การเพิ่มผลผลิตสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย

นายวิทูร แดงนวล

โครงงานวิจัยอุตสาหกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2549

การเพิ่มผลผลิตสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย

นายวิทูร แดงนวล อส.บ.(วิศวกรรมอุตสาหการ)

โครงงานวิจัยอุตสาหกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2549

คณะกรรมการสอบโครงงานวิจัยอุตสาหกรรม

..... ประธานกรรมการโครงงานวิจัยอุตสาหกรรม
(ดร.ไชยา ดำคำ)

..... กรรมการ
(ดร.สุขสันต์ พรหมบัญพงศ์)

..... กรรมการ
(ดร.อนันทวิทย์ ตู้จินดา)

..... กรรมการ
(ดร.กุศล พร้อมมูล)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การเพิ่มผลผลิตสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย

นายวิทูร แดงนวล อส.บ.(วิศวกรรมอุตสาหการ)

โครงงานวิจัยอุตสาหกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2549

คณะกรรมการสอบโครงงานวิจัยอุตสาหกรรม

..... ประธานกรรมการโครงงานวิจัยอุตสาหกรรม
(ดร.ไชยา ดำคำ)

..... กรรมการ
(ดร.สุขสันต์ พรหมบัญพงศ์)

..... กรรมการ
(ดร.อนันทวิทย์ ตู้จินดา)

..... กรรมการ
(ดร.กุศล พร้อมมูล)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สำนักหอสมุด

หัวข้อโครงงานวิจัยอุตสาหกรรม	การเพิ่มผลผลิตสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นายวิทูร แดงนวล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ไชยา ดำคำ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2549

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยอุตสาหกรรมนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มผลผลิตสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย จากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าชิ้นงานต้องมีการทำซ้ำเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากปัญหารูเหลื่อม ตามขั้นตอนการทำงานเดิมเครื่องเจาะจะทำการเจาะสองรูบนชิ้นงานโดยการกลับชิ้นงาน รูเหลื่อมเกิดขึ้นเมื่อรูทั้งสองที่เจาะไม่ตรงกัน เพื่อแก้ปัญหาความไม่ตรงของรู เครื่องเจาะได้รับการปรับปรุงโดยมีการติดตั้งเครื่องเจาะเพิ่มอีกด้านของชุดเจาะเดิมเพื่อให้การเจาะสามารถทำได้โดยไม่ต้องกลับชิ้นงาน การศึกษาเบื้องต้นยังได้แสดงให้เห็นอีกว่ามีขั้นตอนหลายขั้นตอนในการตรวจสอบตำแหน่งที่ไม่จำเป็นซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียด้านเวลา ดังนั้นอุปกรณ์ตรวจสอบตำแหน่งจึงได้รับการปรับปรุงเพื่อให้การตรวจสอบง่ายขึ้น ขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นซึ่งไม่กระทบกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ถูกยกเลิกด้วย ผลการปรับปรุงพบว่าสามารถลดปริมาณปัญหางานทำซ้ำจากชิ้นงานรูเหลื่อมได้ร้อยละ 75.45 ขณะที่ลดเวลาในการเจาะรูและการตรวจสอบชิ้นงานได้ประมาณ 19.17 และ 128.72 วินาที ต่อ 1 ชิ้นงาน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 48.10 และ90.32 หากคิดรวมเวลาทั้งสายการผลิตจะสามารถลดเวลาในการผลิตรวมได้ประมาณ 147.89 วินาที คิดเป็นร้อยละ 20.14

คำสำคัญ : การเพิ่มผลผลิต / ความสูญเสีย / อุปกรณ์ตรวจสอบ / การเจาะรู

Industrial Research Project Title	Productivity Improvement of Cross Member Steering
Industrial Research Project Credits	6
Candidate	Mr. Vitoon Daengnual
Industrial Research Project Advisor	Dr. Chaiya Dumkum
Field of Study	Master of Engineering
Department	Production Engineering
Facultly	Engineering
B.E.	2549

Abstract

This industrial research project studied the possibilities of increasing productivity for Cross Member Steering production. From initial studies, it was found that the workpiece was reworked mainly because of the hole gap. According to the original setup, the hole punch would make two holes by turning over the workpiece - one on either side of the workpiece. The hole gap occurred when these two holes do not align. To solve the problem of misalignment, the hole-punching machine was modified by installing another hole punch on the opposite side so that both holes can be punched without the turning over of the workpiece. The initial studies showed further that there existed many unnecessary procedures for position checking. This caused a lot of time waste. Thus, the position checking jig and fixture equipment was modified to make the inspection simpler. Unnecessary procedures which did not affect the quality of the finishing product were also removed. The results showed that the number of defects caused by the hole gap can be reduced approximately 75.45 percent, whereas the times taken for hole punching and checking were reduced approximately 19.17 and 128.72 seconds per piece or 48.10 and 90.32 percent, respectively. The overall production time can be reduced approximately 147.89 seconds per piece or 20.14 percent.

Keywords: Productivity / Waste / Checking Jig and Fixture / Hole Punch

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยอุตสาหกรรมฉบับนี้สำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร.ไชยา ดำคำ ประธานกรรมการโครงงานวิจัยอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นผู้ที่ให้แนวคิดและคำแนะนำในการดำเนินการวิจัยตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยฉบับนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.สุขสันต์ พรหมบัญพงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ดร.อนันทวิทย์ ตู้จินดา อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และ ดร.กุศล พร้อมมูล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ อีกทั้งผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพรโรจน์ มานันตพงศ์ ผู้จัดการทั่วไปศูนย์วิศวกรรม กลุ่มไทยซัมมิท พีเคเค จำกัด คุณรัฐเกียรติ สารเก่ง ผู้จัดการโรงงานบริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด คุณอภิชัย ลัพกิตโร ผู้จัดการแผนกวิศวกรรม ตลอดจนวิศวกร เจ้าหน้าที่ และพนักงาน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากโครงงานวิจัยอุตสาหกรรมนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ซ
รายการรูปประกอบ	ญ
ประมวลศัพท์และคำย่อ	ฏ

บทที่

1. บทนำ		**1**
1.1	หัวข้อการทำโครงงาน	2
1.2	วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน	2
1.3	หลักการและเหตุผล	2
1.4	ขอบข่ายของการทำโครงงาน	3
1.5	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	3
1.6	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
2. สภาพทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง		**5**
2.1	ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงงานตัวอย่าง	5
2.2	องค์กรบริหาร	6
2.3	ผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่าง	9
2.4	กระบวนการผลิตโดยรวม	12
3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		**14**
3.1	การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
3.2	การเพิ่มผลผลิต	15
3.3	หน่วยงานกับการปรับปรุงเพิ่มผลผลิต	17
3.4	ต้นทุนและความสูญเสีย	19

3.5 การออกแบบเครื่องมือ 23
3.6 การศึกษาการทำงาน 25
3.7 การวิเคราะห์การดำเนินงาน 28
3.8 เช็คลิสต์การปรับปรุงในการวิเคราะห์กระบวนการของผู้ปฏิบัติงาน 30
3.9 การลดเวลาติดตั้งเครื่องจักร 31
3.10 การลดของเสียในกระบวนการผลิตให้เป็นศูนย์ 31
3.11 แนวความคิดวงจรเดมมิ่ง 34
3.12 ชุดเครื่องมือในการแก้ปัญหา 34
3.13 ภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ (FMEA) 39
3.14 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-Even Analysis) 40

4. ขั้นตอนการดำเนินการและการวิเคราะห์ 44
4.1 สภาพปัจจุบันในการปฏิบัติงานของสายการผลิต คานขวางบังคับพวงมาลัย รุ่น 4×2 44
4.2 สภาพปัจจุบันกระบวนการทำงาน และขั้นตอนผลิต คานขวางบังคับพวงมาลัย รุ่น 4×2 45
4.3 การศึกษาเวลาในการทำงาน 48
4.4 การศึกษาปัญหางานทำซ้ำ 50
4.5 การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต 51
4.6 การศึกษาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต 55
4.7 แนวทางในการเพิ่มผลผลิต 57

5. ผลการวิจัยและอภิปราย 62
5.1 ผลการปรับปรุงเครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะรู 62
5.2 ผลการปรับปรุงอุปกรณ์ในการตรวจสอบ 66

6. สรุปผลการวิจัย 69
6.1 ลดปริมาณงานทำซ้ำใหม่ 69
6.2 ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน 69
6.3 ปัญหาในการทำวิจัย 70
6.4 ข้อเสนอแนะสำหรับโรงงานตัวอย่าง 70

เอกสารอ้างอิง **71**

ภาคผนวก

ก โครงสร้างช่วงล่างรถยนต์ที่ประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย 73

ข แผนผังสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย 75

ค ข้อมูลวิเคราะห์กระบวนการทำงาน 77

ง กระบวนการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย 99

จ ใบบันทึกข้อมูลของเสีย 101

ฉ แบบเครื่องจักรในการเจาะรูหลังปรับปรุง 107

ช แบบอุปกรณ์ตรวจสอบหลังปรับปรุง 113

ซ การหาขนาดตัวอย่าง 116

ฌ เกณฑ์การประเมินภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ 121

ญ การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน 125

ประวัติผู้วิจัย **130**

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	ยอดผลิตรถยนต์ในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2549	1
3.1	เครื่องหมายรูปสำหรับการวิเคราะห์กระบวนการของผู้ปฏิบัติงาน	27
4.1	รอบเวลาในกระบวนการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย	48
4.2	ยอดผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัยรุ่น 4×2 ประจำเดือนตุลาคม และพฤศจิกายน พ.ศ.2549	51
4.3	แสดงข้อมูลความถี่ของปัญหาที่เกิดระหว่างกระบวนการผลิต	52
4.4	การประเมินภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ	54
5.1	ยอดผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัยรุ่น 4×2 ประจำเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549	62
5.2	แสดงข้อมูลความถี่ของปัญหาที่เกิดระหว่างกระบวนการผลิต (หลังปรับปรุง)	63
5.3	แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของปัญหาการเจาะรูเหลื่อมที่ลดลง	64
5.4	วิเคราะห์กระบวนการผลิตการเจาะรูชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)	65
5.5	แสดงข้อมูลเปรียบเทียบเวลาในการผลิตของกระบวนการ 080	66
5.6	แสดงข้อมูลเปรียบเทียบเวลาในการผลิตของกระบวนการ 100	67
5.7	วิเคราะห์กระบวนการตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ (หลังปรับปรุง)	68
6.1	แสดงการเปลี่ยนแปลงเวลาของสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย	69
ค.1	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 010 Spot # 23	78
ค.2	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 010 Spot # 22	79
ค.3	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 020 Jig # 4×2	80
ค.4	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 030 Jig # 4×2	83
ค.5	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 040 Spot # 24	85
ค.6	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 040 Spot # 25	86
ค.7	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 050 Jig 4×2(1)	87
ค.8	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 060 Jig 4×2(2)	89
ค.9	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 070 Jig 4×2	91
ค.10	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 080 Jig 4×2	93
ค.11	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 090 Brkt Cam Stopper ASM	95
ค.12	วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 100 Check	97
จ.1	ตัวอย่างใบบันทึกข้อมูลของเสีย	102

จ.2	ใบบันทึกข้อมูลของเสียประจำเดือน ตุลาคม 2549	103
จ.3	ใบบันทึกข้อมูลของเสียประจำเดือน พฤศจิกายน 2549	104
จ.4	ใบบันทึกข้อมูลของเสียประจำเดือน มกราคม 2550	105
จ.5	ใบบันทึกข้อมูลของเสียประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2550	106
ฉ.1	รายการค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินการทำอุปกรณ์เจาะรู (Hole Punch)	112
ช.1	รายการค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินการทำอุปกรณ์ตรวจสอบ (Checking Fixture)	115
ซ.1	มาตรฐานการประเมินประสิทธิภาพ Wasting House (4 Factors system)	119
ซ.2	มาตรฐานการกำหนดเวลาเผื่อของ ILO	120
ฌ.1	เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ DFMEA	122
ฌ.2	เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ PFMEA	123
ฌ.3	เกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA	124
ญ.1	การคำนวณอัตราผลตอบแทนเงินทุน	126
ญ.2	การคำนวณประมาณการระยะเวลาคืนทุน	127
ญ.3	การคำนวณประมาณการลงทุนและรายจ่าย - รายรับ (ก่อนการปรับปรุง)	128
ญ.4	การคำนวณประมาณการลงทุนและรายจ่าย - รายรับ (หลังการปรับปรุง)	129

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	แผนผังแสดงองค์กรของบริษัทไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด	6
2.2	ตัวอย่างเฟืองท้ายรถยนต์กระบะ 1 ตัน (Rear Axle)	9
2.3	ตัวอย่างชิ้นส่วนคานขวางบังคับพวงมาลัยรถยนต์ (Cross Member Steering)	9
2.4	ตัวอย่างชิ้นส่วนคานขวางล้อยางอะไหล่รถยนต์ (Cross Member Spare Tire)	9
2.5	ตัวอย่างชิ้นส่วนโครงด้านข้างรถยนต์ (Side Member Assembly)	10
2.6	ตัวอย่างชิ้นส่วนโครงช่วงล่างของรถยนต์ (Frame Assembly-Small part)	10
2.7	ตัวอย่างชิ้นส่วนของกันชนหน้ารุ่น 193 Support Front Bumper	10
2.8	ตัวอย่างชิ้นส่วนของกันชนหลังรุ่น 510 Retainer Rear Bumper	11
2.9	ตัวอย่างชิ้นส่วนคานขวางรถบรรทุก (Cross Member Trunnion)	11
2.10	ตัวอย่างชิ้นส่วนรถบรรทุก (Member Sub Assembly Cab Rear)	11
2.11	ตัวอย่างชิ้นส่วนชุดโครงสร้างด้านข้างรถบรรทุก (Member Sub Assembly Cab Rear)	12
3.1	องค์ประกอบของการเพิ่มผลผลิต	16
3.2	โครงสร้างหน่วยงานกับการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตแบบนวัตกรรม	18
3.3	โครงสร้างหน่วยงานกับการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตแบบไคเซ็น	18
3.4	โครงสร้างหน่วยงานกับการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตแบบผสมผสาน	19
3.5	โครงสร้างวิธีตรวจสอบโดยควบคุมต้นเหตุ	33
3.6	วงจรเดมมิ่ง	34
3.7	โครงสร้างของแผนภาพสาเหตุและผล	37
4.1	การตรวจสอบชิ้นส่วนก่อนเข้ากระบวนการ	45
4.2	การเชื่อมจุด NUT M6, M10	45
4.3	การประกอบ Cross Member Steering Back/Front & Tube Reinf	46
4.4	การตรวจสอบชิ้นส่วนที่ทำการเชื่อมก่อนเข้ากระบวนการ	46
4.5	การ Spot Nut M. 12×1.25	47
4.6	Hole Punch เพื่อทำการเจาะรู	47
4.7	แผนภูมิพาเรโตแสดงรอบเวลาที่ใช้ในการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย รุ่น 4×2	49
4.8	แสดงชิ้นงานที่รอการตรวจสอบของกระบวนการ 100	50
4.9	แสดงแผนภูมิพาเรโตของอาการของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต	52
4.10	แผนภูมิก้างปลาแสดงการวิเคราะห์ Hole Punch เจาะรูเหลื่อม	53

4.11	แสดงอุปกรณ์ตรวจสอบ (Checking Fixture Jig) ก่อนปรับปรุง	56
4.12	แผนภูมิก้างปลาแสดงการวิเคราะห์ การตรวจสอบชิ้นงานใช้เวลานาน	56
4.13	แสดงเครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะรู ก่อนการปรับปรุง	57
4.14	แสดงวิธีการเจาะรู ก่อนการปรับปรุง	57
4.15	แสดงทิศทางการเจาะรู (Punch Hole) หลังการปรับปรุง	58
4.16	แสดงเครื่องจักรที่ติดตั้งเพิ่มหลังปรับปรุง (1)	58
4.17	แสดงเครื่องจักรที่ติดตั้งเพิ่มหลังปรับปรุง (2)	58
4.18	แสดงการเจาะรูของเครื่องจักรหลังปรับปรุง	59
4.19	แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงาน ก่อนการปรับปรุง	59
4.20	แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานหลังปรับปรุง (1)	60
4.21	แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานหลังปรับปรุง (2)	60
4.22	แสดงการใช้อุปกรณ์ในการตรวจสอบชิ้นงานหลังปรับปรุง	60
5.1	แผนภูมิเปรียบเทียบการเจาะรูเหลื่อมก่อนและหลังการปรับปรุง	64
5.2	แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาในการผลิตของกระบวนการ 080 ก่อนและหลังการปรับปรุง	66
5.3	แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาในการผลิตของกระบวนการ 100	67
6.1	แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาที่เปลี่ยนแปลงของสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย	70
ก.1	โครงสร้างช่วงล่างรถยนต์ที่ประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย	74
ข.1	แผนผังสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย	76
ง.1	แสดงกระบวนการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย	100
ฉ.1	แบบ Die Block ของเครื่องจักรในการเจาะรูหลังปรับปรุง	108
ฉ.2	แบบ Die ของเครื่องจักรในการเจาะรูหลังปรับปรุง	109
ฉ.3	แบบ Retainer ของเครื่องจักรในการเจาะรูหลังปรับปรุง Retainer	110
ฉ.4	แบบชุดวางเครื่องจักรในการเจาะรูหลังปรับปรุง	111
ช.1	แบบอุปกรณ์ตรวจสอบหลังปรับปรุง	114

ประมวลศัพท์และคำย่อ

Balancing	=	การทำให้สมดุล
Break-Even Analysis	=	การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน
Cause and Effective Diagram	=	แผนภาพแสดงสาเหตุและผล
Check sheet	=	ใบตรวจสอบ
Checking Fixture	=	อุปกรณ์ตรวจสอบชิ้นงาน
Claim	=	ข้อร้องเรียนจากลูกค้า
Combine	=	รวมเข้าด้วยกัน
Confidence	=	ค่าความเชื่อมั่น
Continuous Reading	=	การวิเคราะห์การดำเนินงานแบบสังเกตการณ์อย่างต่อเนื่อง
Control Chart	=	แผนภูมิควบคุมเชิงคุณภาพ
Control Plan	=	แผนควบคุมเชิงวิศวกรรม
Cross Member Steering	=	คานขวางบังคับพวงมาลัย
Cross Member Spare Tire	=	คานขวางล้อยางอะไหล่
Cutting Tools	=	เครื่องมือตัด
Cycle Time	=	รอบเวลาการผลิต
Daily Report	=	รายงานประจำวัน
Delivery Schedule	=	ตารางกำหนดการจัดส่ง
Design of Product	=	การออกแบบผลิตภัณฑ์
Delivery Order	=	ใบสั่งปล่อยสินค้า
Die Block	=	ชุดก้อนแม่พิมพ์
Die Casting	=	การหล่อแบบแม่พิมพ์
Discounted Benefit Cost Ratio	=	อัตราส่วนปัจจุบันและผลประโยชน์ต่อรายจ่าย
Drilling Jig	=	อุปกรณ์เจาะ
Duplication of precision parts	=	ขนาดความเที่ยงตรงของชิ้นงาน
E.D.P.	=	Electric Deposition Paint: กระบวนการทำสีด้วยไฟฟ้า
Eliminate	=	กำจัด
Ergonomic	=	หลักการสรีระศาสตร์
Ethics	=	จรรยาบรรณในการทำธุรกิจ

First in First out	=	การจัดการแบบตามลำดับมาก่อนออกก่อน
Fish Bone Diagram	=	แผนภาพก้างปลา
Fixture	=	อุปกรณ์จับยึด
Flow Process Chart	=	แผนภูมิแสดงกระบวนการประกอบ
FMEA	=	Failure Mode & Effects Analysis ภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ
Fool Proof System	=	การตรวจสอบแบบเต็มจำนวน
Forecast	=	การพยากรณ์
Front Bumper	=	กันชนหน้า
Gage	=	เครื่องมือตรวจสอบ
Gravity Mold	=	การหล่อแบบหล่อเหวี่ยง
Gross ROC	=	Gross Return on Capital อัตราผลตอบแทนเงินทุนรวม
Histogram	=	กราฟแสดงความแปรผันของข้อมูล
Hole Punch	=	การเจาะรู
Innovation	=	นวัตกรรม
IRR	=	Internal rate of return การหาผลตอบแทนภายใน
Labor Cost	=	ต้นทุนแรงงาน
Jig	=	อุปกรณ์จับยึด
Lot	=	ชุดการผลิต
Just in time	=	การผลิตแบบทันเวลาพอดี
Machine Operating Cost	=	ต้นทุนการทำงานของเครื่องจักร
Make to Stock	=	การผลิตแบบมีสินค้าคงคลัง
Mass Production	=	การผลิตจำนวนมาก
Material Cost	=	ต้นทุนวัตถุดิบ
Morale	=	ขวัญและกำลังใจในการทำงาน
Net ROC	=	Net Return on Capital อัตราผลตอบแทนเงินทุนสุทธิ
Net cash flow	=	กระแสเงินสุทธิ
Order	=	คำสั่งซื้อ
Pareto Diagram	=	แผนภาพพาเรโตแสดงการเรียงลำดับข้อมูล
Payback Period	=	ระยะเวลาคืนทุน
Periodic/Preventive Maintenance	=	การบำรุงรักษาตามคาบเวลา

Press Part	=	ชิ้นส่วนที่ได้จากการขึ้นรูป
Problem In-House Defect Report	=	ใบรายงานของเสีย
Process	=	กระบวนการ, ขั้นตอน
Process Analysis	=	การวิเคราะห์กระบวนการผลิต
Production Control	=	แผนกควบคุมการผลิต
Production Cost	=	ค่าใช้จ่ายในการผลิต
Productivity	=	การเพิ่มผลผลิต
Rear Axle	=	เพลาเฟืองท้ายรถยนต์
Rear Bumper	=	กันชนหลัง
Rearrange	=	การสับเปลี่ยนลำดับ
Rework	=	การทำงานซ้ำใหม่
Robot	=	หุ่นยนต์ผลิต
Sand Cast	=	การหล่อทราย
Scatter diagram	=	ผังการกระจาย
Self Inspection Method	=	วิธีการตรวจสอบด้วยตัวเอง
Sensory Inspection	=	การตรวจสอบตามความรู้สึก
Sequential Inspection Method	=	วิธีการตรวจสอบตามลำดับ
Set up	=	การติดตั้งเครื่องจักร
Set-up Minute	=	การติดตั้งเครื่อง ที่เร็วกว่า 1 นาที
Set-up Single	=	ติดตั้งเครื่อง ที่เร็วกว่า 10 นาที
Shell Sand Mold	=	การหล่อเปลือก
Simplify	=	ทำให้ง่าย
Side Member	=	ชิ้นส่วนโครงด้านข้างรถยนต์
Small Part	=	ชิ้นส่วนย่อย
Snap Reading	=	การวิเคราะห์การดำเนินงานแบบสังเกตการณ์ชั่วขณะ
Sourer Control Method	=	วิธีการตรวจสอบโดยควบคุมต้นเหตุ
Special gage	=	เครื่องมือตรวจสอบพิเศษ
Spot welder Machine	=	เครื่องเชื่อมจุด
Spot Welding	=	การเชื่อมจุด
Staff	=	เจ้าหน้าที่ประสานงาน
Total Productive Maintenance	=	การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม

Total Quality Management	=	การควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร
Trend Chart	=	แผนภูมิแสดงแนวโน้ม
Truck Chassis Frame	=	โครงช่วงล่างรถบรรทุก
Trivial Many	=	สิ่งที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยจำนวนมาก
Turbe Reinf	=	ท่อเหล็กกลวง
Value Engineering	=	วิศวกรรมคุณค่า
Vendor	=	ผู้รับเหมาช่วง
Visual Control	=	การควบคุมโดยการมองเห็น
Vital Few	=	สิ่งที่มีความสำคัญมากจำนวนเล็กน้อย
7 Wastes	=	ความสูญเสีย 7 ประการ
Working Standard	=	มาตรฐานการปฏิบัติงาน
Work in Process	=	งานระหว่างทำ
Work Sampling	=	การวิเคราะห์การดำเนินงานแบบสุ่มตัวอย่างงานผิดพลาด
Work Study	=	การศึกษาการทำงาน

บทที่ 1 บทนำ

ในช่วงที่เศรษฐกิจไทยอยู่ในภาวะชะลอตัวตั้งแต่ช่วงครึ่งหลังปี 2543 เป็นต้นมา อุตสาหกรรมรถยนต์ของไทยเป็นอุตสาหกรรมหลักเพียงอุตสาหกรรมเดียวที่มีการขยายตัวค่อนข้างสูงอย่างต่อเนื่อง และมีส่วนช่วยให้ภาคอุตสาหกรรมโดยรวมของไทยยังขยายตัวอยู่ได้ โดยปรับเปลี่ยนทิศทางการตลาดจากเดิมที่เน้นการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ มาเป็นการผลิตเพื่อการส่งออกแทน

การผลิตรถยนต์ในปี 2549 [1] มีปริมาณการผลิตรถยนต์ทั้งสิ้น 1,188,044 คัน โดยแบ่งเป็น รถยนต์นั่ง จำนวน 298,819 คัน รถกระบะ 1 ตัน จำนวน 866,769 คัน และรถยนต์เพื่อการพาณิชย์ (ไม่รวมรถกระบะ 1 ตัน) จำนวน 22,456 คัน การผลิตรถยนต์รวมเมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปี 2548 เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.57 โดยประเภทรถยนต์ที่มีอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ รถกระบะ 1 ตัน

ตารางที่ 1.1 ยอดผลิตรถยนต์ในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2549 [1]

(แยกตามประเภทรถ) หน่วย : คัน

รายการ	**2545**	**2546**	**2547**	**2548**	**2549**
รถยนต์นั่ง	169,321	251,684	304,349	277,603	298,819
รถยนต์เพื่อการพาณิชย์ (ไม่รวมรถกระบะ 1 ตัน)	12,774	20,925	25,818	24,846	22,456
รถกระบะ 1 ตัน	382,297	468,938	597,914	822,867	866,769
รถยนต์ตรวจการณ์	20,559	8,965			
รวม	**584,951**	**750,512**	**928,081**	**1,125,316**	**1,188,044**
เพิ่มขึ้น/ลดลง(%)	27.32%	28.30%	23.66%	21.25%	5.57%

จากข้อมูลเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่า รถยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มีเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่จากที่สภาพเศรษฐกิจชะลอตัวลง ทำให้การเติบโตของอุตสาหกรรมนี้ลดลงอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือในปี 2549 ยอดผลิตรถยนต์ในประเทศเพิ่มขึ้นเพียง 5.57 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ จึงได้รับผลกระทบอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันค่อนข้างสูงจึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คุณภาพมาตรฐานการผลิตและวิธีการผลิตที่มีประสิทธิภาพเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นแรงจูงให้กับลูกค้า และลดต้นทุนการผลิตเพื่อเพิ่มความมั่นคงทางธุรกิจ ในฐานะที่ทางผู้วิจัยได้ทำงานอยู่ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ได้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงทางด้าน

การตลาดและความต้องการของลูกค้า ที่ต้องการสินค้าที่มีคุณภาพ สามารถผลิตและจัดส่งได้ทันเวลา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ที่จะศึกษากระบวนการผลิตของบริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด เพื่อวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและนำหลักการวิศวกรรมอุตสาหการเข้ามาปรับปรุงกระบวนการผลิต และส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันขององค์กร สำหรับโครงงานวิจัยฉบับนี้ มุ่งเน้นในการศึกษาการทำงาน วิธีการทำงานโดยศึกษาเวลา ควบคู่กับการออกแบบอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับการทำงาน ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตให้กับสายการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด การศึกษาการวิจัยในโรงงานตัวอย่างดังกล่าวจะศึกษาเฉพาะสายการประกอบ คานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×2 เท่านั้นเพราะเป็นรุ่นที่มีการผลิตจำนวนมาก จึงน่าจะมีผลกระทบกับผลผลิตและใช้เป็นตัวแบบในการศึกษารุ่นอื่นๆ ต่อไป

1.1 หัวข้อการทำโครงงาน

การเพิ่มผลผลิตสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย

Productivity Improvement of Cross Member Steering

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

1. เพื่อลดปริมาณงานทำซ้ำใหม่ (Rework) ให้ได้ไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ในสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัยตามเป้าหมายของบริษัท

2. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ลดเวลาในการทำงาน และเพิ่มผลผลิตของสายการประกอบคานขวางบังคับ พวงมาลัยให้เพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ตามเป้าหมายของบริษัท

3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสายการประกอบอื่นๆในโรงงาน

1.3 หลักการและเหตุผล

จากสภาพการณ์ปัจจุบันโรงงานตัวอย่างได้มีการตระหนักถึงคุณภาพของสินค้าที่ผลิตและการส่งมอบอย่างทันเวลาให้กับลูกค้า มีการตรวจสอบคุณภาพสินค้าและกระบวนการตรวจสอบการทำงานให้เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าเป็นสำคัญ ลักษณะของงานดังกล่าวจึงเป็นไปอย่างเข้มงวด การตรวจสอบมีลักษณะ 100 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่า งานที่ผลิตขึ้นทุกชิ้นต้องมีการทำซ้ำใหม่ (Rework) ชิ้นงานจึงจะได้งานตามมาตรฐานที่ต้องการ ทางผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีความสำคัญจึงได้ ศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และมุ่งเน้นแก้ปัญหาให้ตรงจุด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และหาวิธีการที่จะช่วยให้พนักงานมีความสะดวกสบายใน

การทำงานมากขึ้น ลดเวลาสูญเปล่าในสายการผลิต ทั้งนี้เพื่อเป็นตัวอย่างให้กับสายการประกอบอื่น ๆ ในโรงงานตัวอย่างต่อไป

1.4 ขอบข่ายของการทำโครงงาน

1. การวิจัยนี้จะทำการศึกษาเฉพาะโรงงานตัวอย่าง โดยศึกษาเฉพาะสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย รุ่น 4×2 (Cross Member Steering) เท่านั้น

2. การศึกษามุ่งเน้นในเรื่องการศึกษาการทำงาน เพื่อลดเวลาในการทำงาน และลดปริมาณงานทำซ้ำ (Rework)ในสายการประกอบ คานขวางบังคับพวงมาลัยรุ่น 4×2 (Cross Member Steering) เท่านั้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบันและกระบวนการผลิตของสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering)

2. เก็บข้อมูลรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ปัญหาของสายการประกอบและสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาโดยอาศัยหลักการศึกษางานและการออกแบบอุปกรณ์ต่าง ๆ

3. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางการแก้ไขและปรับปรุงการออกแบบและการจัดสร้าง อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต

4. กำหนดวิธีการ/แนวทางแก้ไขตามทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาปฏิบัติและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

5. นำวิธีการหรือแนวทางปฏิบัติที่ได้ศึกษามาใช้ปฏิบัติ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลหลังการปฏิบัติงาน

6. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตก่อนและหลังปรับปรุง

7. ทำการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม ในจุดบกพร่องที่พบ

8. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดปริมาณงานทำซ้ำใหม่ (Rework)

2. เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดเวลาในการทำงานและเพิ่มผลผลิตให้กับทางโรงงาน

3. สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงสายการผลิตอื่นๆ ได้

บทที่ 2 สภาพทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง

การศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง การดำเนินงาน เพื่อให้ทราบถึงลักษณะความสัมพันธ์ในการดำเนินกิจการต่าง ๆ ระหว่างโรงงานกับกลุ่มผู้ซื้อ กลุ่มผู้ขายและองค์กรภายนอก ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ภาพรวมที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน แนวโน้มที่โรงงานต้องการจะพัฒนา และสิ่งที่โรงงานต้องการปรับปรุงด้านการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิต เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการผลิตชิ้นงาน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องศึกษาโดยละเอียด เพื่อวิเคราะห์ถึงจุดที่เกิดปัญหา และหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตให้ทันต่อความต้องการของลูกค้าต่อไป

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงงานตัวอย่าง

ชื่อบริษัท	ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด
สถานที่ตั้งบริษัท	4/29 หมู่ 1 ถนน บางนา-ตราด กม.16 ต.บางโฉลง อำเภอ บางพลี จังหวัด สมุทรปราการ 10540
เริ่มก่อตั้งบริษัท	2 มิถุนายน 1989
กลุ่มบริษัทร่วมทุน	บริษัท ไทยซัมมิท ออโต้พาร์ท อินดัสตรี จำกัด บริษัท PRESS KOGYO จำกัด
การบริหารงาน	ประธานบริษัท : คุณสมพร จึงรุ่งเรืองกิจ รองประธานบริษัท : MR.Yasuhiko Funahashi ผู้จัดการโรงงาน : คุณรัฐเกียรติ สารเก่ง
ขนาดพื้นที่โรงงาน	14,389 ตารางเมตร, พื้นที่อาคาร 9,068 ตารางเมตร
จำนวนพนักงาน	เดือนกันยายน ปี 2006 มีจำนวน 336 คน
ชื่อลูกค้า	ISUZU MOTORS (THAILAND) COMPANY LIMITED. DANA SPICER (THAILAND) COMPANY LIMITED. AAPICO AMATA COMPANY LIMITED. NISSAN DESEL (THIALAND) COMPANY LIMITED. HINO MOTORS (THAILAND) COMPANY LIMITED.
ประเภทธุรกิจ	ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ - TRUCK CHASSIS FRAME - CASING ASM REAR AXLE. - ชิ้นส่วน PRESS PARTS, SUB-ASM PARTS

วิสัยทัศน์ และนโยบายที่สำคัญ

2.1.1 วิสัยทัศน์

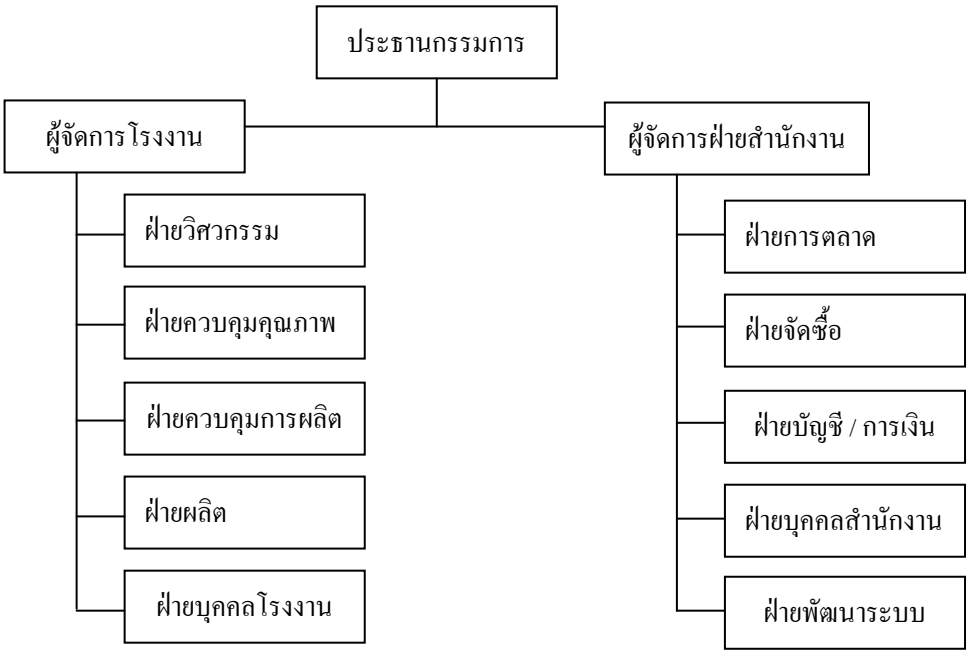
มุ่งสู่ความเป็นผู้นำของศูนย์กลางในการพัฒนาและกระจายข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หลักโครงช่วงล่างรถยนต์กระบะ (Frame) และเฟืองท้ายรถยนต์ (Rear Axle) สำหรับรถกระบะ 1 ตัน ด้านคุณภาพมุ่งสู่ความเป็นหนึ่งที่ลูกค้าวางใจและเลือกใช้ มุ่งเน้นความปลอดภัยในการทำงาน

2.1.2 นโยบายที่สำคัญของบริษัท

เพื่อสร้างความแข็งแกร่งให้แก่บริษัทดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาระบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพ โดยนำเอาหลักการเพิ่มผลผลิตเข้ามาใช้ขจัดกระบวนการที่เป็นอุปสรรคออกไป รวบรวมรักษาและพัฒนาบุคลากรให้ทักษะความสามารถสูง มีความชำนาญด้านการผลิต มีการควบคุมสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้กรรมวิธีการผลิตแบบผลิตเพื่อเป็นสินค้าคงคลัง (Make to Stock) และมุ่งสู่การจัดส่งแบบทันเวลาพอดี (Just in Time) ราคาของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับที่แข่งขันได้ สามารถจัดส่งได้ตรงตามเวลา ผลิตภัณฑ์ของบริษัทมีคุณภาพตรงตามข้อกำหนดของลูกค้า ให้ความสำคัญในการป้องกันอุบัติภัยล่วงหน้า และรักษาสภาพแวดล้อม

2.2 องค์กรบริหาร

บริษัทไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด แบ่งการจัดการออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโรงงาน และส่วนสำนักงาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 10 ฝ่าย ตามผังขององค์กรดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังแสดงองค์กรของบริษัทไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด

2.2.1 ฝ่ายวิศวกรรม

มีหน้าที่ ออกแบบกระบวนการผลิต ควบคุมการผลิตสำหรับช่วงแรกของการผลิตจริง จัดทำและแผนควบคุมเชิงวิศวกรรม (Control Plan) ควบคุมการเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม ควบคุมและออกแบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักร อุปกรณ์ อุปกรณ์จับยึด แม่พิมพ์ ปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิต ประเมินราคาต้นทุนผลิตภัณฑ์ ควบคุมการก่อสร้าง ต่อเติม ติดตั้ง ซ่อม ซ่อมบำรุง หรือดัดแปลง รื้อถอน

2.2.2 ฝ่ายควบคุมคุณภาพ

มีหน้าที่วางแผนคุณภาพ ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพ และทดสอบชิ้นส่วนที่ทำการรับเข้ามา ชิ้นส่วนระหว่างผลิต และชิ้นส่วนที่ส่งมอบให้แก่ลูกค้า ควบคุมดูแลคุณภาพที่มาจากผู้รับเหมาช่วง (Vendor) ควบคุมลักษณะพิเศษของผลิตภัณฑ์ ขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต รับรองคุณสมบัติของผู้ตรวจวัดและทดสอบ ตรวจสอบเครื่องตรวจวัดและทดสอบ การปฏิบัติงานแก้ไข ป้องกัน การจัดการ เรียกร้องสิทธิ์ (Claim) เมื่อชิ้นส่วนไม่ได้คุณภาพ ควบคุมบันทึกคุณภาพ และการตรวจติดตามคุณภาพภายใน

2.2.3 ฝ่ายควบคุมการผลิต

มีหน้าที่วางแผนความต้องการใช้วัตถุดิบให้สอดคล้องกับแผนการผลิต จัดทำแผนการผลิต และแผนการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า ควบคุมผลิตภัณฑ์จัดเก็บรักษาวัสดุ วัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูป ควบคุมการรับเข้า การเก็บรักษา และแจกจ่ายวัสดุ วัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งการเคลื่อนย้ายและการจัดเก็บนั้นต้องไม่ให้มีผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้า

2.2.4 ฝ่ายผลิต

ควบคุมดูแลการผลิตให้เป็นไปตามแผนการผลิตที่ได้รับมาจากฝ่ายควบคุมการผลิต ควบคุมกระบวนการชิ้นส่วนนิรภัย ควบคุมการทำงานของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการ จัดทำและควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Working Standard) ควบคุมกระบวนการพิเศษ ควบคุมผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนด โดยกรรมวิธีการผลิตได้แก่ การปั๊มชิ้นส่วน (Press Part) การเชื่อม ประกอบ การเชื่อมจุด (Spot welding) การจุ่มสีโดยวิธีการเหนี่ยวนำไฟฟ้า (EDP: Electro deposition Painting)

2.3.5 ฝ่ายบุคคลโรงงาน

มีหน้าที่ในการสรรหาว่าจ้างหรือจ้างแรงงานในระดับพนักงานประสานงาน (Staff) และพนักงานปฏิบัติการโดยจะต้องคัดเลือกบุคคลให้เหมาะสมกับงานและตำแหน่งงานที่ได้รับผิดชอบ ดูแลการจัดสวัสดิการ การจัดวันหยุด - วันลา การจ่ายเงินทดแทนเมื่อมีการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจาก

การทำงานของลูกจ้าง โยกย้ายตำแหน่งหน้าที่ของลูกจ้างเพื่อความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการบริหารงาน กำหนดวินัยการทำงานของลูกจ้าง รวมทั้งควบคุมความปลอดภัยในการทำงาน

2.2.6 ฝ่ายการตลาด

มีหน้าที่ในการรับคำสั่งซื้อจากลูกค้า ประสานงานกับผู้เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถผลิตและจัดส่งสินค้าถึงมือลูกค้าให้ทันตามกำหนดเวลาที่ต้องการ ออกเอกสารสั่งปล่อยสินค้า (Delivery order) ออกใบเสร็จรับเงิน จัดทำราคา ต่อรองราคาขายสินค้า และดูแลเอกสารที่เกี่ยวกับการขายทั้งหมด ทบทวนข้อตกลงระหว่างกิจการกับลูกค้า

2.2.7 ฝ่ายจัดซื้อ

มีหน้าที่คัดเลือก เปรียบเทียบและประเมินผู้ส่งมอบ เพื่อทำการจัดซื้อหรือจัดจ้างทำชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ ควบคุมการจัดซื้อให้เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนด ดำเนินการจัดซื้อและควบคุมการจัดซื้อในการลดต้นทุนสินค้า เพื่อให้กิจการได้รับประโยชน์สูงสุด จัดทำเอกสารเกี่ยวกับใบสั่งซื้อสินค้า ติดต่อกับผู้รับเหมาช่วง (Vendor) ให้จัดส่งวัตถุดิบให้สอดคล้องกับความต้องการของแผนการผลิต รวมทั้งดูแลเอกสารเกี่ยวกับการจัดซื้อ จัดจ้างของบริษัท

2.2.8 ฝ่ายบัญชี / การเงิน

มีหน้าที่ในการจัดทำและควบคุมระบบบัญชี จัดทำรายงานทางการบัญชีและการเงิน ควบคุมรายรับ-รายจ่ายของกิจการ จัดการกิจกรรมทางด้านการเงิน ดูแลการจ่ายภาษี ควบคุมทรัพย์สินของกิจการ ตรวจสอบเอกสารทางด้านบัญชี

2.2.9 ฝ่ายบุคคลสำนักงาน

มีหน้าที่วางแผนควบคุมดูแลการสรรหาและคัดเลือกบุคลากรให้เหมาะสม ส่งเสริมทางด้านการศึกษาฝึกอบรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ดูแลเกี่ยวกับโครงสร้างค่าจ้าง เงินเดือน และค่าตอบแทนอื่นจากทำงาน ดูแลเกี่ยวกับภาษีเงินได้ส่วนบุคคลของพนักงาน

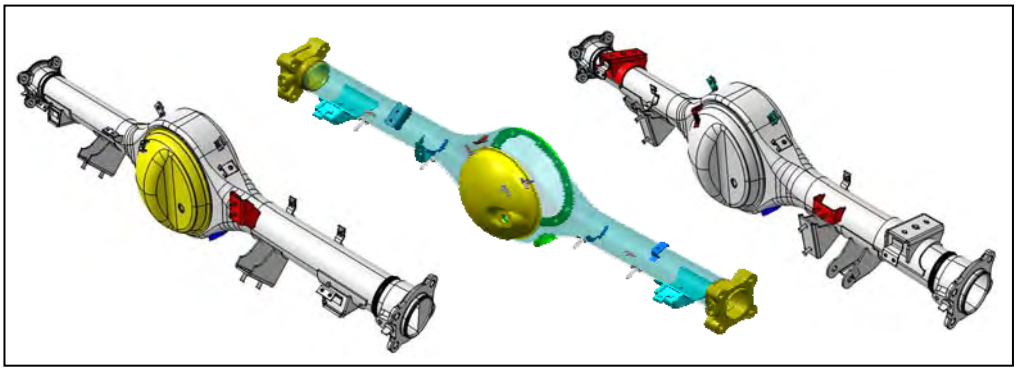
2.2.10 ฝ่ายพัฒนาระบบ

มีหน้าที่พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ให้สามารถสนับสนุนการดำเนินงานของแผนกต่าง เช่น การวางแผนความต้องการวัตถุดิบ การวางแผนผลิต การจัดซื้อ การบัญชีการเงิน การจัดส่ง ระบบสินค้าคงคลัง การผลิต ทั้งนี้เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการบริหารจัดการได้อย่างทันเวลาและมีประสิทธิภาพ

2.3 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่าง

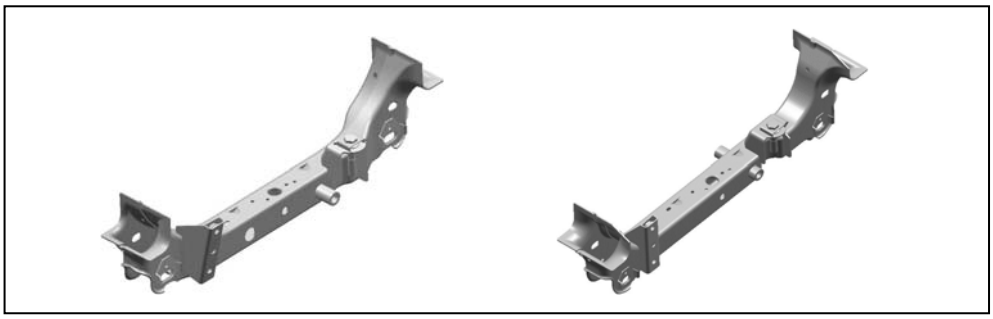
ในการผลิตสินค้า ได้มีการแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

2.3.1 กลุ่มที่ 1 ชิ้นส่วนเฟืองท้ายรถยนต์ (Rear Axle)

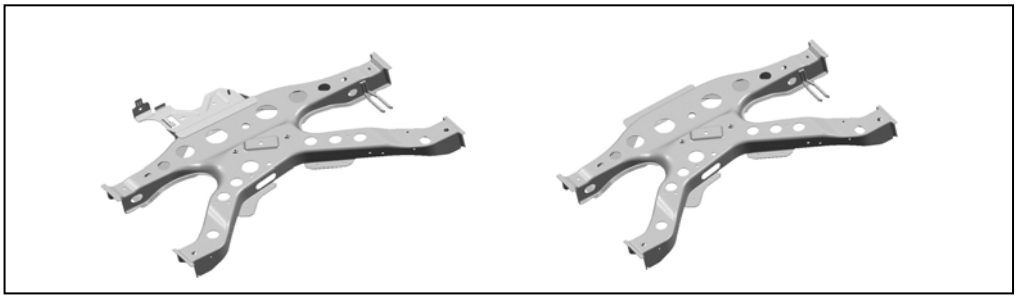


รูปที่ 2.2 ตัวอย่างเฟืองท้ายรถยนต์กระบะ 1 ตัน (Rear Axle)

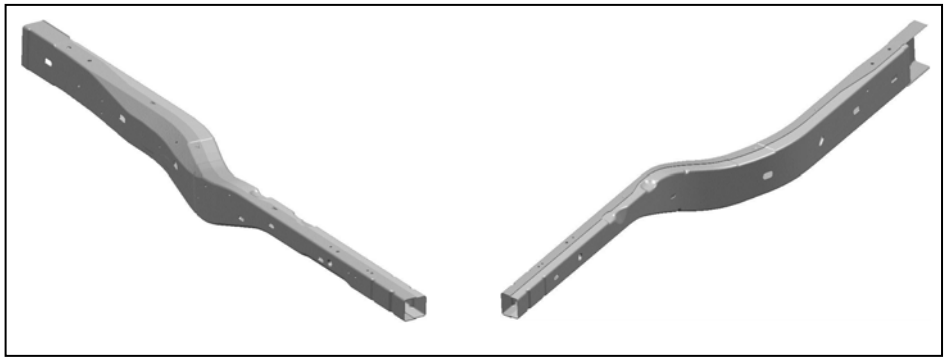
2.3.2 กลุ่มที่ 2 ชิ้นส่วนของโครงช่วงล่างของรถยนต์ (Frame Assembly-Main part)



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างชิ้นส่วนคานขวางบังคับพวงมาลัยรถยนต์ (Cross Member Steering)

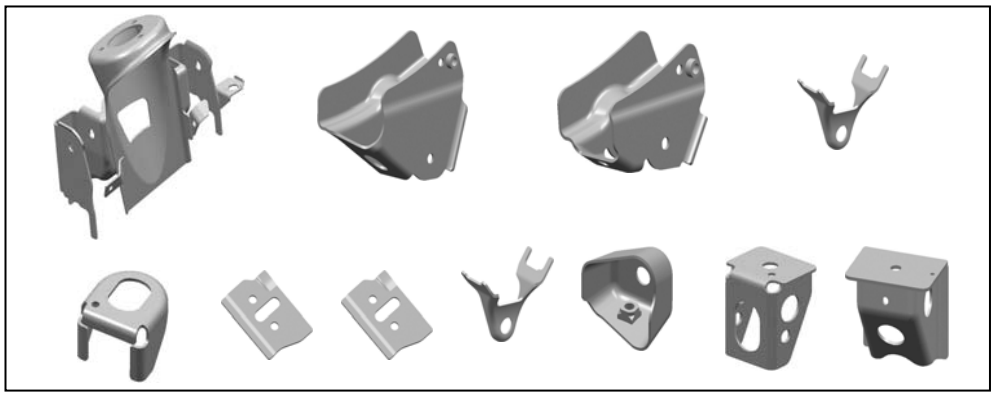


รูปที่ 2.4 ตัวอย่างชิ้นส่วนคานขวางล้อยางอะไหล่รถยนต์ (Cross Member Spare Tire)



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างชิ้นส่วนโครงด้านข้างรถยนต์ (Side Member Assembly)

2.3.3 กลุ่มที่ 3 ชิ้นส่วนย่อยของโครงช่วงล่างของรถยนต์ (Frame Assembly-Small part)



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างชิ้นส่วนโครงช่วงล่างของรถยนต์ (Frame Assembly-Small part)

2.3.4 กลุ่มที่ 4 ชิ้นส่วนของกันชนหน้ารถยนต์กระบะ 1 ตัน (Front Bumper)

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างชิ้นส่วนของกันชนหน้ารุ่น 193 Support Front Bumper

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างชิ้นส่วนของกันชนหลังรุ่น 510 Retainer Rear Bumper

2.3.5 กลุ่มที่ 5 ชิ้นส่วนของรถบรรทุก

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างชิ้นส่วนคานขวางรถบรรทุก (Cross Member Trunnion)

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างชิ้นส่วนรถบรรทุก (Member Sub Assembly Cab Rear)

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างชิ้นส่วนชุดโครงสร้างด้านข้างรถบรรทุก (Member Sub Assembly Cab Rear)

2.4 กระบวนการผลิตโดยรวม

บริษัทไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด ผลิตชิ้นส่วนของรถยนต์กระบะชนิด 1 ตันสำหรับยี่ห้อ อีซูซุ ฟอร์ด และมาสด้า ผลิตชิ้นส่วนรถบรรทุก สำหรับยี่ห้อ ฮีโน่ อีซูซุ นิสสัน ซึ่งกระบวนการผลิตเป็นแบบเพื่อเก็บเป็นคลังสินค้า (Make to Stock) และมุ่งสู่จัดส่งแบบทันเวลาพอดี (Just in Time) ดังนั้น เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าให้ทันกับความต้องการของลูกค้า จึงต้องมีการวางแผนให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า จัดให้มีระบบการทำงานที่ชัดเจน โดยมีแต่ละฝ่ายที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตดังนี้

2.4.1 แผนกการตลาดมีหน้าที่รับข้อมูลพยากรณ์ (Forecast) ยอดซื้อ และ ตารางกำหนดการส่งของให้ลูกค้า (Delivery schedule) มาจากลูกค้า จากนั้นส่ง ข้อมูลให้แก่แผนกควบคุมการผลิต

2.4.2 แผนกควบคุมการผลิต นำข้อมูลที่ได้รับไปวางแผนทางด้านการผลิต การสั่งซื้อวัตถุดิบ และการวางแผนจัดส่ง ส่งแผนให้แก่แผนกที่เกี่ยวข้องต่างๆ ไปดำเนินการ

2.4.3 แผนกจัดซื้อรับแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ ไปดำเนินการด้านจัดหา ติดต่อผู้รับเหมาช่วง (Vendor) และสั่งซื้อวัตถุดิบให้เข้ามาตรงตามแผนสั่งซื้อวัตถุดิบ จัดการด้านเอกสารการจัดซื้อ การวางบิล

2.4.4 เมื่อมีวัตถุดิบเข้ามาตามที่กำหนดแล้วแผนกควบคุมการผลิตจะต้องเป็นผู้ตรวจสอบด้านจำนวน ลักษณะหีบห่อ ให้ตรงกับข้อกำหนด และในการตรวจสอบนี้แผนกควบคุมคุณภาพจะเป็นผู้ตรวจสอบในด้านรายละเอียดของคุณภาพชิ้นส่วนที่ส่งเข้ามา หากชิ้นส่วนผ่านการตรวจสอบแผนกควบคุมการผลิตจะเป็นผู้นำไปจัดเก็บเพื่อเตรียมจ่ายเข้าทำการผลิตต่อไป แต่ถ้าชิ้นส่วนไม่ผ่านการตรวจสอบจะต้องมีการส่งคืนชิ้นส่วนให้แก่ผู้รับเหมาช่วง

2.4.5 แผนกวิศวกรรม จะนำแผนที่ได้จากแผนกควบคุมการผลิต ไปใช้ในการวางแผนการใช้และจัดเตรียมเครื่องมือ การวางแผนซ่อมบำรุง ให้สอดคล้องเหมาะสมกับแผนผลิตที่ได้รับ

2.4.6 แผนกผลิต จะเป็นผู้นำแผนการผลิตที่ได้รับจากแผนกควบคุมการผลิต ไปผลิตให้เป็นไปตามแผน ซึ่งระหว่างการผลิตนั้นแผนกควบคุมคุณภาพจะต้องมีการสุ่มตรวจเพื่อตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการ

2.4.7 เมื่อผลิตภัณฑ์ทั้งหมดผลิตเสร็จแล้ว จะต้องมีการสุ่มตรวจสอบจากแผนกควบคุมคุณภาพอีกครั้ง แล้วเก็บสินค้าเข้าไว้ในคลังสินค้า เพื่อรอการจัดส่งตามตารางกำหนดการส่งของ (Delivery Schedule) ของลูกค้าต่อไป

บทที่ 3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กบิล มโนธรรมกิจ [2]
เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตของสายการผลิต Exhaust Manifold (EMF) โครงการวิจัยอุตสาหกรรม ฉบับนี้พบว่าปัญหาการตั้งเครื่องทำให้เกิดเวลาสูญเสียมากที่สุด จึงพิจารณาศึกษากระบวนการตั้งเครื่อง 3 ส่วน คือ การตั้งเครื่องเบื้องต้น การตรวจสอบ และการปรับแก้ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการปรับปรุง โดยประยุกต์ใช้เทคนิคต่าง ๆ ทางวิศวกรรมอุตสาหการงาน อาทิเช่น เครื่องมือแนวคิดการปรับปรุงและการติดตั้ง การศึกษาวิธีการทำงานเพื่อปัญหา มีผลทำให้ลดเวลาการตั้งเครื่องลงได้ร้อยละ 56.9 และลดเวลาที่ใช้ในการปรับแก้งานลงได้ร้อยละ 53.5

กิตติพงษ์ มโนรถกุล [3]
โครงงานวิจัยนี้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนรถยนต์ นำหลักการตอบสนองอย่างรวดเร็วในด้านการผลิต มาปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยกำจัดขั้นตอนหรือกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า และกำหนดจุดตรวจสอบแต่ละกระบวนการ รวมทั้งเอกสารเพื่อกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้สามารถลดเวลาของกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าคิดเป็นร้อยละ 29.44 ของเวลาเดิม และลดเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน ควบคุมโครงการและการผลิต คิดเป็นร้อยละ 45.75 ของเวลาเดิม อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนการดำเนินการควบคุมการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนรถยนต์ต่อรายการได้ถึง 855 บาท อีกทั้งยังสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้รวดเร็วขึ้น และการไหลของสารสนเทศเร็วขึ้น

สมโภชน์ กูลศิริศรีตระกูล [4]
ได้ศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตของสายการประกอบโครงเสริมกันชนหน้ารถยนต์กระบะ โดยศึกษาวิเคราะห์ปัญหาของสายการประกอบได้ดังนี้ คือ ปัญหาเกี่ยวกับเทคนิคการทำงาน การขนถ่ายวัสดุ และการจัดสมดุลของสายการประกอบ ได้เสนอโดยการปรับปรุงเทคนิคการทำงานวิธีการขนถ่ายวัสดุ ออกแบบ และจัดทำเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ให้สะดวกต่อการใช้งาน ผลการปรับปรุงสามารถจัดสมดุลของสายการประกอบให้มีความใกล้เคียงกันมากขึ้น ส่งผลให้เพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนลงได้ดังนี้ สามารถเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 22.7 เวลาในการทำงานลดลงร้อยละ 18.7 และต้นทุนในการผลิตลดลงร้อยละ 1.68 หรือลดลงหน่วยละ 15.51 บาท

สมศักดิ์ แก้วพลอย [5]
โครงงานวิจัยนี้เน้นการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการประกอบคานขวางในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ โดยนำเทคนิคการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุ ใช้แผนภาพสาเหตุและผลทำการวิเคราะห์ถึงผลกระทบอันเนื่องมาจากข้อบกพร่องการโก่งงอของคานขวาง จึงได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการโก่งงอของคานขวาง ซึ่งประกอบด้วย ลำดับการเชื่อม จำนวนแนวเชื่อม โวลท์เตจ และอัตราการป้อนลวด ผู้วิจัยได้ปรับปรุงลำดับการเชื่อมและจำนวนแนวเชื่อมทำให้ลดสัดส่วนของเสียจากร้อยละ 98 เหลือเพียงร้อยละ 54 คิดเป็นสัดส่วนของเสียที่ลดลงร้อยละ 44

อำนาจ พันธุ์ศรีเพชร [6]
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร กระบวนการผลิตวาล์วประตูน้ำเหล็กหล่อ และจากการศึกษาพบปัญหาความสูญเสียเกิดจากระบวนการแปรรูปชิ้นส่วนซึ่งใช้เครื่องกลึง 3 หน้า ในการกลึงชิ้นส่วนตัวเรือนวาล์วซึ่งขั้นตอนที่สูญเสียมากที่สุด เป็นการตั้งเครื่องเพื่อเปลี่ยนขนาดผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนของการตั้งเครื่องมี 4 ขั้นตอนหลักคือ 1. การคลายอุปกรณ์จับยึด 2. ตั้งศูนย์งานตัวอย่าง 3. ตรวจสอบและติดตั้งเครื่องมือ 4. ทดลองการผลิต การปรับปรุงโดยการนำงานที่ทำในขณะเครื่องจักรหยุด มาทำในขณะเครื่องจักรทำงานเป็นขั้นต้น ปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยในการตั้งเครื่องของการคลายอุปกรณ์จับยึดจากการปรับปรุงทำให้สามารถลดเวลาลดเวลาในการติดตั้งเครื่องร้อยละ 33.26 เพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรขึ้นได้จากร้อยละ 55.56 เป็นร้อยละ 62.59

3.2 การเพิ่มผลผลิต [7]

การเพิ่มผลผลิต (Productivity) เป็นการพัฒนาแนวคิดตามหลักวิทยาศาสตร์มาใช้ในการบริหารงาน เพื่อลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มกำไร โดยให้ความสำคัญกับคนมากขึ้นเพราะถือว่าคนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดของการเพิ่มผลผลิต แต่อย่างไรก็ตามได้มีการให้แนวคิดเกี่ยวกับความหมายของการเพิ่มผลผลิตออก เป็น 2 ประการได้แก่

1. แนวคิดทางเศรษฐกิจและสังคม หมายถึง ความคิดที่จะแสวงหาทางปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ให้ดีขึ้นอยู่เสมอ โดยมีความเชื่อว่าเราสามารถทำวันนี้ให้ดีกว่าเมื่อวานนี้และพรุ่งนี้จะดีกว่าวันนี้ เป็นความสำนึกทางจิตใจในเรื่องของการประหยัดทรัพยากร พลังงานและเงินตรา เพื่อความเจริญมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

2. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปัจจัยการผลิตที่เราใช้ เช่น แรงงาน วัตถุดิบ พลังงาน เครื่องจักร และอื่นๆ กับผลผลิตที่ได้จากกระบวนการผลิต ซึ่งแนวคิดนี้จะต้องมีการวัดการเพิ่มผลผลิต

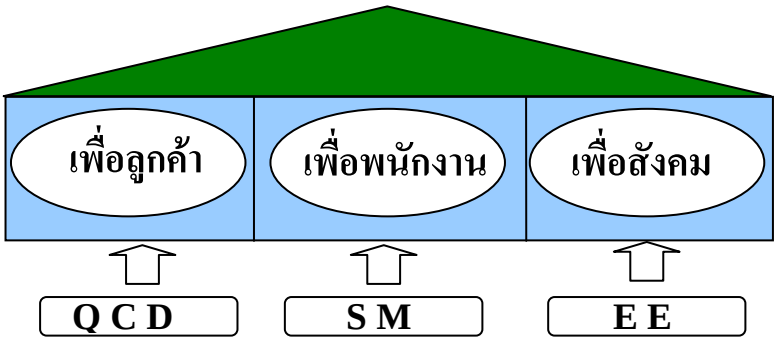
$$\text{การเพิ่มผลผลิต} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{ปัจจัยการผลิต}}$$

3.2.1 วัตถุประสงค์ของการเพิ่มผลผลิต

1. ทรัพยากรที่จำกัด การเพิ่มผลผลิตเป็นเครื่องมือที่ทำให้เราใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและนับวันจะน้อยลงให้เกิดประโยชน์สูงสุดและสูญเสียน้อยที่สุด
2. การเพิ่มผลผลิตเป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนทั้งในปัจจุบันและในอนาคต เช่น การกำหนดผลิตผลในสัดส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการ เพื่อไม่ให้เกิดส่วนเกินซึ่งถือเป็นความสูญเปล่าของทรัพยากร
3. การแข่งขัน บริษัทต่าง ๆ จะอยู่รอดได้ต้องมีการปรับปรุงตัวเองอยู่เสมอและการเพิ่มผลผลิตก็เป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ ลดต้นทุน ซึ่งทำให้เราสู้กับคู่แข่งได้
4. กำไร การเพิ่มผลผลิตเป็นการลดต้นทุน เพิ่มผลกำไร เพื่อจะนำไปแบ่งปันกับทุกคนทั้งเจ้าของกิจการ พนักงานและผู้ถือหุ้น

3.2.2 องค์ประกอบของการเพิ่มผลผลิต ได้แก่

Q: Quality คุณภาพ เป็นสิ่งที่ลูกค้าต้องการหรือพึงพอใจ โดยไม่เป็นภัยต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งการผลิตสินค้านั้นควรทำให้ถูกต้องตั้งแต่แรก เพราะจะได้ไม่ต้องมีการแก้ไขงานหรือมีของเสีย ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงและสามารถส่งมอบงานได้ตามกำหนด



รูปที่ 3.1 องค์ประกอบของการเพิ่มผลผลิต [5]

C: Cost ต้นทุน คือค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จ่ายเพื่อดำเนินการผลิตสินค้าหรือบริการ ซึ่งต้นทุนนี้จะเริ่มเกิดตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการออกแบบผลิตภัณฑ์ การผลิต การทดสอบ จนถึงสำเร็จเป็นสินค้าและส่ง

มอบให้กับลูกค้า ต้นทุนประกอบไปด้วย ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนการทำงานของเครื่องจักรและต้นทุนแรงงานหรือค่าจ้างพนักงาน การเพิ่มผลผลิตที่ดีจำเป็นต้องลดต้นทุนโดยเน้นเรื่องคุณภาพควบคู่ไปด้วย มิฉะนั้นจะทำให้เกิดปัญหาขึ้นในกระบวนการผลิต เน้นการลดความสูญเสียต่าง ๆ กำจัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น เช่น การทำงานซ้ำซ้อน การผลิตมากเกินไป การประหยัดพลังงานและการปรับปรุงงานอย่างสม่ำเสมอ

D: Delivery การจัดส่ง หมายถึง การผลิตสินค้าหรือบริการที่ลูกค้าต้องการให้ถึงมือลูกค้าตามเวลาที่กำหนด เป็นการช่วยให้กิจการมีความได้เปรียบในการแข่งขัน ทำได้โดย ต้องพยายามลดความสูญเสียเวลาในการส่งมอบงาน ฝ่ายจัดซื้อต้องพยายามจัดหาวัตถุดิบให้ฝ่ายผลิตได้ทันเวลา แต่จะต้องไม่เก็บวัตถุดิบไว้มากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการสูญเสียได้

S: Safety ความปลอดภัย คือสภาวะที่ปราศจากอุบัติเหตุ การบาดเจ็บหรือความสูญเสีย ทั้งนี้การทำงานในสภาพแวดล้อมที่ดีย่อมก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนายจ้างและลูกจ้าง พนักงานจะมีความรับผิดชอบและมีจิตสำนึกในการทำงานที่ดี ทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลง บริษัทประหยัดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล และค่าทดแทนต่าง ๆ

M: Morale ขวัญและกำลังใจในการทำงาน คือสภาพจิตใจของผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม และจะแสดงปฏิกิริยาโต้ตอบซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อผลงานของเขาเอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบรรยากาศในการทำงาน ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลทั้งภายนอกและภายในองค์กร สภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น สถานที่ทำงาน แสงสว่าง เสียง ความก้าวหน้า การสื่อสาร ความมั่นคงปลอดภัย ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน

E: Environment สิ่งแวดล้อม ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมถือเป็นเรื่องสำคัญมาก การผลิตจะต้องไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ปรับปรุงการผลิตไปสู่กระบวนการที่สะอาด มีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี

E: Ethics จรรยาบรรณในการดำเนินธุรกิจ การเพิ่มผลผลิตที่ดีจะต้องดำเนินการอย่างมีจรรยาบรรณ ไม่เอารัดเอาเปรียบผู้อื่น

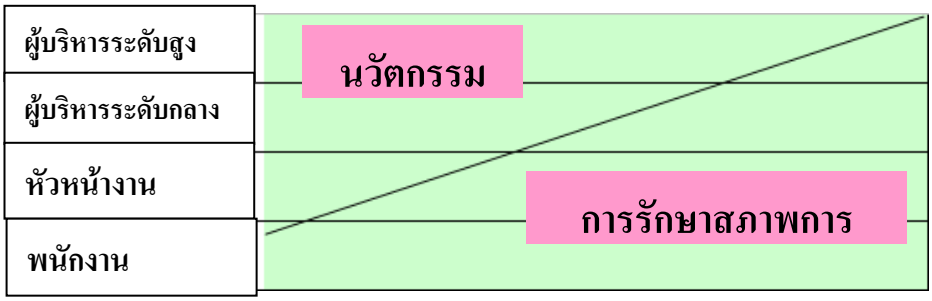
3.3 หน่วยงานกับการปรับปรุงเพิ่มผลผลิต [8]

การรักษาสภาพการทำงานปัจจุบัน และการปรับปรุงงานเกี่ยวข้องกับทุกคนในบริษัทมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่า เราอยู่ส่วนไหนของหน่วยงาน การทำงานประจำวันมีส่วนในการรักษาสภาพและการปรับปรุงงานที่แตกต่างกันไป เมื่อพิจารณาให้ลึกถึงการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิต จะพบว่ามีวิธีการปรับปรุงเพิ่มผลผลิตอยู่ 2 แบบ คือ

3.3.1 นวัตกรรม (Innovation)

เป็นการปรับปรุงแบบตะวันตก ต้องการใช้จ่ายเงินในจำนวนมากเพื่อก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ในการทำงาน เช่น การซื้อเครื่องจักรรุ่นใหม่ที่มีสมรรถนะสูงมีกำลังการผลิตมากกว่าเดิม

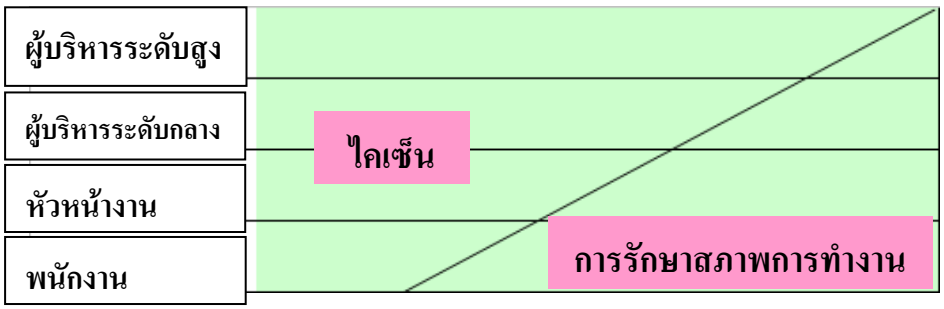
หรือสามารถทดแทนแรงงานคนได้ มีความถูกต้องแม่นยำ ควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งจะเน้นที่ผลลัพธ์ โดยคาดหวังว่าผลที่เกิดขึ้นหลังปรับปรุงจะต้องก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมาก ให้ผลตอบแทนสูง สามารถให้เอาชนะคู่แข่งทางการค้าได้ ให้ความสำคัญกับพนักงานระดับมันสมอง(ระดับวิศวกร หรือ หัวหน้างานขึ้นไป) ในขณะที่พนักงานระดับปฏิบัติการจะทำงานตามมาตรฐานที่กำหนดเท่านั้น



รูปที่ 3.2 โครงสร้างหน่วยงานกับการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตแบบนวัตกรรม

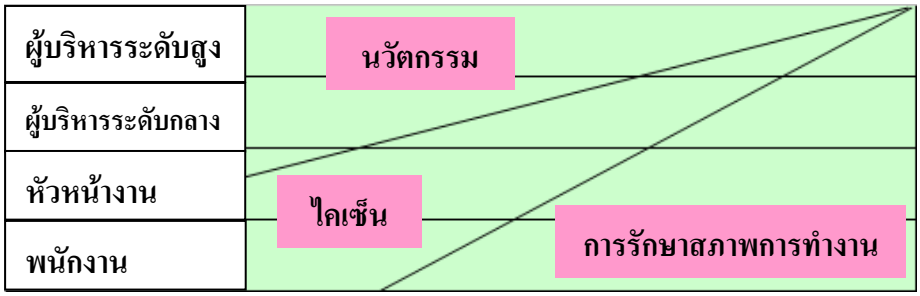
3.3.2 ไคเซ็นและการปรับปรุงแบบญี่ปุ่น

เป็นการปรับปรุงวิธีการทำงานและระบบการทำงานอย่างค่อยเป็นค่อยไปด้วยการพัฒนาทรัพยากรบุคคล เป็นการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตที่เสียค่าใช้จ่ายน้อย เกิดผลในการเปลี่ยนแปลงระยะสั้น แต่จะต้องทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดผลที่มากขึ้นในระยะยาว โดยรวบรวมความคิดดี ๆ จากพนักงานทุกคน และอย่างต่อเนื่องไม่หยุดกลางคัน ดังนั้นผลการปรับปรุงแบบไคเซ็นนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนขึ้นในทางที่ดีทีละเล็กน้อยสะสมกันไปจนกระทั่งกลายเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างยิ่งใหญ่ในอนาคต เทคนิคต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเพิ่มผลผลิตแบบไคเซ็น อาทิ 5ส กิจกรรมกลุ่มคุณภาพ ระบบข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง และทดลองปรับปรุงจนเห็นผล การใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการตลอดจนถึงเทคนิคขั้นสูง อาทิ การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time) การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance) และ การควบคุมคุณภาพทั่วทั้งหน่วยงาน (Total Quality Management)



รูปที่ 3.3 โครงสร้างหน่วยงานกับการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตแบบไคเซ็น

เนื่องจากในยุคปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่รวดเร็วอย่างมาก การลงทุนบ่อยครั้งก็จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายหรือเงินลงทุนมหาศาล ในขณะเดียวกันถ้าไม่มีการบำรุงรักษาให้ระบบที่ลงทุนไปใช้งานได้อย่างคุ้มค่าก็จะเป็นปัญหาอย่างมาก ด้วยเหตุนี้เราจะพบว่าโรงงานทั่วไปในปัจจุบันจะมีการลงทุนในเครื่องจักรที่ทันสมัย ใช้อุปกรณ์ไฮเทค นำคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมในขณะเดียวกันก็ต้องมีวิธีการบำรุงรักษาที่ดี เช่น การบำรุงรักษาตามคาบเวลา (Periodic หรือ Preventive Maintenance) จนถึงการบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance) ปัจจุบันเราไม่อาจแยกแยะว่าการปรับปรุงแบบนวัตกรรมหรือแบบไคเซ็นเพราะทั้ง 2 แนวคิดได้ถูกนำมาใช้ผสมผสานกันทั่วไป



รูปที่ 3.4 โครงสร้างหน่วยงานกับการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตแบบผสมผสาน

3.4 ต้นทุนและความสูญเสีย

3.4.1 ต้นทุน (Cost) คือ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จ่ายไปเพื่อดำเนินการผลิตสินค้าหรือให้บริการ และสามารถแบ่งต้นทุนในการปฏิบัติงานนี้เป็น 3 ประเภทประกอบด้วย

1. ต้นทุนวัตถุดิบ (Material cost) คือค่าวัตถุดิบที่ซื้อมาจากหน่วยงานภายนอก เพื่อนำไปใช้ผลิตสินค้าหรือบริการ ตลอดจนค่าวัสดุต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงาน รวมไปถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ระหว่างปฏิบัติงาน เช่นค่าโทรศัพท์ที่ใช้ในการติดต่องาน ค่าถ่ายเอกสาร

แนวทางในการลดต้นทุนวัตถุดิบ โดยทั่วไปแล้วต้นทุนวัตถุดิบจะมีสัดส่วนที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนประเภทอื่นที่เกิดขึ้นทั้งหมด บางครั้งเราจะพบว่าผู้ผลิตพยายามที่จะลดต้นทุนเพื่อให้ได้มาซึ่งกำไรที่มากขึ้นโดยใช้วิธีการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต บางครั้งการเลือกใช้วัตถุดิบที่มีราคาต่ำกว่าโดยไม่ได้คำนึงถึงคุณภาพว่าวัตถุดิบนั้นดีพอ และสามารถใช้ทดแทนกันได้หรือไม่ อาจจะทำให้เกิดการสูญเสียและสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์อย่างคาดไม่ถึงทั้งในรูปของความสูญเสียด้านเงิน แรงงาน และเวลาที่ต้องใช้ในการปรับปรุงแก้ไขงานใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการลดต้นทุนประเภทนี้เราจึงจำเป็นต้องศึกษาความเป็นไปได้อย่างละเอียดก่อนที่จะเลือกนำแนวทางต่าง ๆ เหล่านี้ไปใช้ได้แก่

- การใช้หลักวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) คือ การวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาผลิตเป็นสินค้า โดยมุ่งเน้นที่การค้นคว้าหาวัสดุที่มีราคาถูก หาง่าย และมีคุณสมบัติที่สามารถใช้ทดแทนวัสดุที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ และเมื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตจะสามารถลดความสูญเสียให้เกิดขึ้นน้อยลง ตลอดช่วยการผลิตดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น กล่องพลาสติกที่ถูกนำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์แทนกล่องกระดาษแข็ง ถึงแม้ว่ากล่องพลาสติกจะมีราคาสูงกว่ากล่องกระดาษ แต่ในแง่ของการลงทุนระยะยาวแล้ว การใช้กล่องพลาสติกจะสามารถลดต้นทุนอันเกิดจากความสูญเสียได้ เนื่องจากกล่องพลาสติกสามารถนำกลับมาใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ได้อีก ขณะที่กล่องกระดาษจะเสียรูปง่ายเมื่อมีการวางซ้อนหรือโยน จึงทำให้ยากต่อการนำกลับมาใช้ใหม่

- การขจัดการสูญเสียของวัตถุดิบ โดยการใช้อย่างประหยัด ก่อให้เกิดความคุ้มค่าและประโยชน์สูงสุด

2. ต้นทุนการทำงานของเครื่องจักร (Machine Operating Cost) คือ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆอันเกี่ยวเนื่องกับเครื่องจักร ซึ่งใช้ในการผลิตสินค้าโดยไม่คำนึงว่าเครื่องจักรนั้นกำลังทำงานอยู่หรือไม่ เช่นค่าเชื้อเพลิง ค่าพลังงาน ค่าซ่อมบำรุงรักษา ค่าชิ้นส่วนต่าง ๆ เป็นต้น

แนวทางลดต้นทุนเครื่องจักร โดยปกติแล้วเครื่องจักรที่ใช้ผลิตในโรงงานจะมีราคาต่อหน่วยค่อนข้างสูง จึงทำให้ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนหรือซื้อใหม่หากไม่จำเป็น ดังนั้น การดูแลและการบำรุงรักษาให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพดี มีอายุการใช้งานยาวนาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการลดต้นทุนการทำงานของเครื่องจักรให้ต่ำลง ซึ่งมีวิธีการดังนี้

- ทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพดีพร้อมใช้ผลิตสินค้าได้ตลอดเวลา

- เรียนรู้และปฏิบัติกับเครื่องจักรอย่างถูกวิธี โดยเฉพาะพนักงานควบคุมเครื่องจักรซึ่งเป็นผู้ที่ใกล้ชิดเครื่องจักรมากที่สุด เพื่อให้เครื่องจักรมีสภาพดี ไม่ต้องซ่อมแซมบ่อย ในขณะเดียวกันก็ไม่เกิดความผิดพลาดในการทำงาน

- ไม่เดินเครื่องจักรโดย ไม่ได้ทำการผลิต เพราะเมื่อเครื่องจักรทำงาน จะต้องเสียค่าใช้จ่ายมากมาย เพื่อมาขับเคลื่อนการทำงานของเครื่องจักร อาทิ ค่าพลังงาน เชื้อเพลิง ค่าไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว การปล่อยให้เครื่องจักรทำงานโดยไม่มีการป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องยังทำให้เครื่องสึกหรอ และเสียในที่สุด

3. ต้นทุนด้านแรงงาน (Labor Cost) คือ ค่าใช้จ่ายในการจ้างบุคลากรเพื่อมาทำหน้าที่ด้านต่าง ๆ ในหน่วยงาน เช่น ค่าจ้างพนักงานควบคุมเครื่องจักร เงินเดือนพนักงาน เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงค่าใช้จ่ายที่ให้เป็นสวัสดิการ โบนัส และค่ารักษาพยาบาลเป็นต้น

แนวทางลดต้นทุนแรงงาน การลดต้นทุนประเภทนี้ไม่ใช่การลดเงินเดือนหรือผลตอบแทน หรือการปลดพนักงานออกเพื่อให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายลดลง แต่เป็นการปรับปรุงให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้

อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงขึ้น หรือการปรับปรุงให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องในเวลาที่รวดเร็ว

3.4.2 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 WASTES)

1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป การผลิตในปริมาณที่มากเกินไปโดยที่ยังไม่มีความต้องการในขณะนั้นทำให้เกิดงานระหว่างทำ (Work in Process) รออยู่ในกระบวนการ ยิ่งจำนวนงานระหว่างทำเพิ่มขึ้นเท่าใด ก็จะทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมากขึ้นเท่านั้น

ปัญหา - ต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บงานระหว่างทำ
- ต้องการแรงงานและการจัดการในการจัดเก็บ
- ต้นทุนจมอยู่ในกระบวนการ
- สิ้นเปลืองเวลาไปกับการผลิตที่ยังไม่จำเป็น

แนวทางแก้ไข - บำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อให้สามารถผลิตให้ใกล้เคียงกับความต้องการจริง
- จัดแผนการผลิตให้เหมาะสมทั้งปริมาณและระยะเวลา

2. ความสูญเสียเนื่องจากการจัดเก็บสต๊อกที่ไม่จำเป็น การจัดเก็บวัสดุคงคลังไว้มากเกินความจำเป็นเพื่อเป็นหลักประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับการผลิตตลอดเวลานั้นทำให้เกิดปัญหามากขึ้น

ปัญหา - ต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บ
- ต้องการแรงงานและการจัดการในการจัดเก็บ
- วัสดุเสื่อมสภาพหากไม่มีการจัดเก็บอย่างมีประสิทธิภาพ
- ต้นทุนจมอยู่ในกระบวนการจัดเก็บ
- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงวัสดุที่ใช้ในการผลิต จะทำให้มีวัสดุตกค้างอยู่ในคลังมาก โดยไม่ทราบว่าจะมีความต้องการใช้อีกเมื่อไร

แนวทางแก้ไข - กำหนดจุดต่ำสุด จะสูงสุดในการจัดเก็บวัสดุคงคลังแต่ละชนิดอย่างชัดเจน
- ใช้วัสดุตามลำดับ (First in First out)
- ใช้การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวก และ ลดความผิดพลาดในการสั่งซื้อเกินความจำเป็น

3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่งที่ไม่จำเป็น การขนส่งภายในเป็นกิจกรรมที่จำเป็นในกระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตไปได้อย่างต่อเนื่อง แต่หากไม่มีการควบคุมที่ดีก็จะเป็นการเพิ่มต้นทุนโดยไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ

ปัญหา - ต้นทุนการขนส่งได้แก่ แรงงาน พลังงาน อุปกรณ์ขนย้าย และค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์
- วัสดุเสียหาย หากขาดความระมัดระวัง
- อุบัติเหตุจากการขนส่ง

แนวทางแก้ไข - ศึกษาเส้นทางในการขนส่ง เพื่อลดระยะทางในการขนส่ง
- ใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม
- ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสม
- วางผังเครื่องจักรที่ใช้งานต่อเนื่องให้อยู่ใกล้กัน

4. ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น

ปัญหา - ทำให้เสียเวลาและเกิดความเมื่อยล้า

แนวทางแก้ไข - ใช้หลักการสรีระศาสตร์ (Ergonomic) เพื่อใช้ปรับปรุงท่าทางการทำงาน
- ปรับขนาดเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ให้เหมาะสมกับร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

5. ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ ในกระบวนการผลิตใดๆ หากพิจารณาให้ดี จะพบว่ามีสิ่งที่สามารถทำการปรับปรุงแก้ไขได้อีก แต่บางครั้งความเคยชินกับกระบวนการผลิตที่เป็นอยู่ทำให้เรามองข้ามความบกพร่องที่แฝงอยู่ไป

ปัญหา - เกิดการทำงานซ้ำซ้อน
- เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็นของการทำงาน
- เสียเวลากับการเตรียมและการผลิตที่ไม่จำเป็น
- มีงานระหว่างทำในสายการผลิตมากเกินไป
- สูญเสียพื้นที่ในการทำงาน

แนวทางแก้ไข - ทำการวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) เพื่อทราบขั้นตอนทั้งหมดในการทำงาน จากนั้นจึงเลือกขั้นตอนที่ไม่เหมาะสมเพื่อนำมาปรับปรุง
- ใช้หลักการ 5W 1H มาใช้วิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการ ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 6 คำถามคือ

What – ทำอะไร ถามเพื่อหาจุดประสงค์ของการทำงาน
When – ทำเมื่อไร ถามเพื่อหาลำดับขั้นตอนในการทำงาน
Where – ทำที่ไหน ถามเพื่อหาสถานที่ทำงานให้เหมาะสม
Who – ใครเป็นผู้ทำ ถามเพื่อหาบุคคลที่เหมาะสมสำหรับงาน
How – ทำอย่างไร ถามเพื่อหาวิธีการทำงานที่เหมาะสม
Why – ทำไม ถามเพื่อหาเหตุผลในการทำงาน

6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย การรอคอยที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้แก่ พนักงานรอวัตถุดิบเพื่อทำการผลิต เครื่องจักรหยุดเนื่องจากพนักงานไม่อยู่ควบคุมการทำงาน พนักงานรอเนื่องจากเครื่องจักรซ่อม

ปัญหา - เสียเวลาในการรอคอย
- ขวัญและกำลังใจพนักงานต่ำ
- ต้นทุนการทำงานของเครื่องจักรและแรงงานสูญเปล่า

แนวทางแก้ไข - ปรับปรุงการวางแผนการผลิตและการควบคุมการไหลของวัตถุดิบ
- บำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพดีตลอดเวลา
- ฝึกให้พนักงานมีทักษะ ในการทำงานหลายอย่าง เพื่อให้สามารถทำงานอื่นทดแทนในช่วงที่ว่าง
- ศึกษาและพยายามปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้นเพื่อลดเวลารอคอย
- ทำสายการผลิต (Line) ให้สมดุล (Balancing) เพื่อจัดงานที่ป้อนให้กับเครื่องจักรแต่ละเครื่องให้มีความสมดุล

7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย / แก้ไขงานเสีย โดยทั่วไปมักจะยอมรับว่าจะต้องมีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และเชื่อว่าการตรวจสอบจะช่วยให้ของเสียลดลง ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง เพราะการตรวจสอบเป็นเพียงการตัดสินใจว่าของชิ้นนั้นใช้ได้หรือไม่ แต่ไม่สามารถค้นหาสาเหตุและแก้ไขได้

ปัญหา - ต้นทุนวัสดุ เครื่องจักร แรงงาน ที่ใช้ไปในกระบวนการก่อนหน้าสูญไปโดยเปล่าประโยชน์
- เสียเวลาและแรงงาน ในการแก้ไขของเสีย
- ผลิตสินค้าไม่ทันตามกำหนด
- สัมพันธภาพระหว่างแผนกไม่ดี

แนวทางแก้ไข - สร้างมาตรฐานในการปฏิบัติงาน และใช้วัสดุที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ
- พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก
- อบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามมาตรฐาน
- พยายามปรับปรุงอุปกรณ์ให้สามารถป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน
- ตั้งเป้าหมายของเสียเป็นศูนย์
- ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางคุณภาพอย่างรวดเร็วในแต่ละขั้นตอนการผลิต
- บำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพดี

3.5 การออกแบบเครื่องมือ [9]

ในการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) การใช้เครื่องมือกล เครื่องมือตัด และเครื่องมือมาตรฐานยังไม่เพียงพอที่จะผลิตชิ้นส่วนหลาย ๆ ชิ้นส่วนได้อย่างสะดวกรวดเร็ว การใช้เครื่องมือพิเศษซึ่งมีการวางแผนออกแบบ เขียนแบบ และสร้างขึ้นอย่างระมัดระวังให้มีความเที่ยงตรง เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยพัฒนาสมรรถภาพการทำงานของเครื่องมือกลให้มีประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น และช่วยให้เกิดการผลิตจำนวนมากเพื่อจะได้ประหยัดค่าใช้จ่าย เครื่องมือพิเศษ ได้แก่ อุปกรณ์เจาะ (Drill Jigs) อุปกรณ์จับงาน (Fixtures) เครื่องมือตัด (Cutting tools) เครื่องมือวัดตรวจสอบ (Gages) และอื่น ๆ

3.5.1 วัตถุประสงค์ของการออกแบบเครื่องมือพิเศษ

1. เพื่อให้ได้ผลิตอย่างประหยัด
2. เพื่อเพิ่มผลผลิตจากการทำงานของเครื่องมือกล จากเครื่องมือที่มีอยู่เดิม
3. เพื่อให้ชิ้นงานผลิตมีขนาดเที่ยงตรงตามความต้องการ
4. เพื่อพัฒนาการทำงานของเครื่องมือให้สะดวกโดยหาวิธีการทำงานแบบง่ายๆแต่มีประสิทธิภาพ
5. เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกวัสดุที่จะทำให้อายุการใช้งานของเครื่องมือสูงสุด
6. เพื่อป้องกันการใช้งานที่อาจผิดพลาดได้
7. เพื่อหาวิธีป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากการปฏิบัติงานของผู้ควบคุมการทำงานให้ปลอดภัยมากที่สุด

3.5.2 การวิเคราะห์ผลของการออกแบบเครื่องมือ

ในการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ จำนวนของผลผลิตมีอิทธิพลต่อการออกแบบเครื่องมือเป็นอย่างมาก ถ้าจำนวนผลผลิตมากค่าใช้จ่ายในการออกแบบเครื่องมือซึ่งนำไปรวมกับค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งหมดเมื่อนำมาเฉลี่ยหาค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อชิ้นย่อมมีราคาถูกกว่าการผลิตผลผลิตจำนวนน้อย ดังนั้นในการพิจารณาออกแบบเครื่องมือพิเศษขึ้นมาเพื่อให้ใช้ในการผลิตจำเป็นจะต้องวิเคราะห์ พิจารณาออกแบบเครื่องมือขึ้นมาใช้งานได้นาน ถ้าหากผลิตงานจำนวนน้อยอาจไม่จำเป็นต้องสร้างเครื่องมือพิเศษ เว้นแต่ว่าต้องการควบคุมขนาดความเที่ยงตรงของชิ้นงานให้มีขนาดรูปร่างเท่ากัน เพื่อมาประกอบกันหรือชิ้นงานผลิตที่มีความยุ่งยากในวิธีการผลิต

การออกแบบเครื่องมือมีอิทธิพลกับผลผลิตหลายประการ พอจะแยกได้ 3 ประการดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายในการผลิต (Production Cost) สามารถลดค่าใช้จ่ายโดย พัฒนาปรับปรุงวิธีการผลิต ทำให้ ได้ผลผลิตสูงขึ้น หรือออกแบบเครื่องมือง่าย ๆ ขึ้นใช้กับเครื่องมือกลที่มีราคาแพง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำ
2. ขนาดความเที่ยงตรงของชิ้นงาน (Duplication of precision parts) สามารถควบคุมขนาดได้โดย
    - เพิ่มและควบคุมขนาดชิ้นงานให้เที่ยงตรงโดยใช้เครื่องมือพิเศษ
    - ใช้เกจพิเศษ (Special gage) ตรวจสอบความเที่ยงตรงของชิ้นงานผลิต
    - ปรับปรุงวิธีการประกอบงานให้สะดวกและเหมาะสมขึ้น จะช่วยลดเวลาให้น้อยลง
3. การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Design of Product) อาจจะมีการปรับปรุงดังนี้
    - ชิ้นงานที่มีรูปร่างที่ไม่สามารถออกแบบเครื่องมือพิเศษขึ้นใช้ได้ ผู้ออกแบบเครื่องมือจะต้องปรับปรุงลักษณะรูปร่างของชิ้นงานผลิตใหม่
    - ผู้ออกแบบเครื่องมือที่มีความชำนาญอาจให้คำแนะนำในการออกแบบผลิตภัณฑ์อีกครั้งหนึ่ง ที่จะช่วยให้การผลิตสะดวกยิ่งขึ้น

3.5.3 ข้อควรพิจารณาในการออกแบบเครื่องมือ

1. จำนวนของชิ้นงานที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อจะนำไปพัฒนาวิธีการผลิตที่เหมาะสม และคำนวณค่าใช้จ่ายในการสร้างอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ
2. เวลาที่ต้องการใช้ในการเตรียมงาน ที่จะใช้ในการสั่งวัสดุ การวางแผน การออกแบบเครื่องมือและการผลิตชิ้นส่วน ถ้าต้องการใช้เวลาน้อยอาจใช้เครื่องมือกลอัตโนมัติ เช่น ควบคุมโดยคอมพิวเตอร์
3. เครื่องมือเครื่องจักรที่ต้องการในการผลิต
4. ลักษณะของวัตถุดิบที่ใช้ และลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการ เพื่อพิจารณาถึงกรรมวิธีการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น ชิ้นงานที่ต้องการหล่อ (Casting) จะต้องใช้แบบทรายหล่อ (Sand Cast)หรือใช้แบบหล่อ (Shell Sand Mold) เปลือกหรือใช้แบบหล่อเหวี่ยง (Gravity Mold) หรือการหล่อแบบแม่พิมพ์ (Die Casting) ซึ่งในแต่ละแบบจะให้ความเรียบของผิวงานไม่เท่ากัน วิธีการหล่อแต่ละแบบย่อมเหมาะสมกับรูปร่างลักษณะของงานที่แตกต่างกัน
5. ลักษณะการทำงานในจุดที่ยุ่งยาก เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ปรับปรุงบางส่วน หรือลดสิ่งไม่จำเป็น

3.6 การศึกษาการทำงาน

การศึกษาการทำงาน [10] (Work Study) หมายถึง การศึกษาวิธีการทำงานอย่างมีระเบียบถึงการทำงานของคน และพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพและเศรษฐภาวะของการทำงาน เพื่อปรับปรุงการทำงานนั้น ๆ ให้ดีขึ้น

3.6.1 การหาขนาดตัวอย่าง

ในการทำงานของคนงานแต่ละคนจะใช้เวลาไม่เท่ากัน ถึงแม้จะมีการกำหนดวิธีการทำงานให้ชัดเจนแล้วก็ตาม เนื่องจากมีหลายสาเหตุ เช่น สภาพแวดล้อม ความพร้อมของร่างกาย เครื่องมืออุปกรณ์ เป็นต้น ดังนั้นในการหาเวลาการทำงานของคนงาน จึงจำเป็นต้องมีการจับเวลาหลาย ๆ ครั้ง เพื่อยืนยันได้ว่าเวลาที่ได้สามารถเป็นตัวแทนของเวลาทั้งหมด โดยให้มีความผิดพลาดน้อย หรือให้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งในทางสถิติ จะมีการกำหนดระดับความเชื่อมั่น(Confidence) ไว้ที่ 95 เปอร์เซ็นต์ และยอมรับให้เกิดความผิดพลาด ±5 เปอร์เซ็นต์ ดังสมการ

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่างที่จะหา

n' = จำนวนที่ทดลองจับเวลาก่อน

Σ = ผลรวมของแต่ละค่า

x = ค่าที่อ่านได้

<u>ตัวอย่าง</u> สมมติว่า ทดลองอ่านค่า 5 ค่า ได้ผล 1/100 ของนาทีคือ 7, 6,7,7,6

x	x^2
7	49
6	36
7	49
7	49
6	36

$\Sigma x = 33$ $\Sigma x^2 = 219$ เมื่อ $n' = 5$

โดยการแทนค่าในสูตรจะได้

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5(219) - 33^2}}{40} \right)^2$$

$$= \mathbf{8.8} \text{ หรือ } \mathbf{9} \text{ ครั้ง}$$

กล่าวคือ เมื่ออ่านครั้งแรก (n') น้อยกว่าขนาดของตัวอย่างที่จะต้องอ่าน (9) จำนวนตัวอย่างที่แท้จริงจะต้องเพิ่มขึ้น แต่จะกล่าวง่าย ๆ ว่าเพิ่มอีก 4 นั้นยังไม่ถูกต้อง ให้ทำการจับเวลาอีก 4 ค่า จะได้ค่า x และ x^2 เพิ่ม เมื่อนำไปแทนในสูตรให้ ($n' = 9$ และหาค่า n ใหม่) อาจมีผลให้ค่า n เปลี่ยนได้ ซึ่งอาจจะเกิดพบว่าต้องหาขนาดตัวอย่างใหม่ หรือเพียงพอแล้ว หรือมากเกินพอเสียอีก

3.6.2 การวิเคราะห์กระบวนการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน [11]

การวิเคราะห์การทำงานเป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์สถานการณ์เกิดการเคลื่อนที่ การตรวจสอบ การรอคอย โดยทำเป็นรูปการกระทำของผู้ปฏิบัติเพื่อจะได้รับรู้การไหลของงานโดยรวม และทำให้สามารถรับรู้ถึงลักษณะของการทำงานแต่ละอย่าง รวมถึงเนื้อหาและความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของกระบวนการทำงานทั้งหมดได้ โดยถือเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิผลสำหรับการดำเนินการปรับปรุงการทำงานอย่างเป็นระบบและมีหลักการ

เครื่องหมายรูปวิเคราะห์กระบวนการของผู้ปฏิบัติงาน ใช้เพื่อแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานจะเน้นวิเคราะห์ที่ “คน” เป็นหลัก

ตารางที่ 3.1 เครื่องหมายรูปสำหรับการวิเคราะห์กระบวนการของผู้ปฏิบัติงาน

ประเภท	เครื่องหมายวิเคราะห์	อธิบายเนื้อหา	ประเภท
ทำงาน (แปรรูปและการใช้งาน)		การกระทำซึ่งเป็นการให้ความเปลี่ยนแปลงเชิงกายภาพและเชิงเคมีแก่วัตถุดิบ ชิ้นส่วน และผลิตภัณฑ์ ประกอบหรือแบ่งแยกกับชิ้นส่วนอื่น (รวม “การใช้งาน” ซึ่งก็คือการเรียบเรียงและจัดเตรียมเพื่อการแปรรูป ตรวจสอบ และการเคลื่อนย้ายด้วย)	การดำเนินงาน
เคลื่อนที่		การกระทำซึ่งผู้ปฏิบัติงานทำการขนย้ายชิ้นงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง รวมทั้งการเคลื่อนที่ด้วยมือเปล่า การจับถือ(หยิบและวาง) ของภายในระยะ 1 เมตรถือว่าเป็นการใช้งาน ดังนั้นการใช้เครื่องหมายการเคลื่อนที่จึงเป็นกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานเดินไปหลาย ๆ ก้าวเพื่อเปลี่ยนตำแหน่ง	กึ่งดำเนินงาน
ตรวจสอบ		การกระทำที่ผู้ปฏิบัติงานสำรวจความแตกต่างของชิ้นงานกับสิ่งอื่น หรือสำรวจคุณสมบัติด้านปริมาณหรือด้านคุณภาพ	การดำเนินงาน
ว่างงาน	หรือ	การเก็บรักษา สภาพว่างที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้ทำงาน ไม่ได้เคลื่อนที่ และไม่ได้ตรวจสอบ การรอคอย	ไม่ดำเนินงาน

วัตถุประสงค์การวิเคราะห์กระบวนการของผู้ปฏิบัติงาน

1. รู้ลำดับกิจกรรมของผู้ปฏิบัติงานและพิจารณาการจัดทำมาตรฐาน
2. วิเคราะห์โดยแบ่งกิจกรรมของผู้ปฏิบัติงานออกเป็นการทำงาน การเคลื่อนที่ การตรวจสอบ และการว่างงาน หาอัตราส่วนของจำนวนครั้งและเวลา และยกระดับประสิทธิภาพการทำงาน
3. ได้ข้อมูลเพื่อการปรับปรุงกระบวนการเครื่องจักร และวิธีการ
4. ค้นหาการว่างจากการทำงานหรือการเคลื่อนที่ที่สูญเปล่า
5. พิจารณาการจัดวางเครื่องจักรและบริเวณที่ทำงาน

3.6.3 วิธีการวิเคราะห์กระบวนการของผู้ปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 1: ระบุวัตถุประสงค์การวิเคราะห์ให้ชัดเจน และกำหนดระดับการวิเคราะห์ พิจารณาลักษณะของข้อมูลที่ควรจะได้

ขั้นตอนที่ 2: เลือกผู้ปฏิบัติงานที่จะทำการวิเคราะห์ โดยทั่วไปจะเลือกผู้ปฏิบัติงานระดับมาตรฐาน (มีความชำนาญเพียงพอและทำงานสำเร็จได้ในระดับมาตรฐาน) แต่อาจจะเลือกปฏิบัติงานที่มีปัญหาเพื่อให้มองเห็นปัญหาได้ชัดเจนก็ได้

ขั้นตอนที่ 3: กำหนดขอบเขตการทำงาน ซึ่งจะกำหนดขอบเขตการทำงานเป็น "1 รอบการทำงาน" เป็นการกำหนดขอบเขตของผู้ปฏิบัติงานที่จะทำการวิเคราะห์นั้นทำงานซ้ำไปซ้ำมา ถึงแม้ผลิตภัณฑ์นั้นจะมีหลายกระบวนการ หรือมีการไหลไปสู่แผนกอื่นก็ตาม

ขั้นตอนที่ 4: กำหนดแผนกำหนดการสำหรับการวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 5: ทำการสำรวจเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 6: เตรียมการวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 7: กรอกหัวข้อที่จำเป็นลงในแบบฟอร์ม

ขั้นตอนที่ 8: ดำเนินการวิเคราะห์กระบวนการของผู้ปฏิบัติงาน สังเกตการณ์กิจกรรมที่ผู้ปฏิบัติงานทำแล้วแบ่งเป็นการทำงาน การเคลื่อนที่ ว่างงาน และการตรวจสอบ

ขั้นตอนที่ 9: กรอกหัวข้อที่สำรวจเป็นการเขียนหัวข้อที่จำเป็นในการวิเคราะห์

ขั้นตอนที่ 10: เรียบเรียงผลและจัดทำตารางสรุป หลังจากวิเคราะห์เสร็จแล้ว รวบรวมจำนวนการเกิดการทำงาน การเคลื่อนที่ การว่างงานในสภาพปัจจุบัน รวมทั้งระยะทางที่เคลื่อนที่และเวลาที่ใช้ หาจุดที่เป็นปัญหาและจัดทำตารางสรุปรวม เพื่อประเมินร่างปรับปรุงได้อย่างมีเกณฑ์

ขั้นตอนที่ 11: พิจารณาผลการวิเคราะห์และจัดทำร่างปรับปรุงกระบวนการทั้งหมดแต่ละขั้นตอน โดยใช้หลักการปรับปรุง เช่น หัวข้อตรวจสอบ 5W1H กฎเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวหรือความคิดสร้างสรรค์ แสดงการทำงานที่ได้ปรับปรุงแล้วในการวิเคราะห์กระบวนการของผู้ปฏิบัติงาน รวบรวมผลในตารางสรุปแล้วเปรียบเทียบกับวิธีการแบบเดิมรวมทั้งพิจารณาผลด้วย รูปเส้นการไหล ที่ได้เขียนการเคลื่อนไหวของผู้ปฏิบัติงานในรูปการจัดวางสามารถได้อย่างมีประสิทธิผลในการรับรู้การเคลื่อนที่ที่สูญเปล่า

3.7 การวิเคราะห์การดำเนินงาน

การวิเคราะห์การดำเนินงานเป็นวิธีการหาอัตราส่วนเวลาของผู้ปฏิบัติงานหรือเครื่องจักร โดยแบ่งเวลาที่ใช้ในการทำงานหรือแปรรูปใน 1 วัน เป็น "ดำเนินงาน" "กึ่งดำเนินงาน" และ "ไม่ดำเนินงาน" ซึ่งการวิเคราะห์การดำเนินงานมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อ

- หาสิ่งที่เป็นปริมาณได้ เช่น การค้นหาปัญหาเพื่อปรับปรุงโรงงาน
- กำหนดอัตราเผื่อที่เหมาะสมเพื่อกำหนดเวลามาตรฐาน
- กำหนดจำนวนคน ขนาด และจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสม
- ค้นพบจุดที่ต้องการการวิเคราะห์ที่ละเอียดมากขึ้น

3.7.1 การวิเคราะห์การดำเนินงานแบบการสังเกตการณ์อย่างต่อเนื่อง (Continuous reading) เป็นวิธีที่ผู้สังเกตการณ์จะติดตามผู้ปฏิบัติงาน หรือเครื่องจักรแบบตัวต่อตัว เพื่อสังเกตการณ์และบันทึกการกระทำที่เกิดขึ้นและเวลาที่ทำเสร็จ แล้วจึงหาอัตราส่วนเวลาตามประเภทของ ดำเนินงาน กึ่งดำเนินงานและไม่ดำเนินงาน ลักษณะพิเศษของวิธีการสังเกตการณ์อย่างต่อเนื่องคือ การบันทึกทุกสิ่งทุกอย่างที่เกิดขึ้น เพื่อสังเกตการณ์สิ่งที่จะทำการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่องดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์ได้อย่างเต็มที่ เหมาะสำหรับการวิเคราะห์เครื่องจักรอุปกรณ์ที่สำคัญ การวิเคราะห์การเซตเครื่อง และการวิเคราะห์งานที่มีปัญหา ขณะเดียวกัน ข้อเสียของวิธีการสังเกตการณ์อย่างต่อเนื่องคือ ประสิทธิภาพที่ต่ำ เนื่องจากผู้สังเกตการณ์ 1 คน สามารถวิเคราะห์สิ่งที่ทำการวิเคราะห์ได้เพียง 1 อย่าง ผู้ที่ถูกสังเกตการณ์รู้สึกว่ากำลังถูกสังเกตการณ์จึงทำให้การทำงานในสภาพปกติอาจเบี่ยงเบนไป ทำให้มีความเชื่อถือได้น้อย และยังจำเป็นต้องทำงานเยอะในการสังเกตการณ์

3.7.2 การวิเคราะห์การดำเนินงาน แบบการสังเกตการณ์ชั่วขณะ (Snap reading) เป็นวิธีหาสภาพการดำเนินงานเชิงสถิติ โดยสังเกตการณ์และบันทึกสภาพของคนหรือเครื่องจักรในขอบเขตหนึ่ง ๆ ในแบบตัดขวางชั่วขณะตามประเภทของการกระทำ (ส่วนใหญ่คือ ดำเนินงาน กึ่งดำเนินงาน ไม่ดำเนินงาน) ที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า มีลักษณะที่ตรงข้ามกับการสังเกตการณ์อย่างต่อเนื่องคือ ผู้สังเกตการณ์คนหนึ่ง สามารถสังเกตการณ์ได้หลายสิ่ง ส่วนผู้ถูกสังเกตการณ์ไม่ต้องทำงาน โดยคิดว่าถูกสังเกตการณ์อยู่ หากเพิ่มจำนวนครั้งในการสังเกตการณ์ก็จะสามารถคาดคะเนสภาพการดำเนินงานได้ค่อนข้างแม่นยำพอสมควร อย่างไรก็ตาม ในทางกลับกัน ก็มีข้อเสียคือ ไม่สามารถทำบันทึกที่ละเอียดในแต่ละงาน และไม่สามารถรู้งานขณะที่ผู้ปฏิบัติงานไม่อยู่ในสถานที่ทำงานนั้น

3.7.3 การวิเคราะห์การดำเนินงานแบบการสุ่มตัวอย่างงาน (Work sampling) เป็นวิธีการตรวจวัดด้วยช่วงระยะเวลาใด ๆ ของการทำงานที่สำรวจและคาดคะเนอัตราส่วนประกอบเชิงเวลาของเนื้อหากิจกรรมนั้น ๆ เพื่อให้สามารถวัดสภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงานหรือเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เพื่อสำรวจอัตราการดำเนินงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และค้นหาสาเหตุของการไม่ดำเนินงาน หรือเพื่อกำหนดเวลาเผื่อ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ตรวจสอบว่า อัตราการดำเนินงานที่ได้จากการสังเกตการณ์ที่มีความน่าเชื่อถือมากน้อยแค่ไหน โดยใช้การคาดคะเนความแตกต่างของการสังเกตการณ์เชิงสถิติ

$$\text{อัตราส่วนประกอบเชิงเวลา} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่หัวข้อกิจกรรมนั้นถูกสังเกตการณ์}}{\text{จำนวนสังเกตการณ์ทั้งหมด}}$$

อัตราการดำเนินงาน = $\frac{\text{จำนวนครั้งของการทำงานที่ดำเนินงาน}}{\text{จำนวนสังเกตการณ์ทั้งหมด}} \times 100$

ความต่างของการสังเกตการณ์ = อัตราการดำเนินงานจริง – อัตราการดำเนินงานที่ได้จากการสังเกตการณ์

การสุ่มตัวอย่างงานมีจุดเด่นที่เป็นการสังเกตการณ์สิ่งที่จะวิเคราะห์อย่างชั่วขณะ นอกจากนี้ยังมีข้อดี คือ ประสิทธิภาพการสังเกตการณ์ดี คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ได้ผลที่เที่ยงตรงแบบที่ไม่ผิดแปลกไป เนื่องจากไม่มีแรงกดดันว่ากำลังถูกสังเกตการณ์อยู่ สามารถใช้ได้กับงานที่มีมากชนิด และไม่จำเป็นต้องมีการฝึกผู้ทำการสังเกตการณ์

3.8 เช็คลิสต์การปรับปรุงในการวิเคราะห์กระบวนการของผู้ปฏิบัติงาน (ECRS)

เช็คลิสต์การปรับปรุงที่ใช้โดยทั่วไป มีชื่อเรียกกันว่า ECRS มาจาก E: Eliminate กำจัด, C: Combine ประกอบ, R: Rearrange เปลี่ยนลำดับ, S: Simplify ทำให้ง่าย เช็คลิสต์การปรับปรุงใช้ได้ไม่เฉพาะกับการวิเคราะห์กระบวนการของผู้ปฏิบัติงานเท่านั้น แต่ยังใช้ในการปรับปรุงอื่น ๆ ได้ เป็นการคิดว่าสามารถที่จะขจัดกระบวนการทำงานได้หรือไม่ สามารถที่จะคิดแบบใหม่โดยการนำมาประกอบกัน เปลี่ยนลำดับ หรือขจัดออกไปได้เลยได้หรือไม่ หรือทำให้ง่ายขึ้นเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ได้หรือไม่

- เกี่ยวกับการทำงาน
    1) จำเป็นจริงหรือไม่
    2) ใช้เครื่องจักรใหม่หรือเครื่องจักรอื่นได้หรือไม่
    3) จัดเรียงเครื่องจักรใหม่โดยเปลี่ยนการวางผังได้หรือไม่
    4) สามารถขจัดการทำงานได้หรือไม่ โดยการเปลี่ยนการออกแบบผลิตภัณฑ์บางส่วน
- เกี่ยวกับการตรวจสอบ
    1) การตรวจสอบนั้นจำเป็นจริง ๆ หรือไม่ จะเอาข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์อะไร
    2) การตรวจสอบนั้นอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการทำงานหรือไม่
    3) ยกเลิกการตรวจสอบทั้งหมดมาเป็นแบบสุ่มตัวอย่างได้หรือไม่
- เกี่ยวกับการเคลื่อนที่
    1) เปลี่ยนการวางผังเพื่อลดระยะทางให้สั้นลงได้หรือไม่
    2) ทำให้หมดไปจากการเปลี่ยนลำดับกระบวนการในการทำงานได้หรือไม่
    3) ทำให้หมดไปจากการใช้สายพานหรืออุปกรณ์ขนย้ายได้หรือไม่

- เกี่ยวกับการว่างงาน
    1) ทำให้หมดไปจากการเปลี่ยนลำดับกระบวนการทำงานได้หรือไม่
    2) ทำให้หมดไปจากการเปลี่ยนการวางผังได้หรือไม่

3.9 การลดเวลาการติดตั้งเครื่อง (Set-up)

การติดตั้งเครื่อง (Set-up) ใช้เรียกการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับ การเตรียม การปรับ การเก็บกวาดที่เกิดขึ้น 1 ครั้งต่อ 1 ชุดการผลิต (Lot) ถ้าหากให้จำนวนต่อ 1 ชุดการผลิต (Lot) เพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้ภาระด้านเวลาต่อการติดตั้งเครื่อง ต่อผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้นมีน้อยลง การติดตั้งเครื่อง นี้นอกจากการละเลยการปรับปรุงโดยพื้นฐานแล้ว ยังมีการเพิ่มขึ้นของแนวโน้มการผลิตแบบมากชนิดปริมาณน้อย และการทำชุดการผลิต ให้เล็กลงตามวิธีการผลิตแบบ ทันเวลาพอดี (Just in Time) พื้นฐานของการปรับปรุงการเซตอัพนี้คือ “การติดตั้งเครื่อง ภายในให้เป็นการติดตั้งเครื่อง ภายนอก” ซึ่งการติดตั้งเครื่อง ภายใน คือ การติดตั้งเครื่อง ที่ทำไม่ได้หากไม่ได้หยุดเดินเครื่องจักร ส่วนการติดตั้งเครื่องภายนอก คือ การติดตั้งเครื่อง ที่ทำได้โดยไม่ต้องหยุดเดินเครื่อง เหตุผลที่ใช้คำว่าภายในและภายนอก คือ หากเวลาการติดตั้งเครื่อง รวมอยู่ในเวลาแปรรูปจะเรียกว่า การติดตั้งเครื่อง ภายใน ส่วนการติดตั้งเครื่อง ที่นำออกมาอยู่ภายนอกเวลาแปรรูปได้จะเรียกว่า การติดตั้งเครื่อง ภายนอก การทำการติดตั้งเครื่อง ภายในให้เป็นภายนอกนี้มีผลดีต่อการลดเวลาการติดตั้งเครื่อง เรียกการติดตั้งเครื่อง ที่เร็วกว่า 10 นาทีว่า “Set-up Single” และเรียกการติดตั้งเครื่อง ที่เร็วกว่า 1 นาทีว่า “Set-up Minute” ซึ่งจะถือเป็นเป้าหมายการปรับปรุง การลดเวลาติดตั้งเครื่องจำเป็นต้องดำเนินการตามมาตรการดังต่อไปนี้

1. การทำการติดตั้งเครื่อง ภายในให้เป็นการติดตั้งเครื่อง ภายนอก
2. การจัดทำมาตรฐานเครื่องมืออุปกรณ์และการทำให้การถอดประกอบง่ายขึ้น
3. ยกเลิกการปฏิบัติงานปรับแต่ง และกำจัดเวลาสูญเปล่าเนื่องจากการทำงานควบคู่
4. จัดให้เครื่องมืออุปกรณ์และการปฏิบัติงานปรับแต่งใช้ร่วมกันได้
5. การนำการติดตั้งใหม่และกลไกกดปุ่มเพียงครั้งเดียวมาใช้
6. การออกแบบที่ไม่ต้องมีการติดตั้งเครื่อง หรือหากจำเป็นต้องมีการออกแบบการทำงานควรคำนึงถึงการลดเวลาติดตั้งเครื่อง

3.10 การลดของเสียในกระบวนการผลิตให้เป็นศูนย์ [12]

การที่มีของผลิตออกมาแล้วใช้ไม่ได้ (ของเสีย) ย่อมเป็นสาเหตุให้ต้นทุนของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น รวมทั้งกระทบต่อการส่งของให้ลูกค้าที่จะต้องล่าช้าออกไป เนื่องจากเสียเวลาในการทำใหม่ และเป็นการทำลายความเชื่อถือที่ได้สร้างไว้กับลูกค้า ถึงแม้ในทางปฏิบัตินั้นหน่วยงานจะมีการยอมรับให้เกิดของเสีย แต่ถ้าหากสามารถควบคุมของเสียให้เกิดขึ้นน้อยลงย่อมทำให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิตยิ่งขึ้น

สาเหตุที่ทำให้มีผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสีย

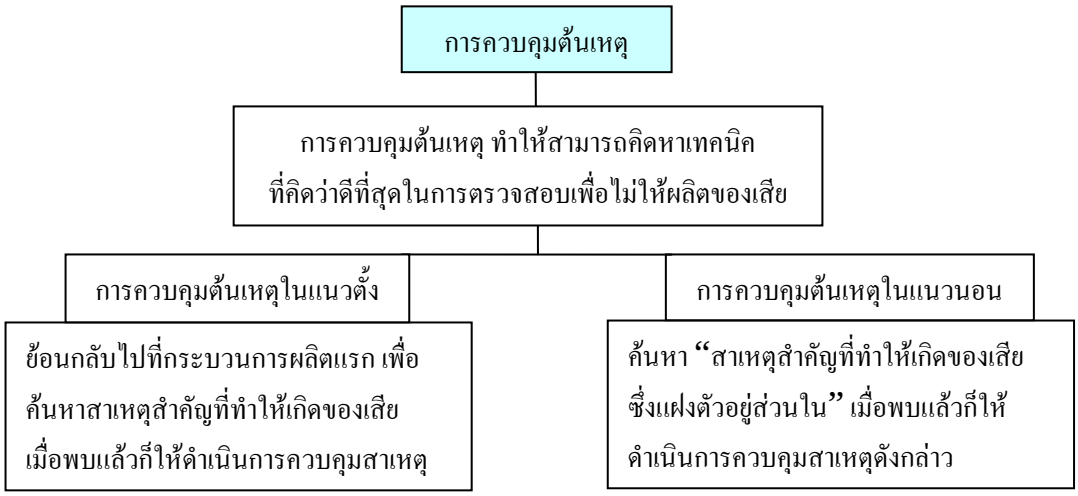
- คุณภาพที่ต้องการ เป็นคุณภาพที่กำหนดไว้สูงเกินไป
- กรรมวิธีการผลิตไม่สมบูรณ์ อาจเกิดจากวัตถุดิบ กระบวนการทำงานหรือวิธีปฏิบัติงาน
- ไม่ทราบข้อเท็จจริงว่า มีของเสียเกิดขึ้นก่อนที่จะถึงขั้นตอนการตรวจสอบ

3.10.1 การตรวจสอบเพื่อไม่ให้เกิดของเสีย

วิธีตรวจสอบตามลำดับ (Sequential Inspection Method) การตรวจสอบตามลำดับ หมายถึง พนักงานหน่วยถัดไปทำการการตรวจสอบของที่หน่วยหน้าทำส่งมาให้ เป็นวิธีที่ทำไปตามลำดับ การตรวจสอบวิธีนี้เป็นการตรวจสอบจากทัศนะของคนภายนอก ไม่เพียงแต่จะไม่มองข้ามเท่านั้น ยังทำให้คนที่ไม่รู้ตัวว่าตัวเองผลิตของเสียออกมา ได้รู้ตัวโดยมีข้อมูลการตรวจสอบที่ชัดเจนให้รับทราบด้วย ทำให้มีการตรวจสอบให้แน่ใจด้วยตัวเอง และทำการแก้ไขของเสียทันที เป็นการย้ำเตือนว่าต่อไปจะไม่ผลิตของเสียอีก มุ่งให้เป็นการตรวจสอบที่ลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด

วิธีตรวจสอบด้วยตัวเอง (Self Inspection Method) หมายถึง วิธีการที่พนักงานผู้ทำการตรวจสอบด้วยตัวเอง การตรวจสอบโดยใช้ข้อมูล เป็นสิ่งที่จำเป็นในการที่จะไม่ให้มีการผลิตของเสีย สำหรับการป้อนข้อมูล (Feed back) ของการตรวจสอบและการผลิต ยิ่งทำได้เร็วเท่าไรก็ยิ่งได้ผลมากเท่านั้น แต่การตรวจสอบด้วยตัวเองที่กล่าวมานี้ เป็นแนวความคิดที่จะช่วยเสริมเงื่อนไขนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบด้วยตนเองนี้ก็มีจุดบกพร่อง ซึ่งควรจะทำความเข้าใจจุดบกพร่องเหล่านี้ไว้ก่อนคือ การประนีประนอม เกิดจาก เมื่อตัวเองเป็นผู้ทำ ตัวเองเป็นผู้ตรวจสอบจึงคิดว่าขนาดนี้ใช้ได้ และอาจเกิดความบกพร่องจากการเผอเรอ

วิธีตรวจสอบโดยการควบคุมต้นเหตุ (Source Control Method) จะมี 2 ลักษณะ การควบคุมต้นเหตุแนวตั้ง โดยการศึกษาย้อนไปที่กระบวนการผลิตแรก เพื่อค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดการผลิตของเสียและการควบคุมต้นเหตุแนวนอน เป็นการค้นหาสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดของเสียซึ่งแฝงตัวอยู่ส่วนใน เมื่อพบแล้วก็ให้ดำเนินการควบคุมสาเหตุดังกล่าว



รูปที่ 3.5 โครงสร้างวิธีตรวจสอบโดยควบคุมต้นเหตุ [12]

3.10.2 การตรวจสอบเต็มจำนวนแบบ Fool Proof System

เป็นระบบดำเนินการตรวจสอบเต็มจำนวนที่ค่าใช้จ่ายถูกมาก สามารถป้องกันความผิดพลาดอันเนื่องจากความเผอเรอของพนักงานได้ โดยการเตือนให้ใช้ความระมัดระวัง 2 วิธี กล่าวคือ กำหนดไว้ว่า หากมีความผิดปกติเกิดขึ้น การทำงานนั้นจะหยุดลงโดยทันที โดยให้เครื่องจักรหยุดทำงาน สายพานลำเลียงหยุดเดิน และจะมีสัญญาณไฟแดง หรือมีเสียสัญญาณดังขึ้นเป็นต้น การตรวจสอบแบบ Fool Proof System จะทำได้ 3 วิธี

1) วิธีสัมผัส ซึ่งจะตรวจสอบดูว่ามีความแตกต่างของรูปร่างและขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาหรือไม่
2) วิธีตรวจสอบค่าคงที่ จะไม่ให้มีของเสียเสียโดยการตรวจสอบให้ค่าคงที่ให้แน่ใจ
3) วิธีการตรวจสอบขั้นตอนของการเคลื่อนไหว โดยจะตรวจสอบให้แน่ใจว่าขั้นตอนของการเคลื่อนไหวที่กำหนดแน่นอนตายตัวรวมอยู่ด้วยหรือไม่

3.10.3 การตรวจสอบตามความรู้สึก (Sensory Inspection) และการตรวจสอบตามลำดับขั้นตอน (Sequential Inspection)

การตรวจสอบตามความรู้สึก เป็นการตรวจสอบโดยอาศัยความรู้สึก (ประสาทสัมผัสทั้ง 5) ของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานที่จำเป็นต้องอาศัยการตรวจสอบโดยสายตา ซึ่งในกรณีที่จะใช้วิธีการตรวจสอบโดยความรู้สึก จำเป็นต้องจัดทำตัวอย่างที่ชี้ชัดลงไปว่าเป็นไปตามคุณภาพที่ต้องการหรือไม่ และตัดสินการตรวจสอบโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ทำขึ้น หากมีสภาพใกล้เคียง จะต้องกำหนด

ผู้ตรวจสอบซ้ำอีกครั้งหนึ่ง การพิจารณาเกี่ยวกับการตรวจสอบตามความรู้สึก และการตรวจสอบตามลำดับขั้นตอนนั้น จะพิจารณา 3 จุดด้วยกันคือ

I. สามารถแสดงระดับของความผิดปกติออกเป็นตัวเลขได้หรือไม่
II. สามารถแสดงระดับของความผิดปกติ โดยการตรวจสอบที่ตัววัตถุได้หรือไม่
III. สามารถแสดงระดับของความผิดปกติ โดยการควบคุมที่ต้นเหตุได้หรือไม่

3.11 แนวความคิดวงจรเดมมิ่ง

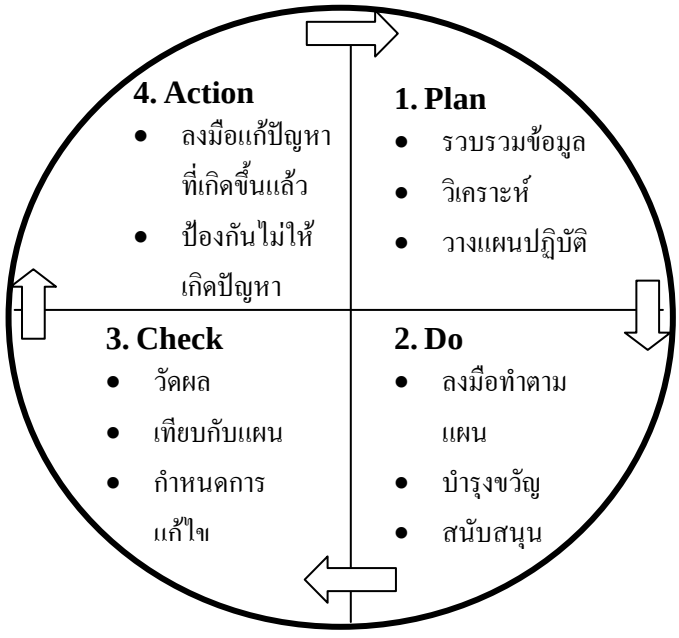
เป็นวงจรที่ใช้ในการควบคุมการปฏิบัติงาน เพื่อให้การปฏิบัติงานได้บรรลุตามเป้าหมาย ซึ่งทุกหน่วยงานในองค์กรจะต้องให้ความร่วมมือกันในการทำงาน

Plan: ผู้บริหารกำหนดแผนงานร่วมกับพนักงานทุกระดับ

Do: พนักงานนำปฏิบัติตามแผนงานโดยได้รับความช่วยเหลือจากหัวหน้างาน

Check: ตรวจสอบเพื่อค้นหาปัญหาข้างเคียงและวิธีแก้ไขที่เหมาะสมที่สุด

Action: กำหนดวิธีแก้ไขเป็นมาตรฐานเพื่อให้พนักงานนำไปปฏิบัติได้สะดวก



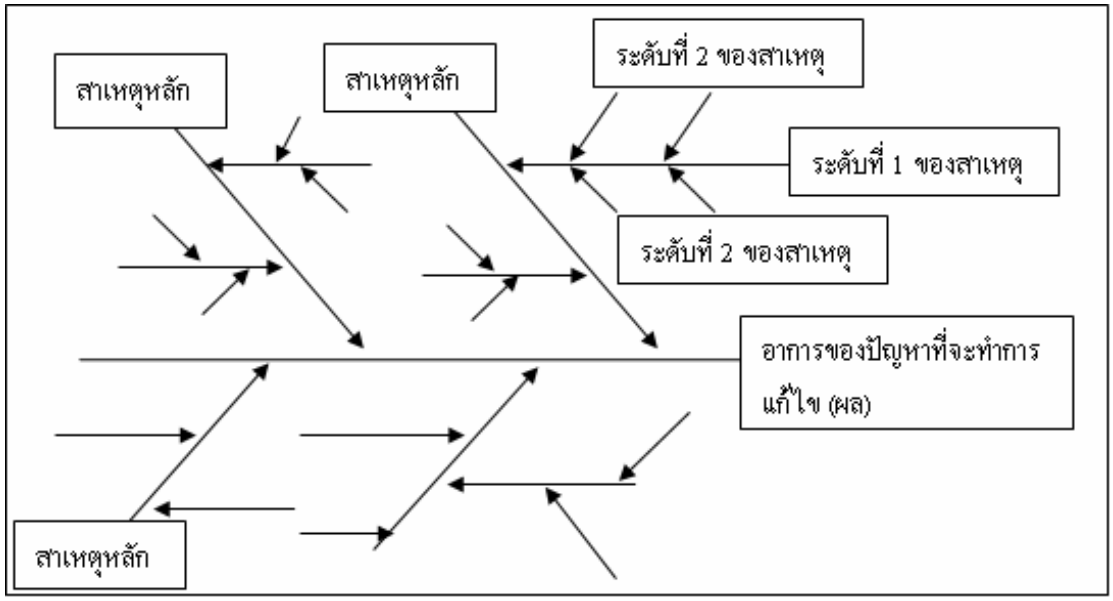
รูปที่ 3.6 วงจรเดมมิ่ง

3.12 ชุดเครื่องมือในการแก้ปัญหา [13]

การนำเสนอข้อมูลนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นวิธีการ รวบรวม วิเคราะห์ และนำเสนอให้เหมาะสมที่สุดนั้น จึงต้องนำมาเสนอในรูปแบบของสถิติ ในที่นี้ผู้ค้นคว้าจะนำเสนอเฉพาะเครื่องมือทางสถิติที่ใช้ในการประยุกต์กับงานด้านวิศวกรรมที่สำคัญเท่านั้น

3.12.1 แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effective Diagram)

แผนภาพสาเหตุและผล นิยมใช้ในการนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลสำหรับปัญหาที่พิจารณา ลักษณะของโครงสร้างคล้ายกับก้างปลา จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แผนภาพก้างปลา (Fish Bone Diagram) สามารถใช้อย่างได้ผลกับกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบกลุ่มในการจัดลำดับและความสัมพันธ์ของสาเหตุของปัญหา



รูปที่ 3.7 โครงสร้างของแผนภาพสาเหตุและผล

ในการสร้างแผนภาพสาเหตุและผลนี้ มีข้อแนะนำ 4 ประการ ซึ่งจะทำให้สามารถสร้างแผนภาพสาเหตุและผลที่มีประสิทธิผลดังนี้

- แผนภาพสาเหตุและผลควรสร้างขึ้นจากการรวบรวมความคิดจากทุก ๆ คน โดยมุ่งที่ปริมาณความคิดมิใช่คุณภาพความคิด
- การสร้างแผนภาพสาเหตุและผล ควรจะมีการหมั่นทบทวนเพื่อแก้ไขอย่างสม่ำเสมอ กล่าวคือ ไม่สร้างแผนภาพให้เสร็จสิ้นภายในช่วงเวลาเดียว ควรจะมีการทำหลาย ๆ ช่วงระยะเวลา แต่ช่วงไม่ยาวจนเกินไป
- การใช้ภาษาคำพูด หรือภาษาเขียนในแผนภาพสาเหตุและผล จะต้องมีการระบุเฉพาะเจาะจง อย่าใช้คำที่มีความหมายกว้าง ๆ
- หากมีการสร้างแผนภาพด้วยกิจกรรมกลุ่มย่อยแล้ว สมาชิกกลุ่มต้องมีการสานต่อความคิดด้วยเทคนิค 5W1H อย่างต่อเนื่อง จะทำให้ผู้วิเคราะห์มีความคิดที่เป็นระบบ และยังเป็นการเสริมความคิดซึ่งกันและกันในการระดมสมองด้วย

3.12.2 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบ หมายถึง เอกสารหรือฟอร์มสำหรับใช้ในการบันทึกข้อมูลซึ่งได้รับการออกแบบพิเศษเพื่อการตีความหมายผลการบันทึกทันทีที่การกรอกแบบฟอร์มเสร็จสิ้น หรือหมายถึง เอกสารที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์หาสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจ ซึ่งใบตรวจสอบมี 4 ชนิด

I. ใบตรวจสอบสำหรับบันทึกข้อมูล มักจะใช้ใบตรวจสอบชนิดนี้ควบคู่กับการทำงาน เช่น บันทึกข้อมูลประเภทวัด

II. ใบตรวจสอบหาสาเหตุ ใบตรวจสอบชนิดนี้ จะได้รับการออกแบบภายหลังจากที่รับทราบแล้วว่า สาเหตุของปัญหามาจากแหล่งใด ดังนั้นเมื่อเสร็จการบันทึกใบตรวจสอบประเภทนี้แล้ว ผู้วิเคราะห์จะสามารถประเมินผลเบื้องต้นได้ว่า สาเหตุหลักของปัญหามาจากแหล่งใดบ้าง และอาจจะต้องวิเคราะห์ต่อโดยใช้ พาเรโต กราฟ หรือ ฮีสโตแกรม

III. ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจการวัดการกระจายตัวของกระบวนการผลิต ซึ่งใบตรวจสอบประเภทนี้ ออกแบบขึ้นสำหรับพิจารณาถึงรูปทรงของการกระจาย ตลอดจนค่าแนวโน้มสู่ศูนย์กลางของข้อมูล ทั้งนี้เพื่อทำการตัดสินใจเปรียบเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะได้

IV. ใบตรวจสอบสำหรับระบุตำแหน่งเกิดปัญหา ใช้สำหรับวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหา โดยที่สาเหตุของการเกิดปัญหามีลักษณะอาการเฉพาะในบางตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีความบกพร่องจากกระบวนการผลิต

3.12.3 แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)

เป็นกราฟแท่งที่เรียงลำดับขนาดของข้อมูล เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบดูว่า หัวข้อของข้อมูลแต่ละชุดมีความสำคัญมากน้อยแตกต่างกันอย่างไร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกหัวข้อเรื่องที่สำคัญมาแก้ไขปรับปรุงก่อน แผนภาพพาเรโต มักจะใช้แสดงข้อบกพร่องหรือความเสียหายอันเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ เพื่อจะได้นำมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ประโยชน์ของการใช้แผนภาพพาเรโต

- ใช้แยกปัญหาเล็กที่สำคัญออกจากปัญหาใหญ่
- ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของข้อมูลจากมากไปหาน้อยตามลำดับ
- เป็นหลักในการเลือกปัญหามาทำการแก้ไข
- ใช้เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นผลของความแตกต่างก่อนและหลังการปรับปรุง

ขั้นตอนในการสร้างผังพาเรโต

ขั้นที่ 1 รวบรวมข้อมูลภายในระยะเวลาที่กำหนด เช่น 1 สัปดาห์ 1 เดือน หรือมากกว่าแล้วแยกหัวข้อต่าง ๆ ออกจากกัน

ขั้นที่ 2 เขียนตารางแสดงหัวข้อตามลำดับต่าง ๆ จากมากไปหาน้อย และคำนวณเปอร์เซ็นต์ของแต่ละหัวข้อออกมาโดยกำหนดว่า จำนวนทั้งหมดคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ และหาเปอร์เซ็นต์สะสมตั้งแต่หัวข้อแรกตามลำดับ จนถึงหัวข้อสุดท้าย

ขั้นที่ 3 เขียนกราฟ โดยถือความสูงของแท่งแต่ละแท่งเท่ากับเปอร์เซ็นต์ของแต่ละหัวข้อ โดยเริ่มจากหัวข้อที่มีความสำคัญมากที่สุด เรียงลำดับกันลงไป และระยะความกว้างของแต่ละแท่งเท่ากัน

ขั้นที่ 4 เขียนกราฟเส้นตรงจากปลายมุมของแท่งแรก ตามเปอร์เซ็นต์สะสมจนครบ

ขั้นที่ 5 ลงรายการต่าง ๆ ตามความมุ่งหมายที่แสดงไว้

3.12.4 กราฟ (Graph)

กราฟ คือ เครื่องมือในการถ่ายทอดข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ที่สามารถเขียนได้ง่าย อ่านเข้าใจได้ง่าย และรวดเร็ว สามารถเปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน และสามารถใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ขั้นสูงต่อไป โดยทั่วไปแล้วมักจะมีการใช้ประโยชน์จากกราฟในกรณีต่อไปนี้

- การอธิบาย เช่น อัตราส่วนของข้อบกพร่อง ผลิตภัณฑ์ ฯลฯ
- การสร้างความเข้าใจ โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับข้อมูลในอดีต
- การบันทึกและควบคุม เช่น การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมค่าผลได้
- การวางแผน และคำนวณ เช่น การคำนวณเส้นพิกัดควบคุม การวางแผนผลิตประจำวัน

เนื่องจากกราฟมีมากมายหลายชนิด สำหรับในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะกราฟที่มีการประยุกต์ใช้กันมากในงานวิศวกรรม ได้แก่

กราฟแท่ง (Bar Graph) เป็นกราฟที่มีจุดประสงค์ในการเปรียบเทียบถึงความแตกต่าง ในเชิงปริมาณที่มีการระบุเป็นตัวเลข ซึ่งสามารถสร้างได้ด้วยการกำหนดขนาดของแต่ละแท่งให้คงที่ แล้วทำการกำหนดความสูงของแท่งที่มีการระบุสเกลเป็นตัวเลข

กราฟเส้นตรง (Line Graph) เป็นกราฟที่มีจุดประสงค์ในการแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไขด้วยปริมาณที่เป็นตัวเลข ซึ่งโดยทั่วไปแล้วนิยมแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงตามเงื่อนไขเวลา บางครั้งอาจเรียกแผนภูมินี้ได้ว่า “แผนภูมิแสดงแนวโน้ม (Trend Chart)”

กราฟวงกลม (Pie Chart) มีจุดประสงค์ในการแสดงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ต้องการเปรียบเทียบกันในรูปของสัดส่วน ในการสร้างนั้น จะทำการแปลงปริมาณทั้งหมดที่ต้องการเปรียบเทียบให้มีค่าเป็น 100 ซึ่งคิดเท่ากับ 360 องศา แล้วทำการพิจารณาสัดส่วนของส่วนต่าง ๆ ที่ต้องการเปรียบเทียบ โดยปกติแล้วมักจะให้เรียงสัดส่วนจากมากไปหาน้อยตามทิศเข็มนาฬิกา ในบางครั้งอาจจะแสดงกราฟวงกลมรูปของกราฟรูปโดนัท (Donough Chart) โดยใช้วงกลมกลางในการแสดงความหมายถึงสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบ

กราฟแถบ (Belt Graph) เป็นกราฟที่มีจุดประสงค์เช่นเดียวกับกราฟวงกลม แต่เด่นกว่ากราฟวงกลม คือ สามารถใช้เปรียบเทียบในรูปอนุกรมเวลาได้ด้วย การสร้างกราฟดำเนินการได้ด้วยสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ให้แกนใดแกนหนึ่งเป็นแถบ ส่วนอีกแกนที่เหลือจะหมายถึงข้อมูลทั้งหมด อาจจะหมายถึงเวลาก่อนหรือหลังการปรับปรุง

3.12.5 ผังการกระจาย (Scatter diagram)

ผังการกระจาย หมายถึงผังที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ชนิด ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร จัดทำเพื่อตรวจสอบผลของตัวแปรหนึ่งว่ามีผลต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งหรือไม่ และใช้วิเคราะห์หาสาเหตุในบางกรณี

ขั้นตอนการสร้างผังการกระจาย

ขั้นที่ 1 ทำการรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่จะใช้ในการเขียนผังการกระจายไม่ควรมีน้อยเกินไป ปกติควรมีอยู่ระหว่าง 50 – 100 คู่

ขั้นที่ 2 เขียนแกนนอนและแกนตั้งลงบนกระดาษกราฟ โดยปกติแล้วแกนนอนจะใช้แทนค่าข้อมูลที่เป็นสาเหตุ และแกนตั้งจะใช้แทนค่าของข้อมูลที่เป็นผลของสาเหตุนั้น

ขั้นที่ 3 ทำการเขียนข้อมูลที่รวบรวมได้ไว้ลงบนกระดาษกราฟที่จัดเตรียมไว้จากขั้นที่ 2 ถ้ามีข้อมูลซ้ำกัน ให้ใช้สัญลักษณ์ที่แสดงให้เห็นความแตกต่าง เช่นวงกลมรอบ ๆ จุดนั้น

ขั้นที่ 4 การตีความหมาย ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ความสัมพันธ์ของข้อมูลจะมี 3 แบบ คือ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ความสัมพันธ์แบบมิใช่เส้นตรง และไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

3.12.6 แผนภูมิควบคุมเชิงคุณภาพ (Control Chart)

แผนภูมิควบคุมเชิงคุณภาพ ใช้ควบคุมคุณลักษณะหรือคุณสมบัติทางคุณภาพของชิ้นงาน เพื่อชี้ให้เห็นว่าสินค้านั้นดีหรือเสีย

ลักษณะของคุณภาพที่ใช้แผนภูมิแบบนี้ทำการควบคุมมี 2 แบบ

แบบที่วัดเป็นตัวเลขไม่ได้ ต้องตรวจสอบด้วยตา หรือการสัมผัส เช่น รอยตำหนิของการพ่นสีบนรถยนต์ ฟองอากาศในแก้ว ครีบบนส่วนปลายแหลมของตะปู

แบบที่วัดเป็นตัวเลขได้ แต่ไม่นิยมวัดเนื่องจากมีข้อจำกัดของเวลาและค่าใช้จ่าย หรือไม่ต้องการตรวจสอบอย่างละเอียด เช่น การวัดขนาดความโตของเหล็กที่ได้จากการกลึง โดยใช้เครื่องมือตรวจสอบประเภทเครื่องมือเทียบวัดแบบสวม

3.12.7 ฮีสโตแกรม (Histogram)

ฮีสโตแกรม หมายถึง กราฟที่แสดงถึงความแปรผันของข้อมูล ทั้งแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ค่าการกระจาย และ รูปทรงของความแปรผัน วิธีการสร้างฮีสโตแกรม มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ทำการรวบรวมข้อมูล ซึ่งควรมีข้อมูลไม่ต่ำกว่า 50 ชุด และไม่เกิน 200 ชุดข้อมูล
- พิจารณาหาค่าพิสัยเพื่ออธิบายถึงขนาดความผันแปรในข้อมูล

- หาจำนวนขั้นสำหรับการสร้างตารางแจกแจงความถี่
- หาขนาดของอัตรภาคชั้น
- สร้างตารางแจกแจงความถี่
- เขียนกราฟโดยอาศัยข้อมูลจากฮีสโตรแกรม

ข้อควรระวังในการใช้ฮีสโตแกรม

- การรวบรวมข้อมูลด้วยใบตรวจสอบ หากมิได้มีการวางแผนการเก็บรวบรวม หรือมิได้รวบรวมข้อมูลตามแผนที่เก็บไว้แล้ว จะทำให้ไม่สามารถตีความหมายฮีสโตแกรมในภาคปฏิบัติได้ ทั้งนี้เพราะว่า ไม่ทราบสาเหตุของความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นในฮีสโตแกรม
- ความทันสมัยของข้อมูล ซึ่งโดยปกติแล้วระบบการผลิตมักจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ถ้าหากมีการรวบรวมข้อมูลที่มากเกินไป อาจจะมีผลทำให้ข้อมูลเหล่านั้นล้าสมัยได้ จึงมีความจำเป็นต้องตัดข้อมูลเหล่านั้นออกไปก่อนสร้างฮีสโตแกรม แล้วควรวางแผนเก็บข้อมูลซ่อมเพื่อชดเชยในส่วนที่ขาดหายไป
- ข้อมูลที่มีจำนวนน้อยเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากว่า หากข้อมูลมีจำนวนน้อยเกินไปจะทำให้มีผลต่อระดับความเชื่อมั่นในการตีความหมายข้อมูลนั้น ซึ่งจากที่กล่าวมาแล้วว่า ควรจะมีข้อมูลอย่างต่ำประมาณ 50 ชุดข้อมูล และในกรณีที่มีการวางแผนเพื่อการวิเคราะห์ด้วยการแยกออกตามแหล่งกำเนินของความแปรผันแล้ว ก็จะต้องมีการเพิ่มจำนวนข้อมูลขึ้นด้วย มิฉะนั้น จะทำให้การตีความหมายของฮีสโตแกรมของข้อมูลที่แยกกลุ่มแล้วจะมีความผิดพลาดไป ตัวอย่างเช่น หากมีการวางแผนที่จะแยกวิเคราะห์ฮีสโตแกรมออกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ เครื่องจักร และ กะงาน โดยมีเครื่องจักร 2 เครื่อง และกะงาน 3 กะงานแล้ว ก็ควรจะมีการรวบรวมข้อมูลให้ได้อย่างน้อย เท่ากับ $2 \times 3 \times 50$ คือ 300 ชุดข้อมูล เป็นต้น

3.13 ภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ (FMEA) [14]

ภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ (Failure Mode & Effects Analysis) คือ เทคนิคหรือกระบวนการที่สร้างขึ้น เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมในด้านการออกแบบ และ/หรือกระบวนการผลิต และเพื่อให้แน่ใจได้ว่ามีการระบุถึงปัญหาหรือข้อบกพร่องใด ๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในกิจกรรมนั้น ๆ และได้มีการวิเคราะห์ถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากปัญหานั้น ๆ พร้อมทั้งระบุถึงวิธีการป้องกันปัญหาดังกล่าว และตรวจสอบประสิทธิผลของการป้องกัน ปัจจัยที่สำคัญที่สุดของความสำเร็จในการดำเนินการ FMEA คือ ช่วงเวลาซึ่งจะต้องดำเนินการก่อนที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้น ไม่ใช่หลังจากเกิดขึ้นแล้ว มี 2 ชนิด

3.13.1 FMEA ด้านการออกแบบ เป็นกระบวนการที่สร้างขึ้นโดยบริษัทที่รับผิดชอบด้านการออกแบบ เพื่อให้แน่ใจว่าได้มีการพิจารณาถึงข้อบกพร่องที่มีโอกาสขึ้นทั้งหมด รวมทั้งสาเหตุและกลไกในการเกิดที่เกี่ยวข้องในกระบวนการออกแบบ ตัวอย่างของโอกาสที่จะใช้ FMEA ด้านการออกแบบ

- บริษัทที่รับผิดชอบการออกแบบทั้งหมดของระบบหล่อเย็นของรถยนต์
- บริษัทที่รับผิดชอบการออกแบบการประกอบเบาะนั่ง
- บริษัทที่รับผิดชอบการพัฒนาและการออกแบบวัสดุที่ใช้ในการลดเสียงและความสั่นสะเทือนในระบบหล่อเย็น

3.13.2 FMEA ด้านกระบวนการผลิต เป็นกระบวนการที่สร้างขึ้นโดยบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้แน่ใจว่าได้มีการพิจารณาถึงข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นทั้งหมด รวมทั้งสาเหตุและกลไกในการเกิดที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต ตัวอย่างของโอกาสที่จะใช้ FMEA ด้านกระบวนการผลิต บริษัทได้รับข้อมูลทางเทคนิคทั้งหมด เพื่อใช้ในการผลิต เช่น ท้าวแขนประตูรถด้านใน กิ๊บยึด สายรัดต่าง ๆ กระบวนการฉีดพลาสติก การเชื่อม การประกอบ เป็นต้น

ประโยชน์ของ FMEA

- นำปัญหา ข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องหรือเกิดขึ้นในอดีตมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างที่ทำการออกแบบหรือการผลิต
- รู้จักและประเมินปัญหาข้อบกพร่องที่มีโอกาสในการเกิดขึ้นในการออกแบบและกระบวนการผลิต
- ใช้แสดงสาเหตุหรือกลไกของปัญหา ข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้น
- เป็นการสร้างระบบ เพื่อให้เกิดการปรับปรุงในการออกแบบและกระบวนการผลิต
- เป็นระบบป้องกันที่สร้างขึ้นเพื่อการสร้างความพอใจให้แก่ลูกค้า

3.14 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-Even Analysis)

จุดคุ้มทุน หรือ จุดเท่าทุน[15] คือจุดซึ่งรายได้จากการลงทุนคุ้มค่ากับการลงทุน หรืออีกนัยหนึ่งหมายถึง จุดที่แสดงค่าใช้จ่ายกับรายรับเท่ากัน การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุน รายได้ และผลกำไร ซึ่งแปรผันไปตามความเปลี่ยนแปลงของปริมาณการผลิต จะช่วยในการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการลงทุน แนวการวิเคราะห์ที่นิยมใช้กันมีอยู่ดังต่อไปนี้

3.14.1 อัตราผลตอบแทนเงินทุน [16] คือ การหาอัตรากำไร (ผลตอบแทน) เฉลี่ยต่อปี เทียบเงินลงทุน โดยหากมีอัตราผลตอบแทนสูงแสดงว่าโครงการนั้นน่าสนใจมากกว่า

อัตราผลตอบแทนเงินทุนสุทธิ (Net Return on Capital /Net ROC)

$$\text{Net ROC} = \frac{\text{กำไรเฉลี่ย หลังภาษี และดอกเบี้ยต่อปี}}{\text{เงินลงทุนทั้งหมด}} \times 100\ \%$$

อัตราผลตอบแทนเงินทุนรวม (Gross Return on Capital/ Gross ROC)

$$\textbf{Gross ROC} = \frac{\text{กำไรเฉลี่ย ก่อนภาษี และดอกเบี้ยต่อปี}}{\text{เงินลงทุนทั้งหมด}} \times 100\ \%$$

3.14.2 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

คือ การหาเวลาที่ผลกำไรจากการดำเนินการแต่ละปีรวมกันเท่ากับเงินลงทุนทั้งหมด วิธีการนี้จะเหมาะสมเมื่อเราวิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนการลงทุนแล้วใกล้เคียงกัน โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบหาโครงการที่คืนทุนให้เร็วที่สุด ซึ่งโครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นกว่าย่อมมีความเสี่ยงน้อยกว่า

3.14.3 การหามูลค่าปัจจุบัน

เงินที่ได้รับมาเร็ว ผู้ลงทุนจะสามารถนำไปสร้างประโยชน์จากการลงทุนอื่นๆ ได้ เช่นนำไปฝากธนาคาร ก็จะได้ดอกเบี้ยเงินฝากเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปหารเรามีเงินปัจจุบัน P บาท เมื่อเรานำเงินจำนวนนี้ไปฝากธนาคารซึ่งมีอัตราดอกเบี้ยในการฝากเงินเท่ากับ I % ต่อปี หาก Fn คือ ค่าเงินฝากรวมดอกเบี้ยสิ้นปีที่ n โดย n คือปีที่พิจารณา

ดังนั้น เมื่อสิ้นปีที่ 1 มีเงินรวม **F1** $= P + P\,i$

$= P\,(1+ i)$

เมื่อสิ้นปีที่ 2 มีเงินรวม **F2** $= F + F\,i$

$= F1\,(1+ i)$

$= P\,(1+ i)^2$

เมื่อสิ้นปีที่ n มีเงินรวม **Fn** $= P\,(1+ i)^n$

เราจะเห็นว่าเงินในอนาคตซึ่งรับหรือจ่าย ณ สิ้นปีที่ n หากคิดเป็นค่าปัจจุบันแล้วจะมีค่าดังนี้

$$\mathbf{P} = \left(\frac{1}{(1+ i)^n}\right)$$

ดังนั้นหากพิจารณาดูแล้วจะเห็นว่าเงินที่จ่ายในเวลาต่างๆ จะให้มูลค่าปัจจุบันที่แตกต่างกันออกไป ในกาวิเคราะห์โดยการหามูลค่าปัจจุบันนั้น เราจะพิจารณารายรับและรายจ่ายที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนถึงช่วงเวลาที่กำหนด โดยจะทำการหากระแสเงินสุทธิ (Net cash flow) โดยเอารายรับหักด้วยรายจ่ายในแต่ละปี แล้วคำนวณเป็นมูลค่าปัจจุบัน ตามสมการ แล้วจึงหาผลรวมของมูลค่าปัจจุบันกระแสเงินสดสุทธิ ทั้งนี้ อัตราดอกเบี้ย I หรืออัตราผลตอบแทนที่ต้องการ เจ้าของโครงการเป็นผู้กำหนด ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่รวม 8-12% ต่อปี ในการตัดสินใจ หากแนวทางเลือกใดในการทำโครงกาได้ค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิสูงกว่า จะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า

3.14.4 การหาอัตราส่วนปัจจุบันและผลประโยชน์ต่อรายจ่าย

วิธีการนี้จะใช้หลักการคำนวณเดียวกับการหามูลค่าปัจจุบัน แต่เราจะคำนวณแยกเป็นมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (Benefit) และรายจ่าย (Cost) และหาผลรวมของทุกปีแล้วนำมาคำนวณเป็นสัดส่วน ทั้งนี้อัตราดอกเบี้ยที่ใช้ เจ้าของโครงการจะเป็นผู้กำหนดอัตราขั้นต่ำที่ต้องการ ในการวิเคราะห์โครงการเดียว ค่า Discounted Benefit Cost Ratio จะชี้ให้เห็นถึงความเหมาะสมในการลงทุน คือ

Discounted B/C Ratio	=	1	แสดงว่า เสมอตัว
	>	1	แสดงว่า คุ้มกับการลงทุน
	<	1	แสดงว่า ไม่น่าลงทุน

3.14.5 การหาผลตอบแทนภายใน (The internal rate of return, IRR)

ในการวิเคราะห์หาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย เราจะกำหนดอัตราดอกเบี้ยขั้นต่ำที่ต้อการ แต่ผลที่ออกมายังไม่ได้ตัวเลขที่ชัดเจนว่าโครงการนี้ให้ผลประโยชน์ต่อผู้ลงทุนเท่าไร ดังนั้นจึงมีการพัฒนาการอัตราผลตอบแทนภายใน ซึ่งคืออัตราดอกเบี้ยทำให้ค่าปัจจุบันของผลประโยชน์เท่ากับค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย หรืออัตราดอกเบี้ยที่ทำให้ค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดเป็นศูนย์

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีต่าง ๆ มาใช้ดังนี้

1. ทฤษฎีสถิติเข้ามาใช้ในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล หาขนาดตัวอย่างในการจับเวลามาตรฐาน และนำเสนอในลักษณะของแผนภูมิ เพื่อให้สามารถแยกแยะข้อมูลให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. ทฤษฎีแนวความคิดวงจรเดมมิ่ง การวิเคราะห์กระบวนการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน การศึกษาการทำงาน การวิเคราะห์การดำเนินงาน และเทคนิคภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ (FMEA) ซึ่งเป็นเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสีย
3. ทฤษฎีการเพิ่มผลผลิต การปรับปรุงและเพิ่มผลผลิต ต้นทุนและการสูญเสีย การตรวจสอบลดของเสียในกระบวนการผลิตให้เป็นศูนย์ การออกแบบเครื่องมือ ใช้สำหรับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับปัญหา
4. ทฤษฎีเกี่ยวกับต้นทุนและการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน เพื่อให้ทราบถึงผลประโยชน์ที่โรงงานตัวอย่างจะได้รับเปรียบเทียบกับต้นทุนค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

บทที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการและการวิเคราะห์

ในบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ เพื่อทำการรวบรวมข้อมูล ที่เกี่ยวข้องและหาวิธีการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและเพิ่มผลผลิตต่อไป ผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่างเกี่ยวข้องกับโครงสร้างช่วงล่างของรถยนต์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเฉพาะสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4 ×2 เท่านั้น สำหรับโครงสร้างช่วงล่างของรถยนต์ที่ประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัยจะแสดงไว้ในภาคผนวก ก การศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้น ด้านการวิเคราะห์กระบวนการผลิต วิธีการทำงาน และวิธีการตรวจสอบ เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต จากปัจจัยการผลิตอันประกอบด้วย 5 M คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัสดุ (Material) วิธีการ (Methods) และ เงิน (Money) ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.1 สภาพปัจจุบันในการปฏิบัติงานของสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×2

สายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) มีผลิตภัณฑ์หลัก คือ

1. คานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×2 มีผลิตภัณฑ์ 2 รุ่น
    1.1 คานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×2 พวงมาลัยซ้าย(LH)
    2.2 คานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×2 พวงมาลัยขวา(RH)
2. คานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×4 มีผลิตภัณฑ์ 2 รุ่น
    3.3 คานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×4 พวงมาลัยซ้าย(LH)
    4.4 คานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×4 พวงมาลัยขวา(RH)

ในทางการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×2 พวงมาลัยซ้าย (LH) กับ 4×2 พวงมาลัยขวา (RH) ใช้เครื่องจักรชุดเดียวกัน และการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×4 พวงมาลัยซ้าย (LH) กับ 4×4 พวงมาลัยซ้าย (LH) ใช้เครื่องจักรชุดเดียวกัน ถ้าต้องการเปลี่ยนรุ่นจะใช้ การสลับชุดอุปกรณ์จับยึด (Jig) ในการผลิต สำหรับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ประกอบด้วย เครื่องเชื่อมจุด (Spot Welder Machine) อุปกรณ์จับยึด (Jig) และ หุ่นยนต์ผลิต (Robot) ซึ่งแผนผังสายการผลิตจะแสดงไว้ในภาคผนวก ข

4.2 สภาพปัจจุบันกระบวนการทำงาน และขั้นตอนผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) รุ่น 4×2

1. ทางบริษัทได้รับคำสั่งซื้อ (Order) จากลูกค้า
2. แผนกควบคุมการผลิต (Production Control) รับคำสั่งและวางแผนการผลิตตามที่ได้รับคำสั่งซื้อ
3. ส่งแผนผลิตให้แผนกผลิต ทำการขึ้นรูป ที่หน่วยงานปั๊มขึ้นรูป (Press)
4. หน่วยงานปั๊มขึ้นรูป (Press) ผลิตเสร็จแล้วส่งต่อให้แผนกควบคุมคุณภาพ ทำการตรวจรับชิ้นส่วนก่อนจะส่งต่อ ขั้นตอนต่อไป ซึ่งชิ้นงานจะต้องผ่านการตรวจ 100 เปอร์เซ็นต์
5. ชิ้นส่วนที่ผ่านการตรวจสอบแล้วก็จะนำไปใส่รถใส่ชิ้นงาน แล้วส่งไปขั้นตอนการประกอบ และชิ้นส่วนที่ไม่ผ่านการตรวจสอบก็จะต้องนำไปทำซ้ำแก้ไขให้ได้คุณภาพ หากชิ้นงานเสียจนไม่สามารถแก้ไขได้ ก็จะทำการคัดแยกออกไปกำจัด

รูปที่ 4.1 การตรวจสอบชิ้นส่วนก่อนเข้ากระบวนการ

6. ชิ้นส่วนที่ผ่านการตรวจสอบ จะนำไปเข้ากระบวนการ Process 010 คือ ขั้นตอนการเชื่อมจุด Nut M10×1.0 และ M6×1.25 และทำการตรวจสอบด้วยสายตาและทำการส่งขั้นตอนต่อไป

รูปที่4.2 การเชื่อมจุด NUT M6, M10

7. กระบวนการ Process 020 คือขั้นตอนการประกอบ Tube Reinf พนักงานจะทำการประกอบ โดยการนำ Cross Member Steering Back ไปใส่ใน อุปกรณ์จับยึดและก็นำ Cross Member Steering

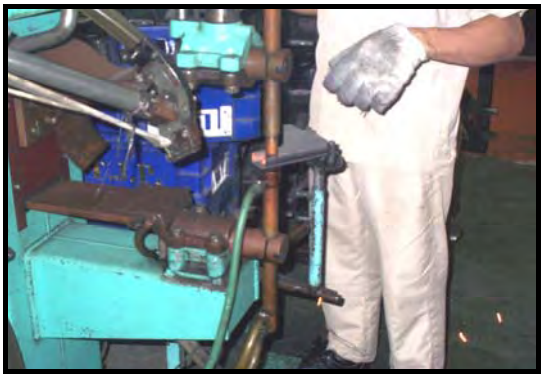
Front ไปใส่ในอุปกรณ์จับยึด แล้วนำ Tube Reinf มาประกอบ และทำการเชื่อมโดย หุ่นยนต์ A และ B เมื่อหุ่นยนต์ A และ B ทำการเชื่อมเสร็จ พนักงานก็จะทำการตรวจสอบโดยการตรวจแนวเชื่อมและทำการเจียร แล้วนำใส่รางพักงานส่งกระบวนการต่อไป

รูปที่ 4.3 การประกอบ Cross Member Steering Back/Front &Tube Reinf

8. กระบวนการ Process 030 คือขั้นตอนการประกอบ Bracket Rack Attach B พนักงานจะนำชิ้นส่วน ที่ได้มาจากกระบวนการ Process 030 ที่ได้มาประกอบโดยการใส่ในอุปกรณ์จับยึด แล้วทำการเชื่อมก่อนจะส่งกระบวนการต่อไปซึ่งในกระบวนการ Process 030 นี้ จะได้มาจากชิ้นส่วนมาประกอบกันถึง 3 ชิ้นคือ Bracket Rack Attach B, Bracket Cam Stopper, Bolt M. 16

รูปที่ 4.4 การตรวจสอบชิ้นส่วนที่ทำการเชื่อมก่อนเข้ากระบวนการ

9. กระบวนการ Process 040 คือขั้นตอนการประกอบ Bracket Rack Attach A พนักงานจะทำการนำ Bracket Rack Attach A ใส่ใน อุปกรณ์จับยึดแล้วทำการเชื่อม
10. กระบวนการ Process 050 นำ Bracket Rack Attach B ที่ประกอบในกระบวนการ 030 มาประกอบกับ แล้วนำไปเชื่อมโดยพนักงาน
11. กระบวนการ Process 060 นำ Bracket Rack Attach A ที่ประกอบในกระบวนการ 040 มาประกอบกับ Steering โดยอุปกรณ์จับยึดและพนักงานเป็นผู้เชื่อม



รูปที่ 4.5 การ Spot Nut M. 12×1.25

12. กระบวนการ Process 070 นำชิ้นส่วนงานที่ประกอบครบทั้งหมด เข้าเชื่อมโดยหุ่นยนต์ ให้เต็มแนวที่กำหนด
13. ขั้นตอน Process 080 คือขั้นตอนการเจาะรูชิ้นงานที่ประกอบเสร็จมาจากกระบวนการ 070 เพื่อทำการเจาะรูจะทำการเจาะรู 4 รูเมื่อทำการเจาะรูเสร็จแล้วพนักงานก็จะนำ ชิ้นส่วน ไป ตรวจสอบขนาดของรูแล้วก็จะนำไปเจียรและนำใส่ในรางพักชิ้นงาน
14. ขั้นตอน Process 090 การประกอบ Bracket Cam Stopper ใน Cross Member Steering จะมี Stopper 4 ชิ้น

รูปที่4.6 Hole Punch เพื่อทำการเจาะรู

15. กระบวนการ Process 100: เมื่อทำการประกอบ Stopper เสร็จจะมาถึงการตรวจสอบครั้งสุดท้าย เป็นการตรวจเช็ค 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นการตรวจสอบขั้นตอนที่สำคัญก่อนที่ชิ้นงานสำเร็จรูปคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) จะออกไปสู่ลูกค้า

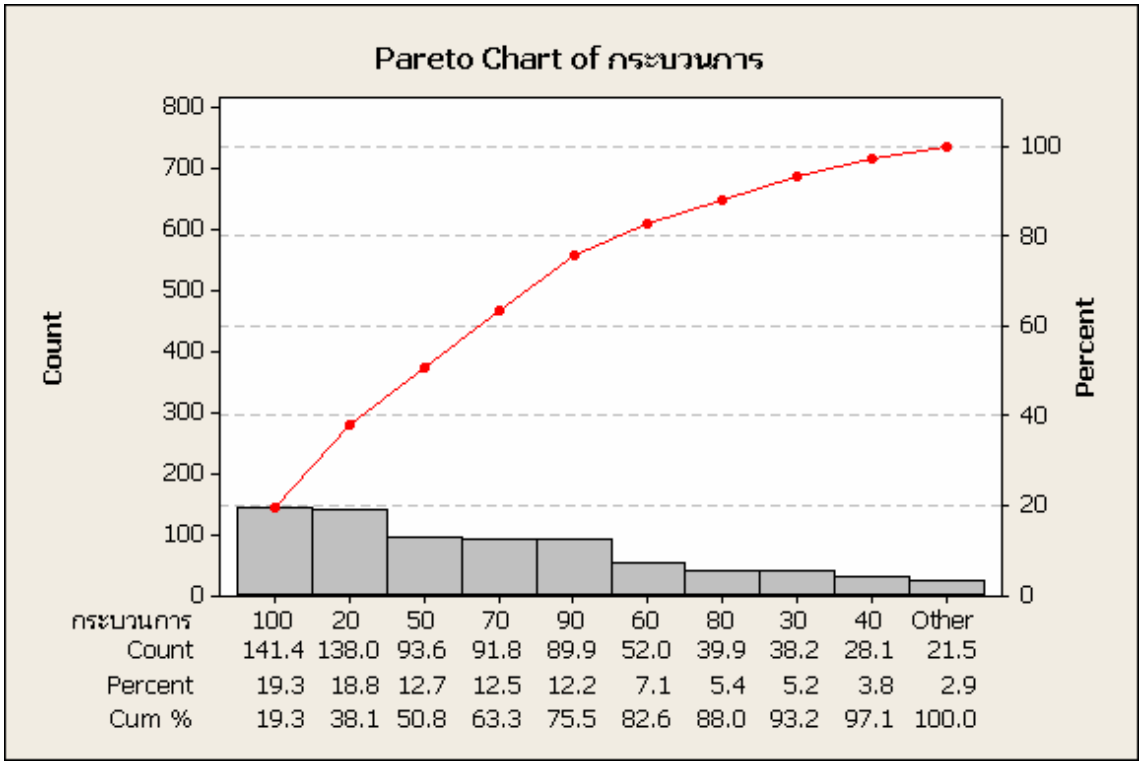
4.3 การศึกษาเวลาในการทำงาน

จากการที่ได้ศึกษาขั้นตอนการทำงานซึ่งผู้วิจัยสามารถเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของพนักงานในแต่ละขั้นตอน (Process) โดยแยกเป็นรายบุคคลดังแสดงได้ในตารางที่ 4.1 สำหรับการศึกษาข้อมูลวิเคราะห์กระบวนการทำงานอย่างละเอียด แสดงไว้ในแผนภูมิแสดงการประกอบที่ภาคผนวก ค และกระบวนการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย แสดงไว้ในภาคผนวก ง

ตารางที่ 4.1 รอบเวลาในกระบวนการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย

PROCESS NO.	**PROCESS NAME**		**MACHINE**	**STANDARD TIME (Sec.)**
010	Cross Member Steering Front/Back Spot Nut M.6,M.10	คนที่ 1	Spot # 23 Spot # 22	9.82 11.71
020	Cross Member Steering Front/Back Tube Reinf Assembly	คนที่ 2	Jig # 4×2	138.03
030	Bracket Rack Attach B &M.16 Bolt Cover Steering Bolt Assembly	คนที่ 3	Jig # 4×2	38.24
040	Bracket Rack Attach A Sport Nut M.12	คนที่ 4 คนที่ 5	Spot # 24 Spot # 25	12.74 15.32
050	Cross Member Steering Sub Assembly & Bracket Rack B Assembly	คนที่ 6	Jig # 4×2(1)	93.56
060	Cross Member Steering Sub Assembly & Bracket Rack A Assembly	คนที่ 7	Jig # 4×2(2)	51.98
070	Cross Member Steering Sub Assembly Full Weld	คนที่ 8	Jig # 4×2	91.84
080	Cross Member Steering Sub Assembly Hole Punch	คนที่ 9	Jig # 4×2	39.85
090	Cross Member Steering Sub Assembly Cam Stopper	คนที่ 10	Jig # 4×2	89.91
100	100 Percent Data Check	คนที่ 11	Checking Fixture	141.43
TOTAL				**734.43 Sec.**

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 สามารถแสดงเป็นแผนภูมิเวลามาตรฐานในการผลิตได้ดังรูปที่ 4.7 ดังนี้



รูปที่ 4.7 แผนภูมิพาเรโตแสดงรอบเวลาที่ใช้ในการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย รุ่น 4 ×2

จากรูปที่ 4.7 ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเทคนิคการทำงานในสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) ซึ่งสามารถนำกิจกรรมของพนักงานแต่ละคนมาเขียนเป็นแผนภูมิแสดงกระบวนการประกอบ (Flow Process Chart) ของแต่ละขั้นตอนดังแสดงในภาคผนวก ค. ซึ่งแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานไว้อย่างละเอียดทั้งเวลามาตรฐานในการทำงานและระยะทางในการเคลื่อนที่ของแต่ละกระบวนการ เห็นได้ว่ากระบวนการ100 มีรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) สูงที่สุด คือ 141.43 วินาที โดยกระบวนการที่มีรอบเวลาการผลิตสูงรองลงมา คือกระบวนการ 020 มีรอบเวลาการผลิตท่ากับ 138.03วินาที ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการเลือกกระบวนการ 100 มาทำการทดลอง เพราะมีรอบเวลาผลิตสูงสุด และไม่เลือกกระบวนการ 020 เพราะว่ามีข้อจำกัดทางด้านเทคนิคการผลิต คือ กระบวนการนี้ใช้หุ่นยนต์ในการผลิต ซึ่งเวลาการผลิตของหุ่นยนต์ไม่สามารถปรับได้เพราะถ้าปรับให้ช้าหรือเร็วจะส่งผลต่อคุณภาพของแนวเชื่อม โดยผู้วิจัยใช้แผนภูมิแสดงกระบวนการประกอบ ในการวิเคราะห์ เพื่อหาทางแก้ไข ปรับปรุง เปรียบเทียบการทำงานก่อนการปรับปรุงและการทำงานหลังการปรับปรุง ทั้งนี้จะได้นำไปใช้กำหนดแนวทางและเลือกกระบวนการศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงแก้ไข

กระบวนการที่ 100: ตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์นี้สามารถตรวจสอบชิ้นงานได้ต่อวันคือ

เวลาในการทำงาน 1 วัน	=	540 – 90	นาที	
	=	450	นาที	= 27,000 นาที
งาน 1 ชิ้นใช้เวลา	=	141.43	วินาที (เวลามาตรฐาน)	
เพราะฉะนั้น 1 วันจะได้งาน	=	$\frac{27.000}{141.43}$	ชิ้น	
	=	190	ชิ้น / วัน	

ดังนั้น จากการคำนวณจะเห็นได้ว่า ในการตรวจสอบชิ้นงาน 100 เปอร์เซ็นต์พนักงานสามารถตรวจสอบได้ 190 ชิ้นต่อวันต่อคน

รูปที่ 4.8 แสดงชิ้นงานที่รอการตรวจสอบของกระบวนการ 100

4.4 การศึกษาปัญหางานทำซ้ำ

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลของสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย กระบวนการประกอบ และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตพบว่าปัญหาชิ้นงานที่ออกจากสายการประกอบจะต้องผ่านการทำซ้ำ โดยการเคาะชิ้นงานทุกชิ้น เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพตามที่กำหนด ทำให้เกิดความสูญเสียทั้งทางด้านเวลา แรงงาน และผลผลิตค่อนข้างสูง ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ต้องมีการเคาะชิ้นงานทุกชิ้นเนื่องจาก โรงงานตัวอย่างมีกำลังการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย รุ่น 4×2 สูงสุดจำนวน 640 ชิ้นต่อวัน แต่กระบวนการที่ 100: ตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถตรวจสอบงานได้ในเวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมงที่จำนวน 190 ชิ้นต่อวัน ดังนั้นจึงใช้วิธีการแก้ปัญหาด้วยการซ่อมก่อนการตรวจเช็ค อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการซ่อมชิ้นงานก่อนการตรวจเช็คแล้ว ก็ยังพบปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อที่ 4.5 ต่อไป และจากการเก็บข้อมูลระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ.2549 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2549 เป็นระยะเวลา 2 เดือน โรงงานตัวอย่างมียอดผลิต และงานที่ต้องทำการทำซ้ำทั้งสิ้นดังนี้

ตารางที่ 4.2 ยอดผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัยรุ่น 4×2 ประจำเดือนตุลาคม และพฤศจิกายน พ.ศ.2549

ยอดผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัยรุ่น 4×2 ประจำเดือนตุลาคม พ.ศ.2549																
วันที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
ยอดผลิต		384	260	420	490	530	530	180	689	480	600	550	615	560		123
วันที่	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	
ยอดผลิต	550	560	495	690	490	580		560	540	560	460	484		350	430	
รวมยอดผลิตทั้งสิ้น **13,160** ชิ้น								จำนวนงานทำซ้ำใหม่ทั้งสิ้น **13,160** ชิ้น								
ยอดผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัยรุ่น 4×2 ประจำเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549																
วันที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
ยอดผลิต	354	243	399	400	180	477	520	516	442	486	374		475	562	444	429
วันที่	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**		
ยอดผลิต	428	354	180	336	403	536	614	570	525		537	539	530	327		
รวมยอดผลิตทั้งสิ้น **12,180** ชิ้น								จำนวนงานทำซ้ำใหม่ทั้งสิ้น **12,180** ชิ้น								

4.5 การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

สาเหตุที่ทำให้เกิดการทำซ้ำ ศึกษาได้จากใบรายงานการผลิตประจำวัน(Daily Report) และเอกสารใบรายงานของเสีย (Problem In-House Defect Report) แสดงไว้ในภาคผนวก จ สามารถสรุปปัญหาหลัก ๆ ที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานได้ดังนี้

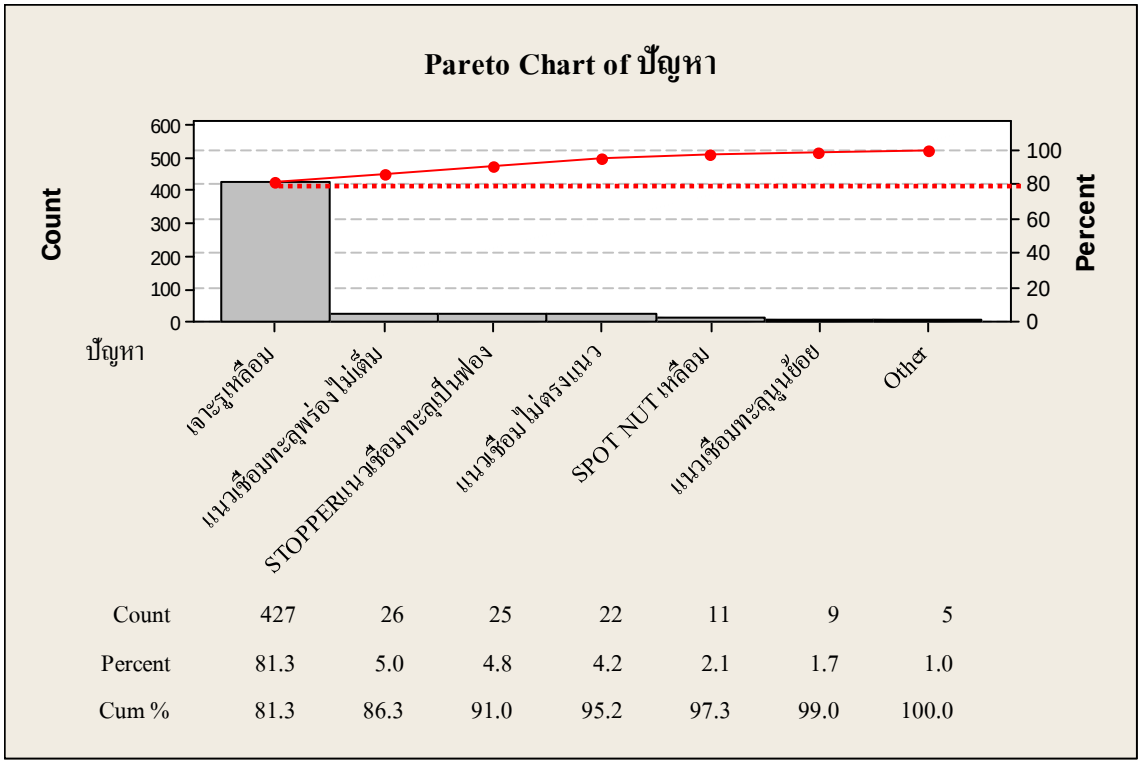
- เชื่อมจุด (Spot) Nut เหลื่อม
- แนวเชื่อมทะลุ พร่อง ไม่เต็ม
- แนวเชื่อมไม่ตรงแนว
- แนวเชื่อมทะลุ นูน ย้อย
- Stopper แนวเชื่อมทะลุ เป็นฟอง
- เจาะรูเหลื่อม

โดยจากการเก็บข้อมูลระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ.2549 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2549 เป็นระยะเวลา 2 เดือน สามารถสรุปการเกิดปัญหาในกระบวนการผลิตได้ดังตารางที่ 4.3 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก จ)

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลความถี่ของปัญหาที่เกิดระหว่างกระบวนการผลิต

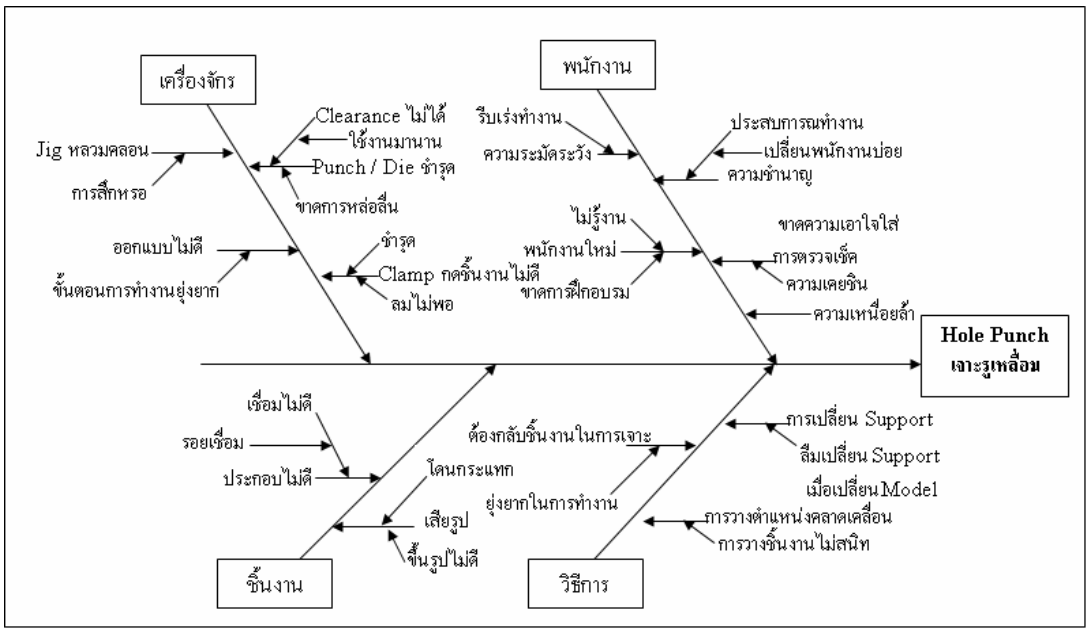
ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต	กระบวนการที่พบปัญหา	จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา	เปอร์เซ็นต์
SPOT NUT เหลื่อม	010, 040	11	2.10
แนวเชื่อมทะลุ พร่อง ไม่เต็ม	030	26	4.95
แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	020	22	4.19
แนวเชื่อมทะลุ นูน ย้อย	020	9	1.72
STOPPER แนวเชื่อมทะลุ เป็นฟอง	050,060,070,090	25	4.76
เจาะรูเหลื่อม	080	427	81.33
อื่น ๆ		5	0.95
รวม		**525**	**100.00**

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 จะนำมาเขียนเป็นแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) เพื่อแสดงปัญหา และใช้พิจารณาในการเลือกปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย เพื่อที่จะทำการแก้ไขปัญหาหลักที่เกิดขึ้น โดยจะแสดงแผนภูมิพาเรโตดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงแผนภูมิพาเรโตของอาการของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) มีอาการของเสียแบบ เจาะรูเหลื่อมในกระบวนการผลิต เป็นปัญหาหลัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการเลือกอาการของเสียดังกล่าวมาทำการแก้ไขปัญหาก่อน และหากเปรียบเทียบกับปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจะพบว่าปัญหาอื่นสามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการสังเกตด้วยสายตา สามารถแก้ไขได้ทันทีที่พบปัญหา แต่สำหรับปัญหาการเจาะรูเหลื่อมนั้น ต้องใช้อุปกรณ์ตรวจสอบเฉพาะเท่านั้นถึงจะทราบค่าความเหลื่อมได้ เมื่อแยกพิจารณาดูในรายละเอียดก็จะพบว่า ปัญหามักจะเกิดขึ้นในกระบวนการที่ 080 การเจาะรูชิ้นงาน (Cross Member Steering Sub Assembly Hole Punch) ดังนั้นปัญหาการเจาะรูเหลื่อมที่กระบวนการที่ 080 เป็นปัญหาที่สมควรจะได้รับการแก้ไขก่อน เนื่องจากเป็นปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้าและความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต จึงได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการเจาะรูเหลื่อมโดยใช้แผนภูมิก้างปลา ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุของปัญหาได้ ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แผนภูมิก้างปลาแสดงการวิเคราะห์ Hole Punch เจาะรูเหลื่อม

จากการวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาพบว่า การเจาะรูเหลื่อม มีสาเหตุหลักมาจาก

1. เครื่องจักร สภาพเครื่องจักรที่ใช้งานในปัจจุบันมีอายุการใช้งานนาน เกิดความชำรุด สึกหรอในบางจุด และบางส่วนออกแบบมาไม่เหมาะสมกับการใช้งาน มีขั้นตอนในการทำงานยุ่งยาก
2. พนักงาน มีส่วนทำให้งานเกิดความผิดพลาด คือ การที่มีพนักงานใหม่เข้ามา ขาดความชำนาญในการปฏิบัติงาน สำหรับพนักงานประจำก็จะปฏิบัติงานด้วยความเคยชิน ไม่เอาใจใส่ ขาดความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน และบางส่วนอาจเกิดมาจากความเหนื่อยล้าในการปฏิบัติงาน
3. ชิ้นงานหรือชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบ ไม่มีคุณภาพ
4. วิธีการทำงาน ที่มีความยุ่งยากซับซ้อน

ตารางที่ 4.4 การประเมินภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ

Process	Key Process Input (สาเหตุที่เกิดปัญหา)	Potential Failure Mode (ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น)	Potential Effect of Mode (ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น)	Severity ความรุนแรง	Potential Cause Mechanism of Failure (สาเหตุที่เป็นไปได้)	Occurrence โอกาสการเกิด	Current Process Control การควบคุมในปัจจุบัน	Detection การตรวจจับ	RPN ความเสี่ยง
การเจาะรูชิ้นงาน Hole punch	1. ชิ้นงานประกอบไม่ดี 2. ชิ้นงานหล่นโดนกระแทก	ทำให้มีแนวเชื่อมนูนย้อย ชิ้นงานเสียรูป	ส่งผลให้วางชิ้นงานไม่แนบสนิท ส่งผลให้วางชิ้นงานไม่แนบสนิท	2 2	▪ หัว Tip สกปรก ชำรุด ▪ เลือกสภาพการเชื่อมผิด ▪ การวางชิ้นงานไม่ถูกวิธี ▪ การเก็บชิ้นงานไม่ถูกวิธี	3 2	- การตรวจสอบด้วยสายตา - การตรวจสอบประจำสัปดาห์ - มาตรฐานการปฏิบัติงานและการเก็บรักษา	3 2	18 8
	3. การกลับชิ้นงานในการเจาะ	สึมเปลี่ยน Support เมื่อมีการกลับด้านการเจาะชิ้นงาน	ส่งผลให้ตำแหน่งการวางชิ้นงานคลาดเคลื่อนและเจาะรูเหลื่อม	7	▪ วิธีการทำงานไม่เหมาะสม	6	- ความชำนาญของพนักงาน	8	336
	4. พนักงานขาดทักษะ	วิธีการทำงานและการตรวจสอบ	ทำให้เกิดชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	2	▪ ขาดการฝึกอบรม	3	- มีการฝึกอบรมเบื้องต้นแก่พนักงานใหม่ - ความชำนาญของพนักงาน	3	18
	5. การออกแบบไม่ดี	ทำให้ต้องกลับชิ้นงานในการเจาะ	มีผลทำให้เกิดการเจาะรูเหลื่อม	8	▪ ลักษณะออกแบบทำให้ยากในการปฏิบัติงาน	6	- ขาดการตรวจสอบ	8	384
	6. เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษา	ชุด Punch และ Die ชำรุด	ส่งผลให้การเจาะรูชิ้นงานเป็นครีบ	2	▪ เกิดจากอายุการใช้งาน ▪ ขาดการตรวจสอบ	3	- ขาดการตรวจสอบ	3	18

หลังจากวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา ผู้วิจัยจึงนำปัญหามาทำการประเมินภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ ดังแสดงได้ในตารางที่ 4.4 ซึ่งจากการให้คะแนนพบว่า การกลับชิ้นงานในการเจาะรูและลักษณะการใช้งานของเครื่องจักรในการเจาะรูมีคะแนนค่าความเสี่ยง (RPN) ค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต โดยออกแบบเครื่องจักรให้เหมาะสม และสามารถลดวิธีการทำงานที่ซับซ้อนลงได้ เพราะถ้ามีเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ง่ายในการใช้งานแล้ว ถึงแม้ว่าพนักงานไม่มีประสบการณ์ ย่อมสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็ว ทำให้งานนั้นเกิดความผิดพลาดน้อยลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตโดยละเอียดในหัวข้อต่อไป

4.6 การศึกษาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

กระบวนการผลิตในสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) มีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ที่จำเป็นดังนี้

1. เครื่องเชื่อมจุด (Spot Nut Welder) ใช้ในการเชื่อม Nut เข้ากับ Cross Member Steering Front และ Cross Member Steering back
2. หุ่นยนต์ (Robot)ใช้ในการเชื่อม Cross Member Steering Front กับ Cross Member Steering back ใช้ในการเดินแนวเชื่อมเต็มแนว
3. อุปกรณ์จับยึดที่ใช้ในการประกอบ (Jig) ใช้ในการประกอบอุปกรณ์ย่อยเข้ากับ Cross Member Assembly Steering
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ (Checking Fixture Jig) เพื่อตรวจเช็คตำแหน่งในการประกอบ

จากการศึกษาเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตนั้น พบว่ามีเครื่องจักรที่ควรได้รับการปรับปรุงได้แก่

1. เครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะรูชิ้นงาน สามารถเจาะรูได้ทีละด้าน ซึ่งพนักงานจะต้องกลับชิ้นงานในการเจาะรูอีกด้านหนึ่ง ทำให้เกิดการเจาะรูเยื้องศูนย์ และในวิธีการทำงานก็เกิดความสูญเปล่าด้านเวลา กระบวนการ 080: การเจาะรูชิ้นงาน ซึ่งสำหรับจุดนี้ต้องเจาะรูให้ได้ต่อวัน คือ

เวลาในการทำงาน 1 วัน = 540 – 90 นาที

= 450 นาที = 27,000 นาที

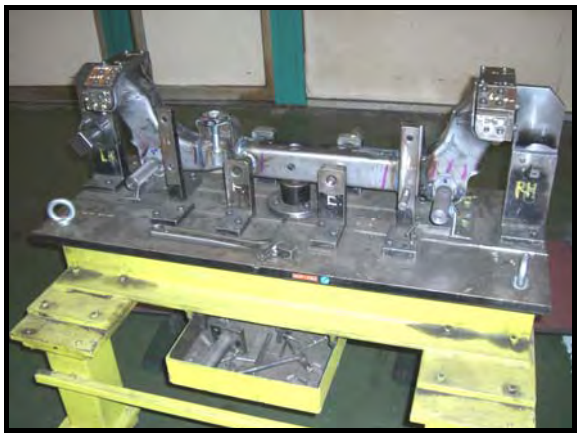
งาน 1 ชิ้นใช้เวลา = 39.85 วินาที (เวลามาตรฐาน)

เพราะฉะนั้น 1 วันจะได้งาน = $\frac{27.000}{39.85}$ ชิ้น

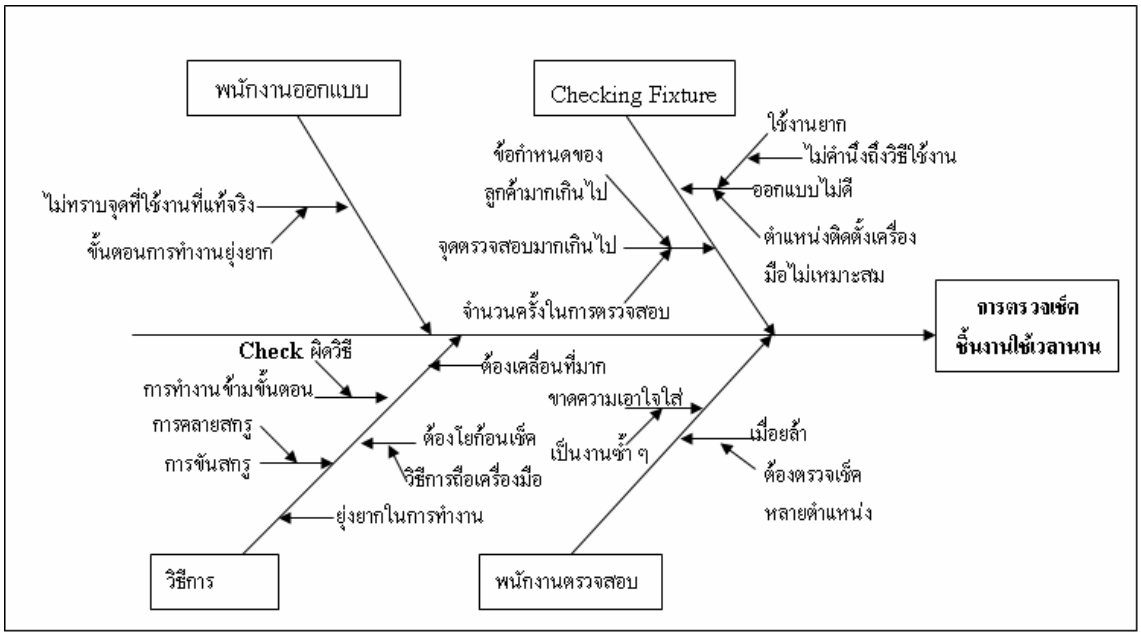
= 678 ชิ้น / วัน

ดังนั้น จากการคำนวณจะเห็นได้ว่า จุดเจาะรูชิ้นงานพนักงานสามารถเจาะรูได้ 678 ชิ้นต่อวัน

2. อุปกรณ์ตรวจสอบชิ้นงาน (Checking Fixture Jig) มีลักษณะไม่เหมาะสมกับการทำงานเพราะ มีตำแหน่งกำหนดให้ตรวจสอบหลายจุดมาก ดังรูปที่ 4.11 ทำให้เสียเวลาในการตรวจสอบ และมีชิ้นงานรอเช็คจำนวนมาก ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สาเหตุของการเสียเวลาในการตรวจสอบโดยใช้แผนภูมิก้างปลา ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 แสดงอุปกรณ์ตรวจสอบ (Checking Fixture Jig) ก่อนปรับปรุง

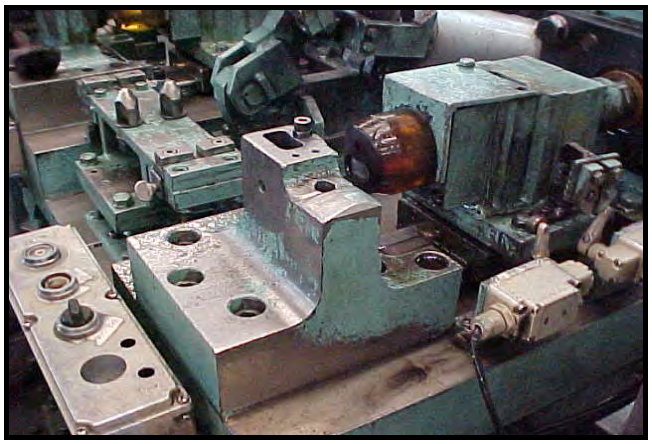


รูปที่ 4.12 แผนภูมิก้างปลาแสดงการวิเคราะห์ การตรวจสอบชิ้นงานใช้เวลานาน

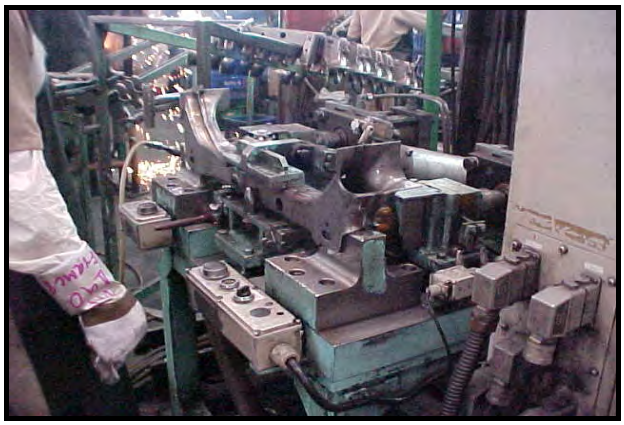
4.7 แนวทางในการเพิ่มผลผลิต

4.7.1 การปรับปรุงเครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะรู

ผู้วิจัยได้ศึกษาการทำงานซึ่งดูได้จากกระบวนการประกอบ (Flow chart) ตามภาคผนวก ค และภาคผนวก ง พบว่ากระบวนการ 080 การเจาะรูชิ้นส่วน (Process 080 Cross Member Steering Sub Assembly Punch Hole) ในการทำงานเมื่อมีการเจาะรูด้านข้างแล้ว จะต้องกลับด้านของชิ้นงาน เพื่อให้สามารถเจาะรูอีกด้านตามรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14 ทำให้เกิดปัญหาเรื่องรูเหลื่อมไม่ตรงกัน ซึ่งชิ้นงานที่ออกมาจะต้องมีการทำซ้ำใหม่ทุกชิ้น



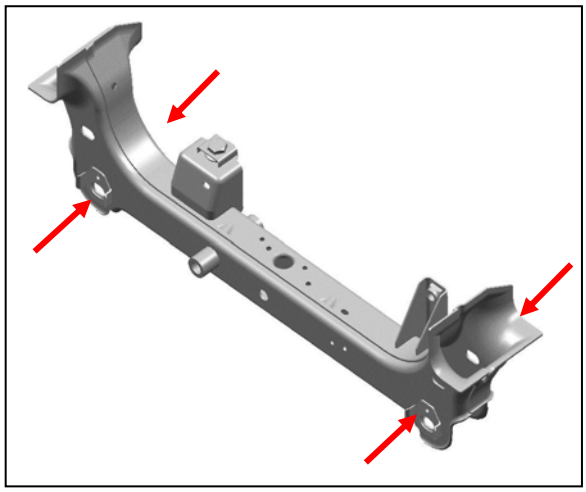
รูปที่ 4.13 แสดงเครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะรู ก่อนการปรับปรุง



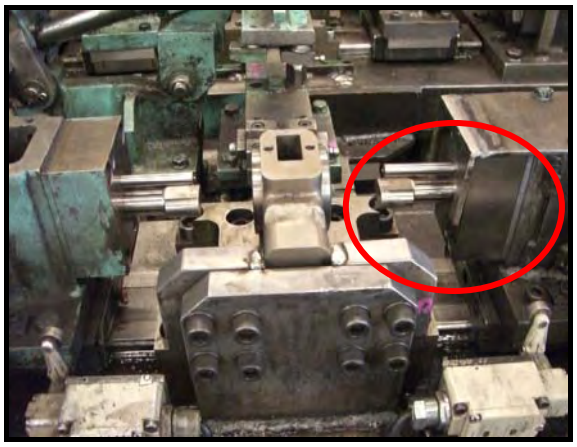
รูปที่ 4.14 แสดงวิธีการเจาะรู ก่อนการปรับปรุง

แนวทางการปรับปรุง ผู้วิจัยได้ใช้การออกแบบเครื่องมือ และดัดแปลงชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะรู (Die Block) ให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต เน้นความสะดวกในการปฏิบัติงาน และประหยัด เวลาในการปฏิบัติงาน ซึ่งเครื่องมือที่ทางผู้วิจัยได้ออกแบบ สามารถเจาะรู 2 ด้านได้ในขั้นตอนเดียว ทำให้ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน เพราะในกระบวนการทำงานแบบใหม่ไม่ต้องกลับด้านชิ้นงาน

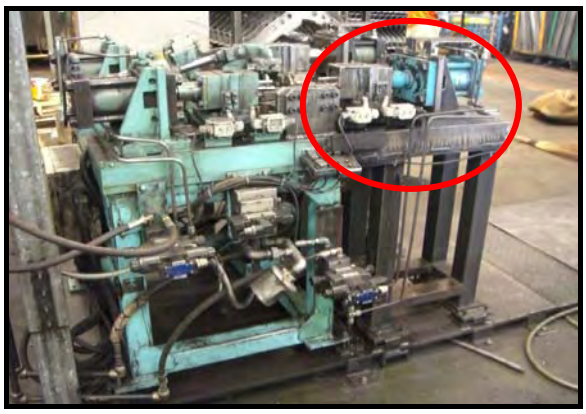
ลักษณะของทิศทางการเจาะรูแสดงไว้ตามรูปที่ 4.15 โดยเมื่อติดตั้งเครื่องจักรแล้วใช้งานจริง แสดงได้ตามรูปที่ 4.16, 4.17 และรูปที่ 4.18 ตามลำดับ สำหรับแบบของเครื่องจักร (Drawing) แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ



รูปที่ 4.15 แสดงทิศทางการเจาะรู (Punch Hole) หลังการปรับปรุง



รูปที่ 4.16 แสดงเครื่องจักรที่ติดตั้งเพิ่มหลังปรับปรุง (1)



รูปที่ 4.17 แสดงเครื่องจักรที่ติดตั้งเพิ่มหลังปรับปรุง (2)

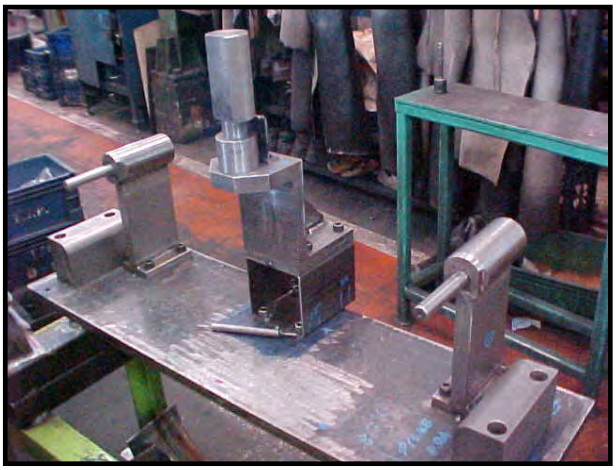
รูปที่ 4.18 แสดงการเจาะรูของเครื่องจักรหลังปรับปรุง

4.7.2 การปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

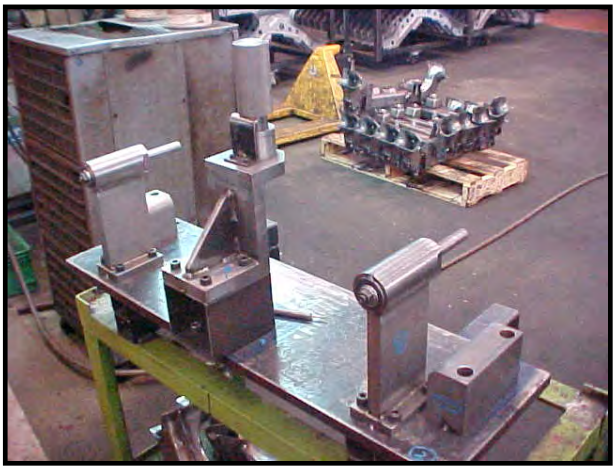
จากการศึกษาในกระบวนการ 100: การตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ (Process 100: 100 % Data check) ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตพบว่า มีงานเป็นจำนวนมากรอการตรวจสอบอยู่ ซึ่งสาเหตุเกิดจากการตรวจสอบงานล่าช้าเนื่องจากการตรวจสอบมีจุดตรวจสอบหลายจุด และหาพิจารณาจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์มีลักษณะการใช้งานที่ค่อนข้างยาก แสดงได้ดังรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.19

รูปที่ 4.19 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงาน ก่อนการปรับปรุง

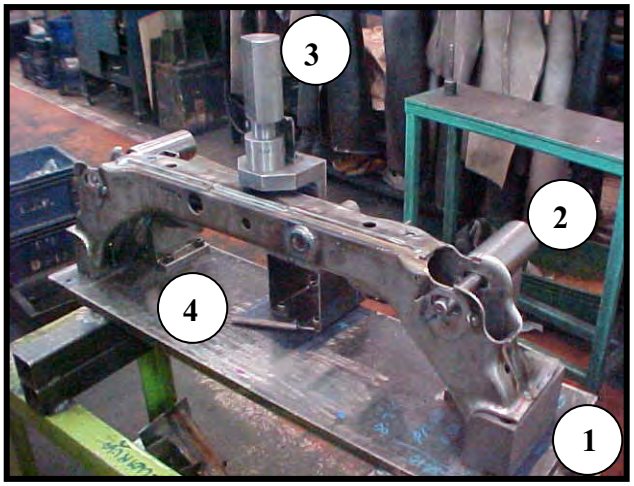
แนวทางการปรับปรุง ผู้วิจัยได้ใช้การออกแบบเครื่องมือ โดยออกแบบอุปกรณ์ตรวจสอบ ที่มีลักษณะการใช้งานที่ง่ายกว่าที่ใช้เดิม และมีความสะดวกในการใช้งาน สามารถลดเวลาในการตรวจสอบลงได้ และสามารถควบคุมถึงจุดประกอบที่สำคัญตามที่ลูกค้าต้องการ ตามรูปที่ 4.20 และรูปที่ 4.21 ส่วนแบบของอุปกรณ์ตรวจสอบ แสดงไว้ในภาคผนวก ช



รูปที่ 4.20 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานหลังปรับปรุง (1)



รูปที่ 4.21 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานหลังปรับปรุง (2)



รูปที่ 4.22 แสดงการใช้อุปกรณ์ในการตรวจสอบชิ้นงานหลังปรับปรุง

อุปกรณ์หลังปรับปรุง มีข้อแตกต่างจากการตรวจสอบเดิมดังนี้(ดูรูปที่ 4.22 ประกอบ)

1. เปลี่ยนวิธีการตรวจสอบช่องว่างหรือก้อนตรวจสอบช่องว่างจากเดิมใช้วิธีการโยก ได้เปลี่ยนเป็นใช้วิธีการยึดติดอยู่กับที่ทั้ง 2 ข้าง
2. เปลี่ยนวิธีการตรวจสอบรูชิ้นงาน จากเดิมใช้วิธีดึงสลักเข้า-ออก ได้เปลี่ยนเป็นใช้วิธีการยึดติดอยู่กับที่ทั้ง 2 ข้าง
3. ตำแหน่งศูนย์กลางยังเป็นรูปแบบเดิม แต่เปลี่ยนวิธีการทำงานโดยการดึงขึ้นและปล่อยลง
4. การวัดระยะของชิ้นงาน ใช้เหล็กที่อยู่ในหมายเลข 4 ซึ่งเป็นเหล็กที่กลึงข้างหนึ่งให้ได้ขนาดที่กำหนดคือ 3 มิลลิเมตรและอีกข้างหนึ่งกลึงให้ได้ขนาด4.5มิลลิเมตร เป็นตัวตรวจสอบเป็นแบบผ่าน(Go) กับ ไม่ผ่าน(No Go)ตามลำดับ ซึ่งถ้าช่องว่างน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ก็จะเป็นชิ้นงานเสีย ต้องนำไปซ่อมโดยเคาะปีกชิ้นงานใหม่ให้สามารถตรวจสอบ 3 มิลลิเมตรผ่านได้ ถ้าช่องว่างมากกว่า 3 มิลลิเมตรก็จะใช้แบบไม่ผ่าน(No Go)การตรวจสอบคือด้าน 4.5 มิลลิเมตรถ้าตรวจสอบแล้วเข้าไม่ได้แสดงว่าชิ้นงานดี ซึ่งค่าเผื่อการตรวจสอบช่องว่างอยู่ที่ +1.5 เป็นลบไม่ได้

บทที่ 5 ผลการวิจัยและอภิปราย

โครงการวิจัยอุตสาหกรรมฉบับนี้ ได้นำหลักการวิเคราะห์กระบวนการ และการออกแบบทางวิศวกรรมเข้ามาประยุกต์ใช้ โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อเพิ่มผลผลิตให้แก่สายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) ให้กับโรงงานตัวอย่าง ซึ่งข้อมูลก่อนการปรับปรุงเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลหลังปรับปรุงได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถเพิ่มผลผลิตโดยการลดเวลาการทำงาน และลดปัญหาด้านคุณภาพของชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้แนะนำให้มีการพัฒนาและขยายผลเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาแก่สายการผลิตอื่นๆ ต่อไป

5.1 ผลการปรับปรุงเครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะรู

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงเครื่องจักรที่ใช้ในเจาะรูและนำไปติดตั้งใช้งาน สรุปผลได้ดังนี้

1. ลดปัญหางานทำซ้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ จากเดิมโรงงานตัวอย่างประสบกับปัญหาชิ้นงานเกิดรูเหลื่อมส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ประกอบกับโรงงานตัวอย่างมีกำลังการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย รุ่น 4×2 สูงสุดถึงจำนวน 640 ชิ้นต่อวัน แต่กระบวนการที่ 100: ตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถตรวจสอบงานได้ในเวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมงที่จำนวน 190 ชิ้นต่อวัน ดังนั้นเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการตรวจสอบ จึงใช้วิธีการแก้ปัญหาด้วยการซ่อมก่อนการตรวจสอบ และหลังจากที่มีการปรับปรุงเครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะรู ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในกระบวนการผลิตว่าจะไม่เกิดปัญหารูเหลื่อมขึ้น จึงไม่จำเป็นต้องมีการซ่อมงานก่อนการตรวจสอบในกระบวนการ 100 หลังการปรับปรุงเครื่องจักร ข้อมูลของงานทำซ้ำระหว่างเดือน มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 แสดงได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ยอดผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัยรุ่น 4×2 ประจำเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

ยอดผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัยรุ่น 4×2 ประจำเดือนมกราคม พ.ศ.2550																
วันที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
ยอดผลิต			390	570	570	530		590	480	460	534	540	440	150	536	440
วันที่	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	
ยอดผลิต	290	550	580	290		350	580	460	260	570	464	254	383	614	455	
รวมยอดผลิตทั้งสิ้น **12,330** ชิ้น								จำนวนงานทำซ้ำใหม่ทั้งสิ้น **6** ชิ้น								

ตารางที่ 5.1 ยอดผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัยรุ่น 4×2 ประจำเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พ.ศ.2549(ต่อ)

ยอดผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัยรุ่น 4×2 ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2550																
วันที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
ยอดผลิต	383	483			499	418	300	390	380	460	260	345	397	500	462	290
วันที่	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**				
ยอดผลิต			364	540	470	580	445	460	260	410	460	510				
รวมยอดผลิตทั้งสิ้น **9,200** ชิ้น								จำนวนงานทำซ้ำใหม่ทั้งสิ้น **0** ชิ้น								

อย่างไรก็ตามหลังการปรับปรุงเครื่องจักรในการเจาะรูชิ้นงาน และตรวจสอบประสิทธิภาพในการใช้งานแล้วพบว่า ยังมีปัญหาของชิ้นงานที่เจาะรูเหลื่อมอีก 6 ครั้งทั้งนี้เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นในช่วงเวลาที่เริ่มการใช้งานในระยะเวลา 10 วันแรก หลังการปรับปรุงเครื่องจักร เมื่อเครื่องจักรอยู่ในภาวะเสถียร ก็ไม่พบปัญหาการเจาะรูเหลื่อมอีก ทางผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลปัญหาในกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงเครื่องจักรอีกครั้ง ซึ่งแสดงข้อมูล ดังตาราง 5.2 (รายระเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก จ) และวัดผลได้ดังนี้

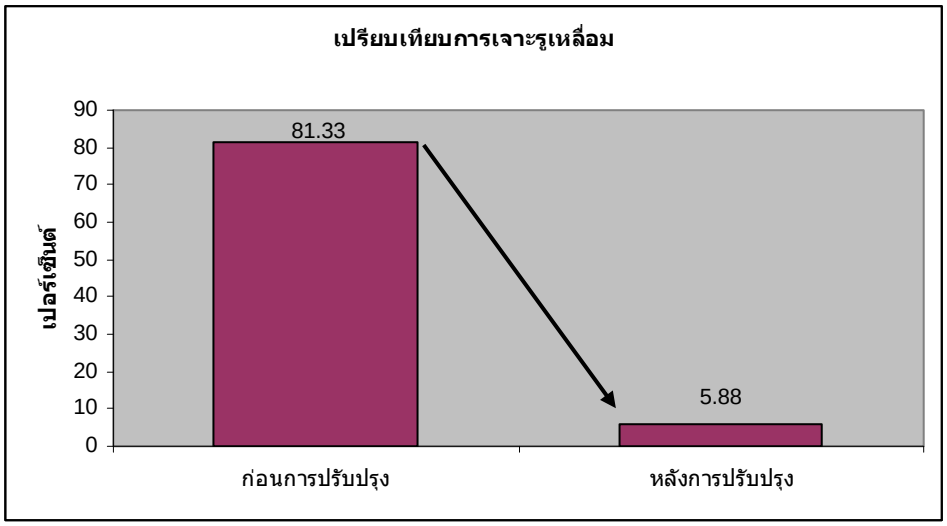
ตารางที่ 5.2 แสดงข้อมูลความถี่ของปัญหาที่เกิดระหว่างกระบวนการผลิต (หลังปรับปรุง)

ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต	**กระบวนการที่พบปัญหา**	**จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา**	**เปอร์เซ็นต์**
SPOT NUT เหลื่อม	010, 040	5	4.90
แนวเชื่อมทะลุ พร่อง ไม่เต็ม	030	28	27.45
แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	020	20	19.61
แนวเชื่อมทะลุ นูน ย้อย	020	12	11.76
STOPPER แนวเชื่อมทะลุ เป็นฟอง	050,060,070,090	24	23.53
เจาะรูเหลื่อม	**080**	**6**	**5.88**
อื่น ๆ		7	6.86
รวม		**102**	**100.00**

2. การลดปัญหาการเจาะรูเหลื่อม จากการออกแบบเครื่องมือที่มีแนวคิดการเจาะ ชิ้นงานโดยไม่ต้องกลับชิ้นงาน ทำให้สามารถแก้ปัญหาการเจาะรูเหลื่อมลงได้ เป็นที่น่าพอใจมาก คิดเป็นปัญหาการเจาะรูเหลื่อมลดลง 75.45 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5.3) ซึ่งข้อมูลของปัญหาที่ลดลงหลังจากมีการออกแบบและปรับปรุงวิธีการทำงาน สามารถเปรียบเทียบได้ตามรูปที่ 5.1

ตารางที่ 5.3 แสดงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของปัญหาการเจาะรูเหลื่อมที่ลดลง

รายการ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ปัญหาลดลง
จำนวนครั้งของการเจาะรูเหลื่อม	427	6	421
% การเจาะรูเหลื่อม	**81.33%**	**5.88%**	**75.45%**



รูปที่ 5.1 แผนภูมิเปรียบเทียบการเจาะรูเหลื่อมก่อนและหลังการปรับปรุง

3. การลดกระบวนการผลิต 080 การเจาะรูชิ้นงาน (Process 080 Cross Member Steering Sub Assembly Punch Hole 4×2) ซึ่งการทำงานในกระบวนการนี้ จะต้องมีการกลับชิ้นงานเพื่อเจาะรู ลดขั้นตอนในการทำงาน โดย การออกแบบเครื่องมือเพิ่มเติม ทำให้ไม่ต้องกลับชิ้นงาน ตามตารางที่ 5.4 วิเคราะห์กระบวนการผลิตการเจาะรูชิ้นงาน (หลังปรับปรุง) วิธีการลดลงดังนี้

- ด้านการปฏิบัติการ จากที่พนักงานต้องปฏิบัติการ 13 ครั้ง ลดลง 6 ครั้ง คงเหลือขั้นตอนการปฏิบัติงาน 7 ครั้ง
- ด้านการเคลื่อนย้าย จากที่พนักงานจะต้องเคลื่อนย้าย 16 ครั้ง ลดลง 7 ครั้ง คงเหลือขั้นตอนการเคลื่อนย้าย 9 ครั้ง

ตารางที่ 5.4 วิเคราะห์กระบวนการผลิตการเจาะรูชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

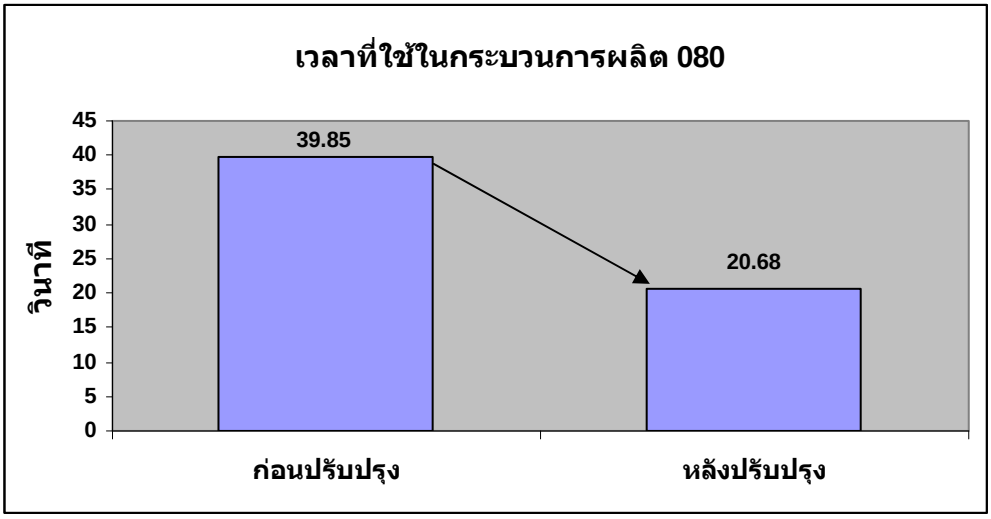
แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร					
แผนภูมิหมายเลข Jig 4 x 2			สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง
กรรมวิธี: C/M STRG SUB SAM HOLE PUNCH			การปฏิบัติการ ○	7	13
			การเคลื่อนย้าย ⇨	9	16
			การรอคอย D	-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □	-	
ตำแหน่งที่ตั้ง: **PROCESS NO.080**			การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)	1	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (วินาที)	20.68	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เอื้อมมือไปจับ PART C/M SUB ASM STRG		0.60						
จับ PART C/M SUB ASM STRG		0.77						
เดินไปที่จิ๊กจับยึด PART	1	1.15						
วาง PART ที่จิ๊กจับยึด		0.73						
เลื่อนมือไปที่ SWITCH		1.62						
กด SWITCH เครื่อง PUNCH		6.91						
เลื่อนมือไปที่แปรง		0.59						
จับแปรง		0.46						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.69						
ทาที่ PART		1.86						
เลื่อนมือไปที่วางแปรง		0.53						
วางแปรง		0.74						
เลื่อนมือกลับ		1.64						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.74						
ยก PART		0.84						
วางที่ SLIDER		0.81						

4. การลดเวลาในการผลิต จากขั้นตอนการทำงานที่ได้หลังจากการปรับปรุงสั้นลง ทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตก็น้อยลง จากเดิมที่ใช้เวลา 39.85 วินาที เหลือเวลาที่ใช้ในการเจาะรูชิ้นงาน 20.68 วินาที ลดลงได้ 19.17 วินาที คิดเป็นเวลาที่ลดลง 48.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงไว้ตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบเวลาในการผลิตของกระบวนการ 080

ขั้นตอน	ก่อนปรับปรุง (วินาที)	หลังปรับปรุง (วินาที)	ลดลง (วินาที)	เปอร์เซ็นต์ที่ลดลง
PROCESS 080 CROSS MEMBER STREERING SUB ASSEMBLY HOLE PUNCH	39.85	20.68	19.17	48.10%



รูปที่ 5.2 แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาในการผลิตของกระบวนการ 080 ก่อนและหลังการปรับปรุง

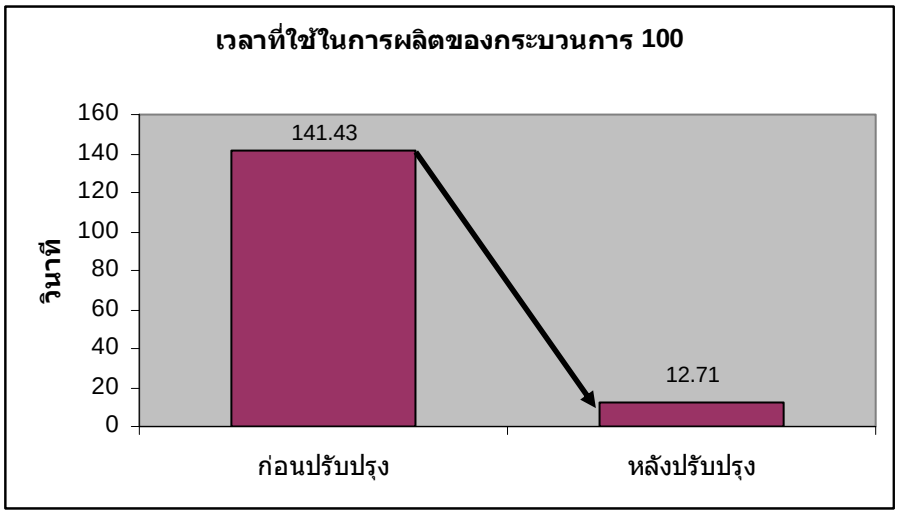
5.2 ผลการปรับปรุงอุปกรณ์การตรวจสอบ

จากการที่ได้มีการปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบของสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย (Cross Member Steering) สามารถวัดผลออกมาได้ดังนี้

1. การลดเวลาในการตรวจสอบชิ้นงาน มาจากขั้นตอนการทำงานที่ได้หลังจากการปรับปรุงมีขั้นตอนสั้นลง จึงทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตก็น้อยลงด้วย จากเดิมที่ใช้เวลาในการตรวจสอบ 141.43 วินาที คงเหลือเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ 12.71 วินาที เวลาที่ใช้ลดลง 129.02 วินาที ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบเวลาในการผลิตของกระบวนการ 100

ขั้นตอน	ก่อนปรับปรุง(วินาที)	หลังปรับปรุง(วินาที)	ลดลง(วินาที)
PROCESS 100 100 PERCENT DATA CHECK	141.43	12.71	128.72



รูปที่ 5.3 แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาในการผลิตของกระบวนการ 100

2. การลดกระบวนการตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยการออกแบบอุปกรณ์ในการตรวจสอบ (Jig Check) ให้สามารถตรวจสอบได้เฉพาะจุดที่มีผลกระทบต่อการนำชิ้นงานไปผลิตต่อ ดังนั้นจุดตรวจสอบงานจึงน้อยลง ส่วนจุดตรวจสอบอื่นๆ สามารถสอบได้ระหว่างการประกอบ ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 5.7 วิเคราะห์กระบวนการตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ (หลังปรับปรุง) กระบวนการทำงานลดลงดังนี้

- ด้านการปฏิบัติการ จากที่พนักงานจะต้องตรวจสอบรอบ ๆ อุปกรณ์ตรวจสอบ ซึ่งจะต้องมีขั้นตอน 8 ขั้นตอน ลดลง 4 ขั้นตอน เหลือเพียงการปฏิบัติงานที่สำคัญเพียง 4 ขั้นตอน
- ด้านการเคลื่อนย้าย จากที่พนักงานจะต้องมีการเคลื่อนย้าย 8 ครั้ง ลดลง 3 ขั้นตอน คงเหลือขั้นตอนการเคลื่อนย้าย 3 ขั้นตอน
- ด้านการตรวจสอบ จากที่พนักงานจะต้องตรวจสอบทั้งหมด 6 จุด ลดลง 4 จุด คงเหลือจุดตรวจสอบที่สำคัญ 2 จุด

ตารางที่ 5.7 วิเคราะห์กระบวนการตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ (หลังปรับปรุง)

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร							
แผนภูมิหมายเลข ——			สรุปผล				
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์			หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง
กรรมวิธี: 100 PERCENT DATA CHECK			การปฏิบัติการ ○			4	8
			การเคลื่อนย้าย ⇨			3	8
			การรอคอย D			-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □			2	6
ตำแหน่งที่ตั้ง: **PROCESS NO.100**			การเก็บรักษา ▽			-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)			-	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (นาที)			12"71"'	
รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				หมายเหตุ
			○	⇨	D	□	▽	
เอื้อมมือไปจับ C/M ASM STRG		0"63"'						
สอดชิ้นงานใน LOCATE PIN		0"64"'						
จับ PIN LOCK ตำแหน่งชิ้นงาน		0"64"'						
หยิบ PIN เช็ค GAP ด้านขวา		4"12"'						
เช็ค GAP ด้านซ้าย		4"12"'						
วาง PIN		0"38"'						
โยก PIN LOCK ตำแหน่งขึ้น		0"89"'						
จับถอยชิ้นงานใน LOCATE PIN ออก		0"67"'						
วางที่ PALLET		0"62"'						

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย

จากข้อมูลวิจัย จะเห็นได้ว่า การปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน การตรวจสอบงาน สามารถเพิ่มผลิตให้แก่โรงงานตัวอย่างและลดเวลาสูญเสียลงได้ดังนี้

6.1 ลดปริมาณงานทำซ้ำใหม่

- **ด้านการลดปัญหางานทำซ้ำ** ลดงานทำซ้ำก่อนการตรวจสอบชิ้นงานได้ 100 เปอร์เซ็นต์
- **ด้านการลดปัญหาทำงานซ้ำ** จากงานรูเหลื่อมได้ 75.45 เปอร์เซ็นต์ของปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด และปัญหาชิ้นงานรูเหลื่อมลดลงจากเดิมได้ 98.60 เปอร์เซ็นต์

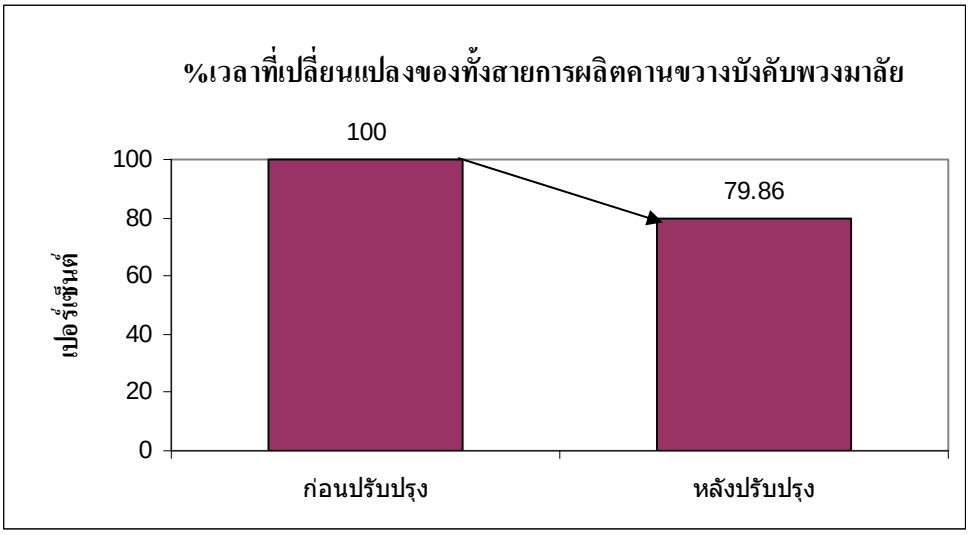
6.2 ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน

- **ด้านการลดเวลาในการทำงานของกระบวนการผลิตที่ 080** ก่อนการปรับปรุง กระบวนการผลิตที่ 080 การเจาะรูชิ้นงาน 1 ชิ้นใช้เวลา 39.85 วินาที หลังการปรับปรุง การเจาะรูชิ้นงาน 1 ชิ้นงานใช้เวลา 20.68 วินาที คิดเป็นเวลาที่ลดลง 19.17 วินาที
- **ด้านการลดเวลาในการตรวจสอบ** ก่อนการปรับปรุง การตรวจสอบชิ้นงาน 1 ชิ้น ใช้เวลา 141.43 วินาที หลังการปรับปรุงการตรวจสอบชิ้นงาน 1 ชิ้น ใช้เวลาในการตรวจสอบ 12.71 วินาที คิดเป็นเวลาที่ลดลง 128.72 วินาที

ซึ่งถ้าหากนำเวลาในการผลิตที่ลดลงมาเปรียบเทียบทั้งสายการผลิต พบว่าสามารถลดเวลาในการผลิตรวมลงได้ 147.89 วินาที คิดเป็น 20.14 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงเวลาของสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย

รายการ	ก่อนปรับปรุง (วินาที)	หลังปรับปรุง (วินาที)	ลดลง (วินาที)
เวลาที่เปลี่ยนแปลงของสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย	734.43	586.54	147.89
%เวลาที่เปลี่ยนแปลงของสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย	100	79.86	20.14



รูปที่ 6.1 แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาที่เปลี่ยนแปลงของสายการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย

6.3 ปัญหาในการทำวิจัย

1. ในการดำเนินงานเมื่อมีการตัดสินใจว่าจะมีการออกแบบเครื่องมือ และอุปกรณ์ใหม่เพิ่มเติม ต้องมีการศึกษาค่อนข้างนาน เนื่องจากจะต้องมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้น ต้องมีการตัดสินใจอย่างรอบคอบ บนพื้นฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้
2. ระยะเวลาในการจัดซื้อ และการสร้างเครื่องมือ อุปกรณ์ ต้องทันตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากทางผู้วิจัยต้องการให้ทันภายในระยะเวลาที่กำหนด จึงต้องมีการประชุมวางแผนกับทางบริษัทและกำหนดผู้รับผิดชอบที่ชัดเจน
3. การติดตั้งต้องรอในเวลาที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้กระทบกับยอดผลิต

6.4 ข้อเสนอแนะสำหรับโรงงานตัวอย่าง

1. จากแนวคิดของผู้ทำวิจัยและความร่วมมือกับทางฝ่ายต่าง ๆ ในบริษัทตัวอย่างพบว่าน่าจะมีการปรับปรุงขยายผลไปที่รุ่น 4×4 และสามารถขยายไปในสายการผลิตอื่น ๆ ด้วย ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีการออกแบบเครื่องมือ อุปกรณ์ใหม่ แต่ใช้วิธีการปรับปรุงวิธีการทำงานแบบอื่น ๆ ตามหลักการวิศวกรรมอุตสาหการ
2. ถ้ามีการปรับปรุงขยายผลไปที่รุ่น 4×4 ทางโรงงานตัวอย่างจะสามารถลดต้นทุนแรงงาน ในส่วนของกำลังคนที่กระบวนการ 080 การเจาะรูชิ้นงาน ได้จำนวน 1 คน
3. ทางโรงงานตัวอย่างควรเน้นการฝึกอบรมควบคู่กับการทำงานในทุก ๆ ด้านและสร้างแรงจูงใจให้พนักงานเพื่อเป้าหมายสู่ความสำเร็จต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2550 , **สภาวะอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนรถยนต์ ปี 2549,** [Online].Available http://www.thaiauto.or.th [10 มีนาคม 2550]**.**

2. กบิล มโนธรรมกิจ, 2543, **การเพิ่มผลผลิตของสายการผลิต Exhaust Manifold โดยการลดเวลาการตั้งเครื่องจักร**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-67.

3. กิตติพงษ์ มโนรถกุล**,** 2547**, การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการควบคุมการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนรถยนต์,** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1 - 107.

4. สมโภชน์ กูลศิริศรีตระกูล, 2543, **การเพิ่มผลิผลิตของสายการประกอบโครงเสริมกันชนหน้า,** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1 - 116**.**

5. สมศักดิ์ แก้วพลอย, 2544, **การปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการประกอบคานขวางในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1 – 128.

6. อำนาจ พันธุ์ศรีเพชร, 2548, **การเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษากระบวนการผลิตวาล์วประตูน้ำ**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1 - 107**.**

7. วีณา โฆษิตสุรังกุล, ดวงรัตน์ ชีวะปัญญาโรจน์, ศุภศักดิ์ พงษ์อนันต์, นำพล ตั้งทรัพย์, อารยา เจริญกุล, ศิริพร กอผจญ, ปริทัศน์ ชมเชย และ นพเก้า ศิริพลไพบูลย์, 2546, **Productivity องค์ประกอบการเพิ่มผลผลิต**, พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์ บริษัท อินโนกราฟฟิกส์ จำกัด, หน้า 5 - 11, 82 - 86.

8. จำลักษณ์ ขุนพลแก้ว, ศุภชัย อาชีวระงับโรค, นพเก้า ศิริพลไพบูลย์, กมลทิพย์ สินอ่ำ และ วรินธร เจนวิกัย, 2546, **หลักการเพิ่มผลผลิต**, พิมพ์ครั้งที่ 4, สำนักพิมพ์ประชาชน, หน้า 34 -86**.**

9. ศุภชัย รมยานนท์, 2539, **การออกแบบอุปกรณ์นำเจาะและจับงาน (Jig & Fixture Design),** สำนักพิมพ์ บริษัทซี เอ็ดยูเคชั่น จำกัด, หน้า 9 -14**,** 25-26.

10. วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, จรูญ มหิทธาฟองกุล และ ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2545, **การศึกษาการทำงาน**, พิมพ์ครั้งที่ 5, สำนักพิมพ์ โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 24, 260-261.

11. โยชิโมโตะ, คาซุโฮะ. โอนาริ, ฮิซาชิ. และวาตานาเบะ, เคน., 2547, **วิศวกรรมวิธีการ**, สำนักพิมพ์ พิมพ์ดีการพิมพ์, หน้า 71 - 83, 273 - 274.

12. ลัดดาวัลย์ มิ่งกลมรัตน์, 2536, **การลดของเสียในกระบวนการผลิตให้เป็นศูนย์**, พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า 30 - 32, 40 - 46.

13. กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ,2545, **สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 1(ประมวลผลด้วย MINITAB)**, พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า 51 - 78.

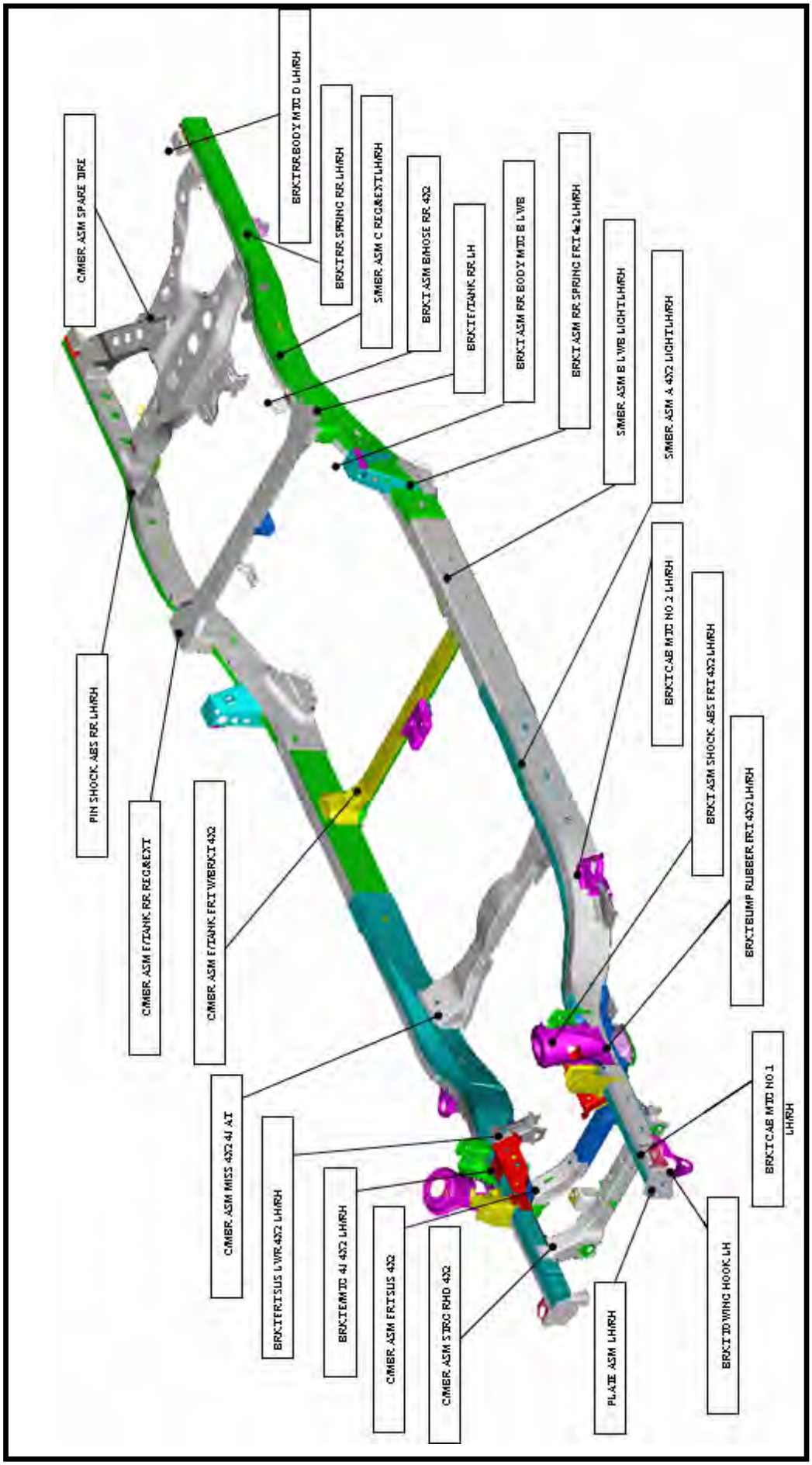
14. โรแบร์ แอนด์ แอสโซซิเอทส์ (ประเทศไทย), **ภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ**, หน้า 1-78

15. วันชัย ริจิรวนิช และชอุ่ม พลอยมีค่า, 2539, **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม**, พิมพ์ครั้งที่ 4, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 45 -75.

16. วิสูตร จิระดำเกิง, 2548, **การบริหารโครงการแนวทางปฏิบัติจริง**, สำนักพิมพ์วรรณกวี, หน้า 49 - 70, 350 - 368.

ภาคผนวก ก

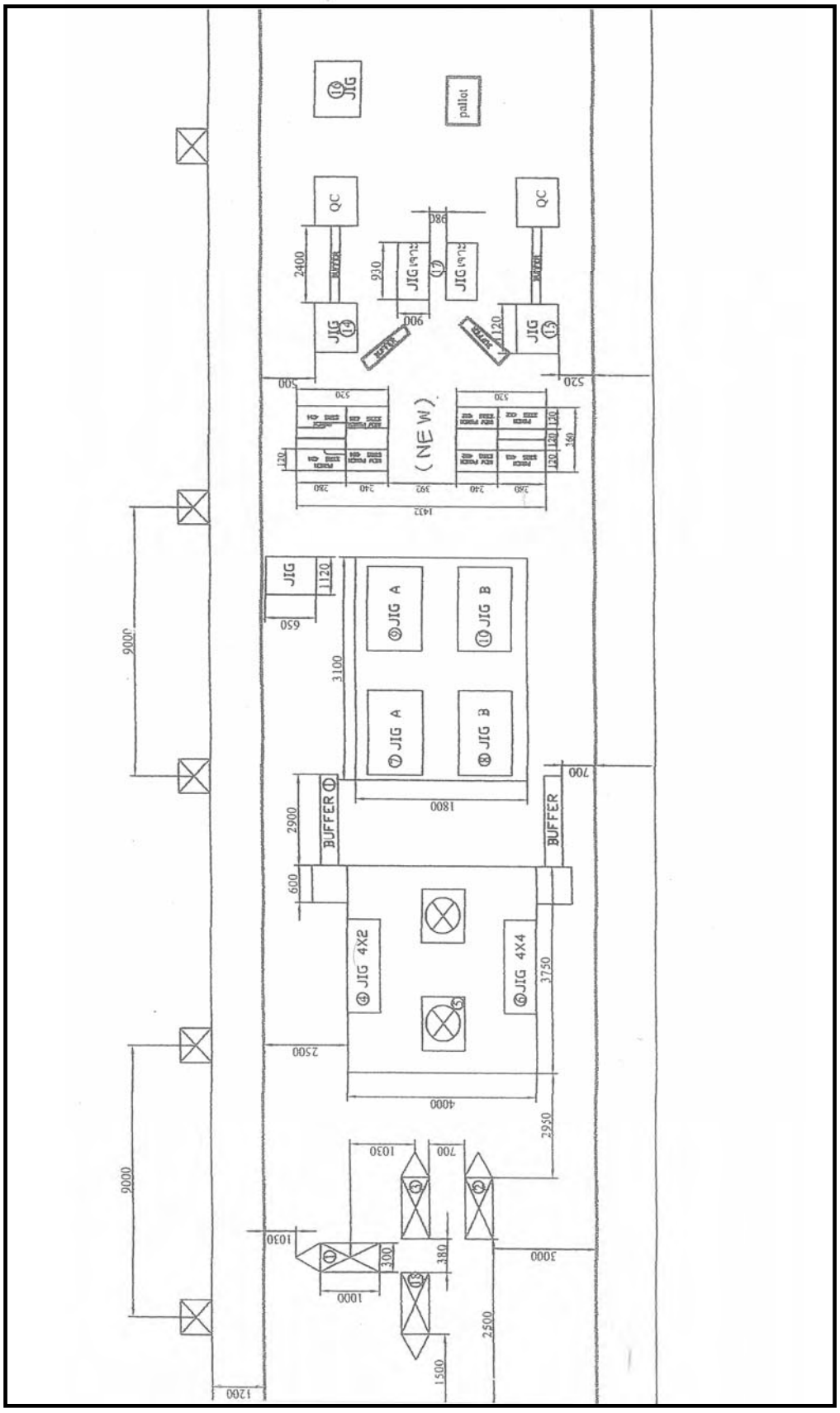
โครงสร้างช่วงล่างรถยนต์ที่ประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย



รูปที่ ก.1 โครงสร้างช่วงล่างรถยนต์ที่ประกอบด้วยบังโคลนหน้าและบังโคลนหลัง

ภาคผนวก ข

แผนผังสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย



รูปที่ ข.1 แผนผังสายการประกอบคานขวางปั๊มพวงมาลัย

ภาคผนวก ค

ข้อมูลวิเคราะห์กระบวนการทำงาน

ตารางที่ ค.1 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 010 Spot # 23

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร					
แผนภูมิหมายเลข 1 SPOT # 23			สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: C/M STRG FRONT/BACK PRJ NUT M6,M10 (SPOT # 23)			การปฏิบัติการ ○	4	
			การเคลื่อนย้าย ⇨	4	
			การรอคอย D	-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □	-	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.010			การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)	-	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (วินาที)	9.82	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เอื้อมมือไปที่ PART		1.17						
จับ PART C/M STRG FRT/BACK		0.57						
ถอยมือกลับไปที่จิ๊กจับยึด		1.24						
วางบนจิ๊กเครื่อง SPOT		0.59						
เหยียบ FOOT SWITCH เครื่อง SPOT NUT M6		1.12						
เปลี่ยนตำแหน่ง PART C/M STRG FRT/BACK		0.97						
เหยียบ FOOT SWITCH เครื่อง SPOT NUT M6		1.12						
หมุน PART ไปยัง SPOT M/C # 22		3.04						

ตารางที่ ค.2 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 010 Spot # 22

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร			
แผนภูมิหมายเลข 2 SPOT # 22	สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: C/M STRG FRONT/ BACK PRJ NUT M6,M10 (SPOT # 22)	การปฏิบัติการ ○	5	
	การเคลื่อนย้าย ⇨	4	
	การรอคอย D	-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ	การตรวจสอบ □	-	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.010	การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549	ระยะทาง (เมตร)	-	
ผู้อนุมัติ: วันที่	เวลา (วินาที)	11.71	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
วาง PART C/M STRG FRT/BACK		0.59						
เหยียบ FOOT SWITCH เครื่อง SPOT NUT M10		2.20						
เปลี่ยนตำแหน่ง PART C/M STRG FRT/BACK		1.45						
วางบนจิ๊กเครื่อง SPOT		2.20						
เหยียบ FOOT SWITCH เครื่อง SPOT NUT M10		1.70						
ยก PART C/M STRG FRT/ BACK		1.22						
เดินไปที่ PALLET		1.00						
วางที่ PALLET		1.35						
เดินไปที่ PART ใหม่								

ตารางที่ ค.3 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 020 Jig # 4×2

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร			
แผนภูมิหมายเลข 3 JIG # 4X2	สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: C/M STRG FRONT /BACK & TURE REINF ASM	การปฏิบัติการ ○	28	
	การเคลื่อนย้าย ⇨	28	
	การรอคอย D	1	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ	การตรวจสอบ □	-	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.020	การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: : นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549	ระยะทาง (เมตร)	2	
ผู้อนุมัติ: วันที่	เวลา (วินาที)	138.03	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เอื้อมมือไปหยิบผ้า		0.84						
หยิบผ้า		0.60						
เลื่อนมือไปที่ PART C/M STRG FRT/BACK		0.64						
เช็ค C/M STRG FRT/BACK		0.56						
ถอยมือกลับไปที่วางผ้า		0.81						
วางผ้า		0.41						
เอื้อมมือไปที่ PART C/M STRG FRT/BACK		0.59						
จับ PART C/M STRG FRT/BACK		0.37						
เดินกลับไปที่จิ๊ก	1	1.84						
วาง PART ที่จิ๊ก		2.99						
เอื้อมมือไปที่ PART TURE REINF		0.61						
จับ PART TURE REINF		0.41						
เลื่อนมือไปที่ PART C/M STRG BACK		0.63						
ประกอบใน PART C/M STRG BACK		0.45						

ตารางที่ ค.3 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 020 Jig # 4×2(ต่อ)

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
			○	⇨	D	□	▽	
เลื่อนมือไปที่ PART C/M STRG FRT		0.67						
จับ PART C/M STRG FRT ประกอบ		1.92						
เอื้อมมือไปที่ค้อน		0.38						
จับค้อน		0.27						
ถอยมือกลับไปที่ด้านขวา		0.88						
เคาะงานที่ด้านขวา		0.78						
เลื่อนมือไปที่ปุ่มกด		0.31						
กดปุ่มล็อก		0.37						
เลื่อนมือไปที่ด้านซ้ายของ PART		0.59						
เคาะงานที่ด้านซ้าย		0.91						
เอื้อมมือไปที่วางค้อน		0.51						
วางค้อน		0.45						
เลื่อนมือไปที่ SWITCH		0.59						
กด SWITCH		0.38						
ถอยตัวออกมา		0.89						
ประตูปิด ROBOT เริ่มทำการเชื่อม		3.51						
รอ ROBOT เชื่อม		84.00						
ประตู ROBOT เปิด		3.61						
เอื้อมมือไปที่เหล็กสอด		0.45						
จับเหล็กสอดทั้ง 2 ท่อน		0.34						
เอื้อมมือไปที่ PART		1.06						
สอดเข้าไปที่ PART		0.38						
เดินยก PART ไปที่จิ๊กด้านนอก	1	0.89						
วางที่จิ๊กด้านนอก		0.52						
เอื้อมมือไปที่วางเหล็กสอด		0.47						
วางเหล็กสอด		0.38						
เอื้อมมือไปที่กาจและหัวทิป		0.49						
จับกาจและหัวทิป		0.34						

ตารางที่ ค.3 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 020 Jig # 4×2(ต่อ)

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เลื่อนมือไปที่ PART C/M STRG BACK		0.49						
เชื่อม PART C/M STRG BACK		2.74						
เอื้อมมือไปที่วางกาจและหัวทิป		0.36						
วางกาจและหัวทิป		0.31						
เอื้อมมือไปที่หินเจียรมือ		1.23						
จับหินเจียรมือ		0.32						
เลื่อนมือไปที่ PART C/M STRG ASM		0.53						
เจียระไน PART C/M STRG ASM		7.18						
กลับด้าน PART C/M STRG ASM		0.59						
เจียระไน PART C/M STRG ASM		2.71						
เอื้อมมือไปที่วางหินเจียรมือ		0.38						
วางหินเจียรมือ		0.32						
เลื่อนมือไปที่ PART C/M STRG ASM		1.00						
ยก PART C/M STRG ASM		1.02						
เลื่อนมือไปที่วาง PART C/M STRG ASM		0.49						
วาง PART C/M STRG ASM ที่ SLIDER		0.27						

ตารางที่ ค.4 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 030 Jig # 4×2

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร					
แผนภูมิหมายเลข 4 Jig 4x2			สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: BRKT RACK ATT B & M16 BOLT & COVER STRG & BOLT ASM			การปฏิบัติการ ○	12	
			การเคลื่อนย้าย ⇨	13	
			การรอคอย D	-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □	-	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.030			การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)	-	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (วินาที)	38.24	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เอื้อมมือไปที่ PART		0.57						
จับ PART COVER ADJUST STRG BOLT, BRKT - RACK		0.74						
เลื่อนมือไปที่จิ๊ก		0..72						
วาง PART COVER ADJUST STRG BOLT, BRKT - RACK		0.68						
เลื่อนมือไปที่คันโยกล็อก		0.45						
ล็อกตำแหน่ง PART		0.64						
เลื่อนมือไปที่ PART FLANGE BOLT M16x1.5x70		0.41						
จับ PART FLANGE BOLT M16x1.5x70		0.98						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.66						
จับ PART COVER ADJUST		0.59						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.72						
ประกอบ PART ทั้งหมด		1.40						
เลื่อนมือไปที่คันโยกล็อค		0.52						

ตารางที่ ค.4 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 030 Jig # 4×2 (ต่อ)

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
			○	⇨	D	□	▽	
ล็อกตำแหน่ง PART		3.27						
เลื่อนมือไปที่กาจและหัวทิป		0.47						
จับกาจและหัวทิป		0.45						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.59						
เชื่อม PART		18.94						
เลื่อนมือไปที่วางกาจและหัวทิป		0.64						
วางกาจและหัวทิป		0.84						
เลื่อนมือไปที่คันโยกปลดล็อก		0.50						
ปลดล็อกจิ๊ก		1.29						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.44						
จับ PART		0.63						
โยน PART ใส่กล่อง		1.10						

ตารางที่ ค.5 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 040 Spot # 24

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร					
แผนภูมิหมายเลข 5 Spot # 24			สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: BRKT RACK ATT A RRJ NUT M12 (SPOT # 24)			การปฏิบัติการ ○	6	
			การเคลื่อนย้าย ⇨	3	
			การรอคอย D	-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □	-	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.040			การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)	-	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (วินาที)	12 .74	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เอื้อมมือไปที่ PART BRKT RACK ATT A		0.47						
จับ PART BRKT RACK ATT A		0.66						
วางที่ PIN SPOT		0.91						
เหยียบ FOOT SWITCH		1.27						
เครื่อง SPOT NUT		2.02						
เปลี่ยนตำแหน่ง PART BRKT RACK ATT A		1.94						
เหยียบ FOOT SWITCH เครื่อง SPOT NUT M6		1.27						
เครื่อง SPOT NUT		2.02						
ยก PART BRKT RACK ATT A ออก		1.35						
ใส่ตะกร้า		0.83						

ตารางที่ ค.6 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 040 Spot # 25

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร					
แผนภูมิหมายเลข 6 Spot # 25			สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: S/TRG SPOT NUT (SPOT # 25)			การปฏิบัติการ ○	5	
			การเคลื่อนย้าย ⇨	6	
			การรอคอย D	-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □	-	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.040			การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)	4	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (วินาที)	15.32	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เดินจากจุดเริ่มต้นไปที่ PART	1	1.02						
จับ PART S/TRG		0.83						
เดินกลับไปที่เครื่อง	1	1.05						
วาง PART S/TIRE ที่ PIN SPOT		0.91						
เหยียบ FOOT SWITCH เครื่อง SPOT NUT		2.00						
เปลี่ยนตำแหน่ง PART S/TRG		1.36						
เหยียบ FOOT SWITCH เครื่อง SPOT NUT		2.00						
ยก PART S/TRG		3.00						
เดินไปที่ PALLET	1	1.02						
วาง PART S/TRG		1.11						
เดินกลับไปที่จุดเริ่มต้น	1	1.02						

ตารางที่ ค.7 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 050 Jig 4×2(1)

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร					
แผนภูมิหมายเลข 7 (JIG # 04 4x2)			สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: C/M STRG SUB ASM & BRG BACK B,BACK A ASM (JIG # 04 4x2)			การปฏิบัติการ ○	20	
			การเคลื่อนย้าย ⇨	21	
			การรอคอย D	-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □	-	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.050,060			การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)	-	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (วินาที)	93.56	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
หมุนตัวไปที่ PART BRKT RACK		0.88						
เอื้อมมือไปที่ PART BRKT RACK		0.58						
จับ PART BRKT RACK		0.90						
หมุนตัวกลับไปที่จิ๊ก		2.43						
เลื่อนมือไปที่จิ๊ก		0.57						
วาง PART BRKT RACK ที่จิ๊ก		0.78						
เลื่อนมือไปที่ SWITCH		0.37						
กด SWITCH		0.46						
จิ๊กจับยึด PART BRKT RACK		1.19						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.63						
จับ PART ATTACHMENT B		0.79						
เลื่อนมือไปที่ PART BRKT RACK		0.48						
ประกอบเข้ากับ PART BRKT RACK		1.01						

ตารางที่ ค.7 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 050 Jig 4×2(1) (ต่อ)

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○ ⇨ D □ ▽	หมายเหตุ
เลื่อนมือไปที่ SWITCH จิ๊ก		0.87		
กด SWITCH		0.44		
จิ๊กจับยึด PART BRKT RACK A และ PART ATTACHMENT B		0.89		
เลื่อนมือไปที่กาจและหัวทิป		0.78		
จับกาจและหัวทิป		0.61		
เลื่อนมือไปที่ PART STRG C/M SUB ASM		0.70		
เชื่อม PART		17.03		
เลื่อนมือไปที่วางกาจและหัวทิป		0.82		
วางกาจและหัวทิป		0.67		
เลื่อนมือไปที่ SWITCH จิ๊ก		0.87		
กด SWITCH		0.41		
เลื่อนมือไปที่ PART STRG C/M SUB ASM		0.70		
กลับด้าน		1.63		
เลื่อนมือไปที่กาจและหัวทิป		0.66		
จับกาจและหัวทิป		0.47		
เลื่อนมือไปที่ PART STRG C/M SUB ASM		0.77		
เชื่อม PART		18.15		
เลื่อนมือไปที่ PART		0.77		
จับ STRG C/M SUB ASM หมุน		2.20		
เชื่อม PART		18.60		
เลื่อนมือไปที่ PART		0.67		
หมุน PART		0.90		
เชื่อม PART		8.98		
เลื่อนมือไปที่กาจและหัวทิป		0.59		
วางกาจและหัวทิป		0.48		
เลื่อนมือไปที่ PART		0.81		
จับ PART		0.74		
ยกวางที่ PALLET		1.28		

ตารางที่ ค.8 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 060 Jig 4×2(2)

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร						
แผนภูมิหมายเลข 8 (JIG # 05 4x2)			สรุปผล			
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์		ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: C/M STRG SUB ASM & BRG BACK B,BACK A ASM (JIG # 05 4x2)			การปฏิบัติการ ○		19	
			การเคลื่อนย้าย ⇨		21	
			การรอคอย D		-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □		-	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.050,060			การเก็บรักษา ▽		-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)		-	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (วินาที)		51 .98	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
หมุนตัวไปที่ PART BRKT RACK		0.99						
เอื้อมมือไปที่ PART BRKT RACK		0.66						
จับ PART BRKT RACK		0.46						
หมุนตัวกลับไปที่จิ๊ก		1.03						
เลื่อนมือไปที่จิ๊ก		0.90						
วาง PART BRKT RACK ที่จิ๊ก		0.77						
เลื่อนมือไปที่ SWITCH		0.79						
กด SWITCH		0.63						
จิ๊กจับยึด PART BRKT RACK		1.93						
เลื่อนมือไปที่ PART ATTACHMENT A		0.93						
จับ PART ATTACHMENT A		0.83						
เลื่อนมือไปที่ ตัวเช็คตำแหน่ง		0.71						
วางที่ตัวเช็คตำแหน่ง		0.66						
เลื่อนมือไปที่ PART BRKT RACK		0.70						
ประกอบเข้ากับ PART BRKT RACK		0.43						

ตารางที่ ค.8 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 060 Jig 4×2(2) (ต่อ)

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
			○	⇨	D	□	▽	
เลื่อนมือไปที่ SWITCH จิ๊ก		0.65						
กด SWITCH		0.48						
จิ๊กจับยึด PART BRKT RACK และ PART ATTACHMENT B		0.51						
เลื่อนมือไปที่กาจและหัวทิป		0.75						
จับกาจและหัวทิป		0.59						
เลื่อนมือไปที่ PART STRG C/M SUB ASM		0.86						
เชื่อม PART		9.38						
เลื่อนมือไปที่วางกาจและหัวทิป		0.52						
วางกาจและหัวทิป		0.48						
เลื่อนมือไปที่ SWITCH จิ๊ก		0.91						
กด SWITCH		0.55						
จิ๊กทำงาน		0.95						
เลื่อนมือไปที่ PART STRG C/M SUB ASM		0.69						
กลับด้าน		0.93						
เลื่อนมือไปที่กาจและหัวทิป		0.59						
จับกาจและหัวทิป		0.72						
เลื่อนมือไปที่ PART STRG C/M SUB ASM		0.67						
เชื่อม PART		14.10						
เลื่อนมือไปที่วางกาจและหัวทิป		0.68						
วางกาจและหัวทิป		0.66						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.72						
จับ PART		0.56						
ยก PART		0.62						
เดินไปที่ PALLET		1.16						
วาง PART ที่ PALLET		0.83						

ตารางที่ ค.9 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 070 Jig 4×2

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร					
แผนภูมิหมายเลข 9 Jig 4 x 2			สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: C/M Steering Sub ASM Full Weld			การปฏิบัติการ ○	15	
			การเคลื่อนย้าย ⇨	19	
			การรอคอย D	-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □	-	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.070 4X2			การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)	-	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (วินาที)	91.84	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
หมุนตัวไปที่ PART		0.48						
เอื้อมมือไปที่ PART		0.62						
จับ PART C/M STRG SUB ASM		0.52						
หมุนตัวกลับไปที่จิ๊ก		0.56						
เอื้อมมือไปที่จิ๊ก		0.41						
วาง PART ที่จิ๊ก		0.66						
เอื้อมมือไปที่กาจและหัวทิป		0.77						
จับกาจและหัวทิป		0.66						
เอื้อมมือไปเชื่อม PART		0.56						
เชื่อม PART		8.23						
กลับด้าน PART		0.66						
เชื่อม PART		7.94						
กลับด้าน PART		0.70						
เชื่อม PART		20.67						
เอื้อมมือไปที่วางกาจและหัวทิป		0.60						
วางกาจและหัวทิป		0.51						
ถอยมือกลับ		0.58						

ตารางที่ ค.9 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 070 Jig 4×2 (ต่อ)

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
			○	⇨	D	□	▽	
หมุนตัวไปที่ PART		0.90						
เอื้อมมือไปจับ PART REINF STRG C/M LH/RH		0.46						
จับ PART REINF STRG C/M LH/RH		0.45						
เอื้อมมือไปที่วาง PART		0.53						
วาง PART REINF STRG C/M LH/RH ประกอบ		0.86						
เชื่อม PART		8.21						
เอื้อมมือไปที่กาจและหัวทิป		0.72						
จับกาจและหัวทิป		0.60						
เอื้อมมือไปเชื่อม PART		0.49						
เชื่อม PART		8.23						
กลับด้าน PART		0.83						
เชื่อม PART		21.08						
เอื้อมมือไปที่วางกาจและหัวทิป		0.62						
วางกาจและหัวทิป		0.68						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.56						
ยก PART ขึ้น		0.66						
วางที่ PALLET		0.83						

ตารางที่ ค.10 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 080 Jig 4×2

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร			
แผนภูมิหมายเลข 10 Jig 4 x 2	สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: C/M STRG SUB SAM HOLE PUNCH	การปฏิบัติการ	○ 13	
	การเคลื่อนย้าย	⇨ 16	
	การรอคอย	D -	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ	การตรวจสอบ	□ -	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.080	การเก็บรักษา	▽ -	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549	ระยะทาง (เมตร)	2	
ผู้อนุมัติ: วันที่	เวลา (วินาที)	39.85	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เอื้อมมือไปจับ PART C/M SUB ASM STRG		0.60						
จับ PART C/M SUB ASM STRG		0.77						
เดินไปที่จิ๊กจับยึด PART	1	1.15						
วาง PART ที่จิ๊กจับยึด		0.73						
เลื่อนมือไปที่ SWITCH		1.62						
กด SWITCH เครื่อง PUNCH ด้านที่ 1		6.91						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.45						
กลับด้าน PART		1.16						
วาง PART ที่จิ๊กจับยึด		0.67						
เลื่อนมือไปที่ SWITCH		0.59						
กด SWITCH เครื่อง PUNCH ด้านที่ 2		6.91						
เลื่อนมือไปที่แปรง		0.59						
จับแปรง		0.46						

ตารางที่ ค.10 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 080 Jig 4×2 (ต่อ)

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
			○	⇨	D	□	▽	
เลื่อนมือไปที่ PART		0.69						
ทาที่ PART		1.86						
เลื่อนมือไปที่วางแปรง		0.53						
วางแปรง		0.74						
เลื่อนมือกลับ		1.64						
ยก PART เดินไปที่จิ๊กอีกตัว	1	0.74						
วาง PART ที่จิ๊ก		0.84						
เลื่อนมือไปที่เครื่องเจียรมือ		0.73						
จับเครื่องเจียรมือ		0.65						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.61						
เจียระไนรูทั้ง 2 ด้าน		4.63						
เลื่อนมือไปที่วางเครื่องเจียรมือ		0.60						
วางเครื่องเจียรมือ		0.59						
เลื่อนมือไปที่ PART		0.74						
ยก PART		0.84						
วางที่ SLIDER		0.81						

ตารางที่ ค.11 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 090 Brkt Cam Stopper ASM

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร					
แผนภูมิหมายเลข 11			สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: C/M STRG SUB ASM & BRKT CAM STOPPER ASM			การปฏิบัติการ ○	11	
			การเคลื่อนย้าย ⇨	14	
			การรอคอย D	-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □	1	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.090			การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)	-	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (วินาที)	89.91	

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เอื้อมมือจับ PART BRKT CAM STOPPER		0.45						
จับ PART BRKT CAM STOPPER จำนวน 4 ชิ้น		2.84						
เลื่อนมือไปที่จิ๊กจับยึด		0.56						
จับยึด PART ที่จิ๊ก		11.10						
หมุนตัวไปที่ PART C/M STRG		0.59						
เลื่อนมือไปที่ PART C/M STRG		0.70						
จับ PART C/M STRG		0.41						
หมุนตัวไปที่จิ๊ก		0.90						
เลื่อนมือไปที่จิ๊กจับยึด		0.73						
จับยึด PART ที่จิ๊ก		2.27						
เลื่อนมือไปที่ SWITCH		0.67						
กด SWITCH จับยึด PART		0.37						
หมุน PART C/M STRG		1.57						
เอื้อมมือไปจับกาจและหัวทิป		0.56						

ตารางที่ ค.11 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 090 Brkt Cam Stopper ASM (ต่อ)

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
			○	⇨	D	□	▽	
เชื่อม PART		12.80						
หมุน PART C/M STRG		1.45						
เชื่อม PART		15.81						
เลื่อนมือไปวางกาจและหัวทิป		0.49						
วางกาจและหัวทิป		0.74						
หมุน PART C/M STRG		1.02						
ปลดออกจิ๊ก		0.99						
ยกPART BRKT CAM ออกจากจิ๊ก		0.82						
วางที่ SLIDER		0.84						
ตรวจสอบ PART แนวเชื่อมและความโต 58.50 ด้วยเกจ		31.91						
ยก PART ขึ้น		0.75						
วางที่ PALLET		0.57						

ตารางที่ ค.12 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 100 Check

แผนภูมิวิเคราะห์ขบวนการทำงาน ☑ คน ☐ วัสดุ ☐ เครื่องจักร					
แผนภูมิหมายเลข 12			สรุปผล		
ชื่อโรงงาน: บริษัท ไทยซัมมิท พีเคเค บางนา จำกัด			สัญลักษณ์	ปัจจุบัน	เสนอ
กรรมวิธี: 100 PERCENT DATA CHECK			การปฏิบัติการ ○	8	
			การเคลื่อนย้าย ⇨	8	
			การรอคอย D	-	
☑ วิธีปัจจุบัน ☐ วิธีที่เสนอ			การตรวจสอบ □	6	
ตำแหน่งที่ตั้ง: PROCESS NO.100			การเก็บรักษา ▽	-	
ผู้บันทึก: นายวิทูร แดงนวล วันที่ 9 ตุลาคม 2549			ระยะทาง (เมตร)	2	
ผู้อนุมัติ: วันที่			เวลา (วินาที)	141.73	

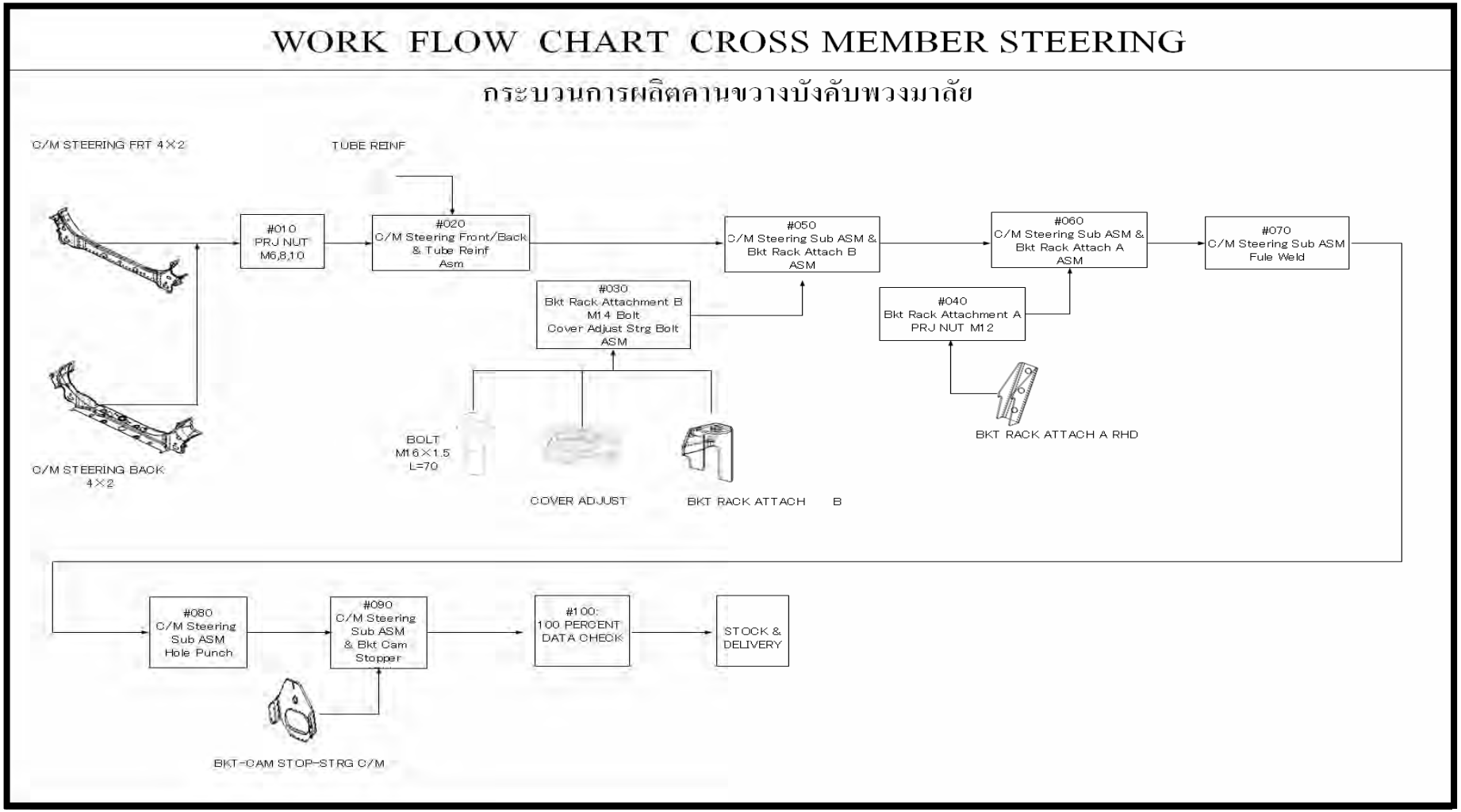
รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	หมายเหตุ
เอื้อมมือไปจับ C/M ASM STRG		0.63						
วางชิ้นงานลงบนจิ๊ก		0.64						
เดินไปจับก้อนเช็ค GAP ด้านขวา		1.34						
โยกก้อนเช็ค GAP ด้านขวาลงพร้อมเสียบ PIN		1.33						
เดินไปจับก้อนเช็ค GAP ด้านซ้าย		1.32						
โยกก้อนเช็ค GAP ด้านซ้ายพร้อมเสียบ PIN		1.30						
จับแท่นเช็ค COVER NUT ADJUST วางลงตำแหน่ง		0.64						
หยิบ PIN เช็ค GAP BRKT RACK ATTACHMENT A		0.60						
เช็ค GAP BRKT RACK ATTACHMENT A		1.84						
วาง PIN		0.38						
หยิบ FILLER GANGE		0.43						
เช็ค GAP COVER NUT ADJUST		1.72						
วาง FILLER GANGE		0.32						

ตารางที่ ค.12 วิเคราะห์กระบวนการทำการ Process 100 Check (ต่อ)

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
			○	⇨	D	□	▽	
หยิบ PIN		0.43						
เช็ค GAP ที่ก้อนเช็คด้านซ้าย		60.31						
เดินไปเช็ค GAP ที่ก้อนเช็ค ด้านขวา		60.51						
วาง PIN		0.37						
เลื่อน PIN TUBE REINF เข้าเช็ค พร้อมถอยออก		0.89						
ถอด PIN และโยกก้อนเช็ค GAP ขวาออก		0.28						
เดินไปถอด PIN และโยกก้อนเช็ค GAP ด้านขวาออก		4.16						
ยกชิ้นงานขึ้น		0.67						
วางที่ PALLET		0.62						

ภาคผนวก ง

กระบวนการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย



รูปที่ ง.1 แสดงกระบวนการผลิตคานขวางบังคับพวงมาลัย

ภาคผนวก จ

ใบบันทึกข้อมูลของเสีย

ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างใบบันทึกข้อมูลของเสีย

PROBLEM IN-HOUSE DEFECT C/MBR STRG 4x2

Process		Problem	SHIFT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
010,040	SPOT WELD NUT	1.ลืม SPOT NUT M.6	1																																
			2																																
		2.ลืม SPOT NUT M.10	1																																
			2																																
		3.ลืม SPOT NUT M.12	1																																
			2																																
		4. SPOT NUT เหลื่อม	1																																
			2																																
		5. SPOT NUT ผิดตำแหน่ง	1																																
			2																																
		6. SPOT NUT M.6 หลุด	1																																
			2																																
		7. SPOT NUT M.10 หลุด	1																																
			2																																
รวมงานเสียในกระบวนการ																																			
030	COVER , BOLT	8. ลืมเชื่อม COVER	1																																
			2																																
		9. ประกอบ COVER ไม่ตรง	1																																
			2																																
		10. แนวเชื่อมทะลุ,เชื่อมไม่เต็ม	1																																
			2																																
รวมงานเสียในกระบวนการ																																			
020 ROBOT FULL WELD	POINT ROBOT A	1.1 แนวเชื่อมไม่เต็ม จุดจบ	1																																
			2																																
		1.2 แนวเชื่อมไม่เต็ม บางช่วง	1																																
			2																																
		1.3 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																
			2																																
		1.4 แนวเชื่อมทะลุ นูน บ้อย	1																																
			2																																
		1.5 แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	1																																
			2																																
		1.6 แนวเชื่อม Under Cut	1																																
			2																																
	POINT ROBOT B	1.7 แนวเชื่อมไม่เต็ม จุดจบ	1																																
			2																																
		1.8 แนวเชื่อมไม่เต็ม บางช่วง	1																																
			2																																
		1.9 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																
			2																																
		2.0 แนวเชื่อมทะลุ นูน บ้อย	1																																
			2																																
		2.1 แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	1																																
			2																																
		2.2 แนวเชื่อม Under Cut	1																																
			2																																
KAWA		2.3 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																
			2																																
รวมงานเสียในกระบวนการ 020 ROBOT																																			
050,060,070,090	RACK B, RACK A, REINF STRG STOOPER ASM	2.4 ลืมเชื่อม Rack B	1																																
			2																																
		2.5 Rack B แนวเชื่อมทะลุ เป็นฟอง ไม่เต็ม	1																																
			2																																
		2.6 TUBE REINF แนวเชื่อมทะลุ	1																																
			2																																
		2.7 ลืมเชื่อม RACK A	1																																
			2																																
		2.8 Rack A แนวเชื่อมทะลุ เป็นฟอง ไม่เต็ม	1																																
			2																																
		2.9 ลืมเชื่อม REINF C/M STRG 4x4	1																																
			2																																
		3.0 ลืมเชื่อม STOPPER	1																																
			2																																
		3.1 STOPPER แนวเชื่อมทะลุ เป็นฟอง	1																																
			2																																
		3.2 BOX WIDTH 58.50 NG	1																																
			2																																
รวมงานเสียในกระบวนการ 050, 060 ,070																																			
080 HOL	PUNCH	3.3 เจาะรูเหลื่อมรุ่น 4x2	1																																
			2																																
รวมงานเสียในกระบวนการ 080																																			
รวมงานเสียของแต่ละวัน																																			
รวมยอดการผลิตของแต่ละวัน			1																																
			2																																

ตารางที่ จ.2 ใบบันทึกข้อมูลของเสียประจำเดือน ตุลาคม 2549

PROBLEM IN-HOUSE DEFECT C/MBR STRG 4x2 - OCTOBER 2006

Process	Problem	SHIFT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL	
010,040 SPOT WELD NUT	1.ลืม SPOT NUT M.6	1																																	
		2																																	
	2.ลืม SPOT NUT M.10	1																																	
		2																																	
	3.ลืม SPOT NUT M.12	1																																	
		2																																	
	4. SPOT NUT เหลื่อม	1		1											1																1		3	6
		2					1												1				1											3	
	5. SPOT NUT ผิดตำแหน่ง	1																																	
		2																																	
	6. SPOT NUT M.6 หลุด	1																																	
		2																																	
	7. SPOT NUT M.10 หลุด	1																																	
		2																																	
รวมงานเสียในกระบวนการ				1			1								1				1				1							1		6	
030 COVER , BOLT	8. ลืมเชื่อม COVER	1																																	
		2																																	
	9. ประกอบ COVER ไม่ตรง	1																																	
		2																																	
	10. แนวเชื่อมทะลุ,เชื่อมไม่เต็ม	1					1				1							1	1				1						1	1			7	14
		2		1		1					1		1	1												1		1					7	
รวมงานเสียในกระบวนการ				1		1	1				2		1	1				1	1				1			1		1	1				14	
020 ROBOT FULL WELD POINT ROBOT A	1.1 แนวเชื่อมไม่เต็ม จุดจบ	1													1																		1	1
		2																																	
	1.2 แนวเชื่อมไม่เต็ม บางช่วง	1																																	
		2																																	
	1.3 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																									1						1	1	
		2																																	
	1.4 แนวเชื่อมทะลุ นูน บ้อย	1										1																					1	2	
		2																									1						1		
	1.5 แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	1					1																										1	4	
		2												1									1	1									3		
	1.6 แนวเชื่อม Under Cut	1																																	
		2																																	
020 ROBOT FULL WELD POINT ROBOT B	1.7 แนวเชื่อมไม่เต็ม จุดจบ	1																																	
		2																																	
	1.8 แนวเชื่อมไม่เต็ม บางช่วง	1																																	
		2																																	
	1.9 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																	
		2																																	
	2.0 แนวเชื่อมทะลุ นูน บ้อย	1																												1			1	3	
		2				1																1											2		
	2.1 แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	1							1		1				1															1			4	6	
		2						1														1											2		
	2.2 แนวเชื่อม Under Cut	1																																	
		2																																	
KAWA	2.3 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																	
		2																																	
รวมงานเสียในกระบวนการ 020 ROBOT						1	1	1	1		1	1		1	2							2	1	1			2			2				17	
050,060,070,080 RACK B, RACK A, REINF STRG STOOPER ASM	2.4 ลืมเชื่อม Rack B	1																																	
		2																																	
	2.5 Rack B แนวเชื่อมทะลุ	1																																	
	เป็นฟอง ไม่เต็ม	2																																	
	2.6 TUBE REINF แนวเชื่อม	1																																	
	ทะลุ	2																																	
	2.7 ลืมเชื่อม RACK A	1																																	
		2																																	
	2.8 Rack A แนวเชื่อมทะลุ	1																		1														1	1
	เป็นฟอง ไม่เต็ม	2																																	
	2.9 ลืมเชื่อม REINF C/M	1																																	
	STRG 4x4	2																																	
	3.0 ลืมเชื่อม STOPPER	1																																	
		2																																	
	3.1 STOPPER แนวเชื่อมทะลุ	1		1				1	1		1					1			1	1			1						1					9	14
	เป็นฟอง	2								1			1			1										1							1	5	
	3.2 BOX WIDTH 58.50 NG	1																																	
		2																																	
รวมงานเสียในกระบวนการ 050, 060 ,070				1				1	1	1	1		1			2			1	2			1			1			1				1	15	
080 HOLE PUNCH	3.3 เจาะรูเหลื่อมรุ่น 4x2	1		3		5	4	7	5	1	7	6	7	8	8	6		1	6	7	7	8	6	5		4	6	5	7	4		3	1	137	219
		2		2	5	4	3	2	3	2	4	3	3	2	4	4		2	3	4	2	3	2	4		6	4	3		3		2	3	82	
รวมงานเสียในกระบวนการ 080				5	5	9	7	9	8	3	11	9	10	10	12	10		3	9	11	9	11	8	9		10	10	8	7	7		5	4	219	
รวมงานเสียของแต่ละวัน				8	5	11	10	11	10	4	15	10	12	12	15	12		4	12	13	9	13	12	10		12	12	9	9	10		6	5	271	
ยอดการผลิตของแต่ละวัน		1		240	40	232	310	420	375	90	489	330	440	420	415	360		44	340	360	345	490	410	307		236	370	311	460	348		220	280	8682	
		2		144	220	188	180	110	155	90	200	150	160	130	200	200		79	210	200	150	200	80	273		324	170	249	0	136		130	150	4478	
รวมยอดการผลิตของแต่ละวัน				384	260	420	490	530	530	180	689	480	600	550	615	560		123	550	560	495	690	490	580		560	540	560	460	484		350	430	13160	

ตารางที่ จ.3 ใบบันทึกข้อมูลของเสียประจำเดือน พฤศจิกายน 2549

PROBLEM IN-HOUSE DEFECT C/MBR STRG 4x2 - NOVEMBER 2006

Process	Problem	SHIFT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL	
010,040 SPOT WELD NUT	1.ลืม SPOT NUT M.6	1																																	
		2																																	
	2.ลืม SPOT NUT M.10	1																																	
		2																																	
	3.ลืม SPOT NUT M.12	1																																	
		2																																	
	4. SPOT NUT เหลื่อม	1																																	
		2																																	
	5. SPOT NUT ผิดตำแหน่ง	1				1																	1										2	5
		2										1						1													1			3	
	6. SPOT NUT M.6 หลุด	1																																	
		2																																	
	7. SPOT NUT M.10 หลุด	1																																	
		2																																	
รวมงานเสียในกระบวนการ						1						1						1					1							1			5	
030 COVER , BOLT	8. ลืมเชื่อม COVER	1																																	
		2																																	
	9. ประกอบ COVER ไม่ตรง	1																																	
		2																																	
	10. แนวเชื่อมทะลุ,เชื่อมไม่เต็ม	1	1						1								1									1				1			5	12
		2						1					1					1	1					1	1	1							7	
รวมงานเสียในกระบวนการ			1					1	1				1				1	1	1				1	1	2				1			12	
020 ROBOT FULL WELD POINT ROBOT A	1.1 แนวเชื่อมไม่เต็ม จุดจบ	1																																	
		2																																	
	1.2 แนวเชื่อมไม่เต็ม บางช่วง	1																																	
		2																																	
	1.3 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1													1																		1	1
		2																																	
	1.4 แนวเชื่อมทะลุ นูน ย้อย	1			1														1														2	3
		2																													1		1		
	1.5 แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	1													1	1																	2	6
		2			1				1															1							1		4	
	1.6 แนวเชื่อม Under Cut	1																																	
		2																																	
020 ROBOT FULL WELD POINT ROBOT B	1.7 แนวเชื่อมไม่เต็ม จุดจบ	1																																	
		2																																	
	1.8 แนวเชื่อมไม่เต็ม บางช่วง	1								1																							1	1
		2																																	
	1.9 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																	
		2																																	
	2.0 แนวเชื่อมทะลุ นูน ย้อย	1																																1	
		2										1																						1	
	2.1 แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	1																1	1							1							3	6
		2							1																		1			1			3	
	2.2 แนวเชื่อม Under Cut	1																																	
		2																																	
KAWA	2.3 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																	
		2																																	
รวมงานเสียในกระบวนการ 020 ROBOT					2				2	1		1			2	1		1	2					1		1	1			1	1	1		18	
050,060,070,090 RACK B, RACK A, REINF STRG STOOPER ASM	2.4 ลืมเชื่อม Rack B	1																																	
		2																																	
	2.5 Rack B แนวเชื่อมทะลุ	1																																	
	เป็นฟอง ไม่เต็ม	2																																	
	2.6 TUBE REINF แนวเชื่อม	1																																	
	ทะลุ	2																																	
	2.7 ลืมเชื่อม RACK A	1																																	
		2																																	
	2.8 Rack A แนวเชื่อมทะลุ	1																																	
	เป็นฟอง ไม่เต็ม	2																																	
	2.9 ลืมเชื่อม REINF C/M	1																																	
	STRG 4x4	2																																	
	3.0 ลืมเชื่อม STOPPER	1																																	
		2																																	
	3.1 STOPPER แนวเชื่อมทะลุ	1			1				1						1	1										1	1			1			7	11
	เป็นฟอง	2						1		1										1									1				4	
	3.2 BOX WIDTH 58.50 NG	1																																	
		2																																	
รวมงานเสียในกระบวนการ 050, 060 ,070					1			1	1	1					1	1				1						1	1		1	1			11	
080 HOLE PUNCH	3.3 เจาะรูเหลื่อมรุ่น 4x2	1	3	2	4	4	2	6	8	7	6	6	3		5	8	3	4	6	4	1	4	3	5	6	5	4		2	5	4	2	122	208
		2	3	2	1	2	1	3	1	2	2	3	4		4	3	4	3	2	3	1	2	3	5	6	4	6		6	3	5	2	86	
รวมงานเสียในกระบวนการ 080			6	4	5	6	3	9	9	9	8	9	7		9	11	7	7	8	7	2	6	6	10	12	9	10		8	8	9	4	208	
รวมงานเสียของแต่ละวัน			7	4	8	7	3	11	13	11	8	11	8		12	13	8	10	11	8	2	6	7	12	13	11	14		9	10	12	5	254	
ยอดการผลิตของแต่ละวัน		1	210	130	273	280	90	347	460	361	307	346	176		255	426	281	277	322	241	90	220	246	291	330	360	315		177	351	319	167	7648	
		2	144	113	126	120	90	130	60	155	135	140	198		220	136	163	152	106	113	90	116	157	245	284	210	210		360	188	211	160	4532	
รวมยอดการผลิตของแต่ละวัน			354	243	399	400	180	477	520	516	442	486	374		475	562	444	429	428	354	180	336	403	536	614	570	525		537	539	530	327	12180	

ตารางที่ จ.4 ใบบันทึกข้อมูลของเสียประจำเดือน มกราคม 2550

PROBLEM IN-HOUSE DEFECT C/MBR STRG 4x2 - JANUARY 2007

Process	Problem	SHIFT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
010,040 SPOT WELD NUT	1.ลืม SPOT NUT M.6	1																																
		2																																
	2.ลืม SPOT NUT M.10	1																																
		2																																
	3.ลืม SPOT NUT M.12	1																																
		2																																
	4. SPOT NUT เหลื่อม	1													1											1							1	3
		2			1																													1 4
	5. SPOT NUT ผิดตำแหน่ง	1								1																								1
		2																																0 1
	6. SPOT NUT M.6 หลุด	1																																
		2																																
	7. SPOT NUT M.10 หลุด	1																																
		2																																
รวมงานเสียในกระบวนการ					1					1					1											1						1	5
030 COVER , BOLT	8. ลืมเชื่อม COVER	1																																
		2																																
	9. ประกอบ COVER ไม่ตรง	1																																
		2																																
	10. แนวเชื่อมทะลุ,เชื่อมไม่เต็ม	1				1						1			1						1			1			1		1			2		9
		2					1	1				1										1		1										5 14
รวมงานเสียในกระบวนการ						1	1	1				2			1						1	1		2			1		1			2		14
020 ROBOT FULL WELD POINT ROBOT A	1.1 แนวเชื่อมไม่เต็ม จุดจบ	1																																
		2																																
	1.2 แนวเชื่อมไม่เต็ม บางช่วง	1																			1													1
		2																																0 1
	1.3 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																
		2																																
	1.4 แนวเชื่อมทะลุ นูน น้อย	1			1			1											1															3
		2																										1						1 4
	1.5 แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	1				1							2																		1		4
		2								1										1						1								3 7
	1.6 แนวเชื่อม Under Cut	1																																
		2																																
020 ROBOT FULL WELD POINT ROBOT B	1.7 แนวเชื่อมไม่เต็ม จุดจบ	1																																
		2																																
	1.8 แนวเชื่อมไม่เต็ม บางช่วง	1																																
		2																																
	1.9 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																
		2																																
	2.0 แนวเชื่อมทะลุ นูน น้อย	1									1																							1
		2																		1								1						2 3
	2.1 แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	1						1										1												1				3
		2										1										1			1									3 6
	2.2 แนวเชื่อม Under Cut	1																																0
		2												1																				1 1
KAWA	2.3 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																
		2																																
รวมงานเสียในกระบวนการ 020 ROBOT					1	1		2		1	1	1	2	1				1	1	2	1	1			1	1	1	1		1	1			22
050,060,070,080 RACK B, RACK A, REINF STRG STOOPER ASM	2.4 ลืมเชื่อม Rack B	1																																
		2																																
	2.5 Rack B แนวเชื่อมทะลุ	1															1																	1
	เป็นฟอง ไม่เต็ม	2																																0 1
	2.6 TUBE REINF แนวเชื่อม	1																																
	ทะลุ	2																																
	2.7 ลืมเชื่อม RACK A	1																																
		2																																
	2.8 Rack A แนวเชื่อมทะลุ	1																																
	เป็นฟอง ไม่เต็ม	2																																
	2.9 ลืมเชื่อม REINF C/M	1																																
	STRG 4x4	2																																
	3.0 ลืมเชื่อม STOPPER	1																																
		2																																
	3.1 STOPPER แนวเชื่อมทะลุ	1				1					1									1				1	1		1		1		1		8
	เป็นฟอง	2								1							1														1			3 11
	3.2 BOX WIDTH 58.50 NG	1																																
		2																																
รวมงานเสียในกระบวนการ 050, 060 ,070						1				1	1						2			1				1	1		1		1	1	1		12
080 HOLE PUNCH	3.3 เจาะรูเหลื่อมรุ่น 4x2	1			2	1					1																						4
		2					1						1																					2 6
รวมงานเสียในกระบวนการ 080					2	1	1				1		1																					6
รวมงานเสียของแต่ละวัน					4	4	2	3		3	3	3	3	1	2		2	1	1	3	2	2		3	2	2	2	2	1	2	2	3	1	59
รวมยอดการผลิตของแต่ละวัน		1			340	421	270	165		325	310	410	285	449	290	150	256	250	100	390	242	138		230	160	310	160	220	364	164	223	614	210	7446
		2			50	149	300	365		265	170	50	249	91	150	0	280	190	190	160	338	152		120	420	150	100	350	100	90	160	0	245	4884
รวมยอดการผลิตของแต่ละวัน					390	570	570	530		590	480	460	534	540	440	150	536	440	290	550	580	290		350	580	460	260	570	464	254	383	614	455	12330

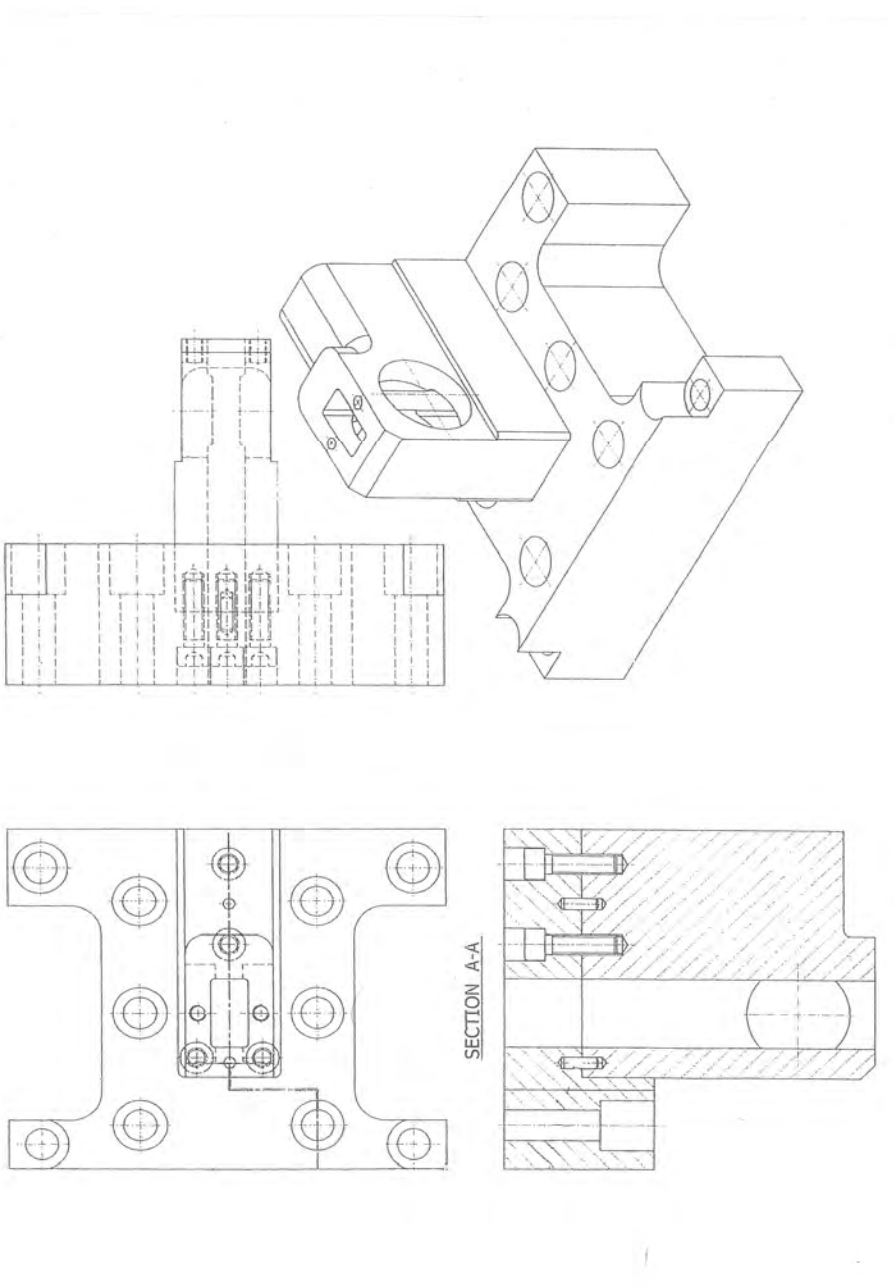
ตารางที่ จ.5 ใบบันทึกข้อมูลของเสียประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2550

PROBLEM IN-HOUSE DEFECT C/MBR STRG 4x2 - FEBRUARY 2007

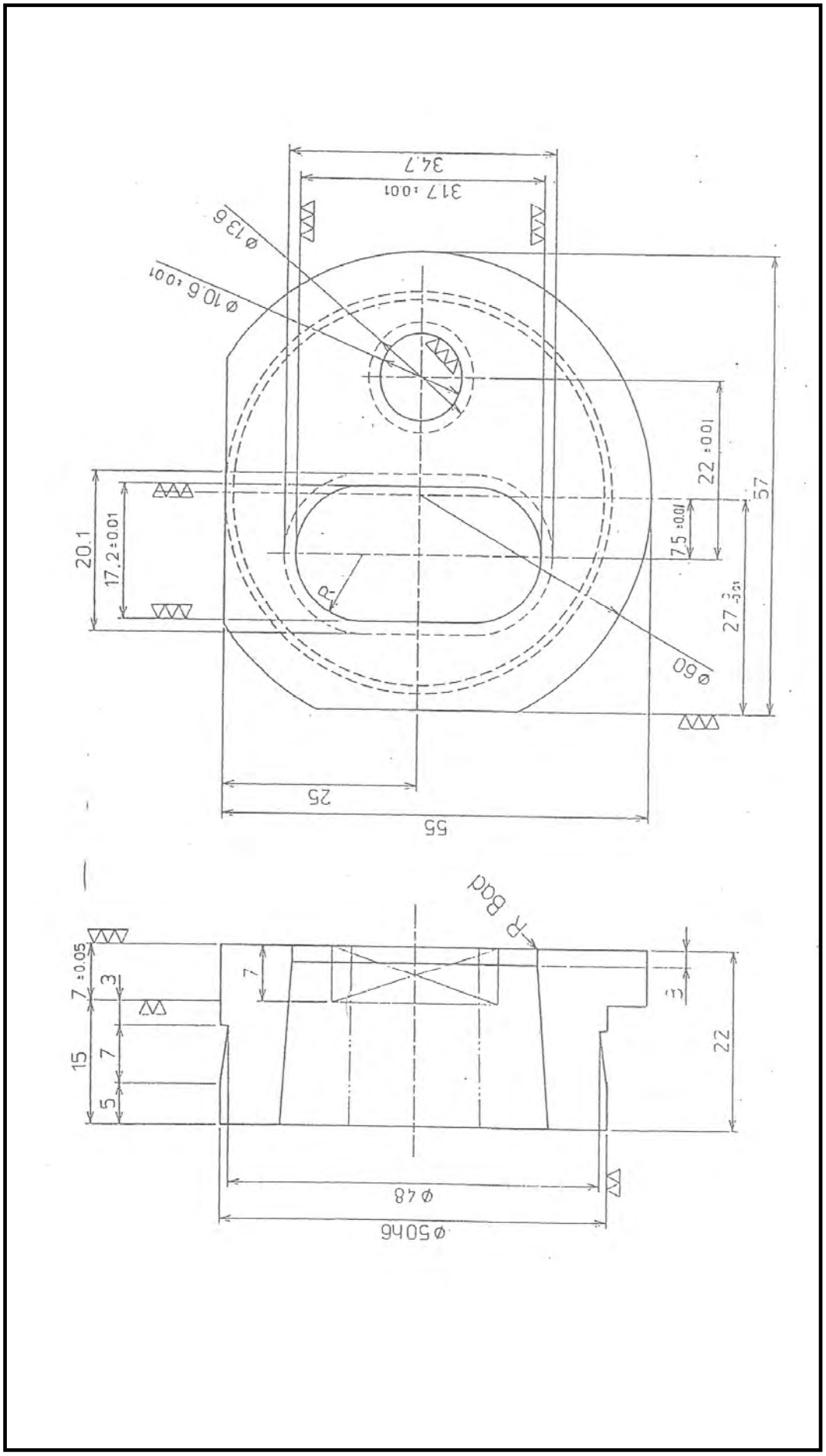
Process	Problem	SHIFT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL	
010,040 SPOT WELD NUT	1.ลืม SPOT NUT M.6	1																																	
		2																																	
	2.ลืม SPOT NUT M.10	1																																	
		2																																	
	3.ลืม SPOT NUT M.12	1																																	
		2																																	
	4. SPOT NUT เหลื่อม	1																																0	
		2												1																				1	1
	5. SPOT NUT ผิดตำแหน่ง	1																																	
		2																																	
	6. SPOT NUT M.6 หลุด	1																																	
		2																																	
	7. SPOT NUT M.10 หลุด	1																										1						1	
		2																																0	1
รวมงานเสียในกระบวนการ														1														1						2	
030 COVER , BOLT	8. ลืมเชื่อม COVER	1																																	
		2																																	
	9. ประกอบ COVER ไม่ตรง	1																																	
		2																																	
	10. แนวเชื่อมทะลุ,เชื่อมไม่เต็ม	1	1					1		1							1	1			2									1				8	
		2										1			1									1		1	1			1				6	14
รวมงานเสียในกระบวนการ			1					1		1		1			1		1	1			2			1		1	1			2				14	
020 ROBOT FULL WELD POINT ROBOT A	1.1 แนวเชื่อมไม่เต็ม จุดจบ	1																																	
		2																																	
	1.2 แนวเชื่อมไม่เต็ม บางช่วง	1																																	
		2																																	
	1.3 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																	
		2																																	
	1.4 แนวเชื่อมทะลุ นูน ย้อย	1									1																		1					2	
		2																					1											1	3
	1.5 แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	1													1																			1	
		2						1																				1						2	3
	1.6 แนวเชื่อม Under Cut	1																																	
		2																																	
POINT ROBOT B	1.7 แนวเชื่อมไม่เต็ม จุดจบ	1																																	
		2																																	
	1.8 แนวเชื่อมไม่เต็ม บางช่วง	1																																	
		2																																	
	1.9 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																0	
		2									1																							1	1
	2.0 แนวเชื่อมทะลุ นูน ย้อย	1																							1									1	
		2																1																1	2
	2.1 แนวเชื่อมไม่ตรงแนว	1		1																		1							1				3	
		2										1																						1	4
	2.2 แนวเชื่อม Under Cut	1																																	
		2																																	
KAWA	2.3 แนวเชื่อมเป็นฟอง	1																																	
		2																																	
รวมงานเสียในกระบวนการ 020 ROBOT				1				1			2	1			1			1				1	1		1		1		2				13	
050,060,070,090 RACK B, RACK A, REINF STRG STOOPER ASM	2.4 ลืมเชื่อม Rack B	1																																	
		2																																	
	2.5 Rack B แนวเชื่อมทะลุ	1																																	
	เป็นฟอง ไม่เต็ม	2																																	
	2.6 TUBE REINF แนวเชื่อม	1																							1									1	
	ทะลุ	2																																0	1
	2.7 ลืมเชื่อม RACK A	1																																	
		2																																	
	2.8 Rack A แนวเชื่อมทะลุ	1																																	
	เป็นฟอง ไม่เต็ม	2																																	
	2.9 ลืมเชื่อม REINF C/M	1																																	
	STRG 4x4	2																																	
	3.0 ลืมเชื่อม STOPPER	1																																	
		2																																	
	3.1 STOPPER แนวเชื่อมทะลุ	1	1	1			1					1				2							1	1	1								9	
	เป็นฟอง	2					1	1		1																			1					4	13
	3.2 BOX WIDTH 58.50 NG	1																																	
		2																																	
รวมงานเสียในกระบวนการ 050, 060 ,070			1	1			2	1		1		1				2							1	1	2				1				14	
080 HOLE PUNCH	3.3 เจาะรูเหลื่อมรุ่น 4x2	1																																	
		2																																	
รวมงานเสียในกระบวนการ 080																																		0	
รวมงานเสียของแต่ละวัน			2	2			2	3		2	2	3		1	2	2	1	2			2	1	2	2	3	1	2	1	2	3				43	
รวมยอดการผลิตของแต่ละวัน		1	100	200			135	254	300	190	110	260	160	165	330	477	444	290			154	180	470	435	330	310	160	322	410	466				6352	
		2	283	283			364	164	0	200	270	200	100	180	67	23	18	0			210	360	0	145	115	150	100	88	50	44				2848	
รวมยอดการผลิตของแต่ละวัน			383	483	0	0	499	418	300	390	380	460	260	345	397	500	462	290	0	0	364	540	470	580	445	460	260	410	460	510	0	0	0	9200	

ภาคผนวก ฉ

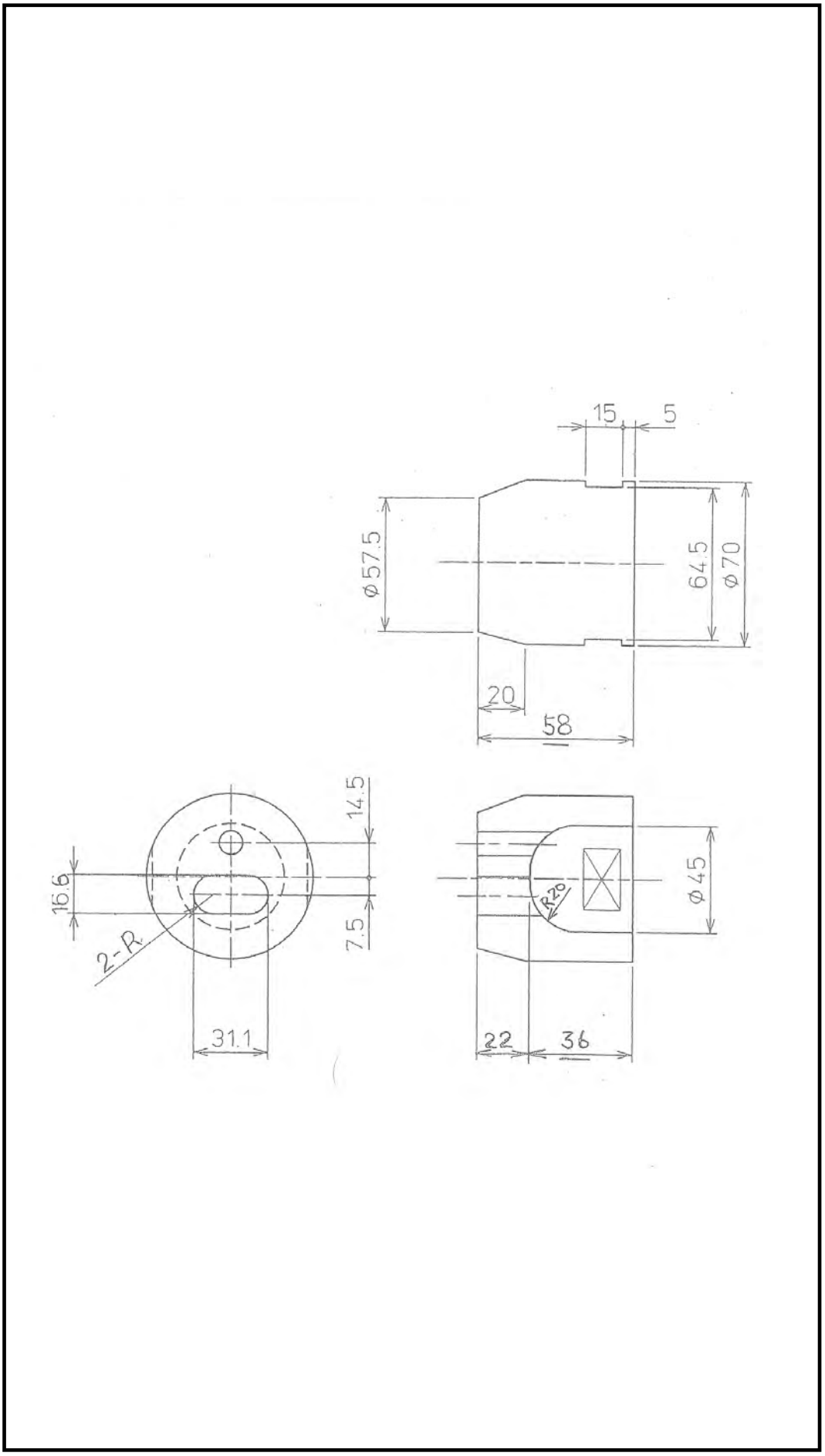
แบบเครื่องจักรในการเจาะรูหลังปรับปรุง



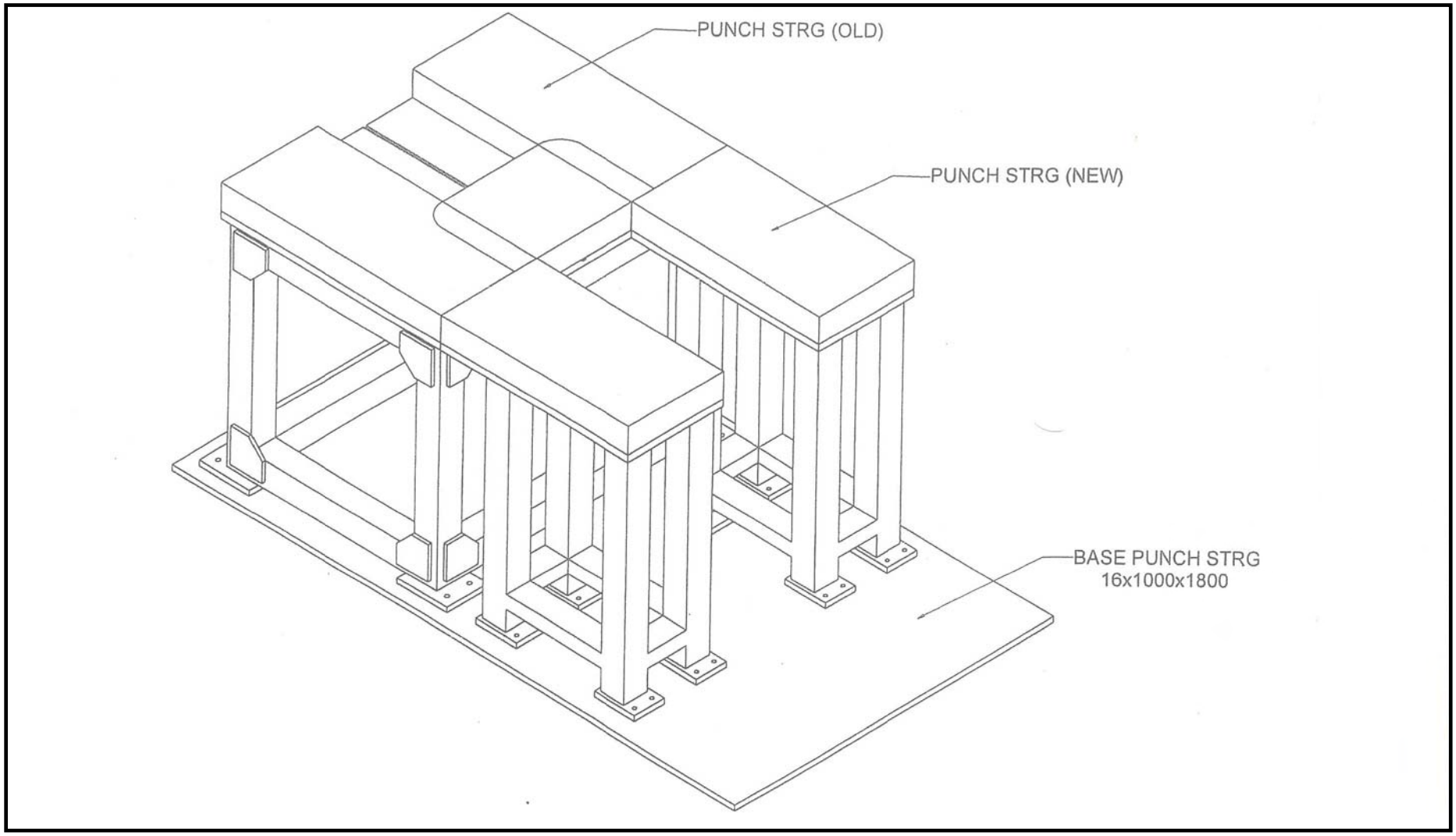
รูปที่ ข.1 แบบ Die Block ของเครื่องจักรในการเจาะรูหลังปรับปรุง



รูปที่ ฉ.2 แบบ Die ของเครื่องจักรในการเจาะรูหลังปรับปรุง



รูปที่ ฉ.3 แบบ Retainer ของเครื่องจักรในการเจาะรูหลังปรับปรุง Retainer



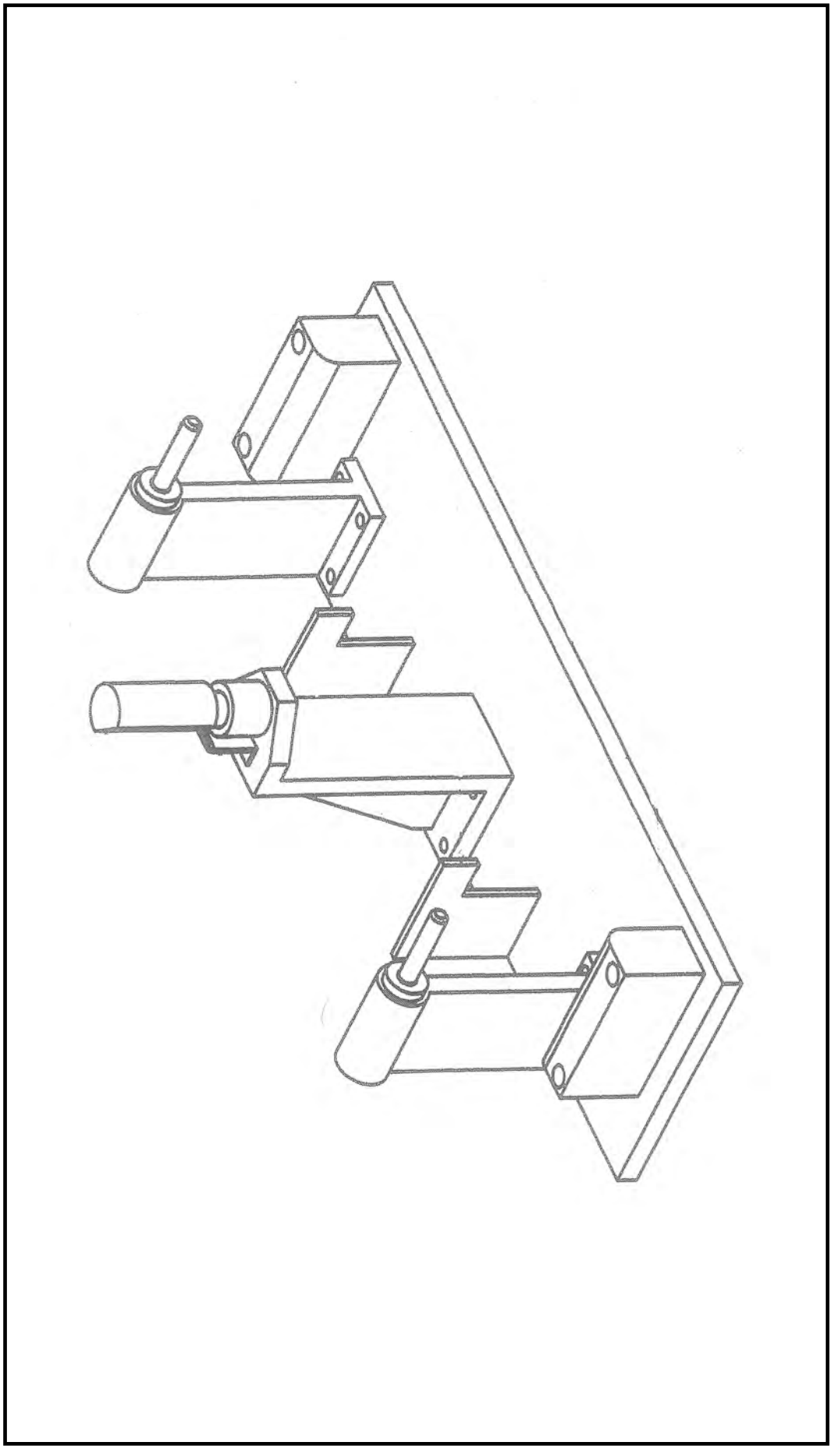
รูปที่ ฉ.4 แบบชุดวางเครื่องจักรในการเจาะรูหลังปรับปรุง

ตารางที่ ฉ.1 รายการค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินการทำเครื่องจักรเจาะรู (Hole Punch)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา
1	เหล็กแผ่นหนา 75×300×600 มิลลิเมตร	2	แผ่น	8,700.00
2	เหล็กแผ่นหนา 20×300×600 มิลลิเมตร	2	แผ่น	2,200.00
3	เหล็กกล่องหนา 3.0×75×6000 มิลลิเมตร	1	เส้น	2,200.00
4	สกรูหัวจมเกลียวตลอด M 12×120 มิลลิเมตร	8	ตัว	600.00
5	รางเลื่อน(Linear Guide)	2	ตัว	35,872.00
6	กระบอกสูบน้ำมัน(Hydraulic Cylinder)	2	ตัว	48,747.50
7	ชุดใส่ดาย (Die Block)	2	ชิ้น	28,000.00
8	ชุดอุปกรณ์ควบคุม(Solenoid Valve)	1	ชุด	25,304.00
9	ชุดข้อต่อ,ท่อน้ำมัน (Hydraulic Tube)	1	ชุด	12,750.00
10	ชุดเบ้าหล่อลื่นน้ำมัน(Retainer Set)	2	ชุด	45,400.00
รวม				**209,773.50**

ภาคผนวก ช

แบบอุปกรณ์ตรวจสอบหลังปรับปรุง



รูปที่ ข.1 แบบอุปกรณ์ตรวจสอบหลังปรับปรุง

ตารางที่ ช.1 รายการค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินการทำอุปกรณ์ตรวจสอบ (Checking Fixture)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา
1	ชุดตรวจสอบรู (Hole Block)	2	ชุด	7,000.00
2	ชุดสลักตรวจสอบรู (Locator Pin)	2	ตัว	3,300.00
3	สลักกำหนดศูนย์กลาง (Datum Pin)	1	ตัว	4,200.00
4	ชุดเช็คช่องว่าง (Gap Block)	2	ตัว	7,200.00
5	Block Datum Pin	1	ตัว	5,00000
รวม				**26,700.00**

ภาคผนวก ซ

การหาขนาดตัวอย่าง

ภาคผนวก ซ. 1 การคำนวณหาจำนวนตัวอย่าง

ตัวอย่าง การคำนวณหาจำนวนตัวอย่างในการจับเวลาของกระบวนการผลิตที่ 010 การเชื่อมจุด กระบวนการเชื่อมจุด ต้องการจำนวนตัวอย่างในการจับเวลาที่ค่าความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 และให้มีโอกาสความผิดพลาด ± ร้อยละ 5 โดยการทดลองจับเวลา 5 ตัวอย่าง

จำนวนรอบที่ทำการสุ่ม	1	2	3	4	5	Σx	Σx^2	$(\Sigma x)^2$
เวลา(วินาที)	10.18	9.69	10.38	10.44	10.20	50.89	2,589.7920	519.1041

$$n = \left[\frac{40\sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right]^2$$

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่างที่จะหา

n' = จำนวนที่ทดลองจับเวลาก่อน

Σ = ผลรวมของแต่ละค่า

x = ค่าที่อ่านได้

แทนค่าได้ดังนี้

$$n = \left[\frac{40\sqrt{5(519.1041) - (2,589.7920)}}{50.89} \right]^2$$

$$= 3.539 = 4 \text{ ครั้ง}$$

จากการคำนวณจะแสดงให้เห็นว่าจะต้องใช้การจับเวลาเท่ากับ 4 ครั้ง เพราะฉะนั้นกระบวนการนี้จึงไม่ต้องมีการจับเวลาเพิ่ม ถ้าผลของการคำนวณมากกว่าจำนวนรอบที่จับเวลาจริง ก็ให้จับเพิ่มเท่ากับที่คำนวณได้ จึงจะเชื่อถือได้ร้อยละ 95 และมีโอกาสความผิดพลาดได้ไม่เกิน ± ร้อยละ 5 จึงสรุปได้ว่าการจับเวลา 5 ครั้งของกระบวนการนี้เพียงพอแล้ว เวลาเฉลี่ยของกระบวนการเชื่อมจุด(Spot) 10.18 วินาที

ช. 2 การประเมินประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพการทำงาน จำนำมาตรฐานการประเมินประสิทธิภาพ (Wasting house) หรือ 4 Factor System มาใช้ในการประเมินดังตารางที่ ช 4 ซึ่งจะประเมินประสิทธิภาพได้ดังนี้

ความชำนาญ (Skill)	=	0.00	(ปานกลาง)
ความพยายาม (Effort)	=	+0.02	(ดี)
สภาพแวดล้อม(Condition)	=	0.00	(ปานกลาง)
ความสม่ำเสมอ(Consistency)	=	-0.02	(พอใช้)
รวมประสิทธิภาพ	=	1+0.02-0.02	
	=	1.00	
	=	100%	

ช. 3 การหาเวลาเผื่อ

เนื่องจากโรงงานมีเวลาในการทำงานตั้งแต่ 08.05-16.55 น. โดยหยุดพักกลางวันตั้งแต่ 12.00-13.00 น. พักย่อย 2 ครั้ง คือช่วงเวลา 10.00 – 10.10 น. และ 15.00-15.10 น. แต่เนื่องจากการทำงานที่ค่อนข้างจะรีบเร่ง เนื่องจากงานในบางจุดมีชิ้นส่วนเล็ก ๆ ประกอบกันหลายชิ้นอาจทำให้คนงานเกิดความเครียดและเมื่อยล้าได้ ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่า ควรจะมีการเผื่อเวลาส่วนให้กับพนักงาน โดยใช้มาตรฐานการกำหนดเวลาเผื่อของ ILO ดังแสดงไว้ในตารางที่ ช.5

มาตรฐานเวลาเผื่อที่กำหนดให้

1. เวลาเผื่อคงที่

เวลาส่วนตัว	=	7
เวลาเมื่อยล้า	=	4

2. เวลาเผื่อแปรผัน

ยืนทำงาน	=	4
รวมเวลาเผื่อ	=	7+4+4
	=	15%

ตัวอย่างการคำนวณเวลามาตรฐาน

ผลจากการศึกษาเวลา	เวลาเฉลี่ยที่ศึกษา	=	10.18	วินาที
	ประสิทธิภาพ	=	100%	
	เวลาเผื่อ	=	15%	

สูตรการคำนวณ

เวลาปกติ = เวลาทำงาน ×ประสิทธิภาพ

= $10.18 \times \frac{100}{100}$

= 10.18 วินาที

เวลาเผื่อ = เวลาปกติ × (%เวลาเผื่อ)

= $10.18 \times \frac{15}{100}$

= 1.527 วินาที

เวลามาตรฐาน = 10.18 +1.527

= 11.707 ~ 11.71 วินาที

จากวิธีข้างต้น นำมาคิดคำนวณหาเวลามาตรฐานแต่ละงานย่อยทั้งหมดที่ทำการศึกษาดังข้อมูลที่แสดงดังต่อไปนี้

ช. 4 มาตรฐานการประเมินประสิทธิภาพ Wasting House (4 Factors system)

ตารางที่ ช.1 มาตรฐานการประเมินประสิทธิภาพ (Rating)

ความชำนาญ (Skill)			ความพยายาม (Effort)		
+0.15	A1	ชำนาญมาก	+0.13	A1	มีมากเหลือเกิน
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	ดีเลิศ	+0.10	B1	ดีเลิศ
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	ดี	+0.05	C1	ดี
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	ปานกลาง	0.00	D	ปานกลาง
-0.05	E1	พอใช้	-0.04	E1	พอใช้
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	ต้องปรับปรุง	-0.12	F1	ต้องปรับปรุง
-0.22	F2		-0.17	F2	
สภาพแวดล้อม(Condition)			ความสม่ำเสมอ(Consistency)		
+0.06	A	จินตนภาพ	+0.04	A	สมบูรณ์
+0.04	B	ดีเลิศ	+0.03	B	ดีเลิศ
+0.02	C	ดี	+0.01	C	ดี
0.00	D	ปานกลาง	0.00	D	ปานกลาง
-0.03	E	พอใช้	-0.02	E	พอใช้
-0.07	F	ต้องปรับปรุง	-0.04	F	ต้องปรับปรุง

ช. 5 มาตรฐานการกำหนดเวลาเผื่อ

ตารางที่ ช.2 มาตรฐานการกำหนดเวลาเผื่อของ ILO (หน่วย = %ของเวลามาตรฐาน)

	ชาย	หญิง
1. เวลาเผื่อ		
เวลาส่วนตัว……	5	7
เวลาเผื่อการล้า……	4	4
2. เวลาเผื่อผันแปร		
ก. ยืนทำงาน……..	2	4
ข. ท่ายืนผิดธรรมชาติ		
เล็กน้อย…….	0	1
ปานกลาง(ก้ม โค้ง)	2	3
มาก(นอน ยืดตัว)	7	7
ค. งานใช้แรงและกล้ามเนื้อ		
(ยก ลาก ผลัก)		
น้ำหนักยกเป็นปอนด์		
(1 ปอนด์ = 0.454 กก.)		
5……..	0	1
10……	1	2
15……	2	3
20……	3	4
25……	4	6
30……	5	8
35……	7	10
40……	9	13
45……	11	16
50……	13	20
สูงสุด		
60……	17	
70……	22	
ง. แสงสว่าง		
ต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย	0	
ต่ำกว่ามาตรฐานมาก.....	2	
ไม่เพียงพอ	5	
จ. สภาพแวดล้อม		
(ความร้อนและความชื้น)		
อัตราระบายความร้อนจากร่างกาย		
(มิลลิแคลอรี่/ชม./วินาที)		
16……..0		
14……..0		
12……..0		
10……..3		
8……..10		
6……..21		
5……..31		
4……..45		
3……..64		
2(ร้อนจัดและชื้นมาก)…….100		

	ชาย	หญิง
ฉ. สมาธิในการทำงาน		
งานละเอียดปกติ…….	0	0
ละเอียดหรือแม่นยำ….	2	2
ละเอียดมาก แม่นยำมาก	5	5
ช. เสียงรบกวน		
ต่อเนื่อง……....	0	0
เสียงดังและเป็นช่วง ๆ.....	2	2
เสียงดังมากและเป็นช่วง		
เสียงแหลมดัง……..	5	5
ซ. ความเครียด		
ขบวนการผลิตซับซ้อน....	1	1
ขบวนการผลิตซับซ้อนปานกลาง		
หรือมีงานรับผิดชอบมาก.....4		4
ขบวนการผลิตซับซ้อนมาก	8	8
ฌ. ความซ้ำซ้อนจำเจ		
ต่ำ.....	0	0
ปานกลาง.....	1	1
สูง	4	4
ญ. ความเรียบร้อยสมบูรณ์ของแบบงาน		
พอสมควร.....	0	0
ค่อนข้างมาก.....	2	1
สูง.....	5	2

ภาคผนวก ฌ

เกณฑ์การประเมินภาวะล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ

ตารางที่ ฌ.1 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ DFMEA

การตรวจพบ	**เกณฑ์ :** ความเป็นไปได้ในการตรวจพบโดยการควบคุมการออกแบบ	ระดับ
แทบจะเป็นไปไม่ได้เลย	การควบคุมการออกแบบไม่สามารถตรวจพบสาเหตุ/กลไกที่เป็นไปได้ของความล้มเหลวในระดับต่าง ๆ ได้ **:** หรือไม่มีการควบคุมการออกแบบ	10
เป็นไปได้ยากมาก	เป็นไปได้ยากมากที่ระบบควบคุมการออกแบบจะตรวจพบสาเหตุ/กลไกที่เป็นไปได้ของความล้มเหลวในระดับต่าง ๆ ได้	9
เป็นไปได้ยาก	เป็นไปได้ยากที่ระบบควบคุมการออกแบบจะตรวจพบสาเหตุ/กลไกที่เป็นไปได้ของความล้มเหลวในระดับต่าง ๆ ได้	8
ต่ำมาก	มีโอกาสต่ำมากที่ระบบควบคุมการออกแบบจะตรวจพบสาเหตุ/กลไกที่เป็นไปได้ของความล้มเหลวในระดับต่าง ๆ ได้	7
ต่ำ	มีโอกาสต่ำที่ระบบควบคุมการออกแบบจะตรวจพบสาเหตุ/กลไกที่เป็นไปได้ของความล้มเหลวในระดับต่าง ๆ ได้	6
ปานกลาง	มีโอกาสปานกลางที่ระบบควบคุมการออกแบบจะตรวจพบสาเหตุ/กลไกที่เป็นไปได้ของความล้มเหลวในระดับต่าง ๆ ได้	5
ปานกลางถึงค่อนข้างสูง	มีโอกาสปานกลางค่อนข้างสูงที่ระบบควบคุมการออกแบบจะตรวจพบสาเหตุ/กลไกที่เป็นไปได้ของความล้มเหลวในระดับต่าง ๆ ได้	4
สูง	มีโอกาสสูงที่ระบบควบคุมการออกแบบจะตรวจพบสาเหตุ/กลไกที่เป็นไปได้ของความล้มเหลวในระดับต่าง ๆ ได้	3
สูงมาก	มีโอกาสสูงมากที่ระบบควบคุมการออกแบบจะตรวจพบสาเหตุ/กลไกที่เป็นไปได้ของความล้มเหลวในระดับต่าง ๆ ได้	2
ค่อนข้างแน่นอน	การควบคุมการออกแบบค่อนข้างแน่นอนที่จะตรวจพบสาเหตุ/กลไกที่เป็นไปได้ของความล้มเหลวในระดับต่าง ๆ ได้	1

ตารางที่ ฌ.2 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ PFMEA

ผลกระทบ	**เกณฑ์:** ความรุนแรงของผลกระทบการจัดระดับนี้จะใช้เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องต่อลูกค้าสุดท้าย/หรือในการผลิต/ประกอบ ลูกค้าสุดท้ายควรจะถูกพิจารณาก่อนเสมอ กรณีที่เกิดเหตุการณ์ได้ทั้ง 2 ลักษณะให้เลือกใช้ค่าความรุนแรงที่มากกว่า (ผลกระทบต่อลูกค้า)	**เกณฑ์:** ความรุนแรงของผลกระทบการจัดระดับนี้จะใช้เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องต่อลูกค้าสุดท้าย/หรือในการผลิต/ประกอบ ลูกค้าสุดท้ายควรจะถูกพิจารณาก่อนเสมอ กรณีที่เกิดเหตุการณ์ได้ทั้ง 2 ลักษณะให้เลือกใช้ค่าความรุนแรงที่มากกว่า (ผลกระทบต่อการผลิต/ประกอบ)	ระดับ
อันตรายร้ายแรงโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	อันดับความรุนแรงสูงมาก เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย,การทำงานของยานยนต์ และ/หรือไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบของรัฐโดยไม่มีการเตือน	หรือ อาจส่งผลอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน (เครื่องจักร,การประกอบ)โดยไม่มีการเตือน	10
อันตรายร้ายแรงแต่มีการเตือนล่วงหน้า	อันดับความรุนแรงสูงมาก เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย,การทำงานของยานยนต์ และ/หรือไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบของรัฐโดยมีการเตือน	หรือ อาจส่งผลอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน (เครื่องจักร,การประกอบ)โดยมีการเตือน	9
สูงมาก	ความบกพร่องซึ่งทำให้ยานยนต์/ส่วนประกอบไม่สามารถใช้งานได้(สูญเสียความสามารถในการทำงานตามจุดประสงค์พื้นฐาน)	หรือ ผลิตภัณฑ์ต้องถูกกำจัดทิ้ง(100%) หรือ ยานยนต์/ส่วนประกอบ ต้องถูกซ่อมในหน่วยงานซ่อมด้วยระยะเวลาเกิน 1 ชั่วโมง	8
สูง	ความบกพร่องซึ่งทำให้ยานยนต์/ส่วนประกอบมีสมรรถนะการทำงานที่ลดลง แต่ยังใช้งานได้ทำให้ลูกค้าไม่พอใจอย่างมาก	หรือ อาจต้องมีการคัดแยกผลิตภัณฑ์ และ บางส่วนต้องถูกกำจัดทิ้ง (น้อยกว่า 100%) หรือ ยานยนต์/ส่วนประกอบต้องถูกซ่อมในหน่วยงานซ่อม ด้วยระยะเวลาระหว่างครึ่งถึง 1 ชั่วโมง	7
ปานกลาง	ความบกพร่องซึ่งทำให้ยานยนต์/ส่วนประกอบที่เกี่ยวกับความสะดวกสบายไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้ลูกค้าไม่พอใจ	หรือ ส่วนหนึ่งผลิตภัณฑ์(น้อยกว่า 100%) อาจต้องถูกกำจัดทิ้ง โดยไม่ต้องคัดแยก หรือ ยานยนต์/ส่วนประกอบต้องถูกซ่อมในหน่วยงานซ่อมด้วยระยะเวลาไม่เกินครึ่งชั่วโมง	6

ตารางที่ ฌ.2 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ PFMEA (ต่อ)

ต่ำ	ความบกพร่องซึ่งทำให้ยานยนต์/ส่วนประกอบที่เกี่ยวกับความสะดวกสบายมีสมรรถนะการทำงานที่ลดลงแต่ใช้งานได้	หรือ ผลิตภัณฑ์ (100%) อาจถูกแก้ไข ,หรือ ยานยนต์/ส่วนประกอบถูกซ่อมนอกสายการผลิตโดยไม่ต้องไปยังหน่วยงานซ่อม	5
ต่ำมาก	ส่วนประกอบมีความไม่สอดคล้องในด้านความพอดี,การตกแต่ง,เสียงสั่นดัง,ลูกค้าส่วนใหญ่ (มากกว่า 75%) สังเกตได้	หรือ ผลิตภัณฑ์อาจถูกคัดแยกและบางส่วน(น้อยกว่า 100%) ถูกแก้ไขได้โดยไม่ต้องกำจัดทิ้ง	4
เล็กน้อย	ส่วนประกอบมีความไม่สอดคล้องในด้านความพอดี,การตกแต่ง,เสียงสั่นดัง,ลูกค้าส่วนหนึ่ง (มากกว่า 50%) สังเกตได้	หรือผลิตภัณฑ์บางส่วน(น้อยกว่า 100%) ถูกแก้ไขโดยไม่มีการกำจัดทิ้ง,โดยการแก้ไขกระทำในสายการผลิตแต่นอกหน่วยผลิต	3
เล็กน้อยมาก	ส่วนประกอบมีความไม่สอดคล้องในด้านความพอดี,การตกแต่ง,เสียงสั่นดัง,ลูกค้าส่วนน้อย (น้อยกว่า 25%) สังเกตได้	หรือผลิตภัณฑ์บางส่วน(น้อยกว่า 100%) ถูกแก้ไขโดยไม่มีการกำจัดทิ้ง,โดยการแก้ไขกระทำในสายการผลิตและในหน่วยผลิต	2
ไม่มีเลย	ไม่มีผลใด ๆ	หรือ เกิดความไม่สะดวกต่อกระบวนการ , ผู้ปฏิบัติงาน หรือไม่มีผลกระทบ	1

ตารางที่ ฌ.3 เกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA

ความน่าจะเป็นในการเกิดความล้มเหลว	อัตราความล้มเหลวที่น่าจะเกิดขึ้น	ระดับ
สูงมาก : เกิดความล้มเหลวบ่อยมาก	>100 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น 50 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	10 9
สูง : เกิดความล้มเหลวถี่	20 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น 10 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	8 7
ปานกลาง : เกิดความล้มเหลวเป็นครั้งคราว	5 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น 2 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น 1 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	6 5 4
ต่ำ : เกิดความล้มเหลวน้อยครั้ง	0.5 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น 0.1 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	3 2
แทบไม่เกิด : ความล้มเหลวไม่น่าจะเกิดขึ้นได้	$\leq$ 0.01ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	1

ภาคผนวก ญ

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

ภาคผนวก ญ.1 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

สำหรับการสร้างเครื่องจักรในการเจาะรู และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบครั้งนี้ มีต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งหมด 236,473.50 บาท (รายละเอียดตามภาคผนวก ฉ และภาคผนวก ช) ซึ่งคาดว่า เครื่องจักรอุปกรณ์ชุดนี้จะมีอายุการใช้งาน ประมาณ 7 ปี เมื่อสิ้นปีที่ 7 จะไม่มีมูลค่าซาก อย่างไรก็ตาม เครื่องจักรอุปกรณ์ชุดนี้จะมี ค่าซ่อมบำรุงโดยประมาณปีละ 15,000 บาทต่อปี และโรงงานตัวอย่างมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านค่าแรงคนงานสำหรับการทำงานซ้ำ 1 คน ประหยัดค่าใช้จ่ายค่าแรงคนงานในการตรวจสอบชิ้นงาน 1 คน ซึ่งปัจจุบันค่าแรงคนงานทั้ง 2 คนอยู่ที่คนละประมาณ 7,200 บาท ต่อเดือน โดยเป้าหมายสำหรับอัตราผลตอบแทนคือ 25 %

เงินลงทุน = ต้นทุนเครื่องจักร + ต้นทุนอุปกรณ์ในการตรวจสอบ

= 209,773.50 + 26,700.00

= **236,473.50** บาท

รายได้ = ค่าใช้จ่ายที่ลดลงของค่าแรงคนงาน

= 7,200 × 2 × 12

= **172,800** บาท

กำไรก่อนหักภาษี = รายได้ ─ ค่าซ่อมบำรุงต่อปี

= 172,800 ─ 15,000

= **157,800** บาท

กำไรหลังหักภาษี = กำไรก่อนหักภาษี ─ ภาษีนิติบุคคล (30%)

= 157,800 ─ 30%

= **110,460** บาท

ตารางที่ ญ.1 การคำนวณอัตราผลตอบแทนเงินทุน

ปี	เงินลงทุน	รายได้	ค่าซ่อมบำรุง	กำไรก่อนภาษี	กำไรหลังหักภาษี
0	236,473.50				
1		172,800	15,000	157,800	110,460
2		172,800	15,000	157,800	110,460
3		172,800	15,000	157,800	110,460
4		172,800	15,000	157,800	110,460
5		172,800	15,000	157,800	110,460
6		172,800	15,000	157,800	110,460
7		172,800	15,000	157,800	110,460
รวม		**1,209,600**	**105,000**	**1,104,600**	**773,220**

อัตราผลตอบแทนเงินทุนสุทธิ (Net Return on Capital /Net ROC)

$$= \frac{110,460}{236,473.50} \times 100$$

= **46.71 %**

อัตราผลตอบแทนเงินทุนรวม (Gross Return on Capital/ Gross ROC)

$$= \frac{157,800}{236,473.50} \times 100$$

= **66.73 %**

จากการคำนวณข้างต้นจะเห็นได้ว่า โรงงานตัวอย่างมีเป้าหมายสำหรับอัตราผลตอบแทนคือ 25 % สำหรับการลงทุนในครั้งนี้ได้รับผลตอบแทนเงินทุนสุทธิร้อยละ 46.73 ต่อปี มากกว่าที่ตั้งเป้าหมายไว้

ญ.2 ระยะเวลาคืนทุน : คำนวณจากกำไรสะสม

ตารางที่ ญ.2 การคำนวณประมาณการระยะเวลาคืนทุน

ปี	เงินลงทุน	รายได้	ค่าซ่อมบำรุง	กำไรก่อนภาษี	กำไรหลังหักภาษี	กำไรสะสม
0	236,473.50					
1		172,800	15,000	157,800	110,460	110,460
2		172,800	15,000	157,800	110,460	220,920
3		172,800	15,000	157,800	110,460	331,380
4		172,800	15,000	157,800	110,460	441,840
5		172,800	15,000	157,800	110,460	552,300
6		172,800	15,000	157,800	110,460	662,760
7		172,800	15,000	157,800	110,460	773,220
รวม		**1,209,600**	**105,000**	**1,104,600**	**773,220**	

จากตารางข้างต้นจะสามารถเห็นได้ว่าโรงงานตัวอย่างคาดว่าจะได้รับกำไรหลังหักภาษีเพิ่มขึ้นปีละ 110,460 บาท และหากคำนวณจากกำไรสะสมโรงงานตัวอย่างจะสามารถ คืนทุนได้ภายในต้นปีที่ 3

ญ.3 การหามูลค่าปัจจุบัน

แนวทางก่อนการปรับปรุง

รายได้(1) = การประหยัดรายจ่ายการปรับปรุงเครื่องจักร/อุปกรณ์

= **236,473.50** บาท

รายได้(2) = การประหยัดค่าซ่อมบำรุงต่อปี

= **15,000** บาท

รายจ่าย = ค่าแรงคนงาน

= **172,800** บาท/ปี

ตารางที่ ญ.3 การคำนวณประมาณการลงทุนและรายจ่าย – รายรับ (ก่อนการปรับปรุง)

ปีที่	แนวทางก่อนการปรับปรุงเครื่องจักร			Present Worth Factor I = 25 %	ค่าปัจจุบันกระแสเงินสดจ่ายสุทธิ	ค่าปัจจุบันกระแสเงินสดรับสุทธิ
	เงินลงทุน	รายจ่าย	รายได้			
0			236,473.50	1.00000		236,473.50
1		172,800	15,000	0.80000	138,240.00	12,000.00
2		172,800	15,000	0.64000	110,592.00	9,600.00
3		172,800	15,000	0.51200	88,473.60	7,680.00
4		172,800	15,000	0.40960	70,778.88	6,144.00
5		172,800	15,000	0.32768	56,623.11	4,915.20
6		172,800	15,000	0.26214	45,297.79	3,932.10
7		172,800	15,000	0.20972	36,239.62	3,145.80
รวม		**1,209,600**	**341,473.50**		**546,245.00**	**283,890.60**
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ					**-262,354.40**	

แนวทางหลังการปรับปรุง

รายได้ = การประหยัดรายจ่ายค่าแรงคนงาน

= **172,800** บาท/ปี

รายจ่าย(1) = การปรับปรุงเครื่องจักร/อุปกรณ์

= **236,473.50** บาท

รายจ่าย(2) = ค่าซ่อมบำรุงต่อปี

= **15,000** บาท

ตารางที่ ญ.4 การคำนวณประมาณการลงทุนและรายจ่าย - รายรับ (หลังการปรับปรุง)

ปีที่	แนวทางหลังการปรับปรุงเครื่องจักร			Present Worth Factor I = 25 %	ค่าปัจจุบันกระแสเงินสดจ่ายสุทธิ	ค่าปัจจุบันกระแสเงินสดรับสุทธิ
	เงินลงทุน	รายจ่ายค่าซ่อมบำรุง	รายได้			
0	236,473.50			1.00000	236,473.50	
1		15,000	172,800	0.80000	12,000.00	138,240.00
2		15,000	172,800	0.64000	9,600.00	110,592.00
3		15,000	172,800	0.51200	7,680.00	88,473.60
4		15,000	172,800	0.40960	6,144.00	70,778.88
5		15,000	172,800	0.32768	4,915.20	56,623.11
6		15,000	172,800	0.26214	3,932.10	45,297.79
7		15,000	172,800	0.20972	3,145.80	36,239.62
รวม	**236,473.50**	**105,000**	**1,209,600**		**283,890.60**	**546,245.00**
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ					**262,354.40**	

จะเห็นได้ว่าโรงงานตัวอย่างควรเลือกลงทุนในการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ เพราะ หากเปรียบเทียบโดยวิธีการหามูลค่าปัจจุบันแล้ว หลังการปรับปรุงโรงงานตัวอย่างจะได้รับกระแสเงินสดเพิ่มขึ้น 262,354.40 บาท

ญ.4 อัตราส่วนปัจจุบันผลประโยชน์ต่อรายจ่าย

ผลประโยชน์ต่อรายจ่ายก่อนการปรับปรุง

$$= \frac{283,890.60}{546,245.00}$$

$$= \mathbf{0.51}$$

ผลประโยชน์ต่อรายจ่ายหลังการปรับปรุง

$$= \frac{546,245.00}{283,890.60}$$

$$= \mathbf{1.92}$$

ถ้าหากคำนวณตามวิธีการอัตราส่วนปัจจุบันผลประโยชน์ต่อรายจ่ายพบว่า โรงงานตัวอย่างควรจะมีการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ เพราะจะมีอัตราผลประโยชน์ต่อรายจ่ายหลังการปรับปรุงเท่ากับ 1.92 แสดงว่าคุ้มกับการลงทุน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายวิทูร แดงนวล
วัน เดือน ปีเกิด	17 พฤศจิกายน 2515
ประวัติการศึกษา	
ระดับอาชีวศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัด สงขลา พ.ศ.2535 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างกลโรงงาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ จังหวัด สงขลา พ.ศ. 2537
ระดับปริญญาตรี	อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต พ.ศ.2541
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ.2549
ประวัติการทำงาน	ศึกษาดูงาน/พนักงานฝึกหัด บริษัท ไฮเทคฟาสเทนเนอร์เมนูเฟคเจอเรอร์ จำกัด ประเทศสิงคโปร์ พ.ศ.2537-2538
	เจ้าหน้าที่ควบคุมงานฝ่ายผลิต บริษัท แคพซูลโปรดักส์ จำกัด พ.ศ.2540-2542
	วิศวกรโรงงาน บริษัท ไทยซัมมิทพีเคเค บางนา จำกัด พ.ศ. 2543-ปัจจุบัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อตกลงว่าด้วยการโอนลิขสิทธิ์ในโครงงานวิจัยอุตสาหกรรม

วันที่...5.....เดือน.....กรกฎาคม.....พ.ศ.....2550.....

ข้าพเจ้า(นาย/~~นาง/นางสาว~~).....**วิทูร แดงนวล**..... รหัสประจำตัว .....**...48430025**.....
เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญา ☑ โท ☐ เอก
หลักสูตร.....**วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต**.....สาขาวิชา.....**วิศวกรรมระบบการผลิต**.....
คณะ.....**วิศวกรรมศาสตร์**.....อยู่บ้านเลขที่**106/1**.หมู่ที่....**1**.....ตรอก/ซอย.....-...ถนน.....ตำบล/แขวง
.....**ท่าบอน**.....อำเภอ/เขต.....**ระโนด....**จังหวัด....**สงขลา.....**รหัสไปรษณีย์...**90140.....**ขอโอนลิขสิทธิ์ใน
โครงงานวิจัยอุตสาหกรรมให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีโดยมี .....
.....**รศ.ดร.เอก ไชยสวัสดิ์**...ตำแหน่ง...**คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์**.....เป็นผู้รับโอนลิขสิทธิ์และมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำโครงงานวิจัยอุตสาหกรรมเรื่อง.....**การเพิ่มผลผลิตสายการประกอบคานขวางบังคับพวงมาลัย**.....ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ.....**ดร. ไชยา ดำคำ**.....ตามมาตรา 14 แห่ง พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในโครงงานวิจัยอุตสาหกรรมให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามมาตรา23 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างโครงงานวิจัยอุตสาหกรรมจากมหาวิทยาลัย

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำโครงงานวิจัยอุตสาหกรรมไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใด ๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าเป็นโครงงานวิจัยอุตสาหกรรมเป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุก ๆ ครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำโครงงานวิจัยอุตสาหกรรมไปเผยแพร่หรืออนุญาตให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใดตามมาตรา 27, มาตรา 28 และมาตรา 29 และมาตรา 30 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ลงชื่อ..... ผู้โอนลิขสิทธิ์
(นาย วิทูร แดงนวล)

ลงชื่อ..... ผู้รับโอนลิขสิทธิ์
(รศ.ดร.เอก ไชยสวัสดิ์)

ลงชื่อ.....พยาน
(ดร.บวรโชค ผู้พัฒน์)

ลงชื่อ.....พยาน
(ดร.ไชยา ดำคำ)