การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษา

นายโกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MACHINE EFFECTIVENESS IMPROVEMENT BY OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) AND MAINTENANCE COST ANALYSIS

Mr. Kosin Chawaleepansakul

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering Chulalongkorn University
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร โดยการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษา
โดย	นายโกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ คำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล : การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษา. (MACHINE EFFECTIVENESS IMPROVEMENT BY OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) AND MAINTENANCE COST ANALYSIS) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช, 280 หน้า.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษา เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร โดยมีขั้นตอนของการดำเนินการศึกษาดังนี้ (1) การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (2) การรวบรวมความสูญเสียจากการสอบถามเบื้องต้น (3) การออกแบบเอกสารบันทึก (4) การเก็บรวบรวมข้อมูล (5) การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (6) การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และ (7) การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

ในการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้มีการจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ซึ่งประกอบด้วย (1) ส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (2) ส่วนการบำรุงรักษา และ (3) ส่วนการจัดตารางการซ่อมบำรุงเครื่องจักร ในการประยุกต์ใช้ได้มีการนำโปรแกรมนี้ไปใช้กับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ของโรงงานผลิตลิฟต์ ตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

จากการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ ทำให้เกิดการดำเนินการปรับปรุงดังต่อไปนี้ (1) ปรับปรุงการขนถ่ายวัตถุดิบ (2) ปรับปรุงเวลาในการตัดมุม และ (3) ปรับปรุงการอ่านแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรม ทั้งหมดนี้ส่งผลให้ความพร้อมในการใช้งานลดลงเล็กน้อยจาก 83.58% เป็น 79.80% อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 2.40 เท่า จาก 8.08% เป็น 19.39% อัตราของดีลดลงเล็กน้อยจาก 99.83% เป็น 99.47% ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 2.28 เท่า จาก 6.74% เป็น 15.39% มูลค่าความสูญเสียต่อผลิตภัณฑ์ลดลง 56.13% จาก 777.93 บาทต่อตัว เป็น 341.29 บาทต่อตัว และต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ลดลง 53.80% จาก 346.07 บาทต่อตัว เป็น 159.89 บาทต่อตัว

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต โกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2550

4770226821: MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: MACHINE EFFECTIVENESS IMPROVEMENT/OEE

KOSIN CHAWALEEPANSAKUL: MACHINE EFFECTIVENESS IMPROVEMENT BY OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) AND MAINTENANCE COST ANALYSIS. THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF. JITTRA RUKIJKANPANICH, Ph.D., 280 pp.

The objective of this study is to analyze Overall Equipment Effectiveness (OEE) and maintenance cost for machine effectiveness improvement. The processes of this study are (1) literature review (2) loss data collection from direct interview (3) document-form design (4) data collection (5) OEE calculation (6) OEE analysis and (7) machine effectiveness improvement.

The computer program for machine effectiveness improvement creates to OEE analysis: (1) OEE calculation module (2) maintenance module and (3) maintenance scheduling module. In addition this program is used by the Iron Worker machine at the elevator factory in data collection process, OEE calculation process, and OEE analysis process.

From OEE analysis of the Iron Worker machine at the elevator factory consequently, there were improving processes as follows: (1) improve material transfer (2) reduce corner material cutting time and (3) develop reading and drawing used for engineering. These caused availability slightly decrease from 83.58% to 79.80%, performance rate increase 2.40 times from 8.08% to 19.39%, good quality rate slightly decrease from 99.83% to 99.47%, OEE increase 2.28 times from 6.74% to 15.39%, loss value per elevator decrease 56.13% from 777.93 Baht per elevator to 341.29 Baht per elevator, and maintenance cost per elevator decrease 53.80% from 346.07 Baht per elevator to 159.89 Baht per elevator.

Department INDUSTRIAL ENGINEERING Student's signature โกสินทร์ ชวลีพันธ์เสกล

Concentration INDUSTRIAL ENGINEERING Advisor's signature

Academy year 2007

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือจาก รศ.ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้กรุณาแนะนำแนวทางการวิจัย ข้อเสนอแนะในการนำทฤษฎีทางวิชาการไปประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งความรู้ ข้อคิดเห็น การชี้แนะแนวทางเพื่อให้การทำวิจัยครั้งนี้เกิดความถูกต้อง เหมาะสม จากคณาจารย์ทุกท่านที่เป็นประธานและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบด้วย รศ.ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย รศ.สมชาย พวงเพิกศึก และรศ.ดร.ปารเมศ ชุติมา

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร รวมทั้งพนักงานทุกคนของโรงงานที่ให้ความอนุเคราะห์ในการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรไปปฏิบัติใช้ในโรงงาน ความร่วมมือในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร และข้อมูลอันมีประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนด้วยดีมาโดยตลอด รวมทั้งขอบคุณเพื่อนทุกคนสำหรับกำลังใจ และความช่วยเหลือที่ผ่านมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฐ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาแนวทางเหตุผลและปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 5
1.3 ขอบเขตการวิจัย 5
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน 6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 7

2 ทฤษฎีและการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
2.1 ทฤษฎี 8
2.2 การสำรวจงานวิจัย 32

3 รายละเอียดของการดำเนินการศึกษา 45
3.1 การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 47
3.2 การแจกแจงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ 52
3.3 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 53
3.4 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร 59
3.5 การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร 61

บทที่		หน้า
4	สภาพปัจจุบัน	64
	4.1 ความเป็นมาขององค์กร	64
	4.2 โครงสร้างและการดำเนินงานของโรงงานผลิตลิฟต์	65
	4.3 กระบวนการผลิตลิฟต์	69
	4.4 การดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักร	71
	4.5 เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์	72
5	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร	74
	5.1 การออกแบบฐานข้อมูล	74
	5.2 การแจกแจงลักษณะประจำ	81
	5.3 การออกแบบ และจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร	103
6	กรณีศึกษา	149
	6.1 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร	149
	6.2 การแจกแจงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ	153
	6.3 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	159
	6.4 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร	170
	6.5 การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร	191
	6.6 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร หลังการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร	224
	6.7 การคำนวณต้นทุนการบำรุงรักษาก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง	234
	6.8 การเปรียบเทียบการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร	240
7	ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	242
	7.1 การสรุปผลการวิจัย	242
	7.2 ข้อจำกัดและอุปสรรค	244
	7.3 ข้อเสนอแนะ	244

หน้า

รายการอ้างอิง 246

ภาคผนวก 249
ภาคผนวก ก ข้อมูลก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร 250
ภาคผนวก ข ข้อมูลหลังการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร 269

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 280

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 โปรแกรมสำเร็จรูปด้านงานบำรุงรักษาจำแนกตามประเภท 2
2.1 ลักษณะส่วนใหญ่ของผู้ใช้ระบบสารสนเทศที่อาศัยคอมพิวเตอร์ช่วย 21
2.2 การวางแผนด้านการจัดการและการควบคุม 25
3.1 เครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษาเมื่อนำไปใช้ปฏิบัติกับโรงงาน 50
3.2 การคำนวณความสูญเสีย 56
5.1 ลักษณะประจำของเอนทิตีเครื่องจักร 82
5.2 ลักษณะประจำของเอนทิตีผลิตภัณฑ์ 82
5.3 ลักษณะประจำของเอนทิตีกระบวนการ 83
5.4 ลักษณะประจำของเอนทิตีความสูญเสีย 83
5.5 ลักษณะประจำของเอนทิตีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 84
5.6 ลักษณะประจำของเอนทิตีผลสรุปความสูญเสีย 86
5.7 ลักษณะประจำของเอนทิตีรายละเอียดความสูญเสีย 90
5.8 ลักษณะประจำของเอนทิตีการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา 91
5.9 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษาระยะยาว 92
5.10 ลักษณะประจำของเอนทิตีแผนการบำรุงรักษาระยะยาว 92
5.11 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษารายปี 93
5.12 ลักษณะประจำของเอนทิตีแผนการบำรุงรักษารายปี 94
5.13 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษารายเดือน 94
5.14 ลักษณะประจำของเอนทิตีแผนการบำรุงรักษารายเดือน 95
5.15 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษา 96
5.16 ลักษณะประจำของเอนทิตีพนักงานบำรุงรักษา 98
5.17 ลักษณะประจำของเอนทิตีอะไหล่ 99
5.18 ลักษณะประจำของเอนทิตีแรงงานทางตรง 100
5.19 ลักษณะประจำของเอนทิตีวัตถุดิบทางตรง 100
5.20 ลักษณะประจำของเอนทิตีค่าโสหุ้ย 101
5.21 ลักษณะประจำของเอนทิตีการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง 102
5.22 ลักษณะประจำของเอนทิตีเวลาพัก 103

ตารางที่ หน้า

6.1 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร 149
6.2 รายละเอียดความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ 155
6.3 เวลาปกติที่ใช้ในการตัดหรือเจาะ 160
6.4 การศึกษาเวลาที่กำหนดตำแหน่งในการตัดหรือเจาะ 162
6.5 เวลาปกติที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งในการตัดหรือเจาะ 153
6.6 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง)..... 165
6.7 การวิเคราะห์ความไวของความพร้อมใช้งานเครื่องจักร
เมื่อความสูญเสียเวลาเปลี่ยนแปลง 180
6.8 การวิเคราะห์ความไวของอัตราสมรรถนะเครื่องจักร
เมื่อความสูญเสียสมรรถนะเปลี่ยนแปลง..... 182
6.9 การวิเคราะห์ความไวของอัตราของดีเครื่องจักร
เมื่อความสูญเสียคุณภาพเปลี่ยนแปลง..... 184
6.10 การวิเคราะห์ความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
เมื่อความสูญเสียเวลา สมรรถนะ คุณภาพ เปลี่ยนแปลง..... 186
6.11 การวิเคราะห์ความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
เมื่อความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร
อัตราของดี เปลี่ยนแปลง 189
6.12 วิธีการทำงานของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง) 193
6.13 วิธีการทำงานของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง)..... 198
6.14 ตัวอย่างตารางระยะ 203
6.15 ตัวอย่างคำสั่งที่ใช้ในการสั่งงานเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์..... 204
6.16 ลักษณะประจำของเอนทิตีโปรเจ็ค..... 208
6.17 ลักษณะประจำของเอนทิตีชิ้นส่วน 209
6.18 ลักษณะประจำของเอนทิตีระยะห่าง 210
6.19 ลักษณะประจำของเอนทิตีเวลาในการทำงานของเครื่องจักร 210
6.20 ลักษณะประจำของเอนทิตีรหัสโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งเครื่องจักร..... 212
6.21 ลักษณะประจำของเอนทิตีแบบทางวิศวกรรม 213
6.22 ลักษณะประจำของเอนทิตีระยะตามค่าตัวแปร 213
6.23 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง) 225

ตารางที่ หน้า

6.24 ค่าวัตถุดิบทางตรง 234
6.25 การเปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร 240

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	เวลาต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่า OEE	17
2.2	ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (MIS)	19
2.3	การบำรุงรักษาแบบซ่อมเมื่อเสีย	35
2.4	ต้นทุนของการบำรุงรักษาแบบซ่อมเมื่อเสีย	35
3.1	รายละเอียดของการดำเนินการศึกษา	46
3.2	เครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษา	49
3.3	องค์ประกอบของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	55
3.4	องค์ประกอบของมูลค่าความสูญเสียรวม	58
3.5	การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	60
3.6	การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร	62
4.1	ผังองค์กรของโรงงานผลิตลิฟต์	66
4.2	การดำเนินงานของโรงงานผลิตลิฟต์	68
4.3	กระบวนการผลิตลิฟต์	70
5.1	แผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตีส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	76
5.2	แผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตีส่วนการบำรุงรักษา-แผนการบำรุงรักษา	78
5.3	แผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตีส่วนการบำรุงรักษา-การจัดการบำรุงรักษา	80
5.4	หน้าต่างภาพรวม	105
5.5	หน้าต่างฐานข้อมูลเครื่องจักร	106
5.6	หน้าต่างฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์	107
5.7	หน้าต่างฐานข้อมูลกระบวนการ	108
5.8	หน้าต่างฐานข้อมูลความสูญเสีย	109
5.9	หน้าต่างฐานข้อมูลอะไหล่	110
5.10	หน้าต่างฐานข้อมูลพนักงานบำรุงรักษา	111
5.11	หน้าต่างฐานข้อมูลการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง	112
5.12	หน้าต่างฐานข้อมูลเวลา	113
5.13	หน้าต่างการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา	114
5.14	หน้าต่างแผนการบำรุงรักษาระยะยาว	115

รูปที่ หน้า

5.15 หน้าต่างแผนการบำรุงรักษารายปี 116
5.16 หน้าต่างแผนการบำรุงรักษารายเดือน 117
5.17 หน้าต่างรายละเอียดแผนการบำรุงรักษา-ค้นหาข้อมูล 118
5.18 หน้าต่างรายละเอียดแผนการบำรุงรักษา-ตารางวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา 119
5.19 หน้าต่างรายละเอียดแผนการบำรุงรักษา-แผนการบำรุงรักษาระยะยาว-รายปี 119
5.20 หน้าต่างรายละเอียดแผนการบำรุงรักษา-แผนการบำรุงรักษารายเดือน 120
5.21 หน้าต่างการดำเนินการบำรุงรักษา-ค้นหา 121
5.22 หน้าต่างการดำเนินการบำรุงรักษา-ข้อมูลการบำรุงรักษา 122
5.23 หน้าต่างการดำเนินการบำรุงรักษา-ค่าบำรุงรักษา 122
5.24 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-ค้นหาข้อมูล 123
5.25 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-การบำรุงรักษาที่เสร็จสมบูรณ์ 124
5.26 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษา 124
5.27 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา 125
5.28 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-การบำรุงรักษาที่ยังไม่เสร็จ 125
5.29 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-กราฟเวลาในการบำรุงรักษาตามเวลา 126
5.30 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-แผนภูมิเวลาในการบำรุงรักษาตามเครื่องจักร 126
5.31 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-กราฟค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาตามเวลา 127
5.32 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-แผนภูมิค่าใช้จ่าย
ในการบำรุงรักษาตามเครื่องจักร 127
5.33 หน้าต่างการจัดตารางการบำรุงรักษา-การจัดลำดับ 128
5.34 หน้าต่างการจัดตารางการบำรุงรักษา-ข้อมูลเบื้องต้น 129
5.35 หน้าต่างการจัดตารางการบำรุงรักษา-ผลการจัดลำดับ [1 ขั้นตอน]-1 129
5.36 หน้าต่างการจัดตารางการบำรุงรักษา-ผลการจัดลำดับ [1 ขั้นตอน]-2 130
5.37 หน้าต่างการจัดตารางการบำรุงรักษา-ผลการจัดลำดับ [2 ขั้นตอน]-1 130
5.38 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ค้นหา 131
5.39 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูลทั่วไป 132
5.40 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูลเฉพาะ 132
5.41 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การขัดข้อง 133
5.42 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การปรับตั้ง 133

รูปที่ หน้า

5.43 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การปรับแต่ง 134
5.44 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ความพร้อมใช้งาน 134
5.45 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การหยุดสั้นๆ 135
5.46 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การเดินเครื่องตัวเปล่า..... 135
5.47 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การสูญเสียความเร็ว..... 136
5.48 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-อัตราสมรรถนะ 136
5.49 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ของเสีย 137
5.50 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ผลผลิตลดลง..... 137
5.51 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-อัตราคุณภาพ 138
5.52 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-OEE-NEE-TEEP..... 138
5.53 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ต้นทุนการดำเนินการ-1 .. 139
5.54 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ต้นทุนการดำเนินการ-2 .. 139
5.55 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ความสูญเสีย 140
5.56 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ค้นหาข้อมูล 141
5.57 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูล OEE 141
5.58 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูลความสูญเสีย..... 142
5.59 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูลมูลค่าความสูญเสีย. 142
5.60 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูลสาเหตุ 143
5.61 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การวิเคราะห์ความไว 143
5.62 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-กราฟ OEE..... 144
5.63 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-แผนภูมิความสูญเสีย..... 144
5.64 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-แผนภูมิ
มูลค่าความสูญเสีย 145
5.65 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-แผนภูมิ
มูลค่าความสูญเสียรวม..... 145
5.66 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-แผนภูมิสาเหตุ..... 146
5.67 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-กราฟความไว 1..... 146
5.68 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-กราฟความไว 2..... 147
5.69 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-กราฟความไว 3..... 147

รูปที่ หน้า

6.1 ความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรแยกตามความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ 154
6.2 เอกสารบันทึกความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ 158
6.3 กราฟค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง).....168
6.4 แผนภูมิค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย (ก่อนการปรับปรุง).....169
6.5 แผนภูมิแท่งข้อมูลความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (ก่อนการปรับปรุง).....174
6.6 แผนภูมิแท่งข้อมูลมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (ก่อนการปรับปรุง) 176
6.7 แผนภูมิพาเรโต้ข้อมูลมูลค่าความสูญเสียรวมตามความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ .178
6.8 แผนภูมิแท่งสาเหตุของการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า.....178
6.9 กราฟความไวของความพร้อมใช้งานเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียเวลาเปลี่ยนแปลง 180
6.10 กราฟความไวของอัตราสมรรถนะเครื่องจักร
เมื่อความสูญเสียสมรรถนะเปลี่ยนแปลง.....182
6.11 กราฟความไวของอัตราของดีเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียคุณภาพเปลี่ยนแปลง.....184
6.12 กราฟความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
เมื่อความสูญเสียเวลา สมรรถนะ คุณภาพ เปลี่ยนแปลง.....187
6.13 กราฟความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
เมื่อความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร
อัตราของดี เปลี่ยนแปลง.....189
6.14 แผนผังของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง).....192
6.15 แผนผังของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ทางเลือกที่ 1).....194
6.16 แผนผังของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ทางเลือกที่ 2).....196
6.17 ตัวตัดมุม 1 (หลังการปรับปรุง) 199
6.18 ตัวตัดมุม 2 (หลังการปรับปรุง) 200
6.19 ตัวอย่างข้อมูลการออกแบบ 201
6.20 ตัวอย่างแบบทางวิศวกรรม 202
6.21 แผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตีส่วนโปรแกรม 206
6.22 หน้าต่างฐานข้อมูลโปรเจ็ค.....215
6.23 หน้าต่างฐานข้อมูลแบบทางวิศวกรรม 216
6.24 หน้าต่างรายละเอียดชิ้นส่วน-ชิ้นส่วน 217
6.25 หน้าต่างรายละเอียดชิ้นส่วน-ข้อมูลระยะ.....217

รูปที่ หน้า

6.26 หน้าต่างรายละเอียดชิ้นส่วน-โปรแกรม 218
6.27 หน้าต่างรายละเอียดโปรเจ็ค-ค้นหาข้อมูล 219
6.28 หน้าต่างรายละเอียดโปรเจ็ค-รายละเอียดชิ้นส่วน 219
6.29 หน้าต่างรายละเอียดโปรเจ็ค-รายละเอียดโปรแกรม 220
6.30 หน้าต่างรายละเอียดโปรเจ็ค-รายละเอียดเวลา 220
6.31 ตัวอย่างภาพ 3 มิติต้นแบบ 221
6.32 การกำหนดค่าในโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล 222
6.33 ตัวอย่างแบบทางวิศวกรรมเชิง 2 มิติ 223
6.34 กราฟค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง) 227
6.35 แผนภูมิค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย (หลังการปรับปรุง) 228
6.36 แผนภูมิแท่งข้อมูลความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (หลังการปรับปรุง) 231
6.37 แผนภูมิแท่งข้อมูลมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (หลังการปรับปรุง) 233

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาแนวทางเหตุผล และปัญหา

สำหรับอุตสาหกรรมการผลิต การผลิตที่เพิ่มขึ้น การลดของเสียให้น้อยลง การจะทำให้สิ่งเหล่านี้บรรลุผลได้นั้นต้องอาศัยเครื่องจักรที่มีการบำรุงรักษาให้มีความพร้อมในการใช้งาน ผลิตอย่างเต็มสมรรถนะ และได้สินค้าที่มีคุณภาพ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถที่จะนำไปเชื่อมโยงกับนโยบายของบริษัทเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทั้งคุณภาพ (Quality, Q) ต้นทุน (Cost, C) และการจัดส่ง (Delivery, D) นอกจากนั้นงานบำรุงรักษาเป็นการทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าจะมีความปลอดภัยในการใช้เครื่องจักรนั้นๆ และไม่มีผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม

การศึกษาวิทยานิพนธ์ต่างๆ พบว่า ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายรายยังคงใช้เครื่องจักรเก่าที่มีอายุการใช้งานมานาน หากไม่มีระบบการบำรุงรักษาที่ดีแล้วจะก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งกระทบต่อการดำเนินงานของโรงงานโดยตรง คือ

1) ไม่สามารถดำเนินการผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้ไม่สามารถส่งผลิตภัณฑ์ได้ตรงตามเวลา

2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงขึ้นกว่าระดับที่ควรจะเป็น

3) คุณภาพผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า

จากปัญหาต่างๆ ที่พบ แสดงให้เห็นว่างานการบำรุงรักษามีความสำคัญเป็นอย่างมากต่ออุตสาหกรรมทุกประเภท แต่การดำเนินงานการบำรุงรักษาต่างๆ โดยใช้คนในการทำงานเพียงอย่างเดียวย่อมส่งผลเสียในการแข่งขันทางธุรกิจ ดังนั้น การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการดำเนินงานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในยุคนี้ จึงทำการสำรวจโปรแกรมสำเร็จรูปด้านงานบำรุงรักษาซึ่งสามารถแบ่งแยกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 โปรแกรมสำเร็จรูปด้านงานบำรุงรักษาจำแนกตามประเภท

ลำดับ	โปรแกรม	โปรแกรมฐานข้อมูลการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	โปรแกรมประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	โปรแกรมเกี่ยวกับเวลาหยุดของเครื่องจักร
1	AIMS	✓		
2	AMPRO	✓		
3	Asset Integrity	✓		✓
4	Atlas 2000	✓		
5	AyaNova	✓		
6	Benchmate	✓		
7	CAMS	✓		
8	CHASE	✓		
9	CO-FIXS	✓		
10	COGZ CMMS	✓		
11	collective Fleet	✓		
12	collective Fleet Pro	✓		
13	Cweb-OEE		✓	✓
14	CWorks Free	✓		
15	CWorks PLUS	✓		
16	CWorks PRO	✓		
17	CWorks SRM	✓		
18	Davison Maintenance	✓		
19	DirectLine	✓		✓
20	Downtime Manager			✓
21	eam2go Standard Edition	✓		
22	Easy Plant Maintenance	✓		
23	eMaint LX	✓		

ตารางที่ 1.1 โปรแกรมสำเร็จรูปด้านงานบำรุงรักษาจำแนกตามประเภท (ต่อ)

ลำดับ	โปรแกรม	โปรแกรมฐานข้อมูลการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	โปรแกรมประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	โปรแกรมเกี่ยวกับเวลาหยุดของเครื่องจักร
24	eMaint X3	✓		
25	Equipment PM	✓		
26	EZMaintenance	✓		
27	FastMaint Basic	✓		✓
28	FastMaint Professional	✓		✓
29	FastMaint Standard	✓		✓
30	MITS Database	✓		
31	MPRO 2000	✓		
32	OEE Impact		✓	✓
33	PM Task Manager	✓		
34	PME Preventive Maintenance Software	✓		
35	PMSystem	✓		
36	PRIME OEE Manager		✓	✓
37	Pro Maintainer Professional	✓		
38	ProTeus IV Enterprise	✓		
39	ProTeus IV Expert	✓		
40	ProTeus IV Professional	✓		
41	QuickMaintPro	✓		
42	TMA Enterprise	✓		
43	TMA eXpress	✓		
44	TMA WorkGroup	✓		
45	WebTMA	✓		

จากตารางที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสำเร็จรูปด้านงานบำรุงรักษานั้น ส่วนใหญ่ยังคงเป็นโปรแกรมฐานข้อมูลการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งเป็นเพียงเบื้องต้นของงานบำรุงรักษาเท่านั้น แต่โปรแกรมสำเร็จรูปที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ยังคงมีอยู่จำนวนน้อย เช่น โปรแกรมประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และโปรแกรมเกี่ยวกับเวลาหยุดของเครื่องจักร ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้สามารถวัดค่าออกมาเป็นเชิงปริมาณ บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการทำงานด้านการบำรุงรักษาได้และใช้ในการวิเคราะห์หาจุดอ่อน จุดบกพร่องเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่องต่อไป ในขณะที่โปรแกรมที่จัดการด้านฐานข้อมูลไม่สามารถตอบสนองส่วนนี้ได้

การวิจัยเพื่อออกแบบวิธีการวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา (ธาราริน อร่ามเจริญ, 2543) ครอบคลุมหัวข้อการจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา และการจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา โดยแบ่งตัวชี้วัดสมรรถนะออกเป็น ตัวชี้วัดสมรรถนะเชิงจิตพิสัย และตัวชี้วัดสมรรถนะเชิงวัตถุวิสัย นอกจากนี้ยังมีชุดวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา ประกอบด้วย วิธีการและขั้นตอนการวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา แบบทดสอบการวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัย และเชิงวัตถุวิสัย โดยตัวชี้วัดสมรรถนะหลักในเรื่องการจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษาที่ผู้วิจัยเสนอ ได้แก่ ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เสนอให้สร้างโปรแกรมเพื่อช่วยในการเก็บข้อมูลและประมวลผลเพื่อเพิ่มความรวดเร็วและความแม่นยำในการประมวลผล

เมื่อมาทำการศึกษาถึงโปรแกรมสำเร็จรูปเอสเอพี (SAP) (สิริวรรธน์ ธรรมรัตน์, 2547) ที่ใช้ในโรงงานกรณีศึกษาขนาดใหญ่ ดำเนินธุรกิจอาหารทะเลแปรรูปส่งออก มีกำลังการผลิตเป็นอันดับหนึ่งในทวีปเอเชียซึ่งนำระบบโปรแกรม SAP เข้าไปใช้ในส่วนของการบำรุงรักษาแต่กลับไม่ประสบความสำเร็จ และมีการใช้ระบบโปรแกรมเพียง 16.52% เท่านั้น จากราคาในการจัดซื้อโปรแกรม SAP ที่สูงถึง 6 ล้านบาทต่อส่วนงาน ทำให้วิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมไม่มีความสามารถในการนำระบบมาใช้ และความสามารถที่เกินความจำเป็นในการนำไปใช้

นอกจากนี้ การศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายงานเชิงคุณภาพสำหรับปรับปรุงการใช้งานโปรแกรม SAP R/3 ในการบริหารงานซ่อมบำรุง (ศุภกิจ กิจศรัณย์, 2543) ในการใช้งานระบบบริหารงานซ่อมบำรุง (SAP-PM) ของบริษัทต่างๆ ในกลุ่มธุรกิจโรงงานผลิตโอเลฟินส์ เยื่อกระดาษ กระดาษพิมพ์เขียน และกระดาษคราฟท์ ไม่สามารถเปรียบเทียบการให้บริการกับคู่แข่งได้ จึงได้ดำเนินการเปรียบเทียบกับเกณฑ์เฉลี่ยในการให้บริการที่ได้กำหนดไว้ โดยทีมงานพัฒนาระบบได้ใช้เกณฑ์ระดับคะแนนเฉลี่ยที่ 3.5 เป็นตัวเปรียบเทียบ โดยถือว่าที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 นี้เป็นระดับที่ทีมพัฒนามีศักยภาพที่สามารถปฏิบัติได้และเป็นระดับเป้าหมายเบื้องต้นที่จะก่อให้เกิด

ความพึงพอใจที่ยอมรับได้ทั้งทีมพัฒนาระบบและผู้ใช้งานระบบ จากการสำรวจพบว่าบริษัทกลุ่มที่มีพัฒนาการการใช้งานระบบมีระดับความพึงพอใจในการนำข้อมูลจากระบบไปใช้งานต่อ 3.4 และความง่ายในการใช้งาน (User friendly) 2.7 ส่วนกลุ่มบริษัทที่มีการใช้งานปกติมีระดับความพึงพอใจในการนำข้อมูลจากระบบไปใช้งานต่อ 2.3 และความง่ายในการใช้งาน (User friendly) 2.8 เท่านั้น ซึ่งยังต่ำกว่าค่าเป้าหมาย

จากปัญหาต่างๆ ที่แสดงให้เห็นข้างต้นแล้วนั้น การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรก็เป็นทางหนึ่งที่สามารถตอบสนองนโยบายด้านคุณภาพ ต้นทุน และการจัดส่งของบริษัทให้บรรลุไปได้ โดยมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการวิจัยให้แสดงออกมาเป็นค่าในเชิงปริมาณ และมีการคำนวณหาต้นทุนการบำรุงรักษาเพื่อช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

1.2 วัตถุประสงค์

การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษาเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1) การศึกษานี้ได้มีการจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการวิเคราะห์โดยครอบคลุมเฉพาะการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรนี้ จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ การจัดเก็บฐานข้อมูลด้านการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การจัดตารางการซ่อมบำรุงในกรณีที่มีเครื่องจักรเสียพร้อมกันหลายเครื่อง และการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

2) เมื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรถูกจัดทำขึ้นแล้ว จะนำไปใช้ปฏิบัติกับโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 1 โรง จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุแล้วทำการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรต่อไป

3) สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนการบำรุงรักษา เป็นการคำนวณหาต้นทุนการบำรุงรักษาและนำมาเปรียบเทียบต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน

1) สำรวจงานวิจัย และทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนการบำรุงรักษา การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การจัดลำดับการซ่อมบำรุงและการจัดตารางการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการต่างๆ การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาเบสิค (Basic)

2) ออกแบบฐานข้อมูล โดยการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี (Entity relationship model, E-R model) ด้วยแผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตี (Entity relationship diagram, ERD) และจัดทำระบบฐานข้อมูลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

3) ออกแบบ และจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรด้วยภาษาเบสิค โดยในส่วนของการจัดตารางซ่อมบำรุงสามารถเปรียบเทียบผลการจัดตารางซ่อมบำรุงตามกฎและวิธีการต่างๆ และไม่มีการแทรกงานหลังจากที่จัดลำดับและจัดตารางเสร็จเรียบร้อยแล้ว ส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจะเป็นการเชื่อมโยงมาจากส่วนต่างๆ ของโปรแกรม

4) ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยการเปรียบเทียบการคำนวณในขั้นตอนต่างๆ กับขั้นตอนการคำนวณที่กำหนดในแต่ละวิธีการ หากมีขั้นตอนใดผิดพลาดก็ทำการปรับปรุงในส่วนของรหัสต้นทาง (Source code) แล้วทำการตรวจสอบความถูกต้อง จนกระทั่งมีความเชื่อมั่นในขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง

5) นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรที่จัดทำขึ้นไปใช้ปฏิบัติกับโรงงาน เพื่อทดสอบการจัดเก็บฐานข้อมูลด้านการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การจัดตารางการซ่อมบำรุง และการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

6) ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากนั้นจึงทำการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรกับโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 1 โรง

7) วิเคราะห์ และประเมินผลการวิจัยโดยการเปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และต้นทุนในการบำรุงรักษา

8) สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1) ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมรู้ถึงต้นทุนในการบำรุงรักษาเครื่องจักร

2) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร สามารถจัดเก็บฐานข้อมูลด้านการจัดการบำรุงรักษาซึ่งใช้ในการอ้างอิงของฝ่ายบำรุงรักษาได้ สามารถจัดตารางการซ่อมบำรุงในกรณีที่มีเครื่องจักรเสียพร้อมกันหลายเครื่อง เพิ่มประสิทธิผลและความถูกต้องของการคำนวณในการจัดตารางการซ่อมบำรุง อีกทั้งสามารถจัดตารางการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์โดยการเปรียบเทียบจากกฎต่างๆ และสามารถคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

3) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร สามารถเป็นแนวทางในการสร้างระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาสำหรับอุตสาหกรรมอื่น

4) เป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรให้ดีขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในส่วนนี้ของการวิจัยเป็นการสำรวจทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ทำการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ทฤษฎี และการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎี

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น การจัดการงานบำรุงรักษา การจัดงานซ่อมบำรุงเพื่อลดการสูญเสีย ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และระบบสารสนเทศ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 การจัดการงานบำรุงรักษา

2.1.1.1 ความสำคัญของงานบำรุงรักษา

งานบำรุงรักษาของการผลิตอาจนิยามได้ว่า เป็นกิจกรรมทุกอย่างที่จำเป็นต่อการที่ทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์อยู่ในสภาพที่สามารถทำงานหรือใช้งานได้ตามต้องการ (จิตรา รู้กิจการพานิช, 2546) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์อยู่ในสภาพที่ทำงานได้ด้วยสมรรถนะที่สูงที่สุด เพื่อให้ผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามเป้าหมายทั้งด้านคุณภาพและราคา โดยทั้งนี้จะต้องมีความตระหนักถึงค่าใช้จ่ายที่มีประสิทธิผล คำนึงถึงความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม

ในการทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ องค์กรจำเป็นต้องมีความชำนาญและทักษะในการจัดการเกี่ยวกับคน การกำหนดนโยบายต่างๆ เครื่องจักรและอุปกรณ์รวมทั้งการปฏิบัติงานรวมทั้งจำเป็นต้องมีความชำนาญและทักษะในด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี เพื่อให้จัดหาวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การซ่อมแซม หรือการหยุดเครื่องจักรประจำปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคที่การผลิตมีความสลับซับซ้อนและเป็นระบบอัตโนมัติมากขึ้น

ความจริงแล้วงานบำรุงรักษาสามารถใช้เป็นกิจกรรมที่ช่วยสร้างกำไรมากกว่ากิจกรรมที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายสูง แบบที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ โดยมีผู้สรุปไว้ว่าถ้างานบำรุงรักษามีประสิทธิผลดี จะส่งผลกระทบโดยตรง ดังต่อไปนี้

1) *กำลังการผลิตและปริมาณการผลิต* โดยสามารถประกันได้ว่าเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตมีความเชื่อถือได้ และสามารถผลิตได้ตามต้องการ
2) *ค่าใช้จ่ายคงที่* ค่าแรงงานในงานซ่อมบำรุงสามารถกำหนดได้
3) *ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ* สามารถตั้งงบประมาณสำหรับงานบำรุงรักษาได้ เพราะจะทราบค่าใช้จ่ายสำหรับอะไหล่ที่จะต้องใช้ รวมทั้งทราบค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้รับเหมาภายนอกล่วงหน้า
4) *มีความปลอดภัยทั้งสิ่งแวดล้อมและการทำงาน* งานซ่อมบำรุงเป็นการทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าจะมีความปลอดภัยในการใช้เครื่องจักรนั้นๆ และไม่มีผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ไม่เกิดการรั่วไหลของสารเคมีหรือก๊าซ เป็นต้น

2.1.1.2 ลักษณะหรือเทคนิคการบำรุงรักษา

ในที่นี้จะหมายถึงงานที่ผู้บริหารระดับกลางขององค์กรที่มีส่วนรับผิดชอบโดยตรงกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นผู้กำหนด ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ในลักษณะต่างๆ คือ

1) *การบำรุงรักษาโดยยึดการเสียเป็นหลัก (Failure-Based Maintenance, FBM)*

เป็นการบำรุงรักษาซึ่งจะดำเนินการก็ต่อเมื่อเครื่องจักรเสีย ดังนั้น FBM ก็คือ การบำรุงรักษาแบบแก้ไข (CM) FBM นั้นเหมาะกับการเสียของเครื่องจักรซึ่งไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่ำ (ไม่ต้องมีการหยุดเครื่องจักรเพื่อการบำรุงรักษา)

2) *การบำรุงรักษาโดยยึดการใช้งานเป็นหลัก (Use-Based Maintenance, UBM)*

การบำรุงรักษาที่ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่งหมายถึงจำนวน หรือเวลาที่ครบกำหนด ในกรณีที่ใช้เวลาเป็นตัวกำหนด จะเรียกว่า การบำรุงรักษาตามกำหนดเวลา (Fixed-Period Maintenance) ในการใช้การบำรุงรักษาแบบนี้ได้นั้นจะต้องทราบพฤติกรรมการเสียของเครื่องจักรนั้นก่อน และทราบรูปแบบของอัตราการเสีย (Failure Rate Type) ได้แก่ การทราบค่าความน่าจะเป็นที่มีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้นที่ระยะเวลาต่างๆ โดยพิจารณาตั้งแต่การเสียครั้งล่าสุด ในการบำรุงรักษารูปแบบนี้ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากกว่าการบำรุงรักษาแบบแก้ไข

3) *การบำรุงรักษาแบบยึดเงื่อนไขเป็นหลัก (Condition-Based Maintenance, CBM)*

การบำรุงรักษาที่จะกระทำเมื่อพารามิเตอร์ของระบบมีค่าตามเงื่อนไข ซึ่งสามารถใช้ทำนายพฤติกรรมของเครื่องจักรได้ การบำรุงรักษาแบบนี้จะใช้การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพราะให้ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากกว่าการบำรุงรักษาแบบแก้ไข โดยทั่วไปจะต้องทำการตรวจสอบ

เพื่อให้ทราบว่าถึงเวลาต้องทำการซ่อมบำรุงหรือไม่ บางทีอาจเรียกการบำรุงรักษาแบบนี้ว่า การบำรุงรักษาโดยยึดการตรวจสอบเป็นหลัก (Inspection-Based Maintenance, IBM) ความจริงแล้ว รูปแบบการบำรุงรักษาแบบ IBM นี้ จะเป็นเพียงรูปแบบเบื้องต้นของ CBM

4) *การบำรุงรักษาโดยยึดโอกาสเป็นหลัก (Opportunity-Based Policy)*

เมื่อเครื่องจักรเครื่องหนึ่งในการผลิตเสีย และต้องมีการหยุดการผลิตแบบที่เรียกว่า SHUT DOWN ทั้งสายการผลิตหรือส่วนใหญ่ ก็ให้ดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแก่เครื่องจักรอื่นๆ ด้วย แม้ว่าเครื่องจักรเหล่านั้นยังไม่เสียก็ตาม ทั้งนี้ทางเลือกขององค์ประกอบหรือเครื่องจักรอื่นๆ ที่จะได้รับการบำรุงรักษายังต้องขึ้นอยู่กับสภาพของการผลิตด้วย

5) *การออกแบบเพื่อไม่ต้องทำการบำรุงรักษา (Design-Out Maintenance, DOM)*

จะเน้นการปรับปรุงการออกแบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้ทำการบำรุงรักษาได้ง่ายหรือไม่ต้องมีการบำรุงรักษา และเพิ่มค่าความเชื่อมั่นของเครื่องจักรอุปกรณ์ให้สูงขึ้น

นอกจากการแบ่งวิธีการหรือเทคโนโลยียังอาจแบ่งออกได้เป็นการบำรุงรักษาแบบต่างๆ ได้แก่ การบำรุงรักษาแบบวางแผน การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ และการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (จิตรา รู้กิจการพานิช, สมชาย พวงเพิกศึก และสุวิทย์ บุณยวานิชกุล, 2548) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) *การบำรุงรักษาแบบวางแผน (Planned Maintenance)*

การบำรุงรักษาแบบวางแผน คือ การที่ฝ่ายบำรุงรักษาดำเนินกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เครื่องจักรใช้งานได้ดีตลอดเวลา นั่นก็คือกิจกรรมเพื่อให้เครื่องจักรมีอัตราการใช้งานสูง (Availability) และเพื่อเพิ่มพูนทักษะความสามารถในการบำรุงรักษา (Maintainability) โดยแบ่งย่อยออกเป็น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง การป้องกันการบำรุงรักษา และการซ่อมบำรุงเมื่อขัดข้อง (ธานี อ่วมอ้อ, 2546)

การบำรุงรักษาแบบวางแผนเป็นกิจกรรมของฝ่ายบำรุงรักษาและเป็นเสาหลักหนึ่งใน TPM ในขณะที่ฝ่ายผลิตทำกิจกรรมการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง และผู้ใช้เครื่องทำกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

นอกจากการบำรุงรักษาแบบวางแผนแล้ว ต้องมีกิจกรรมอื่นสนับสนุนด้วย เช่น กิจกรรมการช่วยเหลือผู้ใช้เครื่องในการบำรุงรักษาด้วยตนเอง กิจกรรมสำหรับการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง กิจกรรมเพื่อการป้องกันการบำรุงรักษา และกิจกรรมเพื่อการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์

2) *การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)*

การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ หรือการบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition-Based Maintenance) เป็นขั้นสูงของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อจากการทำการบำรุงรักษาประจำวัน

(Daily Maintenance) การบำรุงรักษาตามช่วงเวลา (Periodic Maintenance) และการเปลี่ยนทดแทนหรือการบูรณะเมื่อถึงเวลาอันสมควร ด้วยการกำหนดตามเวลาหรือตามปริมาณการใช้งาน (Time-Based Maintenance)

สาเหตุที่ทำให้เราต้องการการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์เนื่องจากว่า การเปลี่ยนทดแทนหรือการบูรณะเมื่อถึงเวลาอันสมควรตามเวลาหรือตามปริมาณการใช้งาน บางครั้งก็เร็วเกินไปทำให้สิ้นเปลือง และในบางครั้งก็ช้าเกินไปทำให้ต้องเสี่ยงต่อการเกิดเครื่องเสียขณะกำลังใช้งาน ทางที่ดีที่สุดก็คือ การเปลี่ยนทดแทนหรือการบูรณะในเวลาที่พบสภาพที่ทำให้อายุการใช้งานของเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนเกือบเหลือศูนย์ (Condition Based) และ ณ เวลานั้น หากปล่อยไป ไม่รีบดำเนินการเปลี่ยนหรือบูรณะเสียก่อน เครื่องจักรจะต้องเสียอย่างแน่นอน และกรรมวิธีในการได้มาซึ่งการรับรู้สภาพที่ทำให้อายุการใช้งานของเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนเกือบเหลือศูนย์ เราเรียกว่า “การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์” (ธานี อ่วมอ้อ, 2546)

3) *การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)*

การบำรุงรักษาด้วยตนเองเป็นการทำกิจกรรมบำรุงรักษาในลักษณะของกิจกรรมกลุ่มย่อยมุ่งเน้นให้ผู้ใช้เครื่องจักรมีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำรุงรักษาโดยเฉพาะการดูแลรักษาเครื่องจักรที่ตนเองใช้ แต่ละกลุ่มมีหน้าที่ดูแลรักษาเครื่องจักรของตนเอง ไม่ปล่อยให้เป็นหน้าที่ของฝ่ายบำรุงรักษาเพียงฝ่ายเดียว

การบำรุงรักษาด้วยตนเองนั้นมีความหมาย 2 แนวทาง ดังนี้

การบำรุงรักษาด้วยตนเอง คือ การปกป้องเครื่องจักรของตนเอง ผู้ใช้เครื่องแต่ละคนสามารถทำการตรวจสอบประจำวัน หล่อลื่น เปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ ซ่อมแซมเบื้องต้น สังเกตความผิดปกติของเครื่อง และตรวจสอบอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ตนเป็นผู้ใช้งานอย่างละเอียดในบางครั้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ “ปกป้องเครื่องจักรของตนเอง”

การบำรุงรักษาด้วยตนเอง คือ การเป็นผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องจักรของตนเอง อันดับแรกต้องสามารถ ตรวจจับความผิดปกติได้ และอันดับที่สองต้องสามารถสัมผัสได้ถึงความผิดปกติที่กำลังจะเกิดขึ้น โดยพิจารณาจากคุณภาพการใช้งานของเครื่องจักร (ธานี อ่วมอ้อ, 2546)

2.1.1.3 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คือ การบำรุงรักษาที่ปฏิบัติอย่างมีแผนการเพื่อที่จะป้องกันล่วงหน้ามิให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักรในระหว่างการใช้งาน และคงสภาพเครื่องจักรให้อยู่ใน

สภาพที่จะใช้งานได้ ซึ่งลักษณะพิเศษของการบำรุงรักษาแบบนี้อยู่ที่การจัดการซ่อมแซมก่อนที่เครื่องจักรจะขัดข้องและหยุดทำงาน เป็นการจัดการซ่อมแซมตามที่วางแผนล่วงหน้าเอาไว้แล้ว

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันนี้อาจรวมถึงการบำรุงรักษาประจำวันที่ปฏิบัติโดยฝ่ายผลิตไปด้วย (ชิดพงศ์ ประดิษฐสุวรรณ, ผู้แปล, 2535: 34)

2.1.1.4 ประเภทของมาตรฐานการบำรุงรักษา

มาตรฐานการบำรุงรักษาสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ มาตรฐานการปรับแต่ง มาตรฐานการตรวจสอบ มาตรฐานการซ่อมแซม และมาตรฐานการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) *มาตรฐานการปรับแต่ง*

มาตรฐานการปรับแต่ง คือ ค่าที่แสดงมาตรฐานงานบำรุงรักษาประจำวัน เช่น การทำความสะอาด การหยอดน้ำมัน การขันน้อต และค่าที่ทำให้เป็นมาตรฐานของสภาพการทำงาน วิธีการทำงาน เป็นต้น

2) *มาตรฐานการตรวจสอบ*

มาตรฐานการตรวจสอบนั้นสามารถแบ่งได้เป็น การตรวจสอบสมรรถภาพ และการตรวจสอบระบบ ใช้เพื่อวัดการเสื่อมสภาพ

3) *มาตรฐานการซ่อมแซม*

มาตรฐานการซ่อมแซมแบ่งเป็น การจัดทำมาตรฐานการซ่อมแซมที่เกี่ยวกับเครื่องจักรที่ถูกกำหนดเป็นพิเศษ หรือชิ้นส่วนของเครื่องจักร และการจัดทำมาตรฐานซึ่งแบ่งตามชนิดของงาน เช่น งานกลึง งานตกแต่งขั้นสุดท้าย เป็นต้น ใช้เพื่อที่จะฟื้นฟูการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร

4) *มาตรฐานการซ่อมบำรุงเครื่องจักร*

มาตรฐานการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเป็นมาตรฐานที่มีรูปและอธิบายส่วนประกอบของเครื่องจักร วิธีตรวจสอบ มาตรฐานการตรวจสอบ วิธีการและขั้นตอนในการทำงานที่ปลอดภัย ตลอดจนข้อควรระวัง นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นเอกสารสำหรับฝึกหัดสำหรับพนักงานใหม่อีกด้วย

2.1.2 การจัดงานซ่อมบำรุงเพื่อลดการสูญเสีย

การที่เครื่องจักรหยุดทำงานนั้นเป็นการสูญเสียอย่างหนึ่ง ซึ่งมีสาเหตุของการสูญเสียหลายประการ ได้แก่ สภาพการทำงานไม่สะดวกทำให้ทำงานซ่อมได้ยาก ขาดอะไหล่ที่จะใช้ในงานซ่อม ขาดเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับงานซ่อม ช่างซ่อมติดงานซ่อมหรือภารกิจอื่น ขาดทักษะและประสบการณ์ที่จำเป็น ขาดการจัดงานซ่อมที่จำเป็น เป็นต้น (อนนต์ วงษ์เกษม, 2546)

การจัดงานซ่อมบำรุงนั้นสามารถทำได้โดยอาศัยกฎต่างๆ สามารถแบ่งได้เป็นงานซ่อมขั้นตอนเดียว และงานซ่อมหลายขั้นตอน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.2.1 งานซ่อมขั้นตอนเดียว

งานซ่อมขั้นตอนเดียวมีกฎในงานจัดงานอยู่หลายกฎที่ได้ถูกนำมาใช้เพื่อการตัดสินใจในการสั่งซ่อม ได้แก่ กฎมาก่อนซ่อมก่อน กฎซ่อมงานที่สั้นที่สุดก่อน กฎซ่อมเครื่องที่มีกำลังการผลิตมากก่อน กฎที่อาศัยดัชนีเวลางานซ่อมต่อกำลังการผลิต และกฎที่อาศัยดัชนีกำลังการผลิตต่อเวลางานซ่อม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) *กฎแบบมาก่อนซ่อมก่อน*

กฎการซ่อมงานโดยเครื่องจักรเครื่องใดเสียก่อนก็จะทำการซ่อมเครื่องจักรเครื่องนั้นก่อนเป็นอันดับแรก เครื่องที่เสียต่อๆ มาให้ทำการซ่อมตามลำดับไปเรื่อยๆ ทั้งนี้การลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มาถึงแถวคอยที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นเป็นงานอันดับแรก

2) *กฎซ่อมงานที่สั้นที่สุดก่อน*

เป็นการซ่อมเครื่องจักรโดยการเรียงลำดับการซ่อมจากงานซ่อมที่ใช้เวลาในการซ่อมน้อยที่สุดก่อนเรียงลำดับไปจนถึงงานซ่อมที่ใช้เวลาในการซ่อมมากที่สุด ทั้งนี้ลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มีเวลาในการซ่อมบนเครื่องจักรที่กำลังพิจารณาอยู่มีค่าน้อยที่สุดก่อน

3) *กฎซ่อมเครื่องที่มีกำลังการผลิตมากก่อน*

เป็นการซ่อมเครื่องจักรโดยการเรียงลำดับการซ่อมจากเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตมากที่สุดจะได้รับการซ่อมเป็นอันดับแรก จากนั้นเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตรองลงมาจะได้รับการซ่อมเป็นอันดับถัดไป จนถึงเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตน้อยที่สุด

4) *กฎที่อาศัยดัชนีเวลางานซ่อมต่อกำลังการผลิต*

เป็นกฎการซ่อมที่อาศัยดัชนีเวลางานซ่อมต่อกำลังการผลิตเป็นเกณฑ์ในการใช้เลือกงานซ่อมก่อนหลัง โดยจะทำการซ่อมเครื่องจักรที่มีดัชนีเวลางานซ่อมต่อกำลังการผลิตน้อยที่สุดก่อน เรียงลำดับการซ่อมไปจนถึงเครื่องจักรที่มีดัชนีเวลางานซ่อมต่อกำลังการผลิตมากที่สุด

5) *กฎที่อาศัยดัชนีกำลังการผลิตต่อเวลางานซ่อม*

เป็นกฎการซ่อมที่อาศัยดัชนีกำลังการผลิตต่อเวลางานซ่อมเป็นเกณฑ์ในการใช้เลือกงานซ่อมก่อนหลัง โดยจะทำการซ่อมเครื่องจักรที่มีดัชนีกำลังการผลิตต่อเวลางานซ่อมมากที่สุดก่อน เรียงลำดับการซ่อมไปจนถึงเครื่องจักรที่มีดัชนีกำลังการผลิตต่อเวลางานซ่อมน้อยที่สุด

2.1.2.2 งานซ่อมหลายขั้นตอน

งานซ่อมเครื่องจักรบางงานนั้นไม่สามารถจะทำเสร็จได้ภายในขั้นตอนเดียว ต้องอาศัยการซ่อมหลายขั้นตอน ซึ่งมีกฎในการตัดสินใจ ได้แก่ กฎแบบมาก่อนซ่อมก่อน กฎของจอห์นสัน และกฎประยุกต์เวลาในการซ่อมที่สั้นที่สุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) *กฎแบบมาก่อนซ่อมก่อน*

กฎการซ่อมงานโดยเครื่องจักรเครื่องใดเสียก่อนก็จะทำการซ่อมเครื่องจักรเครื่องนั้นก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงเรียงลำดับไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงเครื่องจักรที่เสียเป็นลำดับสุดท้าย ซึ่งจะได้รับการซ่อมเป็นลำดับสุดท้ายเช่นกัน ทั้งนี้การลำดับความสำคัญสูงสุดจะให้กับงานที่มาถึงแถวคอยที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นเป็นงานอันดับแรก

2) *กฎของจอห์นสัน*

กฎของจอห์นสันนี้ใช้ในการแก้ปัญหางานซ่อม 2 ขั้นตอน โดยมีขั้นตอนวิธีการประยุกต์ใช้กฎของจอห์นสัน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งงานออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีเวลาซ่อมขั้นตอนที่ 1 น้อยกว่าเวลาซ่อมขั้นตอนที่ 2 ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีเวลาซ่อมขั้นตอนที่ 1 มากกว่าหรือเท่ากับเวลาซ่อมขั้นตอนที่ 2

ขั้นที่ 2 นำสมาชิกในกลุ่มที่ 1 มาเรียงกันโดยที่ค่าของเวลาซ่อมขั้นตอนที่ 1 ไม่ลดลง โดยอาศัยกฎการซ่อมงานที่สั้นที่สุดก่อน และสมาชิกในกลุ่มที่ 2 ให้จัดเรียงกันโดยที่เวลาซ่อมขั้นตอนที่ 2 ไม่เพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 3 เรียงลำดับงานโดยการนำเอาสมาชิกในกลุ่มที่ 2 มาเรียงต่อจากสมาชิกในกลุ่มที่ 1 (ปารเมศ ชุติมา, 2546)

3) *กฎประยุกต์เวลาในการซ่อมที่สั้นที่สุด*

กฎนี้มีประโยชน์ในการจัดการงานซ่อมที่มีขั้นตอนมากกว่า 2 ขั้นตอนขั้นไป โดยมีขั้นตอนวิธีการใช้ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ใช้กฎซ่อมงานที่สั้นที่สุดก่อนในการจัดงาน โดยพิจารณาจาก

ทางเลือกที่ 1 เวลาซ่อมรวมของขั้นตอนที่ 1

ทางเลือกที่ 2 เวลาซ่อมรวมของขั้นตอนที่ 1 และ 2

ทางเลือกที่ 3 เวลาซ่อมรวมของขั้นตอนที่ 1, 2 และ 3

ทางเลือกที่ n เวลาซ่อมรวมของขั้นตอนที่ 1, 2, 3, ... และ n

ขั้นที่ 2 คำนวณหาเวลาหยุดเครื่องจักรรวมของแต่ละทางเลือก

ขั้นที่ 3 เลือกทางเลือกที่มีเวลาหยุดเครื่องจักรรวมที่ต่ำที่สุด

2.1.3 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall equipment effectiveness, OEE)

การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance, TPM) เป็นการบำรุงรักษาทวีผลซึ่งกระทำโดยพนักงานทุกคนผ่านทางกิจกรรมกลุ่มย่อย การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรซึ่งกระทำบนพื้นฐานการกระจายไปทั่วทั้งบริษัท (สุวิทย์ บุณยวานิชกุล, ผู้แปล, 2542)

การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมนั้นมีดัชนีชี้วัดที่สำคัญตัวหนึ่ง นั่นก็คือ ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall equipment effectiveness, OEE) และบริษัทต่างๆ ที่ได้รับรางวัล PM ล้วนแต่มีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสูงกว่า 85% ทั้งสิ้น

ในหัวข้อนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 หัวข้อย่อย ได้แก่ ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ และการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.3.1 ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ

เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตในแต่ละช่วงเวลาที่ใช้งาน หรือถูกกำหนดจะใช้งาน จะมีพฤติกรรมต่างๆ ที่จัดเป็นความสูญเสียต่างๆ ได้ 6 ประการหลัก ดังนี้ คือ

1) ความสูญเสียจากการที่เครื่องจักรขัดข้องทำให้ต้องหยุดผลิต
2) ความสูญเสียจากการเตรียมงาน การปรับตั้งเครื่องจักร การเปลี่ยนไปผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่อไป จะต้องมีการเตรียมเครื่องจักรก่อน เช่น เปลี่ยนแม่พิมพ์

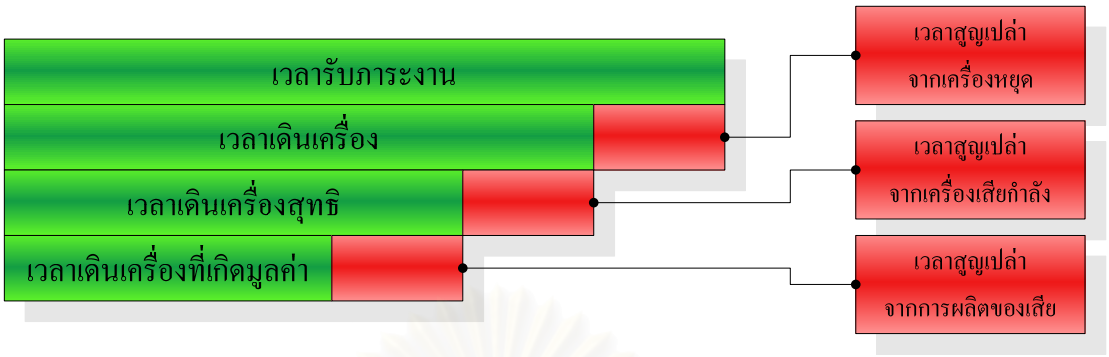
เปลี่ยนจิ๊ก เวลาช่วงนี้ทำให้เกิดความสูญเสีย เนื่องจากเครื่องจักรไม่ได้เดินเครื่องทำการผลิต

3) ความสูญเสียจากการหยุดเล็กๆ น้อยๆ หรือการเดินเครื่องเปล่า เช่น การที่เครื่องจักรมีปัญหาชั่วคราว เครื่องจักรสามารถผลิตได้แต่ไม่มีวัตถุป้อนให้กับเครื่องจักร การหยุดเล็กๆ น้อยอันเนื่องมาจากมีชิ้นงานเข้าไปติดที่เครื่องจักร
4) ความสูญเสียด้านความเร็ว หมายถึง การใช้เครื่องจักรด้วยความเร็วไม่ถึงที่ออกแบบไว้ สาเหตุหนึ่งของการสูญเสียนี้ คือ การที่เครื่องจักรเสื่อมสภาพ ซึ่งจะทำให้รอบการหมุนของเครื่องช้าลง หรือการที่ผู้ปฏิบัติงานไม่กล้าใช้เครื่องจักรที่ความเร็วสูงๆ ทำให้ไม่สามารถใช้งานเครื่องจักรได้อย่างเต็มสมรรถนะ
5) ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย เมื่อมีของเสียและต้องทำการซ่อม จะทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย เป็นเหตุให้มีต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น
6) ผลผลิตลดลง การผลิตของเสีย การแก้ไขชิ้นงาน และการลดลงของชิ้นงานที่เกิดขึ้นระหว่างการเริ่มเดินเครื่องและการผลิตที่เสถียร

2.1.3.2 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

OEE เป็นคำที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในฐานะตัวเลขที่ใช้บ่งบอกสมรรถนะของโรงงานที่ใช้เครื่องจักรเป็นหลักในกระบวนการผลิต นอกจากนั้น OEE ยังใช้เป็นตัวเลขในการวัดความสำเร็จของโรงงานที่ดำเนินกิจกรรม TPM หรือเรียกได้ว่าการดำเนินกิจกรรม TPM ก็เพื่อเพิ่มค่า OEE

ค่า OEE ประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ความพร้อมของเครื่องจักร (Availability, A) อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (Performance Rate, P) และอัตราของดี (Good Quality Rate, Q) โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 เวลาต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่า OEE
(ธานี อ่วมอ้อ, 2546)

1) *ความพร้อมของเครื่องจักร (Availability, A)*

ความพร้อมของเครื่องจักรเกิดจากเวลาสูญเปล่าจากเครื่องจักรหยุดเนื่องมากจากเครื่องจักรขัดข้อง และการสูญเสียจากการปรับตั้ง เตรียมงานของเครื่องจักร

$$\text{ความพร้อมของเครื่องจักร} = \frac{\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาสูญเปล่าจากเครื่องหยุด}}{\text{เวลารับภาระงาน}} \times 100\%$$

2) *อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (Performance Rate, P)*

เวลาเดินเครื่องสุทธิเกิดเนื่องจากเวลาสูญเปล่าจากเครื่องเสียกำลังอันเนื่องมาจากการที่เครื่องจักรหยุดเล็กๆ น้อยๆ การเดินเครื่องตัวเปล่า และการสูญเสียด้านความเร็วทำให้เครื่องจักรไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างเต็มกำลังการผลิตของเครื่อง

$$\text{อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร} = \frac{\text{รอบเวลาทางทฤษฎี} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \times 100\%$$

3) *อัตราของดี (Good Quality Rate, Q)*

การผลิตชิ้นงานของเครื่องจักรนั้นไม่สามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ดีเป็นที่ต้องการทั้งหมด อันเนื่องมาจากมีการผลิตชิ้นงานบางชิ้นที่เป็นของเสีย ทำให้ผลผลิตที่ได้จากการผลิตลดลง

$$\text{อัตราของดี} = \frac{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้} - \text{ปริมาณของเสีย}}{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้}} \times 100\%$$

4) *ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)*

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร = ความพร้อมของเครื่องจักร × อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร × อัตราของดี

2.1.4 ระบบสารสนเทศ

สำหรับการศึกษาในเรื่องระบบสารสนเทศนี้ สามารถแบ่งได้เป็นระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management information system, MIS) และแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี (Entity relationship model, E-R model) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.4.1 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management information system, MIS)

ระบบสารสนเทศที่จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้แบ่งเป็น 5 หัวข้อ ได้แก่ นิยามของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คุณสมบัติที่ดีของข้อมูล ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการในสายตาของผู้ใช้ โครงสร้างของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ และระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการที่กำหนดดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

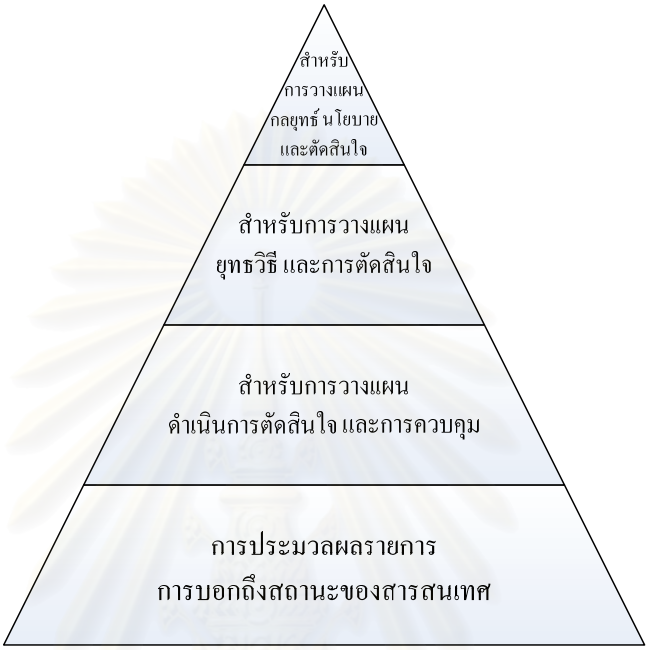
2.1.4.1.1 นิยามของระบบสารสนเทศ

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ หมายถึง ระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน แล้วนำมาประมวลผลเพื่อให้ได้สารสนเทศที่ใช้ช่วยผู้บริหารในการตัดสินใจในด้านต่างๆ (วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์, 2546)

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการเป็นระบบที่รวมผู้ใช้ และเครื่องเข้าไว้ด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายในการจัดหาสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการดำเนินงาน (Operation) การจัดการ (Management) และการตัดสินใจ (Decision-Making) ในองค์กร โดยที่ระบบจะใช้ประโยชน์จากฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ กระบวนการที่ทำด้วยมือ ตัวแบบสำหรับการวิเคราะห์การวางแผน การควบคุม และการตัดสินใจ ตลอดจนฐานข้อมูล (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)

ทั้งนี้โครงสร้างของระบบสารสนเทศสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ ซึ่งระดับบนสุดนั้นคือระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการวางแผนกลยุทธ์ การกำหนดนโยบายสำหรับผู้บริหารระดับสูง ระดับต่อมาคือ ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับการวางแผนยุทธวิธี และการตัดสินใจเกี่ยวกับการควบคุมในระดับการจัดการ ระดับถัดไปคือ ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการที่ช่วยสนับสนุนการดำเนินงานประจำวันและควบคุม และระดับล่างสุดซึ่งเป็นระดับสุดท้ายเป็นระบบสารสนเทศสำหรับการประมวลผลรายการ และการสอบถามสถานะของสารสนเทศ ใน

การประมวลผลสารสนเทศแต่ละระดับนั้นอาจจะต้องใช้สารสนเทศที่จัดเตรียมมาจากระดับที่ต่ำกว่า บางครั้งอาจต้องใช้ข้อมูลใหม่ๆ ด้วยเช่นกัน (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)



รูปที่ 2.2 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (MIS)
(ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)

1) *ระบบผู้ใช้-เครื่อง (Computer-Based User-Machine System)*

เนื่องจากความสามารถของคอมพิวเตอร์สามารถที่จะประมวลผลข้อมูลได้จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นสารสนเทศในปัจจุบันจึงมักจะผ่านกระบวนการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์

ผู้ใช้ (User) ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ ก็คือบุคคลที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการป้อนข้อมูลนำเข้า (Input Data) ซึ่งการโต้ตอบกันระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจะกระทำโดยผ่านอุปกรณ์นำข้อมูลเข้าและออก โดยปกติแล้วจะแสดงออกทางจอภาพ ซึ่งต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถจะป้อนข้อมูลนำเข้าโดยตรง และได้ผลของรายงาน (Output) ออกมาทันที (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)

2) *ระบบรวม (Integrated System)*

โดยทั่วไปแล้ว ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการเป็นการรวมการประมวลผลสารสนเทศขั้นพื้นฐานขององค์กรไว้ แล้วพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับผู้ใช้ขึ้นทีละโปรแกรม

โดยใช้ระบบสารสนเทศนั้นๆ การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการรูปแบบนี้ต้องมีกระบวนการในการรวมที่ดี เพื่อให้ระบบย่อยแต่ละระบบสามารถทำงานประสานกันได้ดีในระบบรวมทั้งหมดขององค์กร

3) *ความต้องการฐานข้อมูล (Need for a Database)*

สารสนเทศ คือ ข้อมูลที่มีความหมายหรือมีประโยชน์ต่อการใช้งาน ได้มาจากการนำเอาข้อมูลไปผ่านกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่ง (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)

ฐานข้อมูล คือ ที่รวมของข้อมูลที่สัมพันธ์กันในด้านใดด้านหนึ่งและได้รับการจัดเก็บไว้อย่างเป็นระเบียบเพื่อประโยชน์ของการเรียกใช้งานต่อไป ซึ่งฐานข้อมูลสามารถช่วยแก้ปัญหาในเรื่องการซ้ำซ้อนของข้อมูล ความไม่ทันสมัยของข้อมูล ข้อมูลไม่มีการเชื่อมโยงถึงกัน และการมีโปรแกรมและแฟ้มข้อมูลที่หลากหลายได้ (วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์, 2546)

ฐานข้อมูล หมายถึง ข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บไว้เป็นหมวดหมู่เพื่อใช้ในการประมวลผลการจัดการข้อมูลนั้นจะหมายรวมถึงการจัดการซอฟต์แวร์และการจัดการองค์กรด้วย โดยที่ซอฟต์แวร์จะเป็นตัวสร้าง และจัดการฐานข้อมูล ซึ่งเรียกว่า ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) เมื่อมีการประมวลผลและใช้ฐานข้อมูล โดยอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบการจัดการฐานข้อมูล โปรแกรมประยุกต์ทั้งหมดจะเรียกใช้รายการข้อมูลตามที่ต้องการซึ่งถูกเก็บไว้ โดยที่การทำการเปลี่ยนแปลงรายการข้อมูลครั้งเดียวจะมีผลให้รายการข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปด้วย (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)

4) *การใช้ประโยชน์จากตัวแบบ (Utilization of Models)*

การตัดสินใจโดยใช้ตัวแบบ (Model) เรียกว่า ตัวแบบการตัดสินใจ (Decision Model) นั้นสามารถช่วยการตัดสินใจในปัญหาที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแบบและรายการข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)

2.1.4.1.2 คุณสมบัติที่ดีของข้อมูล

การเกิดสารสนเทศที่ดีได้นั้นต้องมาจากข้อมูลที่ดีด้วยเช่นกัน ข้อมูลที่ดีต้องถูกต้องเชื่อถือได้ ทันเวลา ความเกี่ยวข้องข้อมูลกับงาน และสามารถตรวจสอบได้ (วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์, 2546) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ถูกต้องเชื่อถือได้ หมายถึง ข้อมูลต้องมีความถูกต้องปราศจากความคลาดเคลื่อนหรือความผิดพลาดต่างๆ

2) ทันเวลา หมายถึง ข้อมูลทันกับเหตุการณ์ ทันเวลา สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันหากข้อมูลได้มาช้าหรือเร็วกว่าย่อมก่อให้ประโยชน์ที่น้อยลง หรืออาจจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์เลย

3) ความเกี่ยวข้องของข้อมูลกับงาน ข้อมูลนั้นจะต้องเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์โดยตรงกับงานที่ต้องการใช้ข้อมูลนั้นๆ

4) สามารถตรวจสอบได้ บางครั้งข้อมูลชนิดเดียวกันมีที่มาจากหลายแหล่งข้อมูลดังนั้นข้อมูลที่มาจากแหล่งที่ต่างกัน ควรจะตรงกัน

2.1.4.1.3 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการในสายตาของผู้ใช้

ผู้ใช้ระบบสารสนเทศที่อาศัยคอมพิวเตอร์ช่วย (Computer-Based) ส่วนใหญ่จะมีลักษณะดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ลักษณะส่วนใหญ่ของผู้ใช้ระบบสารสนเทศที่อาศัยคอมพิวเตอร์ช่วย
(ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)

ผู้ใช้	ใช้ประโยชน์
พนักงานปฏิบัติงาน (Clerical personnel)	ประมวลผลรายการ ประมวลผลข้อมูลนำเข้า และตอบคำถามตามการร้องขอ
ผู้จัดการระดับต้น (First-level manager)	ต้องการข้อมูลด้านการปฏิบัติงาน เพื่อช่วยในด้านการวางแผนด้านการจัดตารางหมายกำหนดการด้านการวิเคราะห์ในเหตุการณ์ที่ออกนอกเขตการควบคุมและช่วยในการตัดสินใจ
คณะผู้เชี่ยวชาญ (Staff specialist)	ใช้สารสนเทศเพื่อการวิเคราะห์ในด้านการวางแผนและออกผลรายงาน
ฝ่ายจัดการ (Management)	ออกรายงานประจำวัน ดึงข้อมูลตามคำร้องขอ ทำการวิเคราะห์เป็นครั้งคราว ออกรายงานเร่งด่วน นอกจากนั้นยังช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจ

พนักงานปฏิบัติงานจะรับผิดชอบต่อการป้อนข้อมูล และควบคุมมากกว่าที่จะเป็นผู้ใช้รายงาน (Report)

สำหรับผู้จัดการระดับต้นซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานสามารถเรียกใช้สารสนเทศจากฐานข้อมูล และระบบการประมวลผลรายการ เช่น รายงานสภาวะของสินค้าคงคลัง

รายการต่างๆ ซึ่งสามารถเตือนให้รู้ได้ทันทีว่าสินค้าคงคลังรายการนั้นอยู่ในระดับต่ำหรือสูงเพื่อการตัดสินใจกระทำการใดๆ ของผู้ที่เกี่ยวข้องโดยไม่ต้องรอผลจากใบรายงาน

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Staff Specialist) จะเป็นผู้กำหนดข้อมูลที่จำเป็นทางด้านการจัดการ ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งภายนอกเพื่อนำมารวมเข้ากับข้อมูลที่มีอยู่เพื่อใช้กับตัวแบบต่างๆ

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ นับว่ามีประโยชน์ต่อการจัดการระดับสูง เช่น ในเรื่องการโต้ตอบคำถาม การติดตามตัวแปรที่สำคัญๆ ได้อย่างต่อเนื่อง การเพิ่มความสามารถในด้านการวิเคราะห์ปัญหาและการหาโอกาสที่จะอำนวยประโยชน์

2.1.4.1.4 โครงสร้างของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

2.1.4.1.4.1 ส่วนประกอบด้านการปฏิบัติงานของระบบสารสนเทศ

ระบบสารสนเทศขององค์กรอาจแสดงในรูปของส่วนประกอบทางกายภาพ (Physical Components) โดยที่ส่วนประกอบต่างๆ จะทำหน้าที่ในการประมวลผลหรืออกผลรายงานหรือผลลัพธ์ของระบบ

ส่วนประกอบทางกายภาพ ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ฐานข้อมูล ขั้นตอนการปฏิบัติงาน พนักงานปฏิบัติงาน

2.1.4.1.4.2 หน้าที่ในการประมวลผล

ในการประมวลผลนั้น มีหน้าที่หลักดังต่อไปนี้

1) การประมวลผลรายการ (Process transaction)

2) การดูแลรักษาแฟ้มข้อมูลหลัก (Maintain master files)

3) การออกรายงาน (Produce reports)

4) กระบวนการสอบถาม (Process inquiries)

5) กระบวนการโต้ตอบเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ (Process interactive support applications)

2.1.4.1.4.3 รายงานที่ผู้ใช้ต้องการ

รายงานซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการประมวลผลข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการนั้นต้องง่ายสำหรับผู้ใช้งานในการออกรายงาน เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน รายงานของระบบสารสนเทศสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 แบบหลักๆ ดังนี้

1) เอกสารรายการ (Transaction Documents) หรือรายการที่แสดงทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

2) รางานที่ได้จัดวางรูปแบบไว้ก่อนล่วงหน้า

3) การถาม-ตอบที่ได้วางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า

4) รายงานและการถาม-ตอบตามความต้องการในบางครั้งบางคราว

5) ผลลัพธ์จากการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับเครื่อง

ผลของรายงานการโต้ตอบ และผลลัพธ์ในรูปของข้อความ สามารถสรุปเป็นสารสนเทศได้ 4 ประเภท คือ

1) *สารสนเทศเพื่อการติดตาม (Monitoring Information)* เป็นสารสนเทศที่ใช้สำหรับติดตามสถานะการกระทำเพื่อเตือนว่าได้มีการกระทำเกิดขึ้น เช่น รายงานสถานะทางการเงิน นอกจากนั้นสารสนเทศประเภทนี้ยังมีประโยชน์ในด้านการค้นหาสาเหตุของปัญหา

2) *สารสนเทศเพื่อการค้นหาปัญหา (Problem Finding Information)* เป็นสารสนเทศที่แสดงถึงรูปแบบในการวิเคราะห์ปัญหา เช่น การเปรียบเทียบข้อมูลต่างๆ ซึ่งอาจจะเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลขององค์กรกับมาตรฐาน เพื่อใช้หาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

3) *สารสนเทศเพื่อการดำเนินการหรือการกระทำ (Action Information)* เป็นสารสนเทศที่ระบุถึงการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง

4) *สารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Making Information)* เป็นสารสนเทศที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์และสนับสนุนในการตัดสินใจ โดยได้จากรายงาน การสอบถาม

รายงานที่ได้จัดเตรียมขึ้นจะสะท้อนถึงเงื่อนไขอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 ประการ ที่รายงานนั้นๆ เกี่ยวข้องอันได้แก่

1) รายงานที่วางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า จะบอกถึงลักษณะหรือเงื่อนไข ณ ที่เวลาใดๆ

2) รายงานที่วางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าจะให้ข้อสรุปของสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างช่วงเวลา ซึ่งอาจจะเป็น สัปดาห์ เดือน หรือปี

3) รายงานที่วางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า ซึ่งจะแสดงถึงผลลัพธ์ในปัจจุบัน นอกจากนั้นยังสามารถพยากรณ์แนวโน้มในช่วงเวลาถัดไป

2.1.4.1.4.4 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ (Management information systems support for decision making)

1) *การตัดสินใจแบบมีโครงสร้าง (Structured, Programmable Decision)*

ในการตัดสินใจแบบมีโครงสร้างนั้นมักจะเป็นแบบอัตโนมัติ อาจหมายถึงมีวิธีในการคำนวณหาคำตอบที่แน่นอน เช่น การหาจุดสั่งซื้อของสินค้าคงคลัง แต่ทรัพยากรบุคคลก็ยังคงต้องนำมาพิจารณาด้วย การตัดสินใจแบบนี้เจ้าหน้าที่ระดับต่ำสามารถทำการตัดสินใจได้เอง

การตัดสินใจแบบมีโครงสร้างนั้นต้องมีระบบสารสนเทศอย่างเด่นชัด มีการนำข้อมูลเข้าเป็นไปตามขั้นตอนอย่างแน่นอน และที่สำคัญคือต้องมีขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลว่าข้อมูลนั้นมีความถูกต้องสมบูรณ์ เพื่อการได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกต้องหลังจากผ่านการประมวลผลข้อมูลโดยใช้หลักเกณฑ์ที่แน่นอน เช่น มีสูตรในการคำนวณหาผลลัพธ์ ผลลัพธ์ที่ได้ออกมานั้นต้องสามารถตอบโจทย์ได้ว่าผลลัพธ์นี้นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไร และควรมีข้อมูลเพียงพอเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจได้

2) *การตัดสินใจแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured, Nonprogrammable Decision)*

การเปลี่ยนแปลงที่บ่อยครั้ง หรือความไม่เข้าใจวิธีการประมวลผลดีพอ ทำให้การตัดสินใจแบบไม่มีโครงสร้างไม่สามารถที่จะกำหนดขั้นตอนการตัดสินใจไว้ได้ก่อนล่วงหน้า การตัดสินใจแบบนี้ทำให้องค์กรต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเตรียมขั้นตอนการตัดสินใจ ซึ่งสิ่งที่สนับสนุนการตัดสินใจแบบไม่มีโครงสร้างนี้ ได้แก่ การประมวลผลข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลแบบต่างๆ และขั้นตอนการตัดสินใจที่จะประยุกต์ใช้เพื่อหาคำตอบจากปัญหา ข้อมูลที่ต้องการอาจจะจัดหามาก่อนล่วงหน้าได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จึงอาจจะต้องมีการดึงข้อมูลเป็นบางครั้งตามการร้องขอ ทั้งนี้ระบบสารสนเทศที่สนับสนุนการตัดสินใจแบบไม่มีโครงสร้างจะใช้วิธีการถาม-ตอบ และการวิเคราะห์

2.1.4.1.4.5 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการที่กำหนดตามกิจกรรมด้านการจัดการ (Management information system structured based on management activity)

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการที่สนับสนุนกิจกรรมด้านการจัดการนั้น หมายถึง การจัดแบ่งโครงสร้างระบบสารสนเทศไว้เป็นลำดับ (Hierarchy) เพื่อการวางแผนด้านการจัดการ (management planning) และควบคุมกิจกรรม (control activity) (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)

1) *การควบคุมกิจกรรมด้านการจัดการ (Hierarchy of Management Activity)*

การวางแผนด้านการจัดการและการควบคุม สามารถจัดแบ่งระดับได้ ดังนี้

ตารางที่ 2.2 การวางแผนด้านการจัดการและการควบคุม (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)

ระดับ	คำอธิบาย
การวางแผนกลยุทธ์ (Strategic Planning)	การให้นิยามของเป้าหมาย นโยบาย และแนวทางทั่วๆ ไปที่แสดงถึงจุดหมายขององค์กร
การควบคุมด้านการจัดการและการวางแผนยุทธวิธี (Management Control and Tactical Planning)	การได้มาซึ่งทรัพยากร แผนยุทธวิธี ที่ตั้งโรงงาน ผลิตภัณฑ์ใหม่ การจัดทำงบประมาณ และการควบคุม
การวางแผนด้านการปฏิบัติงาน และการควบคุม (Operational Planning and Control)	การใช้สิ่งต่างๆ (Facility) เช่น อุปกรณ์ เครื่องมือ ตลอดจนทรัพยากรอื่นๆ ให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลภายใต้งบประมาณที่จำกัด

2) *ระบบสารสนเทศสำหรับการควบคุมด้านการปฏิบัติงาน (Information Systems for Operational Control)*

ระบบสารสนเทศสำหรับการควบคุมด้านการปฏิบัติงานนี้เป็นระบบที่ใช้เพื่อการตรวจสอบว่ากิจกรรมต่างๆ ขององค์กรที่ได้มีการกระทำไปนั้นมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลหรือไม่ อย่างไร โดยระบบนี้จะมีวิธีการ หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจที่แน่นนอน ถูกกำหนดเอาไว้ล่วงหน้าแล้ว และขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ส่วนใหญ่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3) *ระบบสารสนเทศสำหรับการควบคุมด้านการจัดการ (Information Systems for Management Control)*

สารสนเทศสำหรับการควบคุมด้านการจัดการจะประกอบไปด้วยกระบวนการที่มีส่วนช่วยสนับสนุนกิจกรรมด้านการควบคุมเพื่อการจัดการ (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538) อันได้แก่

- ตัวแบบการวางแผนหรืองบประมาณที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำงบประมาณ และพยากรณ์ผลจากการกระทำในปัจจุบัน
- รายงานที่แสดงประสิทธิภาพการปฏิบัติงานและความแปรปรวนซึ่งจะมีการเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ หรือมาตรฐานของหน่วยงานหรือองค์กรอื่น
- ตัวแบบการวิเคราะห์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้เป็นปัจจัยนำเข้าเพื่อการตัดสินใจ
- ตัวแบบการตัดสินใจเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ของปัญหาและหาคำตอบเพื่อการประเมินผลด้านการจัดการ
- ตัวแบบการถาม-ตอบเพื่อช่วยในการตอบคำถาม

4) *ระบบสารสนเทศสำหรับการวางแผนกลยุทธ์*

2.1.4.1.4.6 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการที่กำหนดตามหน้าที่ในองค์กร (Management information system structured based on organizational function)

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการเป็นระบบที่เกิดจากการรวมระบบสารสนเทศหลาย ๆ ระบบเข้าด้วยกัน โดยมีการออกแบบไว้เพื่อสนับสนุนหน้าที่ของระบบย่อยต่างๆ ในองค์กร ซึ่งอาจจะมีการเรียกใช้ฐานข้อมูล ตัวแบบ หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากส่วนกลางที่ต้องใช้ร่วมกัน (Common) กับหน้าที่ในระบบย่อยอื่นๆ นอกจากนั้นภายในระบบย่อยแต่ละระบบก็อาจจะมีโปรแกรมประยุกต์ที่สามารถจะทำการประมวลผล การควบคุมการปฏิบัติงาน การควบคุม การจัดการ และการวางแผนกลยุทธ์ (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2538)

2.1.4.2 แบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี (Entity relationship model, E-R model)

ในการจัดทำระบบสารสนเทศขึ้นมาหนึ่งระบบนั้น บางระบบจะมีส่วนประกอบที่สำคัญคือส่วนของฐานข้อมูล อย่างไรก็ตาม การสร้างฐานข้อมูลให้ง่าย บุคคลอื่นๆ สามารถทำความเข้าใจได้ทันที ต้องเริ่มต้นจากการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี

แบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี หรือ Entity relationship model (E-R model) เป็นการแสดงเชิงรูปภาพของเอนทิตี (Entity) และความสัมพันธ์ของมัน (Relationship) ในโครงสร้างฐานข้อมูล ตัวแทนของข้อมูลเชิงรูปภาพที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ แผนภาพความสัมพันธ์

เอนทิตี (Entity relationship diagram, ERD) ในฐานะเครื่องมือของการสร้างแบบจำลองข้อมูลในระดับเบื้องต้น โดยปกติแล้วแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีจะแสดงโดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตี ซึ่งแผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตีใช้รูปภาพเพื่อแสดงส่วนต่างๆ ของฐานข้อมูล (Rob และ Coronel, 2002) แต่แบบจำลองนี้ก็ยังคงมีข้อดีและข้อเสีย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ข้อดีของแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี

1) ความไม่ซับซ้อน แบบจำลองฐานข้อมูลทั้งหมดจะได้มุมมองเชิงตรรกะของข้อมูลที่ดีมากกว่าระบบการจัดการแฟ้มข้อมูล อย่างไรก็ตามแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีจะให้มุมมองเบื้องต้นที่เข้าใจและง่ายของเอนทิตีหลักของฐานข้อมูลและความสัมพันธ์ของมัน

2) เป็นการแสดงที่สามารถเห็นได้ทันที แบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีให้การแสดงของข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สามารถเห็นได้ทันทีอย่างเข้าใจง่ายแก่ผู้ออกแบบ นักเขียนโปรแกรม และผู้ใช้งาน

3) เป็นเครื่องมือสื่อสารที่มีประสิทธิผล แบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีทำให้ผู้ออกแบบข้อมูลสามารถรู้ถึงมุมมองที่แตกต่างกันของข้อมูล ซึ่งแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีเป็นเครื่องมือในการสื่อสารที่มีประสิทธิผลที่บูรณาการมุมมองที่ต่างกันลงไปสู่โครงร่างร่วมกัน

4) บูรณาการกับแบบจำลองข้อมูลเชิงความสัมพันธ์ แบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีเป็นการการบูรณาการกับแบบจำลองฐานข้อมูลเชิงความสัมพันธ์

ข้อเสียของแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี

1) มีข้อจำกัดในการแสดงเงื่อนไข มีเงื่อนไขของข้อมูลที่มีความสำคัญหลายตัวที่ไม่สามารถแสดงได้ เช่น ช่วงเกรดเฉลี่ยของนักเรียนที่อยู่ระหว่าง 0.0 และ 4.0

2) ข้อจำกัดในการแสดงความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์ถูกแสดงระหว่างเอนทิตี 2 ตัว แต่ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะประจำ (Attribute) ที่อยู่ในเอนทิตีนั้นไม่สามารถแสดงได้

3) ไม่มีภาษาควบคุมข้อมูล ผู้สนับสนุนแบบจำลองเชิงความสัมพันธ์เล็งถึงการขาดคำสั่งในการควบคุมข้อมูลในแบบจำลองข้อมูลความสัมพันธ์ การขาดคำสั่งควบคุมข้อมูลนี้ทำให้แบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีไม่สมบูรณ์

4) การสูญหายของเนื้อหาสารสนเทศ แบบจำลองจะเขียนแบบเบียดแน่นกันถ้าลักษณะประจำถูกแสดงลงไปด้วย ผู้ออกแบบฐานข้อมูลจะหลีกเลี่ยงการเขียนลักษณะประจำลงไปทำให้เกิดการลดลงของเนื้อหาสารสนเทศของแบบจำลอง

ในการศึกษาเรื่องแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีนี้สามารถแบ่งเนื้อหาได้เป็น 6 ส่วน คือ เอนทิตี (Entity) ลักษณะประจำ (Attribute) ความสัมพันธ์ (Relationship) การเชื่อมต่อและขนาดของเซตในทางคณิตศาสตร์ (Connectivity and cardinality) การมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์

(Relationship participation) และหลักการแปลงแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีเป็นฐานข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.4.2.1 เอนทิตี (Entity)

เอนทิตี คือ คน สถานที่ สิ่งของ หรือเหตุการณ์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ (Pratt และ Adamski, 1994)

เอนทิตี คือ วัตถุในโลกของความจริงที่เราสามารถมองเห็น สัมผัส หรือสร้างภาพพจน์ขึ้นมาได้ (Ramakrishnan และ Gehrke, 2000)

ตัวอย่างของเอนทิตี ดังแสดงต่อไปนี้

บุคคล เช่น ลูกจ้าง, นักเรียน, คนไข้

สถานที่ เช่น คลังสินค้า, รัฐ, ประเทศ

วัตถุ เช่น เครื่องจักร, ตึก, รถยนต์

เหตุการณ์ เช่น การขาย, การลงทะเบียน, การทำสัญญา

การเขียนเอนทิตีนั้นจะใช้สัญลักษณ์เป็นรูปสี่เหลี่ยม ส่วนการตั้งชื่อของเอนทิตีจะต้องเป็นคำนาม เขียนด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ และเป็นเอกพจน์เขียนอยู่ตรงกลางของช่องสี่เหลี่ยม

เอนทิตีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ เอนทิตีแบบเข้มแข็ง (Strong entity) และเอนทิตีแบบอ่อน (Weak entity) (Rob และ Coronel, 2002) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) *เอนทิตีแบบเข้มแข็ง (Strong entity)* คือ เอนทิตีที่สามารถอยู่ได้อย่างอิสระ ไม่ขึ้นอยู่กับเอนทิตีอื่น

2) *เอนทิตีแบบอ่อน (Weak entity)* คือ เอนทิตีที่ขึ้นอยู่กับเอนทิตีแบบเข้มแข็ง ทั้งนี้เอนทิตีแบบอ่อนไม่สามารถเกิดขึ้นได้ถ้าไม่มีเอนทิตีแบบเข้มแข็ง

2.1.4.2.2 ลักษณะประจำ (Attribute)

ลักษณะประจำเป็นคุณสมบัติของเอนทิตี (Pratt และ Adamski, 1994)

เอนทิตีสามารถถูกอธิบายได้ด้วยการใช้ชุดของลักษณะประจำ (Ramakrishnan และ Gehrke, 2000)

ลักษณะประจำในแต่ละเอนทิตีจะถูกอธิบายด้วยชุดของลักษณะประจำ ซึ่งลักษณะประจำจะอธิบายลักษณะที่เป็นส่วนหนึ่งของเอนทิตี เช่น ลูกจ้างจะมีลักษณะประจำต่างๆ เช่น หมายเลข ชื่อ และนามสกุล เป็นต้น ทำให้เราสามารถเข้าใจเกี่ยวกับเอนทิตีนั้นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ลักษณะประจำสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายแบบ (Rob และ Coronel, 2002) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.4.2.2.1 ลักษณะประจำแบบง่าย (Simple attribute) และลักษณะประจำที่มีตัวประกอบ (Composite attribute)

1) *ลักษณะประจำแบบง่าย (Simple attribute)* คือ ลักษณะประจำที่อยู่อย่างโดดเดี่ยว

2) *ลักษณะประจำที่มีตัวประกอบ (Composite attribute)* คือ ลักษณะประจำที่สามารถแบ่งย่อยออกเป็นลักษณะประจำลงไปได้อีก เช่น ที่อยู่ สามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีกเป็น ถนน เมือง รัฐ เป็นต้น หรือคน สามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีกเป็น อายุ เพศ เป็นต้น

2.1.4.2.2.2 ลักษณะประจำแบบค่าเดียว (Single-valued attribute) และลักษณะประจำแบบหลายค่า (Multi-valued attribute)

1) *ลักษณะประจำแบบค่าเดียว (Single-valued attribute)* คือ ลักษณะประจำที่มีเพียงค่าเดียว เช่น บุคคลสามารถมีรหัสประจำตัวได้เพียงรหัสเดียวเท่านั้น หรือชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์สามารถมีรหัสได้เพียงหนึ่งรหัสเท่านั้น แต่ลักษณะประจำแบบค่าเดียวไม่จำเป็นต้องเป็นลักษณะประจำแบบง่าย เช่น รหัสของชิ้นส่วน SE-08-02-189935 เป็นลักษณะประจำแบบค่าเดียว แต่เป็นลักษณะประจำแบบที่มีตัวประกอบ เนื่องจากสามารถแยกย่อยออกได้เป็นพื้นที่ที่ชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์นั้นถูกผลิตขึ้น คือ SE เครื่องจักรที่ใช้ในพื้นที่ผลิต คือ 08 กะในการทำงาน คือ 02 และรหัสชิ้นส่วน คือ 189935

2) *ลักษณะประจำแบบหลายค่า (Multi-valued attribute)* คือ ลักษณะประจำที่สามารถเก็บค่าได้หลายค่า เช่น ทักษะซึ่งสามารถมีได้หลายทักษะ อันได้แก่ ทักษะคอมพิวเตอร์ ทักษะด้านภาษา เป็นต้น หรือคน อาจจะมีการศึกษาได้หลายระดับ

2.1.4.2.2.3 ลักษณะประจำแบบที่ได้จากการเก็บค่า (Stored attribute) และลักษณะประจำแบบที่ได้จากการคำนวณ (Derived attribute)

1) *ลักษณะประจำแบบที่ได้จากการเก็บค่า (Stored attribute)* คือ ลักษณะประจำที่ได้ค่ามาจากการกรอกข้อมูลลงไป

2) *ลักษณะประจำแบบที่ได้จากการคำนวณ (Derived attribute)* คือ ลักษณะประจำที่ได้มาจากการคำนวณค่าจากลักษณะประจำอื่น เช่น อายุของคน สามารถหาได้โดยการคำนวณค่าจำนวนเต็มของผลหารระหว่างผลต่างของระหว่างวันที่ ณ ปัจจุบัน กับวันที่เกิด และจำนวนวันในหนึ่งปี

2.1.4.2.3 ความสัมพันธ์ (Relationship)

ความสัมพันธ์เป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างเอนทิตี (Pratt และ Adamski, 1994)

ความสัมพันธ์เป็นการเชื่อมโยงกันท่ามกลางเอนทิตีจำนวนสองเอนทิตี หรือจำนวนมากกว่านั้น (Ramakrishnan และ Gehrke, 2000)

ความสัมพันธ์อธิบายถึงการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล โดยส่วนใหญ่จะอธิบายการเชื่อมโยงระหว่างสองเอนทิตี โดยความสัมพันธ์ถูกเขียนแทนด้วยรูปข้าวหลามตัดเชื่อมกับเอนทิตีที่สัมพันธ์กัน เมื่อพูดถึงแบบจำลองฐานข้อมูล เราสามารถแบ่งความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เป็นไปได้ออกเป็น 3 ประเภท (Rob และ Coronel, 2002) คือ

1) *ความสัมพันธ์หนึ่งต่อจำนวนมาก (One-to-many, 1:M)* เช่น ช่างสีสามารถทาสีได้หลายงาน แต่ในงานทาสีหนึ่งงานนั้นจะถูกทาโดยช่างสีเพียงหนึ่งคน

2) *ความสัมพันธ์จำนวนมากต่อจำนวนมาก (Many-to-many, M:N)* เช่น ลูกจ้างหนึ่งคนสามารถเรียนรู้ได้หลายทักษะ และแต่ละทักษะสามารถถูกเรียนรู้ได้โดยช่างหลายคน

3) *ความสัมพันธ์หนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-one, 1:1)* เช่น นิสิตหนึ่งคนจะมีรหัสประจำตัวเพียงหนึ่งรหัส และรหัสประจำตัวหนึ่งรหัสจะมีนิสิตเพียงหนึ่งคนเท่านั้นที่ได้รับ

2.1.4.2.4 การเชื่อมต่อและขนาดของเซตในทางคณิตศาสตร์ (Connectivity and cardinality) (Rob และ Coronel, 2002)

2.1.4.2.4.1 การเชื่อมต่อ (Connectivity)

ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีอาจจะถูกแบ่งออกเป็น ความสัมพันธ์หนึ่งต่อจำนวนมาก ความสัมพันธ์จำนวนมากต่อจำนวนมาก และความสัมพันธ์หนึ่งต่อหนึ่ง การเชื่อมต่อถูกใช้เพื่ออธิบายถึงการจัดแบ่งความสัมพันธ์

2.1.4.2.4.2 ขนาดของเซตในทางคณิตศาสตร์ (Cardinality)

ขนาดของเซตในทางคณิตศาสตร์จะระบุจำนวนการเกิดขึ้นของเอนทิตีกับหนึ่งเหตุการณ์ของเอนทิตีที่สัมพันธ์ โดยมีรูปแบบเป็น (x, y) ซึ่งค่า x แสดงถึงค่าที่น้อยที่สุด และค่า y แสดงถึงค่าที่มากที่สุด

2.1.4.2.5 การมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์ (Relationship participation)

การมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ การมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์เป็นแบบที่มีทางเลือก (Optional relationship participation) และการมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์เป็นแบบที่มีการบังคับ (Mandatory relationship participation) (Rob และ Coronel, 2002) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.4.2.5.1 การมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์เป็นแบบที่มีทางเลือก (Optional relationship participation)

การมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์เป็นแบบที่มีทางเลือก ถ้าการเกิดเอนทิตีหนึ่งเอนทิตีนั้นไม่ต้องการการเกิดเอนทิตีในความสัมพันธ์เฉพาะ เช่น อาจารย์อาจจะไม่มีการสอนหรืออาจจะมีการสอนมากได้ถึง 3 ชั้นเรียน แต่ในแต่ละชั้นเรียนจะต้องถูกสอนโดยอาจารย์เพียงหนึ่งคนเท่านั้น

2.1.4.2.5.2 การมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์เป็นแบบที่มีการบังคับ (Mandatory relationship participation)

การมีส่วนร่วมของความสัมพันธ์เป็นแบบที่มีการบังคับ ถ้าการเกิดเอนทิตีหนึ่งเอนทิตี ต้องการการเกิดเอนทิตีในความสัมพันธ์เฉพาะ ถ้าไม่มีสัญลักษณ์ที่แสดงถึงแบบที่มีทางเลือกให้เห็นกับเอนทิตี นั่นคือ เอนทิตีที่เกิดขึ้นในความสัมพันธ์นั้นเป็นแบบที่มีการบังคับกับเอนทิตีที่สัมพันธ์กัน การเกิดขึ้นของความสัมพันธ์เป็นแบบที่มีการบังคับบ่งบอกว่าขนาดของเซตต่ำสุดมีค่าเป็นหนึ่ง สำหรับเอนทิตีที่มีการบังคับ

2.1.4.2.6 หลักการแปลงแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีเป็นฐานข้อมูล

1) ถ้ามีลักษณะประจำที่มีตัวประกอบอยู่ในเอนทิตี ให้ใช้ลักษณะประจำที่ย่อยลงไปอีกของลักษณะประจำที่มีตัวประกอบในการสร้างฐานข้อมูล

2) ถ้าความสัมพันธ์ของเอนทิตีเป็นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ให้เก็บข้อมูลของทั้งสองเอนทิตีอยู่ในแฟ้มเดียวกัน

3) ถ้าความสัมพันธ์ของเอนทิตีเป็นแบบหนึ่งต่อจำนวนมาก ให้สร้างแฟ้มข้อมูล 2 แฟ้ม โดยแฟ้มแรกเก็บข้อมูลของเอนทิตีที่มีความสัมพันธ์เป็นแบบหนึ่ง ส่วนอีกหนึ่งแฟ้มที่เหลือให้สร้างแฟ้มเพื่อเก็บข้อมูลของเอนทิตีที่มีความสัมพันธ์เป็นจำนวนมาก และให้นำเขตหลัก (Key field) ของแฟ้มแรกมาใส่ในแฟ้มที่ 2 ด้วย

4) ถ้าความสัมพันธ์ของเอนทิตีเป็นแบบจำนวนมากต่อจำนวนมาก ให้สร้างแฟ้มข้อมูล 3 แฟ้ม โดยแฟ้มแรก และแฟ้มที่ 2 สร้างขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลของเอนทิตีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนแฟ้มที่ 3 ให้สร้างขึ้นเพื่อเก็บเขตหลักของแฟ้มที่ 1 และ 2

2.2 การสำรวจงานวิจัย

การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม การบำรุงรักษา ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ และต้นทุน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม

2.2.1.1 การติดตั้งโปรแกรมการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกมีส่วนร่วมในแถบทะเลแคริบเบียน (Installation of a TPM program in a Caribbean plant) (Perez-Lafont, 1997)

การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total productive maintenance, TPM) เป็นหลักการของญี่ปุ่นในการจัดการกับเครื่องจักรที่ต้องการให้เครื่องจักรได้รับการปรับปรุงสมรรถนะในพื้นที่ด้วยการช่วยเหลือจากพนักงานทุกคนที่เกี่ยวข้อง

การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเป็นกระบวนการของการทำให้สมรรถนะ ความพร้อม และคุณภาพมีค่ามากที่สุดด้วยผู้ที่เกี่ยวข้องทุกส่วนของพนักงานผลิต ช่างเทคนิค วิศวกร ซูเปอร์ไวเซอร์ และผู้จัดการ ทุกคนในองค์กรมีส่วนรับผิดชอบต่อความสำเร็จของการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม จุดสำคัญอยู่ที่ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall equipment effectiveness, OEE) ของเครื่องจักรทุกเครื่องที่ติดตั้งและดำเนินการผลิตอยู่ในโรงงาน

ก่อนที่จะมีการจัดทำการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม การศึกษาความเป็นไปได้ต้องถูกดำเนินการเพื่อว่า องค์กรต้องเตรียมตัวอย่างไรก่อนดำเนินการการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม โรงงานหลายโรงได้เริ่มทำการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมโดยไม่มีการศึกษาความเป็นไปได้และประสบความล้มเหลว ถ้าองค์กรยังไม่มีความเสถียรทางธุรกิจ ไม่มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และพนักงานยังคงทำการผลิตอย่างเต็มเวลา หรือด้านการจัดการยังคงไม่ถูกเตรียมให้เข้ามามีส่วนร่วมในการทำงาน การดำเนินการการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมจะล้มเหลว

ระยะที่ 1 ของการเริ่มดำเนินการ ควรเริ่มต้นที่หน่วยเล็กๆ ก่อน โดยต้องทำความเข้าใจกับความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ และการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต้องถูกคิดสำหรับเครื่องจักรแต่ละเครื่องโดยอิสระในการผลิต การฝึกอบรมพนักงานจะเป็นการอบรมเรื่องที่จะวัดค่าความพร้อม สมรรถนะ และคุณภาพของเครื่องจักรได้อย่างไรกับเครื่องจักรทุกเครื่องที่ติดตั้งและปฏิบัติการในพื้นที่การผลิต

เอกสารการสุ่มงานถูกออกแบบเพื่อวัดค่าความพร้อมของทุกเครื่องจักร โดยเน้นไปที่เครื่องจักร ไม่ใช่พนักงาน

ระยะที่ 2 ของการฝึกอบรม คือ ระยะการสร้างทีมงาน ซูเปอร์ไวเซอร์จะเปลี่ยนจากการสั่งและควบคุมเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ลูกทีมในการแก้ปัญหาและบริหารกระบวนการของหน่วยงานนั้น ทีมงานบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมจะเป็นทีมที่มีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

หลังจากกระบวนการนี้ก็จะเริ่มการถ่ายโอนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสัปดาห์ให้กับพนักงานควบคุมเครื่องจักร หลังจากที่มีการฝึกอบรมที่เพียงพอ

การพิจารณาการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เราจะมีผลกระทบสะท้อนผลิตภาพ ประสิทธิภาพ คุณภาพ และต้นทุนที่ลดลงที่ยกระดับขึ้นในทุกหน่วยงานและยังคงรักษาทีมงานในกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องที่จะจัดการกับปัญหาแบบเป็นทีม

2.2.1.2 การดำเนินการการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการผลิตแบบเซลล์ (Implementation of TPM in cellular manufacture) (Chand และ Shirvani, 2000)

หลักการพื้นฐานของการผลิตในระดับโลก คือ การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนในองค์กรนั้นมีส่วนร่วม (Total productive maintenance, TPM) ที่เชื่อมกับการจัดการคุณภาพโดยรวม (Total quality management, TQM) และหลักการของการผลิตแบบการไหลอย่างต่อเนื่อง (Continuous-flow) ที่ถูกฝังเข้าไปในการผลิตแบบเซลล์

สำหรับโรงงานกรณีศึกษาใช้ระบบการบำรุงรักษาแบบดั้งเดิมที่เคยปฏิบัติกันมา คือจะทำการซ่อมเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง อยู่ในปัจจุบัน เช่น การหยุดเดินเครื่องซึ่งเป็นการปฏิบัติที่เป็นการสูญเปล่าและไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีการหยุดเดินเครื่องโดยไม่คาดคิด โอกาสของการเกิดความเสียหายที่ไม่ร้ายแรง ไม่มีการเตือนของการเสีย สูญเสียการผลิตหรือส่งมอบสินค้าช้า และอาจต้องใช้เครื่องจักรสำรองในกรณีที่จำเป็น

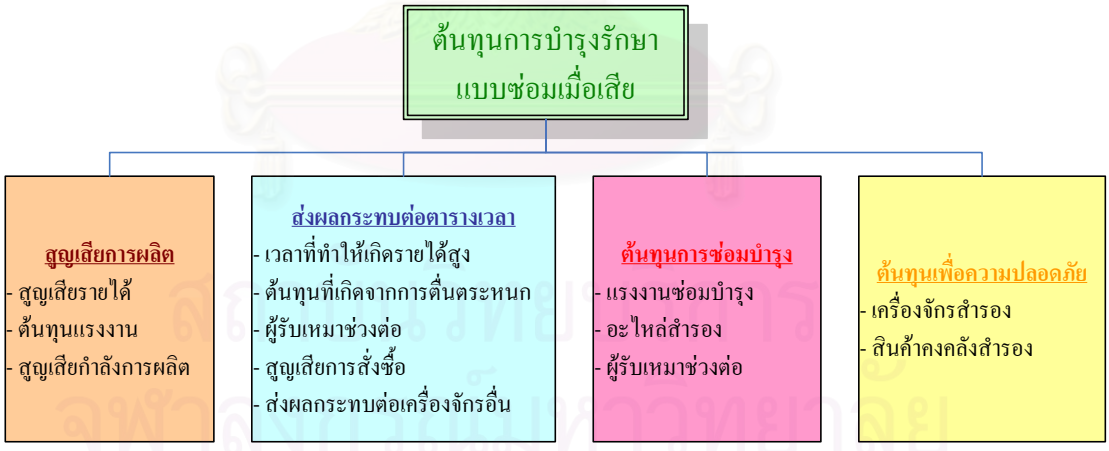
การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมจะเป็นการเปลี่ยนแปลงจากการบำรุงรักษาแบบที่เป็นแบบซ่อมเมื่อเสียเป็นการบำรุงรักษาก่อนที่เครื่องจักรจะเสียโดยการร่วมกันรับผิดชอบในเรื่องสภาพเครื่องจักร สมรรถนะ และการบำรุงรักษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.3 การบำรุงรักษาแบบซ่อมเมื่อเสีย

(แปลจาก Chand และ Shirvani, 2000)

ต้นทุนของการบำรุงรักษาแบบซ่อมเมื่อเสียมีมากกว่าต้นทุนของทรัพยากรด้านการบำรุงรักษาและชิ้นส่วนสำรอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.4 ต้นทุนของการบำรุงรักษาแบบซ่อมเมื่อเสีย

(แปลจาก Chand และ Shirvani, 2000)

ประสิทธิผลของเครื่องจักรต้องมากกว่าที่สุดและต้นทุนตลอดวงจรชีวิตน้อยที่สุดนั้นเกิดขึ้นได้จากความพยายามในการกำจัดความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ ดังนี้

- การสูญเสียเนื่องจากเวลาหยุดเดินเครื่อง
    - การหยุดเดินเครื่องอันเนื่องมาจากการเสียที่ไม่คาดคิด หรือไม่ได้มีการวางแผนว่าจะหยุดเดินเครื่อง
    - การปรับแต่งและปรับตั้งเครื่องจักร
- การสูญเสียความเร็ว
    - การเดินเครื่องตัวเปล่าและการหยุดเล็กๆ น้อยๆ
    - การลดลงของความเร็ว มีสาเหตุมาจากความเร็วที่ได้ออกแบบไว้กับความเร็วเดินเครื่องจริงที่ต่างกัน
- การสูญเสียเนื่องจากของเสีย
    - ของเสียในกระบวนการ เกิดจากของเสียและการแก้ไขข้อบกพร่อง
    - การลดลงของชิ้นงาน เกิดขึ้นระหว่างการเริ่มเดินเครื่องและการผลิตที่เสถียร

ความสูญเสียมีสาเหตุมาจากการปฏิบัติงานและความผิดพลาดของเครื่องจักร เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลนั้นจึงเป็นการสำคัญที่จะทำให้เกิดความสำนึกโดยอาศัยการวัดและเพื่อลดความสูญเสีย ซึ่งค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall equipment effectiveness, OEE) เป็นตัววัดมูลค่าเพิ่มของการผลิตโดยเครื่องจักร คือ ความพร้อม สมรรถนะ และอัตราของดี ส่วนสมรรถนะที่แท้จริงของผลิตภาพของเครื่องจักรถูกวัดโดยประสิทธิผลโดยรวมของผลิตภาพเครื่องจักร (Total effective equipment productivity, TEEP) ซึ่งเป็นการวัดโดยอาศัยการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร (รวมถึงการหยุดเดินเครื่องเนื่องจากการวางแผนเอาไว้ด้วย) และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร แต่ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรนั้นไม่ได้เป็นตัววัดที่ละเอียดของประสิทธิผลของเครื่องจักร เนื่องจากมีการปรับตั้ง การเปลี่ยน และปรับแต่งเครื่องจักรถูกรวมอยู่ด้วย ค่าประสิทธิผลสุทธิของเครื่องจักร (Net equipment effectiveness, NEE) ถูกเตรียมขึ้นเพื่อการวิเคราะห์ที่แม่นยำมากขึ้น มันจะสะท้อนคุณภาพและประสิทธิผลที่แท้จริงของเครื่องจักรเมื่อกำลังเดินเครื่อง

2.2.2 การบำรุงรักษา

2.2.2.1 การปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้าขนาดกลาง (ชัยยศ วัชรอยู่, 2533)

การผลิตในโรงงานทอผ้าส่วนใหญ่ไม่มีการวางแผนการซ่อมบำรุง ซึ่งในโรงงานกรณีศึกษานี้ เครื่องจักรทอผ้าส่วนมากเป็นเครื่องเก่าใช้มาเป็นระยะเวลา 10 ปี ใช้ประสบการณ์ในการซ่อมบำรุง ไม่มีมาตรฐานการทำงานที่แน่นอน ไม่มีการจัดเตรียมอะไหล่สำรอง ทำให้ไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ตามเป้าหมายที่วางไว้ ส่งมอบสินค้าไม่ตรงเวลา ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากผลผลิตน้อยกว่าที่ควรจะได้รับ คุณภาพสินค้าต่ำลง เมื่อดำเนินการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงแล้วทำให้สามารถลดอัตราความขัดข้องของเครื่องจักรลงได้เฉลี่ย 9.5% และลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงได้โดยเฉลี่ย 9.7%

2.2.2.2 การปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋อง (คณิต เสรีตระกูล, 2534)

ในโรงงานกรณีศึกษานี้เป็นโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋องขนาดใหญ่พบปัญหาด้านการซ่อมบำรุงคือ มีการขาดแคลนอะไหล่ทดแทนที่สำคัญ เนื่องจากยังไม่มีการสำรองวัสดุที่สำคัญ และเกิดการขัดข้องบ่อยครั้งไว้อย่างเพียงพอ การทำงานส่วนใหญ่ยังคงใช้ประสบการณ์ของช่างแต่ละคน ไม่มีการจัดทำประวัติข้อมูลเครื่องจักร และอุปกรณ์ ตลอดจนขาดการวางแผนการซ่อมบำรุง โดยเน้นศึกษาไปที่เครื่องจักรสำหรับไล่อากาศ และปิดฝากระป๋อง ซึ่งหากขัดข้องแล้วจะทำให้ระบบการผลิตไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และส่งผลโดยตรงต่อโรงงาน เมื่อได้ดำเนินการปรับปรุง และแก้ไขระบบส่วนนี้แล้ว สามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่อผลผลิตลงได้ 0.5445 บาทต่อคาร์ตัน หรือ 67.68%

2.2.2.3 การปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องขนาดเล็ก (ศิริวรรณ ฉันทวิทิตพงษ์, 2536)

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัย ณ โรงงานผลิตกระป๋องขนาดเล็กแห่งหนึ่งซึ่งใช้เครื่องจักรเก่าในการผลิต ไม่มีการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง ส่งผลให้ผลผลิตต่ำ ส่งมอบไม่ตรงเวลา ต้นทุนการผลิตต่อ

หน่วยสูง คุณภาพผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า สาเหตุส่วนหนึ่งนั้นมาจากระบบการซ่อมบำรุงรักษาที่ไม่มีมาตรฐานการซ่อมบำรุงอย่างเป็นระบบ การจัดองค์กรด้านนี้ไม่ชัดเจน ไม่มีระบบเอกสารและรายงานที่ชัดเจน และปัญหาด้านอะไหล่สำรอง เมื่อดำเนินการแก้ไขเตรียมโครงสร้างองค์กรด้านการซ่อมบำรุง วางแผนระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน จัดตั้งระบบเอกสาร ผลปรากฏว่าอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรต่างๆ เพิ่มขึ้น อัตราการขัดข้องลดลง อัตราการผลิตกระป๋องเพิ่มขึ้น 873 ใบต่อชั่วโมง หรือคิดเป็น 16.3%

2.2.2.4 การออกแบบระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันกรณีศึกษา: บริษัท ดีดีเค (ประเทศไทย) จำกัด (อรวรรณ ธีรกวินสกุล, 2539)

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัย ณ โรงงานผลิตข้อต่อไฟฟ้า (Connector) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงเกินกว่างบประมาณที่ตั้งไว้ อันเนื่องมาจากการส่งมอบสินค้าไม่ทันตามกำหนดเวลาทำให้ต้องจัดส่งสินค้าทางอากาศ แทนทางเรือ สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดต้นทุนค่าขนส่งที่เพิ่มมากขึ้นก็คือ เครื่องจักรมักมีปัญหาเกี่ยวกับการขัดข้อง หรือผลิตงานออกมาไม่ได้ตามที่กำหนดมาตรฐานไว้ ซึ่งสามารถสรุปปัญหาสำคัญได้ คือ ไม่สามารถทำการผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ต้นทุนต่อหน่วยสูงขึ้น คุณภาพสินค้าไม่ได้มาตรฐานที่ต้องการ และอายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากการขาดการบำรุงรักษา ผู้ทำการวิจัยได้เลือกเข้าไปศึกษาในแผนกประกอบคอนเนคเตอร์ ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเครื่องจักรที่ใช้เฉพาะผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเมื่อเครื่องจักรเกิดขัดข้องทำให้ไม่สามารถดำเนินการผลิตได้ เกิดการรอคอยระหว่างซ่อมแซม เมื่อได้แก้ไขปรับปรุงโดยกำหนดมาตรฐานการซ่อมบำรุงอย่างเป็นระบบ จัดองค์กรการซ่อมบำรุงให้ชัดเจน จัดทำระบบเอกสาร และรายงาน รวมทั้งจัดระบบอะไหล่สำรอง ทำให้สามารถลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรได้ประมาณ 10% เพิ่มความน่าวางใจ (Reliability) ให้กับระบบ ลดปัญหาแรงงานการซ่อมบำรุงไม่เพียงพอ ลดปัญหาการขาดแคลนอะไหล่สำรองลงได้

2.2.2.5 การวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา (ธารารินอร่ามเจริญ, 2543)

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อออกแบบวิธีการวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา โดยจะเน้นไปที่โรงงานที่มีการลงทุนในเครื่องจักรอุปกรณ์เป็นหลัก ซึ่งในการศึกษานี้จะครอบคลุมหัวข้อต่างๆ คือ การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา

และการจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา โดยผู้วิจัยได้แบ่งตัวชี้วัดสมรรถนะออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.2.2.5.1 ตัวชี้วัดสมรรถนะเชิงจิตพิสัย ได้แก่ ทัศนคติ และความรู้สึกทางด้านต่างๆ ของพนักงานซ่อมบำรุงรักษาที่มีต่อองค์กร โดยจะครอบคลุมในทุกๆ กิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษา

2.2.2.5.2 ตัวชี้วัดสมรรถนะเชิงวัตถุวิสัย ผู้วิจัยได้ทำการระบุตัวชี้วัดสมรรถนะเชิงวัตถุวิสัยเบื้องต้นในแต่ละหัวข้อ จากนั้นนำมาทำการกรองตัวชี้วัดออกมาก แล้วนำมาจัดกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม ตามลำดับความสำคัญ และจัดเรียงตัวชี้วัดสรรถนะเชิงวัตถุวิสัยตามโครงสร้างระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเพื่อกำหนดเป็นตัวชี้วัดสมรรถนะหลัก (Key performance indicators, KPIs)

1) *ตัวชี้วัดสมรรถนะหลักในเรื่องการจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา* ได้แก่ Maintenance cost per production cost และ Maintenance budgeting variance

2) *ตัวชี้วัดสมรรถนะหลักในเรื่องการจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา* ได้แก่ Overall equipment effectiveness (OEE)

3) *ตัวชี้วัดสมรรถนะหลักในเรื่องการจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา* ได้แก่ Preventive maintenance ratio, Maintenance planned and scheduled ratio, Breakdown maintenance ratio และ Maintenance work coverage by work order system ratio

ชุดวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา ประกอบด้วย วิธีการและขั้นตอนการวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา แบบทดสอบการวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัย และเชิงวัตถุวิสัย เมื่อนำไปทดลองใช้กับโรงงานพบว่าตัวแบบการวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาสามารถเสนอแนะผู้บริหารได้รับรู้ถึงสถานภาพและศักยภาพด้านการจัดการซ่อมบำรุงรักษาที่แท้จริงขององค์กร และนำมาวิเคราะห์เพื่อหาจุดบกพร่องหรือจัดที่ต้องทำการแก้ไขซึ่งเป็นข้อมูลป้อนกลับที่ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาองค์กรได้

2.2.3 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ

2.2.3.1 การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ (ชัชพล มงคลิก, 2543)

เนื่องจากหลักการในการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ (Interactive production scheduling and sequencing) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าไม่ทันกำหนดเวลา ผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยตัดสินใจในการจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตโดยใช้ Visual programming language (VPL) เพื่อจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยาก ทำให้สามารถจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีการหลายๆ วิธี แล้วทำการเปรียบเทียบตารางการผลิตที่ได้แต่ละวิธีโดยใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบที่เหมาะสมกับโรงงานกรณีศึกษา เช่น เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ย (Mean tardiness) และจำนวนงานล่าช้า (Number of tardy jobs) เป็นต้น รวมทั้งเสนอวิธีการจัดตารางการผลิตแบบใหม่ คือ การจัดตารางการผลิตแบบแอคทีฟโดยใช้วิธีบรานช์แอนด์บาวด์โดยไม่มีการคำนวณย้อนกลับด้วยวิธีการหาโลเวอร์บาวด์แบบใหม่ เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดตารางการผลิตแบบเดิมของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิตดีขึ้น คือ จำนวนงานล่าช้า และเวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยลดลงจากเดิม 55.56% และ 63.31% ตามลำดับ

2.2.3.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายงานเชิงคุณภาพสำหรับปรับปรุงการใช้งานโปรแกรมเอสเอพี อาร์/3 ในการบริหารงานซ่อมบำรุง (ศุภกิจ กิจศรัณย์, 2543)

สืบเนื่องจากการใช้งานระบบบริหารงานซ่อมบำรุง (SAP-PM) ของบริษัทต่างๆ ในกลุ่มธุรกิจโรงงานผลิตโอเลฟินส์, เยื่อกระดาษ, กระดาษพิมพ์เขียน และกระดาษคราฟท์ รูปแบบการใช้งานระบบจะขึ้นกับการตั้งมาตรฐานและข้อกำหนดของผู้วางระบบ เนื่องจากในการติดตั้งระบบของแต่ละบริษัทจะดำเนินการในช่วงเวลาเดียวกัน เพื่อให้การวางระบบงานสำเร็จลุล่วงไปได้ตามกำหนดการและงบประมาณที่ได้จัดตั้งไว้ จึงจำเป็นต้องควบคุมขอบเขตการติดตั้ง และใช้งานระบบในระดับหนึ่ง ไม่สามารถทำการปรับระบบให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานได้ทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว แต่เมื่อผู้ใช้งานได้เริ่มใช้งานระบบไปได้ในระยะเวลาหนึ่งก็มีความเป็นไปได้ที่ผู้ใช้งานจะพบปัญหาจากการใช้งานอันมีสาเหตุมาจากผู้ใช้งานไม่เข้าใจฟังก์ชันการใช้งานของระบบ การทำงานข้ามขั้นตอนไม่ปฏิบัติตามที่ได้กำหนดไว้ในระบบ การจัดสรรทรัพยากรผ่าน

ระบบ SAP-PM ไม่สมบูรณ์ ไม่มีการควบคุมงานในระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ผู้ใช้งานขาดสิทธิในการใช้งานระบบบางส่วน ประสิทธิภาพของระบบ SAP ไม่เพียงพอต่อปริมาณผู้ใช้งาน ระบบรายงานไม่ถูกต้องหรือการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต่อไปไม่ได้ตามต้องการ และความล่าช้าในการให้บริการสอบถามข้อมูลหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบ จึงได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายงานเชิงคุณภาพ (QFD) ในการแก้ไขปัญหาการใช้งานระบบ SAP-PM ของกลุ่มโรงงานตัวอย่างทำให้การใช้งานระบบบริหารงานซ่อมบำรุง SAP-PM ของโรงงานตัวอย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น สามารถใช้งานฟังก์ชันของโรแกรมครอบคลุมความต้องการของผู้ใช้งานได้มากขึ้น ผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจกับการใช้งานระบบบริหารงานเพิ่มขึ้น สามารถลดความซ้ำซ้อนและเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลทั้งในส่วนของ Master Data และ Transaction Data สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่มาวิเคราะห์ผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีระบบรายงานที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ผู้ใช้งานมีเอกสารสนับสนุนการทำงานได้

2.2.3.3 การพัฒนาระบบการจัดการบำรุงรักษาด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษาศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ธนา บุญฤทธิ์, 2544)

ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการวิจัย ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรม พบว่าทางศูนย์ยังขาดการบันทึก และรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษาเครื่องจักร ทั้งยังไม่มีการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง โดยระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นสิ่งที่ถูกมองข้าม และให้ความสำคัญเป็นอันดับท้ายๆ ซึ่งมีปัญหา คือ ขาดการดำเนินการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ไม่มีการกำหนดมาตรฐานวิธีการบำรุงรักษา ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจวิธีการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง และใช้เครื่องมือผิดประเภท และไม่มีการบันทึก และรายงานผลที่ชัดเจน จึงได้มีการพัฒนาระบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยใช้ระบบการจัดการบำรุงรักษาด้วยคอมพิวเตอร์ หรือ Computerized Maintenance Management System: CMMS ทำให้การทำงานบำรุงรักษาของศูนย์มีความสะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2.2.3.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการฐานข้อมูลและวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (ทศวิฏฐ์ เครือคล้าย, 2546)

ปัญหาใหญ่ที่พบเสมอในภาคอุตสาหกรรมการผลิตของประเทศไทย คือปัญหาในการวัดประสิทธิภาพที่เกิดจากการผลิต และการเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน รวมถึงการนำสิ่งที่เก็บบันทึกไว้ นำไปใช้ประโยชน์ในการประมวลผล ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมา เช่น ปัญหาในการลดของเสีย ลดต้นทุนการผลิต การซ่อมบำรุงรักษา นอกจากนี้การเก็บข้อมูลในสมุดบันทึกยังทำให้เกิดปัญหา เช่น การค้นหา การบันทึกซ้ำซ้อน คำนวณผิดพลาด ใช้พื้นที่จัดเก็บจำนวนมาก และข้อมูลอาจเกิดการสูญหาย ผู้ทำวิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมฐานข้อมูลสำหรับวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE Application) โดยได้ออกแบบระบบการบันทึกให้เหมาะสมกับข้อมูลของ บริษัท โอ. อี. ไอ พาร์ท จำกัด โครงสร้างของโปรแกรมประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนฐานข้อมูล และรายงานสรุปข้อมูล ทางโรงงานได้นำโปรแกรมมาเป็นส่วนหนึ่งในการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ทำให้มูลค่าของเสียลดลงอย่างเด่นชัด การใช้งานเครื่องจักรเกิดประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ทางโรงงานได้ตั้งทีมงาน OEE ขึ้นเพื่อปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมมาพัฒนา และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และผู้บริหารได้ตั้งดัชนีการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ได้รายงานจากโปรแกรมเป็นหนึ่งในดัชนีที่ต้องมีการรายงานกับผู้บริหารระดับสูงในทุกเดือนอีกด้วย

2.2.3.5 งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักรกลในเรือบรรทุกน้ำมันขนาดเล็ก (พิศาล รัชกิจประการ, 2546)

การลงทุนเพื่อประกอบกิจการทางด้านพาณิชย์นาวีของประเทศไทยนั้นไม่สามารถจัดซื้อเรือใหม่มาดำเนินการได้ ต้องทำการซื้อเรือเก่าจากต่างประเทศมาประกอบการ ทำให้ปัญหาหลักที่บริษัทเจ้าของเรือต้องประสบอยู่เสมอก็คือการดูแลบำรุงรักษาเรือ และอุปกรณ์ให้สามารถใช้งานได้ ซึ่งการดำเนินการโดยปกติจะใช้การซ่อมเมื่อเกิดความเสียหายแล้ว ทำให้ผู้ทำวิจัยจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ช่วง คือ การจัดเตรียม หรือจัดทำระบบ และช่วงควบคุมให้ระบบเป็นไปตามกำหนด นอกจากนั้นแล้วผู้ทำวิจัยยังได้สร้างโปรแกรม CMMS ขึ้นมาเพื่อบริหารงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จัดเก็บข้อมูลเครื่องจักร และอุปกรณ์ การแจ้งซ่อม การรายงานผล และประวัติงานบำรุงรักษาของเครื่องจักร และอุปกรณ์ภายในเรืออย่างเป็นระบบ ซึ่ง

ผู้ใช้งานสามารถบริหารงานการบำรุงรักษาเพื่อลดจำนวนความเสียหายของเครื่องจักร และสามารถลดต้นทุนงานซ่อมบำรุงได้อย่างมีนัยสำคัญ

2.2.3.6 การศึกษาปัญหาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปด้านการจัดการงานบำรุงรักษาในโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋อง (สิริวรรธน์ ธรรมรัตน์, 2547)

ผู้วิจัยได้บรรยายถึงการนำระบบคอมพิวเตอร์ SAP (Systems Applications and Products in Data Processing) เข้าไปใช้ในโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋องเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน แต่โรงงานกรณีศึกษาต้องเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน ระบบงาน ระบบข้อมูล ปรับทัศนคติ รวมทั้งเพิ่มความรู้ ทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการนำไปใช้ภายในองค์กร เนื่องจาก

1) ผู้บริหารขาดความเข้าใจในความจำเป็นของการมีระบบสารสนเทศ และมีการใช้งานเพียง 16.52% เท่านั้น

2) หัวหน้าแผนกที่รับผิดชอบหลักในการดูแลความถูกต้องของข้อมูลมีการเปลี่ยนบ่อย

3) เครื่องคอมพิวเตอร์มีไม่เพียงพอ

4) การออกแบบระบบไม่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานจริง

5) ผู้ใช้งานขาดความเข้าใจ ข้อมูลมีปริมาณมาก ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล

จึงได้จัดฝึกอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องทุกระดับ เปลี่ยนหน้าที่ผู้ที่เข้าไปดูงานที่แจ้งเข้ามา และเพิ่มปริมาณเครื่องคอมพิวเตอร์อีก 3 เครื่อง ทำให้สามารถเรียกดูข้อมูลสรุปผลในระบบ SAP ในเวลาไม่เกิน 2 นาที หัวหน้าแผนกมีเวลาในการทำงานอื่นเพิ่มขึ้น 30 นาทีต่อวัน ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ ถูกต้อง สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ได้ ลดเวลาการเดินเอกสารงานซ่อมบำรุงต่อรอบ 15 นาที ในแผนกซ่อมบำรุง แผนกเครื่องจักรบรรจุ และ 30 นาที สำหรับแผนกบำบัดน้ำเสีย แผนกสร้างเครื่องจักร/อุปกรณ์

2.2.4 ต้นทุน

2.2.4.1 ระบบข้อมูลต้นทุการผลิตเพื่อการควบคุมต้นทุนในอุตสาหกรรมผลิตแหอวน (ลุ้ย กานต์สมเกียรติ, 2532)

การจัดทำรายงานสรุปข้อมูลให้กับผู้บริหารระดับต่างๆ เพื่อใช้ควบคุมต้นทุนการผลิตเป็นเหตุให้ข้อมูลที่ผู้บริหารต้องการกระจายโดยทั่วไป ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อน และข้อมูลที่ได้นั้นยากต่อการประมวลผล และเสียค่าใช้จ่ายในการจัดทำ ซึ่งมีผลทำให้เพิ่มต้นทุนในการผลิต ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในอุตสาหกรรมผลิตแหอวนเพื่อควบคุมต้นทุนการผลิตโดยลดค่าใช้จ่ายทางด้านเอกสารด้วยการลดการทำงานที่ซ้ำซ้อน แก้ไขและยกเลิกเอกสารที่ไม่เหมาะสม จัดหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลให้สอดคล้องกับหน่วยงาน นอกจากนี้ยังได้มีการจัดระบบการคิดต้นทุนการผลิต และเสนอข้อมูลต้นทุนแก่ผู้บริหารเพื่อการควบคุมต้นทุนการผลิต จัดทำระบบการจัดทำรายงานเพื่อเสนอสารสนเทศเพื่อการจัดการแก่ผู้บริหารระดับต่างๆ และนำไปใช้ในการควบคุมการผลิตเป็นผลทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง กำหนดรหัสลงบนเอกสารเพื่อการควบคุมจำนวนเอกสารภายในแต่ละหน่วยงาน เป็นผลทำให้สามารถลดจำนวนเอกสารได้ 9468 ต่อเดือน และชั่วโมงแรงงาน 424 ชั่วโมงต่อเดือน

2.2.4.2 การปรับปรุงระบบการคิดต้นทุนสำหรับโรงงานผลิตแหนบรถยนต์ (ณัฐพันธ์ บัววราภรณ์, 2544)

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อปรับปรุงระบบต้นทุนของโรงงานผลิตแหนบรถยนต์โดยการนำระบบต้นทุนกระบวนการมาใช้คำนวณ โดยมีการปรับปรุงให้มีการจัดสรรค่าใช้จ่ายเข้าสู่กระบวนการผลิตให้ตรงตามสภาพความเป็นจริง จากนั้นทำการคำนวณอัตราค่าใช้จ่ายของแต่ละกระบวนการตามโครงสร้างค่าใช้จ่าย และมีการนำระบบบัญชีแยกมาเป็นเครื่องมือสำหรับการคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ โดยมีตัวอย่างการเปรียบเทียบผลการคำนวณต้นทุนของผลิตภัณฑ์ พบว่าผลการคำนวณโดยระบบใหม่เป็น 43.96 บาทต่อกิโลกรัม และผลการคำนวณระบบเดิมเป็น 37.4 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันคิดเป็นร้อยละ 17.54 ซึ่งนับว่ามีนัยสำคัญที่อาจส่งผลต่อการตัดสินใจและกำหนดราคาขาย นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมาสนับสนุนการคำนวณต้นทุนการผลิตเพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปประกอบการตัดสินใจสำหรับองค์กร

บทที่ 3

รายละเอียดของการดำเนินการศึกษา

รายละเอียดของการดำเนินการศึกษาในการวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

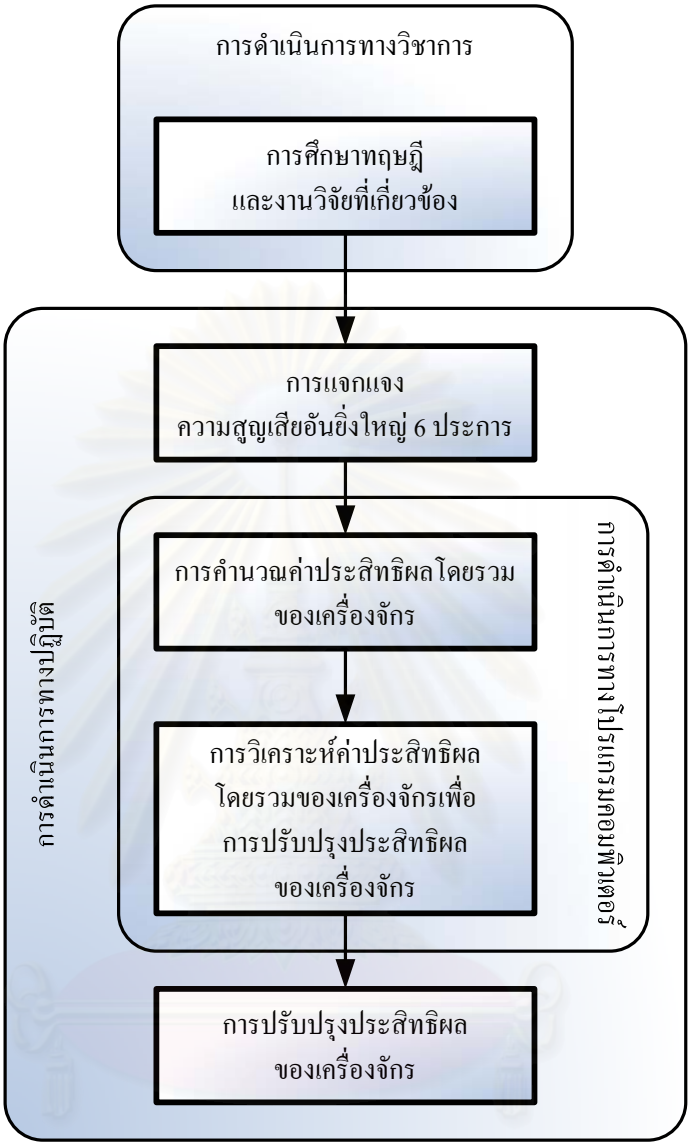
1) การดำเนินการทางวิชาการ เป็นการดำเนินการศึกษารายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในเชิงทฤษฎี หลักการ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการทำวิจัย

2) การดำเนินการทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร เป็นการดำเนินการที่ได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนร่วม เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณที่รวดเร็ว และถูกต้อง ใช้ในการค้นหาข้อมูลในขอบเขตที่ต้องการ การแสดงผลเชิงรูปภาพ ซึ่งจะเห็นภาพโดยรวมได้ชัดเจน และเข้าใจง่าย

3) การดำเนินการทางปฏิบัติ เป็นนำความรู้ที่ได้จากการดำเนินการทางวิชาการนำไปปฏิบัติใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 1 โรงงาน และดำเนินการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร นอกจากนี้ยังเป็นการดำเนินการทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรไปทดลองใช้งานในภาคอุตสาหกรรมเพื่อให้เห็นถึงจุดเด่น จุดที่ยังไม่สมบูรณ์เพื่อนำกลับมาแก้ไขให้มีความถูกต้อง

จากรายละเอียดของการดำเนินการศึกษา 3 ส่วนนี้มีขั้นตอนการดำเนินการศึกษาอยู่ 5 ขั้นตอน ดังรูปที่ 3.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 รายละเอียดของการดำเนินการศึกษา

จากรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นว่า รายละเอียดของการดำเนินการศึกษา แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ในการดำเนินการ ได้แก่ การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การแจกแจงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร และการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.1 การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับขั้นตอนในการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและรวบรวมหลักการทางทฤษฎีและงานงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยไว้ ซึ่งได้กล่าวโดยละเอียดไว้แล้วในบทที่ 2 แต่สำหรับหัวข้อนี้จะขอนำมากล่าวอีกครั้งโดยสรุป

ในการดำเนินธุรกิจทั้งการผลิต และการบริการนั้น ความพึงพอใจของลูกค้าถือเป็นปัจจัยสำคัญในการอยู่รอดของธุรกิจ อันได้แก่ คุณภาพ (Quality, Q) ต้นทุน (Cost, C) และการจัดส่ง (Delivery, D)

สำหรับอุตสาหกรรมการผลิต การผลิตที่เพิ่มขึ้น การลดของเสียให้น้อยลง การจะทำให้สิ่งเหล่านี้บรรลุผลได้นั้นต้องอาศัยเครื่องจักรที่มีการบำรุงรักษาให้มีความพร้อมในการใช้งาน ผลิตอย่างเต็มสมรรถนะ และได้สินค้าที่มีคุณภาพ จึงมีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าเป็นอย่างมาก

การศึกษาวิทยานิพนธ์ต่างๆ พบว่า ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายรายยังคงใช้เครื่องจักรเก่าที่มีอายุการใช้งานมานาน หากไม่มีระบบการบำรุงรักษาที่ดีแล้วจะก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งกระทบต่อการดำเนินงานของโรงงานโดยตรง คือ

1) ไม่สามารถดำเนินการผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้ไม่สามารถส่งผลิตภัณฑ์ได้ตรงตามเวลา

2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงขึ้นกว่าระดับที่ควรจะเป็น

3) คุณภาพผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า

3.1.1 การศึกษาทฤษฎี

จากการศึกษาทฤษฎีของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) นั้น พบว่า ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญตัวหนึ่งในการดำเนินการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) และบริษัทต่างๆ ที่ได้รับรางวัล PM ล้วนแต่มีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสูงกว่า 85% ทั้งสิ้น โดยค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ความพร้อมของเครื่องจักร (Availability, A) อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (Performance Rate, P) และอัตราของดี (Good Quality Rate, Q)

ในการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จะได้ค่ามากหรือน้อยนั้น มีสาเหตุมาจากความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ คือ เครื่องจักรขัดข้อง การปรับแต่งและปรับตั้งเครื่องจักร การหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า การสูญเสียความเร็ว การเกิดของเสีย และผลผลิตลดลง แต่ใน

การบันทึกค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการนั้น จะบันทึกโดยใช้หน่วยในการวัดที่ต่างกัน จึงไม่สามารถนำค่าเหล่านี้มาเปรียบเทียบกันได้โดยตรง จึงต้องเปรียบเทียบกันโดยอาศัยจำนวนเงินคิดเป็นมูลค่าความสูญเสียขึ้นมา

นอกจากค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจะเป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญของการบำรุงรักษา และการบำรุงรักษาทวีผลแบบที่ทุกคนมีส่วนร่วมแล้ว ยังมีดัชนีชี้วัดอื่นๆ ที่ใช้ประกอบกับประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอีก ได้แก่ ผลิตภาพโดยรวมที่มีผลต่อเครื่องจักร (Total effective equipment productivity, TEEP) และประสิทธิผลที่แท้จริงของเครื่องจักร (Net equipment effectiveness, NEE)

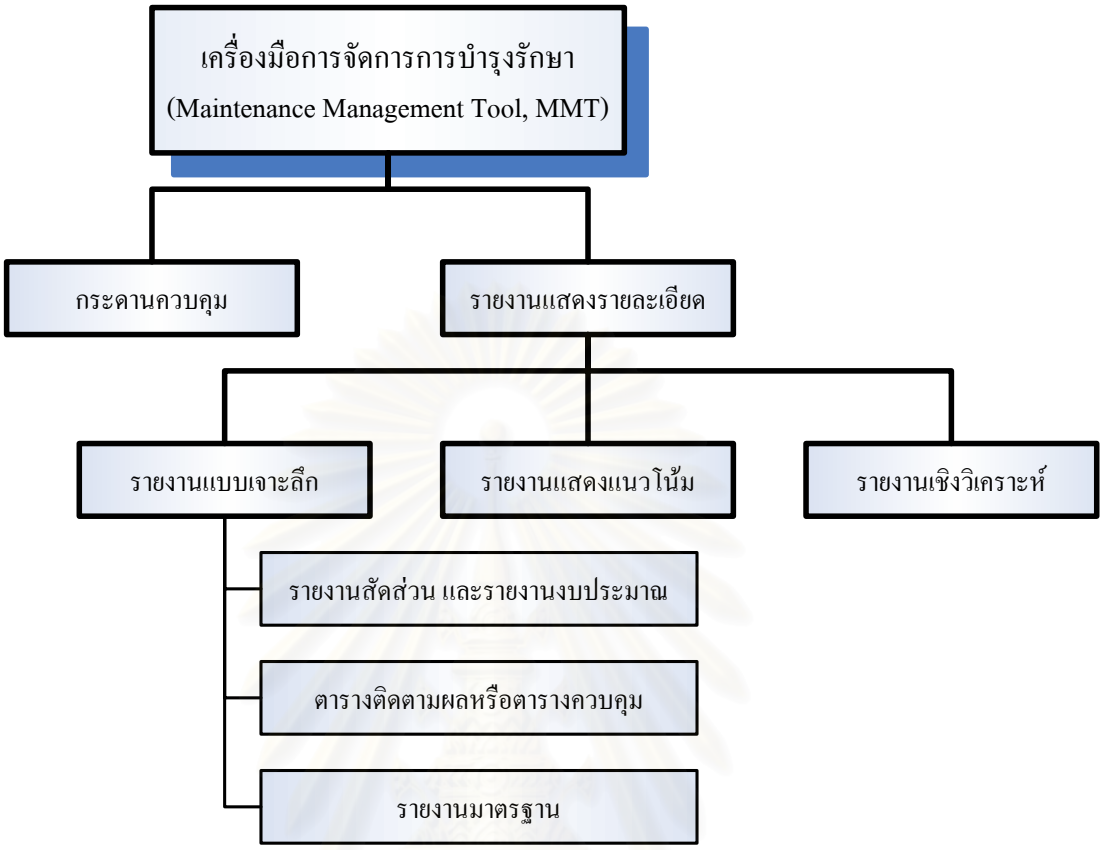
ค่าผลิตภาพโดยรวมที่มีผลต่อเครื่องจักร (TEEP) เป็นดัชนีชี้วัดการใช้ประโยชน์จากกำลังการผลิตทั้งหมดของเครื่องจักร ซึ่งมีการบันทึกความสูญเสียทั้งที่ได้วางแผนและไม่ได้วางแผนไว้ รวมถึงการหยุดเดินเครื่องที่ได้วางแผนเอาไว้ ผลิตภาพโดยรวมที่มีผลต่อเครื่องจักรเป็นดัชนีชี้วัดเพียงตัวเดียวที่รวมเอาพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ส่งผลต่อผลิตภาพของเครื่องจักรหรือกระบวนการ

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรนั้นไม่ได้เป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิผลของเครื่องจักรที่แท้จริง เช่น การเตรียมงาน การเปลี่ยนไปผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่อไป ดังนั้นการวิเคราะห์ประสิทธิผลของเครื่องจักรที่มีความละเอียดขึ้นจึงสามารถวัดได้ด้วยประสิทธิผลสุทธิของเครื่องจักร (NEE) ซึ่งจะสะท้อนถึงคุณภาพและประสิทธิผลสุทธิของเครื่องจักรเมื่อกำลังเดินเครื่อง

โรงงานอุตสาหกรรมหลายรายยังคงใช้เครื่องจักรเก่าที่มีอายุการใช้งานมานาน โอกาสในการขัดข้องของเครื่องจักรจึงมีมาก ซึ่งการขัดข้องของเครื่องจักรนั้นเป็นหนึ่งในความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ ที่จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การจะทำให้การขัดข้องของเครื่องจักรลดน้อยลง จึงต้องมีการป้องกันการขัดข้องในเวลาที่วางแผนใช้งานเครื่องจักร ดังนั้น การบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงได้เข้ามามีส่วนสำคัญในการทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำส่วนนี้เข้าเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

ถึงแม้เครื่องจักรเกิดการขัดข้องหลายเครื่องพร้อมกันนั้นมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมาก แต่ถ้ามีการเกิดขึ้น แสดงว่าการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันไม่ได้ผล ควรมีการทบทวนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันใหม่ และในการเข้าไปซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่มีทรัพยากรพนักงานบำรุงรักษาอันจำกัดย่อมส่งผลทันทีต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไม่เครื่องใดก็เครื่องหนึ่ง การจัดตารางการซ่อมบำรุงจึงเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดผลกระทบส่วนนี้น้อยที่สุด

โดยในภาพรวมการดำเนินการศึกษาจะอาศัยเครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษา (Maintenance Management Tool, MMT) ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษา

จากรูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษามีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ กระดานควบคุม และรายงานแสดงรายละเอียด ซึ่งรายงานแสดงรายละเอียดจะมีอยู่ 3 ชนิด คือ รายงานแบบเจาะลึก รายงานแสดงแนวโน้ม และรายงานเชิงวิเคราะห์

รายงานแบบเจาะลึกนั้น ประกอบไปด้วย รายงานสัดส่วนและรายงานงบประมาณ ตารางติดตามผลหรือตารางควบคุม และรายงานมาตรฐาน

ในการดำเนินการโดยนำเครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษามาใช้นั้นไม่จำเป็นต้องใช้ทุกรายงาน โดยการนำไปใช้ปฏิบัติกับโรงงานจะมีการประยุกต์เครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษา ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษาเมื่อนำไปใช้ปฏิบัติกับโรงงาน

กระดานควบคุม
- ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร - มูลค่าความสูญเสียรวม

รายงานแสดงรายละเอียด	
<u>รายงานแบบเจาะลึก</u>	<u>รายงานเชิงวิเคราะห์</u>
รายงานสัดส่วน - ความพร้อมในการใช้งาน - อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร - อัตราของดี *รายงานงบประมาณ* - มูลค่าความสูญเสียรวม *ตารางติดตามผลหรือตารางควบคุม* - การแสดงผลในช่วงเวลาที่สนใจ *รายงานมาตรฐาน* - การวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา - แผนการบำรุงรักษา	*รายงานเชิงวิเคราะห์* - การแสดงข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะภายใต้เวลาต่างๆ - การวิเคราะห์ความไว

จากตารางที่ 3.1 เครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษาเมื่อนำไปใช้ปฏิบัติกับโรงงาน แสดงให้เห็นว่า กระดานควบคุมนั้นเป็นการแสดงภาพโดยรวมของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร มูลค่าความสูญเสียรวม และต้นทุนการบำรุงรักษา ซึ่งค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และมูลค่าความสูญเสียรวมนั้นสามารถนำค่ามาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรได้ทันที

ในการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรนั้นใช้รายงาน 2 ชนิดจาก 3 ชนิด คือ รายงานแบบเจาะลึก และรายงานเชิงวิเคราะห์

รายงานแบบเจาะลึกจะมีรายงานย่อยอีก ดังนี้

1) *รายงานสัดส่วน* เป็นการแสดงค่าประสิทธิผล ได้แก่ ความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร และอัตราของดี ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถแสดงผลได้ในทันที

2) *รายงานงบประมาณ* ประกอบไปด้วย มูลค่าความสูญเสีย ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถแสดงมูลค่าความสูญเสียได้

3) *ตารางติดตามผลหรือตารางควบคุม* โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถแสดงผลในช่วงเวลาที่สนใจได้

4) *รายงานมาตรฐาน* เป็นฐานข้อมูลในการดำเนินการ โดยสามารถเรียกดูได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ การวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา และแผนการบำรุงรักษา ซึ่งการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นจะมีผลโดยตรงกับการเกิดเครื่องจักรขัดข้องที่ส่งผลต่อความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักร

รายงานเชิงวิเคราะห์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถแสดงข้อมูลที่เกี่ยวกับสมรรถนะภายใต้เวลาต่างๆ ได้ อีกทั้งยังมีการวิเคราะห์ความไว

3.1.2 การศึกษางานวิจัย

การศึกษางานวิจัยต่างๆ ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 ทฤษฎีและการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในที่นี้จึงขอกล่าวถึงงานวิจัยที่สำคัญเพื่อแสดงถึงปัญหาที่เกิดขึ้น

การวิจัยเพื่อออกแบบวิธีการวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา (ธารารินี อร่ามเจริญ, 2543) ครอบคลุมหัวข้อต่างๆ ด้านการซ่อมบำรุงรักษา ได้เสนอตัวชี้วัดสมรรถนะหลักในเรื่องการจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา คือ ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE) และผู้วิจัยได้เสนอให้สร้างโปรแกรมเพื่อช่วยในการเก็บข้อมูลและประมวลผลเพื่อเพิ่มความรวดเร็วและความแม่นยำในการประมวลผล

เมื่อมาทำการศึกษาถึงโปรแกรมสำเร็จรูปเอสเอพี (SAP) (สิริวรรธน์ ธรรมรัตน์, 2547) ที่ใช้ในโรงงานกรณีศึกษาขนาดใหญ่ ดำเนินธุรกิจอาหารทะเลแปรรูปส่งออก มีกำลังการผลิตเป็นอันดับหนึ่งในทวีปเอเชียซึ่งนำระบบโปรแกรม SAP เข้าไปใช้ในส่วนของการบำรุงรักษาแต่กลับไม่ประสบความสำเร็จ และมีการใช้ระบบโปรแกรมเพียง 16.52% เท่านั้น จากราคาในการจัดซื้อโปรแกรม SAP ที่สูงถึง 6 ล้านบาทต่อส่วนงาน ทำให้วิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมไม่มีความสามารถในการนำระบบมาใช้ และความสามารถที่เกินความจำเป็นในการนำไปใช้

นอกจากนี้ การศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายงานเชิงคุณภาพสำหรับปรับปรุงการใช้งานโปรแกรม SAP R/3 ในการบริหารงานซ่อมบำรุง (ศุภกิจ กิจศรัณย์, 2543) ในการใช้งานระบบบริหารงานซ่อมบำรุง (SAP-PM) ของบริษัทต่างๆ ในกลุ่มธุรกิจโรงงานผลิตโอเลฟินส์ เยื่อกระดาษ กระดาษพิมพ์เขียน และกระดาษคราฟท์ ไม่สามารถเปรียบเทียบการให้บริการกับคู่แข่งได้ จึงได้ดำเนินการเปรียบเทียบกับเกณฑ์เฉลี่ยในการให้บริการที่ได้กำหนดไว้ โดยทีมงานพัฒนาระบบได้ใช้เกณฑ์ระดับคะแนนเฉลี่ยที่ 3.5 เป็นตัวเปรียบเทียบ โดยถือว่าที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 นี้เป็นระดับที่ทีมพัฒนามีศักยภาพที่สามารถปฏิบัติได้และเป็นระดับเป้าหมายเบื้องต้นที่จะก่อให้เกิดความพึงพอใจที่ยอมรับได้ทั้งทีมพัฒนาระบบและผู้ใช้งานระบบ จากการสำรวจพบว่าบริษัทกลุ่มที่มีพัฒนาการการใช้งานระบบมีระดับความพึงพอใจในการนำข้อมูลจากระบบไปใช้งานต่อ 3.4 และความง่ายในการใช้งาน (User friendly) 2.7 ส่วนกลุ่มบริษัทที่มีการใช้งานปกติมีระดับความพึงพอใจในการนำข้อมูลจากระบบไปใช้งานต่อ 2.3 และความง่ายในการใช้งาน (User friendly) 2.8 เท่านั้น ซึ่งยังต่ำกว่าค่าเป้าหมาย

3.1.3 การศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ

ในปัจจุบัน การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการดำเนินงานถือเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในยุคนี้ จึงทำการสำรวจโปรแกรมสำเร็จรูปด้านงานบำรุงรักษา จำนวน 45 โปรแกรม พบว่าโปรแกรมสำเร็จรูปด้านงานบำรุงรักษานั้น ส่วนใหญ่ยังคงเป็นโปรแกรมฐานข้อมูลการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งเป็นเพียงเบื้องต้นของงานบำรุงรักษาเท่านั้น แต่โปรแกรมสำเร็จรูปที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ยังคงมีอยู่จำนวนน้อย เช่น โปรแกรมประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และโปรแกรมเกี่ยวกับเวลาหยุดของเครื่องจักร ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้สามารถวัดค่าออกมาเป็นเชิงปริมาณ บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการทำงานด้านการบำรุงรักษาได้และใช้ในการวิเคราะห์หาจุดอ่อน จุดบกพร่องเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่องต่อไป ในขณะที่โปรแกรมที่จัดการด้านฐานข้อมูลไม่สามารถตอบสนองส่วนนี้ได้

3.2 การแจกแจงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ

สำหรับหัวข้อการแจกแจงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการนี้เป็นการดำเนินการทางปฏิบัติที่ผู้วิจัยนำเอาความรู้ที่ได้จากการดำเนินการทางวิชาการ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ไปปฏิบัติใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน

1 โรงงาน โดยสามารถแบ่งเป็นหัวข้อย่อยได้อีก 2 หัวข้อ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลความสูญเสียจากการสอบถามเบื้องต้น และการออกแบบเอกสารบันทึก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 การรวบรวมข้อมูลความสูญเสียจากการสอบถามเบื้องต้น

เนื่องจากในโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละโรงงานจะมีความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการไม่เหมือนกัน และไม่จำเป็นจะต้องมีครบทั้ง 6 ประการ ดังนั้น จึงต้องมีการอธิบายความหมายของความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการให้ทางโรงงานเข้าใจ รวมทั้งผู้วิจัยต้องเข้าไปศึกษาการทำงานของเครื่องจักร จากนั้นจึงสอบถามถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับพนักงานเดินเครื่องเพื่อเป็นข้อมูลในการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

3.2.2 การออกแบบเอกสารบันทึก

โดยทั่วไปแล้วโรงงานอุตสาหกรรมจะมีเอกสารต่างๆ ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลอยู่จำนวนหนึ่ง สำหรับเอกสารที่ใช้ในการบันทึกความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการเพื่อนำมาคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรนั้น บางส่วนทางโรงงานจะมีการบันทึกข้อมูลอยู่แล้ว แต่หากข้อมูลส่วนใดยังไม่มีการบันทึกจะต้องมีการออกแบบเอกสารเพิ่มเติมขึ้นมาเพื่อใช้ในการบันทึกความสูญเสียที่เกิดขึ้นในเชิงปริมาณ

3.3 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

สำหรับหัวข้อการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรนี้เป็นการดำเนินการทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการดำเนินการทางปฏิบัติ โดยประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลและการคำนวณ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

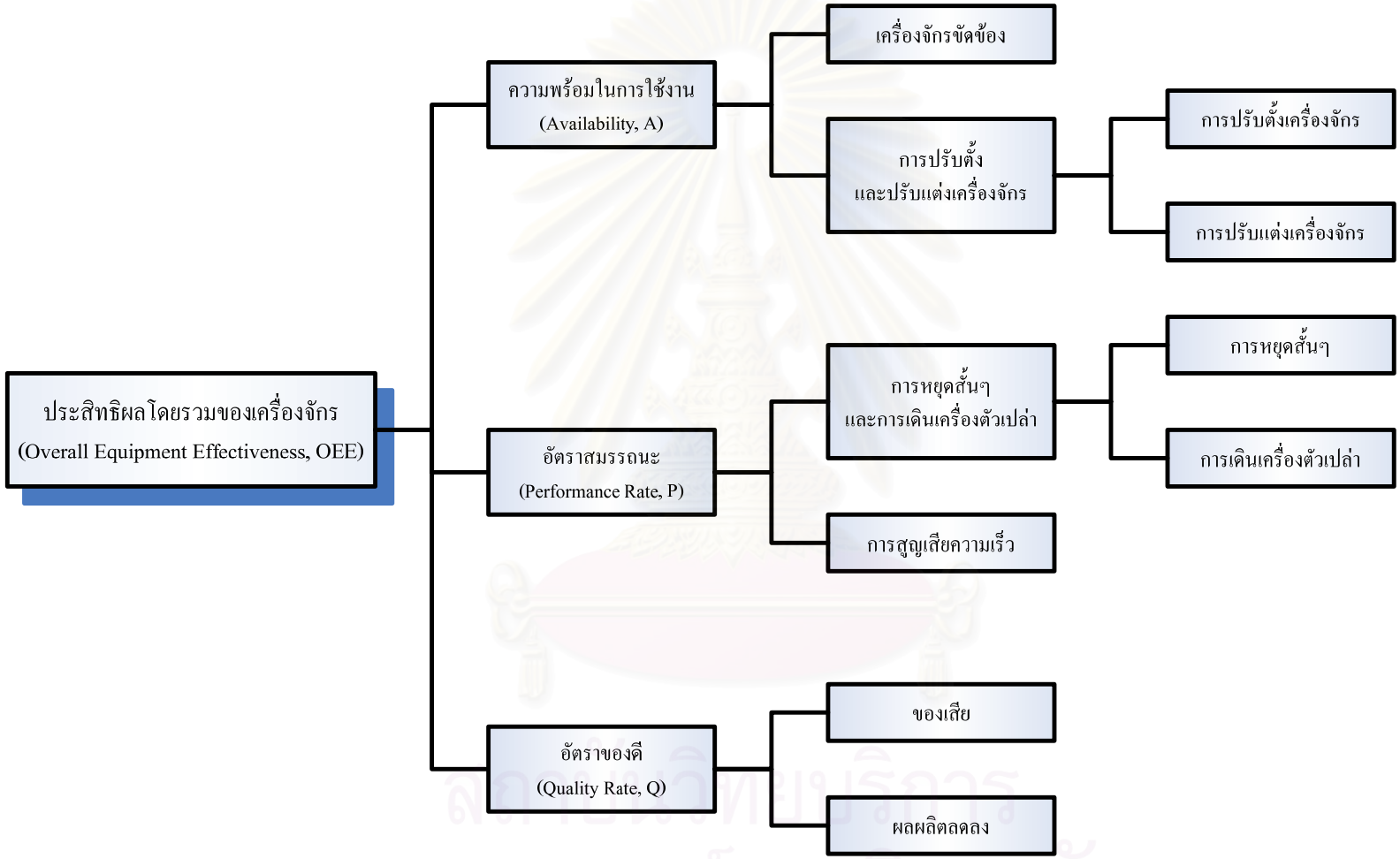
การดำเนินการนี้เป็นการเก็บรวบรวมเอกสารต่างๆ ที่ใช้ในการบันทึกความสูญเสียที่เกิดขึ้นและบันทึกข้อมูลต่างๆ ลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของ

เครื่องจักร เพื่อประโยชน์ในการประมวลผลให้เห็นมุมมองต่างๆ ที่เกิดขึ้น หรือใช้ตรวจดูข้อมูลย้อนหลัง

3.3.2 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

จากข้อมูลที่ได้มีการเก็บรวบรวมจากโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรจะทำการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการที่เกิดขึ้น โดยองค์ประกอบของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้ถูกนำมาแสดงไว้ในรูปที่ 3.3 และการคำนวณความสูญเสียถูกนำมาแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 องค์ประกอบของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 การคำนวณความสูญเสีย

ความสูญเสีย	การคำนวณ
เครื่องจักรขัดข้อง	เวลาที่เครื่องจักรเริ่มเสีย
	เวลาที่เครื่องจักรเดินเครื่อง
การปรับตั้งเครื่องจักร	เวลาเริ่มปรับตั้ง
	เวลาปรับตั้งเสร็จ
	จำนวนครั้งในการปรับตั้ง
	เวลาเฉลี่ยในการปรับตั้งต่อครั้ง
การปรับแต่งเครื่องจักร	เวลาเริ่มปรับแต่ง
	เวลาปรับแต่งเสร็จ
	จำนวนครั้งในการปรับแต่ง
	เวลาเฉลี่ยในการปรับแต่งต่อครั้ง
การหยุดสั้นๆ	เวลาที่เครื่องจักรเริ่มการหยุดสั้นๆ
	เวลาที่เครื่องจักรสิ้นสุดการหยุดสั้นๆ
	จำนวนครั้งของการหยุดสั้นๆ
	เวลาเฉลี่ยในการหยุดสั้นๆ ต่อครั้ง
การเดินเครื่องตัวเปล่า	เวลาที่เครื่องจักรเริ่มเดินเครื่องตัวเปล่า
	เวลาที่เครื่องจักรสิ้นสุดการเดินเครื่องตัวเปล่า
	จำนวนครั้งของการเดินเครื่องตัวเปล่า
	เวลาเฉลี่ยในการเดินเครื่องตัวเปล่าต่อครั้ง
การสูญเสียความเร็ว	เปอร์เซ็นต์ความเร็วที่สูญเสีย
ของเสีย	จำนวนของเสียที่สามารถนำกลับไปทำซ้ำได้
	จำนวนของเสียที่ไม่สามารถนำกลับไปทำซ้ำได้
ผลผลิตลดลง	จำนวนผลผลิตที่ลดลง

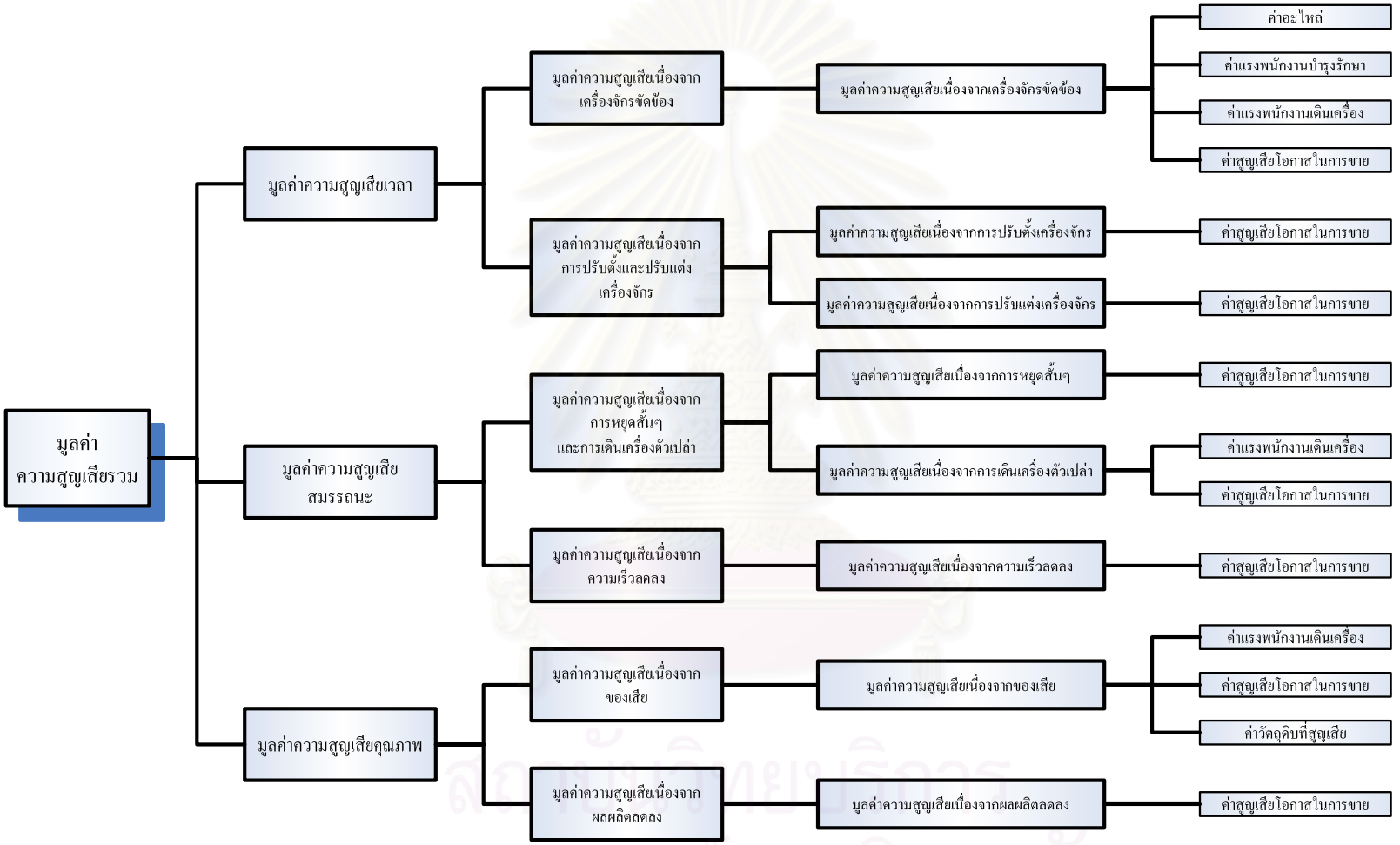
จากรูปที่ 3.3 แสดงให้เห็นว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรคำนวณมาจากความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร และอัตราของดี โดยการเกิดเครื่องจักรขัดข้อง การปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักรจะส่งผลกระทบต่อความพร้อมในการใช้งาน การหยุดสั้นๆ และการ

เดินเครื่องตัวเปล่า การสูญเสียความเร็วจะส่งผลกระทบต่ออัตราสมรรถนะของเครื่องจักร การเกิดของเสีย ผลผลิตลดลงจะส่งผลกระทบต่ออัตราของดี

จากตารางที่ 3.2 แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักรขัดข้องสามารถคำนวณได้จากเวลาที่เครื่องจักรเริ่มเสียจนถึงเวลาที่เริ่มเดินเครื่องจักรอีกครั้งหนึ่ง การปรับตั้งเครื่องจักร การปรับแต่งเครื่องจักร การหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่าสามารถคำนวณได้จากเวลาที่เริ่มเกิดความสูญเสียจนถึงเวลาสิ้นสุดความสูญเสียนั้น หรือคำนวณจากเวลาเฉลี่ยของความสูญเสียต่อครั้งคูณกับจำนวนครั้งที่เกิดความสูญเสียนั้น การสูญเสียความเร็วคำนวณจากเปอร์เซ็นต์ความเร็วที่สูญเสีย ของเสียคำนวณจากจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นทั้งที่สามารถนำกลับไปทำซ้ำได้และไม่สามารถนำกลับไปทำซ้ำได้ ผลผลิตที่ลดลงคำนวณจากจำนวนผลผลิตที่ลดลง

สำหรับองค์ประกอบของมูลค่าความสูญเสียรวมได้ถูกนำมาแสดงไว้ในรูปที่ 3.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 องค์ประกอบของมูลค่าความสูญเสียรวม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

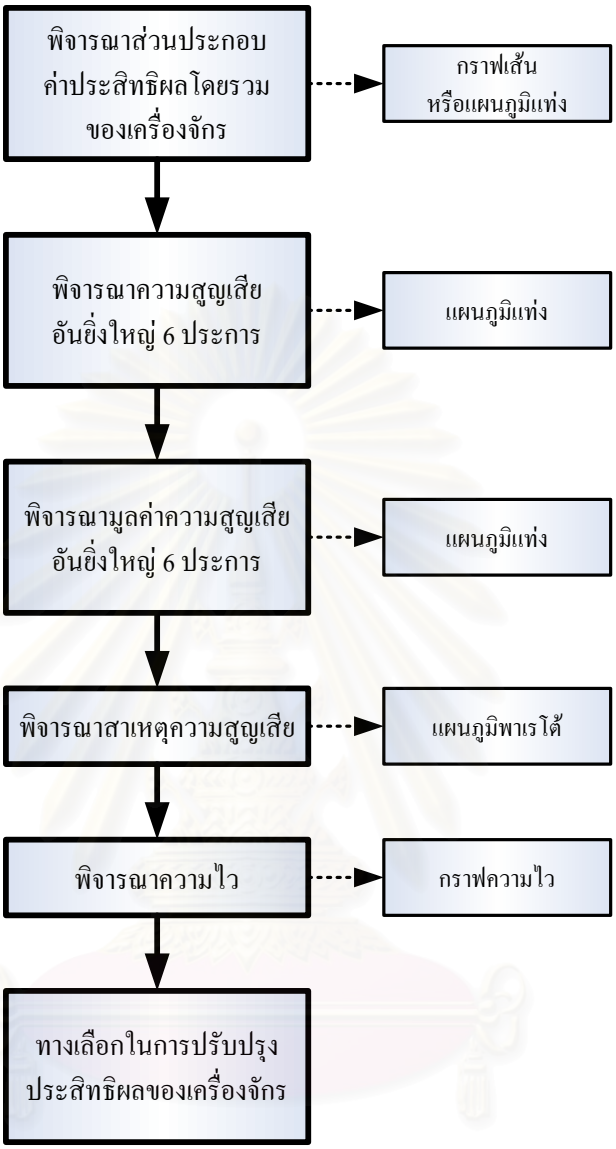
จากรูปที่ 3.4 แสดงให้เห็นว่ามูลค่าความสูญเสียรวมประกอบด้วย มูลค่าความสูญเสียเวลา มูลค่าความสูญเสียสมรรถนะ และมูลค่าความสูญเสียคุณภาพ โดยมูลค่าความสูญเสียเวลาประกอบด้วย มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากการปรับตั้งเครื่องจักร มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากการปรับแต่งเครื่องจักร มูลค่าความสูญเสียสมรรถนะประกอบด้วย มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากการหยุดสั้นๆ มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากการเดินเครื่องตัวเปล่า มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากความเร็วลดลง มูลค่าความสูญเสียคุณภาพ ประกอบด้วย มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากของเสีย มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากผลผลิตลดลง

มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง ประกอบด้วย ค่าอะไหล่ ค่าแรงพนักงานบำรุงรักษา ค่าแรงพนักงานเดินเครื่อง และค่าสูญเสียโอกาสในการขาย มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากการปรับตั้งเครื่องจักรมาจากค่าสูญเสียโอกาสในการขาย มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากการปรับแต่งเครื่องจักรมาจากค่าสูญเสียโอกาสในการขาย มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากการหยุดสั้นๆ มาจากค่าสูญเสียโอกาสในการขาย มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากการเดินเครื่องตัวเปล่า ประกอบด้วย ค่าแรงพนักงานเดินเครื่อง และค่าสูญเสียโอกาสในการขาย มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากความเร็วลดลงมาจากค่าสูญเสียโอกาสในการขาย มูลค่าความสูญเสียเนื่องจากของเสีย ประกอบด้วย ค่าแรงพนักงานเดินเครื่อง ค่าสูญเสียโอกาสในการขาย และค่าวัตถุดิบที่สูญเสีย และมูลค่าความสูญเสียเนื่องจากผลผลิตลดลงมาจากค่าสูญเสียโอกาสในการขาย

3.4 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ผลจากค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อให้เกิดการปรับปรุงเครื่องจักร หรือวิธีการทำงานให้มีประสิทธิผลดีขึ้น โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

จากรูปที่ 3.5 แสดงให้เห็นว่า เมื่อได้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจากกระดานควบคุมซึ่งคำนวณผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรแล้ว จะเป็นการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เริ่มต้นโดยการพิจารณารายงานแสดงรายละเอียด ส่วนรายงานแบบเจาะลึก โดยการดูที่รายงานสัดส่วน ได้แก่ ความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร และอัตราคุณภาพ ว่าตัวใดในส่วนประกอบของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าต่ำที่สุด จากนั้นจึงพิจารณาความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ แต่ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการแต่ละตัวไม่สามารถ

เปรียบเทียบกันได้โดยตรง จึงต้องอาศัยรายงานงบประมาณแปลงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ เป็นมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ เมื่อทราบถึงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการที่ส่งผลกระทบมากที่สุดแล้ว จึงมาพิจารณาสาเหตุความสูญเสียที่แท้จริงที่เกิดขึ้น

หากพบจุดผิดสังเกต หรือมีข้อสงสัยสามารถใช้ตารางติดตามผลหรือตารางควบคุมเพื่อดูข้อมูลในช่วงเวลาที่สนใจ

ทั้งนี้หากเครื่องจักรขัดข้องเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรแล้ว ต้องมีการทบทวนเรื่องการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สามารถเรียกใช้รายงานมาตรฐานเพื่อพิจารณาถึงการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา และแผนการบำรุงรักษา

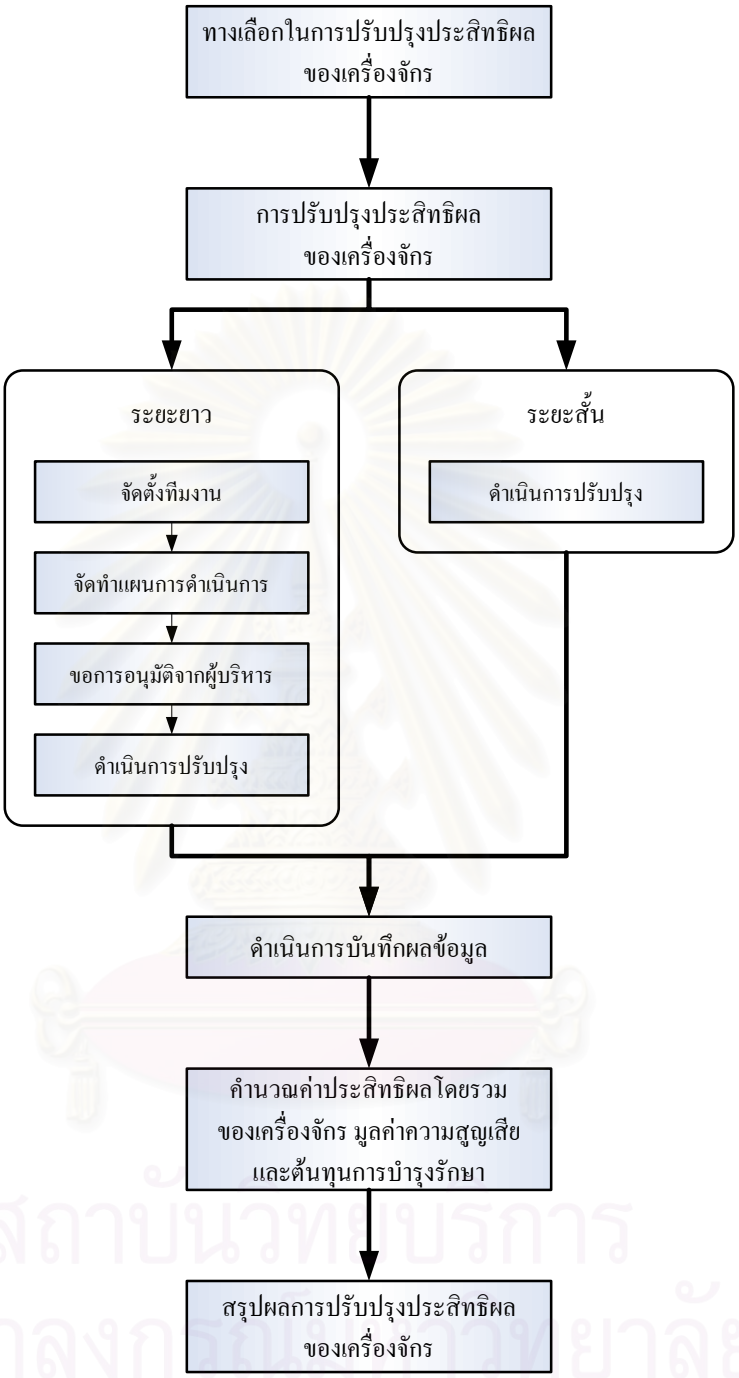
เมื่อทราบสาเหตุความสูญเสียหลักแล้วจึงวิเคราะห์ความไวซึ่งเป็นรายงานเชิงวิเคราะห์ในเครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษาเพื่อดูผลที่เกิดขึ้นหากมีการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เช่น ปัจจุบันค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมีค่า 50.4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความพร้อมในการใช้งาน 70 เปอร์เซ็นต์ อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร 80 เปอร์เซ็นต์ และอัตราของดี 90 เปอร์เซ็นต์ หากมีการปรับปรุงความพร้อมในการใช้งานจาก 70 เปอร์เซ็นต์ เป็น 80 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ได้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 57.6 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าปรับปรุงอัตราของดีจาก 90 เปอร์เซ็นต์ เป็น 100 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ได้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 56 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าการปรับปรุงความพร้อมในการใช้งานจะมีความไวมากกว่าการปรับปรุงอัตราของดี และสามารถกระทำได้ง่ายกว่า นอกจากนี้แล้วยังอาจใช้งบประมาณน้อยกว่าอีกด้วย

ในขั้นสุดท้ายของขั้นตอนนี้จึงคิดหาทางเลือกต่างๆ ในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

3.5 การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรมีขั้นตอนในการดำเนินการดังรูปที่ 3.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.6 การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

จากรูปที่ 3.6 แสดงให้เห็นว่า เมื่อได้ทางเลือกในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรแล้ว จึงตัดสินใจและดำเนินการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยแบ่งเป็นการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรในระยะสั้นซึ่งสามารถดำเนินการปรับปรุงได้ในทันที และการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรในระยะยาวที่ต้องจัดทำเป็นแผนการดำเนินการเพื่อขอการอนุมัติจาก

