การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในการเชื่อมแบบจุด

Improvement Productivity of Production Process in Spot Welding

สุธามาศ ใจวงค์

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในการเชื่อมแบบจุด

Improvement Productivity of Production Process in Spot Welding

สุธามาศ ใจวงค์

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

Improvement Productivity of Production Process in Spot Welding

SUTAMART CHAIWONG

CO-OP REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFATURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2015

หัวข้อสหกิจศึกษา	การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในการเชื่อมแบบจุด Improvement Productivity of Production Process in Spot Welding
นักศึกษา	นางสาวสุธามาศ ใจวงค์
รหัสนักศึกษา	55120039
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วรวุฒิ มรรคเจริญ

วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.วรวุฒิ มรรคเจริญ	
ดร. ฉัตรพล ภคศิริ	
นายศุภชัย ศรีโยธา	
นายธนรรณ หาญเสรี	

หัวข้อสหกิจศึกษา	การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในการเชื่อมแบบจุด
นักศึกษา	นางสาวสุธามาศ ใจวงค์
รหัสนักศึกษา	55120039
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วรวุฒิ มรรคเจริญ
ผู้นิเทศงาน	นายธนรรถ หาญเสรี
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท ซัมมิท โอโต บอดี้ อินดัสตรี จำกัด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตในการเชื่อมแบบจุดของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต โดยได้มีการนำหุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการผลิต จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตในปัจจุบันพบปัญหารอบเวลาในการผลิตชิ้นงานมากกว่ารอบเวลาเป้าหมายในการผลิต ทำให้ต้องมีการทำงานล่วงเวลาของพนักงาน เพื่อที่จะสามารถผลิตงานส่งได้ทันตรงตามเป้าหมายที่ลูกค้ากำหนด ส่งผลให้ต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเนื่องจากการทำงานล่วงเวลาของพนักงาน อีกทั้งยังเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานของพนักงานอีกด้วย เพื่อที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขปัญหา พบว่าการนำหุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการผลิตสามารถลดรอบเวลาในการผลิตลงได้ 21.63 วินาทีต่อชิ้น หรือคิดเป็น 42.73 เปอร์เซ็นต์ และกำลังในการผลิตเพิ่มขึ้น 53.06 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือคิดเป็น 74.61 เปอร์เซ็นต์ โดยที่จุดคุ้มทุนในการลงทุนของโครงการอยู่ที่ 2 ปี และสามารถเพิ่มรายได้ในการผลิตตลอดอายุการผลิตชิ้นงานได้ถึง 1,129,895.19 บาทต่อแปดปี หรือคิดเป็น 28.28%

คำสำคัญ กระบวนการผลิต รอบเวลาการผลิต กำลังการผลิต

Thesis Title	Improvement Productivity of Production Process in Spot Welding
Student	Miss Sutamart Chaiwong
Student ID	55120039
Degree	Bechalor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2015
Advisor	Dr.Worawut Makcharoen
Mentor	Mr.Thanut Harnseree
Name Organization	Summit Auto Body Industry Co., Ltd.

ABSTRACT

This research to the study and Improvement production process in spot welding of STAY, EXHAUST MAIMFOLD for increasing of efficiency by using robot in the production. The production study and data were collected, the problems were cycle time more than take time. It must have been working overtime in response for demand of the customer. As a result, increase in expense due to employee working overtime. In addition, risk accident. Propose to solve the working problem, the result showed that using robot in the production can be decrease cycle time 21.63 seconds per piece or 42.73 percent and increase capacity 53.06 pieces per hour. Investment budget for establish line production can pay back the fond for 2 years and increase in rate of return 1,129,895.18 bath per eight years or 28.28 percent.

KEYWORD Productivity process, Cycle Time, Capacity

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาเรื่องนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ ที่ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบริษัท ซัมมิท โอโต บอดี้ อินดัสตรี จำกัด และแผนก Production Engineering ที่ให้การสนับสนุนและให้โอกาสทำวิจัยที่บริษัท

ขอขอบพระคุณ ดร.วรวุฒิ มรรคเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษา และดร.ฉัตรพล ภคศิริ อาจารย์นิเทศ สำหรับความรู้ คำแนะนำ และตรวจแก้ไขรายงาน ทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอบคุณเพื่อนพี่น้องทุกคนที่ให้กำลังใจ คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัวของผู้วิจัยสำหรับกำลังใจ ความห่วงใยและคอยช่วยเหลือในทุกๆด้าน ทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

หากมีสิ่งผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับและขออภัยมา ณ ที่นี้

สุธามาศ ใจวงค์

สารบัญ

สารบัญ(ต่อ)

สารบัญตาราง

สารบัญรูป

สารบัญรูป(ต่อ)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากอุตสาหกรรมผลิตยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งในด้านมูลค่าเพิ่มในประเทศ การผลิต การส่งออก และมีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมต่อเนื่องเป็นจำนวนมาก [1] ส่งผลให้อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์มีการเติบโตและขยายตัวควบคู่ไปกับอุตสาหกรรมผลิตยานยนต์ ดังนั้นจึงเกิดการแข่งขันที่สูงขึ้นในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ทำให้โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไม่ว่าจะขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการที่ดี [2] ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น ชิ้นงานที่มีคุณภาพดี ใช้เวลาในการผลิตที่น้อยลง เพื่อที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันตามที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มศักยภาพขององค์กรและสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ลูกค้าแล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนลง ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการลดคนหรือลดขั้นตอนในการผลิตลง เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนผลิต หรือเรียกอีกอย่างว่าการลดความสูญเปล่า ความสูญเปล่า (Waste) คือ ความสูญเสียต่างๆที่แฝงอยู่ในกระบวนการผลิตซึ่งจะทำให้ต้นทุนสูงเกินกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ยังเกิดความล่าช้าในการผลิต และผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นผลอันสืบเนื่องมาจากการที่มีความสูญเสียต่างๆ ที่ไม่สร้างคุณค่าเพิ่ม หรือผลกำไรให้กับธุรกิจในงานอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ [3] ในปัจจุบันจึงได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการผลิตซึ่งถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทางผู้ประกอบการอุตสาหกรรมได้นำเข้ามาใช้อย่างแพร่หลาย และหนึ่งในนั้นก็คือการนำเอาหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในส่วนของการผลิต ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของการป้อนชิ้นงาน จับชิ้นงานและการเชื่อมชิ้นงาน ล้วนมีหุ่นยนต์เข้ามาเป็นส่วนประกอบในการผลิตชิ้นงานนั้นอยู่เสมอ ซึ่งจากปัญหาในปัจจุบันพบว่าการใช้แรงงานคนในการจับเชื่อมชิ้นงานนั้นทำให้เกิดปัญหาความล่าช้าในการผลิตงานและยังทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไม่คงที่

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้นำมาศึกษาและพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตในขั้นตอนกระบวนการเชื่อมแบบจุดโดยการนำเอาหุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้ดีขึ้น และลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของต้นทุนในการผลิตลง โดยที่พนักงานจะมีหน้าที่ในการเดินเครื่องจักรและป้อนวัตถุดิบในการผลิต ส่วนในกระบวนการผลิตนั้นเครื่องจักรและหุ่นยนต์จะเป็นผู้ดำเนินการอัตโนมัติ นับเป็นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลให้รูปแบบในการดำเนินการผลิตนั้นมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้การทำงานของระบบปฏิบัติการอื่นๆที่เกี่ยวข้องหรือการกำหนดแผนงานในการทำงานเป็นไปได้อย่างสะดวกรวดเร็วมากขึ้น และยังเป็นการเพิ่มความเชื่อมั่นขององค์กรให้แก่ลูกค้า

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในกระบวนการเชื่อมแบบจุด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิต เฉพาะในขั้นตอนการเชื่อม Bolt ของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสภาพทั่วไปของกระบวนการผลิต
2. ศึกษาทฤษฎีและบทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาและเก็บข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตปัจจุบัน
4. วิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา
5. ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง
6. วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง
7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ
8. จัดทำรูปเล่มรายงานสหกิจศึกษา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น และเพิ่มผลิตภาพของกระบวนการผลิต
2. สามารถลดรอบเวลาการผลิตให้สั้นลง และเพิ่มคุณภาพของการผลิตสูงขึ้น
3. สามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นงานให้ได้มาตรฐาน
4. ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงรุ่นการผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

รายการ	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.			
1. ศึกษาสภาพทั่วไปของกระบวนการผลิต																
2. ศึกษาทฤษฎีและบทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง																
3. ศึกษาและเก็บข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตปัจจุบัน																
4. วิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา																
5. ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง																
6. วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง																
7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ																
8. จัดทำรูปเล่มรายงานสหกิจศึกษา																

1.7 ประวัติความเป็นมาของบริษัท ซัมมิท โอโต บอดี้ อินดัสตรี จำกัด

บริษัท ซัมมิท โอโต บอดี้ อินดัสตรี จำกัด มีชื่อย่อว่า SAB ก่อตั้งขึ้นในปี 1986 เพื่อรองรับความต้องการ ชิ้นส่วนยานยนต์ของลูกค้า ด้วยวิสัยทัศน์อันยาวไกลของคุณสรรเสริญ จุฬางกูร ผู้ก่อตั้งกลุ่มบริษัทซัมมิท ซึ่งได้เล็งเห็นการขยายตัวอย่างรวดเร็วในอนาคตข้างหน้าตามการขายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ กลุ่มชิ้นส่วนยานยนต์นี้ถือว่าเป็นกลุ่มธุรกิจย่อยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของกลุ่มบริษัทซัมมิทในช่วง 20 ปี ที่ผ่านมา ด้วยความสามารถในการผลิตแม่พิมพ์เป็นของตัวเองและประสบการณ์ที่สะสมมา ประกอบกับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในด้านการบริหารงาน และเทคโนโลยีกระบวนการผลิต ทำให้ SAB มีข้อได้เปรียบของเหนือคู่แข่งขันอื่นๆ

1972 กลุ่มบริษัทซัมมิท ได้ถือกำเนิดขึ้นมาโดยคุณสรรเสริญ จุฬางกูร ภายใต้ชื่อบริษัทซัมมิท โอโต ซีท อินดัสตรี จำกัด ผลิตเบาะสำหรับมอเตอร์ไซด์ และชิ้นส่วนภายในรถยนต์

1986 กลุ่มบริษัทซัมมิท ได้ขยายธุรกิจมาสู่ชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ (Body Parts) ภายใต้ชื่อ บริษัท ซัมมิท โอโต บอดี้ อินดัสตรี จำกัด ในบริเวณจังหวัดสมุทรปราการ บนถนนบางนาตราด ก.ม.10

1994 เพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ บริษัท ซัมมิท โอโต เวิร์ด จำกัด ได้ถูกก่อตั้งขึ้นเพื่อตอบสอนงความต้องการของลูกค้า ในย่านนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี

2004 และด้วยเหตุผลเดียวกัน บริษัท ซัมมิท แหลมฉบัง โอโต บอดี้ เวิร์ด จำกัด (สาขาระยอง) ได้ถูกก่อตั้งขึ้นในย่านนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง

ด้วยผลงานที่เน้นความพึงพอใจของลูกค้า ตลอดจนความซื่อสัตย์ และความไว้วางใจจากลูกค้าต่างๆที่มอบให้ตลอดเวลากว่า 30 ปี โดยเป็นการผลิตชิ้นส่วนส่งตรงให้แก่ผู้ผลิตรถยนต์มาโดยตลอด ทำให้กลุ่มบริษัทซัมมิทสามารถเจริญเติบโตขึ้นมาอย่างเข้มแข็ง พร้อมๆกับอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนภายในประเทศ ที่ได้รับการขนานนามว่าเป็น Detroit of Asia

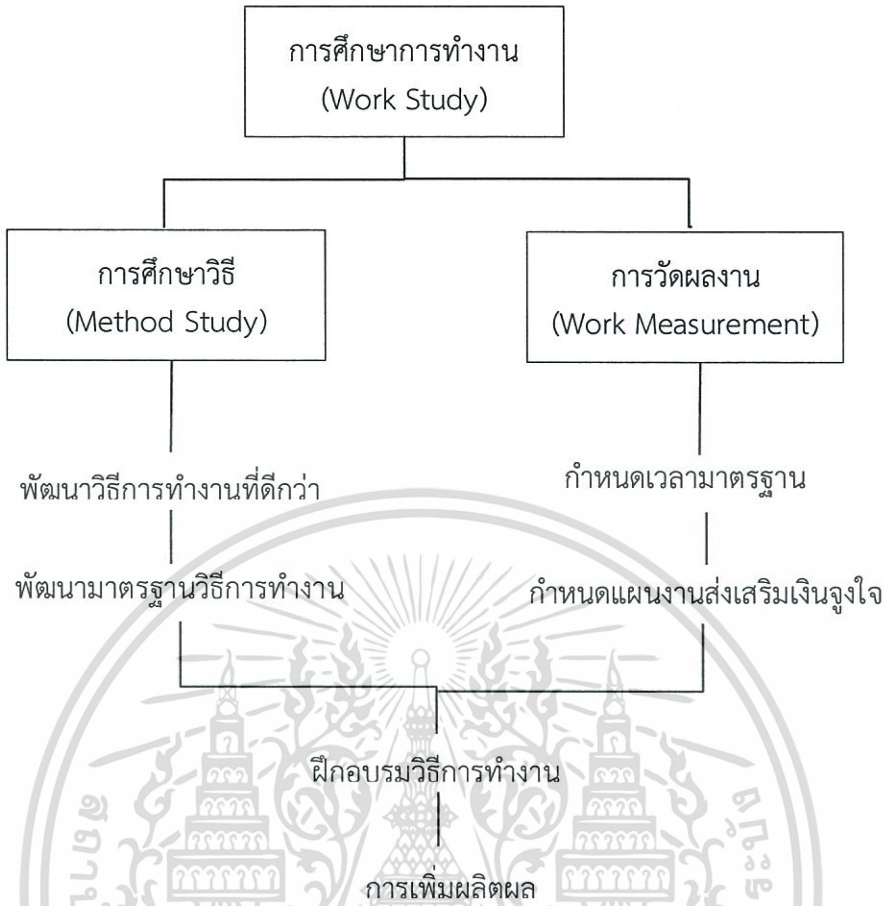
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

การศึกษาการทำงาน เป็นวิชาการที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากวิชาการศึกษาการเคลื่อนที่และการศึกษาเวลา (Motion and Time Study) ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นต้นกำเนิดของหลักวิชาการตามแนวคิดและหลักการของ Federick W. Taylor และ Frank B. Gilbreth ต่อมาขอบข่ายของการศึกษาการเคลื่อนที่และการศึกษาเวลาได้ขยายเพิ่มขึ้น โดยเดิมทีการศึกษาการเคลื่อนที่จะพิจารณาเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการทำงานของร่างกายประกอบร่วมกับการจัดการสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของคนงานโดยเฉพาะ ต่อมาเมื่อมีการใช้เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์เข้ามาเกี่ยวข้องกับการผลิต ขอบข่ายการศึกษาจึง กว้างขึ้นมากลายเป็น “การศึกษาวิธีการ (Method Study)” ซึ่งจะครอบคลุมกิจกรรมของการศึกษาการเคลื่อนที่โดยจะเป็นการศึกษาวิธีการทำงานที่มีอยู่เดิมและใช้หลักการปรับปรุงพัฒนาวิธีการทำงานใหม่ที่ดีกว่าเดิม ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น ความสูญเสียน้อยลง และต้นทุนการผลิตต่ำลง ในส่วนของการศึกษาเวลาเนื่องจากเป็นกระบวนการวัดเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานและเก็บข้อมูลเวลาทำงาน ใช้เป็นการวัดผลงานส่วนหนึ่ง การวัดผลงานสามารถทำได้ด้วยกระบวนวิธีการอื่นๆอีกนอกเหนือจากการศึกษาเวลาโดยการใช้นาฬิกาจับวัดเวลา จึงพัฒนาเป็นวิชา “การวัดผลงาน (Work Measurement)” ซึ่งจะครอบคลุมกิจกรรมของการศึกษาเวลา การสุ่มงาน การใช้เวลามาตารฐานพรีเทอร์มีนและการใช้ข้อมูลมาตรฐานเวลาที่วิจัยเป็นฐานข้อมูลประกอบการใช้งานการวัดผลงาน

การศึกษาการทำงาน จึงเป็นคำที่ใช้เรียกแทนความหมายของการศึกษาการเคลื่อนที่และการศึกษาเวลา รูปที่ 2.1 แสดงความหมายของการศึกษาการทำงานโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า พัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน กำหนดหาเวลามาตรฐาน กำหนดแผนส่งเสริมระบบเงินจูงใจ ใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกอบรมวิธีการทำงาน และในที่สุดจะเป็นเครื่องมือในการเพิ่มผลผลิต ซึ่งโดยสรุปแล้วเราสามารถให้นิยามของการศึกษาการทำงานได้ดังนี้

การศึกษาการทำงาน (Work Study) คือการศึกษาวิธี (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) ซึ่งใช้ในการศึกษากระบวนการทำงานและองค์ประกอบต่างๆ เพื่อปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น และใช้ประโยชน์ด้านการพัฒนามาตรฐานของการทำงานและเวลาการทำงาน รวมไปถึงการใช้เครื่องมือในการพัฒนาส่งเสริมบุคลากร นำไปสู่การเพิ่มผลผลิต[4]



รูปที่ 2.1 การศึกษาการทำงาน[4]

ขั้นตอนของการศึกษาการทำงาน

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ (2543) [5]

1. เลือกงานวิธีการ กระบวนการหรือระบบงานที่จะทำการศึกษา

2. บันทึกและสังเกตการณ์โดยตรงในทุกสิ่งที่เกิดขึ้นในงานวิธีการกระบวนการ หรือระบบงานที่เลือกโดยการใช้วิธีบันทึกที่เหมาะสมเพื่อเป็นข้อมูลที่สะดวกในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุง

3. ตรวจตรา ข้อเท็จจริงที่บันทึกมาในทุกๆเรื่องในประเด็นต่างๆ ที่สำคัญ เช่น จุดประสงค์ สถานที่ ลำดับขั้นตอน คนที่เกี่ยวข้องและวิธีการใช้

4. พัฒนาวิธีการที่ประหยัดในการทำงานโดยพิจารณาเงื่อนไขทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

5. วัดปริมาณที่ต้องทำในวิธีการทำงานที่เลือกใช้และคำนวณมาตรฐานเวลาที่ต้องใช้ในการท ทำงานนั้น

6. นิยามวิธีการทำงานที่เสนอขึ้นใหม่และเวลาที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้อ้างอิงและเป็นข้อมูลสำหรับกิจกรรมอื่นๆ

7. ใช้งานวิธีการทำงานที่ได้พัฒนาปรับปรุงหรือกำหนดขึ้นใหม่โดยมีมาตรฐานของงานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามขั้นตอนการปฏิบัติการในหน่วยงาน

8. รักษามาตรฐานของงานที่กำหนดและนิยามขึ้นโดยการควบคุมแก้ไขปัญหา และอุปสรรคที่เหมาะสม

2.1.1 การปรับปรุงงาน

วันชัย ริจิรวนิช (2539) [6] การปรับปรุงงานให้มีขั้นตอนที่มีความยุ่งยากซับซ้อนให้น้อยลง ลดงานที่ไม่จำเป็นและตัดความสูญเสียต่างๆ จากการกำหนดงานที่เรียกว่า เวลาไร้ประสิทธิภาพและเวลาส่วนที่เกิน รวมทั้งการกำหนดแหล่งที่มาของความสูญเสีย การปรับปรุงจึงเป็นขั้นตอนที่นำมาซึ่งวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1. การเปรียบเทียบประเมินผลการปรับปรุงงาน เป็นขั้นตอนเกี่ยวข้องกับการวัดผลงนโดยทั่วไปต้องทำการวัดผลงานของวิธีการเดิมก่อนซึ่งอาจเป็นเวลาทำงาน ระยะทางที่ต้องเดินทาง จำนวนขั้นตอนที่ทำการผลิตที่ได้ ฯลฯ และโดยการวัดผลงานในระบบเดียวกัน สามารถประเมินผลการปรับปรุงได้ว่า การใช้วิธีการทำงานใหม่ส่งผลให้ได้ผลงานที่ดีกว่าการทำงานแบบเดิมในปริมา ณ จำนวณ อัตราส่วน หรือเปอร์เซ็นต์เท่าไร

2. การประยุกต์ใช้การศึกษาการทำงาน เป็นขั้นตอนที่เป็นการกำหนดขั้นตอน วิธีการทำงานและถือเป็นเกณฑ์ปฏิบัติสำหรับคนงานและระบบงาน เป็นเครื่องมือในการควบคุมการทำงาน การผลักดันให้คนงานยอมรับกระบวนการทำงานใหม่เป็นงานที่ต้องใช้ความอดทนและถ้าขั้นตอนการประยุกต์นี้ล้มเหลวอาจเป็นผลมาจากการที่คนงานไม่ร่วมมือในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการทำงานหรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานจริงและไม่นานก็กลับไปทำงานในวิธีการเดิมที่คุ้มเคยกว่าความล้มเหลวดังกล่าว คือ ความล้มเหลวของการศึกษาการทำงาน

3. การตรวจพิจารณา เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบหาข้อบกพร่องของการทำงานวิธีเดิมเพื่อหาวิธีการปรับปรุงให้การทำงานนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นการเพิ่มผลผลิต หลักของการปรับปรุงงานให้ง่าย คือหลักการ 5W 1H และ ECRS เพื่อกำหนดมาตรการโต้ตอบ การเลือกมาตรการที่เหมาะสม โดยคำนึงความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การปรับปรุงด้วยหลักการของวิศวกรรมอุตสาหการ

ประเด็น	สถานะปัจจุบัน	เหตุผล	แนวทางอื่น	บทสรุป
1. จุดประสงค์ (What)	หวังผลอะไรจากวิธีการทำงานในปัจจุบัน	ทำไม (Why) หวังผลเช่นนั้น	กำจัดทิ้งได้หรือไม่ (Eliminate)	จุดประสงค์คืออะไร
2. สถานที่ (Whare)	ปัจจุบันนี้ทำงานนี้ที่สถานที่ใด	ทำไม (Why) ทำงานที่สถานที่นั้น	รวมสถานที่ทำงานเข้าด้วยกันได้ไหม (Combine)	ทำสถานที่ใด
3. ลำดับขั้น (When)	ปัจจุบันมีลำดับขั้นตอนการทำงานอย่างไร	ทำไม (Why) มีลำดับขั้นตอนอย่างนั้น	สามารถสลับขั้นตอนการทำงานได้ไหม (Rearrange)	การทำงานควรมีขั้นตอนอย่างไร
4. บุคลากร (Who)	ปัจจุบันมอบหมายให้ใครทำงานนี้	ทำไม (Why) ให้คนนั้น	คนอื่นทำได้ไหม	ควรให้ใครเป็นคนทำงานนี้
5. วิธีการ (How)	ปัจจุบันมีวิธีการทำงานอย่างไร	ทำไม (Why) มีวิธีการทำงานอย่างนั้น	มีวิธีการทำงานอื่นที่ง่ายกว่านี้หรือไม่ (Simplification)	ควรมีวิธีการทำงานอย่างไร

5W 1H

ECRS

2.1.2 การประเมินผลประสิทธิภาพการผลิต

ลัดดาวัลย์ มิ่งกมลรัตน์ (2539) [7] ประสิทธิภาพทางวิศวกรรม หมายถึง ค่าอัตราส่วนของผลงานที่ได้ต่อหน่วยงานหรือใช้ไป

ความสำเร็จในงานวิศวกรรมสามารถวัดประสิทธิภาพได้จาก ผลงานการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต หรือโครงงานวิศวกรรมที่มีอยู่เดิม หรือผลงานด้านวิศวกรรมที่เกิดขึ้นใหม่ การเปรียบเทียบโดยใช้ค่าประสิทธิภาพวัดดูค่าของผลงานด้านวิศวกรรมสามารถวิเคราะห์โครงงานด้านวิศวกรรมเพื่อกำหนดคุณค่าหรือผลได้รวมถึงการตัดสินใจในลักษณะต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบกับส่วนเสียหรือค่าใช้จ่ายที่ต้องลงทุนไปเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์นั้นๆ ในที่นี้กล่าวถึงเฉพาะการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและเปรียบเทียบร้อยละสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง สามารถทราบประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้จากสมการที่ 2.1 และ 2.2

$$\text{ร้อยละประสิทธิภาพ} = \frac{\text{อัตราการผลิตเสนอแนะ - อัตราการผลิตปัจจุบัน}}{\text{อัตราการผลิตปัจจุบัน}} \times 100 \quad (2.1)$$

$$\text{ร้อยละสัดส่วนของเสีย} = \frac{\text{สัดส่วนของเสียปัจจุบัน - สัดส่วนของเสียเสนอแนะ}}{\text{สัดส่วนของเสียปัจจุบัน}} \times 100 \quad (2.2)$$

2.1.3 การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study)

การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) หมายถึง การศึกษาวิธีการทำงานจากการบันทึกและวิเคราะห์วิธีการทำงานขององค์การที่กำลังทำอยู่ เพื่อเสนอวิธีการทำงานแบบใหม่อย่างมีระบบและประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการทำงานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล การศึกษาวิธีการการทำงานจะช่วยให้เกิดการปรับปรุงกระบวนการในการทำงานให้มีความเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิธีการทำงาน สามารถสรุปได้ดังนี้

ก. เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงของสถาณการณ์ที่ต้องการศึกษา

ข. เพื่อตรวจสอบและศึกษาข้อมูลอย่างถี่ถ้วน

ค. เพื่อพัฒนาวิธีการทำงานให้ดีที่สุด

ขั้นตอนของการศึกษาวิธีการทำงาน

ความสำคัญของขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงาน เพื่อให้เกิดความคล่องตัวกับสถานการณ์ต่างๆได้ดี และเป็นแนวทางที่ใช้กับทุกสถานการณ์ได้อีกด้วย ดังนั้นสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเลือกงาน
2. การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน
3. การวิเคราะห์วิธีการทำงาน
4. การปรับปรุงวิธีการทำงาน
5. การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน
6. การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน
7. การส่งเสริมใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว
8. การติดตามการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

ตารางที่ 2.2 แสดงกิจกรรมและเทคนิคที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการศึกษาวิธีการทำงาน จุดมุ่งเน้นในการศึกษาวิธีการทำงานคือการปรับปรุงวิธีการทำงานซึ่งจะต้องมีกระบวนการวัดผลเพื่อเปรียบเทียบประเมินผลการทำงานของวิธีการทำงานเดิมกับวิธีการทำงานใหม่

ตารางที่ 2.2 กิจกรรมและเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาวิธีการทำงาน

ขั้นตอน	กิจกรรมและเทคนิคที่ใช้
เลือกงาน	พิจารณาความสำคัญของงานตามลักษณะงานที่ได้เปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์
เก็บข้อมูล	บันทึกข้อมูลด้วยแผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆหรือภาพถ่ายวิดิทัศน์
วิเคราะห์วิธีการทำงาน	เทคนิคการตั้งคำถาม การแบ่งประเภทของงาน
ปรับปรุงวิธีการทำงาน	เทคนิคการปรับปรุงงาน เทคนิคลดความสูญเสีย
วัดผลวิธีการทำงาน	ประเมินเปรียบเทียบเวลาทำงาน ปริมาณงานที่ทำได้หรือผลผลิต
พัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน	จัดทำข้อกำหนดและสภาพแวดล้อมของวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว
การส่งเสริมการใช้วิธีการทำงาน	วางแผนและติดตามการส่งเสริมการนำวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วไปปฏิบัติ
การติดตามการใช้วิธีการทำงาน	ตรวจสอบการทำงานเป็นระยะๆว่าเป็นไปตามวิธีการการทำงานที่ปรับปรุงแล้วหรือไม่

2.1.3.1 การเลือกงาน

ขั้นตอนการเลือกงานที่จะศึกษาเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เพราะงานที่ต้องการการปรับปรุงมีอยู่มากมาย การเลือกงานผิดย่อเป็นการเสียโอกาส งานบางอย่างถ้าเลือกทำก่อนจะใช้ประโยชน์ต่อเนื่องไปถึงงานอื่นๆได้ ถ้าเลือกงานทำทีหลังจะไม่มีผลดีต่องานอื่น ทำให้เสียเวลาในการศึกษางานอื่น งานหลายอย่างมีเงื่อนไขเวลา ถ้าไม่เลือกศึกษาก่อนจะไม่สามารถใช้ประโยชน์จากการศึกษาวิธีการทำงานได้อย่างเต็มที่ งานหลายอย่างมีความเสี่ยง ถ้าเราเลือกศึกษาและประสบความล้มเหลว จะสร้างความเสียหายมากกว่าได้ผลประโยชน์ จึงต้องใช้ความระมัดระวังมากขึ้นในการเลือกศึกษางานที่มีเงื่อนไขความเสี่ยง และงานบางอย่างที่มีความลับเบื้องหลัง การเลือกศึกษาวิธีการทำงานอาจส่งผลกระทบในทางลบได้ ในการเลือกงานที่จะศึกษา สิ่งแรกจึงควรพิจารณาความสำคัญของงานตามเงื่อนไขต่างๆ อย่างไรก็ตามเพื่อให้ง่ายแก่การตัดสินใจ เราจะวางการตัดสินใจเลือกงานเพื่อศึกษาวิธีการทำงาน เราจะพิจารณาองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. ด้านเศรษฐกิจ
2. ด้านเทคนิค
3. ด้านปฏิกิริยาแรงงาน
4. ด้านผลกระทบอื่นๆ

1. การพิจารณาด้านเศรษฐกิจ

ในการพิจารณาเลืองานด้วยองค์ประกอบด้านเศรษฐกิจ คือ การพิจารณาความคุ้มของการศึกษานั้นเอง เราต้องไม่ลืมว่าการศึกษาวิธีการทำงานต้องลงทุน ทั้งด้านบุคลากรที่มีความรู้ เครื่องมือ และวัสดุด้านเอกสาร ถ้าผลงานของการศึกษาการทำงานไม่คุ้ม การศึกษานั้นก็ไม่มีความหมายเท่าใดนัก มีกรณีมากมายที่ผู้ศึกษาการทำงานเสียเวลากับการพัฒนาวิธีการทำงานและเพิ่มผลผลิตในสายงานผลิตย่อย ซึ่งไม่ได้เป็นผลดีต่อสายงานการผลิตโดยรวม ผลผลิตโดยรวมก็ไม่สูงขึ้น เพราะส่วนงานที่ทำการศึกษาไม่ได้เป็นส่วนงานที่เป็น “คอขวด” สิ่งที่ได้จากการปรับปรุงงานนอกจากไม่เป็นผลดีต่อระบบโดยรวมแล้วยังเป็นการเพิ่มภาระการเก็บคงคลังของผลงานที่สูงขึ้นด้วย ในการพิจารณาความคุ้มครองในการศึกษา จึงต้องเลือกศึกษางานที่มีผลกระทบด้านบวกเชิงเศรษฐกิจ

2. การพิจารณาด้านเทคนิค

การพิจารณาเลือกงานโดยองค์ประกอบด้านเทคนิค คือ การพิจารณาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงวิธีการหรือเทคนิคที่ใช้ เพราะความรู้ความชำนาญงานจะต้องมีส่วนเกี่ยวข้องในประเด็นนี้ ถ้างานที่เลือกศึกษาวิธีการทำงานสามารถค้นพบความบกพร่องของการทำงานได้ แต่การปรับใช้เทคนิคที่ดีกว่าเป็นเรื่องที่ทำได้ยากเพราะติดขัดด้านความรู้ความสามารถของพนักงาน หรือติดขัดด้านความเข้าใจในส่วนของการออกแบบกระบวนวิธีการทำงาน หรือไม่อาจจะทราบถึงผลกระทบของการใช้เทคนิควิธีการทำงานแบบใหม่ ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการใช้วิธีการใหม่ ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการใช้วิธีการใหม่ขึ้น เป็นการไม่แน่ใจในความเป็นไปได้ทางเทคนิค ในการศึกษาวิธีการทำงานจึงต้องเลือกศึกษางานที่ไม่มีความขัดข้องทางเทคนิคก่อน

3. การพิจารณาด้านปฏิกิริยาแรงงาน

การพิจารณาเลือกงานโดยอาศัยประสบการณ์ปฏิกิริยาแรงงาน คือ การพิจารณาผลกระทบของแรงงานเนื่องจากความสำเร็จในการศึกษาวิธีการทำงานจะขึ้นอยู่กับส่วนของแรงงานเป็นหลัก ถ้าคนงานไม่ยอมร่วมมือในกระบวนการปรับปรุงวิธีการทำงานเราจะเสียเวลาในการศึกษาวิธีการทำงานโดยไม่ได้อะไร งานที่จะเลือกศึกษานอกจากความคุ้ม ความเป็นไปได้ด้านเทคนิค จึงจำเป็นต้องพิจารณาด้านผลกระทบทั้งด้านแรงงานและด้านอื่นๆ

ผลกระทบด้านแรงงาน ส่วนใหญ่จะเกิดจากปัญหาของคนงานดังต่อไปนี้

1. ทัศนคติ (Attitude)
2. ผลประโยชน์ (Benefits)
3. ความเข้าใจ (Understanding)
4. กิจกรรมสัมพันธ์ร่วม (Interrelative Activity)

โดยปกติคนทั่วๆไป จะมีทัศนคติไม่ดีต่อการเปลี่ยนแปลง และมักจะมีปฏิกิริยาต่อต้าน เพราะทุกคนมักจะคิดว่า วิธีการทำงานของตนเองดีที่สุด ดีกว่าคนอื่น คือวิธีการที่ทำในปัจจุบันก็ดีอยู่แล้ว ถ้าไม่สามารถปรับทัศนคติของคนงานให้ใจกว้างขึ้น ยอมรับการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น โอกาสในการพัฒนาวิธีการใหม่จะเป็นเรื่องที่ทำได้ยากมาก ในการศึกษาการทำงานสิ่งที่น่ากลัวที่สุด คือ คนงานมีทัศนคติว่าเมื่อปรับปรุงแล้ว เขาจะมีโอกาสตกงานหรือเกิดความยุ่งยากในการทำงานมากขึ้น

งานบางประเภทถ้าศึกษาให้ลึกๆจะพบว่า คนงานมีส่วนได้ผลประโยชน์ทางใดทางหนึ่งจากกระบวนวิธีการการทำงานที่เป็นอยู่ ถ้ารำม่เข้าใจและทำการศึกษาวิธีการทำงานซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อผลประโยชน์ของคนงาน จะทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อต้านและไม่ร่วมมือได้

ผลต่อเนื่องจากปัญหาทัศนคติของคนงาน คือ ความรู้ความเข้าใจของคนงานต่อกิจกรรมการศึกษาวิธีการทำงาน ความเข้าใจผิดไม่ว่าจะเกิดจากการให้ข้อมูลของคนงานเองหรือการไม่ได้ให้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงตามตรงตามเวลาที่เหมาะสม จะมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาต่อต้านซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นตามทัศนคติเดิมอยู่แล้ว

กิจกรรมที่จะศึกษาวิธีการทำงานอาจจะเป็นกิจกรรมที่มีผลกระทบกับกิจกรรมอื่นๆ เช่น งานหนึ่งง่ายขึ้น งานที่เกี่ยวเนื่องกันจะยากขึ้นด้วย หรือถ้าไม่เกิดกรณีเช่นนี้ คนงานจะเกิดความรู้สึกว่า เมื่อปรับปรุงงานของคนอื่นจะเกิดผลกระทบต่องานของตนเอง จะเกิดกระบวนการสร้างแนวร่วมในการต่อต้าน กลายเป็นปฏิกิริยาแรงงานที่เป็นอุปสรรคต่อการศึกษาวิธีการทำงาน การพิจารณากิจกรรมความสัมพันธ์ของงานร่วมกันก่อนการเลือกงานการศึกษาวิธีการทำงาน จะเป็นอีกส่วนหนึ่งที่จะลดปฏิกิริยาแรงงานได้

4. การพิจารณาด้านผลกระทบอื่นๆ

ผลกระทบอื่นๆนอกจากด้านแรงงาน ด้านเศรษฐกิจ ด้านเทคโนโลยีแล้วยังประกอบด้วยผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย งานที่เลือกศึกษาวิธีการทำงานเมื่อเกิดการพัฒนางานจะส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมหรือความปลอดภัย จะเข้าทำนองแก้ปัญหาหนึ่งจะเกิดปัญหาอีกแบบหนึ่ง การใช้สารเคมีเข้ามามีส่วนในการพัฒนาวิธีการทำงาน ในลักษณะขจัดความสกปรก ลดความเสียหายจากกระบนวการผลิตบางส่วน เช่น กระบวนการขัดล้างชิ้นงานอัญมณีประเภทแหวนเพชร สร้อยเพชร กำไรพลอย ฯลฯ เดิมใช้ความร้อนในการชุบล้าง แล้วจะต้องงมีกระบวนการขัดเพิ่มเติม ถ้าจะเปลี่ยนวิธีการทำงานโดยการใช้สารไซยาไนต์มาแทนการขัดล้าง จะลดงานด้านการขัดลงไปได้ แต่อาจจะมีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย

2.1.3.2 การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน

เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์และปรับปรุงวิธีการทำงาน เราจำเป็นต้องทำการเก็บข้อมูลวิธีการทำงานของงานที่เราต้องเลือกที่จะศึกษาวิธีการทำงานแล้ว การบันทึกข้อมูลวิธีการทำงานให้ถูกต้อง แม่นยำ ครบถ้วนตามความเป็นจริงเท่านั้น จึงจะเกิดประโยชน์ในการวิเคราะห์และพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีขึ้นได้ การบันทึกข้อมูลที่ไม่ถูกต้องครบถ้วนจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำงานที่เป็นอยู่ แนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงวิธีการทำงานซึ่งจะใช้ได้ผลตามความเข้าใจจากข้อมูลที่ได้ แต่อาจจะไม่ได้ผลในการปรับปรุงวิธีการทำงานที่กำลังศึกษาอยู่ มีผลกระทบทำให้เกิดความเข้าใจว่าการศึกษาวิธีการทำงานใช้งานไม่ได้ เป็นการเสียเวลาโดยไม่เกิดผลงานที่เป็นรูปธรรม การเก็บข้อมูลโดยวิธีการบันทึกวิธีการทำงาน จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการของการศึกษาวิธีการทำงาน

- เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกวิธีการทำงาน

มีการพัฒนาเครื่องมือเครื่องใช้ในการบันทึกวิธีการทำงานอย่างต่อเนื่อง ในยุคแรกของการศึกษาการเคลื่อนที่ มีการใช้กล้องถ่ายรูปและใช้เทคนิคถ่ายภาพหรือให้สามารถเก็บข้อมูลด้านทิศทางการเคลื่อนไหวโดยได้ถ่ายภาพประเภท Cyclegraph และพัฒนาให้เก็บข้อมูลความเร็วของการเคลื่อนไหวโดยได้ภาพ Chonocyclegraph ต่อมาเมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้น ก็มีการใช้กล้องถ่ายภาพยนตร์เข้ามาถ่ายเก็บภาพวิธีการทำงานโดยมีการใช้เทคนิควิเคราะห์ฟิล์ม (Film Analysis)

ปัจจุบันเราใช้กล้องถ่ายวิดิทัศน์มาถ่ายบันทึกภาพวิธีการทำงาน ซึ่งมีประโยชน์มากกว่าเพราะสามารถดูภาพบันทึกได้บ่อยครั้งเท่าที่จะต้องการดู ซึ่งเป็นเรื่องง่ายและสะดวกกว่าการใช้กล้องถ่ายภาพยนต์ อย่างไรก็ตามเราจะพบว่านอกจากจะใช้เครื่องมือที่เกี่ยวเนื่องกับเทคโนโลยีในการบันทึกข้อมูลวิธีการทำงาน เครื่องมือที่เรียบง่ายและใช้งานได้ดีมาตลอดไม่ว่าอดีตและอนาคตก็คือกระดาษและเครื่องเขียน จะเป็นปากกาหรือดินสอก็ได้ การบันทึกรายละเอียดเชิงบรรยายเหมือนเขียนนวนิยายให้อ่านเป็นสิ่งที่ทำได้ ถึงแม้ว่าจะเป็นการง่ายในการบันทึก แต่อาจจะเป็นการยุ่งยากและใช้เวลาในการบันทึกตรวจตราข้อมูลมาก ถ้าความเข้าใจและสรุปข้อมูลได้ยาก ซึ่งมีการพัฒนาวิธีการบันทึกเป็นลักษณะย่อโดยอาศัยสัญลักษณ์มาช่วยในการบันทึก จึงมีการพัฒนาเครื่องมือในการบันทึกโดยการใช้แบบฟอร์มมาตรฐาน ซึ่งจะอยู่ในรูปของกระดาษและเครื่องเขียน ข้อมูลที่บันทึกมาได้จะถูกแยกประเภทตามสัญลักษณ์ที่ใช้แทนกิจกรรม จึงง่ายต่อการพิจารณาตรวจตราและวิเคราะห์รวมไปถึงการพัฒนาปรับปรุงกระบวนวิธีการทำงานให้ดีขึ้นแบบฟอร์มมาตรฐานต่างๆ เหล่านี้จะอยู่ในรูปแบบแผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆ

- สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกวิธีการทำงาน

สัญลักษณ์ที่เป็นสากลซึ่งใช้ในการบันทึกวิธีการทำงานมีใช้อยู่ 5 ลักษณะ ดังรูปที่ 2.3 สัญลักษณ์เหล่านี้จะใช้ในการย่อการบันทึกวิธีการทำงานแบบเดียวกับการใช้วิธีจด ในการบันทึกการทำงานโดยการใช้สัญลักษณ์ ถ้าเราไม่มีแบบฟอร์มตามมาตรฐาน การใช้กระดาษเปล่าก็สามารถทำได้โดยไม่ยาก เพียงแต่จะต้องใช้สัญลักษณ์ได้คล่องและรวดเร็ว ในการแยกประเภทของงานที่บันทึกด้วยสัญลักษณ์ให้ได้

สัญลักษณ์	ความหมาย
○	กิจกรรมการปฏิบัติงาน
⇨	กิจกรรมการเคลื่อนย้าย
□	กิจกรรมการตรวจสอบ
D	การรอหรือเก็บพักชั่วคราว
▽	การหยุดหรือการเก็บถาวร

รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ที่ใช้บันทึกขั้นตอนการทำงาน

ในการใช้สัญลักษณ์ทั้ง 5 เราจะพบว่ามีประโยชน์ใช้แบ่งแยกประเภทเวลาทำงานไปด้วย เช่น เราจะพบว่ากิจกรรมด้านการตรวจสอบเราใช้สัญลักษณ์ □ และกิจกรรมด้านการขนย้ายเราจะใช้สัญลักษณ์ ⇨ ส่วนสัญลักษณ์ D▽ จะใช้กับกิจกรรมที่มักจะเป็นงานที่จัดเป็นประเภทงานที่เป็นเวลาส่วนเกิน ซึ่งหมายความว่าขจัดทิ้งได้ถ้าเราสามารถหาระบบมาทดแทนกระบวนการตรวจสอบและการขนย้าย ส่วนกิจกรรมด้านการรอหรือเก็บพักชั่วคราวจะใช้สัญลักษณ์ D (ย่อมาจาก Delay) และกิจกรรมด้านการหยุดหรือการเก็บถาวรจะใช้สัญลักษณ์ ▽ กิจกรรมทั้งสองนี้ถือเป็นเวลาไร้ประสิทธิภาพ การบันทึกด้วยสัญลักษณ์จึงทำให้ได้รู้ว่ามีกิจกรรมในขั้นตอนวิธีการทำงานที่กำลังศึกษาเป็นกิจกรรมที่เป็นเวลาไร้ประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด การใช้สัญลักษณ์ในการบันทึกจึงมีประโยชน์อย่างมากในขั้นตอนการตรวจตราพิจารณาวิเคราะห์และปรับปรุงวิธีการทำงาน นอกจากนี้สัญลักษณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นสามารถอ่านเข้าใจง่ายและเป็นสากล ทุกๆคนที่เคยผ่านการเข้าใจสัญลักษณ์ทั้ง 5 เพียงครั้งเดียวจะสามารถเข้าใจและอ่านข้อมูลการบันทึกวิธีการทำงานได้เหมือนกันหมด

- การบันทึกวิธีการทำงาน

ในการบันทึกวิธีการทำงานโดยการใช้กล้องถ่ายวีดิทัศน์ ถ้าไม่สามารถบันทึกข้อมูลวิธีการทำงานตามขั้นตอนที่ถูกต้อง ข้อมูลที่นำเสนอในการพิจารณาตรวจตราวิเคราะห์จะถูกเบี่ยงเบนไป ดังนั้นในการบันทึกจึงต้องมีขั้นตอนการบันทึกที่เก็บรายละเอียดข้อมูลได้ชัดเจนเพียงพอ อย่างไรก็ตามถ้าจะสามารถวิเคราะห์ได้ง่ายขึ้นจะต้องทำการบันทึกใหม่โดยการใช้สัญลักษณ์บันทึกเป็นแผนภูมิกระบวนการผลิตเพื่อใช้ในการพิจารณาวิเคราะห์และกำหนดเป็นมาตรฐานกระบวนวิธีการทำงานในระบบเอกสารควบคู่กับวิธีการมาตรฐานที่บันทึกในภาพวีดิทัศน์

การบันทึกวิธีการทำงานโดยการใช้สัญลักษณ์จะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาขั้นตอนวิธีการทำงานให้เข้าใจอย่างถ่องแท้
2. กำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดให้แน่ชัด
3. เริ่มบันทึกตั้งแต่จุดเริ่มต้น โดยการใช้สัญลักษณ์สำหรับทีละขั้นตอนของงานจนถึงจุดสุดท้าย
4. กำหนดข้อความบรรยายกิจกรรมตามสัญลักษณ์ที่บันทึกมา
5. ตรวจสอบข้อมูลที่บันทึกกับขั้นตอนการทำงานจริง
6. ให้บุคคลที่สามอ่านข้อมูลการบันทึก เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของข้อมูลที่บันทึก
7. บันทึกรายละเอียดอื่นๆให้ครบถ้วน

การศึกษาขั้นตอนวิธีการทำงานให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ คือการใช้เวลาคลุกอยู่กับงานที่จะศึกษานานพอสมควรจนพอจะเข้าใจกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของงานจนสามารถจินตนาการแบ่งแยกย่อยกิจกรรมแต่ละขั้นตอนว่าทำอะไรได้โดยไม่ยาก ถ้าทำได้ดังนี้จะพบว่าการบันทึกการทำงานได้โดยไม่ยาก

สิ่งสำคัญที่ผู้ศึกษาการทำงานมักจะละเลย คือ การกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของงานที่จะบันทึกให้แน่ชัด งานที่จะบันทึกส่วนใหญ่ถ้าเข้าเกณฑ์การเลือกงานที่มีการดำเนินงานซ้ำอยู่ตลอดเวลา จึงมีการเริ่มต้นและสิ้นสุดของงานเหมือนกัน ถ้าจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดชัดเจน เราจะสามารถตรวจสอบข้อมูลการบันทึกได้โดยไม่ยาก

การบันทึกโดยใช้สัญลักษณ์อย่างเดียว โดยเริ่มทำการบันทึกจากจุดเริ่มต้นด้วยการพิจารณาแยกประเภทของแต่ละขั้นตอนของงานด้วยสัญลักษณ์ บันทึกทีละขั้นตอนจนครบทุกขั้นตอนถึงขั้นตอนสุดท้าย โดยไม่ต้องมีการกำหนดคำบรรยายใดๆ ในขั้นตอนนี้ถ้าเป็นกระดาษที่ไม่ใช่แบบฟอร์มมาตรฐาน จะใช้วิธีการเขียนสัญลักษณ์ตามลักษณะงานที่บันทึกจากบนลงล่าง โดยมีด้านข้างว่างไว้สำหรับขั้นตอนการบันทึกคำบรรยายของลักษณะงาน

ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้บันทึกวิธีการทำงานที่จะต้องนำข้อมูลการบันทึกโดยสัญลักษณ์อย่างเดียวมาให้คำบรรยายอธิบายสัญลักษณ์ต่างๆที่บันทึกมาได้ ส่วนใหญ่งานนี้จะต้องทำในสำนักงานเพื่อจะได้มีเวลาใช้จินตนาการบรรยายข้อมูลสัญลักษณ์ให้ตรงกับกิจกรรมหน้างาน ทำให้ผู้บันทึกเกิดความมั่นใจในข้อมูลที่บันทึกมา ในกรณีที่ไม่สามารถให้คำบรรยายหรือไม่แน่ใจในการให้คำบรรยาย ก็แสดงว่าการบันทึกยังมีส่วนที่บกพร่อง ทำให้อาจต้องกลับไปทำการบันทึกข้อมูลมาใหม่และดำเนินการให้คำบรรยายจนเกิดความมั่นใจต่อข้อมูลที่บันทึกมา

การตรวจสอบข้อมูลที่บันทึกเป็นสัญลักษณ์พร้อมกับการให้คำบรรยายลักษณะงานทำได้โดยการนำข้อมูลไปตรวจสอบกับกระบวนวิธีการทำงานที่หน้างาน เพื่อปรับแต่งข้อมูลให้ตรงตามความเป็นจริงให้มากที่สุด ขั้นตอนนี้จะทำให้เกิดความมั่นใจในระดับหนึ่งว่ารายการบันทึกงานมีความถูกต้องแม่นยำตามความเป็นจริง เพื่อให้เกิดความมั่นใจยิ่งขึ้นว่าผลงานการบันทึกจะสามารถใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาตรวจตราวิเคราะห์ได้ ซึ่งงานในส่วนนี้ไม่จำเป็นว่า ผู้บันทึกงานจะต้องเป็นผู้ทำส่วนใหญ่จะมีทีมงานการศึกษาการทำงานมาศึกษาข้อมูลที่บันทึกและดำเนินการตามขั้นตอนของการศึกษาวิธีการทำงานอื่นๆต่อไป ในการบันทึกจึงจำเป็นต้องให้บุคคลที่สาม ซึ่งไม่เข้าใจกระบวนการวิธีการของงานที่บันทึกได้อ่านข้อมูลกระบวนวิธีการทำงานและสามารถเข้าใจได้ถูกต้อง แสดงว่าการบันทึกข้อมูลนั้นเป็นผลงานที่ใช้ได้

ขั้นตอนสุดท้ายของการบันทึกก็คือ การเก็บข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิธีการทำงาน เพื่อประกอบการพิจารณาตรวจตราวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนวิธีการทำงาน เช่น ข้อมูลระยะทางของการเดินทาง ข้อมูลเวลาของแต่ละกิจกรรม ข้อมูลประกอบสภาพแวดล้อมการทำงาน ฯลฯ

ถ้ามีการใช้แบบฟอร์มมาตรฐานในการบันทึกวิธีการทำงาน ผู้บันทึกจะใช้ขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น ต่างกันตรงขั้นตอนการบันทึกสัญลักษณ์นั้น เนื่องจากในแบบฟอร์มมาตรฐานจะมีสัญลักษณ์ทั้ง 5 ตัวเตรียมไว้ในแต่ละแถวของการบันทึกเพื่อสะดวกและง่ายในการบันทึกเพราะไม่ต้องเสียเวลาเขียนสัญลักษณ์ เพียงแต่ใส่เครื่องหมายลงไปที่สัญลักษณ์ที่เลือกในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรม บันทึกโดยการเลือกสัญลักษณ์แทนกิจกรรมตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดของงานจากนั้นก็นำไปให้คำบรรยายเหมือนการบันทึกทั่วๆไป

2.1.4 เครื่องมือวิเคราะห์การปฏิบัติงาน

เครื่องมือวิเคราะห์การปฏิบัติงานที่สำคัญ ประกอบด้วย การวิเคราะห์กระบวนการ (Process analysis) การวิเคราะห์การปฏิบัติการ (Operations analysis) และการศึกษาการเคลื่อนไหวของผู้ปฏิบัติงานในระหว่างการปฏิบัติงาน (Motion study) ด้วยแผนผังกระบวนการและแผนผังการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกาย การวิเคราะห์งานด้วยเครื่องมือเหล่านี้ ช่วยให้ผู้วิเคราะห์สามารถรวบรวม และบันทึกข้อเท็จจริงเกี่ยวกับงานที่ศึกษาได้อย่างครบถ้วน เข้าใจในลักษณะ และธรรมชาติของกระบวนการ สามารถสังเกตเห็นความผิดปกติ ข้อบกพร่อง และความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ นอกจากนี้ ยังช่วยให้การค้นหาสาเหตุความผิดปกติ การแก้ไขปรับปรุงงาน หรือการออกแบบวิธีการทำงานใหม่เป็นไปอย่างมีระบบมากขึ้น ผลของการวิเคราะห์ที่ได้ สามารถนำไปอ้างอิงเป็นความรู้พื้นฐานในการปรับปรุงกระบวนการต่อไปอย่างต่อเนื่อง ใช้เป็นข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และประสิทธิผล ของการปฏิบัติงานตามกระบวนการเดิมและกระบวนการที่ได้ปรับปรุงโดยไม่เกิดความซ้ำซ้อน ใช้เป็นสื่อการสอนวิธีการปฏิบัติงานใหม่ตามแนวทางที่ได้ปรับปรุงให้แก่พนักงาน ใช้เป็นมาตรฐานประกอบการปฏิบัติงาน คู่มือวิธีปฏิบัติงานสำหรับพนักงานใหม่ และใช้เพื่อออกแบบการตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการแผนผังกระบวนการ และแผนผังการเคลื่อนไหวที่ควรทราบ ได้แก่

- แผนผังกระบวนการไหลของปัจจัยการผลิตวัสดุ คน หรือเครื่องมือเครื่องจักร (Resource-specific Flow Process Chart)
- แผนผังบริเวณปฏิบัติงาน (Flow Diagram)
- แผนผังการปฏิบัติงานระหว่างพนักงาน และเครื่องจักร (Man-Machine Chart)
- แผนผังการปฏิบัติงานของกลุ่มพนักงาน (Gang Process Chart)
- แผนผังแสดงการปฏิบัติงาน (Operation Chart)

อย่างไรก็ตาม เครื่องมือแต่ละชนิดเหมาะสำหรับการศึกษางานที่มีลักษณะแตกต่างกัน ผู้วิเคราะห์จึงควรเลือกใช้เครื่องมือแต่ล่ะชนิดดังที่จะอธิบายต่อไป

2.1.4.1 แผนผังกระบวนการไหลของปัจจัยการผลิตวัสดุ คน หรือเครื่องมือเครื่องจักร (Resource-specific Flow Process Chart)

แผนผังนี้ใช้แสดงสถานะของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด ณ ขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิต หรือกระบวนการปฏิบัติการ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการนั้นๆ เช่น การเขียนแผนผังสำหรับกระบวนการรับหีบห่อสินค้า จากทำรับสินค้าไปเก็บในบริเวณพักสินค้า ปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องในกระบวนการนี้ ได้แก่ คน หรือพนักงานรับสินค้า เครื่องมือ–อุปกรณ์ ซึ่งเป็นรถที่ใช้เข็นหีบห่อสินค้า และตัวหีบห่อสินค้านั้นๆ เมื่อใช้แผนผังนี้ศึกษาการไหลของหีบห่อสินค้าจะต้องบันทึกรายการสถานะเกี่ยวกับสินค้า และระยะเวลาที่เกี่ยวข้อง เช่น หีบห่อต่างๆที่ถูกยกขึ้นวางบนรถเข็นหีบห่อเหล่านั้นวางอยู่บนรถเข็น จนกระทั่งพนักงานเริ่มเข็นรถออกไป การเขียนแผนภาพที่ถูกต้องจะต้องแยกเขียนแผนผังการไหลของคน วัสดุ เครื่องมือเครื่องจักร หรือปัจจัยการผลิตแต่ละอย่างแยกจากกัน ชนิดละหนึ่งผัง จึงจะสามารถเขียนแผนผังการไหลได้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง ทำให้ผู้อ่านเข้าใจสภาพการทำงานที่แท้จริงได้ง่ายขึ้น พร้อมทั้งชี้ให้เห็นโอกาสในการปรับปรุงกระบวนการ เช่น ในกรณีที่พบว่าเกิดความสูญเปล่าในการเคลื่อนย้าย หรือเก็บรอปัจจัยการผลิตอย่างใดอย่างหนึ่งระหว่างกระบวนการนั้นๆบ่อยครั้ง

American Society of Mechanical Engineers (ASME) ได้กำหนดสัญลักษณ์มาตรฐานที่ใช้สำหรับแสดงสถานะต่างๆ ของปัจจัยการผลิตบนแผนผัง ไว้ในมาตรฐานฉบับASME Standard 101, Operation and Flow Process Charts ค.ศ. 1972 แสดงดังรูปที่2.4 และตัวอย่างแผนผังกระบวนการไหลของปัจจัยการผลิต แสดงดังรูปที่ 2.5

Flow Process Chart *Page of*

Chart type: Operator Material Machine	Summary	Present	Proposed	Savings
Method: Present Proposed	Operation			
Date:	Transportation			
Activity:	Inspection			
Location:	Delay			
Operator Name /No.	Storage			
Department:	Total time (min)			
Analyst:	Distance (m. /feet)			

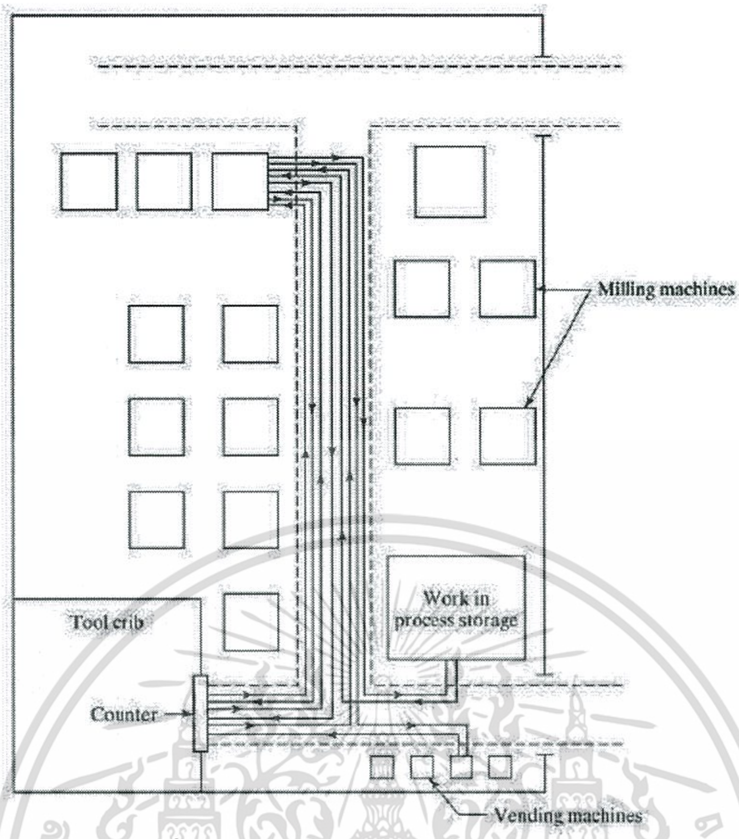
Event Description	Symbol	Time	Distance	Recommendation
	○ ⇨ □ D ▽			
	○ ⇨ □ D ▽			
	○ ⇨ □ D ▽			
	○ ⇨ □ D ▽			
	○ ⇨ □ D ▽			

รูปที่ 2.3 แบบฟอร์มสำหรับแผนผังกระบวนการไหลของปัจจัยการผลิต

การเขียนแผนผังจะต้องระบุข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับแผนผังนั้นๆลงในส่วนสรุปแผนผังอย่างชัดเจน ข้อมูลนี้ควรบอกถึงชื่อกระบวนการที่ศึกษา พร้อมทั้งคำอธิบายพอสังเขป พร้อมทั้งระบุวันเวลา สถานที่ หน่วยงาน และชื่อพนักงานผู้ปฏิบัติงาน ชื่อผู้วิเคราะห์ลำดับที่ของแผนผังก่อนที่จะเก็บข้อมูลโดยระบุสถานะของปัจจัยการผลิตที่ ศึกษาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการให้ถูกต้อง เติมข้อมูลเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานใช้ในการทำงาน ระยะทางการเดิน และข้อสังเกตอื่นๆให้ครบถ้วน เมื่อเขียนแผนผังเรียบร้อย ผู้วิเคราะห์ควร สรุปจำนวนครั้งของปัจจัยการผลิตที่ศึกษาในแต่ละสถานะ การใช้อุปกรณ์ ระยะทาง และเวลาที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการดำเนินงานก่อน และหลังการ ปรับปรุง

2.1.4.2 แผนภาพบริเวณปฏิบัติงาน (Flow Diagram)

แผนภาพนี้ให้ข้อมูลในทำนองเดียวกับแผนภาพการไหลของวัสดุ คน และเครื่องมือเครื่องจักรในกระบวนการผลิต (Resource-specific Flow Process Chart) แต่มีข้อแตกต่างคือ จะแสดงภาพ 2 มิติ ในลักษณะแผนผังโรงงานให้เห็นถึงสภาพพื้นที่ที่สอดคล้องกับความเป็นจริงในขณะปฏิบัติงานแทนที่จะเขียนในรูปแบบตาราง แผนภาพนี้ทำให้ผู้อ่านเห็นทิศทางการเคลื่อนที่ของปัจจัยการผลิตที่ศึกษา และสภาพบริเวณการปฏิบัติงานจริงในบางกรณีผู้วิเคราะห์อาจรวมแผนภาพบริเวณการปฏิบัติงาน (Flow Diagram) เข้าเป็นส่วนท้ายของแผนภาพการไหล (Flow Process Chart) ก็ได้ รูปที่ 2.4 แสดงแผนภาพบริเวณการปฏิบัติงาน



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแผนภาพ Flow Diagram

2.1.4.3 แผนผังการปฏิบัติงานระหว่างพนักงาน และเครื่องจักร (Man-Machine Chart)

กระบวนการผลิตในปัจจุบัน มักมีเครื่องจักรอัตโนมัติ หรือกึ่งอัตโนมัติ ช่วยในการปฏิบัติงาน เช่นพนักงาน 1 คน ควบคุมเครื่องจักร 1 เครื่อง หรือพนักงาน 1 คน ควบคุมเครื่องจักร 2 เครื่อง หรือมากกว่า ในกรณีที่พนักงาน 1 คนควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหลายเครื่อง เรียกว่า Machine Coupling ซึ่งการจัดลำดับงานของพนักงานย่อมจะซับซ้อนมากขึ้นพนักงานจึงควรจะได้รับการฝึกอบรมอย่างเพียงพอ เพื่อป้องกันการทำงานผิดพลาด และการเกิดอันตราย พร้อมทั้งได้รับค่าตอบแทนเพิ่มให้เหมาะสมกับทักษะความสามารถ และความรับผิดชอบในงานที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น ในการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการที่พนักงานทำงานร่วมกับเครื่องจักร ผู้วิเคราะห์จึงต้องเอาใจใส่ต่อความสัมพันธ์ระหว่างคน และเครื่องจักรในขณะปฏิบัติงานเพื่อศึกษาลำดับการปฏิบัติงาน เวลาจังหวะ และความสอดคล้องของการทำงานร่วมกันระหว่างพนักงานกับเครื่องจักร สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับแผนผังนี้เน้นที่การแสดงสถานะการปฏิบัติงานและการหยุดรอของผู้ปฏิบัติงาน เครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งระบุระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานะบนแกนที่สังเกตได้ชัดเจน ดังรูปที่ 2.5 หรืออาจเลือกใช้สัญลักษณ์ที่ละเอียดมากขึ้น ตามที่แสดงในรูปที่ 2.6

การปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งของคน หรือเครื่องจักร เช่น เครื่องจักรทำงานอยู่ หรือพนักงานเตรียมชิ้นงานก่อนที่จะเข้าเครื่อง

การปฏิบัติงานของคน และเครื่องจักรพร้อมกัน เช่น พนักงานปรับตั้งเครื่องจักร พนักงานนำชิ้นงานเข้าหรือออกจากเครื่องจักร พนักงานกำลังทำความสะอาดเครื่องจักร

การรอ เช่น พนักงานหยุดรอระหว่างที่เครื่องจักรทำงาน หรือช่วงเวลาที่เครื่องจักรว่างงาน

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างสัญลักษณ์สำหรับแผนผังการปฏิบัติงานระหว่างคนและเครื่องจักร

Shading	Color	Activity
Black	Blue	**Operation :** Performing an operation. Worker operating on or handling material at workplace. Machine performing an operation on automatic or mechanized cycle.
Gray	Yellow	**Inspection :** Worker performing an inspection. To check for either quantity or quality.
White (blank)	White (blank)	**Idle time :** Worker or machine is idle. Waiting or stopped.
Diagonal lines	Green	**Moving :** Worker walking outside immediate workplace (e.g. to fetch tools or materials).
Horizontal lines	Red	**Holding :** Worker holding an object in fixed position without performing any work on it.

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างสัญลักษณ์สำหรับแผนผังการปฏิบัติงานระหว่างคน
และเครื่องจักรแบบละเอียด

การบันทึกข้อเท็จจริงของกระบวนการผลิตด้วยแผนผังการปฏิบัติงานระหว่างคน และเครื่องจักร จึงสะดวกกว่าการวิเคราะห์โดยใช้แผนภาพการไหลของคน และแผนผังกระบวนการไหลของเครื่องจักรประกอบกัน และเช่นเดียวกับการใช้แผนผังแบบอื่นๆ ผู้บันทึกข้อมูลควรระบุข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการที่ศึกษา เช่น ชื่อกระบวนการ ลักษณะชิ้นงาน ชื่อผู้ปฏิบัติงานเครื่องจักรที่ใช้ ลำดับที่ หรือเลขที่เรียกแผนผัง และชื่อผู้วิเคราะห์ไว้ที่ตอนต้นของแผนผังทุกครั้ง ตัวอย่างแผนผังนี้แสดงดังรูปที่ 2.7

Man - Machine Chart Page of

Operation / Part	Summary	Man	Machine
Operator Name / No.	Working Time		
Analyst	Idle Time		
Date	Cycle Time		
Method: Present Proposed	Utilization ratio		

Man	Time	Machine	Time

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนผังการปฏิบัติงานระหว่างคนและเครื่องจักร

2.1.4.4 แผนผังการปฏิบัติงานของกลุ่มพนักงาน (Gang Process Chart)

แผนผังนี้บันทึกสถานะการทำงานของพนักงานหลายคนที่ปฏิบัติงานในสถานที่ และเวลาเดียวกัน เช่น กลุ่มพนักงาน 5 คนลำเลียงสินค้าเข้าบรรจุในตู้สินค้า แผนภาพที่ใช้มีลักษณะคล้ายกับแผนภาพการไหลของพนักงานแต่ละคน (Man-Flow Process Chart) ซึ่งเขียนขนานกันไปโดยระบุตำแหน่ง และช่วงเวลาทำงานของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนให้ชัดเจนสัญลักษณ์การปฏิบัติงานจึงเหมือนกับการบันทึกใน Flow Process Chart

Gang Process Chart (Multi-Operator Chart) Page of

Process:	Summary	Operator 1	Operator 2	Operator 3
Method: Present Proposed	Operation			
Date:	Transportation			
Activity:	Inspection			
Location:	Delay			
Department:	Total time (min)			
Analyst:	Distance (m. / feet)			

Step	Operator 1	Flow (1)	Operator 2	Flow (2)	Operator 3	Flow (3)

รูปที่ 2.8 แผนภาพการปฏิบัติงานของกลุ่มพนักงาน (Gang Process Chart)

2.1.4.5 แผนภาพแสดงการปฏิบัติงาน (Operation Chart)

การปฏิบัติงานประกอบชิ้นส่วน หรือชิ้นงานขนาดเล็ก พนักงานจะต้องเคลื่อนไหวมือและแขนเป็นกิจกรรมหลัก และเป็นการทำงานซ้ำๆ กันเกือบจะตลอดเวลา การปรับปรุงวิธีการทำงานที่มีลักษณะเช่นนี้ จึงมุ่งความสนใจที่การจัดสถานที่ หรือโต๊ะทำงานของพนักงาน การวางกล่องชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่ใช้ และวิธีการใช้มือของพนักงานในการปฏิบัติงานมากเป็นพิเศษ โดยไม่บันทึกเวลาที่ใช้ในการทำงาน แผนภาพแสดงการปฏิบัติงาน จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แผนภาพการใช้มือ (Left-hand and Right-hand Chart) สัญลักษณ์ที่ใช้แสดงสถานะ การทำงานก็จะเน้นเฉพาะมือของพนักงาน ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ในแผนภาพแสดงการปฏิบัติงาน
(Operation Chart หรือ Left-hand and Right-hand Chart)

วิธีการที่จะบันทึกแผนผังให้ได้ผลดี ผู้วิเคราะห์ควรจะเฝ้าสังเกตวิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน จนกระทั่งจินตนาการเห็นภาพการทำงานนั้นๆ ได้ จากนั้นจึงสังเกตและบันทึกการทำงานอย่างละเอียดของมือแต่ละข้าง โดยบันทึกการทำงานของมือทีละข้าง เมื่อบันทึกครบทั้งสองข้างแล้ว ควรเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการใช้มือทั้งสองของพนักงานตามที่บันทึกได้อีกครั้งกับการทำงานจริงของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งโดยปกติ จะพบว่าภาพที่ได้ในครั้งแรกมักจะมีช่วงที่พบว่าการทำงานของสองมือไม่ประสานกัน หรือไม่สัมพันธ์กันกับความเป็นจริง ผู้วิเคราะห์จึงควรปรับแก้แผนผังนั้นใหม่ จนกว่าจะได้แผนผังที่แสดงถึงวิธีการที่แท้จริง รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างแผนผังการปฏิบัติการ

Left-hand and Right-hand Chart

	Summary	Left-hand	Right-hand
Operation / Part			
Operator Name / No.	Working Time		
Analyst	Idle Time		
Date	Cycle Time		
Method: Present Proposed	Utilization ratio		

No.	Left-hand Motion			Right-hand Motion
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	
		○ ○ ▽ ▼	▼ ▽ ○ ○	

รูปที่ 2.10 แผนภาพแสดงการปฏิบัติงาน
(Operation Chart หรือ Left-hand and Right-hand Chart)

2.1.4.6 ข้อมูลรายละเอียดอื่นๆที่ใช้ประกอบการศึกษาวิธีการทำงาน

เพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลการบันทึกวิธีการทำงาน เราจะมีการบันทึกข้อมูลรายละเอียดอื่นๆของงานประกอบการศึกษาวิธีการทำงาน ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เป้าหมายและขอบข่ายของงาน
2. ผลิตภัณฑ์
3. เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์
4. บุคลากร
5. วัสดุ
6. งานการผลิตหรือบริการที่ทำ
7. การวางผังโรงงานหรือสถานที่ทำงาน
8. งานคลังพัสดุ
9. งานการขนย้ายวัสดุ
10. สภาพแวดล้อมในการทำงาน

ข้อมูลเหล่านี้จะได้จากแบบคำถามสำหรับการตรวจสอบการทำงานซึ่งจะสะดวกและง่ายต่อการตรวจสอบข้อมูลประกอบการศึกษาวิธีการทำงาน[4]

2.2 การศึกษาเวลา (Time Study)

2.2.1 ความหมายของการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา คือ การหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน ใช้ในการวัดผลงานเป็นเวลาที่ทำงานได้ ผลของการศึกษาเวลา คือ เราได้เวลามาตรฐาน Standard Time

ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

1. เพื่อใช้หากำหนดการ และการวางแผนการทำงาน/การผลิต
2. ใช้หาค่าใช้จ่ายมาตรฐาน และช่วยประมาณงบใช้จ่าย
3. ใช้หาราคาของผลิตภัณฑ์ก่อนลงมือผลิต
4. ใช้หาประสิทธิภาพการทำงานของคน-เครื่องจักร
5. ใช้เวลาเป็นข้อมูลในการสมดุลสายการผลิต
6. หาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นตัวฐานในการจ่ายค่าตอบแทน
7. หาเวลามาตรฐานสำหรับใช้ในการควบคุมค่าแรง

2.2.2 วิธีการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาเราสามารถแบ่งได้ 4 วิธีการใหญ่

1. การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้ว มาทำการจับเวลาโดยนาฬิกา ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา แล้วจึงนำมาหาเวลาทำงานปกติ (Normal Time) เวลามาตรฐานต่อไป

2. การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิตนั้นๆ ต้องใช้เวลาในการศึกษาเวลาเป็นเวลานานหลายสัปดาห์

3. การศึกษาเวลาจากข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตร (Standard Data and Formulas) เป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ข้อมูลเวลาที่จัดทำเป็นมาตรฐานของโรงงานนั้น รวมทั้งการคำนวณหาจากสูตรสำเร็จ เช่น สูตรมาตรฐานในการคำนวณเวลางานกลึง สูตรที่โรงงานคิดขึ้นเอง เป็นต้น

4. การศึกษาเวลาโดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้า หรือการสังเคราะห์เวลา (Predetermined Time System or Synthesis Time) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการหาเวลาล่วงหน้าก่อนที่งานจะเกิดจริงหรือการสังเคราะห์เวลา โดยใช้ระบบการหาเวลาชนิดต่างๆ เช่น ระบบ MTM ระบบ Work Factor

2.2.3 การศึกษาเวลาโดยตรง

การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานที่ต้องการ โดยการจับเวลาจากพนักงานที่ผ่านการคัดเลือก และฝึกเป็นอย่างดี ต้องเป็นพนักงานที่ทำงานนั้นๆจริง โดยใช้สถานที่ปกติสถานการณ์ที่ปกติ

ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง

1. หาข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา
2. แบ่งงานเป็นงานย่อย และบันทึก
3. สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน
4. หาจำนวนครั้งในการจับเวลา
5. หาอัตราสมรรถนะการทำงาน (Performance Rating)
6. หาเวลาการทำงานปกติ (Normal Time)
7. หาเวลาเผื่อการทำงาน (Allowances)
8. หาเวลามาตรฐานสำหรับการทำงานนั้น

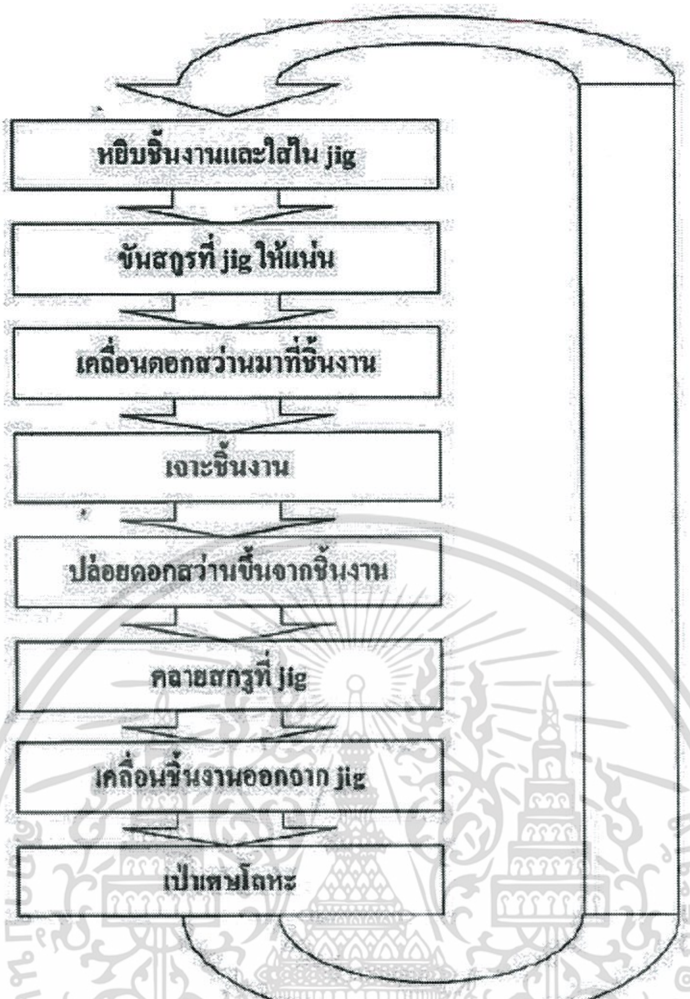
ข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา

1. ข้อมูลของสถานที่ทำงาน เครื่องมือ และอุปกรณ์
2. ข้อมูลพนักงานที่ต้องเลือกมาศึกษาเวลา ซึ่งพนักงานที่คัดเลือกมาต้องมีความสามารถในการทำงานนั้นได้เป็นอย่างดี ทำงานสม่ำเสมอ (คงที่) ทำงานไม่เร็วหรือช้าเกินไป
3. ข้อมูลของขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (อาจมาจาก Process Chart)

2.2.4 การแบ่งงานย่อย Dividing Operation into Element

งานย่อย Element คือ งานที่เป็นส่วนประกอบของการทำงานหนึ่งๆ ในรอบการทำงานหนึ่งๆ หรือ วัฏจักรการทำงาน Work Cycle จะประกอบด้วยงานย่อยๆหลายงาน

วัฏจักรการทำงาน Work Cycle คือ การทำงานวนซ้ำกัน เมื่อทำงานตั้งแต่แรกและเมื่อสิ้นสุดการทำงานนั้นจะเริ่มทำงานใหม่ที่จุดเริ่มต้นเดิมซ้ำๆกันเป็นรอบๆ โดยมีจุดเริ่มต้นของการทำงานมาบรรจบกับจุดสิ้นสุดเป็นวงรอบเสมอ การทำงานครบ 1 รอบมักจะได้ผลงานอย่างน้อย 1 งาน ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 วัฏจักรการทำงาน

การแบ่งงานย่อย สามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

- แบ่งงานย่อยที่มีการทำงานที่แยกกันอย่างชัดเจนออกจากกัน
- แบ่งงานย่อยที่ทำโดยคน หรือคนและเครื่องจักร หรือทำโดยเครื่องจักร รวมทั้งการขนย้ายออกจากกันอย่างชัดเจน
- แบ่งงานย่อยที่ระยะเวลาคงที่ออกจากงานย่อยที่ระยะเวลาผันแปรไปตามตัวแปรต่างๆที่ทำให้เวลาการทำงานย่อยนั้นไม่คงที่ อาทิ ความยาว น้ำหนัก ขนาดของชิ้นงาน
- แบ่งงานย่อยออกเป็นงานย่อยที่สามารถจับเวลาได้ทัน คือไม่น้อยเกินไป และควรอยู่ระหว่างช่วง 0.07 ถึง 0.2 นาที
- ถ้างานย่อยนั้นมีระยะเวลาสั้นมากเกินไปให้รวมงานย่อยเหล่านั้นเข้าด้วยกัน

2.2.5 การจับเวลา

การจับเวลาในการศึกษาเวลานิยมใช้นาฬิกาจับเวลา โดยใช้เวลามาตรฐานที่แตกต่างจากเวลาปกติ กล่าวคือ มาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาเวลา ได้แก่ มาตรฐาน 1/100 นาที หรือมีความละเอียดเท่ากับ 0.01 นาทีนั่นเอง

การจับเวลาเพื่อศึกษาเวลาการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบใหญ่ คือ

1. การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)
2. การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing)
3. การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing)

1. การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) เป็นการจับเวลาโดยที่ไม่มีการหยุดนาฬิกาเพื่อบันทึกค่าเวลา แต่จะปล่อยให้นาฬิกาเดินจับเวลาไปเรื่อย โดย(บันทึกเวลาจะสังเกตเวลา ณ จุดสิ้นสุดงานย่อยนั้นตรงกับเวลาค่าใดก็บันทึกค่านั้นลงไป ดังนั้นการบันทึกเวลาของงานย่อยต่างๆ จะเป็นการบันทึกที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งเรียกว่าเวลา R จากนั้นถ้าต้องการเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อยจำเป็นต้องมีการคำนวณ โดยนำค่าเวลา R ของงานย่อยนั้นลบด้วยค่าเวลา R ของงานย่อยก่อนหน้ามา 1 งาน เราจะได้เวลาของงานย่อยนั้น เรียกว่าเวลา T ตัวอย่างตามรูปที่ 2.12

Element ที่	เวลา R	เวลา T
1	0.08	0.08
2	0.18	0.18-0.08=0.10
3	0.35	0.35-0.18=0.17
4	0.85	0.85-0.18=0.50

รูปที่ 2.12 การจับเวลาแบบต่อเนื่อง

2. การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing) เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่ออ่านค่าและตั้งกลับไปที่ค่าศูนย์ใหม่เพื่อจับเวลางานย่อยถัดไป ดังนั้นเวลาที่เราจับได้จะเป็นเวลาของงานย่อยนั้นเลย หรือก็คือเวลา T นั้นเอง ข้อเสียของวิธีการแบบนี้ คือ ผู้บันทึกจับเวลาต้องมีความชำนาญในการจับ บันทึกค่า และตั้งค่าศูนย์ ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างรวดเร็วมาก

3. การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing) เป็นการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาสองเรือนที่ต่อปุ่มพ่วงกัน เพื่อเวลากดให้นาฬิกาตัวหนึ่งเดินจับเวลา นาฬิกาอีกตัวจะหยุด เมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุดจับเวลา นาฬิกาตัวที่สองเข็มของมันจะหมุนกลับมาตั้งที่ศูนย์แล้วเดินจับเวลาทันที ทำให้เกิดลักษณะการจับเวลาสลับกันระหว่างนาฬิกาสองเอน ข้อดี คือ ผู้ศึกษาเวลาสามารถอ่านค่าเวลาทำงานของงานย่อยนั้นได้เลยและไม่ต้องพะวงว่าจะจับเวลางานย่อยต่อไปไม่ทัน[8]

2.3 อัตราผลผลิต (Productivity)

อัตราผลผลิต (Productivity) หมายถึง การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเพื่อให้ผลผลิตมีปริมาณและ/หรือมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยคำนึงถึงการใช้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการปรับปรุงคุณภาพปัจจัยการผลิต ได้แก่ วัตถุดิบ อุปกรณ์การผลิต ตลอดจนบุคลากรที่มีส่วนร่วมในการผลิต การเพิ่มผลผลิตมักได้รับการกล่าวถึงในฐานะที่มีความหมายเฉพาะทั้งในเชิงปรัชญาและเชิงเศรษฐศาสตร์โดยหน่วยงานหรือองค์การระหว่างประเทศ อาทิ International Labor Organization (ILO), European Productivity Agency (EPA), Asian Productivity Organization (APO) แต่เพื่อให้เป็นที่เข้าใจร่วมกันการเพิ่มผลผลิตในที่นี้ หมายถึง การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าอันนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) หรือการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ด้วยจิตสำนึกเป็นแรงผลักดัน และใช้เทคนิค และเครื่องมือในการเพิ่มผลผลิต/ผลิตภาพ (Productivity Techniques and Tools) เป็นตัวช่วยให้ประสบความสำเร็จ พจนานุกรมศัพท์เศรษฐศาสตร์ แห่งราชบัณฑิตยสถาน อธิบายว่า อัตราผลิต (Productivity) หมายถึง จำนวนผลผลิตสินค้าหรือบริการต่อปัจจัยการผลิตของหน่วยการผลิตอุตสาหกรรมหรือประเทศ อัตราผลิตสามารถจำแนกตามประเภทของปัจจัยการผลิต เช่น อัตราผลผลิตแรงงาน (Labor Productivity) คือ จำนวนผลผลิตต่อแรงงาน 1 คน หรือต่อ 1 ชั่วโมงของการทำงาน อัตราผลผลิตทุน (Capital Productivity) คือ จำนวนผลผลิตต่อเงินทุน 1 หน่วย อัตราผลผลิตรวม (Total Factor Productivity) คือ การเพิ่มขึ้นของผลผลิตที่เกิดจากปัจจัยอื่น นอกเหนือจากปัจจัยการผลิตที่ใช้ เช่น การพัฒนาทางเทคโนโลยี การปรับปรุงการบริหาร และการพัฒนาคุณภาพของแรงงาน[9]

การเพิ่มผลผลิต มีแนวคิดว่า “QCC-SMEE” ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Q : Quality คุณภาพ

C : Cost การลดต้นทุน

D : Delivery การส่งมอบ

S : Safety ความปลอดภัย

M : Morale ขวัญและกำลังใจในการทำงาน

E : Environment สิ่งแวดล้อม

E : Ethics จรรยาบรรณในการดำเนินธุรกิจ

การเพิ่มผลผลิตที่ดี ควรจะมีองค์ประกอบครบทั้ง 7 ตัว สามารถจำแนกรายละเอียดได้ดังนี้

- คุณภาพ,การลดต้นทุน และการส่งมอบนี้เป็นการปรับปรุงเพื่อตอบสนองความพอใจของลูกค้า
- ส่วนความปลอดภัยและขวัญกำลังใจเป็นการปรับปรุงเพื่อพนักงาน
- ส่วนสิ่งแวดล้อมและจรรยาบรรณก็ปรับปรุงเพื่อสังคม

แต่โดยทั่วไปแล้วแนวคิดในการเพิ่มผลผลิตสามารถแบ่งได้เป็น 2 แนวคิด คือ

1. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ International Labor Organization

การเพิ่มผลผลิต คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าของสินค้าและบริการที่ผลิตต่อมูลค่าของทรัพยากรที่ใช้ไป

การเพิ่มผลผลิต = ผลิตผล/ปัจจัยการผลิตที่ใช้จริง+ปัจจัยการผลิตที่เป็นของเสีย

2. แนวคิดทางด้านสังคมศาสตร์ ตามนิยามของ European Productivity Agency

"การเพิ่มผลผลิต เป็นความสำนึกในจิตใจที่มุ่งแสวงหาทางปรับปรุงสิ่งต่างๆ ให้ดีขึ้นเป็นความพยายามอย่างต่อเนื่อง โดยมีพื้นฐานที่เชื่อว่าเราสามารถทำวันนี้ได้ดีกว่าเมื่อวานนี้และพรุ่งนี้ต้องดีกว่าวันนี้เป็นความพยายามอย่างไม่มีที่สิ้นสุดที่จะปรับสภาพเศรษฐกิจ สังคม ให้ทันการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้วิธีการ และเทคนิคใหม่ๆเป็นความเชื่อมั่นในความก้าวหน้าของมนุษย์" [10]

2.3.1 รอบเวลาเป้าหมาย (Takt Time)

รอบเวลาเป้าหมาย (Takt Time) หมายถึง อัตราการผลิตที่ทำให้สามารถบรรลุถึงความต้องการของผลิตภัณฑ์แต่ละตัวเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าได้และอัตรานี้ก็หมายถึงอัตราที่ชิ้นงานแต่ละชิ้นออกจากกรบวนการด้วย[2] รอบเวลาเป้าหมาย (Takt Time) จะมีค่าเป็นนาที หรือวินาทีต่อชิ้น มีจุดประสงค์เพื่อให้การผลิตสอดคล้องกับปริมาณความต้องการสินค้าของตลาด สูตรสำหรับการคำนวณหาค่ารอบเวลาเป้าหมาย คือ

รอบเวลาเป้าหมาย หมายถึง เวลาทำงานทั้งหมดต่อวันต่อปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการต่อวัน

ยอดการผลิตที่ต้องการต่อวัน หมายถึง ยอดผลิตที่ต้องการต่อเดือนต่อจำนวนวันทำงานต่อเดือน[14]

2.3.2 เวลาในการผลิต (Cycle Time)

เวลาในการผลิต (Cycle Time) หมายถึง เวลาที่พนักงานใช้ในการดำเนินการผลิตตามที่แต่ละคนรับผิดชอบในแต่ละรอบการทำงาน โดยพนักงานหนึ่งคนอาจจะรับผิดชอบงานเพียงงาน เดียว หรือหลายงานก็ได้ซึ่งจะเริ่มนับตั้งแตจุดเริ่มต้นของงานนั้นจนถึงเวลาที่กลับมาตั้งแต่ต้น เพื่อจะเริ่มทำการผลิตในรอบต่อไป (เวลาในการผลิตชิ้นงานต่อชิ้น ซึ่งในกรณีศึกษาใช้เป็นการผลิตที่ 1 ชิ้นต่อนาที[11]

2.3.3 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 WASTES)

ในกระบวนการผลิตมักจะพบว่ามีความสูญเสียต่าง ๆ แฝงอยู่ไม่มากก็น้อย ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เช่น ใช้เวลานานในการผลิตสินค้าคุณภาพต่ำ ต้นทุนสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามจะลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้นมากมายแนวคิดหนึ่งที่คิดค้นโดย Mr.Shigeo Shingo และMr.Taiichi Ohno คือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการได้แก่

1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)
2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)
3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transporation)
4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)
5. ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)
6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)
7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)[12]

2.4 การเพิ่มผลผลิตโดยเทคโนโลยี

การเพิ่มผลผลิตโดยเทคโนโลยี ประกอบด้วยองค์ประกอบของการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเพิ่มผลผลิต คือ องค์ประกอบด้านกาลังคน ด้านเทคโนโลยี และด้านระบบการซ่อมบำรุงที่ต้องพิจารณาให้การใช้เทคโนโลยีเกิดประสิทธิภาพสูงสุด การบำรุงรักษาแบบมีส่วนร่วม คือ ความร่วมมือของผู้ใช้เทคโนโลยี ผู้ซ่อมบำรุงและหัวหน้าหน่วยงานในการดูแล รักษา และซ่อมบำรุงเทคโนโลยีให้พร้อมใช้งานเสมอ การใช้เทคโนโลยีต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน โดยคำนึงถึงความสิ้นเปลืองของการใช้พลังงาน และการบริหารการใช้พลังงานให้ประหยัด การนำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในองค์กร ทั้งในสำนักงาน ในงานออกแบบ และงานผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ แต่การเพิ่มผลผลิตโดยเทคโนโลยีมีทั้งประโยชน์และปัญหาที่ควรจะให้ความสำคัญในการพิจารณาลงทุนจัดหาเทคโนโลยี

องค์ประกอบของการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิต

1. องค์ประกอบด้านกำลังคน

    1.1 ความรู้ความสามารถของกำลังคนในการใช้เทคโนโลยี

    1.2 ความรู้ความสามารถของกาลังคนในการบำรุงรักษา

    1.3 ความรู้ความสามารถของกำลังคนในการสร้างสรรค์เทคโนโลยี

2. องค์ประกอบด้านเทคโนโลยี

เทคโนโลยีเป็นส่วนสำคัญต่อระบบการผลิตและการให้บริการ เพราะทำให้ลดเวลาการทำงานและลดจำนวนแรงงาน ขณะเดียวกันก็ช่วยเพิ่มคุณภาพและความสะดวกในการทางาน แต่เทคโนโลยีก็เป็นต้นทุนที่สูงสาหรับการลงทุน ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเพิ่มผลผลิตจึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบด้านเทคโนโลยี 3 ด้าน ได้แก่

    2.1 ราคาต้นทุนของเทคโนโลยี มีความเหมาะสมกับขนาดของการลงทุน

    2.2 ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี ต้องมีความเหมาะสมกับราคาและงานที่ต้องการใช้

    2.3 การเลือกใช้เทคโนโลยีจึงต้องคำนึงถึงระบบการบำรุงรักษาด้วย เช่น

    - วิธีการทำงานที่ยากหรือง่าย
    - วิธีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น
    - อุปกรณ์ที่หมดอายุแล้วจะสามารถหามาทดแทนได้หรือไม่
    - มีการบริการซ่อมบำรุงหลังการขายหรือไม่
    - มีการรับประกันอุปกรณ์หรือไม่
    - มีคู่มือแสดงระบบการบำรุงรักษาที่ชัดเจน หรือทำความเข้าใจได้ง่าย
    - มีระบบการฝึกอบรมให้กับผู้ใช้

2.4.1 การใช้หุ่นยนต์ในระบบการผลิต

หุ่นยนต์เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากแนวคิด "สร้างเครื่องจักกลทำงานแทนมนุษย์" เพราะงานบางประเภทจะมีลักษณะอันตราย เช่น งานที่ต้องทำกับสารกัมมันตรังสี งานที่ต้องใช้ความละเอียดสูงมาก เช่น งานเชื่อมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ งานที่ต้องทำซ้ำซากจำเจ เช่น งานผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ งานที่ต้องทำอยู่ในอุณหภูมิสูง เช่น การหล่อโลหะ เป็นต้น

งานที่กล่าวถึงข้างต้น เป็นงานที่บุคลากรส่วนใหญ่จะปฏิเสธ ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จึงนำหุ่นยนต์มาทำงานแทนมนุษย์เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพมากกว่าและปลอดภัยกับบุคลากรมากกว่า

ปัจจุบันหุ่นยนต์ยังถูกนามาใช้แก้ปัญหาด้านแรงงาน เนื่องจากค่าจ้างแรงงานมีอัตราสูงขึ้นตามภาวะเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ค่าจ้างแรงงานเป็นปัจจัยการผลิตที่สูงสาหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ๆ เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเหล่านี้ได้นำเครื่องจักรกลอัตโนมัติมาทำการผลิต ทำให้ใช้แรงงานน้อยลงเกิดปัญหาการเลิกจ้างคนงาน โรงงานอุตสาหกรรมรถยนต์นำหุ่นยนต์มาใช้แทนบุคลากรด้านการประกอบรถยนต์ทาให้สามารถผลิตรถยนต์ได้จานวนมากและมีคุณภาพคงที่ โรงงานก็สามารถจำหน่ายรถยนต์ในราคาที่ลูกค้าพอใจ[13]

2.4.2 ประโยชน์ของการเพิ่มผลผลิตโดยเทคโนโลยี

1. การนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อการผลิตสินค้าและบริการช่วยให้สินค้าและบริการมีคุณภาพได้มาตรฐานตามแบบสากล กล่าวคือ มีการกำหนดระดับคุณภาพ จัดทำมาตรฐาน ควบคุมกระบวนการผลิตตั้งแต่การตรวจสอบคุณภาพ การควบคุมคุณภาพ และการประกันคุณภาพการใช้งานของสินค้า

2. การนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อการผลิตสินค้าและบริการช่วยให้เกิดความปลอดภัยในกระบวนการทำงาน ทำให้พนักงานได้ผลงานที่มีคุณภาพมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูง

3. การนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อการผลิตสินค้าและบริการช่วยให้หน่วยธุรกิจหรือรัฐบาลมีผลกำไรเพิ่มขึ้นจากการประกอบการ ทำให้ภาคการผลิตเกิดความมั่นคง ทั้งในระดับจุลภาคและมหภาค กล่าวคือ ถ้าหน่วยธุรกิจมีผลกำไรเพิ่มขึ้น เกิดความมั่นคง ส่งผลให้พนักงานมีรายได้เพิ่มขึ้น เกิดความมั่นคงในการทำงาน อัตราการว่างงานลดลง รัฐบาลมีรายได้จากการเก็บภาษีอากรเพิ่มขึ้น

2.4.3 ปัญหาจากการเพิ่มผลผลิตโดยเทคโนโลยี

1. ปัญหาด้านต้นทุน การลงทุนจัดหาเทคโนโลยีเป็นการลงทุนที่สูง ดังนั้น การพิจารณาจัดหาเทคโนโลยีมาปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กรใดด้านใดๆก็ตาม ควรคำนึงถึงจุดคุ้มทุน การคำนวณจุดต้นทุน คือ คำนวณจากราคาของเทคโนโลยีหารด้วยระยะเวลาการใช้งาน คือ ต้นทุนของระยะเวลาการใช้งานในปีแรก ส่วนปีถัดไปต้องบวกค่าเสื่อมราคาอีกร้อยละ 5-10 แล้วแต่ลักษณะการซ่อมบำรุง

2. ปัญหาด้านแผนการลงทุน การลงทุนด้านเทคโนโลยีระยะยาว 5-10 ปี จึงจะคุ้มทุนการใช้เทคโนโลยี ดังนั้นแผนการลงทุนของเรา ต้องคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคตอย่างแม่นยำ เพราะหากผิดพลาดการลงทุนไม่เป็นไปตามแผนงาน ก็จะทาให้เทคโนโลยีที่จัดหามาใช้ไม่คุ้มทุน

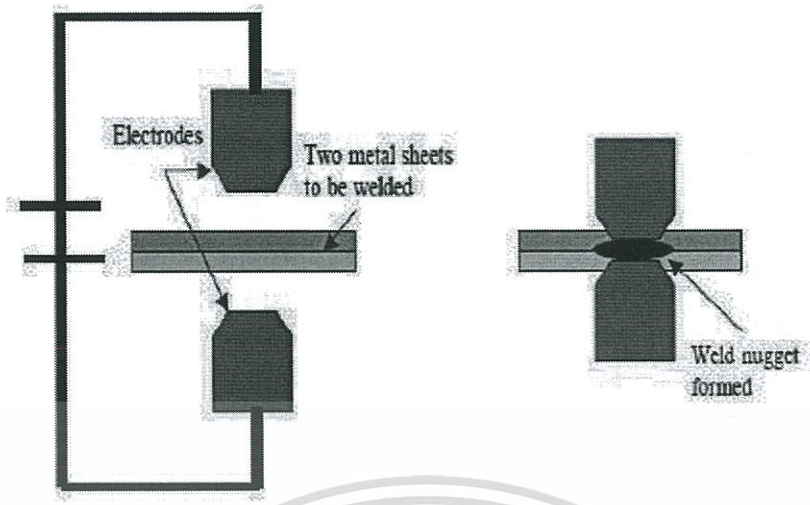
3. ปัญหาด้านการใช้เทคโนโลยี การใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงต้องการบุคลากรมีความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสูงเช่นเดียวกัน ดังนั้น การใช้เทคโนโลยีจึงต้องวางแผนด้านบุคลากรด้วยการเตรียมบุคลากรให้มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประสิทธิภาพ เป็นสิ่งสำคัญและต้องมีการเตรียมการล่วงหน้า หากบุคลากรที่ใช้เทคโนโลยีไม่มีคุณภาพ ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีก็ไม่มีเช่นเดียวกัน

4. ปัญหาด้านการซ่อมบำรุง และการบำรุงรักษาเทคโนโลยี ปัญหาด้านการซ่อมบำรุง ได้แก่ ความรู้ของบุคลากรและอะไหล่หรืออุปกรณ์ที่ใช้ซ่อมบำรุง หากไม่พร้อมหรือหายากก็จะทำให้การใช้เทคโนโลยีมีปัญหาด้านการซ่อมบำรุง เพราะถ้าไม่สามารถซ่อมบำรุงได้การใช้เทคโนโลยีก็จะเสื่อมประสิทธิภาพลงอย่างรวดเร็ว ไม่คุ้มกับเงินลงทุนของเรา[14]

2.5 การเชื่อมความต้านทานแบบจุด (Spot Welding)

กระบวนการเชื่อมความต้านทานแบบจุด (Spot Welding Process) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในงานกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งเป็นวิธีการเชื่อมที่ทำให้ผิวหน้าของชิ้นงานติดกันเป็นจุด โดยการวางโลหะชิ้นงาน 2 แผ่นประกบติดกัน โดยเกิดจากความร้อนที่เป็นผลมาจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านชิ้นงานที่เป็นตัวต้านทาน แล้วใช้แรงกดจากอิเล็กโทรด (Electrode) ทำให้ผิวหน้าของชิ้นงานตรงรอยเชื่อม (Nugget) หลอมละลายติดกันในช่วงเวลาสั้นๆ โดยใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำ และใช้กระแสไฟฟ้าสูง ภายหลังจากไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอิเล็กโทรดแล้ว ชิ้นงานจะค่อยๆเย็นตัวลงจนกระทั่งอยู่ในสภาวะของแข็ง โดยรอยเชื่อม จุดมีขนาดประมาณพื้นที่สัมผัสของอิเล็กโทรดที่ใช้กระบวนการเชื่อมจุดนั้น มีพารามิเตอร์ที่สำคัญต่อคุณภาพของชิ้นงาน ได้แก่ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน เวลาที่ใช้ในการเชื่อม ความหนาของโลหะ ชนิดของโลหะ รวมถึงชนิดและขนาดของอิเล็กโทรด เป็นต้น

รูป 2.13 เครื่องเชื่อมและการใช้เครื่องเชื่อมแบบอยู่กับที่ [5]



รูป 2.14 แสดงกระบวนการเชื่อมความต้านทานแบบจุด

กระบวนการเชื่อมจุด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. เวลากดชิ้นงาน (Squeezing Time) คือ เป็นช่วงเวลาการกดอิเล็กโทรดแนบกับชิ้นงานก่อนปล่อยกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

2. เวลาเชื่อม (Welding Time) คือ ช่วงเวลาที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านชิ้นงานเพื่อให้เกิดความร้อนจนหลอมชิ้นงานเชื่อมติดกัน

3. เวลากดแช่ (Hold Time) คือ เวลาที่กดแช่งานค้างไว้หลังจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแล้วซึ่งรอยเชื่อมจะเริ่มเย็นและแข็งตัวจนมีความแข็งเพิ่มมากขึ้น

4. เวลาเปลี่ยนงาน (Off Time) คือ เวลาที่อิเล็กโทรดเคลื่อนที่ออกจากชิ้นงานจากจุดเดิมเพื่อไปเชื่อมจุดเชื่อมอื่นต่อไป

ข้อดีของการเชื่อมความต้านทานแบบจุด

1. วิธีการเชื่อมและการเตรียมอุปกรณ์ในการเชื่อมไม่ยุ่งยาก เนื่องจากไม่ต้องใช้แก๊สหรือลวดเชื่อม

2. สามารถเชื่อมโลหะที่มีขนาดเล็กๆได้

3. สามารถเชื่อมแบบสมมาตรได้ดี[15]

2.5.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมความต้านทานแบบจุด

2.5.1.1 ความเข้มข้นของกระแสไฟฟ้า (Current Density)

เมื่อกระแสไหลผ่านชิ้นงานเชื่อมจะเกิดความต้านทานกระแส (Resistance) ก่อให้เกิดความร้อนที่ผิวสัมผัสของชิ้นงาน ถ้ากระแสที่ให้ไปมากพอชิ้นงานเชื่อมจะเกิดการเชื่อมที่ในช่วงอุณหภูมิพลาสติก (Plastic Temperature Range) หรือเกิดการหลอมละลาย (Molten) ชิ้นงานจึงถูกเชื่อมติดกันที่บริเวณผิวสัมผัส การสัมผัสของผิวงานในความเป็นจริงจะสัมผัสกันอย่างไม่สมบูรณ์ ความต้านทานที่เกิดขึ้นจึงแตกต่างกันออกไป ดังนั้นความเข้มข้นของกระแสจึงแตกต่างกันไปตามพื้นผิว ดังสมการ

$$J = \frac{I}{A}$$

โดย J คือ ความเข้มข้นของกระแส (A/m^2)

I คือ กระแสที่ใช้ในการเชื่อม (A)

A คือ พื้นที่ผิวสัมผัสของชิ้นงาน (m^2)

ต้นกำเนิดของกระแสไฟฟ้าในการเชื่อมมาจากหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) หม้อแปลงไฟฟ้าจะแปลงกระแสไฟฟ้าต่ำให้เป็นกระแสสูง (High Secondary Currents) แต่ความต่างศักย์ต่ำ (Low Secondary Voltages) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านรอยต่อของชิ้นงานเชื่อม พลังงานไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนให้เป็นพลังงานความร้อนสูงขึ้นเป็นไปตามสมการของจูล (Joule's Law)

$$Q = I^2Rt$$

โดย Q คือ พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้น (Joules)

I คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน (Amperes)

R คือ ความต้านทาน (Ohms)

t คือ ช่วงเวลาที่กระแสไหลผ่าน (Second)

การให้กระแสไฟฟ้าในการเชื่อมมีหลายลักษณะด้วยกัน คือ

Single impulse คือ ให้กระแสไฟฟ้าที่สูงพอและคงที่นานช่วงเวลาหนึ่งจนเกิดการเชื่อมแล้วตัดกระแสทันที

Single impulse with up and down slope คือ ให้กระแสไฟฟ้าจากต่ำค่อยๆไปสูง ทิ้งกระแสสูงคงที่นานช่วงเวลาหนึ่งจนเกิดการเชื่อมแล้วค่อยๆลดกระแสลงและตัดกระแส

Multiple impulse with preheat คือ ให้กระแสต่ำคงที่ช่วงเวลาหนึ่ง แต่ยังไม่เกิดการเชื่อม แล้วหยุดให้กระแสช่วงเวลาหนึ่งสั้นๆ แล้วให้กระแสสูงคงที่นานช่วงหนึ่งเพื่อให้เกิดการเชื่อมแล้วตัดกระแส

Pulsation welding คือให้กระแสสูงคงที่นานช่วงเวลาหนึ่ง แต่ยังไม่เกิดการเชื่อม หยุดให้กระแสช่วงเวลาหนึ่งสั้นๆ แล้วให้กระแสสูงคงที่เท่าเดิมนานช่วงเวลาหนึ่งอีกครั้ง ทำเป็นช่วงๆจนเกิดการเชื่อม

ประเภทของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม มี 3 ประเภท คือ

1. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current) เป็นต้นกำเนิดพลังงานหลักที่จะถูกใช้ในกระบวนการเชื่อมโลหะแบบความต้านทาน เพราะเครื่องมือเชื่อมส่วนใหญ่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ โดยความถี่ที่ใช้กันส่วนใหญ่อยู่ที่ 50-60 Hz เครื่องมือเชื่อมจะมีหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าภายในตัว เพื่อแปลงให้ได้ความศักย์ต่ำ อยู่ที่ประมาณ 1-25 โวลต์ แต่จะได้กระแสไฟฟ้าที่สูงตามมา ในการเชื่อมโลหะกระแสที่ใช้จะมากน้อยเพียงใดยังขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของโลหะที่ใช้เชื่อม กระแสที่ใช้เชื่อมจะสูงตั้งแต่ 1,000-10,000 แอมแปร์ หรือมากกว่านั้น

2. ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) มักเป็นกระแสที่ได้จากหม้อแปลงไฟฟ้าที่แปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง โดยกระแสที่ได้จะสูงแต่ความต่างศักย์ต่ำ กระแสตรงถูกใช้มากในการเชื่อมเนื่องจากพลังงานไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนได้อย่างต่อเนื่อง และทิศทางการไหลของกระแสสามารถบังคับได้

3. ไฟฟ้าเก็บประจุ (Stored Energy Current) เป็นต้นกำเนิดพลังงานไฟฟ้าที่ให้ได้เพียงแค่กระแสตรง ไฟฟ้าเก็บประจุจะถูกใช้ในการเชื่อมของกระบวนการเชื่อมโลหะที่มีขนาดเล็ก เช่น การเชื่อมทองของอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ที่สำคัญของไฟฟ้าเก็บประจุ คือตัวเก็บประจุ (Capacitor) โดยการชาร์ตกระแสไฟฟ้าเข้าไปที่ตัวเก็บประจุ และปล่อยกระแสออกมาเพื่อใช้ในการเชื่อม โดยปล่อยกระแสทั้งหมดที่เก็บไว้ วิธีการนี้สามารถควบคุมปริมาณกระแสสูงสุดที่ไหลได้ และเวลาในการปล่อยกระแสไฟฟ้าได้ดี ใช้ในการเชื่อมที่ต้องการความแน่นอนและความเหมาะสมในการเชื่อม

4. เวลาในการเชื่อม (Welding Time) นั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกระแสที่ใช้ในการเชื่อม การเชื่อมติดกันของโลหะจะเกิดได้ในช่วงของพลาสติก และช่วงที่โลหะหลอม ดังนั้น เวลาที่ใช้ในการเชื่อมจึงต้องนานพอและเหมาะสมที่จะทำให้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็น พลังงานความร้อนที่สูงพอให้โลหะอยู่ในช่วงของการเชื่อมได้ การเชื่อมความต้านทานเป็นการให้กระแสไฟฟ้าที่สูง ดังนั้นเวลาจะแปรผกผันกับกระแส คือ กระแสสูงเวลาที่ใช้ในการเชื่อมจะสั้น แต่เมื่อกระแสต่ำเวลาที่ใช้ในการเชื่อมจะนานขึ้น[16]

2.6 จุดคุ้มทุน (Break Even Point) และระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)

จุดคุ้มทุน (Break Even Point) หมายถึง ระดับของยอดขายของกิจการที่เท่ากับค่าใช้จ่ายทั้งหมดของกิจการ ซึ่งก็คือจุดที่กิจการไม่มีผลกำไรหรือขาดทุนนั่นเอง โดยจุดคุ้มทุนจะสามารถหาได้ก็ต่อเมื่อผู้ประกอบการสามารถแยกได้ว่าค่าใช้จ่ายของธุรกิจนั้นมีอะไรเป็นต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปรอย่างละเท่าไรบ้าง จากการคำนวณดังนี้

$$\text{จุดคุ้มทุน (หน่วยขายที่คุ้มทุน)} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่}}{\text{ราคาขายต่อหน่วย} - \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย}}$$

$$\text{จุดคุ้มทุน (ยอดขายที่คุ้มทุน)} = \text{หน่วยขายที่คุ้มทุน} \times \text{ราคาขายต่อหน่วย}$$

$$\text{หรือ} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่}}{\text{อัตรากำไรส่วนเกิน}}$$

จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนเป็นการวางแผนการทำกำไรจากการดำเนินงานของธุรกิจ โดยมองที่ราคาขาย ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร โดยหากต้องการให้มีจุดคุ้มทุนที่ต่ำลง เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำกำไรก็สามารถทำได้โดย เพิ่มราคาขาย หรือลดต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ลง ซึ่งการใช้การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจะใช้ในการวางแผนระยะสั้น ๆ เช่นต่อเดือนหรือต่อปีเป็นต้น

ส่วนระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) หมายถึง ระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน โดยไม่คำนึงถึงเรื่องมูลค่าของเงินตามระยะเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนจึงมองที่กระแสเงินสดรับ ไม่ใช่ตัวกำไรหรือขาดทุนของกิจการ โดย ณ จุดได้ที่ผลสะสมของกระแสเงินสดรับเท่ากับเงินลงทุนในครั้งแรกก็จะได้ระยะเวลาคืนทุนนั้นเอง ยกตัวอย่าง ลงทุนในโครงการหนึ่ง ใช้เงินลงทุน 1,200,000 บาท จะให้กระแสเงินสดในแต่ละปีจำนวน 400,000 บาท เป็นเวลา 6 ปี ระยะเวลาคืนทุนก็คือ 3 ปี[17]

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายพิทธพนธ์ พิทักษ์ (2552) [18] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง(อุตสาหกรรมล้างขวด) ซึ่งขอบเขตของงานวิจัยนี้ครอบคลุมตั้งแต่ ขั้นตอนการรับวัตถุดิบ แยกผลิตภัณฑ์ การล้างทำความสะอาด จนกระทั่งบรรจุพร้อมส่งให้ลูกค้าต่อไป ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย (1) การศึกษาเบื้องต้นในข้อมูลต่างๆของโรงงาน (2) วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาและปรับปรุงงาน (3) ทดลองปฏิบัติงานตามแนวทางที่นำเสนอ (4) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อน-หลังปรับปรุง (5) สรุปผล ซึ่งการปรับปรุงในงานวิจัยนี้ได้เน้นหนักไปที่การปรับปรุงเครื่องจักรใหม่และออกแบบวิธีการใหม่ ผลการศึกษาพบว่า อัตราผลิตภาพรวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.0 อัตราผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.50 ซึ่งแนวทางการปรับปรุงงานที่ได้จากการวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมล้างขวดอื่นๆเพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพโดยรวมได้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษากระบวนการผลิตของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD เฉพาะในกระบวนการ Spot Welding จากการสำรวจสภาพทั่วไปและปัญหาของกระบวนการผลิตและการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 และบทที่ 2 สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งทางผู้จัดทำมีการดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตในปัจจุบัน

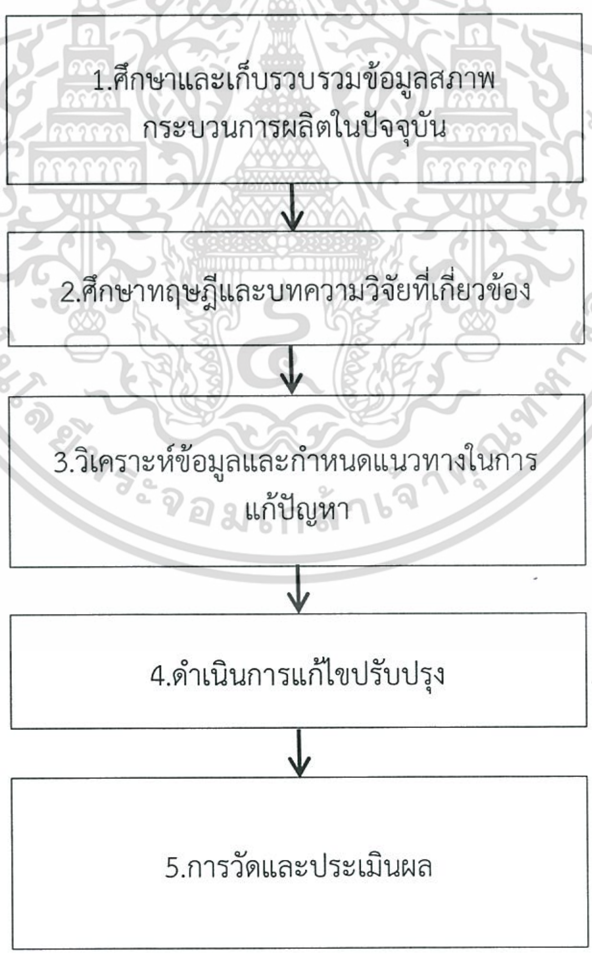
3.2 ศึกษาทฤษฎีและบทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3 วิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา

3.4 ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

3.5 การวัดผลและประเมินผล

โดยสามารถเรียงลำดับขั้นตอนเป็นแผนผังการดำเนินงานได้ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

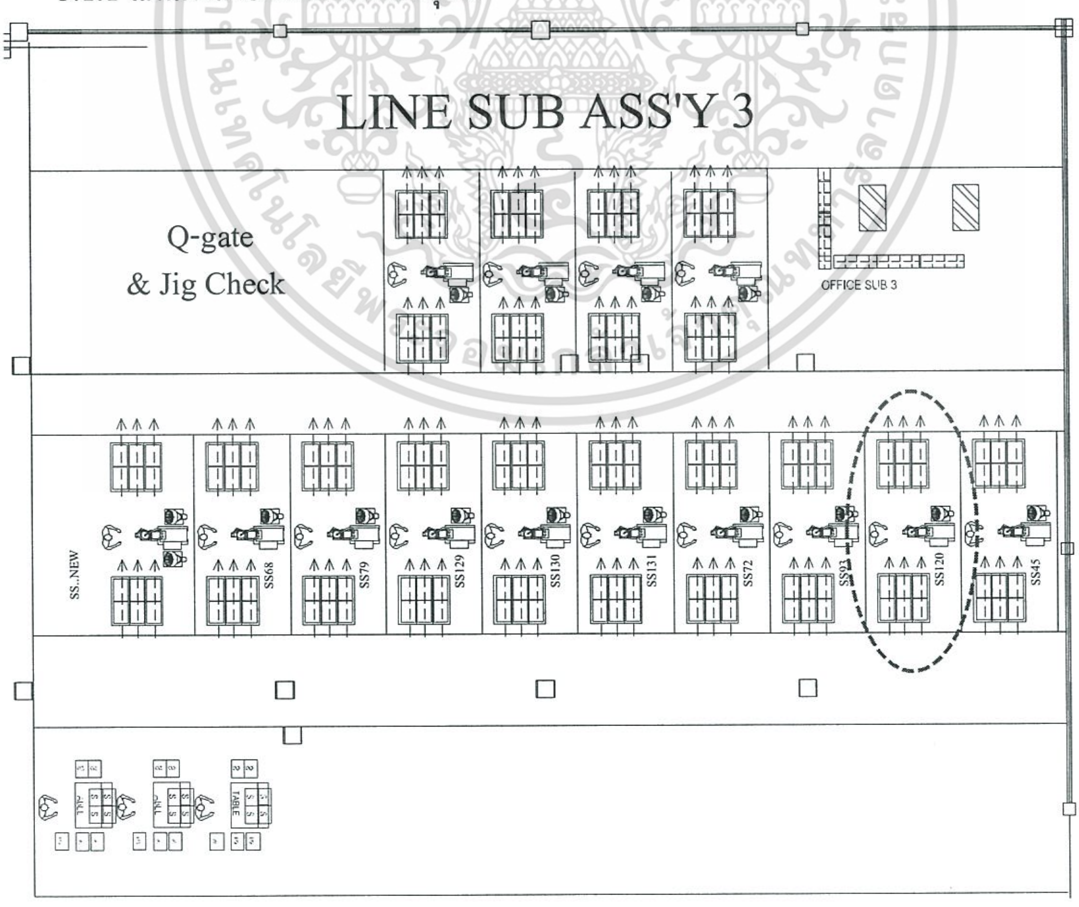
3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตในปัจจุบัน

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของกระบวนการผลิตของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD เฉพาะในขั้นตอนการ Spot Welding ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาและสำรวจกระบวนการผลิตชิ้นงาน ลำดับขั้นตอนการทำงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการปฏิบัติงานจริง และทำการจดบันทึก เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาในขั้นตอนต่อไป โดยสามารถเรียงลำดับขั้นตอนการดำเนินงานเป็นแผนผังการดำเนินงานได้ดังรูปที่3.2

รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานศึกษาและรวบรวมข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตในปัจจุบัน

โดยมีรายละเอียดของการศึกษาและรวบรวมข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตในปัจจุบัน ดังต่อไปนี้

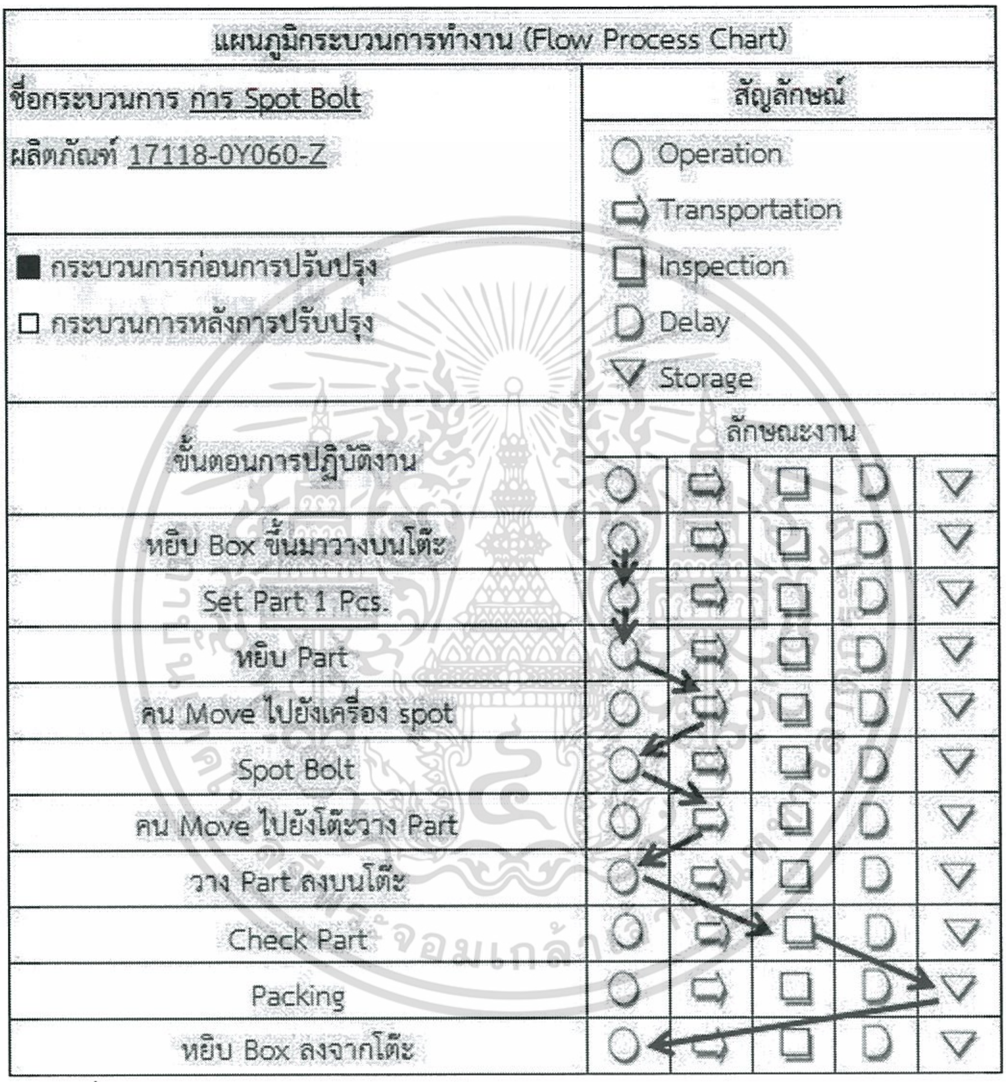
3.1.1 แผนผังสายการผลิตในปัจจุบัน



รูปที่ 3.3 แผนผังสายการผลิตแบบ Manual

จากรูปที่ 3.2 แสดงแผนผังของสายการผลิตในกระบวนการ Spot Welding (Manual) ซึ่งใน 1 สายการผลิตจะประกอบไปการทำงานของพนักงาน 1 คนต่อเครื่อง Spot Welding 1 เครื่องในการผลิตชิ้นงาน ซึ่งแสดงกระบวนการทำงานได้ดังรูปที่ 3.3

3.1.2 กระบวนการทำงาน



แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Flow Process Chart)					
ชื่อกระบวนการ การ Spot Bolt ผลิตภัณฑ์ 17118-0Y060-Z	สัญลักษณ์ ○ Operation ⇨ Transportation □ Inspection D Delay ▽ Storage				
■ กระบวนการก่อนการปรับปรุง □ กระบวนการหลังการปรับปรุง					
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ลักษณะงาน				
	○	⇨	□	D	▽
หยิบ Box ขึ้นมาวางบนโต๊ะ	○	⇨	□	D	▽
Set Part 1 Pcs.	○	⇨	□	D	▽
หยิบ Part	○	⇨	□	D	▽
คน Move ไปยังเครื่อง spot	○	⇨	□	D	▽
Spot Bolt	○	⇨	□	D	▽
คน Move ไปยังโต๊ะวาง Part	○	⇨	□	D	▽
วาง Part ลงบนโต๊ะ	○	⇨	□	D	▽
Check Part	○	⇨	□	D	▽
Packing	○	⇨	□	D	▽
หยิบ Box ลงจากโต๊ะ	○	⇨	□	D	▽

รูปที่ 3.4 แสดงแผนภูมิกระบวนการทำงาน (Flow Process Chart) แบบ Manual

3.1.3 รอบเวลาในการผลิต

ตารางที่ 3.1 ผลบันทึกการจับเวลาการทำงานแบบ Manual ของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD

ใบบันทึกการจับเวลา			Page
Time Study Observation Sheet			No.1
PART NAME : STAY,EXHAUST MAIMFOLD		PART NO. 17118-0Y060-Z	
MODEL : 889F		LINE :	
รายงานสถานที่การทำงาน : บริษัท ซัมมิท โอโต บอดี้ อินดัสตรี จำกัด			
งานย่อย	เวลาการทำงาน (วินาที)		
	Max	Min	Avg.
หยิบ Box ขึ้นมาวางบนโต๊ะ	8.99	8.95	8.97
Set Part 1 Pcs.	5.56	5.51	5.54
หยิบ Part	2.56	2.52	2.54
คน Move ไปยังเครื่อง spot	5.63	5.57	5.6
Spot Bolt	5.95	5.92	5.93
คน Move ไปยังโต๊ะวาง Part	5.93	5.88	5.91
วาง Part ลงบนโต๊ะ	1.58	1.55	1.56
Check Part	2.86	2.83	2.84
Packing	2.89	2.86	2.88
หยิบ Box ลงจากโต๊ะ	8.89	8.86	8.88
SUM	50.84	50.45	50.65

จากตารางที่ 3.1 พบว่ากระบวนการทำงานแบบ Manual มีรอบเวลาการทำงาน (C.T) เท่ากับ 50.65 วินาทีต่อชิ้น

		Date 15/10/58		STANDARDIZED WORK COMBINATION TABLE (ตารางงานมาตรฐานผสม)	Record By : Sutamart	Man
Takt Time	49 Sec/Pcs.	Before	X		Model : 889F	M/C
Cycle Time	50.62 Sec/Pcs.	After			Part No : 17118-0Y060	Walk

No.	Man Power	Element	Process Element (Name)	Time(Sec) Man	M/C	Walk	TTL
1	Man Power A.	1	หยิบ Box ขึ้นมาวางบนโต๊ะ	8.97			
2		2	Set Part 1 Pcs.	5.54			
3		3	หยิบ Part	2.54			
4		4	คน Move ไปยังเครื่อง spot	5.57			
5		5	Spot Bolt	5.93			
6		6	คน Move ไปยังโต๊ะวาง Part	5.91			
7		7	วาง Part ลงบนโต๊ะ	1.56			
8		8	Check Part	2.84			
9		9	Packing	2.88			
10		10	หยิบ Box ลงจากโต๊ะ	8.88			
Total				50.62			

รูปที่ 3.5 แสดงตารางงานมาตรฐานผสมของกระบวนการผลิตแบบ Manual

จากรูปที่ 3.3 พบว่า รอบเวลาการทำงานของพนักงาน เท่ากับ 50.62 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งมากกว่ารอบเวลาเป้าหมายในการผลิตงาน (C.T>T.T)

3.2 ศึกษาทฤษฎีและบทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นการศึกษารายละเอียดของแต่ละทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในสื่อทางวารสาร สิ่งตีพิมพ์ หนังสือเอกสารการสัมมนา และข้อมูลออนไลน์ ที่เกี่ยวข้องกับการทำปริญญานิพนธ์ได้ดังนี้

1. การศึกษาการทำงาน (Work Study)
2. การศึกษาเวลา (Time Study)
3. อัตราผลผลิต (Productivity)
4. การเพิ่มผลผลิตโดยเทคโนโลยี
5. การเชื่อมความต้านทานแบบจุด (Spot Welding)
6. จุดคุ้มทุน และระยะเวลาคืนทุน (Break Even Point and Pay Back Period)
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3 วิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการผลิตนั้น จากการเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตในปัจจุบัน และได้นำมาทำการวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดแนวทางการแก้ไข ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดแนวทางแก้ไขดังนี้

1. วิเคราะห์และเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานของแต่ละโครงการ
2. วิเคราะห์และเปรียบเทียบตารางงานมาตรฐานผสมของแต่ละโครงการ
3. วิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนของแต่ละโครงการ
4. วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของแต่ละโครงการ
5. วิเคราะห์และเปรียบเทียบกำลังการผลิตของแต่ละโครงการ
6. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุของแต่ละโครงการ

ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์แนวทางในการแก้ไขไว้ 3 กรณี ดังต่อไปนี้

1. กรณีที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คนเหมือนเดิม
2. กรณีที่ 2 ใช้พนักงาน 2 คน โดยแบ่งเป็นพนักงานทำงาน 1 คนและพนักงานตรวจสอบชิ้นงาน 1 คน
3. กรณีที่ 3 ใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน

3.3.1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานของแต่ละโครงการ

ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานของแต่ละโครงการ

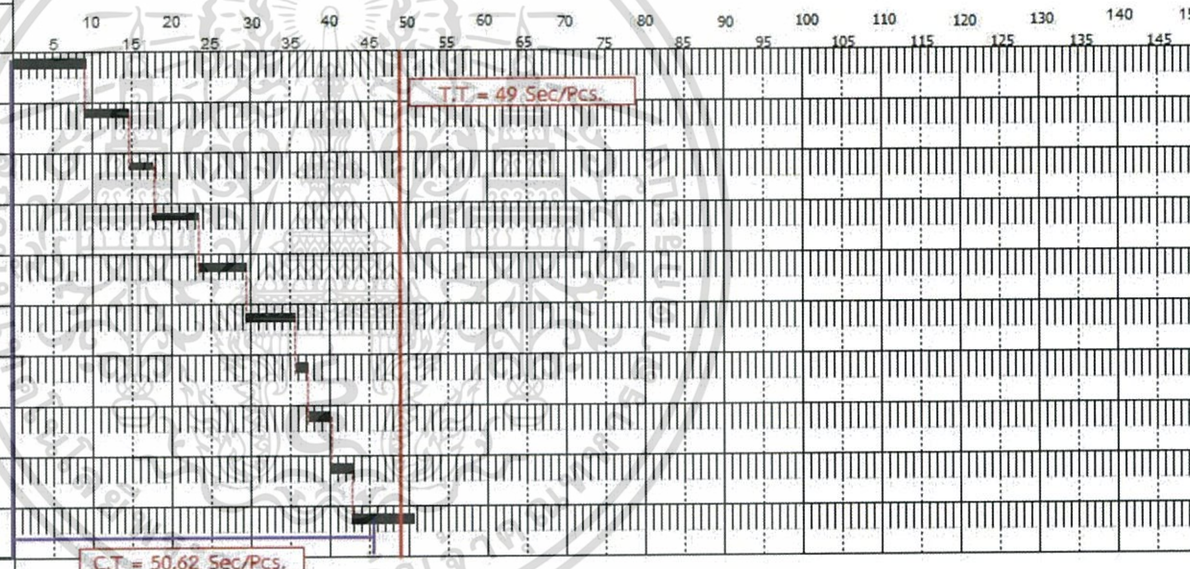
โครงการ	รอบเวลาการผลิต (sec/pcs)
กรณีที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คน	50.65
กรณีที่ 2 ใช้พนักงานในการทำงาน 2 คน	44.90
กรณีที่ 3 ใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน	28.99

3.3.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบตารางงานมาตรฐานผสมของแต่ละโครงการ

กรณีที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คน

		Date 15/10/58		STANDARDIZED WORK COMBINATION TABLE (ตารางงานมาตรฐานผสม)	Record By : Sutamart	Man
Takt Time	49 Sec/Pcs.	Before	X		Model : 889F	M/C
Cycle Time	50.62 Sec/Pcs.	After			Part No : 17118-0Y060	Walk

No.	Man Power	Element	Process Element (Name)	Man	M/C	Walk	TTL
1	Man Power A.	1	หยิบ Box ขึ้นมาวางบนโต๊ะ	8.97			
2		2	Set Part 1 Pcs.	5.54			
3		3	หยิบ Part	2.54			
4		4	คน Move ไปยังเครื่อง spot	5.57			
5		5	Spot Bolt	5.93			
6		6	คน Move ไปยังโต๊ะวาง Part	5.91			
7		7	วาง Part ลงบนโต๊ะ	1.56			
8		8	Check Part	2.84			
9		9	Packing	2.88			
10		10	หยิบ Box ลงจากโต๊ะ	8.88			
Total				50.62			

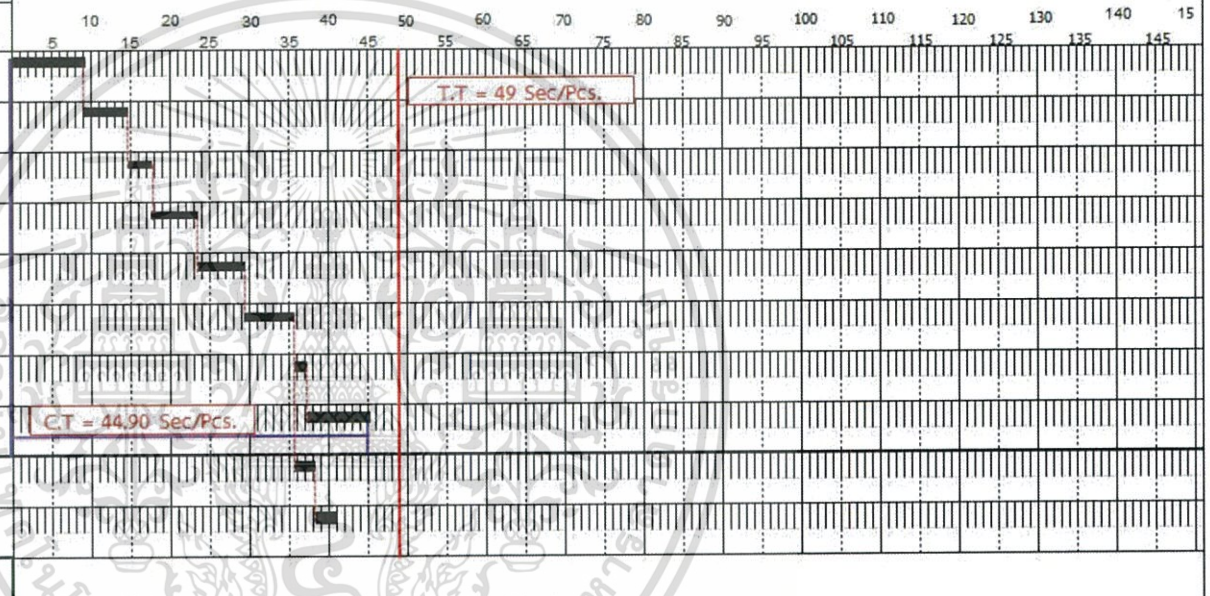


รูปที่ 3.6 แสดงตารางงานมาตรฐานผสมของกระบวนการผลิตกรณีที่ 1

กรณีที่ 2 ใช้พนักงานในการทำงาน 2 คน

		Date 15/10/58		STANDARDIZED WORK COMBINATION TABLE (ตารางงานมาตรฐานผสม)	Record By : Sutamart	Man
Takt Time	49 Sec/Pcs.	Before	X		Model : 889F	M/C
Cycle Time	44.90 Sec/Pcs.	After			Part No : 17118-0Y060	Walk

No.	Man Power	Element	Process Element (Name)	Time(Sec) Man	M/C	Walk	TTL
1	Man Power A.	1	หยิบ Box ขึ้นมาวางบนโต๊ะ	8.97			
2		2	Set Part 1 Pcs.	5.54			
3		3	หยิบ Part	2.54			
4		4	คน Move ไปยังเครื่อง spot	5.57			
5		5	Spot Bolt	5.93			
6		6	คน Move ไปยังโต๊ะวาง Part	5.91			
7		7	วาง Part ลงบนโต๊ะ	1.56			
8		8	หยิบ Box ลงจากโต๊ะ	8.88			
1	Man Power B.	1	Check Part	2.84			
2		2	Packing	2.88			
Total				50.62			



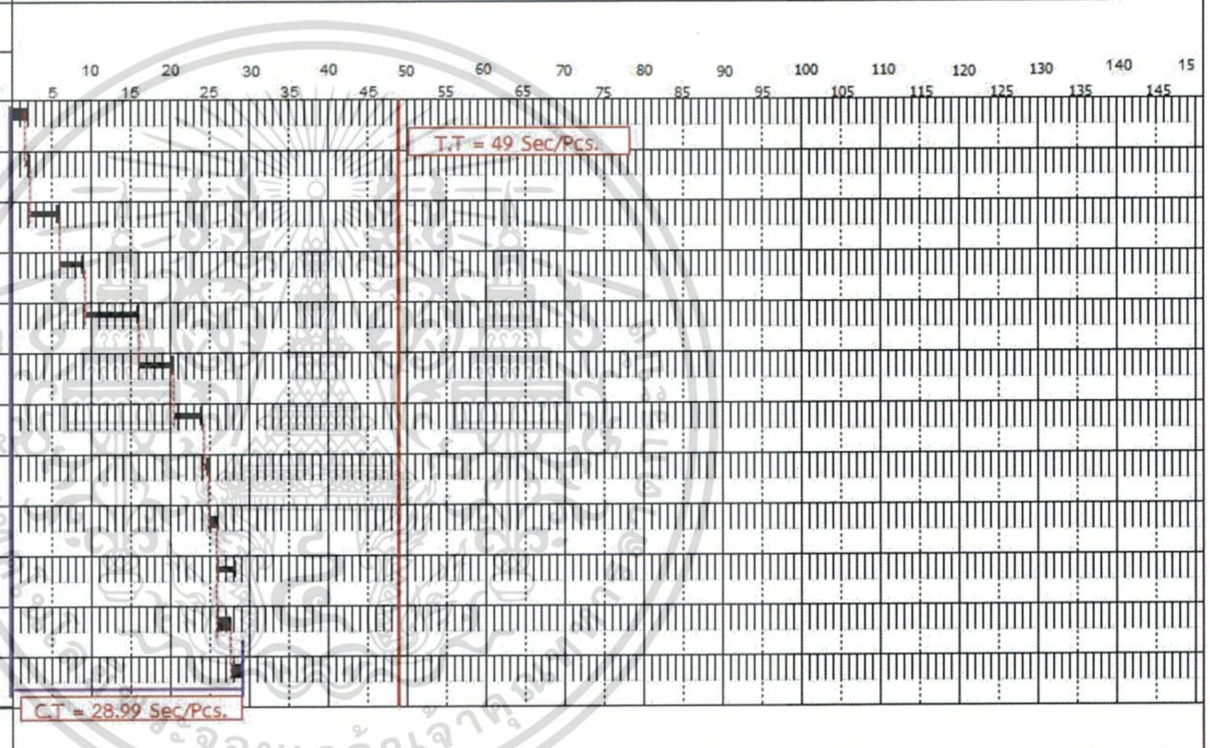
รูปที่ 3.7 แสดงตารางงานมาตรฐานผสมของกระบวนการผลิตกรณีที่ 2

กรณีที่ 3 ใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน

STANDARDIZED WORK COMBINATION TABLE
(ตารางงานมาตรฐานผสม)

Date 20/10/58		Record By : Sutamart	Man
Takt Time	49 Sec/Pcs.	Before		Model : 889F	M/C
Cycle Time	28.99 Sec/Pcs.	After	X	Part No : 17118-0Y060	Walk

No.	Man Power	Element	Process Element (Name)	Time(Sec) Man	M/C	Walk	TTL
1	Man Power A.	1	Set Pert 1 Pcs.	1.88			
2		2	Robot Unclamp		0.44		
3		3	Robot Move ไปหยิบชิ้นงาน		3.72		
4		4	Robot หยิบชิ้นงาน&Clamp Part		3.09		
5		5	Robot Move ไปยังเครื่อง Spot		6.77		
6		6	Spot Bolt		4.27		
7		7	Robot Move ไปยังโต๊ะวาง Part		3.88		
8		8	Robot Unclamp		0.34		
9		9	หยิบชิ้นงานออกจาก Robot	0.94			
10		10	Robot Move ไปยังจุดเริ่มต้น		2.67		
11		11	Check Part	1.84			
12		12	Packing	1.81			
Total				6.47	25.18		



รูปที่ 3.8 แสดงตารางงานมาตรฐานผสมของกระบวนการผลิตกรณีที่ 3

3.3.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนของแต่ละโครงการ

ตารางที่ 3.3 ตารางวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนของแต่ละโครงการ

ต้นทุน	กรณีที่ 1 พนักงาน 1 คน		กรณีที่ 2 พนักงาน 2 คน		กรณีที่ 3 หุ่นยนต์	
	รายรับ	ค่าใช้จ่าย	รายรับ	ค่าใช้จ่าย	รายรับ	ค่าใช้จ่าย
1.ค่าแรง (บาท/ปี)	0.00	79,200.00	0.00	158,400.00	0.00	79,200.00
2. ค่าทำงานล่วงเวลา (บาท/ปี)	0.00	37,125.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3. PROCESS COST SPOT BOLT	33,915.00	0.00	33,915.00	0.00	33,915.00	0.00
4. PROCESS COST PRESS	663,552.00	0.00	663,552.00	0.00	663,552.00	0.00
5. JIG AND DIE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	863,392.00
6. ENGINEERING CHANGE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86,340.00
7. PROJECT MANAGEMENT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	174,498.00
8. EXPENSE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	101,905.00
9. MACHINE AND LINE INSTALLATION	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	369,000.00
รวม	697,467.00	116,325.00	697,467.00	158,400.00	697,467.00	1,674,335.00

ตารางที่ 3.4 ตารางวิเคราะห์รายรับที่ได้ตลอด Model Life (8 ปี)

โครงการ	รายรับ (บาท/8ปี)
กรณีที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คน	4,468,935.91
กรณีที่ 2 ใช้พนักงานในการทำงาน 2 คน	4,067,157.15
กรณีที่ 3 ใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน	5,598,831.10

3.3.4 วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนของแต่ละโครงการ

ตารางที่ 3.5 ตารางวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการผลิต

โครงการ	จุดคุ้มทุน (ปี)
กรณีที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คน	0
กรณีที่ 2 ใช้พนักงานในการทำงาน 2 คน	0
กรณีที่ 3 ใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน	2

3.3.5 วิเคราะห์และเปรียบเทียบกำลังการผลิตของแต่ละโครงการ

ตารางที่ 3.6 ตารางวิเคราะห์กำลังการผลิต

โครงการ	กำลังการผลิต (ชิ้นต่อชั่วโมง)
กรณีที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คน	71.12
กรณีที่ 2 ใช้พนักงานในการทำงาน 2 คน	80.17
กรณีที่ 3 ใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน	124.18

3.3.6 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุของแต่ละโครงการ

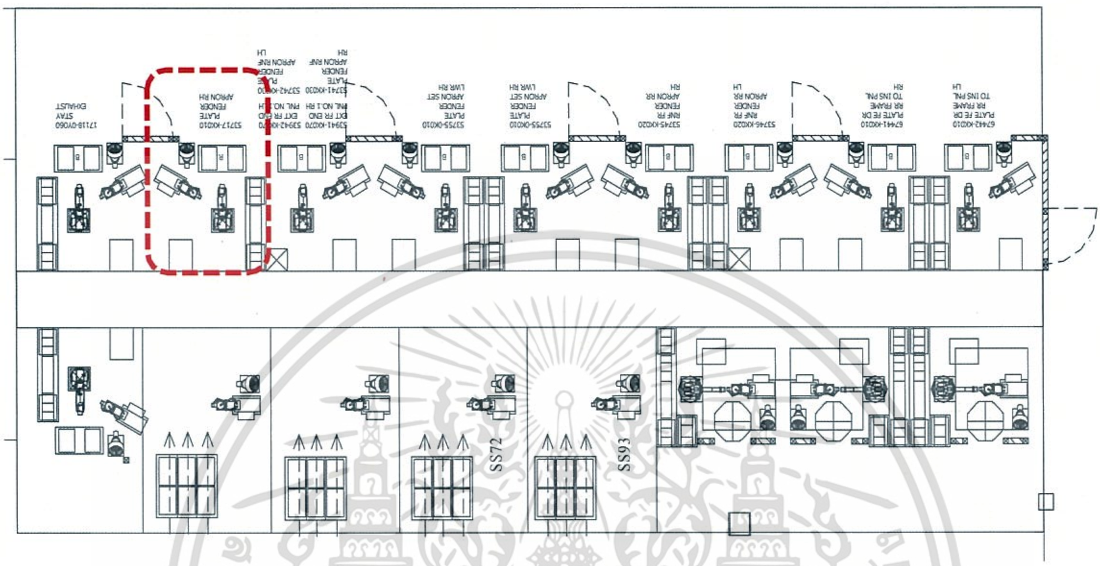
ตารางที่ 3.7 ตารางวิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ

อุบัติเหตุ	
พนักงาน (กรณีที่ 1 และ 2)	หุ่นยนต์ (กรณีที่ 3)
1. พนักงานเสี่ยงต่อการโดนเหล็กบาด	1. พนักงานไม่ต้องเสี่ยงต่อการโดนเหล็กบาด
2. พนักงานเสี่ยงต่อการโดนหัวเชื่อมหนีบมือ	2. พนักงานไม่ต้องเสี่ยงต่อการโดนหัวเชื่อมหนีบมือ
3. พนักงานเสี่ยงต่อการโดนสะเก็ดไฟเข้าตา	3. พนักงานไม่ต้องเสี่ยงต่อการโดนสะเก็ดไฟเข้าตา
4. พนักงานเสี่ยงต่อการสูดดมควัญเชื่อม	4. พนักงานไม่ต้องเสี่ยงต่อการสูดดมควัญเชื่อม

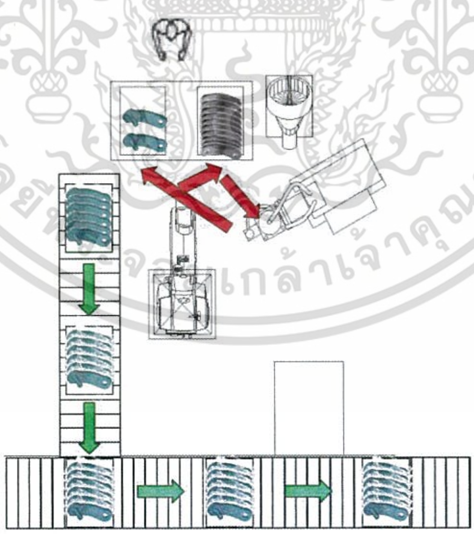
3.4 การดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

ในขั้นตอนการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละโครงการแล้ว จึงได้นำมาดำเนินการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 แผนผังสายการผลิต



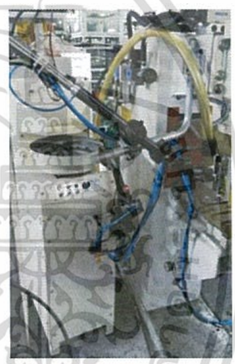
รูปที่ 3.9 แผนผังสายการผลิตแบบ Automation



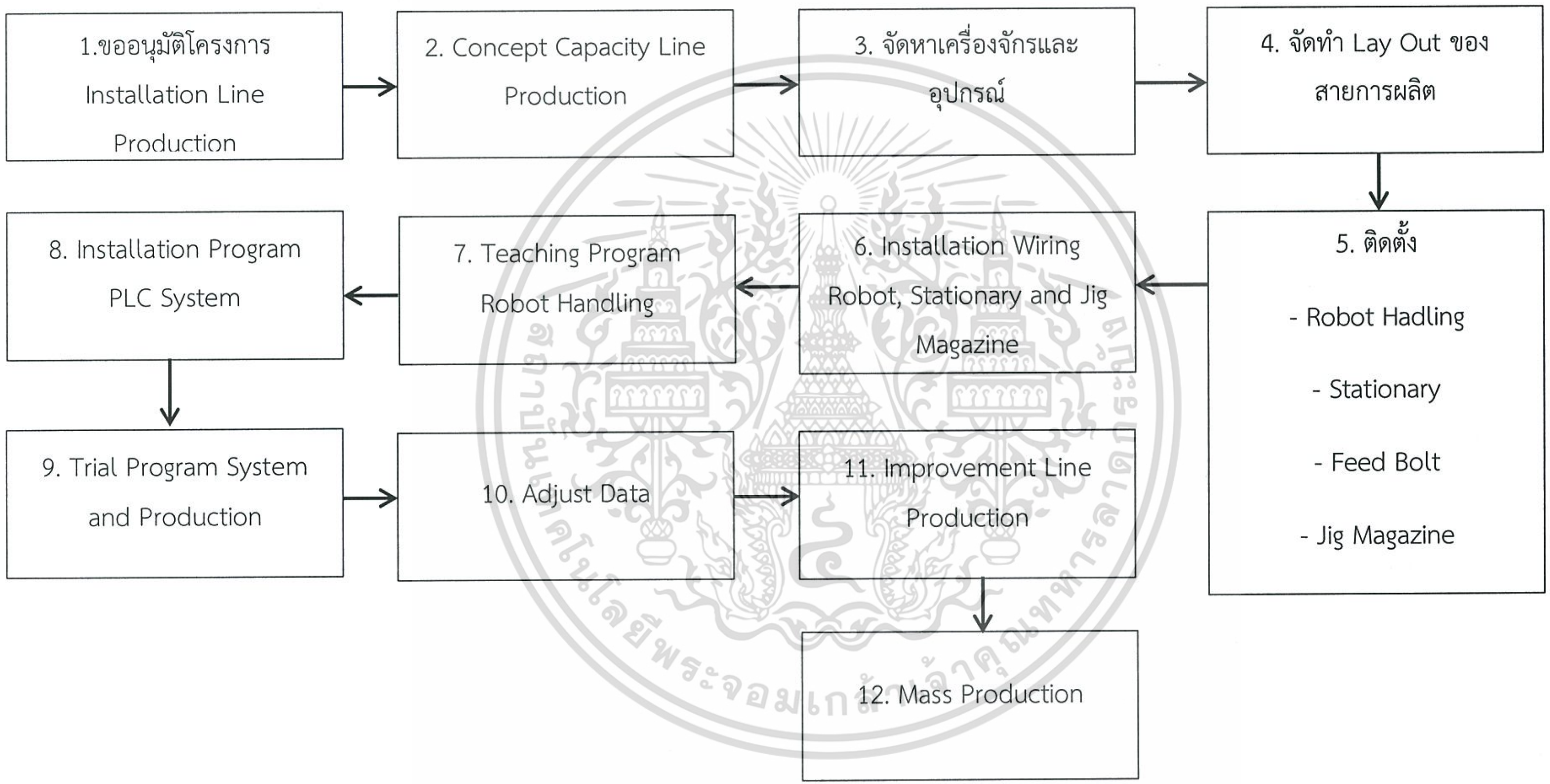
รูปที่ 3.10 แผนผังกระบวนการผลิต

3.4.2 วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการปรับปรุง

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุง

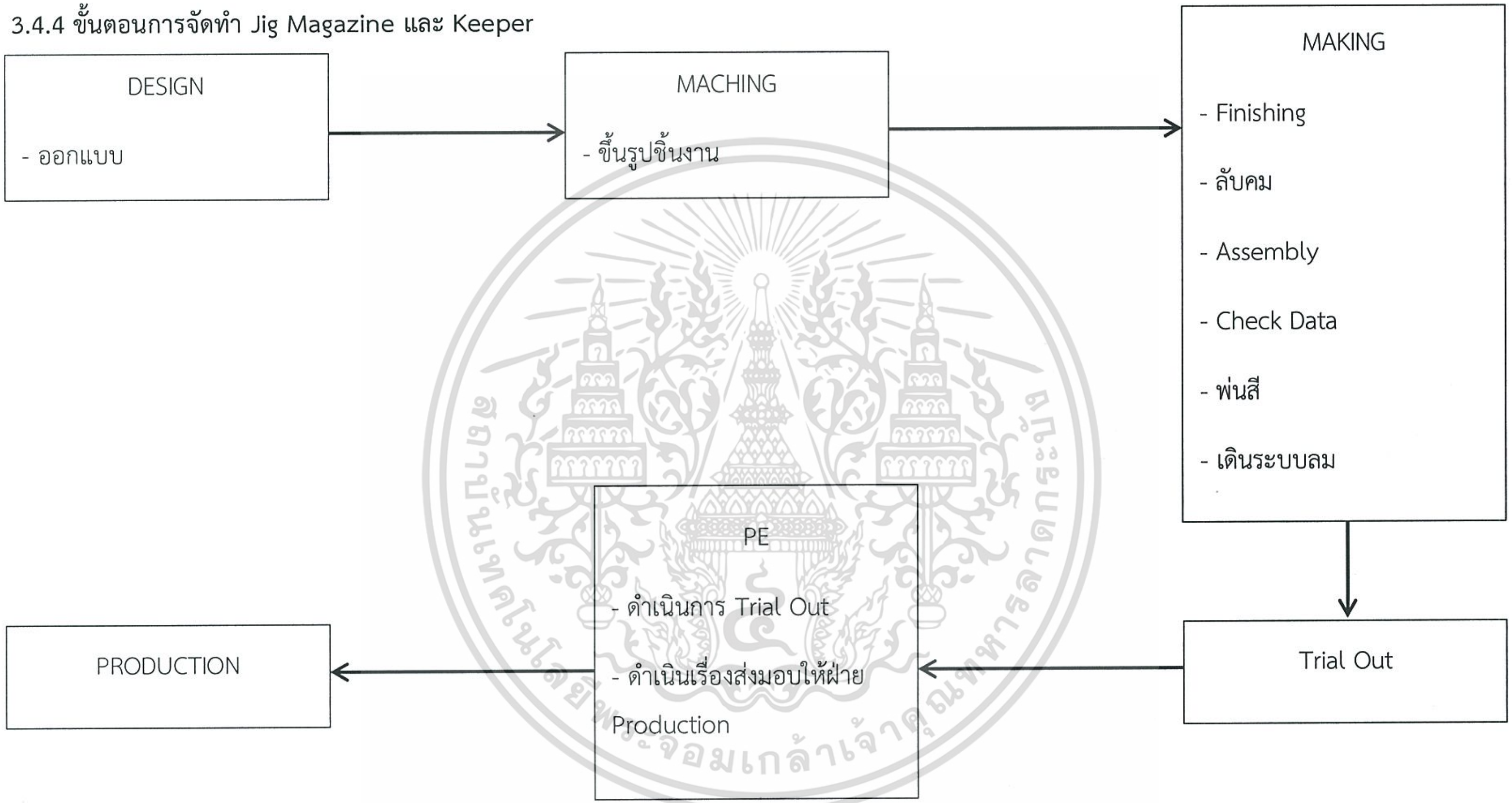
อุปกรณ์	
1. Stationary	
2. Bolt Feeder	
3. Robot Handling & Keeper	
4. Jig Magazine	

3.4.3 Line Installation Flow Process



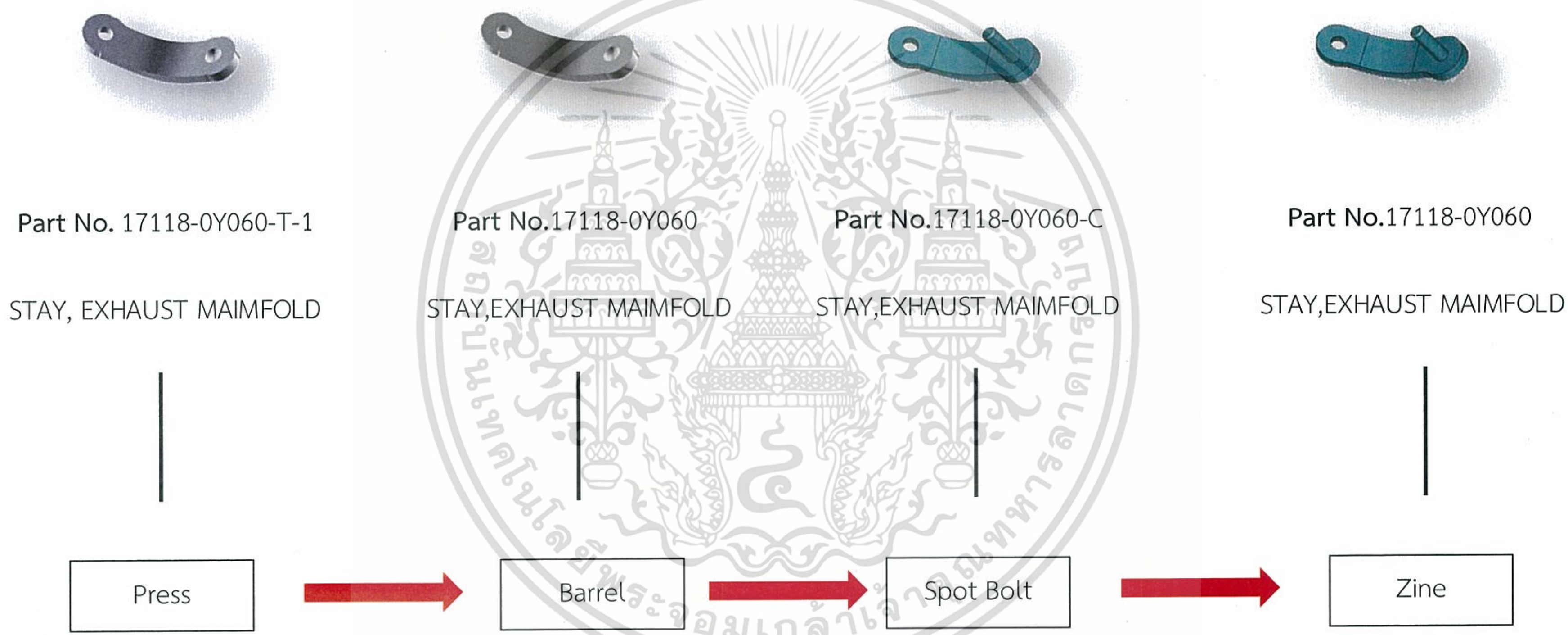
รูปที่ 3.11 แสดงแผนภาพกระบวนการติดตั้งสายการผลิตแบบใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในกระบวนการผลิต

3.4.4 ขั้นตอนการจัดทำ Jig Magazine และ Keeper



รูปที่ 3.12 แสดงแผนภาพกระบวนการจัดทำ Jig Magazine และ Keeper

3.4.4 Process Flow Process



รูปที่ 3.13 แสดงแผนภาพกระบวนการผลิตชิ้นส่วน STAY, EXHAUST MAIMFOLD

3.4.5 การทดลองการผลิตชิ้นงาน (Trial Out)

ในการทดลองการผลิตชิ้นงาน (Trial Out) เป็นการทดลองการขึ้นงาน เพื่อทดลองก่อนการผลิตงานจริงว่าพบปัญหาใดบ้าง และนำมาแก้ไขปรับปรุง

3.5 การวัดและประเมินผล

สำหรับในขั้นตอนการวัดและประเมินผลกระบวนการผลิตของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD ซึ่งก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นงานจะเป็นแบบ Manual หลังการปรับปรุงจะเป็นการผลิตชิ้นงานโดยการนำหุ่นยนต์เข้าใช้ในกระบวนการผลิต สามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ดังต่อไปนี้

3.1.6.1 วิเคราะห์และเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิต

ในขั้นตอนการวิเคราะห์และเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิต จะทำการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตที่ได้ โดยการจับเวลา 10 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบดูรอบเวลาการผลิต

3.1.6.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบกำลังการผลิต

ในขั้นตอนการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกำลังการผลิต จะทำการวิเคราะห์จากรอบเวลาการผลิต แล้วนำมาคำนวณกำลังการผลิตที่ได้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกำลังการผลิตที่ได้

3.1.6.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิต

ในขั้นตอนการวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิต จะทำการวิเคราะห์จากต้นทุนในการลงทุน รายรับ รายจ่าย ตลอด Model Life ของชิ้นงานเปรียบเทียบเทียบกันเพื่อดูรายรับที่จะได้รับตลอดอายุการผลิตงานของโครงการ

3.1.6.4 วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนในการผลิต

ในขั้นตอนการวิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนในการผลิต จะทำการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการผลิตเปรียบเทียบเทียบกัน เพื่อวิเคราะห์หาระยะเวลาในการคืนทุนของการผลิต

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการดำเนินงานตามวิธีและขั้นตอนที่ได้กล่าวมาในบทที่ 3 นั้น ได้มีการบันทึกผลการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดผลการดำเนินงานและผลลัพธ์จากการดำเนินงานของการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตในปัจจุบัน

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา

4.3 ผลการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

4.4 ผลการวัดและประเมินผล

4.1 ผลการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตในปัจจุบัน

จากการศึกษาสภาพของกระบวนการผลิตของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD เฉพาะในกระบวนการ Spot Welding โดยทำการศึกษาสภาพการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิต และศึกษากระบวนการ Spot Welding ชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD ในแต่ละกระบวนการ ดังต่อไปนี้

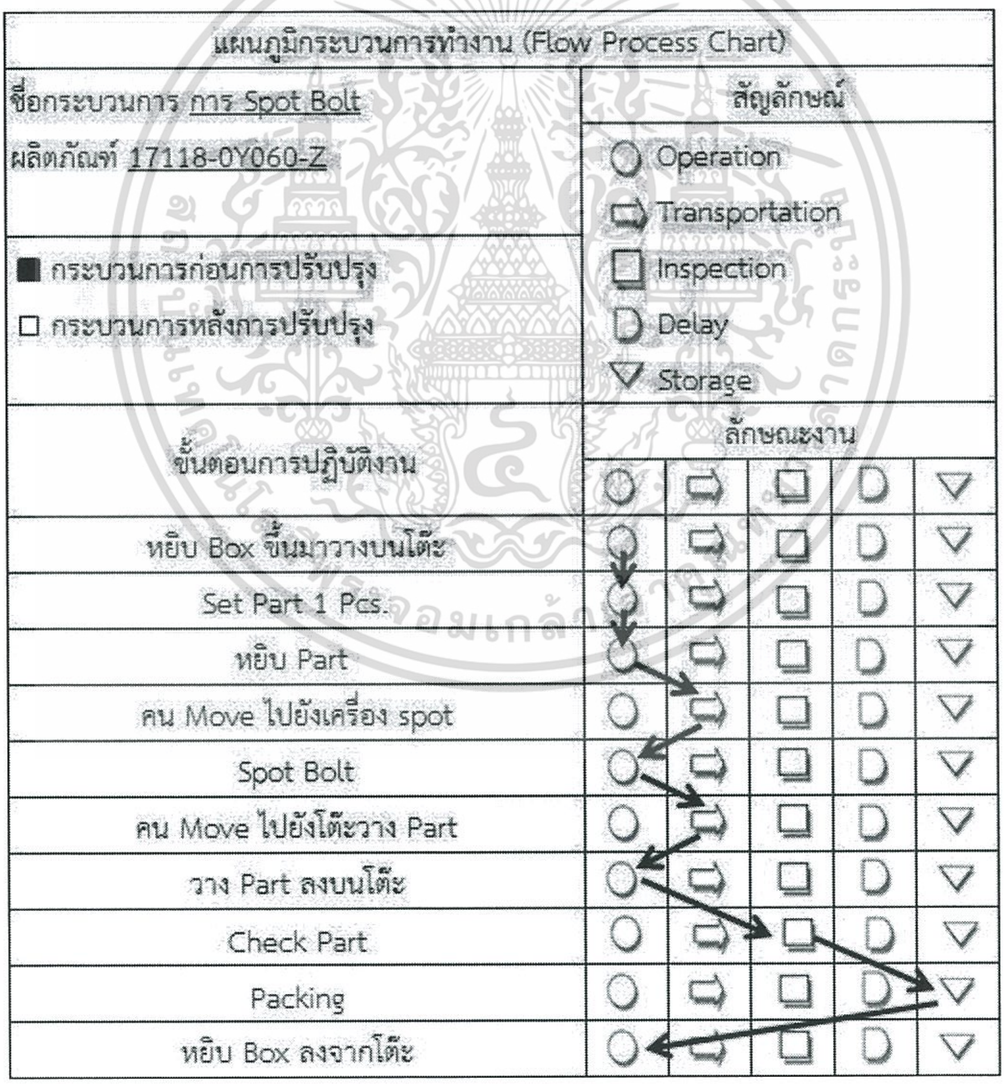
รูปที่ 4.1 แสดงสภาพการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิต

ตารางที่ 4.1 แสดงเงื่อนไขการผลิต (Product Condition)

Part No.	Part Name	Vol/Month (Pcs)	Vol/Day (Pcs)	T.T (Sec/Pcs)	Working Time	
					Hrs./ Month	Hrs./ Day
17118-0Y060-Z	STAY,EXHAUST MAIMFOLD	12,288	559	49	165	7.5

4.1.1 ผลการศึกษากระบวนการทำงาน

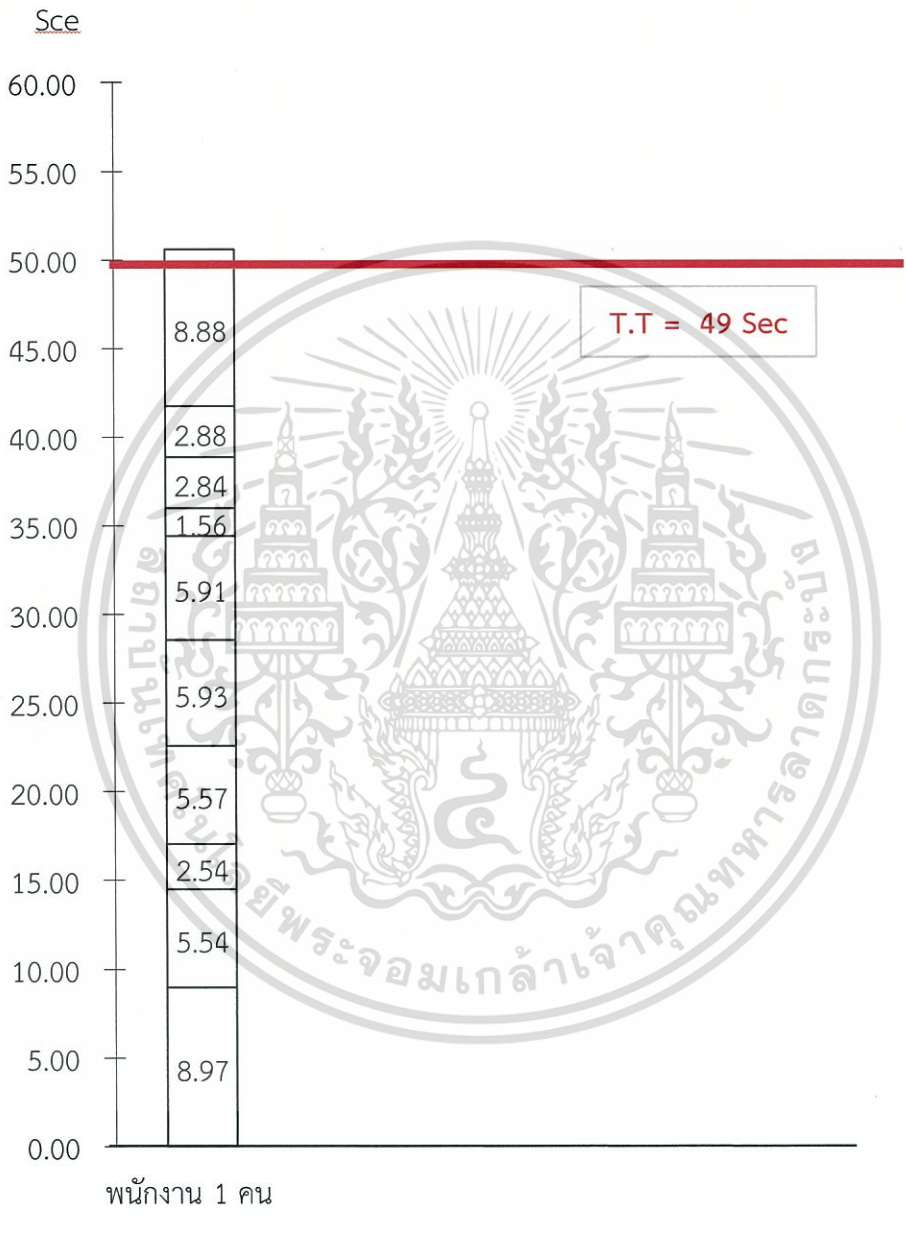
จากผลการศึกษากระบวนการทำงานของพนักงานในการ Spot Welding ชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD แบบ Manual โดยใช้พนักงานในการผลิต 1 คน ซึ่งมีกระบวนการทำงาน ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงแผนภูมิกระบวนการทำงาน (Flow Process Chart) ในสายการผลิตแบบ Manual

4.1.2 ผลการศึกษารอบเวลาการทำงาน

จากผลการศึกษารอบเวลาการทำงานของพนักงานในการ Spot Welding ชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD แบบ Manual โดยใช้พนักงานในการผลิต 1 คน โดยการจับเวลาทั้งหมด 10 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยพบว่า



รูปที่ 4.3 แสดง Yamazumi Chart ของการผลิตงานแบบ Manual โดยใช้พนักงาน 1 คน

จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่ารอบเวลาการผลิต (C.T) มากกว่ารอบเวลาเป้าหมายในการผลิต (T.T) (C.T>T.T) ซึ่งส่งผลให้ผลิตงานได้ไม่ทันตรงตามที่ลูกค้าต้องการ ทำให้ต้องมีการเปิด O.T เพิ่ม เพื่อที่จะสามารถผลิตงานส่งได้ทันตรงตามที่ลูกค้าต้องการ

4.2 ผลวิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา ผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ทางเลือก ดังต่อไปนี้

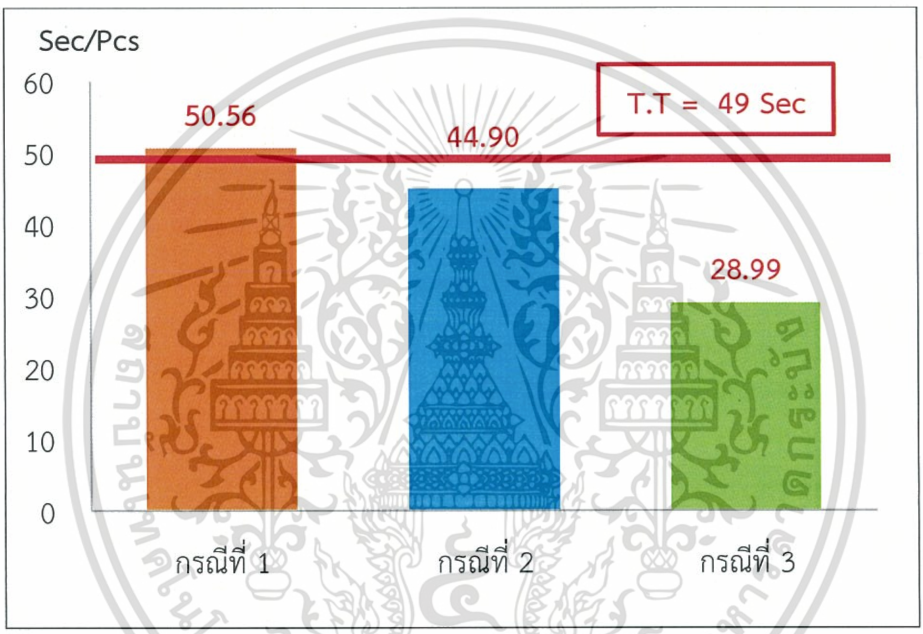
กรณีที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คนเหมือนเดิม

กรณีที่ 2 ใช้พนักงาน 2 คน โดยแบ่งเป็นพนักงานทำงาน 1 คนและพนักงานตรวจสอบชิ้นงาน 1 คน

กรณีที่ 3 ใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน

ซึ่งจากการทำการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานของแต่ละโครงการ



รูปที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานของแต่ละโครงการ

จากรูปที่ 4.4 พบว่าในกรณีที่ 1 ซึ่งใช้พนักงานในการทำงาน 1 คนแบบเดิมนั้นรอบเวลาการผลิตอยู่ที่ 50.56 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งมากกว่ารอบเวลาเป้าหมายในการผลิตที่ได้กำหนดไว้ (C.T>T.T) ส่วนในกรณีที่ 2 ซึ่งเพิ่มพนักงานในการทำงานเป็น 2 คน ทำให้รอบเวลาในการผลิตลดลงเหลือ 44.90 วินาที ทำให้สามารถผลิตงานได้ไม่เกินรอบเวลาเป้าหมายในการผลิตที่ได้กำหนดไว้ (C.T<T.T) และในกรณีที่ 3 ที่นำหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้สามารถลดรอบเวลาในการผลิตได้มากที่สุด 28.99 วินาทีต่อชิ้น (C.T<T.T) ดังนั้นในกระบวนการวิเคราะห์และเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานจึงเลือกกรณีที่ 2 และกรณีที่ 3 เนื่องจากใช้รอบเวลาในการผลิตน้อยกว่ารอบเวลาเป้าหมายในการผลิต (C.T<T.T)

4.2.2 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบตารางงานมาตรฐานผสมของแต่ละโครงการ

กรณีที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คน

		Date 15/10/58	
Takt Time	49 Sec/Pcs.	Before	X
Cycle Time	50.62 Sec/Pcs.	After	

STANDARDIZED WORK COMBINATION TABLE

(ตารางงานมาตรฐานผสม)

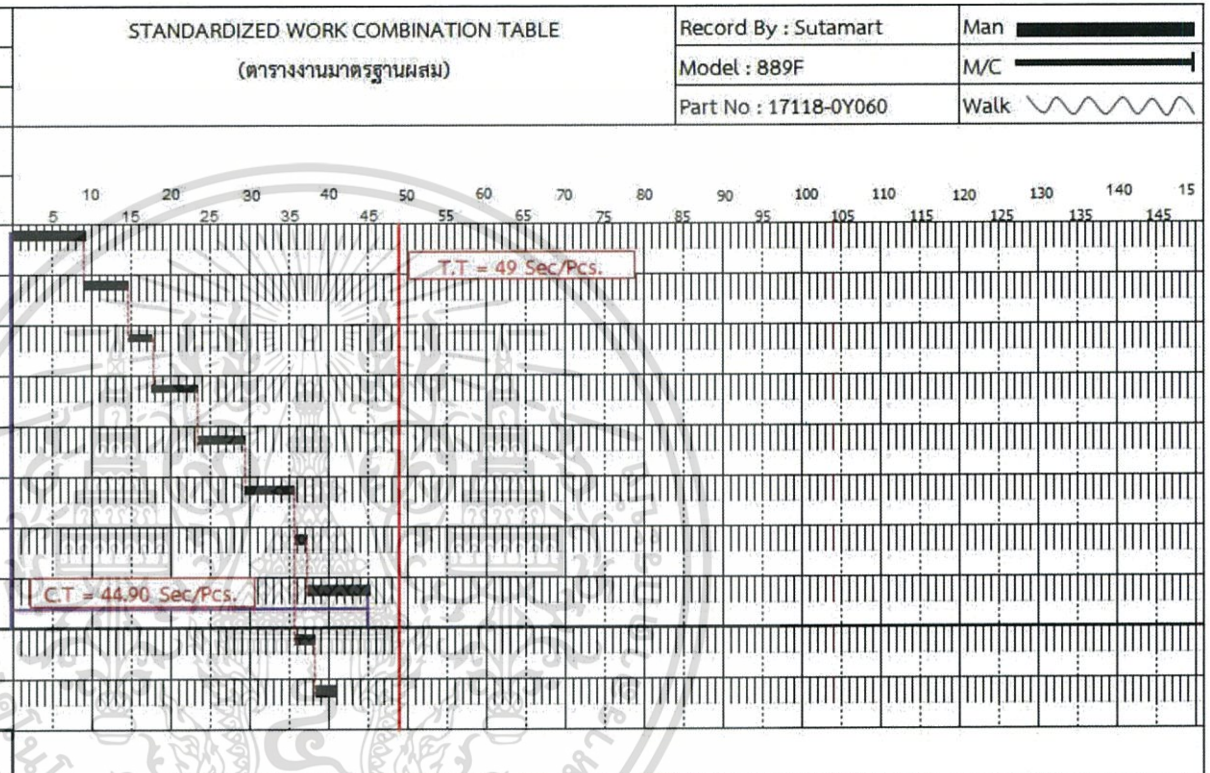
Record By : Sutamart	Man
Model : 889F	M/C
Part No : 17118-0Y060	Walk

No.	Man Power	Element	Process Element (Name)	Time(Sec) Man	M/C	Walk	TTL
1	Man Power A.	1	หยิบ Box ขึ้นมาวางบนโต๊ะ	8.97			
2		2	Set Part 1 Pcs.	5.54			
3		3	หยิบ Part	2.54			
4		4	คน Move ไปยังเครื่อง spot	5.57			
5		5	Spot Bolt	5.93			
6		6	คน Move ไปยังโต๊ะวาง Part	5.91			
7		7	วาง Part ลงบนโต๊ะ	1.56			
8		8	Check Part	2.84			
9		9	Packing	2.88			
10		10	หยิบ Box ลงจากโต๊ะ	8.88			
Total				50.62			

รูปที่ 4.5 แสดงตารางงานมาตรฐานผสมของกระบวนการผลิตกรณีที่ 1

กรณีที่ 2 ใช้พนักงานในการทำงาน 2 คน

				Date 15/10/58				STANDARDIZED WORK COMBINATION TABLE (ตารางงานมาตรฐานผสม)
Takt Time			49 Sec/Pcs.	Before	X			Record By : Sutamart
Cycle Time			44.90 Sec/Pcs.	After				Model : 889F
								Part No : 17118-0Y060
No.	Man Power	Element	Process Element (Name)	Time(Sec) Man	M/C	Walk	TTL	
1	Man Power A.	1	หยิบ Box ขึ้นมาวางบนโต๊ะ	8.97				
2		2	Set Part 1 Pcs.	5.54				
3		3	หยิบ Part	2.54				
4		4	คน Move ไปยังเครื่อง spot	5.57				
5		5	Spot Bolt	5.93				
6		6	คน Move ไปยังโต๊ะวาง Part	5.91				
7		7	วาง Part ลงบนโต๊ะ	1.56				
8		8	หยิบ Box ลงจากโต๊ะ	8.88				
1	Man Power B.	1	Check Part	2.84				
2		2	Packing	2.88				
Total				50.62				



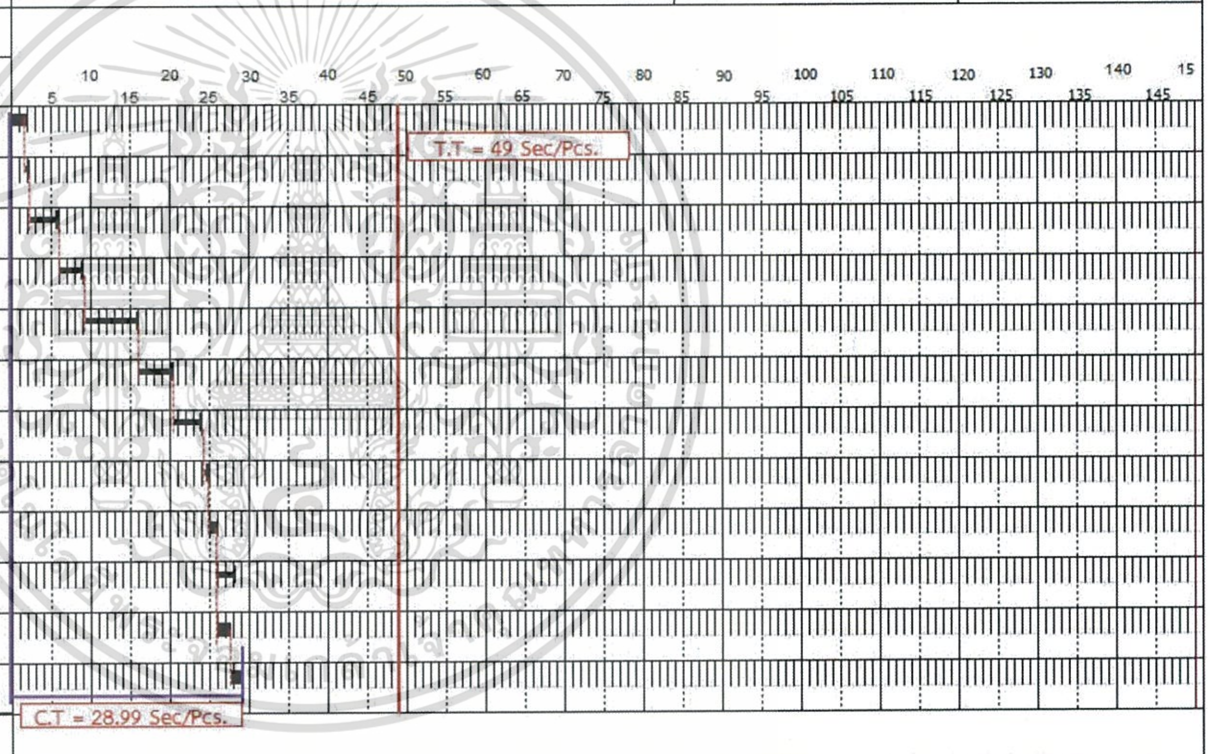
รูปที่ 4.6 แสดงตารางงานมาตรฐานผสมของกระบวนการผลิตกรณีที่ 2

กรณีที่ 3 ใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน

				Date 20/10/58				
Takt Time			49 Sec/Pcs.	Before				
Cycle Time			28.99 Sec/Pcs.	After	X			
No.	Man Power	Element	Process Element (Name)	Time(Sec)				
				Man	M/C	Walk	TTL	
1	Man Power A.	1	Set Pert 1 Pcs.	1.88				
2		2	Robot Unclamp		0.44			
3		3	Robot Move ไปหยิบชิ้นงาน		3.72			
4		4	Robot หยิบชิ้นงาน&Clamp Part		3.09			
5		5	Robot Move ไปยังเครื่อง Spot		6.77			
6		6	Spot Bolt		4.27			
7		7	Robot Move ไปยังโต๊ะวาง Part		3.88			
8		8	Robot Unclamp		0.34			
9		9	หยิบชิ้นงานออกจาก Robot	0.94				
10		10	Robot Move ไปยังจุดเริ่มต้น		2.67			
11		11	Check Part	1.84				
12		12	Packing	1.81				
Total				6.47	25.18			

STANDARDIZED WORK COMBINATION TABLE
(ตารางงานมาตรฐานผสม)

Record By : Sutamart
Model : 889F
Part No : 17118-0Y060



รูปที่ 4.7 แสดงตารางงานมาตรฐานผสมของกระบวนการผลิตกรณีที่ 3

จากรูปที่ 4.5 4.6 และ 4.7 พบว่าในกรณีที่ 1 พนักงาน 1 คนใช้เวลาในการทำงาน 50.62 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งส่งผลให้รอบเวลาการทำงานเกินรอบเวลาเป้าหมายการผลิต (C.T>T.T) และจะเห็นได้ว่าพนักงานต้องทำงานตลอดเวลา

กรณีที่ 2 แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน โดยใช้พนักงาน 2 คน โดยที่พนักงานคนที่ 1 จะทำงานในส่วนของการ Spot Welding ชิ้นงาน ใช้เวลาทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 44.90 วินาทีต่อชิ้น และพนักงานคนที่ 2 จะทำงานในส่วนของการตรวจสอบชิ้นงาน ใช้เวลาในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 5.72 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งช่วงเวลาในการตรวจสอบชิ้นงานเป็นช่วงเวลาที่สามารถทำงานพร้อมกับพนักงานคนที่ 1 ทำให้สามารถลดรอบเวลาในการทำงานลงได้เหลือ 44.90 วินาทีต่อชิ้น

กรณีที่ 3 ซึ่งใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน การทำงานของพนักงานจะเหลือเพียงแค่ทำหน้าที่ในการ Set ชิ้นงาน ตรวจสอบและบรรจุชิ้นงานลงกล่อง ส่วนงานที่เหลือจะเป็นการทำงานของหุ่นยนต์ ซึ่งรอบการทำงานของคนจะใช้เวลาเฉลี่ย 6.67 วินาที และในส่วนของหุ่นยนต์จะใช้เวลาในการผลิตชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 25.18 วินาทีต่อชิ้น ทำให้สามารถลดรอบเวลาการผลิตให้เหลือเพียง 28.99 วินาทีต่อชิ้น

ดังนั้นจากตารางงานมาตรฐานผสม จึงพิจารณาเลือกกรณีที่ 2 และกรณีที่ 3 เนื่องจากรอบเวลาการผลิต (C.T) ไม่เกินรอบเวลาเป้าหมายการผลิต (T.T)

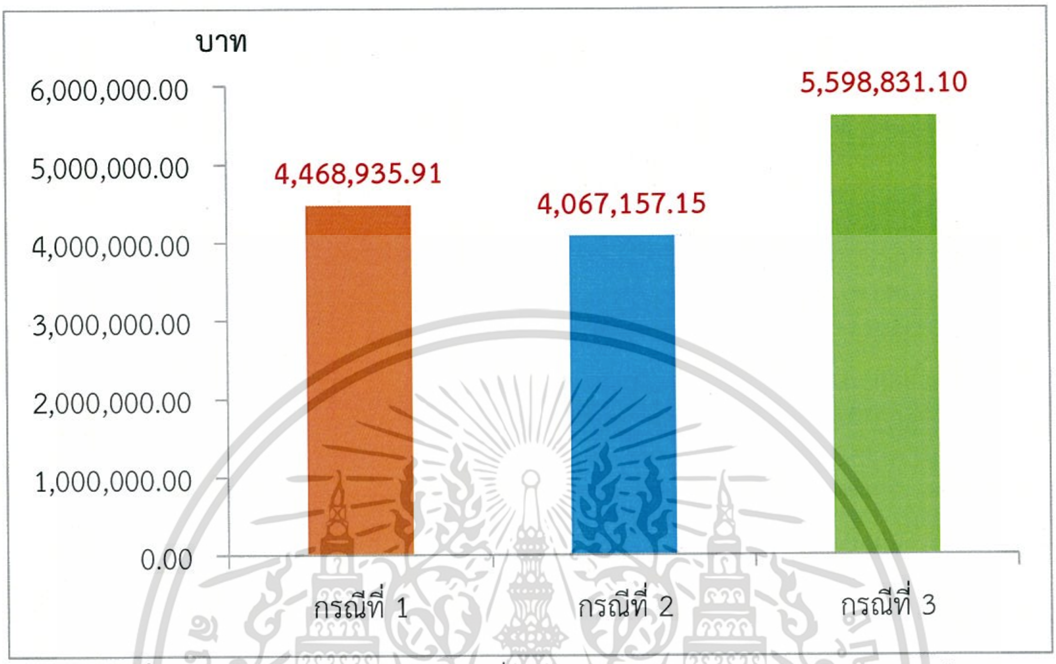
4.2.3 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุนของแต่ละโครงการ

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบต้นทุน ค่าใช้จ่ายและรายรับของแต่ละโครงการ

โครงการ	ต้นทุน (บาท)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)	รายรับ (บาท/ปี)
กรณีที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คน	0.00	116,325.00	697,467.00
กรณีที่ 2 ใช้พนักงานในการทำงาน 2 คน	0.00	158,400.00	697,467.00
กรณีที่ 3 ใช้หุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการทำงาน	731,743.00	79,200.00	697,467.00

4.2.3.1 ผลการวิเคราะห์รายได้ที่จะได้รับตลอดอายุของการผลิตงาน

จากตารางที่ 4.2 สามารถนำไปวิเคราะห์หารายได้ที่จะได้รับในการลงทุนของแต่ละโครงการตลอดอายุของการผลิตงาน (8ปี) ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

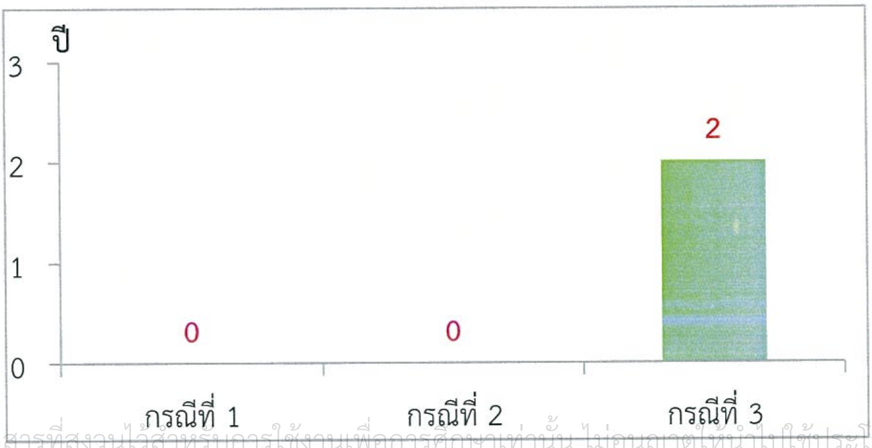


รูปที่ 4.8 แสดงการวิเคราะห์รายได้ที่จะได้รับตลอดอายุของการผลิตงาน (8 ปี)

จากรูปที่ 4.8 พบว่าในกรณีที่ 3 ได้รับรายได้รวม 8 ปีสูงที่สุด (5,598,831.10 บาทต่อ 8 ปี) รองลงมาคือกรณีที่ 1 (4,468,935.91 บาทต่อ 8 ปี) และกรณีที่ 2 ได้รับรายได้รวม 8 ปีน้อยที่สุด (4,067,157.15 บาทต่อ 8 ปี) ดังนั้นจากการวิเคราะห์รายได้ที่จะได้รับตลอดอายุของการผลิตงานของแต่ละโครงการ จึงพิจารณาเลือกกรณีที่ 3 เนื่องจากได้รายได้รวม 8 ปีสูงสุด

4.2.4 ผลการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของโครงการ

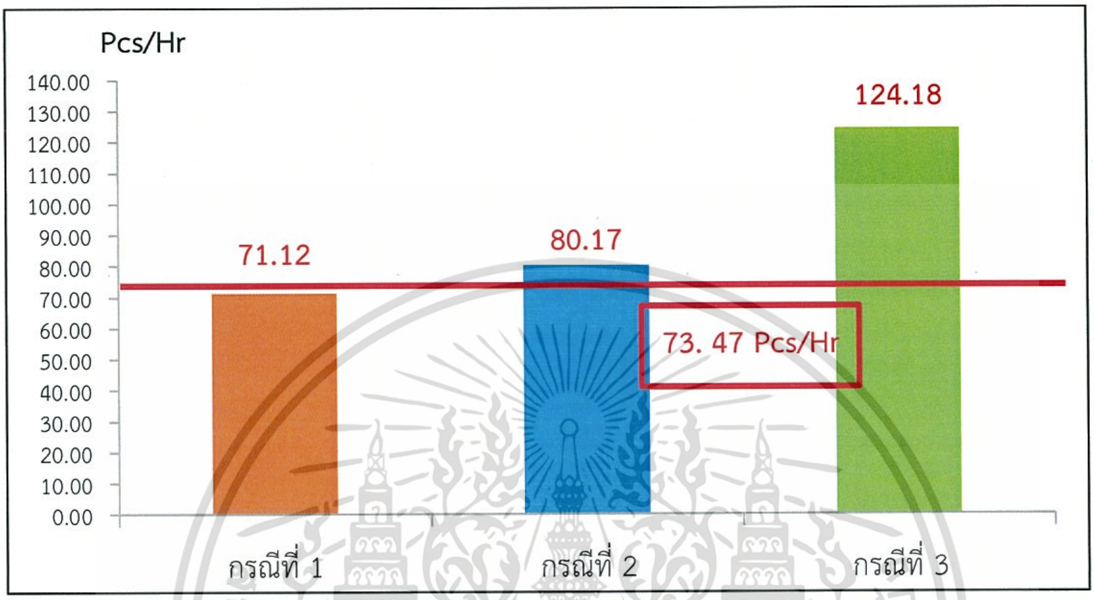
จากตารางที่ 4.2 สามารถนำไปวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนในการลงทุนของแต่ละโครงการ ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.9 แสดงการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน

จากรูปที่ 4.9 พบว่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 จุดคุ้มทุนของโครงการอยู่ที่ปีที่ 0 และกรณีที่ 3 จุดคุ้มทุนอยู่ที่ปีที่ 2 ดังนั้น จากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจึงพิจารณาเลือกกรณีที่ 1 และ 2

4.2.5 ผลการวิเคราะห์กำลังการผลิตของแต่ละโครงการ



รูปที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์กำลังการผลิต

จากรูปที่ 4.10 พบว่ากรณีที่ 3 มีกำลังการผลิตสูงสุด (124.18 ชิ้นต่อชั่วโมง) รองลงมาคือ กรณีที่ 2 (80.17 ชิ้นต่อชั่วโมง) และกรณีที่ 1 มีกำลังการผลิตน้อยที่สุด (71.12 ชิ้นต่อชั่วโมง) ดังนั้น จึงพิจารณาเลือกกรณีที่ 3 เนื่องจากมีกำลังการผลิตสูงสุด

4.2.6 ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ

ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ

อุบัติเหตุ	
พนักงาน (กรณีที่ 1 และ 2)	หุ่นยนต์ (กรณีที่ 3)
1. พนักงานเสี่ยงต่อการโดนเหล็กบาด	1. พนักงานไม่ต้องเสี่ยงต่อการโดนเหล็กบาด
2. พนักงานเสี่ยงต่อการโดนหัวเชื่อมหนีบมือ	2. พนักงานไม่ต้องเสี่ยงต่อการโดนหัวเชื่อมหนีบมือ
3. พนักงานเสี่ยงต่อการโดนสะเก็ดไฟเข้าตา	3. พนักงานไม่ต้องเสี่ยงต่อการโดนสะเก็ดไฟเข้าตา
4. พนักงานเสี่ยงต่อการสูดดมควัญเชื่อม	4. พนักงานไม่ต้องเสี่ยงต่อการสูดดมควัญเชื่อม

จากตารางที่ 4.3 พบว่า กรณีที่ 1 และ 2 การใช้พนักงานในการทำงานนั้นมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุดังแสดงในตาราง ด้วยเหตุนี้เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบติเหตุต่างๆที่จะเกิดขึ้นกับพนักงาน การนำหุ่นยนต์เข้ามาใช้จึงเป็นทางเลือกจะลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุได้ดีที่สุด

4.2.3.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 4.3 ตารางสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
1. ผลการวิเคราะห์รอบเวลาการผลิต	X	✓	✓
2. ผลการวิเคราะห์ตารางงานมาตรฐานผสม	X	✓	✓
3. ผลการวิเคราะห์รายได้ที่จะได้รับตลอดอายุของการผลิตงาน	X	X	✓
4. ผลการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของโครงการ	✓	✓	X
5. กำลังการผลิต	X	X	✓
6. ความปลอดภัยของพนักงาน	X	X	✓

4.2.4 การกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

จากตารางที่ 4.3 สามารถนำมาเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น พบว่าทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคือ กรณีที่ 3 การนำหุ่นยนต์เข้าใช้ในการผลิต

4.3 ผลการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

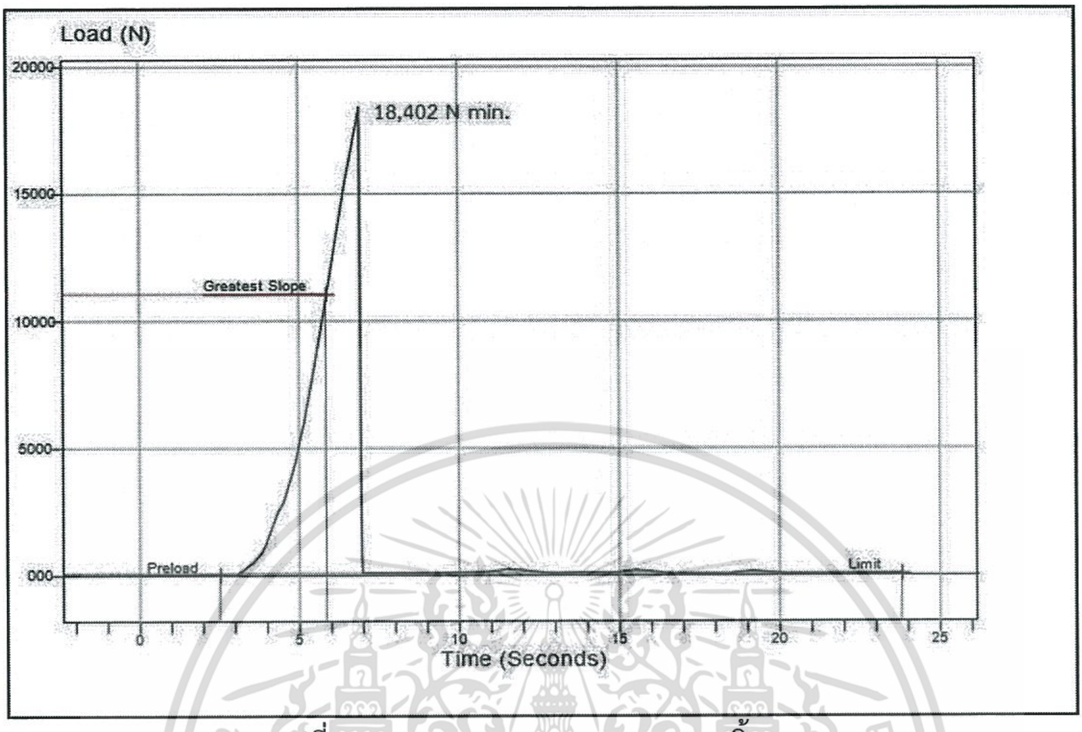
ในการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงจะมีการทดลองผลิตงาน (Trial Out) ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

4.3.1 ผลการทดลองการผลิตงาน (Trial Out)

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการผลิตงาน (Trial Out)

ผลการทดลองการผลิตงาน (Trial Out)	
ปัญหา	**การแก้ปัญหา**
 บริเวณที่ใส่ชิ้นงานของ Jig Magazine มีขนาดสูงเกินไป ทำให้เกิดปัญหาเวลา Set ชิ้นงาน	 นำ Jig Magazine ไปทำให้บริเวณที่ใส่ชิ้นงานมีขนาดสั้นลง
 บริเวณที่ล็อคชิ้นงานของ Jig Magazine ทำให้เกิดปัญหาเวลาที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่มาหยิบจับชิ้นงาน	 นำ Jig Magazine ไปแก้ไขบริเวณตัวล็อคชิ้นงาน เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถหยิบจับชิ้นงานได้สะดวกยิ่งขึ้น

4.3.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน



รูปที่ 4.11 แสดงการทดสอบคุณภาพของชิ้นงาน

จากรูปที่ 4.11 พบว่าจากการทดสอบคุณภาพของชิ้นงานพบว่าสามารถรับแรงกดได้มากที่สุด 18,402 N min. ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของ ENGINEERING STANDARD TSB1304G. ที่ได้กำหนดไว้ว่ามาตรฐานการรับแรงกดของ Bolt ขนาด M8 ต้องสามารถรับแรงกดได้ 8,820 N min

4.4 ผลการวัดและประเมินผล

4.4.3 เปรียบเทียบรอบเวลาการผลิต

ในขั้นตอนเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิต จะทำการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตที่ได้ โดยการจับเวลา 10 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบดูรอบเวลาการผลิต

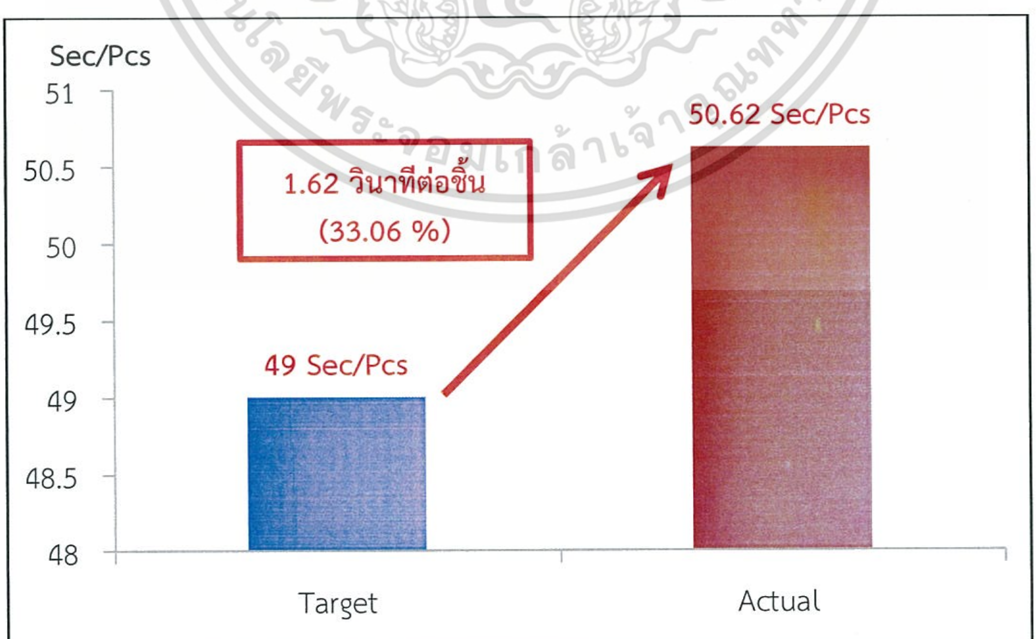
ตารางที่ 4.6 ผลบันทึกการจับเวลาการทำงานก่อนปรับปรุงของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD

ใบบันทึกการจับเวลา Time Study Observation Sheet			Page No.1
PART NAME : STAY,EXHAUST MAIMFOLD		PART NO. 17118-0Y060-Z	
MODEL : 889F		LINE :	
รายงานสถานที่การทำงาน : บริษัท ซัมมิท โอโต บอดี้ อินดัสตรี จำกัด			
งานย่อย	เวลาการทำงาน (วินาที)		
	Max	Min	Avg.
หยิบ Box ขึ้นมาวางบนโต๊ะ	8.99	8.95	8.97
Set Part 1 Pcs.	5.56	5.51	5.54

ตารางที่ 4.6 ผลบันทึกการจับเวลาการทำงานก่อนปรับปรุงของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD (ต่อ)

ใบบันทึกการจับเวลา Time Study Observation Sheet			Page No.1
PART NAME : STAY,EXHAUST MAIMFOLD		PART NO. 17118-0Y060-Z	
MODEL : 889F		LINE :	
รายงานสถานที่การทำงาน : บริษัท ซัมมิท โอโต บอดี้ อินดัสตรี จำกัด			
งานย่อย	เวลาการทำงาน (วินาที)		
	Max	Min	Avg.
หยิบ Part	2.56	2.52	2.54
คน Move ไปยังเครื่อง spot	5.63	5.57	5.6
Spot Bolt	5.95	5.92	5.93
คน Move ไปยังโต๊ะวาง Part	5.93	5.88	5.91
วาง Part ลงบนโต๊ะ	1.58	1.55	1.56
Check Part	2.86	2.83	2.84
Packing	2.89	2.86	2.88
หยิบ Box ลงจากโต๊ะ	8.89	8.86	8.88
SUM	50.84	50.45	50.65

จากตารางที่ 4.6 พบว่ากระบวนการทำงานก่อนปรับปรุง มีรอบเวลาการทำงาน (C.T) เท่ากับ 50.65 วินาทีต่อชิ้น



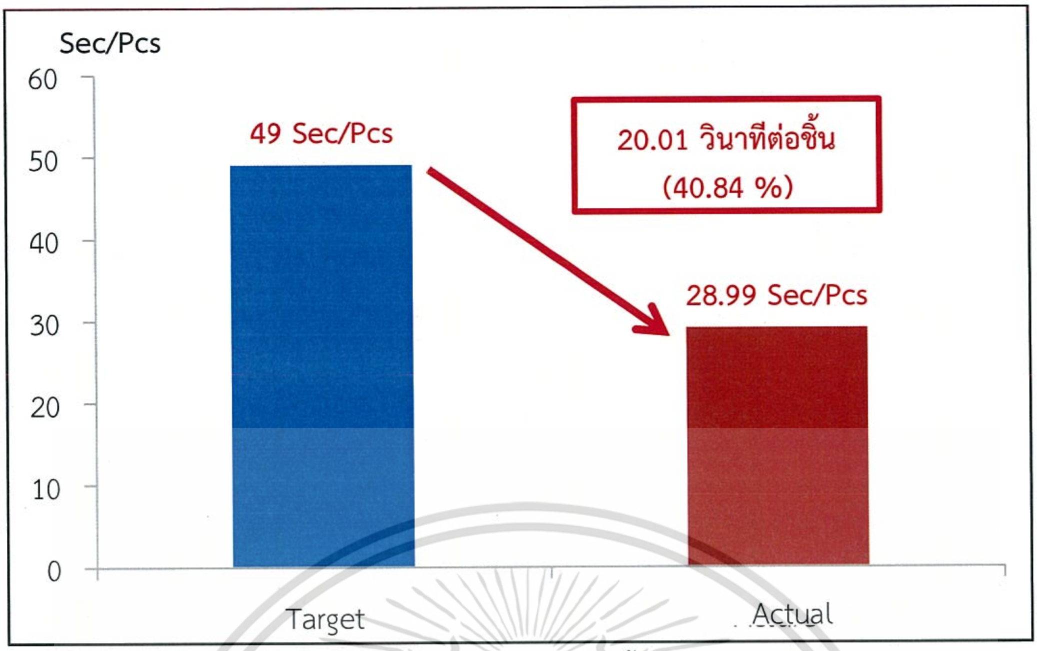
รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบรอบเวลาที่ผลิตได้ต่อชิ้นก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 4.12 พบว่ารอบเวลาการผลิตชิ้นงาน (C.T) มากกว่ารอบเวลาเป้าหมายในการผลิต (T.T) ที่กำหนดไว้ จากกราฟจะพบว่ารอบเวลาการผลิตชิ้นงานจริง 1 ชิ้นเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 50.62 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งมากกว่าค่าเวลาเป้าหมายตามที่ได้คำนวณไว้ 49 วินาทีต่อชิ้น คิดเป็น 33.06%

ตารางที่ 4.7 ผลบันทึกการจับเวลาการทำงานหลังปรับปรุงของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD

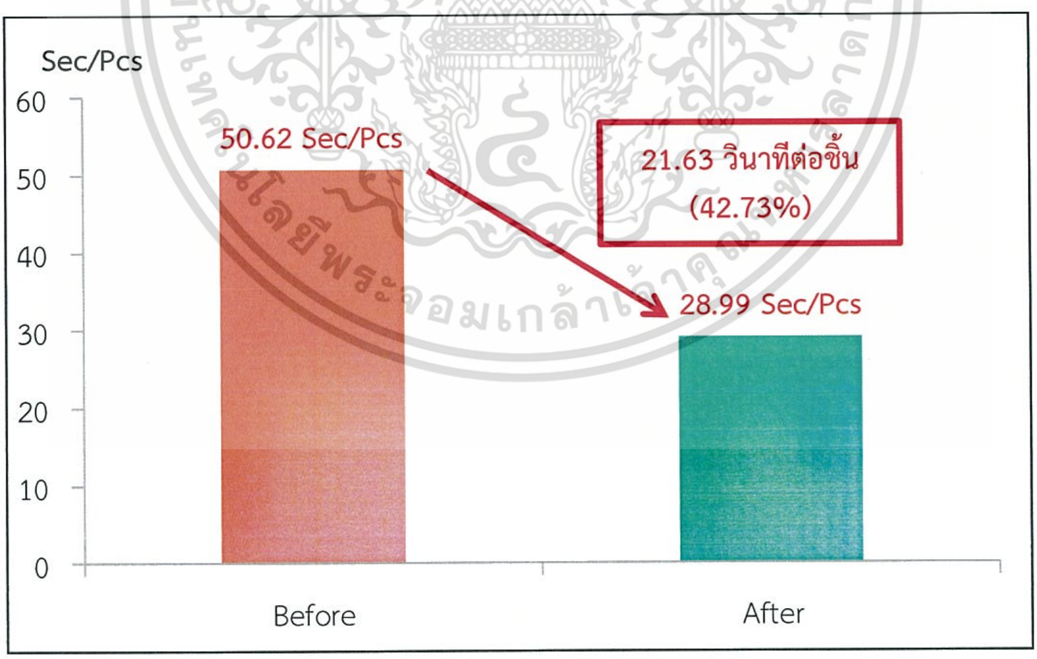
ใบบันทึกการจับเวลา Time Study Observation Sheet			Page No.1
PART NAME : STAY,EXHAUST MAIMFOLD		**PART NO.** 17118-0Y060-Z	
MODEL : 889F		**LINE :**	
รายงานสถานที่การทำงาน : บริษัท ซัมมิท โอโต บอดี้ อินดัสตรี จำกัด			
งานย่อย	**เวลาการทำงาน (วินาที)**		
	Max	Min	Avg.
Set Pert 1 Pcs.	1.93	1.83	1.88
Robot Unclamp	0.48	0.41	0.44
Robot Move ไปหยิบชิ้นงาน	3.75	3.70	3.72
Robot หยิบชิ้นงาน&Clamp Part	3.10	3.08	3.09
Robot Move ไปยังเครื่อง Spot	6.83	6.74	6.77
Spot Bolt	4.28	4.26	4.27
Robot Move ไปยังโต๊ะวาง Part	3.91	3.86	3.88
Robot Unclamp	0.36	0.31	0.34
หยิบชิ้นงานออกจาก Robot	0.97	0.91	0.94
Robot Move ไปยังจุดเริ่มต้น	2.69	2.62	2.67
Check Part	1.85	1.82	1.84
Packing	1.79	1.82	1.81
SUM	31.94	31.36	31.65

จากตารางที่ 4.7 พบว่ากระบวนการทำงานหลังปรับปรุง มีรอบเวลาการทำงาน (C.T) เท่ากับ 28.99 วินาทีต่อชิ้น



รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบรอบเวลาที่ผลิตได้ต่อชิ้นหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 4.13 พบว่ารอบเวลาการผลิตชิ้นงาน (C.T) มากกว่ารอบเวลาเป้าหมายในการผลิต (T.T) ที่กำหนดไว้ จากกราฟจะพบว่ารอบเวลาการผลิตชิ้นงานจริง 1 ชิ้นเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 28.99 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งมากกว่าค่าเวลาเป้าหมายตามที่ได้คำนวณไว้ 49 วินาทีต่อชิ้น คิดเป็น 40.84%

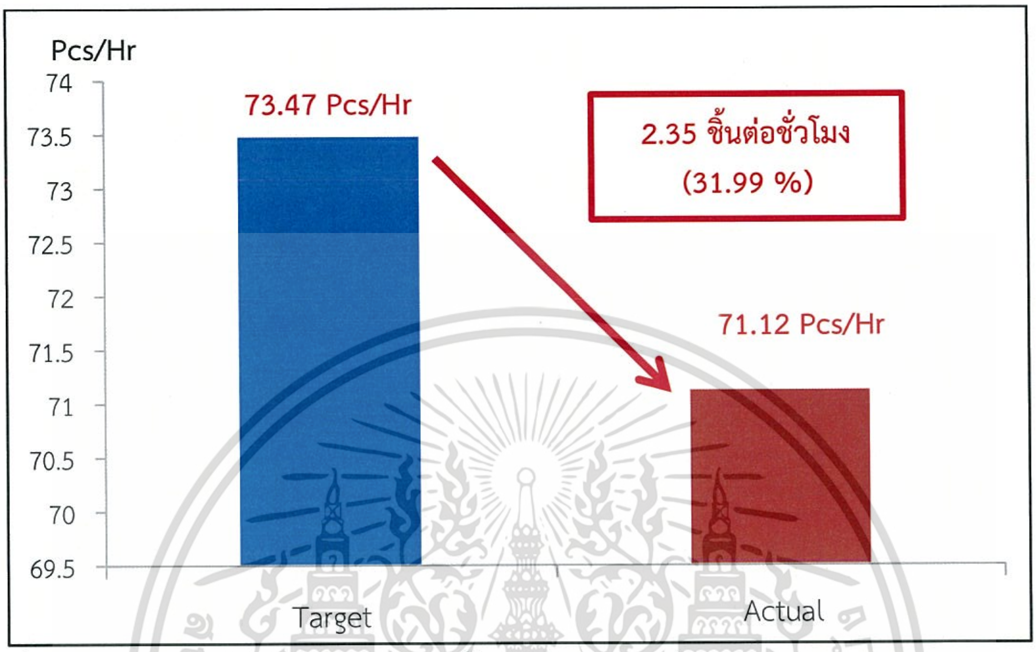


รูปที่ 4.14 แสดงผลการเปรียบเทียบรอบเวลาที่ใช้ในการผลิตก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 4.14 พบว่าก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตใช้รอบเวลาในการผลิต 50.62 วินาทีต่อชิ้น หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตใช้รอบเวลาในการผลิต 28.99 วินาทีต่อชิ้น สามารถลดเวลาในการผลิตลงได้ 21.63 วินาทีต่อชิ้น หรือคิดเป็น 42.73 เปอร์เซ็นต์

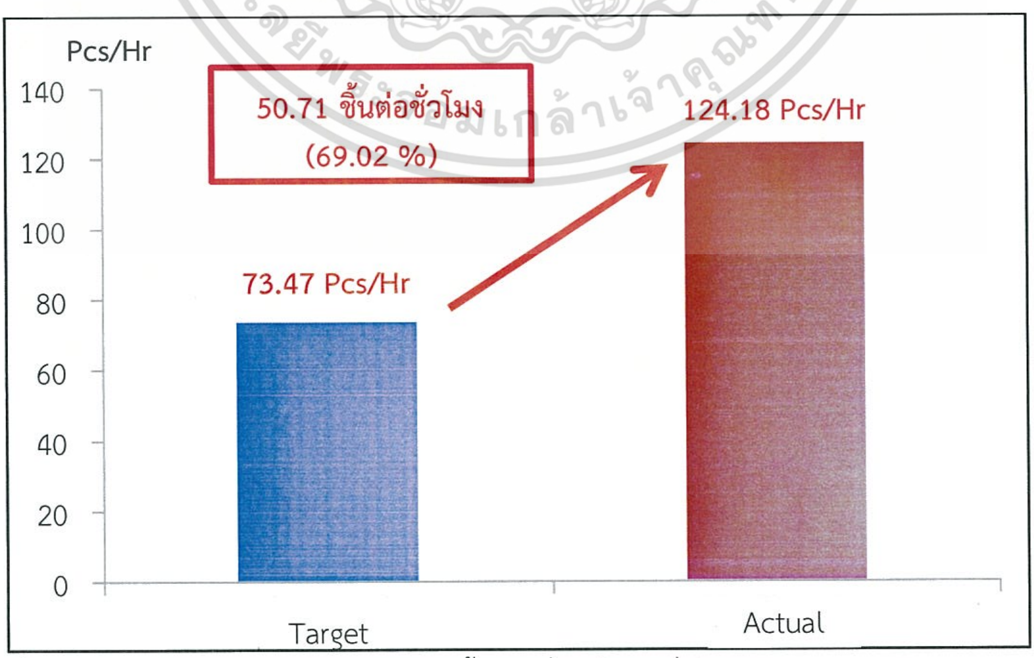
4.4.4 เปรียบเทียบกำลังการผลิต

ในขั้นตอนการเปรียบเทียบกำลังการผลิต จะทำการวิเคราะห์จากรอบเวลาการผลิต แล้วนำมาคำนวณกำลังการผลิตที่ได้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกำลังการผลิตที่ได้ก่อนและหลังปรับปรุง



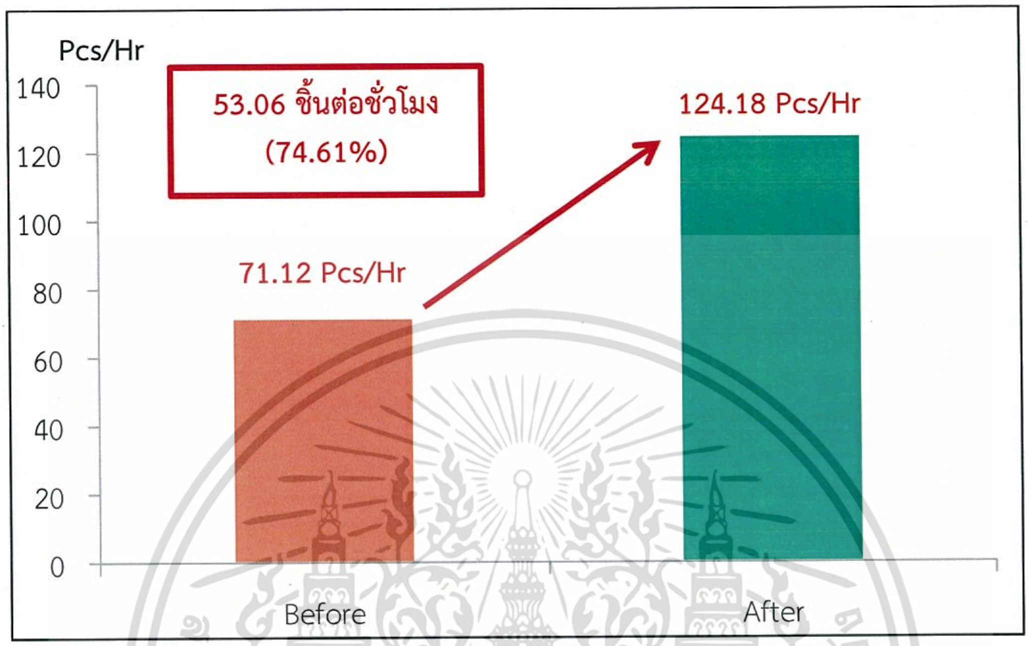
รูปที่ 4.15 แสดงผลการเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อชั่วโมงก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 4.15 พบว่า กำลังการผลิตชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อชั่วโมงเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 71.12 ชิ้นต่อชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่ากำลังการผลิตตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้นั้นก็คือ 73.74 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือคิดเป็น 31.99 %



รูปที่ 4.16 แสดงผลการเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อชั่วโมงหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 4.16 พบว่า กำลังการผลิตชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อชั่วโมงเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ 124.18 ชิ้นต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถเพิ่มกำลังกำลังการผลิตตามให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้นั้นก็คือ 73.74 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือคิดเป็น 69.02 %



รูปที่ 4.17 แสดงผลการเปรียบเทียบกำลังการผลิตก่อนและหลังปรับปรุง

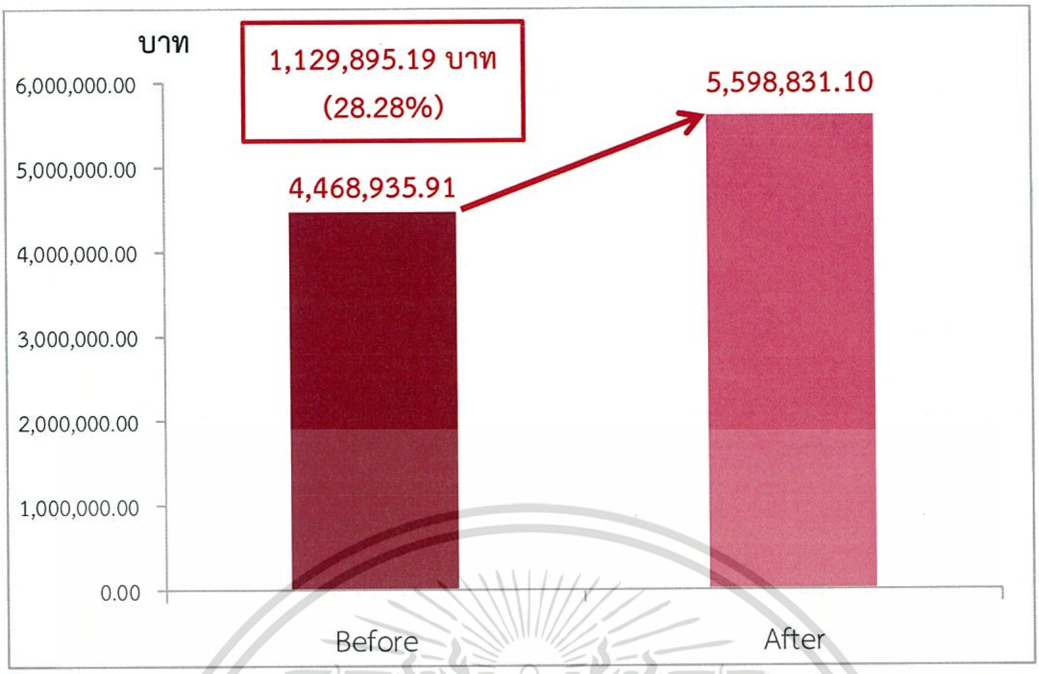
จากรูปที่ 4.17 พบว่าก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตกำลังในการผลิตเท่ากับ 71.12 ชิ้นต่อชั่วโมง หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตกำลังในการผลิตเท่ากับ 124.18 ชิ้นต่อชั่วโมง สามารถเพิ่มกำลังในการผลิตได้ 53.06 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือคิดเป็น 74.61 เปอร์เซ็นต์

4.4.3 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิต

ในขั้นตอนการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิต จะทำการวิเคราะห์จากต้นทุนในการลงทุน รายรับรายจ่าย ตลอด Model Life ของชิ้นงานเปรียบเทียบเทียบกันเพื่อดูรายรับที่จะได้รับของกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบต้นทุน ค่ายใช้จ่ายและรายรับของการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

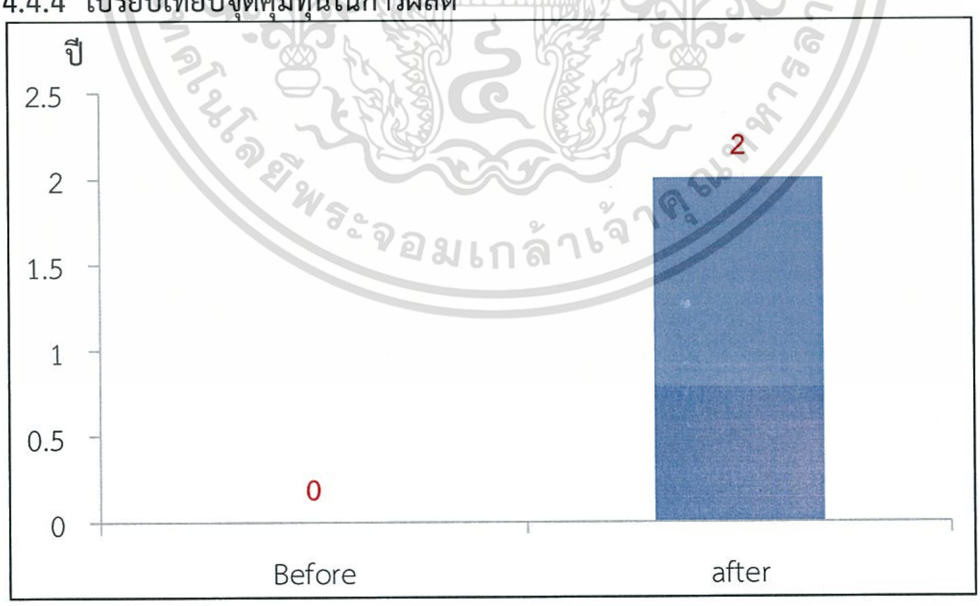
กระบวนผลิต	ต้นทุน (บาท)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)	รายรับ (บาท/ปี)
ก่อนปรับปรุง	0.00	116,325.00	697,467.00
หลังปรับปรุง	731,743.00	79,200.00	697,467.00



รูปที่ 4.18 แสดงรายได้ที่จะได้รับตลอด Model Life (8 ปี) ก่อนและหลังการปรับปรุง

จากรูปที่ 4.18 รายได้ที่จะได้รับจากการผลิตชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD ตลอดระยะเวลา 8 ปี ก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 4,468,935.91 บาท และหลังการปรับปรุงเท่ากับ 5,598,831.10 บาท เพิ่มขึ้น 1,129,895.19 บาท หรือคิดเป็น 28.28%

4.4.4 เปรียบเทียบจุดคุ้มทุนในการผลิต



รูปที่ 4.19 แสดงจุดคุ้มทุนของโครงการก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 4.19 พบว่าระยะเวลาคืนทุนในการปรับปรุงโครงการอยู่ที่ 2 ปี แต่เมื่อเทียบกับรายได้ที่จะได้รับภายในระยะเวลา 8 ปี ดังแสดงในรูปที่ 4.18 พบว่ารายได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตในกระบวนการเชื่อมแบบจุดของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD จากเดิมที่ใช้พนักงานในการทำงาน เป็นการนำหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในการผลิตแทน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต โดยเริ่มจากการศึกษาสภาพกระบวนการผลิตในปัจจุบัน ศึกษากระบวนการทำงานของพนักงาน และศึกษาเวลาการทำงาน เพื่อที่จะได้ทราบถึงปัญหาต่างๆในกระบวนการผลิต และสามารถกำหนดแนวทางในการไขปัญหาได้ ซึ่งผลการศึกษาทำให้ทราบว่า รอบเวลาในการผลิตชิ้นงานนั้นมากกว่ารอบเวลาเป้าหมายในการผลิตชิ้นงานทำให้ต้องมีการทำงานล่วงเวลาของพนักงาน เพื่อที่จะทำให้สามารถผลิตงานส่งได้ตรงตามเป้าหมายที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งทำให้ต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากการทำงานล่วงเวลาของพนักงาน

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้นำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ไขดังกล่าว โดยได้นำมาวิเคราะห์เป็น 3 กรณี คือ กรณีที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงาน 1 คนดังเดิม โดยไม่มีการแก้ไขปรับปรุง กรณีที่ 2 ใช้พนักงานในการทำงานเพิ่มขึ้นเป็น 2 คน โดยให้พนักงาน 1 คนทำงานในกระบวนการเชื่อมแบบจุด ส่วนพนักงานอีก 1 คนทำงานในส่วนของการตรวจสอบชิ้นงาน และกรณีที่ 3 นำหุ่นยนต์เข้าช่วยในการผลิต ซึ่งจะนำผลของทั้ง 3 กรณีมาเปรียบเทียบกัน เพื่อนำผลที่ดีที่สุดมาดำเนินการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการดำเนินการแก้ไขปรับมีขั้นตอนดังนี้ 1.ขั้นตอนการดำเนินการติดตั้งสายการผลิต 2. การทดลองการผลิตชิ้นงาน (Trial Out) และหลังจากดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการวัดและประเมินผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยเปรียบเทียบจากรอบเวลาการผลิต กำลังการผลิต และต้นทุนการผลิต

5.2 ผลที่ได้รับ

จากการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตในกระบวนการเชื่อมแบบจุดของชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD ได้ผลดังต่อไปนี้

5.2.1 ผลจากการการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตในปัจจุบัน

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพกระบวนการผลิตในปัจจุบัน พบว่า การทำงานของพนักงานในกระบวนการเชื่อมแบบจุด รอบเวลาการทำงาน เท่ากับ 50.56 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งมากกว่ารอบเวลาเป้าหมายในการผลิต ทำให้ผลิตงานไม่ทัน จากปัญหาดังกล่าวจึงทำให้ต้องมีการทำงานล่วงเวลาของพนักงาน

5.2.1 ผลจากการกำแนวทางในการแก้ไขปัญหา

1. รอบเวลาในการผลิตที่ดีที่สุดที่ไม่เกินรอบเวลาเป้าหมายในการผลิต คือ กรณีที่ 2 เพิ่มพนักงานเป็น 2 คน (44.90 วินาทีต่อชิ้น) กรณีที่ 3 นำหุ่นยนต์เข้าช่วยในการผลิต (28.99 วินาทีต่อชิ้น)

2. จากการวิเคราะห์รายได้ที่จะได้รับตลอดอายุของการผลิตงาน พบว่ารายได้ที่จะได้รับตลอดอายุของการผลิตงานที่ดีที่สุด คือ กรณีที่ 3 นำหุ่นยนต์เข้าช่วยในการผลิต (5,747,972.70 บาทต่อ 8 ปี)

3. จากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน พบว่า จุดคุ้มทุนของกรณีที่ 1 และ 2 อยู่ที่ 0 ปีเท่ากัน แต่กรณีที่ 3 จุดคุ้มทุนในการลงทุนอยู่ที่ 2 ปี

4. จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกำลังการผลิต พบว่า กำลังการผลิตที่ดีที่สุด คือ กรณีที่ 3 นำหุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการผลิต

5. การใช้พนักงานในการทำงานนั้นมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุ อาทิเช่น พนักงานเสี่ยงต่อการโดนหัวเชื่อมหนีบมือ ,พนักงานเสี่ยงต่อการโดนสะเก็ดไฟเข้าตา เป็นต้น ด้วยเหตุนี้เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบติเหตุต่างๆที่จะเกิดขึ้นกับพนักงาน การนำหุ่นยนต์เข้ามาใช้จึงเป็นทางเลือกจะลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุได้ดีที่สุด

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหาจึงได้นำเลือกนำหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในการผลิต เนื่องจากสามารถลดเวลาในการผลิต และคุ้มค่าที่จะนำมาลงทุน

5.2.2 ผลการปรับปรุงกระบวนการผลิต

1. ผลการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิต พบว่า ก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตใช้รอบเวลาในการผลิต 50.62 วินาทีต่อชิ้น หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตใช้รอบเวลาในการผลิต 28.99 วินาทีต่อชิ้น สามารถลดรอบเวลาในการผลิตลงได้ 21.63 วินาทีต่อชิ้น หรือคิดเป็น 42.73 เปอร์เซ็นต์

2. ผลการเปรียบเทียบกำลังการผลิต พบว่าก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิตกำลังในการผลิตเท่ากับ 71.12 ชิ้นต่อชั่วโมง หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตกำลังในการผลิตเท่ากับ 124.18 ชิ้นต่อชั่วโมง สามารถเพิ่มกำลังในการผลิตได้ 53.06 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือคิดเป็น 74.61 เปอร์เซ็นต์

3. ผลการเปรียบเทียบรายได้ที่จะได้รับจากการผลิตชิ้นงาน STAY,EXHAUST MAIMFOLD ตลอดระยะเวลา 8 ปี ก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 4,468,935.91 บาท และหลังการปรับปรุงเท่ากับ 5,598,831.10 บาท เพิ่มขึ้น 1,129,895.19 บาท หรือคิดเป็น 28.28%

4. ผลการเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนในการผลิตพบว่าระยะเวลาคืนทุนในการปรับปรุงโครงการอยู่ที่ 2 ปี แต่เมื่อเทียบกับรายได้ที่จะได้รับภายในระยะเวลา 8 ปี พบว่ารายได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุง

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่า สามารถที่จะนำไปเป็นต้นแบบและพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตเพื่อที่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตตลอดจนเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตได้เป็นอย่างดีต่อไปในอนาคต และยังเป็นแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของเครื่องจักร เวลา และแรงงานและความชำนาญของพนักงานอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] คณะจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์. **เอกสารเผยแพร่อุตสาหกรรมน่ารู้ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยานยนต์.** กรุงเทพฯ : วงศ์สว่างพับลิชชิ่ง แอนด์ พริ้นติ้ง. 2555.

[2] ธนาวุธ ศรีจันทร์ และสุทธิดา ฉินศิริเศรษฐ. "การปรับปรุงผลิตภาพสายการผลิต กรณีศึกษา บริษัทสมบูรณ์ หล่อเหล็กเหนียวอุตสาหกรรม จำกัด." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2555.

[3] ณัฐสิมา ใสสุข. "การปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในขั้นตอนของการเจาะชิ้นงานบานพับฝากระโปรงรถยนต์." รายงานโครงงานสหกิจศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2557.

[4] จักรกฤษณ์ วันดี. "การเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการด้านระบบสารสนเทศ." สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสยาม. 2557.

[5] วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ. **การศึกษาการทำงาน.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.

[6] วันชัย ริจิรวนิช. **การศึกษาการทำงาน หลักการกรณีศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2539.

[7] ลัดดาวัลย์ มิ่งกมลรัตน์. **การลดของเสียในกระบวนการผลิตให้เป็นศูนย์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2539.

[8] ธานินทร์ บัวบาน. "การปรับปรุงวิธีการทำงานของการผลิตข้อต่อในชุดปั๊มพวงมาลัยเพาเวอร์." สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2554.

[9] กาญจนา ธิปัน. "การปรับปรุงอัตราผลผลิตของกระบวนการเลเซอร์แผ่นซิลิกอนชิพ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2555.

[10] "**การเพิ่มผลผลิต หรือ Produtivity.**" [Online]. Available : http://www.rtc.ac.th/www_km/02/029/3241151.pdf . 2558.

[11] ปิยาพร สิทธิผล. "การลดเวลาในการผลิตโดยการใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา: กรณีศึกษา บริษัท บริดจสโตน เอ็นซีอาร์ จำกัด." วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ สำหรับผู้บริหาร, มหาวิทยาลัยบูรพา. 2553.

[12] ชัยณรงค์ ฤกษชาญชัย. "การสร้างงานมาตรฐาน กรณีศึกษา : สายการประกอบชิ้นส่วนรางกระจกประตูหลังของรถยนต์." รายงานโครงงานสหกิจศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2557.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[13] **"การเพิ่มผลผลิตโดยเทคโนโลยี."** [Online]. Available : http://ie.pit.ac.th/sunetr/images/productivity_1.pdf. 2558.

[14] **"เทคโนโลยีทางการผลิต."** [Online]. Available : http://saipirun5154.blogspot.com/2013/09/blog-post_6935.html. 2558

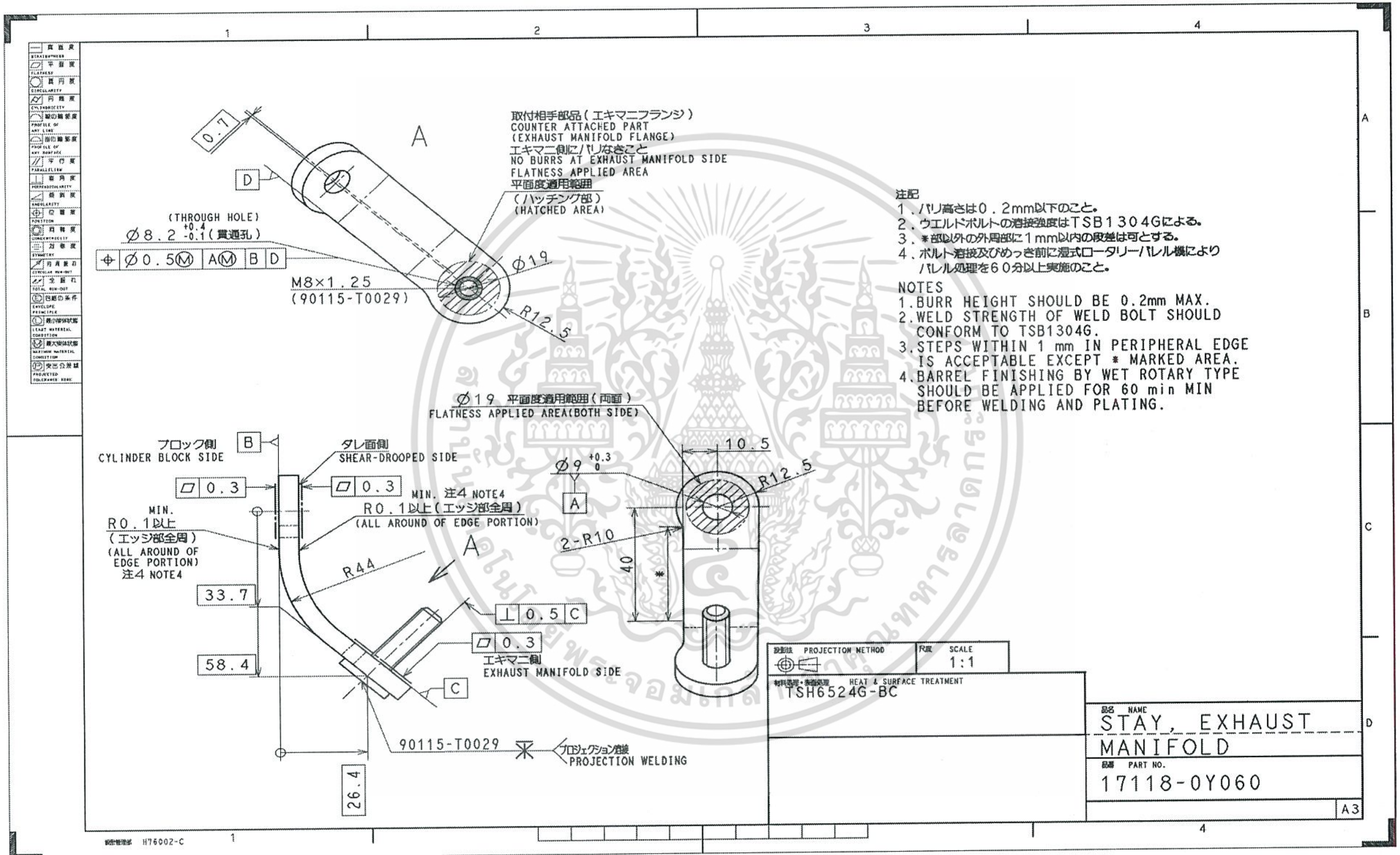
[15] วีรพงษ์ ศิริภัทรางกูล และ ไพบูรณ์ ช่วงทอง. **"วิธีการลดของเสียในกระบวนการเชื่อมจุดของกระบวนการผลิตชิ้นงาน Spring House."** [Online]. Available : http://www.eg.mahidol.ac.th/dept/egie/images/IE-Network-Archives/2011/PDF/4.QMA/QMA27.pdf . 2558

[16] สุคันธกานต์ เงินบำรุง. "การเชื่อมความต้านทานของโลหะผสมอะลูมิเนียมแบบรอยต่อตรง." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2554 .

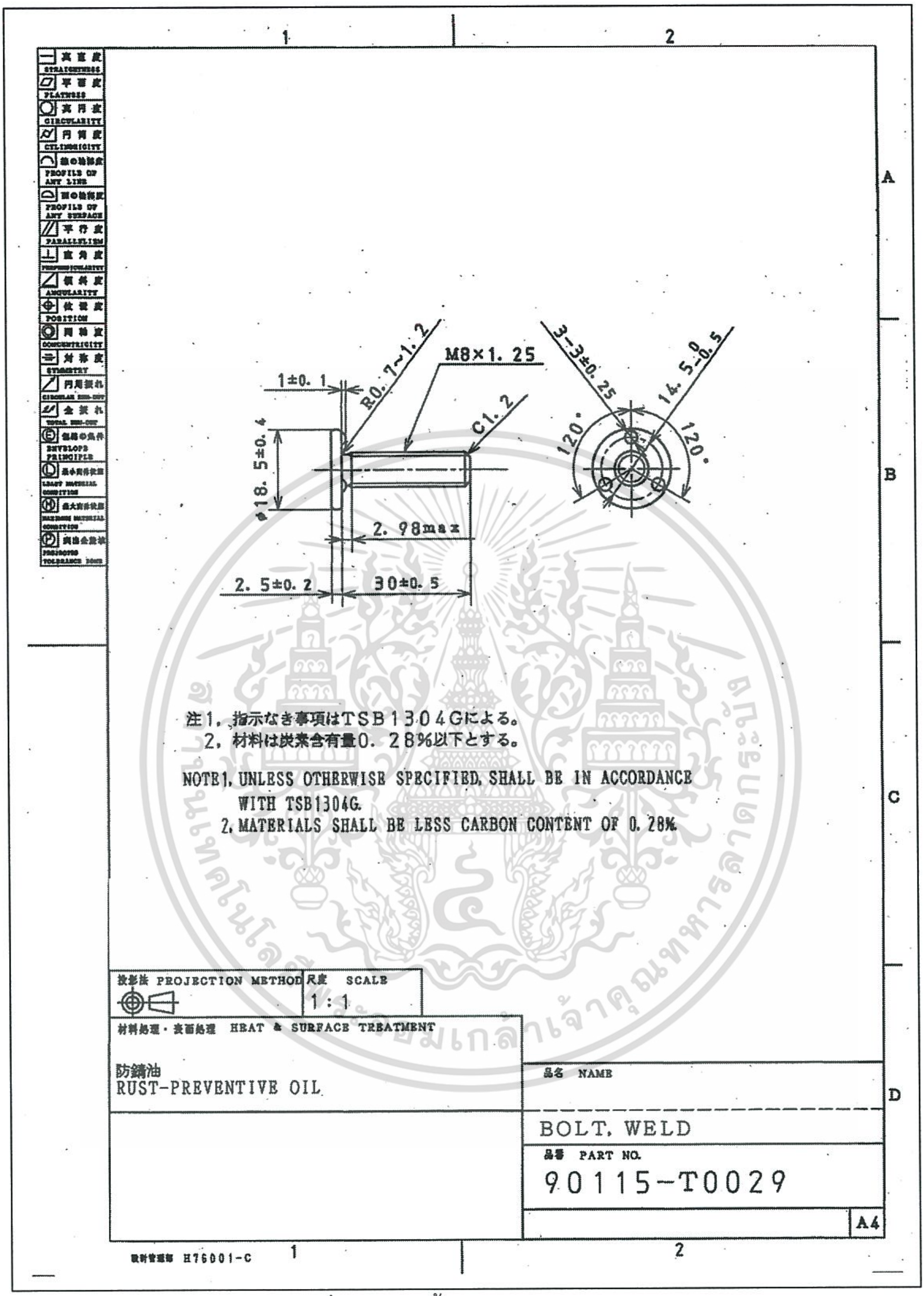
[17] **"จุดคุ้มทุน (Break Even Point) และระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)."** [Online]. Available : http://www2.feu.ac.th/acad/ac/articles_detail.php?id=112. 2558.

[18] พิทธพนธ์ พิทักษ์. "การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมล้างขวด." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2552.

ภาคผนวก ก
แบบชิ้นงาน



รูปที่ ก.1 แบบชิ้นงาน



รูปที่ ก.2 แบบชิ้นงาน Bolt ขนาด M8

ภาคผนวก ข
การคำนวณหารอบเวลาเป้าหมายการผลิต (Take Time)

การคำนวณหารอบเวลาเป้าหมายการผลิต (Take Time)

รอบเวลาเป้าหมายการผลิต (Take Time) คือ อัตราที่จะต้องผลิตผลิตภัณฑ์ออกมา เพื่อให้เป็นไปตามปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า และเป็นเวลาที่ได้มาจากการคำนวณซึ่งจะเป็นตัวกำหนดจังหวะของการผลิตเพื่อให้สามารถผลิตได้ตามการไหลของคำสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งสามารถคำนวณหาค่า Take Time ได้ดังสมการ

$$\text{รอบเวลาการผลิต} = \frac{\text{เวลาทำงานปกติ (วินาที)}}{\text{ยอดงานที่ต้องการ (ชิ้นต่อวัน)}}$$

จากการเก็บข้อมูลของสายการผลิตพบว่า เวลาทำงานปกติเท่ากับ 7.5 ชั่วโมงต่อวัน หรือเท่ากับ 27,000 วินาที และมียอดที่ลูกค้าต้องการเท่ากับ 12,288 ชิ้นต่อเดือน หรือเท่ากับ 559 ชิ้นต่อวัน

$$\text{รอบเวลาการผลิต} = \frac{\text{27,000 วินาที}}{\text{559 ชิ้นต่อวัน}}$$

$$\text{รอบเวลาการผลิต} = \text{49 วินาทีต่อชิ้น}$$

ดังนั้น รอบเวลาเป้าหมายการผลิต (Take Time) เท่ากับ 49 วินาทีต่อชิ้น

ภาคผนวก ค
ตารางจับเวลาการทำงาน

ตารางที่ ค.1 ตารางบันทึกการจับเวลาการทำงานย่อยของกระบวนการผลิตกรณีที่ 1

แบบบันทึกเวลา											
แผนก : Production Engineering	ชื่องาน : STAY,EXHAUST MAIMFOLD										
กรรมวิธีการผลิต : Spot Welding	ตำแหน่งที่ตั้ง :										
ผู้ทำงาน :	ผู้บันทึก : Sutamart Chaiwong										
วันที่ : 15/10/2558	เวลา : 10.30 น.										
งานย่อย	เวลาการทำงาน										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg
หยิบ Box ขึ้นมาวางบนโต๊ะ	8.97	8.95	8.98	8.96	8.95	8.97	8.97	8.98	8.99	8.98	8.97
Set Part 1 Pcs.	5.52	5.54	5.55	5.56	5.54	5.51	5.55	5.54	5.54	5.53	5.54
หยิบ Part	2.53	2.55	2.54	2.53	2.53	2.54	2.55	2.56	2.53	2.52	2.54
คน Move ไปยังเครื่อง spot	5.61	5.61	5.57	5.59	5.63	5.61	5.59	5.57	5.57	5.6	5.6
Spot Bolt	5.92	5.93	5.92	5.94	5.95	5.93	5.92	5.92	5.93	5.95	5.93
คน Move ไปยังโต๊ะวาง Part	5.9	5.91	5.9	5.92	5.93	5.91	5.94	5.88	5.9	5.91	5.91
วาง Part ลงบนโต๊ะ	1.56	1.56	1.55	1.58	1.58	1.57	1.56	1.55	1.56	1.57	1.56
Check Part	2.83	2.84	2.84	2.85	2.86	2.83	2.83	2.85	2.86	2.85	2.84
Packing	2.89	2.88	2.86	2.89	2.88	2.87	2.86	2.89	2.86	2.88	2.88
หยิบ Box ลงจากโต๊ะ	8.89	8.88	8.87	8.89	8.86	8.88	8.89	8.88	8.87	8.87	8.88
SUM	51.62	52.65	53.58	54.71	55.71	56.62	57.66	58.62	59.61	60.66	50.64

ตารางที่ ค.2 ตารางบันทึกการจับเวลาการทำงานย่อยของกระบวนการผลิตกรณีที่ 2

แบบบันทึกเวลา											
แผนก : Production Engineering	ชื่องาน : STAY,EXHAUST MAIMFOLD										
กรรมวิธีการผลิต : Spot Welding	ตำแหน่งที่ตั้ง :										
ผู้ทำงาน :	ผู้บันทึก : Sutamart Chaiwong										
วันที่ : 15/10/2558	เวลา : 10.30 น.										
งานย่อย	เวลาการทำงาน										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg
หยิบ Box ขึ้นมาวางบนโต๊ะ	8.97	8.95	8.98	8.96	8.95	8.97	8.97	8.98	8.99	8.98	8.97
Set Part 1 Pcs.	5.52	5.54	5.55	5.56	5.54	5.51	5.55	5.54	5.54	5.53	5.54
หยิบ Part	2.53	2.55	2.54	2.53	2.53	2.54	2.55	2.56	2.53	2.52	2.54
คน Move ไปยังเครื่อง spot	5.61	5.61	5.57	5.59	5.63	5.61	5.59	5.57	5.57	5.6	5.6
Spot Bolt	5.92	5.93	5.92	5.94	5.95	5.93	5.92	5.92	5.93	5.95	5.93
คน Move ไปยังโต๊ะวาง Part	5.9	5.91	5.9	5.92	5.93	5.91	5.94	5.88	5.9	5.91	5.91
วาง Part ลงบนโต๊ะ	1.56	1.56	1.55	1.58	1.58	1.57	1.56	1.55	1.56	1.57	1.56
หยิบ Box ลงจากโต๊ะ	8.89	8.88	8.87	8.89	8.86	8.88	8.89	8.88	8.87	8.87	8.88
SUM	44.9	44.93	44.88	44.97	44.97	44.92	44.97	44.88	44.89	44.93	44.93
Check Part	2.83	2.84	2.84	2.85	2.86	2.83	2.83	2.85	2.86	2.85	2.84
Packing	2.89	2.88	2.86	2.89	2.88	2.87	2.86	2.89	2.86	2.88	2.88
SUM	5.72	5.72	5.7	5.74	5.74	5.7	5.69	5.74	5.72	5.73	5.72

ตารางที่ ค.3 ตารางบันทึกการจับเวลาการทำงานย่อยของกระบวนการผลิตกรณีที่ 3

แบบบันทึกเวลา											
แผนก : Production Engineering	ชื่องาน : STAY,EXHAUST MAIMFOLD										
กรรมวิธีการผลิต : Spot Welding	ตำแหน่งที่ตั้ง :										
ผู้ทำงาน :	ผู้บันทึก : Sutamart Chaiwong										
วันที่ : 20/10/2558	เวลา : 13.55 น.										
งานย่อย	เวลาการทำงาน										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg
Set Pert 20 Pcs.	37.60	37.80	38.40	37.20	36.80	38.60	37.40	37.60	36.60	38.40	37.64
Robot Unclamp	0.45	0.45	0.47	0.42	0.41	0.46	0.48	0.41	0.45	0.43	0.44
Robot Move ไปหยิบชิ้นงาน	3.73	3.71	3.7	3.72	3.73	3.75	3.70	3.71	3.73	3.74	3.72
Robot หยิบชิ้นงาน&Clamp Part	3.08	3.09	3.08	3.10	3.09	3.10	3.10	3.09	3.08	3.08	3.09
Robot Move ไปยังเครื่อง Spot	6.74	6.77	6.79	6.78	6.78	6.79	6.75	6.74	6.75	6.77	6.77
Spot Bolt	4.28	4.26	4.27	4.28	4.29	4.26	4.27	4.26	4.26	4.27	4.27
Robot Move ไปยังโต๊ะวาง Part	3.87	3.88	3.86	3.87	3.89	3.87	3.87	3.89	3.91	3.88	3.88
Robot Unclamp	0.36	0.35	0.35	0.31	0.36	0.32	0.32	0.34	0.33	0.32	0.34
หยิบชิ้นงานออกจาก Robot	0.95	0.97	0.97	0.91	0.91	0.93	0.94	0.94	0.95	0.93	0.94
Robot Move ไปยังจุดเริ่มต้น	2.65	2.68	2.65	2.67	2.69	2.69	2.62	2.68	2.67	2.68	2.67
Check Part	1.83	1.84	1.82	1.85	1.82	1.84	1.83	1.85	1.83	1.84	1.84
Packing	1.79	1.79	1.83	1.83	1.79	1.85	1.79	1.79	1.83	1.82	1.81
SUM	68.3	69.6	71.2	70.9	71.6	74.5	74.1	75.3	75.4	78.2	67.40

ภาคผนวก ง
การคำนวณการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

การคำนวณหาอัตราผลตอบแทน

กรณีที่ 1

ตารางที่ ง.1 แสดงต้นทุน รายรับ รายจ่ายของกรณีที่ 1

ต้นทุน	จำนวนเงิน	รวยรับ	ร่ายจ่าย	Balance
ค่าแรงพนักงาน (บาทท/ปี)	79,200.00	0.00	79,200.00	-79,200.00
ค่า O.T (บาท/ปี)	37,125.00	0.00	37,125.00	-37,125.00
PROCESS COST SPOT BOLT (บาท/ปี)	33,915.00	33,915.00	0.00	33,915.00
PROCESS COST PRESS (บาท/ปี)	663,552.00	663,550.00	0.00	663,550.00
รวม		697,465.00	116,325.00	581,140.00

ตารางที่ ง.2 แสดงการคำนวณรายได้ที่จะได้รับ (กรณีที่ 1)

	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	**รวม**
รายรับ (บาท)	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	5,579,736.00
รายจ่าย (บาท)	116,325.00	116,325.00	122,141.25	128,248.31	134,660.73	141,393.76	148,463.45	155,886.63	1,063,444.13
ค่าแรงเพิ่มขึ้นปีละ 5% (บาท)	0.00	5,816.25	6,107.06	6,412.42	6,733.04	7,069.69	7,423.17	7,794.33	47,355.96
รวม (บาท)	581,142.00	575,325.75	569,218.69	562,806.27	556,073.24	549,003.55	541,580.37	533,786.04	**4,468,935.91**

กรณีที่ 2

ตารางที่ ง.3 แสดงต้นทุน รายรับ รายจ่ายของกรณีที่ 2

ต้นทุน	จำนวนเงิน	รวยรับ	ร่ายจ่าย	Balance
ค่าแรงพนักงาน (บาท/ปี)	158,400.00	0.00	158,400.00	-158,400.00
PROCESS COST SPOT BOLT (บาท/ปี)	33,915.00	33,915.00	0.00	33,915.00
PROCESS COST PRESS (บาท/ปี)	663,552.00	663,550.00	0.00	663,550.00
รวม		697,465.00	158,400.00	581,140.00

ตารางที่ ง.4 แสดงการคำนวณรายได้ที่จะได้รับ (กรณีที่ 2)

	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	**รวม**
รายรับ (บาท)	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	5,579,736.00
รายจ่าย (บาท)	158,400.00	158,400.00	166,320.00	174,636.00	183,367.80	192,536.19	202,163.00	212,271.15	1,448,094.14
ค่าแรงเพิ่มขึ้นปีละ 5% (บาท)	0.00	7,920.00	8,316.00	8,731.80	9,168.39	9,626.81	10,108.15	10,613.56	64,484.71
รวม (บาท)	539,067.00	531,147.00	522,831.00	514,099.20	504,930.81	495,304.00	485,195.85	474,582.29	**4,067,157.15**

กรณีที่ 3

ตารางที่ ง.5 แสดงต้นทุน รายรับ รายจ่ายของกรณีที่ 3

ต้นทุน	จำนวนเงิน	รวยรับ	ร่ายจ่าย	Balance
JIG AND DIE (บาท)	863,392.00	863,392.00	863,392.00	0.00
PROCESS COST SPOT BOLT (บาท/ปี)	33,915.00	33,915.00	0.00	33,915.00
PROCESS COST PRESS (บาท/ปี)	663,552.00	663,552.00	0.00	663,552.00
ENGINEERING CHANGE (บาท/ปี)	86,340.00	0.00	86,340.00	-86,340.00
PROJECT MANAGEMENT (บาท)	174,498.00	0.00	174,498.00	-174,498.00
EXPENSE (บาท)	101,905.00	0.00	101,905.00	-101,905.00
MACHINE AND LINE INSTALLATION (บาท)	369,000.00	0.00	369,000.00	-369,000.00
ค่าแรงพนักงาน (บาท/ปี)	79,200.00	0.00	79,200.00	-79,200.00
รวม (บาท)		1,560,859.00	1,674,335.00	-34,276.00

ตารางที่ ง.6 แสดงการคำนวณรายได้ที่จะได้รับ (กรณีที่ 3)

	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8
ต้นทุน (บาท)	-731,743.00	-122,554.08	531,093.15	1,232,541.53	1,985,390.60	2,793,516.66	3,661,094.33	4,598,078.22
รายรับ (บาท)	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00	697,467.00
รายจ่าย (บาท)	79,200.00	79,200.00	83,160.00	87,318.00	91,683.90	96,268.10	101,081.50	106,135.57
ค่าแรงเพิ่มขึ้นปีละ 5% (บาท)	0.00	3,960.00	4,158.00	4,365.90	4,584.20	4,813.40	5,054.07	5,306.78
ดอกเบี้ย 8% ต่อปี (บาท)	-9,078.08	39,340.23	91,299.37	147,065.97	206,927.16	271,192.17	340,598.39	414,728.23
รวม (บาท)	-122,554.08	531,093.15	1,232,541.53	1,985,390.60	2,793,516.66	3,661,094.33	4,598,078.22	5,598,831.10
							รวม (บาท)	**5,598,831.10**

การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

กรณีที่ 1

ตารางที่ ง.7 การคำนวณจุดคุ้มทุนกรณีที่ 1

	ปีที่ 1	ปีที่ 2
รายรับ (บาท)	697,467.00	697,467.00
รายจ่าย (บาท)	158,400.00	158,400.00
าแรงเพิ่มขึ้นปีละ 5% (บาท)	0.00	7,920.00
รวม (บาท)	539,067.00	531,147.00

จากตารางที่ ง.7 พบว่า จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 0 ปี

กรณีที่ 2

ตารางที่ ง.8 การคำนวณจุดคุ้มทุนกรณีที่ 2

	ปีที่ 1	ปีที่ 2
รายรับ (บาท)	697,467.00	697,467.00
รายจ่าย (บาท)	158,400.00	158,400.00
ค่าแรงเพิ่มขึ้นปีละ 5% (บาท)	0.00	7,920.00
รวม (บาท)	539,067.00	531,147.00

จากตารางที่ ง.8 พบว่า จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 0 ปี

กรณีที่ 3

ตารางที่ ง.9 การคำนวณจุดคุ้มทุนกรณีที่ 3

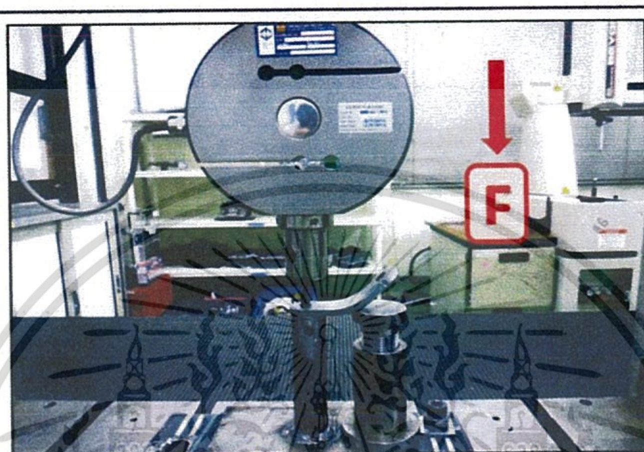
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ต้นทุน (บาท)	**-731,743.00**	**-122,554.08**	531,093.15
รายรับ (บาท)	697,467.00	697,467.00	697,467.00
รายจ่าย (บาท)	79,200.00	79,200.00	83,160.00
ค่าแรงเพิ่มขึ้นปีละ 5% (บาท)	0.00	3,960.00	4,158.00
ดอกเบี้ย 8% ต่อปี (บาท)	**-9,078.08**	39,340.23	91,299.37
รวม (บาท)	**-122,554.08**	531,093.15	1,232,541.53

จากตารางที่ ง.8 พบว่า จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 2 ปี

ภาคผนวก ช
ผลการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน

SUMMIT	PRESS SEPARATION TEST	DOC. No. QE 4 - 2 - 027	PAGE
		RUN No. :	1/2
		ISSUED FORM : 02/06/2013	

Part Name.	STAY , EXHAUST MANIFOLD	**Model.**	NR
Part No.	17118 - 0Y060	**Costomer.**	
Test Date.	2/09/2015	**Ref.**	TSB1304G



STANDARD : ENGINEERING STANDARD TSB1304G.

CONDITION : Forced breakaway load , weld bolt M8 : 8,820 N. min.

RESULT :

MAXIMUM LOAD = 18,402 N. min.

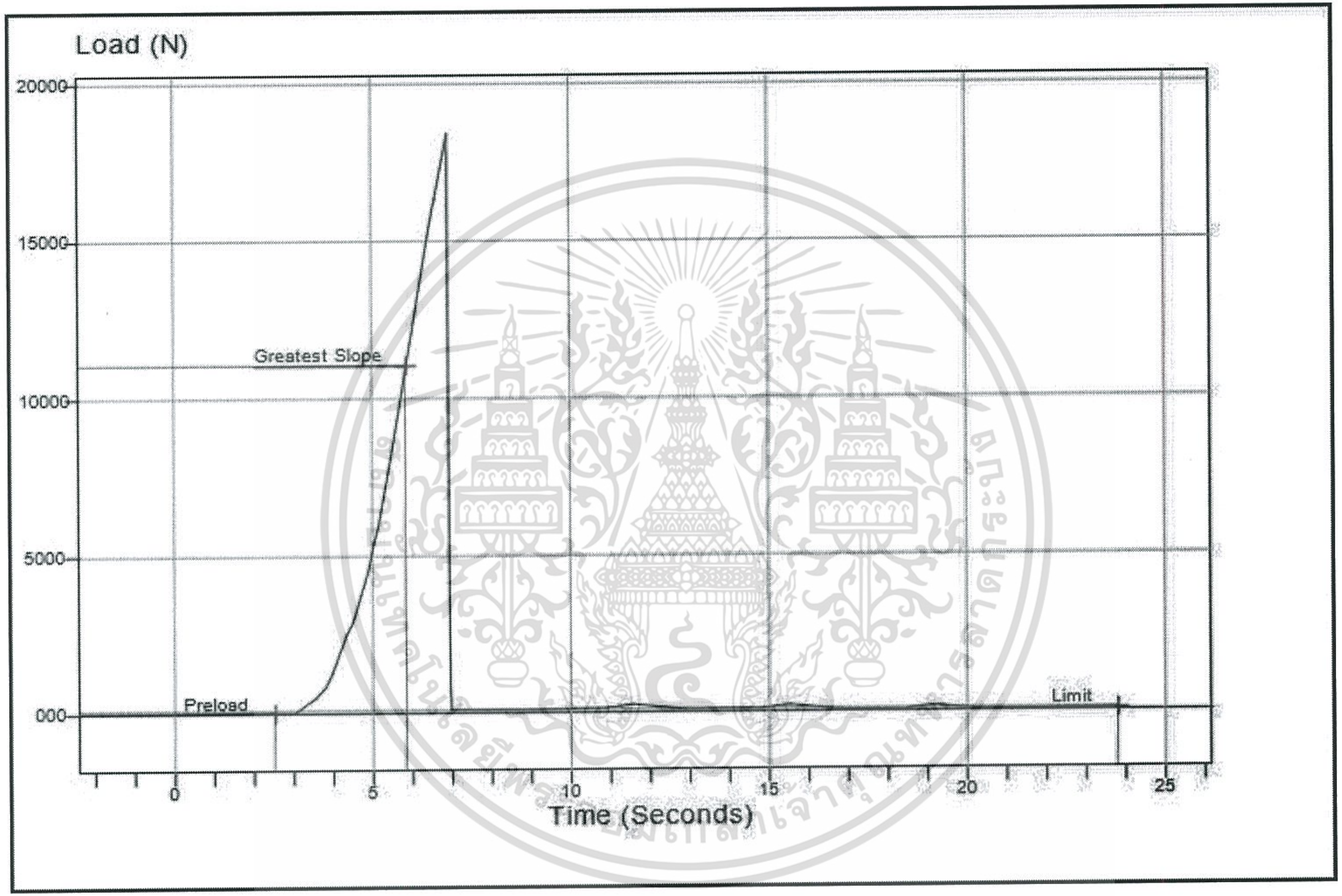
■ ACCEPT

□ DON ' T ACCEPT

APPROVED	CHECKED	TESTED

CC : K. พิทยา QE.P

รูปที่ จ.1 การทดสอบแรงกดชิ้นงาน



รูปที่ จ.2 แสดงกราฟการทดสอบแรงกดของชิ้นงาน

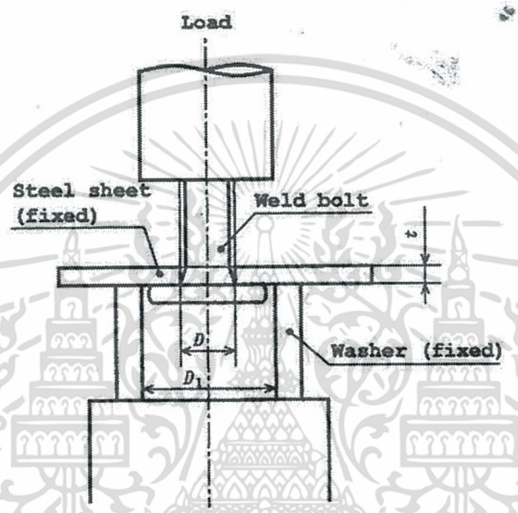
ENGINEERING STANDARD	TSB1304G

Reference: Peel test

The peel test is conducted to measure the load required to peel the bolt welded to a steel sheet by applying a load in a direction as parallel to the axis as possible, using a washer as illustrated in Fig. 3. When the measurement is impossible because the steel sheet bends remarkably before the bolt peels off, use a sheet having a thickness (*t*) that is 0.2 to 0.3 mm thicker. Table 3 shows the weld strength of bolts as measured by this method for reference.

Table 3 (Reference) (Unit: N)

Thread size	M4	M5	M6	M8	M10
Weld strength (Min.)	1470	3430	5390	8820	14700



(Unit: mm)

Thread size of bolt	Thickness of sheet used (*t*)	D_1
M4	1.2	14
M5	1.6	16
M6	2.3	18
M8		22
M10	3.2	26

Fig. 3

Remark:

For the hole diameter of the sheet used (*D*), use the values listed in Attached Tables 1 and 2.

Established/ 11 Revised: May.2007

รูปที่ จ.3 มาตรฐานการทดสอบชิ้นงาน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุธามาศ ใจวงค์
วันเดือนปีเกิด	21 สิงหาคม พ.ศ. 2536
ที่อยู่	109/217 หมู่ 17 ตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ 10540
ประวัติการศึกษา	ปัจจุบัน (2555) กำลังศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง