะพิจารณาจากจำนวนของอักษรที่บันทึก

การระบุชนิดของชิ้นงาน หรือ กล่องบรรจุ จะพิจารณาค่าดัชนีจากจำนวนอักษรที่เขียนหรือ จำนวนเส้นที่ขีด

6) การอ่านหรือการนึกคิด (Think: T) หมายถึง การใช้สายตาในการอ่านข้อมูล หรือการตรวจสอบ ชิ้นงานรวมไปถึงการสัมผัสกับชิ้นงานเพื่อให้รู้สึกถึงลักษณะของชิ้นงานดังนี้

- การตรวจสอบ (Inspect)

ในการตรวจสอบชิ้นงาน จะพิจารณาในส่วนที่ง่ายต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับลักษณะของชิ้นงาน แค่มองด้วยตาก็สามารถตัดสินใจได้ หรือเห็นครั้งแรกก็รู้ได้ว่า ของดี หรือของเสียไม่ครอบคลุมถึงการเคลื่อนไหวระหว่างที่ทำการตรวจสอบ เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบไม่ค่อยอยู่นอกขั้นตอนการ ทำงาน ส่วนมากจะอยู่ในช่วงของการทำงานกับวัตถุ

T6 = การตรวจสอบค่าที่ได้จากความรู้สึกร้อนโดยเคลื่อนมือไปรอบ ผิวหน้าของวัตถุ

T10 = การตรวจสอบของเสีย โดยการเคลื่อนมือไปที่ผิวหน้าของวัตถุมากกว่า 3 ด้านของวัตถุ

- การอ่านค่า (Read)

T3 = การอ่านค่าจากเกจวัดที่มีช่วงกำหนดบอกระยะการวัดจากน้อย-มาก

T6 = การอ่านค่าสเกลออกมาเป็นตัวเลข หรือการอ่านค่าเวลาหรือวันที่

T10 = การอ่านค่าจากเวอเนียร์

T16 = การอ่านค่าจากตาราง

จากรายละเอียดที่อธิบายหลักการของ MOST ข้างต้นจะเห็นได้ว่า MOST แต่ละประเภทจะถูกกำหนดด้วยเวลาที่ใช้ในการคำนวณหาเวลามาตรฐานที่เหมาะสมของแต่ละประเภทงาน ในส่วนของโรงงานตัวอย่างที่ทำการวิจัยในครั้งนี้จะเลือก Basic MOST มาใช้ในการคำนวณหาเวลามาตรฐานของสายการผลิตของกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ เพราะเวลาของแต่ละกระบวนการของสายการผลิตจะอยู่ที่กระบวนการตั้งแต่ 0.5 – 3 นาที ดังนั้นหลักการของ Basic MOST จึงเหมาะสมกับงานวิจัยในครั้งนี้

2.8 การทดสอบสมมติฐาน (Test of Hypothesis)

ในกรณีที่ผู้ตัดสินใจมีความตั้งใจที่จะตัดสินใจแบบมีการทดลอง ด้วยการยืนยันความเชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งแล้ว จะทำการตัดสินใจผ่านการทดสอบสมมติฐาน โดยที่ตัวแบบของการตัดสินใจนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ทางเลือก คือ สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis: H_0) คือ สมมติฐานที่สร้างขึ้นด้วยความหวังที่จะปฏิเสธ และการปฏิเสธสมมติฐานหลัก ทำให้ยอมรับสมมติฐานอื่นๆ (Alternative Hypothesis: H_1)

ในการตัดสินใจจากผลการทดสอบสมติฐานเชิงสถิติ อาจจะเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ 2 กรณี คือกรณีที่ 1 เมื่อเราปฏิเสธสมมติฐานหลัก โดยที่สมมติฐานหลักเป็นจริง การตัดสินใจดังกล่าวเป็นการกระทำความผิดพลาดแบบที่ 1 (Type I error) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ α

กรณีที่ 2 เมื่อสมมติฐานหลักไม่ถูกต้อง แต่สรุปว่าสมมติฐานหลักถูกต้อง การตัดสินใจดังกล่าวเป็นการกระทำความผิดพลาดแบบที่ 2 (Type II error) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ β และเรียก $1 - \beta$ ว่าอำนาจในการทดสอบ (Power of Test)

แนวทางในการตั้งสมมติฐานมีอยู่ด้วยกัน 3 แนวทางคือ [7]

1. การกำหนดสมมติฐานจากประสบการณ์ในอดีต ซึ่งการกำหนดสมมติฐานแบบนี้ จะถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างมาก ในการควบคุมกระบวนการ

2. การกำหนดสมมติฐานจากทฤษฎี การกำหนดสมมติฐานแบบนี้มักจะถูกนำไปใช้กับงานวิจัยและพัฒนา (R&D)

3. การกำหนดสมมติฐานจากการพิจารณาถึงปัจจัยภายนอกต่างๆ

การทดสอบสมมติฐานจำเป็นต้องมีการทำการทดลอง เพื่อหาเหตุผลมายืนยันความเชื่อของผู้ทดสอบซึ่งถ้าเหตุผลที่ได้ไม่สามารถยืนยันความเชื่อของผู้ทดสอบได้แล้ว ผู้ทดสอบก็มีความจำเป็นที่จะต้องทำการยอมรับทางเลือกอีกทางเลือกหนึ่ง ซึ่งจริงๆ แล้วการที่ยอมรับทางเลือกอีกทางเลือกหนึ่งนั้น มิใช่เป็นเพราะทางเลือกนั้นถูกต้อง แต่ที่เลือก เพราะไม่มีเหตุผลเพียงพอที่จะทำการปฏิเสธ (Fail to Reject) ทางเลือกนั้น ในทางกลับกันถ้าเหตุผลที่ได้นั้นสามารถทำการยืนยันความเชื่อของผู้ทดสอบได้ความเชื่อของผู้ทดสอบก็จะสามารถทำการยอมรับได้

ในทางปฏิบัติเมื่อตั้งสมมติฐานได้แล้ว ถ้าหากมีปัจจัยไม่มากก็จะทำการทดสอบสมมติฐานแบบพื้นฐานได้ แต่ถ้าหากมีหลายปัจจัยก็อาจจะออกแบบการทดลองตามความเหมาะสม โดยอาศัยหลักการของการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) หรือจากข้อมูลปกติตามความเหมาะสมทำการทดลองเก็บข้อมูล แล้วใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูล ซึ่งจะมีวิธีการแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูล และวิธีการทดลอง ในทางปฏิบัติสามารถใช้โปรแกรมในการคำนวณทางสถิติช่วย ซึ่งจะสามารถคำนวณค่า P-value (Probability value) ที่สัมพันธ์โดยตรงกับ α ซึ่งหมายถึงโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาด หากทำการปฏิเสธสมมติฐานหลัก ซึ่งเมื่อเราให้ค่า $\alpha = 0.05$ จะหมายถึงว่าเรายอมรับความเสี่ยงที่จะผิดพลาดแบบที่ 1 เท่ากับ 0.05 หรือ 5% หรือมีโอกาสผิดพลาดได้ 1 ใน 20 ของการตัดสินใจ ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพิสูจน์สมมติฐานนั้น หากพบว่าค่า P มีค่ามากกว่า 0.05 คือมีโอกาสที่จะปฏิเสธสมมติฐานหลักแล้วกระทำความผิดพลาดแบบที่ 1 ได้มากกว่า 0.05 ก็จะไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก และต้องยอมรับสมมติฐานหลักนั้น แต่ถ้าหากค่า P น้อยกว่า 0.05 ก็จะทำการปฏิเสธสมมติฐานหลักนั้นแล้วยอมรับสมมติฐานอื่นแทน

สถิติทดสอบที (T- test Statistic)

เป็นการทดสอบสมมติฐานชนิดหนึ่งที่ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (n < 30) การทดสอบผู้วิจัยจะต้องทราบค่าความแปรปรวนของประชากร หรือในกรณีไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรเพราะในงานวิจัยผู้วิจัยจะไม่มีโอกาสทราบค่าความแปรปรวนของประชากรผู้วิจัยก็อาจจะใช้ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง (S^2) แทน [6]

การทดสอบที (T - test) ใช้ทดสอบกรณีต่าง ๆ ดังนี้

1) การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว

การทดสอบแบบนี้ใช้ในกรณีผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างมาเพียงกลุ่มเดียว แล้วต้องการทดสอบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มนี้จะแตกต่างจากค่าเฉลี่ยมาตรฐานอื่นๆหรือไม่ค่าต่างๆที่กำหนดเป็นเกณฑ์ถือว่าเป็นค่าเฉลี่ยของประชากร ซึ่งขั้นตอนในการทดสอบมีดังนี้

- ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ มีดังนี้
  - กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มและเป็นอิสระจากกัน
  - ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ
  - ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร
  - ข้อมูลอยู่ในมาตราอันตรภาคหรืออัตราส่วน
- กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

  สำหรับการทดสอบแบบสองทิศทาง

  H_o : $\mu = \mu_o$

  H_1 : $\mu \neq \mu_o$

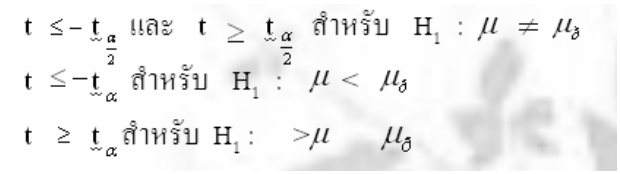
  สำหรับการทดสอบแบบทิศทางเดียว

  H_o : $\mu = \mu_o$

  H_1 : $\mu > \mu_o$ หรือ $\mu < \mu_o$ อย่างใดอย่างหนึ่ง
- กำหนด α
- คำนวณค่าสถิติ t จากสูตร

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$ เมื่อ df = n - 1

- กำหนดขอบเขตวิกฤตโดยหาค่า t วิกฤต



- สรุปผลการทดลอง

พิจารณาตัวเลขเท่านั้นไม่คิดเครื่องหมาย

t > t วิกฤต จะปฏิเสธ H_o

t < t วิกฤต จะยอมรับ H_o

2) การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่ม

กรณีกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มเป็นอิสระจากกัน (Independent Samples) เป็นการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม ในกรณีที่ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร และกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มที่มีขนาดเล็ก กล่าวคือ $n_1 < 30$ และ $n_2 < 30$ ซึ่งก่อนที่จะทำการทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบที จะต้องนำค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มไปทดสอบเพื่อสรุปว่า ประชากรที่ศึกษานั้นมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ซึ่งขั้นตอนในการทดสอบมีดังนี้

- ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ มีดังนี้
  - กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้มาโดยการสุ่มอย่างเป็นอิสระจากกัน
  - ประชากรทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ
  - ข้อมูลอยู่ในมาตราอันตรภาคหรืออัตราส่วน
  - ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร
- กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

สำหรับการทดสอบแบบสองทิศทาง

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$

สำหรับการทดสอบแบบทิศทางเดียว

H_o : $\mu_1 = \mu_2$

H_1 : $\mu_1 > \mu_2$ หรือ $\mu_1 < \mu_2$ อย่างใดอย่างหนึ่ง

- กำหนด α

- คำนวณค่าสถิติ t จากสูตร ใดสูตรหนึ่งใน 2 สูตร ดังนี้

เมื่อทดสอบได้ว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ เรียกสูตรนี้ว่า t – test ชนิด Pooled Varianc

$$t = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\sqrt{S_p^2\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}} \qquad \text{มี} \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

Sp^2 แทน ความแปรปรวนร่วม (Pooled Variance)

$$Sp^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

ดังนั้น อาจสรุปสูตรได้ดังนี้ $t = \dfrac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\sqrt{\dfrac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left[\dfrac{1}{n_1} + \dfrac{1}{n_2}\right]}}$

เมื่อทดสอบได้ว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ เรียกสูตรนี้ว่า t – test ชนิด Separated Variance

$$t = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}}$$

- กำหนดขอบเขตวิกฤตโดยหาค่า t วิกฤต
- สรุปผลการทดลอง

พิจารณาตัวเลขไม่คิดเครื่องหมาย

t > t วิกฤต จะปฏิเสธ H_o

t < t วิกฤต จะยอมรับ H_o

2.9 งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในต่างประเทศได้นำหลักของการการศึกษางาน (Work Study) ได้ถูกนำมาประยุกต์เข้ากับทฤษฎีต่างๆให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยในปี ค.ศ. 2002 (พ.ศ.2543) เจ.ลาริง (J.Laring) และ เอ็ม. ฟอร์แมน (M.Forman)ได้มีการศึกษาและพัฒนารวมระบบ (Method Time Measurement: MTM) กับ Ergonomic เพื่อมาช่วยในการวางแผนการผลิต เนื่องจากเห็นว่าข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาจากการย์ศาสตร์ (Ergonomic) อย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการวางแผนการผลิต ซึ่งจุดประสงค์ในการศึกษาคือการพัฒนาการย์ศาสตร์ (Ergonomic) โดยการนำเอา MTM เข้ามาช่วยที่เรียก SAM ซึ่งอันดับแรกคือ ให้วิศวกรเข้าใจอย่างลึกซึ้งในการศึกษาการย์ศาสตร์ (Ergonomic) ที่ใช้ในการวางแผนการผลิต วิธีการคือ การพัฒนาวิศวกร ซึ่งต้องให้ความรู้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนไหวร่างกายกับสภาพการทำงานของพนักงาน, น้ำหนัก และการออกแรงในการทำงาน วิธีการเปรียบเทียบ เลือกพนักงานที่ผ่านการประเมินโดยวิธีการพิจารณาจากการถ่ายวิดีโอ VIDAR (Video Base Observation Analysis Method) ซึ่งได้ทดลองประกอบที่โรงงานที่ Torslanda ซึ่งประกอบรถยนต์ของ Volvo Car Corporation และที่โรงงาน ITT Flygt ซึ่งประกอบปั๊มน้ำ (Submersible Pump) มีการปรับสมดุลการผลิต 3 แบบ และเปรียบเทียบการผลิต 2 วิธี (Volvo Car Corporation และ ITT Flygt) ของความยากลำบากในการทำงานซึ่งเป็นผลดีในการทำงาน โดยผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นวิธีการและสาเหตุของความยากลำบากในการทำงานทำให้ทางวิศวกรสามารถกลับไปออกแบบ (Redesign) การผลิตได้ใหม่

ในประเทศไทยได้นำทฤษฎีของระบบการศึกษาเวลาแบบเมย์นาร์ด (Maynard Operation Sequence Technique: MOST) มาประยุกต์ใช้ในการหาเวลามาตรฐานกับอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ โดยลำดับของอุตสาหกรรมที่นำทฤษฎีของ MOST ได้ดังนี้

ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ [8] ได้ทำการหาความเป็นไปได้ในการใช้เทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ดกับการกำหนดเวลามาตรฐานแทนการจับเวลาของกระบวนการผลิตของสายพาน หลังการปรับปรุงสายการผลิต พบว่าประสิทธิภาพสายการผลิตได้เพิ่มจาก 60.98% เป็น 63.05%

ศรญา ปิงกาวี, เหรียญ บุญดีสกุลโชค [9] ได้ทำการพัฒนาระบบที่ช่วยในการคำนวณค่าเวลามาตรฐาน โดยพิจารณาจากท่าทางในการทำงาน ด้วยวิธีการคิดค่าเวลาล่วงหน้า (Predetermined Motion Time System, PMTS) พิจารณาควบคู่กับวิธีการศึกษาเวลาโดยตรง (DirectTime Study) ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยฉบับนี้ก็คือ สามารถกำหนดเวลามาตรฐานในการทำงานให้กับแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต ซึ่งค่าเวลามาตรฐานจะมีความละเอียดถึงระดับการเคลื่อนไหว

(Motion) และได้ตามมาตรฐานสากล(MTM-2) สามารถกำหนดค่าตัวเลขเป้าหมายในการทำงานให้แก่พนักงาน และประมาณต้นทุนการผลิตเพื่อกำหนดราคาสินค้า รวมถึงใช้เป็นข้อมูลในการจัดแผนการผลิต ซึ่งจะทำให้การจัดแผนการผลิตมีความแม่นยำและสอดคล้องกับสภาพการทำงานจริงมากยิ่งขึ้น และในต่างประเทศได้นำเทคนิค MOST ดังนี้มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพดังนี้

Laring J., Forsman M., Kadefors R. and Ortengren R. [10]ได้มีการศึกษาและพัฒนารวมระบบ (Method Time Measurement : MTM) กับ Ergonomic เพื่อมาช่วยในการวางแผนการผลิต โดยวิธีการพิจารณาจากการถ่ายวิดีโอ VIDAR (Video Base Observation Analysis Method) โดยผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นวิธีการและสาเหตุของความยากลำบากในการทำงาน ทำให้ทางวิศวกรสามารถกลับไปออกแบบ (Redesign) การผลิตใหม่ได้ และสามารถกลับไปทำการออกแบบเครื่องมือมาใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อลดความเมื่อยล้า และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากยิ่งขึ้น

Lu Hong, Hou Kaihu. [11]ได้ทำการประยุกต์การศึกษาการปฏิบัติงานเพื่อสมดุลสายการประกอบรถยนต์โดยใช้ทฤษฎีของการศึกษาเวลามาใช้ในจุดที่เกิดคอขวดขององค์กร และในตำแหน่งที่มีการทำงานของคนร่วมกับเครื่องจักร โดยการวิจัยนี้สามารถลดค่าใช้ จ่ายที่เกิดจากเวลาที่สูญเปล่าและทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น 7%

Shuang Lan [12]ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของการประกอบมอเตอร์ไฟฟ้าโดยวิธีการศึกษางาน และการนำหลักการ 5W 1H มาใช้ ผลจาการศึกษาสามารถทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น 24.9%

Ashish R. Thakre, Dhananjay A. [13] ได้ทำการศึกษาการลดการใช้เวลาในการประกอบเครื่องยนต์โดยการขจัดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์โดยใช้เทคนิค MOST ผลจากการศึกษาพบการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นในการประกอบเครื่องยนต์ หลังจากการศึกษาพบว่าสามารถประกอบเครื่องยนต์ได้มาขึ้นจาก 87 เครื่อง เป็น 117 เครื่อง หรือประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น 34.5%

โดยสรุปสิ่งที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ สามารถที่จะนำทฤษฎีการศึกษาเวลาแบบเมย์นาร์ด (Maynard Operation Sequence Technique : MOST)ไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับการทำงานที่หลากหลายได้ โดยจุดเด่นของ MOST ก็คือสามารถหาเวลามาตรฐานได้ก่อนทำการผลิตจริง โดยเวลาที่ได้จะใกล้เคียงกับการผลิตจริงอีกด้วย โดยผลที่ออกมาทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น เวลาการผลิตลดลง โดยกำหนดมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานที่ดีทำให้ลดขั้นตอนและลดเวลารอคอย โดยจุดเด่นของ MOST สามารถหาเวลามาตรฐานได้ก่อนทำการผลิตจริง โดยเวลาที่ได้จะใกล้เคียงกับการผลิตจริงอีกด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ตั้งแต่การศึกษาวิธีการทำงานแบบ MOST รวมถึงทำการศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ การออกแบบสายการผลิต ขั้นตอนของการออกแบบสายการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ทำการวิจัย การคำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่ทำการออกแบบใหม่ การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบกับเวลาในการผลิตจริง ติดตามปัญหาและทำการสมดุลสายการผลิตใหม่ การสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการออกแบบสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ในบริษัทกรณีศึกษาดังนี้

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาทำการวิจัยของโรงงานตัวอย่าง

ในการออกแบบสายการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ การทำงานของผู้ทำวิจัยจะมีทีมงานในการทำงานในส่วนต่างๆ เพื่อที่จะทำให้ขั้นตอนการผลิตงานของผลิตภัณฑ์ใหม่ได้เสร็จตามเวลาที่กำหนด โดยมีขั้นตอนในการทำงานร่วมกันดังนี้

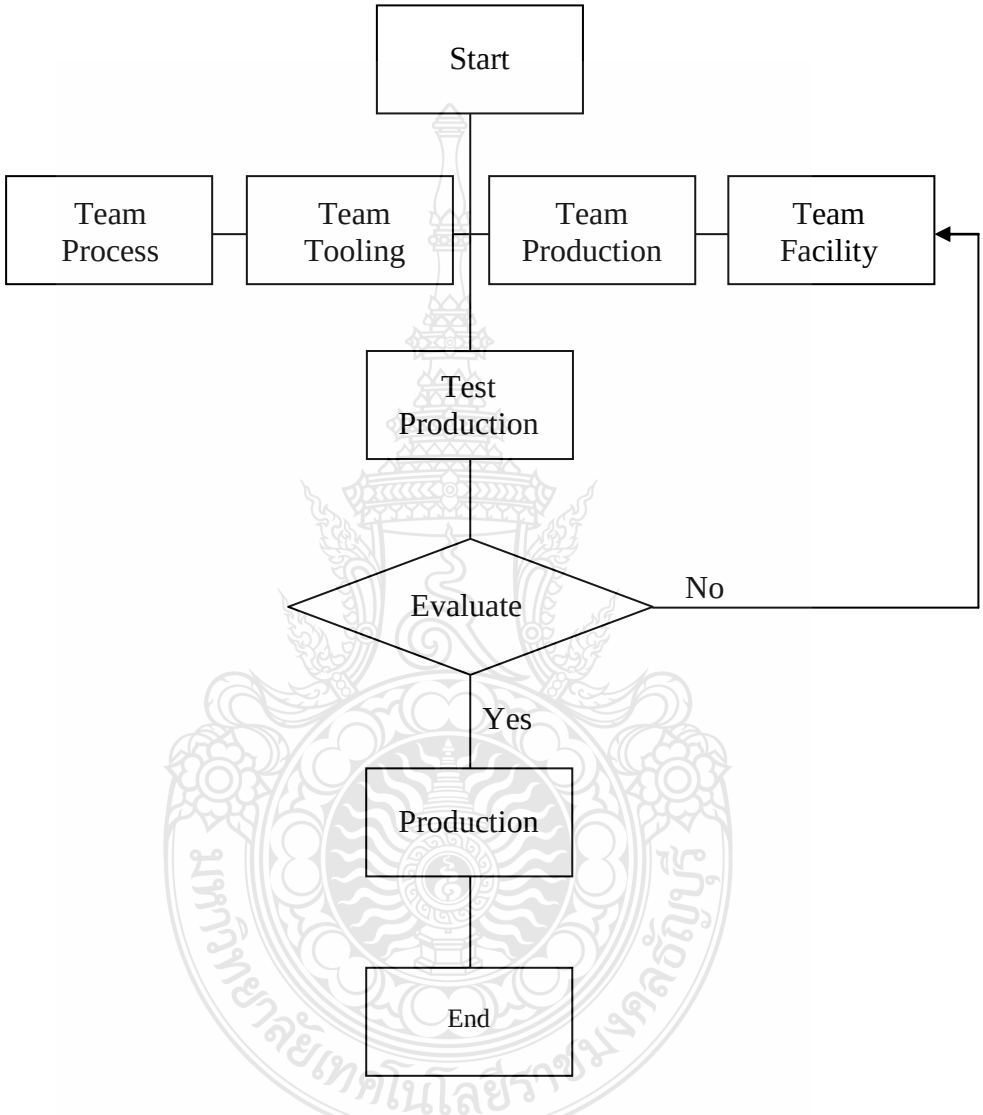
ส่วนของทีมงานที่ 1 จะเป็นส่วนการทำงานของผู้วิจัย ดำเนินการจัดทำการศึกษารูปแบบและขั้นตอนในกระบวนการผลิตอย่างละเอียดเพื่อทำการวิเคราะห์เส้นทางการไหล ภาพรวมขั้นตอนของระบบการผลิต และข้อมูลทางด้านความสัมพันธ์ในการใช้เครื่องจักรของระบบการผลิตในแต่ละส่วนเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อระบบการผลิต ซึ่งจะนำมาใช้ในการออกแบบสายการผลิตที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างแผนกมากที่สุด โดยใช้เทคนิค MOST ในการเปรียบเทียบหาเวลามาตรฐานทีมงานนี้จะขึ้นอยู่กับแผนกวิศวกรรม (Team Process)

ส่วนของทีมงานที่ 2 จะทำการออกแบบ การจัดทำเครื่องจักรและสายพาน (Conveyor) เพื่อรอการติดตั้งในสายการผลิต ทีมงานนี้จะขึ้นอยู่กับแผนกวิศวกรรม (Team Tooling)

ส่วนของทีมงานที่ 3 จะทำการติดตั้งระบบอำนวยความสะดวก (Facility) เช่น แสงสว่าง ระบบลม ระบบไฟฟ้า พัดลม เป็นต้น ทีมงานนี้จะขึ้นอยู่กับแผนกวิศวกรรม (Team Maintenance)

ส่วนของทีมงานที่ 4 จะเป็นส่วนของพนักงานที่จะนำมาทดลองและทำการผลิตสำหรับงานที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ทีมงานนี้จะขึ้นอยู่กับแผนกผลิต (Team Production)

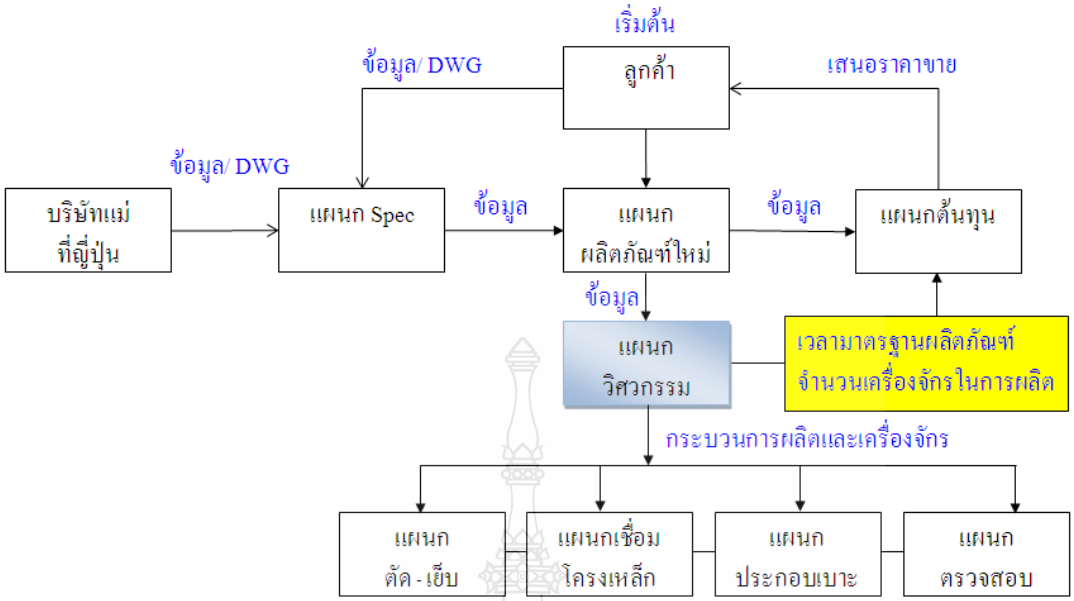
ส่วนของทีมงานที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดนี้จะทำงานร่วมกัน และทำงานไปในเวลาเดียวกัน เพื่อความรวดเร็วในการทำงาน เมื่อการทำงานของทุกทีมงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ทุกขั้นตอนแล้วก็จะนำมารวมกันเพื่อทำการทดลองการผลิตงานทีเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การออกแบบสายการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่

3.1.1 สภาพทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ภายในรถยนต์ ซึ่งจะผลิตส่วนที่เป็นแผงประตูและส่วนที่เบาะรถยนต์ด้านหน้าและด้านหลัง ซึ่งมีรูปแบบการผลิตจำนวนมาก (Mass Production)โดยขั้นตอนการผลิตจะเริ่มจากลูกค้าส่งแผนการสั่งซื้อมาที่แผนกวางแผนการผลิต (Production Planning) เพื่อทำการสั่งผลิต จากนั้นแผนกวางแผนการผลิตจะทำการจัดส่งแผนการสั่งซื้อวัสดุ ไปที่ผู้จัดหาวัสดุให้ (Supplier) เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดส่งตามแผนการผลิตที่วางไว้ และอีกด้านหนึ่งทางแผนกวางแผนการผลิต (Production Planning) จะส่งแผนการผลิตมาที่แผนกต่างๆ เพื่อทำการผลิต โดยจะเริ่มที่แผนกจัดซื้อ (Purchase) จะทำการส่งรายการชิ้นส่วนที่ต้องทำการซื้อไปให้ผู้จัดหาวัสดุให้ (Supplier) เมื่อครบกำหนด ผู้จัดหาวัสดุให้ (Supplier) จะส่งชิ้นส่วนมาที่โรงงานและแผนกจัดเก็บ (Warehouse) ก็จะทำการตรวจรับชิ้นส่วนที่ส่งมาจากผู้จัดหาวัสดุให้ (Supplier) และจัดจ่ายเข้าไปที่แผนกตัด, แผนกเย็บ, แผนกประกอบโครงสร้างเหล็ก, แผนกประกอบเบาะและแผนกจัดส่งสินค้าไปที่ลูกค้า ซึ่งแต่ละการผลิตต้องใช้เวลามาตรฐานในการกำหนดความสามารถในการผลิต (Capacity) และเวลาในการผลิตล่วงหน้า (Lead Time) สินค้าให้กับลูกค้า โดยทางแผนกวิศวกรที่รับผิดชอบจะทำการหาเวลามาตรฐานในการผลิตชิ้นงานแต่ละขั้นตอนและส่งให้กับทางแผนก ควบคุมการผลิตในส่วนที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ทางแผนกวิศวกรรรมจะได้รับข้อมูลจากแผนกควบคุมมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (Spec Control) ซึ่งก็จะมีในส่วนของแบบ (Drawing), รายการวัสดุ (Part List) ควบคุมมาตรฐาน (Spec Control) เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ในออกแบบ การผลิตสินค้า เช่น สายการผลิต จำนวนพนักงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต จากนั้นก็ทำการกำหนดเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานและส่งไปให้กับ แผนกต้นทุนเพื่อทำการคิดราคาต้นทุนในการผลิตสินค้าและคิดในส่วนของราคาขาย และอีกส่วนหนึ่งก็จะส่งไปที่แผนก ควบคุมการผลิต เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิต ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าเวลามาตรฐานในการทำงานมีความผิดพลาดไปจากความเป็นจริง หรือน้อยไปจะส่งผลไปยังราคาต้นทุนทำให้ต้นทุนในการผลิตน้อยทำให้ขาดทุนได้ และในส่วนของแผนกควบคุมการผลิต ก็จะมีผลทำให้ไม่สามารถผลิตงานได้ตามที่แผนการผลิตและตามที่ลูกค้าต้องการดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 การไหลของกระบวนจากวัสดุจนกระทั่งเป็นสินค้าส่งไปยังลูกค้า

3.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต

ขั้นตอนการผลิตของกระบวนการผลิต ประกอบไปด้วยกระบวนการย่อย ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะประกอบไปด้วยส่วนที่ทำงานร่วมกับเครื่องจักร ตัวจับยึดชิ้นงาน (Jig Fixture) และทำงานด้วยการประกอบด้วยมือ รวมถึงเครื่องมือที่จะเข้ามาช่วยในการประกอบให้เกิดความสะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะใช้เวลาในการประกอบชิ้นงานไม่เท่ากัน โดยจะแบ่งการออกแบบกระบวนการทำงานเพื่อทำการออกแบบสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ เพื่อลดปัญหาความผิดพลาดในการหาเวลามาตรฐานในการทำงาน ซึ่งยังเป็นผลิตภัณฑ์หม่ (New Model) จึงได้มีการนำวิธีการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานโดยใช้วิธีการของ MOST โดยในกรณีศึกษาจะนำมาใช้เฉพาะในส่วนของการประกอบโครงสร้างของเหล็กภายในเบาะรถยนต์ ซึ่งเป็นการปฏิบัติงานที่สามารถนำ MOST เข้ามาใช้ได้ทุกการเคลื่อนไหวในทุกกระบวนการ

3.2.1 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต

หลังจากที่ทราบถึงกระบวนการทำงานหลักของบริษัทที่ทำการศึกษาแล้วทำการหาข้อมูลสำหรับการออกแบบขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

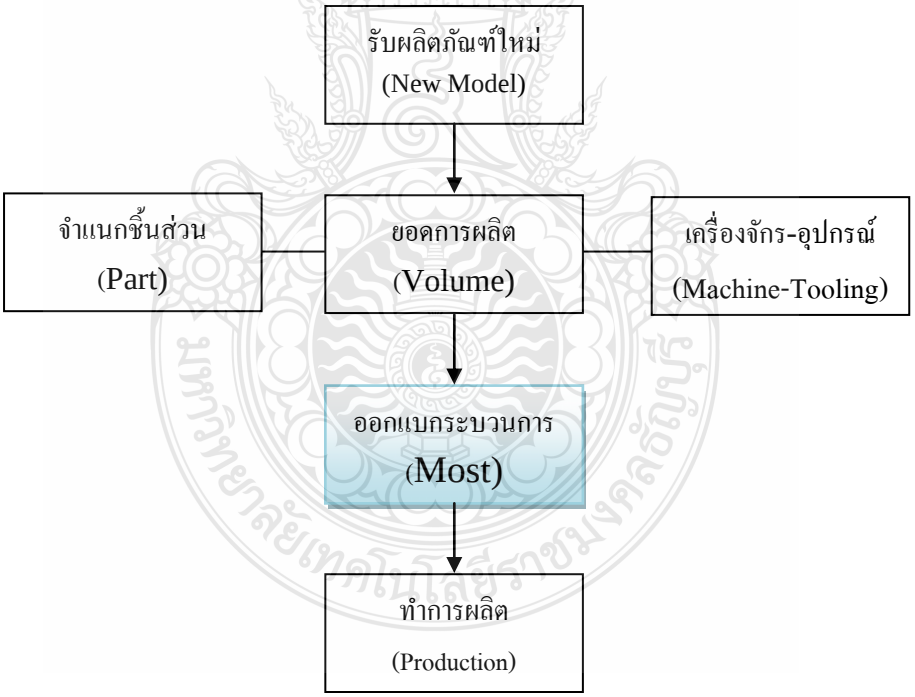
ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการผลิต เนื่องจากในบริษัทตัวอย่างจะรับแบบ (Drawing) ชิ้นส่วนที่ประกอบเป็นเบาะรถยนต์มาจากบริษัทต้นสังกัด ซึ่งแผนกวิศวกรต้องเข้ามาทำการแยกรายการชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบ และมาตรฐานในการประกอบงานต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ใน

การออกแบบในการประกอบงาน เช่นตำแหน่งที่ควบคุมการขันสกรูต้องขันที่ค่าแรงบิด (Torque) ตามมาตรฐานที่กำหนดในแบบ (Drawing)

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลสนับสนุนในการคำนวณเวลา (Takt Time) ซึ่งทางบริษัทจะเป็นผู้ที่พยากรณ์ล่วงหน้าว่า ในการผลิตชิ้นงานใหม่ (New Model) แต่ละรอบการผลิตจะต้องผลิตออกมาจำนวนเท่าไหร่ เพื่อนำไปออกแบบ (Design) การผลิต

ขั้นตอนที่ 3 รวบรวมอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบงาน ไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์ (Robot) ในการเชื่อมงานจุดที่ต้องควบคุมพิเศษ เพื่อนำมาพิจารณาความยากง่ายในการทำงานและลำดับการเคลื่อนไหวในการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 4 ทำการคำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่ทำการออกแบบใหม่โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 3 นำมาประยุกต์ใช้ พร้อมทั้งทำการสมดุลสายการผลิตเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของพนักงาน และอัตราการสมดุลสายการผลิตสูงสุด แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต

หลังจากที่ทราบถึงขั้นตอนของการผลิต และการออกแบบสายการผลิตโดย MOST แล้วจะมาถึงขั้นตอนของกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ โดยจะแสดงในแผนภูมิการไหลของสายการผลิตจากกระบวนการรับวัตถุดิบจนถึงกระบวนการจัดเก็บ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ในปัจจุบัน

แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง-ประเภท : LINE WELDING FRAME R,L										
FLOW PROCESS CHART										
CHART No. 1				SUMMARY						
Subject charted :WELDING FRAME				ACTIVITY		PRESENT		PROPOSED	SAVING	
				OPERRATION		11				
ACTIVITY : WELDING FRAME,ASSEMBLY,INSPECTION,LOADING				TRANSSPORT		0				
				DELAY		0				
				INSPECTION		3				
				STORAGE		1				
METHOD: Welding And Assembly				DISTRANCE (m)						
LOCATION :				TIME (man-min)		72.4				
OPERRATIVE (S): CLOCK Nos.				COST						
				FR SEAT						
CHARTED BY:				ASSY						
APPROVED BY: DATE:				TOTAL						
DESCRIPTION	QTY	DIST-ANCE(m)	TIME (sec)	SYMBOL					REMARKS	
1. เชื่อมคูชั่นเฟรมคอมด้านขวา	1	9	63.80							
2. เชื่อมคูชั่นเฟรมคอมด้านซ้าย	1	11.25	62.99							
3. เชื่อมสปอทแพนเฟรมกับฟร้อนคูชั่นคอมด้านขวา-ซ้าย	1	3.75	78.98							
4. ประกอบสไลด์ด้านขวา-ซ้าย (ขันแน่น)	2	0-75	77.75							
5. ประกอบสไลด์ด้านขวา-ซ้าย (ขันหลวม) & ประกอบ	2	0	77.34							
6. เชื่อมฟร้อนแบ็คด้าน ขวา-ซ้าย	2	3.75	71.12							
7. ตรวจสอบเฟรมฟร้อนแบ็คด้าน ขวา-ซ้าย	2	3.75	78.50							
8. เชื่อมครอทเฟรมบีด้าน ขวา-ซ้าย	2	3	77.15							
9. ประกอบเฟรมฟร้อนแบ็คกับเฟรมฟร้อนคูชั่น	1	1.5	78.80							
10. ประกอบสไปรอลสปริงด้าน ขวา-ซ้าย	2	0	75.56							
11. ประกอบชิกแซ็กสปริง	1	0	79.58							
12. ตรวจสอบเฟรมด้านขวา	1	0.75	66.14							
13. ตรวจสอบเฟรมด้านซ้าย	1	0.75	68.06							
14. ยกเฟรมขึ้นแร็คด้าน ขวา-ซ้าย	2	14.25	69.83							

3.3 ผลิตภัณฑ์ที่ทำการวิจัย

ในส่วนของผลิตภัณฑ์ที่นำมาทำการวิจัยเป็นรูปแบบ (F) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในสายการผลิตที่ 2 โดยจะแยกผลิตภัณฑ์เป็น 2 กลุ่มตามความคล้ายคลึงของกระบวนการผลิตเพื่อความสะดวกและรวดเร็วต่อการทำงานรวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อเครื่องมือและเครื่องจักรเพิ่ม โดยผลิตภัณฑ์กลุ่มที่ 1 จะแยกเป็นรูปแบบ A และ B และผลิตภัณฑ์กลุ่มที่ 2 จะแยกเป็นรูปแบบ C ,D ,E และ F ซึ่งสามารถดูได้จากตารางเปรียบเทียบกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของการแบ่งรูปแบบผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการ

ลำดับ	กระบวนการหลัก	กระบวนการที่ใช้กับรูปแบบผลิตภัณฑ์					
		A	B	C	D	E	ผลิตภัณฑ์ใหม่ (F)
1	เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion)	●	●				
2	เชื่อมโครงเบาะพิงหลัง (Frame Front Back)	●	●	●	●	●	●
3	เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) & เชื่อมโครงเบาะพิงหลัง (Frame Front Back)	●	●				
4	ประกอบโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) & ประกอบโครงเบาะพิงหลัง (Frame Front Back)			●	●	●	●
5	ประกอบสไลค์ (Slide)	●	●	●	●	●	●
6	ประกอบสปริง (Spring)	●	●				
7	ตรวจสอบการประกอบ (Inspection)	●	●	●	●	●	●
8	ยกงานขึ้นแร็ค (Loading)	●	●	●	●	●	●

3.4 เครื่องจักรและผังโรงงาน

การวางรูปแบบของผังโรงงานและเครื่องจักรของสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ เพื่อกำหนดผังโรงงานที่สอดคล้องกับการออกแบบโดยใช้เทคนิค MOST จำเป็นต้องมีการกำหนดตำแหน่งการวางของเครื่องจักรให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของคน โดยจะทำการวางตำแหน่งของเครื่องจักรและคนก่อน เพื่อที่จะนำไปคำนวณระยะการเคลื่อนที่ของคนกับเครื่องจักรที่วางไว้

เครื่องจักรที่ใช้ในการออกแบบสายการผลิตที่ทำการออกแบบใหม่แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

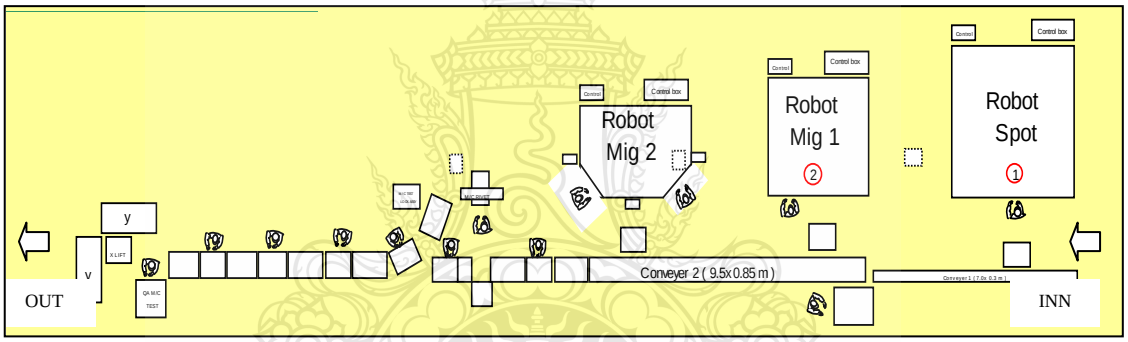
1) เครื่องจักรหลัก ได้แก่ เครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่และไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในการเชื่อม

2) เครื่องจักรรอง ได้แก่เครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบ เช่นอุปกรณ์จับยึด (Jigs) ที่ใช้สำหรับการเชื่อม และอุปกรณ์จับยึด (Jigs) ที่ใช้สำหรับการประกอบเป็นต้น

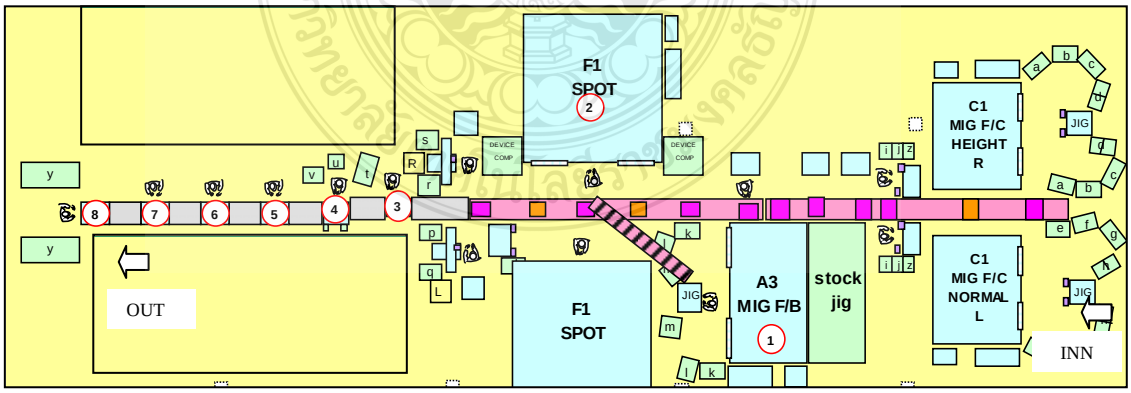
3) เครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบ ได้แก่อุปกรณ์จับยึดยืนยันการเชื่อม และอุปกรณ์จับยึด (Jigs) ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบรูปแบบการเคลื่อนที่ของโครงเบาะ

3.4.1 รูปแบบของสายการผลิตในปัจจุบัน

รูปแบบของสายการผลิตการเชื่อมโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ประกอบไปด้วย 2 สายการผลิตที่ 1 และสายการผลิตที่ 2 โดยสายการผลิตที่ทำการวิจัยนี้อยู่ในสายการผลิตที่ 2 โดยจะมีทิศทางการไหลเริ่มจากการรับวัตถุดิบเข้าสู่พื้นที่จัดเก็บจากนั้นวัตถุดิบจะถูกส่งเข้าสู่สายการผลิตโดยเข้าสู่กระบวนการเชื่อม การประกอบชิ้นส่วน การตรวจสอบชิ้นงาน จากนั้นชิ้นงานจะออกมาเป็นโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์สำเร็จรูปโดยจะเข้าสู่กระบวนการจัดเก็บเป็นขั้นตอนสุดท้ายดังรูปภาพที่แสดงในผังของโรงงาน แสดงดังภาพที่ 3.4 และภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.4 รูปแบบของสายการผลิตในปัจจุบันของผังโรงงานตัวอย่าง (สายการผลิตที่ 1)



ภาพที่ 3.5 รูปแบบของสายการผลิตในปัจจุบันของผังโรงงานตัวอย่าง (สายการผลิตที่ 2)

หมายเหตุ : เป็นสายการผลิตที่ทำการศึกษา

เนื่องจากในปัจจุบันการออกแบบสายการผลิต ส่วนหนึ่งจะเป็นการออกแบบจากโรงงานต้นแบบและจะถูกส่งมายังสาขาที่ทำการผลิตมาทำการผลิต และอีกส่วนหนึ่งเป็นการออกแบบสายการผลิตใหม่ โดยใช้การออกแบบในคอมพิวเตอร์ และใช้การประมาณการทางด้านเวลามาใช้ในการออกแบบสายการผลิต จึงอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการออกแบบสายการผลิต เนื่องจากจะพบปัญหาก็ต่อเมื่อทำการผลิตจริงเท่านั้น ดังนั้นเพื่อลดปัญหาความผิดพลาดในการออกแบบสายการผลิตงานใหม่ (New Model) จึงได้มีการนำเอาวิธีการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงาน โดยใช้วิธีการของ MOST โดยในกรณีศึกษานี้ จะนำมาใช้เฉพาะในส่วนของการประกอบโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์รูปแบบ (F) ซึ่งเป็นรูปแบบใหม่ที่ทำการผลิตและเป็นการปฏิบัติงานที่สามารถนำเทคนิค MOST เข้ามาช่วยในการออกแบบสายการผลิตได้

3.5 คำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่ทำการออกแบบใหม่

ทำการออกแบบสายการผลิตเพื่อให้สอดคล้องกับผังโรงงานและเครื่องจักร พร้อมทั้งสมดุลสายการผลิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของพนักงาน และอัตราการสมดุลสายการผลิตสูงสุดโดยออกแบบขั้นตอนในการปฏิบัติงานโดยละเอียด ลักษณะการเคลื่อนไหวของร่างกาย การเดิน ยก วาง การทำงานกับเครื่องมือ ลักษณะการทำงานด้วยมือเดียว หรือพร้อมกันสองมือกำหนดผัง (Layout) ในการทำงานเพื่อกำหนดการเคลื่อนไหว พื้นที่ในการวางชิ้นงาน การส่งต่อชิ้นงาน ระยะในการเอื้อมหยิบชิ้นคำนวณเวลามาตรฐานในการทำงานโดยใช้ MOST จากตารางการเคลื่อนไหววิเคราะห์ แต่ละการทำงานว่าเป็นการเคลื่อนไหวลักษณะใด การคำนวณค่าดัชนี สรุปเวลาที่ใช้ในการทำงานคำนวณจำนวนพนักงานที่ใช้ในการประกอบงาน จากจำนวนเวลาในการทำงานทั้งหมด กับเวลา (Takt Time) ที่ต้องการสรุปเวลามาตรฐานในการทำงานโดยใช้ MOST โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.5.1 จำแนกชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ทำการวิจัยโดยละเอียด

3.5.2 ออกแบบขั้นตอนในการปฏิบัติงานโดยละเอียด ลักษณะการเคลื่อนไหวของร่างกาย การเดิน ยก วาง การทำงานกับเครื่องมือ ลักษณะการทำงานด้วยมือเดียว หรือพร้อมกันสองมือ

3.5.3 กำหนดผัง (Layout) ในการทำงาน เพื่อกำหนดการเคลื่อนไหว พื้นที่ในการวางชิ้นงาน การส่งต่อชิ้นงาน ระยะในการเอื้อมหยิบชิ้นงาน

3.5.4 คำนวณเวลามาตรฐานในการทำงานโดยใช้ MOST จากตารางการเคลื่อนไหววิเคราะห์ แต่ละการทำงานว่าเป็นการเคลื่อนไหวลักษณะใด การคำนวณค่าดัชนี สรุปเวลาที่ใช้ในการทำงาน

3.5.5 คำนวณจำนวนพนักงานที่ใช้ในการประกอบงาน จากจำนวนเวลาในการทำงานทั้งหมด กับเวลา (Takt Time) ที่ต้องการ

3.5.6 สรุปเวลามาตรฐานในการทำงานโดยใช้ MOST

ผู้ที่จะสามารถทำการวิเคราะห์และแปรผลของ MOST จะต้องเป็นผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ MOST ส่วนในกรณีของบริษัทที่ทำการศึกษาได้มีการฝึกอบรมการใช้เทคนิค MOST ในการหาเวลามาตรฐาน และการวิเคราะห์ จากผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่น (Japan) และหลังจากการฝึกอบรมแล้วจะมีการทดสอบความเข้าใจในการฝึกอบรม และประเมินความเข้าใจโดยให้ทำการวิเคราะห์ข้อสอบที่ออกโดยผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่น ในกรณีทีผ่านการประเมินจะได้รับเกียรติบัติรับรองการฝึกอบรม MOST จากบริษัทที่ทำการวิจัย และสามารถทำการคำนวณหาเวลามาตรฐานโดย MOST รวมถึงการวิเคราะห์และแปรผลของ MOST ในกระบวนการผลิตของบริษัทที่ทำการวิจัยได้

3.6 ปฏิบัติงานจริงตามขั้นตอนที่ออกแบบ

3.6.1 การฝึกฝนความชำนาญของพนักงาน จะแบ่งช่วงของการ ฝึกฝนออกเป็น 3 คือ

ช่วงที่ 1. ทำการฝึกฝนพนักงานในการประกอบงานจริงและหาเวลามาตรฐานในการทำงานโดยคาดหวังว่าพนักงานต้องทำเวลาได้ 25% ของเวลาที่ทำการออกแบบไว้ ซึ่งจะใช้เวลาในการฝึกฝน 1 สัปดาห์

ช่วงที่ 2. ทำการฝึกฝนพนักงานในการประกอบงานจริงและหาเวลามาตรฐานในการทำงานโดยคาดหวังว่าพนักงานต้องทำเวลาได้ 50% ของเวลาที่ทำการออกแบบไว้ ซึ่งจะใช้เวลาในการฝึกฝน 2 สัปดาห์

ช่วงที่ 3. ทำการฝึกฝนพนักงานในการประกอบงานจริงและหาเวลามาตรฐานในการทำงานโดยคาดหวังว่าพนักงานต้องทำเวลาได้ 75% ของเวลาที่ทำการออกแบบไว้ ซึ่งจะใช้เวลาในการฝึกฝน 2 สัปดาห์ และทำการสรุปเวลาที่ได้จากการปฏิบัติงานจริง โดยจะทำการประเมินผลการฝึกอบรมออกมาเป็น Skill Matrix ดังนี้

ตารางที่ 3.3 การฝึกฝนความชำนาญของพนักงาน (ตัวอย่าง)

Period	Name - Surname	Process	Evaluate
1	นายขยัน ทำงาน	เชื่อมโครงเบาะรถยนต์	25%
2	นายขยัน ทำงาน	เชื่อมโครงเบาะรถยนต์	50%
3	นายขยัน ทำงาน	เชื่อมโครงเบาะรถยนต์	75%

ความหมายของเปอร์เซ็นต์ในการประเมิน Skill Mtrix

25% = ไม่สามารถปฏิบัติงานด้วยตนเองได้ ต้องมีการควบคุมในการทำงาน

50% = สามารถปฏิบัติงานด้วยตนเองได้ ต้องมีการควบคุมในการทำงาน

75% = สามารถปฏิบัติงานด้วยตนเองได้ ไม่ต้องมีการควบคุมในการทำงาน

100% = สามารถปฏิบัติงานด้วยตนเองได้ ไม่ต้องมีการควบคุมในการทำงาน สามารถสอนและแนะนำผู้อื่นได้

3.6.2 วัดเวลาจริงในการผลิตชิ้นงาน

เริ่มทำการผลิตชิ้นงานจริงในสายการผลิต โดยทำการกำหนดตำแหน่งและวิธีการทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ในเบื้องต้น และทำการฝึกฝน พนักงานให้เกิดความชำนาญในการปฏิบัติงาน จากนั้นจับเวลาโดยใช้นาฬิกาในแต่ละกระบวนการ กระบวนการละ 10 ครั้ง (N = 10) โดยจำนวนครั้งในการจับเวลาได้มาจากการคำนวณจากการจับเวลาขั้นต้นตามขั้นตอนดังนี้

1) ทำการจับเวลาที่ 10 ครั้ง สำหรับงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 นาทีโดยกระบวนการที่ทำการจับเวลาในงานวิจัยครั้งนี้ไม่เกิน 2 นาทีในทุกกระบวนการทำงาน

2) ทำการหาค่าพิสัย (Range , R) โดยที่ R = H – L

$$R = 0.79 - 0.61 = 0.18 \text{ นาที}$$

3) หาค่าเฉลี่ยได้จาก (H + L) / 2 = 0.79 + 0.61 / 2 = 0.70 นาที

4) หาค่า $\bar{X}$ = 0.70 / 10 = 0.07 นาที

5) หาค่า R / X = 0.18 / 0.70 = 0.25 นาที

จากนั้นทำการเปิดตารางการหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่ช่อง R / X ที่ระหว่าง 24 ถึง 26 แล้วลากไปตามแนวนอนที่ช่อง Data Sample of From จะได้ที่ระหว่าง 10 ถึง 11 ครั้ง ดังสามารถสรุปได้ว่าจำนวนครังในการจับเวลาของงานวิจัยครั้งนี้อยู่ที่ 10 ถึง 11 ครั้งดังแสดงรอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการในการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ โดยในบทนี้จะทำการยกตัวอย่างตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐาน

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			

3.7 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบกับเวลาในการผลิตจริง

นำเวลาที่ได้จากการออกแบบโดย MOST มาทำการเปรียบเทียบกับเวลาที่ได้จากการผลิตงานจริงในสายการผลิต เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการออกแบบ และมีค่าความแตกต่างจากเวลาที่ทำการผลิตจริงอยู่ในช่วงข้อมูลที่ยอมรับได้หรือไม่ในการตัดตัดสินใจผ่านการทดสอบสมมติฐาน โดยที่ตัวแบบของการตัดสินใจนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ทางเลือก คือ สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis : H_0) คือ สมมติฐานที่สร้างขึ้นด้วยความหวังที่จะปฏิเสธ และการปฏิเสธสมมติฐานหลัก ทำให้ยอมรับสมมติฐานอื่นๆ (Alternative Hypothesis : H_1) และผลการทดสอบที่ได้ เมื่อนำค่า P-Value ที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดแบบที่ 1 ของการทดสอบสมมติฐาน (α) ที่ระดับ 0.05 จะพบว่าค่า P-Value มีค่ามาก ซึ่งเกณฑ์ในการตัดสินใจคือ

ค่า P-Value $< \alpha$ หมายถึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (Accept H_1)

ค่า P-Value $> \alpha$ หมายถึงไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0

สำหรับการทดสอบสมมุติฐานในขั้นตอนนี้จะใช้การทดสอบแบบ 2 Proportions มาใช้ในการทดสอบเนื่องจากการทดลองเป็นการทดสอบสมมติฐานค่าสัดส่วน กรณี 2 กลุ่มประชากร

3.8 ติดตามปัญหาและทำการสมดุลสายการผลิตใหม่

ในกรณีที่ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ไม่อยู่ในช่วงของข้อมูลที่สามารถยอมรับได้ หรือกรณีที่ไม่สามารถผลิตงานได้ตามที่ออกแบบไว้ ให้ทำการติดตามปัญหาที่ทำให้เกิดหลังจากที่เริ่มมีการปฏิบัติงาน และทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นปัญหาที่ไม่เป็นไปตามการออกแบบ และหาวิธีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลการผลิตและลดความเหนื่อยล้าของพนักงาน

3.9 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ทำการสรุปผลหลังจากที่ทำการออกแบบสายการผลิตและเวลาในการปฏิบัติงานโดยวิธีของ MOST และวิธีการเดิมว่ามีผลสามารถช่วยลดความผิดพลาดในการออกแบบ มากเพียงใด และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้หรือไม่ และวิธีการของ MOST เหมาะสมที่จะนำมาช่วยในการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานของงานที่ทำการผลิตใหม่ได้หรือไม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

บทนี้จะแสดงผลการดำเนินงานวิจัยในการออกแบบสายการผลิตและกำหนดเวลามาตรฐานของกระบวนการเชื่อมโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ ตามหลักการของ MOST (Maynard Operation Sequence Technique) รวมถึงการกำหนดวิธีการทำงาน การคำนวณจำนวนพนักงานที่ใช้ในการประกอบงาน การกำหนดลำดับและตำแหน่งการประกอบงานในสายการผลิต ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาทำการวิจัยของโรงงานตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ได้ทำการและการหาค่าที่เหมาะที่สุดของปัจจัยการผลิตของกระบวนการเชื่อมโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ ซึ่งใช้ข้อมูลจากผลการทดลองโดยเทคนิค MOST โดยจะแสดงให้เห็นการคำนวณหาเวลาในการปฏิบัติงานโดยวิธีการของ MOST และการกำหนดวิธีการทำงาน และการวางของผังโรงงาน จากการคำนวณจำนวนพนักงานที่ใช้ในการประกอบงาน การกำหนดลำดับหรือตำแหน่งการประกอบงานในสายการโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ดังนี้

4.1.1 ความต้องการในการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ของลูกค้า

ในขั้นตอนแรกจะเริ่มจากยอดที่ลูกค้าต้องการในการสั่งซื้อต่อปี แล้วมาทำการคำนวณให้เป็นยอดการผลิตต่อวัน โดยทำการคำนวณยอดการผลิตต่อวันของบริษัทกรณีศึกษาดังนี้

ยอดที่ลูกค้าต้องการในการสั่งซื้อต่อ 3 ปี = 118,800 คันต่อ 3 ปี
นำมาทำให้เป็นยอดการผลิตต่อปี = 39,600 คันต่อ 1 ปี
นำมาทำให้เป็นยอดการผลิตต่อเดือน = 3,300 คันต่อ 1 เดือน
นำมาทำให้เป็นยอดการผลิตต่อวัน = 150 คันต่อวัน

หลังจากที่ได้ยอดที่ลูกค้าต้องการในการสั่งซื้อแล้วมาทำการคำนวณให้เป็นยอดการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาจะได้จำนวนที่ต้องทำการผลิต 150 คันต่อวัน จากนั้นนำยอดการผลิตมาคำนวณหาเวลาต่างๆ ที่ต้องใช้ในการออกแบบสายการผลิตต่อไป

4.1.2 คำนวณหาอัตราการปฏิบัติงาน (Operation Rate)

ทำการคำนวณหาอัตราในการทำงานต่อวันโดยแยกเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสายการผลิต เช่น จำนวนกะ (Shift) ในการทำงาน เวลาการทำงานทั้งหมดต่อวัน พักเบรกกลางวัน พัก

เบรกย่อย การประชุม การทำความสะอาด 5ส และเวลาที่สูญเสียจากในส่วนอื่นๆ มาทำการคำนวณหาอัตราในการทำงานต่อวันออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์จากสูตรดังแสดงในตาราง

$$\text{อัตราการทำงาน (Operation Rate)} = \frac{\text{เวลาในการทำงาน} - \text{เวลาที่สูญเสีย} \times 100}{\text{เวลาในการทำงาน}}$$

$$= \frac{420 \times 100}{460}$$

จะได้อัตราการทำงาน (Operation Rate) = 91.30 %

ตารางที่ 4.1 อัตราในการทำงาน (Operation Rate)

ระบบการทำงาน		
จำนวนกะ		1 กะ
เวลาการทำงาน (นาที/วัน)		540
เวลาไม่ทำงาน	พักกลางวัน	60
	พักย่อย	20
เวลาไม่ทำงานตามแผน	ประชุม	10
	กิจกรรม 5ส.	10
	เวลาสูญเสีย	20
เวลาทำงาน - เวลาไม่ทำงาน (นาที/วัน)		420
อัตราในการทำงาน		91.30%

4.1.3 คำนวณหารอบเวลาในการทำงาน (Takt Time) ที่ลูกค้าต้องการ

หลังจากที่ได้ผลจากการคำนวณหาอัตราในการทำงานต่อวัน (Operation Rate) แล้ว จากนั้นมาทำการหาคำนวณหารอบเวลาในการทำงาน (Takt Time) ที่ลูกค้าต้องการใน 1วัน จะได้รอบเวลาในการทำงานที่ลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์ที่ 168 วินาทีต่อคัน โดยทำการคำนวณดังนี้

รอบเวลาในการทำงานที่ลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์ (Takt Time)

$$\text{(Takt Time)} = \frac{\text{เวลาทำงานปกติสุทธิในหนึ่งวัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อวัน}}$$

เวลาทำงานปกติสุทธิใน 1 วันมาจากเวลาทำงาน 540 นาที/วัน ลบด้วยพักกลางวัน 60 นาที และพักย่อยอีก 20 นาที = 460 นาที คูณด้วยอัตราในการทำงาน = 91.30% และคูณด้วย 60 นาที

$$= \frac{(460 \times 91.30\%) \times 60}{150}$$

จะได้ (Takt Time) = 168 วินาทีต่อคัน

ทำการรวบรวมข้อมูลยอดการผลิตของรูปแบบผลิตภัณฑ์ C ,D ,E และ F ได้ดังนี้

ผลิตภัณฑ์ C จำนวนยอดการผลิต = 90 คัน/วัน

ผลิตภัณฑ์ D จำนวนยอดการผลิต = 120 คัน/วัน

ผลิตภัณฑ์ E จำนวนยอดการผลิต = 150 คัน/วัน

ผลิตภัณฑ์ F จำนวนยอดการผลิต = 150 คัน/วัน

รวมจำนวนยอดการผลิต = 510 คัน/วัน

ดังนั้นจะได้จำนวนยอดการผลิตรวมของผลิตภัณฑ์ C D E และ F ที่ทำการผลิตในสายการผลิตเดียวกันที่ 510 คัน/วัน

จากนั้นนำมาคำนวณหาอัตราในการทำงาน (Takt Time) ต่อวันดังนี้

$$= \frac{(460 \times 91.30\%) \times 60 \times 2}{510}$$

= 49.29 วินาที/คัน ทำให้เป็น 2 กะ

= 49.29 x 2

= 98.58 วินาทีต่อคัน

ดังนั้นอัตราในการทำงาน (Takt Time) ของผลิตภัณฑ์รูปแบบ F จะได้อัตราในการทำงาน (Takt Time) 98.58 คัน/วัน/กะ

เนื่องจากสายการผลิตที่ทำการออกแบบเป็นสายการผลิตแบบผสม (Common Line) ที่ 4 รูปแบบการผลิตได้แก่รูปแบบผลิตภัณฑ์ C ,D ,E และ F ที่จำนวนการผลิตรวม 510 คัน/วัน/1 กะ และคำนวณ หาอัตราในการทำงานต่อวัน (Takt Time) ได้ 98.58 วินาที/คัน/2 กะ จะเห็นได้ว่ารอบเวลาในการทำงานที่ลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์ F (168 วินาที/ คัน) มากกว่ารอบเวลาในการทำงานรวมของสายการผลิตกรณีศึกษา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการกำหนดรอบเวลาในการทำงานที่ลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์ใหม่ให้เป็นรอบเวลาในการทำงานที่สายการผลิตกรณีศึกษาให้มีรอบเวลาที่ทำการผลิตไม่เกิน 98.58 วินาที/คัน

ตารางที่ 4.2 รายการชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์

ลำดับ	ชื่อชิ้นส่วน (Part)	จำนวน (ชิ้น)	
		ขวา	ซ้าย
1	คอนเนคติ้งเฟรมเอฟร้อนคูชั่น (Conecting Frame A Front Cushion)	1	1
2	คอนเนคติ้งเฟรมบีฟร้อนคูชั่น (Conecting Frame B Front Cushion)	1	1
3	ไซค์เฟรมเอ๊าอาสับคอมฟร้อนคูชั่น (Side Frame Out R Sub Comp Front Cushion)	1	-
4	ไซค์เฟรมอินอาสับคอมฟร้อนคูชั่น (Side Frame Inn R Sub Comp Front Cushion)	1	-
5	ไซค์เฟรมเอ๊าแอลสับคอมฟร้อนคูชั่น (Side Frame Out L Sub Comp Front Cushion)	-	1
6	ไซค์เฟรมอินแอลสับคอมฟร้อนคูชั่น (Side Frame Inn L Sub Comp Front Cushion)	-	1
7	เฟรมฟร้อนคูชั่น (Framr Front Cushion)	1	1
8	นัทแฟร้ง 8 มิลเมตร (Nut Frank 8 mm.)	3	3
9	สไลด์อินอา (Slide Inn R)	1	-
10	สไลด์อินแอล (Slide Inn L)	-	1
11	สไลด์เอ๊าอา (Slide Out R)	1	
12	สไลด์เอ๊าแอล (Slide Out L)		1
13	เลเวอร์คอมฟร้อนคูชั่น (Lever Comp Front Cushion)	1	1
14	เมนเฟรมเอ (Main Frame A)	1	1
15	ไซค์เฟรมอินอา (Side Frame Inn R)	1	-
16	ไซค์เฟรมอินแอล (Side Frame Inn L)	-	1
17	ครอสเฟรมเอ (Cross Frame A)	1	1
18	เมนเฟรมบี (Main Frame B)	1	1
19	ครอสเฟรมบี (Cross Frame B)	1	1
20	วอชเชอร์ไพวอท (Washer Pivot)	1	1
21	ไนลอนบูช (Nylon Bush)	1	1
22	โบลท์วอช 10 X 22 มิลเมตร (Bolt Wash 10x12 mm.)	2	2
23	สไปรอลสปริง (Spiral Spring)	1	1
24	ซิกแซ็กสปริงเอฟร้อนแบ็ค (Zig Zag Spring A Front Back)	1	1
25	ซิกแซ็กสปริงบีฟร้อนแบ็ค (Zig Zag Spring B Front Back)	1	1
26	ซิกแซ็กสปริงเอฟร้อนคูชั่น (Zig Zag Spring A Front Cushion)	1	1
27	ซิกแซ็กสปริงบีฟร้อนคูชั่น (Zig Zag Spring B Front Cushion)	1	1
รวม		25	25

การกำหนดผังโรงานและสายการผลิต จะต้องประกอบไปด้วยขั้นตอนของกระบวนการผลิตและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตของรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตในปัจจุบัน ขั้นตอนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ประกอบไปด้วยกระบวนการย่อย ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบเป็นโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์

4.1.4 รวบรวมรายการชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบ

หลังจากที่ได้ทำการรวบรวมรายการชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์เรียบร้อยแล้วจึงทำการรวบรวมรายการของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบโดยการกำหนดเป็นกระบวนการหลักที่ใช้ในการผลิต โครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ทั้งหมดมีจำนวน 8 กระบวนการ แล้วนำเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบมารวบรวมไว้ตามกระบวนการหลัก ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์

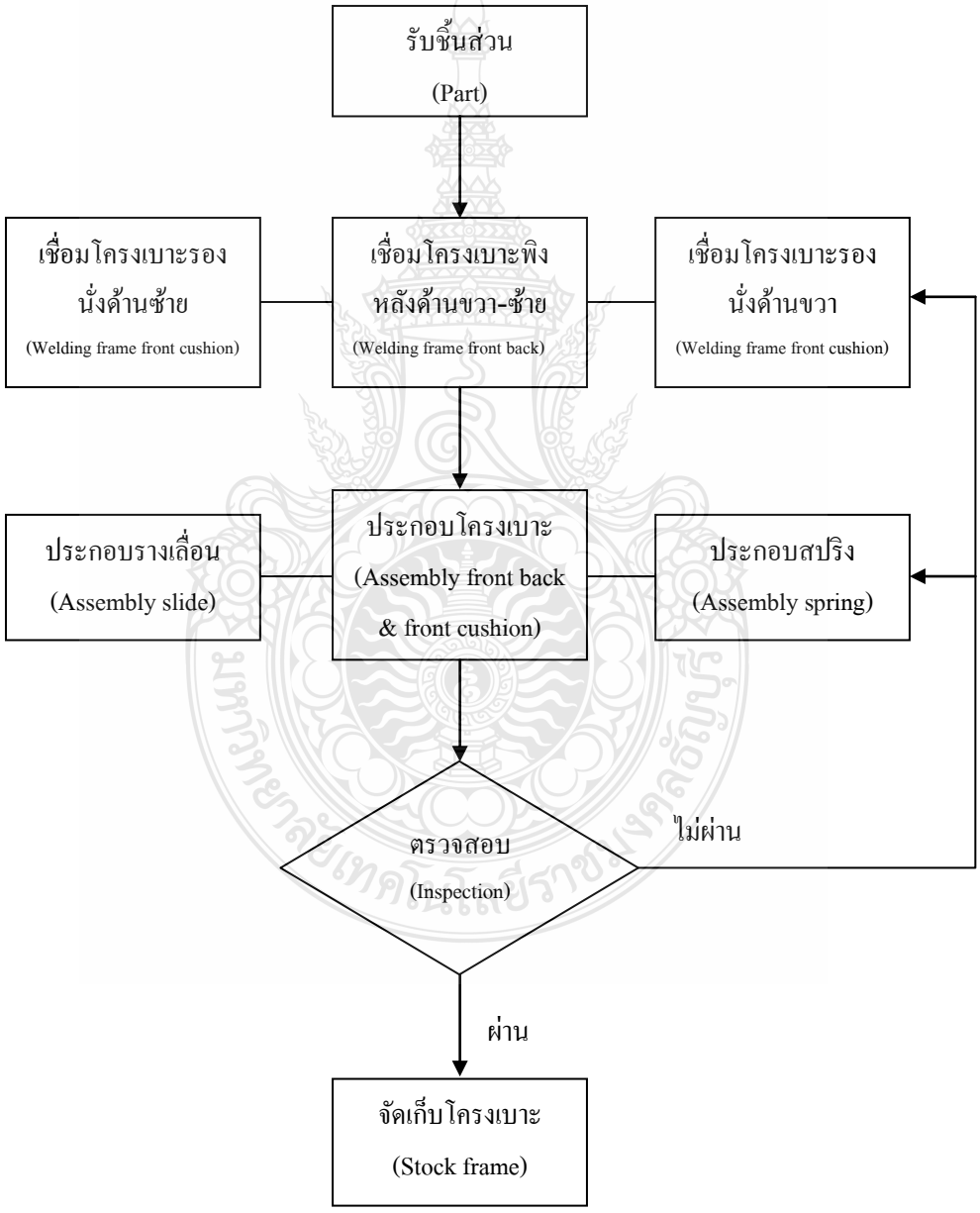
ตารางที่ 4.3 รายละเอียดของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบ

ลำดับ	กระบวนการ	ด้านที่ผลิต	รายการเครื่องมือ,เครื่องจักร	จำนวน (เครื่อง)
1	เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion)	ขวา/ซ้าย	หุ่นยนต์เชื่อม (Robot Welding)	2
2	เชื่อมโครงเบาะพิงหลัง (Frame Front Back)	ขวา/ซ้าย	หุ่นยนต์เชื่อม (Robot Welding)	2
3	เชื่อมสปอทแพนเฟรม (Welding Spot Pan Frame)	ขวา/ซ้าย	หุ่นยนต์เชื่อม (Robot Welding)	1
4	ประกอบสปริง	ขวา/ซ้าย	เครื่องประกอบสปริง (Spring Machine)	1
5	ประกอบสไลด์ (Slide)	ขวา/ซ้าย	อุปกรณ์จับยึดประกอบสไลด์(Jig Slide)	1
6	ประกอบโครงเบาะพิงหลังกับโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Back & Frame Front Cushion)	ขวา/ซ้าย	อุปกรณ์จับยึดประกอบเฟรม(Jig Frame) & ปืนประกอบโบลท์ (Bolt)	2
7	ประกอบสปริง & เลเวอร์คอม (Lever Comp)	ขวา/ซ้าย	อุปกรณ์จับยึดประกอบเลเวอร์คอม (Lever Comp)	1
8	ตรวจสอบเฟรม (Isnpection Frame)	ขวา/ซ้าย	อุปกรณ์จับยึดตรวจสอบ (Jig Inspection)	2
9	ยกงานขึ้นแร็คด้าน (Loading Frame)	ขวา/ซ้าย	เครื่องยกเฟรม (Raku Hand)	2
รวม				**14**

4.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต

4.2.1 ทำการกำหนดขั้นตอนในการประกอบ

หลังจากที่ได้ทำการรวบรวมรายการของเครื่องมือและเครื่องจักรเรียบร้อยแล้ว จากนั้นมาถึงขั้นตอนการกำหนดขั้นตอนในการประกอบชิ้นส่วนออกมาเป็นแผนภูมิการไหลของกระบวนการ ในการประกอบชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของแผนภูมิการไหลของกระบวนการที่ใช้ในการประกอบโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์

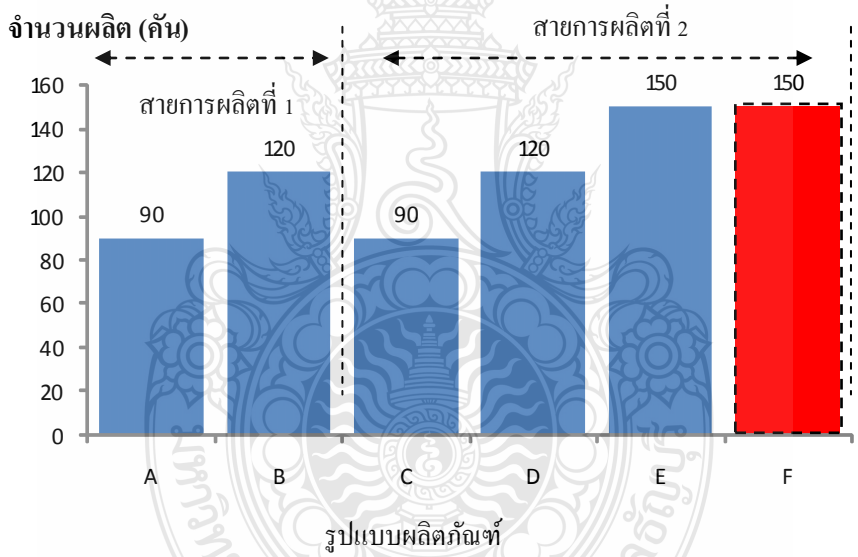


ภาพที่ 4.1 รายละเอียดของแผนภูมิการไหลของกระบวนการประกอบ

หลังจากที่ได้ทำการสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการที่ใช้ในการประกอบโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์เรียบร้อยแล้ว จากนั้นมาถึงขั้นตอนในการทำการออกแบบสายการผลิตโดยการการวิเคราะห์ หาเวลามาตรฐานในการประกอบงานโดยวิธีการของ MOST

4.3 ผลิตภัณฑ์ที่ทำการวิจัย

ผลิตภัณฑ์ที่นำมาทำการวิจัยในครั้งนี้เป็นผลิตภัณฑ์โครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ ประกอบด้วยจำนวนรูปแบบของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 6 รูปแบบมียอดการผลิตรวมเฉลี่ย 510 คัน/วัน โดยรูปแบบที่นำมาทำการวิจัยในครั้งนี้เป็นรูปแบบ (F) และมียอดประมาณการผลิตเท่ากับ 150 คันต่อวัน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในสายการผลิตที่ 2 โดยจะแยกผลิตภัณฑ์เป็น 2 กลุ่มตามความคล้ายคลึงของกระบวนการผลิตในแต่ละรูปแบบ แสดงดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 4.2 สัดส่วนการผลิตตามรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต

4.4 เครื่องจักรและผังโรงงาน

ในส่วนของการออกแบบเครื่องจักรและการวางรูปแบบสายการผลิตนั้นจะทำการแบ่งงานออกเป็น 3 ส่วนเพื่อความรวดเร็วในการทำงานดังนี้

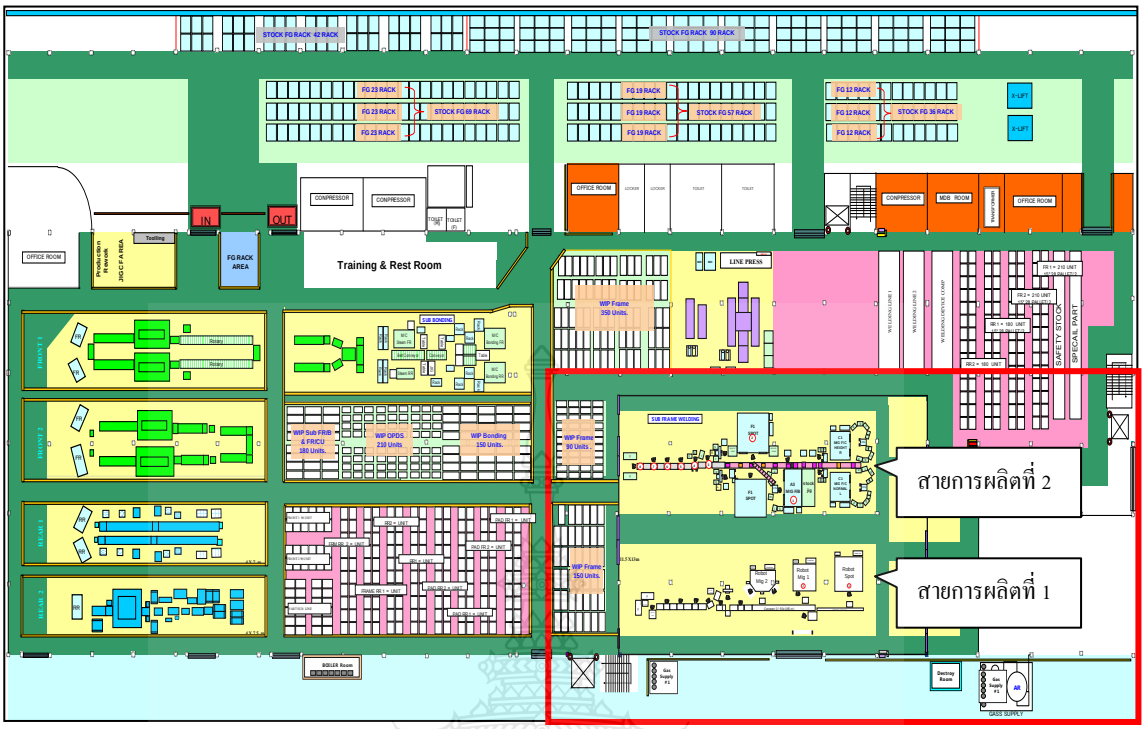
ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ทำการออกแบบและสร้างเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบ โดยจะนำแบบ (Drawing) ของชิ้นส่วนที่จะทำการประกอบไปทำเครื่องจักร และเครื่องจักร อีกส่วนจะเป็นเครื่องจักรสำเร็จรูปที่มีรูปแบบและมาตรฐานอยู่แล้ว เช่นหุ่นยนต์เชื่อม ปืนประกอบ นัท (Nut) และโบลท์ (Bolt) เป็นต้น ต้องนำข้อมูล ขนาด น้ำหนัก และความสามารถในการทำงานของเครื่องจักรแต่ละชนิดเตรียมไว้เพื่อเป็นข้อมูลในการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการทำงานต่อไป

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดตั้งและจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ช่วยเสริมในการทำงานเช่นระบบลม ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่างเป็นต้น เพื่อรอการติดตั้งส่วนประกอบต่างๆ เป็นสายการผลิตใหม่ (New Line)

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่ทำการเตรียมความพร้อมเรื่องของพนักงานที่จะมาทำการปฏิบัติงานในสายการผลิต ต้องทำการเตรียมพนักงานให้ครบตามจำนวน รวมทั้งการฝึกฝนในส่วนของทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป

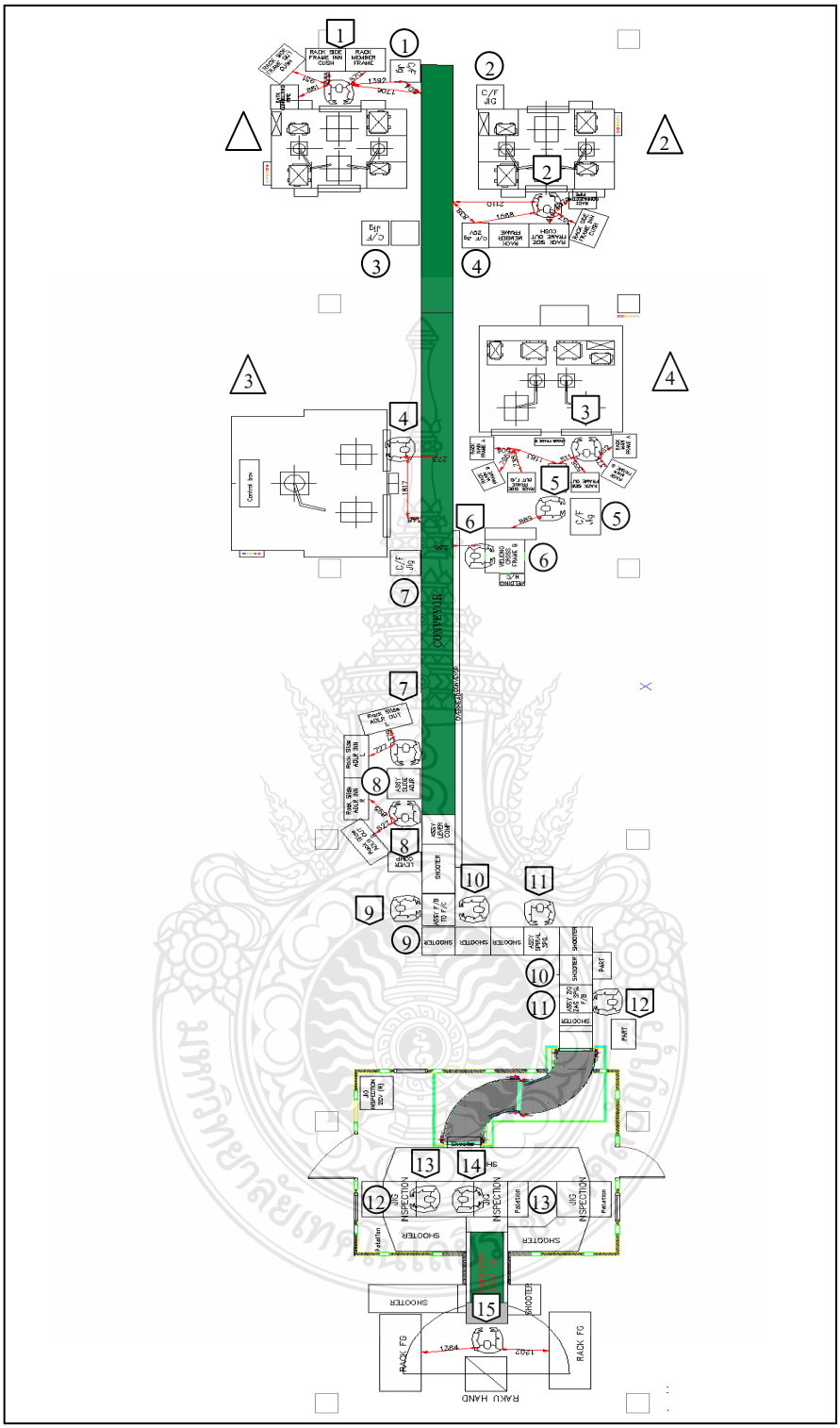
เมื่อขั้นตอนในการทำงานทั้ง 3 ส่วนเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ถึงขั้นตอนในการติดตั้งเครื่องจักรและระบบอำนวยความสะดวกในการทำงานต่างๆ ลงในสายการผลิตที่ทำการออกแบบด้วย Program Auto Cad ให้เรียบร้อยก่อนการทดลองผลิตโดยมีขั้นตอนในการจัดวางสายการผลิตดังนี้

1) ทำการตรวจสอบขนาดของพื้นที่ที่จะจัดวางสายการผลิตว่ามีขนาดของพื้นที่เท่าใด พื้นที่เหมาะสมกับการผลิตหรือไม่ การไหลของวัตถุดิบเหมาะสมกับพื้นที่หรือไม่ แสดงดังภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่ามีเมื่อวัดขนาดพื้นที่ออกมาแล้วมีขนาดเท่ากับสายการผลิตที่ 1 โดยมีขนาด 540 ตารางเมตร เท่ากัน และมีลักษณะการไหลของกระบวนการของวัตถุดิบที่เหมือนกับสายการผลิตที่ 1 จึงตัดสินใจเบื้องต้นได้ว่ามีความเหมาะสมสำหรับการวางสายการผลิตที่ 2 หรือสายการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ จึงสามารถสรุปได้เบื้องต้นว่าจะสามารถตั้งสายการผลิตใหม่ได้



ภาพที่ 4.3 ตำแหน่งพื้นที่ของการจัดวางสายการผลิตใหม่

2) ทำการทดลองวางตำแหน่งรูปแบบของสายการผลิตที่กำหนดพื้นที่จาก Program Auto Cad ลงในพื้นที่สายการผลิตใหม่แบบเต็มพื้นที่ โดยทำการจัดวางเครื่องจักรหลักได้แก่ หุ่นยนต์เชื่อม (Robot Welding) และสายพานลำเลียง (Conveyor) ลงในพื้นที่ตามหลักการไหลของกระบวนการ และทำการกำหนดขนาดของพื้นที่ที่จะจัดวางอุปกรณ์จับยึด (Jigs) เครื่องจักรย่อย รวมถึงจุดที่ใส่วัตถุดิบ และตำแหน่งของจุดที่จะติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ไฟฟ้าแสงสว่าง ท่อลมและจุกต่อลม พัดลม จุดในการยืนปฏิบัติงานของพนักงาน พร้อมทั้งระยะในการเคลื่อนไหวและการทำงานของพนักงานแต่ละจุดปฏิบัติงาน และนำเครื่องจักรย่อย รวมถึงตำแหน่งการยืนทำงานของพนักงานมาทำการจัดวางในสายการผลิตตามตำแน่งที่ได้กำหนดไว้ขั้นต้นเพื่อเป็นการตรวจสอบงานที่แต่ละส่วนนำมาจัดวางเข้าด้วยกันตามที่กำหนดไว้เบื้องต้นในแบบ (Drawing) เพื่อให้เป็นสายการผลิตที่ใช้สำหรับงานที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ตามรูปแบบการจัดวางเครื่องจักรในสายการผลิตใหม่แบบเต็มพื้นที่ ดังแสดงในภาพที่ 4.4



△ = เครื่องจักรหลัก (หุ่นยนต์เชื่อม) ◯ = เครื่องจักรรอง (อุปกรณ์จับยึด) ▱ = พนักงาน

ภาพที่ 4.4 รูปแบบการจัดวางเครื่องจักรในสายการผลิตใหม่แบบเต็มพื้นที่

4.5 คำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่ทำการออกแบบใหม่

4.5.1 ผลการวิเคราะห์หาเวลามาตรฐานของแต่ละสถานีงาน

การวิเคราะห์หาเวลามาตรฐานในการประกอบงาน จะแบ่งออกตามลำดับของการเคลื่อนไหวและลักษณะการทำงานว่ามีความยากง่ายเพียงใด โดยการให้ค่าดัชนีในแต่ละช่องของตัวแปรหลังจากนั้นก็จะทำการรวมค่าดัชนีของทุกตัวแปรในขั้นตอนนั้น ๆ เมื่อได้ค่าผลรวมเสร็จ คูณค่าผลรวมดัชนีด้วย 10 ก็จะได้ค่าเวลาเป็นหน่วย TMU แปลงหน่วยเวลาจาก TMU เป็นหน่วยของวินาที โดยการคูณด้วย 0.036 วินาที ในการแปลงหน่วยของเวลาเราจะคิดการทำงานของพนักงานเป็น Low Task เนื่องจากประเมินพนักงานมีระดับสมรรถนะ (Performance Level) อยู่ที่ 100% ซึ่งในการคำนวณค่าดัชนีต้องอาศัยปัจจัยอื่น ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่นเรื่องน้ำหนักของชิ้นงานที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.5-10 กิโลกรัม และระยะในการประกอบชิ้นงานของพนักงาน ซึ่งจะแสดงเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์หาเวลามาตรฐานของสถานีงานที่ 1 กระบวนการเชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านขวาโดยมีกระบวนการย่อยตามลำดับดังนี้

1) กระบวนการย่อย เดิน 2 ก้าว เอื้อมมือขวาจับไซค์เฟรมอิน-เอ๊าอา Side Frame Inn Out R ออกจากชั้นวาง

ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปรของลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา

	A3 = ระยะทางถึงวัตถุเป้าหมาย 2 ก้าว
GET	B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย
	G1 = มือขวาจับไซค์เฟรมอิน-เอ๊าอา
	A0 = ไม่มีระยะทางที่วางวัตถุเป้าหมาย
PUT	B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย
	P0 = ไม่มีการเคลื่อนที่วางวัตถุเป้าหมาย
RETURN	A0 = ไม่ต้องกลับสู่ตำแหน่งเดิม

คำนวณเวลา TMU : = A3 B0 G1 A0 B0 P0 A0

= (3+ 0 + 1 + 0 + 0 + 0 + 0) X 10

= 4 X10

= 40 TMU

แปลงเป็นหน่วยเวลา (ชั่วโมง, นาที, วินาที = 40 x 0.0288 วินาที)

ดังนั้นเวลาในการทำงานตามหลักการของ MOST มีค่า = 1.15 วินาที

2) กระบวนการย่อย ติดตั้งไซค์เฟรมอินอา Set Side Frame Inn R เข้ากับอุปกรณ์จับยึด
ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปรของลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา

A0 = ไม่มีระยะทางที่วางวัตถุเป้าหมาย

GET B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย

G0 = มือขวาจับไซค์เฟรมอินอา

A1 = มีระยะเอื้อมมือถึงวัตถุเป้าหมาย

PUT B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย

P3 = มีการปรับให้เข้ากับอุปกรณ์จับยึดเบาๆ

RETURN A0 = ไม่ต้องกลับสู่ตำแหน่งเดิม

คำนวณเวลา TMU : = A0 B0 G0 A1 B0 P3 A0

= (0+ 0 + 0 + 1 + 0 + 3 + 0) X 10

= 4 X10

= 40 TMU

แปลงเป็นหน่วยเวลา (ชั่วโมง, นาที, วินาที = 40 x 0.0288 วินาที)
ดังนั้นเวลาในการทำงานตามหลักการของ MOST มีค่า = 1.15 วินาที

3) กระบวนการย่อย กดให้เข้าอุปกรณ์จับยึด Lock Jig Stopper (x2) สองครั้ง
ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปรของลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด

A0 = ไม่มีระยะทางที่วางวัตถุเป้าหมาย

GET B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย

G1 = กดวัตถุเป้าหมายเบาๆ

M1 = เคลื่อนนิ้วมือที่มีระยะน้อยกว่า 30 ซม.

MOVE X0 = ไม่มีการทำงานของเครื่องจักร

I0 = มีวัตถุเป้าหมาย 1 จุด คืออุปกรณ์จับยึด

RETURN A0 = ไม่ต้องกลับสู่ตำแหน่งเดิม

คำนวณเวลา TMU : = A1 B0 G1 M1 X0 I1 A0

= (0+ 0 + 0 + 1 + 0 + 1 + 0) X 10

= 2 X10

= 20 TMU

แปลงเป็นหน่วยเวลา (ชั่วโมง, นาที, วินาที = 20 x 0.0288 วินาที)

ดังนั้นเวลาในการทำงานตามหลักการของ MOST มีค่า = 0.58 วินาที

4) กระบวนการย่อย ติดตั้งไซค์เฟรมเอ๊าอา Set Side Frame Out R เข้ากับอุปกรณ์จับยึด

ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปรของลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา

A0 = ไม่มีระยะทางที่วางวัตถุเป้าหมาย

GET B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย

G0 = มือขวาจับไซค์เฟรมอินอา

A1 = มีระยะเอื้อมมือถึงวัตถุเป้าหมาย

PUT B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย

P3 = มีการปรับให้เข้ากับอุปกรณ์จับยึดเบาๆ

RETURN A0 = ไม่ต้องกลับสู่ตำแหน่งเดิม

คำนวณเวลา TMU : = A0 B0 G0 A1 B0 P3 A0

= (0+ 0 + 0 + 1 + 0 + 3 + 0) X 10

= 4 X10

= 40 TMU

แปลงเป็นหน่วยเวลา (ชั่วโมง, นาที, วินาที = 40 x 0.0288 วินาที)

ดังนั้นเวลาในการทำงานตามหลักการของ MOST มีค่า = 1.15 วินาที

5) กระบวนการย่อย กดให้เข้าอุปกรณ์จับยึด Lock Jig Stopper (x2) สองครั้ง

ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปรของลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด

A0 = ไม่มีระยะทางที่วางวัตถุเป้าหมาย

GET B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย

G1 = กดวัตถุเป้าหมายเบาๆ

M1 = เคลื่อนนิ้วมือที่มีระยะน้อยกว่า 30 ซม.

MOVE X0 = ไม่มีการทำงานของเครื่องจักร

I0 = มีวัตถุเป้าหมาย 1 จุด คืออุปกรณ์จับยึด

RETURN A0 = ไม่ต้องกลับสู่ตำแหน่งเดิม

คำนวณเวลา TMU : = A1 B0 G1 M1 X0 I1 A0

= (0+ 0 + 0 + 1 + 0 + 1 + 0) X 10

= (2 X10) X 2 = 40

= 40 TMU

แปลงเป็นหน่วยเวลา (ชั่วโมง, นาที, วินาที = 40 X 0.0288 วินาที)

ดังนั้นเวลาในการทำงานตามหลักการของ MOST มีค่า = 1.15 วินาที

6) กระบวนการย่อย เลื่อนมือขวา-ซ้าย Clamp Lock Jig Manual

ตัวอย่างการคำนวณค่าดัชนีแต่ละตัวแปรของลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด

A1 = มีระยะทางที่วางวัตถุเป้าหมายเลื่อนมือ

GET B0 = ไม่มีการเคลื่อนไหวของร่างกาย

G1 = กดวัตถุเป้าหมายเบาๆ

M1 = เคลื่อนนิ้วมือที่มีระยะน้อยกว่า 30 ซม.

MOVE X0 = ไม่มีการทำงานของเครื่องจักร

I0 = มีวัตถุเป้าหมาย 1 จุด คืออุปกรณ์จับยึด

RETURN A0 = ไม่ต้องกลับสู่ตำแหน่งเดิม

คำนวณเวลา TMU : = A1 B0 G1 M1 X0 I0 A0

= (1+ 0 + 1 + 1 + 0 + 0 + 0) X 10

= 3 X10

= 30 TMU

แปลงเป็นหน่วยเวลา (ชั่วโมง, นาที, วินาที = 30 x 0.0288 วินาที)

ดังนั้นเวลาในการทำงานตามหลักการของ MOST มีค่า = 0.86 วินาที

หลังจากที่ได้ทำการคำนวณหาเวลามาตรฐานเรียบร้อยแล้ว ให้นำข้อมูลที่ได้ทั้ง 6 กระบวนการย่อยมาทำการบันทึกลงในตารางบันทึกเวลมาตรฐานโดย MOST ให้ครบถ้วน

จะได้ 1.15 + 1.15 + 0.58 +1.15 + 1.15 + 0.86) X 1.10 = 6.65 วินาที

4.5.2 ทำการสมดุลสายการผลิต

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์หาเวลามาตรฐานในการทำงานโดย MOST แล้วจะต้องนำเวลาที่ได้มาทำการสมดุลสายการผลิต โดยทำการแยกเป็นรายละเอียดของแต่ละกระบวนการและจัดทำเป็นกระบวนการมาตรฐานเพื่อทำการจัดแบ่งสถานีงานโดยอธิบายรายละเอียดของตารางการคำนวณของการวิเคราะห์ MOST ไว้ตามหมายเลขดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดของตารางการคำนวณการวิเคราะห์ MOST ของสถานีงานที่ 1

(1) กระบวนการ	(2) วิธีการปฏิบัติงาน	(3) ประเภทของการปฏิบัติงาน	(4) ดัชนี																								(5) คำนวน TACT TIME (Sec.)					(6) ASSY TIME (Sec.)		
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ												ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGHT +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือ			กำหนดตำแหน่ง			ฯ เท่ากัน	วางเครื่องมือ			คืน								
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A								
สถานีงานที่ 1 เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านขวา																																		
ติดตั้งชิ้นส่วนของโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) นอก,ใน ด้านขวา	เดิน 2 ก้าว เอื้อมมือขวาจับ Side Frame Inn Out R ออกจาก Rack	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	0	0	0	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	.27
	Set Side Frame Inn R เข้ากับ Jig	การปฏิบัติงานพื้นฐาน				1	0	3	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	.27
	กดให้เข้า Lock Jig Stoper (x2)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	Set Side Frame Out R To Jig	การปฏิบัติงานพื้นฐาน				1	0	3	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	.27
	กดให้เข้า Lock Jig Stoper (x2)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													2	40	1.15	1.44		1.152	1.44	.27
	เลื่อนมือขวา-ซ้าย Clamp Lock Jig Maunal	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0														30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95
																																		6.65
ติดตั้งคอนเนคติ้งเฟรมเอ & คอนเนคติ้งเฟรมบี (Conecting Frame A &Conecting Frame B)	หมุนตัวก้าว 2 ก้าว เอื้อมมือซ้ายหยิบ Connecting Frame A	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	0	0	0	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	.27
	หมุนตัวกลับก้าว 2 ก้าว มาที่ Jig	การปฏิบัติงานพื้นฐาน				3	0	0	0																				30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95
	Set Connecting A เข้ากับ Side Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0														50	1.44	1.80		1.44	1.8	1.58
	เอื้อมมือปรับให้เข้าล็อคกับ Side Frame Inn	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เอื้อมมือปรับให้เข้าล็อคกับ Side Frame Out	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	0	3	0	0	0														30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95
	เอียงตัวก้าว 1 ก้าว เอื้อมมือขวาหยิบ Connecting Frame B (x2)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	0	0	0	0																				60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90
	หมุนตัวกลับ มาที่ Jig	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	0	0																				30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95
	เปลี่ยนมือจับ Connecting B	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	3	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27
	Set Connecting B เข้ากับ Side Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0													2	100	2.88	3.60		2.88	3.6	3.17
	เอื้อมมือปรับให้เข้าล็อคกับ Side Frame Inn	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													2	40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27
	เอื้อมมือปรับให้เข้าล็อคกับ Side Frame Out	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	0	3	0	0	0													2	60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90
	มือขวาเลื่อนมาจับ Clamp Lock Jig Manual	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0														30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95
																																		16.79
แคล็มล็อค อุปกรณ์จับยึด (Jig)	เอื้อมจับคัน โยก Switch	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																				20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	โยก Switch Robot 2 ครั้ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													2	40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27
																																		1.90
หุ่นยนต์เชื่อมเริ่มทำงาน	Robot เริ่มทำงาน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน																											0	0.00	0.00	45.77	45.77	45.77	45.77
																																		45.77
ตรวจสอบ (Inspection) การประกอบ	เดิน 3-4 ก้าว มาชัง Jig C/F เอื้อมมือซ้ายจับ Frame F/C	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	6	0	1	0																				70	2.02	2.52		2.016	2.52	2.22
	มือขวาเอื้อมจับ Pin Jig C/F จุดที่ 1 กด Pin ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เอื้อมมือขวาจับ Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																				20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ Pin Jig C/F จุดที่ 2 กด Pin ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เอื้อมมือซ้ายจับ Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																				20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ Pin Jig C/F จุดที่ 3 กด Pin ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เลื่อนมือขวาจับ FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																				20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ Pin Jig C/F จุดที่ 4 กด Pin ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
																																		6.65

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดของตารางการคำนวณการวิเคราะห์ MOST ของสถานีงานที่ 1 (ต่อ)

1 กระบวนการ(ต่อ)	2 วิธีการปฏิบัติงาน	3 ประเภทของการปฏิบัติงาน	4 ดัชนี																								5 คำนวน TACT TIME (Sec.)					6 ASSY TIME (Sec.)		
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																		
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือ			กำหนดตำแหน่ง			ใช้เครื่อง	วางเครื่องมือ				ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A								
แต้มสี (Art Line) ยืนยันการประกอบ	มือซ้ายเอื้อมจับปากกา Marking	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																			20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	มือขวาเอื้อมจับปากกา Marking จากมือซ้าย	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	1	0																			40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27
	เลื่อนมือมา Art Line จุดที่ 1-4	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	80	2.30	2.88		2.304	2.88	2.53
	เลื่อนมือมา Art Line จุดที่ 5	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เลื่อนมือมา Art Line จุดที่ 6	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เลื่อนมือมา Art Line จุดที่ 7	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา Art Line จุดที่ 8	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา Art Line จุดที่ 9-10	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27
	มือซ้ายเอื้อมจับปากกา Marking จากมือขวา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	1	0																			40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา Art Line จุดที่ 11	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา Art Line จุดที่ 12	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เลื่อนมือมา Art Line ประกอบ Spg Rec.จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เลื่อนมือมา Art Line ประกอบ Spg Rec.จุดที่ 2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เลื่อนมือมา Art Line ประกอบ Rec Connecting Ling จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เลื่อนมือมา Art Line ประกอบ Damper Stopper จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	เลื่อนมือมานำปากกา Marking มาเสียบเก็บ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																			20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
																																		13.94
ยกเลิกเคลม็อค อุปกรณ์จับยึด (Jig)	มือขวาเอื้อมจับ Pin จุดที่ 3 ดึง Pin ออกจากรู Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0													30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95
	มือซ้ายเอื้อมจับ Pin จุดที่ 4 ดึง Pin ออกจากรู Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ Pin จุดที่ 5 ดึง Pin ออกจากรู Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ Pin จุดที่ 1 ดึง Pin ออกจากรู Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ Pin จุดที่ 7 ดึง Pin ออกจากรู Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0													30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95
	มือซ้ายเอื้อมจับ Pin จุดที่ 2 ดึง Pin ออกจากรู Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ Pin จุดที่ 6 ดึง Pin ออกจากรู Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ Pin จุดที่ 8 ดึง Pin ออกจากรู Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63
																																		5.70
ส่งงานไปยังกระบวนการต่อไป	เอื้อมมือมาจับ Frame ยก Frame ออกจาก JIG C/F ส่งให้ Station ถัดไป	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	1	0	1	0																			60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90
	หันหลังกลับเดิน 2 ก้าว มาหน้า Robot	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	0	0																			30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95
																																		2.85
ยกโครงเบาะรองนั่ง ออกจากหุ่นยนต์เชื่อม (Robot)	เอื้อมมือยก Frame FR/CU	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	6	0	0	0	0																			60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90
	เดิน 3 ก้าว มาขึ้น Jig C/F วาง Frame FR/CU ลงบน Jig C/F	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	6	0	3	6																			150	4.32	5.40		4.32	5.4	4.75
																																		6.65

จากตารางแสดงรายละเอียดของตารางการคำนวณการวิเคราะห์ MOST ของกระบวนการเชื่อมโครงเบาะรองนั่งด้านขวาข้างต้นมีรายละเอียดในการคำนวณหาเวลามาตรฐาน ตามหมายเลขที่แสดงในตารางที่ 4.4 ดังนี้

หมายเลขที่ 1 กระบวนการ คือการนำกระบวนการย่อยในการทำงานของกระบวนการเชื่อมโครงเบาะรองนั่งด้านขวา โดยมีขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนของโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ,ติดตั้งคอนเนคติ้งเฟรมเอ & คอนเนคติ้งเฟรมบี (Connecting Frame A & Connecting Frame B) ,แคล๊มล๊อคอุปกรณ์จับยึด (Jig) ,หุ่นยนต์เชื่อมเริ่มทำงาน ,ตรวจสอบ (Inspection) ,แต้มสี (Art Line) ยืนยันการประกอบ ,ยกเลิกแคล๊มล๊อค (Clamp Lock) ,ส่งงานไปยังกระบวนการต่อไป ,ยกโครงเบาะรองนั่งออกจากหุ่นยนต์เชื่อม (Robot) มาใส่ในช่องหมายเลขที่ 1

หมายเลขที่ 2 วิธีการปฏิบัติงาน คือการจำแนกขั้นตอนของการปฏิบัติงานโดยละเอียดตามกระบวนการย่อยทั้ง 9 กระบวนการทำงาน ยกตัวอย่างรายละเอียดของกระบวนการย่อย ติดตั้งชิ้นส่วนของโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงานได้แก่ การเดิน 2 ก้าว เอื้อมมือขวาจับ Side Frame Inn/Out R ออกจาก Rack , ติดตั้ง Side Frame Inn R เข้ากับ Jig ,กดให้เข้า Lock Jig Stopper (X2) 2 ครั้ง, ติดตั้ง Side Frame Out R To Jig ,กดให้เข้า Lock Jig Stopper (X2) 2 ครั้ง , เลื่อนมือขวา-ซ้าย Clamp Lock Jig Manual มาใส่ในช่องหมายเลขที่ 2

หมายเลขที่ 3 ประเภทของการปฏิบัติงาน คือการปฏิบัติงานการประกอบผลิตภัณฑ์ (หยิบชิ้นส่วน, ประกอบ) กำหนดให้จำนวนครั้งที่เกิดในการหมุนรอบ ครึ่งรอบผลิตภัณฑ์บนโต๊ะทำงานเป็นการปฏิบัติงานพื้นฐาน

หมายเลขที่ 4 รูปแบบการเคลื่อนไหว ในตารางการคำนวณการวิเคราะห์ MOST ของกระบวนการเชื่อมโครงเบาะรองนั่งด้านขวา จะมีรูปแบบการเคลื่อนไหวแบบธรรมดา การเคลื่อนไหวแบบจำกัด และการใช้เครื่องมือ โดยจะยกรูปแบบการคำนวณค่าดัชนีการเคลื่อนไหว ของวิธีการปฏิบัติงาน การเดิน 2 ก้าว เอื้อมมือขวาจับ Side Frame Inn/Out R ออกจาก Rack เป็นลำดับการเคลื่อนไหวธรรมดา (General Move Sequence) และลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด (Control Move Sequence) ในการวิเคราะห์สามารถดูค่าดัชนีได้ จากตารางที่ 4.4 รูปแบบการวิเคราะห์ตัวแปร (Parameter)

หมายเลข 5 Takt Time คือการวิเคราะห์ MOST ของการปฏิบัติงานย่อย คือการเดิน 2 ก้าว เอื้อมมือขวาจับ Side Frame Inn/Out R ออกจาก Rack ดังนั้นเวลาในการทำงานตามหลักการของ MOST มีค่า = 1.15 วินาที (ในช่อง High Task)

หมายเลข 6 Assembly Time คือเวลาในช่อง High Task 1.15 + 1.10 % (เวลาเผื่อ) จะได้เวลาในช่อง High Task = 1.27 วินาที

การคำนวณการวิเคราะห์ MOST ของกระบวนการเชื่อมโครงเบาะรองนั่งด้านขวาที่แสดงเป็นตัวอย่างข้างต้นจะได้เวลาจากการคำนวณออกมาเป็นเวลาเป็นหน่วยวินาที จากนั้นนำเวลาที่ได้มาทำการบันทึกลงในตารางแสดงรายละเอียดของเวลาที่ทำการออกแบบโดย MOST สถานีงานที่ 1 ถึงสถานีงานที่ 14 รายละเอียดในภาคผนวก ก โดยในบทนี้จะทำการยกตัวอย่างการบันทึกลงในตารางแสดงรายละเอียดของเวลาที่ทำการออกแบบโดย MOST สถานีงานที่ 1 แสดงดังตารางที่ 4.5

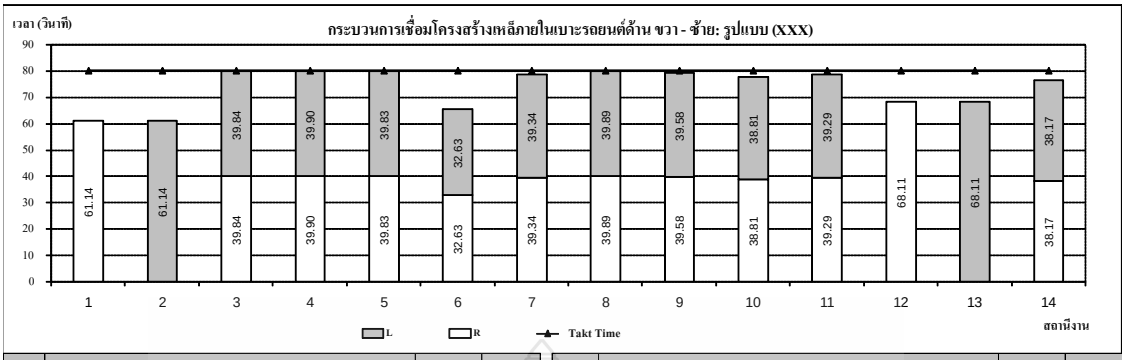
ตารางที่ 4.5 รายละเอียดของเวลาที่ทำการออกแบบโดย MOST (สถานีงานที่ 1)

สถานี	กระบวนการ	เวลาในการประกอบ		รวมเวลา	พนักงานที่ใช้ (คน)
		คน	เครื่องจักร		
1	กระบวนการเชื่อมโครงเบาะรองนั่งด้านขวา (Cushion Frame Comp R)				
	ติดตั้งไซด์เฟรมนอก,ใน ด้านขวา (Side Frame Inn,Out R)	6.65			
	ติดตั้งคอนเนคติ้งเฟรมเอ(Conecting Frame A) & คอนเนคติ้งเฟรมบี(Conecting Frame B)	16.79			
	แคล็มล็อคอุปกรณ์จับยึด (Clamp Lock Jig)	1.90			
	หุ่นยนต์เชื่อมเริ่มทำงาน (Robot Start)		30.00		
	ตรวจสอบยืนยันการประกอบ	6.65			
	แต้มสียืนยันการประกอบ	13.94			
	ยกเลิกแคล็มล็อคอุปกรณ์จับยึด (Un Clamp Lock Jig)	5.70			
	ส่งงานไปยังกระบวนการต่อไป	2.85			
	ยกโครงเบาะออกจากหุ่นยนต์เชื่อม	6.65		61.14	1

จากตารางที่แสดงข้างต้นจะแสดงถึงเวลาที่ทำการออกแบบโดย MOST จะมี รูปแบบเวลาคือเวลาในการประกอบ (Assembly Time) อย่างเดียว จากนั้นมาทำการรวมเวลาแต่ละสถานีงานในช่องล่างสุด คือในช่องของเวลารวมของการประกอบและการออกแบบ

4.5.2 ผลการออกแบบวิธีการทำงานและวิเคราะห์เวลาในการปฏิบัติงานโดย MOST

ผู้วิจัยได้ทำการการออกแบบวิธีการทำงานและวิเคราะห์เวลาในการปฏิบัติงานแต่ละกระบวนการ โดยใช้วิธีการของ MOST จากขั้นตอนในการดำเนินงานข้างต้น รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก และ ข ซึ่งสามารถสรุปจำนวนพนักงานที่ใช้ในการประกอบงานทั้งหมด 14 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งจะแยกออกเป็น 2 ส่วนคือการประกอบงานเฉพาะด้านขวา (R) การประกอบงานเฉพาะด้านซ้าย (L) และการประกอบงานทั้งด้านขวาและด้านซ้าย (R,L) ซึ่งจะมีรอบเวลาในการประกอบงานที่มากที่สุดคือ ขั้นตอนที่ 8 การเชื่อมครอสเฟรมบี (Cross Frame B) ด้านขวา-ซ้าย ซึ่งใช้เวลา 39.89 วินาทีดังจะแสดงในภาพที่ 4.5



สถานี	กระบวนการ	รอบเวลา (วินาที)	พนักงาน	สถานี	กระบวนการ	รอบเวลา (วินาที)	พนักงาน
1	เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านขวา	61.14	1	8	เชื่อมครอทเฟรมบี(Welding Cross Frame B) ด้าน ขวา-ซ้าย	79.79	1
2	เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านซ้าย	61.14	1	9	ประกอบโครงเบาะพิงหลังกับโครงเบาะรองนั่ง	79.16	1
3	เชื่อมสปอทแพนเฟรมกับโครงเบาะรองนั่งด้านขวา-ซ้าย	79.68	1	10	ประกอบสไปรอลสปริง (Spiral Spring) ด้าน ขวา-ซ้าย	77.61	1
4	ประกอบสไลด์(Slide) ด้านขวา-ซ้าย (ขันแน่น)	79.80	1	11	ประกอบซิกแซ็กสปริง (Zig Zag Spring)	78.59	1
5	ประกอบสไลด์(Slide) ด้านขวา-ซ้าย (ขันหลวม) & ประกอบ	79.67	1	12	ตรวจสอบโครงเบาะ(Frame) ด้านขวา	68.11	1
6	เชื่อมโครงเบาะพิงหลัง(Frame Front Back) ด้าน ขวา-ซ้าย	65.26	1	13	ตรวจสอบโครงเบาะ(Frame) ด้านซ้าย	68.11	1
7	ตรวจสอบโครงเบาะพิงหลัง (Frame Front Back) ด้าน ขวา-ซ้าย	78.68	1	14	ยกโครงเบาะ(Frame) ขึ้นชั้นวาง(Rack) ด้าน ขวา-ซ้าย	76.35	1
รอบเวลา = 80 วินาที/คัน							14

ภาพที่ 4.5 เวลามาตรฐานจากการวิเคราะห์โดย MOST

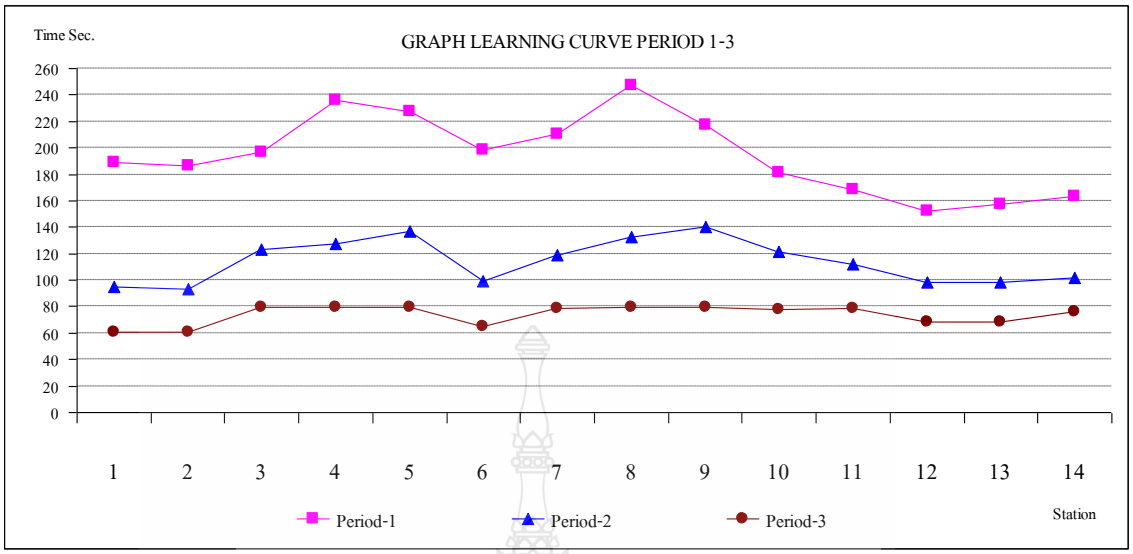
4.6 ปฏิบัติงานจริงตามขั้นตอนที่ออกแบบ

ก่อนถึงขั้นตอนในการปฏิบัติงานในสายการผลิตจริง พนักงานที่จะทำการปฏิบัติงานจะต้องทำการฝึกฝนเกี่ยวกับการประกอบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ให้เกิดความชำนาญในระดับที่ 75% ให้ได้ก่อนที่จะทำการผลิตงานจริงในสายการผลิต โดยการฝึกฝนพนักงานก่อนที่จะประกอบงานจริงได้มีการแบ่งการฝึกฝนออกเป็น 3 ช่วง (Period) ซึ่งจะแสดงได้จากภาพที่ 4.6 โดยจะแบ่งเป็นขั้นตอนของการฝึกฝนพนักงานและกำหนดมาตรฐานเวลาในการปฏิบัติงานดังนี้

ช่วงแรก (Period-1) เป็นขั้นตอนของการฝึกฝนพนักงานให้ทดลองทำการผลิต ในการผลิตครั้งแรกจะใช้เวลาในการผลิตประมาณ 2-2.5 เท่าของผลิตจริง

ช่วงที่สอง(Period-2) จะเน้นในเรื่องความชำนาญและเวลาในการประกอบงาน จะใช้เวลาในการผลิตประมาณ 1.2-1.5 เท่าของการผลิตจริง

ช่วงที่สาม (Period-3) เป็นขั้นตอนของการฝึกฝนก่อนจะปฏิบัติงานเหมือนการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) เวลาทำงานจะเท่ากับเวลาที่ใช้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน โดยในส่วนนี้จะเป็นการผลิตเพื่อลดความผิดพลาดก่อนการปฏิบัติงานจริงแสดงดังภาพที่ 4.6



PROCESS	WELDING CUSH FRAME COMP R	WELDING CUSH FRAME COMP L	SPOT PAN FRAME TO F/C COMP R/L	ASSY SLIDE INN/OUT R/L (ขึ้นแม่น)	ASSY SLIDE ADJR INN/OUT R/L	WELDING FR BACK R/L	INSPECTION FRAME FR BACK R/L	WELDING CROSS FRAME B R/L	ASSY FRAME FR BACK TO FR CU R/L	ASSY SPRIAL SPG R/L	ASSY ZIG ZAG SPRING	QC LINE R	QC LINE L	LOADING R/L
Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Period-1	189.36	186.36	196.81	236.19	227.84	198.36	210.07	247.34	216.90	181.61	168.18	152.57	157.34	163.39
Period-2	94.68	93.18	123.51	127.07	136.83	99.18	119.30	132.23	139.98	121.86	112.12	98.34	98.34	101.87
Period-3	61.14	61.14	79.68	79.80	79.67	65.26	78.68	79.79	79.16	77.61	78.59	68.11	68.11	76.35

ภาพที่ 4.6 การเปรียบเทียบการเรียนรู้ของพนักงานตามช่วงเวลาที่ฝึกฝนเวลา

หลังจากที่ผ่านขั้นตอนการฝึกอบรมก่อนการผลิตทั้ง 3 ขั้นตอนแล้ว จึงมาถึงขั้นตอนการจับเวลาจริงในกระบวนการผลิต โดยทำการกำหนดตำแหน่งและวิธีการทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ในเบื้องต้น โดยใช้นาฬิกาในแต่ละกระบวนการ กระบวนการละ 10 ครั้ง (N = 10) ดังแสดงรอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการในการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ทั้ง 14 กระบวนการ รายละเอียดในภาคผนวก ก โดยในบทนี้จะทำการยกตัวอย่างตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงานของกระบวนการที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และในภาคผนวกที่ ก.2

ตารางที่ 4.6 การจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน

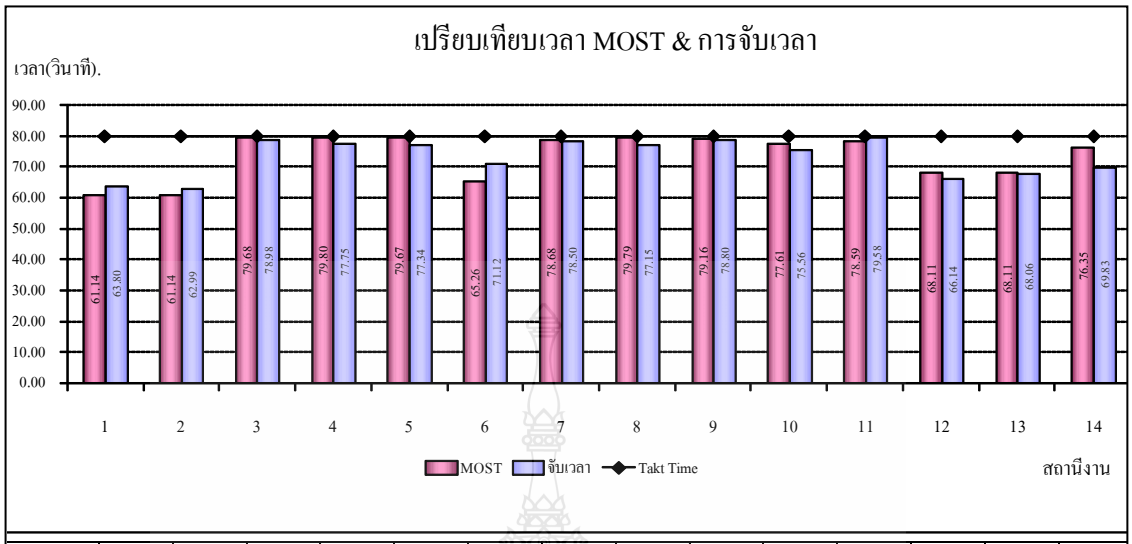
สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน															
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย	เวลาเผื่อ	พนักงาน
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	(วินาที)	10%	(คน)
1	**เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านขวา**													
	ติดตั้งไซด์เฟรมนอก,ใน ด้านขวา (Side Frame Inn,Out R)	5.78	6.08	6.19	6.33	6.26	5.99	5.89	5.68	6.00	5.89	6.01	6.61	
	ติดตั้งคอนเนคติ้งเฟรมเอ(Conecting Frame A) & คอนเนคติ้งเฟรมบี(Conecting Frame B)	17.10	17.42	17.77	18.45	17.34	16.65	16.50	17.89	17.81	18.18	17.51	19.26	
	แคล้มล็อคอุปกรณ์จับยึด (Clamp Lock Jig)	1.50	1.38	1.45	1.41	1.31	1.26	1.18	1.35	1.25	1.44	1.35	1.49	
	หุ่นยนต์เชื่อมเริ่มทำงาน (Robot Start)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	
	ตรวจสอบยืนยันการประกอบ	7.68	7.87	7.81	7.61	8.00	8.07	8.02	7.52	7.65	7.77	7.80	8.58	
	แต้มสียืนยันการประกอบ	7.55	7.81	7.68	7.79	8.34	7.84	8.16	7.53	7.74	7.80	7.82	8.61	
	ยกเลิกแคล้มล็อคอุปกรณ์จับยึด (Un Clamp Lock Jig)	4.32	4.40	4.38	4.46	4.56	4.60	4.21	4.45	4.19	4.04	4.36	4.80	
	ส่งงานไปยังกระบวนการต่อไป	2.01	2.25	2.15	2.02	2.25	1.92	2.07	2.01	2.06	2.09	2.08	2.29	
	ยกโครงเบาะออกจากหุ่นยนต์เชื่อม	5.69	5.98	5.84	5.96	5.93	5.58	5.86	5.84	6.16	5.73	5.86	6.44	
	รวมเวลา	**60.07**	**60.86**	**61.25**	**62.15**	**60.84**	**59.49**	**59.44**	**60.75**	**61.21**	**61.25**	**60.73**	**63.80**	**1**

วิธีในการจับเวลาของบริษัทกรณีศึกษานี้ ได้ทำการจับเวลาจากกล้องวีดีโอที่ทำการติดตั้งไว้ที่สายการผลิตที่ทำการศึกษา เนื่องจากการติดตั้งวีดีโอนี้จะมีข้อดีกว่าการที่จะมีคนยืนจับเวลาในสายการผลิตจริง คือพนักงานจะไม่สนใจในการจับเวลา และจะทำการผลิตตามปกติไม่มีการทำเร็วหรือช้ากว่าปกติ ทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากกล้องวีดีโอมาทำการตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของแต่ละกระบวนการอย่างละเอียดเพื่อนำมาทำการจับเวลาในแต่ละกระบวนการตามจำนวนครั้งที่กำหนดไว้ในตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลาและมาตรฐานของเวลาในการทำงาน

4.7 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบกับเวลาในการผลิตจริง

4.7.1 เปรียบเทียบเวลาในการทำงานจริงกับเวลาที่ทำการออกแบบ

หลังจากที่เราทำการออกแบบเวลามาตรฐานโดย MOST และทำการออกแบบสายการผลิตเสร็จเรียบรอยแล้วจึงมาถึงขั้นตอนของการฝึกฝนพนักงานในเรื่องของกระบวนการในการประกอบชิ้นส่วนและวิธีการทำงานที่ถูกต้องตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน จนมีความชำนาญในการประกอบงานจริงในสายการผลิต จากนั้นทำการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาเพื่อเปรียบเทียบเวลาในการทำงานจริงกับเวลาที่ทำการออกแบบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร ดังแสดงในภาพที่ 4.7



สถานี	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MOST	61.14	61.14	79.68	79.80	79.67	65.26	78.68	79.79	79.16	77.61	78.59	68.11	68.11	76.35
จับเวลา	63.80	62.99	78.98	77.75	77.34	71.12	78.50	77.15	78.80	75.56	79.58	66.14	68.06	69.83
Takt Time	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

ภาพที่ 4.7 การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานจากการวิเคราะห์โดย MOST และการจับเวลา

จากกราฟแสดงการเปรียบเทียบเวลามาตรฐานจากการวิเคราะห์โดย MOST และการจับเวลาจะแสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบการออกแบบเวลามาตรฐานด้วยเทคนิค MOST และเวลาที่ได้จากการจับเวลา Time Study โดยจะแสดงให้เห็นความว่าเวลาทั้งสอง มีค่าใกล้เคียงกันมาก จากการดำเนินการปรับปรุงสายการผลิตโดยอาศัยหลักการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) และการจัดทำเวลามาตรฐานการในทำงานของกระบวนการผลิต พบว่าความแตกต่างระหว่างการออกแบบด้วยเทคนิค MOST และการจับเวลา Time Study มีความแตกต่างกันเฉลี่ยที่อยู่ที่ 0.54 วินาที จากข้อมูลที่ได้จากการหาความแตกต่างของเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบด้วยเทคนิค MOST และเวลาที่ได้จากการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลา ในแต่ละกระบวนการของงาน จากข้อมูลความแตกต่างของเวลาในแต่ละองค์ประกอบย่อยของงานจะทำการตรวจสอบค่าความแตกต่างของเวลา

จากการปฏิบัติงานจริงของทั้ง 2 วิธีจะแสดงให้เห็นว่า ถ้าทำการออกแบบโดยใช้วิธีการจับเวลา เมื่อนำมาประกอบงานจริงจะต้องทำการปรับขั้นตอนการทำงานสถานีที่ 5 และสถานีที่ 8 เพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิตงานให้ได้ตามที่ทำการออกแบบไว้ โดยการเพิ่มพนักงานจำนวน 1 คน เพื่อแบ่งขั้นตอนการทำงานให้สั้นลง และลดเวลาการทำงาน ส่วนสถานีงานอื่นๆ สามารถผลิตงานได้

ตามที่ออกแบบไว้ แต่อาจมีค่าความแตกต่างของเวลาบ้าง ส่วนการปฏิบัติงานจริงจากการออกแบบโดยใช้วิธีของ MOST จะเห็นว่าสามารถที่จะผลิตได้ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ แต่ก็ยังมีค่าความแตกต่างระหว่างเวลาที่ทำการออกแบบและปฏิบัติงานจริงอยู่บ้างเล็กน้อย ดังแสดงในภาพที่ 4.7 ซึ่งส่วนนี้จะชี้ให้เห็นว่าการออกแบบโดยใช้วิธีของ MOST สามารถลดความผิดพลาดจากการออกแบบได้ดีกว่าวิธีการจับเวลาคือ

1) ได้เวลาการผลิตงานที่ใกล้เคียงกับเวลาการผลิตจริง

2) ลดเวลาจากการออกแบบสายการผลิต ซึ่งในการออกแบบสายการผลิตวิธีเดิมต้องรอการผลิตที่มีจำนวนที่มาก (Mass production) ถึงจะได้เวลาในแต่ละกระบวนการที่เที่ยงตรง แต่วิธีการออกแบบสายการผลิตโดย MOST สามารถสามารถนำเวลามาตรฐานมาใช้กับการผลิตจริงได้เลยทำให้ผลิตงานได้ตามความต้องการของลูกค้าและลดการสูญเสียเวลาจากการออกแบบลงได้

ตารางที่ 4.7 เวลาที่แตกต่างจากการออกแบบโดย MOST และการจับเวลาแต่ละสถานีงาน

สถานี	กระบวนการ	เวลา MOST	จับเวลา	ผลต่าง
1	เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านขวา	61.14	63.80	-2.66
2	เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านซ้าย	61.14	62.99	-1.84
3	เชื่อมจุดแพนเฟรม (Spot Welding Pan Frame) กับโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านขวา-ซ้าย	79.68	78.98	0.70
4	ประกอบสไลด์(Slide) ด้านขวา-ซ้าย (ขันแน่น)	79.80	77.75	2.05
5	ประกอบสไลด์(Slide) ด้านขวา-ซ้าย (ขันหลวม) & ประกอบ	79.67	77.34	2.33
6	เชื่อมโครงเบาะพิงหลัง(Frame Front Back) ด้าน ขวา-ซ้าย	65.26	71.12	-5.86
7	ตรวจสอบโครงเบาะพิงหลัง (Frame Front Back) ด้าน ขวา-ซ้าย	78.68	78.50	0.18
8	เชื่อมครอทเฟรมบี(Welding Cross Frame B) ด้าน ขวา-ซ้าย	79.79	77.15	2.64
9	ประกอบโครงเบาะพิงหลัง(Frame Front Back) กับโครงเบาะรองนั่ง(Frame Front Cushion)	79.16	78.80	0.36
10	ประกอบสไปรอลสปริง (Spiral Spring) ด้าน ขวา-ซ้าย	77.61	75.56	2.05
11	ประกอบซิกแซ็กสปริง (Zig Zag Spring)	78.59	79.58	-0.99
12	ตรวจสอบโครง(Frame) เบาะด้านขวา	68.11	66.14	1.97
13	ตรวจสอบโครงเบาะ(Frame) ด้านซ้าย	68.11	68.06	0.05
14	ยกโครงเบาะ(Frame) ขึ้นชั้นวาง(Rack) ด้าน ขวา-ซ้าย	76.35	69.83	6.52
เวลาเฉลี่ย		**73.79**	**73.26**	**0.54**

จากตารางที่ 4.7 ทำการทดสอบสมมุติฐานว่าการหาเวลมาตรฐานแบบ MOST มีผลไม่แตกต่างจากการหาเวลามาตรฐานโดยการจับเวลา ในการทดสอบสมมติฐานเราจะแยกการทดสอบออกเป็นสองกรณี คือ กรณีค่า Variance ของข้อมูลทั้งสองกลุ่มเท่ากัน และในกรณี Variance ไม่เท่ากัน โดยโปรแกรม Minitab 15 ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเปิดโปรแกรม Minitab15 ดังภาพแสดงการเปิดโปรแกรม Minitab15 ขั้นตอนที่ 1 ในภาคผนวกที่ ก.1

ขั้นตอนที่ 2 ทำการเปิดโปรแกรม Minitab15 แล้วให้ทำการป้อนข้อมูลการหาเวลามาตรฐานโดย MOST และการหาเวลามาตรฐานโดยการจับ เวลาทั้ง 14 กระบวนการลงในช่องที่ C1 และ C2 ตามแนวตั้งในโปรแกรม Minitab 15 ดังภาพแสดงการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม Minitab 15 ขั้นตอนที 2 ในภาคผนวกที่ ก.2

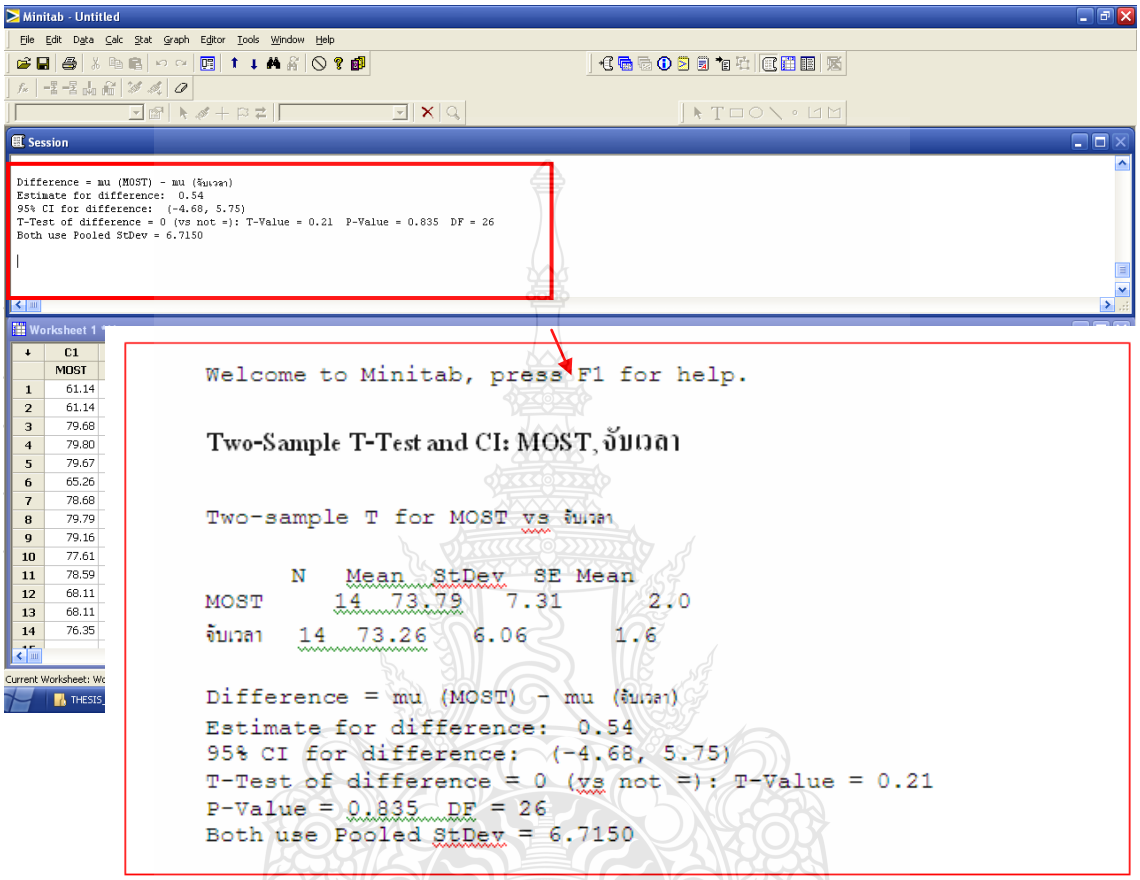
ขั้นตอนที่ 3 ทำการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลดังภาพแสดงการวิเคราะห์การกระจายโดยโปรแกรม Minitab 15 ขั้นตอนที่ 3ในภาคผนวกที่ ก.3

ขั้นตอนที่ 4 ทำการทดสอบข้อมูลทั้งสองกลุ่มเสียก่อนว่ามีการกระจายเป็นแบบ Normal distribution หรือไม่ จากผลการทดสอบจากกราฟ Probability Plot ของทั้งสองกลุ่มข้อมูล สรุปได้ว่าข้อมูลการกระจายของการหาเวลามาตรฐานโดย MOST และการหาเวลามาตรฐานโดยการจับเวลา มีการกระจายเป็นแบบปกติ (Normal distribution) ดังภาพแสดงการวิเคราะห์การกระจายโดยกราฟ Probability Plot ขั้นตอนที่ 4 ในภาคผนวกที่ ก.4 จากกราฟ Probability Plot พบว่ามีการกระจายเป็นแบบปกติ (Normal distribution) ดังนั้นจะทำการตรวจสอบค่าความแตกต่างของเวลา โดยทำการนำข้อมูลที่ทำการออกแบบการทดลองโดยใช้สถิติ Hypothesis Test for 2 pop (t)

ขั้นตอนที่ 5 ทำการเตรียมโปรแกรมในส่วนของการวิเคราะห์ทางด้านสถิติดังขั้นตอนเริ่มที่ Start > Basic Stat > 2t 2 Sample t ดังภาพแสดงการเตรียมโปรแกรมในส่วนของการวิเคราะห์ทางด้านสถิติขั้นตอนที่ 5 ในภาคผนวกที่ ก.5

ขั้นตอนที่ 6 เตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์ (Filling the experimental data) โดยทำการคลิกที่ Samples in different columns และจะพบเคอร์เซอร์ที่ First แล้วทำการดับเบิลคลิก 2 ครั้งด้านซ้ายที่ ‘’MOST’’ ที่ C1 และ Second ทำการดับเบิลคลิก 2 ครั้งด้านซ้ายที่ (จับเวลา) ที่ C2 และ Assume equal variance และคลิกที่ปุ่ม OK จากนั้นทำการคลิกที่ปุ่ม Option และเลือกระดับความเชื่อมั่น (Confidential level : 95) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ต้องการตรวจสอบ (Test difference : 0.0) สมมุติฐานรองที่ต้องการ (Alternative : not equal) และคลิก OK และคลิกที่ปุ่ม OK ดังภาพแสดงการเตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์ (Filling the experimental data) ขั้นตอนที่ 6ในภาคผนวกที่ ก.6

เมื่อทำการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม Minitab 15 จนครบทั้ง 4 ขั้นตอนแล้วจะได้ผลจากการหาค่าจากการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab 15 ตามภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 แสดงผลจากการหาค่าจากการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab 15

จากภาพที่ 4.8 ผลจากการหาค่าจากการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab 15 สามารถสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ดังนี้

1) ทำการเปรียบเทียบค่า P-Value กับ α ถ้า P-Value มากกว่า α เราก็ยอมรับสมมติฐานหลัก H0 : $\mu_1 = \mu_2$ คือการหาเวลามาตรฐานโดย MOST และการหาเวลามาตรฐานโดยการจับเวลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

2) ทำการเปรียบเทียบค่า P-Value กับ α ถ้า P-Value น้อยกว่า α เราก็ยอมรับสมมติฐานหลัก H0 : $\mu_1 \neq \mu_2$ คือการหาเวลามาตรฐานโดย MOST และการหาเวลามาตรฐานโดยการจับเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

หลังจากที่ทำการเปรียบเทียบ P-Value กับ α โดยค่า P-Value ที่ได้จากโปรแกรม = 0.835 ซึ่งมากกว่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นเราจึงยอมรับสมมติฐานหลัก H0 : $\mu_1 = \mu_2$ คือการหาเวลามาตรฐานโดย MOST และการหาเวลามาตรฐานโดยการจับเวลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 หมายความว่าเราสามารถใช้การหาเวลามาตรฐานโดย MOST แทนการจับเวลาได้

4.8 ติดตามปัญหาและทำการสมดุลสายการผลิตใหม่

ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์โดย MOST จะเห็นได้ว่าช่วงของข้อมูลที่อยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับได้ แต่มีจุดที่ช่วงของข้อมูลอาจออกจากกลุ่มบ้างแต่สามารถยอมรับได้ ดังแสดงให้เห็นที่สถานีงานที่ 6 และสถานีงานที่ 14 (ในตารางที่ 4.7) หรือกรณีที่ไม่สามารถผลิตงานได้ตามที่ออกแบบไว้อาจทำให้เกิดปัญหาตามมาที่หลังได้ จึงจำเป็นต้องมีการตรวจติดตามปัญหาภายหลังจากการออกแบบหรือหลังจากทำการผลิต (Mass Production) ไปแล้วจำนวน 3,000 คัน หรือ 1 เดือน หลังจากการออกแบบจะต้องนำมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นปัญหาและไม่เป็นไปตามการออกแบบรวมถึงหาวิธีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลการผลิตเพื่อลดความเหนื่อยล้าของพนักงานจากปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการนำวิธีการคำนวณหาเวลามาตรฐานโดย MOST เข้ามาใช้ออกแบบเวลาในการปฏิบัติงานใหม่ ทำการปรับปรุงโดย Kaizen หรือวิธีการแก้ไขปัญหาโดยวิธี QCC 7 Tool มาใช้ทำการวิเคราะห์และทำการปรับปรุงปัญหาดังนี้

4.8.1 เนื่องจากเป็นงานผลิตใหม่จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของการออกแบบชิ้นส่วนในการผลิตงาน และเกิดปัญหาทางด้านคุณภาพบ่อยจึงต้องมีบางขั้นตอนที่ต้องเพิ่มขั้นตอนในการตรวจสอบ

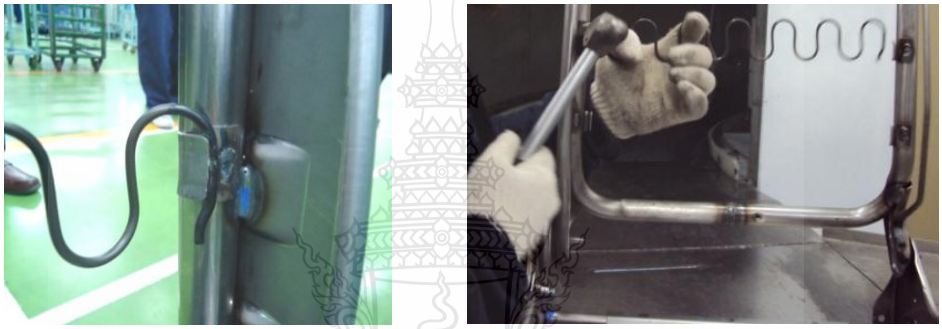
4.8.2 ผู้ที่วิเคราะห์เวลาจาก MOST จะต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานมาก่อนเพราะต้องสามารถที่จะอธิบายขั้นตอนการทำงานออกมาก่อนที่จะทำการปฏิบัติงานจริงได้ ซึ่งจะแก้ไขโดยการทำการฝึกฝนและนำข้อมูลจากบริษัทแม่ที่ญี่ปุ่น (Japan) มาเป็นมาตรฐานในการปรับปรุง (Bench Mark)

4.8.3 ระยะเวลาในการฝึกฝนพนักงานมีจำกัดและมีจำนวนชิ้นส่วนในการประกอบน้อยเนื่องจากเป็นสายการผลิตใหม่ จึงทำการแก้ไขโดยการนำพนักงานไปประกอบงานและสังเกตการณ์ จากสายการผลิตอื่นที่มีการผลิตคล้ายคลึงกัน

4.8.4 ความสะดวกในการปฏิบัติงาน เช่น ในสถานีงานที่ 11 กระบวนการซิ๊กแซ็กสปริง(ZIG ZAG Spring) กระบวนการย่อยการประกอบรีไทเนอร์ (Retiner)

หลังจากทำการออกแบบสายการผลิตโดย MOST เสร็จแล้วพบว่าในกระบวนการนี้ใช้เวลาในการทำงานที่มาก และพบว่าพนักงานทำการปฏิบัติงานไม่สะดวกเกิดจากเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบ ไม่เหมาะสมกับการบีบรีไทเนอร์ (Retiner) ให้เข้าล๊อคกับซิ๊กแซ็กสปริง(ZIG ZAG Spring) จึงทำการราหาซื้อเครื่องมือใหม่มาทำการประกอบ แต่ไม่มีเครื่องมือที่มีความเหมาะสม จึงจำเป็นต้องนำค้อนมาทำการปรับปรุงให้เมาะสมกับการประกอบรีไทเนอร์ (Retiner)โดยเวลาก่อนการปรับปรุงที่ 14.32 วินาที และเมื่อทำการปรับปรุงแล้วเหลือเวลาที่ 8.87 วินาที่ดังตารางที่ 4.8 และตารางที่ 4.9

<u>ก่อนการปรับปรุง</u> ใช้ฆ้อนในกระบวนการย่อยการประกอบรีไทเนอร์ (Retiner)



ภาพที่ 4.9 การใช้ฆ้อนในการประกอบรีไทเนอร์(Retiner)

ผลหลังจากที่ทำการใช้ฆ้อนตอกทำให้เกิดผลเสียต่อกระบวนการประกอบดังนี้

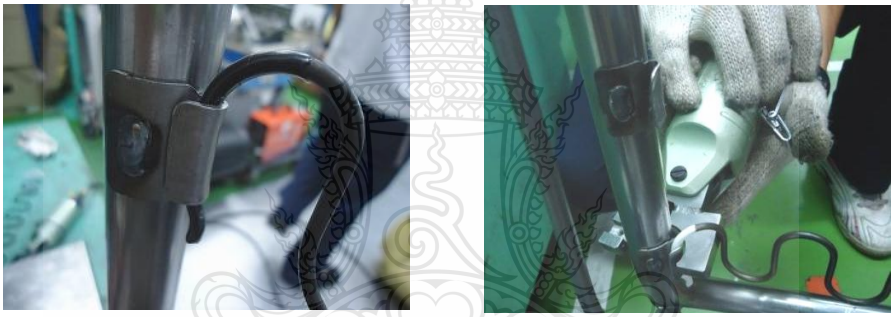
1. ไม่สามารถควบคุมแรงในการตอกของค้อนได้
2. ในการใช้ค้อนตอกทำให้การพับของ Retainer ไม่เสม่ำเสมอ
3. ต้องทำการตอกหลายครั้งจึงจะทำให้ Retiner แนบสนิดกับโครงเบาะ
4. เสียเวลาในการประกอบมาก

จากผลเสียที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ต้องคิดหาวิธีการปรับปรุงต่อเพื่อที่จะทำให้เวลาของกระบวนการประกอบ Retiner ให้ลดลงดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.8 รายละเอียดของเวลาที่ทำการออกแบบโดย MOST (ก่อนการปรับปรุง)

สถานี	กระบวนการ	เวลาในการประกอบ		รวมเวลา	พนักงานที่ใช้ (คน)
		คน	เครื่องจักร		
11	กระบวนการประกอบซิกแซ็กสปริง (Zig Zag Spring)				
	เตรียมเฟรม (Frame) มาประกอบ	3.80			
	ติดตั้งซิกแซ็กสปริง (Zig Zag Spring) กับเฟรม (Frame)	9.50			
	ใช้เครื่องมือบีบรีไทเนอร์ (Retiner) 4 จุด	14.32			
	ตรวจสอบการประกอบด้านนอก	4.76			
	ตรวจสอบการประกอบด้านใน	4.76			
	แต้มสียืนยันการประกอบ	6.02			
	ส่งงานไปยังกระบวนการต่อไป	1.58		44.74	1

<u>หลังการปรับปรุง</u> ใช้เครื่องมือที่ทำการปรับปรุงในกระบวนการย่อยการประกอบรีไทเนอร์ (Retiner)



ภาพที่ 4.10 เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบรีไทเนอร์ (Retiner)

ตารางที่ 4.9 รายละเอียดของเวลาที่ทำการออกแบบโดย MOST (หลังการปรับปรุง)

สถานี	กระบวนการ	เวลาในการประกอบ		รวมเวลา	พนักงานที่ใช้ (คน)
		คน	เครื่องจักร		
11	กระบวนการประกอบซิกแซ็กสปริง (Zig Zag Spring)				
	เตรียมเฟรม (Frame) มาประกอบ	3.80			
	ติดตั้งซิกแซ็กสปริง (Zig Zag Spring) กับเฟรม (Frame)	9.50			
	ใช้เครื่องมือบีบรีไทเนอร์ (Retiner) 4 จุด	8.87			
	ตรวจสอบการประกอบด้านนอก	4.76			
	ตรวจสอบการประกอบด้านใน	4.76			
	แต้มสียืนยันการประกอบ	6.02			
	ส่งงานไปยังกระบวนการต่อไป	1.58		39.29	1

จากตารางที่ 4.9 แสดงเวลาที่ได้หลังจากทำการสร้างเครื่องมือบีบรีไทเนอร์ (Retiner) เข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน โดยการปรับปรุงโดยวิธี Kaizen ดังนี้เช่นแล้วสามารถแก้ไขสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้นกว่าเดิมที่ 5.54 วินาที จากนั้นทำการวิเคราะห์ขั้นตอนในการทำงานในกระบวนการย่อยประกอบรีไทเนอร์ (Retiner) ใหม่

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในงานวิจัยครั้งที่ได้ทำการศึกษานี้ได้ทำการออกแบบสายการผลิต และทำการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงาน ด้วยวิธีการของ MOST (Maynard Operation Sequence Technique) แทนวิธีการจับเวลาในสายการผลิตจริงโดยมีขั้นตอนหลักๆ ในการดำเนินงานตั้งแต่ ศึกษาทฤษฎีของ MOST ,การวางรูปแบบผังโรงงานและเครื่องจักร ,คำนวณหาเวลามาตรฐานโดยใช้เทคนิค MOST , ทำการจับเวลาจากการผลิตจริง , เปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบกับเวลาในการผลิตจริง , ติดตามปัญหาและทำการสมดุลสายการผลิตใหม่กรณีที่ไม่สามารถผลิตงานได้ตามที่ออกแบบไว้ในเบื้องต้นโดยผู้จัดทำได้ดำเนินการตาม ขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งสามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

5.1.1 ศึกษาทฤษฎีของ MOST

ในการศึกษาทฤษฎีโดย MOST จะใช้รูปแบบการวัดเวลาแบบ Basic MOST ใช้วิเคราะห์เวลางานตั้งแต่ 0.5 – 3 นาที เพราะกระบวนการในการทำงานของบริษัทกรณีศึกษามีช่วงเวลาในการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 80 วินาทีต่อกระบวนการ โดยใช้ลำดับการเคลื่อนไหวทั้ง 3 รูปแบบคือ ลำดับการเคลื่อนไหวแบบธรรมดา (General Move Sequence) ลำดับการเคลื่อนไหวแบบจำกัด (Control Move Sequence) และลำดับการใช้เครื่องมือ (Tool Use Sequence) คือกระบวนการที่ทำการผลิตมีลำดับการเคลื่อนไหวครลถึง 3 รูปแบบ และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการทำงานของพนักงานจะใช้ High Task คือ พนักงานที่มีประสบการณ์ตามระดับเฉลี่ยที่ตัวเองปฏิบัติงานที่ตนเองถนัดและมีความพยายามที่ดีที่จะให้งานสำเร็จลุล่วงระดับสมรรถนะ (Performance Level) อยู่ที่ 125%

5.1.2 การวางรูปแบบผังโรงงานและเครื่องจักร

ทำการออกแบบเครื่องจักรและการวางรูปแบบสายการผลิตโดยทำการออกแบบและสร้างเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบ รวมทั้งติดตั้งและจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ช่วยเสริมในการทำงานเช่นระบบลม ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่างในการรองรับการผลิต

5.1.3 คำนวณหาเวลามาตรฐานโดยใช้เทคนิค MOST

ทำการคำนวนหาเวลามาตรฐานโดย MOST ทั้ง 14 กระบวนการทำงานและได้เวลามาตรฐานเฉลี่ยทั้ง 14 กระบวนการที่ 73.79 วินาที

5.1.4 จับเวลาจากการผลิตจริง

ทำการหาเวลามาตรฐานโดยการจับเวลาในการผลิตจริงทั้ง 14 หระบวนการทำงานและได้เวลาเฉลี่ยทั้ง 14 กระบวนการที่ 73.26 วินาที

5.1.5 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบกับเวลาในการผลิตจริง

จากผลการศึกษาและทดลองใช้วิธีการศึกษาเวลาแบบ MOST เข้ามาใช้ในการออกแบบของสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ เมื่อทำการเปรียบเทียบวิธีการหาเวลามาตรฐานโดย MOST ใช้จำนวนพนักงานเท่ากันที่ 14 คน และใช้เวลาในการผลิตเฉลี่ยที่ 73.79 วินาทีต่อคัน และวิธีการจับเวลา จะใช้เวลาในการทำงานที่ 73.26 วินาทีต่อคัน ซึ่งเวลาการผลิตที่ต้องการอยู่ที่ 80 วินาทีต่อคัน โดยมีค่าความแตกต่างของเวลาอยู่ที่ 0.54 วินาที ทำให้ลดเวลาในการหาเวลามาตรฐานได้ก่อนที่จะทำการผลิตล่วงหน้าได้ถึง 2 เดือน (ดูจากแผนการดำเนินงานในบทที่ 1)

5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน

จากการประยุกต์ใช้เทคนิคของการศึกษาเวลาแบบเมย์นาร์ด (Maynard Operation Sequence Technique : MOST) มาช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการผลิตสำหรับเบาะนั่งรถยนต์ ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของเวลา สามาถสรุปได้ว่าเวลามาตรฐานของ MOST และการจับเวลามีความแตกต่างกันที่ 0.54 วินาที และเมื่อนำข้อมูลความแตกต่างของเวลามมาทำการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าผลจากการวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของเวลาในการหาเวลามาตรฐานโดย MOST และการหาเวลามาตรฐานโดยการจับเวลาไม่มีความแตกต่างกัน และการหาเวลามาตรฐานโดย MOST สามารถหาเวลามาตรฐานได้ก่อนการหาเวลามาตรฐานโดยการจับเวลาถึง 2 เดือน จึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้เทคนิค MOST สามารถนำมาใช้ในการออกแบบกระบวนการก่อนการผลิตได้จริง โดยจุดเด่นของ MOST คือสามารถหาเวลามาตรฐานได้ก่อนทำการผลิตจริง โดยเวลาได้จะใกล้เคียงกับการผลิตจริงอีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัติ

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับพัฒนาต่อ ณ โรงงานตัวอย่าง

การออกแบบสายการผลิตโดยการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานโดยเทคนิค MOST ในงานวิจัยในครั้งนี้ยังเป็นวิธีการออกแบบสายการผลิตที่ใหม่ จึงมีจุดที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขและจุดที่ยังไม่สมบูรณ์ในการดำเนินการวิจัยสำหรับบริษัทกรณีศึกษาดังนี้

1) การออกแบบสายการผลิตโดยการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานโดยเทคนิค MOST ยังเป็นการวิเคราะห์เวลาด้วยมือ (Manual) หรือเป็นการกรอกข้อมูลลงไปในตาราง ทำให้ข้อมูลอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ในการทำการออกแบบสายการผลิตในอนาคต ควรจะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการคำนวณโดยอัตโนมัติได้เลย

2) เมื่อทำการออกแบบสายการผลิตเสร็จในขั้นตอนของการออกแบบ (Design) แล้วยังไม่สามารถทำการผลิตได้ 100% โดยไม่ต้องทำการแก้ไขรายละเอียดต่างๆได้เพราะจะต้องรอการเก็บข้อมูลจากการทดลองผลิตอีกครั้ง ในการทำการออกแบบสายการผลิตในอนาคตควรจะสามารถทำการผลิตได้ 100% หลังจากทำการออกแบบ (Design) ได้ทันที

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

การออกแบบสายการผลิตโดยการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานโดยเทคนิค MOST ยังมีบางส่วนที่เข้าใจอยากในเรื่องของการวิเคราะห์ตัวแปรแต่ละตัว ดังนั้นงานวิจัยหรือหัวข้อศึกษาในอนาคตควรที่จะมีการศึกษาวิธีการที่จะลดเวลาในการเรียนรู้วิธีการวิเคราะห์เวลาด้วยเทคนิค MOST ให้สั้นลงและเข้าใจง่ายมากขึ้น และในปัจจุบันยังไม่มีการเผยแพร่ข้อมูลให้รู้จักอย่างกว้างขวาง หรือ มีการใช้กันเฉพาะกลุ่ม ในอนาคตควรที่จะมีการเผยแพร่ต่อสาธารณะชน หรือบรรจุเข้าไปในวิชาการเรียนการสอนของนักศึกษาในคณะวิศวกรรมศาสตร์ด้วย

รายการอ้างอิง

[1] ณรงค์ศักดิ์ นันทกสิกรม **การลดเวลารอบการทำงาน และปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยเทคนิค MTM-2** สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ,2549

[2] อภิชาติ โสภาแดง **การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของสายการประกอบด้วยเทคนิค MTM-2**ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[3] ศิริพร เจริญวัฒนาชัยกุล และ ศุภลักษณ์ สุวรรณ **การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้เทคนิค MTM-2.** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2546

[4] วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ **การศึกษาการทำงาน.** กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2543.

[5] จำลอง สุขเอียด. การวางผังโรงงานสำหรับการผลิต Blower Wheel และ Blower Housing. ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550

[6] ยุทธ ไกยวรรณ์ **การสร้างเครื่องมือวิจัย** พิมพลักษณ์ กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, 2543 เลขหมู่ H62 ย351 ก 2550

[7] ภาสวร จาตุรชาต , นิวิท เจริญใจ และ คมกฤต เล็กสกุล.**การวิเคราะห์และออกแบบผังโรงงานสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์หลายประเภทในสายการผลิตเดียวกัน**การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ.2550

[8] ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ **การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้ เทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ดกับการกำหนดเวลามาตรฐานแทนการจับเวลาของสายการผลิต** การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2551

[9] ศรญา ปิงกาวี, เหรียญ บุญดีสกุลโชค **การพัฒนาระบบเวลามาตรฐานแบบ MTM-2 สำหรับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องหนัง** การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2551

[10] Laring J., Forsman M., Kadefors R. and Ortengren R. (2002), "**MTM-based ergonomic workload analysis**", International Journal of Industrial Ergonomics 30 (2002) 135–148

[11] Lu Hong, Hou Kaihu, Shi Wenli **Application of Work Study to the Automobile Assembling Line Balancing 2009 International Conference on Information Management**, Innovation Management and Industrial Engineering

[12] Shuang Lan **Optimization of Electric Motor Assembly Operation with Work Study Light Industry College**, Harbin University of Commerce, Harbin 150028, China

[13] Ashish R. Thakre, Dhananjay A. Jolhe & Anil C. **Gawande Minimization of Engine Assembly Time by Elimination of Unproductive Activities through 'MOST**'Second International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, ICETET-09

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลที่ใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามมาตรางของ MOST (สถานีงานที่ 1)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																													คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																	ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGHT +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือ			กำหนดตำแหน่ง			ใช้เครื่อง	วางเครื่องมือ			คืน												
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A												
ST # 1 WELDING CUSH FRAME COMP R																																							
SETTING SIDE FRAME INN/OUT R	เดิน 2 ก้าว เอื้อมมือขวาจับ SIDE FRAME INN/OUT R ออกจาก RACK	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	0	0	0	0																						40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	0.63
	SET SIDE FRAME INN R เข้ากับ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน				1	0	3	0																						40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	กดให้เข้า LOCK JIG STOPPER (x2)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0															20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	SETTING SIDE FRAME OUT R TO JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน				1	0	3	0																						40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	กดให้เข้า LOCK JIG STOPPER (x2)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0															40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	เลื่อนมือขวา-ซ้าย CLAMP LOCK JIG MANUAL	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0															30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.95
																																					6.65	6.02
SETTING CONNECTING A & CONNECTING FRAME B (X2)	หมุนตัวก้าว2 ก้าว เอื้อมมือซ้ายหยิบ CONNECTING FRAME A	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	0	0	0	0																						40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	0.63
	หมุนตัวกลับก้าว 2 ก้าว มาที่ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน				3	0	0	0																						30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.32
	SET CONNECTING A เข้ากับ SIDE FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0															50	1.44	1.80		1.44	1.8	1.58	1.58
	เอื้อมมือปรับให้เข้าล็อคกับ SIDE FRAME INN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0															20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอื้อมมือปรับให้เข้าล็อคกับ SIDE FRAME OUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	0	3	0	0	0															30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.95
	เอี้ยงตัวก้าว 1 ก้าว เอื้อมมือขวาหยิบ CONNECTING FRAME B (x2)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	0	0	0	0																						60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90	1.27
	หมุนตัวกลับ มาที่ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	0	0																						30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.32
	เปลี่ยนมือจับ CONNECTING B	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	3	0																						40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	SET CONNECTING B เข้ากับ SIDE FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0															2	100	2.88	3.60	2.88	3.6	3.17	3.17
	เอื้อมมือปรับให้เข้าล็อคกับ SIDE FRAME INN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0															2	40	1.15	1.44	1.152	1.44	1.27	1.27
	เอื้อมมือปรับให้เข้าล็อคกับ SIDE FRAME OUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	0	3	0	0	0															2	60	1.73	2.16	1.728	2.16	1.90	1.90
	มือขวาเลื่อนมาจับ JIG CLAMP LOCK JIG MANUAL	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0															30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.95
																																					16.79	14.26
CLAMP LOCK JIG AUTO	เอื้อมจับกัน โยก SWITCH	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																						20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	โยก SWITCH ROBOT 2 ครั้ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0															2	40	1.15	1.44	1.152	1.44	1.27	1.27
																																					1.90	1.90
ROBOT START	ROBOT เริ่มทำงาน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน																													0	0.00	0.00	45.77	45.77	45.77	45.77	45.77
																																					45.77	45.77
CHECK C/F	เดิน 3-4 ก้าว มายัง JIG C/F เอื้อมมือซ้ายจับ FRAME F.C	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	6	0	1	0																						70	2.02	2.52		2.016	2.52	2.22	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ PIN JIG C/F จุดที่ 1 กด PIN ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0															20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอื้อมมือขวาจับ FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																						20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN JIG C/F จุดที่ 2 กด PIN ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0															20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอื้อมมือซ้ายจับ FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																						20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ PIN JIG C/F จุดที่ 3 กด PIN ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0															20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอื้อมมือขวาจับ FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																						20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN JIG C/F จุดที่ 4 กด PIN ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0															20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
																																					6.65	5.07

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 1 ต่อ)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																										คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ													ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่อ	วางเครื่องมือ				คืน									
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A										
ART LINE	มือซ้ายเอื้อมจับปากกา MARKING	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																				20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือขวาเอื้อมจับปากกา MARKING จากมือซ้าย	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	1	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	เลื่อนมือมา ART LINE จุดที่ 1-4	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	80	2.30	2.88		2.304	2.88	2.53	2.53
	เลื่อนมือมา ART LINE จุดที่ 5	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE จุดที่ 6	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE จุดที่ 7	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา ART LINE จุดที่ 8	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา ART LINE จุดที่ 9-10	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	มือซ้ายเอื้อมจับปากกา MARKING จากมือขวา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	1	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา ART LINE จุดที่ 11	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา ART LINE จุดที่ 12	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE ประกอบ SPG REC.จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE ประกอบ SPG REC.จุดที่ 2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE ประกอบ REC.CONNECTING LINK จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE ประกอบ DAMPER STOPPER,จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมานำปากกา MARKING มาเขียบเก็บ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																				20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
																																				13.94	13.94
UNCLAMP JIG C/F	มือขวาเอื้อมจับ PIN จุดที่ 3 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0													30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.95
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN จุดที่ 4 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ PIN จุดที่ 5 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN จุดที่ 1 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ PIN จุดที่ 7 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0													30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.95
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN จุดที่ 2 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN จุดที่ 6 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN จุดที่ 8 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
																																				5.70	5.70
TRANSFER NEXT STATION	เอื้อมมือมาจับ FRAME ยก FRAME ออกจาก JIG C/F ส่งให้ STATION ถั	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	1	0	1	0																				60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90	1.90
	หันหลังกลับเดิน 2 ก้าว มาหน้า ROBOT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	0	0																				30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.32
																																				2.85	2.22
ยก FRAME ออกจาก ROBOT	เอื้อมมือยก FRAME FR/CU	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	6	0	0	0	0																				60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90	1.90
	เดิน 3 ก้าวมาชัง JIG C/F วาง FRAME FR/CU ลงบน JIG C/F	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	6	0	3	6																				150	4.32	5.40		4.32	5.4	4.75	1.58
																																				6.65	3.48

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 2)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																										คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																					
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่	วางเครื่องมือ				คืน	ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A									
ST # 2 WELDING CUSH FRAME COMP L																																					
SETTING SIDE FRAME INN/OUT L	เดิน 2 ก้าว เอื้อมมือขวาจับ SIDE FRAME INN/OUT R ออกจาก RACK	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	0	0	0	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	0.63
	SET SIDE FRAME INN R เข้ากับ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน				1	0	3	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	กดให้เข้า LOCK JIG STOPPER (x2)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	SETTING SIDE FRAME OUT R TO JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน				1	0	3	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	กดให้เข้า LOCK JIG STOPPER (x2)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													2	40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	เลื่อนมือขวา-ซ้าย CLAMP LOCK JIG MANUAL	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0														30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.95
																																			6.65	6.02
SETTING CONNECTING A & CONNECTING FRAME B (X2)	หมุนตัวก้าว 2 ก้าว เอื้อมมือซ้ายหยิบ CONNECTING FRAME A	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	0	0	0	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	0.63
	หมุนตัวกลับก้าว 2 ก้าว มาที่ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน				3	0	0	0																				30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.32
	SET CONNECTING A เข้ากับ SIDE FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0														50	1.44	1.80		1.44	1.8	1.58	1.58
	เอื้อมมือปรับให้ เข้าล็อคกับ SIDE FRAME INN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอื้อมมือปรับให้ เข้าล็อคกับ SIDE FRAME OUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	0	3	0	0	0														30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.95
	เอี้ยงตัวก้าว 1 ก้าว เอื้อมมือขวาหยิบ CONNECTING FRAME B (x2)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	0	0	0	0																				60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90	1.27
	หมุนตัวกลับ มาที่ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	0	0																				30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.32
	เปลี่ยนมือจับ CONNECTING B	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	3	0																				40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	SET CONNECTING B เข้ากับ SIDE FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0													2	100	2.88	3.60		2.88	3.6	3.17	3.17
	เอื้อมมือปรับให้ เข้าล็อคกับ SIDE FRAME INN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													2	40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	เอื้อมมือปรับให้ เข้าล็อคกับ SIDE FRAME OUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	0	3	0	0	0													2	60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90	1.90
	มือขวาเลื่อนมาจับ JIG CLAMP LOCK JIG MANUAL	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0														30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.95
																																			16.79	14.26
CLAMP LOCK JIG AUTO	เอื้อมจับคัน โยก SWITCH	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																				20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	โยก SWITCH ROBOT 2 ครั้ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													2	40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
																																			1.90	1.90
ROBOT START	ROBOT เริ่มทำงาน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน																											0	0.00	0.00	45.77	45.77	45.77	45.77	45.77
																																			45.77	45.77
CHECK C/F	เดิน 3-4 ก้าว มายัง JIG C/F เอื้อมมือซ้ายจับ FRAME F/C	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	6	0	1	0																				70	2.02	2.52		2.016	2.52	2.22	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ PIN JIG C/F จุดที่ 1 กด PIN ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอื้อมมือขวาจับ FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																				20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN JIG C/F จุดที่ 2 กด PIN ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอื้อมมือซ้ายจับ FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																				20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ PIN JIG C/F จุดที่ 3 กด PIN ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอื้อมมือขวาจับ FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																				20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN JIG C/F จุดที่ 4 กด PIN ให้เข้ารู	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
																																			6.65	5.07

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 2 ต่อ)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																													คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																	ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่	วางเครื่องมือ			คืน													
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A													
ART LINE	มือซ้ายเอื้อมจับปากกา MARKING	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																							20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือขวาเอื้อมจับปากกา MARKING จากมือซ้าย	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	1	0																							40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	เลื่อนมือมา ART LINE จุดที่ 1-4	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	80	2.30	2.88		2.304	2.88	2.53	2.53
	เลื่อนมือมา ART LINE จุดที่ 5	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE จุดที่ 6	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE จุดที่ 7	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา ART LINE จุดที่ 8	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา ART LINE จุดที่ 9-10	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	มือซ้ายเอื้อมจับปากกา MARKING จากมือขวา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	1	0																							40	1.15	1.44		1.152	1.44	1.27	1.27
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา ART LINE จุดที่ 11	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เอี้ยวตัวเลื่อนมือขวา ART LINE จุดที่ 12	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE ประกอบ SPG REC.จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE ประกอบ SPG REC.จุดที่ 2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE ประกอบ REC.CONNECTING LINK จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ART LINE ประกอบ DAMPER STOPPER,จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมานำปากกา MARKING มาเสียบเก็บ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																							20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
																																						13.94	13.94
UNCLAMP JIG C/F	มือขวาเอื้อมจับ PIN จุดที่ 3 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.95
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN จุดที่ 4 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ PIN จุดที่ 5 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN จุดที่ 1 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ PIN จุดที่ 7 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.95
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN จุดที่ 2 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN จุดที่ 6 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
	มือซ้ายเอื้อมจับ PIN จุดที่ 8 ดึง PIN ออกจากรู FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																20	0.58	0.72		0.576	0.72	0.63	0.63
																																						5.70	5.70
TRANSFER NEXT STATION	เอื้อมมือมาจับ FRAME ยก FRAME ออกจาก JIG C/F ส่ง STATION ถัดไ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	1	0	1	0																							60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90	1.90
	หัน หลังกลับเดิน 2 ก้าว มาหน้า ROBOT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	0	0																							30	0.86	1.08		0.864	1.08	0.95	0.32
																																						2.85	2.22
ยก FRAME ออกจาก ROBOT	เอื้อมมือยก FRAME FR/CU	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	6	0	0	0	0																							60	1.73	2.16		1.728	2.16	1.90	1.90
	เดิน 3 ก้าว มายัง JIG C/F วาง FRAME FR/CU ลงบน JIG C/F	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	6	0	3	6																							150	4.32	5.40		4.32	5.4	4.75	1.58
																																						6.65	3.48

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 3)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																													คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																	ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGHT +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่						ใช้เครื่	วางเครื่องมือ				คืน											
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A												
ST # 3 SPOT PAN FRAME TO F/C COMP R/L																																	0	0.00						
เซ็ท FRAME F/C ที่ JIG	หยิบ FRAME F/C ด้าน DR, เซ็ทที่ Welding jig	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	3	0	1	0																								100	2.88	3.60			2.88	3.60	3.17	1.90
	Clamp LOCK MANUAL ที่ FRAME F/C	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																	20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																							3.80	2.53
เซ็ท PAN Frameที่ JIG & Clamp Lock	หยิบ PAN Frame , เซ็ทที่ FRAME FR/CU	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	3	0	1	0																								80	2.30	2.88			2.30	2.88	2.53	1.27
	Clamp LOCK MANUAL ที่ PAN Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																	20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	ถอยหลัง 2 ก้าว เอื้อมมือซ้าย ไปจับคัน โยก SWITCH โยก SWITCH ครั้ง 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																	20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																							3.80	2.53
ROBOT START	ROBOT START	การปฏิบัติงานพื้นฐาน																															0	0.00	0.00	24.00		24.00	24.00	24.00	24.00
																																							24.00	24.00
ยก FRAME FR/CU ออก JIG	เอื้อมมือซ้ายยก FRAME FR/CU ออกจาก JIG ก้าว 3 ก้าว วางบน CF	ถือด้านข้าง	3	0	1	3	0	1	0																								80	2.30	2.88			2.30	2.88	2.53	0.00
																																							2.53	0.00
ตรวจสอบยืนยัน SPOT WELDING 9 point	มือขวาหยิบปากกา MARKING	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																								20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือขวามาทำการ ART LINE จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3	90	2.59	3.24			2.59	3.24	2.85	2.85
	วางปากกา MARKING ใส่ของเสียบ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																								20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																							4.12	4.12
ส่ง FRAME STATION ถัดไป	เอื้อมมือจับ FRAME ผลัก FRAME ส่ง STATION ถัดไป	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																	50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
																																							1.58	1.58

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 4)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																													คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																	ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่	วางเครื่องมือ				คืน												
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A													
ST # 4 ASSY SLIDE INN/OUT R/L (ขันแน่น)																																							
หยิบ SLIDE INN /OUT	เดิน 1 ก้าวเอื้อมมือจับ SLIDE INN จาก กล่อง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	0	0	0	0																						40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	เปลี่ยนมือจับเป็น มือซ้าย	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	3	0																						40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	เอื้อมมือจับ SLIDE OUT จาก กล่อง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	0	0	0	0																						40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	ยก SLDIE INN OUT วางที่ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	3	0																						60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	1.27
																																					5.70	5.07
CLAMP LOCK SLIDE	ปรับตำแหน่งรู SlideINN เข้า JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	3	0	0	0															40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	โยก Clamp Lock Slide INN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0															30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	ปรับตำแหน่งรู Slide OUT เข้า JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	3	0	0	0															40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	โยก Clamp Lock Slide OUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0															30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
																																					4.44	3.17
หยิบ FRAME FR/CU	SET FRAME FR/CU เข้ากับ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	3	0	1																							100	2.88	3.60		2.88	3.60	3.17	1.90
	CLAMP JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0															50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	1.58
																																					4.75	3.48
ขันแน่น BOLT 6 POINT INN/OUT	หยิบ IMPACT ขันจริงตัวที่1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0				50	1.44	1.80	2.00	3.44	3.80	3.58	3.58
	ขันจริงตัวที่2-4	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0		3		90	2.59	3.24	2.00	4.59	5.24	4.85	4.85
	ขันจริงตัวที่5	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0				30	0.86	1.08	2.00	2.86	3.08	2.95	2.95
	ขันจริงตัวที่6 พร้อมวางเครื่องมือ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0				50	1.44	1.80	2.00	3.44	3.80	3.58	3.58
																																					14.97	14.97
เช็ค MARK ตำแหน่งขัน FRAME FR/CU	หยิบปากกา MARK เช็คตัวที่1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0				50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	1.58
	เช็ค 2-5วางปากกา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0		4		120	3.46	4.32		3.46	4.32	3.80	3.80
	เช็คตัวที่6วางปากกา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0				50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	1.58
																																					6.97	6.97

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามมาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 5)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																												คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																							
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่อง	วางเครื่องมือ				คืน										
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A	ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGHT +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
ST# 5 ASSY SLIDE ADJR INN/OUT R/L (ขันหลวม) 2 & ASSY SLIDE LEVER COMP																																					
ขันหลวม BOLT 3 POINT INN	หยิบ NUT ถือไว้ (3 อัน)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	0	0	0	0																			40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	หยิบ IMPACT แล้วเซ็ท NUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	ขัน NUT ข้อคราว ตัวที่1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	30	0.86	1.08	0.25	1.11	1.33	1.20	1.20
	เซ็ท NUT ที่ IMPACT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	ขัน NUT ข้อคราว ตัวที่2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	30	0.86	1.08	0.25	1.11	1.33	1.20	1.20
	เซ็ท NUT ที่ IMPACT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	ขัน NUT ข้อคราว ตัวที่3	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	30	0.86	1.08	0.25	1.11	1.33	1.20	1.20
																																			7.40	7.40
ขันหลวม BOLT 3 POINT OUT	หยิบ NUT ถือไว้ (3 อัน)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	0	0	0	0																			40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	เซ็ท NUT ที่ IMPACT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	ขัน NUT ข้อคราว ตัวที่1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	30	0.86	1.08	0.25	1.11	1.33	1.20	1.20
	เซ็ท NUT ที่ IMPACT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	ขัน NUT ข้อคราว ตัวที่2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	30	0.86	1.08	0.25	1.11	1.33	1.20	1.20
	เซ็ท NUT ที่ IMPACT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	ขัน NUT ข้อคราว ตัวที่3 พร้อมวางเครื่องมือ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	50	1.44	1.80	0.25	1.69	2.05	1.83	1.83
																																			7.40	7.40
เลื่อนงานส่ง station ต่อไป	กดปุ่ม unlock ชิ้นงาน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0												30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	กดปุ่มยกชิ้นงานขึ้น	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0												20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อน frame to next station	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								3	0	1	6	0	0	0												100	2.88	3.60		2.88	3.60	3.17	2.53
																																			4.75	4.12
SET FRAME TO JIG	ยก Frame Set to JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	1	0	1	0																			60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	1.90
	กด S/W JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0												20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	หงาย Frame ไปด้านหลัง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0												20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
																																			3.17	3.17
SET LEVER COMP	เอื้อมหยิบ Lever Comp set to Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	1	0	0	0																			50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	1.58
	ดัน Lever Comp เข้าที่ Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0												30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
																																			2.53	2.53
ประกอบ LEVER COMP	หยิบค้อน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																			20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	ใช้ค้อนเคาะที่ Lever Comp 2 จุด	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	2	80	2.30	2.88		2.30	2.88	2.53	2.53
	วางค้อน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																			20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
																																			3.17	3.17
ART LINE	หยิบ ART LINE	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																			20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ทำการ ART LINE จุดที่ 1-2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2	60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	1.90
	เก็บ ART LINE	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																			20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
																																			3.17	3.17
UNCLAMP LOCK JIG	กด S/W JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0												30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	กด Lever Comp เลื่อน Slide ไปด้านหลัง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0												50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	1.58
	ดึงตรวจสอบ Lever Comp	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0												30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	กด S/W JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0												30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
																																			4.44	4.44
ส่งกระบวนการถัดไป	ลาก Frame ส่งกระบวนการถัดไป	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								3	0	3	6	0	0	0												120	3.46	4.32		3.46	4.32	3.80	3.17
																																			3.80	3.17

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามมาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 6)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																													คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																							
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่อง	วางเครื่องมือ				คืน											
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A	คณีย์	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
ST.# 6 WELDING FR BACK R/L		การปฏิบัติงานพื้นฐาน																											0	0.00						
หยิบ Main Frame FR Back จาก RACK มา SET ที่ JIG	เดิน 2 ก้าวหยิบ MAIN FRAME A จาก RACK	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	3	0	0	0																				90	2.59	3.24		2.59	3.24	2.85	1.58
	SET FRAME ที่ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0													50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	1.58
	ปรับตำแหน่ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	CLAMP LOCK JIG 2 ครั้ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	0	1	0	0	0													40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
																																			6.34	5.07
หยิบ Side Frame OUT FR Back จาก Rack มาเซ็ท JIG	เดิน 2 ก้าวหยิบ SIDE FRAME F/B Out จาก RACK	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	3	0	1	0																				100	2.88	3.60		2.88	3.60	3.17	1.90
	SET SIDE FRAME ที่ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0													50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	1.58
	ปรับตำแหน่ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	CLAMP LOCK JIG 3 ครั้ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	0	1	0	0	0													60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	1.90
																																			7.29	6.02
หยิบ Main Frame S/C INN จาก RACK มา SET ที่ JIG	หยิบ MAIN FRAME B จาก RACK	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	0	0																				30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	SET FRAME ที่ JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0													30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	CLAMP LOCK JIG 2 ครั้ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	0	1	0	0	0													40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
																																			3.17	3.17
CLAMP LOCK	ถอยหลัง 1ก้าว	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	0	0	0	0																				40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	0.63
	โยก Clamp 2 ครั้ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0													60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	1.90
		การปฏิบัติงานพื้นฐาน																											0	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
		การปฏิบัติงานพื้นฐาน																											0	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
																																			3.17	1.90
หยิบ Cross frame A จากกล่อง มาเซ็ทที่ JIG	หยิบ Cross FRAME A มาที่ Jig	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	1	0																				40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	เซ็ทเข้าตำแหน่งเชื่อม	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0													60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	1.90
	ปรับตำแหน่ง Cross Frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0													40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	Clamp Jig 2 ครั้ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	0	1	0	0	0													40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
																																			5.70	5.70
ROBOT START	ROBOT เริ่มทำงาน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน																											0	0.00	0.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00
																																			38.00	38.00
ยก FRAME ออกจาก JIG	เอื้อมมือซ้ายยก FRAME ออกจาก JIG ก้าว 2 ก้าว วางบน RACK	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	6	0	3	6	0	1	0																				160	4.61	5.76		4.61	5.76	5.07	1.90
																																			5.07	1.90

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 7)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																										คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด						การใช้เครื่องมือ														ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGHT +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่	วางเครื่องมือ			คืน										
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A										
ST # 7 INSPECTION FRAME FR BACK R/L																																					
ยก FRAME ออกจาก RACK	เดิน 1 ก้าว เอื้อมมือยก FRAME FR/BACK จาก RACK	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	0	0	0	0																				60	1.73	2.16			1.73	2.16	1.90	1.27
	เดิน 2 ก้าว มาชิง JIG C/F วาง FRAME FR/BACK ลงบน JIG C/F	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	6	0																				90	2.59	3.24			2.59	3.24	2.85	2.22
																																				4.75	3.48
ตรวจสอบ CF	ยก FRAME วางบน CF	ตรวจสอบ	3	0	1	3	0	1																					80	2.30	2.88			2.30	2.88	2.53	1.27
	SET FRAME TO JIG	ตรวจสอบ								1	0	1	1	0	0	0													30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	ตรวจสอบ PIN SET 4 PCS	ตรวจสอบ															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	80	2.30	2.88			2.30	2.88	2.53	2.53
	ถอด PIN	ตรวจสอบ								1	0	0	1	0	0	0												4	80	2.30	2.88			2.30	2.88	2.53	2.53
																																				8.55	7.29
ตรวจสอบ GAP	หยิบ GAGE	ตรวจสอบ	1	0	1	0	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	ใช้ GAGE ตรวจสอบตำแหน่งเชื่อม จุดที่ 1-4	ตรวจสอบ								1	0	1	0	0	1	0												4	120	3.46	4.32			3.46	4.32	3.80	3.80
	วาง GAGE CHECK	ตรวจสอบ	0	0	0	1	0	1	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
		ตรวจสอบ																											0	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
		ตรวจสอบ																											0	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
		ตรวจสอบ																											0	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
																																				5.07	5.07
ART LINE	หยิบ ART LINE	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ทำการ ART LINE จุดที่ 6	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	6	120	3.46	4.32			3.46	4.32	3.80	3.80
	เก็บ ART LINE	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																				5.07	5.07
UNCLAMP LOCK JIG	กด S/W JIG 2 ครั้ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0													30	0.86	1.08	1.00		1.86	2.08	1.95	1.95
	หมุนชิ้นงาน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0													50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
		การปฏิบัติงานพื้นฐาน																											0	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
		การปฏิบัติงานพื้นฐาน																											0	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
																																				3.53	3.53
แขวน KANBAN	เอื้อมมือซ้ายหยิบ KANBAN พร้อมดึง KANBAN ออกจากที่แขวน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0													50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.70	1.70
	ก้าว 2 ก้าว มือซ้ายจับ FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	0	0	0	0																				40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.36	0.68
	มือขวาเอื้อมแขวน KANBAN ที่ FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0													50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.70	1.70
																																				4.76	4.08
ART LINE	หยิบ ART LINE	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ทำการ ART LINE จุดที่ 1-2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2	60	1.73	2.16			1.73	2.16	1.90	1.90
	เก็บ ART LINE	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																				3.17	3.17
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	วางชิ้นงานกับ CONVEYOR	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	3	0	1	0																				60	1.73	2.16			1.73	2.16	1.90	1.27
																																				1.90	1.27

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 8)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																															คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																												
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่	วางเครื่องมือ				คืน							ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A																
ST # 8 WELDING CROSS FRAME B R/L		การปฏิบัติงานพื้นฐาน																																									
SETTING FRAME FR/B TO JIG	มือขวาเอื้อมจับ FRAME FR/B ลาก FRAME FR/B เข้ามาหาตัว	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	เอื้อมมือซ้ายจับ FRAME FR/B ยก FRAME FR/B ขึ้น	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	0	0	0	0																											40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	หันหลังกลับก้าว 2 ก้าว มายัง JIG วาง SET FRAME FR/B TO JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	1	0																											40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	0.63
	เอื้อมมือขวาไปจับ SWITCH #1 โยก SWITCH CLAMP LOCK JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
																																									4.44	3.80
SET CROSS FRAME B TO FRAME FR/B	มือซ้ายเอื้อมจับ CROSS FRAME B ยก CROSS FRAME B ออกจาก	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																											20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	หันหลังกลับ วาง CROSS FRAME B ยัง FRAME FR/B	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	3	0																											60	1.73	2.16			1.73	2.16	1.90	1.27
	ปรับตำแหน่ง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	0	0	1	0																			30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
																																									3.48	2.85
CLAMP LOCK JIG	เอื้อมมือซ้ายไปจับ SWITCH #2 โยก SWITCH CLAMP LOCK JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			2	60	1.73	2.16	1.50	3.23	3.66	3.40	3.40
																																									3.40	3.40
WELDING CROSS FRAME B	มือขวาเอื้อมจับหัวเชื่อม	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																											20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	มือขวาเลื่อนเครื่องมือเชื่อมมายังตำแหน่งเชื่อม พร้อมกับเลื่อนมือซ้ายไป	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	1	0																											40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	กด SWITCH เครื่องมือเชื่อม	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	0	1	0	0	0																			20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	ทำการเชื่อมจุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0								50	1.44	1.80	6.00		7.44	7.80	7.58	7.58
	เลื่อนมือไปยังตำแหน่งเชื่อมจุดที่ 2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0								30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	กด SWITCH เครื่องมือเชื่อม	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																											20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	ทำการเชื่อมจุดที่ 2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	0	1	0	0	0																			20	0.58	0.72	6.00		6.58	6.72	6.63	6.63
	มือขวานำเครื่องมือเชื่อมเก็บที่เก็บเครื่องมือเชื่อม	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																											20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																									18.97	18.97
UNCLAMP LOCK JIG	เอื้อมมือซ้ายไปจับ SWITCH โยก SWITCH UNCLAMP LOCK JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			30	0.86	1.08	2.00		2.86	3.08	2.95	2.95
																																									2.95	2.95
ART LINE	มือขวาเอื้อมหยิบปากกา MARKING	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																											20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือขวาทำการ ART LINE จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0								20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือขวาทำการ ART LINE จุดที่ 2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0								20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือขวามานำปากกา MARKING มาเสียบเก็บ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																											20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																									2.53	2.53
TRANSFER NEXT STATION	เอื้อมมือจับ FRAME ยก FRAME ออกจาก JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	0	0	0	0																											40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	หันหลังกลับก้าว 2 ก้าว วาง FRAME ลงบน CONVEYOR	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	3	0	3	3																											90	2.59	3.24			2.59	3.24	2.85	1.58
																																									4.12	2.85

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามมาตรางของ MOST (สถานีงานที่ 9)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																																คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																			ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่อง	วางเครื่องมือ				คืน															
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A																	
ST.# 9 ASSY FRAME FR BACK TO FR CU R/L																																											
SET FRAME FR CUSH TO JIG	เดิน 1ก้าวหยิบ FR CUSH TO JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	3	0	0	0																										70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.22	0.95
	SET FRAME FR CUSH TO JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	กด CLAMP JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	0	1	0	0	0																			20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																									3.80	2.53
SET FRAME FR BACK TO JIG	เดิน 1ก้าวหยิบ FR BACK TO JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	1	3	0	0	0																										70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.22	0.95
	SET FR BACK TO FR CUSH	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	ปรับตำแหน่ง PIN FR/B	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
																																									4.12	2.85
SET NYLON BUSH TO SIDE FRAME INN FR CUSH	หยิบ NYLON BUSH มาที่ FRAME FR/CUSH	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	0	0																										30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	ประกอบ NYLON BUSH เข้ากับ FR CUSH	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																			50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	กดให้เข้าล็อค	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
																																									3.48	3.48
ขันหลวม BOLT WASH AND NUT FLANGE ที่ด้าน INN ของ FRAME	กด JIG ยก REC FR BACK STEP ทั้งสุด	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	0	0	0	0																										40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	หยิบ IMPACT แล้วเซ็ท BOLT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0								40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	ขัน BOLT ชั่วคราว (1)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0								30	0.86	1.08	1.25		2.11	2.33	2.20	2.20
	กด JIG ยก REC FR BACK STEP ทั้งสุด	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																			50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	เซ็ท BOLT ที่ IMPACT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0								30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	ขันชั่วคราวตัวที่ (2) พร้อมวางเครื่องมือ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0								50	1.44	1.80	1.25		2.69	3.05	2.83	2.83
	หมุนชิ้นงาน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	หยิบ IMPACT แล้วเซ็ท NUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0								40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	ขัน NUT ชั่วคราว (1)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0								50	1.44	1.80	1.25		2.69	3.05	2.83	2.83
																																									15.15	15.15
CLAMP LOCK	กด CLAMP LOCK JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																			50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
																																									1.58	1.58
ขันแน่น Bolt and Nut	หยิบ NUT ถือไว้ (1 อัน)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	0	0	0	0																										40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	หยิบ IMPACT แล้วเซ็ท NUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0								50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	ขันชั่วคราว พร้อมวางเครื่องมือ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0								50	1.44	1.80	1.25		2.69	3.05	2.83	2.83
																																									5.69	5.69
UNCLAMP LOCK	กด CLAMP JIG และรอ JIG กลับด้าน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			30	0.86	1.08	1.00		1.86	2.08	1.95	1.95
	ยกชิ้นงานออกจาก JIG	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																			50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
																																									3.53	3.53
เลื่อนงานส่ง station ต่อไป	เลื่อนงานส่ง station ต่อไป	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																			50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
																																									1.58	1.58

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามมาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 10)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																													คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																								
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่						ใช้เครื่	วางเครื่องมือ			คืน													
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A													
ST.#10 ASSY SPRIAL SPG R/L																																								
ลาก Frame และการปรับ F/B	มือขวาเอื้อมจับ FRAME หมุน FRAME 90 องศา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																	30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	มือซ้ายเอื้อมจับ REC. LEVER จัด REC. LEVER จีบ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																	50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	1.58
																																							2.53	2.53
SET SPIRAL SPRING TO FRAME	มือเอื้อมจับ FRAME หมุน 90 องศา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																	30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	มือขวาเอื้อมจับ FRAME F/B และดึง FRAME F/B มาด้านหลัง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																	30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	มือขวาเอื้อมหยิบ SPIRAL SPRING 1 ชิ้น	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																								20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	SET SPIRAL SPRING 1 ชิ้น TO FRAME โดยมือขวา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																								20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	กดให้เข้าล็อค FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	0	1	0	0	0																	20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
																																							3.80	3.80
ASSY SPIRAL SPRING OUTER	มือซ้ายเอื้อมหยิบเครื่องมือประกอบ SPIRAL SPRING	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																								20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	มือขวาเอื้อมจับ FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																								20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	SET เครื่องมือประกอบ SPIRAL SPRING TO SPIRAL SPRING	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	3	0																								40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	ASSY SPIRAL SPRING TO FRAME * วางเครื่องมือ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	6	1	0	1	0						100	2.88	3.60		2.88	3.60	3.17	3.17
																																						5.70	5.70
CHECK TORQUE WRENCH NUT FLANGE ที่จุดที่ประกอบ Slide ADJR 4 จด	หยิบ TORQUE WRANCH แล้วเช็ค	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	3	0	0	0	0						70	2.02	2.52		2.02	2.52	2.38	2.38
	เช็ค SLIDE FRAME จุดที่ 2-3	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	2					100	2.88	3.60		2.88	3.60	3.40	3.40
	เช็ค SLIDE FRAME จุดที่ 4 • วาง TORQUE WRANCH	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	3	1	0	1	0						70	2.02	2.52		2.02	2.52	2.38	2.38
																																						8.16	8.16
CHECK TORQUE WRENCH BOLT WASH SIDE FRAME	หยิบ TORQUE WRANCH แล้วเช็ค	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	3	0	0	0	0						70	2.02	2.52		2.02	2.52	2.38	2.38
	เช็ค SLIDE FRAME 2 จุด	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0	2					100	2.88	3.60		2.88	3.60	3.40	3.40
	เช็ค SLIDE FRAME จุดที่ 3 • วาง TORQUE WRANCH	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	3	1	0	1	0						70	2.02	2.52		2.02	2.52	2.38	2.38
																																						8.16	8.16
ART LINE	เอื้อมมือขวาหยิบปากกา MARKING * MARK จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0						50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	1.58
	เลื่อนมือมา ทำการ ART LINE จุดที่ 2-5	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3					60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	1.90
	หมุนชิ้นงาน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0						20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ทำการ ART LINE จุดที่ 6	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0						20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมา ทำการ ART LINE จุดที่ 7-9	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3					60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	1.90
	เลื่อนมือมา ทำการ ART LINE จุดที่ 10 * วางปากกา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0						40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
																																						7.92	7.92
TRANSFER NEXT STATION	ลาก FRAME ส่ง STATION ถัดไป	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	6	0	0	0																	80	2.30	2.88		2.30	2.88	2.53	2.53
		การปฏิบัติงานพื้นฐาน																															0	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
																																						2.53	2.53

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามมาตรางของ MOST (สถานีงานที่ 11)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																															คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																			ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่อง	วางเครื่องมือ				คืน															
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A																
ST # 11 ASSY ZIG ZAG SPRING		การปฏิบัติงานพื้นฐาน																																									
เตรียม Frame มาประกอบ	หยิบ Frame วางบนโต๊ะทำงาน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	3	0	0	0																										90	2.592	3.24			2.592	3.24	2.85	1.58
	หมุน FRAME เข้าหาตัว	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																			30	0.864	1.08			0.864	1.08	0.95	0.95
																																										3.80	2.53
SET ZIG ZAG SPG TO FRAME	หยิบ ZIG ZAG SPG ตัวที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	1	0	0	0																										50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	ประกอบ ZIG ZAG SPG ตัวที่ 1 กับ FRAME FR BACK OUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																			50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	ประกอบ ZIG ZAG SPG ตัวที่ 1 กับ FRAME FR BACK INN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																			50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	หยิบ ZIG ZAG SPG ตัวที่ 2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	3	1	0	0	0																										50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	ประกอบ ZIG ZAG SPG ตัวที่ 2 กับ FRAME FR BACK OUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																			50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	ประกอบ ZIG ZAG SPG ตัวที่ 2 กับ FRAME FR BACK INN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																			50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
																																										9.50	9.50
ใช้เครื่องมือบีบ Retainer (4 จุด)	เอื้อมมือหยิบเครื่องมือในการบีบ Retainer	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																										20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	บีบ RETAINER ตัวที่ 1 กับ FRAME F/B OUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	3	3	0	0	0	0								70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.22	2.22
	บีบ RETAINER ตัวที่ 2 กับ FRAME F/B OUT	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0								50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	บีบ RETAINER ตัวที่ 1 กับ FRAME F/B INN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	3	3	0	0	0	0								70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.22	2.22
	บีบ RETAINER ตัวที่ 2 กับ FRAME F/B INN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	0								50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	วางเครื่องมือ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	1	0	1	0																										20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																										8.87	8.87
CHECK TORQUE WRENCH	หยิบ TORQUE WRANCH แล้วเช็ค (1)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	3	0	0	0	0								70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.38	2.38
	เช็ค SLIDE FRAME จุดที่ 2 • วาง TORQUE WRANCH	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	3	1	0	1	0								70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.38	2.38
																																										4.76	4.76
CHECK TORQUE WRENCH	หยิบ TORQUE WRANCH แล้วเช็ค (1)	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	3	0	0	0	0								70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.38	2.38
	เช็ค SLIDE FRAME จุดที่ 3 • วาง TORQUE WRANCH	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	3	1	0	1	0								70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.38	2.38
																																										4.76	4.76
ART LINE	เอื้อมมือขวาหยิบปากกา MARKING จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																										20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เลื่อนมือมาทำการ ART LINE จุดที่ 2-5	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	4	120	3.46	4.32			3.46	4.32	3.80	3.80
	เลื่อนมือมาทำการ ART LINE จุดที่ 6 วางเครื่องมือ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0		50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
																																										6.02	6.02
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	เลื่อนงานส่ง station ต่อไป	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																			50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
																																										1.58	1.58

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 12)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																													คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด						การใช้เครื่องมือ																								
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตัวเหน						ใช้เครื่	วางเครื่องมือ				คืน		TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A											
ST # 12 QC LINE R																														0	0.00	0.00					
ลาก FRAME มาติด Label	เอื้อมมือลาก frame มาใกล้ตัว	ตรวจสอบ	6	0	3	6	0	0	0																					150	4.32	5.40		4.32	5.40	4.75	1.58
	เอื้อมมือหยิบ Label	ตรวจสอบ	1	0	1	0	0	0	0																					20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	หงาย FRAME ขึ้น	ตรวจสอบ	1	0	1	6	0	0	0																					80	2.30	2.88		2.30	2.88	2.53	0.95
	ติด Label ที่ตำแหน่งขา SLIDE	ตรวจสอบ	0	0	0	1	0	3	0																					40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	กดให้ติดกับ FRAME	ตรวจสอบ								0	0	1	3	0	0	0														40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	วาง FRAME ลง	ตรวจสอบ	0	0	0	1	3	1	0																					50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	0.63
																																				12.04		6.34
SET FRAME TO JIG	เอื้อมมือลาก frame ขึ้นบน jig Inspection	ตรวจสอบ	1	0	3	1	0	3	0																					80	2.30	2.88		2.30	2.88	2.53	0.00
	ปรับ SLIDE ให้เข้าล็อค JIG	ตรวจสอบ								1	0	1	1	0	0	0														30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.00
	กดปุ่มเลื่อน frame ลง set เข้ากับ jig	ตรวจสอบ								1	0	1	3	0	0	0														50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	0.00
	กดปุ่ม lock jig	ตรวจสอบ								1	0	1	1	0	0	0														30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
																																				6.02		0.95
ปรับ CUSH และตรวจเช็ค F/B	กด LEVER COMP ปรับเลื่อน SLIDE	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0														30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	เอื้อมมือกด REC ปรับเบาะขึ้นลง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	0	0																					30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	ปรับเบาะดูการทำงานของ F/B	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0													2	60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	1.90
																																				3.80		3.80
สวม PAD FR/B และ FR/CU เข้าที่ Frame	หยิบ pad F/B set to frame	ตรวจสอบ	3	0	1	3	0	3																						100	2.88	3.60		2.88	3.60	3.17	1.90
	กดให้เข้าล็อค FRAME	ตรวจสอบ								0	0	1	3	0	0	0														40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	หยิบ pad F/C set to frame	ตรวจสอบ	3	0	1	3	0	1																						80	2.30	2.88		2.30	2.88	2.53	1.27
		ตรวจสอบ																												0	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
																																				6.97		4.44
INSPECTION FUNCTION F/B	ก้าวเดินขึ้นไปนั่งบน jig Inspection	ตรวจสอบ	3	0	0	0	0	0	0																					30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.32
	ใช้มือดึง rec.lever ปรับ check back ไปด้านหลัง	ตรวจสอบ								1	0	1	3	0	0	0														50	1.44	1.80		1.44	1.80	1.58	1.58
	ใช้มือดึง rec.lever ปรับ check back กลับที่เดิม	ตรวจสอบ								1	0	1	1	0	0	0														30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	ดัน FR BACK กลับตำแหน่ง LOCK	ตรวจสอบ								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
																																				4.12		3.48
INSPECTION FUNCTION SLIDE LEVER COMP	เอื้อมมือทั้ง 2 ข้าง จับที่ lever comp	ตรวจสอบ	1	0	1	1	0	0	0																					30	0.86	1.08		0.86	1.08	0.95	0.95
	กด lever comp เลื่อน slide ไปด้านหลัง	ตรวจสอบ								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	กด lever comp เลื่อน slide ไปด้านหน้า	ตรวจสอบ								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	กด check lever comp 24 step	ตรวจสอบ								0	0	0	1	0	0	0													24	240	6.91	8.64		6.91	8.64	7.60	7.60
	กด lever comp เลื่อนมาด้านหน้า-หลัง	ตรวจสอบ								1	0	1	1	0	0	0													2	60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	1.90
	check การคลอนตัวของ lever comp	ตรวจสอบ	1	0	1	1	0	1	0																					40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	ลุกขึ้นยืนจาก jig Inspection	ตรวจสอบ								3	3	0	0	0	0	0														60	1.73	2.16		1.73	2.16	1.90	0.32
																																				14.89		13.31
ถอด PAD FR/B และ FR/CU	หยิบ pad F/C วางที่โต๊ะ	ตรวจสอบ	3	0	3	3	0	1	0																					100	2.88	3.60		2.88	3.60	3.17	1.90
	หยิบ pad F/B วางที่โต๊ะ	ตรวจสอบ	3	0	1	3	0	1	0																					80	2.30	2.88		2.30	2.88	2.53	1.27
																																				5.70		3.17
ยืนขัน CHECK PART ประกอบ และ MARK	มือขวาหยิบปากกา MARKING	ตรวจสอบ	1	0	1	0	0	0	0																					20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	ตรวจสอบการเกี่ยว LOCK ของ SPG FR/B 4 Point	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	80	2.30	2.88		2.30	2.88	2.53	2.53
	ตรวจสอบการเกี่ยว SPIRAL SPG MARK 2 POINT	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	ตรวจสอบการเกี่ยว SPG. REC MARK 1 POINT	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	ตรวจสอบการขัน BOLT FR/B 2 point	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	ตรวจสอบการขัน NUT	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	ตรวจสอบการขัน WASHER วางปากกา	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0		40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
																																				8.24		8.24
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	กดปุ่ม unlock jig	ตรวจสอบ								0	0	1	1	0	0	0														20	0.58	0.72		0.58	0.72	0.63	0.63
	กดปุ่ม jig ยกตัวขึ้น	ตรวจสอบ								0	0	1	3	0	0	0														40	1.15	1.44		1.15	1.44	1.27	1.27
	เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	ตรวจสอบ								3	0	1	3	0	0	0														70	2.02	2.52		2.02	2.52	2.22	1.58
																																				4.12		3.48

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 13)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																													คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																							
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง							ใช้เครื่อง	วางเครื่องมือ			คืน				ความยุ่งยาก	TMU	HIGHT +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT				HIGH 1.10 +MT
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A												
ST # 13 QC LINE L																																	0	0.00	0.00			0.00	0.00
ลาก FRAME มาติด Label	เอื้อมมือลาก frame มาใกล้ตัว	ตรวจสอบ	6	0	3	6	0	0	0																								150	4.32	5.40			4.32	5.40	4.75	1.58
	เอื้อมมือหยิบ Label	ตรวจสอบ	1	0	1	0	0	0	0																								20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	หงาย FRAME ขึ้น	ตรวจสอบ	1	0	1	6	0	0	0																								80	2.30	2.88			2.30	2.88	2.53	0.95
	ติด Label ที่ตำแหน่งขา SLIDE	ตรวจสอบ	0	0	0	1	0	3	0																								40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	กดให้ติดกับ FRAME	ตรวจสอบ								0	0	1	3	0	0	0																	40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	วาง FRAME ลง	ตรวจสอบ	0	0	0	1	3	1	0																								50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	0.63
																																							12.04	6.34
SET FRAME TO JIG	เอื้อมมือลาก frame ขึ้นบน jig Inspection	ตรวจสอบ	1	0	3	1	0	3	0																								80	2.30	2.88			2.30	2.88	2.53	0.00
	ปรับ SLIDE ให้เข้าล็อค JIG	ตรวจสอบ								1	0	1	1	0	0	0																	30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.00
	กดปุ่มเลื่อน frame ลง set เข้ากับ jig	ตรวจสอบ								1	0	1	3	0	0	0																	50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	0.00
	กดปุ่ม lock jig	ตรวจสอบ								1	0	1	1	0	0	0																	30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
																																						6.02	0.95
ปรับ CUSH และตรวจเช็ค F/B	กด LEVER COMP ปรับเลื่อน SLIDE	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																	30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	เอื้อมมือกด REC ปรับเบาะขึ้นลง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	0	0																								30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	ปรับเบาะดูการทำงานของ F/B	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																	60	1.73	2.16			1.73	2.16	1.90	1.90
																																						3.80	3.80
สวม PAD FR/B และ FR/CU เข้าที่ Frame	หยิบ pad F/B set to frame	ตรวจสอบ	3	0	1	3	0	3																									100	2.88	3.60			2.88	3.60	3.17	1.90
	กดให้เข้าล็อค FRAME	ตรวจสอบ								0	0	1	3	0	0	0																	40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	หยิบ pad F/C set to frame	ตรวจสอบ	3	0	1	3	0	1																									80	2.30	2.88			2.30	2.88	2.53	1.27
		ตรวจสอบ																															0	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00
																																						6.97	4.44
INSPECTION FUNCTION F/B	ก้าวเดินขึ้นไปนั่งบน jig Inspection	ตรวจสอบ	3	0	0	0	0	0	0																								30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.32
	ใช้มือดึง rec.lever ปรับ check back ไปด้านหลัง	ตรวจสอบ								1	0	1	3	0	0	0																	50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	ใช้มือดึง rec.lever ปรับ check back กลับที่เดิม	ตรวจสอบ								1	0	1	1	0	0	0																	30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	ดัน FR BACK กลับตำแหน่ง LOCK	ตรวจสอบ								0	0	1	1	0	0	0																	20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																						4.12	3.48
INSPECTION FUNCTION SLIDE LEVER COMP	เอื้อมมือทั้ง 2 ข้าง จับที่ lever comp	ตรวจสอบ	1	0	1	1	0	0	0																								30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	กด lever comp เลื่อน slide ไปด้านหลัง	ตรวจสอบ								0	0	1	1	0	0	0																	20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	กด lever comp เลื่อน slide ไปด้านหน้า	ตรวจสอบ								0	0	1	1	0	0	0																	20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	กด check lever comp 24 step	ตรวจสอบ								0	0	0	1	0	0	0																	24	240	6.91	8.64			6.91	8.64	7.60	7.60
	กด lever comp เลื่อนมาด้านหน้า-หลัง	ตรวจสอบ								1	0	1	1	0	0	0																	2	60	1.73	2.16			1.73	2.16	1.90	1.90
	check การคลอนตัวของ lever comp	ตรวจสอบ	1	0	1	1	0	1	0																								40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	ถูกขึ้นยืนจาก jig Inspection	ตรวจสอบ								3	3	0	0	0	0	0																	60	1.73	2.16			1.73	2.16	1.90	0.32
																																						14.89	13.31
ถอด PAD FR/B และ FR/CU	หยิบ pad F/C วางที่โต๊ะ	ตรวจสอบ	3	0	3	3	0	1	0																								100	2.88	3.60			2.88	3.60	3.17	1.90
	หยิบ pad F/B วางที่โต๊ะ	ตรวจสอบ	3	0	1	3	0	1	0																								80	2.30	2.88			2.30	2.88	2.53	1.27
																																						5.70	3.17
ยืนยัน CHECK PART ประกอบ และ MARK	มือขวาหยิบปากกา MARKING	ตรวจสอบ	1	0	1	0	0	0	0																								20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	ตรวจสอบการเกี่ยว LOCK ของ SPG FR/B 4 Point	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	80	2.30	2.88			2.30	2.88	2.53	2.53
	ตรวจสอบการเกี่ยว SPIRAL SPG MARK 2 POINT	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	ตรวจสอบการเกี่ยว SPG. REC MARK 1 POINT	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	ตรวจสอบการขัน BOLT FR/B 2 point	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	ตรวจสอบการขัน NUT	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	ตรวจสอบการขัน WASHER วางปากกา	ตรวจสอบ															0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0		40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
																																						8.24	8.24
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	กดปุ่ม unlock jig	ตรวจสอบ								0	0	1	1	0	0	0																	20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	กดปุ่ม jig ยกตัวขึ้น	ตรวจสอบ								0	0	1	3	0	0	0																	40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	ตรวจสอบ								3	0	1	3	0	0	0																	70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.22	1.58
																																						4.12	3.48

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 14)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																																คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																				ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่อง	วางเครื่องมือ			คืน																	
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A																	
ST # 14 LOADING R/L																																												
ลาก FRAME มาที่ตำแหน่งงาน	เอื้อมมือลาก frame มาตรงหน้า	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																				50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	หมุน frame 90 องศา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																				30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
																																											2.53	2.53
CHECK FRAME	เอื้อมมือซ้ายหยิบ marking	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0									40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	มือขวา marking ออกจากปลอก แล้ว mark frame จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	3	1	0	1	1	0	0	0	0									70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.22	2.22
	mark frame จุดที่ 2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0									20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 3	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0									20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 4	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0									20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 5	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0									20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 6	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0									20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 7	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0									20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 8	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0									20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เก็บ mark ใส่ปลอก แล้ววาง ไว้ที่เดิม	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0									50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
																																										9.50	9.50
ถอด KANBAN BACK & CUSH	เอื้อมมือหยิบ KANBAN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	0	0																											30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	กด ห่วง KANBAN เข้าหากัน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																				50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	ถอด KANBAN ออกจาก FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																				30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	เกี่ยว KANBAN เข้ากับ WIRE เพื่อเก็บ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เอื้อมมือหยิบ KANBAN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	0	0																											30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	กด ห่วง KANBAN เข้าหากัน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																				50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	ถอด KANBAN ออกจาก FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																				30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	เกี่ยว KANBAN เข้ากับ WIRE เพื่อเก็บ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																										8.24	8.24
ยก FRAME ใส่ RACK	เดิน 4 ก้าว เอื้อมมือซ้ายจับ raku-hand	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	6	0	3	0	0	0	0																											90	2.59	3.24			2.59	3.24	2.85	1.27
	เอื้อมมือขวาจับ raku-hand	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																											20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	กดปุ่มเลื่อน raku-hand ลง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เดิน 2 ก้าว พร้อมกับเลื่อน raku-hand มาไว้บน frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	3	0	1	0																											100	2.88	3.60			2.88	3.60	3.17	1.90
	กดปุ่ม lock frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	กดปุ่มยก frame ขึ้น	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เดิน 4 ก้าว เลื่อน frame ไปวางบน rack	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	6	3	3	0																											120	3.46	4.32			3.46	4.32	3.80	1.27
	กดปุ่ม unlock frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	กดปุ่มเลื่อน raku-hand ขึ้น	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เดิน 2 ก้าว เลื่อน raku-hand มาไว้ที่เดิม	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								3	0	1	3	0	0	0																				70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.22	1.58
																																										15.84	9.82
Change Rack for 6 U/TIME	เดิน 6 ก้าวลาก RACK ที่มี FRAME เต็มออกจาก Line	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								10	0	3	10	0	0	0																				0.1667	38.333	1.10	1.38		1.10	1.38	1.21	0.74
	เดิน 3 ก้าวไปที่ RACK เปล่า	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	6	0	1	0	0	0	0																											0.1667	11.667	0.34	0.42		0.34	0.42	0.37	0.11
	เดิน 6 ก้าวลาก RACK เปล่าไปตำแหน่งยก FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								6	0	3	6	0	0	0																				0.1667	25	0.72	0.90		0.72	0.90	0.79	0.53
																																										2.38	1.37
ลาก FRAME มาที่ตำแหน่งงาน	เอื้อมมือลาก frame มาตรงหน้า	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																				30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	หมุน frame 90 องศา	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																				30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
																																										1.90	1.90

ตารางที่ ก.1 แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามาตารางของ MOST (สถานีงานที่ 14)

กระบวนการ	วิธีการปฏิบัติงาน	ประเภทของการปฏิบัติงาน	INDEX																																คำนวน TACT TIME (Sec.)					ASSY TIME (Sec.)			Design time (Sec.)
			การเคลื่อนไหวธรรมดา							การเคลื่อนไหวแบบจำกัด							การใช้เครื่องมือ																				ความถี่	TMU	HIGH	LOW	MT	HIGH T +MT	LOW +MT	HIGH 1.10 +MT	HIGH 1.10 +MT
			หยิบ			วาง			คืน	หยิบ			ควบคุม			คืน	ถือเครื่องมือกำหนดตำแหน่ง						ใช้เครื่อ	วางเครื่องมือ			คืน																	
			A	B	G	A	B	P	A	A	B	G	M	X	I	A	A	B	G	A	B	P		A	B	P	A																	
CHECK FRAME	เอื้อมมือซ้ายหยิบ marking	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	1	1	0	1	0	0	0	0										40	1.15	1.44			1.15	1.44	1.27	1.27
	มือขวา marking ออกจากปลอก แล้ว mark frame จุดที่ 1	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															1	0	3	1	0	1	1	0	0	0										70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.22	2.22
	mark frame จุดที่ 2	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0										20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 3	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0										20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 4	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0										20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 5	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0										20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 6	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0										20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 7	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0										20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	mark frame จุดที่ 8	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	0	0	1	1	0	0	0										20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เก็บ mark ใส่ปลอก แล้ววาง ไว้ที่เดิม	การปฏิบัติงานพื้นฐาน															0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0									50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
																																									9.50	9.50
ถอด KANBAN BACK & CUSH	เอื้อมมือหยิบ KANBAN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	0	0																											30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	กด ห่วง KANBAN เข้าหากัน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																				50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	ถอด KANBAN ออกจาก FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																				30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	เกี่ยว KANBAN เข้ากับ WIRE เพื่อเก็บ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เอื้อมมือหยิบ KANBAN	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	1	0	0	0																											30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	กด ห่วง KANBAN เข้าหากัน	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	3	0	0	0																				50	1.44	1.80			1.44	1.80	1.58	1.58
	ถอด KANBAN ออกจาก FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								1	0	1	1	0	0	0																				30	0.86	1.08			0.86	1.08	0.95	0.95
	เกี่ยว KANBAN เข้ากับ WIRE เพื่อเก็บ	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
																																									8.24	8.24
ยก FRAME . ใส่ RACK	เดิน 4 ก้าว เอื้อมมือซ้ายจับ raku-hand	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	6	0	3	0	0	0	0																											90	2.59	3.24			2.59	3.24	2.85	1.27
	เอื้อมมือขวาจับ raku-hand	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	1	0	1	0	0	0	0																											20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	กดปุ่มเลื่อน raku-hand ลง	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เดิน 2 ก้าว พร้อมกับเลื่อน raku-hand มาไว้บน frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	3	0	3	3	0	1	0																											100	2.88	3.60			2.88	3.60	3.17	1.90
	กดปุ่ม lock frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	กดปุ่มยก frame ขึ้น	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เดิน 4 ก้าว เลื่อน frame ไปวางบน rack	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	0	0	0	6	3	3	0																											120	3.46	4.32			3.46	4.32	3.80	1.27
	กดปุ่ม unlock frame	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	กดปุ่มเลื่อน raku-hand ขึ้น	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								0	0	1	1	0	0	0																				20	0.58	0.72			0.58	0.72	0.63	0.63
	เดิน 2 ก้าว เลื่อน raku-hand มาไว้ที่เดิม	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								3	0	1	3	0	0	0																				70	2.02	2.52			2.02	2.52	2.22	1.58
																																									15.84	9.82
Change Rack for 6 U/TIME	เดิน 6 ก้าวลาก RACK ที่มี FRAME เต็มออกจาก Line	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								10	0	3	10	0	0	0																				0.1667	38.333	1.10	1.38		1.10	1.38	1.21	0.74
	เดิน 3 ก้าวไปที่ RACK เปล่า	การปฏิบัติงานพื้นฐาน	6	0	1	0	0	0	0																											0.1667	11.667	0.34	0.42		0.34	0.42	0.37	0.11
	เดิน 6 ก้าวลาก RACK เปล่าไปตำแหน่งยก FRAME	การปฏิบัติงานพื้นฐาน								6	0	3	6	0	0	0																				0.1667	25	0.72	0.90		0.72	0.90	0.79	0.53
																																									2.38	1.37

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 1

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
1	**เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านขวา**													
	ติดตั้งไซค์เฟรมนอก,ใน ด้านขวา (Side Frame Inn,Out R)	5.78	6.08	6.19	6.33	6.26	5.99	5.89	5.68	6.00	5.89	6.01	6.61	
	ติดตั้งคอนเนคติ้งเฟรมเอ(Conecting Frame A) & คอนเนคติ้งเฟรมบี(Conecting Frame B)	17.10	17.42	17.77	18.45	17.34	16.65	16.50	17.89	17.81	18.18	17.51	19.26	
	แคล๊มล๊อคอุปกรณ์จับยึด (Clamp Lock Jig)	1.50	1.38	1.45	1.41	1.31	1.26	1.18	1.35	1.25	1.44	1.35	1.49	
	หุ่นยนต์เชื่อมเริ่มทำงาน (Robot Start)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	
	ตรวจสอบยืนยันการประกอบ	7.68	7.87	7.81	7.61	8.00	8.07	8.02	7.52	7.65	7.77	7.80	8.58	
	แต้มสียืนยันการประกอบ	7.55	7.81	7.68	7.79	8.34	7.84	8.16	7.53	7.74	7.80	7.82	8.61	
	ยกเลิกแคล๊มล๊อคอุปกรณ์จับยึด (Un Clamp Lock Jig)	4.32	4.40	4.38	4.46	4.56	4.60	4.21	4.45	4.19	4.04	4.36	4.80	
	ส่งงานไปยังกระบวนการต่อไป	2.01	2.25	2.15	2.02	2.25	1.92	2.07	2.01	2.06	2.09	2.08	2.29	
	ยกโครงเบาะออกจากหุ่นยนต์เชื่อม	5.69	5.98	5.84	5.96	5.93	5.58	5.86	5.84	6.16	5.73	5.86	6.44	
	รวมเวลา	**60.07**	**60.86**	**61.25**	**62.15**	**60.84**	**59.49**	**59.44**	**60.75**	**61.21**	**61.25**	**60.73**	**63.80**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 2

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
2	**เชื่อมเฟรมคอมฟร้อนคูชั่นด้านซ้าย**													
	เซ็ทไซค์เฟรมในและนอกด้านซ้าย	5.27	5.72	5.95	5.77	5.72	5.76	5.89	5.27	5.85	5.32	5.65	6.22	
	เซ็ทคอนเน็คติ้งเฟรมเอและคอนเน็คติ้งเฟรมบี	17.13	17.61	17.17	16.37	17.07	17.85	17.20	17.60	17.60	17.39	17.30	19.03	
	แคล๊มล๊อคจิ๊ก	1.33	1.36	1.20	1.32	1.19	1.62	1.67	1.57	1.48	1.41	1.42	1.56	
	หุ่นยนต์เชื่อมเริ่มทำงาน	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	
	ยืนยันการเชื่อม	5.84	5.49	5.40	5.23	5.44	5.90	5.62	5.26	5.40	5.24	5.48	6.03	
	อาร์ทไลน์	4.61	4.66	5.01	5.41	4.64	4.61	4.79	4.88	4.40	4.63	4.76	5.24	
	ยกเลิกแคล๊มล๊อคจิ๊ก	4.52	4.22	4.81	4.51	4.35	4.14	4.75	5.04	4.20	4.68	4.52	4.97	
	ส่งงานไปยังต่อไป	2.35	2.39	2.45	2.82	2.29	2.09	2.33	2.64	2.08	2.61	2.40	2.65	
	ยกเฟรมออกจากโรบอท	5.81	5.88	5.26	5.95	5.57	5.57	5.38	5.80	5.57	5.42	5.62	6.18	
	รวมเวลา	**76.86**	**77.33**	**77.25**	**77.38**	**76.27**	**77.54**	**77.63**	**78.05**	**76.58**	**76.69**	**59.99**	**62.99**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 3

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
3	**เชื่อมสปอทแพนเฟรมกับฟร้อนคูชั่นคอมด้านขวา-ซ้าย**													
	เซ็ทเฟรมฟร้อนคูชั่นกับจิ๊ก	3.35	3.26	3.87	3.29	3.32	3.41	3.31	3.40	3.42	3.27	3.39	3.73	
	เซ็ทแพนเฟรมกับจิ๊ก & แคล๊มล๊อคจิ๊ก	3.49	3.32	3.60	3.23	3.57	3.61	3.32	3.43	3.68	3.48	3.47	3.82	
	โรบอทเริ่มทำงาน	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	
	ยกเฟรมฟร้อนคูชั่นออกจากจิ๊ก	2.45	2.21	2.40	2.24	2.34	2.50	2.36	2.31	2.42	2.29	2.35	2.59	
	ตรวจสอบยืนยันแนวเชื่อมสปอท 9 จุด	3.36	3.31	3.45	3.31	3.55	3.44	3.36	3.26	3.41	3.21	3.37	3.70	
	ส่งงานไปยังต่อไป	1.46	1.67	1.57	1.67	1.45	1.44	1.42	1.45	1.42	1.46	1.50	1.65	
	รวมเวลา	**38.11**	**37.77**	**38.89**	**37.74**	**38.23**	**38.40**	**37.77**	**37.85**	**38.36**	**37.70**	**38.08**	**78.98**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 4

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	**กระบวนการ**	**จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)**										**เวลาเฉลี่ย (วินาที)**	**เวลาเผื่อ 10%**	**พนักงาน (คน)**
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
4	**ประกอบสไลค์ด้านขวา-ซ้าย (ขันแน่น)**													
	หยิบสไลค์ด้านขวา-ซ้าย	5.84	5.69	5.83	5.71	5.97	5.62	5.71	6.13	5.69	5.70	5.79	6.37	
	แคล๊มล๊อคสไลค์	3.84	3.92	3.81	3.62	3.89	3.97	3.71	3.81	4.18	3.82	3.86	4.24	
	หยิบเฟรมฟร้อนคูชั่น	5.84	5.92	5.81	5.86	5.97	5.88	5.90	5.77	5.78	5.92	5.86	6.45	
	ขันแน่นโบล 6 จุด ด้านขวา-ซ้าย	13.35	13.44	13.24	13.52	13.37	13.37	13.39	13.24	13.22	13.26	13.34	14.67	
	ตรวจสอบส่วนประกอบโบล	6.54	6.35	6.58	6.68	6.37	6.46	6.33	6.47	6.55	6.56	6.49	7.14	
	รวมเวลา	**35.41**	**35.32**	**35.27**	**35.38**	**35.57**	**35.29**	**35.04**	**35.42**	**35.43**	**35.26**	**70.68**	**77.75**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 5

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	**กระบวนการ**	**จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)**										**เวลาเฉลี่ย (วินาที)**	**เวลาเผื่อ 10%**	**พนักงาน (คน)**
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
5	**ประกอบสไลค์ด้านขวา-ซ้าย (ขันหลวม) & ประกอบ**													
	ขันหลวมโบลท์ 3 จุด ด้านใน	6.17	6.07	6.03	6.04	6.05	6.02	6.01	6.14	6.10	6.09	6.07	6.68	
	ขันหลวมโบลท์ 3 จุด ด้านนอก	5.70	6.06	5.94	6.08	5.97	5.89	5.72	5.74	5.97	5.59	5.87	6.45	
	ส่งงานไปยังกระบวนการต่อไป	3.10	3.64	3.25	3.14	3.30	3.36	3.21	3.50	3.40	3.42	3.33	3.67	
	เซ็ทเฟรมกับจิ๊ก	2.36	2.54	2.61	2.51	2.31	2.22	2.29	2.35	2.34	2.51	2.40	2.64	
	แคล๊มล๊อคจิ๊ก	2.18	2.22	2.45	2.25	2.31	2.31	2.26	2.25	2.30	2.29	2.28	2.51	
	เซ็ทเลเวอร์คอม	2.19	2.17	2.13	2.06	1.90	2.15	1.96	2.08	1.98	1.96	2.06	2.26	
	ประกอบเลเวอร์คอม	2.68	2.47	2.68	2.59	2.39	2.55	2.62	2.57	2.69	2.54	2.58	2.84	
	อาร์ทไลน์	2.54	2.91	3.10	3.04	2.83	2.96	2.67	2.81	2.72	2.74	2.83	3.11	
	ยกเลิกแคล๊มล๊อคจิ๊ก	4.52	4.82	4.35	4.38	4.49	4.46	4.69	4.28	4.68	4.67	4.53	4.99	
	ส่งงานไปยังต่อไป	3.12	3.24	3.25	3.12	3.15	3.31	3.12	3.26	3.10	3.25	3.19	3.51	
	รวมเวลา	**34.56**	**36.14**	**35.79**	**35.21**	**34.71**	**35.26**	**34.54**	**34.98**	**35.29**	**35.05**	**70.31**	**77.34**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 6

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
6	**เชื่อมฟร้อนแบ็คด้าน ขวา-ซ้าย**													
	หยิบเมนเฟรมฟร้อนแบ็คมาเซ็ทกับจิ๊ก	5.39	5.49	5.64	5.44	5.62	5.63	5.40	5.57	5.85	5.50	5.55	6.11	
	หยิบไซค์เฟรมด้านนอกมาเซ็ทกับจิ๊ก	7.11	7.17	7.13	7.09	7.13	7.50	7.24	7.03	7.13	7.06	7.16	7.88	
	หยิบเมนเฟรมมาเซ็ทกับจิ๊ก	5.61	5.65	5.49	6.27	5.80	5.10	6.14	5.33	5.88	5.32	5.66	6.22	
	แคล๊มล๊อคจิ๊ก	3.22	3.28	3.23	3.25	3.41	3.34	3.07	3.40	3.34	3.32	3.29	3.61	
	หยิบครอทเฟรมเอมาเซ็ทกับจิ๊ก	4.79	4.75	5.04	4.60	4.53	4.53	4.80	4.90	4.88	4.80	4.76	5.24	
	โรบอทเริ่มทำงาน	1.45	1.59	1.51	1.52	1.32	1.69	1.47	1.60	1.56	1.64	1.53	1.69	
	แคล๊มล๊อคจิ๊ก	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00	
	ยกเฟรมออกจากจิ๊ก	4.22	4.21	4.52	4.42	4.18	4.53	4.20	4.51	4.50	4.44	4.37	4.81	
	รวมเวลา	**69.79**	**70.14**	**70.56**	**70.58**	**70.01**	**70.31**	**70.31**	**70.34**	**71.14**	**70.08**	**64.65**	**71.12**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 7

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	**กระบวนการ**	**จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)**										**เวลาเฉลี่ย (วินาที)**	**เวลาผ่อน 10%**	**พนักงาน (คน)**
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
7	**ตรวจสอบเฟรมฟร้อนแบ็คด้าน ขวา-ซ้าย**													
	ยกเฟรมออกจากแร็ค	4.61	4.87	4.61	4.85	4.73	4.89	4.90	4.31	4.87	4.78	4.74	5.22	
	ตรวจสอบยืนยัน	6.78	6.80	6.80	6.63	6.90	6.69	6.76	7.02	6.76	6.89	6.80	7.48	
	ตรวจสอบระยะชิ้นงานประกบ	5.23	5.58	5.03	5.28	5.33	5.31	5.26	5.29	5.23	5.23	5.28	5.81	
	อาร์ทไลน์	4.38	4.74	4.59	4.44	4.54	4.38	4.21	4.53	4.36	4.75	4.49	4.94	
	ยกเลิกแคล๊มล๊อคจิ๊ก	4.98	4.87	5.01	5.52	5.82	5.23	5.19	4.92	5.19	5.13	5.19	5.70	
	แขวนป้ายคัมบัง	3.91	4.01	3.92	4.03	3.92	3.93	4.05	4.01	4.02	4.03	3.98	4.38	
	อาร์ทไลน์	3.52	3.42	3.68	3.51	3.30	3.43	3.50	3.63	3.28	3.37	3.46	3.81	
	ส่งงานไปยังต่อไป	1.46	1.95	1.77	1.98	1.64	1.60	2.14	1.34	2.15	1.35	1.74	1.91	
	รวมเวลา	**34.87**	**36.24**	**35.41**	**36.24**	**36.18**	**35.45**	**36.02**	**35.05**	**35.84**	**35.53**	**71.37**	**78.50**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 8

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
8	**เชื่อมครอทเฟรมบีด้าน ขวา-ซ้าย**													
	เซ็ทเฟรมฟร้อนแบ็คกับจิ๊ก	3.88	3.79	3.74	3.89	3.85	3.81	3.81	3.89	4.02	4.07	3.87	4.26	
	เซ็ทครอทเฟรมบีกับฟร้อนแบ็ค	3.31	3.52	3.41	3.22	3.40	3.50	3.73	3.62	3.21	3.35	3.43	3.77	
	แคล้มล๊อคจิ๊ก	3.69	3.54	3.76	3.83	3.75	3.64	3.63	3.80	3.85	3.68	3.72	4.09	
	เชื่อมครอทเฟรมบี	15.44	14.29	14.67	15.34	15.46	15.90	15.40	13.70	15.85	15.04	15.11	16.62	
	ยกเลิกแคล้มล๊อคจิ๊ก	2.93	2.88	2.62	2.74	2.71	2.84	2.70	2.89	2.58	2.68	2.76	3.03	
	อาร์ทไลน์	2.45	2.39	2.29	2.30	2.26	2.13	2.29	2.24	2.37	2.29	2.30	2.53	
	ส่งงานไปยังต่อไป	4.01	3.92	4.08	3.80	3.70	3.86	3.89	3.85	3.87	3.81	3.88	4.27	
	รวมเวลา	**35.70**	**34.33**	**34.57**	**35.13**	**35.13**	**35.67**	**35.46**	**34.00**	**35.76**	**34.91**	**70.13**	**77.15**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 9

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
9	**ประกอบเฟรมฟร้อนแบ็คกับเฟรมฟร้อนคูชั่น**													
	เซ็ทเฟรมฟร้อนคูชั่นกับจิ๊ก	3.54	3.49	3.51	3.49	3.86	3.43	3.66	3.46	3.41	3.44	3.53	3.88	
	เซ็ทเฟรมฟร้อนแบ็คกับจิ๊ก	3.50	3.42	3.75	3.53	3.75	3.73	3.50	3.60	3.66	3.64	3.61	3.97	
	เซ้ทไนล่อนบูทกับไซค์เฟรม	3.92	4.10	3.97	3.98	4.11	4.16	4.22	3.94	4.24	4.20	4.08	4.49	
	ขันหลวมโบลท์	13.02	13.89	13.74	13.01	13.80	13.36	13.66	12.72	14.63	13.76	13.56	14.91	
	แคล้มล๊อคจิ๊ก	1.50	1.20	1.35	1.34	1.32	1.43	1.50	1.28	1.30	1.20	1.34	1.48	
	ขันแน่นโบลและนัท	5.54	5.41	5.44	5.64	5.48	5.41	5.30	5.32	5.41	5.73	5.47	6.01	
	ยกเลิกแคล้มล๊อคจิ๊ก	2.87	2.73	2.84	2.84	2.75	2.87	2.86	2.77	2.71	2.81	2.81	3.09	
	ส่งงานไปยังต่อไป	1.62	1.55	1.45	1.06	1.49	1.14	1.10	1.42	1.67	1.75	1.42	1.57	
	รวมเวลา	**35.51**	**35.79**	**36.05**	**34.90**	**36.57**	**35.51**	**35.80**	**34.51**	**37.03**	**36.52**	**64.58**	**78.80**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 10

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX)

ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน

สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
10	**ประกอบสไปรอลสปริงด้าน ขวา-ซ้าย**													
	เลื่อนเฟรมมาทำการปรับฟร้อนแบ็ค	2.04	1.93	2.14	1.95	2.28	1.95	2.22	2.34	1.92	2.25	2.10	2.31	
	เซ็ทสไปรอลสปริงกับเฟรม	3.46	3.48	3.25	3.52	3.54	3.57	3.39	3.36	3.43	3.43	3.44	3.79	
	ประกอบสไปรอลสปริงด้านนอก	4.84	4.84	4.70	4.50	4.61	4.81	4.63	4.59	4.78	4.59	4.69	5.16	
	ตรวจสอบการประกอบนัท	7.65	7.52	7.71	7.60	7.79	7.58	7.73	7.74	7.71	7.48	7.65	8.42	
	ตรวจสอบการประกอบโบลท์	6.86	6.84	6.86	6.88	6.93	6.83	6.96	6.81	6.86	6.82	6.87	7.55	
	อาร์ทไลน์	6.98	7.21	7.10	7.30	7.20	7.57	7.08	7.24	6.82	7.07	7.16	7.87	
	ส่งงานไปยังต่อไป	2.46	2.31	2.45	2.59	2.33	2.55	2.45	2.32	2.39	2.55	2.44	2.68	
	รวมเวลา	**34.29**	**34.13**	**34.21**	**28.86**	**28.85**	**29.34**	**28.86**	**28.70**	**28.55**	**28.52**	**68.69**	**75.56**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 11

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
11	**ประกอบซิกแซ็กสปริง**													
	เตรียมเฟรมมาประกอบ	3.53	3.39	3.42	3.43	3.58	3.47	3.52	3.41	3.37	3.29	3.44	3.79	
	เซ็ทซิกแซ็กสปริงกับเฟรม	8.52	8.69	8.32	8.73	8.58	8.64	8.72	8.46	8.62	8.66	8.59	9.45	
	ใช้เครื่องมือบีบรีไทเนอร์ 4 จุด	8.73	8.57	8.72	8.54	8.81	8.45	8.71	8.50	8.64	8.68	8.63	9.50	
	ตรวจสอบการประกอบด้านนอก	4.65	4.52	4.71	4.89	4.59	4.55	4.56	4.56	4.46	4.59	4.61	5.07	
	ตรวจสอบการประกอบด้านใน	4.12	4.08	4.01	3.92	4.15	4.10	4.09	4.02	4.07	4.01	4.06	4.46	
	อาร์ทไลน์	5.45	5.87	5.48	5.41	5.36	5.33	5.53	5.35	5.19	5.24	5.42	5.96	
	ส่งงานไปยังต่อไป	1.43	1.39	1.32	1.41	1.31	1.36	1.66	1.48	1.40	1.43	1.42	1.56	
	รวมเวลา	**36.43**	**36.51**	**35.98**	**36.33**	**36.38**	**35.90**	**36.79**	**35.78**	**35.75**	**35.88**	**72.35**	**79.58**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 12

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	**กระบวนการ**	**จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)**										**เวลาเฉลี่ย (วินาที)**	**เวลาเผื่อ 10%**	**พนักงาน (คน)**
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
12	**ตรวจสอบเฟรมด้านขวา**													
	เลื่อนเฟรมมาทำการติดลาเบล	11.24	11.21	11.20	11.41	11.25	11.31	11.33	11.25	11.29	11.28	11.28	12.40	
	เซ็ทเฟรมกับจิ๊ก	5.44	5.23	5.17	5.31	5.43	5.30	5.27	5.39	5.25	5.04	5.28	5.81	
	ปรับคูชั่นและตรวจสอบฟร้อนแบ็ค	3.28	3.14	3.62	3.59	3.32	3.17	3.17	3.38	3.26	3.57	3.35	3.68	
	สวมแพ็ดฟร้อนแบ็คและแพ็ดฟร้อนคูชั่นเข้ากับเฟรม	7.24	7.57	7.02	7.21	7.17	7.42	7.26	7.25	7.44	7.25	7.28	8.01	
	ตรวจสอบการเคลื่อนของฟร้อนแบ็ค	3.45	3.22	3.64	3.48	3.40	3.34	3.58	3.41	3.58	3.60	3.47	3.82	
	ตรวจสอบการเคลื่อนของสไลค์เลเวอร์คอม	12.72	12.47	12.25	12.07	12.67	12.53	12.04	12.77	12.69	12.59	12.48	13.73	
	ถอดแพ็ดฟร้อนแบ็คและแพ็ดฟร้อนคูชั่นออก	5.74	5.75	5.44	5.65	5.60	5.68	5.43	5.79	5.70	5.62	5.64	6.20	
	ยืนยันการประกอบและอาร์ทไลน์	7.54	7.53	7.51	7.67	7.84	7.32	7.20	7.35	7.70	7.63	7.53	8.28	
	ส่งงานไปยังต่อไป	3.91	4.02	3.87	4.04	4.00	3.63	4.17	4.14	4.12	4.11	4.00	4.20	
	รวมเวลา	**60.56**	**60.14**	**59.72**	**60.42**	**60.69**	**59.70**	**59.44**	**60.73**	**61.02**	**60.68**	**60.31**	**66.14**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 13

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX)

ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน

สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
13	**ตรวจสอบเฟรมด้านซ้าย**													
	เลื่อนเฟรมมาทำการติดลาเบล	11.10	11.80	11.44	11.67	11.18	11.27	11.65	11.32	11.47	11.65	11.45	12.60	
	เซ็ทเฟรมกับจิ๊ก	5.77	5.40	5.27	5.48	5.56	5.53	5.49	5.42	5.35	5.49	5.48	6.02	
	ปรับคูชั่นและตรวจสอบฟร้อนแบ็ค	3.53	3.54	3.24	3.38	3.36	3.44	3.60	3.24	3.26	3.42	3.40	3.74	
	สวมแพ็คฟร้อนแบ็คและแพ็คฟร้อนคูชั่นเข้ากับเฟรม	7.90	7.74	7.69	7.58	7.51	7.47	7.79	7.80	7.66	7.68	7.68	8.45	
	ตรวจสอบการเคลื่อนของฟร้อนแบ็ค	3.54	3.74	3.76	3.45	4.18	3.62	3.99	3.51	3.26	3.78	3.68	4.05	
	ตรวจสอบการเคลื่อนของสไลค์เลเวอร์คอม	12.45	12.98	12.21	12.86	12.13	12.71	12.82	12.22	12.37	12.79	12.55	13.81	
	ถอดแพ็คฟร้อนแบ็คและแพ็คฟร้อนคูชั่นออก	6.17	6.04	6.05	6.10	6.29	6.08	6.05	6.03	6.20	6.21	6.12	6.74	
	ยืนยันการประกอบและอาร์ทไลน์	7.53	7.14	7.30	7.10	7.47	7.23	7.09	6.87	7.57	7.93	7.32	8.06	
	ส่งงานไปยังต่อไป	4.40	4.26	3.89	4.67	4.05	4.04	4.77	3.95	3.65	4.07	4.18	4.59	
	รวมเวลา	**62.39**	**62.64**	**60.85**	**62.29**	**61.72**	**61.40**	**63.26**	**60.35**	**60.79**	**63.02**	**61.87**	**68.06**	**1**

ตารางที่ ก.2 รอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาของกระบวนการที่ 14

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลา และมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์ N = 10 (วินาที)										เวลาเฉลี่ย (วินาที)	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
14	**ยกเฟรมขึ้นแร็คด้าน ขวา-ซ้าย**													
	เลื่อนเฟรมมาตำแหน่งงาน	2.19	2.08	2.11	2.19	1.98	2.28	2.08	2.06	2.10	2.20	2.13	2.34	
	ตรวจสอบเฟรม	8.45	8.18	8.55	8.50	8.59	8.50	8.31	8.37	8.24	8.21	8.39	9.23	
	ถอดป้ายคัมบังออก	8.04	8.49	8.29	8.28	8.16	8.23	8.34	8.32	8.23	8.32	8.27	9.10	
	ยกเฟรมขึ้นแร็ค	10.22	10.75	10.01	10.33	10.24	10.17	10.26	10.52	10.51	10.32	10.33	11.37	
	เปลี่ยนแร็ค 1 ครั้งต่อเฟรม 6 ชิ้น	2.02	1.95	2.01	2.02	1.90	1.90	1.98	2.10	1.96	2.01	1.99	2.18	
	เลื่อนเฟรมมาตำแหน่งงาน	2.27	2.43	2.68	2.33	2.42	2.16	2.50	2.56	2.49	2.48	2.43	2.67	
	ตรวจสอบเฟรม	8.45	8.45	8.69	8.87	8.71	8.44	8.46	8.60	8.76	8.58	8.60	9.46	
	ถอดป้ายคัมบังออก	8.13	7.85	8.18	8.16	8.19	7.62	8.30	7.99	7.93	8.14	8.05	8.85	
	ยกเฟรมขึ้นแร็ค	10.88	11.53	10.78	10.87	11.02	10.70	10.88	10.95	11.40	11.64	11.06	12.17	
	เปลี่ยนแร็ค 1 ครั้งต่อเฟรม 6 ชิ้น	2.13	2.25	2.32	1.98	1.80	2.33	2.47	2.09	2.45	2.46	2.23	2.45	
	รวมเวลา	**29.73**	**30.26**	**30.33**	**30.22**	**30.34**	**28.93**	**30.14**	**30.09**	**30.58**	**30.84**	**30.15**	**69.83**	**1**

ตารางที่ ก.3 การไหลของขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างภายในเบาะรถยนต์ (กระบวนการที่ 1)

แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง-ประเภท : LINE WELDING FRAME											
FLOW PROCESS CHART											
CHART				S U M M A R Y							
Subject charted :WELDING FR BACK			ACTIVITY	PRESENT					PROPOSED	SAVING	
ACTIVITY :SET JIG,WELDING,ตรวจสอบ CF,TRANSFER			OPERRATION ○ TRANSSPORT ⇨ DELAY D INSPECTION □ STORAGE ▽								
METHOD:			DISTRANCE (m)								
LOCATION :			TIME (man-min)								
OPERRATIVE (S): CLOCK Nos.			COST FR SEAT ASSY								
CHARTED BY: APPROVED BY: DATE:			TOTAL								
DESCRIPTION	QTY	DIST-ANCE(m)	TIME (sec)	SYBBOL ○	⇨	D	□	▽	REMARKS		
ST.# 2 WELDING FR BACK											
หยิบ FR BACK จาก RACK มา SET ที่ JIG	1	3	11.89								
หยิบ SIDE FRAME & SIDE BRKT จาก RACK	1	5	14.95								
กด START ROBOT	1	0	1.02								
ROBOT START	1	0	0.00								
ตรวจสอบ CF	1	0	16.31								
ตรวจสอบแนวเชื่อม	1	3	14.95								
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	1	0	0.00								

ตารางที่ ก.3 การไหลของขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างภายในเบาะรถยนต์ (กระบวนการที่ 2)

แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง-ประเภท : LINE WELDING FRAME											
FLOW PROCESS CHART											
CHART				S U M M A R Y							
Subject charted :WELDING CUSH FRAME COMP R/L				ACTIVITY		PRESENT				PROPOSED	SAVING
				OPERRATION ○							
ACTIVITY : SETTING,WELDING,CHECK.,TRANSFER				TRANSSPORT ⇨							
				DELAY D							
				INSPECTION □							
				STORAGE ▽							
METHOD:				DISTRANCE (m)							
LOCATION :				TIME (man-min)							
OPERRATIVE (S): CLOCK Nos.				COST							
				FR SEAT							
CHARTED BY:				ASSY							
APPROVED BY: DATE:				TOTAL							
DESCRIPTION	QTY	DIST-ANCE(m)	TIME (sec)	SYBBOL ○	⇨	D	□	▽	REMARKS		
ST # 1 WELDING CUSH FRAME COMP R/L											
SETTING SIDE FRAME INN R	1	2	9.52								
SETTING RR MEMBER PIPE & SIDE OUT R F/C	1	6	9.18								
SETTING CONNECTING A,B	1	2	7.48								
CLAMP LOCK JIG AUTO	1	3	6.12								
ROBOT START	1	0	0.00								
CHECK C/F	1	3	8.50								
ART LINE	1	0	15.63								
UNCLAMP JIG C/F	1	0	8.16								
TRANSFER NEXT STATION	1	5	5.44								
ยก FRAME ออกจาก ROBOT	1	3	4.08								
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	1	0	0.00								

ตารางที่ ก.3 การไหลของขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างภายในเบาะรถยนต์ (กระบวนการที่ 3)

แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง-ประเภท : LINE WELDING FRAME												
FLOW PROCESS CHART												
CHART				SUMMARY								
Subject charted :SPOT PAN FRAME TO F/C COMP R/L				ACTIVITY		PRESENT					PROPOSED	SAVING
ACTIVITY : SETTING,WELDING,ตรวจสอบ,TRANSFER				OPERRATION TRANSSPORT DELAY INSPECTION STORAGE								
METHOD:				DISTRANCE (m)								
LOCATION :				TIME (man-min)								
OPERRATIVE (S): CLOCK Nos.				COST FR SEAT ASSY								
CHARTED BY:				TOTAL								
APPROVED BY: DATE:												
DESCRIPTION	QTY	DIST-ANCE(m)	TIME (sec)	SYBBOL					REMARKS			
ST # 3 SPOT PAN FRAME TO F/C COMP R/L												
เซ็ท FRAME F/C ที่ JIG	1	0	8.84									
เซ็ท PAN Frameที่ JIG	1	0	8.16									
CLAMP LOCK AUTO	1	2	3.06									
ROBOT START	1	0	0.00									
แขวน KANBAN	1	2	3.40									
ยก FRAME ออกจาก JIG TO CONVEYOR	1	3	3.06									
ตรวจสอบยืนยัน SPOT WELDING 9 point	1	0	11.55									
ASSY SPRING INN	1	0	6.46									
ASSY SPRING OUT	1	0	6.80									
ผลัก REC ไปด้านหน้าสุด	1	0	1.70									
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	1	0	0.00									

ตารางที่ ก.3 การไหลของขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างภายในเบาะรถยนต์ (กระบวนการที่ 4)

แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง-ประเภท : LINE WELDING FRAME												
FLOW PROCESS CHART												
CHART				SUMMARY								
Subject charted :ASSY SLIDE INN/OUT R/L				ACTIVITY		PRESENT			PROPOSED	SAVING		
ACTIVITY :SETTING,TORQUE,INSPECTION,TRANSFER				OPERRATION								
				TRANSSPORT								
				DELAY								
				INSPECTION								
				STORAGE								
METHOD:				DISTRANCE (m)								
LOCATION :				TIME (man-min)								
OPERRATIVE (S): CLOCK Nos.				COST								
				FR SEAT								
CHARTED BY:				ASSY								
APPROVED BY: DATE:				TOTAL								
DESCRIPTION	QTY	DIST-ANCE(m)	TIME (sec)	SYBBOL					REMARKS			
ST.# 4 ASSY SLIDE INN/OUT R/L												
หยิบ SLIDE INN /OUT	1	0	7.48									
SET SLIDE INN เข้ากับ JIG	1	0	4.08									
SET SLIDE OUT เข้ากับ JIG	1	0	4.08									
เดิน 2 ก้าวหยิบ FRAME ที่ CONVEYOR	1	2	7.82									
หมุน FRAME 90 องศา	1	0	1.70									
ขันแน่น BOLT 2 POINT INN	1	0	14.50									
CHECK TORQUE	1	0	3.40									
ชี้ค MARK ส่วนที่ขัน	1	0	3.40									
หมุน FRAME 180 องศา	1	0	1.70									
ขันแน่น BOLT 2 POINT OUT	1	0	14.50									
CHECK TORQUE	1	0	3.40									
เช็ค MARK ส่วนที่ขัน	1	0	3.40									
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	1	0	0.00									

แผนภูมิแสดงการไหลของขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างภายในเบาะ (ต่อ)

ตารางที่ ก.3 การไหลของขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างภายในเบาะรถยนต์ (กระบวนการที่ 5)

แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง-ประเภท : LINE WELDING FRAME												
FLOW PROCESS CHART												
CHART				S	U	M	M	A	R	Y		
Subject charted :ASSY FRAME FR BACK TO FR CU R/L				ACTIVITY	PRESENT				PROPOSED	SAVING		
ACTIVITY :SETTING,TORQUE,INSPECTION,TRANSFER				OPERRATION TRANSSPORT DELAY INSPECTION STORAGE								
METHOD:				DISTRANCE (m)								
LOCATION :				TIME (man-min)								
OPERRATIVE (S): CLOCK Nos.				COST FR SEAT ASSY								
CHARTED BY:				TOTAL								
APPROVED BY: DATE:												
DESCRIPTION	QTY	DIST-ANCE(m)	TIME (sec)	SYBBOL					REMARKS			
ST.# 5 ASSY FRAME FR BACK TO FR CU R/L												
SET FRAME TO JIG	1	2	5.44									
หมุน FRAME 180 องศา	1	0	1.70									
ASSY WASHER INN	1	0	1.70									
ASSY FRAME FR BACK	1	2	5.44									
หมุน FRAME 90 องศา	1	0	1.70									
ขันแน่น BOLT 2 POINT OUT	1	0	16.20									
CHECK TORQUE FRM F/B	1	0	3.40									
เช็ค MARK ส่วนที่ขัน FRM F/B	1	0	3.40									
ปรับระดับ REC หมุน FRAME 180 องศา	1	0	3.74									
ASSY WASHER OUT	1	0	1.02									
ขันแน่น NUT 1 POINT OUT	1	0	5.92									
CHECK TORQUE FRM F/B	1	0	2.38									
เช็ค MARK ส่วนที่ขัน FRM F/B	1	0	2.38									
ASSY S SPRING เข้าที่ SIDE FRAME INN/OUT F/B	1	0	8.84									
หมุนชิ้นงาน 180 องศา	1	0	1.70									
ASSY SPRING REC. A R	1	0	7.14									
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	1	0	0.00									

ตารางที่ ก.3 การไหลของขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างภายในเบาะรถยนต์ (กระบวนการที่ 6)

แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง-ประเภท : LINE WELDING FRAME

FLOW PROCESS CHART														
CHART							S	U	M	M	A	R	Y	
Subject charted :ASSY SPIRAL SPRING R & LEVER COMP					ACTIVITY		PRESENT					PROPOSED	SAVING	
ACTIVITY :ASSEMBLY,CHECK,TRANSFER					OPERRATION TRANSSPORT DELAY INSPECTION STORAGE									
METHOD:					DISTRANCE (m)									
LOCATION :					TIME (man-min)									
OPERRATIVE (S): CLOCK Nos.					COST FR SEAT ASSY									
CHARTED BY:														
APPROVED BY: DATE:					TOTAL									
DESCRIPTION	QTY	DIST-ANCE(m)	TIME (sec)	SYBBOL							REMARKS			
ST 6 ASSY SPIRAL SPRING R & LEVER COMP														
เตรียม FRAME มาที่ตำแหน่งประกอบ	1	0	5.44											
ประกอบ SPIRAL SPG	1	0	9.86											
การปรับ F/B	1	0	1.70											
ตรวจสอบยืนยันการประกอบ SPG. และ ART LINE	1	0	6.12											
ผลัก F/B ด้าน DR	1	0	1.70											
SET FRAME TO JIG	1	0	7.14											
หยิบ LEVER COMP SET TO SLIDE	1	1	4.76											
ประกอบ LEVER COMP ด้าน INN	1	0	7.14											
ประกอบ LEVER COMP ด้าน OUT	1	0	8.50											
CHECK LEVER COMP	1	0	5.78											
หมุน FRAME 90 องศา	1	0	1.70											
เซ็ท OUT • INN REC INN COVER ที่ FR FRAME	1	0	9.18											
หมุนชิ้นงาน 90 องศา	1	0	1.70											
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	1	0	0.00											

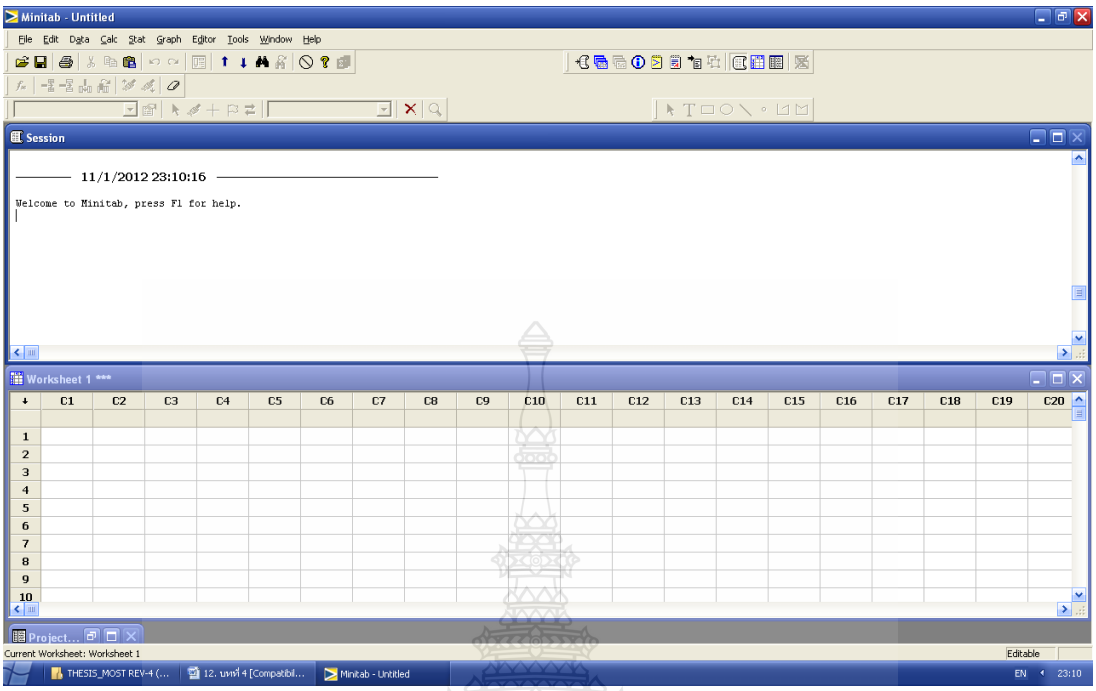
แผนภูมิแสดงการไหลของขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างภายในเบาะ (ต่อ)

ตารางที่ ก.3 การไหลของขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างภายในเบาะรถยนต์ (กระบวนการที่ 7)

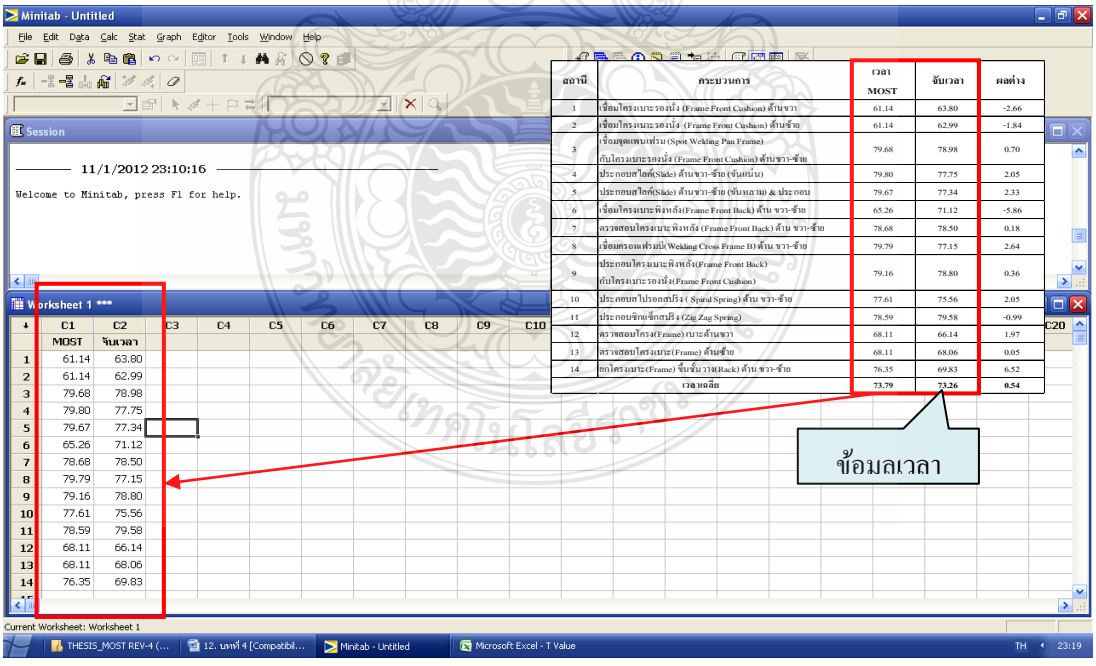
แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง-ประเภท : LINE WELDING FRAME											
FLOW PROCESS CHART											
CHART				S U M M A R Y							
Subject charted :QC LINE R/L				ACTIVITY		PRESENT				PROPOSED	SAVING
ACTIVITY :INSPECTION,RECCORD,TRANSFER				OPERRATION TRANSSPORT DELAY INSPECTION STORAGE							
METHOD:				DISTRANCE (m)							
LOCATION :				TIME (man-min)							
OPERRATIVE (S): CLOCK Nos.				COST FR SEAT ASSY							
CHARTED BY:				TOTAL							
APPROVED BY: DATE:											
DESCRIPTION	QTY	DIST-ANCE(m)	TIME (sec)	SYBBOL					REMARKS		
ST# 7 QC LINE R/L											
SET FRAME TO JIG	0	0	12.54								
INSPECTION FUNCTION	0	2	25.83								
ถอด PAD FR/B และ FR/CU	0	0	6.80								
ยืนยัน CHECK PART ประกอบ และ MARK	0	0	10.54								
บันทึกข้อมูลใน Check Sheet	0	0	4.76								
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	1	0	0.00								

ตารางที่ ก.3 การไหลของขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างภายในเบาะรถยนต์ (กระบวนการที่ 8)

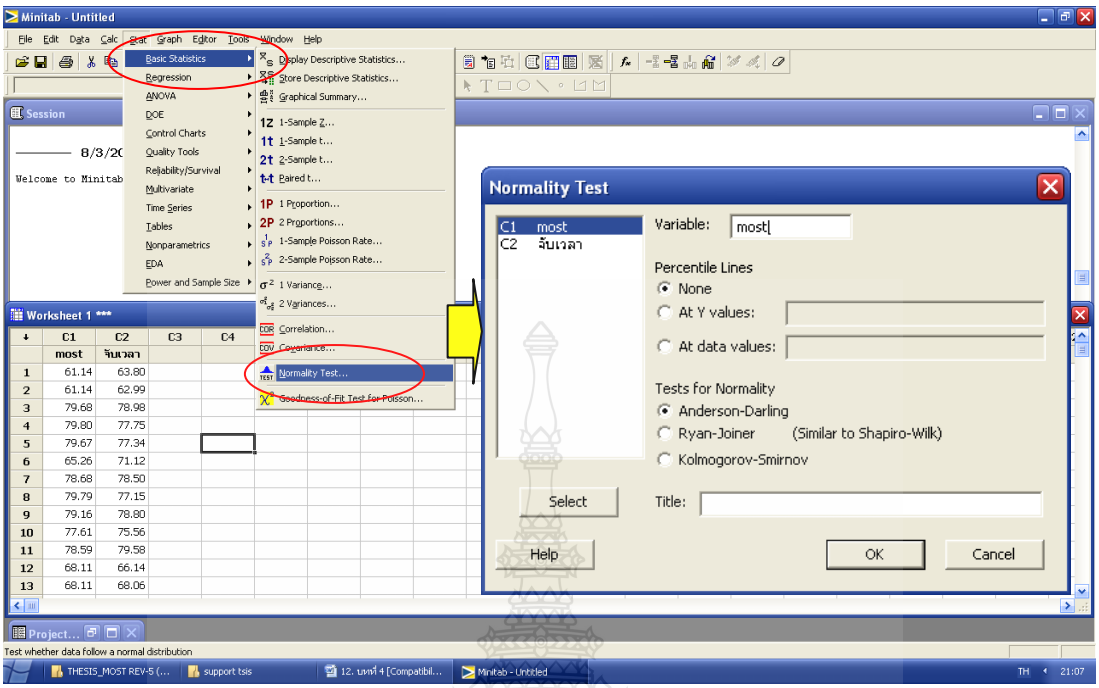
แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง-ประเภท : LINE WELDING FRAME												
FLOW PROCESS CHART												
CHART				S U M M A R Y								
Subject charted :LOADING R/L				ACTIVITY			PRESENT				PROPOSED	SAVING
ACTIVITY :LABEL,LOADING,TRANSFER				OPERRATION TRANSSPORT DELAY INSPECTION STORAGE								
METHOD:				DISTRANCE (m)								
LOCATION :				TIME (man-min)								
OPERRATIVE (S): CLOCK Nos.				COST FR SEAT ASSY								
CHARTED BY:												
APPROVED BY: DATE:				TOTAL								
DESCRIPTION	QTY	DIST-ANCE(m)	TIME (sec)	SYBBOL					REMARKS			
ST# 8 LOADING R/L												
ปรับ frame			2.04									
check frame			10.20									
ติด LABEL			8.16									
ถอด KANBAN			5.44									
LOADING			0.00									
Change Rack for 6 U/TIME			2.55									
เลื่อน frame ส่ง station ต่อไป	1	0	0.00									



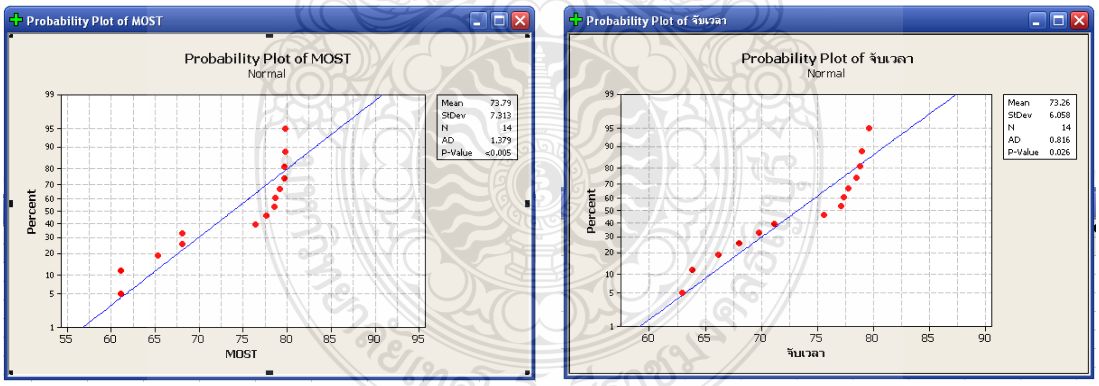
ภาพที่ ก.1 แสดงการเปิดโปรแกรม Minitab15 ขั้นตอนที่ 1



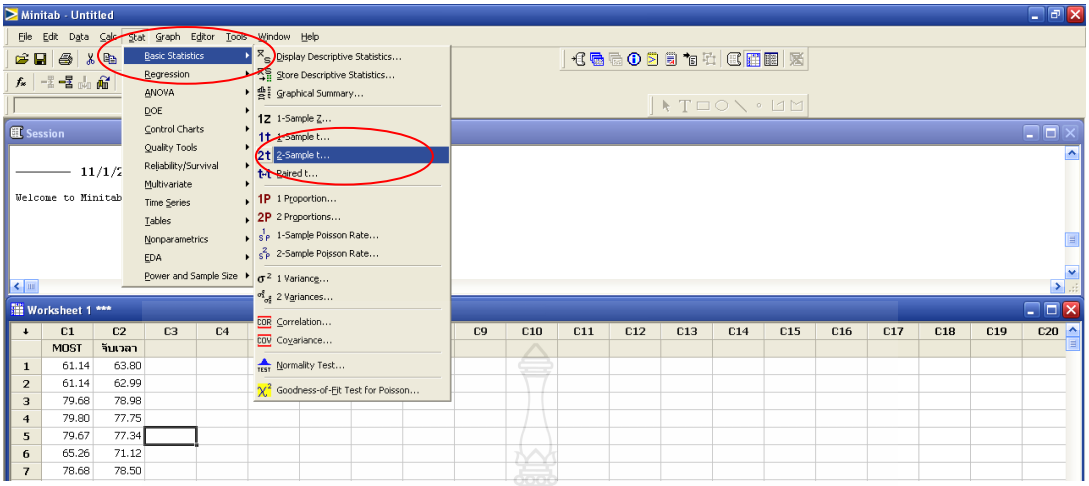
ภาพที่ ก.2 การป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม Minitab 15 ขั้นตอนที่ 2



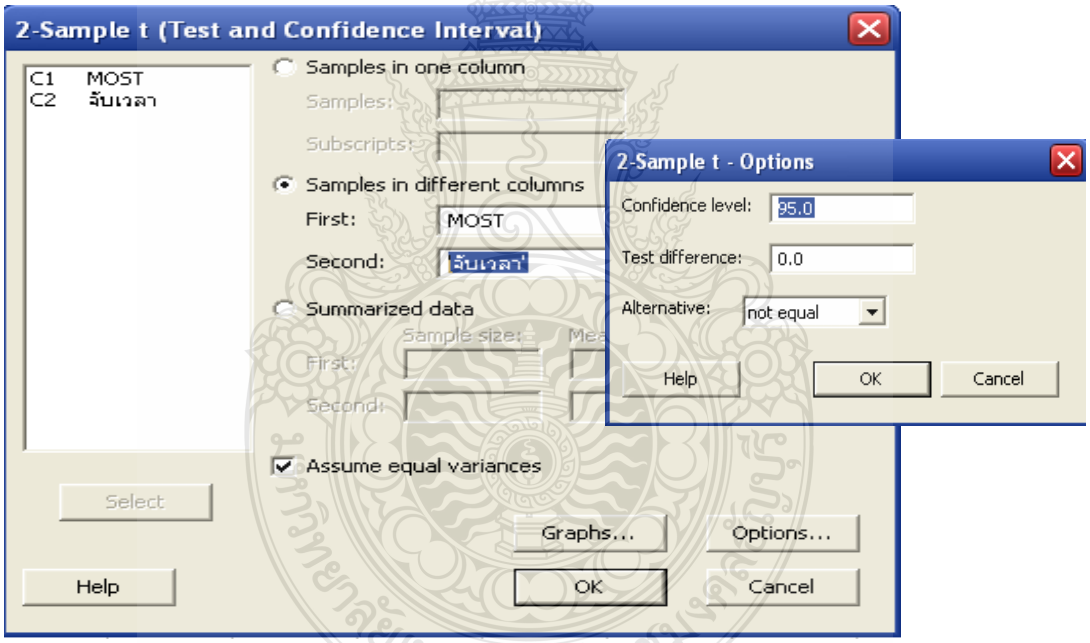
ภาพที่ ก.3 การวิเคราะห์การกระจายโดยโปรแกรม Minitab 15 ขั้นตอนที่ 3



ภาพที่ ก.4 การวิเคราะห์การกระจายโดยกราฟ Probability Plot ขั้นตอนที่ 4



ภาพที่ ก.5 การเตรียมโปรแกรมในส่วนของการวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ขั้นตอนที่ 5



ภาพที่ ก.6 การเตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์ (Filling the experimental data) ขั้นตอนที่ 6

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างเครื่องมือในการวิเคราะห์

ภาพที่ ข.1 นาฬิกาจับเวลา

ภาพที่ ข.2 ฆ้อน

ภาพที่ ข.3 คีม

ภาพที่ ข.4 Vernier

ภาพที่ ข.5 Filler Guage

ภาพที่ ข.6 คีมบีบ Retiner

ภาคผนวก ค

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

การประชุมวิชาการระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 3
The 3rd NPRU National Conference 2011
Nakhonpathom Rajabhat University | Nakhonpathom | Thailand
"75 ปี จากโรงเรียนสตรีฝึกหัดครูสู่มหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นที่ยั่งยืน"
วันพุธที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2554
อาคารโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม

ส า ร บั ญ(ต่อ)

71	ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 ของนักศึกษาวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น Factors associated with behavior to prevent novel Influenza 2009 of students at Sirindhorn College of Public Health Khon Kaen. นางศิริ วัฒนธีรางกูร, นายอมร วัฒนธีรางกูร, นางสาวประไพจิตร ชุมแวงวาปี	665
72	ผลของน้ำมันดอกลาเวนเดอร์ ต่อระบบประสาทอัตโนมัติ และอารมณ์ความรู้สึก (Preliminary Study) เกสิษกร วินัย สยอวรรณ, รศ. ดร. นิจศิริ เรืองรังษี, รศ.ดร.ฐาปนีย์ หงส์รัตนาวรกิจ	675
กลุ่มวิศวกรรมโทรคมนาคมและวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (SC05) รศ.ดร.ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์		**683 - 730**
73	การวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการผลิตสำหรับเบาะนั่งรถยนต์ โดยเทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด Production analysis and design of seat assembly process With Maynard Operation sequence Technique เขต สุดบ้านเลื่อ, ระพี กาญจนะ	684
74	การพัฒนาประสิทธิภาพแถบความถี่กว้างด้วยเชิร์พที่ไม่เป็นเชิงเส้น Development Efficiency of UWB System Using Non-Linear Chirp ธนัสถ์ นนทพุทธ, ขจรศักดิ์ พงศ์ธนา และ จิรภัทร ภูรวัฒโชติ	697
75	การออกแบบ และสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยระบบตรวจสอบจากกล้อง Design and Implementation of Automation System Based on Machine Vision นายวิโรจน์ บัวงาม	703
76	การพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำและเก็บข้อมูลด้วยฐานข้อมูลระยะไกล Development of a water-quality monitoring system and collecting data using a remote database หฤทัย ตื้นสกุล และวิโรจน์ บัวงาม	713
77	ต้นแบบระบบวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อลายแบบไร้สาย A Prototype of Wireless Surface Electromyography (sEMG) Monitoring System ธนากร เพิ่มพูนชัยศิลป์, สหภูมิ พรเอม, หฤทัย ตื้นสกุล และโยภาพรรณ สุวรรณสว่าง	721
กลุ่มชีววิทยา เกษตร และอาหาร (SC06) อ.ดร.พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี		**731 - 836**
78	ผลของการทำแห้งต่อคุณภาพผงสีจากพืชข้าว Effect of drying on the quality of colorant from gac fruit (Momordica cochinchinensis (Lour.) Spreng.) ประภาพรรณ เพียรชอบ, สุภาพร ดารารศรีศักดิ์ และเบญจมาศ เชียงหลิว	732
79	การสำรวจผู้ป่วยโรคอาหารเป็นพิษของเตโตรโดท็อกซินจากปลาปักเป้าทะเลในกรุงเทพมหานคร ชลบุรี ขอนแก่น และเชียงใหม่ A Survey of Tetrodotoxin Poisoning Associated with Puffer fish in Bangkok, Chonburi, Khonkaen and Chang Mai สุลีวรรณ นนท์โชติ, ปรีชา เปรมปรี, วรีพัลย์ อารีกุล, อัชชา จินดาประเสริฐ, อดิศร เสวตวิวัฒน์	741
80	การประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาด้วยตนเองในโรงงานโม่แป้งสาลี Implementation of Autonomous Maintenance in Wheat Grinding Plant ฐานันตร์ สุทธิกวี, ดร.ภัตติ เจิดรังษี และ รศ.ดร.สัณห์ชัย กลิ่นพิกุล	748

การวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการผลิตสำหรับเบาะนั่งรถยนต์ โดยเทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด

Production analysis and design of seat assembly process With Maynard Operation sequence Technique

เขต สุดบ้านเสื่อ[1] ,ระพี กาญจนะ[2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
E-mail: khet.th@gmail.com

[2]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
E-mail: Rapee_mutt@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาและวิจัยฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการวิเคราะห์และออกแบบกระบวนการผลิตเบาะนั่งรถยนต์เพื่อลดเวลาการหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ในการปฏิบัติงานสำหรับการออกแบบกระบวนการผลิตให้กับผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) เพื่อหาสายการผลิตที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นสำหรับการผลิต โดยการศึกษานี้จะเริ่มจากการออกแบบสายการผลิตโดย เทคนิค MOST (Maynard Operation Sequence Technique) เพื่อหาประสิทธิภาพของพนักงานและประสิทธิภาพของการสมดุลสายการผลิตหลังการออกแบบ จากนั้นก็นำกระบวนการที่ได้จากการออกแบบไปทำการผลิตจริงจนกระทั่งเกิดความชำนาญ แล้วทำการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลา แล้วหาค่าแตกต่างของเวลามาตรฐานที่ได้จากการออกแบบและเวลาที่ได้จากการจับเวลา พบว่ามีความแตกต่างกันเฉลี่ยที่ 0.54 วินาที จากข้อมูลความแตกต่างของเวลาในแต่ละองค์ประกอบย่อยของงาน จะทำการตรวจสอบค่าความแตกต่างของเวลา เพื่อควบคุมให้อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุม (Control Chart) จากข้อมูลการตรวจสอบความแตกต่างของเวลา พบว่ามีข้อมูลที่อยู่ในขอบเขตควบคุมของแผนภูมิของทุกองค์ประกอบ จึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้เทคนิค MOST (Maynard Operation Sequence Technique) มาช่วยในการออกแบบกระบวนการก่อนการผลิต และมีความใกล้เคียงกับเวลาที่ได้จากการจับเวลาในการผลิตจริง

คำสำคัญ : MOST (Maynard Operation Sequence Technique) = เทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด, ime Study = การศึกษาเวลา, Standard Time = เวลามาตรฐาน

Abstract

The study is aimed to study the analysis and design car seat manufacturing process in order to decrease period of finding out standard time for designing a proper and effective new model line. The first was designed process and standard time by MOST (maynard operation sequence technique) After that implement and start mass production and check production time by Time Study. The Comparison standard time between MOST (maynard operation sequence technique) and Time Study. Finding different time between and real time by catching catch founds that has average integral at 0.54 second-minute Examine the difference time in each process and be controlled acceptable reliability at 95% checking by control chart which can be conclude that MOST (maynard operation sequence technique) is helpful for designing pre-manufacturing process and has proximity rate with standard time of real working.

Keyword : (MOST) Maynard Operation Sequence Technique, Time Study, Standard Time

1.บทนำ

การออกแบบผังโรงงานและสายการผลิตเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญสำหรับกระบวนการผลิตเพราะเป็นการกำหนดลักษณะการจัดแบ่งหน่วยงาน สัดส่วนการทำงาน และทิศทางการไหลของวัตถุดิบ (Flow of Material) หากการออกแบบสายการผลิตไม่ดีก็เปรียบเสมือนโรคร้ายที่แอบแฝงอยู่ในกระบวนการผลิต ทำให้เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็น และการผลิตไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการออกแบบสายการผลิตที่ดีนอกจากจะช่วยให้การผลิตมีประสิทธิภาพสูงแล้ว ยังทำให้ต้นทุนต่ำอีกด้วย

เมื่อกล่าวถึงโรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษา จะมีลักษณะของสายการผลิตทั้งหมด 2 สายการผลิต ซึ่งทั้ง 2 สายการผลิตเป็นการจัดสายการผลิตตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ (Product Layout) โดยสายการผลิตที่ 1 จะผลิตงานทั้งหมด 2 รุ่น และสายการผลิตที่ 2 ทำการผลิต 4 รุ่น โดยในการวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาในสายการผลิตที่ 2 เนื่องจากรายละเอียดของการทำงานสามารถครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการทดลองในครั้งนี้ ซึ่งได้แก่ มีการทำงานที่หลากหลายทั้งการทำงานระหว่างพนักงานกับเครื่องจักร เครื่องมือ และทำงานร่วมกับอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Jigs) โดยรูปแบบการผลิตเป็นระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง เป็นระบบที่มีการไหลของวัตถุดิบอย่างต่อเนื่องตามสายการผลิต (Line Production) โดยชิ้นงานจะไหลไปตามสถานีต่างๆ ซึ่งมีหน้าที่ในการทำงานที่แตกต่างกันออกไปตามกระบวนการนั้นๆ ดังนั้นรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตจะมีความหลากหลายในข้อกำจัดด้านรายละเอียดของชิ้นงานมาก ซึ่งการจะออกแบบระบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพต้องอาศัยหลักการและแนวคิดการมองระบบการทำงานให้เข้าใจโดยละเอียดตั้งแต่การจำลองสายการผลิต ซึ่งจะต้องสามารถมองเห็นภาพของขั้นตอนการทำงานของระบบอย่างชัดเจน รวมทั้งปัญหาที่เกิดจากการระบบการผลิต การออกแบบสายการผลิตใหม่ซึ่งอาจจะพิจารณาไปถึงเรื่องของการลดต้นทุนของระบบการผลิตลงด้วย ยิ่งไปกว่านั้นการนำระบบการออกแบบการผลิตโดยการหาเวลามาตรฐานในการทำงานด้วย MOST (Maynard Operation Sequence Technique) มาประยุกต์ใช้ทำให้ระบบการผลิตที่มีความหลากหลายสามารถทำการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

ศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนในการทำงานของสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งทำการหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ และทำการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานวิจัยที่ทำการศึกษาเวลาโดยเทคนิค MOST (Maynard Operation Sequence Technique) และการจับเวลา เพื่อหาวิธีการทำงานที่รวดเร็วและใกล้เคียงกับการผลิตจริงมากที่สุด

2.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในต่างประเทศได้นำหลักของการการศึกษางาน (Work Study) ได้ถูกนำมาประยุกต์เข้ากับทฤษฎีต่างๆให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยในปี ค.ศ. 2002 (พ.ศ.2543) เจ.ลาริง (J.Laring) และ เอ็ม.ฟอร์แมน (M.Forman)ได้มีการศึกษาและพัฒนารวมระบบ (Method Time Measurement : MTM) กับ Ergonomic เพื่อมาช่วยในการวางแผนการผลิต เนื่องจากเห็นว่าข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาจากการย์ศาสตร์ (Ergonomic) อย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการวางแผนการผลิต ซึ่งจุดประสงค์ในการศึกษาคือการพัฒนาการย์ศาสตร์ (Ergonomic) โดยการนำเอา MTM เข้ามาช่วยที่เรียก SAM ซึ่งอันดับแรกคือ ให้วิศวกรเข้าใจอย่างลึกซึ้งในการศึกษาการย์ศาสตร์ (Ergonomic) ที่ใช้ในการวางแผนการผลิต วิธีการคือ การพัฒนาวิศวกร ซึ่งต้องให้ความรู้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนไหวร่างกายกับสภาพการทำงานของพนักงาน, น้ำหนัก และการออกแรงในการทำงาน วิธีการเปรียบเทียบเลือกพนักงานที่ผ่านการประเมินโดยวิธีการพิจารณาจากการถ่ายวิดีโอ VIDAR (Video Base Observation Analysis Method) ซึ่งได้ทดลองประกอบที่โรงงานที่ Torslanda ซึ่งประกอบรถยนต์ของ Volvo Car Corporation และที่โรงงาน ITT Flygt ซึ่งประกอบปั๊มน้ำ (Submersible Pump) มีการปรับสมดุลการผลิต 3 แบบ และเปรียบเทียบการผลิต 2 วิธี(Volvo Car Corporation และ ITT Flygt) ของความยากลำบากในการทำงานซึ่งเป็นผลดีในการทำงาน โดยผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นวิธีการและสาเหตุของความยากลำบากในการทำงานทำให้ทางวิศวกรสามารถกลับไปออกแบบ (Redesign) การผลิตได้ใหม่ [1] และในอุตสาหกรรมผลิตสายพานในโรงงาน ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ ได้ทำการวิจัยทางด้านความเป็นไปได้ในการใช้เทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ดกับการกำหนดเวลามาตรฐานแทนการจับเวลาของกระบวนการผลิตของสายพาน หลังการปรับปรุงสายการผลิต จัดทำมาตรฐานงานและเวลามาตรฐาน จากนั้นทำการวิเคราะห์เวลาในแต่ละสถานีงานโดยเทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด เพื่อหาความแตกต่างของเวลาว่าอยู่ในระดับความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ และพบว่าประสิทธิภาพสายการผลิตได้เพิ่มจาก 60.98% เป็น 63.05 ผลสรุปได้ว่าสามารถใช้เทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ดในการกำหนดเวลามาตรฐาน แทนการจับเวลาของสายการผลิตได้ [2]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

จะกล่าวถึงรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยตั้งแต่การศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสายการผลิต ขั้นตอนของการออกแบบสายการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต การคำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่ทำการออกแบบใหม่ การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบกับเวลาในการผลิตจริง ติดตามปัญหาและทำการสมดุลสายการผลิตใหม่ การสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการออกแบบสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ในบริษัทกรณีศึกษาดังนี้

2. ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

ศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนในการทำงานของสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งทำการหาเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ และทำการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานวิจัยที่ทำการศึกษาเวลาโดยเทคนิค MOST (Maynard Operation Sequence Technique) และการจับเวลา เพื่อหาวิธีการทำงานที่รวดเร็วและใกล้เคียงกับการผลิตจริงมากที่สุด

2.1 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

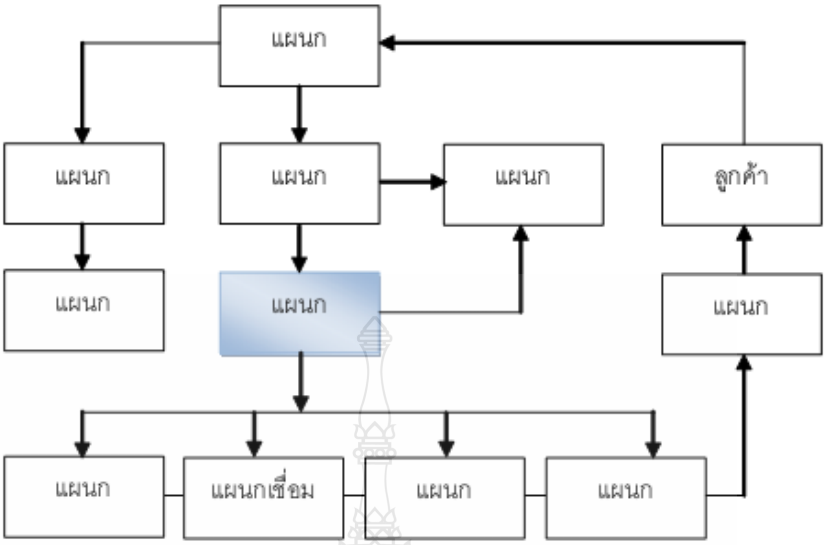
ในต่างประเทศได้นำหลักของการการศึกษางาน (Work Study) ได้ถูกนำมาประยุกต์เข้ากับทฤษฎีต่างๆให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยในปี ค.ศ. 2002 (พ.ศ.2543) เจ.ลาริง (J.Laring) และ เอ็ม.ฟอร์แมน (M.Forman)ได้มีการศึกษาและพัฒนารวมระบบ (Method Time Measurement : MTM) กับ Ergonomic เพื่อมาช่วยในการวางแผนการผลิต เนื่องจากเห็นว่าข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาจากการย์ศาสตร์ (Ergonomic) อย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการวางแผนการผลิต ซึ่งจุดประสงค์ในการศึกษาคือการพัฒนาการย์ศาสตร์ (Ergonomic) โดยการนำเอา MTM เข้ามาช่วยที่เรียก SAM ซึ่งอันดับแรกคือ ให้วิศวกรเข้าใจอย่างลึกซึ้งในการศึกษาการย์ศาสตร์ (Ergonomic) ที่ใช้ในการวางแผนการผลิต วิธีการคือ การพัฒนาวิศวกร ซึ่งต้องให้ความรู้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนไหวร่างกายกับสภาพการทำงานของพนักงาน, น้ำหนัก และการออกแรงในการทำงาน วิธีการเปรียบเทียบเลือกพนักงานที่ผ่านการประเมินโดยวิธีการพิจารณาจากการถ่ายวิดีโอ VIDAR (Video Base Observation Analysis Method) ซึ่งได้ทดลองประกอบที่โรงงานที่ Torslanda ซึ่งประกอบรถยนต์ของ Volvo Car Corporation และที่โรงงาน ITT Flygt ซึ่งประกอบปั๊มน้ำ (Submersible Pump) มีการปรับสมดุลการผลิต 3 แบบ และเปรียบเทียบการผลิต 2 วิธี(Volvo Car Corporation และ ITT Flygt) ของความยากลำบากในการทำงานซึ่งเป็นผลดีในการทำงาน โดยผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นวิธีการและสาเหตุของความยากลำบากในการทำงานทำให้ทางวิศวกรสามารถกลับไปออกแบบ (Redesign) การผลิตได้ใหม่ [1] และในอุตสาหกรรมผลิตสายพานในโรงงาน ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ ได้ทำการวิจัยทางด้านความเป็นไปได้ในการใช้เทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ดกับการกำหนดเวลามาตรฐานแทนการจับเวลาของกระบวนการผลิตของสายพาน หลังการปรับปรุงสายการผลิต จัดทำมาตรฐานงานและเวลามาตรฐาน จากนั้นทำการวิเคราะห์เวลาในแต่ละสถานีงานโดยเทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ด เพื่อหาความแตกต่างของเวลาว่าอยู่ในระดับความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ และพบว่าประสิทธิภาพสายการผลิตได้เพิ่มจาก 60.98% เป็น 63.05 ผลสรุปได้ว่าสามารถใช้เทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ดในการกำหนดเวลามาตรฐาน แทนการจับเวลาของสายการผลิตได้ [2]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

จะกล่าวถึงรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยตั้งแต่การศึกษาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสายการผลิต ขั้นตอนของการออกแบบสายการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต การคำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่ทำการออกแบบใหม่ การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบกับเวลาในการผลิตจริง ติดตามปัญหาและทำการสมดุลสายการผลิตใหม่ การสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการออกแบบสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ในบริษัทกรณีศึกษาดังนี้

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาทำการวิจัยของโรงงานตัวอย่าง

โรงงานกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ภายในรถยนต์ ซึ่งจะผลิตส่วนที่เป็นแผงประตูและส่วนที่เบาะรถยนต์ด้านหน้าและด้านหลัง ซึ่งมีรูปแบบการผลิตจำนวนมาก (Mass Production)โดยขั้นตอนการผลิตจะเริ่มจากลูกค้าส่งแผนการสั่งซื้อมาที่แผนกวางแผนการผลิต (Production Planning) เพื่อทำการสั่งผลิต จากนั้นแผนกวางแผนการผลิตจะทำการจัดส่งแผนการสั่งซื้อวัสดุ ไปที่ผู้จัดหาวัสดุให้ (Supplier) เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดส่งตามแผนการผลิต และอีกด้านหนึ่งทางแผนกวางแผนการผลิต (Production Planning) จะส่งแผนการผลิตมาที่แผนกต่างๆ เพื่อทำการผลิต โดยจะเริ่มที่แผนกจัดซื้อ (Purchase) จะทำการส่งรายการชิ้นส่วนที่ต้องทำการซื้อไปให้ผู้จัดหาวัสดุให้ (Supplier) เมื่อครบกำหนด ผู้จัดหาวัสดุให้ (Supplier) จะส่งชิ้นส่วนมาที่โรงงานและแผนกจัดเก็บ (Warehouse) ก็จะทำการตรวจรับชิ้นส่วนที่ส่งมาจากผู้จัดหาวัสดุให้ (Supplier) และจัดจ่ายเข้าไปที่แผนกตัด แผนกเย็บ แผนกประกอบโครงสร้างเหล็ก แผนกประกอบเบาะ และแผนกจัดส่งสินค้าไปที่ลูกค้า ซึ่งแต่ละการผลิตต้องใช้เวลามาตรฐานในการกำหนดความสามารถในการผลิต (Capacity) และเวลาในการผลิตล่วงหน้า (Lead Time) สินค้าให้กับลูกค้า โดยวิศวกรที่รับผิดชอบจะทำการหาเวลามาตรฐานในการผลิตชิ้นงานแต่ละขั้นตอนและส่งให้กับทางแผนกควบคุมการผลิตในส่วนที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ทางแผนกวิศวกรรรมจะได้รับข้อมูลจากแผนกควบคุมมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (Spec Control) ซึ่งก็จะมีในส่วนของแบบ (Drawing) รายการวัสดุ (Part List) ควบคุมมาตรฐาน (Spec Control) เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ในออกแบบ การผลิตสินค้า เช่น สายการผลิต จำนวนพนักงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต จากนั้นก็ทำการกำหนดเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานและส่งไปให้กับ แผนกต้นทุนเพื่อทำการคิดราคาต้นทุนในการผลิตสินค้า และคิดในส่วนของราคาขาย และอีกส่วนหนึ่งก็จะส่งไปที่แผนกควบคุมการผลิตเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิต ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าเวลามาตรฐานในการทำงานมีความผิดพลาดไปจากความเป็นจริง หรือน้อยไปจะส่งผลไปยังราคาต้นทุนทำให้ต้นทุนในการผลิตน้อยทำให้ขาดทุนได้ และในส่วนของแผนกควบคุมการผลิตก็จะมีผลทำให้ไม่สามารถผลิตงานได้ตามที่แผนการผลิตและตามที่ลูกค้าต้องการ



ภาพที่ 3.1 : การไหลของกระบวนการจากวัสดุจนกระทั่งเป็นสินค้าส่งไปยังลูกค้า

1.2 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต

ขั้นตอนการผลิตของกระบวนการเชื่อมโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ ประกอบไปด้วยกระบวนการย่อย ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะประกอบไปด้วยส่วนที่ทำงานร่วมกับเครื่องจักร ตัวจับยึดชิ้นงาน (Jig Fixture) และทำงานด้วยการประกอบด้วยมือ รวมถึงเครื่องมือที่จะเข้ามาช่วยในการประกอบเพื่อให้เกิดความสะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะใช้เวลาในการประกอบชิ้นงานไม่เท่ากันโดยจะแบ่งการออกแบบกระบวนการทำงานเพื่อทำการออกแบบสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ เพื่อลดปัญหาความผิดพลาดในการหาเวลามาตรฐานในการทำงาน ซึ่งยังเป็นงานใหม่ (New Model) จึงได้มีการนำเอาวิธีการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงาน โดยใช้วิธีการของ MOST โดยในกรณีศึกษาจะนำมาใช้เฉพาะในส่วนของการประกอบโครงสร้างของเหล็กภายในเบาะรถยนต์ ซึ่งเป็นการปฏิบัติงานที่สามารถนำ MOST เข้ามาใช้ได้ทุกการเคลื่อนไหวในทุกกระบวนของการทำงาน หลังจากที่ทราบถึงกระบวนการทำงานหลักของบริษัทที่ทำการศึกษาแล้วทำการหาข้อมูลสำหรับการออกแบบขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการผลิต เนื่องจากในบริษัทกรณีศึกษาจะมีแบบ (Drawing) ชิ้นส่วนที่ประกอบเป็นเบาะรถยนต์มาจากบริษัทต้นสังกัด ซึ่งแผนกวิศวกรรมต้องเข้ามาทำการแยกรายการชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบ และมาตรฐานในการประกอบงานต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบในการประกอบงาน เช่น ตำแหน่งที่ควบคุมการขันสกรูต้องขันที่ค่าแรงบิด (Torque) ตามมาตรฐานที่กำหนดในแบบ (Drawing)

ขั้นตอนที่ 2 ข้อมูลสนับสนุนในการคำนวณเวลา (Tact Time) ซึ่งทางบริษัทจะเป็นผู้ที่พยากรณ์ล่วงหน้าว่า ในการผลิตชิ้นงานใหม่ (New Model) แต่ละรอบการผลิตจะต้องผลิตออกมาจำนวนเท่าไหร่ เพื่อนำไปออกแบบ (Design) การผลิต

ขั้นตอนที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบงาน ไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์ (Robot) ในการเชื่อมงานจุดที่ต้องควบคุมพิเศษ เพื่อนำมาพิจารณาความยากง่ายในการทำงานและลำดับการเคลื่อนไหวในการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 4 ทำการคำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่ทำการออกแบบใหม่โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 3 นำมาประยุกต์ใช้ พร้อมทั้งทำการสมดุลสายการผลิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของพนักงาน และอัตราการสมดุลสายการผลิตสูงสุด

แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องประเภท : LINE WELDING FRAME R,L

FLOW PROCESS CHART
CHART No. 1

SUMMARY			
ACTIVITY	PRESENT	PROPOSED	SAVING
OPERRATION	11		
TRANSSPORT	0		
DELAY	0		
INSPECTION	3		
STORAGE	1		
DISTRANCE (m)			
TIME (man-min)	72.4		
COST			
FR SEAT			
ASSY			
TOTAL			

Subject charted : WELDING FRAME

ACTIVITY : WELDING FRAME,ASSEMBLY ,INSPECTION,LOADING

METHOD: Welding And Assembly

LOCATION :

OPERRATIVE (S): CLOCK Nos.

CHARTED BY :

APPROVED BY: DATE:

DESCRIPTION	QTY	DISTANCE(m)	TIME (sec)	SYMBOL	REMARKS
1.เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง(Frame Front Cushion) ด้านขวา	1	9	63.80		
2.เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านซ้าย	1	11.25	62.99		
3.เชื่อมจุดแผงเฟรม (Spot Welding Pan Frame)	1	3.75	78.98		
4.ประกอบสไลด์(Slide) ด้านขวา-ซ้าย (ขันเน่น)	2	0.75	77.75		
5.ประกอบสไลด์(Slide) ด้านขวา-ซ้าย (ขันหลวม) & ประกอบ	2	0	77.34		
6.เชื่อมโครงเบาะพิงหลัง(Frame Front Back) ด้าน ขวา-ซ้าย	2	3.75	71.12		
7.ตรวจสอบโครงเบาะพิงหลัง(Frame Front Back) ด้าน ขวา-ซ้าย	2	3.75	78.50		
8.เชื่อมครอสเฟรมบี(Welding Cross Frame B) ด้าน ขวา-ซ้าย	2	3	77.15		
9.ประกอบโครงเบาะพิงหลัง(Frame Front Back)	1	1.5	78.80		
10.ประกอบสไปรอลสปริง(Spiral Spring) ด้าน ขวา-ซ้าย	2	0	75.56		
11.ประกอบซิกแซ็กสปริง(Zig Zag Spring)	1	0	79.58		
12.ตรวจสอบโคร(Frame)เบาะด้านขวา	1	0.75	66.14		
13.ตรวจสอบโครงเบาะ(Frame) ด้านซ้าย	1	0.75	68.06		
14.ยกโครงเบาะ(Frame)ขึ้นชั้นวาง(Rack) ด้าน ขวา-ซ้าย	2	14.25	69.83		

ตารางที่ 3.1 : แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ในปัจจุบัน

จากตารางที่ 3.1 แสดงถึงแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ในปัจจุบัน โดยจะแยกตามกิจกรรมคือ การผลิต การขนส่ง การรอคอย การตรวจสอบ และการจัดเก็บ โดยมีกระบวนการในการทำงานทั้งหมด 14 กระบวนการ จากนั้นทำการจับเวลาโดยใช้นาฬิกากระบวนการละ 10 ครั้ง ดังแสดงรอบเวลาการทำงานในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลา และทำการบันทึกเวลาที่ทำการจับได้ลงในตารางบันทึกเวลาของกระบวนการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ทั้งหมดทั้ง 14 กระบวนการ ในครั้งนี้จะแสดงการบันทึกการจับเวลาของกระบวนการที่ 1 เพื่อเป็นตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3.2

สายการผลิต : เชื่อมโครงเบาะ / รูปแบบ : (XXX) ตารางบันทึกการจับเวลาเพื่อหาจำนวนครั้งในการจับเวลาและมาตรฐานของเวลาการทำงาน														
สถานี	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการสังเกตุการณ์										เวลาเฉลี่ย	เวลาเผื่อ 10%	พนักงาน (คน)
		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10			
1	เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านซ้าย													
	ติดตั้งชิ้นส่วนของโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) เข้าเป็นด้านซ้าย	5.78	6.08	6.19	6.33	6.26	5.99	6.89	5.68	6.00	4.89	6.01	6.61	
	ติดตั้งคอนเนคติ้งเฟรมเอ และ คอนเนคติ้งเฟรมบี (Connecting Frame A & Connecting Frame B)	17.10	17.42	17.77	18.45	17.34	16.65	16.50	17.89	17.81	18.18	17.51	19.26	
	แคลิเบรอดอุปกรณ์จับยึด(Jig)	1.50	1.38	1.45	1.41	1.61	0.86	1.18	1.45	1.25	1.44	1.35	1.49	
	หุ่นยนต์เชื่อม(Robot) เริ่มทำงาน	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	
	ตรวจสอบ(Inspation)การประกอบ	7.68	7.87	7.81	7.61	8.00	8.07	8.02	7.52	7.65	7.77	7.80	8.58	
	เย็บสี(Art Lin)เสียบก้านการประกอบ	7.55	7.81	7.68	7.79	8.34	7.84	8.16	7.53	7.74	7.80	7.82	8.61	
	ถอดแคลิเบรอดอุปกรณ์จับยึด(Jig)	4.32	4.40	4.39	4.46	4.56	4.60	4.21	4.45	4.19	4.04	4.36	4.80	
	ส่งงานไปยังกระบวนการต่อไป	2.01	2.25	2.15	2.02	2.25	1.92	2.07	2.01	2.06	2.09	2.08	2.29	
	ยกโครงเบาะรองนั่ง(Frame Front Cushion) ออกจากหุ่นยนต์เชื่อม(Robot)	5.69	5.98	5.84	5.96	5.93	5.58	5.86	5.84	6.16	5.73	5.86	6.44	
	รวมเวลา	60.07	60.86	61.25	62.15	61.14	59.09	60.44	60.85	61.21	60.25	60.73	63.80	1

ตารางที่ 3.2 : ตารางบันทึกการจับเวลาของกระบวนการเชื่อมโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ในปัจจุบัน

3.3 เครื่องจักรและผังโรงงาน

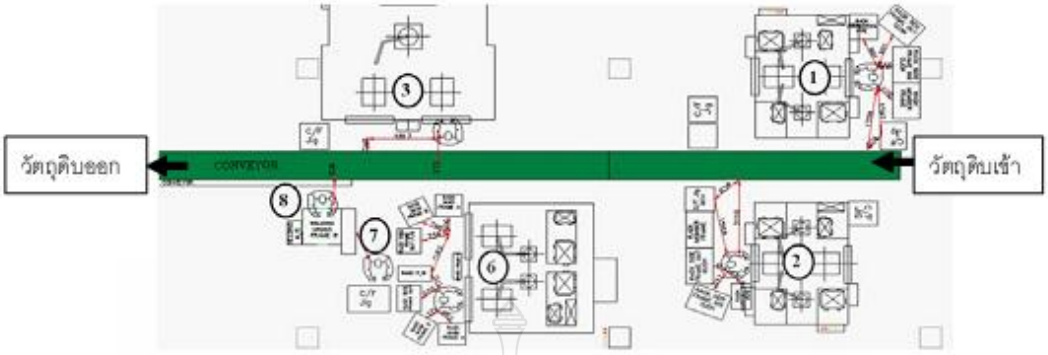
ในส่วนของการออกแบบเครื่องจักรและการวางรูปแบบสายการผลิตนั้นจะทำการแบ่งงานออกเป็น 3 ส่วน เพื่อความรวดเร็วในการทำงานดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ทำการออกแบบและสร้างเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบโดยจะนำแบบ (Drawing) ของชิ้นส่วนที่จะทำการประกอบไปทำการทำเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบ

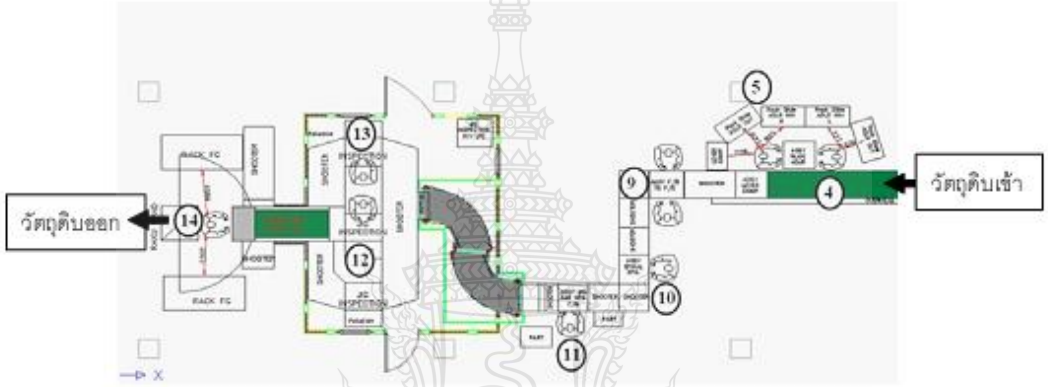
ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่คำนวณการจัดวางตำแหน่งของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ช่วยเสริมในการทำงานเช่นระบบลม ระบบไฟฟ้าและแสงสว่างเพื่อรอการติดตั้งส่วนประกอบต่างๆ เป็นสายการผลิตใหม่ (New Line)

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่ทำการเตรียมความพร้อมเรื่องของพนักงานที่จะมาทำการปฏิบัติงานในสายการผลิต ต้องทำการเตรียมพนักงานให้ครบตามจำนวน รวมทั้งการฝึกฝนในส่วนของทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป

เมื่อขั้นตอนในการทำงานทั้ง 3 ส่วนเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ถึงขั้นตอนในการติดตั้งเครื่องจักรและระบบอำนวยความสะดวกในการทำงานต่างๆ ลงในสายการผลิต พร้อมทั้งระยะทางในการทำงานของพนักงานถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ โดยทำการออกแบบด้วย Program Auto Cad ให้เรียบร้อยก่อนทำการทดลองผลิตตามภาพที่ 3.2 และภาพที่ 3.3



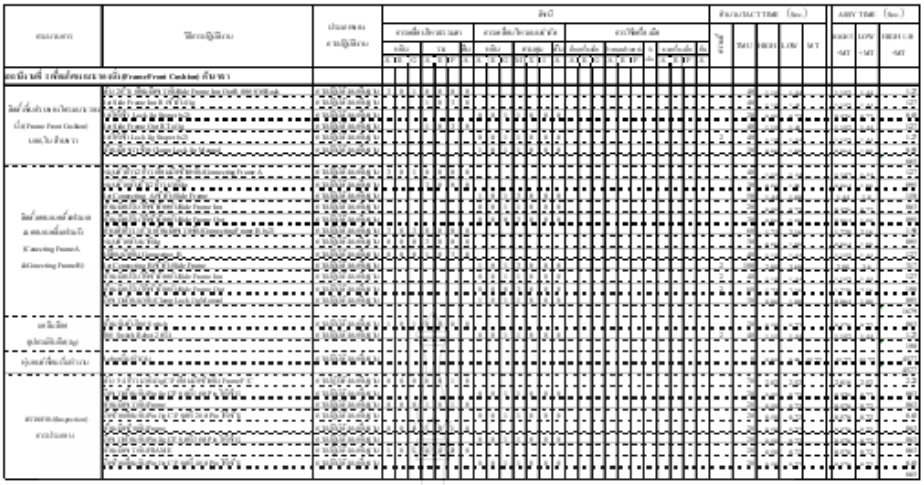
ภาพที่ 3.2 : แสดงการออกแบบสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ช่วง



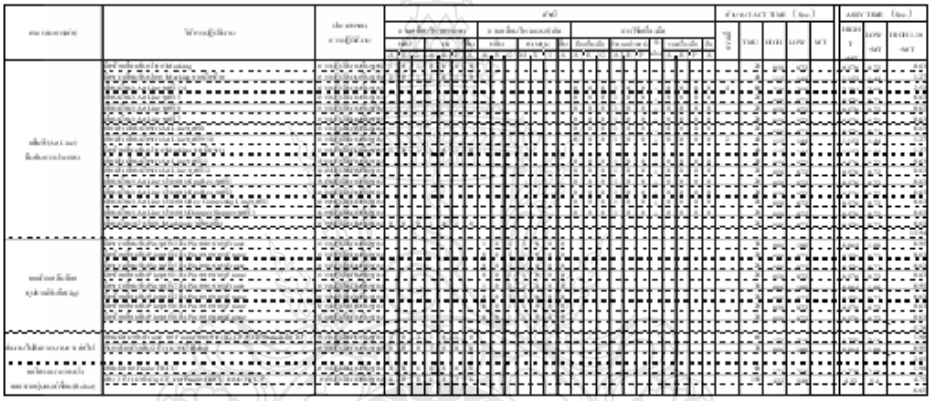
ภาพที่ 3.3 : แสดงการออกแบบสายการผลิตโครงสร้างเหล็กภายในเบาะรถยนต์ช่วงที่ 2

4. คำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการที่ทำการออกแบบโดยเทคนิค MOST

การวิเคราะห์หาเวลามาตรฐานในการประกอบงาน จะแบ่งออกตามลำดับของการเคลื่อนไหวและลักษณะการทำงานว่ามีความยากง่ายเพียงใด โดยการให้ค่าดัชนีในแต่ละช่องของตัวแปรหลังจากนั้นก็จะทำการรวมค่าดัชนีของทุกตัวแปรในขั้นตอนนั้น ๆ เมื่อได้ค่าผลรวมเสร็จ คูณค่าผลรวมดัชนีด้วย 10 ก็จะได้ค่าเวลาเป็นหน่วย TMU แปลงหน่วยเวลาจาก TMU เป็นหน่วยของวินาที โดยการคูณด้วย 0.036 วินาที ในการแปลงหน่วยของเวลาเราจะคิดการทำงานของพนักงานเป็น Low Task เนื่องจากประเมินพนักงานมีระดับสมรรถนะ (Performance Level) อยู่ที่ 100% ซึ่งในการคำนวณค่าดัชนีต้องอาศัยปัจจัยอื่น ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น เรื่องน้ำหนักของชิ้นงานที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.5-10 กิโลกรัม และระยะในการประกอบชิ้นงานของพนักงาน ซึ่งจะแสดงตัวอย่างการหาเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามตารางของ MOST ของกระบวนการที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2



ตารางที่ 4.1 : แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามตารางของ MOST กระบวนการที่ 1



ตารางที่ 4.2 : แสดงเวลามาตรฐานโดยการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามตารางของ MOST กระบวนการที่ 1 (ต่อ)

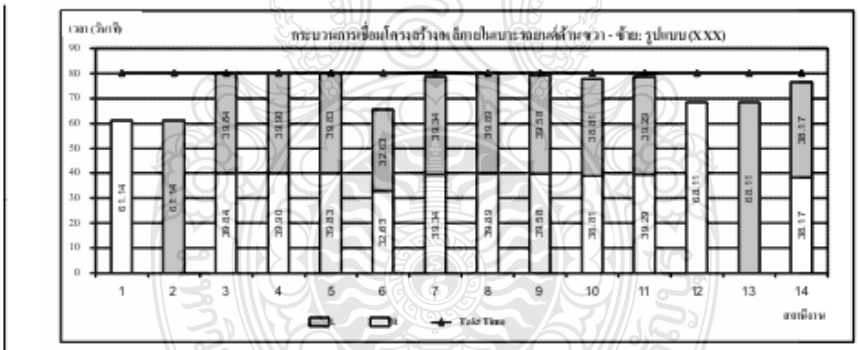
จากตัวอย่างการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวตามตารางของ MOST จากเวลาของกระบวนการที่ 1 กระบวนการเชื่อมคูชั่นเฟรมคอมด้านขวา (Welding Cushion Frame Comp R) ได้เวลารวมในการประกอบที่ 61.14 วินาที และเวลารวมในการออกแบบที่ 52.59 วินาที ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คน หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์หาเวลามาตรฐานในการทำงานโดย MOST แล้วจะต้องนำเวลาที่ได้มาทำการสมดุลสายการผลิต โดยทำการแยกเป็นรายละเอียดของแต่ละกระบวนการและจัดทำเป็นกระบวนการมาตรฐานเพื่อทำการจัดแบ่งสถานีงานดังแสดงในตารางที่ 4.3

สถานี	กระบวนการ	เวลาในการประกอบ		รวมเวลา	พนักงานที่ใช้ (คน)
		คน	เครื่องจักร		
1	กระบวนการเชื่อมคูชั้นฟรมคอมด้านขวา(Cushion Frame Comp R)				
	ติดตั้งไซด์ฟรมนอยใน ด้านขวา (Side Frame Im.Out R)	6.65			
	ติดตั้งคอนเนคติ้งฟรม(Conecting Frame A) & คอนเนคติ้งฟรมบี(Conecting Frame B)	16.79			
	แคล็มล็อคคูปกวาย์ยับยึด(Clamp Lock Jig)	1.90			
	หุ่นยนต์เชื่อมเริ่มทำงาน(Robot Start)	30.00	30.00		
	ตรวจสอบชิ้นงานประกอบ	6.65			
	แล็มชิ้นงานประกอบ	13.94			
	ยกถอดแคล็มล็อคคูปกวาย์ยับยึด(Un Clamp Lock Jig)	5.70			
	ส่งงานไปยังกระบวนการต่อไป	2.85			
	ยกฟรมออกจากหุ่นยนต์เชื่อม	6.65		61.14	1

ตารางที่ 4.3 : แสดงรายละเอียดของเวลาที่ทำการออกแบบโดย MOST กระบวนการที่ 1

4.2 ผลการออกแบบวิธีการทำงานและวิเคราะห์เวลาในการปฏิบัติงานโดย MOST

ผู้วิจัยได้ทำการการออกแบบวิธีการทำงานและวิเคราะห์เวลาในการปฏิบัติงานทั้ง 14 กระบวนการ โดยใช้วิธีการของ MOST จากขั้นตอนในการดำเนินงานข้างต้น ซึ่งสามารถสรุปจำนวนพนักงานที่ใช้ในการประกอบงานทั้งหมด 14 คนดังแสดงในภาพที่ 4.1 ซึ่งจะแยกออกเป็น 2 ส่วนคือการประกอบงานเฉพาะด้านขวา (R) การประกอบงานเฉพาะด้านซ้าย (L) และการประกอบงานทั้งด้านขวาและด้านซ้าย (R,L) ซึ่งจะมีรอบเวลาในการประกอบงานที่มากที่สุดคือ ขั้นตอนที่ 4 การประกอบสไลด์ (Slide) ด้านขวา-ซ้าย ซึ่งใช้เวลา 79.80 วินาที ดังจะแสดงในรูปที่ 4.4 แสดงเวลามาตรฐานจากการวิเคราะห์โดย MOST

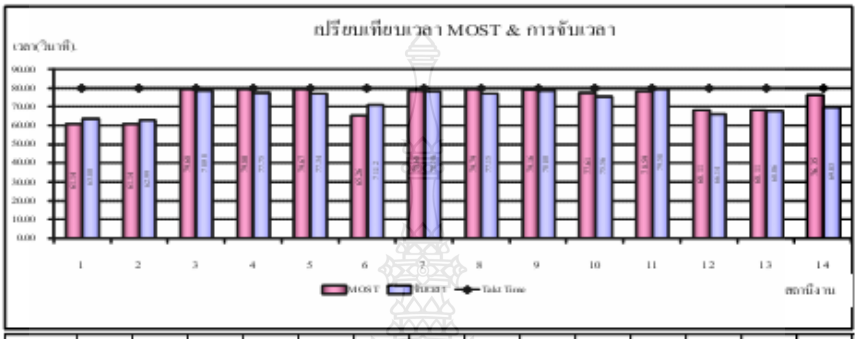


สถานี	กระบวนการ	รอบเวลา (วินาที)	พนักงาน
1	กระบวนการเชื่อมคูชั้นฟรมคอมด้านขวา(Cushion Frame Comp R)	61.14	1
2	กระบวนการเชื่อมคูชั้นฟรมคอมด้านซ้าย(Cushion Frame Comp L)	61.14	1
3	กระบวนการเชื่อมสตัดเชื่อมคอมด้านขวา(Welding Stud Pan Frame R) และด้านซ้าย(Welding Stud Pan Frame L)	32.03	1
4	กระบวนการประกอบโครงเก้าอี้ด้านขวา(Slide R.L)-ซ้ายและประกอบ	79.80	1
5	กระบวนการประกอบโครงเก้าอี้ด้านขวา (Slide R.L)-ซ้ายและประกอบ	79.80	1
6	กระบวนการเชื่อมขาโครงเก้าอี้ด้านขวา(Front Back R.L)	65.26	1
7	กระบวนการเชื่อมขาโครงเก้าอี้ด้านขวา(Front Back R.L)-ซ้ายและประกอบ	79.80	1
8	กระบวนการเชื่อมขาโครงเก้าอี้ด้านขวา(Front Back R.L)-ซ้ายและประกอบ	79.80	1
9	กระบวนการเชื่อมขาโครงเก้าอี้ด้านขวา(Cross Frame R.R.L)	78.79	1
10	กระบวนการประกอบสปริงยางยืดเก้าอี้ด้านขวา(Spring Rod R.L)	77.61	1
11	กระบวนการประกอบสปริงยางยืดเก้าอี้ด้านขวา(Leg Spring)	78.59	1
12	กระบวนการประกอบพลาสติกขาเก้าอี้ด้านขวา	68.11	1
13	กระบวนการประกอบพลาสติกขาเก้าอี้ด้านซ้าย	68.11	1
14	กระบวนการประกอบเก้าอี้ด้านขวา-ซ้าย	76.35	1
รอบเวลา = 80 วินาทีต่อคัน			14

ภาพที่ 4.1 : แสดงเวลามาตรฐานจากการวิเคราะห์โดย MOST

4.2 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบกับเวลาในการผลิตจริง

หลังจากที่เราทำการออกแบบเวลามาตรฐานโดย MOST และทำการออกแบบสายการผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงมาถึงขั้นตอนของการฝึกฝนพนักงานในเรื่องของกระบวนการในการประกอบชิ้นส่วนและวิธีการทำงานที่ถูกต้องตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน จนมีความชำนาญในการประกอบงานจริงในสายการผลิต จากนั้นทำการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาเพื่อเปรียบเทียบเวลาในการทำงานจริงกับเวลาที่ทำการออกแบบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร ดังแสดงในภาพที่ 4.2



สถานี	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
MOST	61.14	61.14	79.68	79.80	79.67	65.26	78.68	79.79	79.16	77.61	78.59	68.11	68.11	76.35
จับเวลา	63.80	62.99	78.98	77.75	77.34	71.12	78.50	77.15	78.80	75.56	79.58	66.14	68.06	69.83
Takt Time	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

ภาพที่ 4.2 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบเวลามาตรฐานจากการออกแบบโดยวิธี MOST และ Time Study

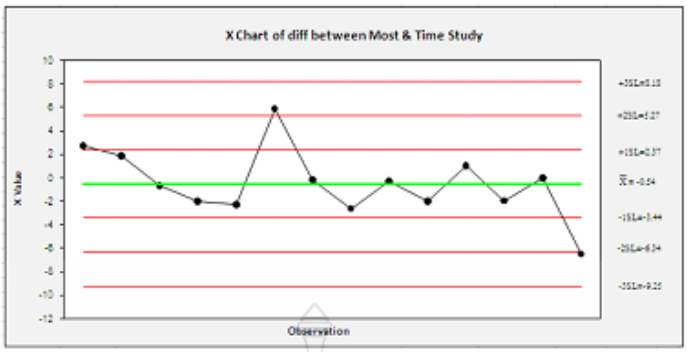
จากตารางแสดงการเปรียบเทียบเวลาการปฏิบัติงานจริง และเวลาที่ทำการอกแบบโดยวิธี MOST พบว่าเวลาที่ทำการปฏิบัติงานจริงน้อยกว่าที่ทำการออกแบบไว้ ซึ่งจากการออกแบบใช้เวลาในการปฏิบัติงานมากสุดที่สถานีงานที่ 4 ใช้เวลาในการประกอบชิ้นส่วนที่ 79.80 วินาทีต่อคัน ผลิตงานได้ 345.86 คันต่อวัน แต่เมื่อทำการจับเวลาในการปฏิบัติงานจริงใช้เวลาในการปฏิบัติงานมากสุดที่สถานีงานที่ 11 ใช้เวลาในการประกอบชิ้นส่วนที่ 79.58 วินาทีต่อคัน สามารถผลิตงานได้ 346.82 คันต่อวัน แสดงให้เห็นว่าเวลาที่แตกต่างของ MOST ที่เวลาสูงสุดและจากการจับเวลาที่เวลาต่ำสุดยังมีความใกล้เคียงกันมากโดยมีความแตกต่างกันที่ 0.22 วินาที และผลิตงานได้แตกต่างกันที่ 0.86 คัน ซึ่งจากผลการทดลองออกแบบเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานโดยใช้วิธีของ MOST ทำให้ได้ผลที่ใกล้เคียงกับเวลาปฏิบัติงานจริง ลดปัญหาความสามารถด้านการผลิตที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า และลดความผิดพลาดของการออกแบบสายการผลิตได้

สถานี	กระบวนการ	เวลา MOST	เวลา Time Study	ผลต่าง
1	เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านขวา	61.14	63.80	2.66
2	เชื่อมโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านซ้าย	61.14	62.99	1.84
3	เชื่อมจุดแพนเฟรม (Spot Welding Pan Frame) กับโครงเบาะรองนั่ง (Frame Front Cushion) ด้านขวา-ซ้าย	79.68	78.98	0.70
4	ประกอบสไลด์(Slide) ด้านขวา-ซ้าย (ขันแน่น)	79.80	77.75	2.05
5	ประกอบสไลด์(Slide) ด้านขวา-ซ้าย (ขันหลวม) & ประกอบ	79.67	77.34	2.33
6	เชื่อมโครงเบาะ พิงหลัง(Frame Front Back) ด้าน ขวา-ซ้าย	65.26	71.12	5.86
7	ตรวจสอบโครงเบาะพิงหลัง(Frame Front Back) ด้าน ขวา-ซ้าย	78.68	78.50	0.18
8	เชื่อมครอสเฟรมบี(Welding Cross Frame B) ด้าน ขวา-ซ้าย	79.79	77.15	2.64
9	ประกอบโครงเบาะพิงหลัง(Frame Front Back) กับโครงเบาะรองนั่ง(Frame Front Cushion)	79.16	78.80	0.36
10	ประกอบสไปรอลสปริง(Spiral Spring) ด้าน ขวา-ซ้าย	77.61	75.56	2.05
11	ประกอบซิกแซ็กสปริง(Zig Zag Spring)	78.59	79.58	0.99
12	ตรวจสอบโครง(Frame) เบาะด้านขวา	68.11	66.14	1.97
13	ตรวจสอบโครงเบาะ(Frame) ด้านซ้าย	68.11	68.06	0.05
14	ยกโครงเบาะ(Frame) ขึ้นชั้นวาง(Rack) ด้าน ขวา-ซ้าย	76.35	69.83	6.52
เวลาเฉลี่ย (วินาที)		73.79	73.26	0.54

ตารางที่ 4.4 : แสดงผลต่างจากการเปรียบเทียบเวลาการออกแบบเวลามาตรฐานด้วยเทคนิค MOST และ Time Study

5. สรุปผลการทดลอง

จากภาพที่ 4.2 และตารางที่ 4.4 จะแสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบการออกแบบเวลามาตรฐานด้วยเทคนิค MOST และเวลาที่ได้จากการจับเวลาโดยจะแสดงให้เห็นความแตกต่างของเวลาทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันมาก จากการดำเนินการปรับปรุงสายการผลิตโดยอาศัยหลักการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) และการจัดทำเวลามาตรฐานการในทำงานของกระบวนการผลิต พบว่าความแตกต่างระหว่างการออกแบบด้วยเทคนิค MOST และการจับเวลามีความแตกต่างกันเฉลี่ยที่อยู่ที่ 0.54 วินาที จากข้อมูลที่ได้จากการหาค่าความแตกต่างของเวลามาตรฐานที่ทำการออกแบบด้วยเทคนิค MOST และเวลาที่ได้จากการปฏิบัติงานจริงโดยการจับในแต่ละกระบวนการของงาน จากข้อมูลความแตกต่างของเวลาในแต่ละองค์ประกอบย่อยของงาน จะทำการตรวจสอบค่าความแตกต่างของเวลา เพื่อควบคุมให้อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุม X-Chart ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 : กราฟ X-CHART แสดงเวลาที่แตกต่างระหว่างวิธี MOST และ Time Study

จากข้อมูลความแตกต่างของเวลาในแต่ละองค์ประกอบย่อยของงาน จะทำการตรวจสอบค่าความแตกต่างของเวลาเพื่อควบคุมให้อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับที่ระดับความน่าเชื่อถือ 95% ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เนื่องจากข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์เป็นค่าผลต่างของเวลาจึงมีค่าเพียงค่าเดียว จึงได้ใช้แผนภูมิควบคุม ชนิด X Chart และแสดงค่าโดยแผนภูมิควบคุมดังภาพที่ 5.1 จากข้อมูลความแตกต่างของเวลาข้างต้นพบว่าข้อมูลทั้งหมดอยู่ในขอบเขตควบคุมของแผนภูมิของทุกองค์ประกอบ และมีความใกล้เคียงกับเวลาที่ได้จากการจับเวลาในการผลิตจริง จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้เทคนิค MOST มาช่วยในการออกแบบกระบวนการทำงานก่อนการผลิตสามารถทำได้จริง

ข้อเสนอแนะ

การออกแบบสายการผลิตโดยการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานโดยเทคนิค MOST ยังเป็นการวิเคราะห์เวลาด้วยมือ (Manual) หรือเป็นการกรอกข้อมูลลงไปในตาราง ทำให้ข้อมูลอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ในการทำการออกแบบสายการผลิตในอนาคตควรจะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการคำนวณโดยอัตโนมัติ และการออกแบบสายการผลิตโดยการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานโดยเทคนิค MOST ยังมีบางส่วนที่เข้าใจยากในเรื่องของการวิเคราะห์ตัวแปรแต่ละตัว ดังนั้นงานวิจัยหรือหัวข้อศึกษาในอนาคต ควรที่จะมีการศึกษาวิธีการที่จะลดเวลาในการเรียนรู้วิธีการวิเคราะห์เวลาด้วยเทคนิค MOST ให้สั้นลงและเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Laring J., Forsman M., Kadefors R. and Ortengren R. (2002), "MTM-based ergonomic workload analysis", International Journal of Industrial

Ergonomics 30 (2002) 135–148

[2] ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคนิคลำดับการปฏิบัติงานของเมนาร์ดกับการกำหนดเวลามาตรฐานแทนการจับเวลาของสายการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อ.เมือง จ.ชลบุรี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นายเขต สุดบ้านเสื่อ
วัน เดือน ปีเกิด	11 ธันวาคม 2520
ที่อยู่	24/1 หมู่ที่ 3 ตำบลปากจั่น อำเภอนครหลวง
	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13260
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาเทคโนโลยีการเชื่อม
	จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปี พ.ศ. 2543
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2544 - 2547	ตำแหน่งวิศวกรสังกัดฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (R&D)
	บริษัทอินโนเวชั่นนครหลวงฟุตแวร์จำกัด
พ.ศ. 2547 - 2549	ตำแหน่งวิศวกรสังกัดฝ่ายวิศวกรรม (Engineering)
	บริษัทเออาเอสที (ประเทศไทย) จำกัด
พ.ศ. 2549 - ปัจจุบัน	ตำแหน่งหัวหน้าสายงานฝ่ายผลิตภัณฑ์ใหม่ (Mew Model)
	บริษัททีเอสเทค (ประเทศไทย) จำกัด