ผู้บริหาร จากนั้นจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และมูลค่าความสูญเสียอีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

ทั้งนี้อาจมีการปรับปรุงดัชนีชี้วัดต่างๆ เหล่านี้ให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า และนโยบายของบริษัท

การวิจัยนี้ได้มีการนำเอาความรู้ต่างๆ ที่ได้ไปปฏิบัติใช้กับโรงงานจำนวน 1 โรงงาน ดังนั้นในบทที่ 4 สภาพปัจจุบันจึงเป็นการกล่าวถึงสภาพปัจจุบันของโรงงานผลิตลิฟต์ที่ผู้วิจัยได้นำเอาความรู้ที่ได้จากการดำเนินการทางวิชาการและการดำเนินการทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปปฏิบัติใช้กับโรงงานดังกล่าว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

สภาพปัจจุบัน

4.1 ความเป็นมาขององค์กร

ด้วยวิสัยทัศน์อันยาวไกลของประธานกิตติมศักดิ์ของบริษัท ประกอบกับประเทศไทยได้มีการพัฒนาอย่างมาก ดังนั้น ปีพุทธศักราช 2518 จึงได้ตกลงใจดำเนินธุรกิจกับผู้ผลิตสินค้าประเทศญี่ปุ่นในการที่จะเป็นตัวแทนจำหน่ายติดตั้งและให้บริการสินค้าประเภท ลิฟต์ บันไดเลื่อน และทางเลื่อน

ด้วยคุณภาพและเทคโนโลยีอันล้ำสมัยของ ลิฟต์ บันไดเลื่อน และทางเลื่อน ทำให้เป็นที่ยอมรับและไว้วางใจจากลูกค้ามาโดยตลอดและเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ ดังนั้น วันที่ 1 ตุลาคม พุทธศักราช 2531 จึงได้ก่อตั้งบริษัทเพื่อเป็นตัวแทนจำหน่าย ลิฟต์ บันไดเลื่อน และทางเลื่อน และเป็นตัวแทนในการติดตั้งและให้บริการด้านบำรุงรักษา

พุทธศักราช 2534 เป็นช่วงปีที่เศรษฐกิจของประเทศมีอัตราการเจริญเติบโตสูง โดยเฉพาะธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ บริษัทได้ตกลงร่วมทุนกับ บริษัทจากประเทศญี่ปุ่นจัดตั้งบริษัทเพื่อผลิตและจำหน่ายลิฟต์ บันไดเลื่อน และทางเลื่อน พร้อมอุปกรณ์ และจัดตั้งบริษัทที่เป็นตัวแทนในการติดตั้งและบำรุงรักษา ลิฟต์ บันไดเลื่อน และทางเลื่อน

ปรัชญาในการดำเนินธุรกิจของบริษัทฯ ที่ยึดถือปฏิบัติมาโดยตลอดนั้น คือการมุ่งเน้นการให้บริการแก่ลูกค้าด้วยสินค้าที่มีคุณภาพ การให้บริการที่ประทับใจและรวดเร็วทันเหตุการณ์ บนมาตรฐานอุตสาหกรรม แห่งประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นที่ยอมรับของนานาประเทศทั่วโลก

โรงงานผลิตลิฟต์แห่งนี้ประกอบด้วยเครื่องจักรอันทันสมัยและมีประสิทธิภาพจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งควบคุมการผลิตด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่ผลิตจากโรงงานมีความคงทนสวยงาม วิศวกรและพนักงานทุกคนมีความรู้ความชำนาญ ในขั้นตอนการผลิตลิฟต์และอุปกรณ์อะไหล่ลิฟต์เป็นอย่างดี เพราะพนักงานทุกคนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ และระบบการผลิตอยู่เสมอ ซึ่งรวมทั้งการอบรมและดูงานในต่างประเทศด้วยทุกปี

ด้วยความเคร่งครัดในการผลิต ลิฟต์ บันไดเลื่อน และทางเลื่อน ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด บริษัทฯ จึงได้ก่อสร้างอาคาร Training Tower ที่บริเวณด้านหลังของโรงงานสำหรับใช้เป็นสถานที่ฝึกอบรม การติดตั้ง การบริการลิฟต์ และบันไดเลื่อน ที่อาคารแห่งนี้ยังได้ติดตั้งลิฟต์ไว้หลายรุ่น เพื่อใช้เป็นที่ฝึกอบรมพนักงานของบริษัทฯ ให้มีความรู้และสร้าง

ความชำนาญ สามารถติดตั้งทดสอบ และให้บริการที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ นอกจากนี้ยังใช้เป็นสถานที่ทำการทดสอบอุปกรณ์ของลิฟต์รุ่นใหม่ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นมา เพื่อดูว่าสามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และเพิ่มความมั่นใจ และพึงพอใจให้กับลูกค้า

นอกจากนี้ บริษัทจากประเทศญี่ปุ่น ยังได้ส่งวิศวกรผู้เชี่ยวชาญมาประจำ ณ โรงงานฯ หน่วยงานบริการและติดตั้ง เพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำด้านการผลิตอย่างใกล้ชิด ดังนั้นลูกค้าสามารถมั่นใจได้ว่าลิฟต์และอุปกรณ์อะไหล่ลิฟต์ ที่ผลิตจากโรงงานแห่งนี้มีคุณภาพได้มาตรฐาน JIS (Japanese Industrial Standard) ทุกประการ ซึ่งมาตรฐาน JIS ถือได้ว่าเป็นมาตรฐานที่มีกฎระเบียบที่เข้มงวดที่สุดมาตรฐานหนึ่งของโลก ที่ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพการผลิต และความปลอดภัยสูงสุด

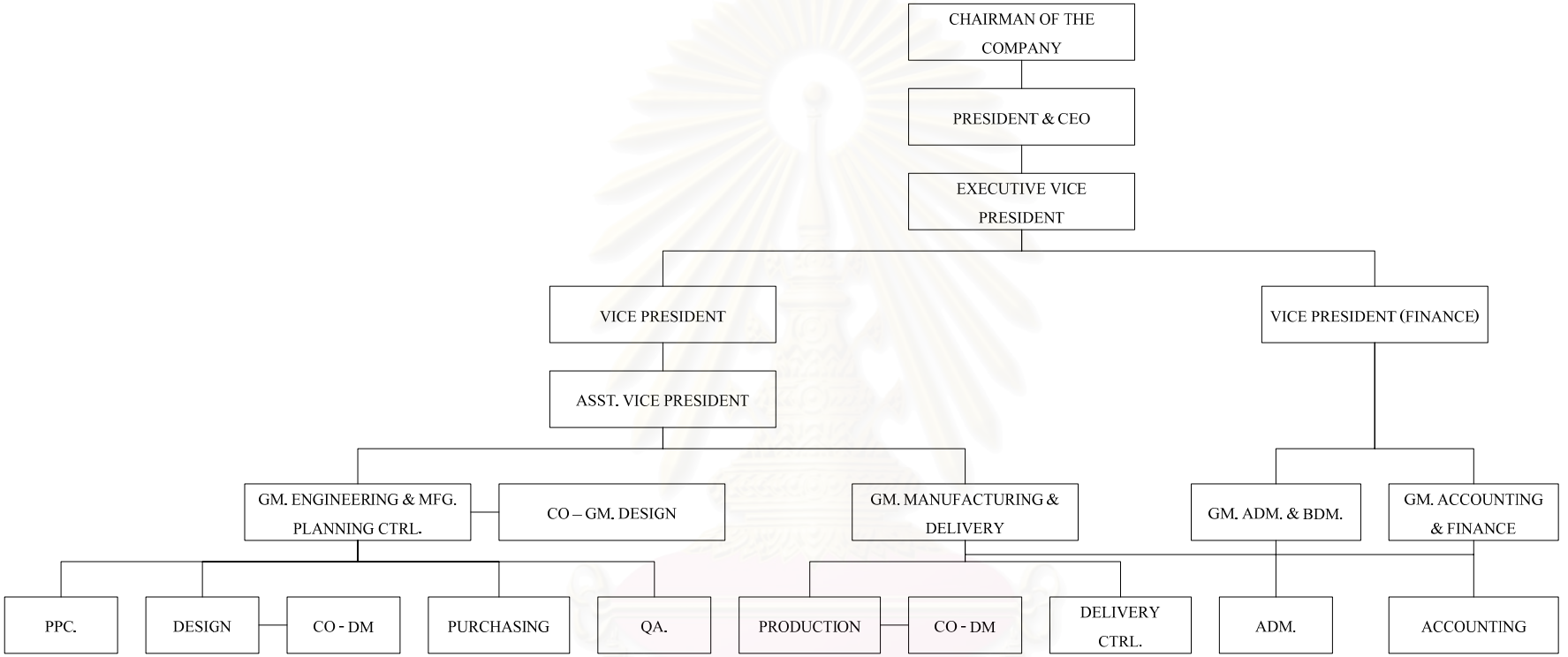
4.2 โครงสร้างและการดำเนินงานของโรงงานผลิตลิฟต์

สำหรับหัวข้อนี้เป็นการกล่าวถึงข้อมูลสภาพปัจจุบันของโรงงานผลิตลิฟต์ที่ได้มีการนำเอาความรู้ที่ได้จากการศึกษาและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรไปใช้ ประกอบไปด้วยหัวข้อโครงสร้างของโรงงานผลิตลิฟต์ และการดำเนินงานของโรงงานผลิตลิฟต์

4.2.1 โครงสร้างของโรงงานผลิตลิฟต์

โรงงานผลิตลิฟต์แห่งนี้แบ่งองค์กรออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโรงงาน และส่วนสำนักงาน โดยแต่ละส่วนจะมีผู้จัดการทั่วไปเป็นผู้รับผิดชอบส่วนละ 2 คน ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 ผังองค์กรของโรงงานผลิตลิฟต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 4.1 ผังองค์กรของโรงงานผลิตลิฟต์แห่งนี้ ส่วนของโรงงานจะมีผู้จัดการทั่วไปจำนวน 2 คน โดยผู้จัดการทั่วไปคนที่ 1 ดูแลงานด้านวิศวกรรมและควบคุมการวางแผนการผลิต ประกอบไปด้วยแผนกต่างๆ ได้แก่

1) ฝ่ายควบคุมและวางแผนการผลิต

2) ฝ่ายออกแบบ

3) ฝ่ายจัดซื้อ

4) ฝ่ายประกันคุณภาพ

ผู้จัดการทั่วไปคนที่ 2 ทำหน้าที่ดูแลงานการผลิตและการจัดส่งสินค้า ประกอบไปด้วยแผนกต่างๆ ได้แก่

1ฝ่ายผลิต

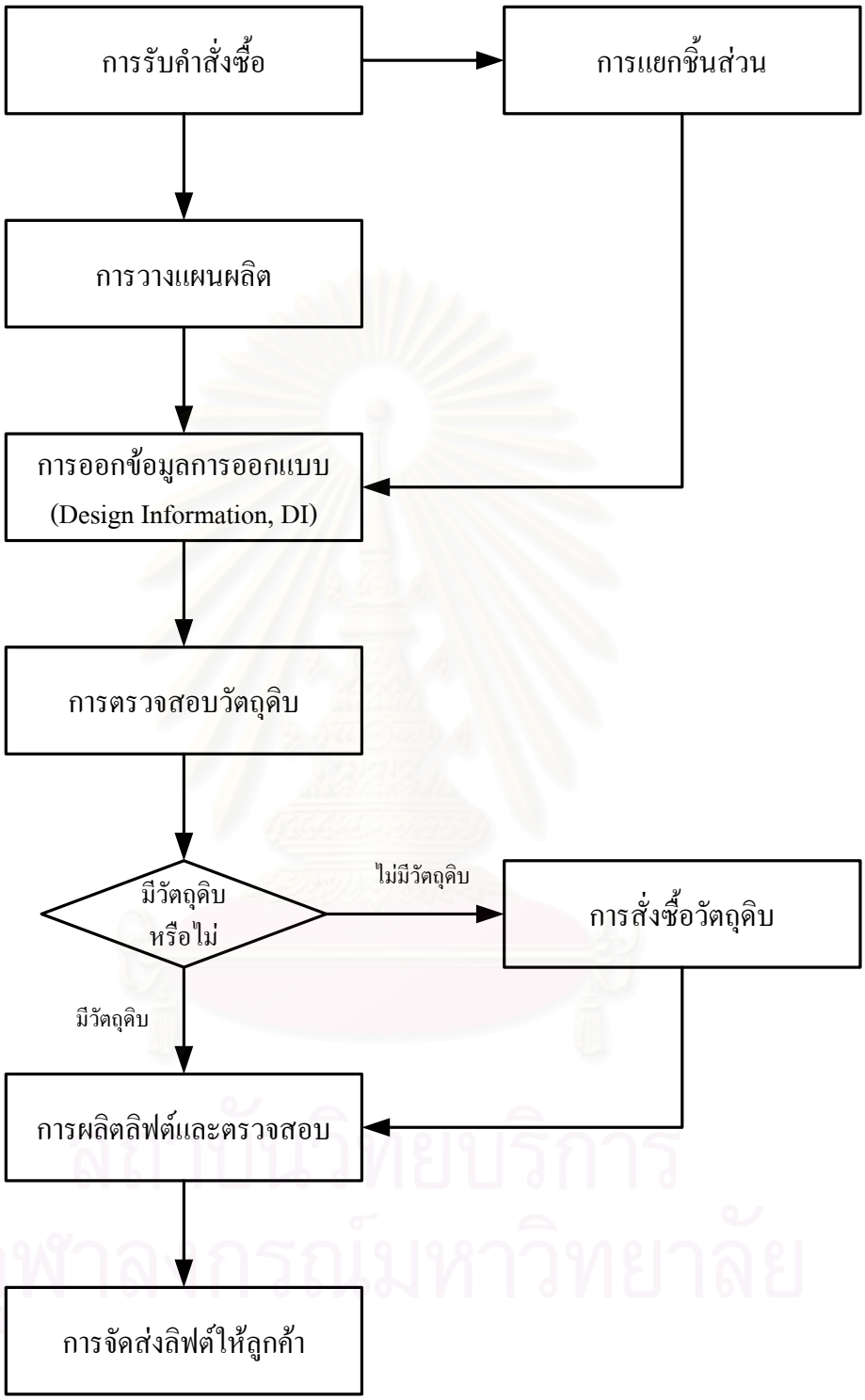
2) ฝ่ายควบคุมการจัดส่ง

ทั้งนี้ยังมีฝ่ายบริหารงาน และฝ่ายบัญชีที่ขึ้นตรงต่อผู้จัดการทั่วไปอีก 2 คนที่สำนักงานใหญ่ แต่อยู่ภายใต้การบริหารงานของผู้จัดการทั่วไปคนที่ 2

4.2.2 การดำเนินงานของโรงงานผลิตลิฟต์

การทำงานของโรงงาน ซึ่งเป็นผู้ผลิตลิฟต์ บันไดเลื่อน และทางเลื่อน เป็นการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า สามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ตามที่ลูกค้าต้องการ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังรูปที่ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 การดำเนินงานของโรงงานผลิตลิฟต์

จากรูปที่ 4.2 การดำเนินงานของโรงงานผลิตลิฟต์ มีขั้นตอนดังนี้

1) การรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าโดยฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิต

2) การแยกชิ้นส่วนจะกระทำโดยฝ่ายออกแบบ เป็นการแยกชิ้นส่วนที่ทางโรงงานผลิตเอง และชิ้นส่วนที่ให้ผู้รับเหมาช่วงเป็นผู้ดำเนินการผลิต

3) การวางแผนการผลิตจะดำเนินการโดยฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิต

4) การออกข้อมูลการออกแบบ (Design Information, DI) ซึ่งเป็นรายการที่บอกถึงชิ้นส่วน หมายเลขแบบทางวิศวกรรม จำนวน วัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิต โดยฝ่ายออกแบบ

5) การตรวจสอบวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิตโดยแผนกคลังสินค้า ในกรณีที่วัตถุดิบมีไม่เพียงพอต่อการผลิต ฝ่ายจัดซื้อจะเป็นผู้สั่งซื้อวัตถุดิบต่างๆ และส่งไปเก็บยังแผนกคลังสินค้า

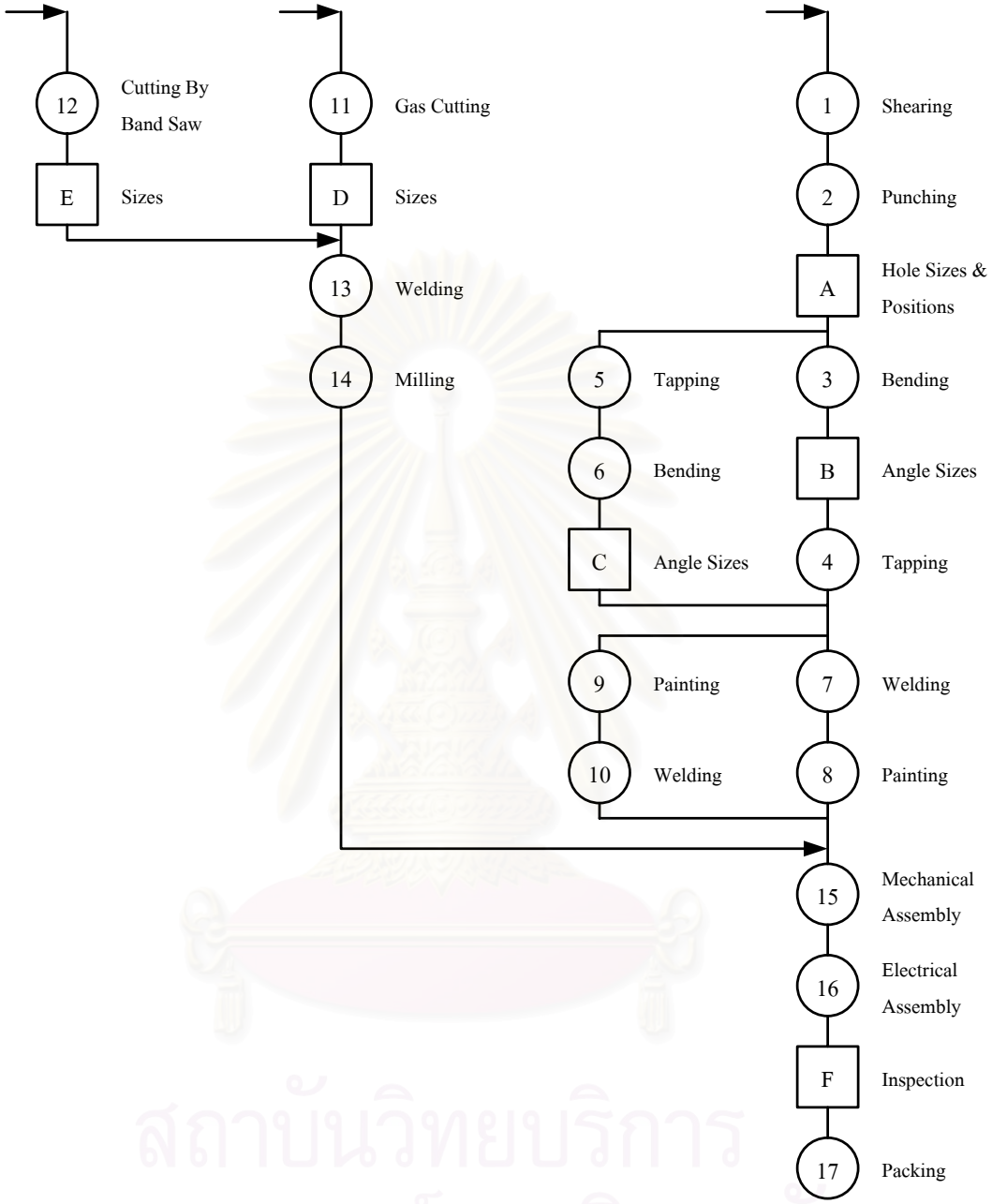
6) เมื่อวัตถุดิบมีพร้อมแล้ว การผลิตลิฟต์จึงเกิดขึ้นโดยฝ่ายผลิตเบิกวัตถุดิบจากแผนกคลังสินค้ามาทำการผลิต โดยอ้างอิงรายการชิ้นส่วน จำนวน วัตถุดิบที่ต้องใช้จากข้อมูลการออกแบบ (DI) ประกอบกับการอ่านแบบทางวิศวกรรม เพื่อทำการผลิต และประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ออกมาเป็นลิฟต์ หลังจากนั้นเป็นการตรวจสอบคุณภาพ และบรรจุหีบห่อ

7) การจัดส่งลิฟต์ให้ลูกค้า

4.3 กระบวนการผลิตลิฟต์

จากรูปที่ 4.2 การดำเนินงานของโรงงานผลิตลิฟต์ ได้มีกระบวนการผลิตลิฟต์ซึ่งเป็นสินค้าหลัก ดังรูปที่ 4.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 กระบวนการผลิตลิฟต์

จากรูปที่ 4.3 กระบวนการผลิตลิฟต์ มีรายละเอียดดังนี้

1) สำหรับเหล็กที่มีความหนาน้อยกว่า 11 มิลลิเมตร จะผ่านการตัดเหล็กให้มีขนาดตามต้องการด้วยวิธีการเฉือน (Shearing) (1) หลังจากนั้นเป็นการเจาะรู (Punching) (2) จึงมีการตรวจสอบขนาดของรู และระยะ (A)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) การดัดเหล็ก (Bending) ให้ได้มุมตามแบบทางวิศวกรรม (3) จึงตรวจสอบขนาดมุม (B) และต๊าปเกลียว (Tapping) (4) สำหรับการทำงานบางชิ้นส่วนจะทำการต๊าปเกลียว (Tapping) (5) ก่อน หลังจากนั้นเป็นการดัดเหล็ก (Bending) (6) และจึงตรวจสอบขนาดมุม (C)

3) เป็นขั้นตอนของการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ด้วยการเชื่อม (Welding) (7) และจึงพ่นสี (Painting) (8) ในบางกรณีจะทำการพ่นสี (Painting) (9) ก่อนจึงทำการเชื่อม (Welding) (10)

4) สำหรับเหล็กที่มีส่วนโค้งจะผ่านการตัดเหล็กให้มีขนาดตามต้องการด้วยแก๊ส (Gas Cutting) (11) และตรวจสอบขนาดที่ตัด (D)

5) สำหรับเหล็กที่มีความหนามากกว่า 11 มิลลิเมตร จึงต้องตัดด้วยเลื่อย โดยใช้เครื่องแบนด์ซอว์ (Cutting By Band Saw) (12) และตรวจสอบขนาดที่ตัด (E)

6) เป็นขั้นตอนที่นำเอาเหล็กที่ผ่านการตัดด้วยแก๊ส และตัดด้วยเครื่องแบนด์ซอว์มาประกอบกันด้วยการเชื่อม (Welding) (13) จากนั้นเป็นการกัด (Milling) (14)

7) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยแบ่งเป็นการประกอบทางเครื่องกล (Mechanical Assembly) (15) และประกอบทางไฟฟ้า (Electrical Assembly) (16) แล้วแผนกประกันคุณภาพจึงทำการตรวจสอบคุณภาพของลิฟต์ในขั้นตอนสุดท้าย (F)

8) เมื่อลิฟต์ถูกผลิตและตรวจสอบคุณภาพเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงเป็นการบรรจุ (Packing) (17) เพื่อจัดส่งให้ลูกค้าต่อไป

4.4 การดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักร

โรงงานผลิตลิฟต์แห่งนี้มีนโยบายให้ผู้เชี่ยวชาญในการบำรุงรักษาเครื่องจักรนั้นๆ เป็นผู้ดำเนินการบำรุงรักษา ดังนั้น การดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักรจะใช้การรับเหมาช่วงจากผู้ผลิตเครื่องจักร โดยการบำรุงรักษาสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1 การบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง (Breakdown Maintenance, BM)

เมื่อเครื่องจักรขัดข้องระหว่างการทำงาน พนักงานบำรุงรักษาของบริษัทจะเป็นผู้เข้าไปตรวจสอบปัญหา หากการขัดข้องนั้นไม่มีความรุนแรงสามารถแก้ไขได้ พนักงานบำรุงรักษาของบริษัทจะเป็นผู้ดำเนินการซ่อมบำรุง ถ้าการบำรุงรักษานั้น พนักงานบำรุงรักษาของบริษัทไม่

สามารถดำเนินการซ่อมบำรุงได้ พนักงานบำรุงรักษาจะทำการเรียกให้บริษัทผู้รับเหมาช่วงเข้ามาดำเนินการ

4.4.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM)

การบำรุงเชิงป้องกันเป็นการบำรุงรักษาล่วงหน้าเพื่อไม่ให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักรในระหว่างการใช้งาน และคงสภาพเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้ โดยทางบริษัทจะใช้การรับเหมาช่วงจากผู้ผลิตเครื่องจักรในการบำรุงรักษาตามแผนที่ผู้ผลิตกำหนด แต่สำหรับการบำรุงรักษารายวันนั้น เป็นการดำเนินการโดยพนักงานเดินเครื่องของบริษัท

4.5 เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (Iron Worker Machine)

เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์เป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญในการทำงาน อยู่ต้นกระบวนการผลิต ทำหน้าที่ในการตัดเหล็ก และเจาะรูเหล็ก ซึ่งเมื่อมีการศึกษาเวลาที่เครื่องจักรใช้ในการตัดเหล็กและเจาะรูโดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่ที่หัวตัดหรือหัวเจาะเริ่มเคลื่อนที่ลง และสิ้นสุดเมื่อหัวตัดหรือหัวเจาะเคลื่อนที่กลับสู่ที่เดิม พบว่าเครื่องจักรสามารถตัดเหล็กและเจาะรูได้ 2008 ครั้งต่อชั่วโมง แต่ในการทำงานจริงปัจจุบันมีการตัดเหล็กและเจาะรูที่เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้เพียงแค่ 56 ครั้งต่อชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งนับเป็นค่าประสิทธิผลของเครื่องจักรที่น้อยมาก

การทำงานของพนักงานเดินเครื่องที่เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้สามารถอธิบายอย่างสังเขป คือ พนักงานเดินเครื่องอ่านข้อมูลการออกแบบเพื่อดูชิ้นส่วนที่ผลิตที่เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้ จากนั้นจึงหาแบบทางวิศวกรรม ทำการคำนวณค่าต่างๆ และพนักงานเดินเครื่องจะป้อนโปรแกรมในการตัดเหล็กและเจาะรูเข้าเครื่อง พนักงานเดินเครื่องจะกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวาง (Rack) ไปยังสายพานลูกกลิ้ง (Roller Conveyer) ที่อยู่ติดกับแท่นวาง ใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด (Stopper) จึงตัดเหล็ก แล้วดึงเหล็กกลับไปที่สายพานลูกกลิ้ง กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กไปวางที่แท่นวาง ทำอย่างนี้จนกระทั่งตัดเหล็กเสร็จ เมื่อถึงกระบวนการเจาะรู พนักงานเดินเครื่องจะเปลี่ยนเครื่องมือให้เจาะรูให้ได้ขนาดตามแบบทางวิศวกรรม กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวางไปยังสายพานลูกกลิ้งที่อยู่ติดกับแท่นวาง ใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด เมื่อเจาะรูที่ 1 ตัวหยุดจะเลื่อนไปยังตำแหน่งต่อไปโดยอัตโนมัติตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ เมื่อเจาะรูขนาดเดียวกับเครื่องมือจนครบ แล้วดึงเหล็กกลับไปที่สายพานลูกกลิ้ง กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กไปวางที่แท่นวาง ทำเช่นนี้ไป

เรื่อยๆ จนครบทุกชิ้น จึงเปลี่ยนขนาดเครื่องมือที่ใช้เจาะรู ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกขนาดและทุกชิ้นจึงสิ้นสุดการทำงานที่เครื่องจักไอออนเวิร์คเคอร์นี้

สำหรับบทที่ 5 เป็นการกล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบ และจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร เพื่อช่วยในการคำนวณ เก็บรวบรวม และช่วยวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณที่รวดเร็ว และแม่นยำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

การจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) ออกแบบฐานข้อมูล

2) แจกแจงลักษณะประจำ (Attribute)

3) ออกแบบ และจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1) ส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

2) ส่วนการบำรุงรักษา

3) ส่วนการจัดตารางการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

ทั้งนี้ในการจัดทำโปรแกรมนั้นจะดำเนินการออกแบบฐานข้อมูล แจกแจงลักษณะประจำ และจัดทำโปรแกรมขึ้นจนเสร็จก่อน จากนั้นจึงเข้าไปทดลองใช้ ณ โรงงานผลิตลิฟต์ แล้วพบว่าเครื่องจักรบางเครื่องจะมีกระบวนการทำงานมากกว่าหนึ่งกระบวนการ ผลิตภัณฑ์บางชนิดผลิตเพียงแค่ครั้งเดียว จึงได้นำมาปรับปรุงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรให้มีความครอบคลุม เพื่อที่จะสามารถค้นหาข้อมูลได้ละเอียดยิ่งขึ้น

5.1 การออกแบบฐานข้อมูล

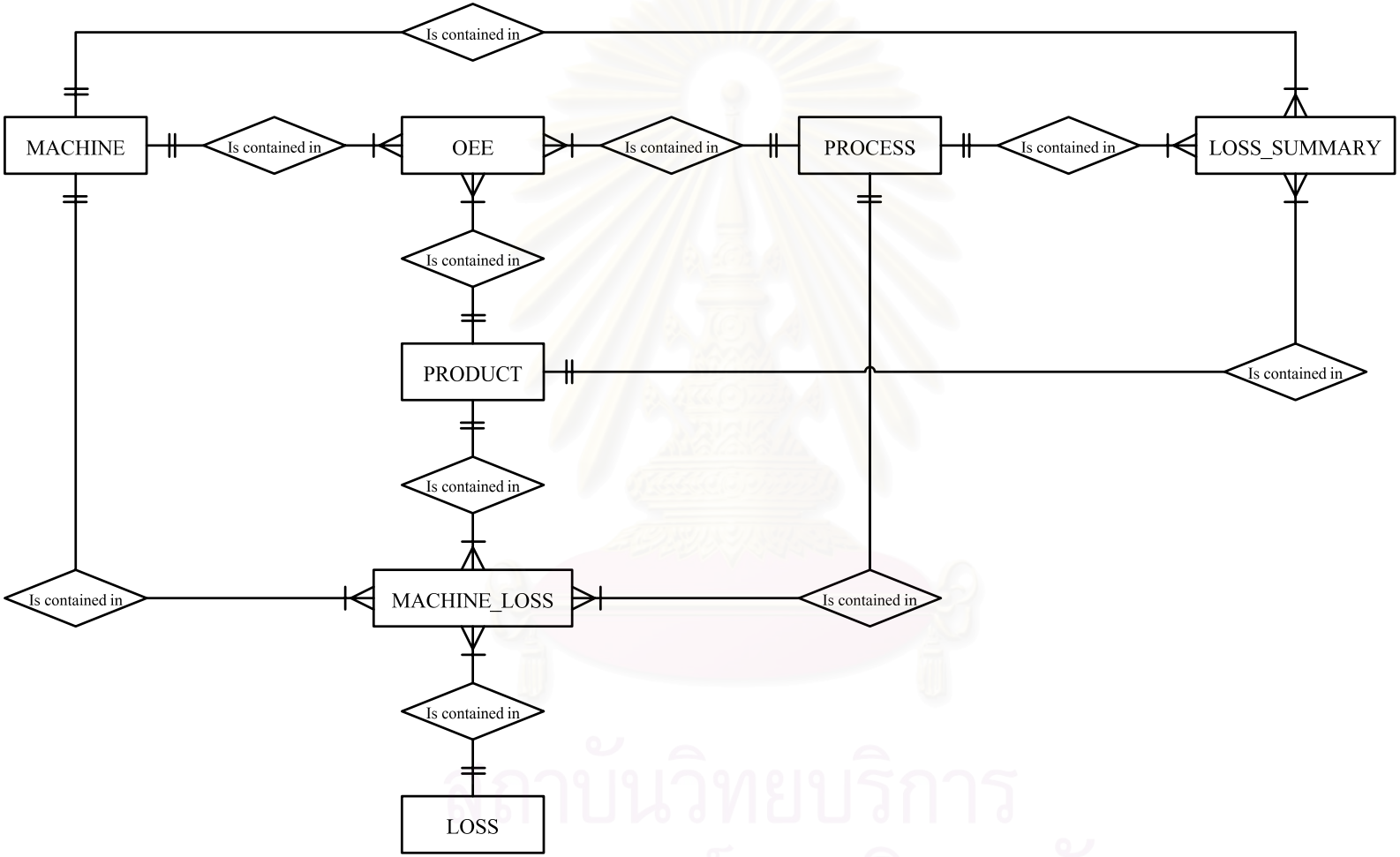
หลังจากการศึกษาถึงงานวิจัย และทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การจัดลำดับการซ่อมบำรุงและการจัดตารางการซ่อมบำรุงด้วยวิธีการต่างๆ ต้นทุนการบำรุงรักษา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาเบสิค (Basic) จึงได้ออกแบบฐานข้อมูลโดยการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี (Entity relationship model, E-R model) ด้วยแผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตี (Entity relationship diagram, ERD) โดยแบ่งเป็นฐานข้อมูลส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และฐานข้อมูลส่วนการบำรุงรักษา

ทั้งนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรส่วนการจัดตารางการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเป็นเพียงการคำนวณโดยไม่มีการจัดเก็บเป็นฐานข้อมูล จึงไม่มีการออกแบบฐานข้อมูลในส่วนนี้

5.1.1 ฐานข้อมูลส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ฐานข้อมูลส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตี ดังรูปที่ 5.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 แผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตีส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักร (MACHINE) หนึ่งเครื่อง ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT) หนึ่งผลิตภัณฑ์ และกระบวนการ (PROCESS) หนึ่งกระบวนการ สามารถบรรจุค่าลงไปในค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ได้หลายค่า ในขณะที่ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) หนึ่งค่าสามารถบรรจุค่าเครื่องจักร (MACHINE) ได้เพียงค่าเดียว ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT) ได้เพียงหนึ่งผลิตภัณฑ์ และกระบวนการ (PROCESS) ได้เพียงหนึ่งกระบวนการ

เครื่องจักร (MACHINE) หนึ่งเครื่อง ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT) หนึ่งผลิตภัณฑ์ และกระบวนการ (PROCESS) หนึ่งกระบวนการ สามารถบรรจุค่าลงไปในผลสรุปความสูญเสีย (LOSS_SUMMARY) ได้หลายค่า ในขณะที่ผลสรุปความสูญเสีย (LOSS_SUMMARY) หนึ่งค่าสามารถบรรจุค่าเครื่องจักร (MACHINE) ได้เพียงค่าเดียว ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT) ได้เพียงหนึ่งผลิตภัณฑ์ และกระบวนการ (PROCESS) ได้เพียงหนึ่งกระบวนการ

เครื่องจักร (MACHINE) หนึ่งเครื่อง ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT) หนึ่งผลิตภัณฑ์ กระบวนการ (PROCESS) หนึ่งกระบวนการ และความสูญเสีย (LOSS) หนึ่งค่า สามารถบรรจุค่าลงไปในรายละเอียดความสูญเสีย (MACHINE_LOSS) ได้หลายค่า ในขณะที่รายละเอียดความสูญเสีย (MACHINE_LOSS) หนึ่งค่าสามารถบรรจุค่าเครื่องจักร (MACHINE) ได้เพียงค่าเดียว ผลิตภัณฑ์ (PRODUCT) ได้เพียงหนึ่งผลิตภัณฑ์ กระบวนการ (PROCESS) ได้เพียงหนึ่งกระบวนการ และความสูญเสีย (LOSS) ได้เพียงค่าเดียว

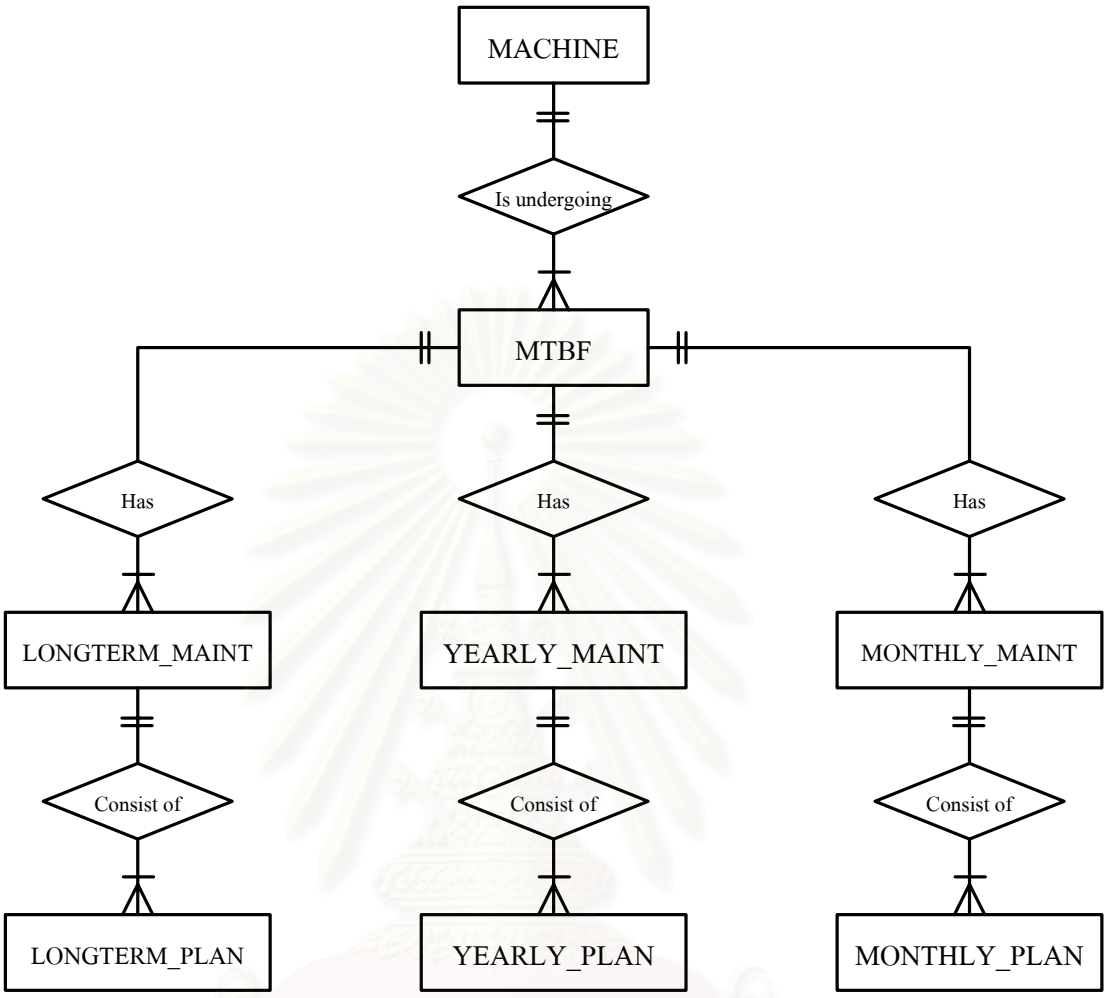
5.1.2 ฐานข้อมูลส่วนการบำรุงรักษา

ฐานข้อมูลส่วนการบำรุงรักษาสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนย่อย ได้แก่ แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร และการจัดการบำรุงรักษา คือ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.2.1 ฐานข้อมูลส่วนการบำรุงรักษา-แผนการบำรุงรักษา

ฐานข้อมูลส่วนการบำรุงรักษา-แผนการบำรุงรักษาสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตี ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตีส่วนการบำรุงรักษา-แผนการบำรุงรักษา

จากรูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักร (MACHINE) หนึ่งเครื่องจะได้รับการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา (MTBF) ได้หลายค่า ในขณะที่การวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา (MTBF) หนึ่งค่าสามารถกระทำได้กับเครื่องจักร (MACHINE) ได้หนึ่งเครื่องเท่านั้น

การวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา (MTBF) หนึ่งค่า จะประกอบไปด้วยการบำรุงรักษาระยะยาว (LONGTERM_MAINT) หลายค่า การบำรุงรักษารายปี (YEARLY_MAINT) หลายค่า และการบำรุงรักษารายเดือน (MONTHLY_MAINT) หลายค่า ในขณะที่ การบำรุงรักษาระยะยาว (LONGTERM_MAINT) ค่าหนึ่งค่าใดจะมาจากการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา (MTBF) ได้เพียงค่าเดียว การบำรุงรักษารายปี (YEARLY_MAINT) ค่าหนึ่งค่าใดจะมาจากการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา (MTBF) ได้เพียงค่าเดียว และการบำรุงรักษารายเดือน (MONTHLY_MAINT) ค่าหนึ่งค่าใดจะมาจากการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา (MTBF) ได้เพียงค่าเดียวเท่านั้น

การบำรุงรักษาระยะยาว (LONGTERM_MAINT) หนึ่งค่าจะประกอบไปด้วยแผนการบำรุงรักษาระยะยาว (LONGTERM_PLAN) หลายค่า แต่แผนการบำรุงรักษาระยะยาว (LONGTERM_PLAN) หนึ่งค่ามาจากการบำรุงรักษาระยะยาว (LONGTERM_MAINT) ได้เพียงค่าเดียว

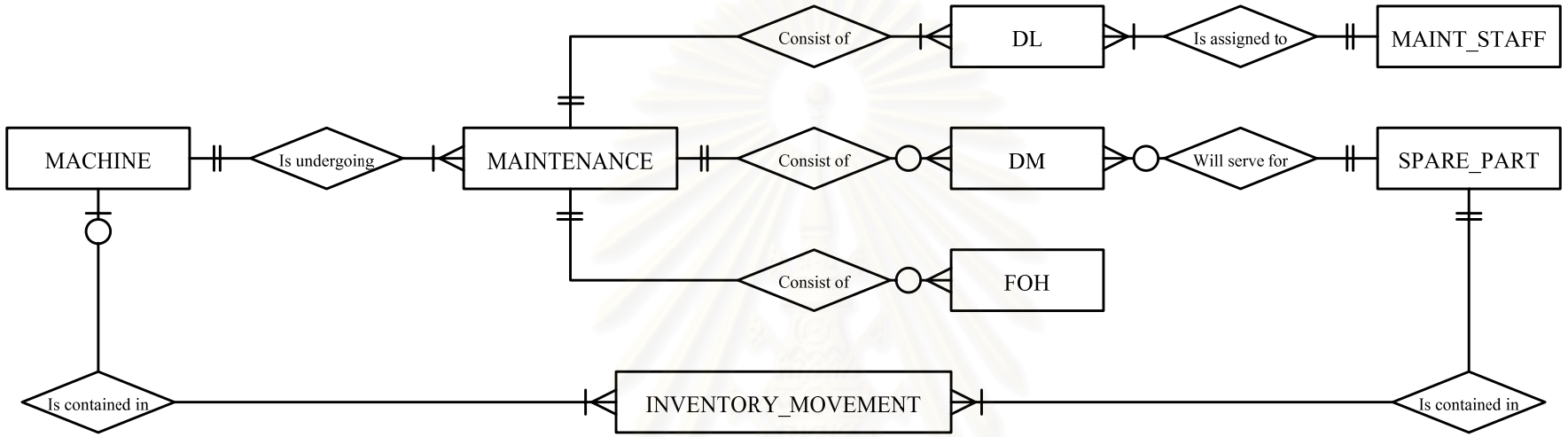
การบำรุงรักษารายปี (YEARLY_MAINT) หนึ่งค่าจะประกอบไปด้วยแผนการบำรุงรักษารายปี (YEARLY_PLAN) หลายค่า แต่แผนการบำรุงรักษารายปี (YEARLY_PLAN) หนึ่งค่ามาจากการบำรุงรักษารายปี (YEARLY_MAINT) ได้เพียงค่าเดียว

การบำรุงรักษารายเดือน (MONTHLY_MAINT) หนึ่งค่าจะประกอบไปด้วยแผนการบำรุงรักษารายเดือน (MONTHLY_PLAN) หลายค่า แต่แผนการบำรุงรักษารายเดือน (MONTHLY_PLAN) หนึ่งค่ามาจากการบำรุงรักษารายเดือน (MONTHLY_MAINT) ได้เพียงค่าเดียว

5.1.2.2 ฐานข้อมูลส่วนการบำรุงรักษา-การจัดการบำรุงรักษา

ฐานข้อมูลส่วนการบำรุงรักษา-การจัดการบำรุงรักษาสามารถแสดงได้ด้วยแผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตี ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.3 แผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตีส่วนการบำรุงรักษา-การจัดการบำรุงรักษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักร (MACHINE) หนึ่งเครื่องมีการดำเนินการบำรุงรักษา (MAINTENANCE) หลายครั้ง แต่การบำรุงรักษา (MAINTENANCE) หนึ่งครั้งสามารถกระทำได้กับเครื่องจักร (MACHINE) หนึ่งเครื่อง

การบำรุงรักษา (MAINTENANCE) หนึ่งครั้งจะประกอบไปด้วยพนักงานบำรุงรักษา (MAINT_STAFF) หนึ่งหรือหลายคน และพนักงานบำรุงรักษา (MAINT_STAFF) หนึ่งคนสามารถดำเนินการบำรุงรักษา (MAINTENANCE) ได้หลายครั้ง ระหว่างเอนทิตีการบำรุงรักษา (MAINTENANCE) และพนักงานบำรุงรักษา (MAINT_STAFF) เป็นความสัมพันธ์กันแบบจำนวนมากต่อจำนวนมาก (Many-to-many, M:N) จึงต้องสร้างเอนทิตีเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งเอนทิตีโดยมีความสัมพันธ์กันแบบหนึ่งต่อจำนวนมาก (One-to-many, 1:M) คือ เอนทิตีแรงงานทางตรง (DL)

การบำรุงรักษา (MAINTENANCE) หนึ่งครั้งจะประกอบไปด้วยอะไหล่ (SPARE_PART) อย่างน้อยหนึ่งชนิดหรืออาจจะไม่มีเลยก็ได้ และอะไหล่ (SPARE_PART) หนึ่งชนิดสามารถใช้ดำเนินการบำรุงรักษา (MAINTENANCE) ได้หลายครั้ง ระหว่างเอนทิตีการบำรุงรักษา (MAINTENANCE) และอะไหล่ (SPARE_PART) เป็นความสัมพันธ์กันแบบจำนวนมากต่อจำนวนมาก (Many-to-many, M:N) จึงต้องสร้างเอนทิตีเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งเอนทิตีโดยมีความสัมพันธ์กันแบบหนึ่งต่อจำนวนมาก (One-to-many, 1:M) คือ เอนทิตีวัตถุดิบทางตรง (DM)

การบำรุงรักษา (MAINTENANCE) หนึ่งครั้งจะประกอบไปด้วยค่าโสหุ้ยในการบำรุงรักษา (FOH) อย่างน้อยหนึ่งชนิดหรืออาจจะไม่มีเลยก็ได้ แต่ค่าโสหุ้ย (FOH) นั้นจะถูกบรรจุอยู่ในการบำรุงรักษา (MAINTENANCE) ได้เพียงค่าเดียว

เครื่องจักร (MACHINE) หนึ่งเครื่องสามารถบรรจุค่าในการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง (INVENTORY_MOVEMENT) ได้หลายครั้ง แต่การเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง (INVENTORY_MOVEMENT) หนึ่งครั้งไม่จำเป็นต้องบรรจุค่าของเครื่องจักร (MACHINE) ลงไป

อะไหล่ (SPARE_PART) หนึ่งชนิดสามารถมีการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง (INVENTORY_MOVEMENT) ได้หลายครั้ง แต่การเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง (INVENTORY_MOVEMENT) หนึ่งครั้งจะมีอะไหล่ (SPARE_PART) หนึ่งชนิด

5.2 การแจกแจงลักษณะประจำ (Attribute)

หลังจากการออกแบบฐานข้อมูล เป็นการแจกแจงลักษณะประจำให้กับเอนทิตีแต่ละตัว และสร้างฐานข้อมูลขึ้นด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์แอ็คเซสส์ (Microsoft Access) โดยมีลักษณะประจำของเอนทิตีต่างๆ ดังตารางที่ 5.1-5.22

5.2.1 ลักษณะประจำของเอนทิตีเครื่องจักร

ตารางที่ 5.1 ลักษณะประจำของเอนทิตีเครื่องจักร

ตาราง: Machine ตารางเก็บข้อมูลเครื่องจักร				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
MC_Code	Text	20	*	รหัสเครื่องจักร
MC_Name	Text	100		ชื่อเครื่องจักร
MC_Pict	Text	255		รูปภาพเครื่องจักร
Date_of_Received	Text	30		วันที่ติดตั้งเครื่องจักร
Spec	Text	255		คุณสมบัติของเครื่องจักร
Brand	Text	75		ยี่ห้อของเครื่องจักร
MC_From	Text	50		ผู้ขายเครื่องจักร
MC_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.2 ลักษณะประจำของเอนทิตีผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 5.2 ลักษณะประจำของเอนทิตีผลิตภัณฑ์

ตาราง: Product ตารางเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Prod_Code	Text	20	*	รหัสผลิตภัณฑ์
Prod_Name	Text	100		ชื่อผลิตภัณฑ์
Prod_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.3 ลักษณะประจำของเอนทิตีกระบวนการ

ตารางที่ 5.3 ลักษณะประจำของเอนทิตีกระบวนการ

ตาราง: Process ตารางเก็บข้อมูลกระบวนการ				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Proc_Code	Number	Integer	*	รหัสกระบวนการ
Proc_Name	Text	100		ชื่อกระบวนการ
Proc_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.4 ลักษณะประจำของเอนทิตีความสูญเสีย

ตารางที่ 5.4 ลักษณะประจำของเอนทิตีความสูญเสีย

ตาราง: Loss ตารางเก็บข้อมูลความสูญเสีย				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Loss_Code	Number	Integer	*	รหัสความสูญเสีย
Loss_Name	Text	200		ชื่อความสูญเสีย
Loss_Type	Text	20		ประเภทความสูญเสีย ได้แก่ Breakdown, Setup, Adjustment, Minor Stoppage, Idle Time, Speed Loss, Defect, Yield Loss
Loss_Cause	Text	255		สาเหตุที่เกิดความสูญเสีย
Loss_Source	Text	255		แหล่งข้อมูล
Loss_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.5 ลักษณะประจำของเอนทิตีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ตารางที่ 5.5 ลักษณะประจำของเอนทิตีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ตาราง: OEE ตารางเก็บข้อมูลค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
ID	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
Prod_Date	Date/Time	Long Date		วันที่ผลิต
MC_Code	Text	20		รหัสเครื่องจักร
Prod_Code	Text	20		รหัสผลิตภัณฑ์
Proc_Name	Text	100		ชื่อกระบวนการ
Work_Start	Text	8		เวลาเริ่มงาน
Work_Finish	Text	8		เวลาเลิกงาน
Total_Time	Number	Single		เวลาทำงานทั้งหมด (นาที)
Planned_Downtime	Number	Single		เวลาหยุดเครื่องจักรตามแผน (นาที)
Utilization	Number	Single		อรรถประโยชน์ (เปอร์เซ็นต์)
Loading_Time	Number	Single		เวลารับภาระงาน (นาที)
Planned_Start	Text	8		เวลาเริ่มต้นการผลิตผลิตภัณฑ์
Planned_Finish	Text	8		เวลาสิ้นสุดการผลิตผลิตภัณฑ์
Part_Loading_Time	Number	Single		เวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ (นาที)

ตารางที่ 5.5 ลักษณะประจำของเอนทิตีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
Setup_Start	Text	8		เวลาเริ่มต้นในการปรับตั้งเครื่องจักร
Setup_Finish	Text	8		เวลาสิ้นสุดในการปรับตั้งเครื่องจักร
Setup_Time	Number	Single		เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (นาที)
Planned_A	Number	Single		ความพร้อมในการใช้งานตามแผน (เปอร์เซ็นต์)
A	Number	Single		ความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซ็นต์)
Operating_Time	Number	Single		เวลาเดินเครื่อง (นาที)
Uptime	Number	Single		เวลาที่เครื่องสามารถใช้งานได้ (เปอร์เซ็นต์)
Cycle_Time	Number	Single		รอบเวลาทางทฤษฎี (นาทีต่อชิ้น)
Amount_of_Product	Number	Single		จำนวนผลิตภัณฑ์ (ชิ้น หรือหน่วยอื่นๆ)
Net_Operating_Time	Number	Single		เวลาเดินเครื่องสุทธิ (นาที)
Equipment_Failure	Number	Single		Equipment failure (นาที)
P	Number	Single		อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (เปอร์เซ็นต์)
Defect	Number	Single		จำนวนของเสีย (ชิ้น หรือหน่วยอื่นๆ)

ตารางที่ 5.5 ลักษณะประจำของเอนทิตีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
Q	Number	Single		อัตราของดี (เปอร์เซ็นต์)
OEE	Number	Single		ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (เปอร์เซ็นต์)
NEE	Number	Single		ค่าประสิทธิผลสุทธิของเครื่องจักร (เปอร์เซ็นต์)
TEEP	Number	Single		ค่าผลิตภาพโดยรวมที่มีผลต่อเครื่องจักร (เปอร์เซ็นต์)

5.2.6 ลักษณะประจำของเอนทิตีผลสรุปความสูญเสีย

ตารางที่ 5.6 ลักษณะประจำของเอนทิตีผลสรุปความสูญเสีย

ตาราง: Loss_Summary ตารางเก็บข้อมูลผลสรุปความสูญเสีย และมูลค่าความสูญเสียแยกตามประเภทความสูญเสีย				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
ID	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลผลสรุปความสูญเสีย
Prod_Date	Date/Time	Long Date		วันที่ผลิต
MC_Code	Text	20		รหัสเครื่องจักร
Prod_Code	Text	20		รหัสผลิตภัณฑ์
Proc_Name	Text	100		ชื่อกระบวนการ

ตารางที่ 5.6 ลักษณะประจำของเอนทิตีผลสรุปความสูญเสีย (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
Downtime	Number	Single		เวลาสูญเสียที่เกิดจาก Machine downtime (นาที)
Equipment_Failure	Number	Single		เวลาสูญเสียที่เกิดจาก Equipment failure (นาที)
Maint_Downtime	Number	Single		เวลาสูญเสียที่เกิดจาก Maintenance downtime (นาที)
Setup_Loss	Number	Single		เวลาสูญเสียที่เกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักร (นาที)
Adjustment	Number	Single		เวลาสูญเสียที่เกิดจากการปรับแต่งเครื่องจักร (นาที)
Minor_Stoppage	Number	Single		เวลาสูญเสียที่เกิดจากการหยุดสั้นๆ (นาที)
Idle_Time	Number	Single		เวลาสูญเสียที่เกิดจากการเดินเครื่องตัวเปล่า (นาที)
Speed_Loss	Number	Single		การสูญเสียความเร็ว (เปอร์เซ็นต์)
Defect	Number	Single		จำนวนของเสีย (ชิ้น หรือหน่วยอื่นๆ)
Yield_Loss	Number	Single		จำนวนผลิตภัณฑ์ที่สูญเสียอันเนื่องมาจากการสูญเสียความเร็ว (ชิ้น หรือหน่วยอื่นๆ)

ตารางที่ 5.6 ลักษณะประจำของเอนทิตีผลสรุปความสูญเสีย (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
Breakdown_Cost	Number	Single		มูลค่าความสูญเสียที่เกิดจาก Machine breakdown (บาท)
Setup_Cost	Number	Single		มูลค่าความสูญเสียที่เกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักร (บาท)
Adjustment_Cost	Number	Single		มูลค่าความสูญเสียที่เกิดจากการปรับแต่งเครื่องจักร (บาท)
Minor_Stoppage_ Cost	Number	Single		มูลค่าความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดสั้นๆ (บาท)
Idle_Time_Cost	Number	Single		มูลค่าความสูญเสียที่เกิดจากการเดินเครื่องตัวเปล่า (บาท)
Speed_Loss_Cost	Number	Single		มูลค่าความสูญเสียอันเนื่องมาจากการสูญเสียความเร็ว (บาท)
Defect_Cost	Number	Single		มูลค่าความสูญเสียอันเนื่องมาจากของเสีย (บาท)
Yield_Loss_Cost	Number	Single		มูลค่าความสูญเสียผลิตภัณฑ์อันเนื่องมาจากการสูญเสียความเร็ว (บาท)

ตารางที่ 5.6 ลักษณะประจำของเอนทิตีผลสรุปความสูญเสีย (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
Price_After_Proc	Number	Single		มูลค่าผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการ (บาท)
Price_Before_Proc	Number	Single		มูลค่าผลิตภัณฑ์ก่อนผ่านกระบวนการ (บาท)
Maint_Labor_Cost	Number	Single		ค่าแรงพนักงานบำรุงรักษา (บาทต่อชั่วโมง)
Operator_Labor_ Cost	Number	Single		ค่าแรงพนักงานเดินเครื่อง (บาทต่อชั่วโมง)
Cycle_Time	Number	Single		รอบเวลาทางทฤษฎี (นาทีต่อชิ้น)
Mat_Cost	Number	Single		ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (บาท)
Spare_Part	Number	Single		ค่าอะไหล่ (บาท)
Rework	Number	Single		จำนวนผลิตภัณฑ์ที่สามารถแก้ไขได้ (ชิ้น หรือหน่วยอื่นๆ)
Reject	Number	Single		จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถแก้ไขได้ (ชิ้น หรือหน่วยอื่นๆ)
Scrap	Number	Single		ราคาวัตถุดิบที่ได้กลับคืนมากรณีนำผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถแก้ไขได้ไปขาย (บาท)

5.2.7 ลักษณะประจำของเอนทิตีรายละเอียดความสูญเสีย

ตารางที่ 5.7 ลักษณะประจำของเอนทิตีรายละเอียดความสูญเสีย

ตาราง: Machine_Loss ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดความสูญเสียต่างๆ				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
ID	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลรายละเอียดความสูญเสีย
Prod_Date	Date/Time	Long Date		วันที่ผลิต
MC_Code	Text	20		รหัสเครื่องจักร
Prod_Code	Text	20		รหัสผลิตภัณฑ์
Proc_Name	Text	100		ชื่อกระบวนการ
Loss_Type	Text	20		ประเภทความสูญเสีย ได้แก่ Breakdown, Setup, Adjustment, Minor Stoppage, Idle Time, Speed Loss, Defect, Yield Loss
Sequence	Number	Integer		ลำดับ
Loss_Name	Text	200		ชื่อความสูญเสีย
Average_Time	Text	20		เวลาเฉลี่ยในการเกิดความสูญเสียนั้นในหนึ่งครั้ง (นาทีต่อครั้ง)
Amount_of_ Occurrence	Text	20		จำนวนครั้งในการเกิดความสูญเสีย (ครั้ง)
Started_Time	Text	8		เวลาเริ่มต้นในการเกิดความสูญเสีย
Finished_Time	Text	8		เวลาสิ้นสุดในการเกิดความสูญเสีย

ตารางที่ 5.7 ลักษณะประจำของเอนทิตีรายละเอียดความสูญเสีย (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
Total_Value	Number	Single		ความสูญเสีย (นาที เปอร์เซ็นต์ ชิ้น หรือหน่วยอื่นๆ)
Fix_Start	Text	8		เวลาเริ่มซ่อมบำรุงเครื่องจักร
Fix_Finish	Text	8		เวลาสิ้นสุดการซ่อมบำรุงเครื่องจักร
Equipment_Failure	Text	8		เวลาสูญเสียที่เกิดจาก Equipment failure (นาที)
Maint_Downtime	Text	8		เวลาสูญเสียที่เกิดจาก Maintenance downtime (นาที)

5.2.8 ลักษณะประจำของเอนทิตีการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา

ตารางที่ 5.8 ลักษณะประจำของเอนทิตีการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา

ตาราง: MTBF ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดในการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
ID	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา
MC_Code	Text	20		รหัสเครื่องจักร
Part_Name	Text	255		ชื่อชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์
Daily_Maint	Text	5		การบำรุงรักษากี่วันต่อครั้ง
Weekly_Maint	Text	5		การบำรุงรักษากี่สัปดาห์ต่อครั้ง
Monthly_Maint	Text	5		การบำรุงรักษากี่เดือนต่อครั้ง
Yearly_Maint	Text	5		การบำรุงรักษากี่ปีต่อครั้ง
MTBF_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.9 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษาระยะยาว

ตารางที่ 5.9 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษาระยะยาว

ตาราง: Longterm_Maint ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดการบำรุงรักษาระยะยาว				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
LTPlan_Maint	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลการบำรุงรักษาระยะยาว
MC_Code	Text	20		รหัสเครื่องจักร
MC_Qty	Number	Integer		จำนวนเครื่องจักร (เครื่องจักร)
Part_Name	Text	255		ชื่อชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์
Maint_Type	Text	50		ประเภทการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
Service_By	Text	100		ผู้ดำเนินการบำรุงรักษา
LTPlan_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.10 ลักษณะประจำของเอนทิตีแผนการบำรุงรักษาระยะยาว

ตารางที่ 5.10 ลักษณะประจำของเอนทิตีแผนการบำรุงรักษาระยะยาว

ตาราง: Longterm_Plan ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดแผนการบำรุงรักษาระยะยาว				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
ID	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลแผนการบำรุงรักษาระยะยาว
LTPlan_Maint	Number	Long Integer		รหัสของข้อมูลการบำรุงรักษาระยะยาว
LT_Plan	Text	5		แผนการบำรุงรักษาระยะยาว
LT_Actual	Text	5		การดำเนินการบำรุงรักษาจริง

ตารางที่ 5.10 ลักษณะประจำของเอนทิตีแผนการบำรุงรักษาระยะยาว (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
LT_Late	Number	Integer		การดำเนินการบำรุงรักษาล่าช้ากว่าแผน
LT_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.11 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษารายปี

ตารางที่ 5.11 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษารายปี

ตาราง: Yearly_Maint ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดการบำรุงรักษารายปี				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
YearlyPlan_Maint	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลการบำรุงรักษารายปี
YearlyPlan_Year	Text	10		ปีที่จะวางแผนบำรุงรักษา
MC_Code	Text	20		รหัสเครื่องจักร
MC_Qty	Number	Integer		จำนวนเครื่องจักร (เครื่อง)
Part_Name	Text	255		ชื่อชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์
Maint_Type	Text	50		ประเภทการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
Service_By	Text	100		ผู้ดำเนินการบำรุงรักษา
YearlyPlan_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.12 ลักษณะประจำของเอนทิตีแผนการบำรุงรักษารายปี

ตารางที่ 5.12 ลักษณะประจำของเอนทิตีแผนการบำรุงรักษารายปี

ตาราง: Yearly_Plan ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดแผนการบำรุงรักษารายปี				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
ID	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลแผนการบำรุงรักษารายปี
YearlyPlan_Maint	Number	Long Integer		รหัสของข้อมูลการบำรุงรักษารายปี
Yearly_Plan	Text	8		แผนการบำรุงรักษารายปี
Yearly_Actual	Text	8		การดำเนินการบำรุงรักษาจริง
Yearly_Late	Number	Integer		การดำเนินการบำรุงรักษาล่าช้ากว่าแผน
Yearly_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.13 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษารายเดือน

ตารางที่ 5.13 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษารายเดือน

ตาราง: Monthly_Maint ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดการบำรุงรักษารายเดือน				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
MonthlyPlan_Maint	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลการบำรุงรักษารายเดือน
MonthlyPlan_Month	Text	10		เดือน ปีที่จะวางแผนบำรุงรักษา
MC_Code	Text	20		รหัสเครื่องจักร
MC_Qty	Number	Integer		จำนวนเครื่องจักร (เครื่อง)
Part_Name	Text	255		ชื่อชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์

ตารางที่ 5.13 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษารายเดือน (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
Maint_Type	Text	50		ประเภทการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
Service_By	Text	100		ผู้ดำเนินการบำรุงรักษา
MonthlyPlan_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.14 ลักษณะประจำของเอนทิตีแผนการบำรุงรักษารายเดือน

ตารางที่ 5.14 ลักษณะประจำของเอนทิตีแผนการบำรุงรักษารายเดือน

ตาราง: Monthly_Plan ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดแผนการบำรุงรักษารายเดือน				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
ID	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลแผนการบำรุงรักษารายเดือน
MonthlyPlan_Maint	Number	Long Integer		รหัสของข้อมูลการบำรุงรักษารายเดือน
Monthly_Plan	Text	12		แผนการบำรุงรักษารายเดือน
Monthly_Actual	Text	12		การดำเนินการบำรุงรักษาจริง
Monthly_Late	Number	Integer		การดำเนินการบำรุงรักษาล่าช้ากว่าแผน
Monthly_Remark	Text	255		หมายเหตุ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.15 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษา

ตารางที่ 5.15 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษา

ตาราง: Maintenance ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดการบำรุงรักษา เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษา และต้นทุนการบำรุงรักษา				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Maint_Code	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลการบำรุงรักษา
MaintDoc_No	Text	30		รหัสเอกสารในการบำรุงรักษา
MC_Code	Text	20		รหัสเครื่องจักร
MC_Model	Text	20		รุ่นเครื่องจักร
Maint_Type	Text	2		ประเภทการบำรุงรักษา ได้แก่ การบำรุงรักษาแบบฉุกเฉิน (Breakdown maintenance) และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance)
Maint_Status	Text	20		สถานการณ์บำรุงรักษา ได้แก่ รอดำเนินการ กำลังดำเนินการ และเสร็จสมบูรณ์
Dept	Text	10		แผนก
Location	Text	10		สถานที่ตั้งเครื่องจักร
Operator	Text	50		พนักงานเดินเครื่อง
Maint_Abn	Text	255		ความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักร
Maint_Cause	Text	255		สาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรขัดข้อง
Maint_Solution	Text	255		วิธีดำเนินการแก้ไข

ตารางที่ 5.15 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษา (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
MCDT_StartDate	Date/Time	Short Date		วันที่เครื่องจักรเริ่มขัดข้อง
MCDT_StartTime	Text	6		เวลาที่เครื่องจักรเริ่มขัดข้อง
Maint_StartDate	Text	12		วันที่พนักงานบำรุงรักษาเริ่มการบำรุงรักษา
Maint_StartTime	Text	6		เวลาที่พนักงานบำรุงรักษาเริ่มการบำรุงรักษา
Maint_FinDate	Text	12		วันที่พนักงานบำรุงรักษาทำการบำรุงรักษาเสร็จ
Maint_FinTime	Text	6		เวลาที่พนักงานบำรุงรักษาทำการบำรุงรักษาเสร็จ
MCDT_FinDate	Text	12		วันที่เริ่มเดินเครื่องจักร
MCDT_FinTime	Text	6		เวลาที่เริ่มเดินเครื่องจักร
MC_Downtime	Text	10		เวลาสูญเสียที่เกิดจาก Machine downtime (นาที)
Maint_Downtime	Text	10		เวลาสูญเสียที่เกิดจาก Maintenance downtime (นาที)
Equip_Failure	Text	10		เวลาสูญเสียที่เกิดจาก Equipment failure (นาที)
SHE_DL	Number	Single		ค่าแรงงานทางตรงที่พนักงานบำรุงรักษาของบริษัทดำเนินการบำรุงรักษา (บาท)
Subc_Name	Text	50		ชื่อผู้รับเหมาช่วง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.15 ลักษณะประจำของเอนทิตีการบำรุงรักษา (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
SubC_DL	Number	Single		ค่าแรงงานทางตรงที่ผู้รับเหมาช่วงเป็นผู้ดำเนินการบำรุงรักษา (บาท)
Maint_DL	Number	Single		ค่าแรงงานทางตรงในการบำรุงรักษารวม (บาท)
Maint_DM	Number	Single		ค่าอะไหล่ในการบำรุงรักษารวม (บาท)
Maint_FOH	Number	Single		ค่าโสหุ้ยในการบำรุงรักษารวม (บาท)
Maint_Cost	Number	Single		ต้นทุนในการบำรุงรักษา (บาท)
Maint_Pict	Text	255		รูปภาพจุดที่เกิดปัญหา
Maint_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.16 ลักษณะประจำของเอนทิตีพนักงานบำรุงรักษา

ตารางที่ 5.16 ลักษณะประจำของเอนทิตีพนักงานบำรุงรักษา

ตาราง: Maint_Staff ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดของพนักงานบำรุงรักษา				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
MStaff_Code	Number	Integer	*	รหัสพนักงานบำรุงรักษา
MStaff_Title	Text	15		คำนำหน้าชื่อพนักงานบำรุงรักษา
MStaff_Name	Text	150		ชื่อ-สกุลของพนักงานบำรุงรักษา

ตารางที่ 5.16 ลักษณะประจำของเอนทิตีพนักงานบำรุงรักษา (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
Date_of_Ent	Text	100		วันที่พนักงานบำรุงรักษาเข้าทำงาน
MStaff_Salary	Number	Single		เงินเดือนพนักงานบำรุงรักษา (บาทต่อเดือน)
MStaff_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.17 ลักษณะประจำของเอนทิตีอะไหล่

ตารางที่ 5.17 ลักษณะประจำของเอนทิตีอะไหล่

ตาราง: Spare_Part ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดของชนิดอะไหล่				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
SP_Code	Text	50	*	รหัสอะไหล่
SP_Name	Text	255		ชื่ออะไหล่
SP_Func	Text	255		หน้าที่ของอะไหล่
Supplier	Text	200		ผู้ขายอะไหล่
Lead_Time	Number	Single		เวลานำ
LeadTime_Unit	Text	15		หน่วยของเวลานำ
SP_Qty	Number	Single		จำนวนของอะไหล่ชนิดนั้น
SP_Unit	Text	15		หน่วยของจำนวนอะไหล่
SP_Remark	Text	255		หมายเหตุ

5.2.18 ลักษณะประจำของเอนทิตีแรงงานทางตรง

ตารางที่ 5.18 ลักษณะประจำของเอนทิตีแรงงานทางตรง

ตาราง: DL ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดแรงงานทางตรงที่ดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักร				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
DL_ID	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลแรงงานทางตรง
Maint_Code	Number	Long Integer		รหัสของข้อมูลการบำรุงรักษา
MStaff_Code	Number	Integer		รหัสพนักงานบำรุงรักษา
MStaff_Name	Text	150		ชื่อ-สกุลของพนักงานบำรุงรักษา
MStaff_Salary	Number	Single		เงินเดือนพนักงานบำรุงรักษา (บาทต่อเดือน)

5.2.19 ลักษณะประจำของเอนทิตีวัตถุดิบทางตรง

ตารางที่ 5.19 ลักษณะประจำของเอนทิตีวัตถุดิบทางตรง

ตาราง: DM ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักร				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
DM_ID	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลวัตถุดิบทางตรง
Maint_Code	Number	Long Integer		รหัสของข้อมูลการบำรุงรักษา
SP_Code	Text	50		รหัสอะไหล่
SP_Name	Text	255		ชื่ออะไหล่
DM_Qty	Number	Single		จำนวนอะไหล่ที่ใช้ในการบำรุงรักษา

ตารางที่ 5.19 ลักษณะประจำของเอนทิตีวัตถุดิบทางตรง (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
SP_Unit	Text	15		หน่วยของจำนวนอะไหล่
Unit_Price	Number	Single		ราคาต่อหน่วย (บาทต่อหน่วย)
DM_Cost	Number	Single		ค่าวัตถุดิบทางตรง (บาท)
DM_From	Text	20		ที่มาของอะไหล่ ได้แก่ บริษัท หรือผู้รับเหมาช่วง

5.2.20 ลักษณะประจำของเอนทิตีค่าโสหุ้ย

ตารางที่ 5.20 ลักษณะประจำของเอนทิตีค่าโสหุ้ย

ตาราง: FOH ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดค่าโสหุ้ยในการบำรุงรักษาเครื่องจักร				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
FOH_ID	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลค่าโสหุ้ย
Maint_Code	Number	Long Integer		รหัสของข้อมูลการบำรุงรักษา
FOH_Name	Text	150		โสหุ้ย
FOH_Cost	Number	Single		ค่าโสหุ้ย (บาท)
FOH_From	Text	20		ที่มาของค่าโสหุ้ย ได้แก่ บริษัท หรือผู้รับเหมาช่วง

5.2.21 ลักษณะประจำของเอนทิตีการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง

ตารางที่ 5.21 ลักษณะประจำของเอนทิตีการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง

ตาราง: Inventory_Movement ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดการรับ การเบิกอะไหล่คงคลัง				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
SPIM_Code	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง
SP_Code	Text	50		รหัสอะไหล่
Bring_Fwd	Number	Single		ยอดยกมา
M_Date	Date/Time	Short Date		วันที่ที่มีการรับ หรือเบิกอะไหล่คงคลัง
M_Time	Text	6		เวลาที่มีการรับ หรือเบิกอะไหล่คงคลัง
Movement	Text	5		การเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง ได้แก่ รับ หรือเบิก
Amount_of_RU	Number	Single		จำนวนของอะไหล่คงคลังที่มีการเคลื่อนไหว
RU_UnitPrice	Number	Single		ราคาต่อหน่วยของอะไหล่ (บาทต่อหน่วย)
Supplier	Text	200		ผู้ขายอะไหล่
Staff	Text	80		ผู้เบิกอะไหล่
MC_Code	Text	20		รหัสเครื่องจักร
MaintOrder_No	Text	50		หมายเลขใบสั่งซ่อม
Balance	Number	Single		ยอดคงเหลือ
SPIM_Remard	Text	255		หมายเหตุ

5.2.22 ลักษณะประจำของเอนทิตีเวลาพัก

ตารางที่ 5.22 ลักษณะประจำของเอนทิตีเวลาพัก

ตาราง: Break_Time ตารางเก็บข้อมูลรายละเอียดเวลาพัก และเวลาในการทำงานล่วงเวลา เพื่อใช้คำนวณเวลาในการทำงาน				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
BT_Code	Number	Integer	*	รหัสเวลาพัก
BT_Name	Text	50		ช่วงเวลาพัก
BT_Start	Text	6		เวลาเริ่มต้นในการพัก
BT_Finish	Text	6		เวลาสิ้นสุดในการพัก
Break_Time	Number	Single		เวลาพัก (นาที)

จากตารางที่ 5.1-5.22 การแจกแจงลักษณะประจำของเอนทิตีต่างๆ โดยมีการแบ่งประเภทของข้อมูลในลักษณะตัวเลขอัตโนมัติ (AutoNumber) ตัวเลข (Number) ตัวอักษร (Text) และวันที่/เวลา (Time/Date) สำหรับการกำหนดขนาดข้อมูลสามารถกระทำได้โดยขึ้นกับประเภทข้อมูลนั้นๆ ทั้งนี้ส่วนกุญแจหลักในเขตข้อมูลที่มีเครื่องหมาย * หมายถึง การกำหนดให้เขตข้อมูลนั้นเป็นเขตข้อมูลหลักที่บ่งชี้ถึงข้อมูลในเขตข้อมูลอื่นๆ ที่บันทึกลงไปในฐานข้อมูล

5.3 การออกแบบ และจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

หลังจากการจัดทำฐานข้อมูล ได้ดำเนินการออกแบบหน้าต่าง และเขียนรหัสต้นทาง (Source code) ด้วยภาษาเบสิค (Basics) โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ส่วนการบำรุงรักษา และส่วนการจัดตารางการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

ภายในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรประกอบด้วยรายการเลือก (Menu) และรายการเลือกย่อยต่างๆ ดังนี้

1) แฟ้ม

- ภาพรวม
- ปิดทั้งหมด

2) ฐานข้อมูล

- ฐานข้อมูลเครื่องจักร
- ฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์
- ฐานข้อมูลกระบวนการ
- ฐานข้อมูลความสูญเสีย
- ฐานข้อมูลอะไหล่
- ฐานข้อมูลพนักงานบำรุงรักษา
- ฐานข้อมูลการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง
- ฐานข้อมูลเวลา

3) การบำรุงรักษา

- การวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา
- การบำรุงรักษาระยะยาว
- การบำรุงรักษารายปี
- การบำรุงรักษารายเดือน
- รายละเอียดแผนการบำรุงรักษา
- การดำเนินการบำรุงรักษา
- การสรุปผลการบำรุงรักษา

4) การจัดตารางการบำรุงรักษา

- การจัดตารางการบำรุงรักษา

5) ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

- การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
- การสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

6) หน้าต่าง

- จัดเรียง
- วางเรียงซ้อน
- วางแนวนอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- วางแนวตั้ง

7) ออก

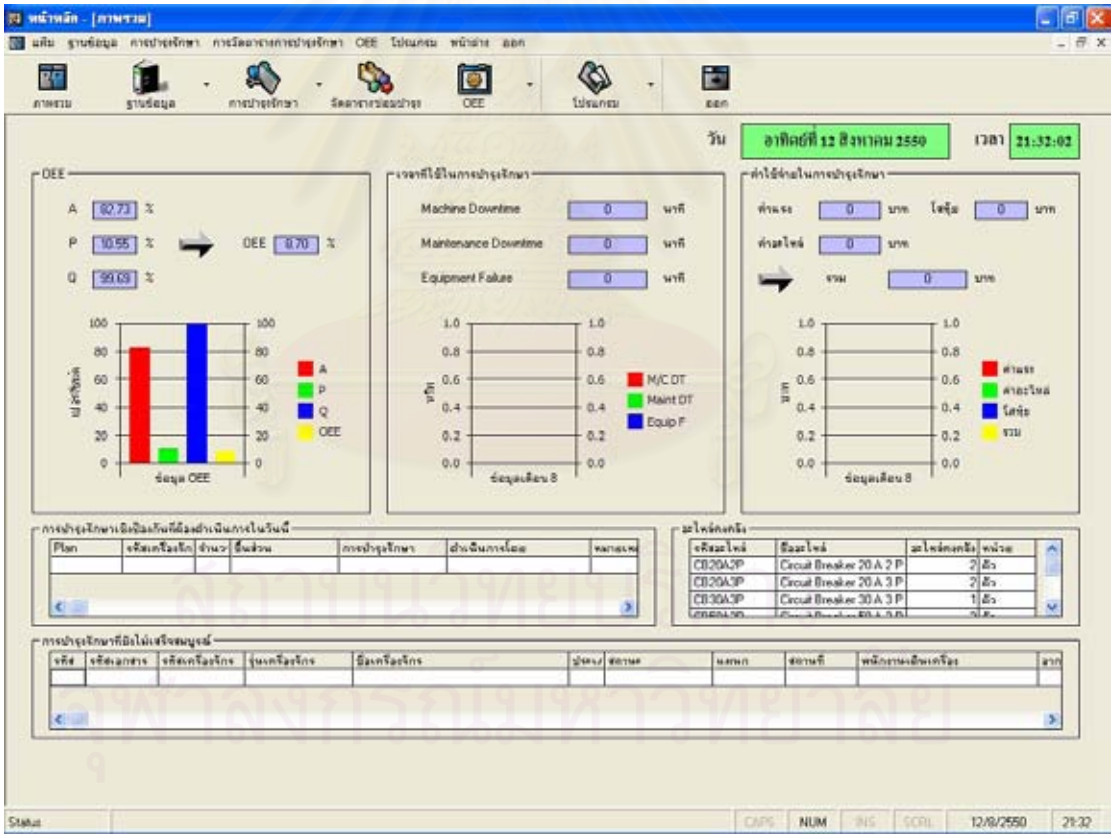
ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.1 รายการเลือกแฟ้ม

รายการเลือกแฟ้มประกอบไปด้วยคำสั่งเปิดหน้าต่างภาพรวม และคำสั่งปิดหน้าต่างทั้งหมด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) คำสั่งภาพรวม

คำสั่งภาพรวมเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างภาพรวมของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 หน้าต่างภาพรวม

จากรูปที่ 5.4 หน้าต่างภาพรวม เป็นการแสดงข้อมูลสรุปทั้งโปรแกรม ได้แก่ การสรุปค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรที่ได้บันทึกลงไปในเครื่องทั้งหมด การสรุปเวลาที่ใช้ในการ

บำรุงรักษาในเดือนปัจจุบัน การสรุปค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาในเดือนปัจจุบัน การแสดงถึงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่จะต้องดำเนินการในวันปัจจุบัน การแสดงรายการอะไหล่คงคลังทั้งหมด และการแสดงถึงการบำรุงรักษาที่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์

2) คำสั่งปิดทั้งหมด

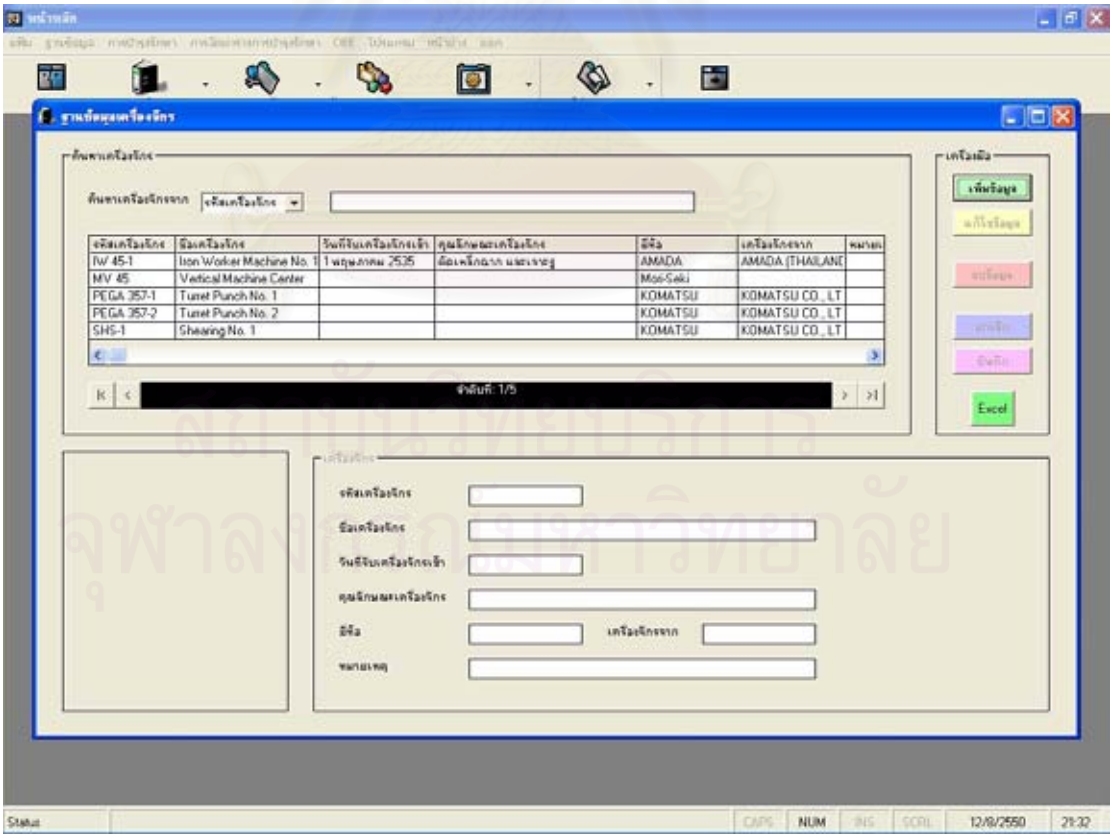
คำสั่งนี้เป็นการสั่งให้โปรแกรมปิดหน้าต่างทั้งหมดที่เปิดอยู่ ณ ปัจจุบัน

5.3.2 รายการเลือกฐานข้อมูล

รายการเลือกฐานข้อมูลประกอบไปด้วยคำสั่งในการเรียกฐานข้อมูลต่างๆ ทั้งหมดที่ใช้ในโปรแกรมช่วยการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) คำสั่งฐานข้อมูลเครื่องจักร

คำสั่งฐานข้อมูลเครื่องจักรเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างฐานข้อมูลเครื่องจักรของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.5

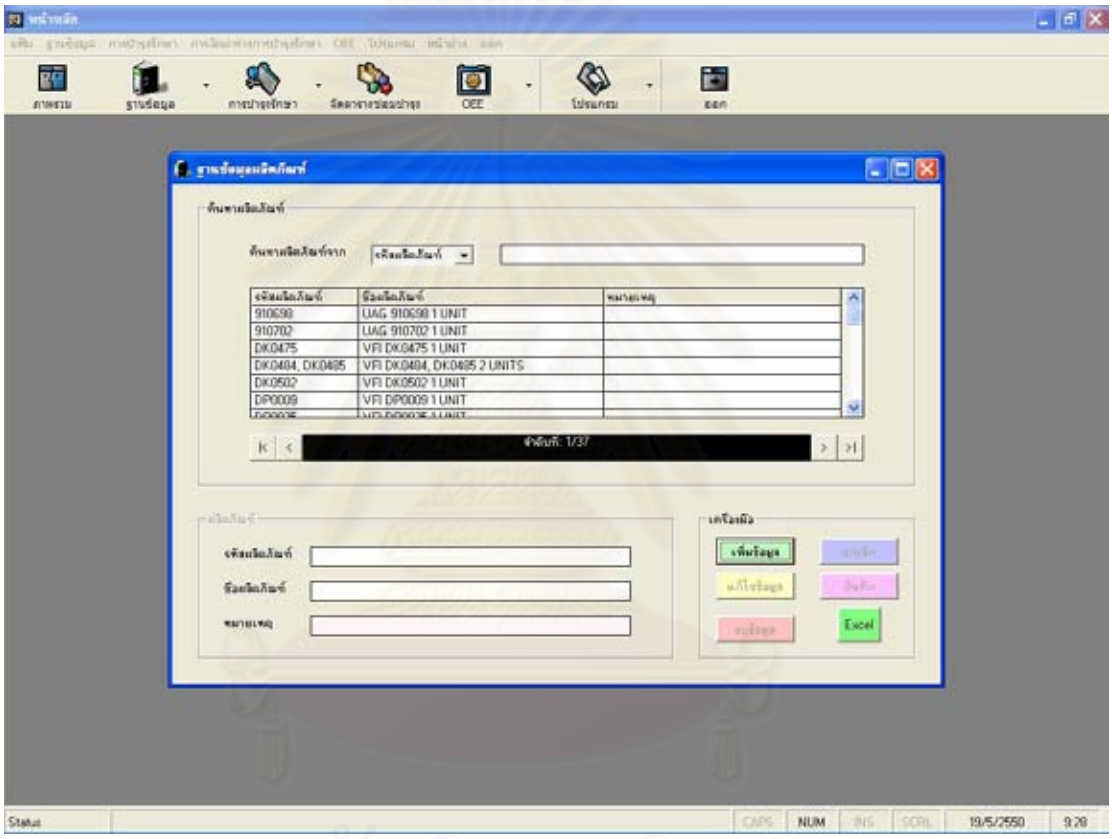


รูปที่ 5.5 หน้าต่างฐานข้อมูลเครื่องจักร

จารูปที่ 5.5 หน้าต่างฐานข้อมูลเครื่องจักร เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร รวมทั้งรูปภาพเครื่องจักร

2) คำสั่งฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์

คำสั่งฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์เป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์ของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.6

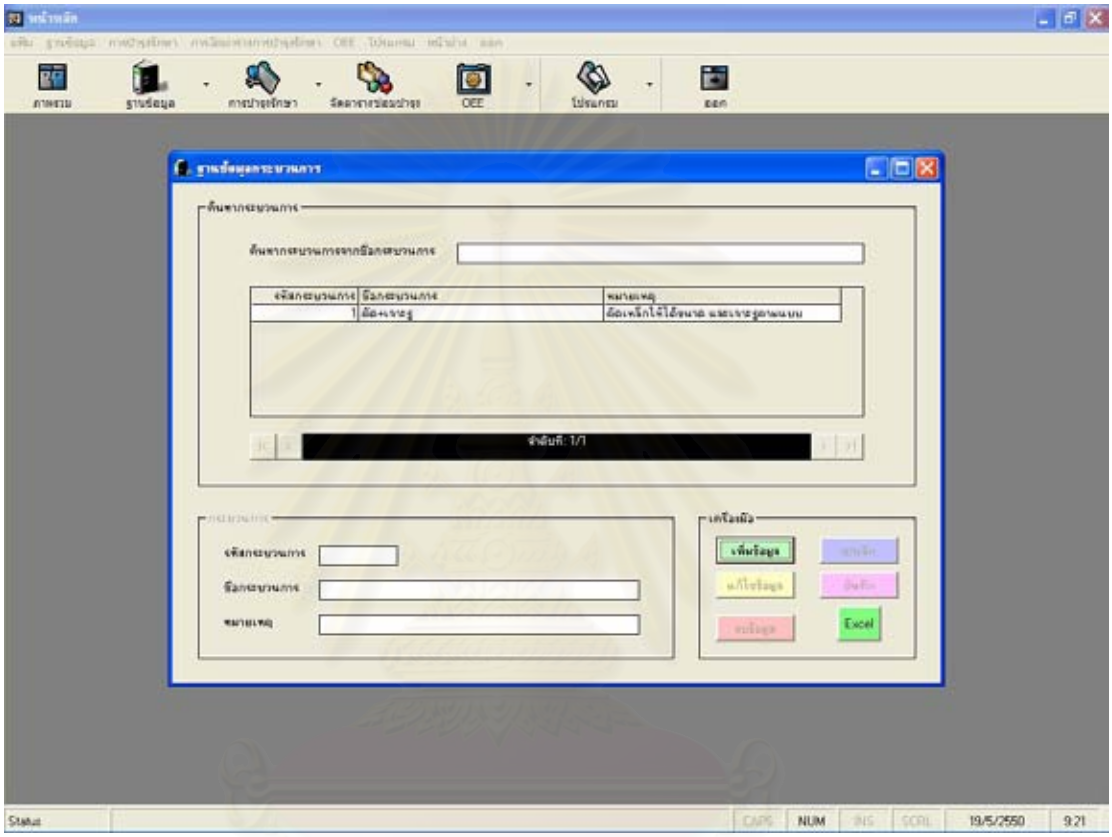


รูปที่ 5.6 หน้าต่างฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์

จากรูปที่ 5.6 หน้าต่างฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์ เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลผลิตภัณฑ์

3) คำสั่งฐานข้อมูลกระบวนการ

คำสั่งฐานข้อมูลกระบวนการเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างฐานข้อมูลกระบวนการของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.7

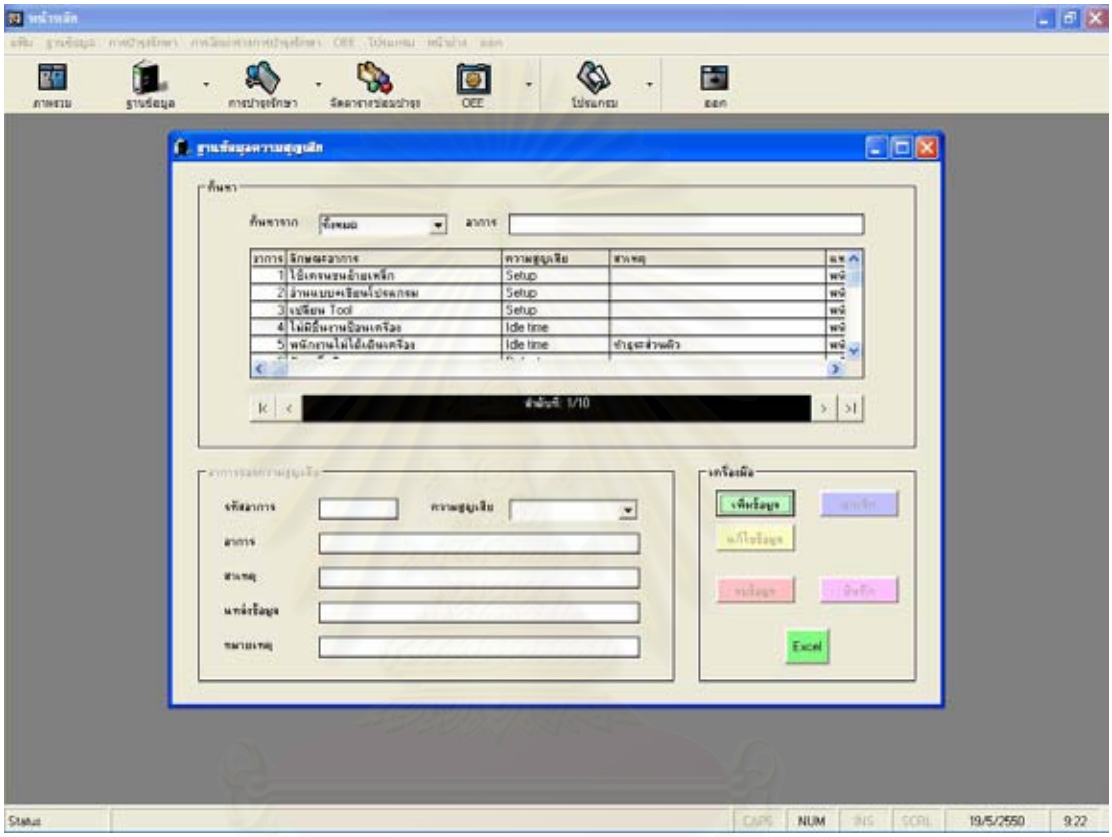


รูปที่ 5.7 หน้าต่างฐานข้อมูลกระบวนการ

จากรูปที่ 5.7 หน้าต่างฐานข้อมูลกระบวนการ เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลกระบวนการผลิต เนื่องจากเครื่องจักรบางเครื่องสามารถดำเนินการได้หลายกระบวนการ

4) คำสั่งฐานข้อมูลความสูญเสีย

คำสั่งฐานข้อมูลความสูญเสียเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างฐานข้อมูลความสูญเสียของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.8

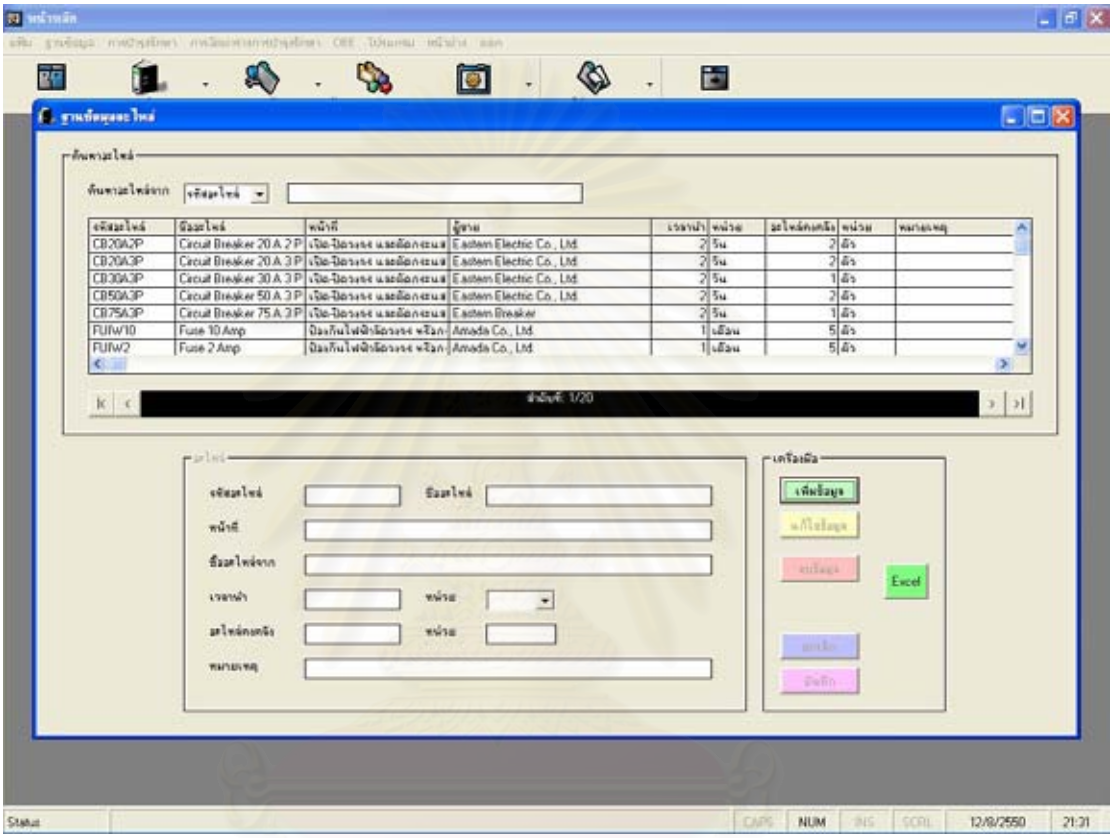


รูปที่ 5.8 หน้าต่างฐานข้อมูลความสูญเสีย

จากรูปที่ 5.8 หน้าต่างฐานข้อมูลความสูญเสีย เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลความสูญเสียประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักร

5) คำสั่งฐานข้อมูลอะไหล่

คำสั่งฐานข้อมูลอะไหล่เป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างฐานข้อมูลอะไหล่ของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.9

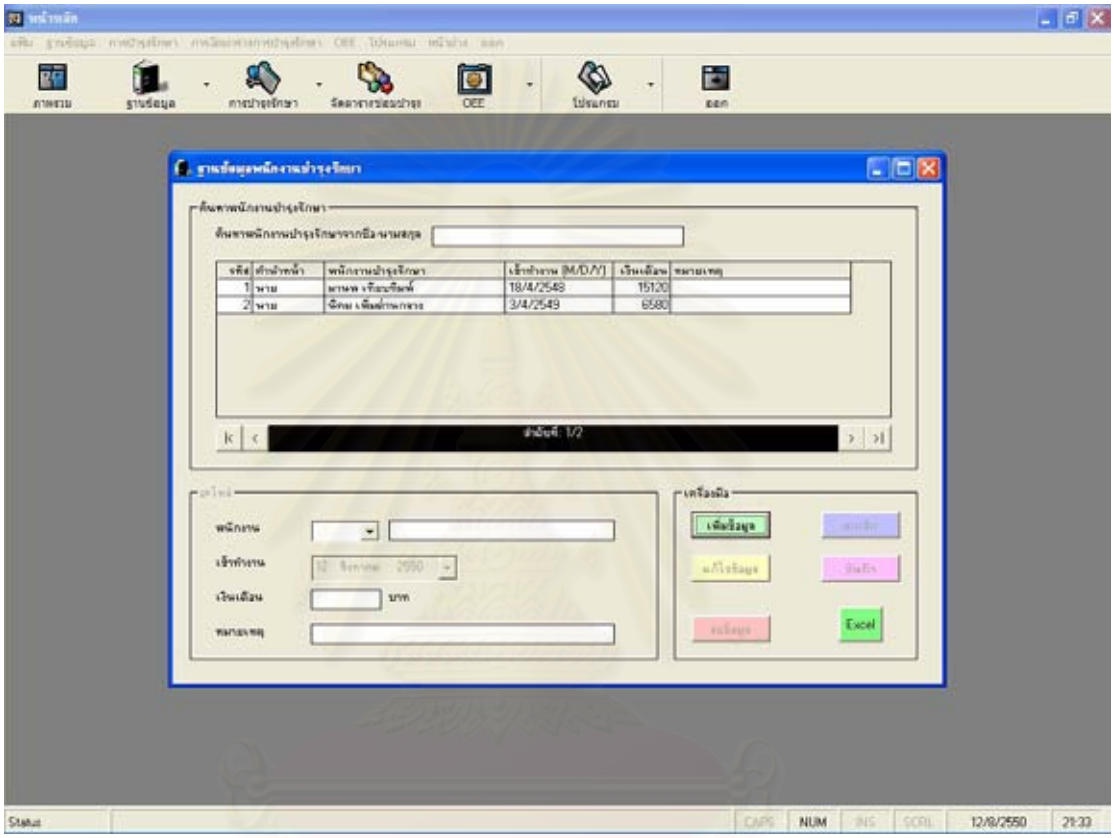


รูปที่ 5.9 หน้าต่างฐานข้อมูลอะไหล่

จากรูปที่ 5.9 หน้าต่างฐานข้อมูลอะไหล่ เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลอะไหล่ชนิดต่างๆ ที่โรงงานเป็นผู้จัดซื้อ และจัดเก็บ

6) คำสั่งฐานข้อมูลพนักงานบำรุงรักษา

คำสั่งฐานข้อมูลพนักงานบำรุงรักษาเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างฐานข้อมูลพนักงานบำรุงรักษาของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.10

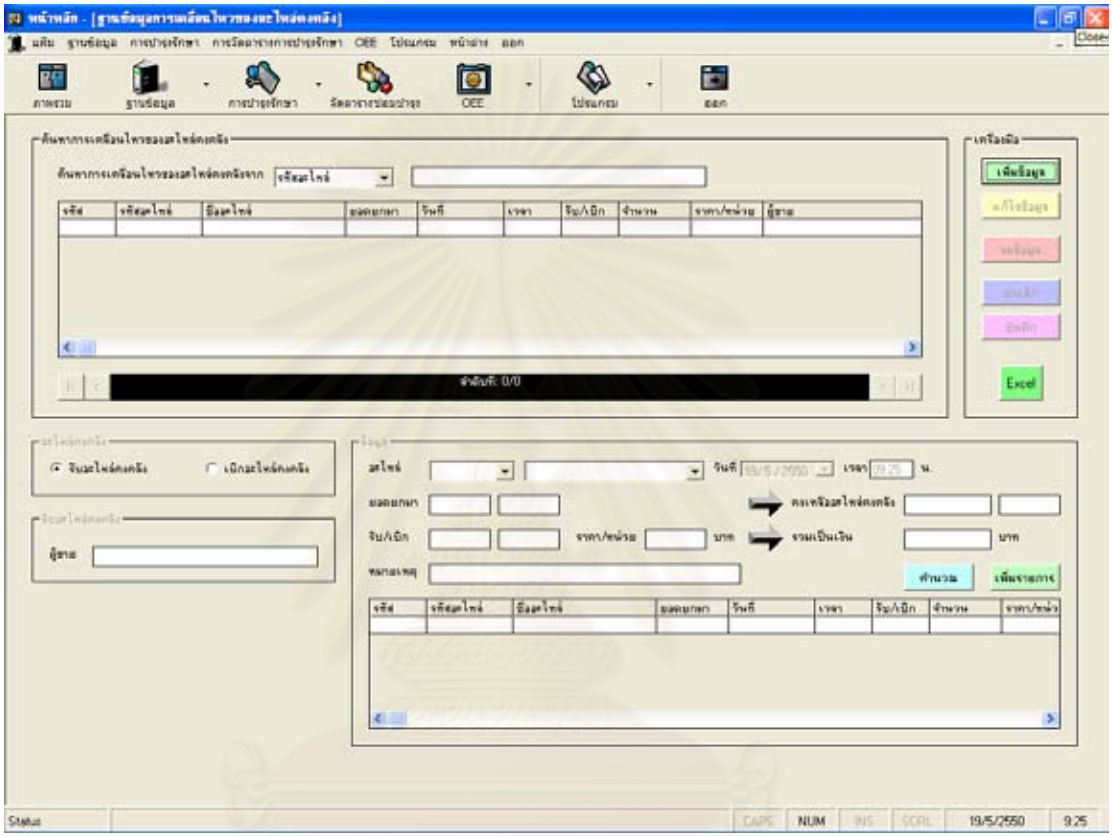


รูปที่ 5.10 หน้าต่างฐานข้อมูลพนักงานบำรุงรักษา

จากรูปที่ 5.10 หน้าต่างฐานข้อมูลพนักงานบำรุงรักษา เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลพนักงานบำรุงรักษา

7) คำสั่งฐานข้อมูลการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง

คำสั่งฐานข้อมูลการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลังเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างฐานข้อมูลการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลังของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.11

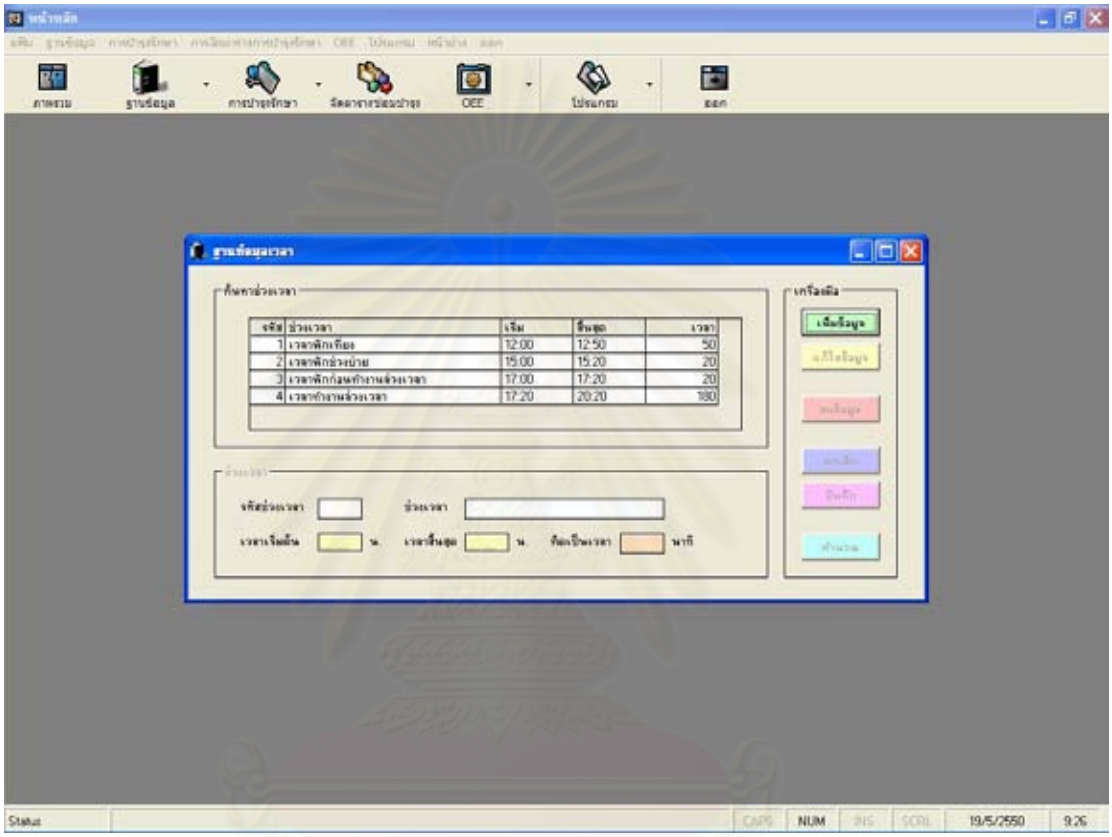


รูปที่ 5.11 หน้าต่างฐานข้อมูลการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง

จากรูปที่ 5.11 หน้าต่างฐานข้อมูลการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลการเคลื่อนไหวของอะไหล่คงคลัง ได้แก่ การรับอะไหล่จากผู้ขายและการเบิกอะไหล่

8) คำสั่งฐานข้อมูลเวลา

คำสั่งฐานข้อมูลเวลาเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างฐานข้อมูลเวลาของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 หน้าต่างฐานข้อมูลเวลา

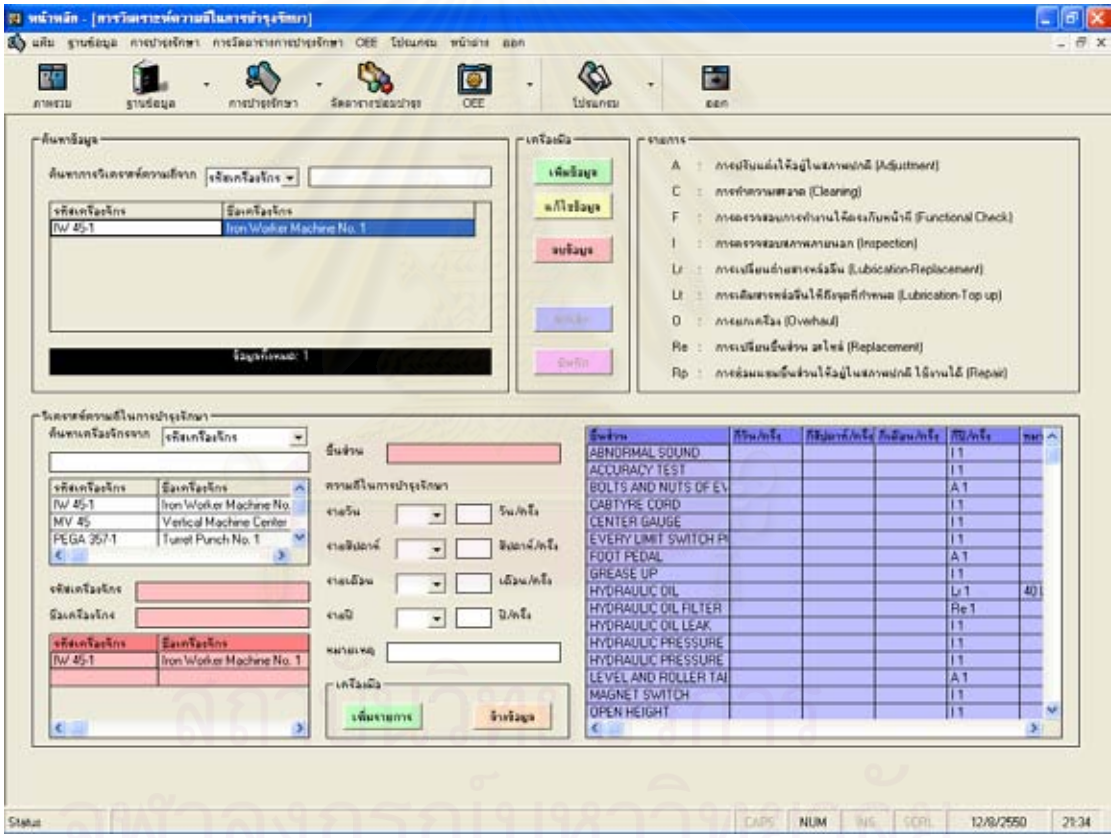
จากรูปที่ 5.12 หน้าต่างฐานข้อมูลเวลา เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลเวลาพัก เวลาในการทำงานล่วงเวลา ทั้งนี้เมื่อมีการคำนวณเวลาทำงานในหน้าต่างอื่นๆ โปรแกรมจะทำหักเวลาพักจากฐานข้อมูลเวลาให้โดยอัตโนมัติ รวมทั้งใช้ในการคำนวณค่าแรงช่วงการทำงานล่วงเวลา

5.3.3 รายการเลือกการบำรุงรักษา

รายการเลือกการบำรุงรักษาประกอบไปด้วยคำสั่งในการเรียกหน้าต่างที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา ทั้งในส่วนแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และการดำเนินการบำรุงรักษา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) คำสั่งการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา

คำสั่งการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษาเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษาของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.13

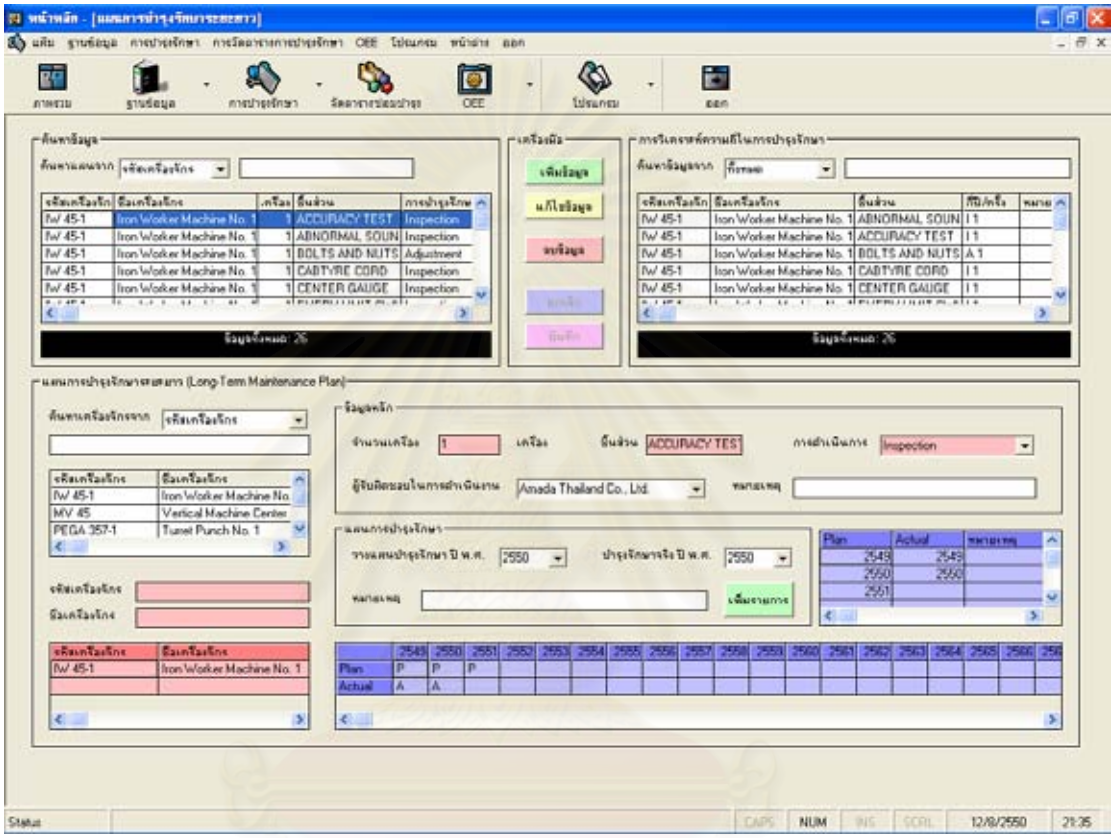


รูปที่ 5.13 หน้าต่างการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา

จากรูปที่ 5.13 หน้าต่างการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ทั้งนี้หน้าต่างนี้เป็นเพียงการจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเท่านั้น

2) คำสั่งแผนการบำรุงรักษาระยะยาว

คำสั่งแผนการบำรุงรักษาระยะยาวเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างแผนการบำรุงรักษาระยะยาวของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.14

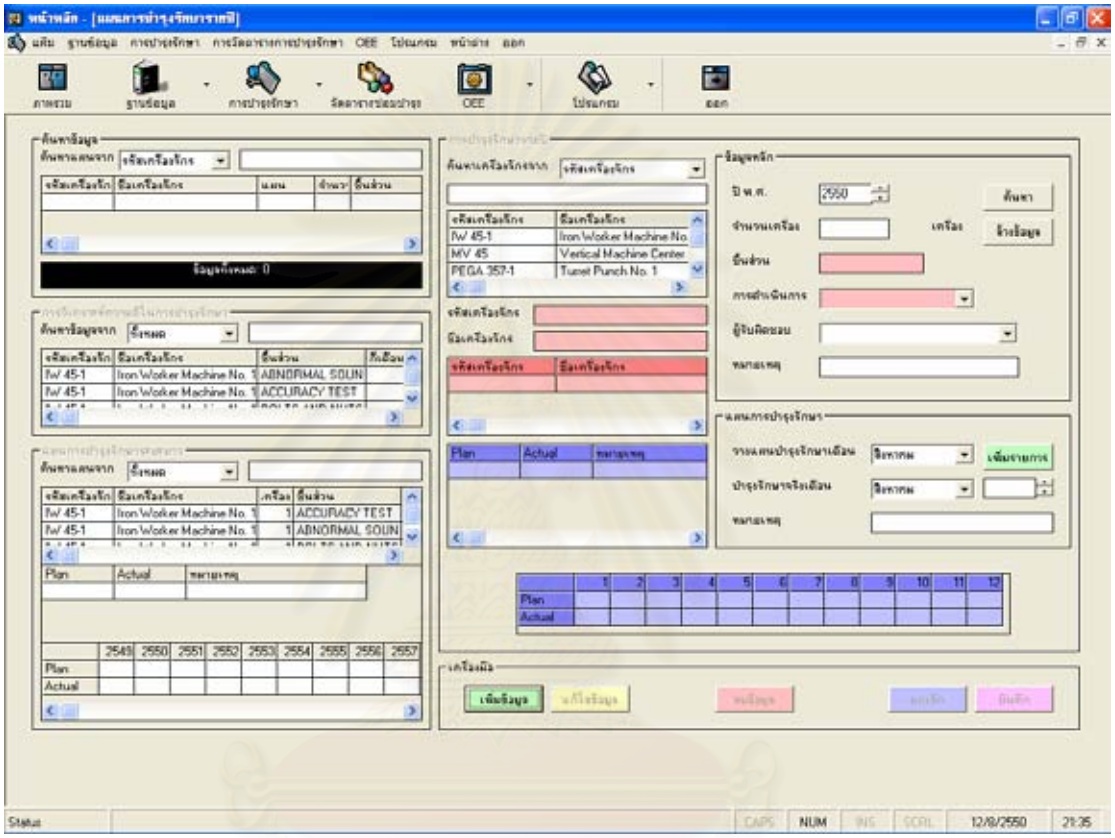


รูปที่ 5.14 หน้าต่างแผนการบำรุงรักษาระยะยาว

จากรูปที่ 5.14 หน้าต่างแผนการบำรุงรักษาระยะยาว เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลแผนการบำรุงรักษาระยะยาว

3) คำสั่งแผนการบำรุงรักษารายปี

คำสั่งแผนการบำรุงรักษารายปีเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างแผนการบำรุงรักษารายปีของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.15

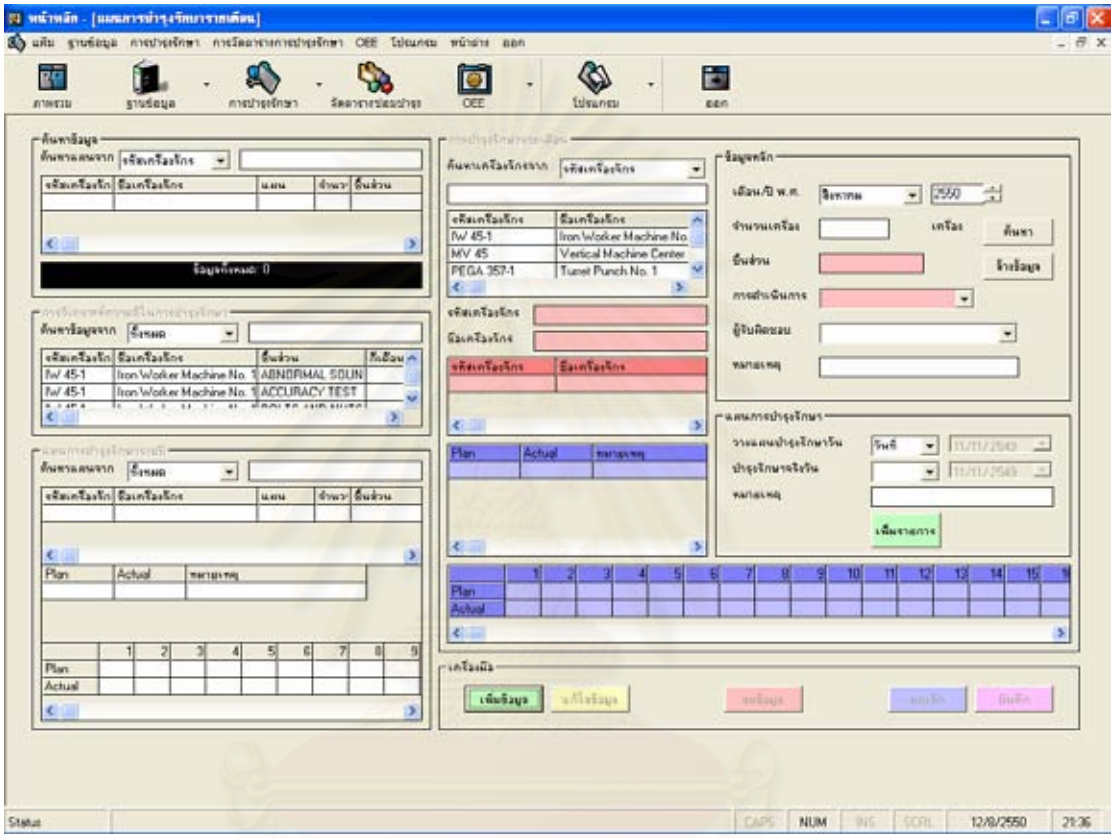


รูปที่ 5.15 หน้าต่างแผนการบำรุงรักษารายปี

จากรูปที่ 5.15 หน้าต่างแผนการบำรุงรักษารายปี เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลแผนการบำรุงรักษารายปี โดยเป็นการบันทึกข้อมูลประเภทการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเดือนที่ต้องดำเนินการบำรุงรักษารายปี

4) คำสั่งแผนการบำรุงรักษารายเดือน

คำสั่งแผนการบำรุงรักษารายเดือนเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างแผนการบำรุงรักษารายเดือนของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.16

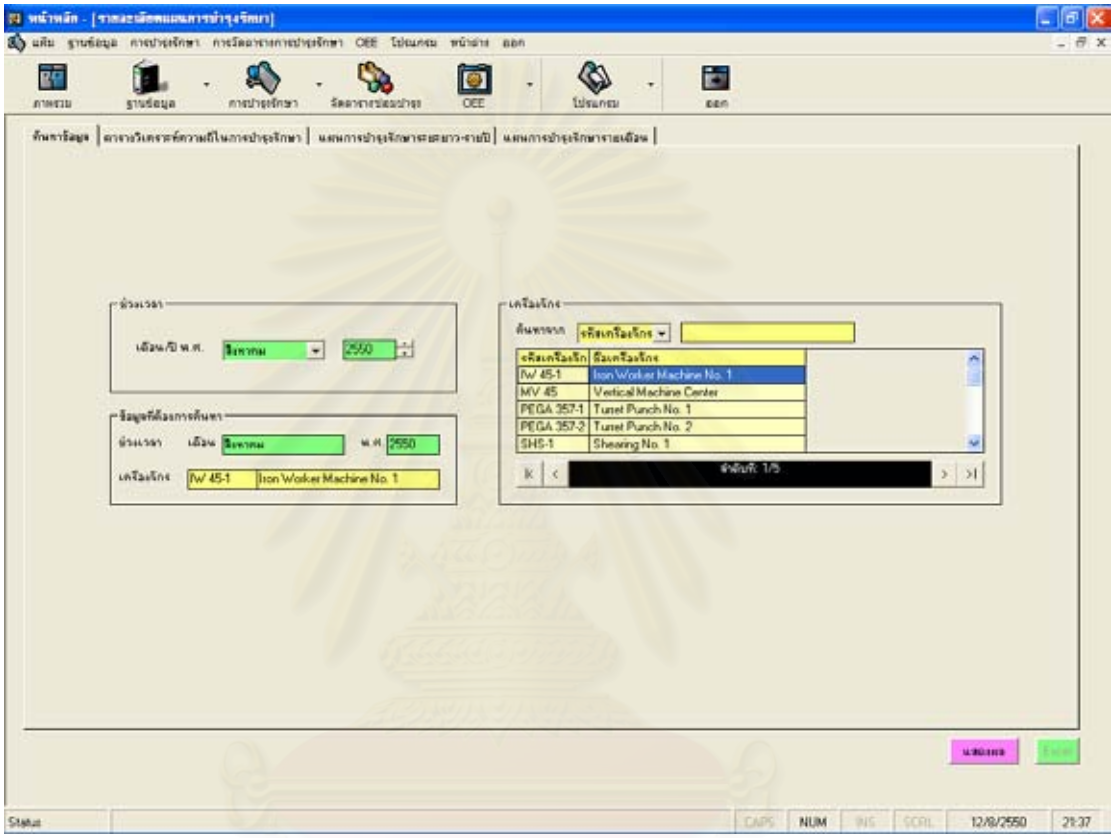


รูปที่ 5.16 หน้าต่างแผนการบำรุงรักษารายเดือน

จากรูปที่ 5.16 หน้าต่างแผนการบำรุงรักษารายเดือน เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลแผนการบำรุงรักษารายเดือน โดยเป็นการบันทึกข้อมูลประเภทการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน วันที่ที่ต้องดำเนินการบำรุงรักษารายเดือน

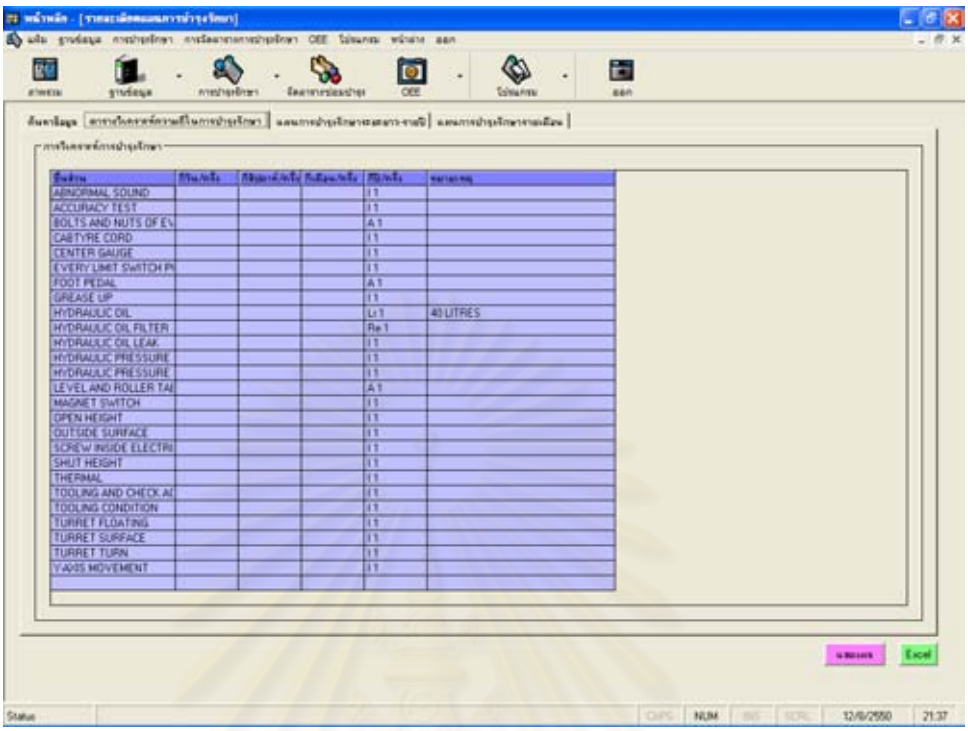
5) คำสั่งรายละเอียดแผนการบำรุงรักษา

คำสั่งรายละเอียดแผนการบำรุงรักษาเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างรายละเอียดแผนการบำรุงรักษาของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.17-5.20

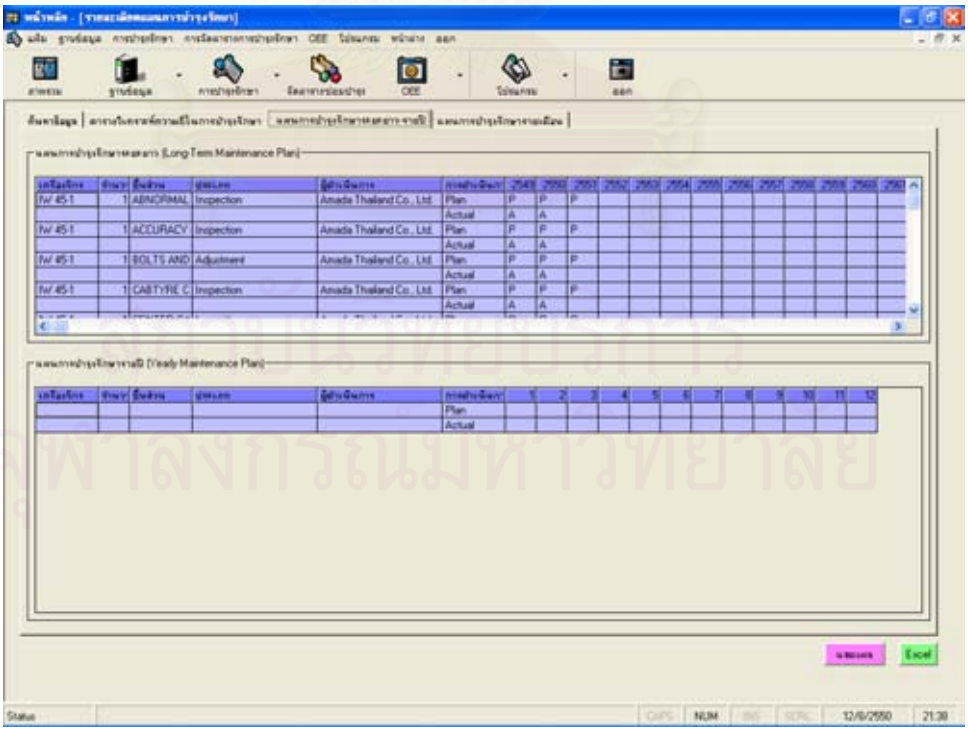


รูปที่ 5.17 หน้าต่างรายละเอียดแผนการบำรุงรักษา-ค้นหาข้อมูล

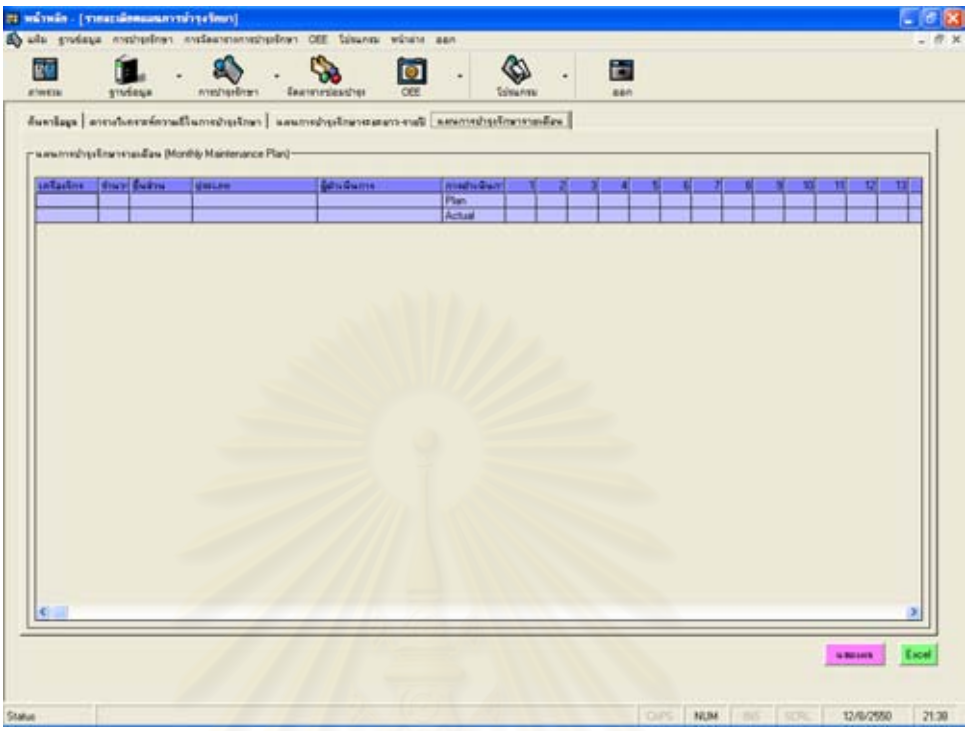
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.18 หน้าต่างรายละเอียดแผนการบำรุงรักษา-ตารางวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา



รูปที่ 5.19 หน้าต่างรายละเอียดแผนการบำรุงรักษา-แผนการบำรุงรักษาระยะยาว-รายปี



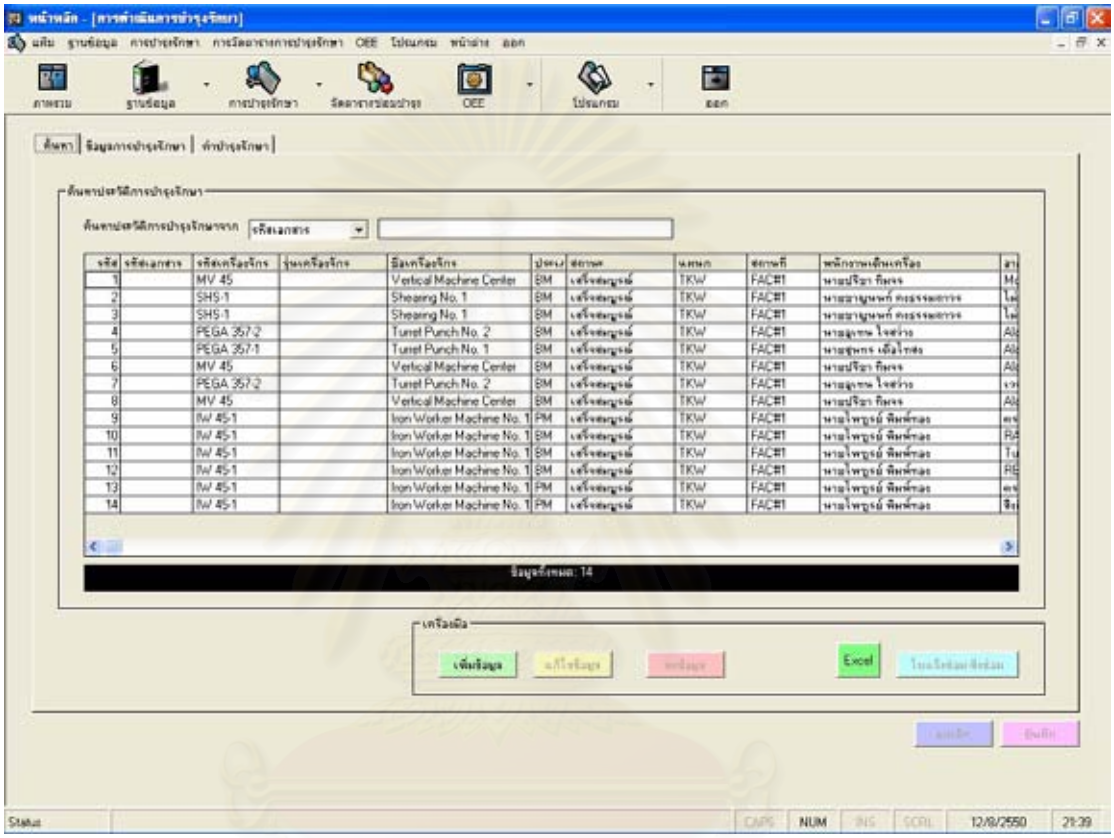
รูปที่ 5.20 หน้าต่างรายละเอียดแผนการบำรุงรักษา-แผนการบำรุงรักษารายเดือน

จากรูปที่ 5-17-5.20 หน้าต่างรายละเอียดแผนการบำรุงรักษา เป็นหน้าต่างในการแสดงผลข้อมูลตารางวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา แผนการบำรุงรักษาระยะยาว แผนการบำรุงรักษารายปี และแผนการบำรุงรักษารายเดือน จากการเลือกช่วงเวลาเดือน ปี และเครื่องจักรที่ต้องการทราบข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

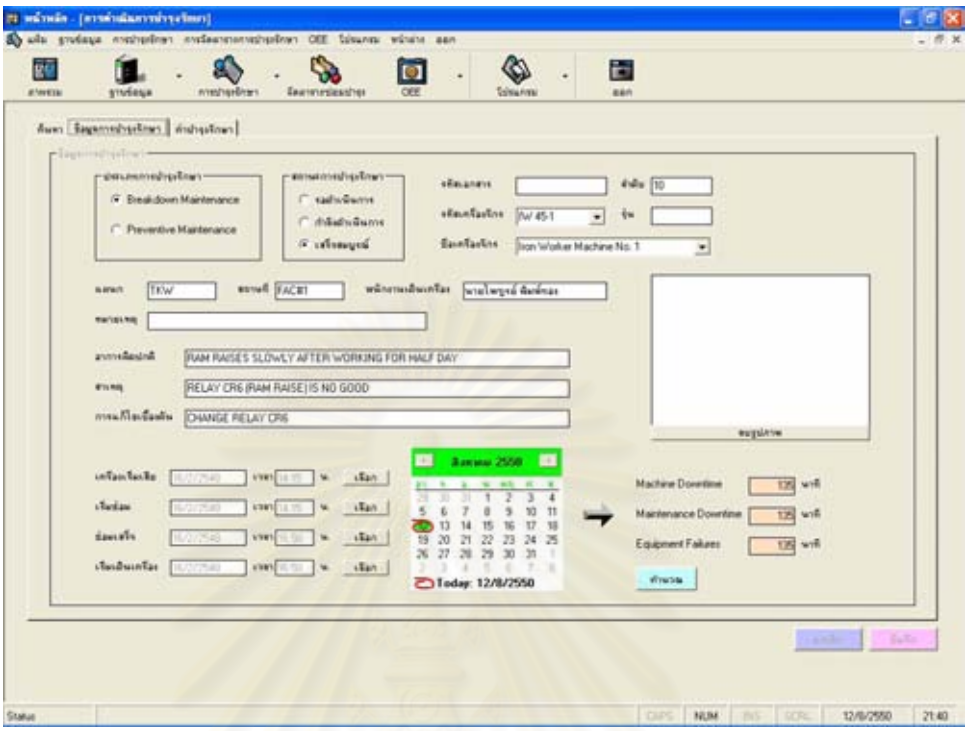
6) คำสั่งการดำเนินการบำรุงรักษา

คำสั่งการดำเนินการบำรุงรักษาเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างการดำเนินการบำรุงรักษาของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.21-5.23

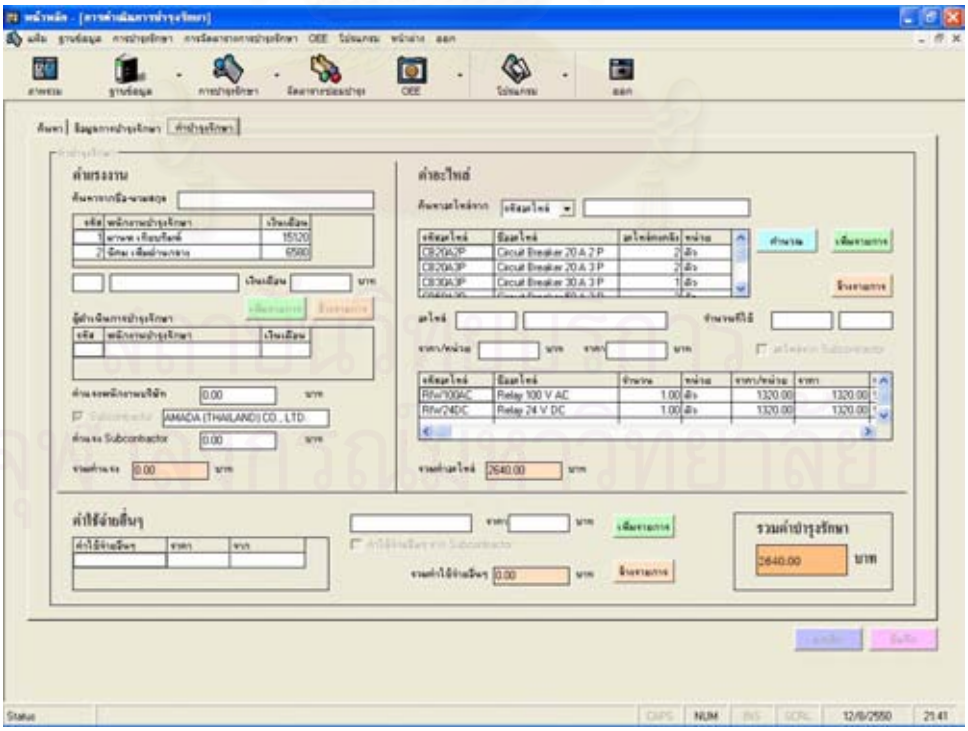


รูปที่ 5.21 หน้าต่างการดำเนินการบำรุงรักษา-ค้นหา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.22 หน้าต่างการดำเนินการบำรุงรักษา-ข้อมูลการบำรุงรักษา

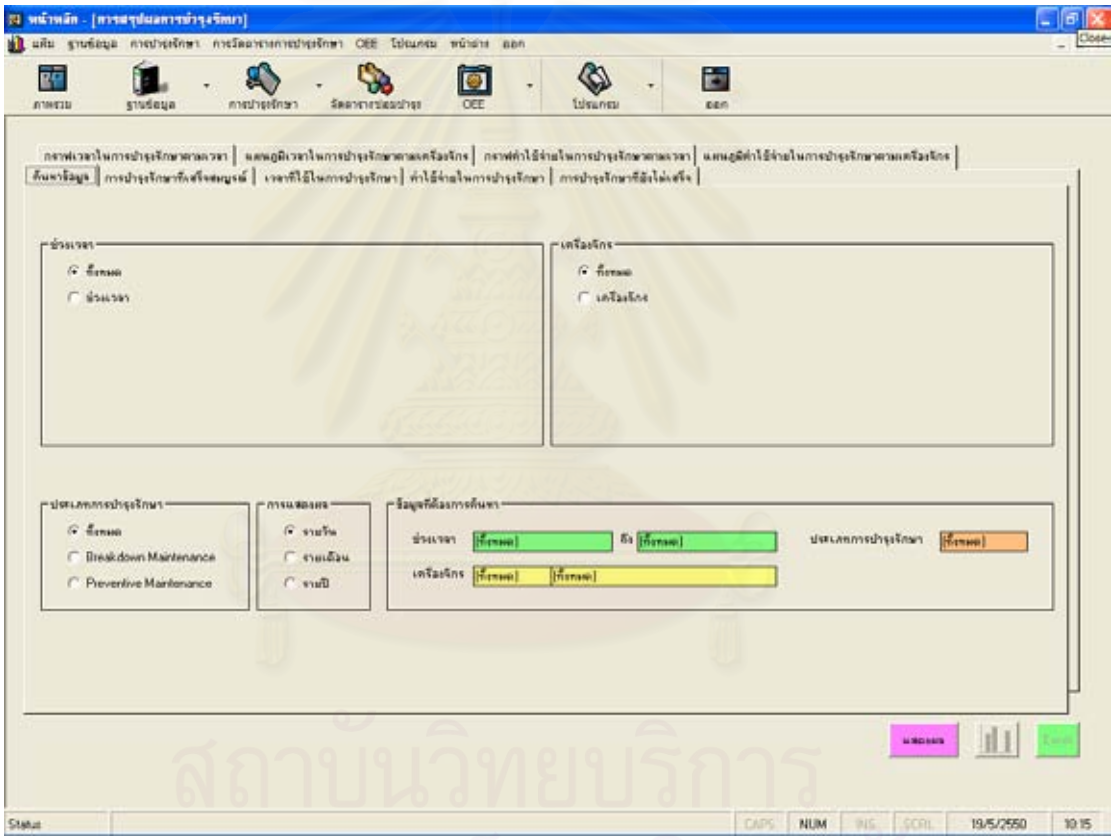


รูปที่ 5.23 หน้าต่างการดำเนินการบำรุงรักษา-ค่าบำรุงรักษา

จากรูปที่ 5.21-5.23 หน้าต่างการดำเนินการบำรุงรักษา เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทั้งหมด โดยแบ่งแยกบันทึกตามประเภทการบำรุงรักษา คำนวณเวลาในการบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และแสดงใบสั่งซ่อม-แจ้งซ่อมในกรณีที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้อง

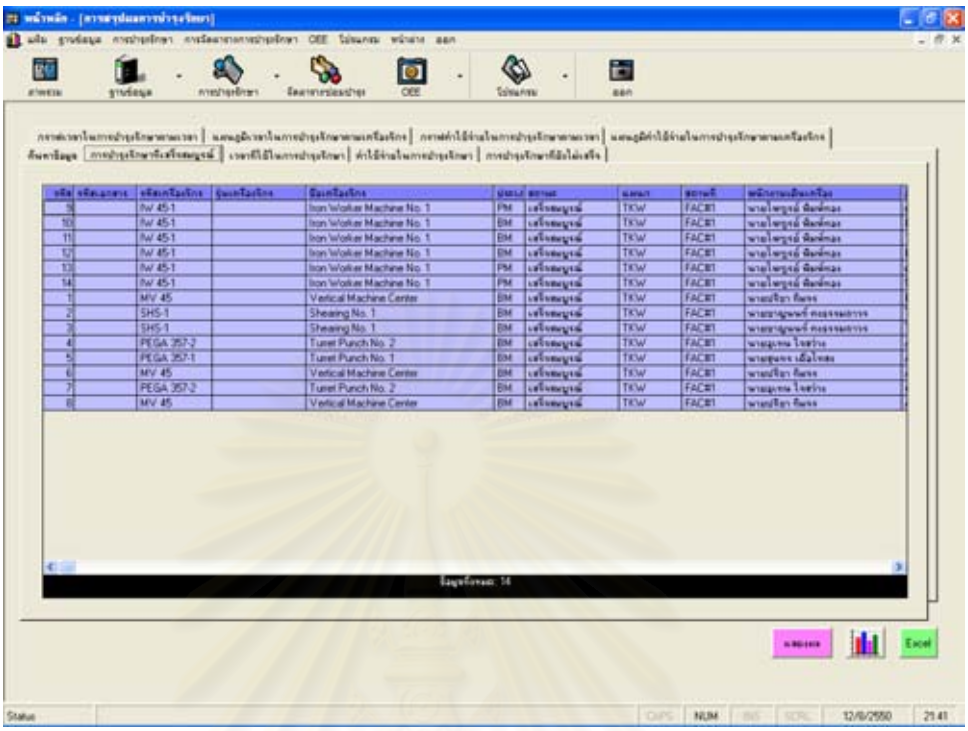
7) คำสั่งการสรุปผลการบำรุงรักษา

คำสั่งการสรุปผลการบำรุงรักษาเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษาของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.24-5.32

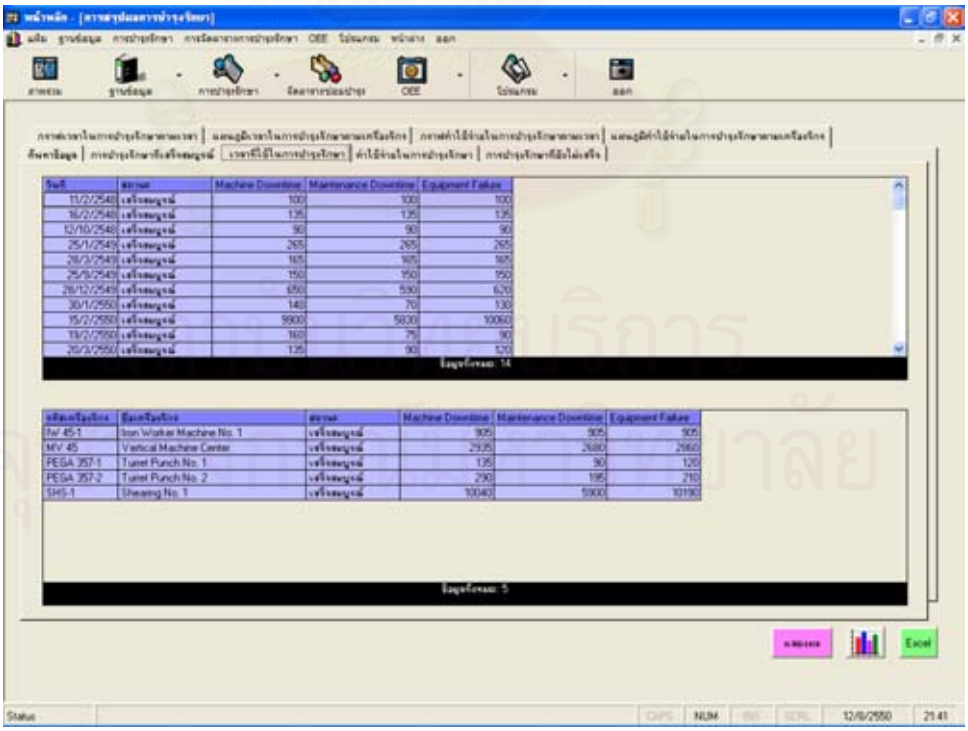


รูปที่ 5.24 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-ค้นหาข้อมูล

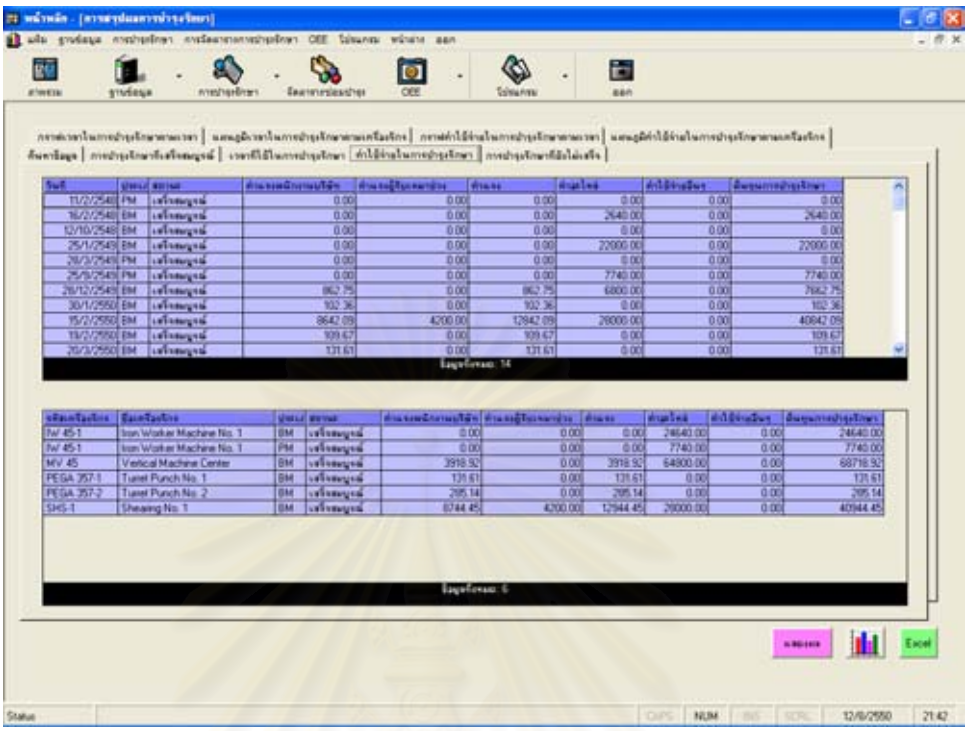
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



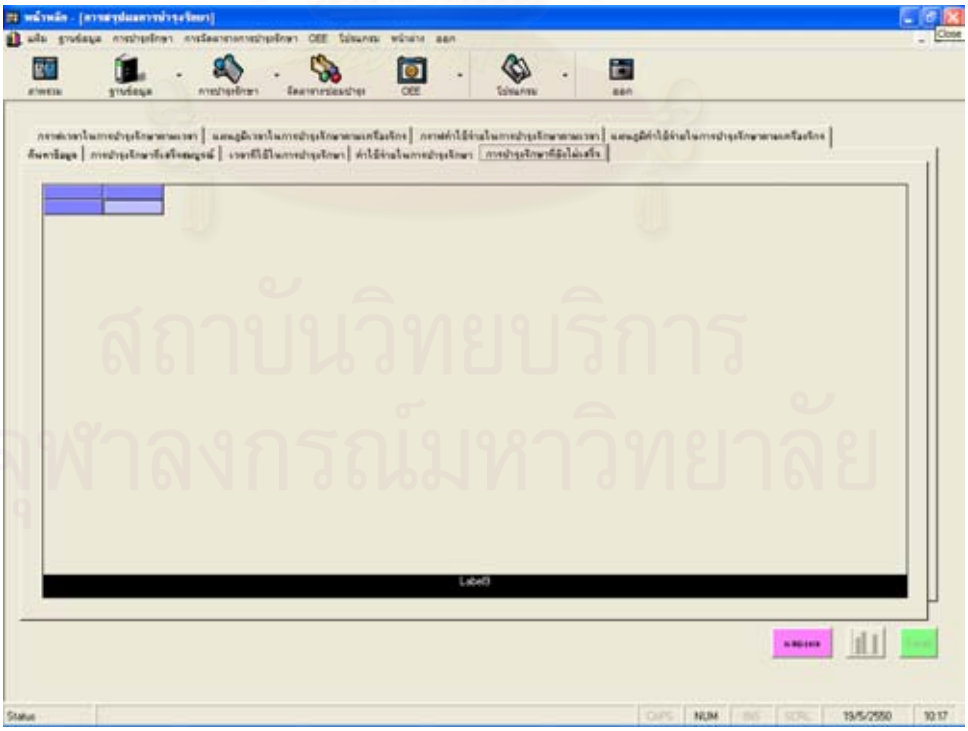
รูปที่ 5.25 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-การบำรุงรักษาที่เสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 5.26 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษา

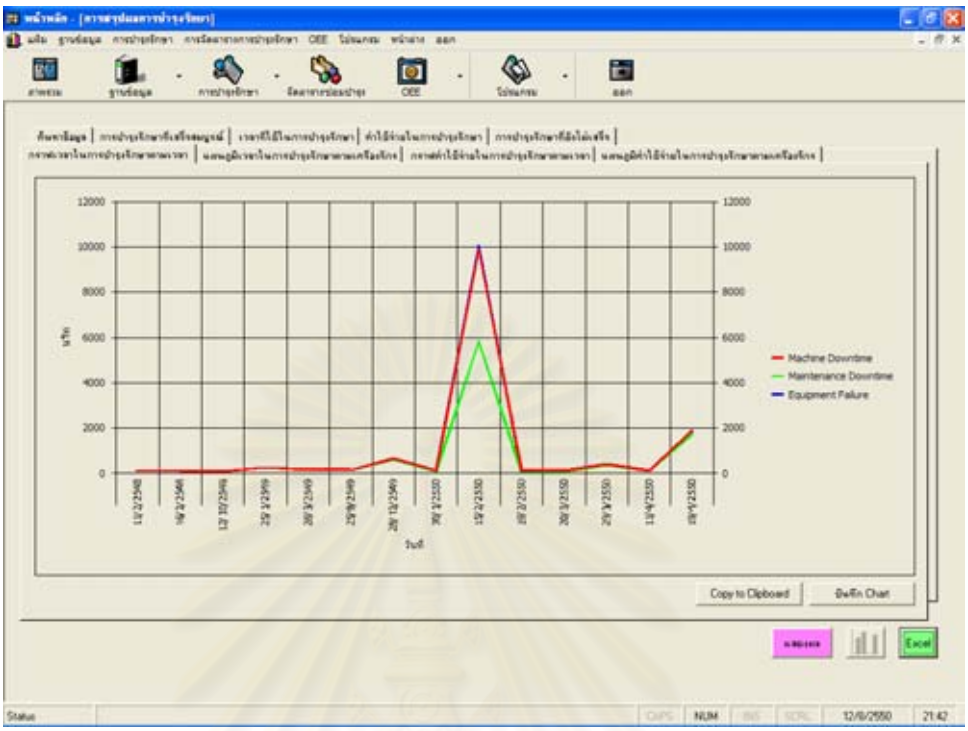


รูปที่ 5.27 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

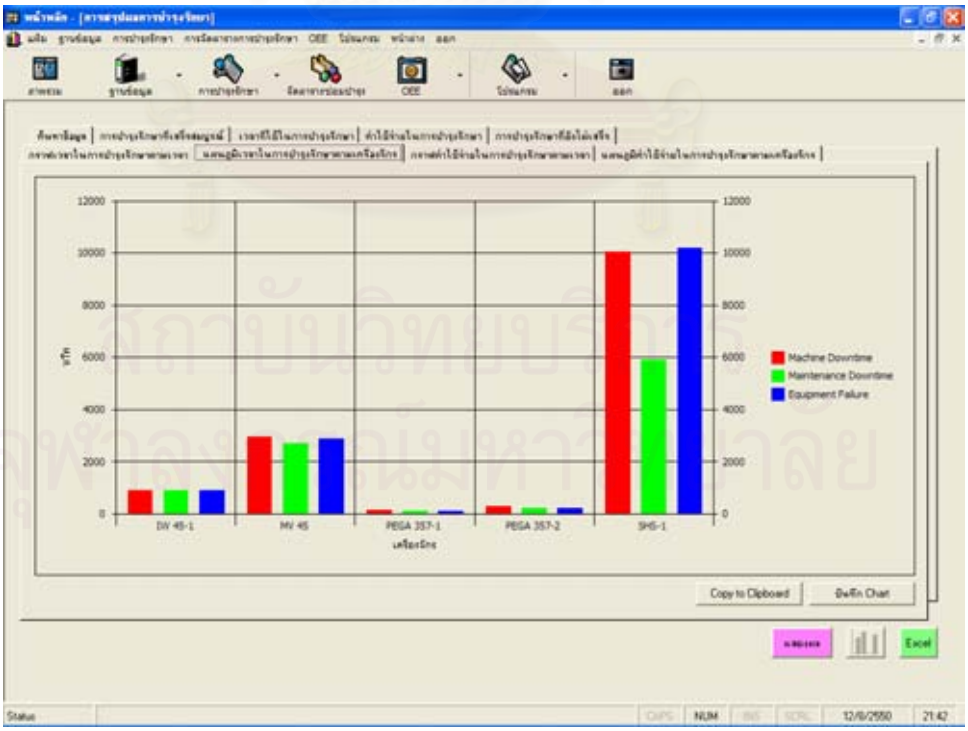


รูปที่ 5.28 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-การบำรุงรักษาที่ยังไม่เสร็จ

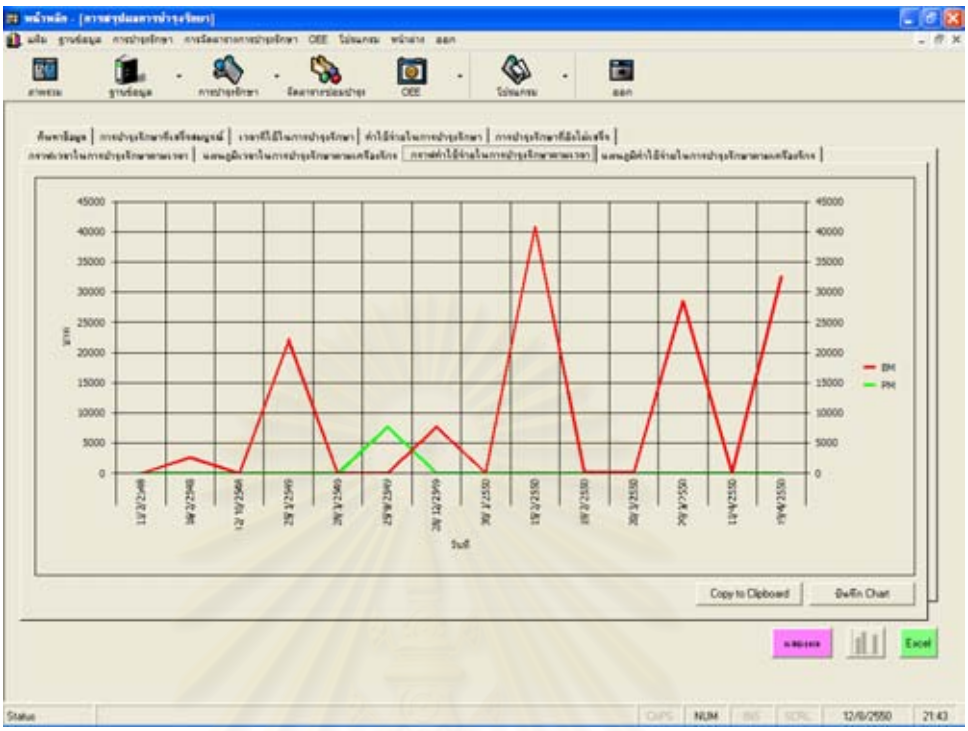
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



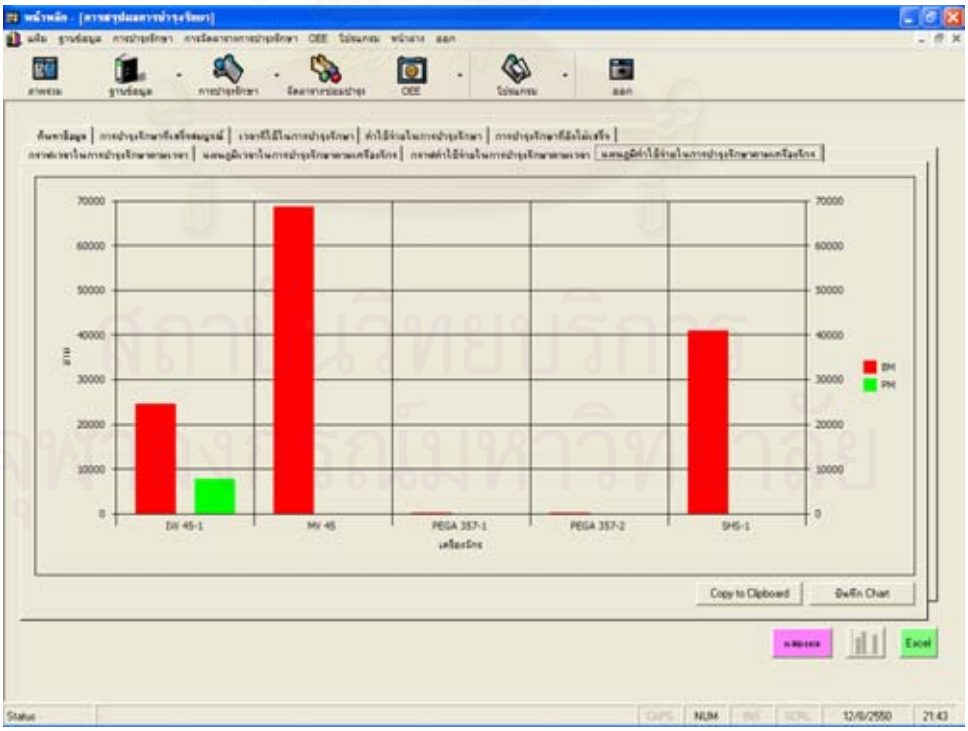
รูปที่ 5.29 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-กราฟเวลาในการบำรุงรักษาตามเวลา



รูปที่ 5.30 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-แผนภูมิเวลาในการบำรุงรักษาตามเครื่องจักร



รูปที่ 5.31 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-กราฟค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาตามเวลา

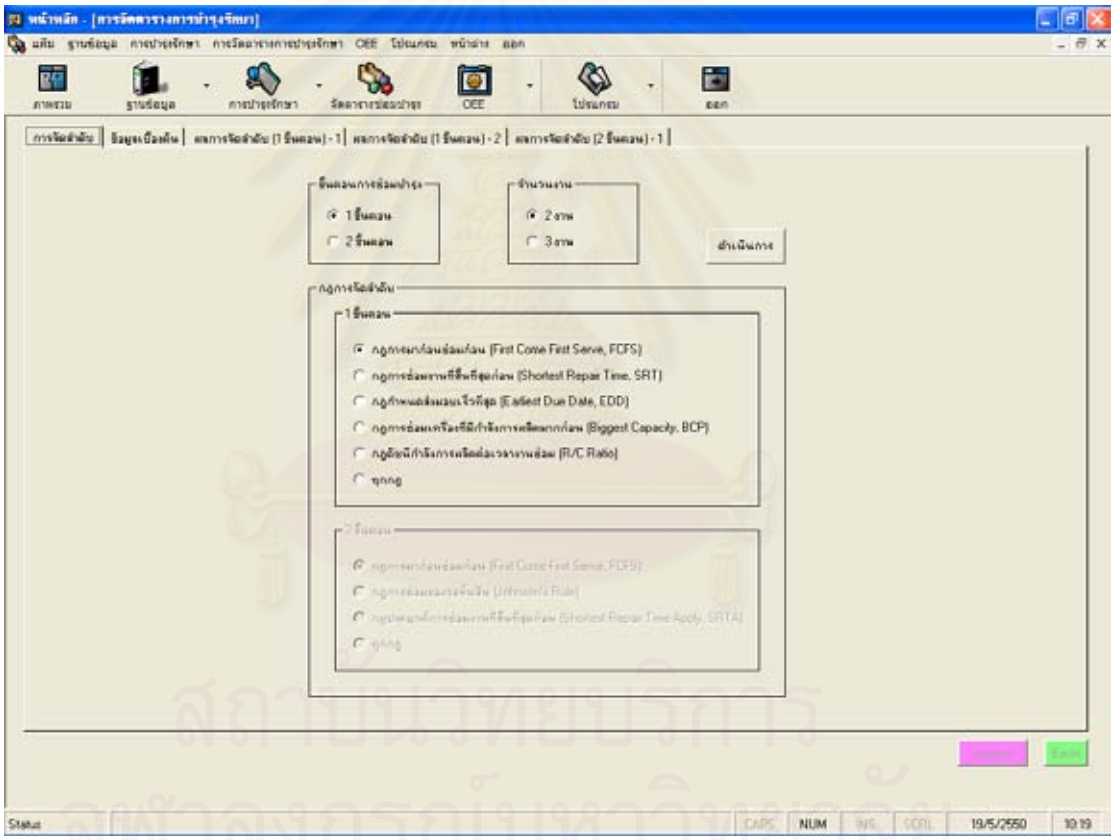


รูปที่ 5.32 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา-แผนภูมิค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาตามเครื่องจักร

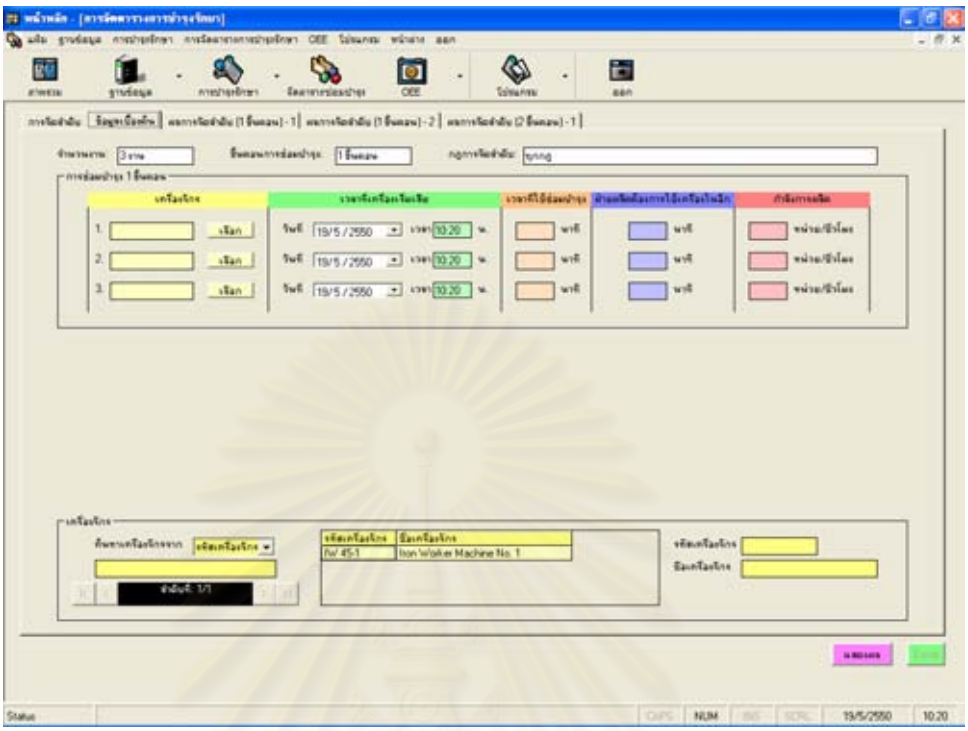
จากรูปที่ 5.24-5.32 หน้าต่างการสรุปผลการบำรุงรักษา เป็นหน้าต่างในการแสดงผลข้อมูลการบำรุงรักษา การบำรุงรักษาที่เสร็จสมบูรณ์ เวลาและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา การบำรุงรักษาที่ยังไม่เสร็จ รวมทั้งแสดงกราฟ และแผนภูมิต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

5.3.4 รายการเลือกการจัดตารางการบำรุงรักษา

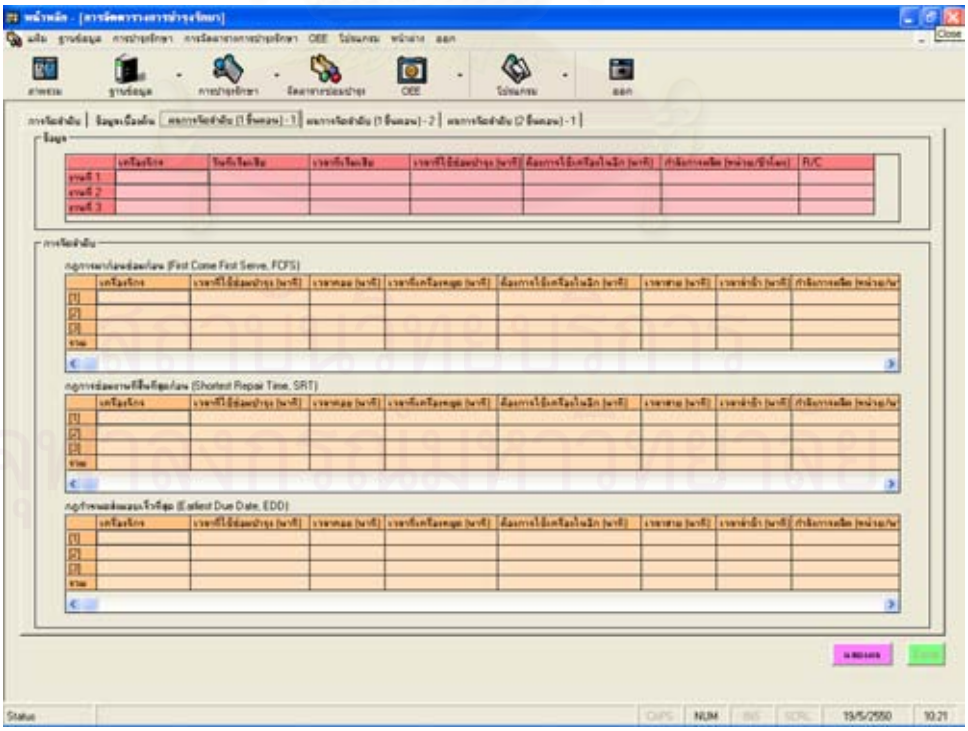
รายการเลือกการจัดตารางการบำรุงรักษามีคำสั่งเพียงคำสั่งเดียว คือ คำสั่งรายการเลือกการจัดตารางการบำรุงรักษา ดังรูปที่ 5.33-5.37



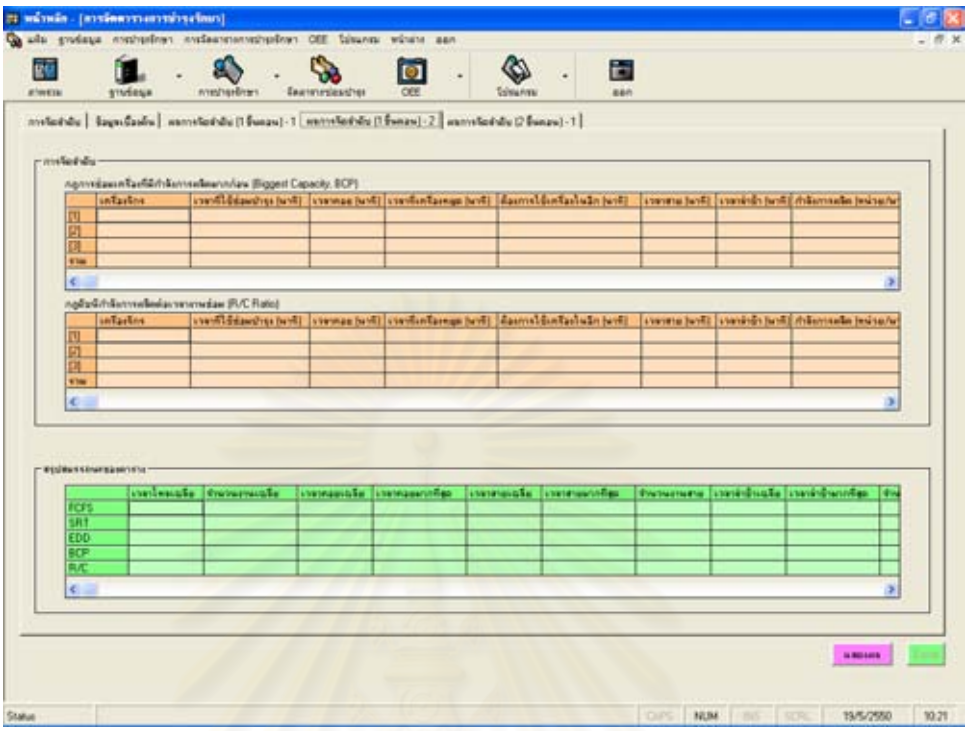
รูปที่ 5.33 หน้าต่างการจัดตารางการบำรุงรักษา-การจัดลำดับ



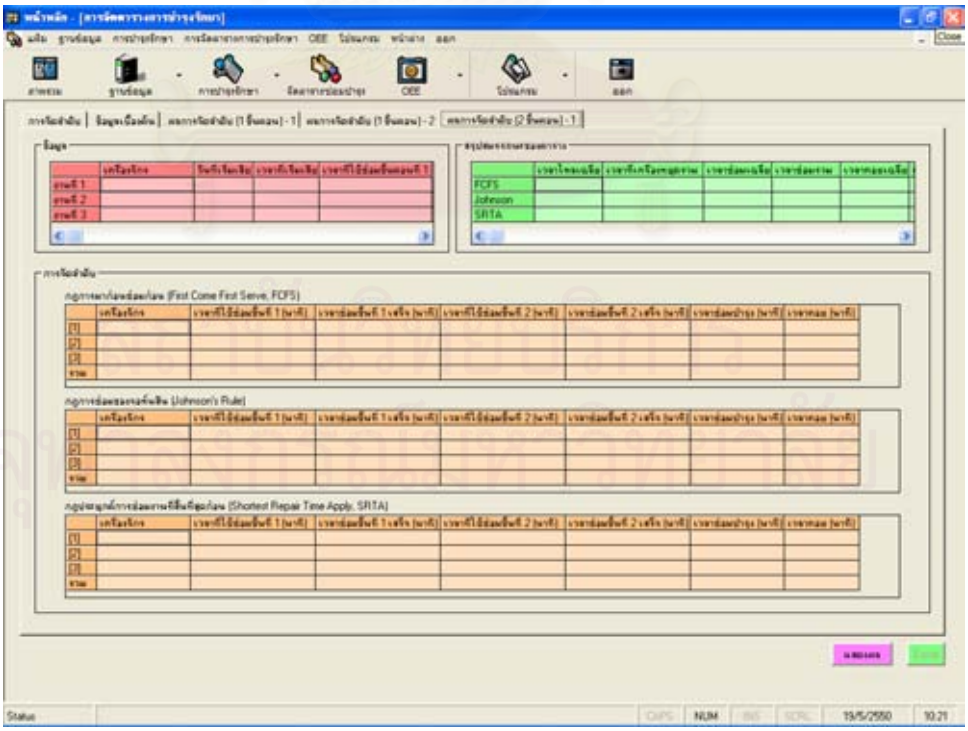
รูปที่ 5.34 หน้าต่างการจัดตารางการบำรุงรักษา-ข้อมูลเบื้องต้น



รูปที่ 5.35 หน้าต่างการจัดตารางการบำรุงรักษา-ผลการจัดลำดับ [1 ขั้นตอน]-1



รูปที่ 5.36 หน้าต่างการจัดตารางการบำรุงรักษา-ผลการจัดลำดับ [1 ขั้นตอน]-2



รูปที่ 5.37 หน้าต่างการจัดตารางการบำรุงรักษา-ผลการจัดลำดับ [2 ขั้นตอน]-1

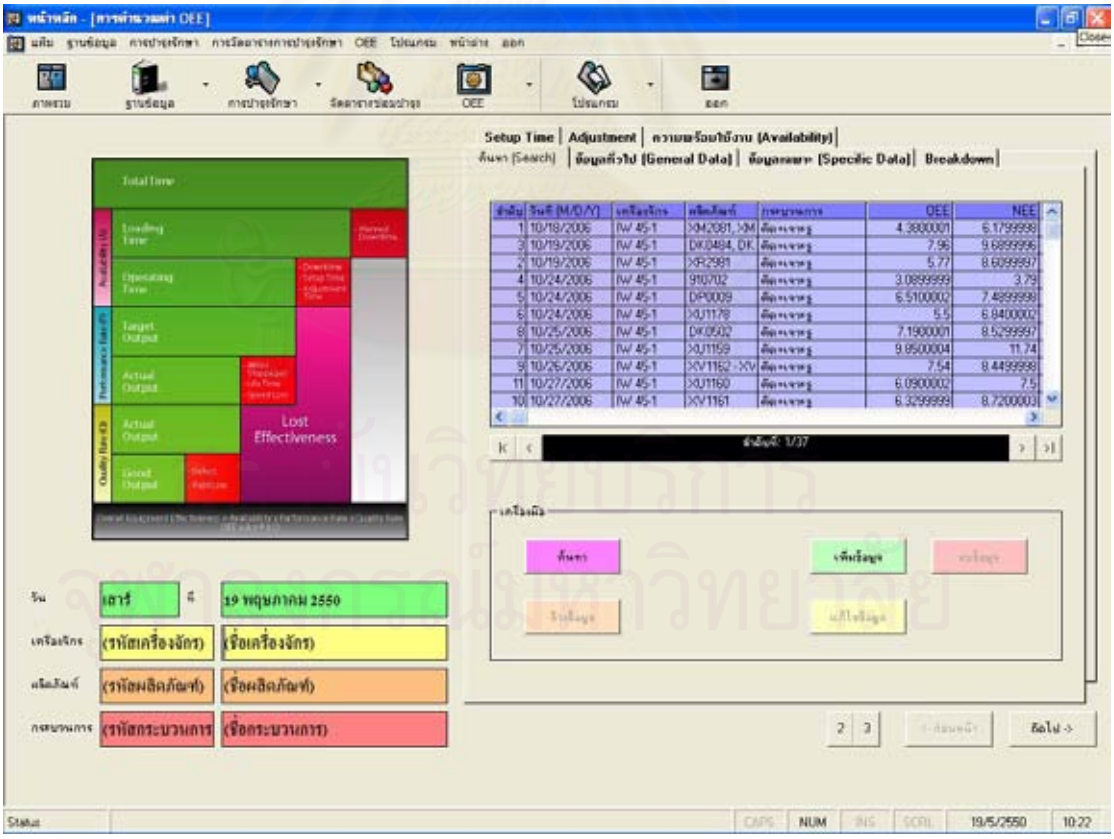
คำสั่งการจัดตารางการบำรุงรักษาเป็นการเรียกใช้โปรแกรมเพื่อช่วยในการจัดตารางการซ่อมบำรุงโดยการเปรียบเทียบจากกฎต่างๆ ทั้งนี้การจัดตารางมีเงื่อนไข คือ ต้องเป็นการจัดตาราง 1 หรือ 2 ขั้นตอน และมีจำนวนงานไม่เกิน 3 งาน เท่านั้น

5.3.5 รายการเลือกค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

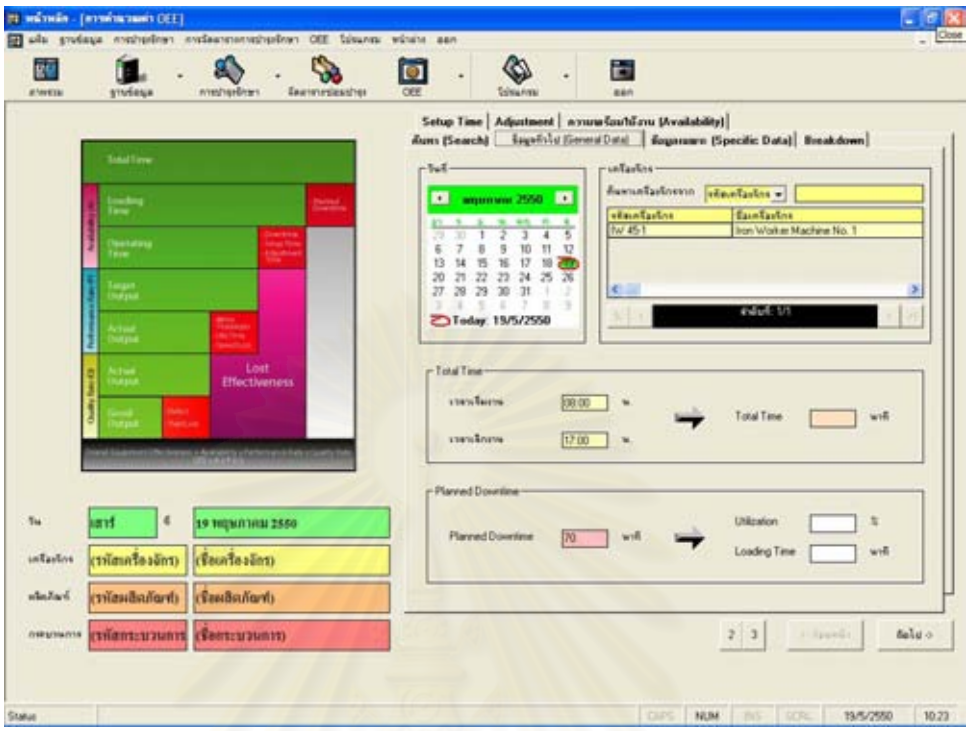
รายการเลือกค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรประกอบไปด้วยคำสั่งที่ใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และคำสั่งแสดงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) คำสั่งการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

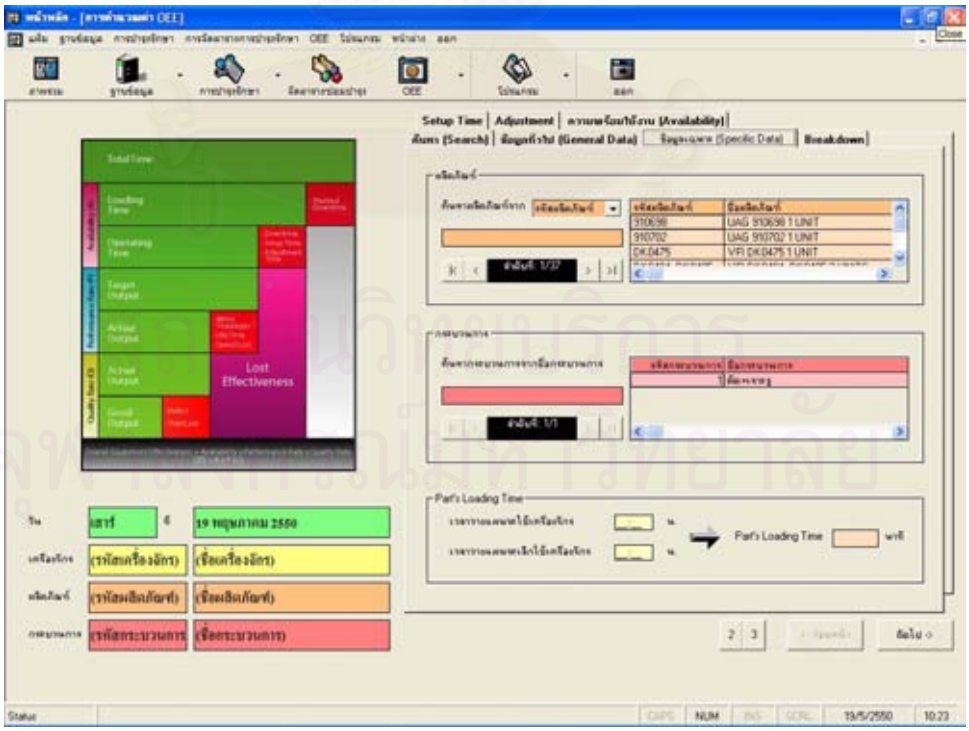
คำสั่งการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.38-5.55



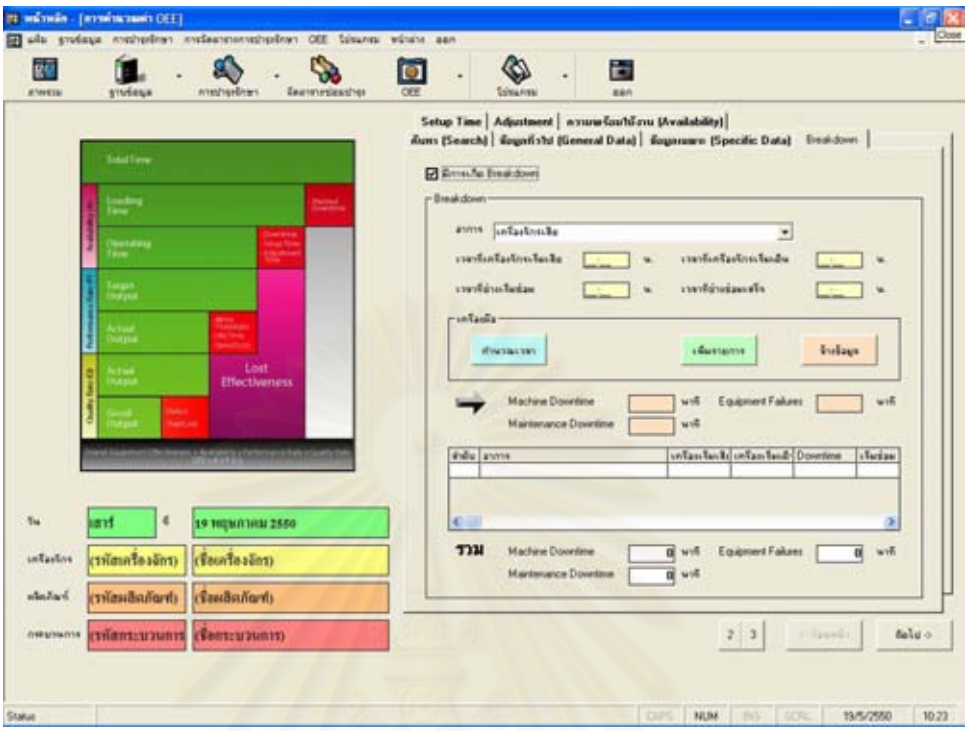
รูปที่ 5.38 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ค้นหา



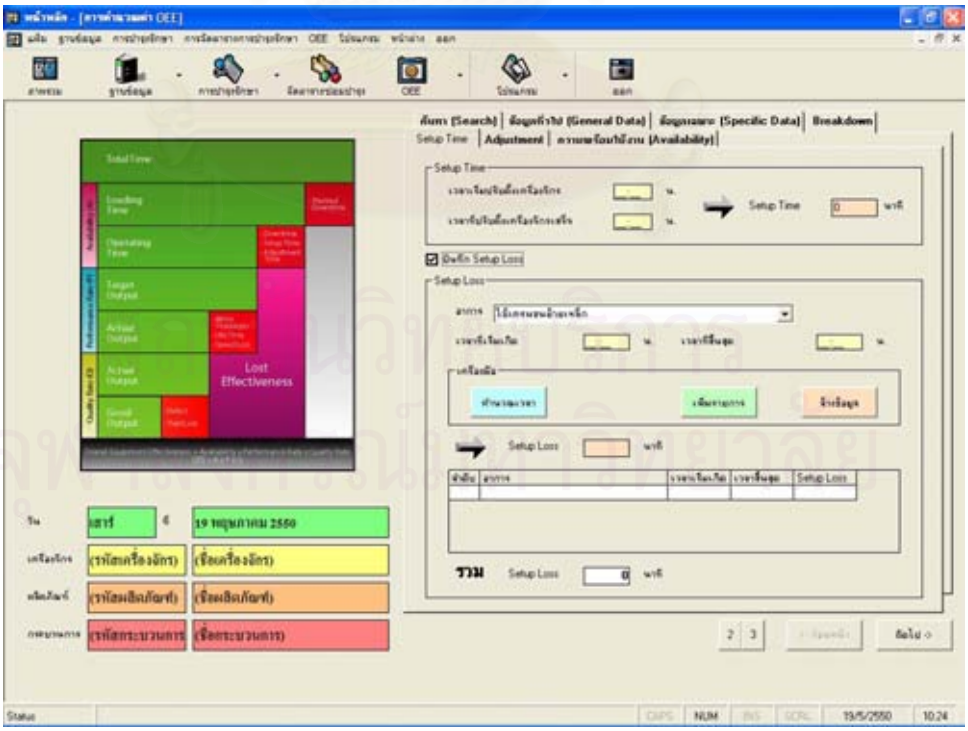
รูปที่ 5.39 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูลทั่วไป



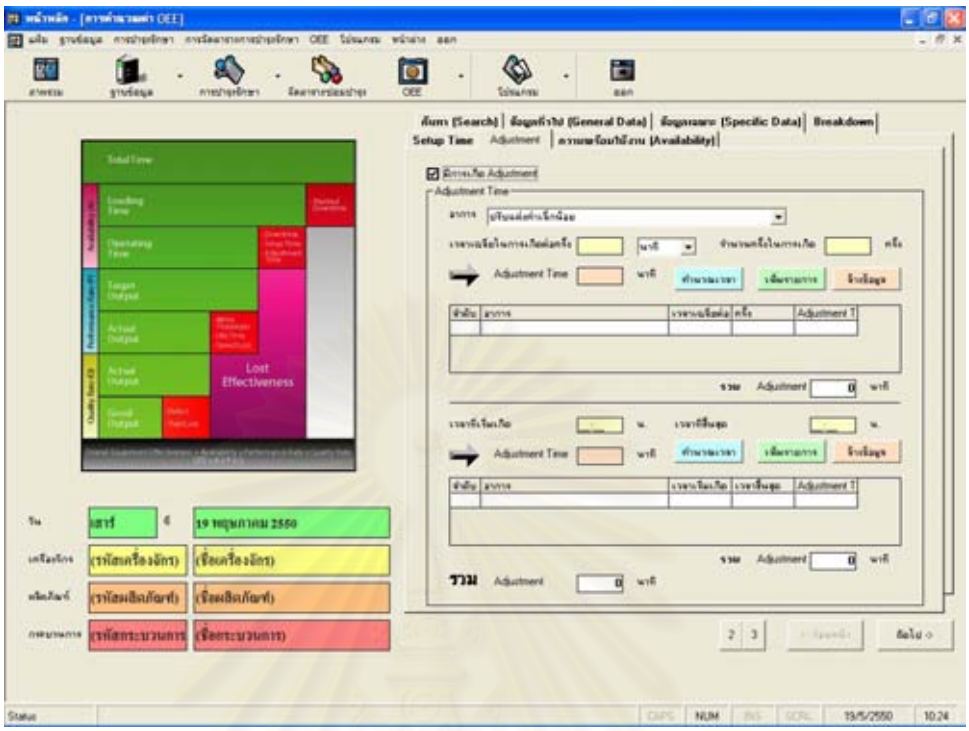
รูปที่ 5.40 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูลเฉพาะ



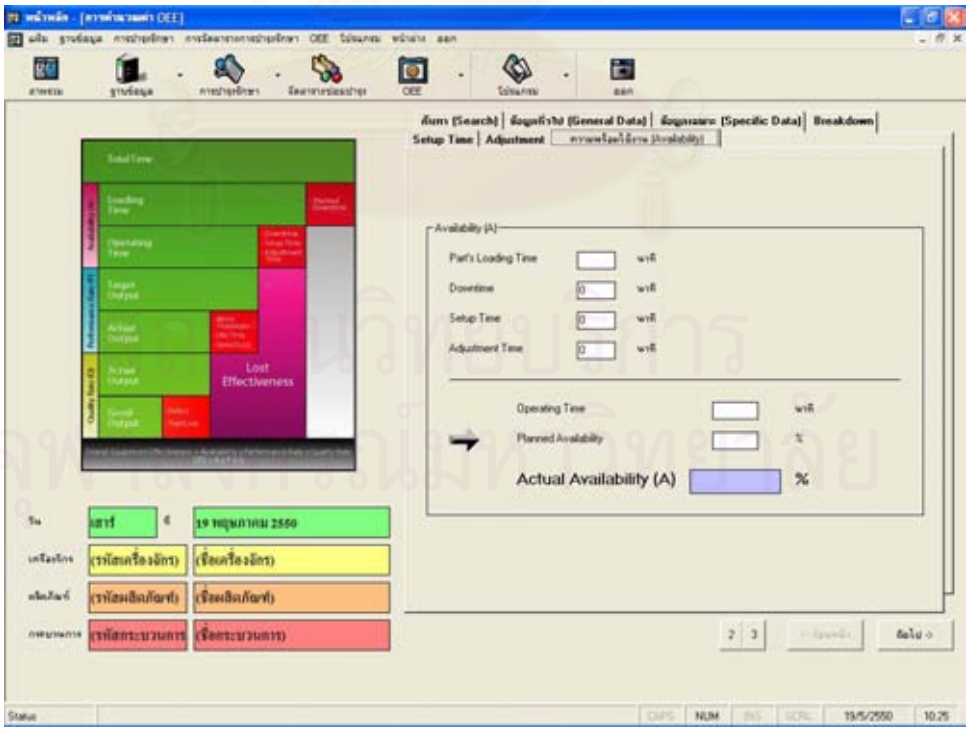
รูปที่ 5.41 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การขัดข้อง



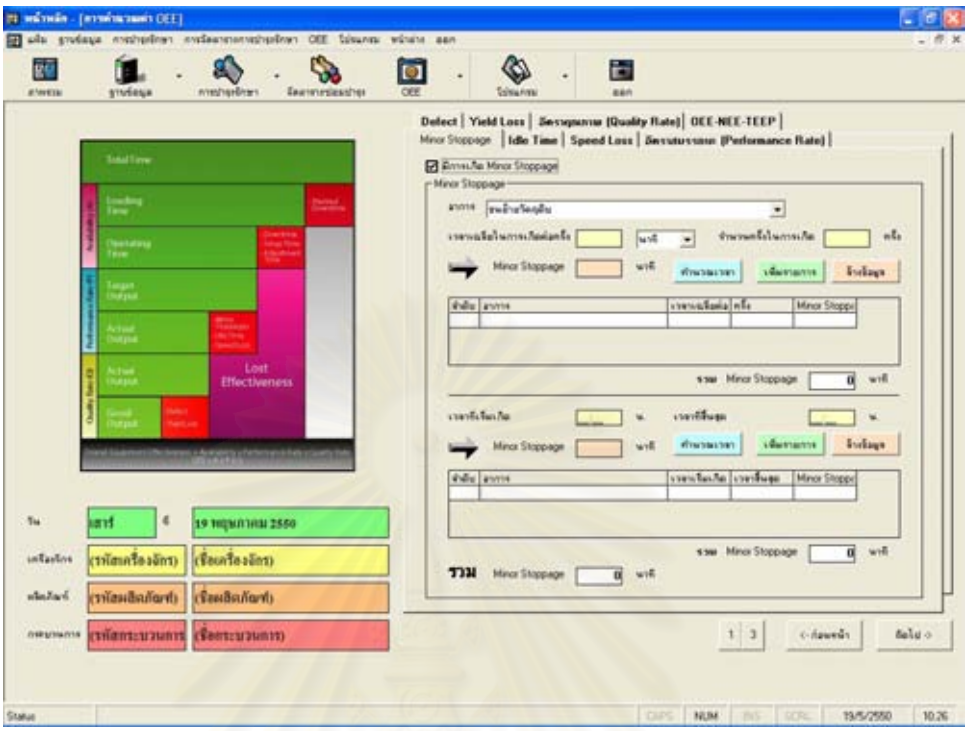
รูปที่ 5.42 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การปรับตั้ง



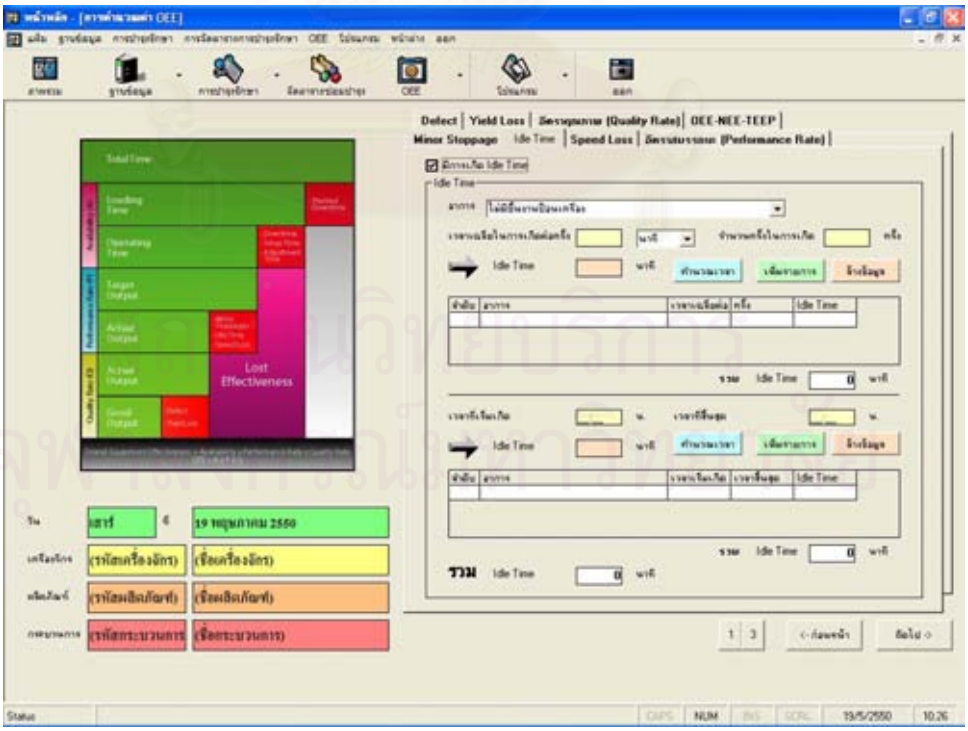
รูปที่ 5.43 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การปรับแต่ง



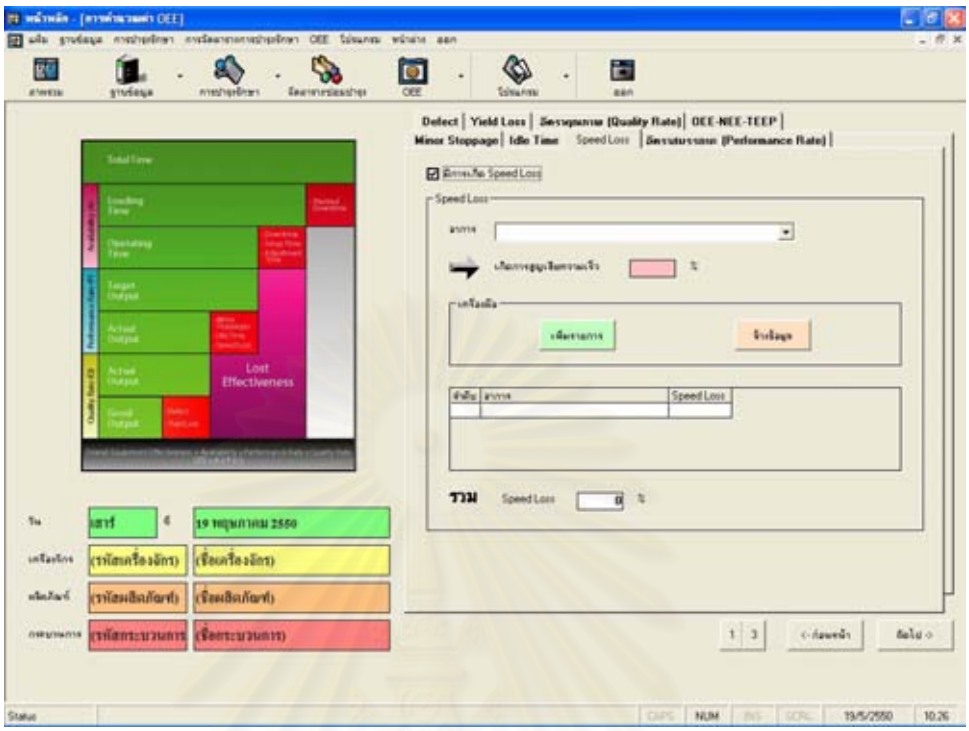
รูปที่ 5.44 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ความพร้อมในการใช้งาน



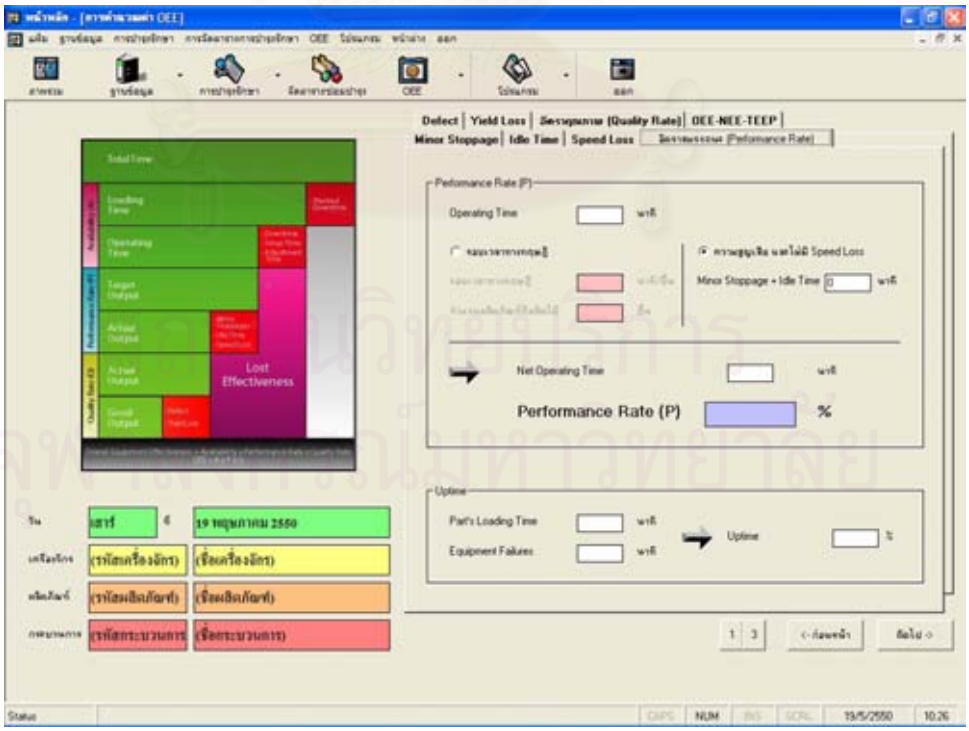
รูปที่ 5.45 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การหยุดสั้นๆ



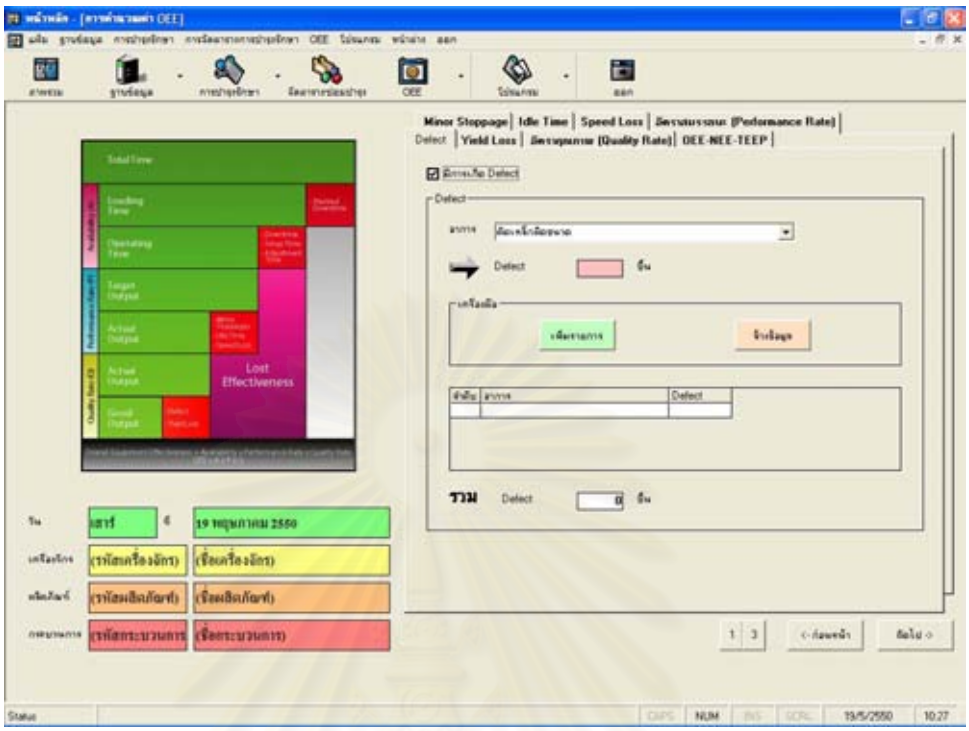
รูปที่ 5.46 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การเดินเครื่องตัวเปล่า



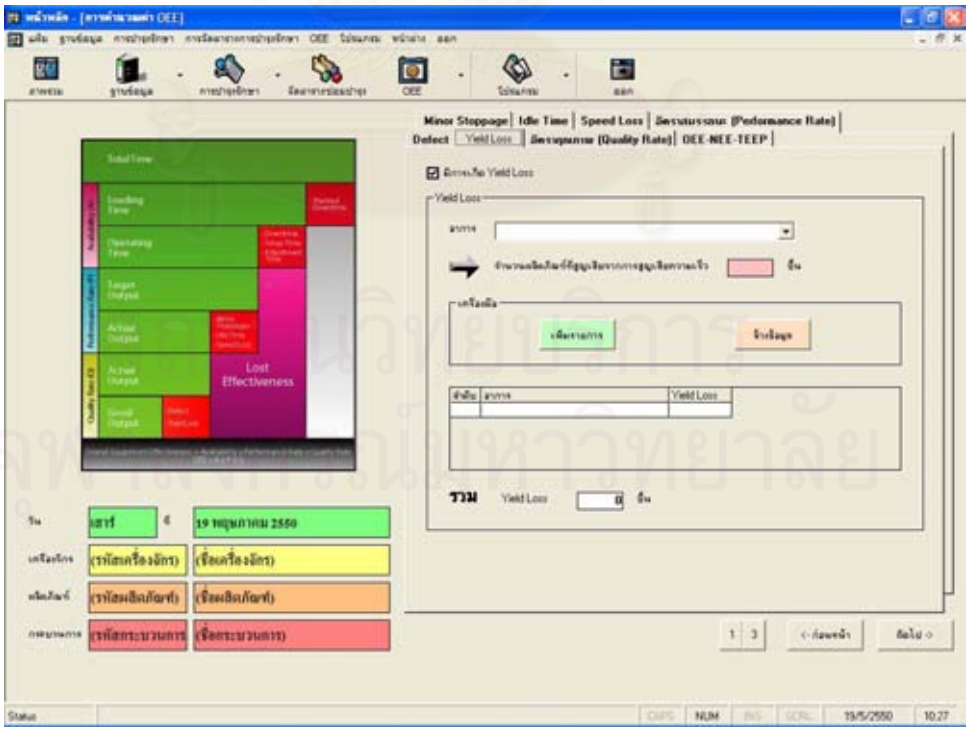
รูปที่ 5.47 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การสูญเสียความเร็ว



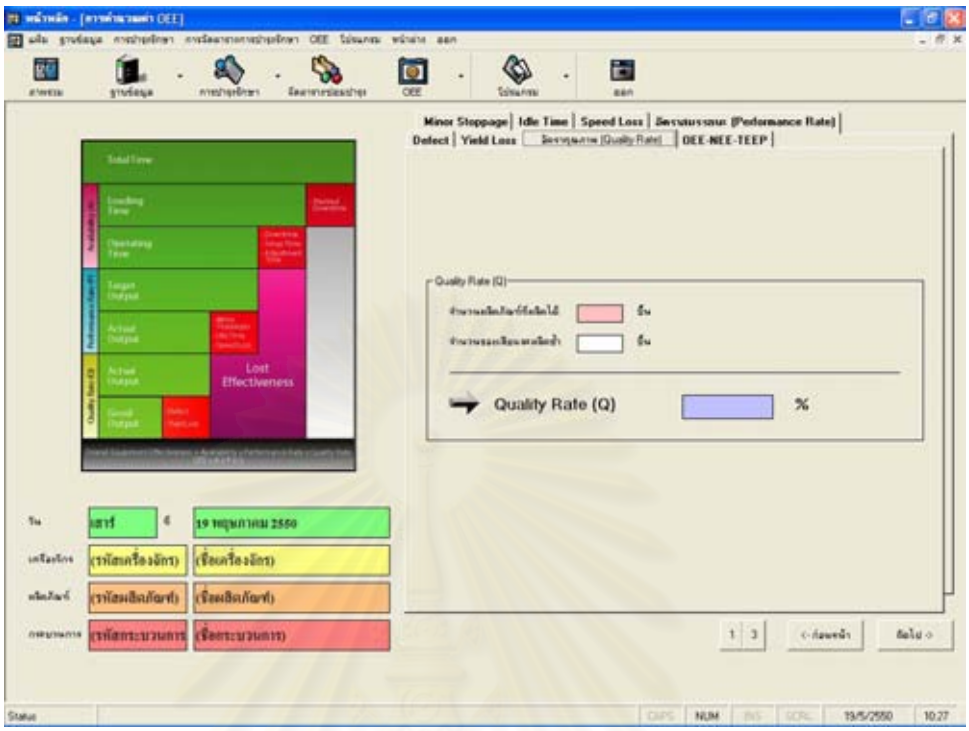
รูปที่ 5.48 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-อัตราสมรรถนะ



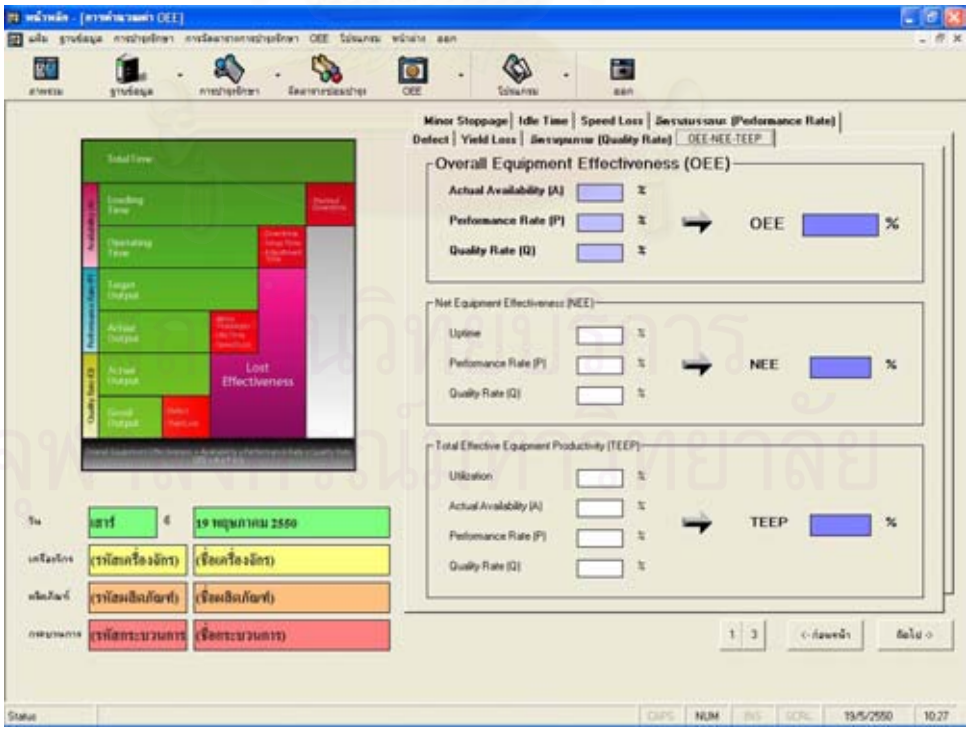
รูปที่ 5.49 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ของเสีย



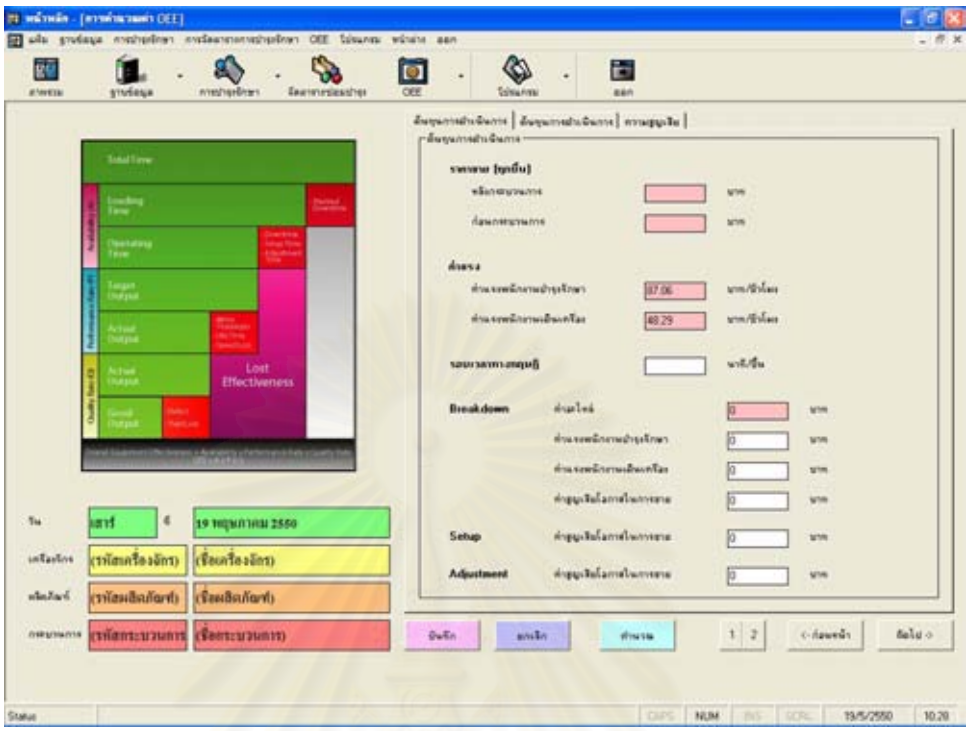
รูปที่ 5.50 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ผลผลิตลดลง



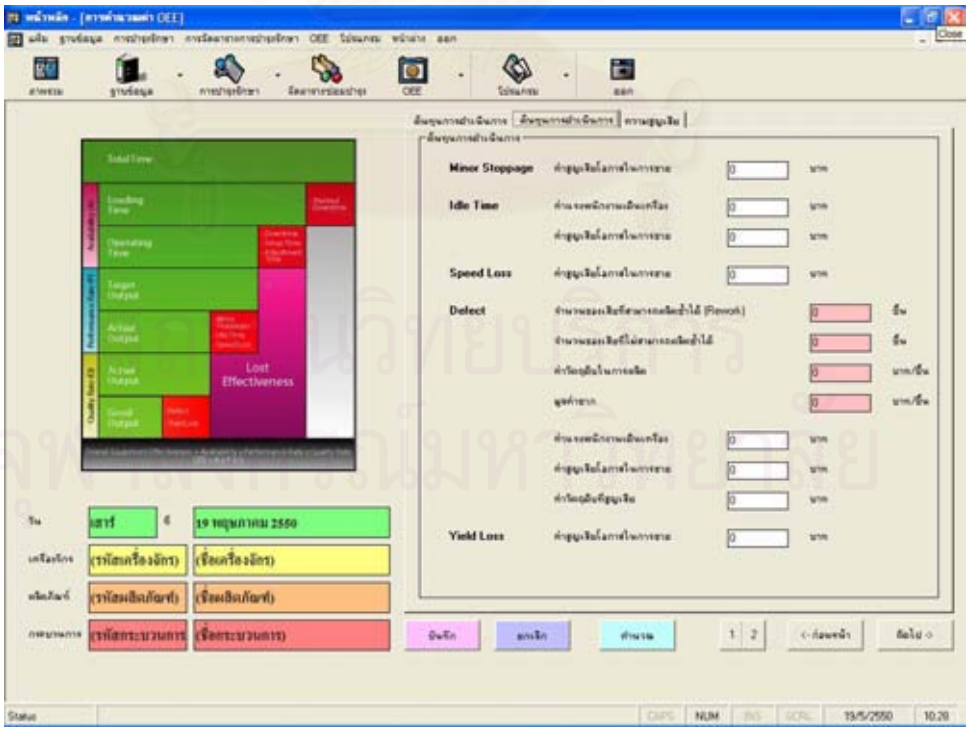
รูปที่ 5.51 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-อัตราคุณภาพ



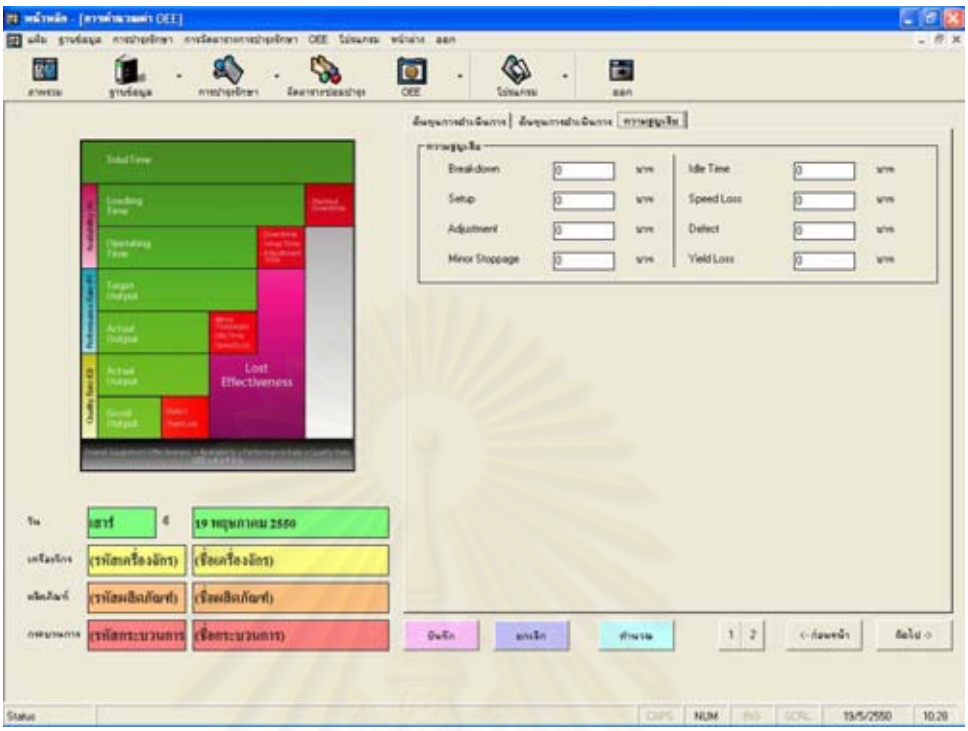
รูปที่ 5.52 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-OEE-NEE-TEEP



รูปที่ 5.53 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ต้นทุนการดำเนินการ-1



รูปที่ 5.54 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ต้นทุนการดำเนินการ-2



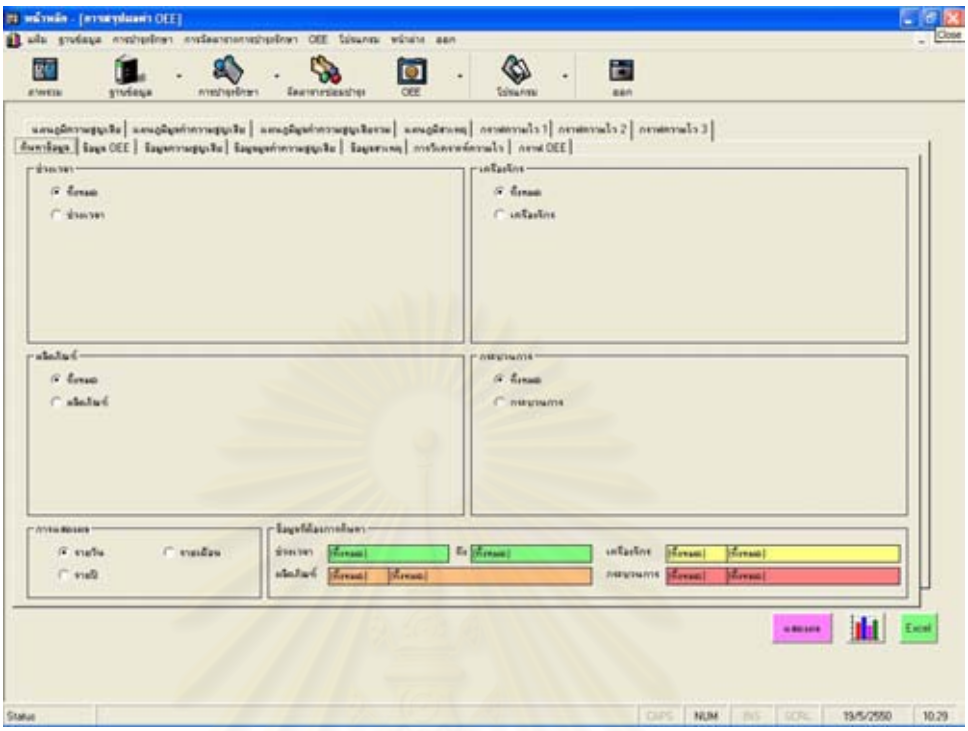
รูปที่ 5.55 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ความสูญเสีย

จากรูปที่ 5.38-5.55 หน้าต่างการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เป็นหน้าต่างในการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และมูลค่าความสูญเสีย เพื่อเก็บบันทึกเป็นฐานข้อมูล นอกจากนี้ยังสามารถที่จะแก้ไข และลบข้อมูลในฐานข้อมูลได้อีกด้วย

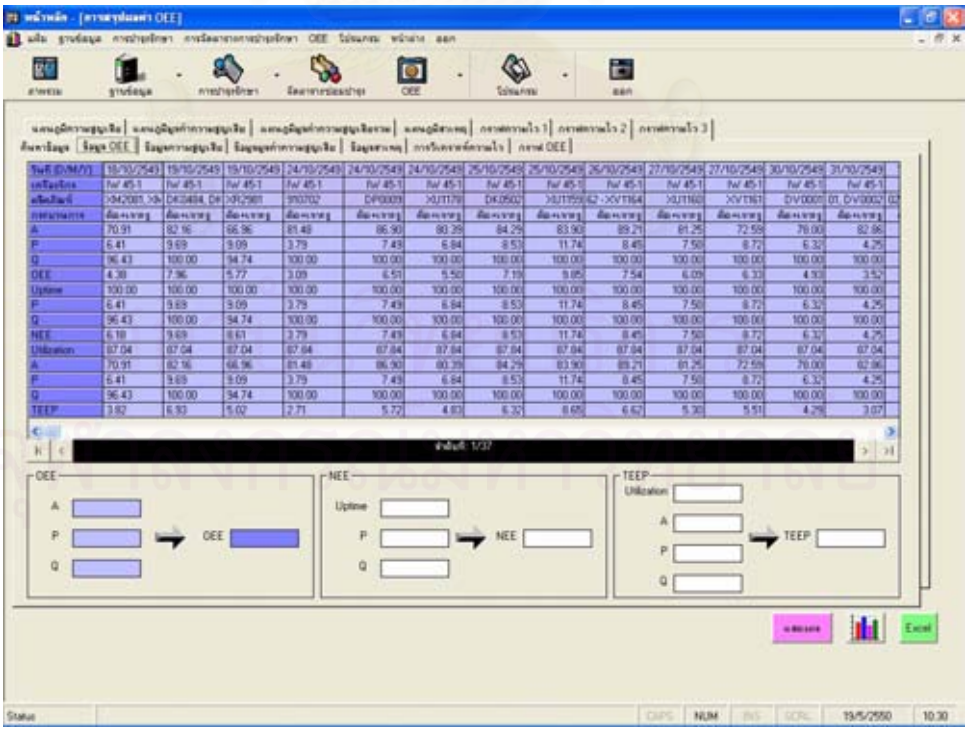
2) คำสั่งการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

คำสั่งการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 5.56-5.69

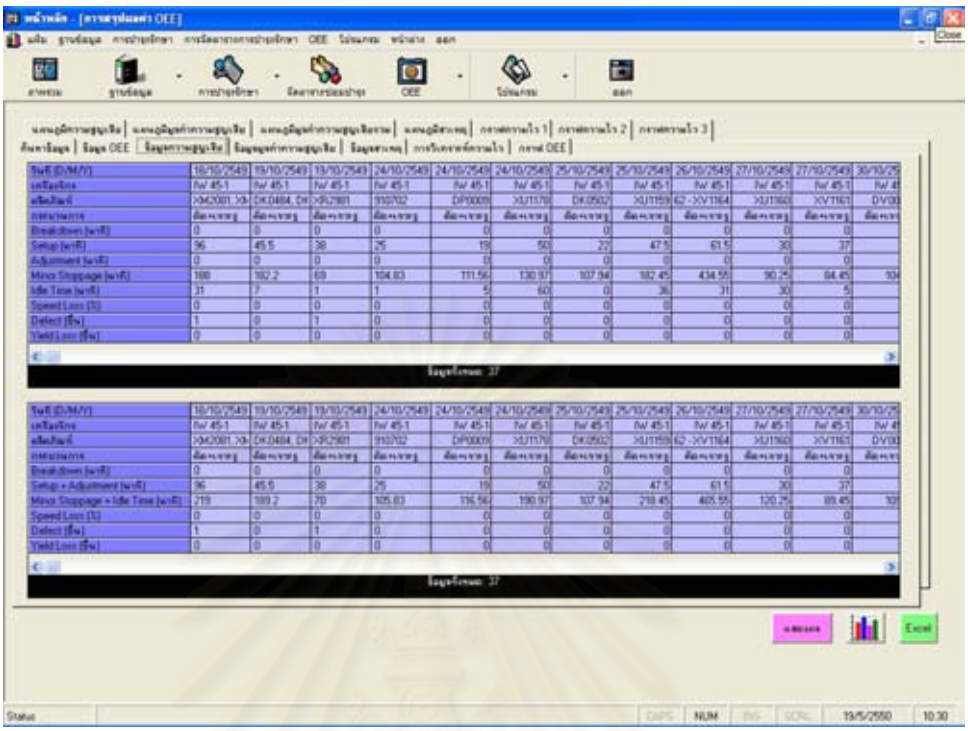
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



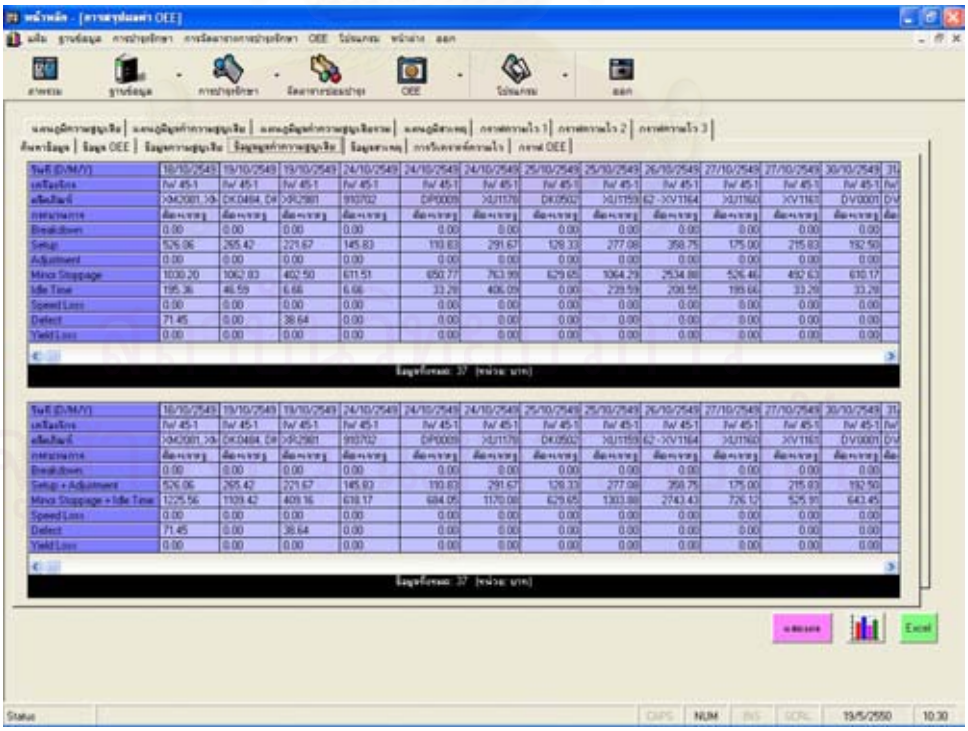
รูปที่ 5.56 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ค้นหาข้อมูล



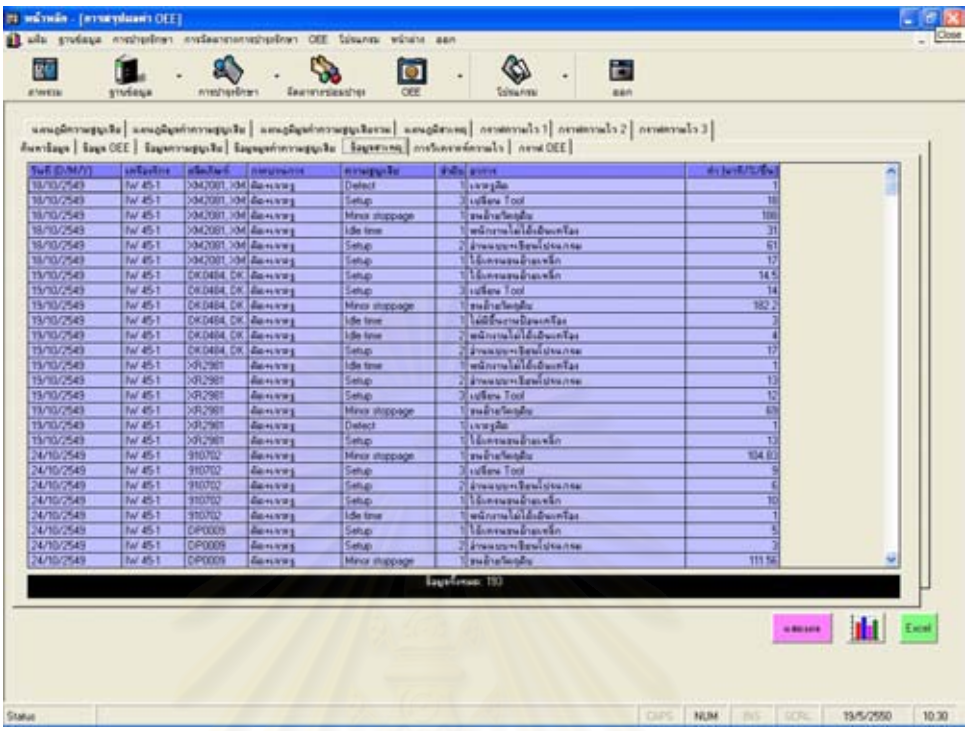
รูปที่ 5.57 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูล OEE



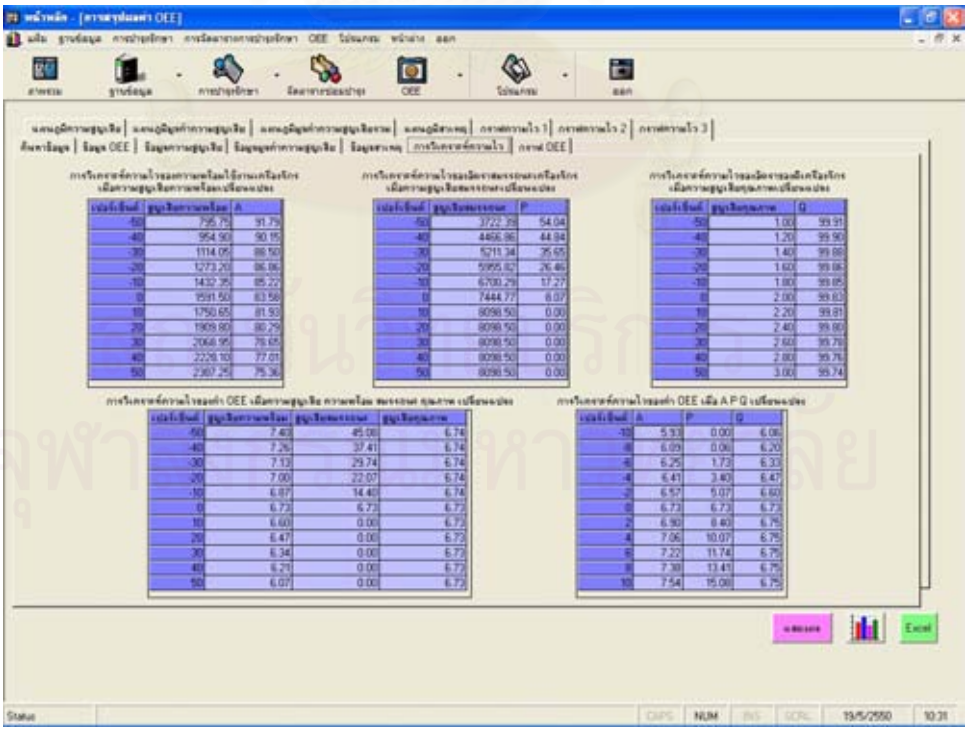
รูปที่ 5.58 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูลความสูญเสีย



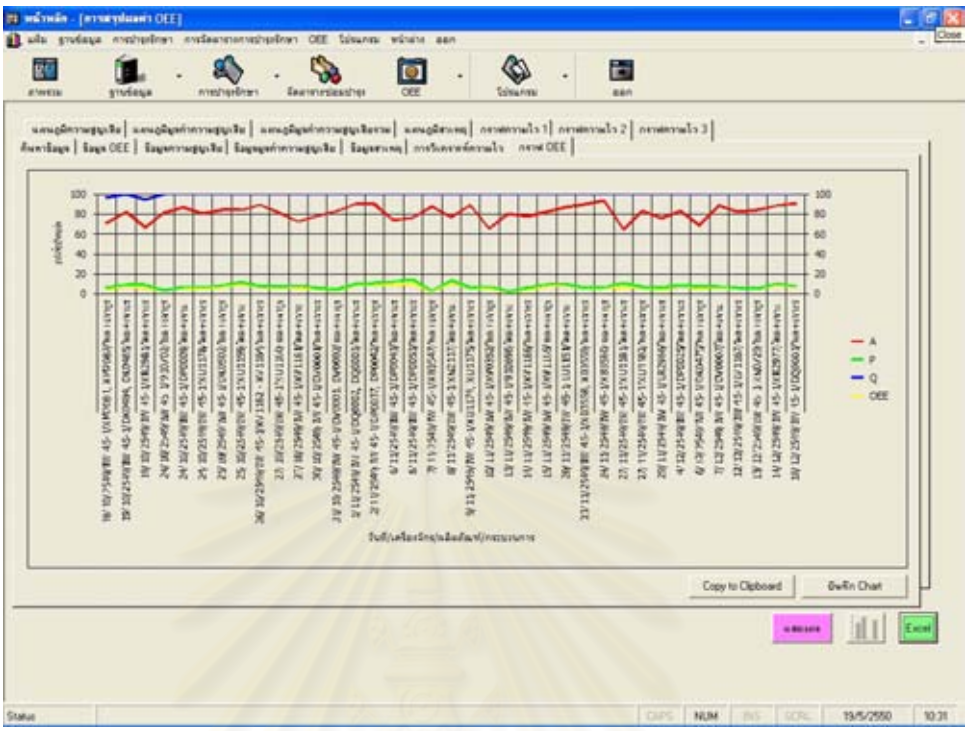
รูปที่ 5.59 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูลมูลค่าความสูญเสีย



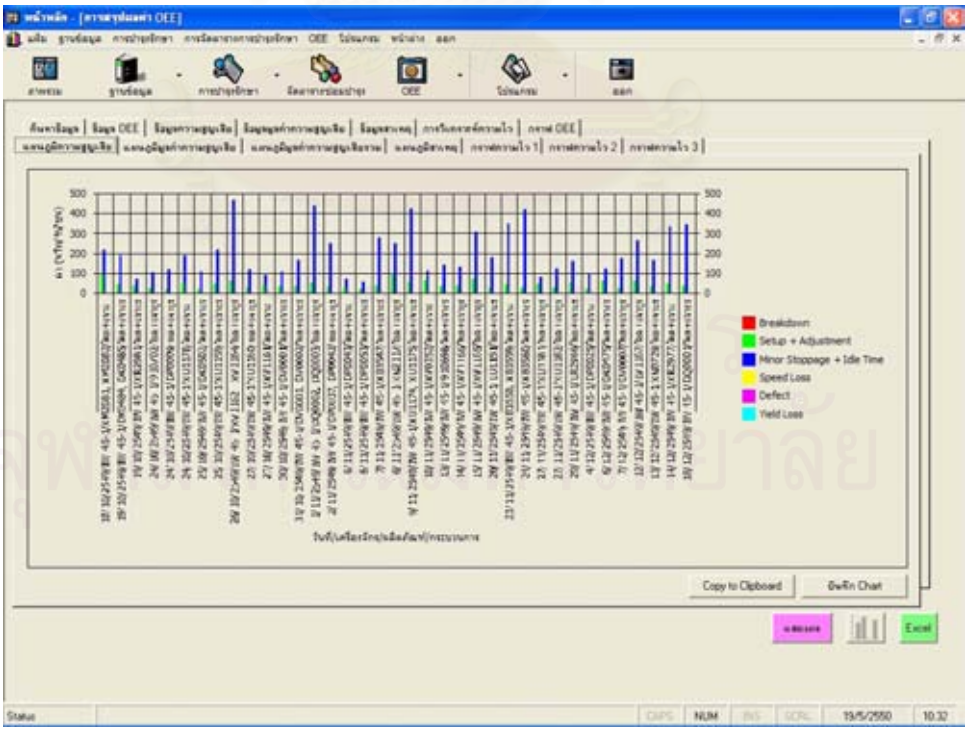
รูปที่ 5.60 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-ข้อมูลสาเหตุ



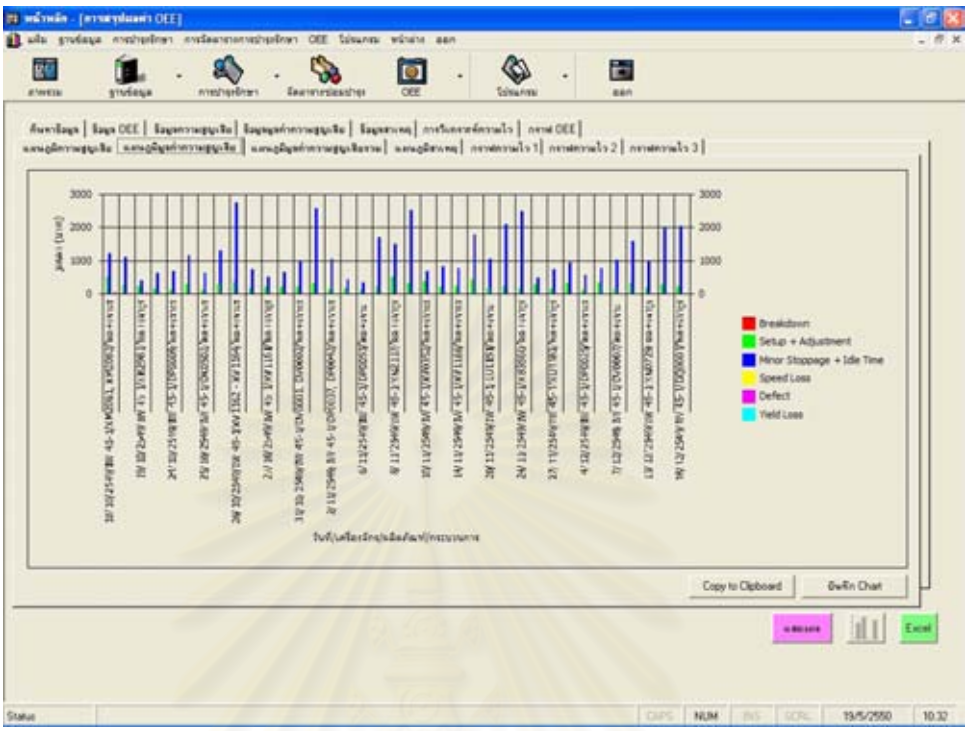
รูปที่ 5.61 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-การวิเคราะห์ความไว



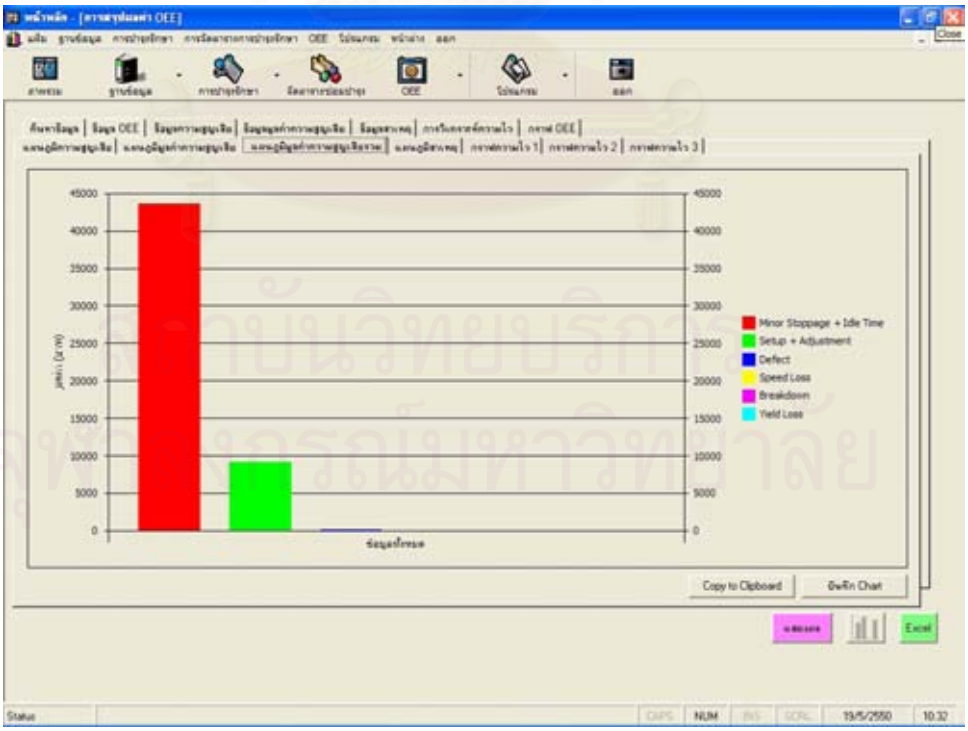
รูปที่ 5.62 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-กราฟ OEE



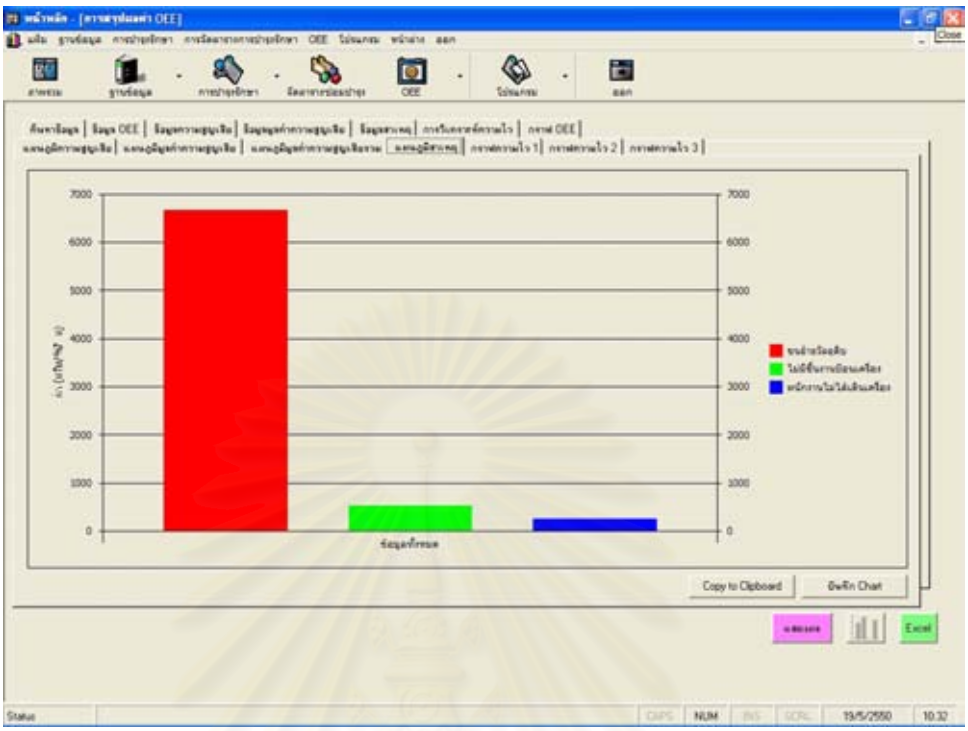
รูปที่ 5.63 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-แผนภูมิความสูญเสีย



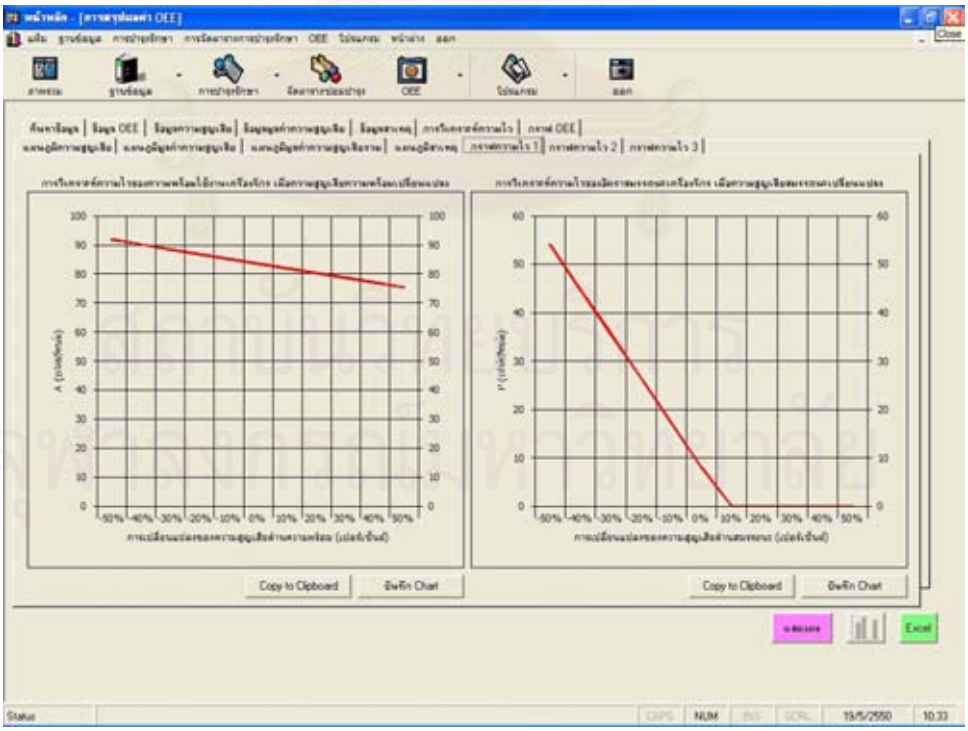
รูปที่ 5.64 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-แผนภูมิมูลค่าความสูญเสีย



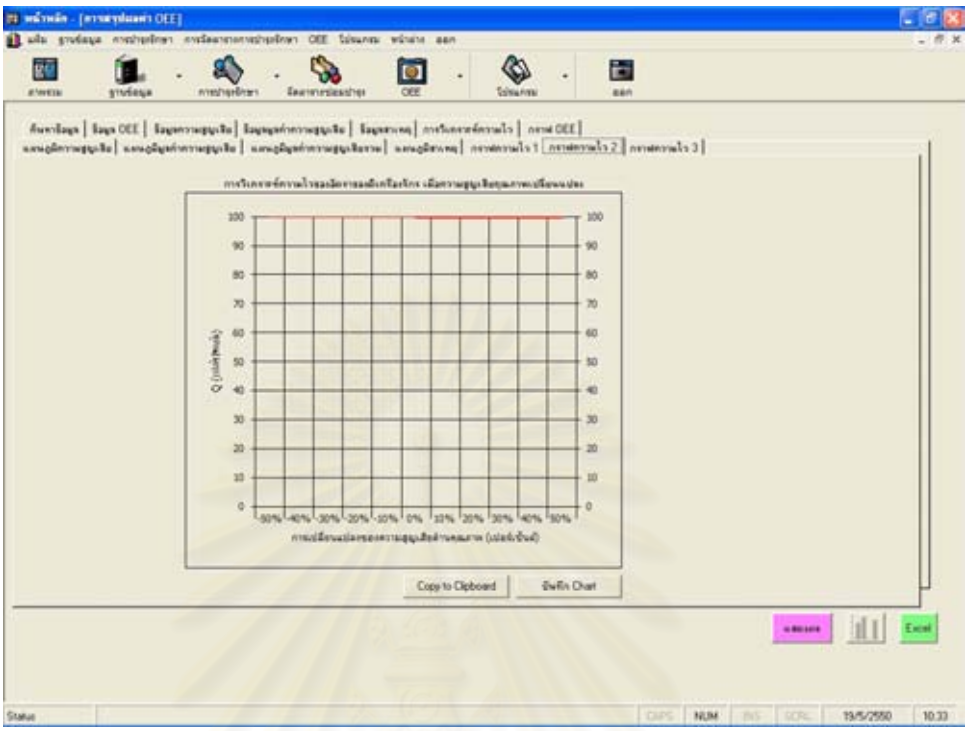
รูปที่ 5.65 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-แผนภูมิมูลค่าความสูญเสียรวม



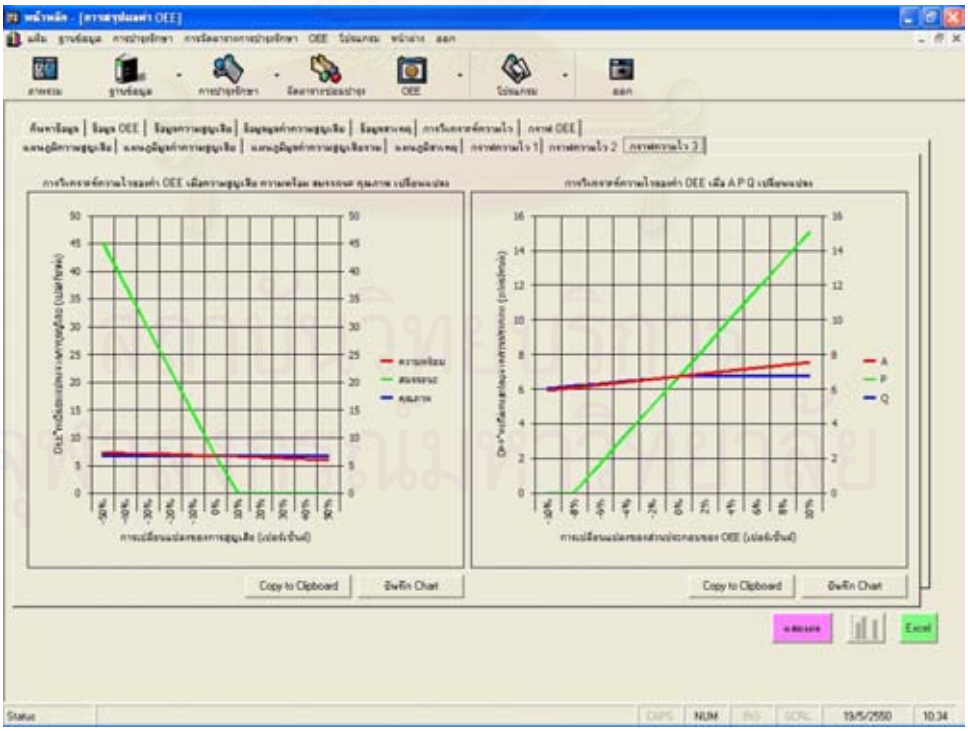
รูปที่ 5.66 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-แผนภูมิสาเหตุ



รูปที่ 5.67 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-กราฟความไว 1



รูปที่ 5.68 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-กราฟความไว 2



รูปที่ 5.69 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร-กราฟความไว 3

จากรูปที่ 5.56-5.69 หน้าต่างการสรุปผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เป็นหน้าต่างในการแสดงผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ความสูญเสีย มูลค่าความสูญเสีย การหาสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การวิเคราะห์ความไว และการแสดงกราฟและแผนภูมิต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

5.3.6 รายการเลือกหน้าต่าง

รายการเลือกหน้าต่างประกอบไปด้วยคำสั่งที่ใช้ในการจัดเรียงหน้าต่างที่เปิดพร้อมกันหลายหน้า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) คำสั่งจัดเรียง

คำสั่งจัดเรียงเป็นการสั่งให้คอมพิวเตอร์จัดเรียงหน้าต่างย่อยทั้งหมด

2) คำสั่งวางเรียงซ้อน

คำสั่งวางเรียงซ้อนเป็นการสั่งให้คอมพิวเตอร์จัดเรียงหน้าต่างแบบวางเรียงซ้อนกัน

3) คำสั่งวางแนวนอน

คำสั่งวางแนวนอนเป็นการสั่งให้คอมพิวเตอร์จัดเรียงหน้าต่างแบบวางแนวนอน

4) คำสั่งวางแนวตั้ง

คำสั่งวางแนวตั้งเป็นการสั่งให้คอมพิวเตอร์จัดเรียงหน้าต่างแบบวางแนวตั้ง

5.3.7 รายการเลือกออก

รายการเลือกออกเป็นคำสั่งที่ใช้ในการสั่งคอมพิวเตอร์ให้ปิดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

สำหรับบทที่ 6 เป็นการกล่าวถึงการนำความรู้ที่ได้จากการดำเนินการทางวิชาการไปปฏิบัติใช้กับโรงงานจำนวน 1 โรงงาน อีกทั้งเป็นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรที่ได้จากการดำเนินการทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าไปช่วยคำนวณ เก็บรวบรวม และช่วยวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เพื่อดำเนินการหาทางเลือก และปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรต่อไป

บทที่ 6

กรณีศึกษา

บทนี้เป็นการนำเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรสำหรับการเกิดความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการแบบต่างๆ รวมทั้งการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรไปใช้ในการปฏิบัติจริง ณ โรงงานกรณีศึกษาที่ดำเนินกิจการผลิตลิฟต์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

สำหรับการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรนั้นขึ้นอยู่กับความสูญเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด โดยมีแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ	แนวทางการปรับปรุง
เครื่องจักรขัดข้อง	การบำรุงรักษาตามแผน การบำรุงรักษาด้วยตนเอง
การปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักร	Single Minute Exchange of Die
การหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า การสูญเสียความเร็ว	การศึกษาวิธีการทำงาน การบำรุงรักษาตามแผน การบำรุงรักษาด้วยตนเอง
ของเสีย	การควบคุมคุณภาพ
ผลผลิตลดลง	การบำรุงรักษาตามแผน การบำรุงรักษาด้วยตนเอง

จากตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ประกอบไปด้วย การบำรุงรักษาตามแผน การบำรุงรักษาด้วยตนเอง Single Minute Exchange of Die การศึกษาวิธีการทำงาน และการควบคุมคุณภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

6.1.1 การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance)

การบำรุงรักษาตามแผน เป็นเสาหลักหนึ่งในการดำเนินการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ดำเนินการโดยฝ่ายบำรุงรักษาเพื่อให้เครื่องจักรมีความพร้อมในการใช้งาน (Availability, A) ที่สูง อันประกอบไปด้วยการบำรุงรักษาต่างๆ ดังนี้

1) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาล่วงหน้าเพื่อไม่ให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักรในระหว่างการใช้งาน และคงสภาพเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้

2) การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) เป็นการประเมินสภาพของเครื่องจักร โดยมีเป้าหมายสุดท้าย คือ การบำรุงรักษาอย่างทันเวลาเมื่อมีประสิทธิด้านต้นทุนมากที่สุด และก่อนที่เครื่องจักรจะเสีย ซึ่งจะช่วยประหยัดต้นทุนในการบำรุงรักษามากกว่าการบำรุงรักษาตามคาบเวลา

3) การบำรุงรักษาเชิงปรับปรุง (Corrective Maintenance) คือ การดำเนินการเพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื้อรัง โดยการดัดแปลง ปรับปรุง แก้ไขสภาพเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้อย่างมีคุณภาพ

4) การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention) คือ การดำเนินการต่างๆ เพื่อที่จะไม่ต้องดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักร หรือมีให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

5) การบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง (Breakdown Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรขัดข้องจนต้องหยุดการผลิต

6.1.2 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance, AM)

การบำรุงรักษาด้วยตนเอง เป็นเสาหลักหนึ่งในแปดอย่างของการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม โดยมีหลักการเป็นการเปลี่ยนความคิดของพนักงานเดินเครื่องเกี่ยวกับงานและเครื่องจักรผ่านการดูแลรักษาเครื่องจักรที่ตนเองรับผิดชอบ โดยไม่ปล่อยให้เป็นหน้าที่ของฝ่ายบำรุงรักษาเพียงอย่างเดียว เนื่องจากพนักงานเดินเครื่องเป็นผู้ที่รู้จักเครื่องจักรของตนเองมากที่สุด เพื่อสร้างสถานที่ทำงานที่มีประสิทธิภาพ สะดวกสบาย และถูกสุขลักษณะ อันประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1) การทำความสะอาดเบื้องต้น

2) การกำจัดสาเหตุของความสกปรก

3) การจัดทำมาตรฐานเบื้องต้น

4) การตรวจสอบโดยรวม

5) การปรับปรุงมาตรฐานและการตรวจสอบด้วยตนเอง

6) การจัดการสถานที่ทำงานโดยรอบ

7) การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

6.1.3 Single Minute Exchange of Die (SMED)

Single Minute Exchange of Die (SMED) เป็นวิธีการหนึ่งในการผลิตแบบลีน (Lean Production) สำหรับการลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการผลิต คือ เป็นการกำจัดเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรให้เหลือครั้งละไม่เกิน 10 นาที โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) แยกการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก และภายในออกจากกัน

2) เปลี่ยนการปรับตั้งเครื่องจักรภายในให้เป็นการปรับตั้งเครื่องจักรภายนอก

3) ปรับปรุงการทำงานต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การใช้ตัวจับยึด จิ๊ก การกำจัดการปรับแต่ง (Adjustment) และการนำเครื่องจักรมาทำงานแทนคน เป็นต้น

6.1.4 การศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาวิธีการทำงาน หมายถึง การบันทึกวิธีการทำงานอย่างมีระบบ และการตรวจตรา ทั้งวิธีการทำงานเดิม และวิธีการทำงานที่จะเสนอแนะขึ้นมาใหม่ เพื่อนำไปสู่การวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการปฏิบัติ อีกทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) เลือกงานที่จะทำการศึกษา

2) รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยการบันทึกวิธีการทำงานที่มีการปฏิบัติใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งต้องง่ายในการเข้าใจ

3) ตรวจตราข้อมูลอย่างละเอียด เป็นการดำเนินการเพื่อให้ทราบถึงต้นเหตุของปัญหา และนำไปสู่วิธีการทำงานที่ดีขึ้น ประกอบไปด้วย 4 ด้าน

- เพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็น
- เพื่อรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน
- เพื่อเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- เพื่อทำให้ขั้นการปฏิบัติงานที่จำเป็นนั้นง่ายขึ้น

4) พัฒนาวิธีการทำงานที่เหมาะสม เป็นขั้นตอนการบันทึกวิธีการทำงานใหม่ที่เสนอแนะให้ง่ายต่อการเข้าใจ และตรวจสอบอย่างละเอียด

5) ตั้งนิยามการทำงาน เป็นการกำหนดรายละเอียดของวิธีการทำงานใหม่ที่เสนอแนะไว้ในเอกสารการปฏิบัติงานมาตรฐาน

6) ทำการใช้วิธีการใหม่ ควรเริ่มต้นจากการโน้มน้าวให้บุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าใจ และเห็นประโยชน์ของวิธีการทำงานใหม่ แล้วจึงฝึกฝนพนักงานเดินเครื่องในการปฏิบัติงานตามขั้นตอนใหม่

7) ติดตามผลของการดำเนินการ และดำรงการปฏิบัติตามวิธีการใหม่

6.1.5 การควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพ คือ การบริหารงานในการควบคุมขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิตตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า โดยการจัดรูปแบบในการบริหารในการป้องกัน ค้นหา และแก้ไขสิ่งบกพร่องที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่ความสูญเสีย และของเสีย โดยมีเครื่องมือดังนี้

- <u>เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง</u>

  1) เอกสารการตรวจเช็ค (Check Sheet)

  2) การจัดเป็นชั้น (Stratification)

  3) กราฟและแผนภูมิแท่ง (Graph and Histogram)

  4) แผนภาพพาเรโต้ (Pareto Diagram)

  5) ผังก้างปลา (Cause & Effect Diagram)

  6) แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

  7) แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)

- <u>เครื่องมือคุณภาพใหม่ 7 อย่าง</u>

  1) แผนภูมิการจัดกลุ่มความคิด (Affinity Diagram)

  2) แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ (Relation Diagram)

  3) แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram)

  4) แผนภูมิเมตริกซ์ (Matrix Diagram)

  5) แผนภาพการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเมตริกซ์ (Matrix Data Analysis Chart)

6) แผนภาพทางเลือกตัดสินใจเพื่อบริหารความเสี่ยง (Process Decision Program Chart)

7) แผนภูมิลูกศร (Arrow Diagram)

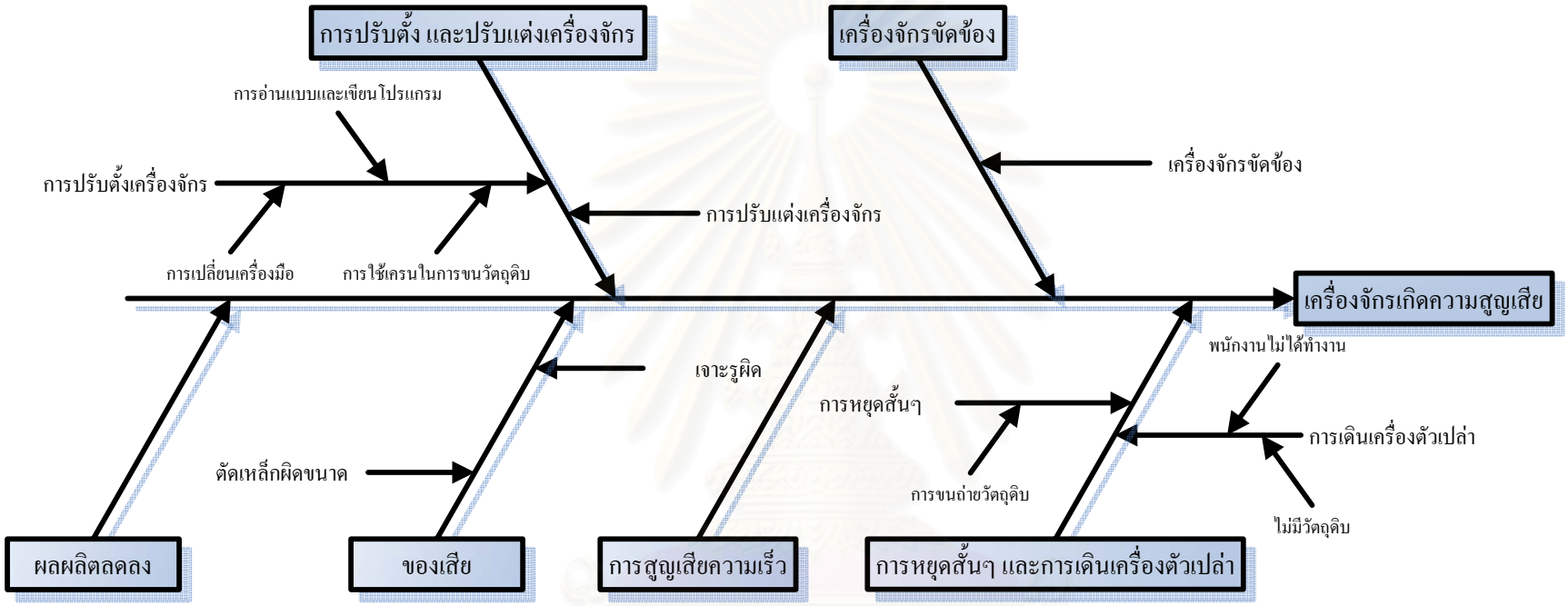
6.2 การแจกแจงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ

เครื่องจักรแต่ละเครื่องนั้นมีความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการไม่เหมือนกัน สำหรับการแจกแจงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการนี้จะเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลความสูญเสียจากการสอบถามเบื้องต้น จากนั้นจึงเป็นการออกแบบเอกสารบันทึกเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

6.2.1 การรวบรวมข้อมูลความสูญเสียจากการสอบถามเบื้องต้น

จากการเข้าไปศึกษาข้อมูลเบื้องต้นโดยการสัมภาษณ์พนักงานเดินเครื่องทำให้ทราบถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (Iron Worker Machine) ซึ่งสามารถแจกแจงความสูญเสียต่างๆ ดังรูปที่ 6.1 และตารางที่ 6.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.1 ความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรแยกตามความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 รายละเอียดความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ

ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่	ความหมาย	ข้อมูล	แหล่งข้อมูล	เอกสารที่มีอยู่เดิม
เครื่องจักรขัดข้อง	เครื่องจักรเสียจนไม่สามารถเดินเครื่องได้ในเวลาวางแผนที่จะใช้เครื่อง	เวลาที่เครื่องเริ่มเสีย เวลาที่เริ่มซ่อมบำรุง เวลาที่ซ่อมบำรุงเสร็จ เวลาที่เริ่มเดินเครื่อง	พนักงานเดินเครื่อง พนักงานบำรุงรักษา พนักงานบำรุงรักษา พนักงานเดินเครื่อง	ใบแจ้งซ่อม และใบสั่งซ่อม
การปรับตั้งเครื่องจักร	การเตรียมงาน ได้แก่ พนักงานอ่าน DI ค้นหาแบบทางวิศวกรรม เขียนแบบ เขียนโปรแกรมลงเครื่องจักร และเปลี่ยนเครื่องมือ	ระยะเวลาในการอ่าน DI ค้นหาแบบทางวิศวกรรม เขียนแบบและเขียนโปรแกรม จำนวนครั้งในการเปลี่ยนเครื่องมือ เวลาเฉลี่ยในการเปลี่ยนเครื่องมือแต่ละครั้ง	พนักงานเดินเครื่อง	
การหยุดสั้นๆ	เครื่องจักรมีความพร้อมในการทำงาน แต่ไม่ได้มีการเดินเครื่องจักร ขณะที่พนักงานเดินเครื่องทำงานอื่นอยู่ ได้แก่ การขนถ่ายวัตถุดิบ	ระยะเวลาเดินเครื่อง ระยะเวลาที่เครื่องจักรทำงาน	พนักงานเดินเครื่อง	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 รายละเอียดความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (ต่อ)

ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่	ความหมาย	ข้อมูล	แหล่งข้อมูล	เอกสารที่มีอยู่เดิม
การเดินเครื่องตัวเปล่า	เครื่องจักรมีความพร้อมในการทำงาน แต่พนักงานเดินเครื่องว่าง ทำให้เกิดความสูญเสีย ได้แก่ พนักงานไม่ได้ทำงาน และไม่มีวัตถุดิบในการผลิต	ระยะเวลาที่พนักงานไม่ได้เดินเครื่องจักร ระยะเวลาที่ไม่มีวัตถุดิบในการผลิต	พนักงานเดินเครื่อง	
ของเสีย	การผลิตของเสียไม่ว่าจะสามารถนำไปทำซ้ำใหม่ได้หรือไม่ ได้แก่ การตัดเหล็กผิดขนาด และการเจาะรูผิด	จำนวนของเสียที่สามารถนำไปทำซ้ำได้ จำนวนของเสียที่ไม่สามารถนำไปทำซ้ำได้	พนักงานเดินเครื่อง พนักงานเดินเครื่องในกระบวนการถัดไป	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 6.1 ทำให้เห็นว่าสำหรับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์มีความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ไม่ถึง 6 ประการ โดยมีเพียง 4 ประการ ได้แก่ 1) เครื่องจักรขัดข้อง 2) การปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักร 3) การหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า และ 4) ของเสีย

6.2.2 การออกแบบเอกสารบันทึก

จากตารางที่ 6.2 ได้แสดงถึงความหมาย ข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณความสูญเสีย แหล่งข้อมูล ส่วนใหญ่จะทราบได้จากพนักงานเดินเครื่อง และเอกสารในการบันทึกข้อมูลความสูญเสียนั้นมีเพียงใบแจ้งซ่อมและสั่งซ่อมเท่านั้น จึงต้องมีการออกแบบเอกสารเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการบันทึกความสูญเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 6.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>เอกสารบันทึกความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ</u> เครื่องไอออนเวิร์คเคอร์

วันที่ _____ เวลา _____ - _____ โปรเจ็ค _____

	การปรับตั้งเครื่องจักร		
รายการ	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	อ่านแบบ + เขียนโปรแกรม	เปลี่ยนเครื่องมือ
ระยะเวลา (นาที)			

	การเดินเครื่องตัวเปล่า	
รายการ	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง
ระยะเวลา (นาที)		

	ของเสีย		
รายการ	เจาะรู	ตัดเหล็ก	
	แก้ไข (ชิ้น)	แก้ไข (ชิ้น)	เสีย (ชิ้น)

รูปที่ 6.2 เอกสารบันทึกความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ

จากรูปที่ 6.2 เอกสารบันทึกความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ เป็นเอกสารที่สร้างขึ้นเพื่อบันทึกข้อมูลการปรับตั้งเครื่องจักร การเดินเครื่องตัวเปล่า และของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตเนื่องจากความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการเหล่านี้ยังไม่มีเอกสารในการบันทึก

6.3 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นจึงเป็นการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อได้ออกแบบเอกสารบันทึกความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการแล้ว จึงนำไปใช้บันทึกกับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ ณ โรงงานผลิตลิฟต์ ตั้งแต่วันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2549 ถึง 18 ธันวาคม พ.ศ. 2549 เพื่อนำข้อมูลไปคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต่อไป

ทั้งนี้ระยะเวลาในทางทฤษฎีที่เครื่องจักรทำงานนั้นเกิดจากการทำงานของเครื่องจักร 2 ส่วน คือ เวลาที่ใช้ในการตัดหรือเจาะ และเวลาที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งตัดหรือเจาะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.3.1.1 เวลาที่ใช้ในการตัดหรือเจาะ

หัวข้อนี้เป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ในการตัดหรือเจาะชิ้นงาน โดยนับเริ่มตั้งแต่หัวตัดหรือหัวเจาะเริ่มเคลื่อนที่ลงเพื่อตัดหรือเจาะชิ้นงาน จนกระทั่งตัดหรือเจาะชิ้นงานเสร็จ และเคลื่อนที่ขึ้นกลับสู่ที่เดิม โดยมีรายละเอียดการศึกษาเวลาดังตารางที่ 6.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.3 เวลาปกติที่ใช้ในการตัดหรือเจาะ

OBSERVATION SHEET										TOTAL TIME	NO. OF OBSERVATIONS	AVERAGE TIME	READING OCCUR. MOST FREQUENTLY	MINIMUM TIME	REPRESENTATIVE TIME	RATING	NORMAL TIME
DEPARTMENT					DATE												
FOREMAN					OPERATOR												
OPERATION	กระบวนการตัดหรือเจาะ				OBSERVER												
NO.	ELEMENT	1	2	3	4	5	6	7	8								
1	เวลาในการตัดหรือเจาะ (วินาที)	1.88	1.62	1.57	1.8	1.73	1.64	1.8	1.75								
		1.85	1.82	1.88	1.68	1.83	1.63	1.72	1.83								
		1.84	1.7	1.74	1.71	1.81	1.56	1.7	1.67								
		1.58	1.74	1.89	1.84	1.79	1.79	1.77	1.84								
		1.69	1.92	1.77	2.02	2.2	1.8	1.78	1.8								
		1.77	1.96	1.8	1.75	1.93	1.87	1.83	1.75								
		1.88	1.76	1.81	1.74	1.86	1.87	1.82	1.83	107.53	60	1.7922	1.8	1.56	1.7922	100	1.7922
		1.75	1.75	1.97	1.85												

NO.	INFREQUENT ELEMENTS	OCCURANCE	TIME	RATING	NORM. TIME	REMARK
						START STOP
						ELAPSED NO. UNITS
						UNITS PER HOUR

จากตารางที่ 6.3 ได้แสดงถึงข้อมูลเวลาปกติที่ใช้ในการตัดหรือเจาะชิ้นงาน โดยทำการเก็บข้อมูลเวลาทั้งหมด 60 ข้อมูล แล้วมาทำการคำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.7922 วินาที และเนื่องจากเวลาปกตินี้เป็นค่าที่เครื่องจักรทำงานจึงไม่มีการคิดค่าเผื่อ ดังนั้น เวลามาตรฐานที่ใช้ในการตัดหรือเจาะชิ้นงานจึงเท่ากับ 1.7922 วินาที

6.3.1.2 เวลาที่กำหนดตำแหน่งในการตัดหรือเจาะ

หัวข้อนี้เป็นการศึกษาเวลาที่กำหนดตำแหน่งในการตัดหรือเจาะ โดยนับตั้งแต่ตัวหยุด (Stopper) เริ่มเคลื่อนที่ไปในแนวราบจนกระทั่งหยุดเมื่อถึงระยะที่กำหนดตามที่พนักงานเดินเครื่องได้โปรแกรมไว้ โดยมีรายละเอียดการศึกษาเวลาดังตารางที่ 6.4 และ 6.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.4 การศึกษาเวลาที่กำหนดตำแหน่งในการตัดหรือเจาะ

ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (มิลลิเมตร)	เวลาเคลื่อนที่ 1 มิลลิเมตร (วินาที/มิลลิเมตร)	ครั้งที่	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (มิลลิเมตร)	เวลาเคลื่อนที่ 1 มิลลิเมตร (วินาที/มิลลิเมตร)
1	3.49	1,534.50	0.002274	21	3.8	1,734.50	0.002191
2	3.81	1,534.50	0.002483	22	3.88	1,734.50	0.002237
3	3.91	1,534.50	0.002548	23	4.05	1,734.50	0.002335
4	3.79	1,534.50	0.002470	24	3.91	1,734.50	0.002254
5	3.83	1,534.50	0.002496	25	4.01	1,734.50	0.002312
6	3.58	1,534.50	0.002333	26	4.14	1,734.50	0.002387
7	3.88	1,490.00	0.002604	27	4.04	1,719.50	0.002350
8	3.5	1,490.00	0.002349	28	4.05	1,719.50	0.002355
9	3.51	1,490.00	0.002356	29	3.8	1,719.50	0.002210
10	3.66	1,490.00	0.002456	30	4.04	1,719.50	0.002350
11	6.86	3,194.50	0.002147	31	3.95	1,719.50	0.002297
12	6.89	3,194.50	0.002157	32	4.31	1,719.50	0.002507
13	7.09	3,194.50	0.002219	33	3.97	1,719.50	0.002309
14	6.98	3,194.50	0.002185	34	3.98	1,719.50	0.002315
15	3.64	1,764.00	0.002063	35	4.14	1,719.50	0.002408
16	3.92	1,764.00	0.002222	36	4.13	1,719.50	0.002402
17	2.69	1,030.00	0.002612	37	4.04	1,719.50	0.002350
18	2.75	1,030.00	0.002670	38	4.29	1,719.50	0.002495
19	3.95	1,734.50	0.002277				
20	4.06	1,734.50	0.002341				

ตารางที่ 6.5 เวลาปกติที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งในการตัดหรือเจาะ

OBSERVATION SHEET										TOTAL	NO. OF OBSERVATIONS	AVERAGE TIME	READING OCCUR. MOST FREQUENTLY	MINIMUM TIME	REPRESENTATIVE TIME	RATING	NORMAL TIME
DEPARTMENT				DATE													
FOREMAN				OPERATOR													
OPERATION	การเคลื่อนที่ของตัวหยุด			OBSERVER													
NO.	ELEMENT	1	2	3	4	5	6	7	8								
2	เวลาที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งในการตัดหรือเจาะ (วินาทีต่อมิลลิเมตร)	0.002274	0.002483	0.002548	0.002470	0.002496	0.002333	0.002604	0.002349								
		0.002356	0.002456	0.002147	0.002157	0.002219	0.002185	0.002063	0.002222								
		0.002612	0.002670	0.002277	0.002341	0.002191	0.002237	0.002335	0.002254								
		0.002312	0.002387	0.002350	0.002355	0.002210	0.002350	0.002297	0.002507								
		0.002309	0.002315	0.002408	0.002402	0.002350	0.002495										
										0.0893	38	0.002351	0.00235	0.002063	0.002351	100	0.002351

NO.	INFREQUENT ELEMENTS	OCCURANCE	TIME	RATING	NORM. TIME	REMARK
						START STOP
						ELAPSED NO. UNITS
						UNITS PER HOUR

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 6.4 ได้แสดงถึงข้อมูลการศึกษาเวลาที่กำหนดตำแหน่งในการตัดหรือเจาะชิ้นงาน โดยทำการเก็บข้อมูลเวลาทั้งหมด 38 ข้อมูล แล้วมาทำการคำนวณหาเวลาที่ตัวหยุด (Stopper) เคลื่อนที่ 1 มิลลิเมตร และนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time) ในตารางที่ 6.5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.002351 วินาทีต่อมิลลิเมตร และเนื่องจากเวลาปกตินี้เป็นค่าที่เครื่องจักรทำงาน จึงไม่มีการคิดค่าเผื่อ ดังนั้น เวลามาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งในการตัดหรือเจาะจึงเท่ากับ 0.002351 วินาทีต่อมิลลิเมตร

6.3.2 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

จากการรวบรวมข้อมูลที่ได้มีการบันทึกในเอกสารบันทึกความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการนั้น ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก เช่น ผลิตภัณฑ์ XM2081 และ XM2082

พนักงานเดินเครื่องเริ่มทำงานตั้งแต่ 9:30-16:10 น. คิดเป็น	400	นาที
เมื่อหักเวลาพักเที่ยง 50 นาที และเวลาพักช่วงบ่าย 20 นาที คิดเป็น	110	นาที
เวลารับภาระงาน คิดเป็น (400-110)	330	นาที
เวลาปรับตั้งเครื่องจักร	96	นาที
เวลาเดินเครื่อง คิดเป็น (330-96)	234	นาที
ความพร้อมในการใช้งาน (A) คิดเป็น $\left(\frac{234}{330}\times 100\right)$	70.91	เปอร์เซ็นต์
การหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่ามีความสูญเสีย	219	นาที
เวลาเดินเครื่องสุทธิ คิดเป็น (234-219)	15	นาที
อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (P) คิดเป็น $\left(\frac{15}{234}\times 100\right)$	6.41	เปอร์เซ็นต์
จำนวนผลิตภัณฑ์	28	ชิ้น
เกิดของเสีย	1	ชิ้น
ของดี คิดเป็น (28-1)	27	ชิ้น
อัตราของดี (Q) คิดเป็น $\left(\frac{27}{28}\times 100\right)$	96.43	เปอร์เซ็นต์
ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) (0.7091 × 0.0641 × 0.9643 × 100)	4.38	เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้ข้อมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.6 และรูปที่ 6.3

ตารางที่ 6.6 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	A	P	Q	OEE
18/10/2006	IW 45-1	XM2081, XM2082 2 ตัว	ตัด+เจาะรู	70.91	6.41	96.43	4.38
19/10/2006	IW 45-1	DK0484, DK0485 2 ตัว	ตัด+เจาะรู	82.16	9.69	100	7.96
19/10/2006	IW 45-1	XR2981 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	66.96	9.09	94.74	5.77
24/10/2006	IW 45-1	910702 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	81.48	3.79	100	3.09
24/10/2006	IW 45-1	DP0009 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	86.9	7.49	100	6.51
24/10/2006	IW 45-1	XU1178 2 ตัว	ตัด+เจาะรู	80.39	6.84	100	5.5
25/10/2006	IW 45-1	DK0502 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	84.29	8.53	100	7.19
25/10/2006	IW 45-1	XU1159 3 ตัว	ตัด+เจาะรู	83.9	11.74	100	9.85
26/10/2006	IW 45-1	XV1162 - XV1164 5 ตัว	ตัด+เจาะรู	89.21	8.45	100	7.54
27/10/2006	IW 45-1	XU1160 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	81.25	7.5	100	6.09
27/10/2006	IW 45-1	XV1161 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	72.59	8.72	100	6.33
30/10/2006	IW 45-1	DV0001 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	78	6.32	100	4.93
31/10/2006	IW 45-1	DV0001, DV0002 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	82.86	4.25	100	3.52
1/11/2006	IW 45-1	DQ0002, DQ0003 5 ตัว	ตัด+เจาะรู	90.37	10.02	100	9.06
2/11/2006	IW 45-1	DP0037, DP0042 3 ตัว	ตัด+เจาะรู	89.68	10.94	100	9.81

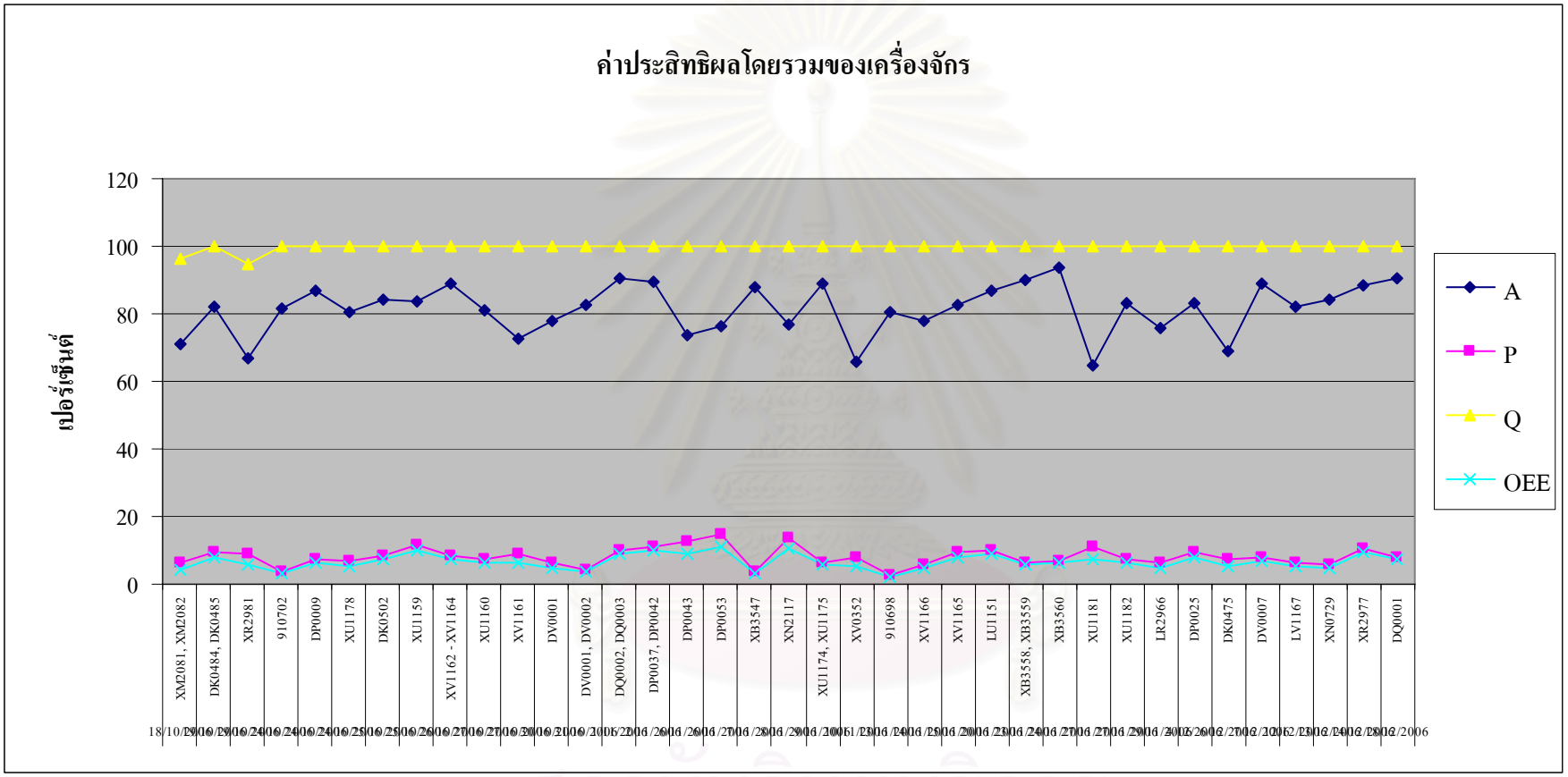
ตารางที่ 6.6 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง) (ต่อ)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	A	P	Q	OEE
6/11/2006	IW 45-1	DP0043 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	73.64	12.49	100	9.2
6/11/2006	IW 45-1	DP0053 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	76.11	14.72	100	11.2
7/11/2006	IW 45-1	XB3547 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	87.85	3.48	100	3.06
8/11/2006	IW 45-1	XN2117 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	76.58	13.85	100	10.61
9/11/2006	IW 45-1	XU1174, XU1175 3 ตัว	ตัด+เจาะรู	89.02	6.39	100	5.69
10/11/2006	IW 45-1	XV0352 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	65.53	7.64	100	5.01
13/11/2006	IW 45-1	910698 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	80.56	2.88	100	2.32
14/11/2006	IW 45-1	XV1166 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	77.78	6.05	100	4.71
15/11/2006	IW 45-1	XV1165 5 ตัว	ตัด+เจาะรู	82.44	9.54	100	7.86
20/11/2006	IW 45-1	LU1151 2 ตัว	ตัด+เจาะรู	86.96	10.08	100	8.77
23/11/2006	IW 45-1	XB3558, XB3559 3 ตัว	ตัด+เจาะรู	90	6.17	100	5.55
24/11/2006	IW 45-1	XB3560 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	93.75	6.83	100	6.4
27/11/2006	IW 45-1	XU1181 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	64.64	11.06	100	7.15
27/11/2006	IW 45-1	XU1182 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	83.13	7.53	100	6.26
29/11/2006	IW 45-1	LR2966 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	76	6.09	100	4.63

ตารางที่ 6.6 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง) (ต่อ)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	A	P	Q	OEE
4/12/2006	IW 45-1	DP0025 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	83.08	9.39	100	7.8
6/12/2006	IW 45-1	DK0475 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	68.72	7.51	100	5.16
7/12/2006	IW 45-1	DV0007 2 ตัว	ตัด+เจาะรู	89.05	7.83	100	6.97
12/12/2006	IW 45-1	LV1167 2 ตัว	ตัด+เจาะรู	82.35	6.29	100	5.18
13/12/2006	IW 45-1	XN0729 1 ตัว	ตัด+เจาะรู	84.29	5.69	100	4.8
14/12/2006	IW 45-1	XR2977 4 ตัว	ตัด+เจาะรู	88.24	10.55	100	9.31
18/12/2006	IW 45-1	DQ0001 3 ตัว	ตัด+เจาะรู	90.73	7.94	100	7.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

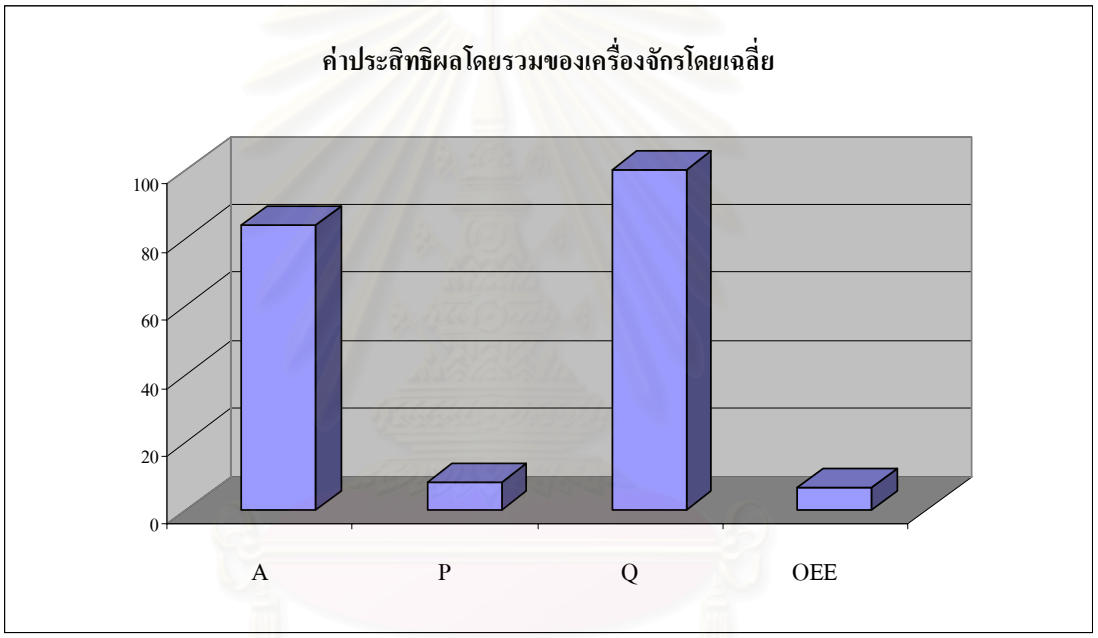


รูปที่ 6.3 กราฟค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 6.6 และรูปที่ 6.3 เป็นการแสดงถึงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งเกิดจากความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร และอัตราของดีในแต่ละผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าประมาณ 2-15 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก ความพร้อมในการใช้งานมีค่าประมาณ 65-95 เปอร์เซ็นต์ อัตราสมรรถนะมีค่าประมาณ 2-18 เปอร์เซ็นต์ และอัตราของดีของเครื่องจักรเครื่องนี้มีค่าสูงมาก โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีของเสียน้อย

โดยค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยแล้วแสดงดังรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 แผนภูมิค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย (ก่อนการปรับปรุง)

จากรูปที่ 6.4 แสดงแผนภูมิค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ซึ่งมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย 6.74 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ย 83.58 เปอร์เซ็นต์ อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย 8.08 เปอร์เซ็นต์ และอัตราของดีโดยเฉลี่ย 99.83 เปอร์เซ็นต์

ค่าต่างๆ เหล่านี้คำนวณจากข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ดังภาคผนวก ก แล้วนำมาคำนวณดังนี้

เวลารับภาระงาน	9,690	นาที
เวลาปรับตั้งเครื่องจักร	1,591	นาที
เวลาเดินเครื่อง คิดเป็น (9,690-1,591)	8,099	นาที

ความพร้อมในการใช้งาน (A) คิดเป็น $\left(\frac{8,099}{9,690}\times 100\right)$	83.58	เปอร์เซ็นต์
การหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่ามีความสูญเสีย	7,444.77	นาที
เวลาเดินเครื่องสุทธิ คิดเป็น = (8,099-7,444.77)	654.23	นาที
อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (P) คิดเป็น $\left(\frac{654.23}{8,099}\times 100\right)$	8.08	เปอร์เซ็นต์
จำนวนผลิตภัณฑ์	1,175	ชิ้น
เกิดของเสีย	2	ชิ้น
ของดี คิดเป็น (1,175-2)	1,173	ชิ้น
อัตราของดี (Q) คิดเป็น $\left(\frac{1,173}{1,175}\times 100\right)$	99.83	เปอร์เซ็นต์
ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) (0.8358 × 0.0808 × 0.9983 × 100)	6.74	เปอร์เซ็นต์

6.4 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

ในการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรนั้นจะใช้ข้อมูลที่ได้มีการบันทึกในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยอาศัยเครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษาในการจัดหมวดหมู่และนำเสนอเพื่อความง่ายต่อการเข้าใจ

เครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษา ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ กระดานควบคุม และรายงานแสดงรายละเอียด โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.4.1 กระดานควบคุม

จากรูปที่ 6.4 แสดงให้เห็นว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้มีค่า 6.74 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เมื่อเทียบกับโรงงานต่างๆ ที่ได้รับรางวัล PM นั้นล้วนแต่มีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสูงกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ทั้งสิ้น ซึ่งมีค่าต่างกันถึง 78.26 เปอร์เซ็นต์

สำหรับมูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นจำนวน 52899.38 บาท จากผลิตภัณฑ์ 68 ตัว คิดเป็น 777.93 บาทต่อตัว ทั้งนี้มูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณโดยอาศัยข้อมูลที่แสดงในภาคผนวก ก เช่น ผลิตภัณฑ์ XM2081 และ XM2082 มีความสูญเสียที่เกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักร 96 นาที การหยุดสั้นๆ 188 นาที การเดินเครื่องตัวเปล่า 31 นาที ของเสีย 1 ชิ้น

ราคาขายหลังผ่านกระบวนการที่เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์	5,487.04	บาท
ราคาขายก่อนผ่านกระบวนการที่เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์	3,678.71	บาท
คิดเป็นมูลค่า (5,487.04 – 3,678.71)	1,808.33	บาท
ค่าแรงพนักงานเดินเครื่อง	49.32	บาท/ชั่วโมง
เวลารับภาระงาน	330	นาที
คิดเป็นค่าสูญเสียโอกาสในการขาย $\left(\frac{1,808.33}{330}\right)$	5.48	บาท/นาที
การปรับตั้งเครื่องจักร	96	นาที
ค่าสูญเสียโอกาสในการขายจากการปรับตั้งเครื่องจักร (5.48 × 96)	526.06	บาท
มูลค่าความสูญเสียจากการปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักร	526.06	บาท
การหยุดสั้นๆ	188	นาที
ค่าสูญเสียโอกาสในการขายจากการหยุดสั้นๆ (5.48 × 188)	1,030.2	บาท
การเดินเครื่องตัวเปล่า	31	นาที
ค่าสูญเสียโอกาสในการขายจากการเดินเครื่องตัวเปล่า (5.48 × 31)	169.88	บาท
ค่าแรงพนักงานเดินเครื่องที่ว่างงาน $\left(\frac{31}{60}\times 49.32\right)$	25.48	บาท
มูลค่าความสูญเสียจากการเดินเครื่องตัวเปล่า (169.88 + 25.48)	195.36	บาท
มูลค่าความสูญเสียจากการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า (1,030.2 + 195.36)	1,225.56	บาท
จำนวนของเสียที่สามารถทำซ้ำได้	1	ชิ้น
ค่าสูญเสียโอกาสในการขายต่อชิ้น $\left(\frac{1,808.33}{28}\right)$	64.58	บาท
เวลาเดินเครื่อง	234	นาที
จำนวนผลิตภัณฑ์	28	ชิ้น
เวลาผลิต $\left(\frac{234}{28}\right)$	8.3571	นาที/ชิ้น

ค่าแรงพนักงานเดินเครื่องที่สูญเสีย $\left(\frac{8.3571}{60}\times 49.32\times 1\right)$ 6.87 บาท

มูลค่าความสูญเสียจากของเสีย (64.58 + 6.87) 71.45 บาท

6.4.2 รายงานแสดงรายละเอียด

สำหรับรายงานแสดงรายละเอียดยังประกอบไปด้วยรายงาน รายงานแบบเจาะลึก และรายงานเชิงวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.4.2.1 รายงานแบบเจาะลึก

รายงานแบบเจาะลึกยังสามารถแบ่งย่อยได้อีก 3 ส่วน คือ รายงานสัดส่วนและรายงานงบประมาณ ตารางติดตามผลหรือตารางควบคุม และรายงานมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.4.2.1.1 รายงานสัดส่วนและรายงานงบประมาณ

รายงานสัดส่วนประกอบไปด้วย ความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร และอัตราของดี

จากรูปที่ 6.4 แสดงให้เห็นว่า ความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ เท่ากับ 83.58 เปอร์เซ็นต์ โดยมีมูลค่าความสูญเสียด้านเวลา 9,193.56 บาท โดยคำนวณจากผลรวมของมูลค่าความสูญเสียจากเครื่องจักรขัดข้อง การปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักร ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ก จากผลิตภัณฑ์ 68 ตัว คิดเป็น 135.20 บาทต่อตัว

อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ เท่ากับ 8.08 เปอร์เซ็นต์ โดยมีมูลค่าความสูญเสียสมรรถนะ 43,595.73 บาท โดยคำนวณจากผลรวมของมูลค่าความสูญเสียจากการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า และการสูญเสียความเร็ว ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ก จากผลิตภัณฑ์ 68 ตัว คิดเป็น 641.11 บาทต่อตัว

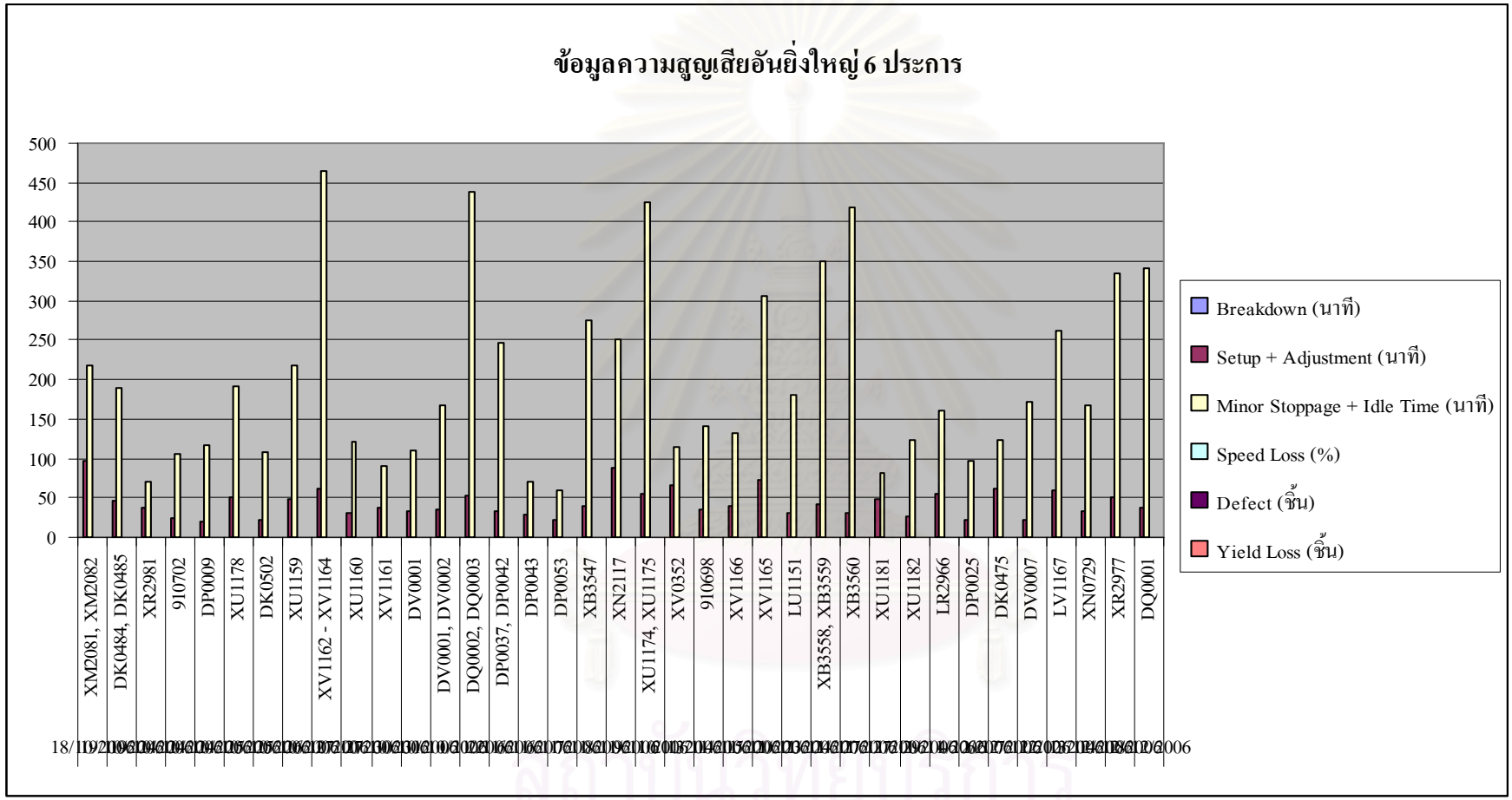
อัตราของดีของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ เท่ากับ 99.83 เปอร์เซ็นต์ โดยมีมูลค่าความสูญเสียคุณภาพ 110.09 บาท โดยคำนวณจากผลรวมของมูลค่าความสูญเสียจากของเสีย และผลผลิตลดลง ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ก จากผลิตภัณฑ์ 68 ตัว คิดเป็น 1.62 บาทต่อตัว

6.4.2.1.2 ตารางติดตามผลหรือตารางควบคุม

ตารางติดตามผลหรือตารางควบคุม เป็นการแสดงผลในช่วงเวลาที่สนใจ ซึ่งในที่นี้ก็คือ เวลาในช่วงก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

จากรูปที่ 6.4 ซึ่งแสดงความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ย อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย อัตราของดีโดยเฉลี่ย และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยแล้ว ทำให้เห็นว่า การที่ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยมีค่าต่ำมาก เนื่องมาจากอัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยมีค่าที่ต่ำ ซึ่งมีสาเหตุมาจากความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ ดังรูปที่ 6.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.5 แผนภูมิแท่งข้อมูลความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (ก่อนการปรับปรุง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 6.5 นั้น แสดงได้ว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นั้น เกิดจากการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า กับการปรับแต่งและการปรับตั้งเครื่องจักรเป็นตัวหลัก ซึ่งแผนภูมิแท่งนี้จะบอกถึงข้อมูลความสูญเสียที่เกิดขึ้นในหน่วยที่ต่างกัน หากจะนำความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการแต่ละตัวมาเปรียบเทียบกันนั้นไม่สามารถจะกระทำได้ จึงต้องมีการแปลงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการแต่ละตัวนั้น เป็นมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) เครื่องจักรขัดข้อง มีรายละเอียดมูลค่าความสูญเสีย คือ ค่าอะไหล่ในกรณีที่มีการเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักร ค่าแรงพนักงานบำรุงรักษาที่ดำเนินการซ่อมบำรุง ค่าแรงพนักงานเดินเครื่องที่ว่างจากการทำงาน ค่าสูญเสียโอกาสในการขาย

2) การปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักร มีรายละเอียดมูลค่าความสูญเสีย คือ ค่าสูญเสียโอกาสในการขายของการปรับตั้งเครื่องจักร และค่าสูญเสียโอกาสในการขายของการปรับแต่งเครื่องจักร

3) การหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า มีรายละเอียดมูลค่าความสูญเสีย คือ ค่าสูญเสียโอกาสในการขายของการหยุดสั้นๆ ค่าแรงพนักงานเดินเครื่องที่ว่างจากการทำงาน และค่าสูญเสียโอกาสในการขายของการเดินเครื่องตัวเปล่า

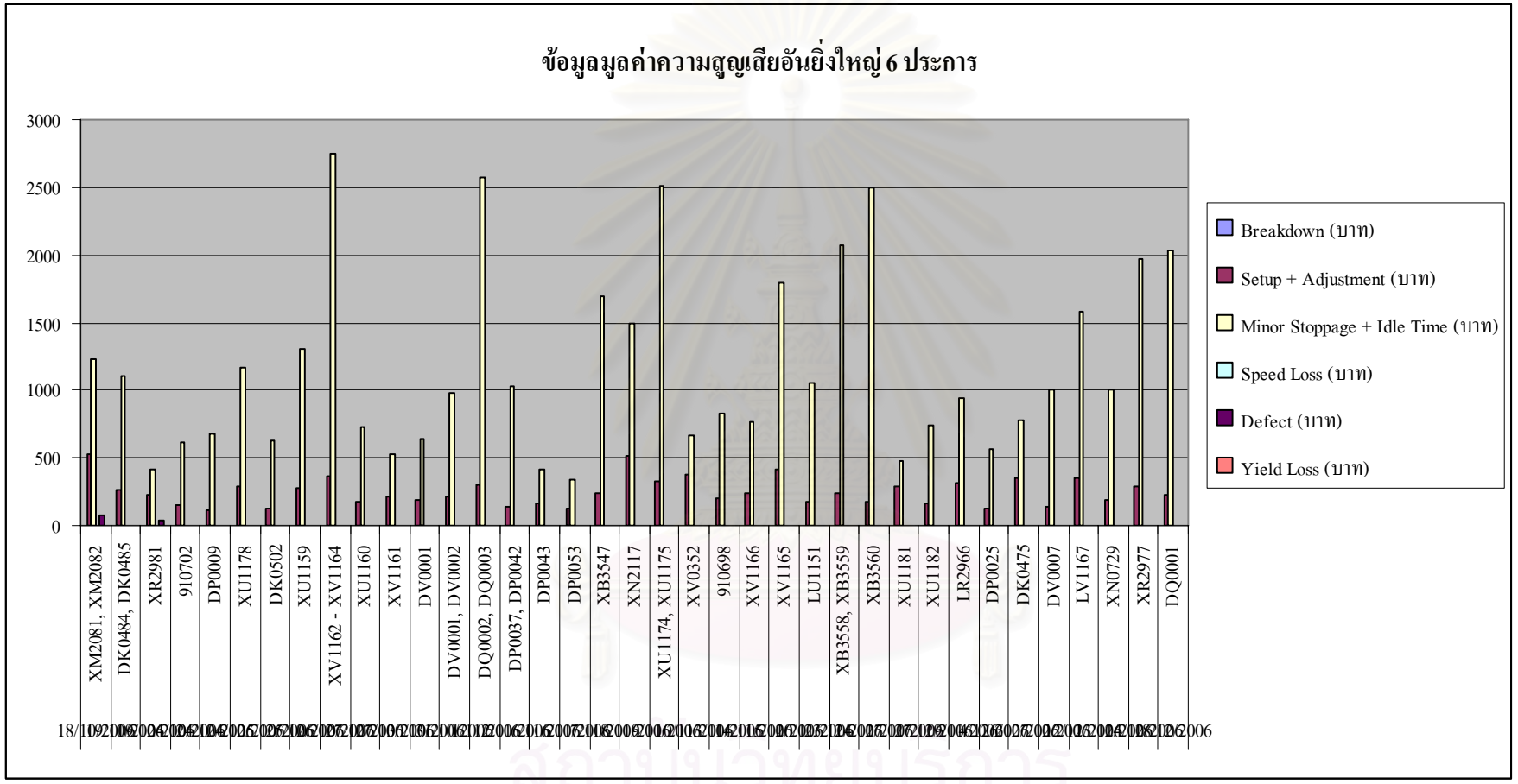
4) การสูญเสียความเร็ว มีรายละเอียดมูลค่าความสูญเสีย คือ ค่าสูญเสียโอกาสในการขาย

5) ของเสีย มีรายละเอียดมูลค่าความสูญเสีย คือ ค่าแรงพนักงานเดินเครื่องในการแก้ไขชิ้นงาน ค่าแรงพนักงานเดินเครื่องที่สูญเสียไปจากการผลิตชิ้นงานเสีย ค่าสูญเสียโอกาสในการขาย และค่าวัตถุดิบในการผลิตในกรณีที่ชิ้นงานนั้นไม่สามารถนำกลับมาแก้ไขใหม่ได้

6) ผลผลิตลดลง มีรายละเอียดมูลค่าความสูญเสีย คือ ค่าสูญเสียโอกาสในการขาย

สำหรับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้มีมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.6 แผนภูมิแท่งข้อมูลมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (ก่อนการปรับปรุง)

จากรูปที่ 6.6 แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำความสูญเสียแต่ละตัวมาเปรียบเทียบกันจะพบว่าสาเหตุหลักของมูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นนั้นมาจากการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า อันดับรองลงมา คือ การปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักร และอันดับสุดท้าย คือ ของเสีย

6.4.2.1.3 รายงานมาตรฐาน

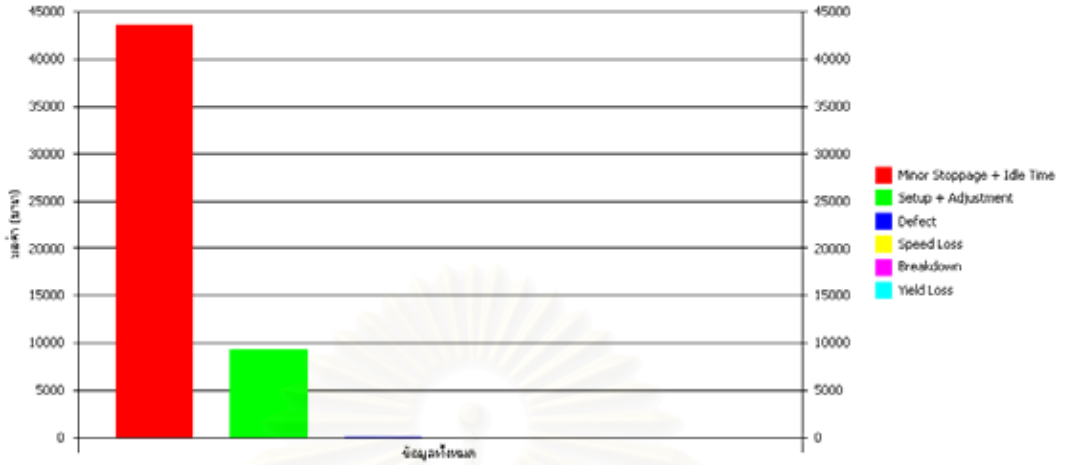
รายงานมาตรฐาน เป็นฐานข้อมูลในการดำเนินการ โดยสามารถเรียกดูได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ การวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษา และแผนการบำรุงรักษา ซึ่งการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นจะมีผลโดยตรงกับการเกิดเครื่องจักรขัดข้องที่ส่งผลต่อความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักร สำหรับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นเป็นกำหนดจากผู้รับเหมาช่วงและเป็นผู้ผลิตเครื่องจักร แต่ในขณะนี้เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ไม่มีปัญหาเรื่องการขัดข้อง จึงยังไม่ต้องมีการปรับปรุงรายงานมาตรฐานเรื่องการวิเคราะห์ความถี่ในการบำรุงรักษาและแผนการบำรุงรักษา

<u>6.4.2.2 รายงานเชิงวิเคราะห์</u>

รายงานเชิงวิเคราะห์เป็นการแสดงข้อมูลที่เกี่ยวกับสมรรถนะภายใต้เวลาต่างๆ ซึ่งรูปที่ 6.4 กราฟค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก็เป็นส่วนหนึ่งของรายงานนี้

จากรูปที่ 6.6 เมื่อมีการเรียงลำดับมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการที่เกิดกับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์จากมากไปหาน้อยจะเป็นดังรูปที่ 6.7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.7 แผนภูมิพาเรโต้ข้อมูลมูลค่าความสูญเสียรวมตามความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ

จะเห็นได้ว่า จากรูปที่ 6.7 มูลค่าความสูญเสียที่สูงที่สุดของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นั้นมาจากการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า คิดเป็นมูลค่าความสูญเสีย 43,595.73 บาท รองลงมาคือ การปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักร คิดเป็นมูลค่าความสูญเสีย 9,193.56 บาท และสุดท้ายคือ ของเสีย คิดเป็นมูลค่าความสูญเสีย 110.09 บาท จากการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่านั้นมีมูลค่าความสูญเสียสูงที่สุดทำให้สามารถทราบสาเหตุต่างๆ ที่ก่อให้เกิดมูลค่าความสูญเสียดังกล่าว ดังรูปที่ 6.8

รูปที่ 6.8 แผนภูมิแท่งสาเหตุของการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า

รูปที่ 6.8 โดยโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรจะหาสาเหตุต่างๆ ที่ทำให้มูลค่าความสูญเสียรวมตามความ

สูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการนั้นมีค่ามากที่สุด ในที่นี้คือ การหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า โดยการเรียงลำดับสาเหตุจากมากไปจากน้อย ในที่นี้ ได้แก่ การขนย้ายวัตถุ มีความสูญเสีย 6,664.27 นาที ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง มีความสูญเสีย 531 นาที และพนักงานไม่ได้เดินเครื่อง มีความสูญเสีย 249.5 นาที ดังภาคผนวก ก หากมูลค่าความสูญเสียรวมที่มากที่สุดตามความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการเปลี่ยนไปแผนภูมิแท่งสาเหตุก็จะเปลี่ยนไป

สำหรับการวิเคราะห์ความไวในที่นี้ ประกอบไปด้วย 5 แบบ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ความไวของความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียเวลาเปลี่ยนแปลง 2) การวิเคราะห์ความไวของอัตราสมรรถนะเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียสมรรถนะเปลี่ยนแปลง 3) การวิเคราะห์ความไวของอัตราของดีเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียคุณภาพเปลี่ยนแปลง 4) การวิเคราะห์ความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียเวลา สมรรถนะ และคุณภาพ เปลี่ยนแปลง และ 5) การวิเคราะห์ความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเมื่อความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร และอัตราของดีเปลี่ยนแปลง โดยมีรายละเอียดดังนี้

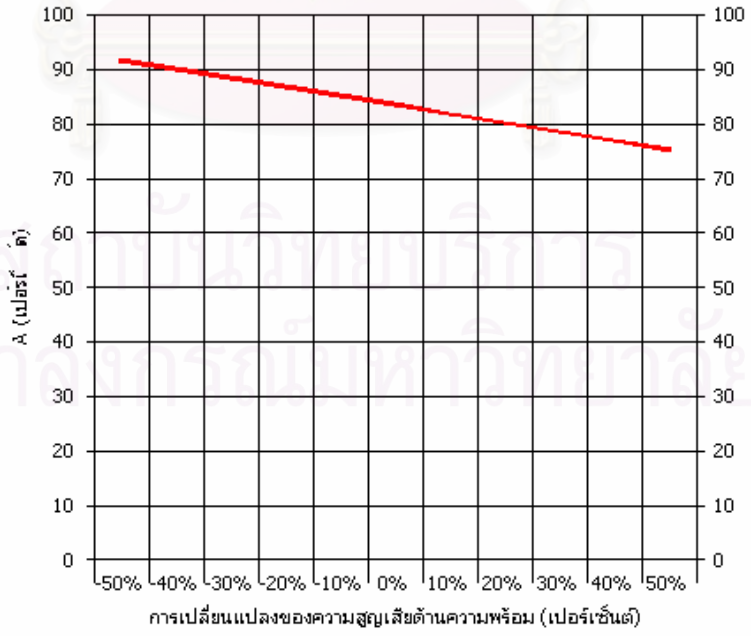
1) การวิเคราะห์ความไวของความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักร เมื่อความสูญเสียเวลาเปลี่ยนแปลง

การวิเคราะห์ความไวของความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียเวลาเปลี่ยนแปลงเป็นดังตารางที่ 6.7 และรูปที่ 6.9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.7 การวิเคราะห์ความไวของความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียเวลาเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์)	ความสูญเสียเวลา (นาที)	ความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซ็นต์)
-50	795.5	91.79
-40	954.6	90.15
-30	1,113.7	88.51
-20	1,272.8	86.86
-10	1,431.9	85.22
0	1,591	83.58
10	1,750.1	81.94
20	1,909.2	80.3
30	2,068.3	78.66
40	2,227.4	77.01
50	2,386.5	75.37



รูปที่ 6.9 กราฟความไวของความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียเวลาเปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 6.7 และรูปที่ 6.9 การวิเคราะห์ความไวของความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักร เมื่อความสูญเสียเวลาเปลี่ยนแปลง แสดงให้เห็นว่า ณ ปัจจุบันความสูญเสียเวลาเกิดขึ้น 1,591 นาที ความพร้อมในการใช้งาน 83.58 เปอร์เซ็นต์ หากสามารถลดความสูญเสียเวลาได้ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็น 795.5 นาที จะทำให้ความพร้อมในการใช้งานเพิ่มขึ้นเป็น 91.79 เปอร์เซ็นต์ ในทางกลับกันหากความสูญเสียเวลาเพิ่มขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2,386.5 นาที จะทำให้ความพร้อมในการใช้งานลดลงเป็น 75.37 เปอร์เซ็นต์

โดยมีตัวอย่างการคำนวณจากข้อมูลก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ดังนี้

จากภาคผนวก ก เวลารับภาระงาน	9,690	นาที
ความสูญเสียเวลา	1,591	นาที
คิดเป็นเวลาเดินเครื่อง (9,690 – 1,591)	8,099	นาที
ความพร้อมในการใช้งาน (A) คิดเป็น $\left(\frac{8,099}{9,690}\times 100\right)$	83.58	เปอร์เซ็นต์
หากความสูญเสียเวลาลดลง 50 เปอร์เซ็นต์จะได้ (1,591 × 0.5)	795.5	นาที
คิดเป็นเวลาเดินเครื่อง (9,690 – 795.5)	8,894.5	นาที
ความพร้อมในการใช้งาน (A) คิดเป็น $\left(\frac{8,894.5}{9,690}\times 100\right)$	91.79	เปอร์เซ็นต์

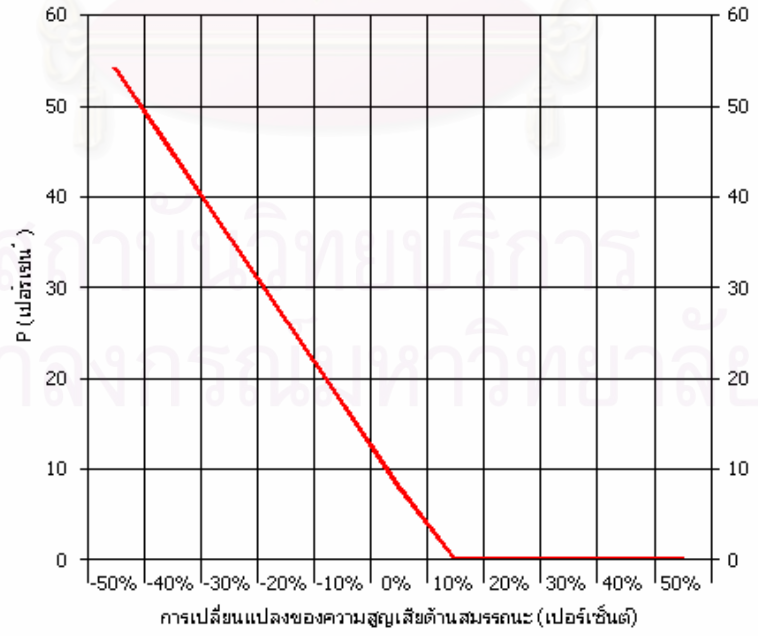
2) การวิเคราะห์ความไวของอัตราสมรรถนะเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียสมรรถนะเปลี่ยนแปลง

การวิเคราะห์ความไวของอัตราสมรรถนะเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียสมรรถนะเปลี่ยนแปลงเป็นดังตารางที่ 6.8 และรูปที่ 6.10

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.8 การวิเคราะห์ความไวของอัตราสมรรถนะเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียสมรรถนะเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์)	ความสูญเสียสมรรถนะ (นาที)	อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (เปอร์เซ็นต์)
-50	3,722.39	54.04
-40	4,466.86	44.85
-30	5,211.34	35.65
-20	5,955.82	26.46
-10	6,700.29	17.27
0	7,444.77	8.08
10	8,099	0
20	8,099	0
30	8,099	0
40	8,099	0
50	8,099	0



รูปที่ 6.10 กราฟความไวของอัตราสมรรถนะเครื่องจักร
เมื่อความสูญเสียสมรรถนะเปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 6.8 และรูปที่ 6.10 แสดงให้เห็นว่า ณ ปัจจุบันความสูญเสียสมรรถนะเกิดขึ้น 7,444.77 นาที อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร 8.08 เปอร์เซ็นต์ หากสามารถลดความสูญเสียสมรรถนะได้ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็น 3,722.39 นาที จะทำให้อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็น 54.04 เปอร์เซ็นต์ ในทางกลับกันหากความสูญเสียสมรรถนะเพิ่มขึ้นเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ เป็น 8,099 นาที จะทำให้อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรลดลงเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่า ในขณะนี้อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้ต่ำมาก

โดยมีตัวอย่างการคำนวณจากข้อมูลก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ดังนี้

จากภาคผนวก ก เวลาเดินเครื่อง	8,099	นาที
ความสูญเสียสมรรถนะ	7,444.77	นาที
คิดเป็นเวลาเดินเครื่องสุทธิ (8,099-7,444.77)	654.23	นาที
อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (P) คิดเป็น $\left(\frac{654.23}{8,099}\times 100\right)$	8.08	เปอร์เซ็นต์
หากความสูญเสียสมรรถนะลดลง 50 เปอร์เซ็นต์		
จะได้ (7,444.77 × 0.5)	3,722.39	นาที
คิดเป็นเวลาเดินเครื่องสุทธิ (8,099-3,722.39)	4,376.61	นาที
อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (P) คิดเป็น $\left(\frac{4,376.61}{8,099}\times 100\right)$	54.04	เปอร์เซ็นต์

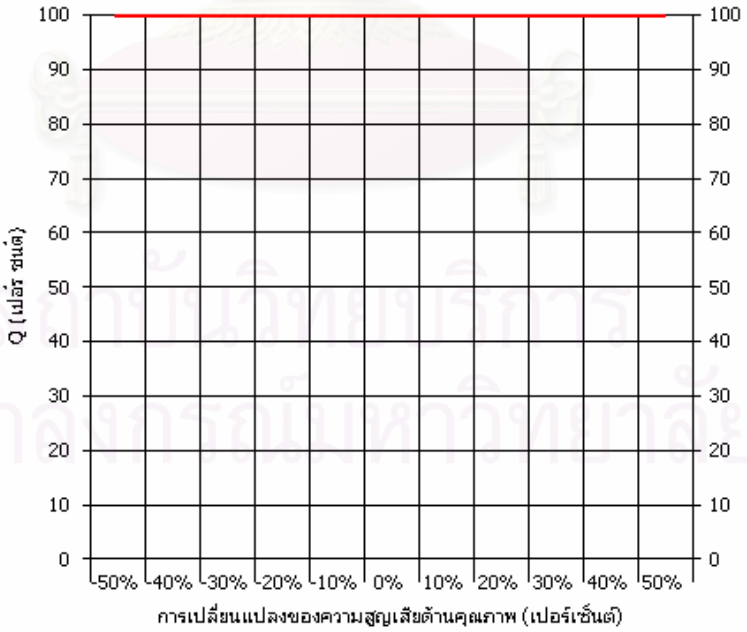
3) การวิเคราะห์ความไวของอัตราของดีเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียคุณภาพเปลี่ยนแปลง

การวิเคราะห์ความไวของอัตราของดีเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียคุณภาพเปลี่ยนแปลงเป็นดังตารางที่ 6.9 และรูปที่ 6.11

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.9 การวิเคราะห์ความไวของอัตราของดีเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียคุณภาพเปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์)	ความสูญเสียคุณภาพ (ชิ้น)	อัตราของดี (เปอร์เซ็นต์)
-50	1	99.91
-40	1.2	99.9
-30	1.4	99.88
-20	1.6	99.86
-10	1.8	99.85
0	2	99.83
10	2.2	99.81
20	2.4	99.8
30	2.6	99.78
40	2.8	99.76
50	3	99.74



รูปที่ 6.11 กราฟความไวของอัตราของดีเครื่องจักร เมื่อความสูญเสียคุณภาพเปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 6.9 และรูปที่ 6.11 แสดงให้เห็นว่า ณ ปัจจุบันความสูญเสียคุณภาพเกิดขึ้น 2 ชิ้น อัตราคุณภาพ 99.83 เปอร์เซ็นต์ หากสามารถลดความสูญเสียสมรรถนะได้ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็น 1 ชิ้น จะทำให้อัตราของดีเป็น 99.91 เปอร์เซ็นต์ ในทางกลับกันหากความคุณภาพเพิ่มขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ เป็น 3 ชิ้น จะทำให้อัตราของดีลดลงเป็น 99.74 เปอร์เซ็นต์

โดยมีตัวอย่างการคำนวณจากข้อมูลก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ดังนี้

จากภาคผนวก ก จำนวนผลิตภัณฑ์	1,175	ชิ้น
ความสูญเสียคุณภาพ	2	ชิ้น
คิดเป็นของดี (1,175-2)	1,173	ชิ้น
อัตราของดี (Q) คิดเป็น $\left(\frac{1,173}{1,175}\times 100\right)$	99.83	เปอร์เซ็นต์
หากความสูญเสียคุณภาพลดลง 50 เปอร์เซ็นต์จะได้ (2×0.5)	1	ชิ้น
คิดเป็นของดี (1,175-1)	1,174	นาที
อัตราของดี (Q) คิดเป็น $\left(\frac{1,174}{1,175}\times 100\right)$	99.91	เปอร์เซ็นต์

4) การวิเคราะห์ความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียเวลา สมรรถนะ คุณภาพ เปลี่ยนแปลง

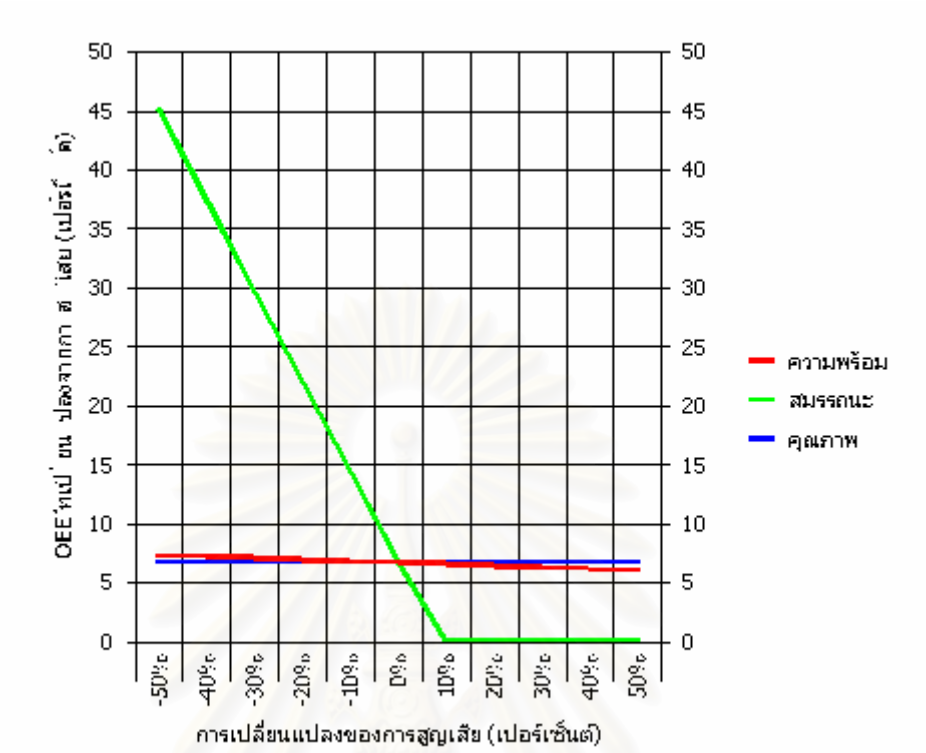
การวิเคราะห์ความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียเวลา สมรรถนะ คุณภาพ เปลี่ยนแปลงเป็นดังตารางที่ 6.10 และรูปที่ 6.12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.10 การวิเคราะห์ความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียเวลา สมรรถนะ คุณภาพ เปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลงของความสูญเสียด้านต่างๆ (%)	OEE เมื่อความสูญเสียเวลาเปลี่ยนแปลงเพียงอย่างเดียว (%)	OEE เมื่อความสูญเสียสมรรถนะเปลี่ยนแปลงเพียงอย่างเดียว (%)	OEE เมื่อความสูญเสียคุณภาพเปลี่ยนแปลงเพียงอย่างเดียว (%)
-50	7.4	45.09	6.75
-40	7.27	37.42	6.74
-30	7.14	29.75	6.74
-20	7	22.08	6.74
-10	6.87	14.41	6.74
0	6.74	6.74	6.74
10	6.61	0	6.74
20	6.48	0	6.74
30	6.34	0	6.74
40	6.21	0	6.74
50	6.08	0	6.73

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.12 กราฟความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
เมื่อความสูญเสียเวลา สมรรถนะ คุณภาพ เปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 6.10 และรูปที่ 6.12 แสดงให้เห็นว่า ณ ปัจจุบันค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็น 6.74 เปอร์เซ็นต์ หากสามารถลดความสูญเสียเวลาลง 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความสูญเสียสมรรถนะและความสูญเสียคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็น 7.4 เปอร์เซ็นต์ หากสามารถลดความสูญเสียสมรรถนะลง 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความสูญเสียเวลาและความสูญเสียคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็น 45.09 เปอร์เซ็นต์ และหากสามารถลดความสูญเสียคุณภาพลง 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความสูญเสียเวลาและความสูญเสียสมรรถนะไม่เปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็น 6.75 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าหากมีการลดความสูญเสียในกรณีที่ความสูญเสียนั้นมีมากในปัจจุบันจะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นมาก แต่หากลดความสูญเสียในกรณีที่ความสูญเสียนั้นมีอยู่น้อย จะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นไม่มาก นั่นหมายความว่า การลดความสูญเสียสมรรถนะของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้มีความไวมากกว่าการลดความสูญเสียเวลา และความสูญเสียคุณภาพ ดังนั้นการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรนี้ควรให้ความสำคัญกับ

การปรับปรุงด้านอัตราสมรรถนะของเครื่องจักร ในขณะที่การปรับปรุงด้านความพร้อมในการใช้งานให้ความสำคัญรองลงมา และการปรับปรุงด้านอัตราคุณภาพให้ความสำคัญเป็นอันดับสุดท้าย

โดยมีตัวอย่างการคำนวณจากข้อมูลก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ดังนี้

จากภาคผนวก ก

ความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ย	83.58	เปอร์เซ็นต์
อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย	8.08	เปอร์เซ็นต์
อัตราของดีโดยเฉลี่ย	99.83	เปอร์เซ็นต์

จากตัวอย่างการคำนวณในการวิเคราะห์ความไวของความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียเวลาเปลี่ยนแปลง ถ้าความสูญเสียเวลาลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ความพร้อมในการใช้งานมีค่า 91.79 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยมีค่า 8.08 เปอร์เซ็นต์ และอัตราของดีโดยเฉลี่ยมีค่า 99.83 เปอร์เซ็นต์เท่าเดิม

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย

(0.9179 × 0.0808 × 0.9983 × 100) 7.40 เปอร์เซ็นต์

จากตัวอย่างการคำนวณในการวิเคราะห์ความไวของอัตราสมรรถนะเครื่องจักรเมื่อความสูญเสียสมรรถนะเปลี่ยนแปลง ถ้าความสูญเสียสมรรถนะลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรมีค่า 54.04 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยมีค่า 83.58 เปอร์เซ็นต์ และอัตราของดีโดยเฉลี่ยมีค่า 99.83 เปอร์เซ็นต์เท่าเดิม

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย

(0.8358 × 0.5404 × 0.9983 × 100) 45.09 เปอร์เซ็นต์

จากตัวอย่างการคำนวณในการวิเคราะห์ความไวของอัตราของดีเมื่อความสูญเสียคุณภาพเปลี่ยนแปลง ถ้าความสูญเสียคุณภาพลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้อัตราของดีมีค่า 99.91 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยมีค่า 83.58 เปอร์เซ็นต์ และอัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยมีค่า 8.08 เปอร์เซ็นต์เท่าเดิม

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย

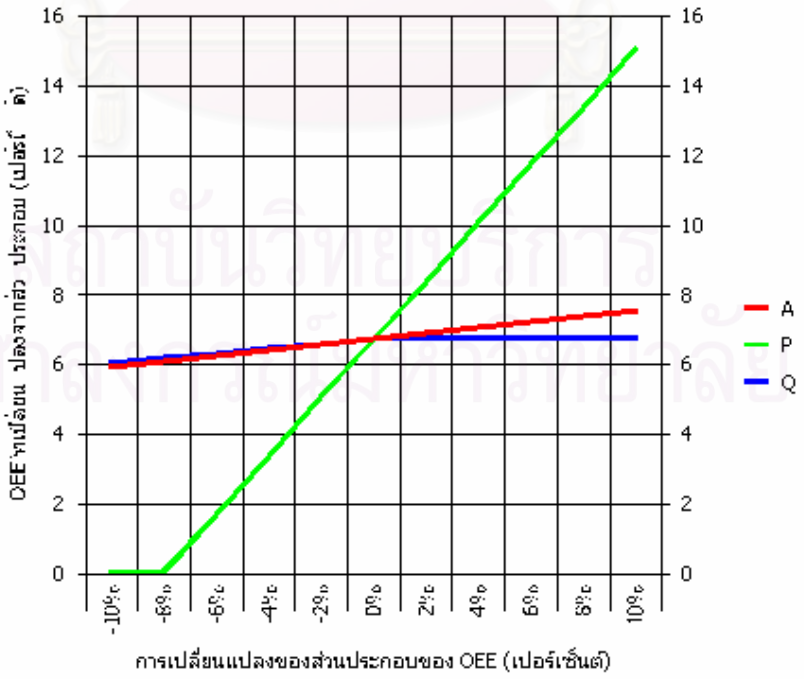
(0.8358 × 0.0808 × 0.9991 × 100) 6.75 เปอร์เซ็นต์

5) การวิเคราะห์ความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเมื่อความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร อัตราของดีเปลี่ยนแปลง

การวิเคราะห์ความไวของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเมื่อความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร อัตราของดีเปลี่ยนแปลงเป็นดังตารางที่ 6.11 และรูปที่ 6.13

ตารางที่ 6.11 การวิเคราะห์ความไวของค่า OEE เมื่อ A P Q เปลี่ยนแปลง

การเปลี่ยนแปลง (%)	OEE เมื่อ A เปลี่ยนแปลงเพียงอย่างเดียว (%)	OEE เมื่อ P เปลี่ยนแปลงเพียงอย่างเดียว (%)	OEE เมื่อ Q เปลี่ยนแปลงเพียงอย่างเดียว (%)
-10	5.93	0	6.06
-8	6.09	0.07	6.2
-6	6.26	1.73	6.34
-4	6.42	3.4	6.47
-2	6.58	5.07	6.61
0	6.74	6.74	6.74
2	6.9	8.41	6.75
4	7.06	10.08	6.75
6	7.22	11.75	6.75
8	7.39	13.42	6.75
10	7.55	15.08	6.75



รูปที่ 6.13 กราฟความไวของค่า OEE เมื่อ A P Q เปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 6.11 และรูปที่ 6.13 แสดงให้เห็นว่า ณ ปัจจุบันค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยเป็น 6.74 เปอร์เซ็นต์ หากความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยและอัตราของดีโดยเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็น 7.55 เปอร์เซ็นต์ หากอัตราสมรรถของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยและอัตราของดีโดยเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็น 15.08 เปอร์เซ็นต์ และหากอัตราของดีโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยและอัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็น 6.75 เปอร์เซ็นต์

หากความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยและอัตราของดีโดยเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรลดลงเป็น 5.93 เปอร์เซ็นต์ หากอัตราสมรรถของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยและอัตราของดีโดยเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรลดลงเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ และหากอัตราของดีโดยเฉลี่ยลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยและอัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลง จะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรลดลงเป็น 6.06 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาที่รูปที่ 6.13 แล้วพบว่าเมื่ออัตราของดีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แล้ว ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรคงที่อยู่ที่ 6.75 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากอัตราของดีเพิ่มขึ้นสูงสุดจนถึง 100 เปอร์เซ็นต์แล้ว นั่นคือ ไม่มีของเสียเกิดขึ้นนั่นเอง เมื่อพิจารณาอัตราสมรรถนะของเครื่องจักรที่ลดลงเรื่อยๆ จะพบว่าเมื่อถึงจุดหนึ่งแล้ว ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากอัตราสมรรถนะของเครื่องจักรลดลงเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็น 0 เปอร์เซ็นต์นั่นเอง

โดยมีตัวอย่างการคำนวณจากข้อมูลก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ดังนี้

จากภาคผนวก ก

ความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ย	83.58	เปอร์เซ็นต์
อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย	8.08	เปอร์เซ็นต์
อัตราของดีโดยเฉลี่ย	99.83	เปอร์เซ็นต์

หากเพิ่มความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยอีก 10 เปอร์เซ็นต์ เป็น 93.58 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยมีค่า 8.08 เปอร์เซ็นต์ และอัตราของดีโดยเฉลี่ยมีค่า 99.83 เปอร์เซ็นต์เท่าเดิม

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย

(0.9358 × 0.0808 × 0.9983 × 100) 7.55 เปอร์เซ็นต์

หากเพิ่มอัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยอีก 10 เปอร์เซ็นต์ เป็น 18.08 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยมีค่า 83.58 เปอร์เซ็นต์ และอัตราของดีโดยเฉลี่ยมีค่า 99.83 เปอร์เซ็นต์เท่าเดิม

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย

(0.8358 × 0.1808 × 0.9983 × 100) 15.08 เปอร์เซ็นต์

หากเพิ่มอัตราของดีโดยเฉลี่ยอีก 10 เปอร์เซ็นต์ เป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยมีค่า 83.58 เปอร์เซ็นต์ และอัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยมีค่า 8.08 เปอร์เซ็นต์เท่าเดิม

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย

(0.8358 × 0.0808 × 1 × 100) 6.75 เปอร์เซ็นต์

6.5 การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

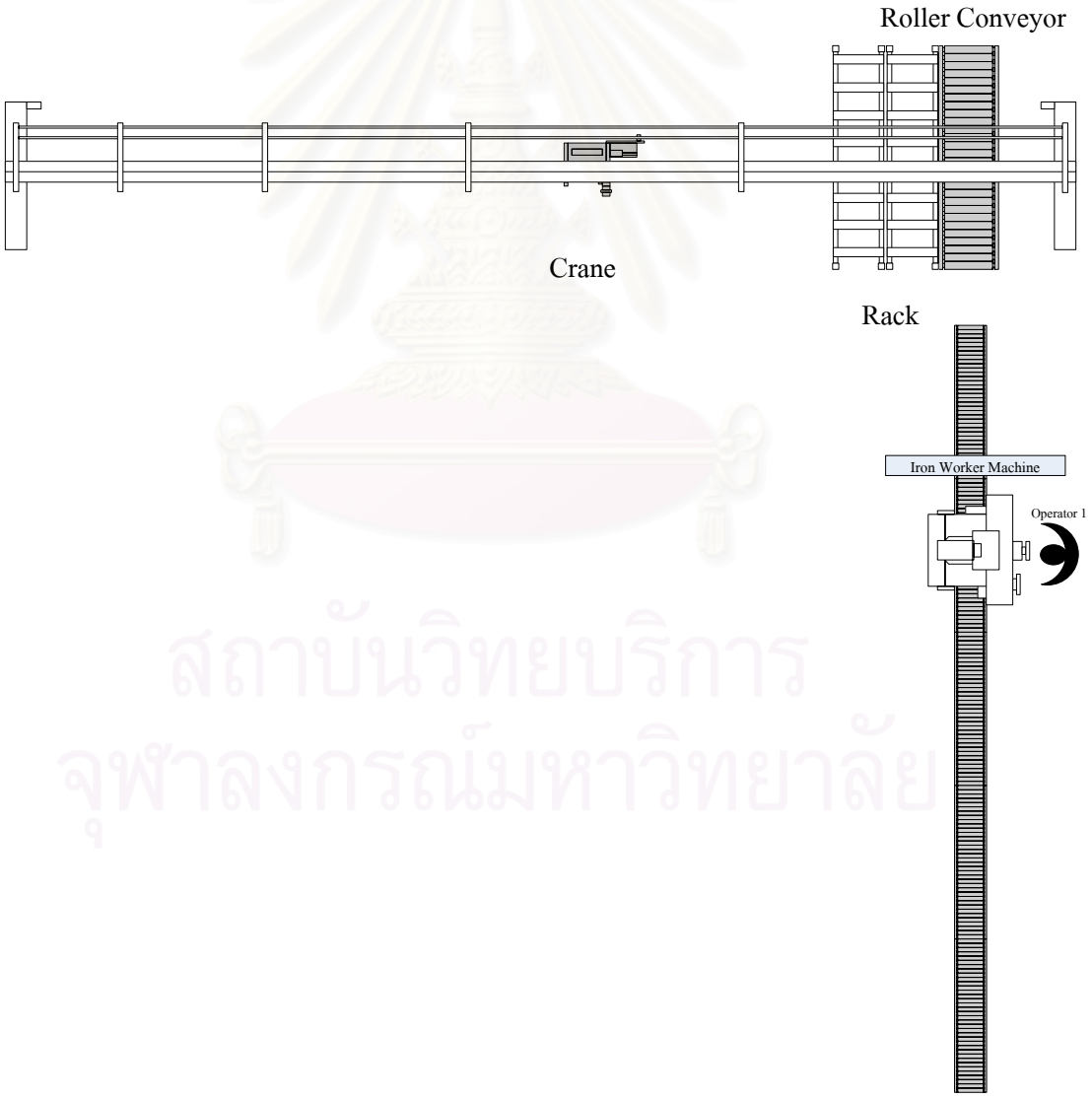
การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1) การปรับปรุงการขนถ่ายวัตถุดิบ 2) การปรับปรุงเวลาในการตัดมุม ซึ่งเป็นการปรับปรุงในส่วนอัตราสมรรถนะของเครื่องจักร 3)การปรับปรุงการอ่านแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการปรับปรุงในส่วนความพร้อมในการใช้งาน

6.5.1 การปรับปรุงการขนถ่ายวัตถุดิบ

หัวข้อการปรับปรุงการขนถ่ายวัตถุดิบนี้ ประกอบไปด้วย 2 หัวข้อ คือ การทำงานก่อนการปรับปรุง และการปรับปรุงการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.5.1.1 การทำงานก่อนการปรับปรุง

การขนถ่ายวัตถุดิบในการทำงานของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้นับเป็นความสูญเสียที่มากที่สุด เนื่องจากมีวัตถุดิบเป็นเหล็กจึงมีน้ำหนักมาก พนักงานเดินเครื่องต้องใช้เวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบเพื่อให้เครื่องจักรทำการเจาะรู บางครั้งเป็นการเจาะรูเพียงแค่รูเดียว แล้วพนักงานเดินเครื่องต้องขนชิ้นงานนั้นกลับไปวางที่แท่นวาง และรอในการเจาะรูขนาดต่อไป ซึ่งมีแผนผังของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง) ดังรูปที่ 6.14 และมีวิธีการทำงานของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง) ดังตารางที่ 6.12



รูปที่ 6.14 แผนผังของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.12 วิธีการทำงานของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ก่อนการปรับปรุง)

การทำงาน	ระยะทาง (มิลลิเมตร)	เวลา (วินาที)
พนักงานกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวางไปยังสายพานลูกกลิ้งที่อยู่ติดกัน		6.01
พนักงานใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด	3,492	6.0799
เครื่องจักรเจาะ		1.79
เครื่องจักรเลื่อนไปยังตำแหน่งถัดไปโดยอัตโนมัติ	70	0.1646
พนักงานใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด	70	0.1219
เครื่องจักรเจาะ		1.79
พนักงานใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กไปยังสายพานลูกกลิ้ง	4,953.5	8.6245
พนักงานกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากสายพานลูกกลิ้งไปยังแท่นวางที่อยู่ติดกัน		6.01
เวลารวม		30.5909

จากรูปที่ 6.14 และตารางที่ 6.12 ได้แสดงถึงแผนผังของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ ทั้งนี้วิธีการทำงานของพนักงานเดินเครื่องที่เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 4 สภาพปัจจุบัน แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการทำงานของพนักงานเดินเครื่องตั้งแต่พนักงานเดินเครื่องจะกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวาง (Rack) ไปยังสายพานลูกกลิ้ง (Roller Conveyer) ที่อยู่ติดกับแท่นวาง ใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด (Stopper) จึงตัดเหล็กแล้วดึงเหล็กกลับไปที่สายพานลูกกลิ้ง กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กไปวางที่แท่นวาง ทำอย่างนี้จนกระทั่งตัดเหล็กเสร็จ เมื่อถึงกระบวนการเจาะรู พนักงานเดินเครื่องจะเปลี่ยนเครื่องมือให้เจาะรูให้ได้ขนาดตามแบบทางวิศวกรรม กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวางไปยังสายพานลูกกลิ้งที่อยู่ติดกับแท่นวาง ใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด เมื่อเจาะรูที่ 1 ตัวหยุดจะเลื่อนไปยังตำแหน่งต่อไปโดยอัตโนมัติตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ เมื่อเจาะรูขนาดเดียวกับเครื่องมือจนครบ แล้วดึงเหล็กกลับไปที่สายพานลูกกลิ้ง กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กไปวางที่แท่นวาง ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกชิ้น จึงเปลี่ยนขนาดเครื่องมือที่ใช้เจาะรู ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกขนาดและทุกชิ้นจึงสิ้นสุดการทำงานที่เครื่องจักไอออนเวิร์คเคอร์นี้

6.5.1.2 การปรับปรุงการทำงาน

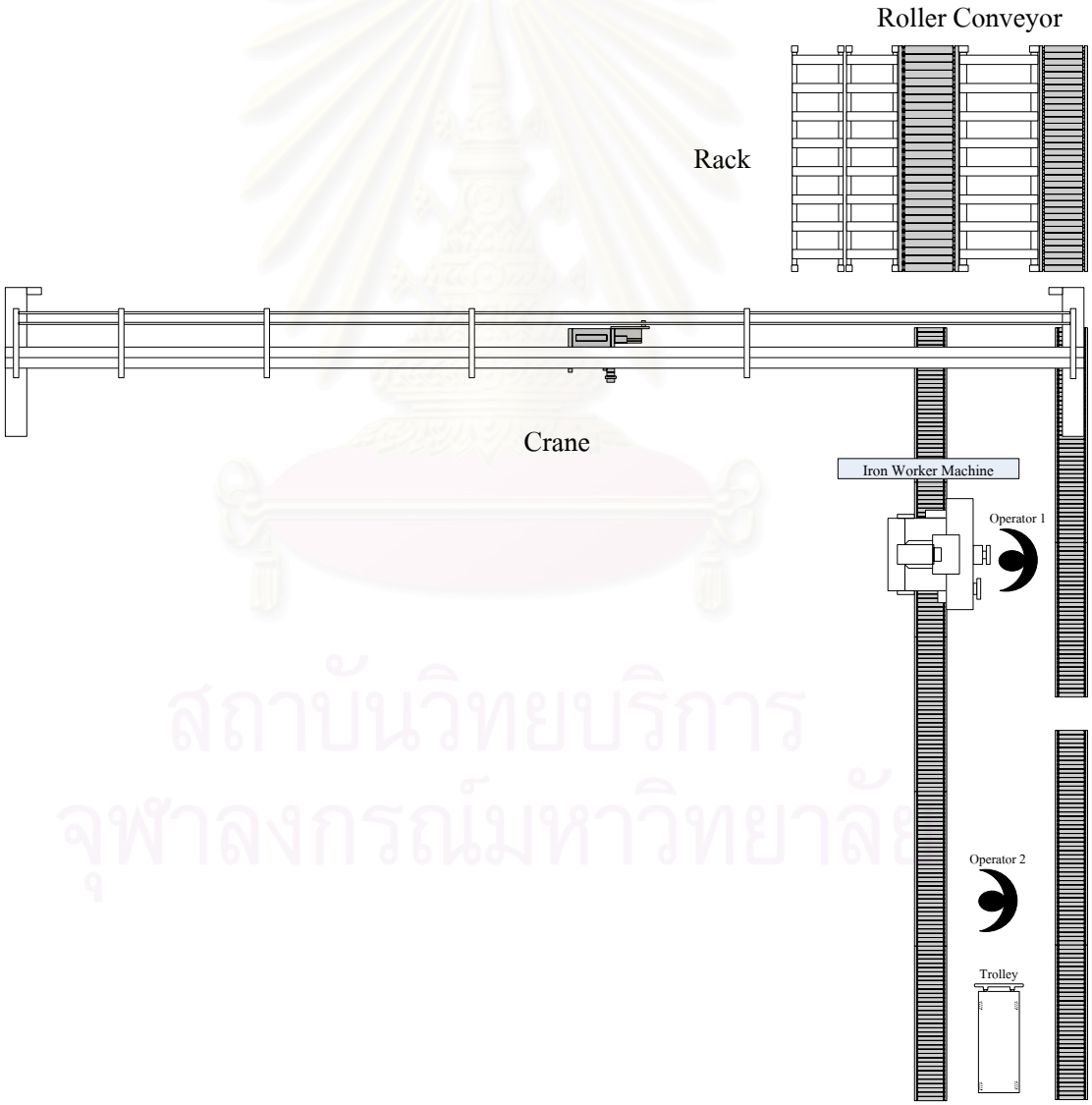
ขั้นตอนนี้เป็นการปรับปรุงการทำงานการขนถ่ายวัตถุดิบโดยมี 2 ทางเลือกดังนี้

ทางเลือกที่ 1 มีการดำเนินการดังนี้

1) เพิ่มแท่นวาง 1 แท่น สายพานลูกกลิ้ง 3 ชุด และรถเข็นอีก 1 คัน คิดเป็นเงินจำนวน 17,452.46 บาท

2) เพิ่มพนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 เพื่อมาสนับสนุนการทำงานของพนักงานเดินเครื่องคนที่ 1

โดยมีแผนผังดังรูปที่ 6.15



รูปที่ 6.15 แผนผังของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ทางเลือกที่ 1)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 6.15 ได้แสดงถึงแผนผังของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ในทางเลือกที่ 1 โดยมีวิธีการทำงาน คือ พนักงานเดินเครื่องคนที่ 1 จะกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวาง (Rack) ไปยังสายพานลูกกลิ้ง (Roller Conveyer) ที่อยู่ติดกับแท่นวาง ใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด (Stopper) จึงตัดเหล็ก เคลื่อนเหล็กไปให้พนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 พนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 จึงกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กไปยังสายพานลูกกลิ้งที่อยู่ด้านหลัง เคลื่อนเหล็กไปจนสุดปลายของสายพานลูกกลิ้ง กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กไปวางที่แท่นวาง ทำอย่างนี้จนกระทั่งตัดเหล็กเสร็จ เมื่อถึงกระบวนการเจาะรู พนักงานเดินเครื่องคนที่ 1 จะเปลี่ยนเครื่องมือให้เจาะรูให้ได้ขนาดตามแบบทางวิศวกรรม กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวางไปยังสายพานลูกกลิ้งที่อยู่ติดกับแท่นวาง ใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด เมื่อเจาะรูที่ 1 ตัวหยุดจะเลื่อนไปยังตำแหน่งต่อไปโดยอัตโนมัติตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ เมื่อเจาะรูขนาดเดียวกับเครื่องมือจนครบ เคลื่อนเหล็กไปให้พนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 พนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 จึงกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กไปยังสายพานลูกกลิ้งที่อยู่ด้านหลัง เคลื่อนเหล็กไปจนสุดปลายของสายพานลูกกลิ้ง กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กไปวางที่แท่นวาง ในขณะที่พนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 กำลังทำงาน พนักงานเดินเครื่องคนที่ 1 ก็สามารถเดินไปกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวางมายังสายพานลูกกลิ้งเพื่อมาทำงานได้ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกชิ้น จึงเปลี่ยนขนาดเครื่องมือที่ใช้เจาะรู ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกขนาดและทุกชิ้นจึงสิ้นสุดการทำงานที่เครื่องจักไอออนเวิร์คเคอร์นี้

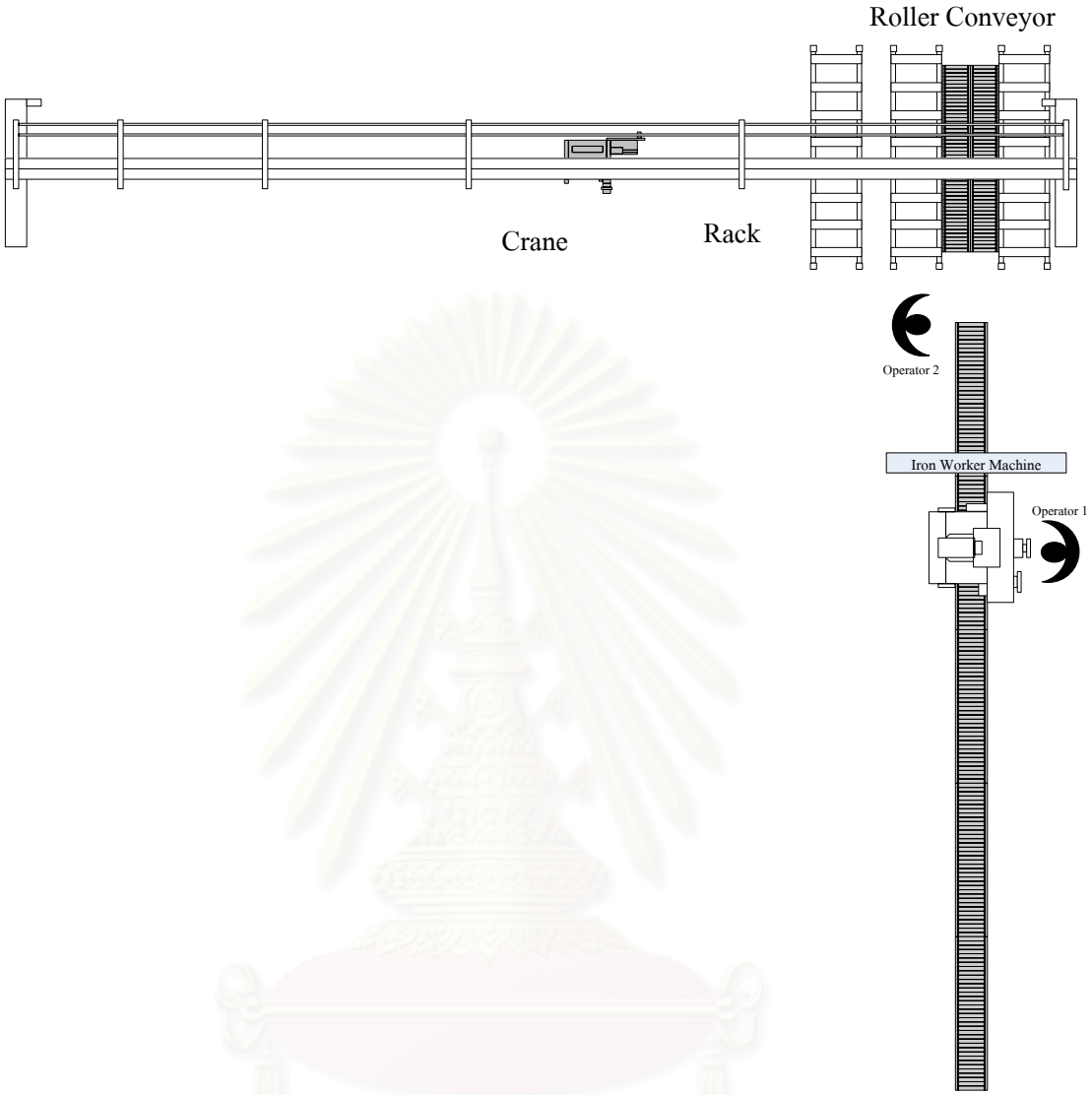
ทางเลือกที่ 2 มีการดำเนินการดังนี้

1) เพิ่มแท่นวาง 1 แท่น และปรับปรุงสายพานลูกกลิ้งจากลูกกลิ้ง ขนาด 28 เซนติเมตร จำนวน 6 ตัว เป็นขนาด 12 เซนติเมตร จำวน 12 ตัว คิดเป็นเงินจำนวน 5,958.97 บาท

2) เพิ่มพนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 เพื่อมาสนับสนุนการทำงานของพนักงานเดินเครื่องคนที่ 1

โดยมีแผนผังดังรูปที่ 6.16

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.16 แผนผังของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ทางเลือกที่ 2)

จากรูปที่ 6.16 ได้แสดงถึงแผนผังของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ในทางเลือกที่ 2 โดยมีวิธีการทำงาน คือ พนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 จะกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวาง (Rack) ไปยังสายพานลูกกลิ้ง (Roller Conveyer) ที่อยู่ติดกับแท่นวาง ใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กส่งให้พนักงานเดินเครื่องคนที่ 1 พนักงานเดินเครื่องคนที่ 1 เคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด (Stopper) จึงตัดเหล็ก พนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 ดึงเหล็กถอยหลัง และพนักงานเดินเครื่องคนที่ 1 จึงดึงเหล็กที่ตัดได้ขนาดถอยกลับไปที่สายพานลูกกลิ้ง กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กไปวางที่แท่นวาง ทำอย่างนี้จนกระทั่งตัดเหล็กเสร็จ เมื่อถึงกระบวนการเจาะรู พนักงานเดินเครื่องคนที่ 1 จะเปลี่ยนเครื่องมือให้เจาะรูให้ได้ขนาดตามแบบทางวิศวกรรม พนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 กด

เหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวางไปยังสายพานลูกกลิ้งที่อยู่ติดกับแท่นวาง ใช้มือดึงและเคลื่อนเหล็กส่งให้พนักงานเดินเครื่องคนที่ 1 พนักงานเดินเครื่องคนที่ 1 เคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุดเมื่อเจาะรูที่ 1 ตัวหยุดจะเลื่อนไปยังตำแหน่งต่อไปโดยอัตโนมัติตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ เมื่อเจาะรูขนาดเดียวกับเครื่องมือจนครบ ในขณะที่พนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 จะเตรียมเหล็กชิ้นถัดไปด้วยการกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวางไปยังสายพานลูกกลิ้งที่อยู่ติดกับแท่นวาง เมื่อเครื่องจักรเจาะรูเสร็จพนักงานเดินเครื่องคนที่ 1 จะดึงเหล็กกลับไปที่สายพานลูกกลิ้ง กดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กไปวางที่แท่นวาง และรับเหล็กที่พนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 ส่งให้ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกชิ้น จึงเปลี่ยนขนาดเครื่องมือที่ใช้เจาะรู ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกขนาดและทุกชิ้นจึงสิ้นสุดการทำงานที่เครื่องจักไอออนเวิร์คเคอร์นี้

เนื่องจากทางเลือกที่ 1 ต้องใช้เงินลงทุนในการจัดทำอุปกรณ์ต่างๆ ที่มากกว่าทางเลือกที่ 2 และในกรณีที่มีการเจาะรูบริเวณส่วนต้นของเหล็กแล้ว พนักงานเดินเครื่องต้องขนย้ายเหล็กให้เหล็กทั้งชิ้นพ้นจากหัวเจาะซึ่งก่อให้เกิดระยะทาง และเวลาในการทำงานที่สูญเปล่า และด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่ หากเลือกทางเลือกที่ 1 จะทำให้พนักงานเดินเครื่องเหลือพื้นที่ในการทำงานน้อยลง ดังนั้นทางเลือกที่ 2 จึงเหมาะสมกว่าทางเลือกที่ 1 โดยมีวิธีการทำงานดังตารางที่ 6.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.13 วิธีการทำงานของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง)

การทำงาน	ระยะทาง (มิลลิเมตร)	เวลา (วินาที)	การทำงาน	ระยะทาง (มิลลิเมตร)	เวลา (วินาที)
พนักงานเคลื่อนเหล็กไปยังสายพานลูกกลิ้ง	4953.5	8.6245	พนักงานเคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด	3492	6.0799
เครื่องจักรเจาะ		1.79	พนักงานกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากแท่นวางไปยังสายพานลูกกลิ้งที่อยู่ติดกัน		6.01
เครื่องจักรเลื่อนไปยังตำแหน่งถัดไป	70	0.1646	พนักงานกดเหล็กที่ส่วนปลายและเอียงเหล็กจากสายพานลูกกลิ้งไปยังแท่นวางที่อยู่ติดกัน		6.01
พนักงานเคลื่อนเหล็กจนปลายเหล็กไปชนกับตัวหยุด	70	0.1219			
เครื่องจักรเจาะ		1.79			
รวมเวลาคนที่1		12.491	รวมเวลาคนที่ 2		18.0999

จากตารางที่ 6.13 ได้อธิบายวิธีการทำงานของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์หลังการปรับปรุง ซึ่งเป็นเช่นเดียวกับวิธีการทำงานในทางเลือกที่ 2 ซึ่งกล่าวไว้ก่อนหน้านี้แล้ว

6.5.2 การปรับปรุงเวลาในการตัดมุม

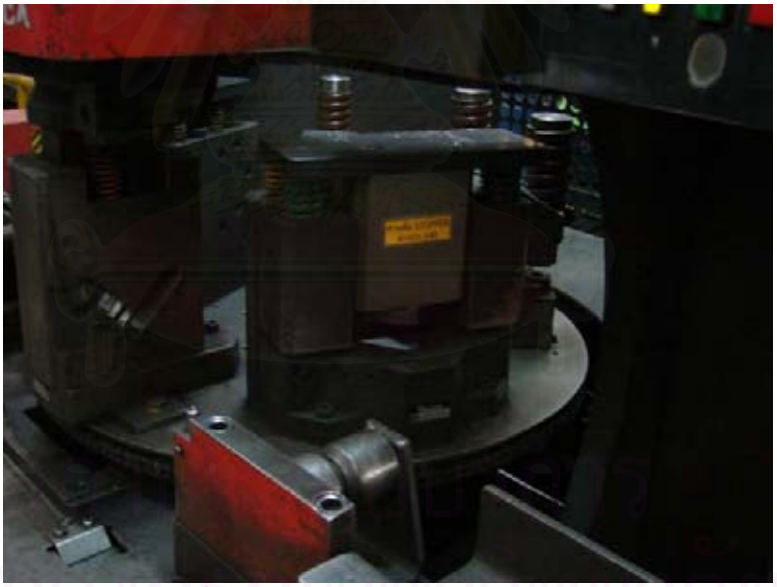
หัวข้อการปรับปรุงเวลาในการตัดมุม ประกอบไปด้วย 2 หัวข้อ คือ การทำงานก่อนการปรับปรุง และการปรับปรุงการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.4.2.1 การทำงานก่อนการปรับปรุง

ในการตัดมุมเหล็กนั้นเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานในช่วงเวลาเดินเครื่อง (Operating Time) โดยจะต้องรอพนักงานเดินเครื่องคนอื่นว่างงานให้ช่วยในการขนถ่ายเหล็กเพื่อไปตัดมุมที่เครื่องจักรอื่น ทำการลากเส้นทำเครื่องหมายที่จะตัดมุมเหล็ก พนักงานคนที่ 1 เพ่งให้ใบมีดสามารถตัดเหล็กได้ตรงและควบคุมเครื่องจักรให้ตัดเหล็ก ในขณะที่พนักงานคนที่ 2 คอยพยุงปลายเหล็กอีกข้างหนึ่งไว้ จึงก่อให้เกิดการหยุดสั้นๆ ที่เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์

6.4.2.2 การปรับปรุงการทำงาน

การปรับปรุงเวลาในการตัดมุมนี้ดำเนินการโดยวิศวกรกระบวนการของโรงงานผลิตลิฟต์แห่งนี้ ด้วยการจัดซื้อตัวตัดมุมโดยเฉพาะ ดังรูปที่ 6.17 และ 6.18



รูปที่ 6.17 ตัวตัดมุม 1 (หลังการปรับปรุง)

รูปที่ 6.18 ตัวตัดมุม 2 (หลังการปรับปรุง)

จากรูปที่ 6.17 และ 6.18 ได้แสดงถึงตัวตัดมุมเหล็ก ซึ่งการใช้ตัวตัดมุมเหล็กสามารถลดเวลาและแรงงานในการตัดมุม เนื่องจากไม่ต้องขนย้ายเหล็กไปทำงานที่เครื่องจักรอื่นและใช้แรงงานเพียง 1 คน ในการตัดมุม โดยใช้เงินลงทุน 270,938 บาท

6.5.3 การปรับปรุงการอ่านแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรม

ในหัวข้อนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ การทำงานก่อนการปรับปรุง และการปรับปรุงการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.5.3.1 การทำงานก่อนการปรับปรุง

การปรับตั้งเครื่องจักรเป็นความสูญเสียอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้ โดยรองมาจากการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า สาเหตุที่ส่งผลต่อการปรับตั้งเครื่องจักรมากที่สุดก็คือ การอ่านแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

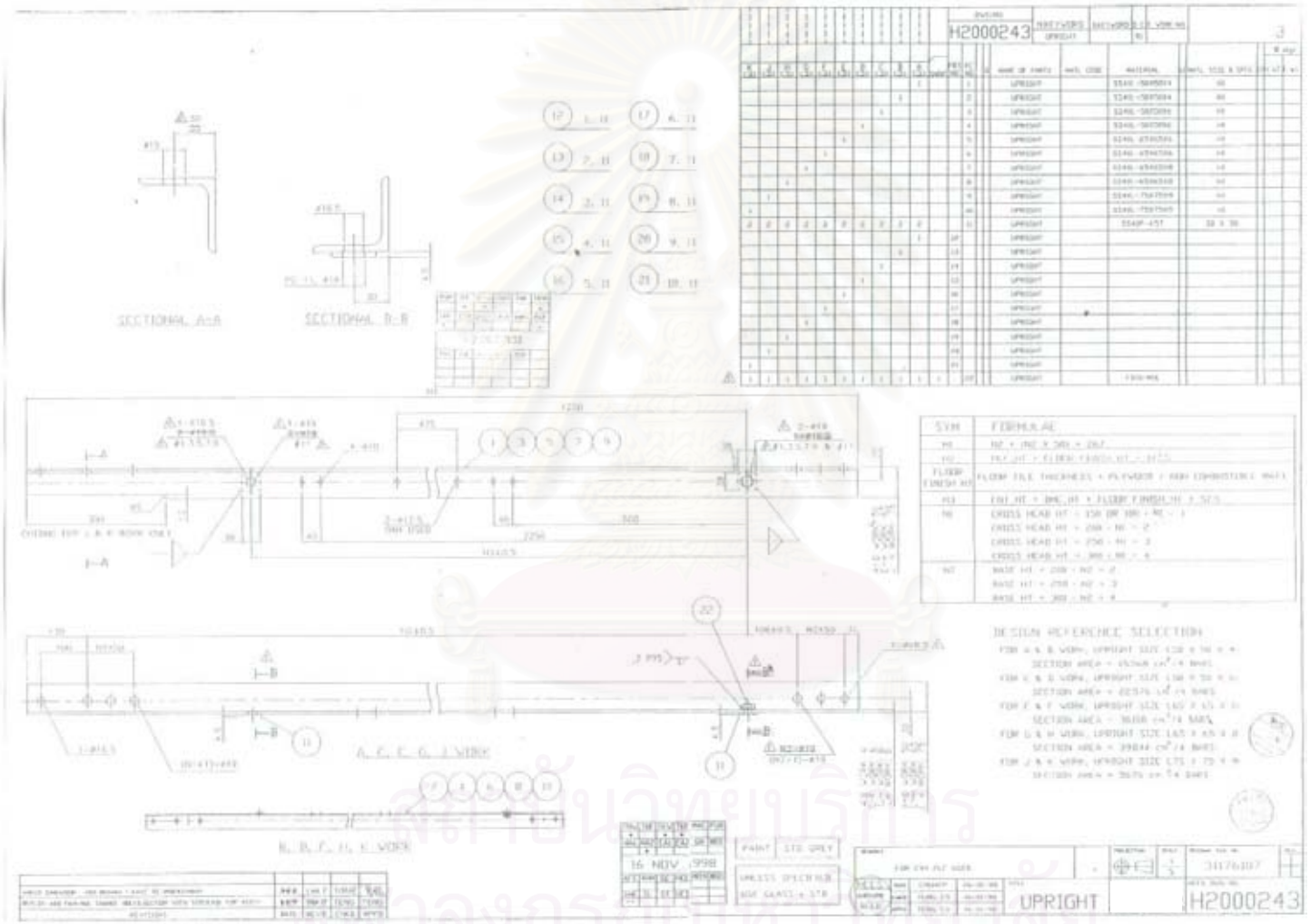
1) การหาชิ้นส่วนซึ่งผลิตที่เครื่องไอออนเวิร์คเคอร์จากข้อมูลการออกแบบ (Design Information, DI) โดยมีตัวอย่างดังรูปที่ 6.19 ซึ่งประกอบไปด้วยหมายเลขแบบทางวิศวกรรม (Drawing Number) ชื่อชิ้นส่วน ชื่องาน (Work) ชนิดวัตถุดิบที่ต้องใช้ (Material) ขนาดวัตถุดิบ (Material Size) และอื่นๆ

DRG NO	REV	PART NAME	WK	PT NO	MATERIAL	INV NO	MATL SIZE	QTY	SC	REMARKS
33443766		FRAME	B	P7				6		
34067466		KEEP P	A	P1	SS41F-25X3		74			
34070740		STOPPER	A	P1	SS41B-D12		248			
34070740		STOPPER	A	P1	SS41B-D12		548			
33250850		COVER (BOTTOM)	A	N1	SPG-1.5T		501 X 614			
33250850		COVER (BOTTOM)	A	N2	SPG-1.5T		102 X 277	6		
33250850		COVER (BOTTOM)	A	N3	M8 NUTSERT			12		
33250850		COVER (BOTTOM)	A	P4				1		
H3000562		SPONGE	A	P2	SPONGE-25T		222 X 610	1	X	
H3000562		SPONGE	A	P3	SPONGE-25T		78 X 610	6	X	
H3000562		SPONGE	A	P4	SPONGE-25T		78 X 172	6	X	
33257615		COVER (SIDE)	A	P1	SPG-1.5T		491 X 940			
H3000562		SPONGE	A	P5	SPONGE-25T		181 X 880	6	X	
H3000562		SPONGE	A	P6	SPONGE-25T		30 X 880	6	X	
H3000562		SPONGE	A	P7	SPONGE-25T		135 X 880	6	X	
33443778		COVER (ENDS)	B	N2	SPG-1.5T		637 X 561			
33443778		COVER (ENDS)	B	N3	M8 NUTSERT			36		
33443778		COVER (ENDS)	B	P3				6		
H4000234		SPONGE	B	P2	SPONGE-25T		266 X 504		X	
34176950		BRACKET	A	P1	SS41F36X6		551			
H2000859		OMC BASE ASSY	A					1		
H2000858		OMC BASE	A	N1	SPG2.3T		444 X 1654	1		
H2000858		OMC BASE	A	N2	M4 AVK NUTSERT			18		
H2000858		OMC BASE	A	N3	M6 AVK NUTSERT			24		
H2000858		OMC BASE	A	N4	BUSH	6970076	(MD153601-B)	18		
H2000858		OMC BASE	A	P5				1		
H3004973		COVER	A	P1	SPG-1.5T		180 X 436	1		
H3004973		COVER	B	P2	SPG-1.5T		180 X 322	1		
H3000802		BRACKET	A	P1	SS41F-75X9T		640	6		
H2000555		BASE ASSY	A					1		
H3002650		BASE	A	P1	SPG-3T		152 X 310	1		
H3002650		BASE	B	P2	SPG-3T		152 X 310	1		
H2001952		POST ARM	A	P1	SS41P-6T		132 X 1578	1		
H2001952		POST ARM	B	P2	SS41P-6T		132 X 1578	1		
H3005281		HANDRAIL	A	P1	SS400-L65X65X6		1240	1		
H3001811		SIDE HANDRAIL	A	P1	SS41P-4.5T		111 X 1160	1		
3225743		END BRKT P.L	B					1		
34124521		PIECE	A	P1	SG-1.3T		32 X 79	1		
34138295		ROPE	B	P2	Ø5.18	6870041	6M	1	1	
34055390		CLIP	A	P1		6970250	"	12	1	
3221813		THIMBLE ROD ASSY	A		Dia 12	M07663	BABBIT TYPE	15	1	BY SHE
H3000695		BABBIT METAL	A			6880186		12	1	
H3005617		MAIN ROPE	C	P3	DIA 12 A-TYPE	1742212	360 m	1	1	BY Hees
H3005617		GOV. ROPE	J	P9	DIA 10	6880097	149 m	1	1	
33134692		WIRE CLIP ASSY	B			6913701		12	1	
H2000243		UPRIGHT	E	N5	SS400L65X65X6		4252.5	6		
H2000243		UPRIGHT	F	N6	SS400L65X65X6		4252.5	6		
H2000243		UPRIGHT	E-F	N11	SS400-4.5T		38 X 38	6		
H2000243		UPRIGHT	E	P16				6		
H2000243		UPRIGHT	F	P17				6		

รูปที่ 6.19 ตัวอย่างข้อมูลการออกแบบ

จากรูปที่ 6.19 ได้แสดงถึงตัวอย่างข้อมูลการออกแบบ ซึ่งในส่วนที่ตีกรอบสี่เหลี่ยมไว้เป็นตัวอย่างชิ้นส่วนที่ต้องผลิตที่เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้ คือ ชิ้นส่วน Upright โดยใช้หมายเลขแบบ H2000243 มีวัตถุดิบเป็นเหล็กขนาด SS400L-65×65×6 คือ ใช้เหล็กฉากขนาดความกว้าง 65 มิลลิเมตร ความหนา 6 มิลลิเมตร ความยาว 4,252.5 มิลลิเมตร งาน E และ F จำนวนงานละ 6 ชิ้น

2) การหาแบบทางวิศวกรรม (Drawing) ตามหมายเลขแบบทางวิศวกรรม ซึ่งภายในแบบประกอบไปด้วยรูปที่ผ่านการประกอบมาแล้ว และระยะต่างๆ ที่บางค่าให้มาในรูปของตัวแปร ดังแสดงในรูปที่ 6.20 มาประกอบกับตารางระยะ (Platform Dimension Table) ดังแสดงในตารางที่ 6.14 ที่บอกรายละเอียดระยะของตัวแปรในแบบทางวิศวกรรมนั้น



รูปที่ 6.20 ตัวอย่างแบบทางวิศวกรรม

ตารางที่ 6.14 ตัวอย่างตารางระยะ

H1	H2	H3	N1	N2
4,252.5 มิลลิเมตร	3,885.5 มิลลิเมตร	3,073.5 มิลลิเมตร	2 รู	2 รู

จากรูปที่ 6.20 แสดงให้เห็นว่า ในแบบทางวิศวกรรมนี้จะบอกระยะต่างๆ เป็นตัวเลข และมีอยู่อีก 5 ตัว ที่บอกค่ามาเป็นตัวแปร ได้แก่ H1 H2 H3 N1 และ N2 ซึ่งต้องนำมาประกอบกับค่าในตารางระยะจากตารางที่ 6.14 ซึ่งบอกรายละเอียดระยะของตัวแปร คือ H1 มีค่า 4,252.5 มิลลิเมตร H2 มีค่า 3,885.5 มิลลิเมตร H3 มีค่า 3,073.5 มิลลิเมตร N1 มีค่าเท่ากับ 2 รู และ N2 มีค่าเท่ากับ 2 รู

3) การคำนวณค่าทั้งหมดที่ต้องใช้ เช่น การคำนวณระยะของรูขนาด 16.5 มิลลิเมตร เป็นดังนี้

จากรูปด้านบน (ด้านที่ 1)

ระยะจากขอบด้านซ้ายถึงรูขนาด 16.5 มิลลิเมตร คิดเป็น

$= H1 - (H3 + 106 + (N2 \times 50) + 31)$ มิลลิเมตร

$= 4,252.5 - (3,073.5 + 106 + (2 \times 50) + 31)$ มิลลิเมตร

$= 942$ มิลลิเมตร

ระยะจากขอบด้านขวาถึงรูขนาด 16.5 มิลลิเมตร คิดเป็น

$= H3 + 106 + (N2 \times 50) + 31$ มิลลิเมตร

$= 3,073.5 + 106 + (2 \times 50) + 31$ มิลลิเมตร

$= 3,310.5$ มิลลิเมตร

4) การเขียนเป็นคำสั่งที่ใช้ในการสั่งงานเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ ดังตารางที่ 6.15 คำสั่งที่ใช้ในการสั่งงานเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.15 ตัวอย่างคำสั่งที่ใช้ในการสั่งงานเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์

ด้านที่	DIA (มิลลิเมตร)	ระยะจากขอบด้านซ้าย (มิลลิเมตร)	DIA (มิลลิเมตร)	ระยะจากขอบด้านขวา (มิลลิเมตร)
1	16.5	942	16.5	3310.5
	10	1725.5, 40, 1710, 40	10	737, 40, 1710, 40
	12.5	2765.5, 475	12.5	1012, 475
	19	4015.5	19	237
2	16.5	30	16.5	4222.5
	19	130, 50, 50, 3891.5, 50, 50	19	31, 50, 50, 3891.5, 50, 50

จากตารางที่ 6.15 แสดงให้เห็นว่า ชิ้นส่วน Upright ชิ้นนี้ต้องทำการเจาะรู 2 ด้าน โดยด้านที่ 1 ประกอบไปด้วยรูขนาด 16.5 10 12.5 และ 19 มิลลิเมตร ด้านที่ 2 ประกอบไปด้วยรูขนาด 16.5 และ 19 มิลลิเมตร ทั้งนี้ในด้านที่ 1 จะมีรูขนาด 16.5 มิลลิเมตรเพียงรูเดียวเท่านั้นแต่เป็นการวัดจากจุดอ้างอิงคนละจุดเท่านั้น หากวัดจากขอบด้านซ้ายจนถึงรูขนาด 16.5 มิลลิเมตร จะได้ระยะ 942 มิลลิเมตร หากวัดจากขอบด้านขวาจนถึงรูขนาด 16.5 มิลลิเมตร จะได้ระยะ 3,310.5 มิลลิเมตร

6.5.3.2 การปรับปรุงการทำงาน

การปรับปรุงการทำงานของขั้นตอนการอ่านแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรมนี้ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร-โปรแกรม และโปรแกรมโซลิดเวิร์ค 2006 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.5.3.2.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร-ส่วนโปรแกรม

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร-โปรแกรมถูกสร้างขึ้นมาเพื่อลดเวลาในการเลือกชิ้นส่วนที่จะต้องผลิตที่เครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ ลดเวลาที่ใช้ในการแปลงข้อมูลระยะที่ได้จากการอ่านแบบทางวิศวกรรมเป็นข้อมูลที่ใช้ในการสั่งงานเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ โดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างโปรแกรม คือ

1) การออกแบบฐานข้อมูล

2) การแจกแจงลักษณะประจำ

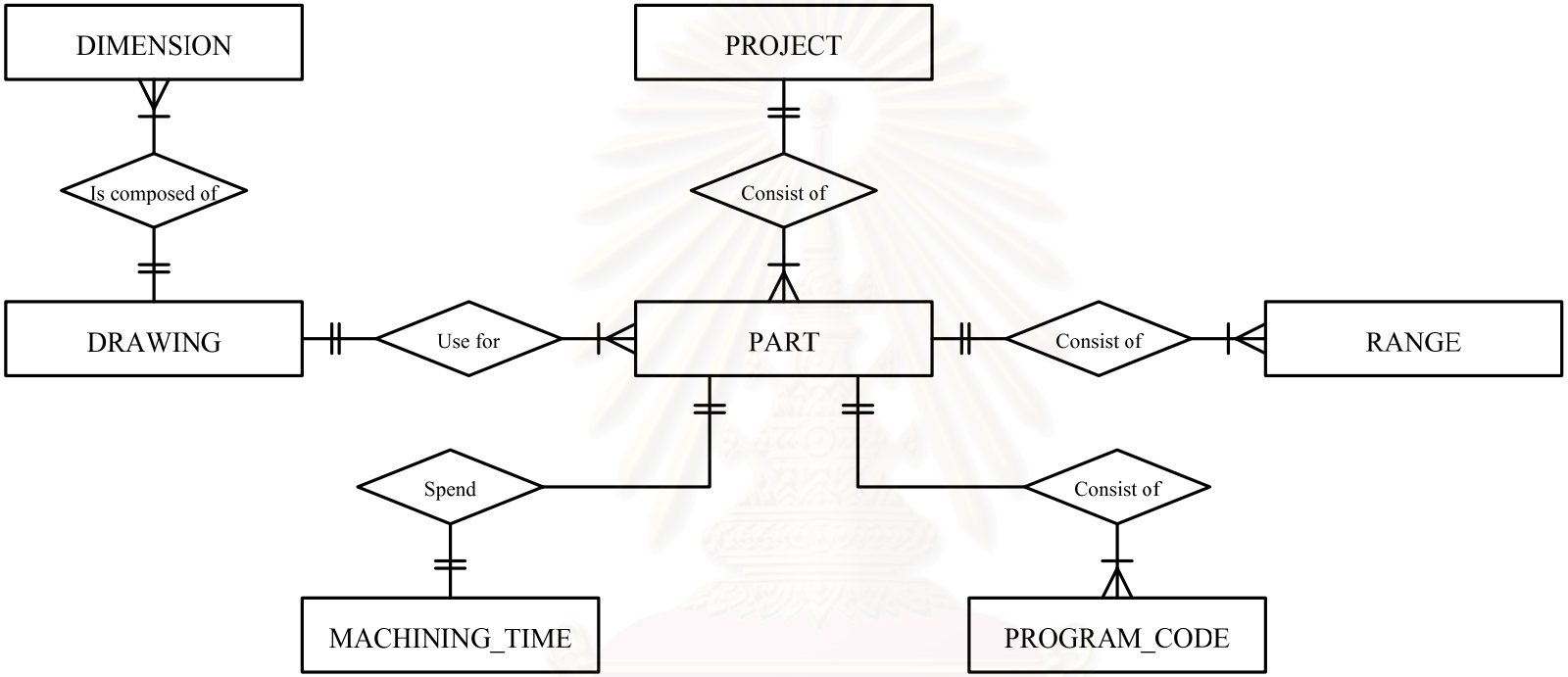
3) การออกแบบ และจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร-ส่วนโปรแกรม

ซึ่งรายละเอียดต่างๆ ของขั้นตอนการจัดทำโปรแกรมมีดังต่อไปนี้

6.5.3.2.1.1 การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร-ส่วนโปรแกรม โดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตี (Entity-Relationship Diagram, ERD) เป็นดังรูปที่ 6.21

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.21 แผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตีส่วนโปรแกรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 6.21 แสดงให้เห็นว่าโปรเจ็ค (PROJECT) หนึ่งโปรเจ็คประกอบไปด้วยชิ้นส่วน (PART) หลายชิ้น แต่ในทางกลับกันชิ้นส่วน (PART) หนึ่งชิ้นจะถูกบรรจุอยู่ในโปรเจ็ค (PROJECT) เพียงหนึ่งโปรเจ็คเท่านั้น

แบบทางวิศวกรรม (DRAWING) หนึ่งแบบสามารถใช้ได้กับชิ้นส่วน (PART) หนึ่งชิ้น แต่ชิ้นส่วน (PART) หนึ่งชิ้นจะรับข้อมูลมาจากแบบทางวิศวกรรม (DRAWING) ได้เพียงหนึ่งแบบเท่านั้น

แบบทางวิศวกรรม (DRAWING) หนึ่งแบบประกอบด้วยระยะตามค่าตัวแปร (DIMENSION) หนึ่งระยะ แต่ระยะตามค่าตัวแปร (DIMENSION) หนึ่งระยะสามารถใช้ได้กับแบบทางวิศวกรรม (DRAWING) ได้เพียงแบบเดียวเท่านั้น

ในชิ้นส่วน (PART) หนึ่งชิ้นจะประกอบไปด้วยระยะห่าง (RANGE) หลายระยะ แต่ระยะห่าง (RANGE) หนึ่งระยะนั้นจะบรรจุอยู่ในชิ้นส่วน (PART) เพียงหนึ่งชิ้น

ชิ้นส่วน (PART) หนึ่งชิ้นจะเสียเวลาในการทำงานของเครื่องจักร (MACHINING_TIME) หนึ่งค่า ในทางกลับกันเวลาในการทำงานของเครื่องจักร (MACHINING_TIME) หนึ่งค่านั้นจะใช้ได้กับชิ้นส่วน (PART) เพียงหนึ่งชิ้นเท่านั้น

ชิ้นส่วน (PART) หนึ่งชิ้นประกอบไปด้วยรหัสโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งเครื่องจักร (PROGRAM_CODE) หลายค่า และรหัสโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งเครื่องจักร (PROGRAM_CODE) หนึ่งค่าจะใช้ได้กับชิ้นส่วน (PART) หนึ่งชิ้นเท่านั้น

6.5.3.2.1.2 การแจกแจงลักษณะประจำ

หลังจากการออกแบบฐานข้อมูล เป็นการแจกแจงลักษณะประจำให้กับเอนทิตีแต่ละตัว และสร้างฐานข้อมูลขึ้นด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์แอ็คเซสส์ (Microsoft Access) โดยมีลักษณะประจำของเอนทิตีต่างๆ ดังตารางที่ 6.16-6.22

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.5.3.2.1.2.1 ลักษณะประจำของเอนทิตีโปรเจ็ค

ตารางที่ 6.16 ลักษณะประจำของเอนทิตีโปรเจ็ค

ตาราง: Project ตารางเก็บข้อมูลโปรเจ็ค				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Prj_No	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลโปรเจ็ค
Mfg_No	Text	10		รหัสโปรเจ็ค
Prj_Name	Text	80		ชื่อโปรเจ็ค
Prj_Set	Text	5		จำนวนลิฟต์ (ตัว)
Prj_Opening	Text	10		รายละเอียด OPENING
Prj_Speed	Text	50		รายละเอียด SPEED
Prj_Model	Text	30		โมเดลลิฟต์
Car_Size	Text	80		ขนาดลิฟต์ (มิลลิเมตร × มิลลิเมตร)
Prj_Part	Text	10		ชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิต
Prj_Dept	Text	50		รายละเอียด DEPARTMENT
Prod_Distr	Text	80		รายละเอียด DISTRIBUTION

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.5.3.2.1.2.2 ลักษณะประจำของเอนทิตีชิ้นส่วน

ตารางที่ 6.17 ลักษณะประจำของเอนทิตีชิ้นส่วน

ตาราง: Part ตารางเก็บข้อมูลชิ้นส่วน				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Part_No	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลลำดับชิ้นส่วน
Part_SNO	Text	10		รายละเอียด SNO
Drg_No	Text	15		รหัสแบบทางวิศวกรรม
Part_Name	Text	30		ชื่อชิ้นส่วน
Drg_Work	Text	8		งานของชิ้นส่วนนั้น
Pt_No	Text	10		รายละเอียด PT NO
Material	Text	50		ชนิดวัตถุดิบ
Inv_No	Text	15		หมายเลขวัตถุดิบคงคลัง
Matl_Size	Text	30		ขนาดวัตถุดิบ
Part_Qty	Text	5		จำนวนที่ต้องผลิตสำหรับชิ้นส่วนนั้น (ชิ้น)
Part_Sc	Text	5		รายละเอียด SC
Part_Remark	Text	150		หมายเหตุ
Prj_No	Number	Long Integer		รหัสของข้อมูลโปรเจ็ค
Mfg_No	Text	10		รหัสโปรเจ็ค
MC_Code	Text	20		รหัสเครื่องจักร

6.5.3.2.1.2.3 ลักษณะประจำของเอนทิตีระยะห่าง

ตารางที่ 6.18 ลักษณะประจำของเอนทิตีระยะห่าง

ตาราง: Range ตารางเก็บข้อมูลระยะห่างจากขอบเหล็กจนถึงรู หรือรูถึงรู โดยการคิดแบบสัมพัทธ์				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Range_No	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลระยะห่าง
Range_Side	Number	Integer		ด้านของเหล็ก
Diameter	Text	5		ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรู (มิลลิเมตร)
Range_Detail	Text	200		รายละเอียด
Length	Text	10		ระยะห่าง (มิลลิเมตร)
Part_No	Number	Long Integer		รหัสของข้อมูลลำดับชิ้นส่วน

6.5.3.2.1.2.4 ลักษณะประจำของเอนทิตีเวลาในการทำงานของเครื่องจักร

ตารางที่ 6.19 ลักษณะประจำของเอนทิตีเวลาในการทำงานของเครื่องจักร

ตาราง: Machining_Time ตารางเก็บข้อมูลเวลาในการทำงานของเครื่องจักร				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Part_No	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลลำดับชิ้นส่วน
MCTimeS1L	Text	20		เวลาในการทำงานต่อชิ้นของเครื่องจักรด้านที่ 1 โดยคิดจากขอบซ้าย (วินาที)

ตารางที่ 6.19 ลักษณะประจำของเอนทิตีเวลาในการทำงานของเครื่องจักร (ต่อ)

ชื่อเขตข้อมูล	ประเภท	ขนาด	กุญแจหลัก	รายละเอียด
MCTimeS1R	Text	20		เวลาในการทำงานต่อชิ้นของเครื่องจักรด้านที่ 1 โดยคิดจากขอบขวา (วินาที)
AllMCTimeS1L	Text	20		เวลาในการทำงานของเครื่องจักรด้านที่ 1 โดยคิดจากขอบซ้าย (นาที)
AllMCTimeS1R	Text	20		เวลาในการทำงานของเครื่องจักรด้านที่ 1 โดยคิดจากขอบขวา (นาที)
MCTimeS2L	Text	20		เวลาในการทำงานต่อชิ้นของเครื่องจักรด้านที่ 2 โดยคิดจากขอบซ้าย (วินาที)
MCTimeS2R	Text	20		เวลาในการทำงานต่อชิ้นของเครื่องจักรด้านที่ 2 โดยคิดจากขอบขวา (วินาที)
AllMCTimeS2L	Text	20		เวลาในการทำงานของเครื่องจักรด้านที่ 2 โดยคิดจากขอบซ้าย (นาที)
AllMCTimeS2R	Text	20		เวลาในการทำงานของเครื่องจักรด้านที่ 2 โดยคิดจากขอบขวา (นาที)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.5.3.2.1.2.5 ลักษณะประจำของเอนทิตีรหัสโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งเครื่องจักร

ตารางที่ 6.20 ลักษณะประจำของเอนทิตีรหัสโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งเครื่องจักร

ตาราง: Program_Code ตารางเก็บข้อมูลรหัสโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งเครื่องจักร				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Prg_No	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลรหัสโปรแกรม
Prg_Side	Number	Integer		ด้านของชุดโปรแกรม
Diameter_L	Text	5		ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรู โดยการเริ่มคิดจากขอบซ้ายของเหล็ก (มิลลิเมตร)
PrgDetail_L	Text	255		โปรแกรมที่ใช้ในการสั่งเครื่องจักร โดยการเริ่มคิดจากขอบซ้ายของเหล็ก (มิลลิเมตร)
Diameter_R	Text	5		ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรู โดยการเริ่มคิดจากขอบขวาของเหล็ก (มิลลิเมตร)
PrgDetail_R	Text	255		โปรแกรมที่ใช้ในการสั่งเครื่องจักร โดยการเริ่มคิดจากขอบขวาของเหล็ก (มิลลิเมตร)
Part_No	Number	Long Integer		รหัสของข้อมูลลำดับชิ้นส่วน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.5.3.2.1.2.6 ลักษณะประจำของเอนทิตีแบบทางวิศวกรรม

ตารางที่ 6.21 ลักษณะประจำของเอนทิตีแบบทางวิศวกรรม

ตาราง: Drawing ตารางเก็บข้อมูลแบบทางวิศวกรรม				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Drg_ID	Number	Long Integer	*	รหัสของข้อมูลแบบทางวิศวกรรม
Drg_No	Text	15		รหัสแบบทางวิศวกรรม
Part_Name	Text	30		ชื่อชิ้นส่วน
Drg_Work	Text	8		ชื่องาน

6.5.3.2.1.2.7 ลักษณะประจำของเอนทิตีระยะตามค่าตัวแปร

ตารางที่ 6.22 ลักษณะประจำของเอนทิตีระยะตามค่าตัวแปร

ตาราง: Dimension ตารางเก็บข้อมูลระยะตามค่าตัวแปร				
ชื่อเขตข้อมูล	**ประเภท**	**ขนาด**	**กุญแจหลัก**	**รายละเอียด**
Dim_No	AutoNumber	Long Integer	*	รหัสของระยะตามค่าตัวแปร
Dim_Code	Text	10		ตัวแปรที่อยู่ในแบบทางวิศวกรรม
Dimension	Text	10		ระยะของตัวแปร (มิลลิเมตร)
Drg_ID	Number	Long Integer		รหัสของข้อมูลแบบทางวิศวกรรม

จากตารางที่ 6.16-6.22 เป็นการแจกแจงลักษณะประจำของเอนทิตีต่างๆ โดยมีการแบ่งประเภทของข้อมูลในลักษณะตัวเลขอัตโนมัติ (AutoNumber) ตัวเลข (Number) ตัวอักษร (Text) และวันที่/เวลา (Time/Date) สำหรับการกำหนดขนาดข้อมูลสามารถกระทำได้โดยขึ้นกับ

ประเภทข้อมูลนั้นๆ ทั้งนี้ส่วนกุญแจหลักในเขตข้อมูลที่มีเครื่องหมาย * หมายถึง การกำหนดให้เขตข้อมูลนั้นเป็นเขตข้อมูลหลักที่บ่งชี้ถึงข้อมูลในเขตข้อมูลอื่นๆ ที่บันทึกลงไปในฐานข้อมูล

6.5.3.2.1.3 การออกแบบ และจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร-ส่วนโปรแกรม

หลังจากการจัดทำฐานข้อมูล ได้ดำเนินการออกแบบหน้าต่าง และเขียนรหัสต้นทาง (Source code) ด้วยภาษาเบสิค (Basics) โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร-ส่วนโปรแกรม

ภายในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ประกอบด้วยรายการเลือก (Menu) และรายการเลือกย่อยต่างๆ ดังนี้

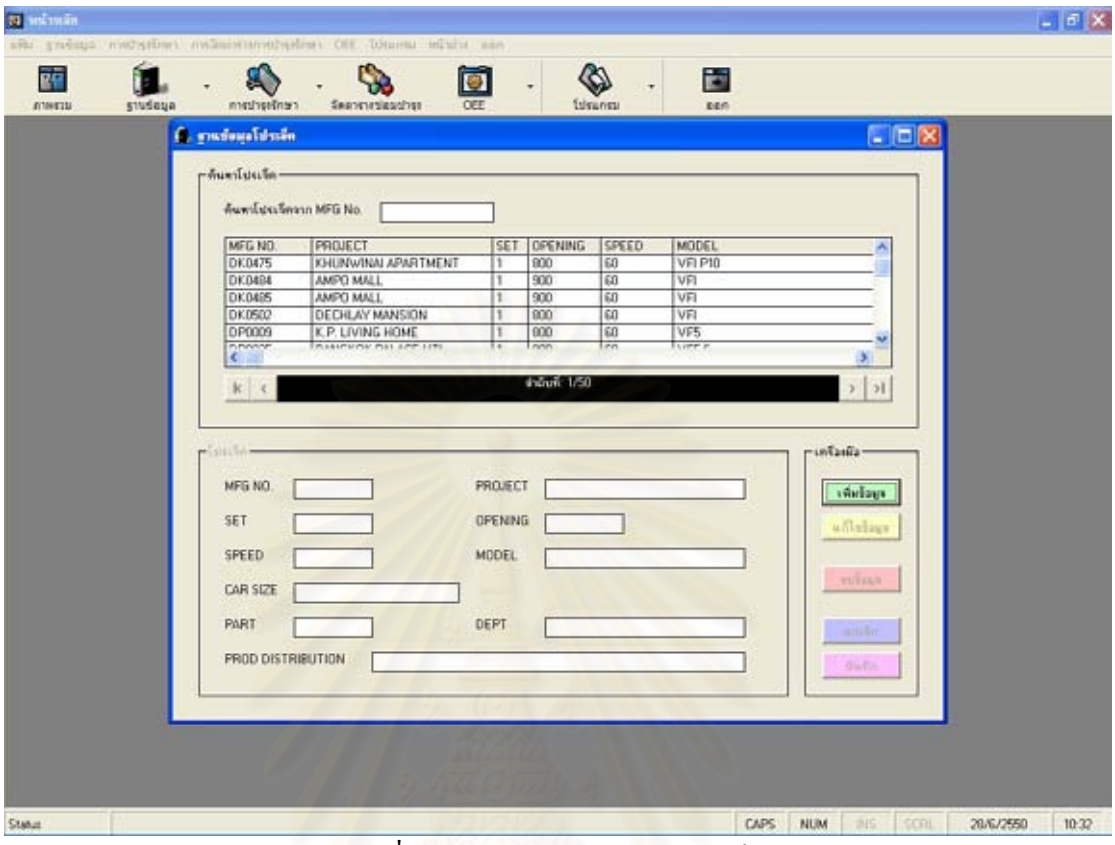
- ฐานข้อมูลโปรเจ็ค
- ฐานข้อมูลแบบทางวิศวกรรม
- รายละเอียดชิ้นส่วน
- รายละเอียดโปรเจ็ค

รายการเลือกโปรแกรมประกอบไปด้วยคำสั่งในการเรียกฐานข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ โดยมีคำสั่งต่างๆ ดังนี้

1) คำสั่งฐานข้อมูลโปรเจ็ค

คำสั่งฐานข้อมูลโปรเจ็คเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างฐานข้อมูลโปรเจ็คของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 6.22

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



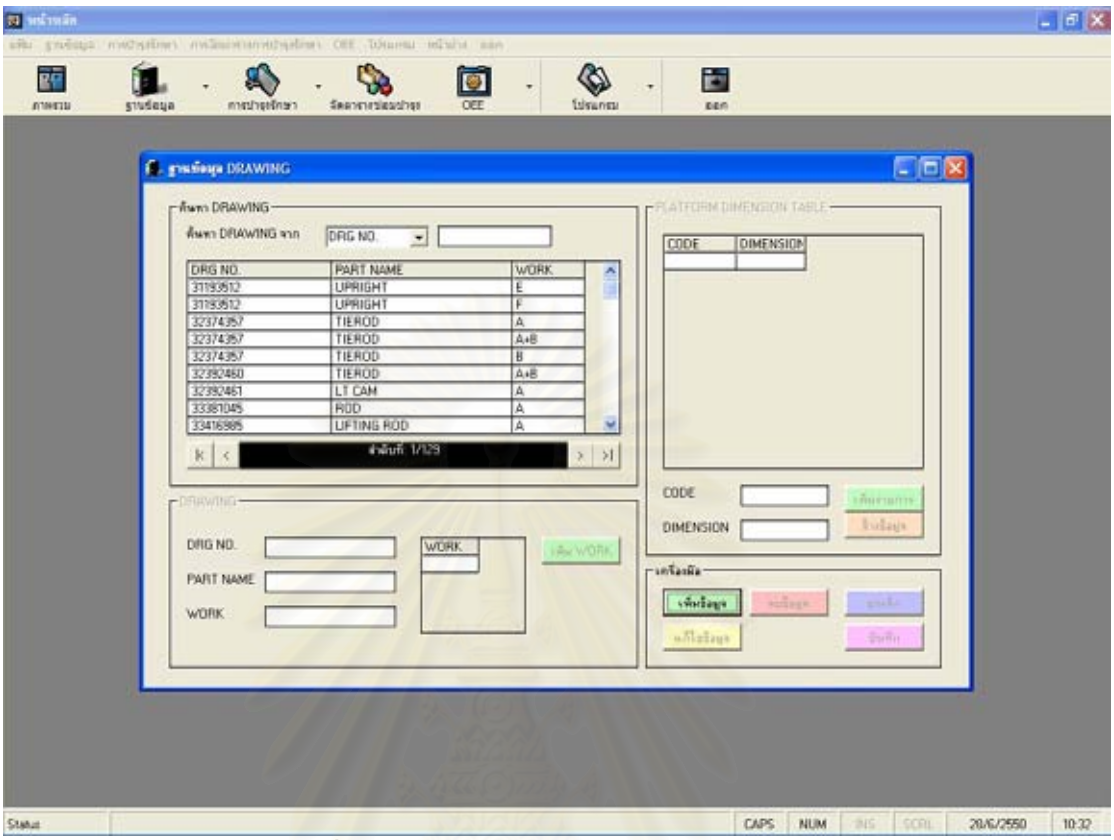
รูปที่ 6.22 หน้าต่างฐานข้อมูลโปรเจ็ค

จากรูปที่ 6.22 หน้าต่างฐานข้อมูลโปรเจ็ค เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลโปรเจ็ค

2) คำสั่งฐานข้อมูลแบบทางวิศวกรรม

คำสั่งฐานข้อมูลโปรเจ็คเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างฐานข้อมูลแบบทางวิศวกรรมของโปรแกรมขึ้นมา ดังรูปที่ 6.23

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



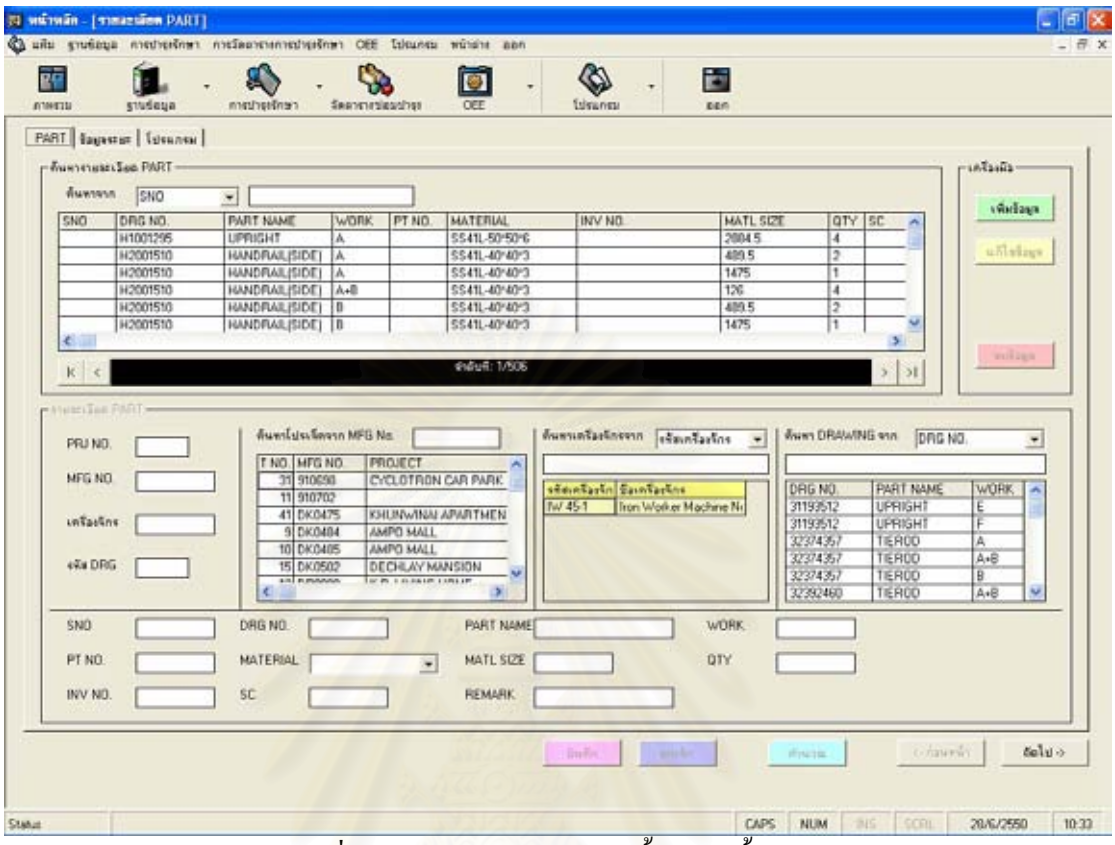
รูปที่ 6.23 หน้าต่างฐานข้อมูลแบบทางวิศวกรรม

จากรูปที่ 6.23 หน้าต่างฐานข้อมูลแบบทางวิศวกรรม เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลแบบทางวิศวกรรม

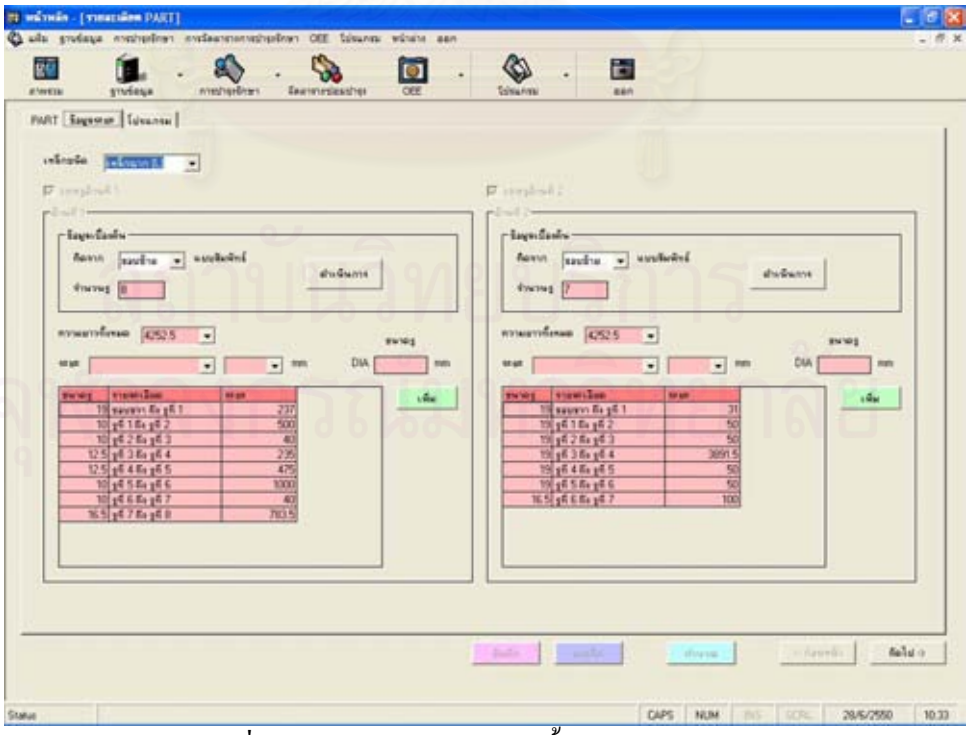
3) คำสั่งรายละเอียดชิ้นส่วน

คำสั่งรายละเอียดชิ้นส่วนเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างรายละเอียดชิ้นส่วนขึ้นมา ดังรูปที่ 6.24-6.26

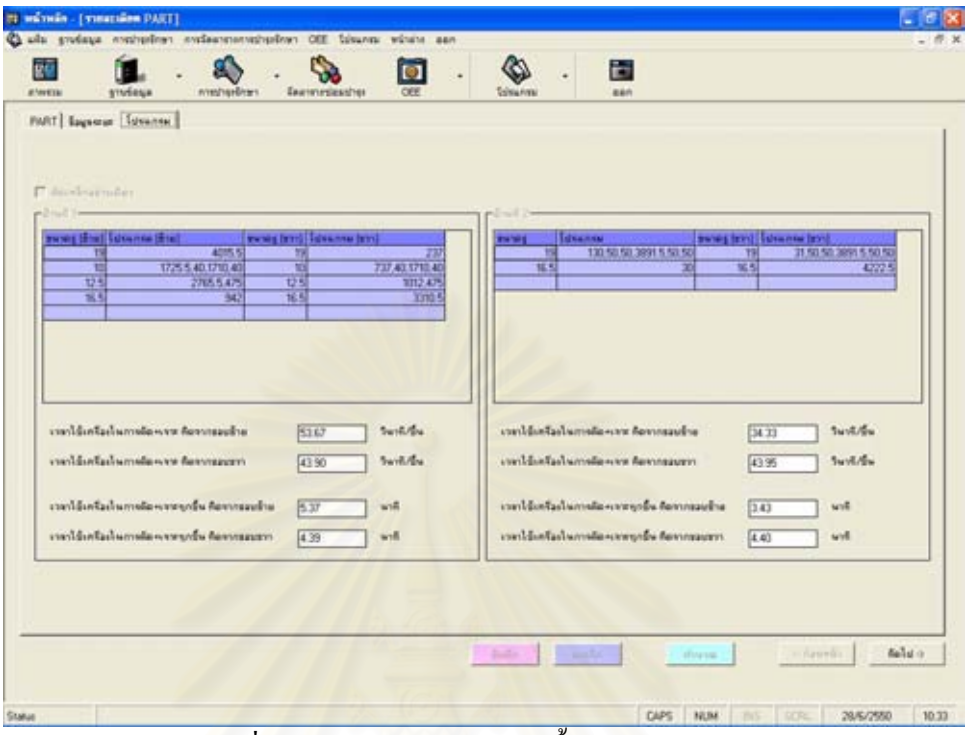
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.24 หน้าต่างรายละเอียดชิ้นส่วน-ชิ้นส่วน



รูปที่ 6.25 หน้าต่างรายละเอียดชิ้นส่วน-ข้อมูลระยะ



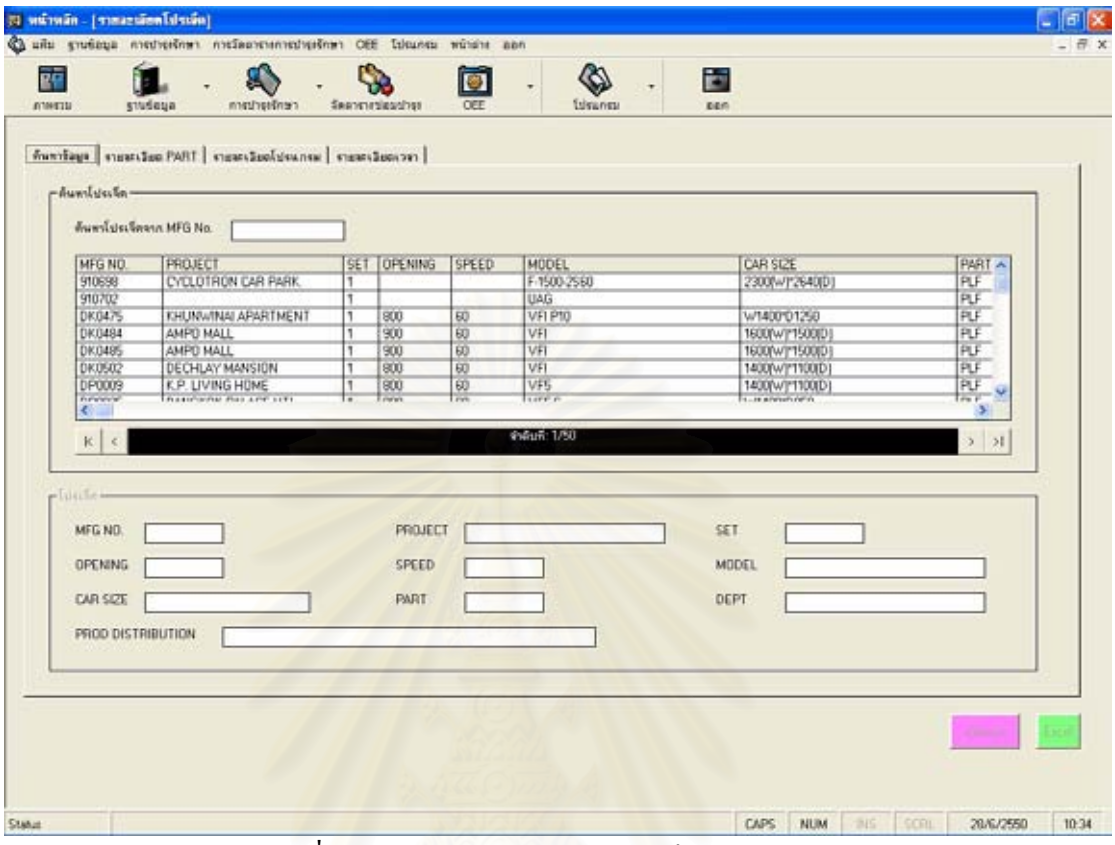
รูปที่ 6.26 หน้าต่างรายละเอียดชิ้นส่วน-โปรแกรม

จากรูปที่ 6.24-6.26 หน้าต่างรายละเอียดชิ้นส่วน เป็นหน้าต่างในการเก็บบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วน ทั้งชนิดและขนาดความยาวของเหล็ก จำนวนระยะต่างๆ ที่ต้องเจาะรู รวมทั้งแปลงข้อมูลระยะเหล่านั้นเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งงานเครื่องจักร

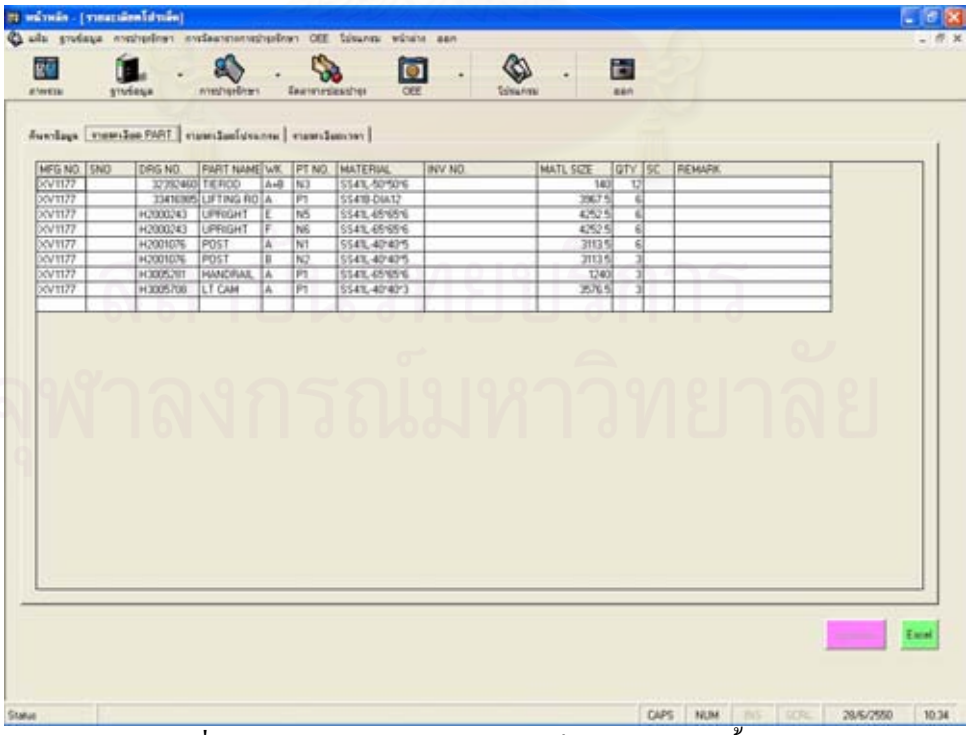
4) คำสั่งรายละเอียดโปรเจ็ค

คำสั่งรายละเอียดโปรเจ็คเป็นคำสั่งที่ใช้เรียกหน้าต่างรายละเอียดโปรเจ็คขึ้นมา ดังรูปที่ 6.27-6.30

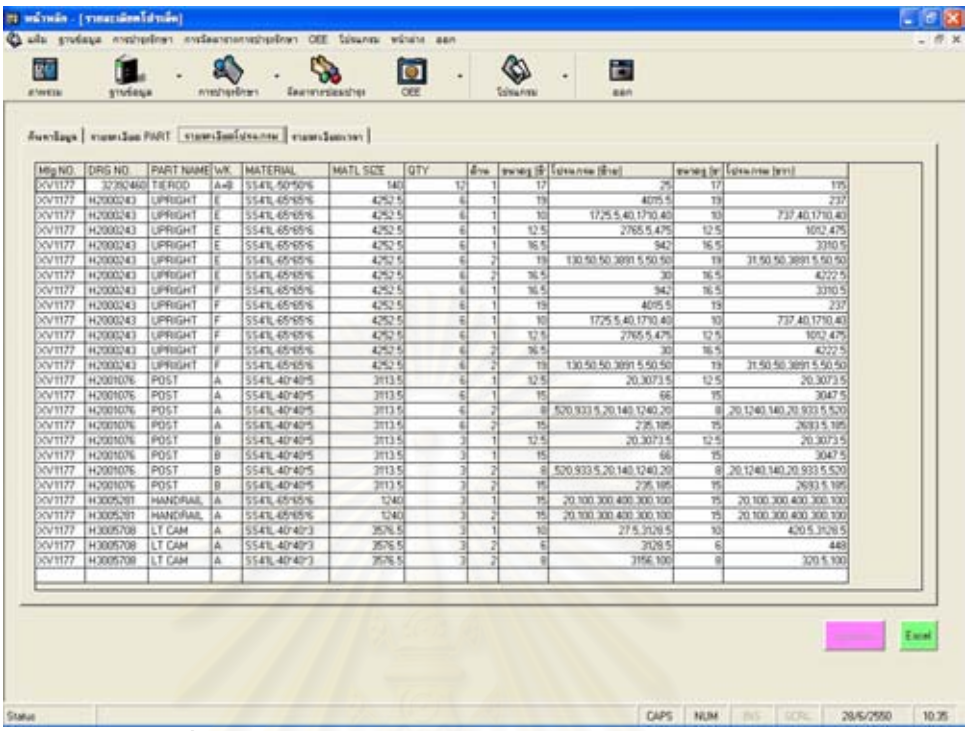
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



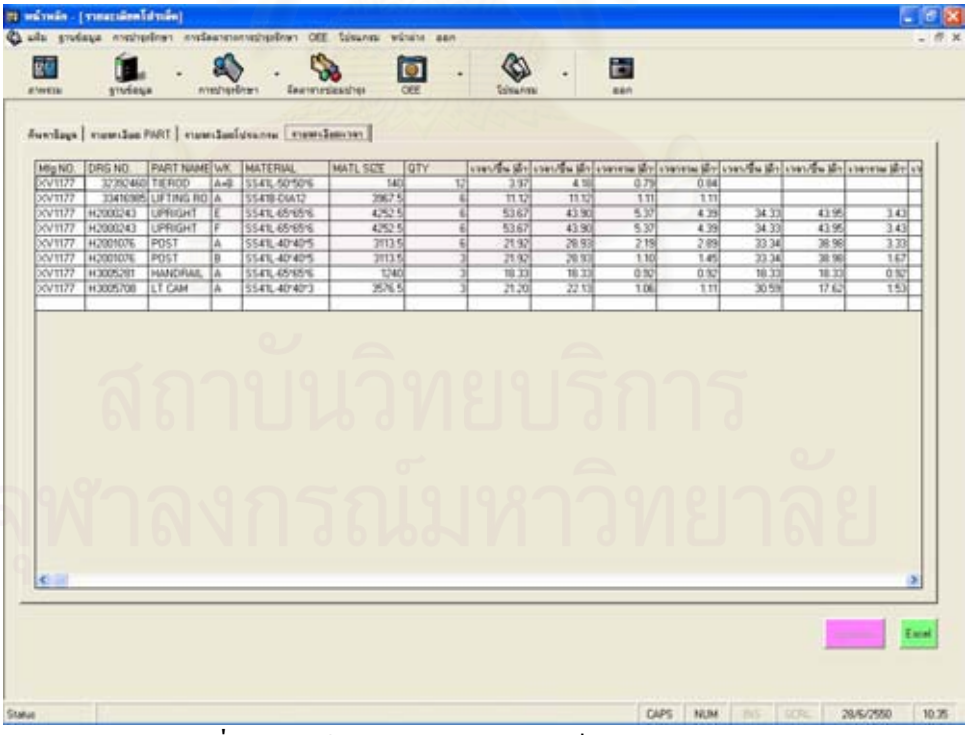
รูปที่ 6.27 หน้าต่างรายละเอียดโปรเจ็ค-ค้นหาข้อมูล



รูปที่ 6.28 หน้าต่างรายละเอียดโปรเจ็ค-รายละเอียดชิ้นส่วน



รูปที่ 6.29 หน้าต่างรายละเอียดโปรเจ็ค-รายละเอียดโปรแกรม



รูปที่ 6.30 หน้าต่างรายละเอียดโปรเจ็ค-รายละเอียดเวลา

จากรูปที่ 6.27-6.30 หน้าต่างรายละเอียดโปรเจ็ค เป็นหน้าต่างในการแสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับโปรเจ็คนั้นว่าประกอบไปด้วยชิ้นส่วนอะไรบ้าง รายละเอียดโปรแกรมที่ใช้ในการสั่งงานเครื่องจักร และระยะเวลาที่เครื่องจักรทำงานในแต่ละชิ้นส่วน

6.5.3.2.2 โปรแกรมโซลิดเวิร์ค 2006

การปรับปรุงการทำงานในส่วนนี้เป็นส่วนที่นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3 มิติเข้ามามีส่วนช่วยในการทำงาน โดยใช้โปรแกรมโซลิดเวิร์ค 2006 (SolidWorks 2006) เข้ามาช่วยในการเขียนภาพเป็น 3 มิติ แล้วแปลงภาพเป็น 2 มิติ ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล (Microsoft Excel) ได้ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

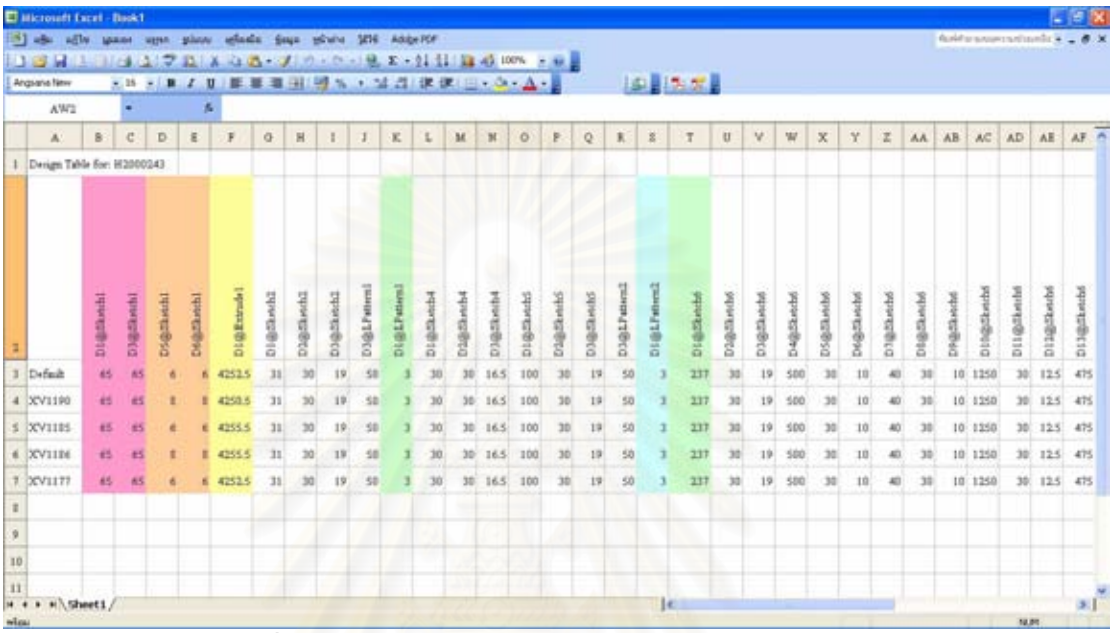
1) สร้างภาพ 3 มิติ ออกมาเป็นต้นแบบ ดังรูปที่ 6.31

รูปที่ 6.31 ตัวอย่างภาพ 3 มิติต้นแบบ

จากรูปที่ 6.31 แสดงให้เห็นถึงการนำเอาข้อมูลระยะจากแบบทางวิศวกรรม และตารางระยะที่บอกรายละเอียดระยะของตัวแปรมาสร้างเป็นภาพ 3 มิติต้นแบบ ซึ่งในที่นี้ก็คือชิ้นส่วน Upright ที่นำมาจากแบบ H2000243

2) เชื่อมต่อโปรแกรมกับโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล

3) กำหนดค่าต่างๆ ที่เป็นค่าในตารางระยะให้มีความสัมพันธ์กับค่าในต้นแบบที่สร้างขึ้น ดังรูปที่ 6.32

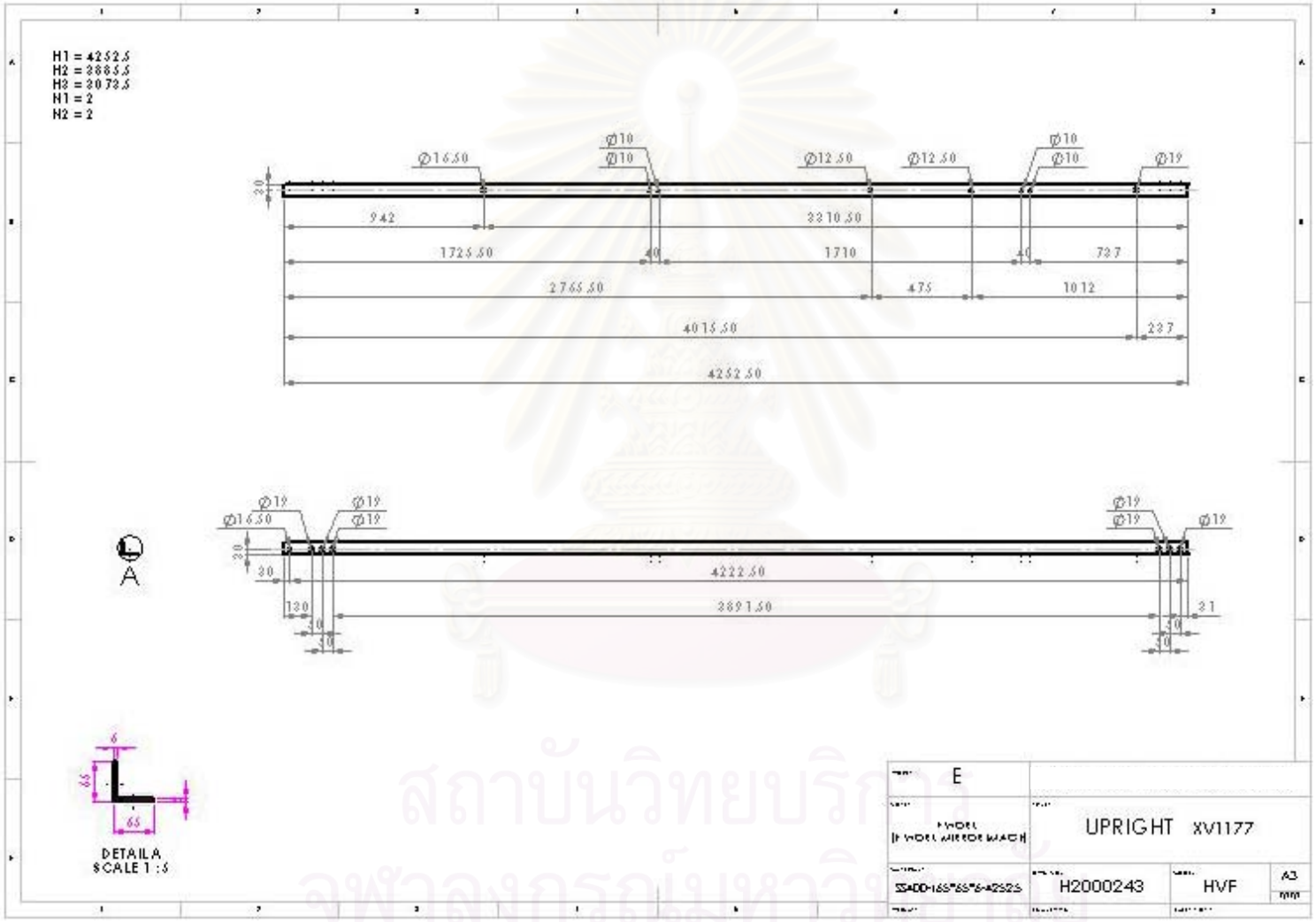


รูปที่ 6.32 การกำหนดค่าในโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล

จากรูปที่ 6.32 แสดงให้เห็นถึงหน้าต่างของโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลที่ถูกเชื่อมต่อมาจากโปรแกรมโซลิดเวิร์ค 2006 และได้มีการกำหนดค่าให้กับคอลัมน์ต่างๆ เช่น คอลัมน์ T ได้มีการกำหนดระยะให้เท่ากับ 137 + (N2 × 50) มิลลิเมตร

4) แปลงภาพจาก 3 มิติ เป็นแบบทางวิศวกรรมเชิง 2 มิติ ดังรูปที่ 6.33

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.33 ตัวอย่างแบบทางวิศวกรรมเชิง 2 มิติ

จากรูปที่ 6.33 แสดงให้เห็นถึงภาพแบบทางวิศวกรรมเชิง 2 มิติ ในลักษณะที่พนักงานเดินเครื่องสามารถนำไปใช้ได้ในทันที ประกอบไปด้วย ขนาดของรู ระยะจากขอบถึงรู ระยะจากรูถึงรู ความกว้าง ความหนา ความยาวของเหล็ก

5) หากต่อไปในภายหลังที่มีชิ้นงานที่ใช้หมายเลขแบบทางวิศวกรรมเดียวกันก็เปลี่ยนเพียงแค่ค่าในตารางระยะเท่านั้น โปรแกรมโซลิดเวิร์คจะทำการเปลี่ยนระยะในรูป 3 มิติ และ 2 มิติให้โดยอัตโนมัติ

6.6 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรหลังการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

ในหัวข้อนี้ประกอบไปด้วยหัวข้อการเก็บรวบรวมข้อมูล และการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

6.6.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรแล้วนั้นจึงมีการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ตั้งแต่วันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ถึง 7 มิถุนายน พ.ศ. 2550 เพื่อใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และเปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์

6.6.2 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

จากการรวบรวมข้อมูลที่ได้มีการบันทึกในเอกสารบันทึกความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการนั้น สามารถนำมาคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ดังตารางที่ 6.23 และรูปที่ 6.34

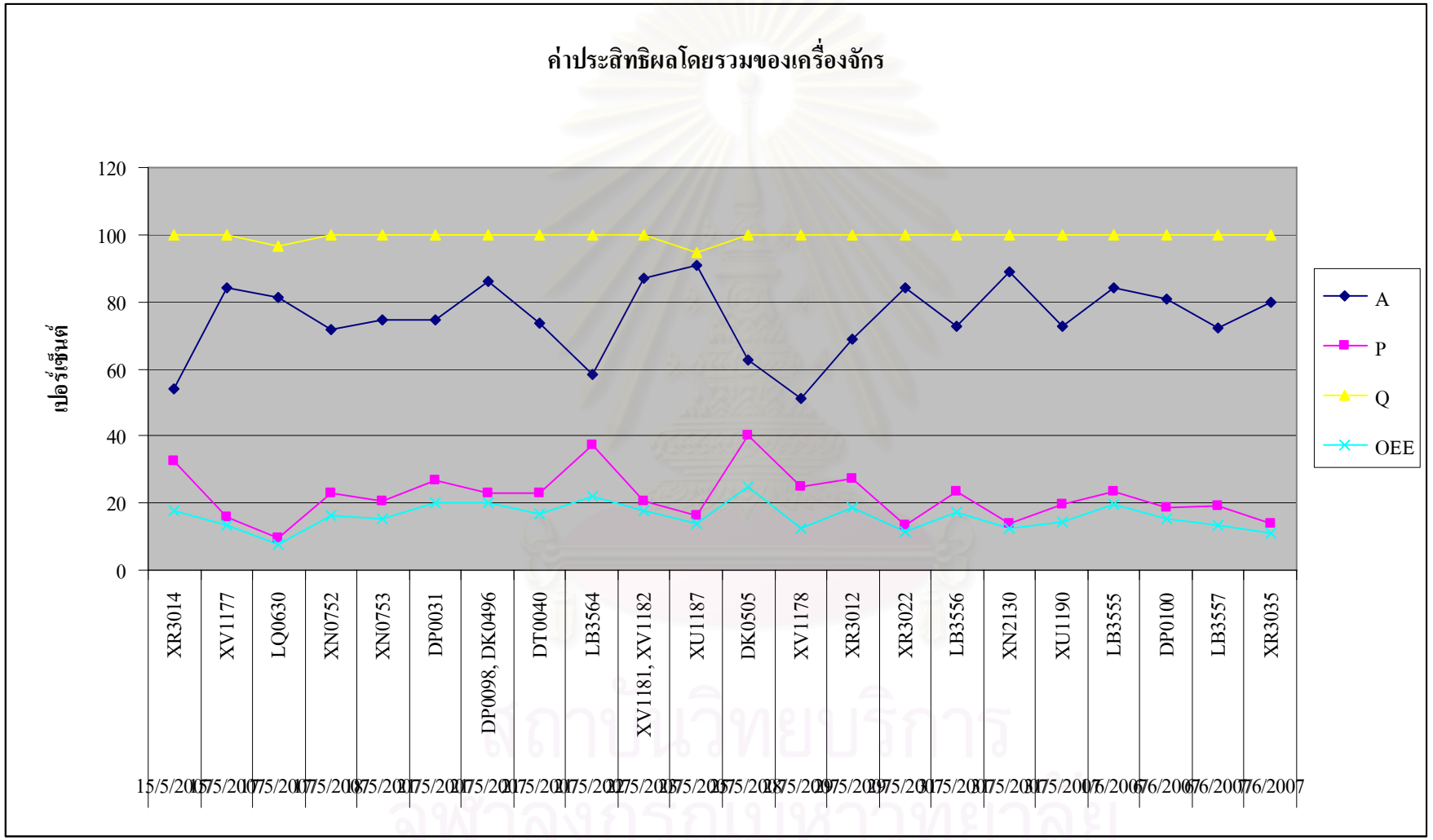
ตารางที่ 6.23 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	A	P	Q	OEE
15/5/2007	IW 45-1	XR3014	ตัด+เจาะรู	54.17	32.31	100	17.5
15/5/2007	IW 45-1	XV1177	ตัด+เจาะรู	84	15.71	100	13.2
17/5/2007	IW 45-1	LQ0630	ตัด+เจาะรู	81.32	9.46	96.55	7.43
17/5/2007	IW 45-1	XN0752	ตัด+เจาะรู	71.71	22.96	100	16.46
18/5/2007	IW 45-1	XN0753	ตัด+เจาะรู	74.43	20.71	100	15.41
21/5/2007	IW 45-1	DP0031	ตัด+เจาะรู	74.55	26.88	100	20.04
21/5/2007	IW 45-1	DP0098, DK0496	ตัด+เจาะรู	86.27	23.15	100	19.97
21/5/2007	IW 45-1	DT0040	ตัด+เจาะรู	73.64	22.89	100	16.86
21/5/2007	IW 45-1	LB3564	ตัด+เจาะรู	58.21	37.38	100	21.76
22/5/2007	IW 45-1	XV1181, XV1182	ตัด+เจาะรู	87.14	20.34	100	17.72
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	90.69	16.06	94.83	13.81
25/5/2007	IW 45-1	DK0505	ตัด+เจาะรู	62.5	40	100	25
28/5/2007	IW 45-1	XV1178	ตัด+เจาะรู	51.11	24.7	100	12.62
29/5/2007	IW 45-1	XR3012	ตัด+เจาะรู	69	27.16	100	18.74
29/5/2007	IW 45-1	XR3022	ตัด+เจาะรู	84.12	13.36	100	11.24

ตารางที่ 6.23 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง) (ต่อ)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	A	P	Q	OEE
31/5/2007	IW 45-1	LB3556	ตัด+เจาะรู	72.5	23.45	100	17
31/5/2007	IW 45-1	XN2130	ตัด+เจาะรู	89.09	14.1	100	12.56
31/5/2007	IW 45-1	XU1190	ตัด+เจาะรู	72.86	19.63	100	14.3
1/6/2007	IW 45-1	LB3555	ตัด+เจาะรู	84	23.21	100	19.5
6/6/2007	IW 45-1	DP0100	ตัด+เจาะรู	80.6	18.7	100	15.07
6/6/2007	IW 45-1	LB3557	ตัด+เจาะรู	72	18.89	100	13.6
7/6/2007	IW 45-1	XR3035	ตัด+เจาะรู	80	14.03	100	11.22

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



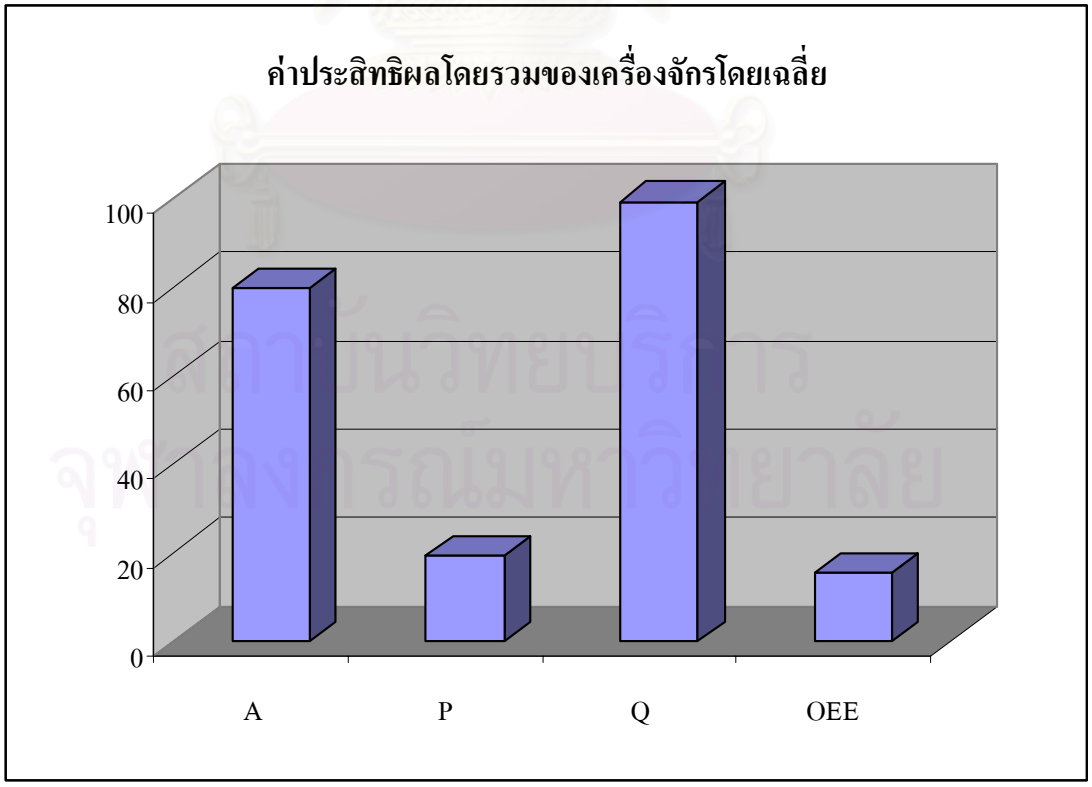
รูปที่ 6.34 กราฟค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง)

จากตารางที่ 6.23 และรูปที่ 6.34 เป็นการแสดงถึงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งเกิดจากความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร และอัตราของดีในแต่ละผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าประมาณ 7-25 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก ความพร้อมในการใช้งานมีค่าประมาณ 50-90 เปอร์เซ็นต์ อัตราสมรรถนะมีค่าประมาณ 10-40 เปอร์เซ็นต์ และอัตราของดีของเครื่องจักรเครื่องนี้มีค่าสูงมาก โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีของเสียน้อย

สำหรับข้อมูลในเครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษาเพื่อใช้ในการพิจารณาเปรียบผลการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ประกอบไปด้วย กระดานควบคุม และรายงานแสดงรายละเอียด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.6.2.1 กระดานควบคุม

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยหลังการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรแสดงดังรูปที่ 6.35



รูปที่ 6.35 แผนภูมิค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย (หลังการปรับปรุง)

จากรูปที่ 6.35 แสดงแผนภูมิค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย (หลังการปรับปรุง)ซึ่งมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย 15.39 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ย 79.80 เปอร์เซ็นต์ อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย 19.39 เปอร์เซ็นต์ และอัตราของดีโดยเฉลี่ย 99.47 เปอร์เซ็นต์

สำหรับมูลค่าความสูญเสีย (หลังการปรับปรุง) ที่เกิดขึ้นจำนวน 14,675.67 บาท จากผลิตภัณฑ์ 43 ตัว คิดเป็น 341.29 บาทต่อตัว ทั้งนี้มูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณโดยอาศัยข้อมูลที่แสดงในภาคผนวก ข

6.6.2.2 รายงานแสดงรายละเอียด

สำหรับรายงานแสดงรายละเอียดที่ใช้พิจารณาเปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรจะใช้รายงานแบบเจาะลึกเพียงอย่างเดียว โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.6.2.2.1 รายงานแบบเจาะลึก

รายงานแบบเจาะลึกที่ใช้พิจารณาเปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรสามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 ส่วน คือ รายงานสัดส่วนและรายงานงบประมาณ ตารางติดตามผลหรือตารางควบคุม โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.6.2.2.1.1 รายงานสัดส่วนและรายงานงบประมาณ

รายงานสัดส่วนประกอบไปด้วย ความพร้อมในการใช้งาน อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร และอัตราของดี

จากรูปที่ 6.35 แสดงให้เห็นว่า ความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง) เท่ากับ 79.80 เปอร์เซ็นต์ โดยมีมูลค่าความสูญเสียด้านเวลา 3,336.67 บาท โดยคำนวณจากผลรวมของมูลค่าความสูญเสียจากเครื่องจักรขัดข้อง การปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักร ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ข จากผลิตภัณฑ์ 43 ตัว คิดเป็น 77.60 บาทต่อตัว

อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง) เท่ากับ 19.39 เปอร์เซ็นต์ โดยมีมูลค่าความสูญเสียสมรรถนะ 11,173.56 บาท โดยคำนวณจากผลรวมของมูลค่า

ความสูญเสียจากการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า และการสูญเสียความเร็ว ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ข จากผลิตภัณฑ์ 43 ตัว คิดเป็น 259.85 บาทต่อตัว

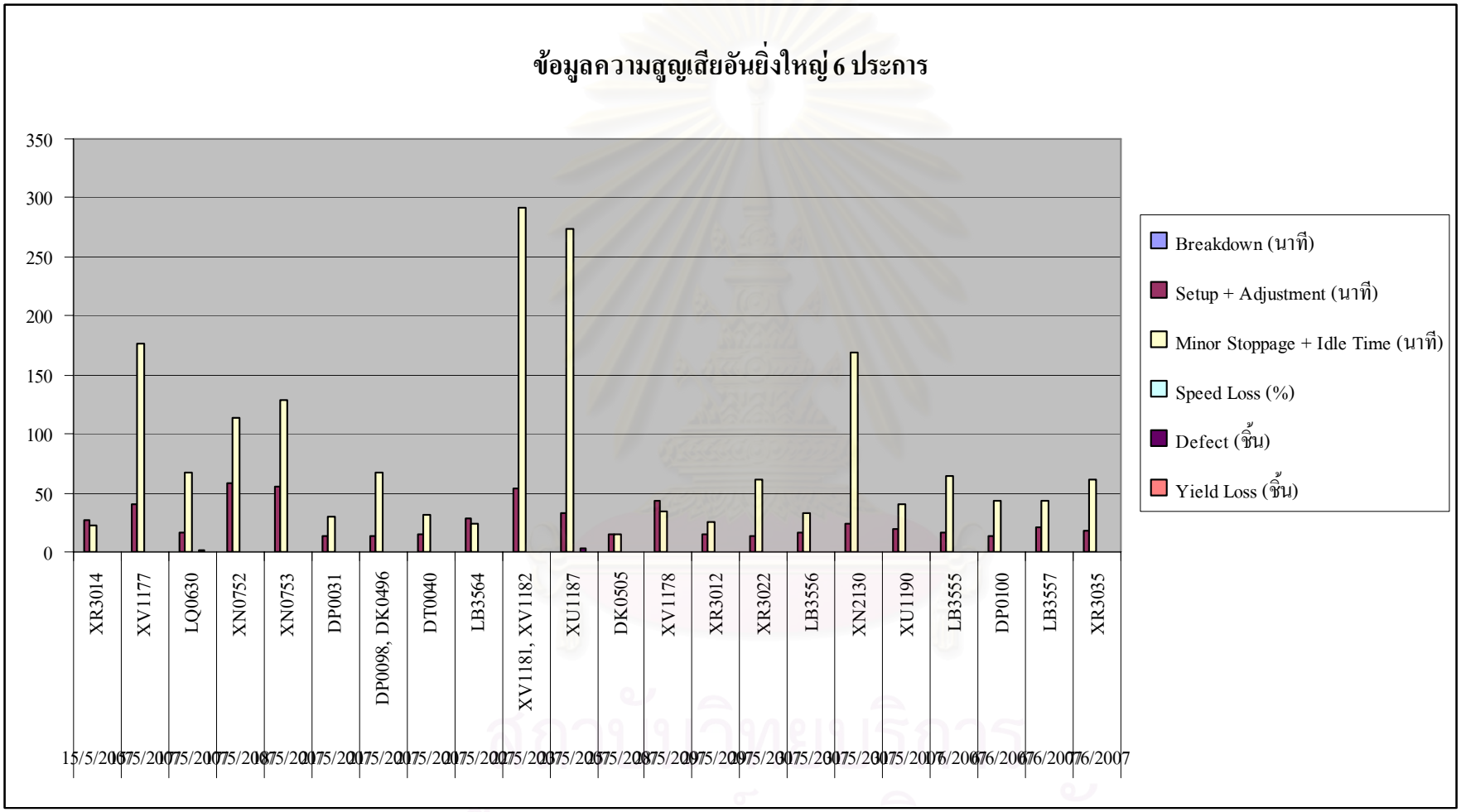
อัตราของดีของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง) เท่ากับ 99.47 เปอร์เซ็นต์ โดยมีมูลค่าความสูญเสียคุณภาพ 165.44 บาท โดยคำนวณจากผลรวมของมูลค่าความสูญเสียจากของเสีย และผลผลิตลดลง ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ข จากผลิตภัณฑ์ 43 ตัว คิดเป็น 3.85 บาทต่อตัว

6.6.2.2.1.2 ตารางติดตามผลหรือตารางควบคุม

ตารางติดตามผลหรือตารางควบคุม เป็นการแสดงผลในช่วงเวลาที่สนใจ ซึ่งในที่นี้ก็คือ เวลาในช่วงหลังการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (หลังการปรับปรุง) ได้ถูกนำมาแสดงดังรูปที่ 6.36 ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

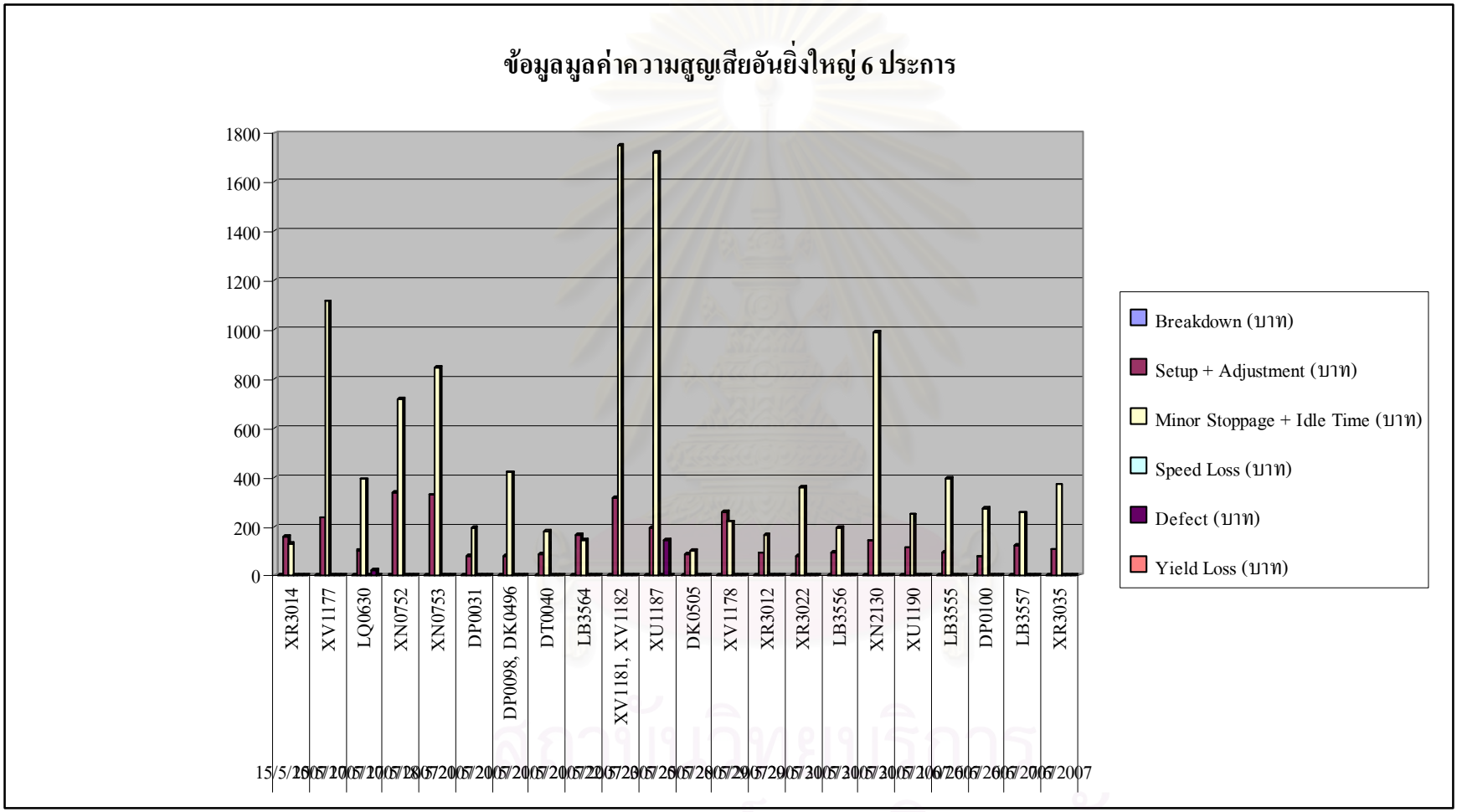


รูปที่ 6.36 แผนภูมิแท่งข้อมูลความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (หลังการปรับปรุง)

จากรูปที่ 6.36 แสดงเห็นได้ว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (หลังการปรับปรุง) นั้นยังคงเกิดจากการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่า กับการปรับแต่งและการปรับตั้งเครื่องจักรเป็นตัวหลัก

เมื่อแปลงข้อมูลจากรูปที่ 6.36 ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (หลังการปรับปรุง) เป็นมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (หลังการปรับปรุง) แล้วจะเป็นดังรูปที่ 6.37

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.37 แผนภูมิแท่งข้อมูลมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (หลังการปรับปรุง)

จากรูปที่ 6.37 แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำความสูญเสียแต่ละตัวมาเปรียบเทียบกันจะพบว่าสาเหตุหลักของมูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นนั้นมาจากการหยุดสั้นๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่าอันดับรองลงมา คือ การปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักร และอันดับสุดท้าย คือ ของเสีย เช่นเดียวกับก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

6.7 การคำนวณต้นทุนการบำรุงรักษาก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ต้นทุนการบำรุงรักษาของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ค่าวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าโสหุ้ย โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.7.1 ค่าวัตถุดิบทางตรง

ค่าวัตถุดิบทางตรงในที่นี้ คือ ค่าอะไหล่ของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 6.24

ตารางที่ 6.24 ค่าวัตถุดิบทางตรง

วันที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา (บาท)	ส่วนลด (บาท)	ราคาสุทธิ (บาท)
11/2/2548	น้ำมันไฮโดรลิคส์	40	ลิตร	3,500		
	กรองน้ำมันไฮโดรลิคส์	1	ชุด	2,200		
รวม				5,700	0	5,700
16/2/2548	Relay 100V 10A	1	ตัว	1,320		
	Relay 24V 10A	1	ตัว	1,320		
รวม				2,640	0	2,640
25/1/2549	Chip Receiver	1	ชุด	22,000		
รวม				22,000	0	22,000
8/2/2549	Push Button Switch	1	ตัว	1,740		
	Push Button Start	1	ตัว	380		
รวม				2,120	0	2,120

ตารางที่ 6.24 ค่าวัตถุดิบทางตรง (ต่อ)

วันที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา (บาท)	ส่วนลด (บาท)	ราคาสุทธิ (บาท)
27/3/2549	น้ำมันไฮโดรลิคส์	40	ลิตร	3,500		
	กรองน้ำมันไฮโดรลิคส์	1	ชุด	2,200		
รวม				5,700	0	5,700
5/4/2549	Upper Blade, Lower Blade	1	ตัว	139,700		
	Lower Blade	1	ตัว	124,700		
	Lower Blade	1	ตัว	109,100		
	Upper Blade	1	ตัว	108,100		
รวม				481,600	102,600	379,000
16/6/2549	Punch Square 14*14	1	ตัว	9,200		
	Punch Square 15*15	1	ตัว	10,000		
รวม				19,200	3,960	15,240

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.24 ค่าวัตถุดิบทางตรง (ต่อ)

วันที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา (บาท)	ส่วนลด (บาท)	ราคาสุทธิ (บาท)
16/6/2549	Punch Round Size 6.0	2	ตัว	6,400		
	Punch Round Size 8.0	1	ตัว	3,200		
	Punch Round Size 10.0	1	ตัว	3,200		
	Punch Round Size 11.5	2	ตัว	6,400		
	Punch Round Size 12.5	2	ตัว	6,400		
	Die Round Size 7.0	1	ตัว	2,700		
	Die Round Size 9.0	1	ตัว	2,700		
	Die Round Size 11.0	1	ตัว	2,700		
	Die Round Size 12.5	1	ตัว	2,700		
	Die Round Size 13.5	2	ตัว	5,400		
	Die Round Size 16.0	2	ตัว	5,400		
	Punch Round Size 17.0	1	ตัว	3,300		
	Punch Round Size 19.0	1	ตัว	3,300		
	Punch Round Size 20.0	1	ตัว	3,300		
รวม				57,100	11,420	45,680
16/6/2549	Die Round Size 18.0	1	ตัว	2,800		
	Die Round Size 20.0	1	ตัว	2,800		
	Die Round Size 21.0	1	ตัว	2,800		
	Die Round Size 22.0	1	ตัว	2,800		
	Die Round Size 5.2	2	ตัว	17,400		
	Die Round Size 21.0	1	ตัว	8,700		
รวม				37,300	7,460	29,840

ตารางที่ 6.24 ค่าวัตถุดิบทางตรง (ต่อ)

วันที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา (บาท)	ส่วนลด (บาท)	ราคาสุทธิ (บาท)
25/9/2549	Fan Motor	1	ตัว	4,820		
	Limit Switch	1	ตัว	1,420		
	Battery	1	ตัว	1,500		
รวม				7,740	0	7,740
25/12/2549	Flat-Bar Punch	1	ตัว	8,500		
รวม				8,500	1,678	6,822
25/12/2549	Punch Size 10	1	ตัว	2,500		
	Die Size 11	1	ตัว	2,700		
	Punch Size 13.5*20	1	ตัว	9,200		
	Die Size 18	1	ตัว	2,500		
	Die Size 15*21.5	1	ตัว	10,600		
	Punch Size 15	2	ตัว	7,400		
	Die Size 16	2	ตัว	5,400		
	Punch Size 7*15	1	ตัว	9,200		
	Punch Size 4*16	1	ตัว	10,600		
	Punch Size 17	1	ตัว	2,600		
รวม				62,700	14,500	48,200
ค่าวัตถุดิบทางตรง (บาท)						570,682

จากตารางที่ 6.24 แสดงให้เห็นถึงจำนวนเงินค่าวัตถุดิบทางตรงที่เสียไปในปี พ.ศ. 2548-2549 เป็นจำนวนเงิน 570,682 บาท

6.7.2 ค่าแรงงานทางตรง

ในหัวข้อนี้ ค่าแรงงานทางตรงเกิดจากการบำรุงรักษารายวันของพนักงานเดินเครื่อง และการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของพนักงานบำรุงรักษา ในช่วงเวลาปี พ.ศ. 2548-2549 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การบำรุงรักษารายวัน มีรายละเอียดดังนี้

เวลาในการดำเนินการโดยเฉลี่ย	5	นาทีต่อวัน
วันทำงานโดยเฉลี่ย	220	วันต่อปี
ค่าแรงพนักงานเดินเครื่อง	49.32	บาทต่อชั่วโมง
คิดเป็นเงิน $\left(49.32 \times \frac{5}{60} \times 220 \times 2 \right)$	1,808.4	บาท

2) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮโดรลิคส์ปีละครั้งเท่านั้น ส่วนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หรือการบำรุงรักษากรณีที่เครื่องจักรขัดข้องนั้นจะเป็นการดำเนินการของผู้รับเหมาช่วง โดยมีรายละเอียดดังนี้

เวลาในการดำเนินการโดยเฉลี่ย	1	ชั่วโมงต่อครั้ง
ค่าแรงพนักงานบำรุงรักษา	84.14	บาทต่อชั่วโมง
คิดเป็นเงิน (84.14 × 1 × 2)	168.28	บาท
ค่าแรงงานทางตรง (1,808.4 + 168.28)	1,976.68	บาท

6.7.3 ค่าโสหุ้ย

ค่าโสหุ้ยในการบำรุงรักษาเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์นี้ คือ ค่ารับเหมาช่วงในการบำรุงรักษาจากผู้ผลิตเครื่องจักรโดยตรง ในช่วงเวลาปี พ.ศ. 2548-2549 มีรายละเอียดดังนี้

ค่ารับเหมาช่วง	15,000	บาทต่อปี
ค่าโสหุ้ย (15,000 × 2)	30,000	บาท

6.7.4 ต้นทุนการบำรุงรักษา

ต้นทุนการบำรุงรักษาสำหรับเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ ในช่วงเวลาปี พ.ศ. 2548-2549 มีรายละเอียดดังนี้

ค่าวัตถุดิบทางตรง	570,682	บาท

ค่าแรงงานทางตรง	1,976.68	บาท
ค่าโสหุ้ย	30,000	บาท
ต้นทุนการบำรุงรักษา (570,682 + 1,976.68 + 30,000)	602,658.68	บาท
คิดเป็นต้นทุนการบำรุงรักษาต่อเดือน (602,658.68/24)	25,110.78	บาทต่อเดือน

6.7.5 ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุง

การคำนวณต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุง มีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

เวลารับภาระงาน	9,690	นาที
จำนวนลิฟต์	68	ตัว
เวลารับภาระงานต่อผลิตภัณฑ์ $\left(\frac{9,690}{68}\right)$	142.5	นาทีต่อตัว
1 เดือน มีเวลารับภาระงาน (470 × 22)	10,340	นาทีต่อเดือน
จำนวนผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ต่อเดือน $\left(\frac{10,340}{142.5}\right)$	72.56	ตัวต่อเดือน
ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อเดือน	25,110.78	บาทต่อเดือน
ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ $\left(\frac{25,110.78}{72.56}\right)$	346.07	บาทต่อตัว

6.7.6 ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุง

การคำนวณต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุง มีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

เวลารับภาระงาน	2,831	นาที
จำนวนลิฟต์	43	ตัว
เวลารับภาระงานต่อผลิตภัณฑ์ $\left(\frac{2,831}{43}\right)$	65.84	นาทีต่อตัว
1 เดือน มีเวลารับภาระงาน (470 × 22)	10,340	นาทีต่อเดือน
จำนวนผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ต่อเดือน $\left(\frac{10,340}{65.84}\right)$	157.05	ตัวต่อเดือน
ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อเดือน	25,110.78	บาทต่อเดือน

ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ $\left(\frac{25{,}110.78}{157.05}\right)$ 159.89 บาทต่อตัว

6.7.7 การเปรียบเทียบต้นทุนการบำรุงรักษาก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

การเปรียบเทียบต้นทุนการบำรุงรักษาก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง มีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุง 346.07 บาทต่อตัว

ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุง 159.89 บาทต่อตัว

ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ลดลง

$\left(\frac{346.07-159.89}{346.07}\right)\times 100$ 53.80 เปอร์เซ็นต์

6.8 การเปรียบเทียบการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

หัวข้อนี้เป็นการเปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ระหว่างผลก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร และผลหลังการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร เป็นดังตารางที่ 6.25

ตารางที่ 6.25 การเปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์

	ผลก่อนการปรับปรุง	ผลหลังการปรับปรุง
จำนวนลิฟต์	68 ตัว	43 ตัว
ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	6.74 เปอร์เซ็นต์	15.39 เปอร์เซ็นต์
ความพร้อมในการใช้งาน	83.58 เปอร์เซ็นต์	79.80 เปอร์เซ็นต์
อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร	8.08 เปอร์เซ็นต์	19.39 เปอร์เซ็นต์
อัตราของดี	99.83 เปอร์เซ็นต์	99.47 เปอร์เซ็นต์
เวลารับภาระงาน	9,690 นาที	2,831 นาที
เวลารับภาระงานต่อผลิตภัณฑ์	142.5 นาทีต่อตัว	65.84 นาทีต่อตัว
มูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ	52,899.38 บาท	14,675.67 บาท
มูลค่าความสูญเสียต่อผลิตภัณฑ์	777.93 บาทต่อตัว	341.29 บาทต่อตัว

ตารางที่ 6.25 การเปรียบเทียบผลการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์ (ต่อ)

	ผลก่อนการปรับปรุง	ผลหลังการปรับปรุง
จำนวนผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ต่อเดือน	72.56 ตัวต่อเดือน	157.05 ตัวต่อเดือน
ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์	346.07 บาทต่อตัว	159.89 บาทต่อตัว

จากตารางที่ 6.25 แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักรไอออนเวิร์คเคอร์หลังการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 2.28 เท่า จาก 6.74 เปอร์เซ็นต์ เป็น 15.39 เปอร์เซ็นต์ ความพร้อมในการใช้งานลดลงเล็กน้อยจาก 83.58 เปอร์เซ็นต์ เป็น 79.80 เปอร์เซ็นต์ อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 2.40 เท่า จาก 8.08 เปอร์เซ็นต์ เป็น 19.39 เปอร์เซ็นต์ อัตราของดีลดลงเล็กน้อยจาก 99.83 เปอร์เซ็นต์ เป็น 99.47 เปอร์เซ็นต์ มูลค่าความสูญเสียต่อผลิตภัณฑ์ลดลง 56.13 เปอร์เซ็นต์ จาก 777.93 บาทต่อตัว เป็น 341.29 บาทต่อตัว และต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ลดลง 53.80 เปอร์เซ็นต์ จาก 346.07 บาทต่อตัว เป็น 159.89 บาทต่อตัว

ในบทต่อไปเป็นการกล่าวถึงเรื่องราวทั้งหมดในวิทยานิพนธ์โดยสรุป พร้อมทั้งชี้ถึงข้อจำกัด และข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษา เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร โดยในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดและอุปสรรค และข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินการวิจัยนี้

7.1 การสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการนำโปรแกรมสำเร็จรูปด้านงานบำรุงรักษา จำนวน 45 โปรแกรม พบว่าโปรแกรมสำเร็จรูปด้านงานบำรุงรักษานั้น ส่วนใหญ่ยังคงเป็นโปรแกรมฐานข้อมูลการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งเป็นเพียงเบื้องต้นของงานบำรุงรักษาเท่านั้น แต่โปรแกรมสำเร็จรูปที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ยังคงมีอยู่จำนวนน้อย เช่น โปรแกรมประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และโปรแกรมเกี่ยวกับเวลาหยุดของเครื่องจักร ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้สามารถวัดค่าออกมาเป็นเชิงปริมาณ บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการทำงานด้านการบำรุงรักษาได้และใช้ในการวิเคราะห์หาจุดอ่อน จุดบกพร่อง เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่องต่อไป ในขณะที่โปรแกรมที่จัดการด้านฐานข้อมูลไม่สามารถตอบสนองส่วนนี้ได้ ดังนั้นจึงได้มีการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE) ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (Six Big Losses) เครื่องมือการจัดการการบำรุงรักษา (Maintenance Management Tool, MMT) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM) การจัดตารางการบำรุงรักษา (Maintenance Scheduling) ต้นทุนการบำรุงรักษา (Maintenance Cost) การเขียนโปรแกรม และการจัดทำฐานข้อมูล

2) จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ถูกจัดทำโดยการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี (Entity relationship model, E-R model) ด้วยแผนภาพความสัมพันธ์เอนทิตี (Entity relationship diagram, ERD) จัดทำระบบฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Access จากนั้นออกแบบหน้าต่างโปรแกรม เขียนรหัสต้นทาง (Source Code) ด้วยโปรแกรม Visual Basic และรายงานผลการประเมินของโปรแกรมโดยใช้ Microsoft Excel

3) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ (1) ส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (2) ส่วนการบำรุงรักษา และ (3) ส่วนการจัดตารางการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

4) แนวทางการปรับปรุงความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ มีดังนี้ คือ เครื่องจักรขัดข้อง ควรมีการดำเนินการบำรุงรักษาตามแผน และการบำรุงรักษาด้วยตนเอง การปรับตั้งและการปรับแต่งเครื่องจักร ใช้ Single Minute Exchange of Die ในการปรับปรุง การหยุดสั้น ๆ การเดินเครื่องตัวเปล่า และการสูญเสียความเร็ว ใช้การศึกษาวิธีการทำงาน การบำรุงรักษาด้วยตนเอง และการบำรุงรักษาตามแผน กรณีเกิดของเสีย ควรใช้การควบคุมคุณภาพ และกรณีที่เกิดผลผลิตลดลง ใช้การบำรุงรักษาด้วยตนเอง และการบำรุงรักษาตามแผนเข้ามาดำเนินการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

5) มีการนำความรู้จากการดำเนินการทางวิชาการ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรไปปฏิบัติใช้กับโรงงานผลิตลิฟต์ โดยเริ่มจากขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลความสูญเสียจากการสอบถามเบื้องต้น การออกแบบเอกสารบันทึก การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร การวิเคราะห์ต้นทุนการบำรุงรักษา และการเปรียบเทียบผลการประสิทธิผลของเครื่องจักร ทั้งนี้ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรได้นำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนช่วยในการดำเนินการ และวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

6) การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เริ่มต้นจากการพิจารณาส่วนประกอบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร พิจารณาความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ พิจารณามูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ พิจารณาสาเหตุความสูญเสีย พิจารณาความไว จึงนำมาสู่การคิดหาทางเลือก และการตัดสินใจในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

7) การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ได้มีการดำเนินการ คือ (1) ปรับปรุงการขนถ่ายวัตถุดิบ โดยการเพิ่มแท่นวาง 1 แท่น ปรับปรุงสายพานลูกกลิ้งจากลูกกลิ้ง ขนาด 28 เซนติเมตร จำนวน 6 ตัว เป็นขนาด 12 เซนติเมตร จำวน 12 ตัว เพิ่มพนักงานเดินเครื่องคนที่ 2 (2) ปรับปรุงเวลาในการตัดมุม โดยการจัดซื้อตัวตัวมุม จำนวน 2 ตัว (3) ปรับปรุงการอ่านแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรม โดยการจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ส่วนโปรแกรม และการนำโปรแกรมโซลิดเวิร์ค 2006 เข้ามาช่วยในการเขียนแบบทางวิศวกรรม

8) การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร ส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 2.28 เท่า จาก 6.74 เปอร์เซ็นต์ เป็น 15.39 เปอร์เซ็นต์ อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 2.4 เท่า จาก 8.08 เปอร์เซ็นต์ เป็น 19.39 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความพร้อมในการใช้งานและอัตราของดีลดลงเล็กน้อย มูลค่าความสูญเสียต่อผลิตภัณฑ์ลดลง 56.13 เปอร์เซ็นต์ จาก 777.93 บาทต่อตัว เป็น 341.29 บาทต่อตัว และเวลารับภาระงานต่อผลิตภัณฑ์ลดลง 53.8 เปอร์เซ็นต์ จาก 142.5 นาทีต่อตัว เป็น 65.84 นาทีต่อตัว

9) ต้นทุนการบำรุงรักษา ประกอบด้วย (1) ค่าวัตถุดิบทางตรง 23,778.42 บาทต่อเดือน (2) ค่าแรงงานทางตรง 82.36 บาทต่อเดือน (3) ค่าโสหุ้ย 1,250 บาทต่อเดือน คิดเป็นต้นทุนการบำรุงรักษา 25,110.78 บาทต่อเดือน เมื่อปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรส่งผลให้ต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ลดลง 53.80 เปอร์เซ็นต์ จาก 346.07 บาทต่อตัว เป็น 159.89 บาทต่อตัว

7.2 ข้อจำกัดและอุปสรรค

ในระหว่างการดำเนินการวิจัยนี้ได้พบปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ค่อนข้างจะกระจัดกระจายจึงต้องใช้เวลาในการรวบรวมข้อมูลมาก ในขณะที่ได้ผลลัพธ์ออกมาค่อนข้างน้อย

2) เนื่องจากพนักงานเดินเครื่องมีประสบการณ์ในการทำงานที่นาน และเคยชินกับการทำงานแบบเก่า ดังนั้นในช่วงเตรียมการในการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรจึงไม่ค่อยได้รับความร่วมมือเท่าที่ควร

7.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อการปรับปรุงการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เสนอข้อเสนอแนะดังนี้

1) ควรมีการปลูกฝังให้พนักงานตระหนักถึงความสำคัญของความสูญเสียที่เกิดขึ้นในการทำงาน

2) ควรมีการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ โดยคำนึงถึงนโยบายของบริษัทเป็นสำคัญ เพื่อก่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

3) การนำค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไปปฏิบัติใช้ ควรมีการประสานงานระหว่างวิศวกรฝ่ายผลิต พนักงานเดินเครื่องจักร และวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา โดยพนักงานเดินเครื่อง

มีบทบาทสำคัญในการบันทึกความสูญเสีย วิศวกรฝ่ายผลิตเป็นผู้ออกแบบเอกสาร รวบรวมข้อมูล คำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

4) สำหรับการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรควรเป็นความร่วมมือในการทำงานของวิศวกรฝ่ายผลิตและวิศวกรฝ่ายบำรุงรักษา

5) ควรมีการบันทึกข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรให้ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อการเรียกดูข้อมูลเก่า การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลที่รวดเร็ว และถูกต้อง

6) สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรอาจมีการปรับปรุงเพิ่มเติมให้ครอบคลุมเนื้อหาการบำรุงรักษามากยิ่งขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณิต เสรีตระกูล. การปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2534.

จิตรา รู้กิจการพานิช. การจัดการงานบำรุงรักษา. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ปรับปรุง). กรุงเทพมหานคร: เอส.พี.เอ็น.การพิมพ์, 2546.

จิตรา รู้กิจการพานิช, สมชาย พวงเพิกศึก และสุวิทย์ บุณยวานิชกุล. รายงานฉบับกลางโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการบำรุงรักษาสภาพเครื่องจักร. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ชัชพล มงคลิก. การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.

ชัยยศ วัชรอยู่. การปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้า ขนาดกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2533.

ชุมพล ศฤงคารศิริ. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management information system). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ป. สัมพันธ์พาณิชย์, 2538.

ณัฐพันธ์ บัววราภรณ์. การปรับปรุงระบบการคิดต้นทุนสำหรับโรงงานผลิตแหนบรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2544.

ทศวิฏฐ์ เครือคล้าย. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการฐานข้อมูลและวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2546.

ธนา บุญฤทธิ์. การพัฒนาระบบการจัดการบำรุงรักษาด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษาศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2544.

ธานี อ่วมอ้อ. การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2546.

ธารารินอร่ามเจริญ. การวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.

นากาชิมา, เซอิจิ. แนะนำสู่ TPM การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม. แปลโดย สุวิทย์ บุณยวานิชกุล. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2542.

ปารเมศ ชุติมา. เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

พิศาล รัชกิจประการ. งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักรกลในเรือบรรทุกน้ำมันขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2546.

ลุ้ย กานต์สมเกียรติ. ระบบข้อมูลต้นทุนการผลิตเพื่อการควบคุมต้นทุนในอุตสาหกรรมผลิตแหอวน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2532.

วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์. คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและเทคนิคการเขียนโปรแกรม. กรุงเทพมหานคร: ไทยเจริญการพิมพ์, (ม.ป.ป.).

ศิริวรรณ ฉันทวิทิตพงษ์. การปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2536.

ศุภกิจ กิจศรัณย์. การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายงานเชิงคุณภาพสำหรับปรับปรุงการใช้งานโปรแกรมเอสเอพี อาร์/3 ในการบริหารงานซ่อมบำรุง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.

สถาบันการจัดการซันโน (Sanno Institute of Management). หลักสูตรการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total productive maintenance). แปลโดย ชิดพงศ์ ประดิษฐสุวรรณ. เล่ม 3: การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2535.

สิริวรรธน์ ธรรมรัตน์. การศึกษาปัญหาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปด้านการจัดการงานบำรุงรักษาในโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547.

อนนต์ วงษ์เกษม. เอกสารประกอบการเรียนวิชาวิศวกรรมซ่อมบำรุง. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

อรวรรณ ธีรกวินสกุล. การออกแบบระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันกรณีศึกษา: บริษัท ดีดีเค (ประเทศไทย) จำกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2539.

ภาษาอังกฤษ

Chand, G., and Shirvani, B. Implementation of TPM in cellular manufacture. Journal of Materials Processing Technology 103 (2000): 149-154.

Perez-Lafont, J. L. Installation of a TPM program in a Caribbean plant. Computers ind. Engng 33 (1997): 315-318.

Pratt, P. J., and Adamski, J. J. Database systems management and design. 3rd ed. Massachusetts: Boyd & Fraser, 1994.

Ramakrishnan, R., and Gehrke, J. Database management systems. 2nd ed. India: McGraw-Hill, 2000.

Rob, P., and Coronel, C. Database systems: Design, implementation, and management. 5th ed. USA: Course Technology, 2002.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ข้อมูลก่อนการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.1 ข้อมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (ก่อนการปรับปรุง)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จ	เวลารับภาระงาน	เวลาปรับตั้งเครื่องจักร	A	เวลาเดินเครื่อง	รอบเวลาทางทฤษฎี	จำนวนชิ้นงาน	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	P	ของเสีย	Q	OEE
18/10/2006	IW 45-1	XM2081, XM2082	ตัด+เจาะรู	09:30	16:10	330	96	70.91	234	0.5357	28	15	6.41	1	96.43	4.38
19/10/2006	IW 45-1	XR2981	ตัด+เจาะรู	08:40	10:35	115	38	66.96	77	0.3684	19	7	9.09	1	94.74	5.77
19/10/2006	IW 45-1	DK0484, DK0485	ตัด+เจาะรู	11:05	16:30	255	45.5	82.16	209.5	0.6344	32	20.3	9.69	0	100	7.96
24/10/2006	IW 45-1	910702	ตัด+เจาะรู	08:00	10:15	135	25	81.48	110	0.4633	9	4.17	3.79	0	100	3.09
24/10/2006	IW 45-1	DP0009	ตัด+เจาะรู	10:15	13:30	145	19	86.9	126	0.7262	13	9.44	7.49	0	100	6.51
24/10/2006	IW 45-1	XU1178	ตัด+เจาะรู	13:35	18:30	255	50	80.39	205	0.5396	26	14.03	6.84	0	100	5.5
25/10/2006	IW 45-1	XU1159	ตัด+เจาะรู	08:30	14:15	295	47.5	83.9	247.5	0.6456	45	29.05	11.74	0	100	9.85
25/10/2006	IW 45-1	DK0502	ตัด+เจาะรู	15:30	18:10	140	22	84.29	118	0.6288	16	10.06	8.53	0	100	7.19
26/10/2006	IW 45-1	XV1162 - XV1164	ตัด+เจาะรู	08:00	19:00	570	61.5	89.21	508.5	1.1608	37	42.95	8.45	0	100	7.54
27/10/2006	IW 45-1	XV1161	ตัด+เจาะรู	09:25	11:40	135	37	72.59	98	1.2214	7	8.55	8.72	0	100	6.33
27/10/2006	IW 45-1	XU1160	ตัด+เจาะรู	13:00	16:00	160	30	81.25	130	0.65	15	9.75	7.5	0	100	6.09
30/10/2006	IW 45-1	DV0001	ตัด+เจาะรู	08:30	11:00	150	33	78	117	0.2467	30	7.4	6.32	0	100	4.93
31/10/2006	IW 45-1	DV0001, DV0002	ตัด+เจาะรู	08:30	12:00	210	36	82.86	174	0.2467	30	7.4	4.25	0	100	3.52
1/11/2006	IW 45-1	DQ0002, DQ0003	ตัด+เจาะรู	08:30	19:00	540	52	90.37	488	0.6115	80	48.92	10.02	0	100	9.06
2/11/2006	IW 45-1	DP0037, DP0042	ตัด+เจาะรู	09:00	15:00	310	32	89.68	278	0.6333	48	30.4	10.94	0	100	9.81
6/11/2006	IW 45-1	DP0043	ตัด+เจาะรู	09:10	11:00	110	29	73.64	81	0.6325	16	10.12	12.49	0	100	9.2

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จ	เวลารับภาระงาน	เวลาปรับตั้งเครื่องจักร	A	เวลาเดินเครื่อง	รอบเวลาทางทฤษฎี	จำนวนชิ้นงาน	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	P	ของเสีย	Q	OEE
6/11/2006	IW 45-1	DP0053	ตัด+เจาะรู	13:30	15:00	90	21.5	76.11	68.5	0.63	16	10.08	14.72	0	100	11.2
7/11/2006	IW 45-1	XB3547	ตัด+เจาะรู	08:30	14:45	325	39.5	87.85	285.5	0.3106	32	9.94	3.48	0	100	3.06
8/11/2006	IW 45-1	XN2117	ตัด+เจาะรู	09:00	16:30	380	89	76.58	291	0.6715	60	40.29	13.85	0	100	10.61
9/11/2006	IW 45-1	XU1174, XU1175	ตัด+เจาะรู	08:30	18:30	510	56	89.02	454	1.0737	27	28.99	6.39	0	100	5.69
10/11/2006	IW 45-1	XV0352	ตัด+เจาะรู	08:30	11:40	190	65.5	65.53	124.5	1.1888	8	9.51	7.64	0	100	5.01
13/11/2006	IW 45-1	910698	ตัด+เจาะรู	08:30	11:30	180	35	80.56	145	0.4633	9	4.17	2.88	0	100	2.32
14/11/2006	IW 45-1	XV1166	ตัด+เจาะรู	08:30	11:30	180	40	77.78	140	1.21	7	8.47	6.05	0	100	4.71
15/11/2006	IW 45-1	XV1165	ตัด+เจาะรู	08:30	16:30	410	72	82.44	338	0.9209	35	32.23	9.54	0	100	7.86
20/11/2006	IW 45-1	LU1151	ตัด+เจาะรู	09:30	14:10	230	30	86.96	200	0.672	30	20.16	10.08	0	100	8.77
23/11/2006	IW 45-1	XB3558, XB3559	ตัด+เจาะรู	08:15	16:20	415	41.5	90	373.5	0.2562	90	23.06	6.17	0	100	5.55
24/11/2006	IW 45-1	XB3560	ตัด+เจาะรู	09:30	19:00	480	30	93.75	450	0.2562	120	30.74	6.83	0	100	6.4
27/11/2006	IW 45-1	XU1181	ตัด+เจาะรู	09:00	11:20	140	49.5	64.64	90.5	0.6673	15	10.01	11.06	0	100	7.15
27/11/2006	IW 45-1	XU1182	ตัด+เจาะรู	13:30	16:30	160	27	83.13	133	0.6673	15	10.01	7.53	0	100	6.26
29/11/2006	IW 45-1	LR2966	ตัด+เจาะรู	08:45	13:20	225	54	76	171	0.6124	17	10.41	6.09	0	100	4.63
4/12/2006	IW 45-1	DP0025	ตัด+เจาะรู	09:30	11:40	130	22	83.08	108	0.6338	16	10.14	9.39	0	100	7.8
6/12/2006	IW 45-1	DK0475	ตัด+เจาะรู	08:45	12:00	195	61	68.72	134	0.6288	16	10.06	7.51	0	100	5.16
7/12/2006	IW 45-1	DV0007	ตัด+เจาะรู	08:30	12:00	210	23	89.05	187	0.2442	60	14.65	7.83	0	100	6.97
12/12/2006	IW 45-1	LV1167	ตัด+เจาะรู	08:30	15:00	340	60	82.35	280	1.1	16	17.6	6.29	0	100	5.18
13/12/2006	IW 45-1	XN0729	ตัด+เจาะรู	08:30	12:00	210	33	84.29	177	0.6713	15	10.07	5.69	0	100	4.8
14/12/2006	IW 45-1	XR2977	ตัด+เจาะรู	08:30	16:45	425	50	88.24	375	0.5494	72	39.56	10.55	0	100	9.31
18/12/2006	IW 45-1	DQ0001	ตัด+เจาะรู	08:30	16:30	410	38	90.73	372	0.6154	48	29.54	7.94	0	100	7.2
						9690	1591		8099		1175	654.23		2		

ภาคผนวก ก.2 ข้อมูลความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ และข้อมูลมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (ก่อนการปรับปรุง)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	Machine Downtime	Equipment Failure	Maintenance Downtime	Setup	Adjustment	Minor Stoppage	Idle Time	Speed Loss	Defect	Yield Loss	Breakdown Cost	Setup Cost	Adjustment Cost
18/10/2006	IW 45-1	XM2081, XM2082	ตัด+เจาะรู	0	0	0	96	0	188	31	0	1	0	0	526.06	0
19/10/2006	IW 45-1	XR2981	ตัด+เจาะรู	0	0	0	38	0	69	1	0	1	0	0	221.67	0
19/10/2006	IW 45-1	DK0484, DK0485	ตัด+เจาะรู	0	0	0	45.5	0	182.2	7	0	0	0	0	265.42	0
24/10/2006	IW 45-1	910702	ตัด+เจาะรู	0	0	0	25	0	104.83	1	0	0	0	0	145.83	0
24/10/2006	IW 45-1	DP0009	ตัด+เจาะรู	0	0	0	19	0	111.56	5	0	0	0	0	110.83	0
24/10/2006	IW 45-1	XU1178	ตัด+เจาะรู	0	0	0	50	0	130.97	60	0	0	0	0	291.67	0
25/10/2006	IW 45-1	XU1159	ตัด+เจาะรู	0	0	0	47.5	0	182.45	36	0	0	0	0	277.08	0
25/10/2006	IW 45-1	DK0502	ตัด+เจาะรู	0	0	0	22	0	107.94	0	0	0	0	0	128.33	0
26/10/2006	IW 45-1	XV1162 - XV1164	ตัด+เจาะรู	0	0	0	61.5	0	434.55	31	0	0	0	0	358.75	0
27/10/2006	IW 45-1	XV1161	ตัด+เจาะรู	0	0	0	37	0	84.45	5	0	0	0	0	215.83	0
27/10/2006	IW 45-1	XU1160	ตัด+เจาะรู	0	0	0	30	0	90.25	30	0	0	0	0	175	0
30/10/2006	IW 45-1	DV0001	ตัด+เจาะรู	0	0	0	33	0	104.6	5	0	0	0	0	192.5	0
31/10/2006	IW 45-1	DV0001, DV0002	ตัด+เจาะรู	0	0	0	36	0	161.6	5	0	0	0	0	210	0
1/11/2006	IW 45-1	DQ0002, DQ0003	ตัด+เจาะรู	0	0	0	52	0	429.08	10	0	0	0	0	303.33	0
2/11/2006	IW 45-1	DP0037, DP0042	ตัด+เจาะรู	0	0	0	32	0	244.6	3	0	0	0	0	133.33	0
6/11/2006	IW 45-1	DP0043	ตัด+เจาะรู	0	0	0	29	0	67.88	3	0	0	0	0	169.17	0
6/11/2006	IW 45-1	DP0053	ตัด+เจาะรู	0	0	0	21.5	0	55.92	2.5	0	0	0	0	125.42	0
7/11/2006	IW 45-1	XB3547	ตัด+เจาะรู	0	0	0	39.5	0	165.56	110	0	0	0	0	230.42	0

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	Machine Downtime	Equipment Failure	Maintenance Downtime	Setup	Adjustment	Minor Stoppage	Idle Time	Speed Loss	Defect	Yield Loss	Breakdown Cost	Setup Cost	Adjustment Cost
8/11/2006	IW 45-1	XN2117	ตัด+เจาะรู	0	0	0	89	0	210.71	40	0	0	0	0	519.17	0
9/11/2006	IW 45-1	XU1174, XU1175	ตัด+เจาะรู	0	0	0	56	0	390.01	35	0	0	0	0	326.67	0
10/11/2006	IW 45-1	XV0352	ตัด+เจาะรู	0	0	0	65.5	0	114.99	0	0	0	0	0	382.08	0
13/11/2006	IW 45-1	910698	ตัด+เจาะรู	0	0	0	35	0	137.83	3	0	0	0	0	204.17	0
14/11/2006	IW 45-1	XV1166	ตัด+เจาะรู	0	0	0	40	0	129.53	2	0	0	0	0	233.33	0
15/11/2006	IW 45-1	XV1165	ตัด+เจาะรู	0	0	0	72	0	295.77	10	0	0	0	0	420	0
20/11/2006	IW 45-1	LU1151	ตัด+เจาะรู	0	0	0	30	0	175.84	4	0	0	0	0	175	0
23/11/2006	IW 45-1	XB3558, XB3559	ตัด+เจาะรู	0	0	0	41.5	0	312.44	38	0	0	0	0	242.08	0
24/11/2006	IW 45-1	XB3560	ตัด+เจาะรู	0	0	0	30	0	363.26	56	0	0	0	0	175	0
27/11/2006	IW 45-1	XU1181	ตัด+เจาะรู	0	0	0	49.5	0	68.49	12	0	0	0	0	288.75	0
27/11/2006	IW 45-1	XU1182	ตัด+เจาะรู	0	0	0	27	0	99.99	23	0	0	0	0	157.5	0
29/11/2006	IW 45-1	LR2966	ตัด+เจาะรู	0	0	0	54	0	160.59	0	0	0	0	0	315	0
4/12/2006	IW 45-1	DP0025	ตัด+เจาะรู	0	0	0	22	0	97.86	0	0	0	0	0	128.33	0
6/12/2006	IW 45-1	DK0475	ตัด+เจาะรู	0	0	0	61	0	60.94	63	0	0	0	0	355.83	0
7/12/2006	IW 45-1	DV0007	ตัด+เจาะรู	0	0	0	23	0	170.35	2	0	0	0	0	134.17	0
12/12/2006	IW 45-1	LV1167	ตัด+เจาะรู	0	0	0	60	0	197.4	65	0	0	0	0	350	0
13/12/2006	IW 45-1	XN0729	ตัด+เจาะรู	0	0	0	33	0	133.93	33	0	0	0	0	192.5	0
14/12/2006	IW 45-1	XR2977	ตัด+เจาะรู	0	0	0	50	0	322.44	13	0	0	0	0	291.67	0
18/12/2006	IW 45-1	DQ0001	ตัด+เจาะรู	0	0	0	38	0	306.46	36	0	0	0	0	221.67	0
รวม				0	0	0	1591	0	6664.27	780.5	0	2	0	0	9193.56	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.2 ข้อมูลความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 1

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	Minor Stoppage Cost	Idle Time Cost	Speed Loss Cost	Defect Cost	Yield Loss Cost	ราคาขาย หลังผ่าน กระบวนการ	ราคาขาย ก่อนผ่าน กระบวนการ	ค่าแรง พนักงาน บำรุงรักษา	ค่าแรง พนักงาน เดินเครื่อง	รอบเวลา ทางทฤษฎี	ค่าวัตถุดิบ	ค่าอะไหล่	ของเสียที่ สามารถ แก้ไขได้	ของเสียที่ ไม่ สามารถ แก้ไขได้	Scrap
18/10/2006	IW 45-1	XM2081, XM2082	ตัด+เจาะรู	1030.2	195.36	0	71.45	0	5487.04	3678.71	84.14	49.32	0.5357	0	0	1	0	0
19/10/2006	IW 45-1	XR2981	ตัด+เจาะรู	402.5	6.66	0	38.64	0	2795.61	2124.78	84.14	49.32	0.3684	0	0	1	0	0
19/10/2006	IW 45-1	DK0484, DK0485	ตัด+เจาะรู	1062.83	46.59	0	0	0	7146.28	5658.78	84.14	49.32	0.6344	0	0	0	0	0
24/10/2006	IW 45-1	910702	ตัด+เจาะรู	611.51	6.66	0	0	0	3593.68	2806.18	84.14	49.32	0.4633	0	0	0	0	0
24/10/2006	IW 45-1	DP0009	ตัด+เจาะรู	650.77	33.28	0	0	0	2631.56	1785.72	84.14	49.32	0.7262	0	0	0	0	0
24/10/2006	IW 45-1	XU1178	ตัด+เจาะรู	763.99	406.09	0	0	0	6075.53	4588.03	84.14	49.32	0.5396	0	0	0	0	0
25/10/2006	IW 45-1	XU1159	ตัด+เจาะรู	1064.29	239.59	0	0	0	10928.27	9207.44	84.14	49.32	0.6456	0	0	0	0	0
25/10/2006	IW 45-1	DK0502	ตัด+เจาะรู	629.65	0	0	0	0	2732.43	1915.76	84.14	49.32	0.6288	0	0	0	0	0
26/10/2006	IW 45-1	XV1162 - XV1164	ตัด+เจาะรู	2534.88	208.55	0	0	0	31218.65	27893.65	84.14	49.32	1.1608	0	0	0	0	0
27/10/2006	IW 45-1	XV1161	ตัด+เจาะรู	492.63	33.28	0	0	0	6246.41	5458.91	84.14	49.32	1.2214	0	0	0	0	0
27/10/2006	IW 45-1	XU1160	ตัด+เจาะรู	526.46	199.66	0	0	0	4002.48	3069.15	84.14	49.32	0.65	0	0	0	0	0
30/10/2006	IW 45-1	DV0001	ตัด+เจาะรู	610.17	33.28	0	0	0	4078.24	3203.24	84.14	49.32	0.2467	0	0	0	0	0
31/10/2006	IW 45-1	DV0001, DV0002	ตัด+เจาะรู	942.67	33.28	0	0	0	4428.24	3203.24	84.14	49.32	0.2467	0	0	0	0	0
1/11/2006	IW 45-1	DQ0002, DQ0003	ตัด+เจาะรู	2502.97	67.31	0	0	0	17015.72	13865.72	84.14	49.32	0.6115	0	0	0	0	0
2/11/2006	IW 45-1	DP0037, DP0042	ตัด+เจาะรู	1019.17	14.97	0	0	0	7378.79	6087.12	84.14	49.32	0.6333	0	0	0	0	0
6/11/2006	IW 45-1	DP0043	ตัด+เจาะรู	395.97	19.97	0	0	0	2670.71	2029.04	84.14	49.32	0.6325	0	0	0	0	0
6/11/2006	IW 45-1	DP0053	ตัด+เจาะรู	326.2	16.64	0	0	0	2450.52	1925.52	84.14	49.32	0.63	0	0	0	0	0
7/11/2006	IW 45-1	XB3547	ตัด+เจาะรู	965.76	732.09	0	0	0	6141.99	4246.16	84.14	49.32	0.3106	0	0	0	0	0

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	Minor Stoppage Cost	Idle Time Cost	Speed Loss Cost	Defect Cost	Yield Loss Cost	ราคาขาย หลังผ่าน กระบวนการ	ราคาขาย ก่อนผ่าน กระบวนการ	ค่าแรง พนักงาน บำรุงรักษา	ค่าแรง พนักงาน เดินเครื่อง	รอบเวลา ทางทฤษฎี	ค่าวัตถุดิบ	ค่าอะไหล่	ของเสียที่ สามารถ แก้ไขได้	ของเสียที่ ไม่ สามารถ แก้ไขได้	Scrap
8/11/2006	IW 45-1	XN2117	ตัด+เจาะรู	1229.14	266.21	0	0	0	15837.93	13621.26	84.14	49.32	0.6715	0	0	0	0	0
9/11/2006	IW 45-1	XU1174, XU1175	ตัด+เจาะรู	2275.06	234.91	0	0	0	6239.49	3264.49	84.14	49.32	1.0737	0	0	0	0	0
10/11/2006	IW 45-1	XV0352	ตัด+เจาะรู	670.77	0	0	0	0	5638.74	4530.41	84.14	49.32	1.1888	0	0	0	0	0
13/11/2006	IW 45-1	910698	ตัด+เจาะรู	804.01	19.97	0	0	0	3856.18	2806.18	84.14	49.32	0.4633	0	0	0	0	0
14/11/2006	IW 45-1	XV1166	ตัด+เจาะรู	755.59	13.31	0	0	0	4038.29	2988.29	84.14	49.32	1.21	0	0	0	0	0
15/11/2006	IW 45-1	XV1165	ตัด+เจาะรู	1725.33	66.38	0	0	0	17333.1	14941.43	87.06	48.29	0.9209	0	0	0	0	0
20/11/2006	IW 45-1	LU1151	ตัด+เจาะรู	1025.74	26.62	0	0	0	7672.42	6330.75	84.14	49.32	0.672	0	0	0	0	0
23/11/2006	IW 45-1	XB3558, XB3559	ตัด+เจาะรู	1822.56	252.9	0	0	0	12830.12	10409.29	84.14	49.32	0.2562	0	0	0	0	0
24/11/2006	IW 45-1	XB3560	ตัด+เจาะรู	2119.02	377.49	0	0	0	16667.63	13867.63	84.14	49.32	0.2562	0	0	0	0	0
27/11/2006	IW 45-1	XU1181	ตัด+เจาะรู	399.53	79.86	0	0	0	4184.54	3367.87	84.14	49.32	0.6673	0	0	0	0	0
27/11/2006	IW 45-1	XU1182	ตัด+เจาะรู	583.27	153.07	0	0	0	4301.2	3367.87	84.14	49.32	0.6673	0	0	0	0	0
29/11/2006	IW 45-1	LR2966	ตัด+เจาะรู	936.78	0	0	0	0	4484.28	3171.78	84.14	49.32	0.6124	0	0	0	0	0
4/12/2006	IW 45-1	DP0025	ตัด+เจาะรู	570.85	0	0	0	0	2675.13	1916.8	84.14	49.32	0.6338	0	0	0	0	0
6/12/2006	IW 45-1	DK0475	ตัด+เจาะรู	355.48	419.29	0	0	0	3053.26	1915.76	84.14	49.32	0.6288	0	0	0	0	0
7/12/2006	IW 45-1	DV0007	ตัด+เจาะรู	993.71	13.31	0	0	0	7024.77	5799.77	84.14	49.32	0.2442	0	0	0	0	0
12/12/2006	IW 45-1	LV1167	ตัด+เจาะรู	1151.5	432.6	0	0	0	8266.92	6283.59	84.14	49.32	1.1	0	0	0	0	0
13/12/2006	IW 45-1	XN0729	ตัด+เจาะรู	781.26	219.63	0	0	0	4630.32	3405.32	84.14	49.32	0.6713	0	0	0	0	0
14/12/2006	IW 45-1	XR2977	ตัด+เจาะรู	1880.9	86.52	0	0	0	10978.28	8499.11	84.14	49.32	0.5494	0	0	0	0	0
18/12/2006	IW 45-1	DQ0001	ตัด+เจาะรู	1787.69	239.59	0	0	0	10711.1	8319.43	84.14	49.32	0.6154	0	0	0	0	0
รวม				38400.81	5194.92	0	110.09	0	277445.85	221554.18				0	0	2	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.3 ข้อมูลสาเหตุ (ก่อนการปรับปรุง)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
18/10/2006	IW 45-1	XM2081, XM2082	ตัด+เจาะรู	Defect	1	เจาะรูผิด	1
18/10/2006	IW 45-1	XM2081, XM2082	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	18
18/10/2006	IW 45-1	XM2081, XM2082	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	188
18/10/2006	IW 45-1	XM2081, XM2082	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	31
18/10/2006	IW 45-1	XM2081, XM2082	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	61
18/10/2006	IW 45-1	XM2081, XM2082	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	17
19/10/2006	IW 45-1	DK0484, DK0485	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	14.5
19/10/2006	IW 45-1	DK0484, DK0485	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	14
19/10/2006	IW 45-1	DK0484, DK0485	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	182.2
19/10/2006	IW 45-1	DK0484, DK0485	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	3
19/10/2006	IW 45-1	DK0484, DK0485	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	4
19/10/2006	IW 45-1	DK0484, DK0485	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	17
19/10/2006	IW 45-1	XR2981	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	1
19/10/2006	IW 45-1	XR2981	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	13
19/10/2006	IW 45-1	XR2981	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
19/10/2006	IW 45-1	XR2981	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	69

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
19/10/2006	IW 45-1	XR2981	ตัด+เจาะรู	Defect	1	เจาะรูผิด	1
19/10/2006	IW 45-1	XR2981	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	13
24/10/2006	IW 45-1	910702	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	104.83
24/10/2006	IW 45-1	910702	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	9
24/10/2006	IW 45-1	910702	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	6
24/10/2006	IW 45-1	910702	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	10
24/10/2006	IW 45-1	910702	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	1
24/10/2006	IW 45-1	DP0009	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	5
24/10/2006	IW 45-1	DP0009	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	3
24/10/2006	IW 45-1	DP0009	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	111.56
24/10/2006	IW 45-1	DP0009	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	5
24/10/2006	IW 45-1	DP0009	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	11
24/10/2006	IW 45-1	XU1178	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	130.97
24/10/2006	IW 45-1	XU1178	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	60
24/10/2006	IW 45-1	XU1178	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	17
24/10/2006	IW 45-1	XU1178	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	23
24/10/2006	IW 45-1	XU1178	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
25/10/2006	IW 45-1	DK0502	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	107.94
25/10/2006	IW 45-1	DK0502	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2
25/10/2006	IW 45-1	DK0502	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	9
25/10/2006	IW 45-1	DK0502	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	11
25/10/2006	IW 45-1	XU1159	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	12
25/10/2006	IW 45-1	XU1159	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	36
25/10/2006	IW 45-1	XU1159	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	182.45
25/10/2006	IW 45-1	XU1159	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	24.5
25/10/2006	IW 45-1	XU1159	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	11
26/10/2006	IW 45-1	XV1162 - XV1164	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	8.5
26/10/2006	IW 45-1	XV1162 - XV1164	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	17
26/10/2006	IW 45-1	XV1162 - XV1164	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	434.55
26/10/2006	IW 45-1	XV1162 - XV1164	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	36
26/10/2006	IW 45-1	XV1162 - XV1164	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	21
26/10/2006	IW 45-1	XV1162 - XV1164	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	10
27/10/2006	IW 45-1	XU1160	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	90.25
27/10/2006	IW 45-1	XU1160	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	11

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
27/10/2006	IW 45-1	XU1160	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	30
27/10/2006	IW 45-1	XU1160	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	6
27/10/2006	IW 45-1	XU1160	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	13
27/10/2006	IW 45-1	XV1161	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10
27/10/2006	IW 45-1	XV1161	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	19
27/10/2006	IW 45-1	XV1161	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	84.45
27/10/2006	IW 45-1	XV1161	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5
27/10/2006	IW 45-1	XV1161	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	8
30/10/2006	IW 45-1	DV0001	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5
30/10/2006	IW 45-1	DV0001	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	6
30/10/2006	IW 45-1	DV0001	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	12
30/10/2006	IW 45-1	DV0001	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	15
30/10/2006	IW 45-1	DV0001	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	104.6
31/10/2006	IW 45-1	DV0001, DV0002	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	16
31/10/2006	IW 45-1	DV0001, DV0002	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	161.6
31/10/2006	IW 45-1	DV0001, DV0002	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5
31/10/2006	IW 45-1	DV0001, DV0002	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	5

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
31/10/2006	IW 45-1	DV0001, DV0002	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	15
1/11/2006	IW 45-1	DQ0002, DQ0003	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	15
1/11/2006	IW 45-1	DQ0002, DQ0003	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	18
1/11/2006	IW 45-1	DQ0002, DQ0003	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	10
1/11/2006	IW 45-1	DQ0002, DQ0003	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	429.08
1/11/2006	IW 45-1	DQ0002, DQ0003	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	19
2/11/2006	IW 45-1	DP0037, DP0042	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	10
2/11/2006	IW 45-1	DP0037, DP0042	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	10
2/11/2006	IW 45-1	DP0037, DP0042	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
2/11/2006	IW 45-1	DP0037, DP0042	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	244.6
2/11/2006	IW 45-1	DP0037, DP0042	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	3
6/11/2006	IW 45-1	DP0043	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	6
6/11/2006	IW 45-1	DP0043	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10
6/11/2006	IW 45-1	DP0043	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	67.88
6/11/2006	IW 45-1	DP0043	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	3
6/11/2006	IW 45-1	DP0043	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	13
6/11/2006	IW 45-1	DP0053	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	4

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
6/11/2006	IW 45-1	DP0053	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10
6/11/2006	IW 45-1	DP0053	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	2.5
6/11/2006	IW 45-1	DP0053	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	7.5
6/11/2006	IW 45-1	DP0053	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	55.92
7/11/2006	IW 45-1	XB3547	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	165.56
7/11/2006	IW 45-1	XB3547	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
7/11/2006	IW 45-1	XB3547	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	6
7/11/2006	IW 45-1	XB3547	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	110
7/11/2006	IW 45-1	XB3547	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	21.5
8/11/2006	IW 45-1	XN2117	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	11
8/11/2006	IW 45-1	XN2117	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	40
8/11/2006	IW 45-1	XN2117	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	65
8/11/2006	IW 45-1	XN2117	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	210.71
8/11/2006	IW 45-1	XN2117	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	13
9/11/2006	IW 45-1	XU1174, XU1175	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	13
9/11/2006	IW 45-1	XU1174, XU1175	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	25
9/11/2006	IW 45-1	XU1174, XU1175	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
9/11/2006	IW 45-1	XU1174, XU1175	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	30
9/11/2006	IW 45-1	XU1174, XU1175	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	390.01
9/11/2006	IW 45-1	XU1174, XU1175	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	18
10/11/2006	IW 45-1	XV0352	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	41.5
10/11/2006	IW 45-1	XV0352	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	14
10/11/2006	IW 45-1	XV0352	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	114.99
10/11/2006	IW 45-1	XV0352	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10
13/11/2006	IW 45-1	910698	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	10
13/11/2006	IW 45-1	910698	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	15
13/11/2006	IW 45-1	910698	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10
13/11/2006	IW 45-1	910698	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	137.83
13/11/2006	IW 45-1	910698	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	3
14/11/2006	IW 45-1	XV1166	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	129.53
14/11/2006	IW 45-1	XV1166	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	2
14/11/2006	IW 45-1	XV1166	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	15
14/11/2006	IW 45-1	XV1166	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	15
14/11/2006	IW 45-1	XV1166	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
15/11/2006	IW 45-1	XV1165	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	30
15/11/2006	IW 45-1	XV1165	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
15/11/2006	IW 45-1	XV1165	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	295.77
15/11/2006	IW 45-1	XV1165	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	10
15/11/2006	IW 45-1	XV1165	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	30
20/11/2006	IW 45-1	LU1151	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	10
20/11/2006	IW 45-1	LU1151	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	4
20/11/2006	IW 45-1	LU1151	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
20/11/2006	IW 45-1	LU1151	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	8
20/11/2006	IW 45-1	LU1151	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	175.84
23/11/2006	IW 45-1	XB3558, XB3559	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	11
23/11/2006	IW 45-1	XB3558, XB3559	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	15.5
23/11/2006	IW 45-1	XB3558, XB3559	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	15
23/11/2006	IW 45-1	XB3558, XB3559	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	312.44
23/11/2006	IW 45-1	XB3558, XB3559	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	30
23/11/2006	IW 45-1	XB3558, XB3559	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	8
24/11/2006	IW 45-1	XB3560	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	10

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
24/11/2006	IW 45-1	XB3560	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	5
24/11/2006	IW 45-1	XB3560	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	15
24/11/2006	IW 45-1	XB3560	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	363.26
24/11/2006	IW 45-1	XB3560	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	6
24/11/2006	IW 45-1	XB3560	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	50
27/11/2006	IW 45-1	XU1181	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	36
27/11/2006	IW 45-1	XU1181	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	3.5
27/11/2006	IW 45-1	XU1181	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10
27/11/2006	IW 45-1	XU1181	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	68.49
27/11/2006	IW 45-1	XU1181	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	12
27/11/2006	IW 45-1	XU1182	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	20
27/11/2006	IW 45-1	XU1182	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	99.99
27/11/2006	IW 45-1	XU1182	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	9
27/11/2006	IW 45-1	XU1182	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	3
27/11/2006	IW 45-1	XU1182	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	15
27/11/2006	IW 45-1	XU1182	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	3
29/11/2006	IW 45-1	LR2966	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	27

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
29/11/2006	IW 45-1	LR2966	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	160.59
29/11/2006	IW 45-1	LR2966	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	15
29/11/2006	IW 45-1	LR2966	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
4/12/2006	IW 45-1	DP0025	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	97.86
4/12/2006	IW 45-1	DP0025	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
4/12/2006	IW 45-1	DP0025	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	5
4/12/2006	IW 45-1	DP0025	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	5
6/12/2006	IW 45-1	DK0475	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	43
6/12/2006	IW 45-1	DK0475	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	3
6/12/2006	IW 45-1	DK0475	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	60
6/12/2006	IW 45-1	DK0475	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10
6/12/2006	IW 45-1	DK0475	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	8
6/12/2006	IW 45-1	DK0475	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	60.94
7/12/2006	IW 45-1	DV0007	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	170.35
7/12/2006	IW 45-1	DV0007	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	2
7/12/2006	IW 45-1	DV0007	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
7/12/2006	IW 45-1	DV0007	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	5

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
7/12/2006	IW 45-1	DV0007	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	6
12/12/2006	IW 45-1	LV1167	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5
12/12/2006	IW 45-1	LV1167	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	30
12/12/2006	IW 45-1	LV1167	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	20
12/12/2006	IW 45-1	LV1167	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10
12/12/2006	IW 45-1	LV1167	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	60
12/12/2006	IW 45-1	LV1167	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	197.4
13/12/2006	IW 45-1	XN0729	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	6
13/12/2006	IW 45-1	XN0729	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	15
13/12/2006	IW 45-1	XN0729	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
13/12/2006	IW 45-1	XN0729	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	133.93
13/12/2006	IW 45-1	XN0729	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	30
13/12/2006	IW 45-1	XN0729	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	3
14/12/2006	IW 45-1	XR2977	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	21
14/12/2006	IW 45-1	XR2977	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	17
14/12/2006	IW 45-1	XR2977	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	322.44
14/12/2006	IW 45-1	XR2977	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	13

267

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
14/12/2006	IW 45-1	XR2977	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	12
18/12/2006	IW 45-1	DQ0001	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	15
18/12/2006	IW 45-1	DQ0001	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	10
18/12/2006	IW 45-1	DQ0001	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	13
18/12/2006	IW 45-1	DQ0001	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	306.46
18/12/2006	IW 45-1	DQ0001	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	30
18/12/2006	IW 45-1	DQ0001	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ข้อมูลหลังการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.1 ข้อมูลความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (หลังการปรับปรุง)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	เวลาเริ่มงาน	เวลาเสร็จ	เวลารับภาระงาน	เวลาปรับตั้งเครื่องจักร	A	เวลาเดินเครื่อง	รอบเวลาทางทฤษฎี	จำนวนชิ้นงาน	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	P	ของเสีย	Q	OEE
15/5/2007	IW 45-1	XR3014	ตัด+เจาะรู	09:00	10:00	60	27.5	54.17	32.5	0.5833	18	10.5	32.31	0	100	17.5
15/5/2007	IW 45-1	XV1177	ตัด+เจาะรู	10:30	15:50	250	40	84	210	0.7333	45	33	15.71	0	100	13.2
17/5/2007	IW 45-1	LQ0630	ตัด+เจาะรู	10:49	13:10	91	17	81.32	74	0.2414	29	7	9.46	1	96.55	7.43
17/5/2007	IW 45-1	XN0752	ตัด+เจาะรู	13:15	17:00	205	58	71.71	147	0.625	54	33.75	22.96	0	100	16.46
18/5/2007	IW 45-1	XN0753	ตัด+เจาะรู	10:30	14:59	219	56	74.43	163	0.625	54	33.75	20.71	0	100	15.41
21/5/2007	IW 45-1	LB3564	ตัด+เจาะรู	09:00	10:07	67	28	58.21	39	0.2604	56	14.58	37.38	0	100	21.76
21/5/2007	IW 45-1	DP0098, DK0496	ตัด+เจาะรู	13:20	15:22	102	14	86.27	88	0.6173	33	20.37	23.15	0	100	19.97
21/5/2007	IW 45-1	DP0031	ตัด+เจาะรู	16:20	17:35	55	14	74.55	41	0.6122	18	11.02	26.88	0	100	20.04
22/5/2007	IW 45-1	XV1181, XV1182	ตัด+เจาะรู	11:30	20:00	420	54	87.14	366	0.7596	98	74.44	20.34	0	100	17.72
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	13:30	20:10	360	33.5	90.69	326.5	0.9038	58	52.42	16.06	3	94.83	13.81
21/5/2007	IW 45-1	DT0040	ตัด+เจาะรู	19:00	19:55	55	14.5	73.64	40.5	0.7131	13	9.27	22.89	0	100	16.86
25/5/2007	IW 45-1	DK0505	ตัด+เจาะรู	19:20	20:00	40	15	62.5	25	0.625	16	10	40	0	100	25
28/5/2007	IW 45-1	XV1178	ตัด+เจาะรู	14:30	16:20	90	44	51.11	46	0.7573	15	11.36	24.7	0	100	12.62
29/5/2007	IW 45-1	XR3022	ตัด+เจาะรู	10:15	11:40	85	13.5	84.12	71.5	0.6367	15	9.55	13.36	0	100	11.24
29/5/2007	IW 45-1	XR3012	ตัด+เจาะรู	13:40	14:30	50	15.5	69	34.5	0.5206	18	9.37	27.16	0	100	18.74
31/5/2007	IW 45-1	XN2130	ตัด+เจาะรู	09:10	13:40	220	24	89.09	196	0.7085	39	27.63	14.1	0	100	12.56
31/5/2007	IW 45-1	XU1190	ตัด+เจาะรู	16:00	17:30	70	19	72.86	51	0.6673	15	10.01	19.63	0	100	14.3
31/5/2007	IW 45-1	LB3556	ตัด+เจาะรู	17:40	18:40	60	16.5	72.5	43.5	0.3188	32	10.2	23.45	0	100	17
1/6/2007	IW 45-1	LB3555	ตัด+เจาะรู	10:10	11:50	100	16	84	84	0.325	60	19.5	23.21	0	100	19.5
6/6/2007	IW 45-1	DP0100	ตัด+เจาะรู	10:20	11:27	67	13	80.6	54	0.6313	16	10.1	18.7	0	100	15.07
6/6/2007	IW 45-1	LB3557	ตัด+เจาะรู	13:30	14:45	75	21	72	54	0.3188	32	10.2	18.89	0	100	13.6
7/6/2007	IW 45-1	XR3035	ตัด+เจาะรู	11:00	13:20	90	18	80	72	0.5611	18	10.1	14.03	0	100	11.22
						2831	572		2259		752	438.12		4		

ภาคผนวก ข.2 ข้อมูลความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ และข้อมูลมูลค่าความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (หลังการปรับปรุง)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	Machine Downtime	Equipment Failure	Maintenance Downtime	Setup	Adjustment	Minor Stoppage	Idle Time	Speed Loss	Defect	Yield Loss	Breakdown Cost	Setup Cost	Adjustment Cost
15/5/2007	IW 45-1	XR3014	ตัด+เจาะรู	0	0	0	27.5	0	20	2	0	0	0	0	160.42	0
15/5/2007	IW 45-1	XV1177	ตัด+เจาะรู	0	0	0	40	0	127	50	0	0	0	0	233.33	0
17/5/2007	IW 45-1	LQ0630	ตัด+เจาะรู	0	0	0	17	0	67	0	0	1	0	0	99.17	0
17/5/2007	IW 45-1	XN0752	ตัด+เจาะรู	0	0	0	58	0	77.75	35.5	0	0	0	0	338.33	0
18/5/2007	IW 45-1	XN0753	ตัด+เจาะรู	0	0	0	56	0	74.25	55	0	0	0	0	326.67	0
21/5/2007	IW 45-1	LB3564	ตัด+เจาะรู	0	0	0	28	0	24.42	0	0	0	0	0	163.33	0
21/5/2007	IW 45-1	DP0098, DK0496	ตัด+เจาะรู	0	0	0	14	0	52.63	15	0	0	0	0	81.67	0
21/5/2007	IW 45-1	DP0031	ตัด+เจาะรู	0	0	0	14	0	19.98	10	0	0	0	0	81.67	0
22/5/2007	IW 45-1	XV1181, XV1182	ตัด+เจาะรู	0	0	0	54	0	266.56	25	0	0	0	0	315	0
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	0	0	0	33.5	0	214.08	60	0	3	0	0	195.42	0
21/5/2007	IW 45-1	DT0040	ตัด+เจาะรู	0	0	0	14.5	0	31.23	0	0	0	0	0	84.58	0
25/5/2007	IW 45-1	DK0505	ตัด+เจาะรู	0	0	0	15	0	10	5	0	0	0	0	87.5	0
28/5/2007	IW 45-1	XV1178	ตัด+เจาะรู	0	0	0	44	0	24.64	10	0	0	0	0	256.67	0
29/5/2007	IW 45-1	XR3022	ตัด+เจาะรู	0	0	0	13.5	0	61.95	0	0	0	0	0	78.75	0
29/5/2007	IW 45-1	XR3012	ตัด+เจาะรู	0	0	0	15.5	0	15.13	10	0	0	0	0	90.42	0
31/5/2007	IW 45-1	XN2130	ตัด+เจาะรู	0	0	0	24	0	163.37	5	0	0	0	0	140	0
31/5/2007	IW 45-1	XU1190	ตัด+เจาะรู	0	0	0	19	0	35.99	5	0	0	0	0	110.83	0
31/5/2007	IW 45-1	LB3556	ตัด+เจาะรู	0	0	0	16.5	0	33.3	0	0	0	0	0	96.25	0
1/6/2007	IW 45-1	LB3555	ตัด+เจาะรู	0	0	0	16	0	54.5	10	0	0	0	0	93.33	0
6/6/2007	IW 45-1	DP0100	ตัด+เจาะรู	0	0	0	13	0	33.9	10	0	0	0	0	75.83	0
6/6/2007	IW 45-1	LB3557	ตัด+เจาะรู	0	0	0	21	0	43.8	0	0	0	0	0	122.5	0
7/6/2007	IW 45-1	XR3035	ตัด+เจาะรู	0	0	0	18	0	56.9	5	0	0	0	0	105	0
รวม				0	0	0	572	0	1508.38	312.5	0	4	0	0	3336.67	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.2 ข้อมูลความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ป:

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	Minor Stoppage Cost	Idle Time Cost	Speed Loss Cost	Defect Cost	Yield Loss Cost	ราคาขาย หลังผ่าน กระบวนการ	ราคาขาย ก่อนผ่าน กระบวนการ	ค่าแรง พนักงาน บำรุงรักษา	ค่าแรง พนักงาน เดินเครื่อง	รอบเวลา ทางทฤษฎี	ค่าวัตถุดิบ	ค่าอะไหล่	ของเสียที่ สามารถ แก้ไขได้	ของเสียที่ ไม่สามารถ แก้ไขได้	Scrap
15/5/2007	IW 45-1	XR3014	ตัด+เจาะรู	116.67	14.95	0	0	0	3635.01	3285.01	87.06	98.64	0.5833	0	0	0	0	0
15/5/2007	IW 45-1	XV1177	ตัด+เจาะรู	740.83	373.87	0	0	0	12384.56	10926.23	87.06	98.64	0.7333	0	0	0	0	0
17/5/2007	IW 45-1	LQ0630	ตัด+เจาะรู	390.83	0	0	22.5	0	3420.44	2889.61	87.06	98.64	0.2414	0	0	1	0	0
17/5/2007	IW 45-1	XN0752	ตัด+เจาะรู	453.54	265.44	0	0	0	18261.74	17065.91	84.14	98.64	0.625	0	0	0	0	0
18/5/2007	IW 45-1	XN0753	ตัด+เจาะรู	433.13	411.25	0	0	0	18343.41	17065.91	84.14	98.64	0.625	0	0	0	0	0
21/5/2007	IW 45-1	LB3564	ตัด+เจาะรู	142.45	0	0	0	0	6492.11	6101.28	84.14	98.64	0.2604	0	0	0	0	0
21/5/2007	IW 45-1	DP0098, DK0496	ตัด+เจาะรู	307.01	112.16	0	0	0	4499.49	3904.49	84.14	98.64	0.6173	0	0	0	0	0
21/5/2007	IW 45-1	DP0031	ตัด+เจาะรู	116.55	77.01	0	0	0	2594.43	2273.6	84.14	98.64	0.6122	0	0	0	0	0
22/5/2007	IW 45-1	XV1181, XV1182	ตัด+เจาะรู	1554.93	194.76	0	0	0	35419.88	32969.88	84.14	98.64	0.7596	0	0	0	0	0
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	1248.8	471.93	0	142.94	0	18491.53	16391.53	84.14	98.64	0.9038	0	0	3	0	0
21/5/2007	IW 45-1	DT0040	ตัด+เจาะรู	182.17	0	0	0	0	3670.22	3349.39	84.14	98.64	0.7131	0	0	0	0	0
25/5/2007	IW 45-1	DK0505	ตัด+เจาะรู	58.33	41.5	0	0	0	2163.31	1929.98	84.14	98.64	0.625	0	0	0	0	0
28/5/2007	IW 45-1	XV1178	ตัด+เจาะรู	143.73	74.77	0	0	0	4185.86	3660.86	84.14	98.64	0.7573	0	0	0	0	0
29/5/2007	IW 45-1	XR3022	ตัด+เจาะรู	361.37	0	0	0	0	3460.11	2964.28	84.14	98.64	0.6367	0	0	0	0	0
29/5/2007	IW 45-1	XR3012	ตัด+เจาะรู	88.26	74.77	0	0	0	2423.51	2131.84	84.14	98.64	0.5206	0	0	0	0	0
31/5/2007	IW 45-1	XN2130	ตัด+เจาะรู	952.99	37.39	0	0	0	11266.7	9983.37	84.14	98.64	0.7085	0	0	0	0	0
31/5/2007	IW 45-1	XU1190	ตัด+เจาะรู	209.94	37.97	0	0	0	3824.13	3415.8	84.14	98.64	0.6673	0	0	0	0	0
31/5/2007	IW 45-1	LB3556	ตัด+เจาะรู	194.25	0	0	0	0	4800.27	4450.27	84.14	98.64	0.3188	0	0	0	0	0
1/6/2007	IW 45-1	LB3555	ตัด+เจาะรู	317.91	74.77	0	0	0	8575.3	7991.97	84.14	98.64	0.325	0	0	0	0	0
6/6/2007	IW 45-1	DP0100	ตัด+เจาะรู	197.75	74.77	0	0	0	2411.16	2020.33	84.14	98.64	0.6313	0	0	0	0	0
6/6/2007	IW 45-1	LB3557	ตัด+เจาะรู	255.5	0	0	0	0	4887.77	4450.27	84.14	98.64	0.3188	0	0	0	0	0
7/6/2007	IW 45-1	XR3035	ตัด+เจาะรู	331.92	37.39	0	0	0	3812.14	3287.14	84.14	98.64	0.5611	0	0	0	0	0
รวม				8798.86	2374.7	0	165.44	0	179023.08	162508.95				0	0	4	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.3 ข้อมูลสาเหตุ (หลังการปรับปรุง)

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
15/5/2007	IW 45-1	XR3014	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	12
15/5/2007	IW 45-1	XR3014	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	3.5
15/5/2007	IW 45-1	XR3014	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
15/5/2007	IW 45-1	XR3014	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	20
15/5/2007	IW 45-1	XR3014	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	2
15/5/2007	IW 45-1	XV1177	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	27
15/5/2007	IW 45-1	XV1177	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10
15/5/2007	IW 45-1	XV1177	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	127
15/5/2007	IW 45-1	XV1177	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	40
15/5/2007	IW 45-1	XV1177	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	10
15/5/2007	IW 45-1	XV1177	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	3
17/5/2007	IW 45-1	LQ0630	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	67
17/5/2007	IW 45-1	LQ0630	ตัด+เจาะรู	Defect	1	เจาะรูผิด	1
17/5/2007	IW 45-1	LQ0630	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	3
17/5/2007	IW 45-1	LQ0630	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
17/5/2007	IW 45-1	LQ0630	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	2

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
17/5/2007	IW 45-1	XN0752	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	77.75
17/5/2007	IW 45-1	XN0752	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	43
17/5/2007	IW 45-1	XN0752	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	5
17/5/2007	IW 45-1	XN0752	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	10
17/5/2007	IW 45-1	XN0752	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	35.5
18/5/2007	IW 45-1	XN0753	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	55
18/5/2007	IW 45-1	XN0753	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	12
18/5/2007	IW 45-1	XN0753	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	74.25
18/5/2007	IW 45-1	XN0753	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	43
18/5/2007	IW 45-1	XN0753	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	1
21/5/2007	IW 45-1	DP0031	ตัด+เจาะรู	Setup	1	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2
21/5/2007	IW 45-1	DP0031	ตัด+เจาะรู	Setup	2	เปลี่ยน Tool	12
21/5/2007	IW 45-1	DP0031	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5
21/5/2007	IW 45-1	DP0031	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	19.98
21/5/2007	IW 45-1	DP0031	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	5
21/5/2007	IW 45-1	DP0098, DK0496	ตัด+เจาะรู	Setup	1	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2
21/5/2007	IW 45-1	DP0098, DK0496	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	10

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
21/5/2007	IW 45-1	DP0098, DK0496	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	52.63
21/5/2007	IW 45-1	DP0098, DK0496	ตัด+เจาะรู	Setup	2	เปลี่ยน Tool	12
21/5/2007	IW 45-1	DP0098, DK0496	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5
21/5/2007	IW 45-1	DT0040	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	9
21/5/2007	IW 45-1	DT0040	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	31.23
21/5/2007	IW 45-1	DT0040	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	1.5
21/5/2007	IW 45-1	DT0040	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	4
21/5/2007	IW 45-1	LB3564	ตัด+เจาะรู	Setup	2	เปลี่ยน Tool	8
21/5/2007	IW 45-1	LB3564	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	24.42
21/5/2007	IW 45-1	LB3564	ตัด+เจาะรู	Setup	1	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	20
22/5/2007	IW 45-1	XV1181, XV1182	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	10
22/5/2007	IW 45-1	XV1181, XV1182	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	10
22/5/2007	IW 45-1	XV1181, XV1182	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	28
22/5/2007	IW 45-1	XV1181, XV1182	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	15
22/5/2007	IW 45-1	XV1181, XV1182	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	266.56
22/5/2007	IW 45-1	XV1181, XV1182	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	16
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	20

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2.5
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	11
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	214.08
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	Defect	1	เจาะรูผิด	3
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	30
23/5/2007	IW 45-1	XU1187	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	30
25/5/2007	IW 45-1	DK0505	ตัด+เจาะรู	Setup	1	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2
25/5/2007	IW 45-1	DK0505	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	5
25/5/2007	IW 45-1	DK0505	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	10
25/5/2007	IW 45-1	DK0505	ตัด+เจาะรู	Setup	2	เปลี่ยน Tool	13
28/5/2007	IW 45-1	XV1178	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	10
28/5/2007	IW 45-1	XV1178	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	24.64
28/5/2007	IW 45-1	XV1178	ตัด+เจาะรู	Setup	3	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	10
28/5/2007	IW 45-1	XV1178	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	14
28/5/2007	IW 45-1	XV1178	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	20
29/5/2007	IW 45-1	XR3012	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	15.13
29/5/2007	IW 45-1	XR3012	ตัด+เจาะรู	Setup	2	เปลี่ยน Tool	13

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
29/5/2007	IW 45-1	XR3012	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	10
29/5/2007	IW 45-1	XR3012	ตัด+เจาะรู	Setup	1	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2.5
29/5/2007	IW 45-1	XR3022	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	61.95
29/5/2007	IW 45-1	XR3022	ตัด+เจาะรู	Setup	2	เปลี่ยน Tool	11
29/5/2007	IW 45-1	XR3022	ตัด+เจาะรู	Setup	1	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2.5
31/5/2007	IW 45-1	LB3556	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	5
31/5/2007	IW 45-1	LB3556	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	33.3
31/5/2007	IW 45-1	LB3556	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	8
31/5/2007	IW 45-1	LB3556	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	3.5
31/5/2007	IW 45-1	XN2130	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5
31/5/2007	IW 45-1	XN2130	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	12
31/5/2007	IW 45-1	XN2130	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2
31/5/2007	IW 45-1	XN2130	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	163.37
31/5/2007	IW 45-1	XN2130	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	10
31/5/2007	IW 45-1	XU1190	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2
31/5/2007	IW 45-1	XU1190	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	11
31/5/2007	IW 45-1	XU1190	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
31/5/2007	IW 45-1	XU1190	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	35.99
31/5/2007	IW 45-1	XU1190	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	6
1/6/2007	IW 45-1	LB3555	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	4.5
1/6/2007	IW 45-1	LB3555	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	3.5
1/6/2007	IW 45-1	LB3555	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	8
1/6/2007	IW 45-1	LB3555	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	54.5
1/6/2007	IW 45-1	LB3555	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	10
6/6/2007	IW 45-1	DP0100	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	33.9
6/6/2007	IW 45-1	DP0100	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	ไม่มีชิ้นงานป้อนเครื่อง	5
6/6/2007	IW 45-1	DP0100	ตัด+เจาะรู	Setup	2	เปลี่ยน Tool	11
6/6/2007	IW 45-1	DP0100	ตัด+เจาะรู	Setup	1	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2
6/6/2007	IW 45-1	DP0100	ตัด+เจาะรู	Idle time	2	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5
6/6/2007	IW 45-1	LB3557	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	5
6/6/2007	IW 45-1	LB3557	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	10
6/6/2007	IW 45-1	LB3557	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	6
6/6/2007	IW 45-1	LB3557	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	43.8
7/6/2007	IW 45-1	XR3035	ตัด+เจาะรู	Setup	1	ใช้เครนขนย้ายเหล็ก	4

วันที่	เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ	ความสูญเสีย	ลำดับ	อาการ	ค่า (นาที/%/ชิ้น)
7/6/2007	IW 45-1	XR3035	ตัด+เจาะรู	Setup	2	อ่านแบบ+เขียนโปรแกรม	2
7/6/2007	IW 45-1	XR3035	ตัด+เจาะรู	Setup	3	เปลี่ยน Tool	12
7/6/2007	IW 45-1	XR3035	ตัด+เจาะรู	Minor stoppage	1	ขนย้ายวัตถุดิบ	56.9
7/6/2007	IW 45-1	XR3035	ตัด+เจาะรู	Idle time	1	พนักงานไม่ได้เดินเครื่อง	5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายโกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล เกิดเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2547 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย