

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

PREVENTIVE MAINTENANCE PLANNING
USING COMPUTER PROGRAM



อำนาจ บุญลอย
AMNART BOONLOI

ฉ.พ.
๖๘๖ ๗
๘๕๙๘

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

60524

- 3 ก.ค. 2549

b. 1158 1088
i.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2548

ISBN 974-15-1650-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**PREVENTIVE MAINTENANCE PLANNING
USING COMPUTER PROGRAM**

AMNART BOONLOI



**A THESIS SUMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2005**

ISBN 974-15-1650-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2005

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
นักศึกษา	นายอำนาจ บุญลอย
รหัสนักศึกษา	44611531
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.รวิชัย นาคพิพัฒน์

บทคัดย่อ

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานรูปแบบต่างๆ ที่เป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มีส่วนเพิ่มขึ้นอย่างมากและมีแนวโน้มจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ในเมื่อน้ำมันปิโตรเลียมซึ่งเป็นพลังงานส่วนใหญ่ในการนำมาใช้กำลังจะหมดสิ้นไปในอีก 20 - 30 ปีข้างหน้า ดังนั้นการเลือกใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวลทดแทนการใช้น้ำมันจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการศึกษาอย่างมาก ซึ่งการวางแผนงานเลือกใช้เชื้อเพลิงและการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสม จะช่วยให้ค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานลดลง ซึ่งเดิมพบว่าโรงงานที่ได้ใช้เป็นข้อมูลศึกษาวิจัยมีการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาเป็นหลักสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ แต่เนื่องจากในกระบวนการผลิตจะมีเชื้อเพลิงชีวมวล (กะลามะพร้าว) เหลืออยู่จำนวนมาก ดังนั้นจึงได้มีการวางแผนงานเลือกใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในหม้อไอน้ำแบบใช้เชื้อเพลิงแข็ง ซึ่งการลดกำลังเดินเครื่องของหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตาลง และเพิ่มกำลังเดินเครื่องสำหรับหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของการใช้เชื้อเพลิงมีค่าลดลงถึง 12.08 % จากเดิมเท่ากับ 23,869,778.70 บาทต่อปี เหลือเพียง 20,987,257.02 บาทต่อปี ซึ่งการวางแผนงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสมทำให้อัตราการขัดข้องของเครื่องจักรลดลงและค่าดัชนีการใช้พลังงานลดลง 6.68 % จากเดิม 7,272.38 kJ/kgมวลผลผลิต เหลือเพียง 6,786.45 kJ/kgมวลผลผลิต ซึ่งการวางแผนงานซ่อมบำรุงด้วยโปรแกรมสามารถตรวจสอบและเตือนด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำและมีประสิทธิภาพสูง จากการนำไปใช้งานได้ผลเป็นที่น่าพอใจสามารถลดค่าใช้จ่ายและเวลาที่เสียไปเนื่องจากเครื่องจักรเกิดการขัดข้องได้

Thesis	Preventive Maintenance Planning Using Computer Program
Student	Mr.Amnart Boonloi
Student ID.	44611531
Degree	Master of Mechanical Engineering
Programme	Mechanical Engineering
Year	2005
Thesis Advisor	Asst.Prof.Tawatchai Nakpipat

ABSTRACT

Nowadays, energy cost that is one of the capital costs in manufacturing tends to increase because of the decreasing of Petroleum resources. The biomass energy is an interesting alternative choice. Suitable choice of fuel and preventive maintenance planning play important roles to minimize the energy cost. The case study of this research is a factory, which use fuel oil to produce heat for boiler. The by-product of the manufacturing process is the coconut shell. This research studies the strategic planning in order to use biomass fuel as the alternative fuel in the solid-fuel boiler. The decrement of total energy cost due to the reduction of the fuel oil boiler operation and the addition of the biomass boiler operation is 12.08%, from 23,869,778.70 baht per annual to 20,987,257.02 baht per annual. Moreover, the suitable maintenance planning decreases the malfunction of the machine. The energy index also decreases for 6.68%, from 7,272.38 kJ/kg product mass to 6,786.45 kJ/kg product mass. Nevertheless, this software based maintenance planning is operated at low cost and high efficiency. The test results are satisfaction; the cost and the time consumed by the error of the machine are decrease.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ศศ.ธวัชชัย นาคพิพัฒน์ ที่ให้คำแนะนำแนวทางและคำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ แก่ข้าพเจ้าจนสามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณคุณฐิ์ เคียงประคอง และเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิศวกรรมของ บริษัทเทพพดุงพร มะพร้าว จำกัด ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านข้อมูลต่างๆ ของเครื่องจักร

ท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณ คุณดา คุณยาย มารดา ครอบครัวและผู้มีพระคุณอีกหลายท่าน ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ. ที่นี้ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือต่างๆ อีกทั้งสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้โอกาสในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลงไปด้วยดี

อำนาจ บุญลอย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญรูป.....	X
รายการคำย่อและสัญลักษณ์.....	XIV
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทรรศน์.....	4
2.1 บทนำ.....	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.3 สรุป.....	6
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
3.1 บทนำ.....	7
3.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์พลังงาน.....	7
3.3 ทฤษฎีหม้อไอน้ำ.....	8
3.3.1 ประเภทของหม้อไอน้ำ.....	8
3.3.2 เชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ.....	10
3.3.3 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นไอน้ำ.....	11
3.4 การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำ.....	15
3.4.1 การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำด้านสัมผัสน้ำ.....	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.2 การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำด้านสัมผัสไฟ.....	17
3.4.3 การบำรุงรักษาชุดหัวพันไฟ.....	18
3.4.4 การบำรุงรักษาระบบควบคุมระดับน้ำ.....	19
3.4.5 การบำรุงรักษาระบบน้ำเลี้ยง.....	20
3.4.6 การผลิตและใช้ไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ.....	20
3.5 ทฤษฎีงานบำรุงรักษา.....	22
3.5.1 การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร.....	22
3.5.2 เป้าหมายของงานบำรุงรักษา.....	22
3.5.3 การจ้างงานบำรุงรักษาเครื่องจักร.....	23
3.5.4 ชนิดการซ่อมบำรุงรักษา.....	23
3.5.5 การจัดชนิดของการซ่อมบำรุง.....	27
3.6 การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม.....	32
3.6.1 การปรับปรุงความมีประสิทธิภาพของเครื่องจักร.....	33
3.6.2 เนื่องจากการจัดซื้อของเครื่องจักร.....	33
3.6.3 การวางแผนบำรุงรักษาโดยวางแผนทางกิจกรรมการบำรุงรักษา.....	33
3.6.4 TPM เป็นการดำเนินการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง.....	33
3.7 การวางแผนการซ่อมบำรุง.....	34
3.7.1 แผนการซ่อมบำรุง.....	34
3.7.2 การจัดวงจรซ่อมบำรุง.....	35
3.8 การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร.....	36
3.8.1 ดัชนีการบำรุงรักษา.....	36
3.8.2 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร.....	39
3.8.3 ความสูญเสียหลักทั้ง 6.....	40
3.9 การบริหารอะไหล่คงคลัง.....	41
3.9.1 การจัดซื้อเครื่องจักร.....	42
3.9.2 การจัดทำรหัสของอะไหล่.....	43
3.9.3 การจัดทำมาตรฐาน.....	43
3.9.4 ความเชื่อมั่นของอะไหล่.....	43
3.9.5 การตรวจสอบอะไหล่.....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.9.6 การวางแผนอะไหล่.....	45
3.9.7 วิธีควบคุมจำนวนวัสดุคงคลัง.....	47
3.10 ปัจจัยค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักร.....	48
3.10.1 การออกแบบอุปกรณ์.....	49
3.10.2 เงื่อนไขการปฏิบัติการ.....	49
3.10.3 รอบเวลาในการวัดผล.....	49
3.10.4 การบริหารบำรุงรักษา.....	49
3.10.5 เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อม.....	49
3.10.6 ประเภทของเครื่องจักร.....	50
3.10.7 ความไม่แน่นอนของราคา.....	50
3.10.8 อัตราส่วนกิจกรรมบำรุงรักษาเชิงป้องกันและบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ.....	50
3.10.9 แผนการหยุดของเครื่อง.....	51
3.10.10 ประเภทค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา.....	52
3.10.11 ความสามารถในการบำรุงรักษา.....	52
บทที่ 4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย.....	53
4.1 ขั้นตอนการทำวิจัย.....	53
4.2 การตรวจสอบการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตเดิม.....	53
4.2.1 ศึกษาข้อมูลต่างๆในโรงงานที่ใช้ศึกษาวิจัย.....	53
4.2.2 ตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	56
4.2.3 ตรวจสอบการใช้พลังงานความร้อน.....	56
4.2.4 ตรวจสอบการใช้พลังงานรวม.....	57
4.3 ตรวจสอบการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน.....	58
4.4 ตรวจสอบประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานความร้อน.....	59
4.5 ตรวจสอบค่าการใช้พลังงานต่อผลผลิตที่ได้.....	61
4.6 ตรวจสอบค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อน.....	62
4.7 ตรวจสอบค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง.....	63
4.8 ตรวจสอบสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วน of ค่าอัตราเฉลี่ย	
การขัดข้อง.....	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.9 ตรวจสอบสมรรถนะของกระบวนการผลิต.....	65
4.10 วิเคราะห์อัตราการผลิตรวมของสายการผลิต.....	66
4.11 วิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและ ลดการใช้พลังงาน โดยการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสม.....	67
4.11.1 วิเคราะห์และจัดการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน.....	67
4.11.2 การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักร.....	69
4.11.3 การจัดการด้านพลังงานความร้อนของเครื่องจักร.....	72
4.12 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนและควบคุมงาน บำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	74
4.12.1 ขั้นตอนวิเคราะห์และออกแบบระบบ.....	74
บทที่ 5 ผลการวิจัย.....	84
5.1 บทนำ.....	84
5.2 การใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อน.....	84
5.3 ประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานความร้อน.....	85
5.4 การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต.....	90
5.4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต.....	90
5.4.2 การใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิต.....	92
5.4.3 การใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิต.....	95
5.5 การใช้พลังงานต่อผลผลิตที่ได้.....	97
5.6 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน.....	99
5.7 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง.....	102
5.8 ผลความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วนของอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง.....	104
5.9 สมรรถนะของกระบวนการผลิต.....	107
5.10 อัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิต.....	109

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	111
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	111
6.1.1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน.....	111
6.1.2 ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต.....	111
6.1.3 ประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานความร้อน.....	112
6.1.4 พลังงานต่อผลผลิตที่ได้.....	112
6.1.5 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน.....	112
6.1.6 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงรักษา.....	112
6.1.7 ผลความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วนของอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง.....	112
6.1.8 สมรรถนะของกระบวนการผลิต.....	113
6.1.9 อัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิต.....	113
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	113
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้โปรแกรม.....	116
ภาคผนวก ข การตรวจสอบปริมาณและค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงหลังจากมีการทำงาน ของหม้อไอน้ำ 10 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง).....	148
ภาคผนวก ค บทความที่ได้รับการตีพิมพ์.....	154
ประวัติผู้เขียน.....	164

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงต่างๆ.....	11
3.2 คุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำแปรตามพิสัยความดันภายในหม้อไอน้ำ.....	16
3.3 แสดงปริมาณความร้อนที่เหลือในคอนเดนเสด.....	21
3.4 แสดงสัดส่วนองค์ประกอบของ OEE.....	40
3.5 แสดงความสูญเสียหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต.....	40
3.6 การเปรียบเทียบการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุและการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	51
4.1 แสดงรหัสเครื่องจักรและภาระชั่วโมงการทำงานต่อปี.....	55
4.2 แสดงข้อมูลชนิดของเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ.....	62
4.3 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันแผนเดิม.....	70
4.4 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันแผนใหม่.....	71
5.1 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อน.....	85
5.2 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ(%).....	86
5.3 แสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต.....	91
5.4 แสดงค่าการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง.....	94
5.5 แสดงข้อมูลการใช้พลังงานรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต.....	96
5.6 แสดงดัชนีการใช้พลังงานของกระบวนการผลิต.....	98
5.7 แสดงค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน(แยกตามประเภทเชื้อเพลิง).....	100
5.8 แสดงสรุปค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน.....	101
5.9 แสดงปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไอน้ำ 1 ตัน (น้ำ 1 m ³).....	102
5.10 แสดงข้อมูลการวิเคราะห์สภาพของเครื่องจักรในรูปแบบของการวัดประสิทธิผลโดยรวม.....	108
5.11 แสดงข้อมูลอัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิต.....	110
ข.1 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อน.....	150
ข.2 แสดงสรุปค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน.....	152

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงหม้อไอน้ำแบบหลอดไฟ.....	9
3.2 แสดงหม้อไอน้ำแบบหลอดน้ำ.....	9
3.3 แสดงเครื่องมือสำหรับตรวจวัดความสูญเสียทางปล่องไอเสีย.....	13
3.4 แสดงอุปกรณ์ปล่อยออกซิเจน (ดีแอร์เรเตอร์).....	16
3.5 แสดงแผนภูมิการบำรุงรักษา.....	24
3.6 แสดงแผนภูมิการบำรุงรักษาแบบแก้ไข.....	25
3.7 แสดงแผนภูมิการบำรุงรักษาแบบตรวจสอบ.....	27
3.8 แสดงแผนภูมิการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	31
3.9 แสดงแผนภูมิชนิดของการซ่อมบำรุง.....	32
3.10 แสดงแผนภาพสัดส่วนเวลาปฏิบัติงานเทียบกับความสูญเสีย.....	37
3.11 แสดงเวลาในส่วนต่างๆที่ทำให้ OEE น้อยกว่า 100 %.....	39
3.12 แสดงการวัดประสิทธิผลโดยรวม (OEE) กับความสูญเสีย.....	41
3.13 แสดงการสะสมวัสดุอะไหล่คลัง ABC.....	48
4.1 แผนผังกระบวนการผลิตและการใช้พลังงาน.....	54
4.2 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตในปี 2545.....	56
4.3 แสดงค่าการใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิต ปี 2545.....	57
4.4 แสดงค่าการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิต ปี 2545.....	58
4.5 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อนของปี 2545.....	58
4.6 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อน ของหม้อไอน้ำ 6 ตัน (น้ำมันเตา).....	59
4.7 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อน ของหม้อไอน้ำ 16 ตัน (น้ำมันเตา).....	60
4.8 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อน ของหม้อไอน้ำ 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง).....	60
4.9 แสดงอุณหภูมิไอเสียที่ปล่องหม้อไอน้ำ.....	61
4.10 แสดงค่าดัชนีพลังงานของกระบวนการผลิต ปี 2545.....	61
4.11 แสดงค่าใช้จ่ายสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ.....	62
4.12 แสดงค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงของปี 2545.....	63
4.13 แสดงดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต.....	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14 แสดงค่าอัตราการชำรุดของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต.....	65
4.15 แสดงข้อมูลวิเคราะห์สภาพของกระบวนการผลิต ประจำปี 2545.....	66
4.16 แสดงอัตราการผลิตรวมของปี 2545.....	67
4.17 แสดงวิธีการดำเนินงานปรับปรุงแผนงานซ่อมบำรุง.....	68
4.18 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต ปี 2545 ถึง ปี 2546.....	72
4.19 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงรวมของหม้อไอน้ำปี 2545 ถึง ปี 2546.....	73
4.20 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า (MJ) ของกระบวนการผลิต ปี 2545 ถึง ปี 2546.....	74
4.21 แสดงแผนภูมิความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของระบบงานซ่อมบำรุง.....	75
4.22 แสดงแผนภูมิระบบงานซ่อมบำรุงก่อนปรับปรุงระบบ.....	77
4.23 แสดงแผนภูมิระบบงานซ่อมบำรุงหลังปรับปรุงระบบ.....	80
4.24 แสดงขั้นตอนการสร้างโปรแกรมเมื่อเสร็จสมบูรณ์.....	82
4.25 แสดงแผนภูมิการทำงานของโปรแกรม.....	83
5.1 แสดงการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อนของปี 2545 ถึง ปี 2547.....	86
5.2 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ 6 ตัน.....	87
5.3 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ 16 ตัน.....	88
5.4 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ 15 ตัน.....	88
5.5 แสดงอุณหภูมิไอเสียที่ปล่องหม้อไอน้ำขนาด 6 ตัน (น้ำมันเตา).....	89
5.6 แสดงอุณหภูมิไอเสียที่ปล่องหม้อไอน้ำขนาด 16 ตัน (น้ำมันเตา).....	89
5.7 แสดงอุณหภูมิไอเสียที่ปล่องหม้อไอน้ำขนาด 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง).....	90
5.8 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตของปี 2545 ถึง ปี 2547.....	92
5.9 แสดงค่าการใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิต ปี 2546.....	93
5.10 แสดงค่าการใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิต ปี 2547.....	93
5.11 แสดงค่าการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงของกระบวนการผลิต.....	95
5.12 แสดงค่าการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิตปี 2546.....	95
5.13 แสดงค่าการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิต ปี 2547.....	96
5.14 แสดงค่าการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิต.....	97
5.15 แสดงดัชนีการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตของปี 2545 ถึง ปี 2547.....	99
5.16 แสดงค่าใช้จ่ายสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ ปี 2545 ถึง ปี 2547.....	100
5.17 แสดงค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงของปี 2546.....	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.18 แสดงค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงของปี 2547.....	103
5.19 แสดงค่าใช้จ่ายของงานซ่อมบำรุง ปี 2545 ถึง ปี 2547.....	104
5.20 แสดงดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ปี 2546.....	105
5.21 แสดงดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ปี 2547.....	105
5.22 แสดงค่าอัตราการชำรุดของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ปี 2546.....	106
5.23 แสดงค่าอัตราการชำรุดของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ปี 2547.....	106
5.24 แสดงข้อมูลวิเคราะห์สภาพของกระบวนการผลิต ประจำปี 2546.....	108
5.25 แสดงข้อมูลวิเคราะห์สภาพของกระบวนการผลิต ประจำปี 2547.....	108
5.26 แสดงข้อมูลวิเคราะห์สภาพการทำงานของเครื่องจักร ช่วงปี 2545 ถึง ปี 2547.....	109
5.27 แสดงอัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิต ปี 2545 ถึง ปี 2547.....	110
ก.1 แสดงหน้าต่างแรกของโปรแกรม OPPM Pro.....	117
ก.2 แสดงหน้าจอหลัก.....	118
ก.3 แสดงหน้าต่างเมนูออกแบบแผนงานหลักของโปรแกรม.....	119
ก.4 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสที่ใช้อ้างอิงในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง.....	119
ก.5 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสระบบย่อยของเครื่องจักร.....	120
ก.6 แสดงหน้าต่างการกำหนดรหัสชั้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องจักร.....	120
ก.7 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสระดับความสำคัญของเครื่องจักร.....	121
ก.8 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสระดับสภาพของเครื่องจักร.....	121
ก.9 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสงานบำรุงรักษาของเครื่องจักร.....	122
ก.10 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสอะไหล่วัสดุของเครื่องจักร.....	122
ก.11 แสดงหน้าต่างสำหรับบันทึกข้อมูลรายละเอียดต่างๆของเครื่องจักร.....	123
ก.12 แสดงหน้าต่างเมนูกำหนดข้อมูลช่วงควบคุมและช่วงปฏิบัติงาน.....	124
ก.13 แสดงหน้าต่างเมนูกำหนดข้อมูลอะไหล่วัสดุ.....	124
ก.14 แสดงหน้าต่างของการกำหนดการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน.....	125
ก.15 แสดงหน้าต่างเมนูหลักของการดำเนินงาน.....	126
ก.16 แสดงหน้าต่างตารางงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันประจำวัน.....	127
ก.17 แสดงหน้าต่างเมนูการออกใบสั่งงาน PM.....	127
ก.18 แสดงใบสั่งงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	128
ก.19 แสดงตารางแผนงานซ่อมบำรุง.....	129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.20 แสดงการดำเนินงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง.....	129
ก.21 แสดงหน้าตาจอคอมพิวเตอร์.....	130
ก.22 แสดงใบแจ้งซ่อม BM.....	131
ก.23 แสดงหน้าตาเมนูตรวจสอบแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน.....	132
ก.24 แสดงรายงานแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน.....	132
ก.25 แสดงเมนูการตรวจสอบการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน.....	133
ก.26 แสดงใบรายงานการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน.....	133
ก.27 แสดงหน้าตาเมนูการบันทึกการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน.....	134
ก.28 แสดงหน้าตาเมนูการตรวจสอบการขัดข้องของเครื่องจักร.....	135
ก.29 แสดงหน้าตาเมนูการตรวจสอบประวัติการขัดข้องของเครื่องจักร.....	136
ก.30 แสดงรายงานประวัติการขัดข้องของเครื่องจักร.....	136
ก.31 แสดงหน้าตาเมนูการแจ้งซ่อม.....	137
ก.32 แสดงหน้าตาเมนูรายงานการแจ้งซ่อม.....	138
ก.33 แสดงหน้าตาเมนูบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง.....	138
ก.34 แสดงหน้าตาเมนูการลงงานแจ้งซ่อม.....	139
ก.35 แสดงหน้าตาเมนูการตรวจสอบข้อมูลต่างๆของเครื่องจักร.....	140
ก.36 แสดงหน้าตาเมนูการตรวจสอบช่างปฏิบัติงาน.....	140
ก.37 แสดงหน้าตาเมนูตรวจสอบรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องจักร.....	141
ก.38 แสดงหน้าตาเมนูตรวจสอบอะไหล่วัสดุ.....	142
ก.39 แสดงหน้าตาเมนูการเบิกจ่ายอะไหล่วัสดุ.....	142
ก.40 แสดงหน้าตาเมนูบันทึกการสั่งซื้ออะไหล่.....	143
ก.41 แสดงหน้าตาเมนูการตรวจสอบรายงานการรับ/จ่ายอะไหล่วัสดุ.....	144
ก.42 แสดงหน้าตาเมนูตรวจสอบสมรรถนะของการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน.....	144
ก.43 แสดงหน้าตาเมนูการตรวจสอบรายงาน.....	145
ก.44 แสดงหน้าตาเมนูกำหนดข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักร.....	146
ก.45 แสดงหน้าตาเมนูการจัดการด้านพลังงานและสภาพของเครื่องจักรขนาดใหญ่.....	147
ข.1 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ.....	151
ข.2 แสดงค่าใช้จ่ายสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ ปี 2545 ถึง ปี 2548.....	152

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการคำย่อและสัญลักษณ์

A	Availability
BM	Breakdown Maintenance
E	แรงดันไฟฟ้า
h	เอนทาลปีของไอน้ำที่เกิดจากหม้อไอน้ำขณะใช้งาน kJ/kg
h_f	เอนทาลปีของน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ kJ/kg
I	กระแสไฟฟ้า
m_f	มวลของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ kg/hr
M_s	อัตราการผลิตไอน้ำขณะใช้งาน kg/hr
MTBF	Mean Time between Failures
MTTR	Mean Time to Repair
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PF	ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์
PM	Preventive Maintenance
P_w	กำลังไฟฟ้าใช้งาน
Q_f	ความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิง (kJ/kg _{fuel})
Q_H	ความร้อนที่ได้จากไอน้ำ (kJ/kg _{fuel})
Q_{LHV}	ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง kJ/kg
TPM	Total Productive Maintenance
η_h	ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไอน้ำโดยรวม (%)
$\sum KE$	ผลรวมค่าพลังงานจลน์
$\sum m_i \cdot h_i$	ผลรวมของค่าเอนทาลปีของมวลที่เข้าระบบปริมาตรควบคุม
$\sum \dot{m}_e \cdot h_e$	ผลรวมของค่าเอนทาลปีของมวลที่ออกจากระบบปริมาตรควบคุม
$\sum PE$	ผลรวมค่าพลังงานศักย์
$\sum \dot{Q}$	ผลรวมการถ่ายเทความร้อนข้ามขอบเขตในระบบปริมาตรควบคุมกับสถานะแวดล้อม
$\sum \dot{W}_{cv}$	ผลรวมของงานข้ามขอบเขตในระบบปริมาตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบัน การเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างต่อเนื่องเห็นได้จากการสร้างนิคมอุตสาหกรรมใหม่ๆ ขึ้นมาเพื่อรองรับการขยายตัว ซึ่งส่วนใหญ่โรงงานอุตสาหกรรมจะประกอบด้วยสายงานการผลิตต่างๆ โดยเครื่องจักรเป็นส่วนสำคัญอย่างมากในการดำเนินงาน ดังนั้นเมื่อมีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นอย่างมาก ความต้องการทางด้านพลังงานก็จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งความต้องการด้านพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมจะเป็นรูปแบบของพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป เช่น พลังงานไฟฟ้า หรือ พลังงานในรูปแบบเชื้อเพลิง ตัวอย่างเช่น น้ำมัน เป็นต้น ซึ่งจะต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ และการได้มาซึ่งพลังงานดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายด้านการผลิตที่สูงมาก จึงทำให้ราคาขายด้านเชื้อเพลิงมีราคาสูงเช่นเดียวกัน ดังนั้นถ้าสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้ ไม่เพียงแต่ต้นทุนของการผลิตสินค้าของอุตสาหกรรมจะลดลง แต่ยังช่วยลดการนำเข้าของวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงอีกด้วย

ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของเครื่องจักรจะสูงขึ้นเมื่อเครื่องจักรมีสภาพไม่สมบูรณ์ หรือมีการใช้เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพ ไม่เหมาะสมซึ่งจะเป็นในส่วนของ การขาดการดูแลการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีและต่อเนื่องสม่ำเสมอ ดังนั้นหากมีการวางแผนงานบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีจะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ขั้นหนึ่ง และเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์เพื่อเลือกใช้เชื้อเพลิงให้เหมาะสมเพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น ตลอดจนยังช่วยลดโอกาสที่จะเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักรในสายการผลิตลงด้วย

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ที่มีรายรับหรือผลกำไรจากธุรกิจลดลงมักจะเกิดจากต้นทุนการผลิตที่สูง ซึ่งต้นทุนมักจะเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่างๆ ในขบวนการผลิต ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเป็นต้นทุนตัวหนึ่งที่มีมูลค่าที่สูงมาก เช่น ค่าใช้จ่ายพลังงานด้านเชื้อเพลิง หรือค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจากไฟฟ้าที่ป้อนให้กับอุปกรณ์เครื่องต้นกำลังของเครื่องจักร ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าเครื่องจักรที่ใช้พลังงานด้านเชื้อเพลิงไม่เหมาะสมหรือเครื่องจักรมีสภาพไม่สมบูรณ์ ก็จะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่สูงขึ้นตามมาอีกด้วย สำหรับปัญหาที่พบมีรายละเอียดดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานมีค่าที่สูงมาก
2. ขาดการวางแผนงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสม

3. ไม่มีระบบฐานข้อมูลเกี่ยวกับงานบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพทำให้ขาดข้อมูลในการประกอบการวางแผนและการตัดสินใจในการวางแผนการบำรุงรักษา

วิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นเสนอการลดค่าความต้องการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวางแผนงานการจัดการและการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม โดยมุ่งหวังให้เกิดแผนระบบการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องจักรมีการใช้พลังงานที่ลดลง มีความพร้อมในการทำงานและมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ทำการศึกษาเพื่อวางแผนการจัดการและงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสม ที่สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานให้มากที่สุด โดยที่เครื่องจักรจะมีประสิทธิภาพในการทำงานที่เหมาะสมที่สุดด้วย

2. ศึกษาการออกแบบและสร้างโปรแกรม เพื่อช่วยในการวางแผนงานสำหรับควบคุมงานบำรุงรักษาเครื่องจักรที่เหมาะสม สามารถควบคุมดูแลให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมที่จะทำงานและมีอัตราการผลิตที่ลดลง

3. ลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง

4. ดัชนีการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตมีค่าที่ลดลง

1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

ระบบการส่งกำลังของอุตสาหกรรมการผลิต มีทางเลือกใช้พลังงานได้หลายแนวทางการเลือกแนวทางที่ถูกต้องจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง นอกจากนี้เครื่องจักรจะส่งผลโดยตรงต่อสมรรถนะขององค์กร ที่มีกระบวนการผลิตที่ต้องอาศัยเครื่องจักรเป็นหลัก เนื่องจากเมื่อใดก็ตามที่เครื่องจักรเกิดการบกพร่อง โอกาสในการผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพจะลดลงและต้นทุนจะสูงขึ้น ซึ่งต้นทุนที่มีค่าสูงมากคือต้นทุนด้านพลังงาน แต่การวางแผนงานซ่อมบำรุงแบบดั้งเดิมไม่สามารถลดการใช้พลังงานได้ และไม่สามารถทำให้เครื่องจักรทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพได้

วิศวกรรมการบำรุงรักษา และทฤษฎีที่ว่าด้วยการบำรุงรักษาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นรูปแบบการบำรุงรักษาที่เป็นระบบ ซึ่งประกอบด้วย การวัดผล การวางแผน การปฏิบัติการ การปรับปรุงและการป้องกัน รวมถึงการจัดฐานข้อมูลในงานบำรุงรักษาอื่นจะส่งผลให้เครื่องจักรมีความพร้อมในการทำงานมากยิ่งขึ้น

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1. ทำการวิจัยด้านการเปรียบเทียบการใช้พลังงาน และการลดความต้องการใช้พลังงาน ซึ่งเกิดจากการวางแผนงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสม
2. ความคุ้มค่าของซ่อมบำรุงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะ
3. เก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต้นทุน ค่าใช้จ่ายด้านงานซ่อมบำรุงเพื่อใช้ในการวัดผลการวางแผนงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสม

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลความต้องการด้านการใช้พลังงานรวมถึงค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน
2. ทำการเปรียบเทียบและเลือกใช้แหล่งพลังงานที่เหมาะสม
3. ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับกิจกรรมการวางแผนงานซ่อมบำรุงของเครื่องจักรและกำหนดวิธีการแก้ไข
4. ศึกษาวิธีการต่างๆ เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานให้มากที่สุด
5. ใช้ทฤษฎีที่ว่าด้วยการบำรุงรักษาต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น วิศวกรรมการบำรุงรักษา
5. ดำรวจข้อมูลต่างๆของเครื่องจักรและระบบที่ทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
7. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการจัดการควบคุมงานซ่อมบำรุง
8. เก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและประสิทธิภาพของเครื่องจักร
9. นำผลในอดีตนมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวางแผนงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสม
10. สรุปผลและข้อเสนอแนะ
11. จัดทำรูปเล่มเอกสารงานวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานต้นทุนให้มากที่สุด
2. พิจารณาปรับปรุงเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่เหมาะสมที่สุด
3. ลดค่าใช้จ่ายต่างๆ อันเกิดจากแผนงานบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ไม่สมบูรณ์
4. อัตราการผลิตรวมได้ค่าตามความต้องการของฝ่ายผลิต
5. ดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือมีค่าสูงขึ้น
6. ลดค่าใช้จ่ายที่มาจาก การขัดข้องของเครื่องจักร
7. สามารถพัฒนาแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น และ

ทันต่อเหตุการณ์

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทรรศน์

2.1 บทนำ

ปัจจุบันการเจริญเติบโตทางด้านอุตสาหกรรม เป็นกลไกที่สำคัญส่วนหนึ่งที่จะช่วยในการพัฒนาประเทศ การดำเนินการต่างๆ ในธุรกิจอุตสาหกรรมมีการลงทุนอย่างสูง เช่น การตั้งโรงงาน สั่งซื้อเครื่องจักรหรือจัดระบบงานการผลิต เพื่อให้บรรลุซึ่งผลกำไรอันเกิดจากการลงทุนนั้น จำเป็นที่จะต้องลดค่าใช้จ่ายให้ได้มากที่สุด ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานก็เป็นส่วนหนึ่งที่มีมูลค่าสูงมาก ดังนั้นการจัดการแหล่งพลังงานต้นทุน การวางแผนงานซ่อมบำรุงจึงเป็นส่วนที่สำคัญที่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายดังกล่าวได้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการสำรวจงานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สามารถรวบรวมที่มีลักษณะแนวทางการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.2.1 งานวิจัยของ กิตติพงศ์ แดงโสภา [4] ศึกษาสภาพระบบการจ่ายน้ำมันลงรถบรรทุกน้ำมัน ระบบผสมน้ำมันหล่อลื่นและระบบผลิตจาระบีของคลังน้ำมัน กรณีศึกษาพบว่าเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการ เนื่องด้วยขาดการจัดการบำรุงรักษาที่ดี การทำงานส่วนใหญ่จัดทำเมื่ออุปกรณ์เกิดการขัดข้องไม่มีการจัดการปฏิบัติงาน และเอกสารด้านการบำรุงรักษาที่จัดหามาได้ว่าเป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งของการดำเนินการ วิทยานิพนธ์นี้จึงเสนอการปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของคลังน้ำมันกรณีศึกษาโดยเน้นส่วนของการจัดสรรทรัพยากรต่างๆ ที่ใช้ในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ อันได้แก่ แรงงาน เครื่องมือที่ใช้ อะไหล่สำรอง เอกสารการปฏิบัติงานและงบประมาณในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหลังการปรับปรุงแล้วพบว่า ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นร้อยละ 43 ค่าเสียโอกาสในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ลดลงร้อยละ 67 และค่าใช้จ่ายด้านอะไหล่ที่ใช้ซ่อมแซมเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้องลดลงร้อยละ 22

2.2.2 งานวิจัยของ ชัยยศ วัชรอยู่ [5] ทำการศึกษาระบบงานซ่อมบำรุงของโรงงานทอผ้าขนาดกลางเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงของอุตสาหกรรมนี้ จากการศึกษาพบว่า การซ่อมบำรุงส่วนใหญ่ดำเนินการอย่างขาดมาตรฐาน และการวางแผนที่ดี ใช้เพียงประสบการณ์และทำการซ่อมเมื่อเครื่องจักรชำรุด การศึกษานี้ได้จัดการระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจากการวางแผนและกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม ทั้งจัดระบบข้อมูลด้านการ

แผนการบำรุงรักษาประจำปี, แผนการบำรุงรักษารายเดือน, แผนการบำรุงรักษารายสัปดาห์, แผนการหล่อลื่น, แผนการตรวจสอบชิ้นส่วนอุปกรณ์และแผนการตั้งชื่อ แผนการทำวัสดุอะไหล่ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวางแผน จากผลการปฏิบัติงานดังกล่าวไปปฏิบัติพบว่า ค่าความพร้อมในการใช้งานเครื่องฉีดพ่นสีเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.02 มีอัตราส่วนระหว่างค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาต่อค่าใช้จ่ายการผลิตลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.69 และมีอัตราส่วนระหว่างค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาต่อเวลาการใช้งานของเครื่องใน 1 ชั่วโมงลดลงโดยเฉลี่ย 6.30 บาท

2.2.7 งานวิจัยของ ชรัต จิมพาลี [10] ได้เสนอระบบแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยการออกแบบวิธีการปฏิบัติงาน ระบบเอกสารการบำรุงรักษาและจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ดำเนินงาน การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้ประกอบในการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรภายในโรงงาน ข้อมูลที่นำมาทำการวิจัยเป็นข้อมูลในกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์เล็ก สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ถูกสร้างขึ้นมาจากโปรแกรมวิซวลเบสิก ซึ่งสามารถใช้งานบนระบบการปฏิบัติการวินโดวส์ ผลที่ได้จากการวิจัยคือระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สำหรับเครื่องจักรและ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้จัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายงานแผนงานบำรุงรักษา

2.3 สรุป

จากงานวิจัยทั้งหมดนี้ยังไม่มียานวิจัยใดๆ ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการลดความต้องการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเลย ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานจัดว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ซึ่งสูงกว่าค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษา ดังนั้นการวิจัยเพื่อลดปริมาณความต้องการพลังงานทั้งรูปแบบของเชื้อเพลิงและกระแสไฟฟ้า ดังนั้นจึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจในการนำมาศึกษาถึงแนวทางการใช้พลังงานให้ต่ำสุด ประกอบกับการวางแผนงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

บทที่ 3

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 บทนำ

ในกระบวนการการผลิตโดยทั่วไป หากไม่มีการวางแผนการซ่อมบำรุงที่ดีแล้วอาจจะทำให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ต่างๆ ได้ ซึ่งอาจถึงกับไม่สามารถใช้งานได้หรือเกิดการหยุดการทำงานอย่างฉุกเฉินโดย ไม่มีอาการบอกเหตุให้ทราบล่วงหน้าด้วยเลย ในบางครั้งก็ไม่น่าที่จะเป็นสาเหตุของการเสียหายได้เลย เช่น การคลายตัวของ การจับยึดวัสดุการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ประกอบรวม การเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ การใช้อะไหล่เทียม และการใช้วัสดุสิ้นเปลืองต่างชนิดที่กำหนด เป็นต้น ด้วยเหตุการณดังกล่าว หากได้มีการให้ความสำคัญในงานซ่อมบำรุงรักษาที่ดีแล้ว เหตุการณ์ดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้นได้เลย ดังนั้นในกระบวนการผลิตที่ดีแล้ว จะต้องมียุทธศาสตร์ในการทำหน้าที่ในการซ่อมบำรุงรักษาโดยเฉพาะ ซึ่งจะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ติดตามดูแลเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมที่จะใช้งานได้ตลอดเวลา ดังนั้นหน่วยงานที่ต้องรับบทบาทนี้ควรประกอบไปด้วยผู้มีความรู้ มีทักษะในเชิงช่างเป็นอย่างดีหลาย ๆ อาชีพ ช่างในงานบำรุงรักษานี้นอกจากดำเนินการบำรุงรักษาแล้วยังคงต้องมีการจัดแผนการบำรุงรักษาให้สอดคล้องกับการใช้งาน และจัดสรรกำลังคนที่ใช้ในการบำรุงรักษาให้พอเพียงและเหมาะสมกับงานที่ต้องรับผิดชอบอีกด้วย

3.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์พลังงาน

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักร อุปกรณ์การผลิต จะใช้หลักการสมดุลพลังงาน กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ สมการหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ

กฎข้อที่หนึ่งสำหรับปริมาตรควบคุม

$$\sum \dot{Q} - \sum \dot{W}_{cv} = \sum \dot{m}_e \cdot h_e - \sum \dot{m}_i \cdot h_i + \sum KE + \sum PE \quad (3.1)$$

ประสิทธิภาพทางความร้อนตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์

$$\text{ประสิทธิภาพ } (\eta) = \frac{\text{พลังงานที่ใช้ประโยชน์}}{\text{พลังงานความร้อนที่ป้อนเข้าระบบ}} \quad (3.2)$$

ประสิทธิภาพโดยรวมของหม้อไอน้ำ

$$\text{ประสิทธิภาพโดยรวม} = \frac{\text{พลังงานที่ได้จากไอน้ำ}}{\text{พลังงานจากเชื้อเพลิง}} \quad (3.3)$$

ดัชนีพลังงานจำเพาะในแต่ละระบบหรืออุปกรณ์

$$\text{ดัชนีพลังงาน} = \frac{\text{พลังงานที่ป้อนเข้าระบบ}}{\text{มวลผลผลิตที่ได้ทั้งหมด}} \quad (3.4)$$

ความต้องการกำลังไฟฟ้า kW

$$P_w = \frac{E \times I \times PF \times \sqrt{3}}{1,000} \quad (3.5)$$

3.3 ทฤษฎีหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำ หมายถึง ภาชนะที่บรรจุน้ำภายใต้ความดันสูง และน้ำนี้จะถูกทำให้กลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิง ไอน้ำที่ผลิตออกมาได้นี้จะนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ กัน เช่น ใช้ในทางอุตสาหกรรมและการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยทั่วไปหม้อไอน้ำจะประกอบด้วยระบบต่างๆ ดังนี้

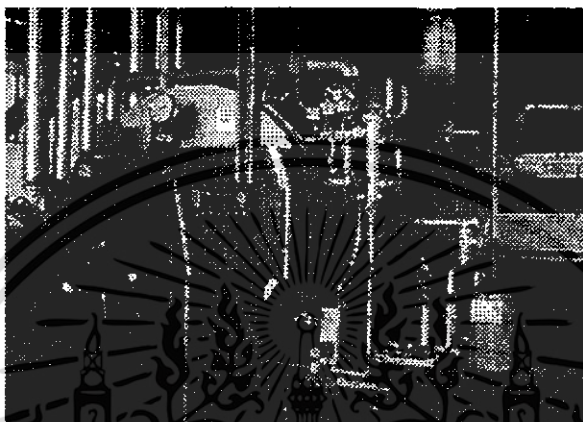
1. ระบบป้อนน้ำ ประกอบด้วย ปั๊มป้อนน้ำ ถังน้ำและระบบควบคุมระดับน้ำ
2. ระบบเชื้อเพลิงเหลวและระบบเชื้อเพลิงแข็ง
3. ระบบลม ประกอบด้วย พัดลม แหล่งต้นกำลังขับเคลื่อนและระบบควบคุม
4. ระบบวัดและควบคุมความดัน
5. ระบบควบคุมการเผาไหม้
6. ระบบความปลอดภัย ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบวัดและควบคุม
7. ระบบการควบคุมคุณภาพน้ำ

หม้อไอน้ำสามารถจำแนกด้วยเกณฑ์ต่างๆ เช่น ตามโครงสร้าง ตามขนาด ตามความดันและอุณหภูมิ หรือตามชนิดเชื้อเพลิง เป็นต้น และวิธีจำแนกที่นิยมมาก คือ จำแนกหม้อไอน้ำเป็นชนิดท่อน้ำและท่อไฟ โดยดูว่าภายในท่อน้ำมีน้ำอยู่หรือมีไฟอยู่ถ้าท่อน้ำมีน้ำอยู่เรียกว่า ท่อน้ำ ถ้าท่อน้ำมีก๊าซร้อนอยู่เรียกว่าท่อไฟ

3.3.1 ประเภทของหม้อไอน้ำ

3.3.1.1 หม้อไอน้ำแบบหลอดไฟ (Fire Tube Boilers) หม้อผลิตไอน้ำแบบท่อไฟ ประเภทที่เป็นแพคเกจบอยเลอร์เป็นที่นิยมอย่างสูงมีส่วนสำคัญ คือ เปลือกทรงกระบอกที่ภายใน

มีท่อไฟใหญ่และกลุ่มท่อไฟเล็ก ท่อไฟใหญ่ทำหน้าที่เป็นห้องเผาไหม้ และก๊าซจะไหลไปเรียกว่า กลังที่หนึ่ง ก๊าซต้นดาปจะไหลจากห้องเผาไหม้ที่เป็นท่อไฟใหญ่ไปยังท่อไฟเล็ก ซึ่งท่อไฟเล็ก สามารถจัดเป็น 2 ถึง 3 กลุ่มเพื่อบังคับการไหลของก๊าซ โดยกลุ่มที่หนึ่งทำหน้าที่เป็นพื้นผิวถ่ายเท ความร้อนกลังที่สอง กลุ่มที่สองทำหน้าที่เป็นพื้นผิวถ่ายเทความร้อนกลังที่สาม และท่อไฟเล็กจะ ล้อมรอบด้วยน้ำที่จะรับความร้อนเพื่อเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำ โดยทั่วไปจะมีขนาดไม่ใหญ่มากและ ความดันใช้งานอยู่ที่ประมาณ 10 Kg/cm^2



รูปที่ 3.1 แสดงหม้อไอน้ำแบบหลอดไฟ

3.3.1.2 หม้อน้ำแบบหลอดน้ำ (Water Tube Boilers) หม้อน้ำแบบหลอดน้ำ คือ หม้อน้ำชนิดที่ให้น้ำที่ต้องการต้มอยู่ภายในหลอดหรือท่อที่เป็นเหล็กเหนียวทนแรงดึงสูง เป็นสื่อ ความร้อนได้ดี เรียกว่าหลอดน้ำ มีความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ อยู่ภายนอก รอบๆ หลอดน้ำที่ถูกเผาจะส่งผ่านความร้อนทำให้น้ำภายในกลายเป็นไอน้ำที่ไม่มีของเหลวปนอยู่เลย และจะมีความดันสูงตั้งแต่ 150 – 5,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว บางแบบมีการเอาไอน้ำที่ได้อ้อมตัวที่ได้ไปเผาซ้ำ ทำให้มีความแห้งมากขึ้น เรียกว่า ไคคง (Super Heater) เพื่อไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำใช้กับงานผลิต กระแสไฟฟ้า



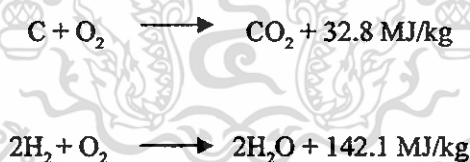
รูปที่ 3.2 แสดงหม้อไอน้ำแบบหลอดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 เชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ประกอบด้วยเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เช่น ถ่านหินดีเซล ฟืน แกลบ หรือเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลวเช่น น้ำมันก๊าด น้ำมันเตา น้ำมันดีเซลหรือเป็นก๊าซ เช่น ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซหุงต้ม ก๊าซชีวมวลทั้งนี้การใช้เชื้อเพลิงชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับว่าหม้อไอน้ำนั้นได้รับการออกแบบมาใช้กับเชื้อเพลิงชนิดนั้นเท่านั้น หรืออาจจะถูกออกแบบให้ใช้กับเชื้อเพลิงสองชนิด เช่น น้ำมันกับก๊าซ เป็นต้น ถ้าผู้ใช้จะเลือกใช้ตามความสะดวกหรือเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นชนิดอื่นจะต้องศึกษาให้ถี่ถ้วนก่อนที่จะเปลี่ยนเชื้อเพลิงในการเผาไหม้จึงจะทำให้มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ซึ่งการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทก๊าซสามารถเผาไหม้ได้ง่ายที่สุด สำหรับการเลือกใช้เชื้อเพลิงเหลวในการเผาไหม้นั้นพบว่าในประเทศไทยได้รับความนิยมมากที่สุด

3.3.2.1 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง คือ การที่เชื้อเพลิงทำการสันดาปกับออกซิเจนในอากาศแล้วให้ความร้อนกับก๊าซไอเสีย การเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยเฉพาะเชื้อเพลิงเหลวจะใช้หัวเผาชนิดต่างๆ ที่มีความสามารถในการทำน้ำมันให้เป็นฝอยและทำการผสมอนุเล็ๆ ของเชื้อเพลิงให้ผสมกันอย่างดีกับอากาศ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการสันดาปอย่างสมบูรณ์ การสันดาป คือการออกซิเดชันที่สสารปล่อยความร้อนและแสงสว่างออกมา เชื้อเพลิงประกอบด้วยธาตุที่สันดาปได้เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน กำมะถัน และธาตุที่ไม่สันดาป เช่น ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์และความชื้น เป็นต้น ธาตุที่สันดาปได้จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศที่เข้าไปผสมและได้สารใหม่ขึ้นมา รวมทั้งพลังงานความร้อนออกมาด้วย สำหรับการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ของคาร์บอน และ ไฮโดรเจนกับออกซิเจนเขียนเป็นสมการได้ดังนี้



พบว่าปฏิกิริยาการเผาไหม้ดังกล่าวนี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน โดยปลดปล่อยความร้อนออกมาประมาณ 32.8 MJ/kg จากการสันดาปของคาร์บอนและ 142.1 MJ/kg จากการสันดาปของไฮโดรเจน

3.3.2.2 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง คือ ปริมาณความร้อนที่ได้จากการสันดาปของเชื้อเพลิงภายใต้การทำให้สารเชื้อเพลิงเกิดการสันดาปอย่างสมบูรณ์และพิจารณาจนกระทั่งปฏิกิริยาของเชื้อเพลิงนั้นเย็นลงถึงอุณหภูมิเริ่มต้นของอากาศ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงมีหน่วยเป็น kJ หรือ MJ ซึ่งค่าความร้อนสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ค่าความร้อนสูง (High Heating Value : HHV) หมายถึง ค่าความร้อนที่ได้ทั้งหมดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยปกติแล้วในเชื้อเพลิงจะมีน้ำปนอยู่ด้วยและเมื่อเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนนี้จะรวมกับน้ำที่เกิดจากการเผาไหม้ของ Hydrogen ซึ่งจะมีความร้อนส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้ในรูปความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ความร้อนแฝงส่วนนี้ ไม่สามารถนำมาใช้ในทางปฏิบัติได้ สำหรับค่า ความร้อนสูง (HHV) นี้ไม่ได้หักค่าความร้อนแฝงส่วนนี้ออก

2. ค่าความร้อนต่ำ (Low Heating Value : LHV) หมายถึง ค่าความร้อนที่สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ ซึ่งจะเท่ากับค่าความร้อนสูง (HHV) ลบด้วย (ค่าความร้อนแฝงของไอน้ำ X น้ำหนักน้ำทั้งหมดต่อหน่วยน้ำหนักเชื้อเพลิง)

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงต่างๆ

ชนิดของเชื้อเพลิง	ค่าความร้อน MJ/kg
1. ชานอ้อย	14.40
2. แกลบ	14.27
3. ทะลายปาล์มเปล่า	17.86
4. เส้นใยปาล์ม	17.62
5. กะลาปาล์ม	18.46
6. เปลือกมะพร้าว	16.23
7. กะลามะพร้าว	17.93
8. ทะลายมะพร้าว	15.40
9. ถังดินน้ำมันดำปะหลัง	18.42
10. ชังข้าว โปด	18.04
11. เปลือกถั่วลิสง	12.66
12. น้ำมันเตา	43.75
13. ถ่านหิน	24.53

3.3.3 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นไอน้ำ

หมายถึง ความร้อนในไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิตได้หารด้วยความร้อนทั้งหมดที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงซึ่งเผาไหม้ไป ตัวเลขนี้เป็นตัวเลขที่สามารถจะบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำอย่างถูกต้องซึ่งได้รวมการสูญเสียในรูปของการแผ่รังสีความร้อน (RADIATION) และการพาความร้อน (CONVECTION) การสูญเสียไปกับก๊าซไอเสียทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้วดังนั้นตัวเลขนี้จึงสามารถใช้คำนวณการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำจะเห็นว่าหม้อไอน้ำที่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นไอน้ำสูงจะใช้เชื้อเพลิงน้อยกว่าหม้อไอน้ำที่มีประสิทธิภาพต่ำ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานจาก

เชื้อเพลิงเป็นไอน้ำจะมีค่าสูงสุดได้ก็ต่อเมื่อหม้อไอน้ำมีการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และตัวหม้อไอน้ำ หรือส่วนที่เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนก็ต้องมีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนสูงสุดด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งวิธีการหาประสิทธิภาพของการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นไอน้ำสามารถหาได้ 3 วิธี คือ

3.3.3.1 การคำนวณจากอัตราการผลิตไอน้ำและอัตราการใช้เชื้อเพลิง

$$\text{ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ} = \frac{\text{ความร้อนที่หม้อไอน้ำผลิตไอน้ำได้}}{\text{ความร้อนที่จ่ายเข้าไปในหม้อไอน้ำ}} \quad (3.6)$$

$$\eta_b = \frac{M_s(h - h_f)}{m_f \times Q_{LHV}} \times 100 \quad (3.7)$$

เมื่อ	η_b	คือ	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ %
	M_s	คือ	อัตราการผลิตไอน้ำขณะใช้งาน kg/hr
	h	คือ	เอนทาลปีของไอน้ำที่เกิดจากหม้อไอน้ำขณะใช้งาน kJ/kg
	h_f	คือ	เอนทาลปีของน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ kJ/kg
	m_f	คือ	มวลของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ kg/hr
	Q_{LHV}	คือ	ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง kJ/kg

3.3.3.2 การตรวจวัดความสูญเสียความร้อนทางไอเสีย (STACK LOSSES) โดย การวัดอุณหภูมิของไอเสียและวัดปริมาณก๊าซในไอเสีย ซึ่งจะสามารถเทียบหาการสูญเสียความร้อนทางไอเสียได้ หลักการในการคิดประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานจากเชื้อเพลิงเป็นไอน้ำมีดังนี้

1. การหาอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากตัวหม้อไอน้ำ จะเป็นตัววัดว่าความร้อนจากก๊าซร้อนสามารถถ่ายเทให้กับน้ำได้ดีเพียงไร หม้อไอน้ำทำหน้าที่ถ่ายความร้อนจากก๊าซร้อนไปสู่ น้ำเพื่อให้ น้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำ ถ้าหม้อไอน้ำสามารถถ่ายความร้อนให้กับน้ำได้มากที่สุด ความร้อนที่ปล่อยออกทางไอเสียก็จะน้อยที่สุด ดังนั้นจะเห็นว่าอุณหภูมิไอเสียสูงความร้อนสูญเสียจะมากกว่าอุณหภูมิไอเสียต่ำแต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิไอเสียจะต้องเท่ากับ หรือสูงกว่าอุณหภูมิของไอน้ำ

2. การตรวจวัดเปอร์เซ็นต์คาร์บอนไดออกไซด์ในไอเสีย จะเป็นตัววัดว่าการเผาไหม้มีประสิทธิภาพสูงเพียงใด ถ้าเชื้อเพลิงเผาได้หมดโดยใช้อากาศส่วนเกินน้อยที่สุดจะได้ความร้อนจากก๊าซร้อนสูงสุด ดังนั้น ถ้าเราตรวจวัดไอเสียมีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดหรือออกซิเจนต่ำสุด ประสิทธิภาพการเผาไหม้จะดีที่สุด โดยทั่วไปจะควบคุมออกซิเจนในไอเสีย

ให้มีค่าอยู่ระหว่างในไอเสียให้มีค่าอยู่ระหว่าง 3-4% เป็นจุดที่ดีที่สุด

3. การสูญเสียความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีความร้อน และกระแสลมเป็นความร้อนที่สูญเสียจากตัวหม้อไอน้ำ เนื่องจากการกระจายความร้อน ออกรอบๆตัวหม้อไอน้ำและการพาความร้อนจากลมที่พัดผ่านตัวหม้อไอน้ำ ซึ่งการสูญเสียความร้อนตัวนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดและความดันของไอน้ำในหม้อไอน้ำและอุณหภูมิก๊าซไอเสีย ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ประกอบกับประสิทธิภาพของการถ่ายเทความร้อนรวมกันคือ ประสิทธิภาพที่แท้จริงของหม้อไอน้ำในการเปลี่ยนเชื้อเพลิงให้เป็นไอน้ำ การสูญเสียความร้อนส่วนใหญ่ คือ การสูญเสียทางปล่องของก๊าซไอเสีย ซึ่งจะหาได้จากการวัดอุณหภูมิปล่องและวัดเปอร์เซ็นต์ของ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของก๊าซร้อนเพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าได้มีการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์แบบ จากตัวเลขนี้จะทราบถึงความร้อนที่สูญเสียไปทางปล่องนั้นเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของความร้อนและการสูญเสียความร้อนจากการพา ก็จะได้ตัวเลขสำหรับการสูญเสียความร้อนทั้งหมด แปลว่าความร้อนส่วนที่เหลือได้นำไปใช้ในการผลิตไอน้ำ อุปกรณ์ที่ต้องการใช้มีดังนี้

1. เครื่องวัดก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์และออกซิเจน
2. เทอร์โมมิเตอร์วัดความร้อนที่ปล่อง
3. เทอร์โมมิเตอร์วัดความร้อนในหม้อไอน้ำ
4. ตารางผลการคำนวณสำหรับการสูญเสียทางปล่องสำหรับเชื้อเพลิงต่าง ๆ กัน
5. ตารางสำหรับความร้อนที่สูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อน และการพา

ความร้อน (RADIATION & CONVECTION)



รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องมือสำหรับตรวจวัดความสูญเสียทางปล่องไอเสีย

4. วิธีปฏิบัติ ทำดังต่อไปนี้

1. ให้หม้อไอน้ำทำงานอยู่เป็นปกติ 2-3 ชั่วโมง จนกระทั่งอุณหภูมิที่ปล่องไฟไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลง

2. วัดอัตราก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และต้องแน่ใจว่ามีออกซิเจนเหลืออยู่น้อยที่สุด คือต้องเผาไหม้อย่างไม่มีควันออกจากปล่องถ้าใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงก็ต้องวัดออกซิเจนหรือคาร์บอนมอนอกไซด์ เพื่อให้แน่ใจเพราะจะสังเกตจากควันไม่ได้

3. อ่านอุณหภูมิที่ปล่อง และเอาตัวเลขนี้ลบด้วยอุณหภูมิในห้องหม้อไอน้ำ (ซึ่งจะเป็นอุณหภูมิที่อากาศร้อนขึ้นและสูญเสียไปทางปล่อง)

4. คูณตารางสำหรับเปอร์เซ็นต์ความร้อนที่สูญเสียไป จากก๊าซร้อนที่ขึ้นไปทางปล่อง จากตารางวัดความร้อนสูญเสียจากก๊าซร้อนตามชนิดของเชื้อเพลิง แทนค่าเป็น X

5. คูณตารางสำหรับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อน และกระแสลม แทนค่าเป็น Y

6. ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนเชื้อเพลิงให้เป็นไอน้ำ (FUEL TO STEAM EFFICIENCY) จะเท่ากับ $100 - (X + Y)$ ตัวเลขนี้เป็นประสิทธิภาพในการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นไอน้ำ

$$\text{ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ} = 100 - (X + Y) \quad (3.8)$$

3.3.3.3 การทำสมดุลความร้อน (HEAT BALANCE) โดยการตรวจวัดและการคำนวณปริมาณความร้อนเข้าและออกของเครื่องกำเนิดไอน้ำและใช้กฎของพลังงาน คือ ความร้อนเข้าเท่ากับความร้อนออก โดยวิธีนี้จะทำให้สามารถทราบปริมาณความร้อนที่สูญเสียจากตัวหม้อไอน้ำแต่ละจุดโดยละเอียด ซึ่งจะทำให้สามารถตัดสินใจแก้ไขปรับปรุงในจุดที่มีการสูญเสียความร้อนมากเพื่อลดการสูญเสียได้ถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้หลักการสมดุลพลังงานหรือสมดุลความร้อนที่เครื่องกำเนิดไอน้ำ (heat balance of steam generating unit) ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไอน้ำเขียนได้เป็น

$$\text{ประสิทธิภาพ } \eta_b = \frac{Q_f - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7)}{Q_f} \quad (3.9)$$

$$\text{ประสิทธิภาพ } \eta_b = \frac{Q_H}{Q_f} \quad (3.10)$$

$$Q_H = \frac{m_s}{m_f} (h - h_f) \quad (3.11)$$

เมื่อ η_b คือ	ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไอน้ำโดยรวม (%)
Q_f คือ	ความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิง (kJ/kg _{fuel})
Q_1 ถึง Q_7 คือ	ความสูญเสียทางด้านต่างๆ (kJ/kg _{fuel})
Q_H คือ	ความร้อนที่ได้จากไอน้ำ (kJ/kg _{fuel})

3.4 การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำ

หม้อไอน้ำต้องใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำ ในปัจจุบันนี้เรื่องเชื้อเพลิงเป็นปัญหาใหญ่ของงานอุตสาหกรรมทั่วโลก และมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจมากถ้าราคาเชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลงบ่อย การใช้เชื้อเพลิงกับการผลิตในอุตสาหกรรม จึงเป็นปัญหาใหญ่ที่กระทบกระเทือนต่อฐานะทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ดังนั้นทำอะไรจึงจะได้ประโยชน์จากหม้อไอน้ำมากที่สุดและทำอะไรจึงจะมีความปลอดภัยต่อการใช้งานหม้อไอน้ำให้มากที่สุด จากความต้องการเหล่านี้จึงต้องมีการดูแลบำรุงรักษาให้ดีและมีประสิทธิภาพสูงตลอดเวลา

การบำรุงรักษา คือ การดูแลเพื่อให้อยู่ในสภาพดีตลอดเวลา ฉะนั้นการบำรุงรักษาหม้อไอน้ำจึงเป็นการป้องกันการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำแบ่งออกได้ดังนี้

3.4.1 การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำด้านสัมผัสน้ำ

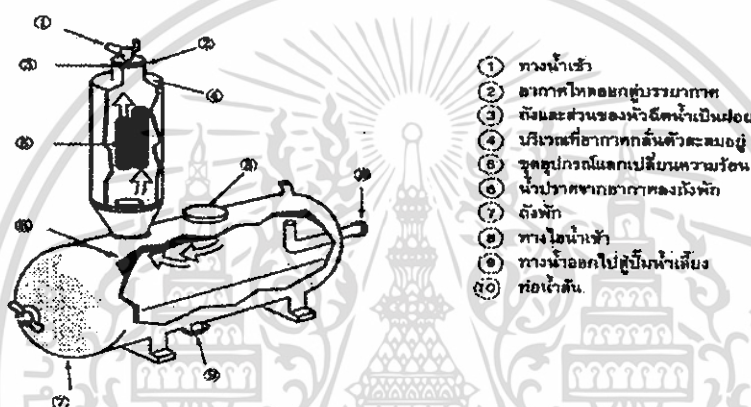
3.4.1.1 ป้องกันการกัดกร่อนเนื่องจากออกซิเจน ออกซิเจนที่อยู่ในน้ำจะเป็นตัวทำให้เกิดการผุกร่อนอย่างมาก เนื่องจากออกซิเจนเป็นก๊าซที่ทำปฏิกิริยากับโลหะได้ง่าย ดังนั้นเมื่อมีออกซิเจนผสมอยู่ในน้ำ จะทำให้ชิ้นส่วน อุปกรณ์และส่วนที่สัมผัสน้ำผุกร่อนได้ ดังนั้นก่อนที่จะปัมน้ำดิบเข้าหม้อไอน้ำควรทำการไล่ออกซิเจนออกจากน้ำออกก่อน ซึ่งทำได้โดยการพ่นไอน้ำและน้ำหล่อเย็นเข้าถึงในทิศทางที่สวนกัน ดังนี้เรียกว่า ดีแอร์เรเตอร์ ก็จะเป็นการกำจัดออกซิเจนออก และจะทำให้อุณหภูมิของน้ำเลี้ยงสูงขึ้นเป็นผลให้ลดการช็อกความร้อน (thermal shock) ของหม้อไอน้ำแสดงดังรูปที่ 3.4 การช็อกเกิดขึ้นได้เมื่อน้ำเลี้ยงที่เย็นจัดป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำและเมื่อผสมกับน้ำร้อนภายในหม้อไอน้ำจะทำให้เกิดน้ำที่กำลังเดือดภายในหม้อไอน้ำหยุดเดือดทันที เรียกว่า ช็อก ทำให้อายุการใช้งานหม้อไอน้ำสั้น

3.4.1.2 การป้องกันการครดคาร์บอนิก ป้องกันการกัดกร่อนโดยการปรับ pH ให้สูงขึ้น ซึ่งสารที่นิยมใช้ปรับค่า pH คือ โซดาไฟ ส่วนโซดาแอชอาจจะใช้ได้แต่ต้องควบคุมการเกิดปฏิกิริยาจนทำให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เสียก่อน กำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะว่าก๊าซนี้เมื่อละลายในน้ำจะเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งจะเกิดการกัดกร่อนอย่างรุนแรง ทั้งนี้ป้องกันได้โดยใช้สารประกอบอะมีนที่เป็นค่า

3.4.1.3 การป้องกันการเกิดตะกอน ตะกอนเป็นฉนวนความร้อนที่ทำให้การถ่ายเทความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงให้แก่น้ำไม่ดี จากการคำนวณพบว่า ตะกอนหนาเพียง 1/16 นิ้ว

จะทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นถึง 14 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นควรจะมีควบคุมการเกิดตะกอนไม่ให้เกิดตะกอนโดยการควบคุมน้ำเลี้ยงที่ป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำให้มีคุณภาพ

3.4.1.4 การป้องกันการสะสมของตะกอน การสะสมของตะกอนสามารถเกิดได้เนื่องจากน้ำภายในหม้อไอน้ำมีส่วนผสมของเกลือแร่อยู่หลายชนิดที่ไม่ละลายในน้ำ ความเข้มข้นของตะกอนจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามอัตราส่วนของน้ำที่ป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำเพราะว่าน้ำระเหยกลายเป็นไอเรื่อยๆ แต่ตะกอนยังคงค้างอยู่ในหม้อน้ำ ดังนั้นจึงต้องปล่อยน้ำได้หม้อไอน้ำทิ้งไปบางส่วนเพื่อลดความเข้มข้นของตะกอนในหม้อไอน้ำ การปล่อยน้ำทิ้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานจึงต้องปล่อยให้น้อยที่สุด โดยการควบคุมปริมาณสารแขวนลอย (Total Dissolve Solid หรือ TDS) ภายในหม้อน้ำให้มีค่าสูงสุดได้ไม่เกินในตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ไล่ออกซิเจน (ดีแอร์เรเตอร์)

ตารางที่ 3.2 คุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำแปรตามพิกัดความดันภายในหม้อน้ำ

ความดันหม้อไอน้ำ bar	TDS ppm	ความเป็นด่าง ppm	สารแขวนลอย solids, ppm	ซีร็อก้า ppm
0 - 20	3500	700	300	125
20 - 30	3000	600	250	90
30 - 40	2500	500	150	50
40 - 50	2000	400	100	35
50 - 60	1500	300	60	20
60 - 70	1250	250	40	8
70 - 100	1000	200	20	2.5
100 - 140	750	150	10	1
140 -	500	100	5	0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.5 การป้องกันไม่ให้น้ำเปียกหรือการแคร์รี่โอเวอร์ คือ การป้องกันน้ำที่นำออกไปใช้งานเป็นไอเปียกไม่ได้เป็นไอน้ำหรือไอแห้ง กรณีนี้เกิดจากหลายสาเหตุ ดังต่อไปนี้

1. น้ำภายในหม้อน้ำมีความเข้มข้นของสารละลายสูงซึ่งนี้เกิดจากไม่ได้ปล่อยน้ำได้หม้อไอน้ำทิ้งหรือปล่อยน้อยเกินไป และขาดการล้างภายในหม้อน้ำเป็นเวลานาน
2. ขาดการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบที่ป้อนเข้าสู่หม้อน้ำอย่างเหมาะสมทำให้เกิดเกลือแร่ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำดิบมีมากเกินไป
3. ท่อไอน้ำที่ต่อจากหม้อไอน้ำมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้ไอน้ำวิ่งไปสู่จุดที่ใช้งานด้วยความเร็วสูงเกินไป ทำให้ไอน้ำพ่นในหม้อน้ำติดไปด้วย
4. เปิดเครื่องจักรที่ใช้ไอน้ำอย่างกะทันหันเกินไป ทำให้ไอน้ำที่ผลิตออกมาจากหม้อไอน้ำไม่ทันจึงทำให้น้ำภายในหม้อน้ำติดหลุดออกไปด้วย
5. หม้อไอน้ำมีขนาดเล็กเกินไปเมื่อเทียบกับขนาดของการใช้งาน
6. ไม่มีการแยกน้ำที่กลั่นตัวในท่อทางต่างๆ หรือท่อร่วม

3.4.1.6 การป้องกันผนังหลังหม้อไอน้ำแบบหลังเปียกและห้องเผาไหม้ หม้อไอน้ำชนิดหลังเปียกและห้องเผาไหม้แบบกล่องจะมีผนังตรง และเสริมความแข็งแรงด้วยเหล็กยึดโยงผนังในส่วนนี้จะได้รับความร้อนจากการเผาไหม้มาก ถ้าน้ำที่ใช้ป้อนเข้าหม้อไอน้ำมีคุณภาพไม่ดี จะเกิดตะกรันเกาะในหม้อไอน้ำมากและถ้าบริเวณหลังผนังมีตะกรันเกาะมากเหล็กที่ใช้ทำผนังหลังจะถูกความร้อนมากและจะเกิดการสะสมความร้อนมากกว่าปกติ ทั้งนี้เกิดจากการรับความร้อนเฉพาะจุดทำให้บริเวณหลังผนังมีความแข็งแรงต่ำลงหม้อไอน้ำอาจจะระเบิดได้ ดังนั้นควรทำการตรวจสอบและทำความสะอาดผนังหลังดังกล่าวนี้ตามความเหมาะสม

3.4.1.7 การเปลี่ยนปะเก็น ปะเก็นต่างๆ มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เช่น ปะเก็นช่องคนลอด หรือปะเก็นไฟ จะต้องเตรียมปะเก็นเป็นอะไหล่อย่างพอเพียง ปะเก็นชนิดที่เสริมด้วยโลหะเมื่อถอดออกอาจใส่ได้อีกครั้งเดียวโดยการกลับข้างใส่ แต่ปะเก็นชนิดที่ไม่ได้เสริมด้วยโลหะจะใช้ได้เพียงครั้งเดียว การประกอบช่องแขนลอด (Hand hole) และช่องคนลอด (Man hole) จะต้องอัดให้แน่นไม่มีน้ำซึมหรือหยดออกมา ถ้ามีรอยน้ำซึมจะทำให้บริเวณนั้นเกิดการผุกร่อน ผนังบริเวณนั้นจะบางกว่าบริเวณอื่น และอาจเกิดอันตรายต่อการใช้งานได้

3.4.2 การบำรุงรักษาด้านสัมผัสไฟ

การบำรุงรักษาด้านสัมผัสไฟจะต้องทำความสะอาดท่อไฟใหญ่ ท่อไฟเล็ก อิฐทนไฟและส่วนที่สัมผัสไฟทั้งหมด ตามความเหมาะสมอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เมื่อทำความสะอาดแล้วจะต้องดูการผุกร่อนของท่อไฟใหญ่ ท่อไฟเล็ก อิฐทนไฟและเหล็กตัวหม้อไอน้ำด้านสัมผัสไฟอย่างละเอียด ว่ามีการผุกร่อนเนื่องจากการกัดกร่อนของกรดที่เกิดจากการควบแน่นของก๊าซไอเสีย สภาพของกรดที่เกิดขึ้นคือ กรดกำมะถันเกิดจากเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของกำมะถันมาก เมื่อเผาไหม้กำมะถัน

จะกลายเป็นออกไซด์และเมื่อรวมตัวกับไอน้ำจะเป็นกรดกำมะถันที่กัดกร่อนเหล็กได้

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะดวกท่อไฟใหญ่ขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิงที่ใช้ ถ้ามีเชื้อเพลิงเป็นแบบมีเปอร์เซ็นต์กำมะถันสูงจะต้องทำความสะอาดบ่อย และถ้าใช้หัวพ่นไฟที่เหมาะสมการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเป็นไปอย่างสมบูรณ์ การทำความสะอาดท่อไฟแต่ละครั้งก็ห่างกัน แต่ถ้าใช้หัวพ่นไฟที่ไม่เหมาะสมก็อาจจะทำความสะอาดบ่อยเพราะการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เกิดเขม่ามาก

เขม่าเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี ดังนั้นในทางท่อไฟถ้ามีเขม่ามากจะทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมาก ซึ่งเป็นการไม่ประหยัด เขม่าหนาเพียง 3.175 มิลลิเมตร จะทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นถึง 25 % ดังนั้นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นมากในขณะที่มีความต้องการความร้อนเท่ากันและมีท่อไฟที่สะอาดและมีการเผาไหม้สมบูรณ์ วิธีการตรวจสอบว่าถึงเวลาที่จะต้องทำความสะอาดเขม่าในท่อไฟทำได้โดยการตรวจสอบอุณหภูมิของปล่องไอเสีย ปกติปล่องจะมีอุณหภูมิปกติอยู่ในช่วง 200 – 250 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิของปล่องไอเสียสูงกว่า 250 องศาเซลเซียสแสดงว่าในท่อทางไฟมีเขม่าเกาะอยู่มากสมควรทำความสะอาดท่อทางไฟได้แล้ว ในกรณีที่เขม่าเกาะเป็นก้อนแข็งตัวกองอยู่ในบริเวณตอนล่างของท่อทางไฟใหญ่ หรืออากาศที่เข้าไปเผาไหม้ในเตามีน้อยเกินไป ทั้งนี้ทำได้โดยการวัดเปอร์เซ็นต์คาร์บอนไดออกไซด์ของก๊าซไอเสีย โดยปกติการเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในไอเสียประมาณ 12.5 – 13.5 %

ควรตรวจสอบผนังหน้าและผนังหลังของหม้อไอน้ำด้วย ว่ามีรอยรั่วซึมของน้ำหรือไม่ ถ้ามีรอยหรือคราบน้ำก็ทำการแก้ไขให้เรียบร้อย และทำการตรวจสอบความดันสถิตด้วยการอัดน้ำให้ได้ 1.5 เท่าของความดันใช้งานของหม้อไอน้ำดูกัน

3.4.3 การบำรุงรักษาชุดหัวพ่นไฟ

หัวพ่นไฟ (burners) ที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 แบบ คือ แบบปรับแต่งอัตโนมัติ (Modulate control) ควบคุมโดยปรับอัตราส่วนของปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากความดันสมบูรณ์ของการเผาไหม้ เป็นแบบที่ดีที่สุดและเป็นแบบที่ราคาแพงที่สุดเช่นเดียวกัน แบบควบคุมเป็นขั้นตอน (step control) เป็นแบบที่ตรงลงมา และแบบปิดเปิด (on – off) เป็นแบบที่พอใช้ได้และมีราคาถูกกว่าแบบอื่นๆ

หัวพ่นไฟที่ดีจะต้องมีอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเมื่อเร่งสูงสุด และหรีดต่ำสุดมากซึ่งก็คือ เทิร์นดาวน์เรโซสูง (turn – down ratio) เพื่อที่หม้อไอน้ำจะผลิตไอน้ำคือเร่งหรือหรีดได้ตามความต้องการ การใช้ไอน้ำเป็นไปตามภาระที่ต้องการได้ดีทุกช่วงของภาระ

เชื้อเพลิงที่ใช้ถ้าเป็นเชื้อเพลิงแข็งควรจะให้ห่างปราศจากความชื้น หรือให้มีความชื้นน้อยที่สุด ถ้าเป็นน้ำมันควรใช้น้ำมันที่มีค่าความหนืดต่ำสุดแต่มีราคาถูกที่สุด โดยที่ต้องการให้หัวพ่นไฟทำการเผาไหม้ได้สมบูรณ์ที่สุด อุณหภูมิของน้ำมันเข้าหัวพ่นไฟจะเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อ

ให้หัวฉีดมีการพ่นน้ำมันเป็นฝอยละอองที่สุด

ความดันของน้ำมันก่อนเข้าหัวฉีด จะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดของหัวฉีดที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อที่จะพ่นน้ำมันได้เป็นฝอย และมีปริมาณอย่างพอเพียงโดยมีการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ที่สุด ซึ่งจะเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงได้มาก

ปริมาณอากาศที่เข้าไปช่วยในการเผาไหม้ จะต้องมีความอย่างเพียงพอเพื่อให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ที่สุด ในทางปฏิบัติจะใช้อากาศในการเผาไหม้มากกว่าทางทฤษฎี 10 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์

ความดันของอากาศที่เข้าไปช่วยในการเผาไหม้ และความดันก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ จะต้องมีความเพียงพอที่จะเอาชนะความเสียดทานในท่อทางไฟของหม้อไอน้ำ ทั้งนี้เพื่อให้อากาศใหม่ที่ช่วยเผาไหม้เข้าไปอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา

3.4.4 การบำรุงรักษาระบบควบคุมระดับน้ำ

อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำในหม้อไอน้ำเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากชุดหนึ่ง การควบคุมระดับน้ำจะต้องเป็นไปอย่างถูกต้อง เมื่อระดับน้ำในหม้อไอน้ำต่ำลงจนถึงจุดที่กำหนดอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำจะต้องทำงานโดยส่งสัญญาณให้ปั๊มน้ำเลี้ยง ปั๊มน้ำเข้าสู่หม้อไอน้ำและเมื่อระดับน้ำในหม้อไอน้ำสูงถึงจุดที่กำหนดไว้ อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำจะต้องส่งสัญญาณให้ปั๊มน้ำเลี้ยงหยุดทำงาน

อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำจะต้องมีการตรวจสอบอย่างน้อยอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ซึ่งการตรวจสอบจะต้องทำการตรวจสอบขณะที่หม้อไอน้ำกำลังทำงานทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทำงานได้อย่างถูกต้อง การตรวจสอบทำได้โดยการเปิดลิ้นป้อนน้ำเลี้ยงเข้าหม้อไอน้ำทำให้ระดับน้ำของหม้อไอน้ำลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากน้ำกลายเป็นไอน้ำ และเพื่อให้การตรวจสอบเป็นไปอย่างรวดเร็วก็ใช้วิธีเปิดลิ้นน้ำทิ้งได้ชุดอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ เมื่อระดับน้ำลดลงถึงจุดที่กำหนดไว้ อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำจะต้องมีการสั่งให้ปั๊มน้ำเลี้ยงทำงาน ปั๊มน้ำเลี้ยงจะต้องทำงานเมื่อระดับน้ำในหม้อไอน้ำน้อยกว่าปกติตามปกติที่กำหนดไว้ในกรณีเครื่องหม้อไอน้ำ หม้อไอน้ำจะต้องหยุดการทำงานทันทีคือ หม้อไอน้ำจะต้องดับ ถ้าหม้อไอน้ำไม่ดับแสดงว่าอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำผิดปกติต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้อง มิฉะนั้นจะเกิดอันตรายจากหม้อไอน้ำระเบิดได้

จะต้องมีการเปิดลิ้นได้เครื่องอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำนี้ทุกวัน ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าท่อทางน้ำที่ต่อเข้ากับชุดอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำไม่อุดตัน เมื่อมีการตรวจสอบภายในหม้อไอน้ำจะต้องถอดอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำมาล้างทำความสะอาดทุกครั้ง ท่อและลิ้นต่างๆ ที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำจะต้องไม่มีตะกอนจับ จุดหมุนต่างๆ ที่ต่อเข้าลูกกลอยต้องไม่มีตะกอนมาจับ และจุดหมุนทุกจุดจะต้องขยับได้คล่อง ไม่มีอาการติดขัด ในห้องลูกกลอยต้องไม่มีตะกอนค้างอยู่

3.4.5 การบำรุงรักษาระบบน้ำเลี้ยง

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับหม้อไอน้ำ เมื่อน้ำในหม้อไอน้ำได้รับความร้อนจะกลายเป็นไอน้ำ ปริมาณน้ำในหม้อไอน้ำจะลดลงดังนั้นจึงจำเป็นต้องเติมน้ำเข้าไปในหม้อไอน้ำ น้ำที่เติมเข้าไปในหม้อไอน้ำจะต้องเป็นน้ำที่ปราศจากสารมลทิน หรือให้มีปริมาณสารมลทินให้น้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากสารมลทินต่างๆ ทั้งที่เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งที่เป็นโลหะและอโลหะ และเป็นทั้งชนิดที่ละลายได้ง่าย หรือไม่ละลายน้ำสารเหล่านี้จะเป็นตัวก่อให้เกิดการจับตัวเป็นตะกอนหรือตะกอนบริเวณพื้นผิวที่ได้รับความร้อนของหม้อไอน้ำ เป็นอุปสรรคต่อการถ่ายเทความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ไปสู่น้ำ ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หม้อไอน้ำระเบิดได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดตะกอนและตะกอนจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงน้ำดิบให้ได้คุณภาพที่ดีตามความต้องการ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยในการใช้หม้อไอน้ำ และเพื่อยืดอายุการใช้งานของหม้อไอน้ำรวมทั้งเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงหม้อไอน้ำอีกด้วย

3.4.5.1 คุณสมบัติ น้ำเลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

1. ความกระด้างควรมีน้อยที่สุด
2. ความขุ่นข้นควรมีอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
3. ปริมาณอากาศที่ละลายในน้ำควรมีน้อยที่สุด
4. ความเป็นกรด ค่าง ควรมี pH อยู่ระหว่าง 8 – 12
5. ปริมาณสารละลายที่ปะปนอยู่ในน้ำควรมีค่าไม่เกิน 3,500 ppm หรือมีความเป็นตัวนำทางไฟฟ้าไม่เกิน 7,000 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร ในกรณีของหม้อไอน้ำที่มีความดันไม่เกิน 20 บาร์ และถ้าเป็นหม้อไอน้ำที่มีความดันเกิน 20 บาร์ จะลดลงตามส่วนซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

3.4.5.2 การล้างตะกอนในหม้อไอน้ำ โดยทั่วไปการล้างตะกอนภายในหม้อไอน้ำทำได้ 2 วิธี คือ การล้างด้วยการเคาะตะกอนออกและการล้างด้วยสารเคมี

1. การเคาะตะกอน วิธีนี้ใช้คนเข้าไปเคาะตะกอนในหม้อไอน้ำ ซึ่งใช้ได้กับหม้อไอน้ำขนาดใหญ่ที่มีช่องคนลอด
2. การล้างตะกอนด้วยสารเคมี เป็นวิธีที่ใช้กับหม้อไอน้ำทุกขนาดโดยเฉพาะเหมาะสมกับหม้อไอน้ำขนาดเล็กและหม้อไอน้ำที่มีท่อโค้ง หรือหม้อไอน้ำที่มีท่อวางซ้อนกันอยู่เป็นจำนวนมากซึ่งจะใช้วิธีเคาะออกไม่ได้ การล้างด้วยสารเคมีเป็นการล้างตะกอนที่จับอยู่ภายในหม้อไอน้ำได้ทุกจุด และยังใช้เวลาน้อย แต่มีข้อเสียว่าต้องใช้คนเคมีที่มีความชำนาญควบคุมการล้าง ซึ่งทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายในการล้างมากขึ้น

3.4.6 การผลิตและใช้ไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

ไอน้ำที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ จะเป็นการใช้ไอน้ำในสภาพไอน้ำอิ่มตัว เพื่อใช้ไอน้ำในการอบ คัม นึ่ง หรือทำน้ำร้อน ไอน้ำอิ่มตัวเหมาะที่จะใช้ในการถ่ายเทความร้อน

เพราะปริมาณความร้อนที่ใช้ในการถ่ายเทนั้น จะอยู่ในรูปของความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ซึ่งเมื่อไอน้ำถ่ายเทความร้อนส่วนนี้ออกไปแล้ว ไอน้ำอึดตัวก็จะกลั่นตัวเป็นน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิเท่ากับไอน้ำอึดตัวทันที ไอน้ำที่ถ่ายเทความร้อนแฝงให้กับชิ้นงานแล้วกลั่นตัวเป็นน้ำ ซึ่งน้ำนี้เรียกว่า คอนเดนเสด (condensate) ซึ่งน้ำคอนเดนเสดนี้ยังคงมีอุณหภูมิและความดันเท่ากับไอน้ำ เพียงแต่เปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นน้ำร้อน เพราะเสียความร้อนแฝงออกไปให้กับชิ้นงานตามตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงปริมาณความร้อนที่เหลือในคอนเดนเสด

ความดัน (บาร์)	อุณหภูมิ เรตเซียส	น้ำมาเฟรต ¹		% ความร้อน ในคอนเดนเสด	ปริมาณความร้อน kJ/kg		
		% ที่ได้	% ที่เหลือ		ที่เหลือ	ที่ถ่ายเท	ของไอน้ำ
1.043	100.0	-	-	15.6	419	2256	2675
20	212.4	2	15	17.0	909	1890	2799
30	233.8	4	15	19.0	1008	1795	2803
70	285.8	9	14	23.0	1267	1503	2772
100	311.0	12	13	25.0	1408	1317	2725
200	365.7	18	12	30.0	1827	584	2411
220	373.7	23	11	34.0	2008	170	2178

1 การมาเฟรตคือ การลดความดันของคอนเดนเสดโดยกระบวนการทรอริง จะทำให้คอนเดนเสดเปลี่ยนเป็นไอน้ำได้อีกครั้งหนึ่ง

3.4.6.1 ป้องกันการสูญเสียความร้อนโดยไม่ใช้ประโยชน์ กระทำโดยการป้องกันการสูญเสียความร้อนที่อุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งทำได้ดังนี้

1. ควบไอน้ำรั่วที่ล้นนิรภัยหรือไม่ ถ้ามีไอน้ำพ่นออกมาโดยที่ความดันไอน้ำยังน้อยกว่าความดันที่ตั้งไว้ที่ล้นนิรภัย แสดงว่าล้นนิรภัยรั่ว จะต้องทำการแก้ไข

2. พิจารณาหุ้มฉนวนที่ท่อส่งไอน้ำ ถ้าท่อส่งไอน้ำไม่ได้หุ้มฉนวนจะมีการสูญเสียความร้อนมากและท่อไอน้ำเปลือยจะทำให้ไอน้ำส่วนหนึ่งในท่อกลั่นตัวเป็นน้ำ เมื่อนานเข้าปริมาณน้ำที่กลั่นตัวจะมากขึ้นและจะเกิดอันตรายจากค้อนน้ำ (water hammer) ซึ่งเป็นอาการที่น้ำกลั่นจะถูกไอน้ำดันให้พุ่งไปด้วยความเร็วและความดันสูง จะเกิดการกระแทกอย่างรุนแรง และอาจทำให้ท่อส่งไอน้ำขาดหรือแตกได้ นอกจากนี้ น้ำกลั่นในท่อส่งไอน้ำจะทำให้ไอน้ำเป็นไอน้ำเปียก ถ้างานที่ใช้ไอน้ำนั้นต้องอบด้วยความร้อน จะทำให้การอบนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

3. น้ำที่กลั่นตัวภายหลังจากการใช้งานเรียกว่า คอนเดนเสด ซึ่งควรนำกลับมาป้อนเข้าสู่หม้อไอน้ำ เพราะคอนเดนเสดเป็นน้ำกลั่นที่มีคุณภาพดี ไม่มีเกลือแร่ผสมอยู่ และเป็นน้ำที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิสูง ใช้เป็นน้ำคืบป้อนกลับหม้อไอน้ำได้ดี นอกจากนี้คอนเดนเสดที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำในท่อส่งไอน้ำก็ควรจะใช้กับดักไอน้ำ (Steam trap) เพื่อคัดคอนเดนเสดออกมาให้หมด ทั้งนี้เพื่อป้องกันค้อนน้ำ และทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4. การปล่อยน้ำทิ้งกันหม้อน้ำ เป็นการถ่ายเทสารแขวนลอยเข้มข้นและความกระด้างในหม้อไอน้ำ แต่ถ้าหากปล่อยทิ้งบ่อยหรือมากเกินไปก็จะเป็นการสูญเสียความร้อน

3.4.6.2 ติดตั้งกับดักไอน้ำเข้ากับระบบไอน้ำ ในระบบจ่ายไอน้ำไอน้ำสามารถกลั่นตัวเป็นน้ำได้หลายสาเหตุเรียกว่าคอนเดนเสด ดังนั้นเพื่อให้การใช้ไอน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพในระบบไอน้ำที่ไม่มีการพิจารณาติดตั้งกับดักไอน้ำ ถึงแม้ว่าจะเป็นการลงทุนในระยะแรกสูงแต่จะให้ผลคุ้มค่าในระยะยาว กับดักไอน้ำนอกจากจะเป็นอุปกรณ์ที่แยกน้ำออกจากไอน้ำแล้วยังป้องกันไม่ให้ไอน้ำที่นำไปใช้เป็นไอน้ำเสีย กับดักไอน้ำมีหน้าที่คัดคอนเดนเสดออกทันทีที่ไอน้ำกลั่นตัวเป็นน้ำซึ่งกับดักไอน้ำจะคัดคอนเดนเสดออกจากระบบได้ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่คัดอากาศและก๊าซอื่นๆ ที่ไม่สามารถกลั่นตัวเป็นของเหลวและจะทำให้การถ่ายเทความร้อนระหว่างไอน้ำกับระบบต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3.5 ทฤษฎีงานบำรุงรักษา

3.5.1 การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร (Machine Maintenance)

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร หมายถึง การหาทางป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเสื่อมสภาพและค่อยความสามารถในการทำงานลง จุดมุ่งหมายของการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร มีดังนี้

1. เพื่อรักษาอายุการใช้งานของเครื่องจักรให้นานที่สุด
2. เพื่อความพร้อมสูงสุดของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต
3. เพื่อความพร้อมสูงสุดของเครื่องจักร ที่เตรียมไว้ในกรณีฉุกเฉิน
4. เพื่อความปลอดภัยของบุคคลที่ทำงานกับเครื่องจักร

3.5.2 เป้าหมายของงานซ่อมบำรุงรักษา

นอกจากเป้าหมายพื้นฐานของแผนงานบำรุงรักษาที่กำหนดไว้ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการผลิตตลอดจนค่าความเสียหายและเพิ่มผลกำไรเมื่อมีความสม่ำเสมอในการผลิต ซึ่งการหยุดชะงักของสายการผลิตไม่เกิดขึ้น การเพิ่มเป้าหมายของการบำรุงรักษาเพื่อให้เด่นชัดขึ้นไปอีกเป็นไปได้นี้ คือ

1. เพื่อชะลอความเสื่อมสภาพของอาคาร เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตต่าง ๆ
2. รักษาสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยให้คงอยู่ตลอดไป
3. ลดค่าใช้จ่ายในปัจจัยของการผลิต 3M ที่สำคัญคือ

Material Cost ลดค่าความเสื่อมสภาพจาก การจัดเก็บและของเสียจากการ

ผลิตด้วยเครื่องจักรที่ชำรุด

Machine Cost ลดค่าอะไหล่ และค่าเสียหายเนื่องจากเครื่องจักรหยุดการผลิตเพื่อการบำรุงรักษา

Man power Cost ลดค่ารักษาพยาบาลเนื่องจากคนงานเกิดอุบัติเหตุ และลดค่าเสียเวลาเนื่องจากคนงานป่วยบาดเจ็บไม่มาทำงาน

4. บำรุงรักษาและกำลังใจแก่คนงาน

หากมีการบริหารงานในสายการผลิตเป็นไปด้วยความเรียบร้อยดีแล้ว เป้าหมายทั้ง 4 ที่กำหนดเพิ่มเติมนี้ จะได้รับการยอมรับให้มีความสำคัญมากขึ้น

3.5.3 การจำแนกงานบำรุงรักษาเครื่องจักร

ในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยทั่วไป อาจจำแนกงานบำรุงรักษาเครื่องจักรออกได้ตามสภาพการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.5.3.1 การซ่อมบำรุงตามสภาพการทำงานของเครื่องจักร

1. การซ่อมบำรุงรักษาขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่
2. การซ่อมบำรุงรักษาขณะที่เครื่องจักรหยุดการทำงาน

3.5.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาตามการดำเนินการของผู้ซ่อม

1. คนควบคุมการทำงานเครื่องจักร บำรุงรักษาเอง
2. ช่างซ่อมบำรุงรักษาของหน่วยงานบำรุงรักษาดำเนินการบำรุงรักษา

3.5.3.3 การบำรุงรักษาตามช่วงโอกาสเวลา

1. บำรุงรักษาตามกำหนดที่แน่นอนเช่น รายสัปดาห์ รายเดือน เป็นต้น
2. บำรุงรักษาตามโอกาส เช่น เมื่อเครื่องชำรุด เป็นต้น

3.5.3.4 การบำรุงรักษาตามลักษณะของงานที่ดำเนินการ แบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

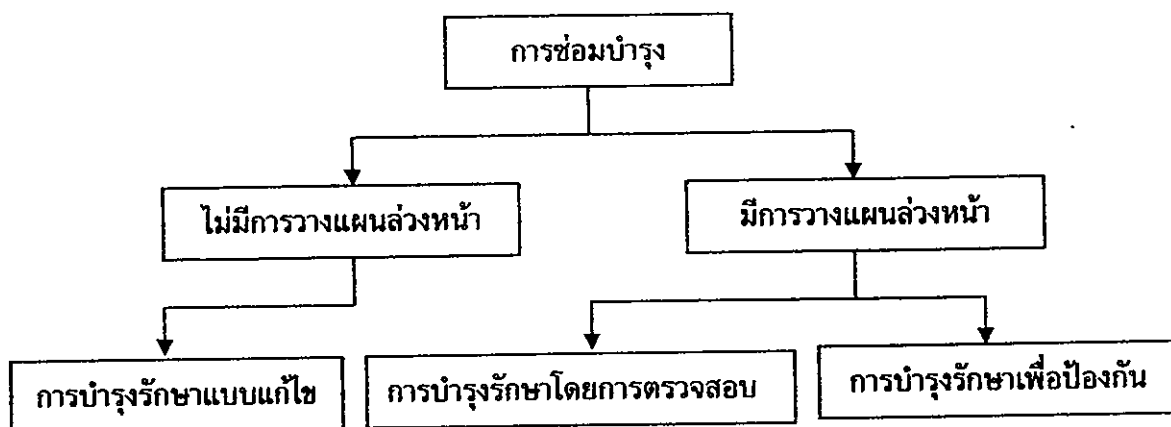
1. งานซ่อมแซม (Repairing) เมื่อเครื่องจักรชำรุด
2. งานบำรุงรักษา (Maintenance) เมื่อเครื่องจักรถึงกำหนดอายุตามแผนงานที่ต้อง

บำรุงรักษา

3.5.4 ชนิดการซ่อมบำรุงรักษา

การโรงงานอุตสาหกรรมในอดีตไม่ได้คำนึงถึงการบำรุงรักษาที่ดีเท่าไรนัก มักจะใช้ความสามารถเฉพาะตัวของช่างที่ตนมีอยู่ดำเนินการจัดการซ่อมเมื่อเกิดการขัดข้อง หรือเสียหายต่อเครื่องจักร ในบางครั้งต้องเสียเวลานานในความรับผิดชอบประจำของช่างซ่อมผู้นั้นไปทำการซ่อมเครื่องจักร หรือจัดหาอะไหล่มาทดแทน ซึ่งอาจจะต้องใช้เวลามากในการรออะไหล่ไม่ว่าจะสั่งซื้อหรือสั่งทำ ต่อมาได้มีการพัฒนารูปแบบการบำรุงรักษา โดยมีการพิจารณาแบ่งการบำรุงรักษาออกเป็น การบำรุงรักษาไม่มีการวางแผนล่วงหน้าและการบำรุงรักษาแบบมีการวางแผนล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงแผนภูมิการบำรุงรักษา

3.5.4.1 การซ่อมบำรุงรักษาแบบไม่มีการวางแผนล่วงหน้า

การบำรุงรักษาลักษณะนี้ เป็นการซ่อมบำรุงรักษาในรูปแบบการแก้ไข (Break down) กล่าวคือ เป็นการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นงานอะไหล่ต่างๆของเครื่องจักรเมื่อเครื่องจักรนั้นเสียหรือขัดข้องในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ โดยไม่รู้ล่วงหน้ามาก่อนหรือไม่มีอาการบอกเหตุให้รู้ล่วงหน้า เมื่อเกิดเหตุขึ้นแล้วต้องหยุดเครื่องเพื่อทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนอะไหล่ที่เสียหายนั้น เช่น ลูกปืนหัวเพลลาจานจับชิ้นงานของเครื่องกลึงแตก เนื่องจากรับภาระมากเกินไปกำหนด เมื่อทำการซ่อมแซมให้เหมือนเดิมจะต้องถอดลูกปืนที่แตกออกแล้วเปลี่ยนลูกปืนตัวใหม่เข้าไปแทนที่เพื่อให้ใช้ได้เหมือนเดิม

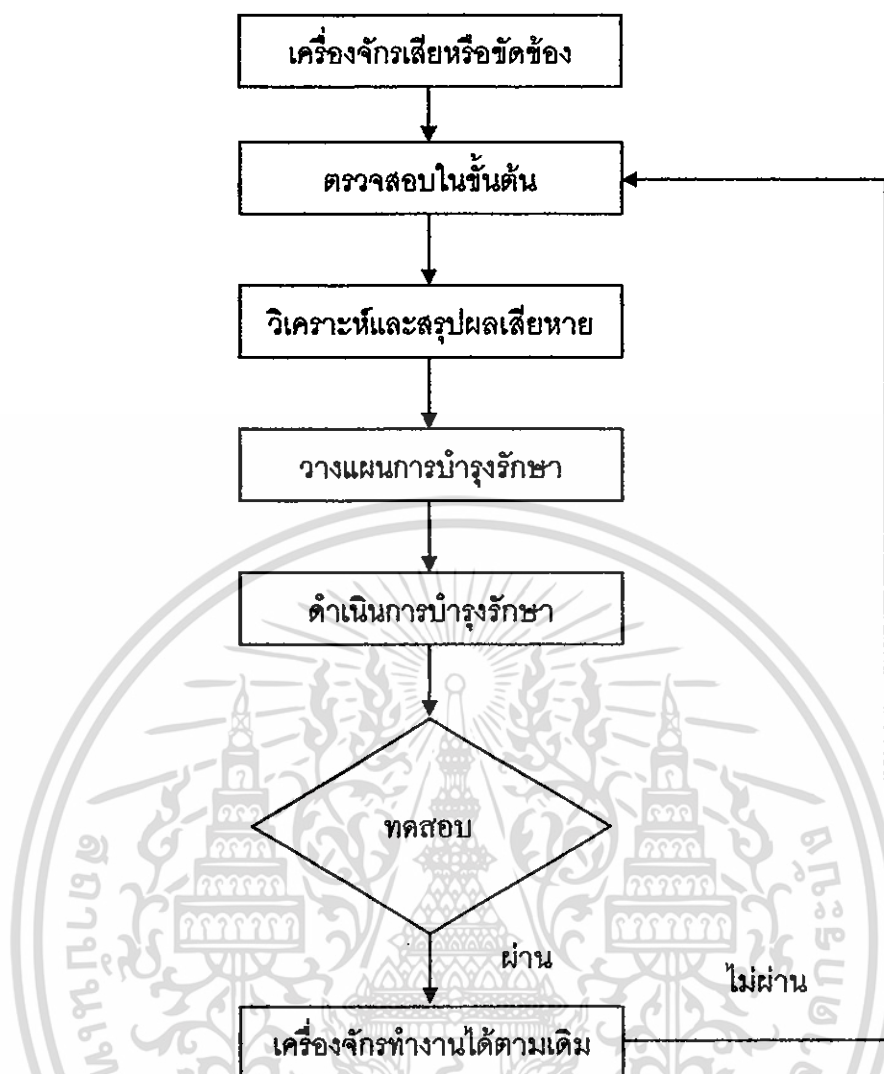
ข้อดีของการบำรุงรักษาแบบแก้ไข

1. ใช้ประโยชน์ชิ้นส่วนอะไหล่ได้เต็มอายุการใช้งาน
2. ไม่ต้องคำนึงถึงการวางแผนล่วงหน้า

ข้อเสียของการบำรุงรักษาแบบแก้ไข

1. การซ่อมมักจะเป็นแบบงานเร่งด่วน ซึ่งจะ ได้ผลงานที่ด้อยคุณภาพ
2. ชิ้นส่วนอะไหล่มักจะหาเปลี่ยนได้ไม่ทันเวลา
3. การตำรองชิ้นส่วนอะไหล่ที่เก็บไว้นาน จะทำให้สิ้นเปลืองค่าเก็บรักษาสูงซึ่งต้องลงทุนสูงในการซื้อหาชิ้นส่วนอะไหล่ นั้นมาเก็บตำรอง
4. ในกรณีที่เครื่องจักรเสียพร้อมกันหลายเครื่อง จัดหาช่างซ่อมบำรุงได้ไม่พอ จำนวนเครื่องจักร ทำให้ต้องเสียเวลาการซ่อมนาน
5. ขาดความเชื่อถือในความพร้อมของการทำงานของเครื่องจักร
6. ค่าใช้จ่ายสูงเมื่อบำรุงรักษาเครื่องจักรนั้น ในขณะที่ชำรุดไม่สามารถใช้งานได้

ต่อไป



รูปที่ 3.6 แสดงแผนภูมิการบำรุงรักษาแบบแก้ไข

ขั้นตอนการดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาแบบแก้ไข

1. เครื่องจักรเกิดการชำรุด ไม่สามารถทำงานได้
2. ตรวจสอบสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้น เมื่อพบความเสียหายให้ตรวจสอบดูลักษณะการเสียหาย และสอบถามผู้ควบคุมเครื่องจักรนั้น และจดบันทึก
3. หาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ จาก
 1. ศึกษาจากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง
 2. สอบถามผู้เชี่ยวชาญ
 3. อ่านคู่มือประจำเครื่องจักรนั้น ๆ
4. เมื่อพบสาเหตุ ให้วางแผนเพื่อเตรียมการบำรุงรักษา โดย
 1. กำหนดระยะเวลาในการซ่อมเครื่องจักรนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตรวจสอบจำนวนอะไหล่คงเหลือ และดำเนินการหาทดแทนเมื่อใช้อะไหล่ นั้นไปใช้แล้ว

5. ให้ดำเนินการซ่อมแซมโดยทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ที่เสียหาย อะไหล่นี้ให้ใช้อะไหล่ใหม่ขนาดเท่าเดิมทุกประการเข้ามาแทนที่จากนั้นให้ประกอบเครื่องจักรให้ดีและเหมือนเดิม

6. ทดสอบเครื่องจักรที่ซ่อมแซมโดยให้เครื่องจักรทำงานในระหว่างนั้นให้สังเกตดูการทำงานของเครื่องจักรนั้นทำงานเป็นปกติเหมือนเดิมหรือไม่

3.5.4.2 การซ่อมบำรุงรักษาแบบมีการวางแผนล่วงหน้า

การบำรุงรักษาแบบนี้ ถือเป็นการบำรุงรักษาแบบตรวจสอบ (Inspection Maintenance) ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรเพื่อประเมินสภาพตามความเป็นจริงที่ปรากฏอยู่ขณะนั้น

การตรวจสอบ

1. ตรวจสอบระบบการทำงานของเครื่องจักร (Function check) เพื่อเป็นการตรวจสอบเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ต่างๆหรือไม่ เช่น ตรวจสอบระบบการทำงานของเครื่องกลึง

2. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักร (Condition Check) เป็นการตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ให้พร้อมที่จะทำงานได้ตลอดเวลาโดยกำหนดให้มี

1. จุดที่ต้องทำการตรวจสอบ
2. เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบ เช่น นาฬิกาวัด
3. ค่าพิกัดที่ยอมรับให้ได้ โดยมีมาตรฐานอ้างอิง
4. วิธีการวัดเพื่อการตรวจสอบ

ข้อดีของการบำรุงรักษาด้วยวิธีการแบบตรวจสอบ

1. ไม่ต้องมีรายละเอียดของข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานที่ต้องทำในกรณีขัดข้อง
2. สามารถใช้ช่วงอายุการใช้งานของชิ้นส่วนของเครื่องจักร ได้ยาวนานเต็มที่
3. สามารถกำหนดมาตรการของงานการตรวจสอบและบำรุงรักษาเป็นการล่วงหน้าได้

4. หลังการตรวจสอบ มักจะมีเวลาเหลือพอในการเตรียมการสำหรับงานอื่นอีก
5. มีเครื่องจักรที่พร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลา

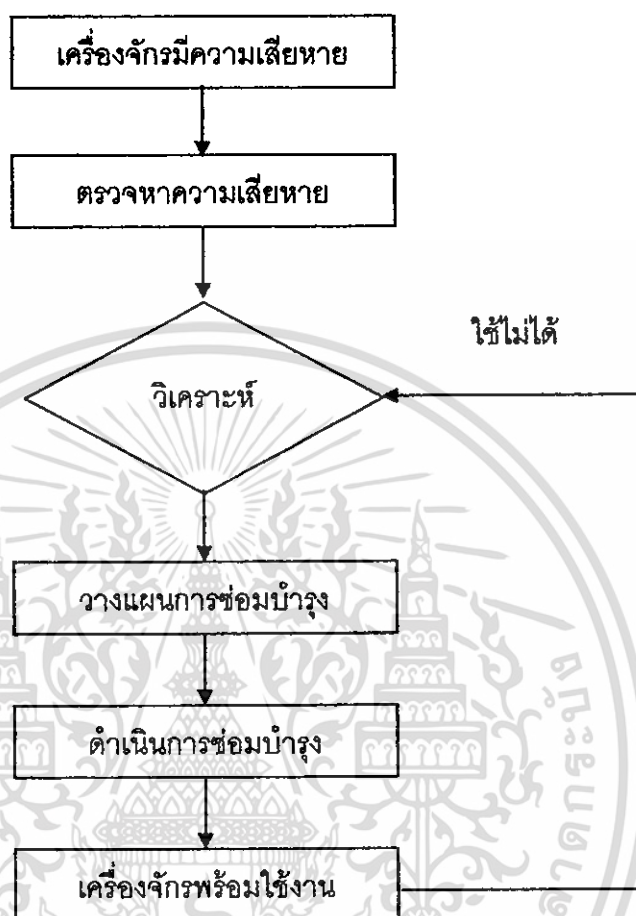
ข้อเสียของการบำรุงรักษาด้วยวิธีการแบบตรวจสอบ

1. แผนงานการตรวจสอบ สามารถใช้ได้เมื่อมีความเสียหายที่สังเกตได้เกิดขึ้นเท่านั้น

2. การตรวจสอบต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงเพื่อให้รู้สภาพและการทำงานปัจจุบันเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การตรวจสอบต้องใช้ผู้มีความรู้ในการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุเท่านั้น
4. ข้อมูลที่มีอาจเป็นข้อมูลที่ไม่แน่ชัดซึ่งทำให้การวางแผนล่วงหน้าผิดพลาดได้



รูปที่ 3.7 แสดงแผนภูมิการบำรุงรักษาแบบตรวจสอบ

3.5.5 การจัดชนิดของการซ่อมบำรุง

การบำรุงรักษาที่ผ่านมาก็จะวิธีการบำรุงรักษาที่ต่างกัน ไปบ้างเหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกันบ้างก็นำมาเทียบวิธีการไม่ได้ ในหน่วยงานการผลิตแต่ละหน่วยหรือแต่ละโรงงานแผนการผลิตตลอดผลิตภัณท์ก็จะไม่เหมือนกัน หรือกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันไปซึ่งก็เป็นเหตุให้การบำรุงรักษาในแต่ละที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งในกระบวนการด้านการผลิตล้วนแล้วแต่คิดค้นหาวิธีการบำรุงรักษาเพื่อเอื้อและอำนวยความสะดวกให้กับสายงานของตน ดังนั้นชนิดการบำรุงรักษาก็มีหลากหลายวิธีการ ซึ่งพอที่จะรวบรวมและสรุปชนิดการบำรุงรักษาในแต่ละหน่วยงานได้ ชนิดของการบำรุงรักษาสามารถจัดแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ถึง 7 ประเภทด้วยกัน คือ

1. การบำรุงรักษาด้วยผู้ควบคุมเครื่อง (Operator Maintenance ; OM)
2. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ (Break down Maintenance ; BM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การบำรุงรักษาตามแผนกำหนด (Scheduled Maintenance ; SM)
4. การบำรุงรักษาตามแผนกำหนด (Planned Maintenance ; PLM)
5. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance ; PM)
6. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance ; CM)
7. การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention ; MP)

3.5.5.1 การบำรุงรักษาด้วยผู้ควบคุมเครื่อง (Operator Maintenance; OM)

เป็นการบำรุงรักษา เมื่อมีความเสียหาย หรือชำรุดกับเครื่องจักรที่ใช้อยู่เกิดขึ้น ผู้ควบคุมเครื่องนั้นๆดำเนินการซ่อมเองหากเป็นการชำรุดเสียหายเพียงเล็กน้อย สามารถพิจารณาสาเหตุได้จากภายนอกก็จะทำการซ่อมแซม แต่หากไม่สามารถจะซ่อมได้ก็จะเรียกช่างจากบริษัทผู้จำหน่ายเครื่องทำการซ่อมให้ซึ่งวิธีการนี้เหมาะกับโรงงานขนาดเล็กที่มีผลการผลิตต่ำ

3.5.5.2 การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง(Break down Maintenance; BM)

เป็นการบำรุงรักษาแบบที่ต้องใช้กลุ่มคนงานหลายกลุ่มอาชีพหรือช่างที่เกี่ยวข้องร่วมกันดำเนินการบำรุงรักษา เป็นการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นเกิดชำรุดและต้องหยุดเป็นกรณีฉุกเฉิน วิธีการนี้แม้ว่าจะเป็นวิธีการดั้งเดิมในการบำรุงรักษาแต่ยังจำเป็นต้องนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากเครื่องจักรทั้งหลายแม้ว่าจะได้รับการบำรุงรักษาป้องกันอย่างดีแล้วเพียงใดก็ตาม ก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุเสียหายโดยฉุกเฉินขึ้นได้ตลอดเวลา อาทิ

1. ผลกระทบต่อการผลิตและการซ่อมบำรุงน้อยมากและความเสียหายด้านการซ่อมบำรุงก็มีน้อยด้วย

2. แนวโน้มการเสื่อมสภาพชำรุดแตกต่างกันมากและไม่สามารถตรวจหรือซ่อมได้

3.5.5.3 การซ่อมบำรุงรักษาตามตารางกำหนด (Scheduled Maintenance ; SM)

เป็นการดำเนินการบำรุงโดยใช้ผู้ที่ทำหน้าที่โดยตรงโดยเป็นเจ้าของหน้าที่ในแผนกซ่อมบำรุงนั่นเอง ในการดำเนินการได้มีการเตรียมแผนการไว้ล่วงหน้า โดยได้มีการกำหนดจุดการซ่อมบำรุงและระยะเวลาที่ต้องการซ่อมบำรุง เมื่อถึงเวลาตามแผนกำหนดแล้วทางแผนกก็จะจัดส่งช่างซ่อมบำรุงไปดำเนินการตามแผน เช่น เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น จาระบี หรือตรวจตราในจุดที่มีส่วนประกอบมีอายุใช้งานสั้น ในการดำเนินการนี้ไม่ได้ระบุความสามารถหรือวิธีการบำรุงรักษาดังนั้นช่างซ่อมบำรุงต้องใช้ความสามารถที่ตนเองอยู่ดำเนินการให้บรรลุผลของการบำรุงรักษาให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

3.5.5.4 การบำรุงรักษาตามแผนกำหนด (Planned Maintenance ; PLM)

เป็นการจัดการบำรุงรักษาโดยเจ้าหน้าที่หน่วยซ่อมบำรุงที่มีหน้าที่โดยตรง โดยเพิ่มความละเอียดของแผนงานเพิ่มจากการบำรุงรักษาแบบตามแผนกำหนด กล่าวคือ นอกจากกำหนดจุดที่ต้องบำรุงรักษาแล้วยังต้องระบุวิธีการซ่อมบำรุง และตัวบุคคลที่จะต้องทำการซ่อมบำรุงด้วยเพื่อให้ได้ซึ่งผู้ที่มีความสามารถในด้านนั้นๆ ไปดำเนินการซ่อมบำรุงตามวิธีการที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อจะได้ซึ่งเครื่องจักรที่มีความพร้อมในการทำงานมากที่สุด มีอายุการใช้งานได้ยาวนานตามกำหนดอายุการใช้งานให้นานที่สุด

3.5.5.5 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance ; PM)

เป็นระบบการบำรุงรักษาที่สมบูรณ์กว่าการบำรุงรักษาทุกประเภทที่กล่าวมาแล้ว คือ ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลของการบำรุงรักษารวม ทั้งการรับผิดชอบในด้านการค้นคว้าและวิจัยพัฒนาเพื่อหาทางปรับปรุงระบบการทำงานที่เป็นอยู่ให้ดียิ่งขึ้น

เป็นการบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อป้องกันการหยุดของเครื่องจักร โดยเหตุฉุกเฉิน ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการ ตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ การทำความสะอาด และหล่อลื่นอย่างถูกวิธี การปรับแต่ง ให้เครื่องจักรทำงานที่จุดทำงาน (Operating point) ตามคำแนะนำของกลุ่มมือรวมถึงการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามกำหนดเวลา

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ยังแบ่งออกได้อีก 2 แบบ คือ

1. การบำรุงรักษาตามรายการกำหนด (Programmed Maintenance ; PGM) เป็นการบำรุงรักษาโดยการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่หรืองานการทำความสะอาดที่ปฏิบัติตามช่วงเวลาที่เหมาะสม ซึ่งได้กำหนดไว้แล้วนั้น อาทิ

1. วัฏจักรหรือวงจรที่เหมาะสม คือ วัฏจักรที่กำหนดขึ้นโดยพิจารณาจากผลที่ได้จริงในอดีต ค่าทฤษฎี กฎเกณฑ์ ตลอดจนระดับความสำคัญของเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยเฉพาะหากไม่มีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานแล้ว ก็ปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติ
2. ใช้กับวัฏจักรที่ค่อนข้างสั้นและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยเท่านั้น
3. เป็นแบบที่ทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนประจำ โดยไม่จำเป็นต้องตรวจ

2. การบำรุงรักษาเพื่อสำรวจสภาพชำรุด (Inspection and Repair ; IR)

เป็นการตรวจเพื่อสำรวจสภาพชำรุด งานซ่อมที่ปฏิบัติตามผลการตรวจ และงานที่ยังไม่ได้กำหนดวัฏจักรที่เหมาะสมเช่น

1. เป็นแบบการบำรุงรักษาที่มีข้อได้เปรียบ เมื่อกำหนดระยะเวลาการทำงาน โดยดูจากสภาพชำรุด รอบ ๆ ในสายตาที่มองเห็น
2. เป็นแบบที่กำหนดวัฏจักรที่เหมาะสมไม่ได้ เพราะแนวโน้มการเสื่อมชำรุดไม่แน่นอน
3. เป็นกรณีที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ชนิดเดียวกันมีมากแนวโน้มการเสื่อมสภาพของแต่ละชนิดแตกต่างกันไป แต่ต้องเป็นแบบที่สามารถทราบถึงจำนวนงานได้ในรูปหน่วยรวม
4. เป็นแบบที่กำหนดวัฏจักรที่เหมาะสมไม่ได้ เพราะเป็นเครื่องจักรใหม่และผลการทำงานยังมีน้อย

งานที่ต้องทำในระหว่างการดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การทำงานระหว่างการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน งานที่ทำนั้นสามารถดำเนินการเพื่อให้งานสำเร็จล่วงหน้าได้ อีกทั้งยังทำให้สามารถเห็นสิ่งบกพร่องได้อีกในระหว่างการซ่อมบำรุง ดังนั้นงานที่ต้องทำควรมีการปฏิบัติดังนี้

1. การทำความสะอาดชิ้นส่วนต่าง ๆ ระหว่างการถอดเพื่อเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุด
2. การหล่อลื่นด้วยสารหล่อลื่นที่ถูกต้องตามจุดการหล่อลื่นนั้น ๆ
3. งานตรวจสอบเพื่อการปรับแต่งต้องตรวจด้วยความรอบคอบ ปรับแต่งด้วยค่าพิกัดที่กำหนดในคู่มือด้วยความถูกต้อง อย่าใช้ความรู้สึกรับจากการสัมผัสที่มีอยู่ ซึ่งในบางจุดที่มีการทำงานคล้าย ๆ กัน และอาจมีเงื่อนไขที่แตกต่างกันไปก็เป็นได้ ดังนั้นจึงต้องระวังความผิดพลาดที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายได้
4. งานเปลี่ยนชิ้นส่วนหรือเปลี่ยนอะไหล่ ต้องเปลี่ยนอะไหล่เมื่อถึงกำหนดเวลาตามแผนกำหนดทันทีและต้องเป็นอะไหล่ที่ออกแบบมาให้ใช้กับเครื่องจักรนั้นเท่านั้น อย่าไปเสียค่าเพราะสภาพภายนอกของชิ้นส่วนยังคงดูดีอยู่ แต่ภายในอาจจะสึกหรอไม่สามารถใช้งานได้ดังเดิมก็ได้
5. งานที่ทดสอบหลังการซ่อมบำรุง เมื่อประกอบชิ้นส่วนให้เข้าที่แล้วจำเป็นต้องทดสอบการทำงานเพื่อความพร้อมในการทำงานของเครื่องจักร ก่อนที่จะส่งมอบให้เครื่องจักรนั้นทำงานในสายงานผลิตต่อไป หากไม่ทำการทดสอบก่อนอาจจะทำให้สายการผลิตต้องชะงักงันอีก นับเป็นการสร้างความเสียหายในสายงานการผลิตอย่างมากเลยทีเดียว

ข้อดีของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

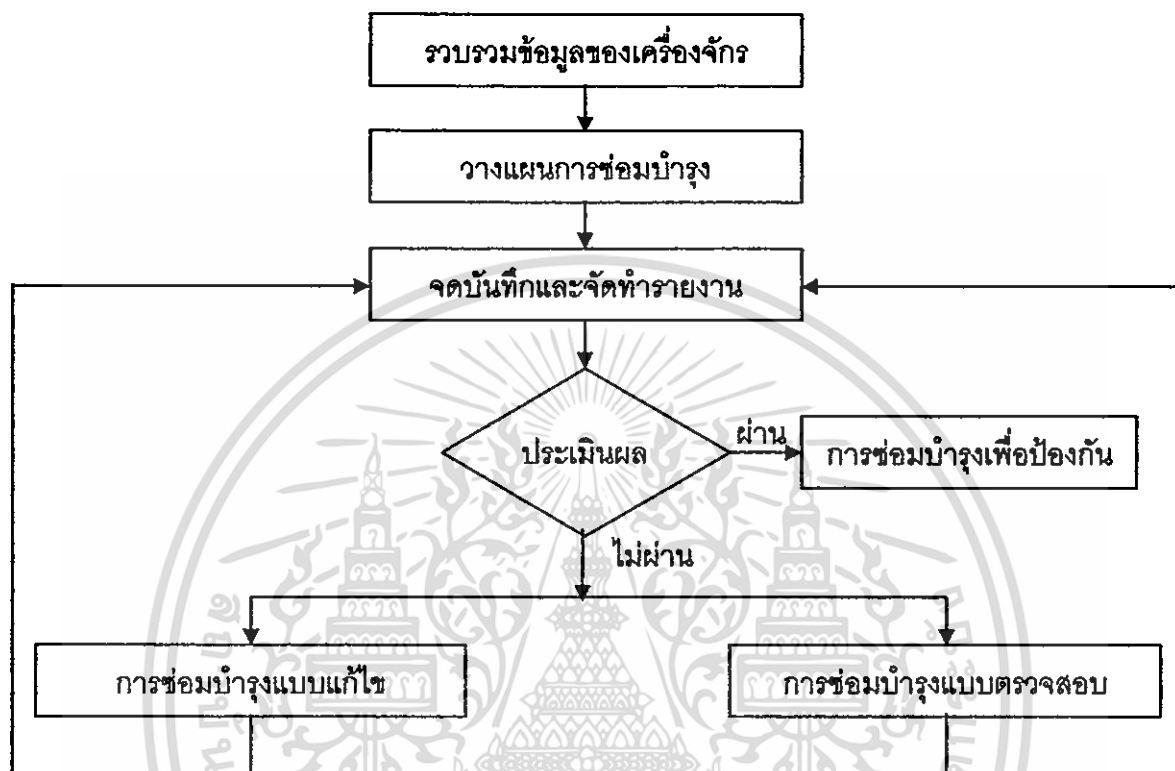
1. สามารถกำหนดงานการซ่อมบำรุงได้ล่วงหน้า ไม่ทำให้เกิดปัญหาการทำงานหนักในช่วงเวลาต่อเนื่องกันนาน ๆ ของแผนซ่อมบำรุงสามารถ เลี่ยงงานให้กระจายระยะเวลาในการซ่อมบำรุงให้เหมาะสมกำลังคนงานในแผนซ่อมบำรุงนั้น ๆ
2. มีแผนงานและสภาพการทำงานที่ดี เครื่องจักรจะมีแผนการหยุดงาน ไม่ทำให้เกิดปัญหาไปกระทบกับฝ่ายผลิตที่ต้องการใช้เครื่องจักรนั้น ๆ
3. มีความมั่นใจในความพร้อมในการทำงานของเครื่องจักร เพราะชิ้นส่วนในเครื่องจักรพร้อมที่จะใช้งานได้ตลอดเวลา ผลผลิตก็จะได้ขนาดเป็นไปตามพิกัด และเสร็จทันตามเวลาที่กำหนดไว้ ผลงานก็จะไม่ล่าช้าลดการเสียเวลาในการหยุดคอยการซ่อมแบบกะทันหัน และสามารถลดอัตราการผลิตในการผลิตลงได้มาก

ข้อเสียของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

1. เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของการขัดข้อง

2. ข้อมูลที่ได้จากการวางแผนมักจะ ไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง ทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดได้

3. การเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามกำหนด ทำให้ไม่ทราบอายุการใช้งานที่แท้จริงของชิ้นส่วนนั้น และเป็นการสิ้นเปลืองในช่วงการเปลี่ยนชิ้นส่วนเร็วกว่าที่เป็นจริง



รูปที่ 3.8 แสดงแผนภูมิการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

3.5.5.6 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง(Corrective Maintenance ; CM)

เป็นการดำเนินการเพื่อการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักร หรือในส่วนของเครื่องจักรเพื่อขจัดเหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ จนเกิดการเรื้อรังของเครื่องจักรให้หมดไปโดยสิ้นเชิง การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้สามารถผลิตได้ด้วยคุณภาพ และปริมาณที่สูงขึ้น สำหรับข้อมูลที่ได้นั้นมักจะเป็นข้อมูลที่ได้หลังการเกิดเหตุขัดข้องแล้วเท่านั้น ผู้ให้บริการในหน้าที่การวิเคราะห์หาสาเหตุตลอดจนการดัดแปลงปรับปรุงที่ต้องเป็นผู้มีความรู้ความชำนาญสูงเท่านั้น

3.5.5.7 การป้องกันการซ่อมบำรุง (Maintenance Prevention ; MP)

เป็นการดำเนินการใดๆก็ตามที่จะให้ได้มาซึ่งเครื่องจักรที่ไม่ต้องการการซ่อมบำรุง หรือหากต้องการการซ่อมบำรุงก็เพียงแต่มีการซ่อมบำรุงน้อยที่สุด ก็สามารถดำเนินได้โดย

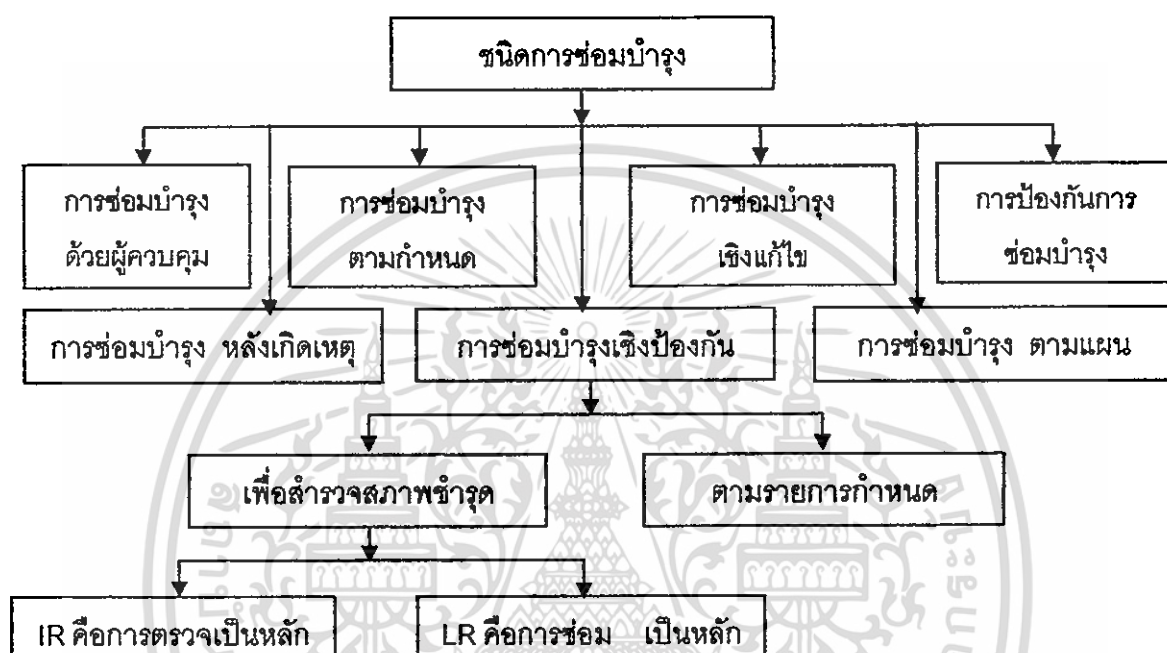
1. ออกแบบเครื่องจักรที่จะใช้ในการผลิตให้มีความแข็งแรงทนทานและซ่อมบำรุงง่ายโดยเฉพาะการออกแบบเครื่องจักรที่ใช้กับงานเฉพาะพิเศษ
2. ใช้เทคนิคและวัสดุที่จะทำให้เครื่องจักรทำงานได้ โดยมีความเชื่อถือได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักรจะได้ไม่ต้องทำงานหนักเกินไป

3. ต้องรู้จักเลือกและซื้อเครื่องจักร ตลอดจนอุปกรณ์ที่ดี มีความทนทาน ใช้ทำงานได้ง่ายซ่อมแซมได้ง่าย และมีราคาที่เหมาะสม

การป้องกันการบำรุงรักษาจะได้ผล ก็ต่อเมื่อมีข้อมูลและประวัติของเครื่องจักรรุ่นแรกโดยละเอียด ซึ่งการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่จะช่วยให้การออกแบบหรือการเลือกซื้อเครื่องจักรใหม่บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของการป้องกันการซ่อมบำรุงได้



รูปที่ 3.9 แสดงแผนภูมิเทคนิคของการซ่อมบำรุง

3.6 การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม(Total Productive Maintenance)

เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า TPM เป็นการบำรุงรักษาที่พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมสามารถดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous maintenance) ที่มุ่งแนวคิดให้พนักงานประจำเครื่องได้ดูแลเครื่องจักรที่ปฏิบัติงานประจำวันด้วยตนเอง จากเดิมมักให้ฝ่ายบำรุงรักษาเป็นผู้ดูแลรักษาเครื่องจักร ซึ่งแนวคิด TPM พนักงานประจำเครื่องสามารถดำเนินกิจกรรมพื้นฐาน อย่างเช่น การทำความสะอาดและการตรวจสอบเบื้องต้นการเดินเครื่องในแต่ละวัน โดยมีฝ่ายบำรุงรักษาเป็นผู้สนับสนุนและให้คำแนะนำ โดยคำว่า Total ใน TPM จึงหมายถึง ความมีส่วนร่วมของพนักงานทุกคน(Total employee involvement) ประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยรวม(Total equipment effectiveness) และระบบการบำรุงรักษาโดยรวม(Total maintenance system) ดังนั้นแนวทางของ TPM จึงคล้ายกับแนวคิดของ TQM ที่มีแนวทางสำคัญ ดังนี้

3.6.1 การปรับปรุงความมีประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดยค้นหาความสูญเสียที่เกิดขึ้น เช่น ความสูญเสียจากการหยุดเครื่อง(Downtime losses) ความสูญเสียทางความเร็ว (Speed losses) ความสูญเสียจากของเสีย(Defect losses) เป็นต้น

3.6.2 เนื่องจากการขัดข้องของเครื่องจักร ที่ถูกมองในรูปของเสียที่เกิดขึ้น ดังนั้น TPM จึงมุ่งการป้องกันการเกิดการขัดข้อง ด้วยการดำเนินกิจกรรมบำรุงรักษาด้วยตนเอง โดยให้บุคลากรปฏิบัติการหรือผู้ใช้เครื่องจักรรับผิดชอบดูแลรักษาเครื่องด้วยตนเอง เพื่อปรับปรุงสมรรถนะการเดินเครื่อง ซึ่งสามารถแบ่งความรับผิดชอบของพนักงานเป็น 3 ระดับ คือ

1. ระดับซ่อมบำรุง (Repair level) ที่พนักงานเพียงแค่แก้ปัญหาที่เกิดขึ้น แต่ไม่สามารถคาดการณ์ (Predict) ปัญหาที่จะเกิดในภายหลังได้ เช่น ถ้าหากพบว่าสกรูของเครื่องจักรหลวมพนักงานซ่อมบำรุงก็เพียงแค่ขันสกรูให้แน่นและส่งให้ฝ่ายผลิตดำเนินการต่อ
2. ระดับการป้องกัน (Preventive level) โดยพนักงานสามารถดำเนินการแก้ไข (Corrective action) และยังสามารถคาดการณ์ โดยมองเห็นเหตุการณ์ล่วงหน้า เช่น ถ้าหากเกิดปัญหาการหลวมของสกรูขึ้น พนักงานบำรุงรักษาสามารถมองรูปแบบ(Pattern) ของปัญหา
3. ระดับการปรับปรุง (Improvement level) พนักงานระดับดังกล่าวไม่เพียงแค่ดำเนินการแก้ไข(Corrective action)และสามารถคาดการณ์ โดยมองเห็นเหตุการณ์ล่วงหน้าเท่านั้น แต่ยังสามารถเสนอแนวทางปรับปรุง เช่น การปรับปรุงการออกแบบเครื่องจักรเพื่อป้องกันปัญหาไม่ให้เกิดขึ้นซ้ำ

3.6.3 การวางแผนบำรุงรักษาโดยวางแผนแนวทางกิจกรรมการบำรุงรักษา อันได้แก่ กิจกรรมระดับ PM ที่ดำเนินการในแต่ละส่วนของเครื่อง มาตรฐานสำหรับการบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition-based maintenance) รวมทั้งความรับผิดชอบของพนักงานปฏิบัติการ(Operating staff) และพนักงานบำรุงรักษา(Maintenance staff)

3.6.4 TPM เป็นการดำเนินการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งกระบวนการฝึกอบรมพนักงานทุกคนที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มทักษะในการปฏิบัติการตามหน้าที่และบทบาทที่รับผิดชอบ โดยมีการดำเนินการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่องเพื่อการบรรลุเป้าหมายในการบำรุงรักษา โดยมีเป้าหมายที่การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention) ที่มีการวิเคราะห์สาเหตุของการขัดข้องและความสามารถในการบำรุงรักษา (Maintenability) โดยมีการปรับปรุงการออกแบบเครื่องจักรรวมทั้งการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด(Foolproof device)และอุปกรณ์การตรวจติดตามสมรรถนะการเดินเครื่อง เพื่อขจัดความสูญเปล่าที่อาจเกิดขึ้น

3.7 การวางแผนการซ่อมบำรุง

การวางแผน (Planning) คือการเตรียมการล่วงหน้า โดยเป็นการคาดหมายเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต แล้ววางแผนทางดำเนินงานอย่างมีเป้าหมาย

ประโยชน์ของการมีแผนงาน

1. ทำให้แก้ไขเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ทันเวลา
2. มีแนวทางดำเนินงานอย่างมีเป้าหมายที่แน่นอน
3. ช่วยแก้ไขปัญหาด่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์
4. มีโอกาสตรวจหาข้อบกพร่องของการดำเนินงาน ให้เป็นไปตามเป้าหมายอย่างใกล้ชิดที่สุด
5. ช่วยให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านวัสดุและแรงงานน้อย

6. ช่วยให้งานที่เกี่ยวข้อง ดำเนินไปด้วยความต่อเนื่องเรียบร้อยดี

ข้อจำกัดของการวางแผน

1. การวางแผนงานต้องการเวลา จึงควรที่จะกำหนดเวลาส่วนหนึ่งสำหรับการวางแผน เพื่อให้ได้มีเวลาเหลือเพียงพอในการดำเนินงาน
2. การกำหนดแผนงาน เป็นการกำหนดขอบเขตของงาน ซึ่งจะทำให้การทำงานยืดหยุ่นได้น้อยลง
3. การวางแผนงานจัดทำขึ้นจากการคาดหมายในอนาคต หากการคาดการณ์ผิดพลาด แผนงานที่กำหนดไว้จะไม่ได้ประโยชน์เท่าที่ควร
4. การวางแผนงานจำเป็นต้องมีผู้รับแผนงานไปดำเนินการ หากไม่มีผู้รับแผนงานไปดำเนินการได้แผนงานนั้นก็ไม่มี ความหมาย

3.7.1 แผนการซ่อมบำรุง (Maintenance Plan)

แผนการซ่อมบำรุง คือ โครงงานหรือแบบแผนหลักของแผนซ่อมบำรุง เพื่อการทำงานในการบำรุงให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด แผนงานซ่อมบำรุง ทั่วไปมักจะประกอบด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้

3.7.1.1 คนงาน ต้องมีรายละเอียดส่วนตัว ประวัติ ความรู้ความชำนาญ ความสามารถพิเศษตลอดจนประสบการณ์และอายุการทำงาน

3.7.1.2 เครื่องจักร ต้องมีรายละเอียดที่ประกอบด้วย

1. แผนผังโรงงาน แสดงบริเวณการติดตั้งเครื่องจักรต่าง ๆ
2. แบบภาพประกอบในการติดตั้งและแบบแสดงรายละเอียดชิ้นส่วนและกลไกการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ

3. รายการชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง พร้อมรายการกำหนดคุณสมบัติและขนาดรูปร่างของชิ้นส่วนที่จำเป็น

4. รายงานบันทึกประวัติการใช้งาน และการบำรุงรักษาที่ผ่านมาของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง อาจกำหนดรายชื่อตัวแทนหรือแหล่งจำหน่ายชิ้นส่วนอะไหล่ที่จำเป็นด้วย

3.7.1.3 รายการซ่อมบำรุง จะต้องประกอบด้วยรายละเอียดที่มีการแสดงจุดหรือตำแหน่งต่างๆ ที่ควรต้องซ่อมบำรุง และมีแบบแสดงรายละเอียดวิธีการถอดประกอบชิ้นส่วน ณ จุดที่ต้องการซ่อมบำรุงพร้อมข้อห้ามหรือคำตั้งพิเศษเฉพาะจุดเอาไว้ด้วย

3.7.1.4 แบบผังโรงงาน แสดงระบบการวางสายไฟฟ้า ท่อน้ำ ท่อประปา ท่อลม ท่อแก๊สหรือระบบการขนถ่ายวัสดุต่างๆทั้งหมดในโรงงานนั้น และควรมีรายละเอียดแสดงจุดที่ตั้งของเครื่องช่วยผ่อนแรง ช่องทางออก ความกว้างระหว่างทางเดิน ทางคมนาคม

3.7.1.5 ตารางกำหนดการซ่อมบำรุง ประกอบด้วยตารางแสดงกำหนดเวลาในการซ่อมบำรุง เช่น การหยอดหรือเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จารบี และตารางแสดงรายการบำรุงรักษาประจำปี หรือตามกำหนดการซ่อมบำรุงตามอายุที่กำหนด

3.7.2 การจัดวงจรรอบซ่อมบำรุง (Maintenance Cycle ; MC)

วงจรรอบซ่อมบำรุง (Maintenance Cycle) คือ การกำหนดรอบดำเนินการซ่อมบำรุงตามขนาดของการบำรุงรักษาต่างๆ อย่างครบถ้วนตลอดช่วงเวลาหนึ่งๆ ของแผนงานบำรุงรักษาของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และถือเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานซ่อมบำรุงแบบป้องกันในการกำหนดวงจรรอบซ่อมรักษาจะช่วยให้การบริหารแรงงานคน ค่าใช้จ่าย และวัสดุอุปกรณ์การใช้งานต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดกล่าวคือ เป็นการให้ทรัพยากรทุกอย่างอย่างทั่วถึงในระดับที่เหมาะสมองค์ประกอบของวงจรรอบซ่อมบำรุงรักษา ได้แก่ ขนาดของการดำเนินการซ่อมบำรุงและช่วงเวลาห่างกันแต่ละการดำเนินการซ่อมบำรุง ซึ่งสามารถแบ่งขนาดออกได้ เป็น 3 ระดับ คือ

1. การซ่อมแซมย่อย (Small Repair)

การซ่อมแซมย่อย เป็นการซ่อมแซมแบบกำหนดการบำรุงรักษาระยะสั้น เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น การเปลี่ยนถ่ายหรืออัดจารบี การเปลี่ยนสกรูจับยึดหรืออุปกรณ์สิ้นเปลืองบางตัว เช่น ใต้กรงต่างๆ การปรับแต่งการทำความสะอาดตลอดจนการตรวจดูการทำงานให้เป็นไปตามปกติ

2. การซ่อมแซมขนาดกลาง (Medium Repair)

การซ่อมแซมขนาดกลาง เป็นการซ่อมแซมแบบกำหนดการซ่อมบำรุงในระยะที่ยาวกว่าแบบการซ่อมแซมย่อย การซ่อมบำรุงขนาดกลางนี้เป็นการซ่อมแบบเปลี่ยนชิ้นส่วนที่หมดอายุตามการกำหนดอายุการใช้งานของการวางแผนที่กำหนดไว้ ไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นยังคงใช้งานได้อีกหรือไม่ก็ตาม การปรับแต่งระยะพิสัยที่กำหนดของชิ้นส่วนประกอบของเครื่องมือ

อุปกรณ์ต่างๆ

3. การซ่อมแซมขนาดใหญ่ (Large Repair)

การซ่อมแซมขนาดใหญ่ เป็นการซ่อมบำรุงแบบซ่อม ปรับและเปลี่ยนชิ้นส่วนหลักของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เช่น เปลี่ยนบูช หรือทუნมอเตอร์ขับ ทำการปรับแต่งศูนย์และระดับการวางเครื่องจักรทุกจุดที่กำหนด ทำความสะอาดและแต่งสี เป็นต้น

3.8 การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

เครื่องจักรที่ดี คือ เครื่องจักรที่ใช้งานได้ตลอดเวลา ใช้งานได้เต็มกำลังและไม่ผลิตของเสีย โดยสามารถสังเกตได้จากอัตราการเดินเครื่อง (Availability) ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) และอัตราคุณภาพ (Quality Rate) ตามลำดับ

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) คือ การนำเอาอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพมาพิจารณาร่วมกัน เนื่องจากทั้ง 3 ปัจจัยเป็นสัมประสิทธิ์ซึ่งกันและกันในการส่งผลต่อประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

การสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรเป็นสิ่งที่ทำให้อัตราการเดินเครื่องต่ำ ประสิทธิภาพการเดินเครื่องต่ำ และอัตราคุณภาพต่ำ นั่นก็คือ ทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต่ำ ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ก็คือการลดการขัดข้องของเครื่องจักร (Loss) นั้นเอง

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness) หรือที่เรียกว่า OEE ที่เป็นดัชนีวัดผลโดยรวมส่วนหนึ่งของกิจกรรมบำรุงรักษาวิสาหกิจ (Total Productive Maintenance) หรือ TPM ที่ถูกพัฒนาโดย JIPM (Japan Institute for Plant Maintenance) และกำหนดการวัดผลที่ระดับ 85% ในการผลิตระดับ "World class" วิธีการวัดผลดังกล่าวจะเป็นการวิเคราะห์ที่ทำให้เห็นภาพรวมของปัญหาจริงที่เกิดขึ้น และช่วยในการชี้บ่งถึงปัญหาคอขวด (Bottleneck) ที่เกิดขึ้นและเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตทั้งในระยะสั้นและระยะยาว รวมทั้งเป็นการวัดประสิทธิผลของกิจกรรม TPM ที่มุ่งเน้นการลดของเสียเป็นศูนย์ (Zero defect) การลดการหยุดของเครื่องเป็นศูนย์ (Zero breakdown) และลดเวลาในการปรับตั้งเครื่อง รวมทั้งสามารถรักษาความได้เปรียบในการแข่งขัน (Competitive advantage)

3.8.1 ดัชนีการบำรุงรักษา (Maintenance Indices)

ดัชนีที่สำคัญสำหรับการประเมินถึงประสิทธิผล และประสิทธิภาพของระบบบำรุงรักษา และใช้ในการจัดเตรียมรายงานผลในเชิงปริมาณ (Quantitative report) ของแต่ละหน่วยงาน ซึ่งดัชนีดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.8.1.1 ตัวชี้วัดเชิงเศรษฐกิจ (Economic indicators) ใช้วัดผลทางค่าใช้จ่ายที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตามผลการดำเนินงานภายในและใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างโรงงาน

3.8.1.2 ตัวชี้วัดทางเทคนิค(Technical indicators) ใช้สำหรับในการติดตามความคืบหน้าของการปฏิบัติการในงานบำรุงรักษา

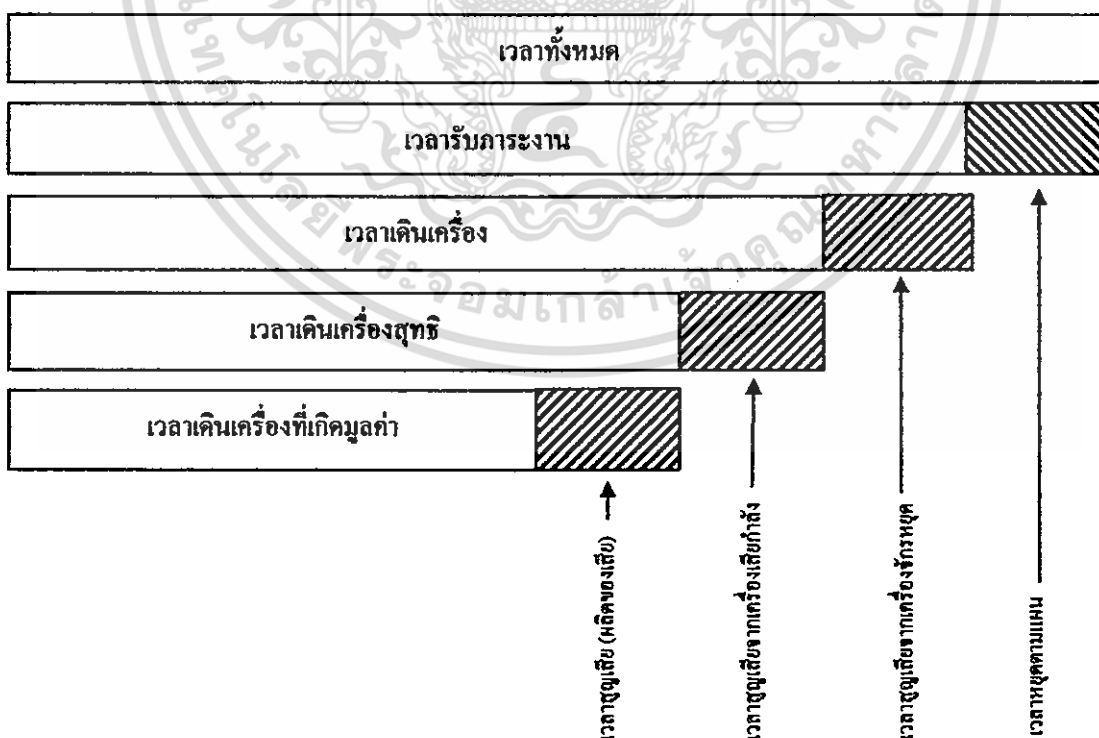
1. ค่าเฉลี่ยการทำงานของเครื่องจักรก่อนเกิดความเสียหาย (Mean time between failures) หรือ MTBF เป็นการวัดถึงความถี่ของความเสียหาย (Failure) ซึ่งจะสามารถแสดงในรูปความสัมพันธ์ ดังนี้

$$MTBF = \frac{\text{เวลาในการเดินเครื่องทั้งหมด(Total Running Time)}}{\text{จำนวนครั้งความเสียหาย(Number of Failures)}} \quad (3.12)$$

2. เวลาเฉลี่ยในการซ่อม(Mean time to repair) หรือ MTTR ที่แสดงช่วงระยะเวลาในการหยุดเพื่อซ่อมเครื่อง(Repair) ซึ่งค่าดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กับ ค่าความพร้อม(Availability) ดังนี้

$$A = \frac{MTBF}{MTTR + MTBF} \quad (3.13)$$

$$\text{และ } MTTR = \frac{\text{เวลารวมในการหยุดเครื่องเพื่อซ่อมแซม}}{\text{จำนวนของการหยุดเครื่อง}} \quad (3.14)$$



รูปที่ 3.10 แสดงแผนภาพสัดส่วนเวลาปฏิบัติงานเทียบกับความสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อัตราการเดินเครื่อง (Availability) เป็นการวัดในรูปสัดส่วนของระยะเวลาที่เครื่องจักรสามารถเดินเครื่องหรือเวลาการเดินเครื่องจริง (Actual Running Time) เทียบกับ เวลา รับภาระ (Loading Time) หรือ เวลาตามแผนการเดินเครื่อง (Planned Running Time) ที่มักแสดง เป็นสัดส่วนของเปอร์เซ็นต์ ถ้าหากค่าที่วัดได้มีสัดส่วนสูง แสดง ถึงความมีประสิทธิภาพสูง

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง (Availability)} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลารับภาระงาน (Loading Time)}} \times 100 \% \quad (3.15)$$

$$\text{เวลารับภาระงาน} = \text{เวลาทั้งหมด} - \text{เวลาตามแผนการหยุดของเครื่อง} \quad (3.16)$$

$$\text{เวลาเดินเครื่อง} = \text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด} \quad (3.17)$$

4. ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) จะเห็นได้ว่าเวลาเดินเครื่องจะไม่เท่ากับเวลารับภาระงาน หากเกิดความสูญเสียที่ทำให้เครื่องหยุดทำงานแต่ความสูญเสีย ที่มีโอกาสดังนั้นยังไม่หมดเพียงเท่านั้น ยังมีความสูญเสียที่ทำให้เครื่องเสียกำลังซึ่งทำให้เวลาเดินเครื่องที่มีอยู่น้อยอยู่แล้วเหลือน้อยลงไปอีก เรียกว่าเวลาเดินเครื่องสุทธิ

$$\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ} = \text{เวลาเดินเครื่อง} - \text{เวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง} \quad (3.18)$$

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time)}}{\text{เวลาเดินเครื่อง (Operating Time)}} \quad (3.19)$$

ประสิทธิภาพการเดินเครื่องบางครั้งไม่สามารถคำนวณได้โดยตรง เนื่องจากมีความสูญเสียที่ไม่สามารถจับเวลาได้ แต่ทำให้เครื่องเสียกำลัง เช่น ไฟตก เครื่องเดินไม่เรียบ เครื่องสะดุด หรือหยุดเล็กน้อย เป็นต้น เวลามมาตรฐานในการทำงานต่อชิ้นช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เพราะถ้าเรามีเวลามาตรฐาน เราก็จะทราบว่าตามเวลาเดินเครื่องเราควรผลิตงานได้กี่ชิ้น และในความเป็นจริงเราผลิตงานได้กี่ชิ้น

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้จริง}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ควรผลิตได้ตามเวลามาตรฐาน}} \quad (3.20)$$

5. อัตราคุณภาพ (Quality Rate) สัดส่วนทางคุณภาพ (Quality rate) หรือที่มักเรียกว่าค่า Yield เป็นการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการและเครื่องจักร ในการผลิตชิ้นงาน ซึ่งวัดในรูปของสัดส่วนของดีที่ผลิตได้ (Good output) เทียบกับจำนวนผลิตผลทั้งหมด (Processed amount)

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด} - \text{จำนวนชิ้นงานที่เสียและที่ซ่อม}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด}} \quad (3.21)$$

อัตราคุณภาพบางครั้งก็ไม่สามารถหาได้โดยสมการดังกล่าว เนื่องจากจะไม่สามารถนับจำนวนชิ้นงานได้ แต่สามารถใช้วิธีพิจารณาจากเวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย

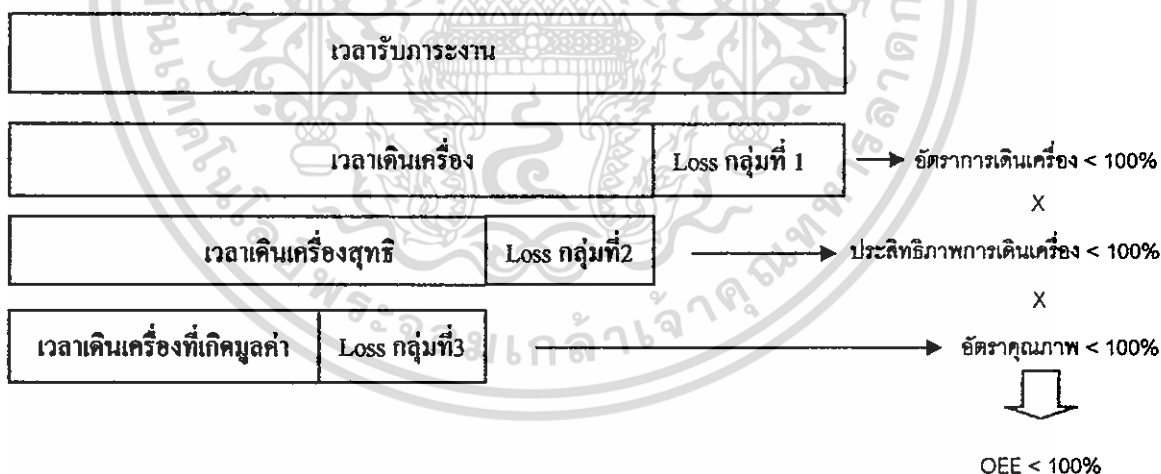
$$\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดขึ้น} = \text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ} - \text{เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย} \quad (3.22)$$

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดขึ้น}}{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}} \quad (3.23)$$

3.8.2 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร เป็นตัวเลขที่ใช้บ่งบอกสมรรถนะของโรงงานที่ใช้เครื่องจักรเป็นหลักในกระบวนการผลิต นอกจากนั้นยังใช้เป็นตัวเลขในการวัดความสำเร็จของโรงงานที่ดำเนินกิจกรรม TPM หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การดำเนินกิจกรรม TPM ก็เพื่อเพิ่มค่า OEE ซึ่งที่ได้จากความสัมพันธ์ของ ตัวแปร ดังนี้ คือ

$$\text{ประสิทธิภาพโดยรวม} = \text{อัตราการเดินเครื่อง} \times \text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} \times \text{อัตราคุณภาพ} \quad (3.24)$$



รูปที่ 3.11 แสดงเวลาในส่วนต่างๆที่ทำให้ OEE น้อยกว่า 100%

จากรูปจะเห็นได้ว่ามี Loss 3 กลุ่มเกิดขึ้น โดย Loss กลุ่มที่ 1 ทำให้เวลาเดินเครื่องเหลือน้อยลง Loss กลุ่มที่ 2 ทำให้เวลาเดินเครื่องสุทธิเหลือน้อยลง และ Loss กลุ่มที่ 3 ทำให้เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดขึ้นเหลือน้อยลง ซึ่งการลดลงทั้งหมดเป็นสาเหตุให้ OEE มีค่าไม่ถึง 100% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า OEE ต่ำเพราะ Loss

หากต้องการให้มีความสามารถการผลิตอยู่ในระดับ World class ค่า OEE ควรไม่ต่ำกว่า 85% ที่เป็นผลลัพธ์ขององค์ประกอบ ของ ความพร้อมใช้งาน สมรรถนะ และคุณภาพ ถ้าหากค่าทั้งสาม มีค่า 90% ดังนั้นค่า OEE จะมีค่า 72.9% ซึ่งต่างจากเป้าหมายที่ 85% เพื่อบรรลุเป้าหมายระดับ World class จึงควรมีสัดส่วนแต่ละองค์ประกอบ ดังตารางที่ 3.4 สรุปดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงสัดส่วนองค์ประกอบของ OEE

องค์ประกอบของ OEE	ระดับ World class
ความพร้อมใช้งาน(Availability)	90.0%
สมรรถนะ(Performance)	95.0%
คุณภาพ(Quality)	99.9%
ผลรวม OEE	85.0%

แต่อย่างไรก็ตามในแต่ละอุตสาหกรรม ก็มีลักษณะที่แตกต่างกัน อย่างอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนและมีความจำเป็นที่ต้องดำเนินโครงการ Six Big Losses ก็จะไม่เป็นการยากนักที่จะได้สัดส่วนคุณภาพที่ 99.9% ส่วนในอุตสาหกรรมทั่วไป ค่าOEE อยู่ในช่วง 50-60% แต่ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและย่อม (SME) อาจมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าในอุตสาหกรรมทั่วไปซึ่งอาจอยู่ที่ระดับ 40% หรือบางแห่งอาจจะต่ำกว่า ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญอย่างยิ่ง

3.8.3 ความสูญเสียหลักทั้ง 6 (Six Big Losses)

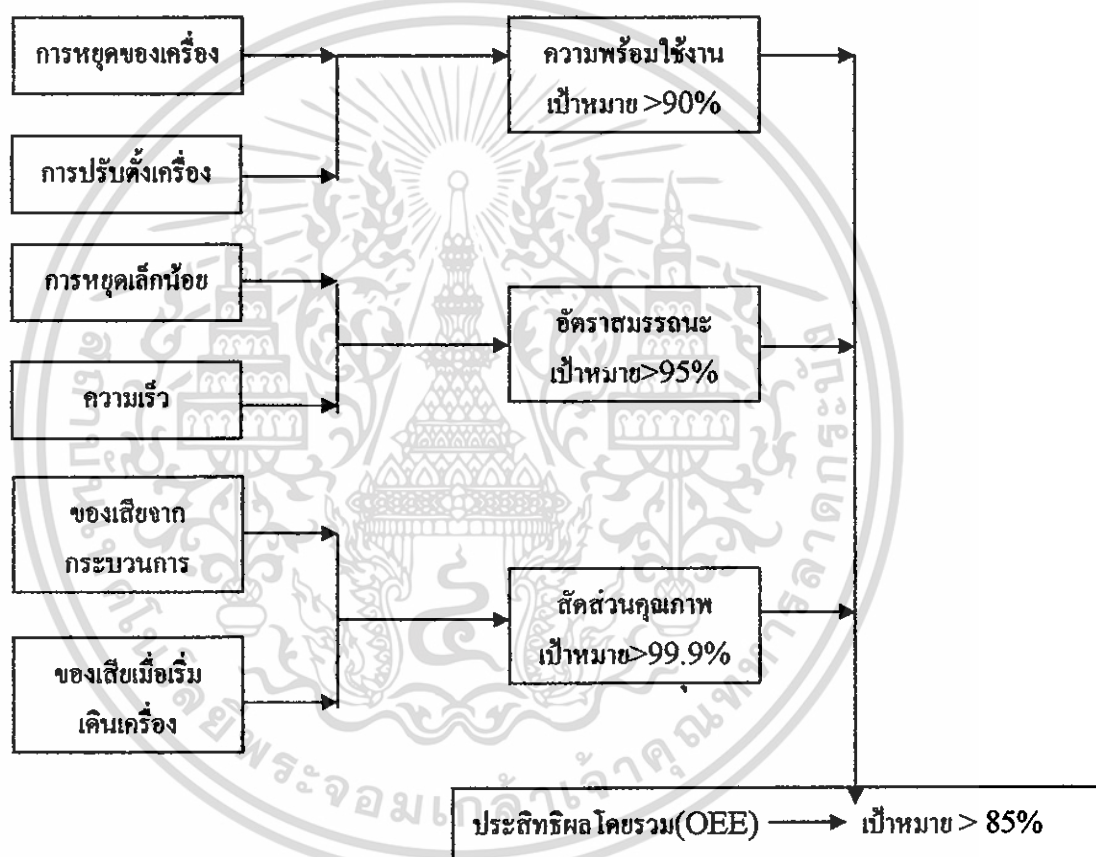
เป้าหมายหลักหนึ่งของการดำเนินการวัดผลประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักร(OEE) ก็เพื่อขจัดความสูญเสียหลักทั้ง 6 ประการที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของสายการผลิตซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงความสูญเสียหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต

ความสูญเสียทั้งหลัก 6	ประเภทความสูญเสีย	คำอธิบาย
ความเสียหายเครื่องจักร (Breakdown)	การหยุดเครื่อง (Down time loss)	ต้องทำการหยุดเครื่องเพื่อซ่อมแซม
การปรับตั้งเครื่อง(Setup)	การหยุดเครื่อง (Down time loss)	การเปลี่ยนเครื่องมือ(Changeover) เช่น แม่พิมพ์
การหยุดเล็กน้อย (Minor stoppage)	ความสูญเสียเนื่องจากความเร็ว (Speed loss)	การหยุดเครื่องในเวลาไม่เกิน 5 นาที ที่ไม่ต้องใช้บุคลากรทางฝ่ายซ่อมบำรุงในการแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูญเสียทั้งหลัก 6	ประเภทความสูญเสีย	คำอธิบาย
ความเร็วไม่ได้ตามที่กำหนด (Reduced speed)	ความสูญเสียเนื่องจากความเร็ว (Speed loss)	อาจเกิดจากการบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสม(Improper maintenance)
ของเสียเกิดจากการเริ่มต้น เดินเครื่อง(Startup defects)	ความสูญเสียทางคุณภาพ (Quality loss)	มักเกิดของเสีย เมื่อทำการ Warm-up Startup เพื่อเริ่มการผลิตช่วงต้น
ของเสียจากกระบวนการผลิต (Production defects)	ความสูญเสียทางคุณภาพ (Quality loss)	ของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงที่มีการผลิต ที่สภาวะอยู่ตัว(Steady-state)



รูปที่ 3.12 แสดงการวัดประสิทธิภาพโดยรวม(OEE)กับความสูญเสีย

3.9 การบริหารอะไหล่คงคลัง

ปัจจุบันปัญหาการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร ได้ส่งผลกระทบต่อผลิตภาพโดยรวมขององค์กร จึงมีการจัดซื้ออะไหล่และชิ้นส่วน เพื่อเก็บสำรองเป็นอะไหล่และใช้ในการเปลี่ยนเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้องหรือเสื่อมสภาพแต่การดำเนินการดังกล่าวได้ก่อให้เกิดภาระค่าใช้จ่ายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดซื้อและเกิดการเสื่อมสภาพ หากชิ้นส่วนดังกล่าวไม่ได้ถูกใช้งาน และเกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ (Carrying cost) หรืออาจเกิดการขาดสต็อก (Stock out) หากไม่ได้มีการจัดเตรียมอะไหล่สำรองและจะส่งผลกระทบต่อการผลิต ดังนั้นการบริหารอะไหล่สำรอง(Spare part management) จึงเป็นประเด็นสำคัญ โดยเฉพาะการจัดทำแผนของฝ่ายการจัดซื้อและฝ่ายบำรุงรักษาเพื่อบริหารสต็อกชิ้นส่วนสำรองอย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งการจัดทำแผนการลดต้นทุน(Cost reduction plan) ซึ่งปัญหาในการบริหารคลังอะไหล่ ที่หลายองค์กรเผชิญ โดยทั่วไปมีดังนี้

1. ความต้องการของชิ้นส่วนสำรองมีความไม่แน่นอนทั้งในปริมาณและเวลา
 2. เกิดความไม่คุ้มค่า (Uneconomical) กับการสั่งซื้อในปริมาณน้อยในระดับที่เพียงพอ กับความต้องการ
 3. เมื่อผู้ผลิตชิ้นส่วนทำการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการจัดหาอะไหล่ที่เคยจัดซื้อสำหรับการเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักร
 4. ค่าใช้จ่ายของการเสื่อมสภาพอะไหล่มีแนวโน้มที่สูงขึ้น
 5. ประเภทของอะไหล่มีความหลากหลายมาก ทำให้มีความยุ่งยากต่อการจัดหาและการควบคุมสต็อก
 6. เนื่องจากความหลากหลายของประเภทของอะไหล่ จึงมีความลำบากในการตรวจสอบ
 7. ปัญหาในการตัดสินใจเพื่อกำหนดระดับของอะไหล่
 8. ระยะเวลาของการจัดหาและจัดซื้อของอะไหล่ มีความผันแปรไม่แน่นอนขึ้นกับความพร้อมของแหล่งจัดซื้อ ซึ่งบางครั้งอาจใช้เวลาถึงหลายเดือนในการจัดหา โดยเฉพาะอะไหล่พิเศษที่ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ
 9. เมื่อเครื่องจักรถูกจัดซื้อจากต่างประเทศที่มีข้อกำหนด(Specification) และมาตรฐานในแต่ละประเทศที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้มีการสำรองอะไหล่ในปริมาณมาก
- จากปัญหาที่แสดงข้างต้น สามารถลดปัญหา ดังกล่าว ด้วยแนวทางและองค์ประกอบของการบริหารคลังอะไหล่สำรอง ดังนี้

3.9.1 การจัดซื้อเครื่องจักร

ในการจัดซื้อเครื่องจักรจากผู้ผลิตที่เสนอขายเครื่องจักรจะต้องให้ข้อมูลในการสนับสนุนเพื่อเป็นแนวทางต่อผู้ซื้อในการจัดเตรียมอะไหล่สำรอง เช่น รายการของอะไหล่และปริมาณที่มาพร้อมกับเครื่องจักร เป็นต้น โดยผู้ผลิตจะต้องให้การรับประกันในการจัดหาอะไหล่อย่างพอเพียงภายในระยะเวลาหนึ่ง เพื่อไม่ให้ผู้ซื้อมีความรู้สึกลำบากในการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมเครื่องจักร รวมทั้งการให้ข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคต่างๆ เช่น คู่มือการบำรุงรักษา คู่มือการปฏิบัติการ รายละเอียดของชิ้นส่วนและอะไหล่สำรอง เป็นต้น เมื่อทำการส่งมอบเครื่องจักร

3.9.2 การจัดทำรหัสของอะไหล่

เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่ก่อให้เกิดความเวียนหัวให้กับผู้ควบคุมคลังอะไหล่ ที่สืบเนื่องมาจากประเภทและปริมาณอันมหาศาลของอะไหล่ที่ถูกจัดเก็บในสต็อก ดังนั้นสิ่งหนึ่งที่สำคัญในการบริหารคลังอะไหล่ก็คือการตั้งรหัสอะไหล่ที่จะช่วยอำนวยความสะดวกต่อการจัดเก็บ และลดเวลาในการค้นหาที่จะส่งผลให้เกิดผลผลิตภาพในการทำงาน โดยที่การตั้งรหัสอะไหล่อย่างมีหลักการจะช่วยหลีกเลี่ยงปัญหาในการสื่อสารระหว่างช่างเทคนิคฝ่ายซ่อมบำรุงกับเจ้าหน้าที่สโตร์ รวมทั้งลดความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล ซึ่งโดยทั่วไปสามารถจัดแบ่งอะไหล่เป็น 2 ประเภท หลัก ดังนี้

1. อะไหล่เฉพาะ ที่เป็นอะไหล่พิเศษที่ถูกจัดทำขึ้นสำหรับใช้กับเครื่องจักรที่มีข้อกำหนดเฉพาะและไม่สามารถนำไปใช้กับเครื่องที่มีข้อกำหนดตามมาตรฐานอื่นได้
2. อะไหล่มาตรฐาน เป็นอะไหล่ทั่วไปที่สามารถใช้ได้กับเครื่องจักรทั่วไปและสามารถ

จัดหาได้จากตัวแทนจำหน่ายทั่วไป ซึ่งอะไหล่ดังกล่าวนี้ ได้แก่ สายพาน ลูกปืน เป็นต้น

ถึงแม้ว่าอะไหล่ที่ถูกจัดซื้อชนิดหนึ่ง ๆ ที่มีชื่อเรียกเหมือนกันและสามารถสับเปลี่ยนกันได้ แต่อาจมี Part number ที่ต่างกันจะมีรหัสเป็นของตัวเอง และอาจใช้กับเครื่องจักรอื่นได้ แต่ต้องมีรหัสชื่อเรียกที่เหมือนกัน เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้อื่นได้ ดังนั้นอะไหล่ อย่าง ลูกปืน สายพาน สามารถตั้งรหัสทั่วไป(Common code) เพื่อวัตถุประสงค์การใช้งานเป็นสำคัญ ซึ่งรหัสที่ตั้งขึ้นสำหรับอะไหล่อาจจะแทนด้วยตัวเลข อักษร หรืออาจเป็นแบบผสม โดยการตั้งรหัสตัวเลขอาจเป็นเลข ตั้งแต่ 7-12 ตัว ที่ตัวเลขดังกล่าวอาจแตกเป็นกลุ่มและในแต่ละกลุ่มจะเป็นตัวเลขระบุการจำแนกชนิดของอะไหล่ เช่น ลูกกลิ้ง สายพาน เฟือง เป็นต้น

3.9.3 การจัดทำมาตรฐาน

ในการจัดทำมาตรฐานจะช่วยลดจำนวนรายการที่จะต้องทำการจัดซื้อ และสนับสนุนในการจัดการระดับอะไหล่ให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม ระดับที่นำไปสู่การลดต้นทุนรวมทั้งความสามารถในการสับเปลี่ยนชิ้นส่วน ดังนั้นในการซื้อเครื่องจักรใหม่ควรมีการตั้งเกณฑ์หรือมาตรฐานไว้ภายใน ที่เป็นปัจจัยในการนำไปสู่การลดระดับการลงทุนในชิ้นส่วนอะไหล่ เช่น ถ้าหากทำการสั่งซื้อเครื่องจักร จำนวน 12 เครื่องจากผู้ผลิต 12 ราย ผู้สั่งซื้อจะต้องดำเนินการจัดเก็บอะไหล่ถึง 12 ชุด เพื่อใช้สำหรับการซ่อมบำรุง แต่ถ้าหากทำการสั่งซื้อเครื่องจักรทั้งหมดจากผู้ผลิตรายเดียว ทางผู้ซื้อก็อาจสำรองอะไหล่เพียง 2-3 ชุด ซึ่งหมายถึงการลดระดับของคลังอะไหล่และต้นทุนในการจัดเก็บลง

3.9.4 ความเชื่อมั่นของอะไหล่

ความเชื่อมั่น(Reliability)คือความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์สามารถทำงานหรือเดินเครื่องได้ภายใต้สภาวะการทำงานที่เหมาะสมสำหรับช่วงระยะเวลาที่กำหนด โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั่วไปชิ้นส่วนเครื่องจักรหรืออะไหล่จะถูกออกแบบให้มีสมรรถนะและมาตรฐานตามข้อกำหนดของการใช้งาน ซึ่งการกำหนดความเชื่อมั่นจะดำเนินการในช่วงกระบวนการออกแบบตั้งแต่การออกแบบเบื้องต้นจนถึงช่วงการพัฒนาต้นแบบ รวมทั้งการทดสอบต้นแบบและการทบทวนการออกแบบ ดังนั้นความเชื่อมั่นของชิ้นส่วนอะไหล่สามารถทำงานได้ในเวลาที่กำหนด ที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์ความชำรุดของชิ้นส่วนอะไหล่ (Part's failure) และเป็นข้อมูลสำคัญต่อการวางแผนบำรุงรักษา ดังนั้นการตรวจติดตามและการจัดเก็บข้อมูลจึงเป็นหัวใจหลักที่สำคัญในการคาดการณ์โอกาสของการชำรุด แต่บางครั้งความชำรุดหรือขัดข้องอาจเกิดจากสาเหตุ ดังนี้

1. เกิดจากการสึกหรอและการกัดกร่อน (Corrosion) จากสภาพแวดล้อมการใช้งาน ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนอย่างช้า ๆ
2. จากสาเหตุของความชำรุดอย่างฉับพลัน (Sudden failure) ของชิ้นส่วนที่อาจมีสาเหตุจากปฏิบัติการหรืออาจมีบางชิ้นส่วนข้างเคียงเกิดความชำรุดในภายหลัง ซึ่งไม่อาจคาดการณ์ได้
3. อาจเกิดจากอุบัติเหตุ ที่มีต้นเหตุความสูญเสียจากมนุษย์

ประเภทของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบเพื่อใช้งานในแต่ละวัตถุประสงค์มักจะมี ความแตกต่างอย่างมากทั้งขนาดและรูปแบบการใช้งาน ทำให้ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ในช่วงการออกแบบควรพิจารณาความสำคัญของแต่ละชิ้นส่วนของอุปกรณ์แต่ละประเภท เพื่อลดความซับซ้อนขององค์ประกอบเครื่องจักรที่ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของระบบ ซึ่งในการตรวจสอบและวิเคราะห์ความเสียหายในรูปแบบต่างๆ จะต้องมีการดำเนินการเก็บข้อมูลต่าง ๆ เช่น ความถี่ของการบำรุงรักษา ความถี่ของความขัดข้อง รวมทั้งเงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการบำรุงรักษา เช่น ฝุ่น อุณหภูมิ ความชื้น กรด ความสั่นสะเทือน เป็นต้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการเร่งการเสื่อมสภาพต่อเครื่องจักรและส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นในการบำรุงรักษา ดังนั้นจึงควรมีการหลีกเลี่ยงการใช้งานในสภาพที่มีผลกระทบต่อชิ้นส่วนเครื่องจักร ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ก็อาจทำการป้องกันการเสื่อมสภาพ เช่น การเคลือบผิว(Coating) เพื่อป้องกันการกัดกร่อน หรืออาจทำการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดแรงจากการสั่นสะเทือนและความเสียดสีระหว่างอุปกรณ์ ที่มีผลต่อการลดสมรรถนะในการเดินเครื่อง ดังนั้นความเชื่อมั่นจึงเป็นการวัดการรักษาสภาพอุปกรณ์ ให้สามารถปฏิบัติการในระดับที่เหมาะสม

3.9.5 การตรวจสอบอะไหล่

การตรวจสอบอะไหล่ หมายถึง การตรวจสอบชิ้นส่วนตามคุณลักษณะที่กำหนด ณ เวลาที่ยอมรับ เช่น ทดสอบค่าความเชื่อมั่น คุณสมบัติของโลหะ การวัดค่าทางมิติ (Dimensions) เป็นต้น ถึงแม้ว่าทางผู้ผลิตได้ดำเนินการทดสอบก่อนที่จะทำการส่งให้กับผู้ใช้ ดังนั้นจึงมีการทดสอบชิ้นส่วนขึ้นทั้งสองฝ่าย เพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและมีผลต่อความเชื่อมั่นในการใช้งาน โดยทางผู้ผลิตจะทำการทดสอบในช่วงของการผลิต และดำเนินการออกไป

รับประกันการทดสอบเมื่อทำการส่งมอบสินค้าให้กับผู้ใช้ ซึ่งการตรวจสอบโดยทั่วไปอาจดำเนินการโดยใช้การทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non-destructive testing) ที่มีการใช้อุปกรณ์ในการทดสอบ ดังนี้

1. เครื่องทดสอบความแข็ง (Hardness tester) สำหรับการทดสอบความแข็งของวัสดุ
ดั่งเช่น ในกรณีของ เหล็ก หรือ มีดตัด เป็นต้น
2. เครื่องทดสอบประกายไฟ(Electric spark tester) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วน
3. เรดิโอกราฟี (Radiography) ที่ใช้สำหรับการตรวจจับการไหลในการหล่อหรือการเชื่อม
4. เครื่องทดสอบลูกปืน(Bearing tester) สำหรับการทดสอบลูกปืนประเภทต่าง ๆ

3.9.6 การวางแผนอะไหล่

วัตถุประสงค์ของการวางแผนอะไหล่ ก็เพื่อผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด (Optimum result) เช่น ความพร้อมในการตอบสนองการใช้งานสูงสุดด้วยค่าใช้จ่ายรวมที่น้อยที่สุด ดังนั้นการวางแผนการใช้อะไหล่และการจัดซื้อจะต้องถูกดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เพื่อลดผลกระทบต่อคลังวัสดุและการตอบสนองการให้บริการ ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องสามารถจำแนกได้เป็น

3.9.6.1 อัตราการใช้และอายุของเครื่องจักร ที่อาจนิยามอัตราการใช้ด้วยความต้องการใช้อะไหล่เมื่อเกิดการขัดข้องหรือชำรุดของเครื่องจักรในช่วงเวลาที่กำหนด โดยที่อัตราการใช้จะมีความผันแปรเล็กน้อยสำหรับอะไหล่ที่มีอัตราการเบิกใช้บ่อยส่วนอะไหล่ที่นานครั้งจะมีการใช้มักจะมีความผันผวนสูงที่เป็นปัญหาต่อการวางแผนการจัดซื้อ ซึ่งโดยปกติอัตราการใช้จะสูงขึ้นกับปัจจัยของอายุการใช้งานของเครื่องจักร ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต่อการพิจารณาสถานะของการใช้งานและการเดินเครื่องในแต่ละช่วง โดยช่วงเริ่มต้น (Initial stage) ของการเดินเครื่องมักมีอัตราการขัดข้องสูงที่มักเรียกว่า Burn-in stage ขณะที่ Normal stage เป็นช่วงที่มีการเดิน เครื่องปกติและมีความเชื่อมั่นสูง จึงมีอัตราการขัดข้องต่ำและมีประสิทธิภาพสูงสุด (Maximum efficiency) ส่วนช่วงสุดท้ายจะเป็นช่วงที่เครื่องจักรมีอัตราการชำรุดสูง (Wear-out stage) ดังนั้นจึงเป็นระยะที่เครื่องจักรมีอัตราความต้องการในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่สูง

3.9.6.2 ค่าใช้จ่าย เจ้าที่ฝ่ายใดก็มักมีความคิดที่จัดเก็บอะไหล่ในคลังเพื่อที่จะสามารถเบิกใช้ ได้ทันทีทันใดเมื่อต้องการเบิกใช้แต่นั้นไม่ได้หมายความว่าความถี่การจัดเก็บอะไหล่หรืออุปกรณ์สำรองในปริมาณไม่จำกัด ดังนั้นการตัดสินใจจึงต้อง Trade-off ระหว่างค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น เมื่อไม่มีอะไหล่แต่มีความต้องการเบิกใช้(Stock-out cost)และค่าใช้จ่ายที่ต้องเก็บสำรองอะไหล่แต่ไม่มีการเบิกใช้ ที่เรียกว่าค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ(Inventory carrying cost)

3.9.6.3 ระดับการบริการ คือ เปอร์เซ็นต์ที่สามารถตอบสนองความต้องการในการเบิกใช้ทันทีที่ต้องใช้งานหรือเป็นความพร้อมของอะไหล่ที่ถูกจัดเก็บ นั้นหมายถึงความเสี่ยงต่อการขาดสต็อก(Stock-out) มีสัดส่วนสูงสำหรับความต้องการระดับการบริการที่สูง ดังนั้นระดับการบริการจึงขึ้นกับการคาดการณ์ถึงความต้องการในอนาคต และประเมิน โอกาสที่จะขาดสต็อกขึ้นจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีมีการจัดเก็บคลังอะไหล่ในปริมาณสูงเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการขาดสต็อก

3.9.6.4 การทำมาตรฐานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ จัดทำมาตรฐานขององค์ประกอบของเครื่องจักร(Machine component) อย่างเช่น ลูกปืน มอเตอร์ ปืน เป็นต้นจะทำให้สามารถลดระดับของปริมาณอะไหล่ลงได้มากและสะดวกต่อการจัดเก็บ

3.9.6.5 วิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ที่มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินกิจกรรมดูแลเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อนที่จะเกิดความเสียหาย(Breakdown) หรือการหยุดของเครื่องจักร(Shutdown) รวมทั้งการยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร โดยมีระยะการบำรุงรักษาตามช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ในแผนถึงแม้ว่าจะยัง ไม่มีความเสียหายหรือการหยุดของเครื่องก็ตาม เช่น การตรวจซ่อมใหญ่(Overhaul) โดยมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดเก็บประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักร การเก็บข้อมูลสภาพและประเมินสมรรถนะของเครื่องจักร โดยการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ในการตรวจจับ (Sensors) รวมทั้งกิจกรรมการจัดการหล่อลื่น การทำความสะอาด การทาสี และการปรับแต่งเครื่องให้มีสภาพที่พร้อมใช้งาน ซึ่งนอกจากจะเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการดูแลรักษาเครื่องจักรแล้ว ยังใช้เป็นข้อมูลในการจัดการคลังอะไหล่ เพื่อให้มีการสำรองอะไหล่ในระดับที่เหมาะสม(Optimum level) และมีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาที่ต่ำ ที่องค์กรขนาดใหญ่มักจะทำการสต็อกชิ้นส่วนที่จำเป็นและมักใช้เป็นประจำ เก็บในทุกแผนกที่มีการใช้งาน ในส่วนของชิ้นส่วนที่มีราคาค่อนข้างสูงและไม่ค่อยมีการเบิกใช้ ก็จะจัดเก็บไว้ที่ส่วนกลาง ถ้าอะไหล่ที่มีความสำคัญ และมีรอบระยะเวลาในการจัดซื้อนาน (Long lead time) ก็อาจจะดำเนินการร่วม(Cooperate)กับองค์กรอื่นในการจัดซื้อและจัดเก็บอะไหล่ในบางรายการที่มีมูลค่าสูง และทำการเบิกใช้หรือขอยืมจากองค์กรที่มีความร่วมมือหากมีความจำเป็นต้องใช้อะไหล่ดังกล่าว ดังนั้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(Preventive maintenance) จึงมีความสำคัญต่อกระบวนการในการบริหารคลังอะไหล่ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. จัดการค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บอะไหล่ให้เกิดน้อยที่สุด(Minimizing cost) โดยมีระดับปริมาณในการจัดเก็บที่น้อยที่สุด และลดปัญหาการขาดสต็อกของอะไหล่
2. ลดความสูญเสีย(Minimizing loss) ของเวลาการผลิตอันเนื่องมาจากการซ่อมบำรุง ที่มีผลมาจากการรอคอยอะไหล่
3. มีการใช้ทรัพยากรในการบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ

3.9.6.6 ช่วงเวลานำของการจัดหาและจัดซื้อ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการที่จะวางแผนเพื่อจัดหาอะไหล่เก็บสำรองในปริมาณที่พอเพียงในสต็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.6.7 ประเภทของอะไหล่เพื่อใช้ในการวางแผน สามารถแบ่งได้เป็น ดังนี้

1. อะไหล่ที่มีการเป็นประจำ โดยอะไหล่ดังกล่าวจะมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าอายุของเครื่องจักร และมีการทำการเปลี่ยนหลายครั้งในช่วงอายุการใช้งานของเครื่องจักร ซึ่งอะไหล่ดังกล่าวนี้ ได้แก่ ตัวกรอง ลูกปืน เกียร์ สายพาน เป็นต้น
2. อะไหล่พิเศษ คืออะไหล่ ที่มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่าอายุเครื่องจักรเมื่อเครื่องจักรหมดสภาพการใช้งาน ชิ้นส่วนบางส่วนในเครื่องจักรก็ยังมีสภาพที่ยังสามารถนำมาใช้งาน หรือเป็นอะไหล่สำรองได้
3. อะไหล่ที่ไม่ค่อยมีการเบิกใช้ ในคลังอะไหล่ส่วนใหญ่มักมีการจัดเก็บอะไหล่บางประเภท ที่ไม่ค่อยมีการเบิกใช้เป็นระยะเวลานาน อาจเก็บไว้เป็นแรมปี ที่อาจก่อให้เกิดปัญหาการเสื่อมสภาพการใช้งาน หรือ เกิดการ Obsolete ขึ้น ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่ดีทำให้เกิดความผิดพลาดทางนโยบายของการจัดซื้อ เช่น อะไหล่ถูกจัดซื้อพร้อมกับเครื่องจักร ซึ่งกรณีดังกล่าว ได้ก่อให้เกิดต้นทุนจมในการลงทุน
4. อะไหล่สำหรับการซ่อมใหญ่ โดยทั่วไปเครื่องจักรเมื่อถูกใช้งานระยะหนึ่งจะต้องมีการปรับปรุงหรือทำการตรวจซ่อมใหญ่(Overhaul) ตามระยะเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปจะดำเนินการ เมื่อใช้งานครบ 5,000 ชั่วโมง จึงต้องมีการพิจารณาในการจัดเตรียมอะไหล่สำรองในช่วงเวลาดังกล่าว แต่ก็อาจต้องคำนึงถึงสภาพของการใช้งานจริง ซึ่งบางครั้งเครื่องจักรอาจจะเสื่อมสภาพเร็วกว่ากำหนด หรืออาจจะมีสภาพการทำงานในระดับปกติเมื่อถึงกำหนดการซ่อมใหญ่ ที่อาจมีผลต่อการเกิดการขาดสต็อกหรืออาจเกิดการจัดซื้อเกิน(Excess procurement)
5. อะไหล่สำหรับการรับประกัน เพื่อใช้สำรองเมื่อเกิดการ Breakdown ขึ้น
6. อะไหล่สำหรับการบำรุงรักษา เป็นอะไหล่ที่สามารถจัดหาได้โดยทั่วไป เพื่อเตรียมไว้สำหรับการเปลี่ยนเมื่อเกิดขัดข้อง จากการเดินเครื่องประจำวันและมีการเบิกใช้เป็นประจำ ซึ่งอะไหล่ดังกล่าว ได้แก่ หลอดไฟ ชีลน้ำมัน ลูกปืน เป็นต้น
7. อะไหล่หมุนเวียน โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่สำคัญและมีมูลค่าสูง อย่างเช่น ปั๊มมอเตอร์ เป็นต้น เมื่อมีการดำเนินการถอดเปลี่ยน ก็จะนำชิ้นส่วนดังกล่าวจัดเก็บเป็นอะไหล่สำรองในอนาคต

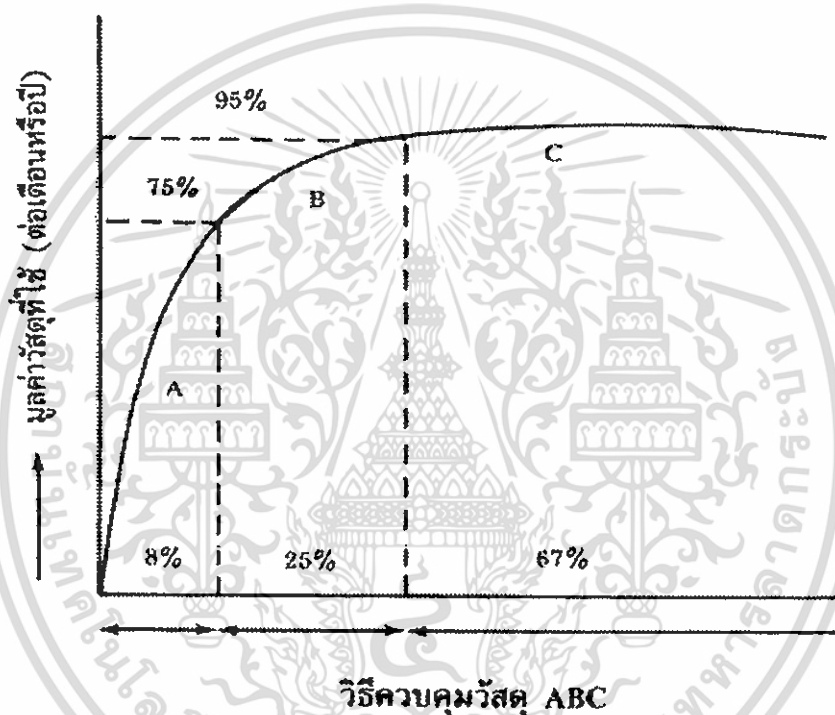
3.9.7 วิธีควบคุมจำนวนวัสดุคงคลัง

การควบคุมจำนวนวัสดุคงคลังในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีวัสดุอะไหล่อยู่มากมายและมีราคาแตกต่างกัน วิธีการควบคุมที่ง่ายก็คือ วิธีการจัดกลุ่ม ABC โดยแยกวัสดุคงคลังออกตามความสำคัญหรือราคาโดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มแสดงดังรูปที่ 3.13 คือ

กลุ่ม A กลุ่มที่เป็นวัสดุที่สำคัญมากและมีมูลค่าสูง โดยทั่วไปจะมีการจัดเก็บประมาณ 10 – 20 % ของจำนวนอะไหล่ทั้งหมด จะมีมูลค่าอยู่ประมาณ 70 – 80 % ของมูลค่าวัสดุคงคลังทั้งหมด

กลุ่ม B กลุ่มที่เป็นวัสดุมูลค่าสูงปานกลาง โดยทั่วไปวัสดุคงคลังประเภทนี้จะมียู่ประมาณ 30 – 40 % ของอะไหล่ทั้งหมด และมูลค่าของวัสดุอะไหล่ประเภทนี้จะมีค่าประมาณ 15 – 20 % ของมูลค่าอะไหล่ทั้งหมด

กลุ่ม C กลุ่มที่เป็นวัสดุที่มีความสำคัญน้อยที่สุด เป็นวัสดุที่มีราคาต่ำ มีเปอร์เซ็นต์ในการเก็บมากคือ ประมาณ 40 – 50 % และมีมูลค่า 5 – 10 % ของมูลค่าอะไหล่ทั้งหมด



รูปที่ 3.13 แสดงการสะสมวัสดุอะไหล่คงคลัง ABC

3.10 ปัจจัยค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักร

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าปัญหาความเสียหายเครื่องจักรและอุปกรณ์ เป็นประเด็นที่สำคัญขององค์กร เนื่องจากองค์กรต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและบำรุงรักษาเป็นจำนวนมาก ที่ส่งผลกระทบต่อทางต้นทุนในการผลิตสินค้า รวมทั้งยังทำให้สูญเสียโอกาสในการแข่งขัน ดังนั้นการบริหารค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา จึงเป็นหัวข้อหลักที่องค์กรจะต้องให้ความสนใจ เพื่อเพิ่มผลผลิตโดยรวมและเสริมศักยภาพในการแข่งขันให้กับองค์กร โดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ (Scientific approach) ในการกำหนดปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวสามารถ สรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.1 การออกแบบอุปกรณ์(Equipment design)

เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นลำดับแรก ถ้าหากการออกแบบอุปกรณ์ที่ไม่ดี ก็จะส่งผลกระทบต่อสายการผลิตและหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะสร้างปัญหาให้กับฝ่ายงานซ่อมบำรุง รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นในช่วงการวางแผน (Planning stage) สำหรับการเลือกอุปกรณ์ใหม่นั้น วิศวกรฝ่ายงานซ่อมบำรุงควรมีส่วนร่วมในการระบุข้อกำหนด(Specifications) ในการออกแบบให้สอดคล้องต่อการใช้งาน ส่วนอุปกรณ์เดิมที่กำลังใช้งานทางฝ่ายงานซ่อมบำรุง ก็ควรต้องทำการตรวจจับความผิดปกติและทำการแก้ไขความบกพร่อง เมื่อพบปัญหาดังแต่แรก

3.10.2 เงื่อนไขการปฏิบัติการ(Operating conditions)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ดังนี้

1. ภาระการทำงานที่สัมพันธ์ต่อความสามารถของเครื่องจักร ซึ่งความสามารถของเครื่องจักรจะถูกแสดงในภาวะของสภาพการทำงาน เช่น ความสามารถในการปฏิบัติปกติความสามารถสูงสุด เป็นต้น โดยภาระการทำงานของเครื่องจักรจะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหน่วยของเครื่องจักรที่ถูกใช้กับกำหนดการผลิต(Production schedule) ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงขึ้นกับความเสื่อมสภาพหรือความชำรุดจากการใช้งานของเครื่องจักร

2. ปัญหาจากการปฏิบัติการ(Operating problems) เช่น วิธีการปฏิบัติงานที่ผิดพลาด (Operating errors) ที่นำไปสู่อุบัติเหตุและความเสียหายต่อเครื่องจักร ดังนั้นจึงควรทำการฝึกอบรมให้กับผู้ควบคุม(Supervisor) หรือผู้ปฏิบัติงาน(Operator) ให้มีทักษะในการทำงานที่ถูกต้อง รวมทั้งการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด(Fool proof) หรือ ที่เรียกว่า Poka Yoke

3.10.3 รอบเวลาในการวัดผล(Period for measurement)

ในการวัดสมรรถนะการซ่อมบำรุง จะต้องกำหนดระยะเวลาในการวัดผลที่ชัดเจนก่อน เช่น สามเดือน หกเดือน หนึ่งปี เป็นต้น แต่ในรอบระยะเวลาที่เหมาะสมในการวัดผลมักอยู่ในช่วงระหว่างหกเดือน ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานประมาณกลางปีและเป็นช่วงในการประเมินผลการดำเนินงาน ขององค์กรส่วนใหญ่

3.10.4 การบริการบำรุงรักษา(Maintenance servicing)

โดยทั่วไปกิจกรรมการดูแลและบำรุงรักษา อย่างเช่น การทำความสะอาด การปรับแต่ง การหล่อลื่น อย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถลดปัญหาในการปฏิบัติการของเครื่องจักร ที่ส่งผลกระทบต่อการลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง

3.10.5 เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อม(Environmental conditions)

เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการบำรุงรักษา เช่น ฝุ่น อุณหภูมิ ความชื้น กรด ความดันสะเทือน เป็นต้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการเร่งการเสื่อมสภาพต่อเครื่องจักรและส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นในการบำรุงรักษา ดังนั้นจึงควรมีการหลีกเลี่ยงการใช้งานในสภาพที่มีผลลบต่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ถ้ามีความจำเป็นที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ก็อาจจะทำการป้องกันการเสื่อมสภาพ เช่น การเคลือบผิวเพื่อป้องกันผิววัสดุจากการกัดกร่อน ในอุตสาหกรรมเคมี หรือการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อลดแรงจากการสั่นสะเทือน

3.10.6 ประเภทของเครื่องจักร(Types of equipment)

อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ถูกออกแบบเพื่อใช้งานในแต่ละวัตถุประสงค์ มักมีความแตกต่างอย่างมากในขนาดและสมรรถนะการใช้งาน ทำให้ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ในช่วงการออกแบบควรพิจารณาความสำคัญของแต่ละชิ้นส่วนของอุปกรณ์แต่ละประเภท เพื่อลดความซับซ้อนขององค์ประกอบเครื่องจักรที่ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของระบบ (Reliability system)

3.10.7 ความไม่แน่นอนราคา(Price fluctuation)

ค่าใช้จ่ายวัสดุและแรงงานที่ใช้ในการซ่อมบำรุงจะมีความผันผวนตามเวลาในระยะยาวในการวิเคราะห์ทางเทคนิคของค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ถือว่าความผันผวนของราคาเป็นปัจจัยหลักในการพิจารณา โดยทั่วไปมักใช้ดัชนีราคาผู้ค้าส่ง(Wholesale Price Index) หรือ WPI ที่ใช้เป็นแนวทางในการปรับงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุหรืออะไหล่เพื่อใช้ในการซ่อม รวมทั้งใช้ในการพิจารณาจัดจ้างผู้รับเหมาจากภายนอก(Subcontractor) เทียบกับค่าใช้จ่ายของฝ่ายซ่อมบำรุงภายใน ซึ่งค่าใช้จ่ายถูกแบ่งออกเป็น ค่าแรงงานและวัสดุ

ค่าแรงงาน = { (อัตราค่าแรง) x (เวลาเฉลี่ยในการซ่อม/ครั้ง) + (ค่าวัสดุในการซ่อมแต่ละครั้ง) + (ค่าใช้จ่ายทางสำนักงาน) x จำนวนครั้งที่ซ่อม x (จำนวนเครื่อง) }

ค่าวัสดุ = ค่าวัสดุเฉลี่ยต่อครั้ง x ความถี่ในการซ่อม x จำนวนเครื่อง

3.10.8 อัตราส่วนกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ(PM & BM Ratio)

โดยทั่วไปความแตกต่างระหว่างการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(Preventive maintenance)และการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ (Breakdown maintenance) ขึ้นอยู่กับปัจจัยของเวลาของการดำเนินการ ซึ่งการดำเนินการกิจกรรม BM จะเกิดเมื่อมีเหตุขัดข้อง (Breakdown) เกิดขึ้น ส่วนกิจกรรมทาง PM จะดำเนินการเมื่อถึงเวลาที่กำหนดตามแผน หรือที่เรียกว่า Time Based Maintenance และเป็นกิจกรรมที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์หยุดหรือการเสียหายของเครื่องจักร อาจกล่าวได้ว่าเมื่อมีการนำ PM มาปรับใช้กับระบบการบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจะสูงในช่วงเริ่มต้น(Initial stage) อันเนื่องมาจากเหตุผล ดังนี้

1. มีความถี่ในการดำเนินการกิจกรรมในช่วงต้น เช่น การตรวจสอบ การปรับตั้ง เป็นต้น

2. มีการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนถึงแม้ว่าจะยังไม่หมดอายุการใช้งาน หรือมีความเสียหายเกิดขึ้น ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจึงสูงขึ้น

3. ในช่วงแรกที่มีการนำระบบ PM มาใช้ มักมีการ โอนความรับผิดชอบของการบำรุงรักษาเครื่องจักรจากฝ่ายผลิต ไปยังฝ่ายบำรุงรักษา ซึ่งเป็นเหตุให้ฝ่ายงานบำรุงรักษาใช้ความพยายามและทุ่มเท ทรัพยากร เพื่อให้งานบำรุงรักษามีความสมบูรณ์ที่บางครั้งอาจเกิด over-maintenance จึงเป็นเหตุให้เกิดค่าใช้จ่ายมากในช่วงแรก

ตารางที่ 3.6 การเปรียบเทียบการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุและการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

	การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ(BM)	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(PM)
ลักษณะการบำรุงรักษา	เครื่องจักรถูกใช้งานจนกระทั่งเสีย	บำรุงรักษาตามรอบเวลา
รอบเวลาการบำรุงรักษา	ไม่ได้กำหนดไว้	กำหนดไว้ในแผน
ระยะเวลาในการหยุดเครื่อง	ใช้เวลานาน	ใช้เวลาในการหยุดแต่ละครั้งสั้น
ผลกระทบ	□ มีผลกระทบทางลบต่อสายการผลิตโดยรวมมาก □ อาจต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอะไหล่สูง เมื่อเกิดเหตุขัดข้อง □ เมื่อเกิดความเสียหายหรือหยุดเครื่องขึ้น อาจมีผลต่อผู้ปฏิบัติการ ให้ได้รับบาดเจ็บ	□ มีผลกระทบต่อการผลิตในช่วงที่มีการบำรุงรักษา □ เสียค่าใช้จ่ายมากเนื่องจากมีความถี่ในการตรวจสอบสภาพและถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนในช่วงสั้น □ มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุต่อผู้ปฏิบัติการน้อย

จากเหตุผลที่กล่าวมา แสดงถึงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่สูงขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ ของการเริ่มต้นการนำระบบ PM เพื่อใช้ในการปรับปรุงงานบำรุงรักษา แต่อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง ควรจะมีแนวโน้มที่ลดลงในระยะยาวและควรมีค่าใช้จ่ายโดยรวมที่ต่ำกว่าการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ ซึ่งความสำเร็จของการดำเนินกิจกรรม PM มักขึ้นกับความถี่ของการดำเนินการตรวจสอบและแก้ไข โดยความถี่ของความเสียหายจะขึ้นกับความเชื่อมั่น(Reliability) ของอุปกรณ์ โดยความสัมฤทธิ์ผลของการบำรุงรักษาจะช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับอุปกรณ์ แต่ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการลดสมรรถนะของเครื่องจักร อย่างเช่น ผลกระทบจาก ความสั่นสะเทือน ความเสียดสีระหว่างอุปกรณ์ ดังที่กล่าวมาก่อนแล้วที่ส่งผลให้เร่งอัตราการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น

3.10.9 แผนการหยุดของเครื่อง(Shutdown plan)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อทำการบำรุงรักษา ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อแผนการผลิตและงานในการบำรุงรักษา ดังนั้นในการจัดทำแผนจะต้องมีการหารือและประสานงานระหว่างฝ่ายงานผลิตและฝ่ายงานบำรุงรักษา ดังนี้

1. ฝ่ายงานบำรุงรักษา จะต้องทำกำหนดการ(Schedule) ว่าจะดำเนินการเมื่อใด วิธีการในการซ่อมบำรุง รวมทั้งระบบความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติการ

2. ฝ่ายงานผลิต ศึกษาผลกระทบและความเป็นไปได้ ในการหยุดผลิต

โดยแผนงาน สามารถพิจารณาจากเงื่อนไขทางเวลา ดังนี้

1. งานซ่อมตามรอบเวลา(Period Repair) มีรอบระยะเวลาในแผนการซ่อมระยะสั้น ประมาณ 1-3 เดือน และมีการกำหนดระยะเวลาในการหยุดเครื่อง 10-20 ชั่วโมง

2. งานซ่อมหลัก(Major Repair) เป็นแผนงานที่มีรอบเวลาประมาณ 1-3 เดือน และมีการกำหนดระยะเวลาในการหยุดเครื่อง 5-10 วัน

3. งานซ่อมระหว่างเปลี่ยนกะ(Shift Change) เป็นการหยุดเครื่องระหว่างเปลี่ยนกะในแต่ละวัน

3.10.10 ประเภทค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ที่เกิดขึ้นในรอบเวลา 6 เดือน

1. ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนและอะไหล่ได้แก่ค่าวัสดุและแรงงานในการดำเนินการ
2. ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและปรับตั้ง ตามรอบเวลา
3. ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเพื่อการหล่อลื่น เช่น น้ำมันไฮดรอลิก น้ำมันเกียร์
4. ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด เช่น ค่าน้ำมันทำความสะอาด(Cleaning oil) สีสีกันสนิม อุปกรณ์ในการจับยึด(Jig & Fixture)
5. ค่าใช้จ่ายในการการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงและการผลิต ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับในแต่ละโครงการ

3.10.11 ความสามารถในการบำรุงรักษา(Maintainability)

เป็นลักษณะของการออกแบบและติดตั้ง อุปกรณ์เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับอุปกรณ์ให้มีสภาพพร้อมใช้งาน (Equipment availability) และความสะดวกต่อการดูแลรักษา เช่น ปรับแต่ง เติมน้ำมัน เป็นต้นถ้าหากเกิดการขัดข้องก็สามารถดำเนินการแก้ไขได้อย่างง่ายและลดเวลาในการหยุดเครื่องลง ดังนั้นแนวทางในการปรับปรุงความสามารถในการบำรุงรักษาสามารถดำเนินการได้ โดยการลดความซับซ้อนของการออกแบบอุปกรณ์ ให้มีจำนวนชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบที่จำเป็น เพื่อให้มีรูปแบบที่ง่าย โดยให้คำนึงถึงความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งอาจใช้แนวทางวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ในการพิจารณาออกแบบ รวมทั้งการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติการ เช่น การตรวจ การถอดแยกชิ้นส่วน การประกอบ และการซ่อมบำรุง โดยการให้การฝึกอบรมแก่พนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

4.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

ในการทำวิจัยจะประกอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องอยู่หลายส่วนด้วยกัน ซึ่งขั้นตอนของการวิจัยสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ตรวจสอบการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตเดิม
2. ตรวจสอบการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน
3. ตรวจสอบประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานความร้อน
4. ตรวจสอบอัตราผลผลิตที่ได้ต่อพลังงานที่ป้อน
5. ตรวจสอบค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานความร้อน
6. ตรวจสอบค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง
7. ตรวจสอบสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วนของการขับเคลื่อนการขับเคลื่อน
8. ตรวจสอบสมรรถนะของกระบวนการผลิต
9. ตรวจสอบประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต
10. วิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงเพื่อลดการใช้พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตโดยใช้การวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสม
11. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวางแผนงานและช่วยควบคุมงานซ่อม

บำรุง

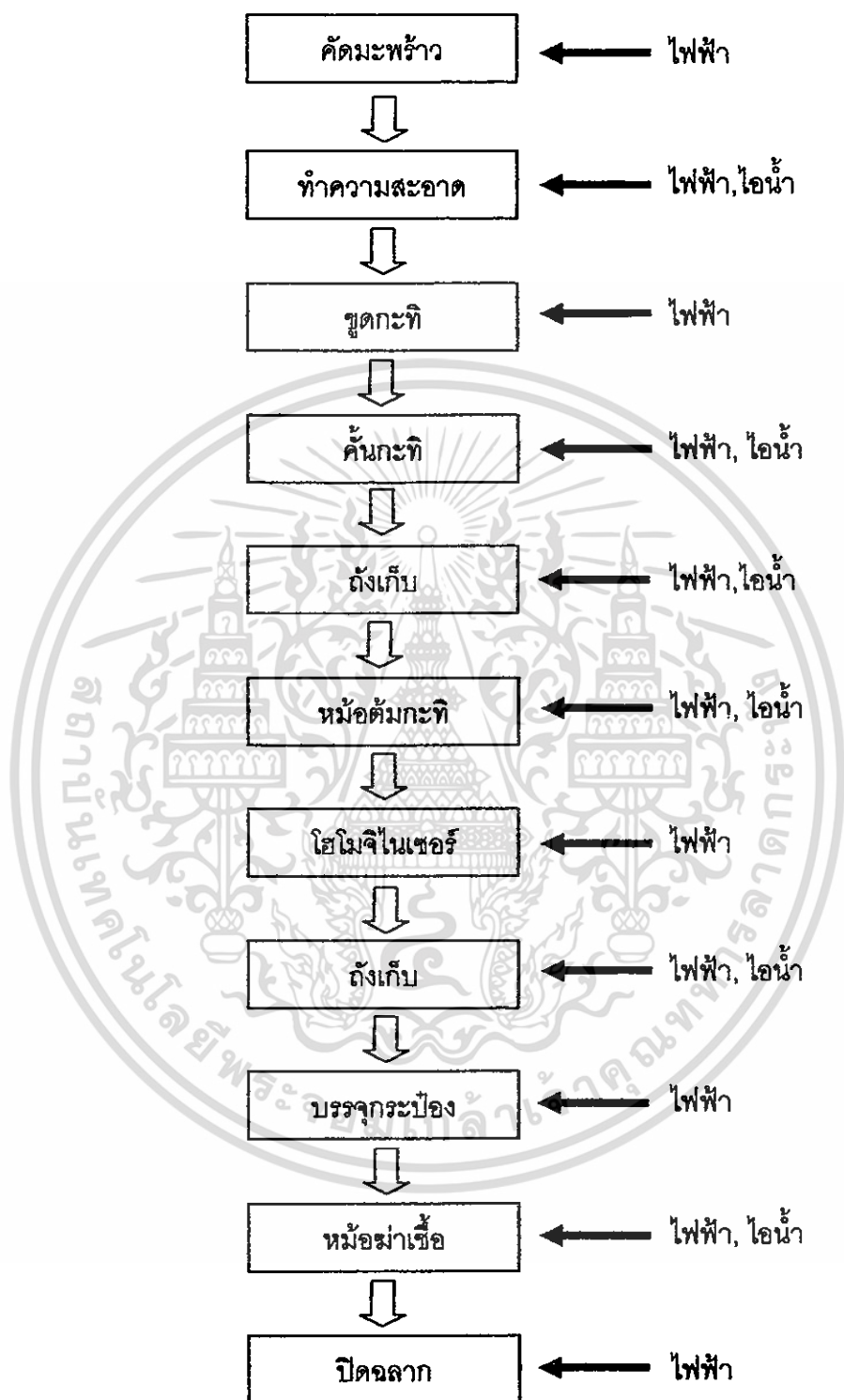
4.2 การตรวจสอบการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตเดิม

4.2.1 ศึกษาข้อมูลต่างๆในโรงงานที่ใช้ศึกษาวิจัย

โรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ศึกษาวิจัยมีการผลิตน้ำกะทิบรรจุกระป๋อง ซึ่งโรงงานดังกล่าวมีการใช้พลังงานอยู่ 2 ประเภท คือ พลังงานจากไฟฟ้า และพลังงานความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิง ซึ่งในส่วนของพลังงานจากไฟฟ้าจะใช้สำหรับมอเตอร์ขับเคลื่อนกำลังของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตได้แก่ การลำเลียง การขูด การคั้นน้ำกะทิ เป็นต้น ส่วนพลังงานความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิงจะใช้สำหรับให้ความร้อนเพื่อผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ ซึ่งโรงงานที่ใช้ทำการศึกษาวิจัยมีหม้อไอน้ำอยู่ 3 เครื่อง คือ หม้อไอน้ำ (เชื้อเพลิงแข็ง) กำลังการผลิตไอน้ำ 15 ตันต่อชั่วโมง, หม้อไอน้ำ (น้ำมันเตา) กำลังการผลิตไอน้ำ ขนาด 6 ตันและ 16 ตันต่อชั่วโมง ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่มูลค่าสูงที่สุดมาจากค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน นั่นก็คือค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ ซึ่งแผนผังกระบวนการผลิตและการใช้พลังงานแสดงดังรูปที่ 4.1 และรายละเอียดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสเครื่องจักรที่ใช้อ้างอิงแสดงดังตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนผังกระบวนการผลิตและการใช้พลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

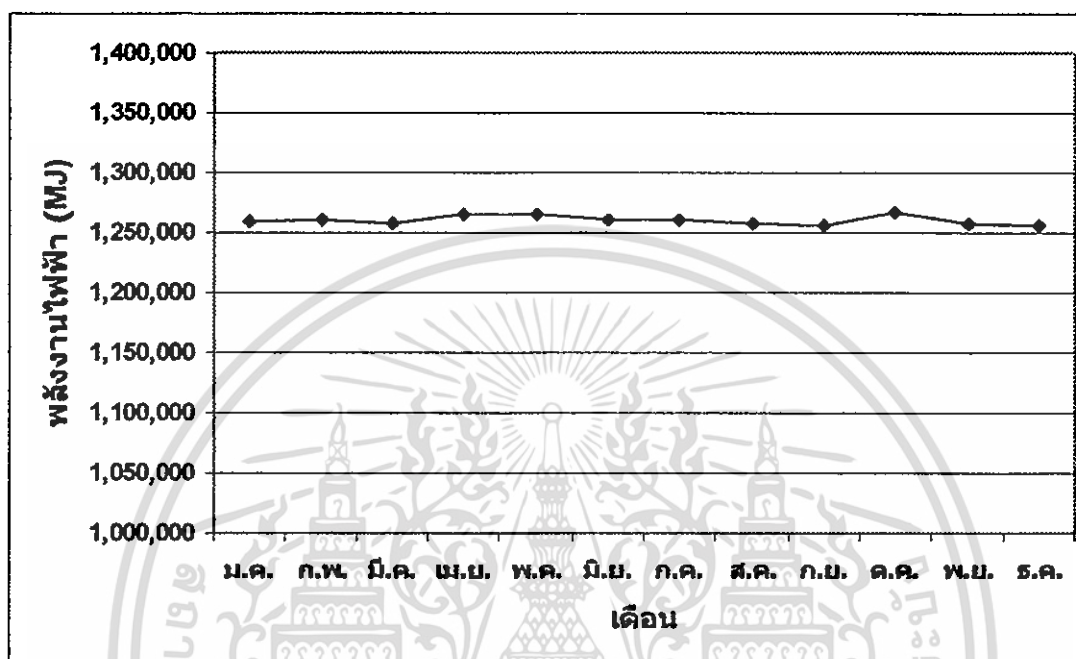
ตารางที่ 4.1 แสดงรหัสเครื่องจักรและภาระชั่วโมงการทำงานต่อปี

รหัส	ประเภทเครื่องจักร	จำนวน	ภาระชั่วโมงการทำงาน (ชม./ปี)
BLFW	หม้อไอน้ำ 6 ตัน/ชั่วโมง	1	3120.00
BLO - 16	หม้อไอน้ำ 16 ตัน/ชั่วโมง	1	4992.00
BLO - 15	หม้อไอน้ำ 15 ตัน/ชั่วโมง	1	5616.00
CHL	เครื่องทำความเย็น	3	8736.00
CTW	คลุ่ลิ่งทาวเวอร์	4	5616.00
PPT	ปั๊มลม	5	8736.00
RO	เครื่องกรองน้ำ RO	1	8736.00
WS	เครื่องกรองน้ำอ่อน	6	8736.00
CCB	สายพานลำเลียงกะทิ	2	3120.00
CCS	สายพานลำเลียงกะลา	4	2184.00
CP	ถังเก็บกะทิ	2	4717.44
CSC	สายพานคัดมะพร้าว	1	4717.44
FCM	เครื่องกรองน้ำกะทิ	1	5616.00
HM	ไฮโมจิไนเซอร์	7	5616.00
LPS	สายพานเครื่องกะเทาะมะพร้าว	2	2184.00
PCB	เครื่องแพ็คกะทิถุง	3	3120.00
PCM	เครื่องคั้นน้ำกะทิ	5	4717.44
RC	เครื่องขูด	1	4717.44
RTC	เครื่องฆ่าเชื้อ	16	5616.00
SF	เครื่องแยกไขมัน	2	1872.00
SI	สกรูส่งกากมะพร้าว	23	4717.44
SPD	เครื่องสเปรย์ทราย	1	2496.00
WCL	เครื่องล้างมะพร้าว	2	4717.44
LB	เครื่องปีคณลาก	1	2808.00
MDB.LB	ตู้เมนควบคุมไฟฟ้า	1	5616.00
PK	เครื่องแพ็ค	2	2184.00
STB	เครื่องยิงมาร์คข้างกล่อง	1	2496.00
STC	เครื่องยิงมาร์คมะพร้าว	2	2496.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้สำหรับมอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต มอเตอร์ที่ใช้จะมีหลายขนาด ตั้งแต่ 0.5 hp จนถึง 100 hp ข้อมูลการใช้พลังงานในรูปแบบของ พลังงานไฟฟ้า ของปี 2545 แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตในปี 2545

4.2.3 ตรวจสอบการใช้พลังงานความร้อน

พลังงานความร้อนจะมาจากพลังงานความร้อนจากการสันดาปของเชื้อเพลิงที่ป้อนเข้า หม้อไอน้ำ จากการตรวจสอบพบหม้อไอน้ำ 6 ตันต่อชั่วโมงและ 16 ตันต่อชั่วโมงใช้น้ำมันเตาเป็น เชื้อเพลิง ซึ่งค่าความร้อนของน้ำมันเตาเท่ากับ 43.75 MJ/kg ความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.94 และ หม้อไอน้ำขนาด 15 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งใช้เชื้อเพลิงแข็งสำหรับการเผาไหม้ เนื่องจากที่โรงงานที่ใช้ เป็นข้อมูลศึกษาวิจัยมีกระบวนการผลิตเกี่ยวกับแปรรูปมะพร้าวเป็นน้ำกะทิ เพราะฉะนั้นวัสดุที่ เหลือจากการผลิต คือกะลามะพร้าวซึ่งทางโรงงานได้นำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ โดยมี การผสมกะลาปาล์มลงไปด้วยเพื่อให้เชื้อเพลิงมีค่าความร้อนสูงขึ้น ซึ่งส่วนผสมเชื้อเพลิง 1 กิโลกรัม ใช้อัตราส่วน กะลามะพร้าว 70 % ต่อ กะลาปาล์ม 30 % จากการค้นคว้าพบว่า กะลามะพร้าวมีค่าความร้อน 17.93 MJ/kg และกะลาปาล์มมีค่าความร้อน 18.46 MJ/kg ดังนั้น ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงผสมจะหาได้จาก

$$Q_{f(mix)} = m_{f1}(Q_{LHV1}) + m_{f2}(Q_{LHV2}) \quad (4.1)$$

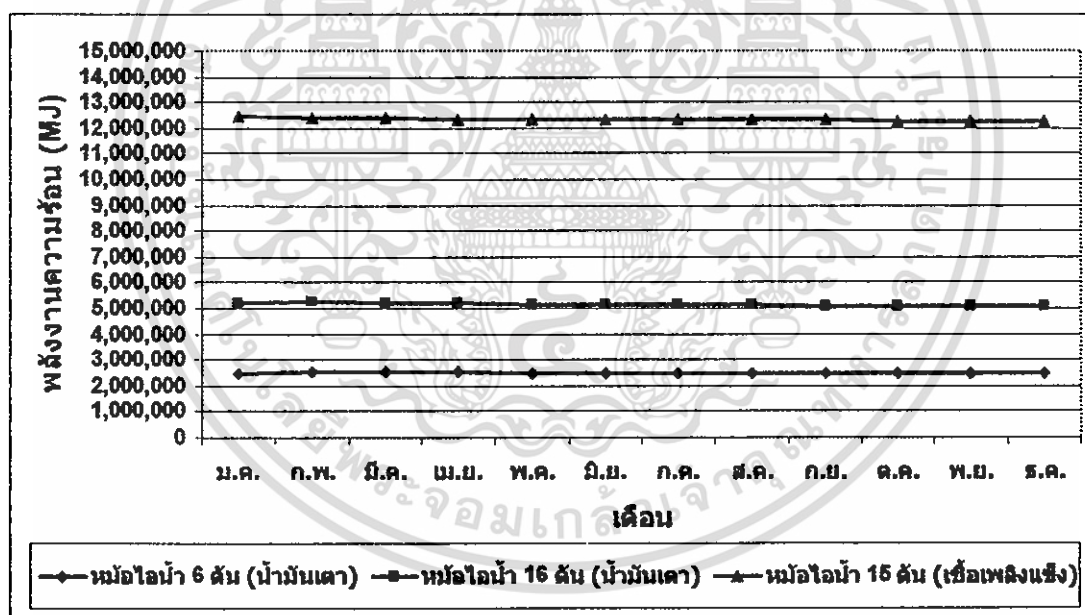
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $Q_{f(mix)}$	คือ	ค่าความร้อนเชื้อเพลิงผสม (kJ/kg)
m_{f1}	คือ	อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงชนิดที่ 1 (%)
m_{f2}	คือ	อัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงชนิดที่ 2 (%)
Q_{LHV1}	คือ	ค่าความร้อนเชื้อเพลิงชนิดที่ 1 (kJ/kg)
Q_{LHV2}	คือ	ค่าความร้อนเชื้อเพลิงชนิดที่ 2 (kJ/kg)

จะได้ $Q_{f(mix)} = 0.7(17.93) + 0.3(18.46)$

$$Q_{f(mix)} = 18.089 \text{ MJ/kg}$$

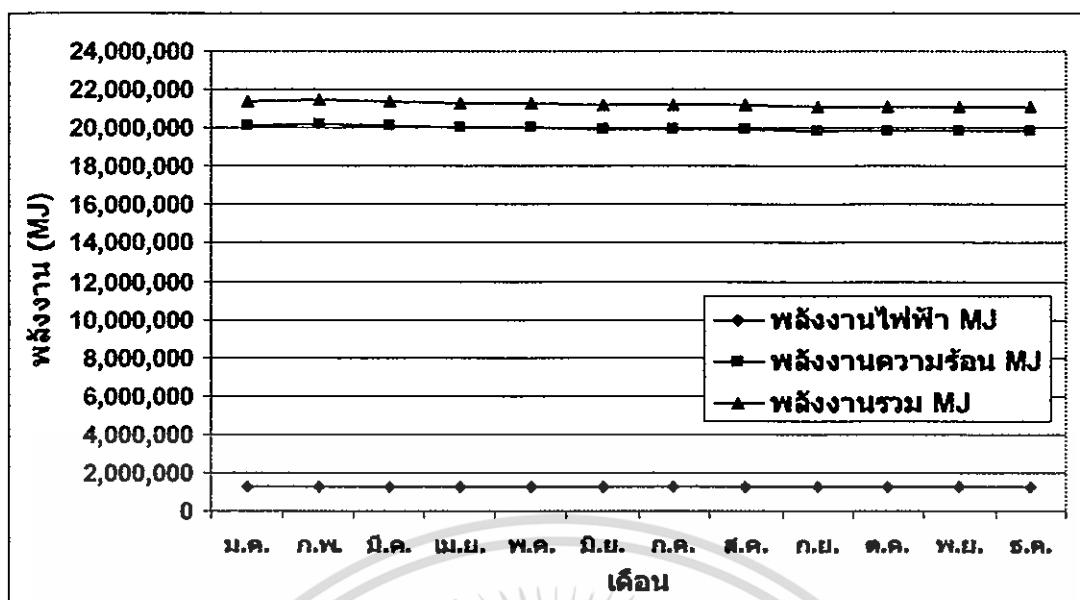
ซึ่งพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง จะคิดจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการสันดาปของหม้อไอน้ำในแต่ละเดือนและค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ซึ่งค่าการใช้พลังงานในส่วนขอพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงของข้อมูลปี 2545 แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงค่าการใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิต ปี 2545

4.2.4 ตรวจสอบการใช้พลังงานรวม

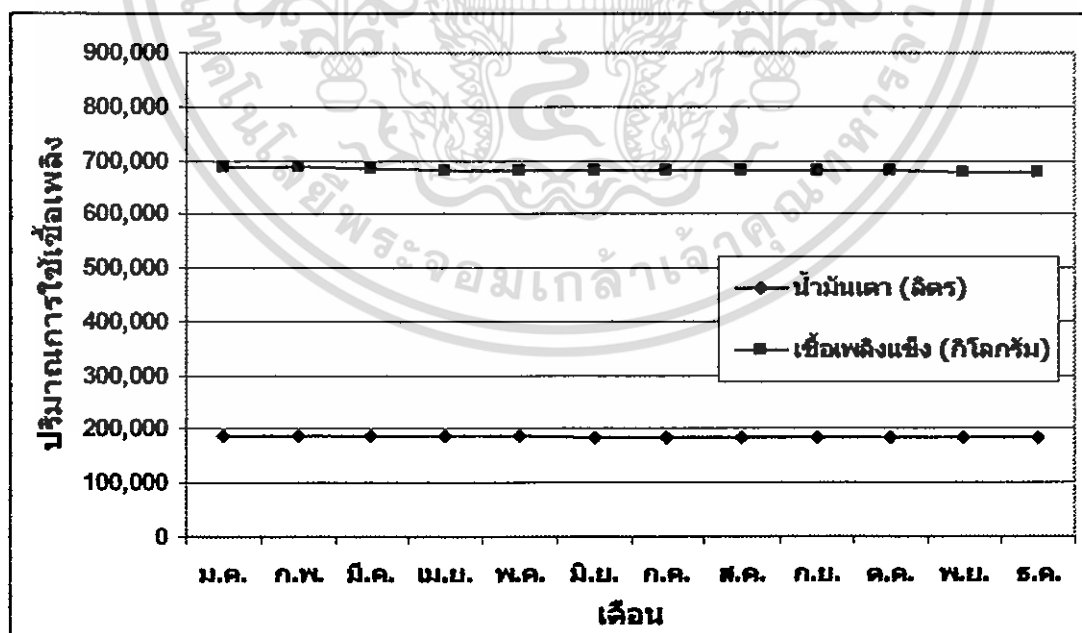
การใช้พลังงานรวมในกระบวนการผลิตจะมาจากพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงค่าการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิต ปี 2545

4.3 ตรวจสอบการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน

การใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ สามารถที่จะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิต ซึ่งจากการตรวจสอบการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อนของปี 2545 แสดงดังรูปที่ 4.5



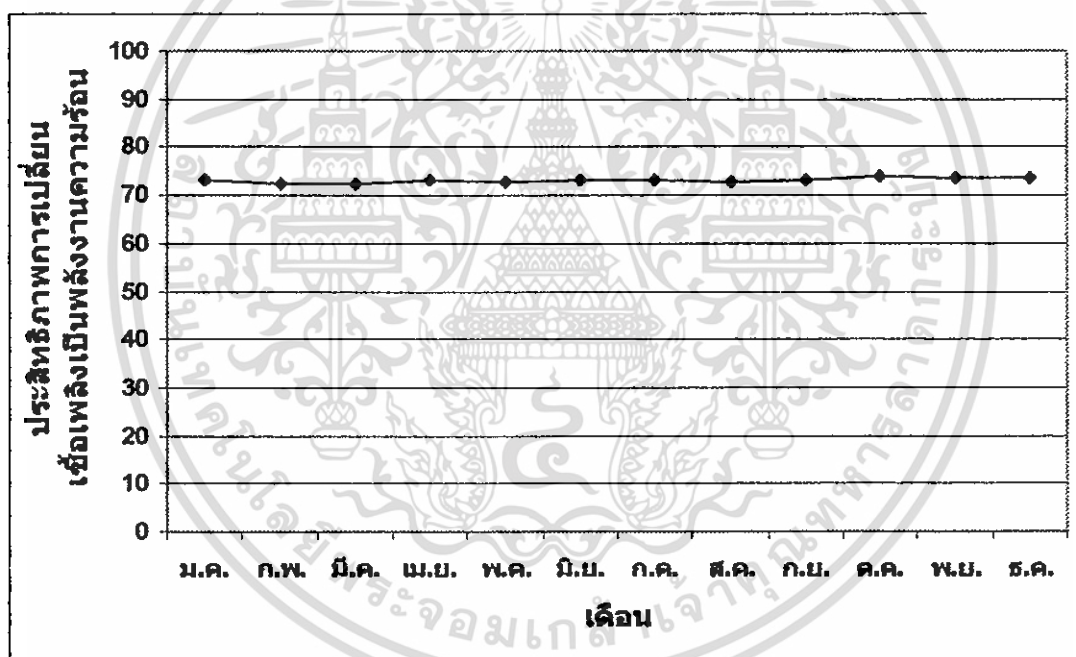
รูปที่ 4.5 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อนของปี 2545

4.4 ตรวจสอบประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานความร้อน

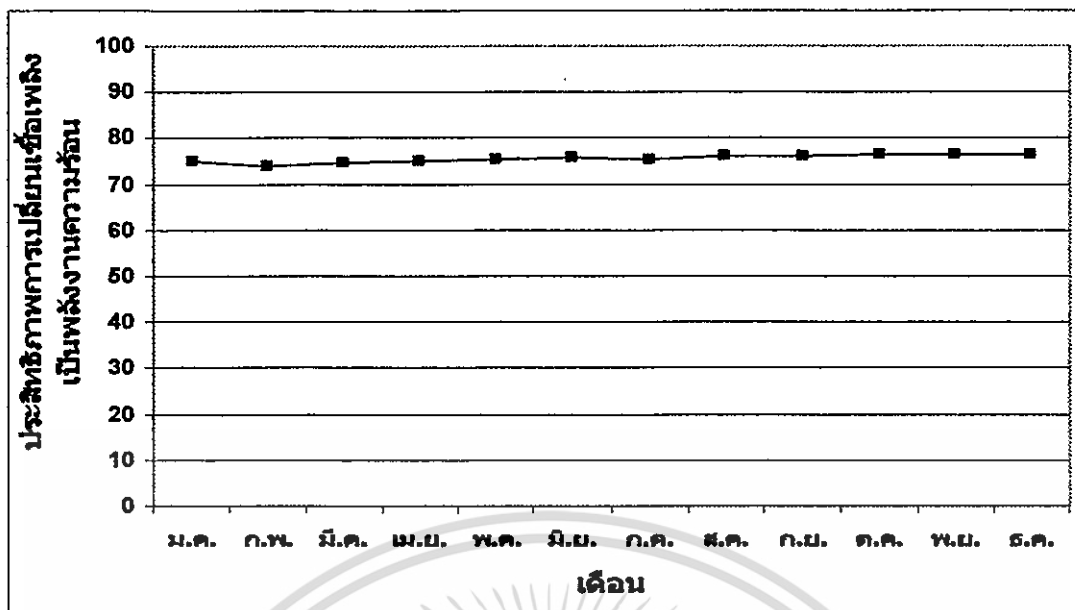
ในหัวข้อนี้ จะเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ โดยที่จะใช้ข้อมูลต่างๆ จากการวัดค่าออกมาประกอบกันในการวิเคราะห์ เช่น ปริมาณเชื้อเพลิงที่ป้อน ความดันใช้งาน คุณสมบัติของไอน้ำ เป็นต้น จากสมการในการคำนวณประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นความร้อนของหม้อไอน้ำ

$$\text{ประสิทธิภาพ } (\eta_b) = \frac{M_s(h - h_f)}{m_f \times Q_{LHV}} \times 100 \quad (4.2)$$

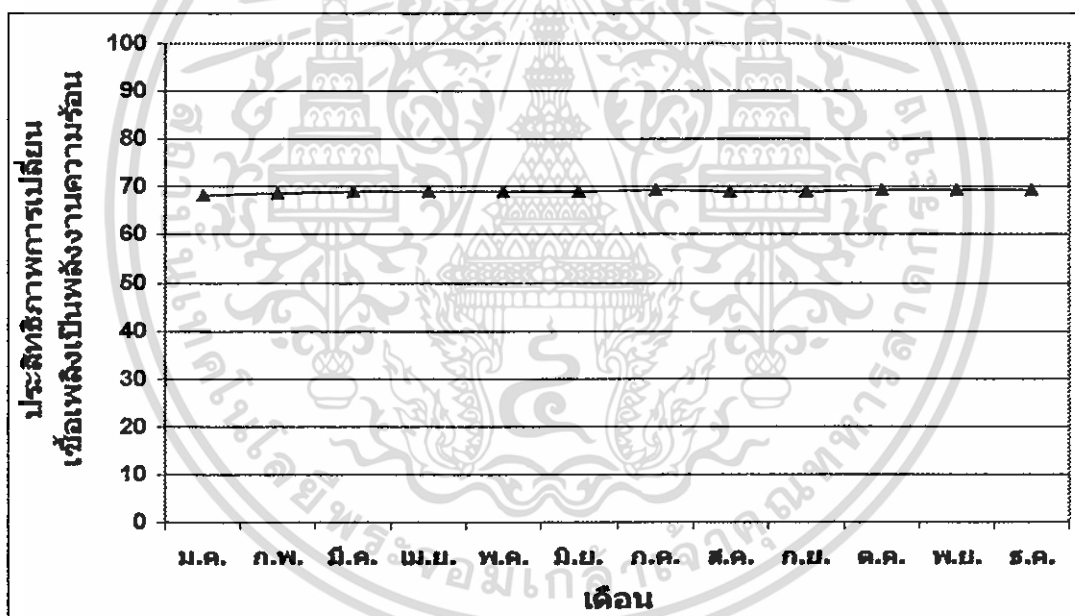
เมื่อวิเคราะห์จากข้อมูลต่างๆ มาประกอบกัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นไอน้ำของหม้อไอน้ำทั้ง 3 เครื่อง แสดงดังรูปที่ 4.6 ถึงรูปที่ 4.8 ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นความร้อนของหม้อไอน้ำ 6 ตัน (น้ำมันเตา)

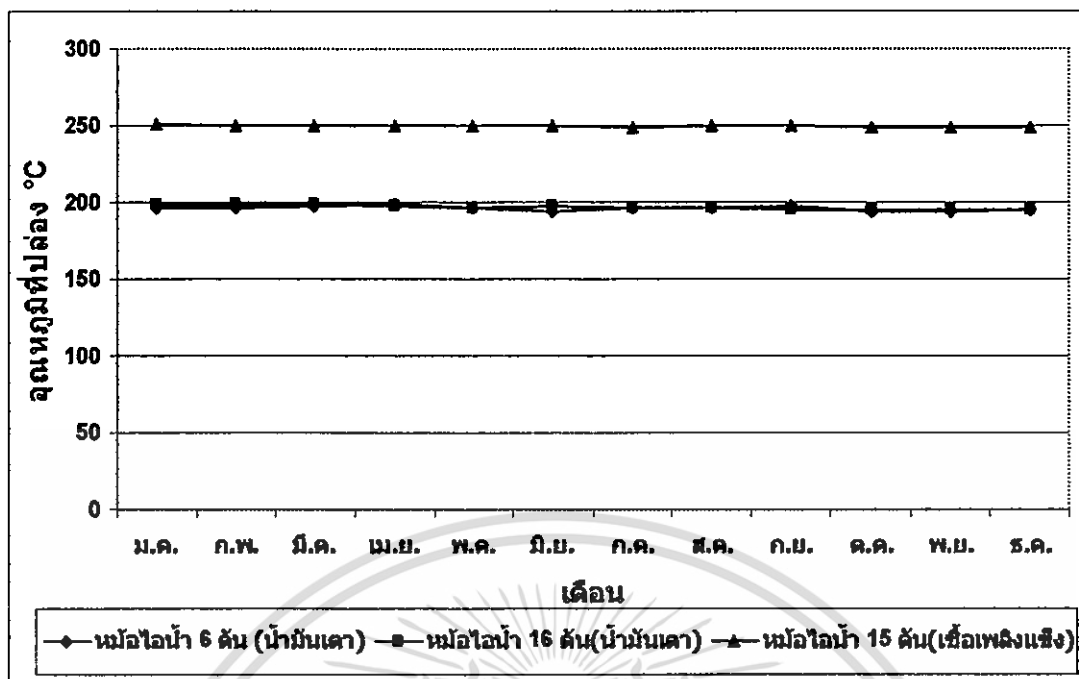


รูปที่ 4.7 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นความร้อนของหม้อไอน้ำ 16 ตัน (น้ำมันเตา)



รูปที่ 4.8 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นความร้อนของหม้อไอน้ำ 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง)

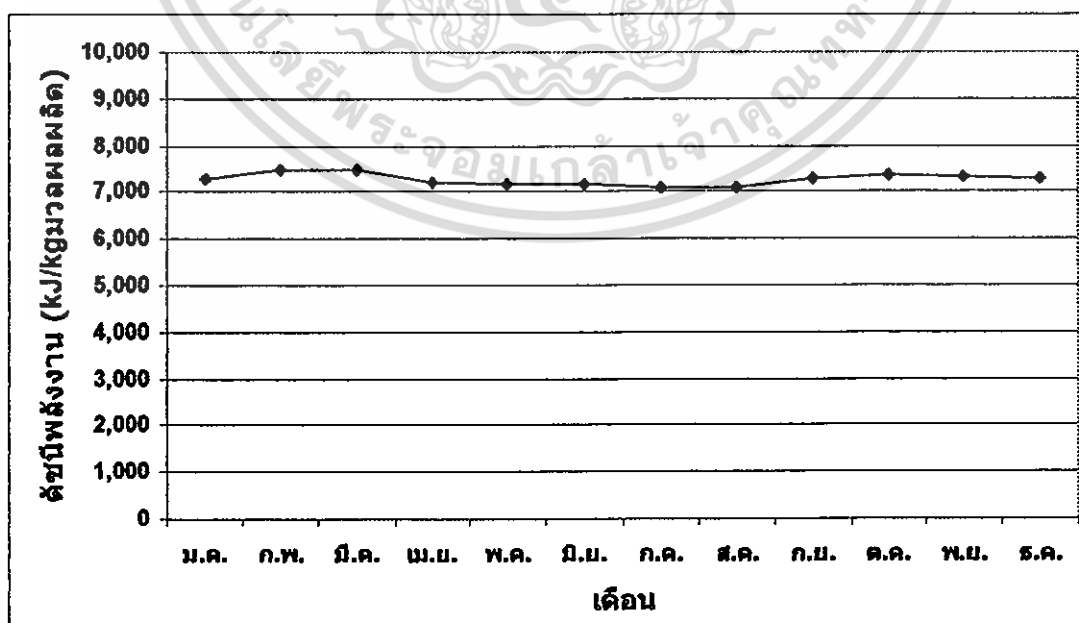
จากข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นความร้อนของหม้อไอน้ำขนาด 6 ตัน (น้ำมันเตา) เฉลี่ยเท่ากับ 73.07 % หม้อไอน้ำ 16 ตัน (น้ำมันเตา) เฉลี่ยเท่ากับ 75.56 % และหม้อไอน้ำขนาด 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง) เฉลี่ยเท่ากับ 69.03 % ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยของก๊าซไอเสียที่ปล่องของหม้อไอน้ำ 6 ตัน, 16 ตันและ 15 ตัน เฉลี่ยเท่ากับ 196.11°C , 196.69°C และ 249.71°C ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงอุณหภูมิไอน้ำที่ปล่อยหม้อไอน้ำ

4.5 ตรวจสอบค่าการใช้พลังงานต่อผลผลิตที่ได้

เพื่อให้เห็นความชัดเจนของประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าจะใช้วิธีการแสดงค่าการใช้พลังงานรวมต่อมวลผลผลิตรวมที่ได้ในรูปแบบของดัชนีพลังงาน ซึ่งทำให้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตได้ ซึ่งจากข้อมูลมีการใช้พลังงานจำเพาะโดยเฉลี่ย เท่ากับ 7,272.38 kJ/kgมวลผลผลิตรวม แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงค่าดัชนีพลังงานกระบวนการผลิต ของปี2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

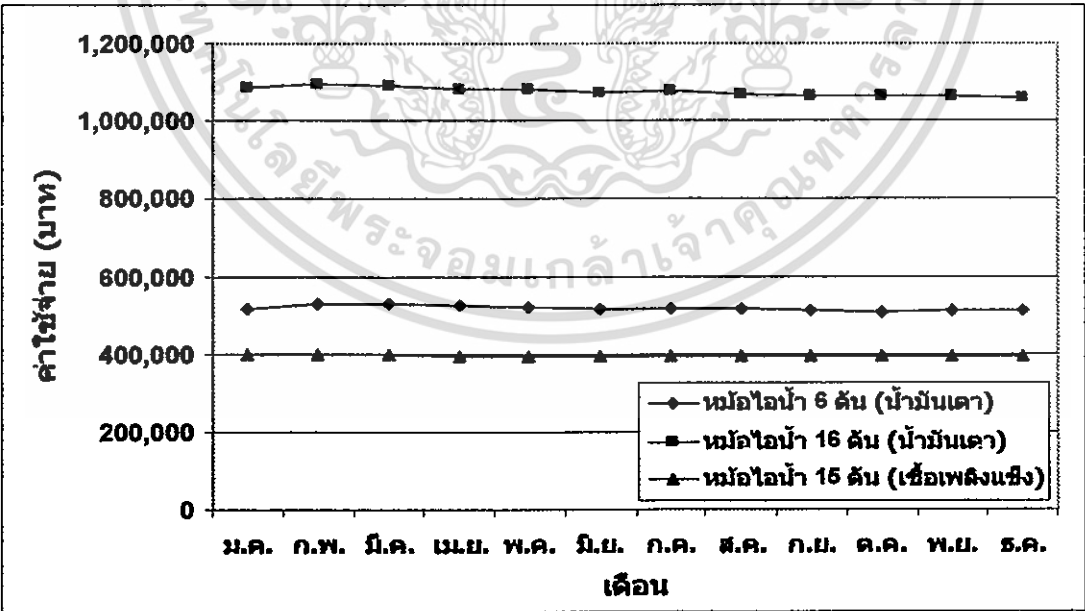
4.6 ตรวจสอบค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อน

การได้มาซึ่งพลังงานความร้อนเป็นค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งที่มีมูลค่าที่สูงมาก ซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการผลิตพลังงานความร้อนจะต้องมีอย่างเพียงพอและต่อเนื่องให้ทันต่อความต้องการ ซึ่งวัสดุที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการออกแบบและประเภทชนิดของหม้อไอน้ำ ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงมีข้อมูลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลชนิดของเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ

ชนิดของหม้อไอน้ำ	เชื้อเพลิงที่ใช้	ราคาเชื้อเพลิง (บาท)
หม้อไอน้ำขนาด 6 ตัน	น้ำมันเตา	8.60 บาทต่อลิตร
หม้อไอน้ำขนาด 16 ตัน	น้ำมันเตา	8.60 บาทต่อลิตร
หม้อไอน้ำขนาด 15 ตัน	เชื้อเพลิงแข็ง(กะลาปาล์ม + กะลามะพร้าว)	0.58 บาท ต่อกิโลกรัม

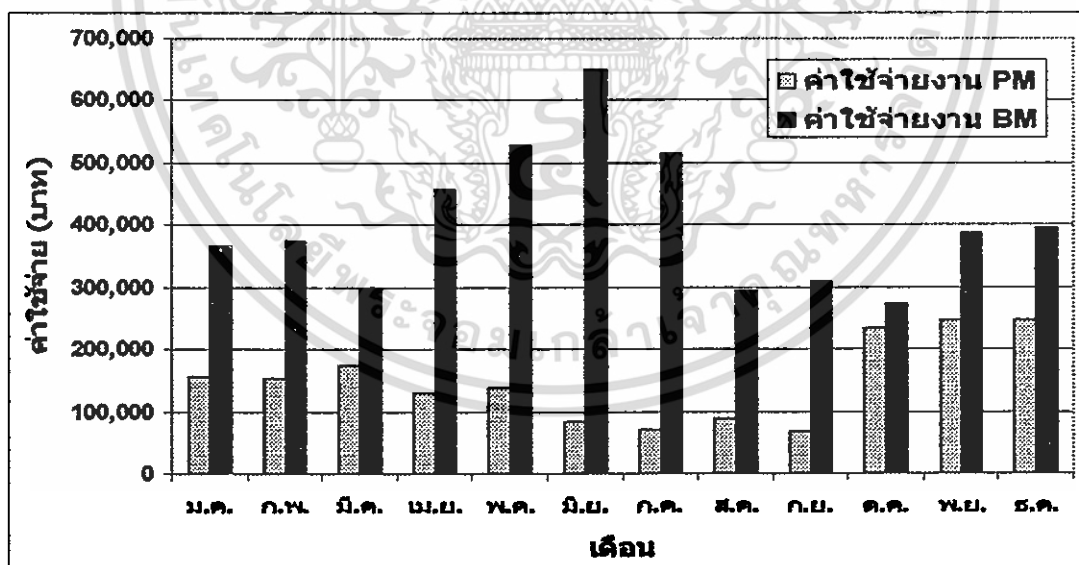
ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้ และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงก็จะขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงและค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ซึ่งค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อนแสดงดังรูปที่ 4.11 จากรูปจะเห็นว่าหม้อไอน้ำ 15 ตันที่มีการใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลาปาล์ม + กะลามะพร้าว) มีค่าใช้จ่ายที่น้อยมากเมื่อเทียบกับกำลังการผลิตไอน้ำที่สามารถผลิตได้



รูปที่ 4.11 แสดงค่าใช้จ่ายสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ

4.7 ตรวจสอบค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง

ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง จะเป็นค่าใช้จ่ายด้านงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) และงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (BM) ของเครื่องจักรในแต่ละสายงานการผลิต ซึ่งจากการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่จะมีการใช้เครื่องจักรไปจนกระทั่งมีการชำรุดของอุปกรณ์ หรือเกิดการเสื่อมการทำงานขึ้นส่วนของเครื่องจักรจึงจะทำหยุดเพื่อทำการแก้ไขและไม่มีการเก็บข้อมูลหลังการซ่อมอย่างเป็นระบบ ดังนั้นทำให้ไม่สามารถที่จะพยากรณ์หรือคาดการณ์ล่วงหน้าถึงช่วงเวลาที่ควรมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนหรือบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการหยุดฉุกเฉินของเครื่องจักรได้ ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่มักเกิดจากการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (BM) แสดงข้อมูลดังรูปที่ 4.12 จากข้อมูลพบว่า ค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีค่าที่น้อยกว่าค่าใช้จ่ายจากงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง ซึ่งเป็นผลมาจากการที่มีการใช้อะไหล่จนหมดอายุการทำงานแทนที่จะมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นก่อน เพื่อป้องกันการหยุดอย่างฉุกเฉินของเครื่องจักร ซึ่งทำให้การซ่อมบำรุงเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านั้นมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก และการปล่อยให้ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักรหมดสภาพอายุการทำงานจะเกิดผลหรือปัญหากับชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องจักรอันเกิดจากชิ้นส่วนที่หมดสภาพอายุการทำงานนั้นด้วย ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว หลังจากที่มีการเก็บข้อมูลอายุการทำงานขึ้นส่วนของเครื่องจักร ทำให้สามารถประเมินอายุการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักรที่เป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญได้และทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นก่อนที่จะเกิดความเสียหายแก่เครื่องจักร



รูปที่ 4.12 แสดงค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงของปี 2545

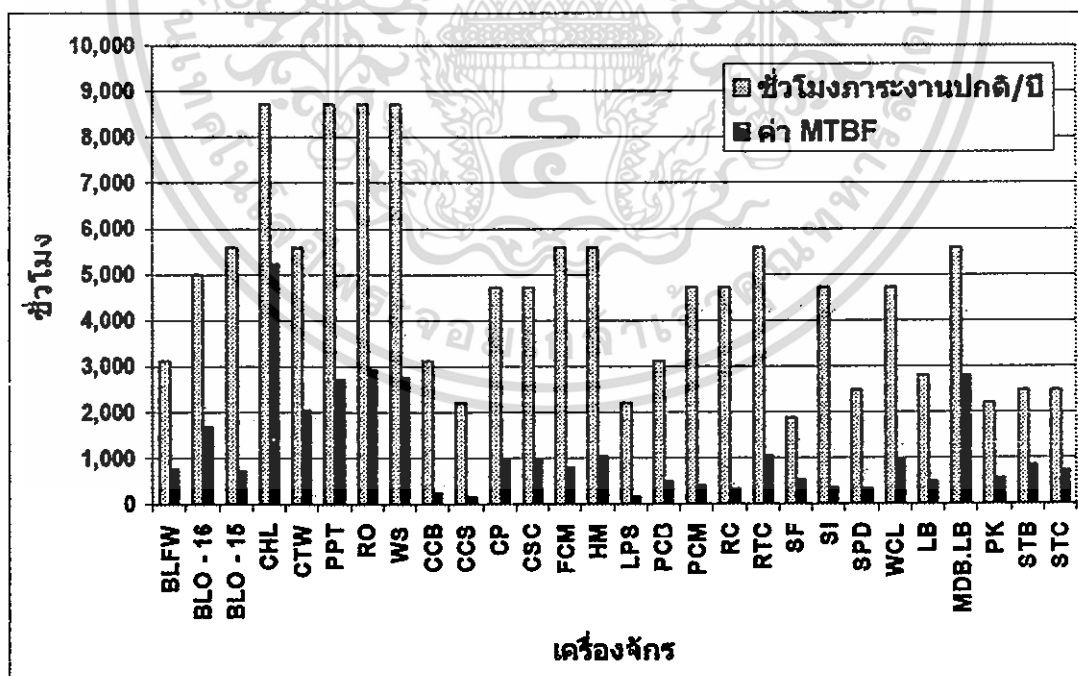
4.8 ตรวจสอบสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วนของค่าอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง

การขัดข้องของเครื่องจักรจะส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร ซึ่งจากโรงงานที่ทำการศึกษา พบว่าเครื่องจักรบางเครื่องมีอัตราการขัดข้องที่สูงหรือบางเครื่องมีจำนวนครั้งที่ขัดข้องไม่สูงมากแต่เป็นเครื่องจักรที่สำคัญ ซึ่งการหยุดแต่ละครั้งจะส่งผลกระทบต่อเครื่องจักรตัวอื่นทำให้ทั้งสายงานการผลิตหยุดชะงักได้ ค่าอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง (Mean Time Between Failures : MTBF) สามารถแสดงถึงช่วงความถี่ของการเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรได้ จากข้อมูลสามารถแสดงการเปรียบเทียบชั่วโมงภาระงานปกติกับค่าอัตราการเฉลี่ยการขัดข้องของเครื่องจักร(MTBF) แสดงดังรูปที่ 4.13

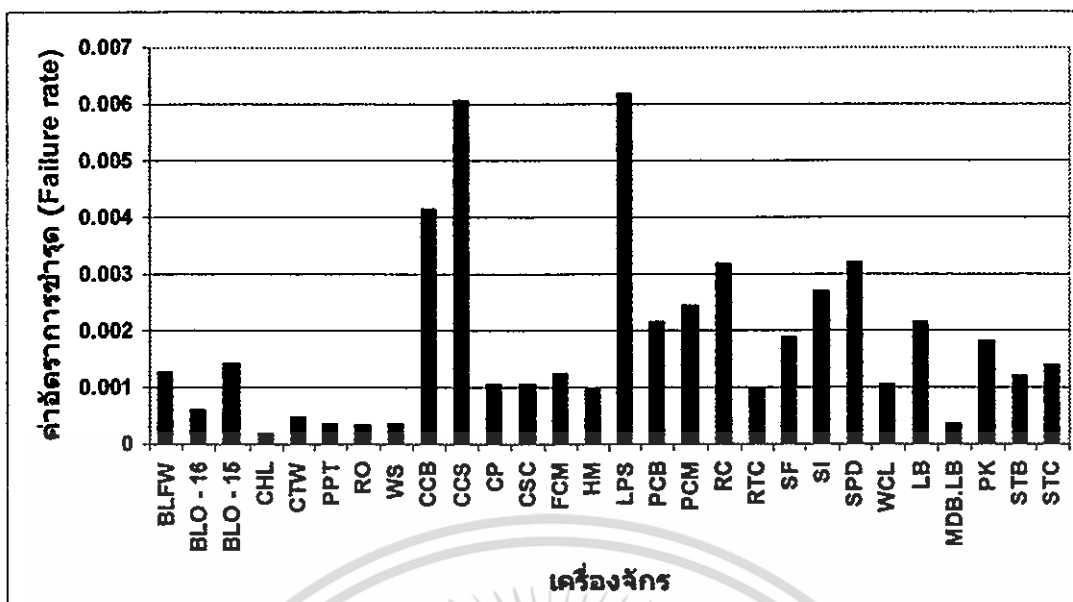
หน่วยพื้นฐานสำหรับการวัดความน่าเชื่อถือมักจะใช้อัตราการชำรุด (Failure rate) ที่เป็นการวัดสัดส่วนผกผันกับค่าอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง (MTBF) ที่แสดงความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{Failure rate } (\lambda) = \frac{1}{\text{MTBF}} \quad (4.3)$$

ค่าที่คำนวณได้จะสามารถบ่งชี้ถึงโอกาสที่เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนจะเสียหายหรือขัดข้องภายในระยะเวลาช่วงหนึ่ง ซึ่งจากข้อมูลอัตราการเฉลี่ยขัดข้อง (MTBF) สามารถแสดงค่าอัตราการชำรุดดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 แสดงดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต



รูปที่ 4.14 แสดงค่าอัตราการชำรุดของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

4.9 ตรวจสอบสมรรถนะของกระบวนการผลิต

สภาพการทำงาน of เครื่องจักรแต่ละเครื่อง จะมีผลอย่างมาก ต่อค่าใช้จ่าย ปริมาณการใช้พลังงาน ผลกำไรขาดทุน ฯลฯ ดังนั้นเครื่องจักรที่ดีก็คือ เครื่องจักรที่ทำงานได้ตลอดเวลาใช้งาน ได้เต็มกำลังและไม่ผลิตของเสีย โดยสังเกตได้จาก อัตราการเดินเครื่อง (Availability) ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) และอัตราคุณภาพ (Quality Rate) ตามลำดับ

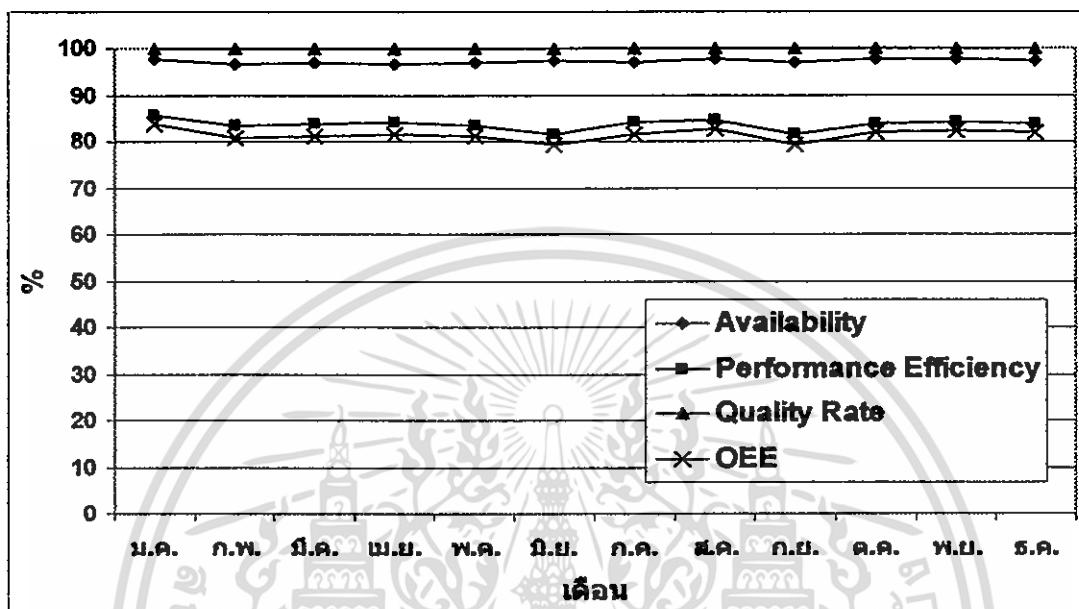
การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) คือ การนำเอาอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพมาพิจารณาร่วมกัน เนื่องจากทั้ง 3 ปัจจัยเป็น สัมประสิทธิ์ซึ่งกันและกันในการส่งผลต่อประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรเป็นสิ่งที่ทำให้อัตราการเดินเครื่อง (Availability) ต่ำ ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) ต่ำ และอัตราคุณภาพ (Quality Rate) ต่ำ นั่น ก็คือ ทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต่ำ ดังนั้นการเพิ่ม OEE ก็คือการลด อัตราการ ขัดข้อง (Loss) นั้นเอง

ซึ่งการวิเคราะห์สภาพการทำงาน of โรงงานที่ทำการศึกษาในปี 2545 พบว่าค่าอัตราการเดินเครื่องจักร (Availability) เฉลี่ยที่ 97.3 % ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) เฉลี่ยที่ 83.7 % อัตราคุณภาพ (Quality Rate) เฉลี่ยที่ 99.96 % จึงทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เฉลี่ยที่ 81.41 % จากข้อมูลสามารถวิเคราะห์ได้ว่าตัวที่เป็นปัญหา คือ ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) ที่มีเกิดจากอัตราการผลิตจริงน้อยกว่าอัตราการผลิตตามสเปกของเครื่องที่กำหนดมา ซึ่งเกิดจากการตั้งรอบการทำงาน of เครื่องที่น้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

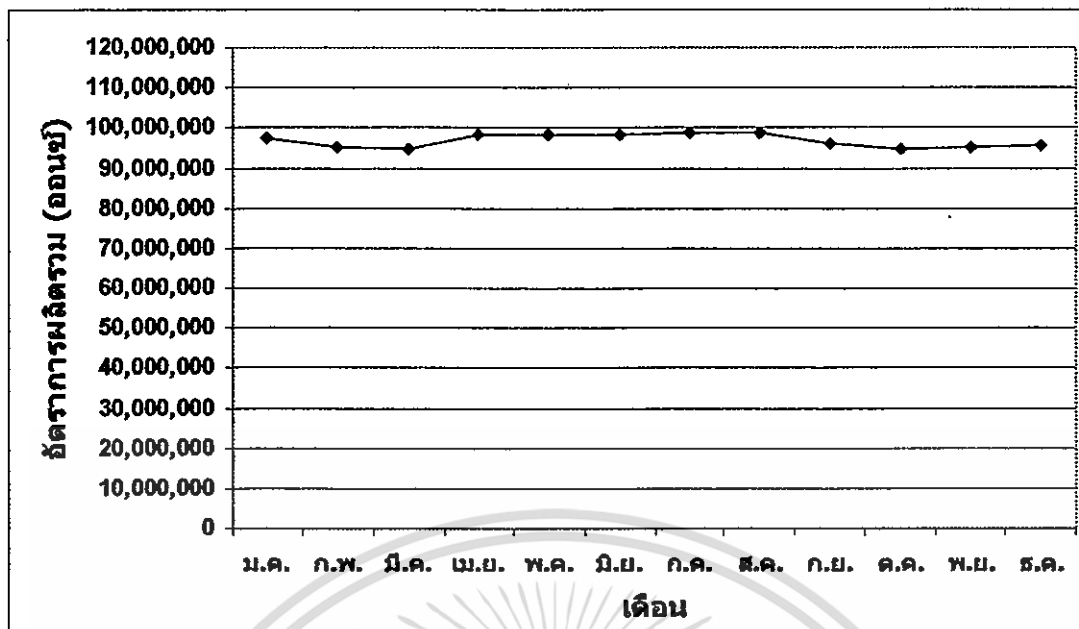
ปกติ เนื่องจากมีปัจจัยเสี่ยงในความเชื่อมั่นของการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร อีกทั้งเครื่องมีความสูญเสียจากการที่เครื่องเสียกำลัง เช่น เครื่องเดินไม่เรียบ เครื่องสะดุด หรือหยุดเล็กน้อย ซึ่งข้อมูลในการวัดประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ของกระบวนการผลิตปี 2545 แสดงได้ในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดงข้อมูลวิเคราะห์สภาพของกระบวนการผลิต ประจำปี 2545

4.10 วิเคราะห์อัตราการผลิตรวมของสายการผลิต

อัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิตตามความต้องการ(ปกติ)หรืออัตราที่ลดลงจะขึ้นอยู่กับสภาพความพร้อมของเครื่องจักรที่ในผลิต ซึ่งจะเกี่ยวเนื่องกับแผนงานบำรุงรักษาถ้าแผนงานซ่อมบำรุงไม่มีประสิทธิภาพก็จะทำให้เครื่องจักรมีความพร้อมในการทำงานที่ด้อยลง อันจะส่งผลให้อัตราการผลิตไม่ได้ตามความต้องการ หรือจะต้องมีการเพิ่มการทำงานของเครื่องจักรให้มากขึ้นกว่าปกติเพื่อที่จะได้อัตราการผลิตที่ต้องการ ซึ่งโรงงานที่ทำการศึกษาวิจัยมีความต้องการอัตราการผลิตในปริมาณมาก แสดงดังรูปที่ 4.16



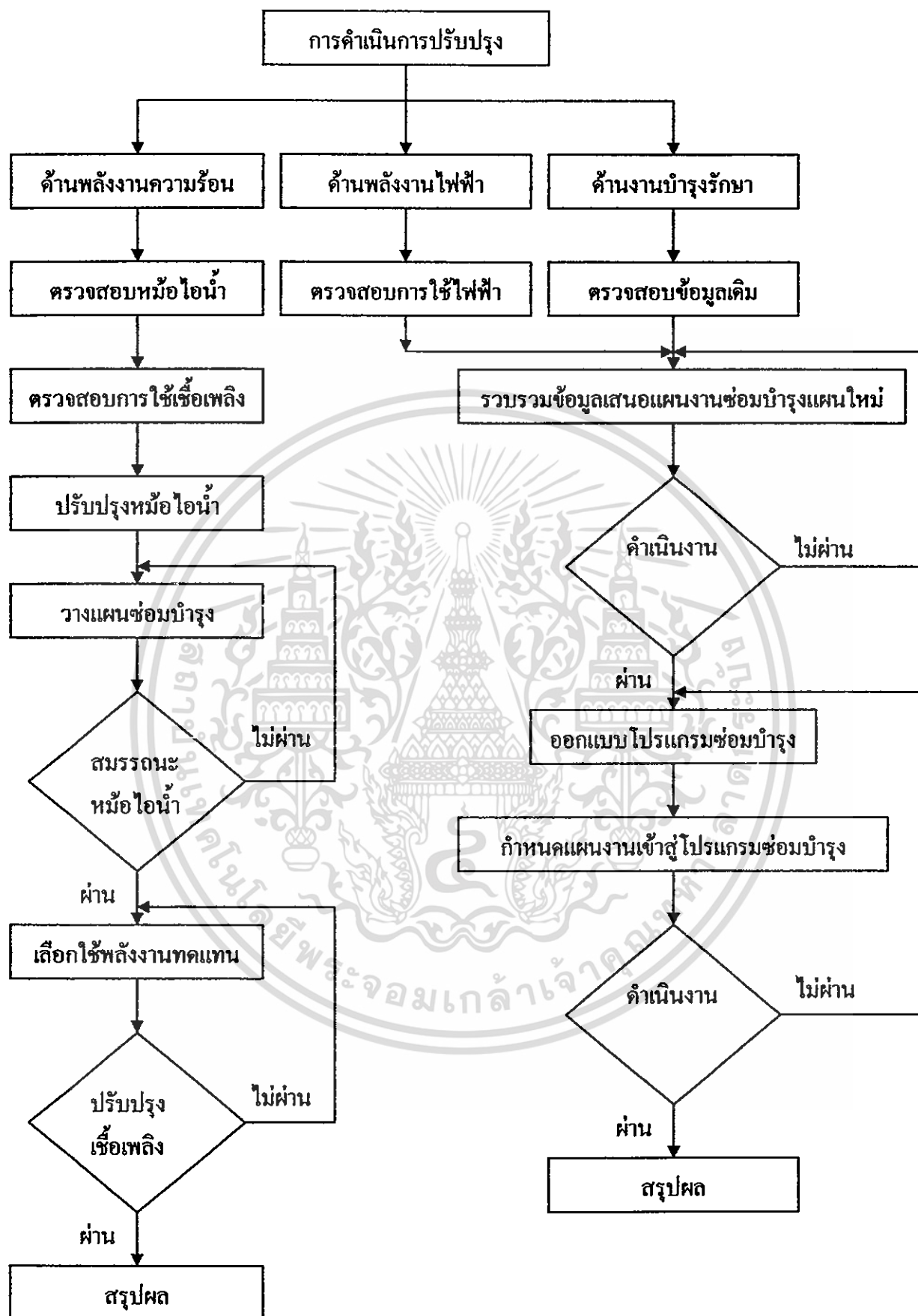
รูปที่ 4.16 แสดงอัตราการผลิตรวมของปี 2545

4.11 วิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและลดการใช้พลังงานโดยใช้การวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสม

การวิเคราะห์และหาแนวทางปรับปรุงแผนงานบำรุงรักษา การลดการใช้พลังงานทั้งในด้านพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน จะมีวิธีการดำเนินงานดังรูปที่ 4.17 ซึ่งการดำเนินงานมีดังนี้

4.11.1 วิเคราะห์และจัดการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

หลังจากการวิเคราะห์และตรวจสอบแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันเดิมที่ใช้กันอยู่พบว่า ยังมีความไม่เหมาะสมเนื่องจากเครื่องจักรยังเกิดเหตุขัดข้องบ่อยครั้งและประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการผลิตยังไม่ดีพอ ซึ่งในสายงานกระบวนการผลิตเครื่องจักรบางตัวจะต้องมีการทำงานในเวลาที่ยาวนานถึง 8-12 ชม. คิดต่อกัน ดังนั้นเครื่องจักรจึงเกิดการสึกหรออย่างมากซึ่งแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันเดิมไม่สามารถที่จะลดการขัดข้องของเครื่องจักรลงได้ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยจัดการงานซ่อมบำรุงมาเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น สภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ ประวัติการขัดข้อง อัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิต เป็นต้น ซึ่งจะใช้ข้อมูลเดิมเพื่อนำมาวิเคราะห์สำหรับการวางแผนงานซ่อมบำรุงใหม่หรือวิเคราะห์คุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่เหมาะสมทั้งในด้านค่าความร้อนและค่าใช้จ่าย แผนงานซ่อมบำรุงจัดว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการควบคุมงานบำรุงรักษา แผนงานที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้เครื่องจักรไม่สมบูรณ์ ซึ่งแผนงานซ่อมบำรุงเดิม แสดงตัวอย่างดังตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.17 แสดงวิธีการดำเนินงานปรับปรุงแผนงานซ่อมบำรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนงานพบว่าการกำหนดวงรอบงานบำรุงรักษาเป็น ประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน ประจำ 3 เดือนและประจำ 6 เดือน และแม้ว่าจะมีการปฏิบัติงานตามแผนแต่เครื่องจักรก็ยังมีอาการขัดข้องอยู่ แสดงว่าแผนงานที่มีการวัดรอบดังกล่าวมีจุดบกพร่องอยู่ ดังนั้นจากข้อมูลการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง ข้อมูลการขัดข้อง คำนวณสภาพงานบำรุงรักษา การใช้พลังงานความร้อน ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานหรือข้อมูลส่วนอื่นๆ ที่มีการเก็บข้อมูลไว้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาทางแก้ไข ซึ่งมีการกำหนดวงรอบบำรุงรักษาใหม่เป็นการนับเป็นรอบรายวันและรอบสัปดาห์แทน ซึ่งเมื่อทำการตรวจสอบจะพบว่าใน 1 ปี จะมี 52 สัปดาห์ แต่แผนงานเดิมเมื่อมีการนับการทำงานจะได้เพียง 48 สัปดาห์ ดังนั้นแผนงานใหม่จึงถูกพัฒนาขึ้น แสดงตัวอย่างดังตารางที่ 4.4 และมีการจัดการงานซ่อมบำรุงโดยมีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือในการจัดการ มีการส่งรายงานประจำวันที่มีรายละเอียดในการทำงานอย่างครบถ้วน และมีการบันทึกผลการปฏิบัติงานทุกครั้ง

4.11.2 การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้าของเครื่องจักร

พลังงานในส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องจักรเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายมาก ซึ่งพลังงานไฟฟ้าจะอยู่ในรูปแบบของความต้องการกระแสไฟฟ้าซึ่งเมื่อเครื่องจักรมีภาระ (โหลด) มาก มอเตอร์ก็จะมีความต้องการกระแสไฟฟ้ามีมากขึ้นเช่นกันและกรณีที่มีการะงานอยู่ในปริมาณคงที่ค่าความต้องการกระแสไฟฟ้าที่สูงเกินจะมาจากเครื่องจักรมีสภาพไม่สมบูรณ์ มีการดูแล ตรวจสอบ บำรุงรักษาชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวไม่เหมาะสม ซึ่งความเสียหายของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ เช่น ลูกปืน ถ้าไม่มีการอัตรการบีบ หรือปล่อยให้ลูกปืนหมดสภาพการทำงานก็จะเป็นการเพิ่มภาระงานที่สูงเสียให้กับเครื่องจักรทำให้เครื่องจักรมีความต้องการกระแสไฟฟ้ามากขึ้น ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองโดยรวมอย่างมาก และการเลือกใช้ชิ้นส่วนอะไหล่ที่ไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่การทำงาน ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นจึงมีการจัดการดูแลและซัดในส่วนของภาระงานที่สูงเสียโดยการวางแผนงานซ่อมบำรุงชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ การหมุน หรือในส่วนของมอเตอร์ อย่างสม่ำเสมอ และมีการเปลี่ยนอะไหล่เมื่อตรวจสอบดูแล้วถึงรอบการเปลี่ยน ซึ่งทำให้ค่าความต้องการกระแสไฟฟ้าที่สูงจากภาระงานที่สูงเสียลดลง ทำให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าโดยรวมของเครื่องจักรลดลง ซึ่งค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตก่อนและหลังการวางแผนงานซ่อมบำรุงและใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมจัดการงานซ่อม สำหรับข้อมูลปี 2545 และปี 2546 แสดงดังรูปที่ 4.18 ซึ่งแสดงให้เห็นค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตมีค่าลดลง ซึ่งเกิดจากการลดภาระที่ทำให้เกิดความสูญเสียลงโดยการขจัดความเสียหายของจุดต่อต่างๆ และชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ต้องมีการจัดการหล่อลื่น ซึ่งผลที่ได้คือทำให้กระบวนการผลิตมีการใช้พลังงานไฟฟ้า (MJ) ลดลงทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้

ตารางที่ 4.3 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (แผนเดิม) เครื่องจักร..... ฝ่าย.....วิศวกรรม..... แผนก.....ซ่อมบำรุง..... ประจำปี 2545

สภาพงาน L หล่อเส้น I ตรวจสอบสภาพเครื่อง A ปรับแต่ง

รหัสเครื่อง	ลำดับที่	ภาพ	ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				หมายเหตุ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			งาน	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
GNT-1-GNT-3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											



ประจำวัน



ประจำสัปดาห์



ประจำเดือน



ประจำ 3 เดือน



ประจำ 6 เดือน



ประจำปี

ตารางที่ 4.4 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (แผนใหม่) เครื่องจักร..... ฝ่าย.....วิศวกรรม..... แผนก.....ซ่อมบำรุง..... ประจำปี 2546

สภาพงาน L แหล่งเงิน | ตรวจสอบภาพเครื่อง A ปรับแต่ง

[illegible]☐

ทุกวัน

1

ทุกสัปดาห์

4

ทุก 4 สัปดาห์

8

ทุก 8 สัปดาห์

13

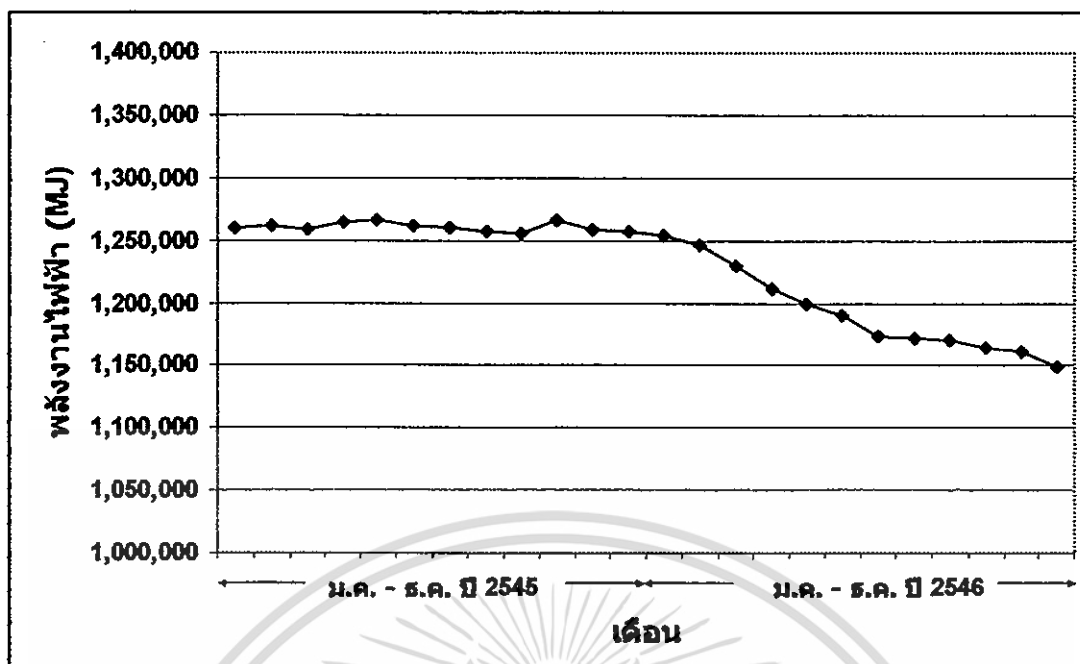
ทุก 13 สัปดาห์

26

26 | ทุก 26 สัปดาห์

52

2 | ทุก 52 สัปดาห์



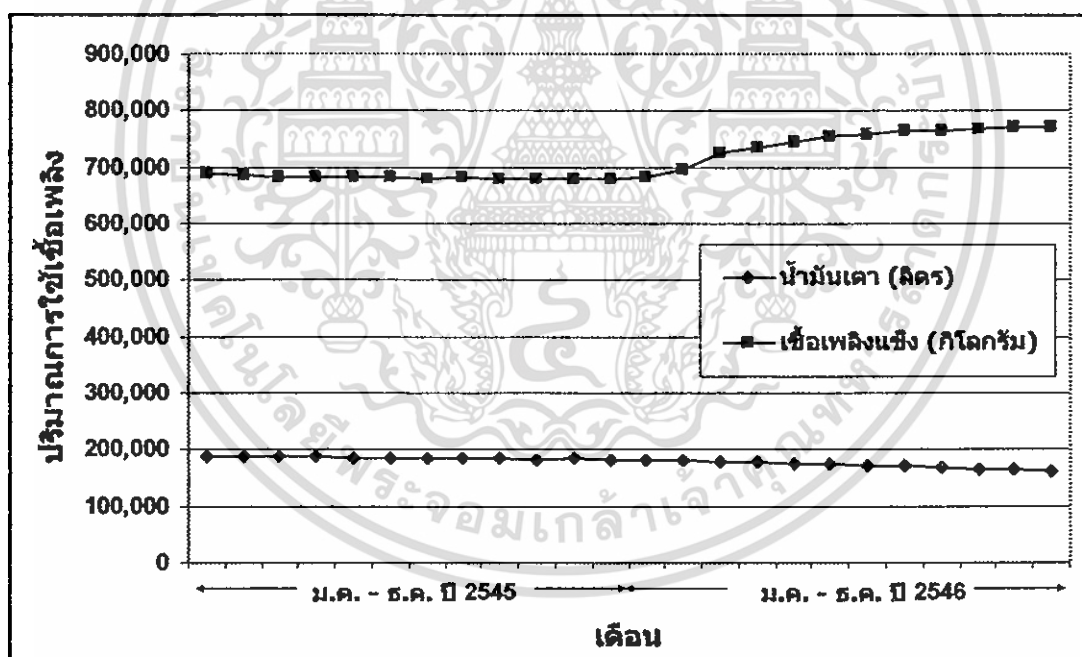
รูปที่ 4.18 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต ปี 2545 ถึง ปี 2546

4.11.3 การจัดการด้านพลังงานความร้อนของเครื่องจักร

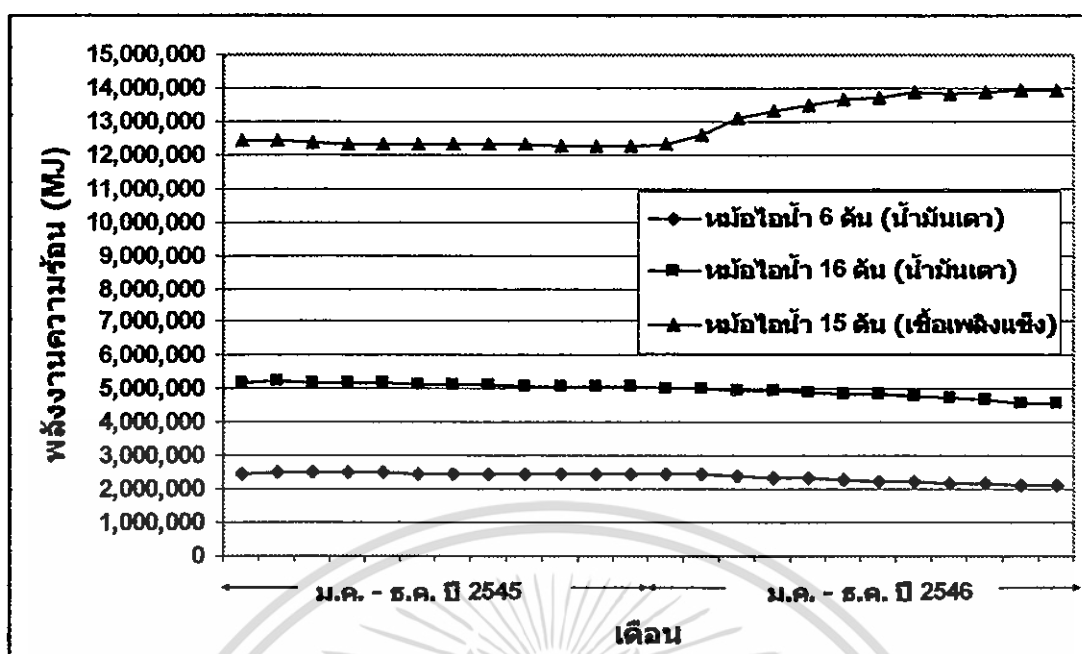
พลังงานความร้อนจัดว่าเป็นค่าใช้จ่ายต้นทุนที่สูงมาก เนื่องจากจะต้องมีการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่สูงในการผลิตไอของหม้อไอน้ำ หม้อไอน้ำในโรงงานที่ใช้ศึกษาวิจัยจะมีอยู่ 3 เครื่อง คือ หม้อไอน้ำ 6 ตัน (น้ำมันเตา), หม้อไอน้ำ 16 ตัน (น้ำมันเตา) และหม้อไอน้ำ 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง) ซึ่งหม้อไอน้ำที่มีค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงสูงมากคือหม้อไอน้ำ 6 ตันและ 16 ตัน ที่มีการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง เพราะวามหม้อไอน้ำมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่สูงมากเฉลี่ย 60,000 ลิตรต่อเดือนสำหรับหม้อไอน้ำ 6 ตัน และ 125,000 ลิตรต่อเดือนสำหรับหม้อไอน้ำ 16 ตัน ส่วนหม้อไอน้ำ 15 ตันที่มีการใช้เชื้อเพลิงแข็งในการสันดาปในห้องเผาไหม้มีปริมาณการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงแข็งอยู่ที่เฉลี่ยประมาณ 682,000 กิโลกรัมต่อเดือน ซึ่งราคาต้นทุนด้านเชื้อเพลิงของน้ำมันเตาเท่ากับ 8.60 บาทต่อลิตร และเชื้อเพลิงแข็ง(กะลามะพร้าว + กะลาปาล์ม) เท่ากับ 0.58 บาทต่อกิโลกรัม จะเห็นได้ว่าราคาของเชื้อเพลิงต่างกันมากอันเนื่องมาจากน้ำมันเตาจะต้องมีการสั่งซื้อและนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาสูงกว่า ส่วนกะลามะพร้าวและกะลาปาล์มเป็นวัสดุที่เป็นพลังงานชีวมวลในประเทศซึ่งมีราคาถูกกว่า ดังนั้นในการลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงจึงเห็นสมควรที่จะมีการใช้งานหม้อไอน้ำ 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง) เป็นหลัก ส่วนหม้อไอน้ำ 6 ตัน และ 16 ตัน (น้ำมันเตา) จะมีการเดินเครื่องเพียงแค่ช่วยรักษาระดับความดันไอน้ำเพื่อป้องกันความดันไอน้ำตกเท่านั้น ซึ่งจะสามารถลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในส่วนของน้ำมันเตาได้ส่วนหนึ่ง ในส่วนของอุปกรณ์ของหม้อไอน้ำถ้าขาดการดูแลรักษาอย่างถูกวิธีและสม่ำเสมอ ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของหม้อไอน้ำลดลง และจะทำให้มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการเผาไหม้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นค่าใช้จ่ายก็จะมากขึ้นคู่กัน ดังนั้นในส่วนของโปรแกรมมีการจัดทำฟอร์มสำหรับการเก็บข้อมูลสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำเพิ่มเติมนอกเหนือจากแผนงานซ่อมบำรุงหม้อไอน้ำตามปกติ ทั้งในส่วนของปริมาณน้ำที่ใช้ ปริมาณเชื้อเพลิง อุณหภูมิปล่อง ความดันไอน้ำ เป็นต้น ซึ่งในส่วนนี้ จะมีการเก็บลงฐานข้อมูล เพื่อจะนำมาวิเคราะห์สภาพของหม้อไอน้ำว่าขณะนี้หม้อไอน้ำมีการใช้ เชื้อเพลิงมากน้อยเพียงใดหรือประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นไอน้ำมีค่าเท่าใดและยังสามารถ นำข้อมูลมาเพื่อวิเคราะห์ความสูญเสียของหม้อไอน้ำได้ ซึ่งเมื่อทราบข้อมูลดังกล่าวก็就会有การจัด ทีมงานซ่อมบำรุงเข้าไปตรวจสอบและแก้ไขปัญหาก็ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการทำความสะดวก เปลี่ยนชิ้นส่วน ปรับแต่ง เป็นต้นซึ่งหลังจากที่มีการจัดการและดูแลบำรุงรักษาหม้อไอน้ำอย่างเป็น ระบบทำให้หม้อไอน้ำมีการทำงานที่เสถียรยิ่งขึ้น สามารถผลิตไอน้ำได้ตามความต้องการของ ฝ่ายผลิตและมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงลดลงอันเกิดจากมีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อน มากขึ้นและการสูญเสียความร้อนต่างๆลดลง ซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเปรียบเทียบระหว่างปี 2545 และปี 2546 แสดงดังรูปที่ 4.19 และค่าการใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิตปี 2545 ถึง ปี 2546 แสดงดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.19 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงรวมของหม้อไอน้ำปี 2545 ถึง ปี 2546



รูปที่ 4.20 แสดงการใช้พลังงานความร้อน (MJ) ของกระบวนการผลิต ปี 2545 ถึง ปี 2546

4.12 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนและควบคุมงานบำรุงรักษาเครื่องจักร

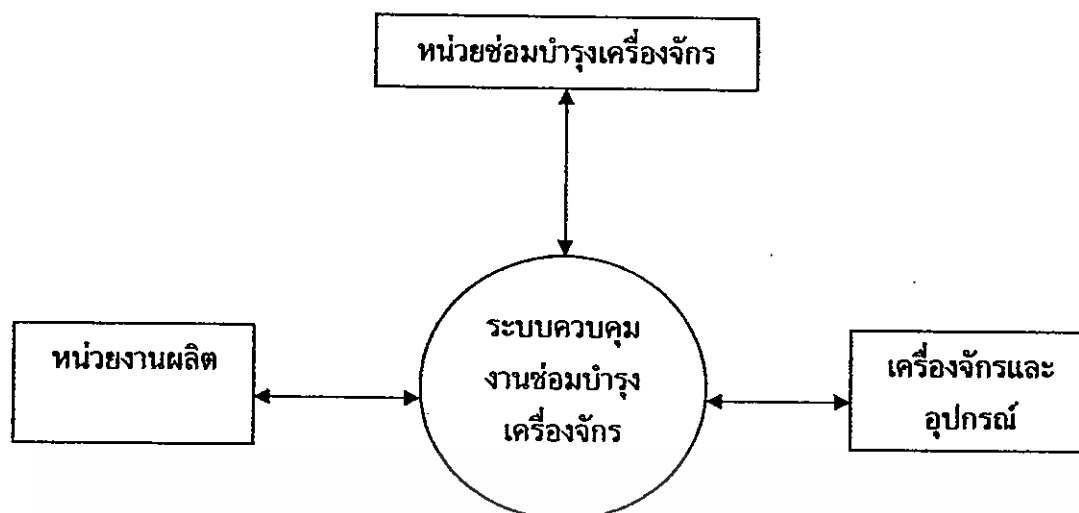
การพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์นั้น จะใช้หลักทฤษฎีวิศวกรรมซ่อมบำรุงมาเป็นหลักสำคัญในการออกแบบ โปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ในการควบคุมงานบำรุงรักษา และช่วยในการออกแบบแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่มีความเหมาะสมกับเครื่องจักรด้วย ทั้งนี้เนื่องจากทีมงานซ่อมบำรุงของโรงงานที่ใช้ทำการศึกษายังเป็นระบบเอกสารอยู่ยังไม่ได้มีการควบคุมการเก็บข้อมูลการซ่อม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างมากเนื่องจากจะเป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สภาพของเครื่องจักร และเพื่อจะใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษาที่มีความเหมาะสม ที่ส่งผลให้ลดการขัดข้องของเครื่องจักรกรณีฉุกเฉินและลดการใช้พลังงานของเครื่องจักรลงได้

4.12.1 ขั้นวิเคราะห์และออกแบบระบบ

4.12.1.1 การวิเคราะห์ระบบปัจจุบัน

1. โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบงานซ่อมบำรุง ประกอบด้วย

- เครื่องจักรและอุปกรณ์
- หน่วยงานซ่อมบำรุง
- หน่วยงานผลิต



รูปที่ 4.21 แสดงแผนภูมิความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของระบบงานซ่อมบำรุง

จากรูปจะเห็นว่า หน่วยการผลิตจะเกี่ยวข้องกับระบบในฐานะเป็นผู้ร้องขอให้มีการซ่อมหรือบำรุงรักษาเครื่องจักร ขณะที่หน่วยซ่อมบำรุง มีหน้าที่ให้บริการแก่ผู้ร้องขอบริการในการซ่อมแซมหรือบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์

2. ข้อมูลของระบบ

2.1 แหล่งข้อมูลของระบบ

- ใบประวัติเครื่องจักร เป็นเอกสาร ซึ่งระบุถึงรายละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์หรือเครื่องจักร
- ใบแจ้งงาน ใช้สำหรับบันทึกรายละเอียดการแจ้งงาน โดยฝ่ายผลิต ซึ่งเป็นเจ้าของเครื่องจักรเพื่อแจ้งไปยังหน่วยซ่อม
- ใบสรุปงาน ใช้สำหรับบันทึกรายละเอียดหลัง จากได้ทำการตรวจซ่อมเครื่องจักรเรียบร้อยแล้ว
- รายงานประจำวัน

2.2. รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล

ก. ข้อมูลเกี่ยวกับการแจ้งงาน ได้แก่

- วันที่ได้รับแจ้งงาน
- หน่วยงาน ซึ่งเป็นผู้แจ้ง
- หน่วยงาน ซึ่งทำหน้าที่รับแจ้งและทำการตรวจสอบ
- หมายเลขของเครื่องจักร
- ตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องจักร
- รายละเอียดหรืออาการเสียหายที่เกิดขึ้น
- ชื่อผู้แจ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ข้อมูลเกี่ยวกับการซ่อมเครื่องจักร ได้แก่

- หมายเลขของเครื่องจักร
- ใบแจ้งงานที่อ้างถึง
- สาเหตุของความเสียหาย
- วันเวลาที่ทำการซ่อมเครื่องจักร
- รายละเอียดของการซ่อม
- หน่วยบริการซ่อม

ค. ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักร ได้แก่

- หมายเลขเครื่องจักร
- หมายเลขรหัสเครื่องจักร
- ชื่อเครื่องจักร
- ข้อมูลทางเทคนิค
- วันที่ทำการติดตั้ง
- ผู้ผลิต
- สถานที่ติดตั้ง

3. กระบวนการต่าง ๆ ของระบบงานซ่อมบำรุง

3.1 การแจ้งงาน

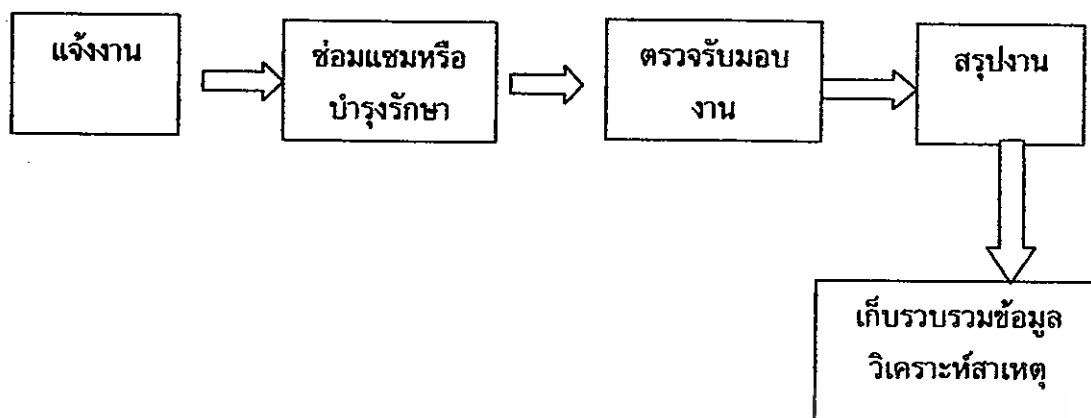
เมื่อเครื่องจักรในสายงานผลิตหยุดทำงาน หน่วยการผลิตจะทำการแจ้งมายังฝ่ายวิศวกรรม เพื่อให้ทำการซ่อมแซม

3.2 การซ่อมเครื่องจักร

หลังจากได้รับการแจ้งจากฝ่ายผลิตว่ามีเครื่องจักรเสีย หรือมีอาการผิดปกติ หน่วยงานซึ่งรับผิดชอบเกี่ยวกับการซ่อมของฝ่ายวิศวกรรมต้องรีบไปทำการซ่อมทันทีที่ได้รับแจ้ง

3.3 การบำรุงรักษาประจำวัน

นอกจากรับผิดชอบเกี่ยวกับซ่อมเครื่องจักรแล้ว ฝ่ายวิศวกรรม ยังมีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักร ให้แก่ฝ่ายผลิตอีกด้วย โดยในแต่ละวัน หน่วยงานซ่อมบำรุงแต่ละหน่วยจะต้องทำการตรวจสอบ ถอด – เปลี่ยนหรือการเติมสารหล่อลื่นแก่เครื่องจักรเหล่านั้นอีกด้วยกระบวนการของระบบงานซ่อมบำรุงที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 แสดงแผนภูมิระบบงานซ่อมบำรุงก่อนปรับปรุงระบบ

4.12.1.2 ขั้นตอนการปรับปรุงระบบงาน

หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ ของระบบงานปัจจุบันแล้ว พบว่ามีความจำเป็นต้องทำการปรับปรุงระบบดังกล่าวบางส่วน เพื่อให้การดำเนินงานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดการด้านข้อมูลของระบบควบคุมงานซ่อมบำรุงทั้งหมด สำหรับการพัฒนาระบบงานได้มีการวางขั้นตอนการพัฒนา ได้ดังนี้

1. เป้าหมายของระบบงานใหม่

ระบบควบคุมงานซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ จะสามารถตอบสนองความต้องการด้านข้อมูลแก่วิศวกร และผู้ปฏิบัติงาน ทั้งในด้านการเก็บรักษาข้อมูลและความสามารถในการค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

2. สำรวจและรวบรวมความต้องการของผู้ใช้

ได้แก่ ฝ่ายวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย วิศวกร หัวหน้าแผนก และหัวหน้าหน่วยปฏิบัติงานซ่อม จากการสำรวจความต้องการในด้านต่างๆ พบว่ามีดังนี้

2.1 ความต้องการโดยทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับระบบ

- สามารถรวบรวมและเก็บข้อมูลทุกประเภทไว้ในที่เดียวกัน
- สามารถค้นหาข้อมูลได้ง่าย และรวดเร็ว
- สะดวกต่อการใช้งาน
- ขั้นตอนในการปฏิบัติงานไม่มีความซับซ้อน

2.2 ความต้องการเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูล

ก. สามารถจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักร ได้แก่

- สถานที่ตั้ง
- รายละเอียดทางเทคนิค

- ผู้ผลิต หรือผู้จำหน่าย
- วันที่ติดตั้ง

ข. สามารถจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งาน

- วัน เวลา ที่มีการใช้งาน
- เครื่องจักรที่เกิดความเสียหาย หรือหยุดทำงาน
- รายละเอียดความเสียหายที่เกิดขึ้น
- ผู้ใช้งาน

ค. สามารถจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการซ่อม

- วัน เวลา ที่มีการซ่อม
- รายละเอียดเกี่ยวกับการซ่อม
- หน่วยงานที่ทำการซ่อม
- วิเคราะห์สาเหตุของการขัดข้องของเครื่องจักร

2.3 ความต้องการใช้ข้อมูล

ก. สามารถสืบค้นและแสดงข้อมูล เกี่ยวกับ

- การใช้งาน
- สรุปผลการซ่อม
- เครื่องจักรและรายละเอียดทางเทคนิค
- คำนวณหาวันที่ที่จะต้องทำการซ่อมบำรุงรักษาล่วงหน้า
- บอกสถานะของงานว่า เสร็จแล้วหรือยังเป็นงานค้างซ่อมอยู่
- สถานะ การใช้งานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ณ ขณะเวลาใด ๆ

เช่น กำลังถูกใช้งานอยู่ หรือ เก็บสำรองเพื่อใช้งาน

ข. การพิมพ์ข้อมูล เกี่ยวกับ

- รายการของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- รายการของงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง
- รายการแผนงานบำรุงรักษา

3. คุณสมบัติของระบบงานใหม่

หลังจากทำการวิเคราะห์ระบบจากข้างต้นเรียบร้อยแล้ว นำผลการวิเคราะห์มา กำหนดคุณสมบัติของระบบงานซ่อมบำรุงใหม่ได้ดังนี้

3.1 ระบบการจัดเก็บข้อมูล

ใช้ระบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลทุก ประเภทไว้ในคอมพิวเตอร์แทน
วิธีการจัดเก็บเอกสารแบบเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การประมวลผลข้อมูล

การประมวลผลหลักของระบบจะกระทำโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ การประมวลผลดังกล่าว ได้แก่

- การพิมพ์รายงานผลการบำรุงรักษา
- การคำนวณวันตรวจซ่อมล่วงหน้า
- การค้นหาข้อมูลต่าง ๆ

3.3 ผู้ใช้ข้อมูล

ผู้ที่มีสิทธิในการใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลแบ่งออก 3 ระดับ

- ระดับที่ 1 ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม
- ระดับที่ 2 วิศวกรและหัวหน้าแผนก
- ระดับที่ 3 หัวหน้าหน่วย , พนักงาน

นอกจากนี้ ระบบยังกำหนดให้ผู้ใช้ แต่ละระดับมีสิทธิในการใช้ข้อมูลแตกต่างกัน ดังนี้

ระดับที่ 1 และ 2 มีสิทธิเกี่ยวกับการจัดข้อมูล ดังต่อไปนี้

- สิทธิในการเรียกใช้ข้อมูลทั้งหมด
- สิทธิในการเพิ่มและแก้ไขข้อมูลทั้งหมดเช่นเดียวกัน

ระดับที่ 3 มีสิทธิเกี่ยวกับการจัดการข้อมูล ดังต่อไปนี้

- สิทธิในการเรียกใช้ เพิ่มข้อมูลใหม่หรือแก้ไขข้อมูลเกี่ยวกับการใช้เพิ่ม

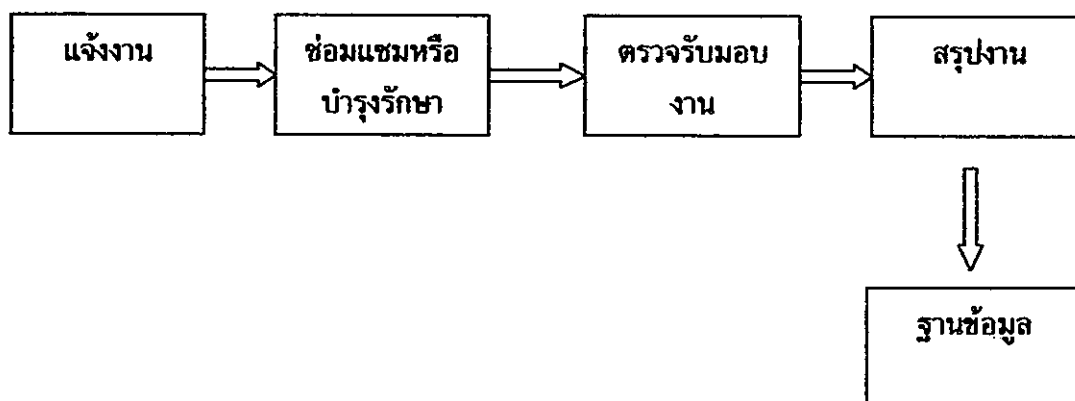
ข้อมูลใหม่หรือแก้ไขข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งาน , การซ่อมและข้อมูลอื่น ๆ บางส่วน

4. ปรับปรุงและออกแบบระบบงาน

หลังจากได้ทำการรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ความต้องการของระบบดังที่ได้กล่าวแต่ตอนต้นทั้งหมดแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปก็คือการปรับปรุงและออกแบบระบบงาน ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้แบ่งลำดับการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

4.1 ขั้นปรับปรุงระบบงานและขั้นตอนการทำงานของระบบ

การปรับปรุงระบบงานจะเน้นการปรับปรุงในส่วนของการจัดการข้อมูลหรือระบบฐานข้อมูลนั่นเอง โดยที่กระบวนการต่างๆ ของระบบงานใหม่สามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แสดงแผนภูมิระบบงานซ่อมบำรุงหลังปรับปรุงระบบ

หลังจากได้รับการแจ้งจากหน่วยการผลิตว่ามีเครื่องจักรหยุดทำงาน หรือถึงรอบการบำรุงรักษา ลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ได้แก่

- หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักร จะทำการแก้ไขหรือบำรุงรักษาความงานที่ได้รับมอบหมาย เสร็จแล้วจะบันทึกรายการซ่อมหรือบำรุงรักษาลงสมุดบันทึกของเครื่องจักร

- หลังจากการซ่อมเสร็จสมบูรณ์ แผนกบริการซ่อมจะทำการส่งใบสรุปงานไปยังผู้ควบคุมการผลิตเพื่อเซ็นรับมอบงาน หลังจากนั้นจะทำการส่งใบสรุปงานไปยังฝ่ายวิศวกรรม เพื่อบันทึกข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ต่อไป

- หลังจากป้อนข้อมูลจากใบสรุปงานเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่อง จะทำการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลของโปรแกรมซึ่งสามารถที่จะเรียกดูหรือทำการแก้ไขได้ตามต้องการ

- ในแต่ละวันจะมีการพิมพ์รายงานสรุปเกี่ยวกับ ตารางรายการของงานบำรุงรักษาประจำวันและรายการอื่น ๆ (ในกรณีที่ต้องการ)

4.2 ขั้นตอนแบบโครงสร้างของฐานข้อมูล แบ่งออกได้ ดังนี้

- กำหนดโครงสร้างของฐานข้อมูล
- กำหนด Entity และ Relation
- ทำการ นอร์มัลไรซ์ที่ระดับ ต่างๆ
- กำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง Entity ทั้งหมด
- กำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับการจัดการข้อมูล
- กำหนดโครงสร้างของไฟล์ (หรือตาราง) ที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล

ฐานข้อมูลคือการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดที่มีความสัมพันธ์จากแหล่งต่างๆ

ให้มาอยู่ในที่เดียวกัน ผู้ใช้งานสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันเพื่อให้เกิดการใช้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ ทั้งในแง่ของการจัดการ และความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้มีการการสร้างออกแบบฟอร์มตามจำนวนที่ต้องการขั้นตอนต่อมาก็คือระบบฐานข้อมูล โดยให้ทำการสร้างระบบฐานข้อมูลตามที่ออกแบบเอาไว้ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้เลือกโปรแกรม SQL Saver 2000 เป็นระบบฐานข้อมูลเนื่องจากสามารถทำงานในระบบเครือข่ายและมีระบบป้องกันความปลอดภัยของข้อมูลได้ดีและในส่วนของการฐานข้อมูลจะไม่กล่าวถึงในที่นี้เนื่องจากมีหน้าที่สำหรับเก็บข้อมูลเท่านั้น

4.3 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม

การออกแบบ User Interface ของโครงการ ประกอบด้วยฟอร์มต่าง ๆ ได้แก่

- ออกแบบตาราง
- ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)
- ออกแบบระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล
- ออกแบบระบบสำรองข้อมูล

ในการออกแบบโปรแกรมจะประกอบด้วยฟอร์มต่างๆ ได้แก่

- ฟอร์มแสดงหน้าแรกของโปรแกรม
- ฟอร์มเมนูหลัก
- ฟอร์มรหัสมาตรฐานการบำรุงรักษา
- ฟอร์มสำหรับป้อนข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักรและอุปกรณ์
- ฟอร์มกำหนดแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- ฟอร์มสำหรับป้อนข้อมูลเกี่ยวกับช่างซ่อม
- ฟอร์มสำหรับป้อนข้อมูลเกี่ยวกับอะไหล่วัสดุ
- ฟอร์มสำหรับแสดงงานตามแผนงานบำรุงรักษาและงานแจ้งซ่อม
- ฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- ฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง
- ฟอร์มสำหรับควบคุมวัสดุอะไหล่
- ฟอร์มสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร
- ฟอร์มสำหรับเก็บข้อมูลการใช้พลังงานทางด้านเครื่องกล

ก. วิธีการสร้างฟอร์ม

ในการสร้างฟอร์มต่างๆ ที่ปรากฏในโครงการนี้ ต่างมีวิธีการสร้างที่คล้ายๆ กัน ดังนั้นในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการสร้างฟอร์มสำหรับป้อนข้อมูลเกี่ยวกับการขัดข้องของเครื่องจักรเท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนในการสร้าง ดังต่อไปนี้

- คลิกที่เมนู Insert บนเมนูบาร์และเลือก Form จะปรากฏฟอร์ม

ว่างเปล่าบนหน้าจอ

- ตั้งชื่อฟอร์มว่า frmShowJob

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลิกที่ไอคอน SS Tab (O) ในข้อมูลบ็อกซ์ แล้วเลื่อนเมาส์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการสร้างบนฟอร์ม กดปุ่มซ้ายค้างไว้จากนั้นลาก(Drag)จนเกิดกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า จนได้ขนาดตามต้องการแล้วปล่อยเมาส์ จะปรากฏ SS Tab บนฟอร์มให้ทำการกำหนดชื่อว่า SS Tab ShowJob และกำหนดคุณสมบัติ ด้วยการพิมพ์หรือเลือกภายใน Properties

- คลิกที่ไอคอน Frame ในทูลบ็อกซ์ แล้วเลื่อนเมาส์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการสร้างบนฟอร์ม จากนั้นลากเมาส์จนเกิดกรอบสี่เหลี่ยม จากนั้นให้ตั้งชื่อว่า FraCode

- สร้าง Combo box , Text box และ Command button โดยการทำตามวิธีให้ครบ

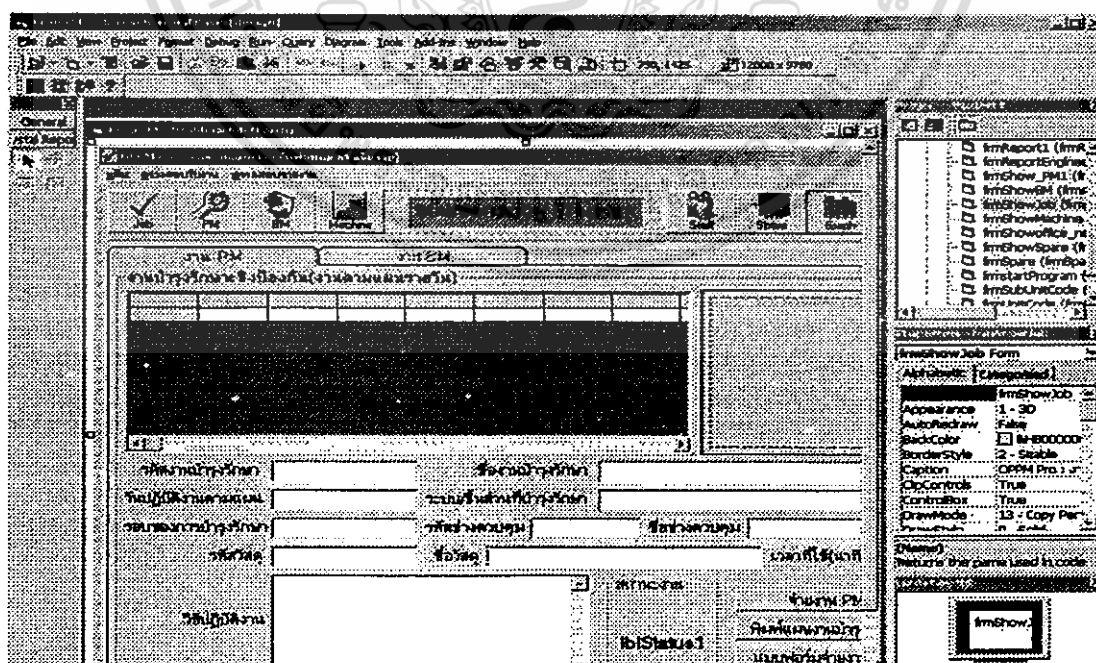
- คลิกที่ SS Tab (1) จากนั้นตั้ง Caption ว่า งาน PM แล้วทำการสร้าง ออบเจกต์ต่าง ๆ เหมือน SS Tab (O) แต่ตั้งชื่อให้แตกต่างกัน

- เขียนคำสั่งให้กับฟอร์มและออบเจกต์ทุกตัวตาม

- หลังจากเขียน โปรแกรมคำสั่งเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการ Save ฟอร์ม

โดยการเลือก File บนเมนูบาร์แล้วเลือกคำสั่ง Save จะปรากฏไดอะล็อกซ์บ็อกซ์สำหรับการบันทึกขึ้นมา ให้กำหนดชื่อ File เป็น fvm ShowJob.frm เพื่อบันทึกจากนั้นให้ทำการทดลอง Execute โปรแกรมดูเพื่อตรวจสอบการทำงาน ถ้าทุกอย่างสมบูรณ์ ก็ถือเป็นการเสร็จสิ้นการสร้างฟอร์มซึ่งฟอร์มที่สมบูรณ์แล้วจะมีลักษณะดัง รูปที่ 4.24

- ทำการสร้างฟอร์มอื่นๆตามที่กล่าวไว้ตอนต้นจนครบค่อจากนั้นทำการ Compiled โปรแกรม ให้อยู่ในรูปแบบ Executed File ซึ่งมีลักษณะเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .EXE ถือเป็นการเสร็จสิ้นการสร้างโปรแกรม

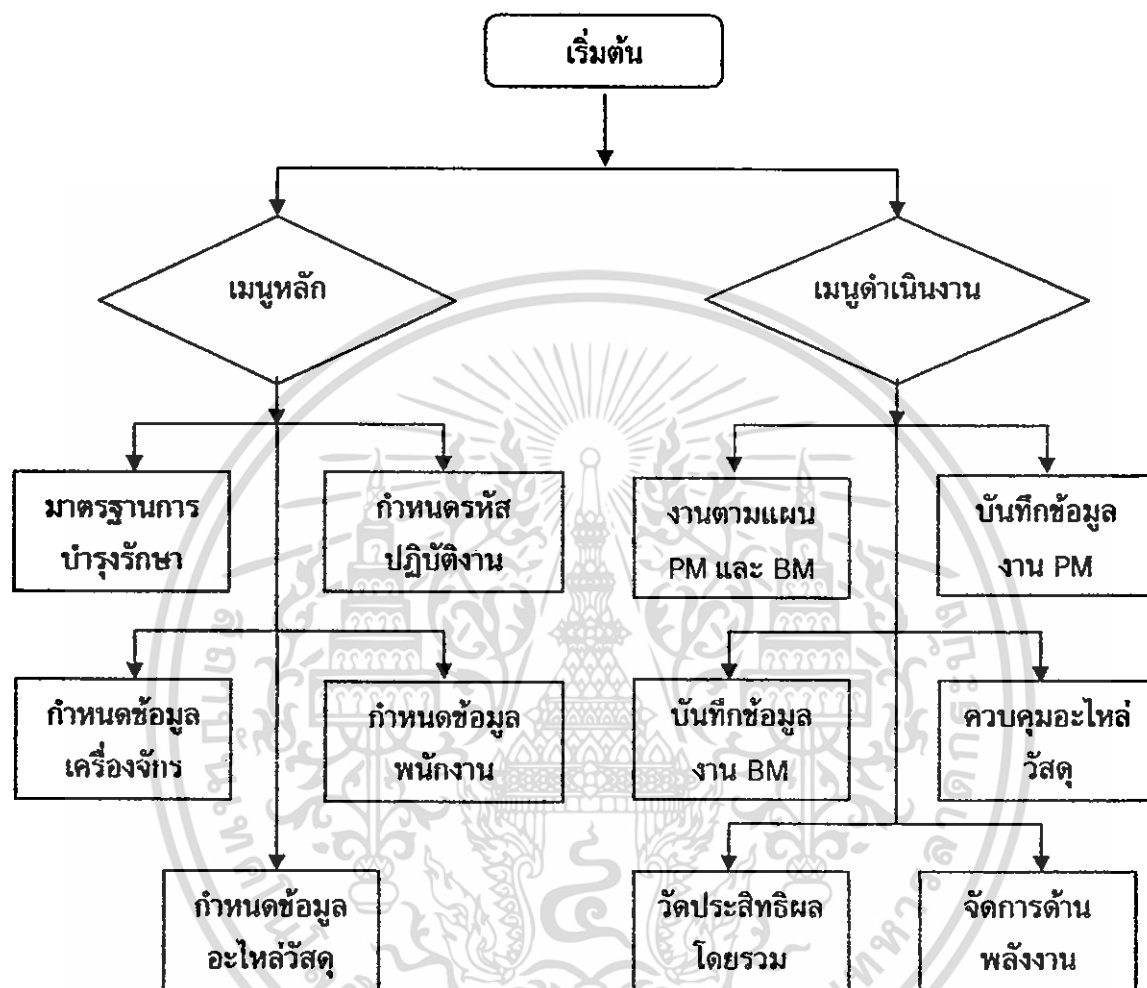


รูปที่ 4.24 แสดงขั้นตอนการสร้างโปรแกรมเมื่อเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ขั้นตอนการออกแบบการทำงาน

เมื่อทำทุกขั้นตอนเสร็จแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายก็คือ การออกแบบการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด โดยแสดงในรูปของ Flow Chart ดังรูปภาพ ที่ 4.25



รูปที่ 4.25 แสดงแผนภูมิการทำงานของโปรแกรม

บทที่ 5

ผลการวิจัย

5.1 บทนำ

ผลของการวิจัย จากการวางแผนงานด้านการใช้พลังงานและการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน โดยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบแผนงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสมและควบคุมงานบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบเกี่ยวกับผลที่ได้จากการใช้เชื้อเพลิงแบบเดิมซึ่งเป็นน้ำมันเตาและการซ่อมบำรุงแบบเดิม โดยการใช้เอกสารเป็นหลัก เปรียบเทียบกับผลที่ได้ประกอบกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นสำหรับช่วยในการจัดการงานซ่อมบำรุงตามแผนงานที่ได้วางแผนไว้

ซึ่งขั้นตอนของการวัดผลสามารถแยกได้ดังนี้

1. การใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน
2. ประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานความร้อน
3. การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต
4. อัตราผลผลิตที่ได้ต่อพลังงานที่ป้อน
5. ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานความร้อน
6. ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง
7. สภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วนของค่าอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง
8. สมรรถนะของกระบวนการผลิต
9. อัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิต

5.2 การใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อน

การใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสมเพื่อการผลิตพลังงาน จากการศึกษาวิจัยพบว่าเชื้อเพลิงชีวมวล เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม มีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเพียงพอที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการสันดาปเพื่อผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ ซึ่งจากเดิมโรงงานที่ใช้เป็นข้อมูลศึกษาวิจัยมีการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไอน้ำ ซึ่งน้ำมันเตานิยมใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำอย่างมาก แต่ค่าใช้จ่ายของการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ซึ่งจากการเก็บข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงพบว่าเชื้อเพลิงชีวมวลเหมาะที่จะเป็นทางเลือกของการลดค่าใช้จ่ายต้นทุนของการผลิตพลังงานได้ ดังนั้นจึงมีการเน้นการใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว + กะลาปาล์ม) ในการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ 15 ตันเพิ่มขึ้นและลดกำลังเดินเครื่องของหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงลงเพียงเพื่อรักษาระดับความดันไอบนระบบเท่านั้น ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่มีการใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม)เป็นหลัก ทำให้ค่าใช้จ่ายของการผลิตพลังงานความร้อนมีค่าลดลง ซึ่งค่าการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อนแสดงดังตารางที่ 5.1

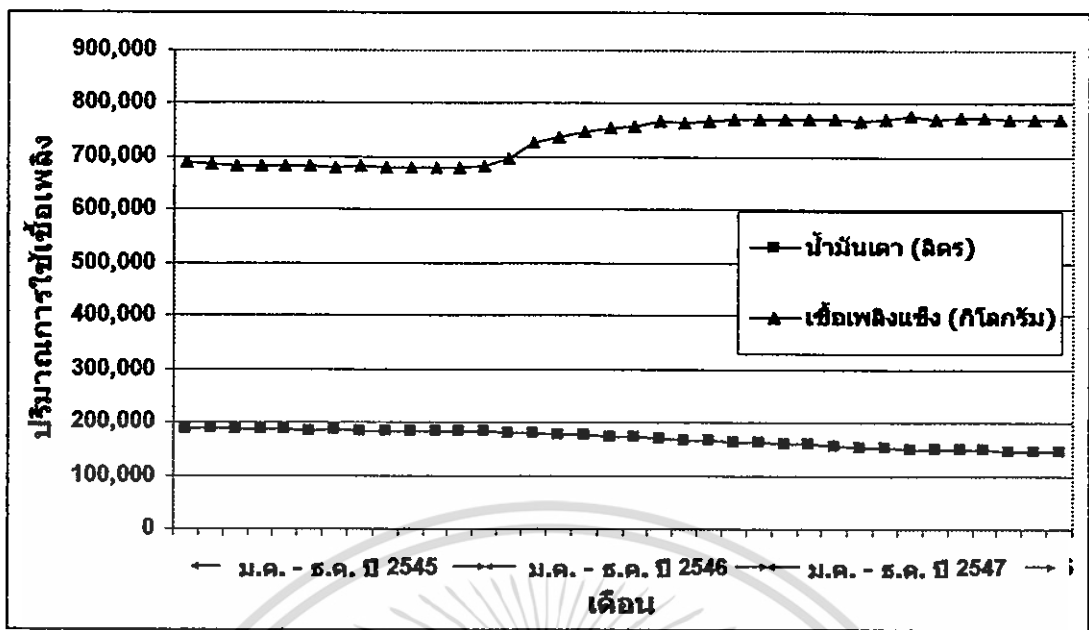
ตารางที่ 5.1 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อน

เดือน	ปี 2545		ปี 2546		ปี 2547	
	น้ำมันเตา (ลิตร)	เชื้อเพลิงแข็ง (กก.)	น้ำมันเตา (ลิตร)	เชื้อเพลิงแข็ง (กก.)	น้ำมันเตา (ลิตร)	เชื้อเพลิงแข็ง (กก.)
ม.ค.	186,420.40	687,819.60	182,002.03	682,075.88	160,381.53	769,617.42
ก.พ.	188,949.64	686,345.40	181,434.79	696,031.05	158,498.13	772,071.30
มี.ค.	188,184.67	683,642.70	179,584.17	725,452.26	156,338.53	772,194.15
เม.ย.	186,858.88	682,800.30	177,396.78	735,570.42	151,873.33	769,163.85
พ.ค.	186,233.61	682,519.50	176,195.79	746,304.00	151,892.19	772,085.93
มิ.ย.	184,926.65	681,922.80	173,357.53	753,935.91	150,121.34	776,282.52
ก.ค.	185,095.69	680,448.60	172,404.42	758,525.63	149,702.28	772,479.24
ต.ค.	184,496.62	681,010.20	170,713.60	766,329.53	149,285.96	773,140.68
ก.ย.	183,690.83	680,518.80	167,936.07	764,795.66	147,954.63	772,768.62
ต.ค.	182,766.95	679,641.30	166,422.61	768,287.52	147,355.72	771,941.82
พ.ย.	183,111.40	679,044.60	163,806.81	770,840.07	145,955.23	771,652.44
ธ.ค.	182,820.25	679,114.80	162,186.79	769,902.71	146,189.94	771,321.72
รวม	2,223,555.59	8,184,828.60	2,073,441.39	8,938,050.62	1,815,548.79	9,264,719.69

จากข้อมูลในตารางที่ 5.1 พบว่าหลังจากที่มีเน้นการใช้เชื้อเพลิงแข็งทำให้ปริมาณการใช้ น้ำมันเตาลดลง ซึ่งทำให้ต้นทุนการใช้พลังงานสำหรับผลิตพลังงานความร้อนมีค่าลดลง ซึ่งการใช้ น้ำมันเตาเฉลี่ยของปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าลดลงจาก ปี 2545 เท่ากับ 150,114.21 ลิตร และ 408,006.80 ลิตร คิดเป็น 6.75 % และ 18.35 % แต่การใช้เชื้อเพลิงแข็งมีการใช้เฉลี่ยของปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าการใช้เพิ่มขึ้นจากปี 2545 เท่ากับ 753,22.02 กิโลกรัม และ 1,079,891.09 กิโลกรัม หรือ คิดเป็น 9.20 % และ 13.19 % ซึ่งการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงน้ำมัน เตาและเชื้อเพลิงแข็ง(กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) ตั้งแต่ ปี 2545 ถึง ปี 2547 แสดงดังรูปที่ 5.1

5.3 ประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานความร้อน

การวัดค่าประสิทธิภาพการผลิตพลังงานความร้อนจะใช้สมการที่ 3.7 และข้อมูลการใช้ เชื้อเพลิงในแต่ละเดือนของหม้อไอน้ำทั้ง 3 เครื่อง ซึ่งผลของประสิทธิภาพในการเปลี่ยนเชื้อเพลิง เป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำแสดงดังตารางที่ 5.2



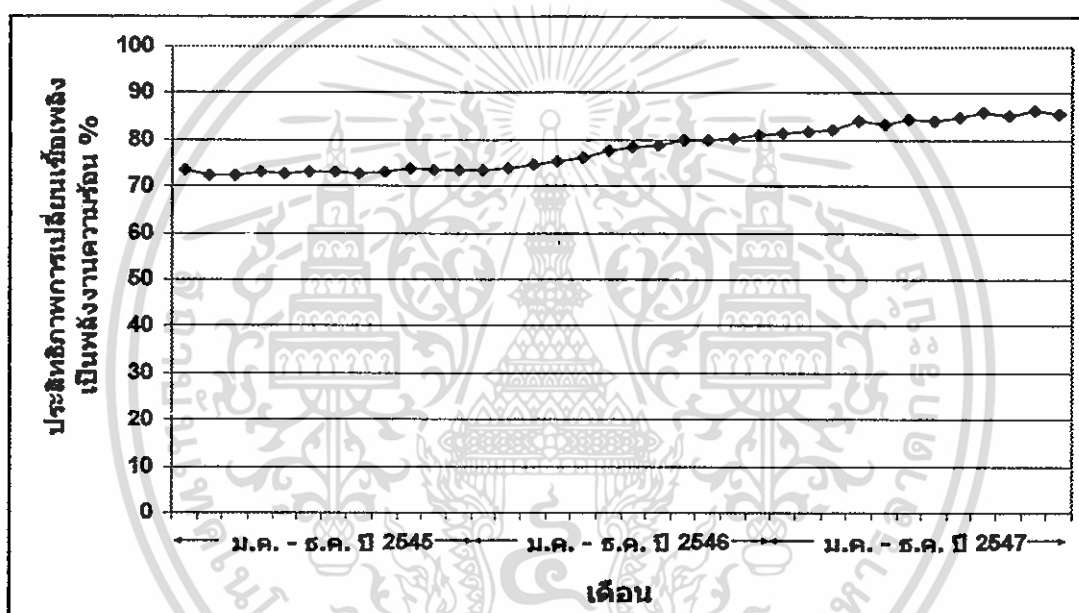
รูปที่ 5.1 แสดงการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อนของปี 2545 ถึง ปี 2547

ตารางที่ 5.2 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ (%)

เดือน	หม้อไอน้ำ 6 ตัน			หม้อไอน้ำ 16 ตัน			หม้อไอน้ำ 15 ตัน		
	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547
ม.ค.	73.30	73.65	81.33	74.84	76.56	82.55	68.45	69.41	71.03
ก.พ.	72.45	73.89	81.69	74.08	76.80	83.27	68.59	69.52	71.14
มี.ค.	72.37	74.51	82.07	74.57	77.17	84.41	68.87	69.58	71.13
เม.ย.	73.05	75.51	83.99	75.01	77.75	86.18	68.95	70.05	71.41
พ.ค.	72.71	76.08	83.39	75.24	78.26	86.46	68.98	70.09	71.48
มิ.ย.	73.23	77.71	84.35	75.77	78.52	86.52	69.04	70.42	71.43
ก.ค.	73.04	78.37	84.11	75.44	78.84	86.99	69.19	70.69	71.78
ส.ค.	72.59	78.89	84.99	76.04	79.23	86.93	69.13	70.65	71.72
ก.ย.	73.23	79.95	85.83	76.20	80.32	87.29	69.18	70.79	71.75
ต.ค.	73.80	79.75	85.11	76.49	80.63	88.15	69.27	70.81	71.83
พ.ย.	73.43	80.29	86.43	76.46	81.39	88.36	69.37	70.92	71.86
ธ.ค.	73.64	81.09	85.76	76.54	82.20	88.47	69.32	71.00	71.89
เฉลี่ย	73.07	77.47	84.09	75.56	78.97	86.30	69.03	70.33	71.54

จากการตรวจสอบประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำทั้ง 3 เครื่อง ซึ่งหลังจากมีการจัดการดูแลควบคุมงานบำรุงรักษา การตรวจสภาพ การควบคุมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

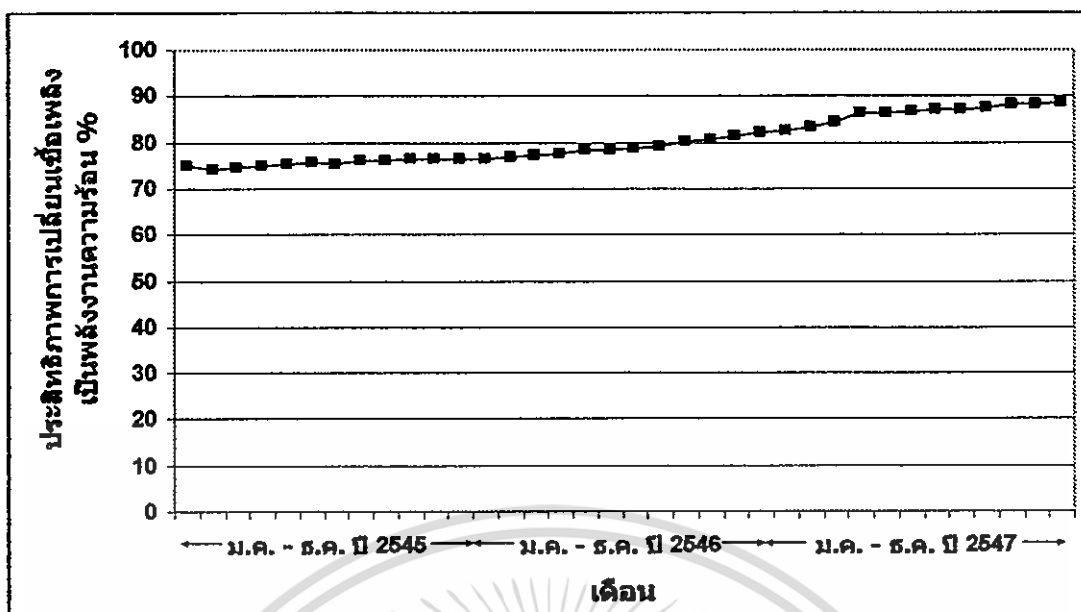
และปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียก่อนเข้าเข้าสู่หม้อไอน้ำเพื่อป้องกันการเกิดการผุกร่อน เกิดตะกรัน หรือสารแขวนลอย (TDS) โดยน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำจะเป็นน้ำที่ผ่านการกรองด้วยเครื่องกรองน้ำ ระบบรีเวอร์สออสโมซิส (RO) ทำการตรวจสอบและทำความสะอาดเข้ามาในท่อไฟ บำรุงรักษาชุด หัวพันไฟโดยความคุมความดันของน้ำมันให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุม ระดับน้ำ มีการทำความสะอาดแลกเปลี่ยนความร้อน ถ้างตะกรันในหม้อไอน้ำและการเลือกใช้ เชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการ เปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำทั้ง 3 เครื่องมีค่าสูงขึ้นซึ่งแสดงดังตารางที่ 5.2 และเมื่อทำการตรวจสอบประสิทธิภาพในการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำแต่ละเครื่อง แสดงผลดังรูปที่ 5.2 ถึง รูปที่ 5.3



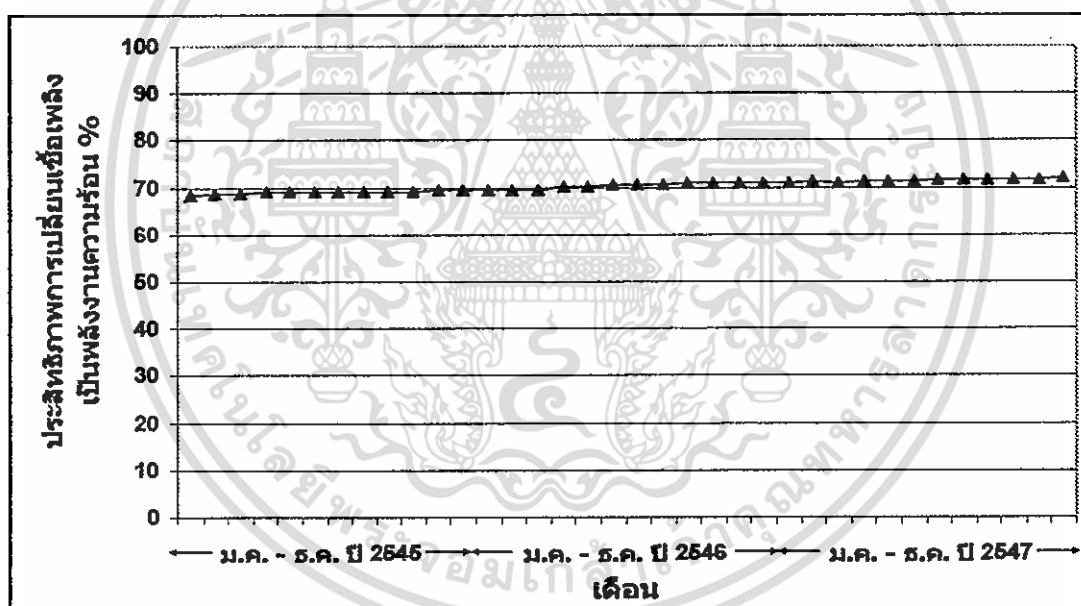
รูปที่ 5.2 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ 6 ตัน

จากการตรวจสอบข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำขนาด 6 ตัน (น้ำมันเตา) สำหรับปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าสูงกว่าปี 2545 เฉลี่ยเท่ากับ 6.03 % และ 15.98 % ตามลำดับ สำหรับหม้อไอน้ำขนาด 16 ตัน (น้ำมันเตา) ปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าปี 2545 เฉลี่ยเท่ากับ 4.52 % และ 14.2 % ตามลำดับ และหม้อไอน้ำขนาด 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง) สำหรับปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าปี 2545 เฉลี่ยเท่ากับ 1.88 % และ 3.63 % ตามลำดับ และอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อการผลิตไอน้ำ 1 m³ ของปี 2547 ซึ่งหม้อไอน้ำ 6 ตัน เฉลี่ยที่ 70.19 ลิตร ลดลงจากปี 2545 ที่ 80.74 ลิตร, หม้อไอน้ำ 16 ตัน เฉลี่ยที่ 68.40 ลิตรลดลงจากปี 2545 ที่ 78.09 ลิตรและหม้อไอน้ำ 15 ตัน เฉลี่ยที่ 187.50 กิโลกรัม ลดลงจากปี 2545 ที่ 194.32 กิโลกรัม คิดเป็น 13.07 %, 12.41 % และ 3.51 % ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 5.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



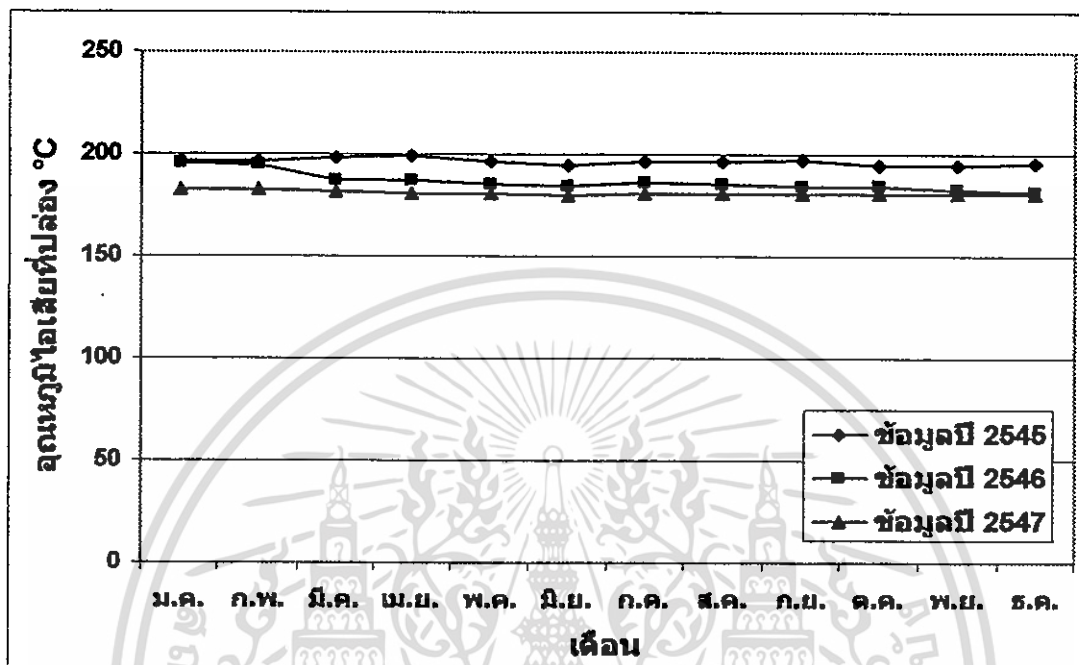
รูปที่ 5.3 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ 16 ตัน



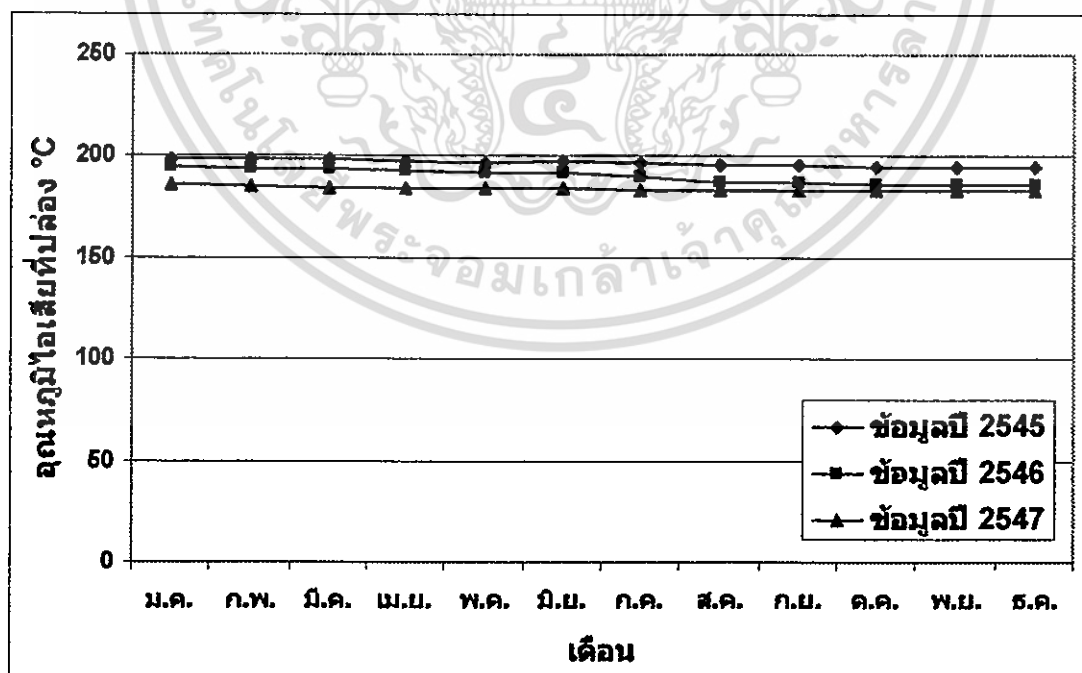
รูปที่ 5.4 แสดงประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ 15 ตัน

ส่วนอุณหภูมิของไอเสียที่ทำการตรวจจับที่ปล่องของหม้อไอน้ำ ซึ่งค่าของอุณหภูมิของไอเสียสามารถวัดประสิทธิภาพของแลกเปลี่ยนความร้อนของหม้อไอน้ำได้ ถ้าอุณหภูมิไอเสียที่ปล่อยออกไปมีอุณหภูมิที่สูงมากๆ แสดงว่าน้ำมีการดูดซับพลังงานความร้อนที่ได้จากการสันดาปของเชื้อเพลิงได้น้อยทำให้ความร้อนส่วนหนึ่งจะถูกระบายทิ้งไปพร้อมกับไอเสีย ซึ่งความร้อนที่ปล่อยออกดังกล่าวเป็นความร้อนที่ทำให้เกิดการสูญเสียในด้านค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิง ดังนั้นเมื่อมีการจัดการตรวจสอบสภาพของหม้อไอน้ำโดยใช้การตรวจจับค่าต่างๆ เช่น ความดันไอ ปริมาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อเพลิงที่ใช้ อุณหภูมิปล่อง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถสะท้อนถึงสภาพของหม้อไอน้ำและสิ่งที่ผิดปกติของหม้อไอน้ำได้ ซึ่งค่าอุณหภูมิของไอเสียที่ปล่องของหม้อไอน้ำ 6 ตัน, 16 ตันและ 15 ตัน แสดงได้ดังรูปที่ 5.5, รูปที่ 5.6 และรูปที่ 5.7 ตามลำดับ

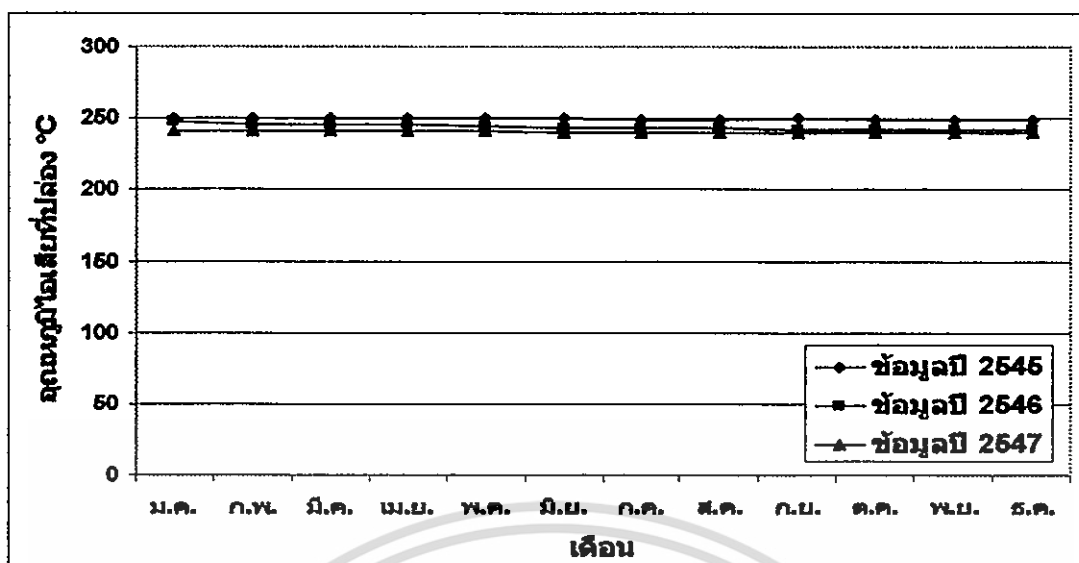


รูปที่ 5.5 แสดงอุณหภูมิไอเสียที่ปล่องหม้อไอน้ำขนาด 6 ตัน (น้ำมันเตา)



รูปที่ 5.6 แสดงอุณหภูมิไอเสียที่ปล่องหม้อไอน้ำขนาด 16 ตัน (น้ำมันเตา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 แสดงอุณหภูมิไอเสียที่ปล่องหม้อไอน้ำขนาด 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง)

จากการตรวจสอบอุณหภูมิไอเสียที่ปล่องของหม้อไอน้ำ ทั้ง 3 เครื่องพบว่าหม้อไอน้ำ 6 ตัน มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยปี 2546 และ ปี 2547 เท่ากับ 186.45°C และ 180.88°C ซึ่งลดลงจากปี 2545 ที่ 196.11°C คิดเป็น 4.93 % และ 7.77 % ตามลำดับ, หม้อไอน้ำ 16 ตัน มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยปี 2546 และ ปี 2547 เท่ากับ 190.16°C และ 183.96°C ซึ่งลดลงจากปี 2545 ที่ 196.69°C คิดเป็น 3.32 % และ 6.47 % ตามลำดับ และหม้อไอน้ำ 15 ตัน มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยปี 2546 และ ปี 2547 เท่ากับ 244.01°C และ 240.42°C ซึ่งลดลงจากปี 2545 ที่ 249.71°C คิดเป็น 2.28 % และ 3.72 % ตามลำดับ

5.4 การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต

การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต พบว่าเดิมมีปริมาณการใช้พลังงานที่ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะระบบหรือเครื่องจักรขนาดใหญ่ที่มีความต้องการพลังงานจำนวนมากในการทำงาน เช่น หม้อไอน้ำ เครื่องทำความเย็น เป็นต้น ซึ่งหลังจากที่มีการวางแผนงานการใช้เชื้อเพลิงและการวางแผนงานซ่อมบำรุงจากข้อมูลประวัติการขัดข้อง และมีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น เข้าไปช่วยในการควบคุมงานซ่อมบำรุงตามแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ได้จัดทำขึ้นใหม่ ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องจักรลดลงอย่างชัดเจน อันเป็นผลจากการดูแลบำรุงรักษาที่ดี การตรวจสอบอย่างเป็นระบบและแก้ไขจุดบกพร่องก่อนที่เครื่องจักรจะได้รับความเสียหาย โดยสามารถแสดงค่าการใช้พลังงานแบ่งได้ดังนี้

5.4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต

การใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่จะใช้สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องจักรและมีการส่งถ่ายกำลังให้แก่โหลด ซึ่งประสิทธิภาพของอุปกรณ์ส่งถ่ายกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแตกต่างกันไปตามชนิดของอุปกรณ์ ฉะนั้นจะต้องมีการเลือกชนิดที่เหมาะสมกับโหลดและจะต้องมิให้มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในการส่งถ่ายกำลัง ซึ่งต้องทำการตรวจสอบส่วนที่หมุนหรือส่วนที่ส่งแรง เช่น แบริ่ง เป็นประจำและต้องป้องกันการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าอันเนื่องมาจากการหล่อลื่นหรือความเสียดทาน ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยทำการซ่อมบำรุงให้มีสภาพที่ดีอยู่เสมอ ดังนั้นหลังจากที่มีการวางแผนงานซ่อมบำรุงและนำไปปฏิบัติงาน โดยมีการตรวจสอบ หล่อลื่น แก๊ซจุดบกพร่องและทำการควบคุมโหลดที่ป้อนเข้าเครื่องจักรให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมสม่ำเสมอ และลดการเดินเครื่องเปล่า ทำให้ความต้องการกระแสไฟฟ้าของเครื่องจักรลดลงอยู่ในสภาวะปกติ ซึ่งค่าของความต้องการพลังงานไฟฟ้า(MJ) ของกระบวนการผลิตซึ่งพิจารณาจาก ค่าพลังไฟฟ้า(kW) และชั่วโมงการทำงาน ซึ่งสามารถแสดงค่าพลังงานไฟฟ้า (MJ) ได้ดังตารางที่ 5.3

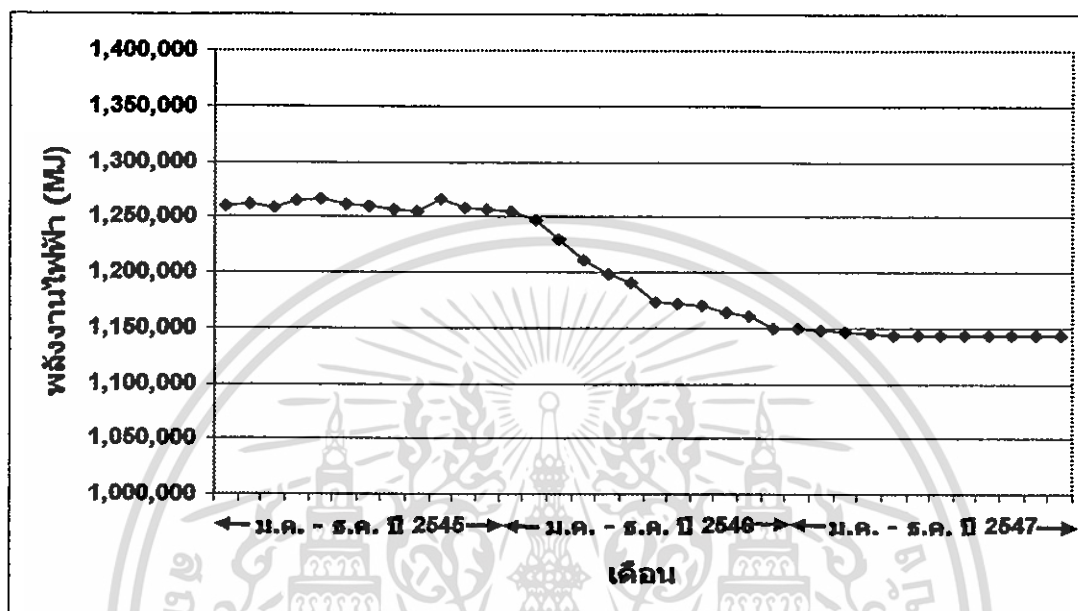
ตารางที่ 5.3 แสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต

เดือน	การใช้พลังงานไฟฟ้า (MJ)					
	ปี 2545		ปี 2546		ปี 2547	
	kW.h	พลังงาน MJ	kW.h	พลังงาน MJ	kW.h	พลังงาน MJ
ม.ค.	349,869.88	1,259,531.56	348,462.47	1,254,464.89	319,127.23	1,148,858.01
ก.พ.	350,286.42	1,261,031.10	346,322.21	1,246,759.96	318,797.27	1,147,670.16
มี.ค.	349,530.99	1,258,311.57	341,678.05	1,230,040.97	318,346.75	1,146,048.31
เม.ย.	351,425.85	1,265,133.05	336,386.97	1,210,993.09	318,200.33	1,145,521.17
พ.ค.	351,660.42	1,265,977.50	333,018.07	1,198,865.06	317,578.65	1,143,283.14
มิ.ย.	350,287.69	1,261,035.70	330,524.09	1,189,886.71	317,719.11	1,143,788.78
ก.ค.	350,073.24	1,260,263.67	326,050.54	1,173,781.95	317,390.00	1,142,604.00
ส.ค.	349,221.90	1,257,198.85	325,497.56	1,171,791.21	317,561.02	1,143,219.67
ก.ย.	348,850.09	1,255,860.32	324,930.30	1,169,749.08	317,526.48	1,143,095.31
ต.ค.	351,817.51	1,266,543.02	323,239.28	1,163,661.40	317,781.77	1,144,014.37
พ.ย.	349,589.82	1,258,523.35	322,503.16	1,161,011.38	317,735.45	1,143,847.63
ธ.ค.	349,012.38	1,256,444.58	319,294.98	1,149,461.92	317,393.55	1,142,616.79
เฉลี่ย	350,135.52	1,260,487.86	331,492.31	1,193,372.30	317,929.80	1,144,547.28
รวม	4,201,626.19	15,125,854.28	3,977,907.67	14,320,467.61	3,815,157.60	13,734,567.35

ที่มา : ใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าของปี 2545 ถึง ปี 2547

จากข้อมูลสามารถสรุปได้ว่าเมื่อมีการวางแผนงานซ่อมบำรุง ทำการตรวจสอบ เปลี่ยนอะไหล่เมื่อถึงกำหนด ควบคุมโหลดที่ป้อนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและลดการเดินเครื่องเปล่าที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

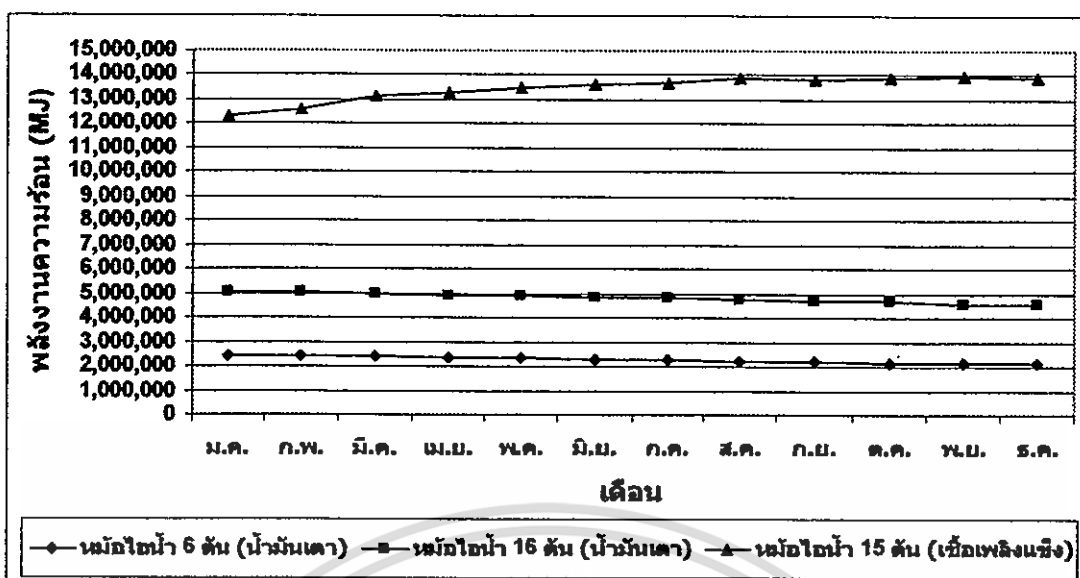
ทำให้เกิดความสูญเสียในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า เป็นผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิตมีค่าการใช้ที่ลดลง ซึ่งค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของปี 2546 และ ปี 2547 มีการใช้ที่ลดลงจากปี 2545 เท่ากับ 67,115.56 MJ และ 115,940.58 MJ หรือคิดเป็น 5.32 % และ 9.20 % ตามลำดับ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 5.8



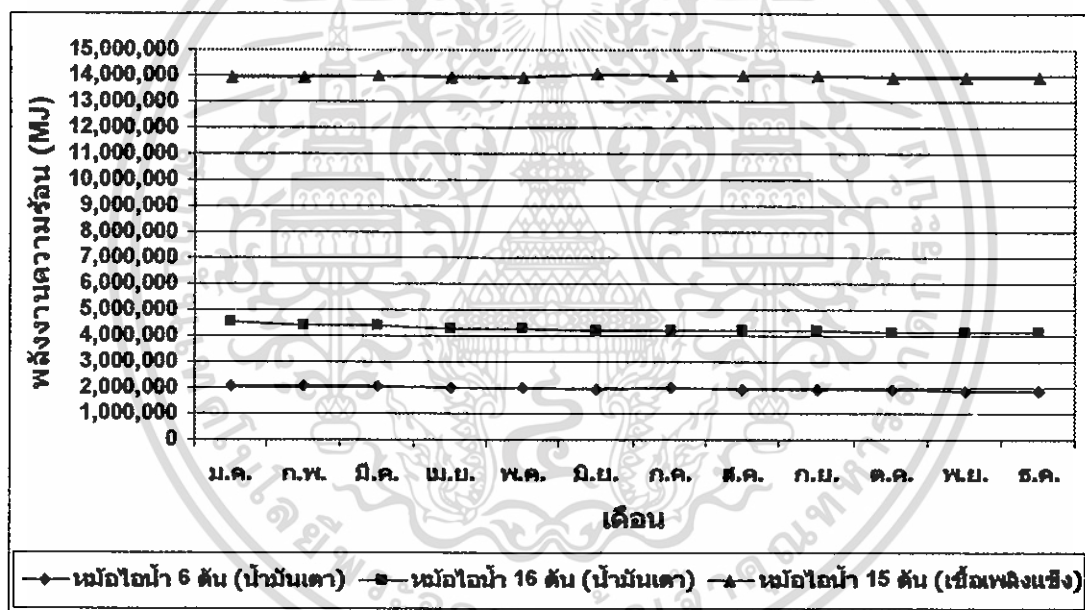
รูปที่ 5.8 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของกระบวนการผลิต ของปี 2545 ถึง ปี 2547

5.4.2 การใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิต

พลังงานความร้อนที่ใช้ในระบบการผลิตจะมาจากการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำจำนวน 3 เครื่อง คือ หม้อไอน้ำ 6 ตัน (น้ำมันเตา), หม้อไอน้ำ 16 ตัน (น้ำมันเตา) และหม้อไอน้ำ 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง) พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงจะคิดจากค่าความร้อนของเชื้อเพลิงและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการสันดาปของหม้อไอน้ำในแต่ละเดือน ซึ่งปริมาณการใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิต ปี 2546 และ ปี 2547 แสดงดังรูปที่ 5.9 และรูปที่ 5.10 ตามลำดับ



รูปที่ 5.9 แสดงค่าการใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิต ปี 2546



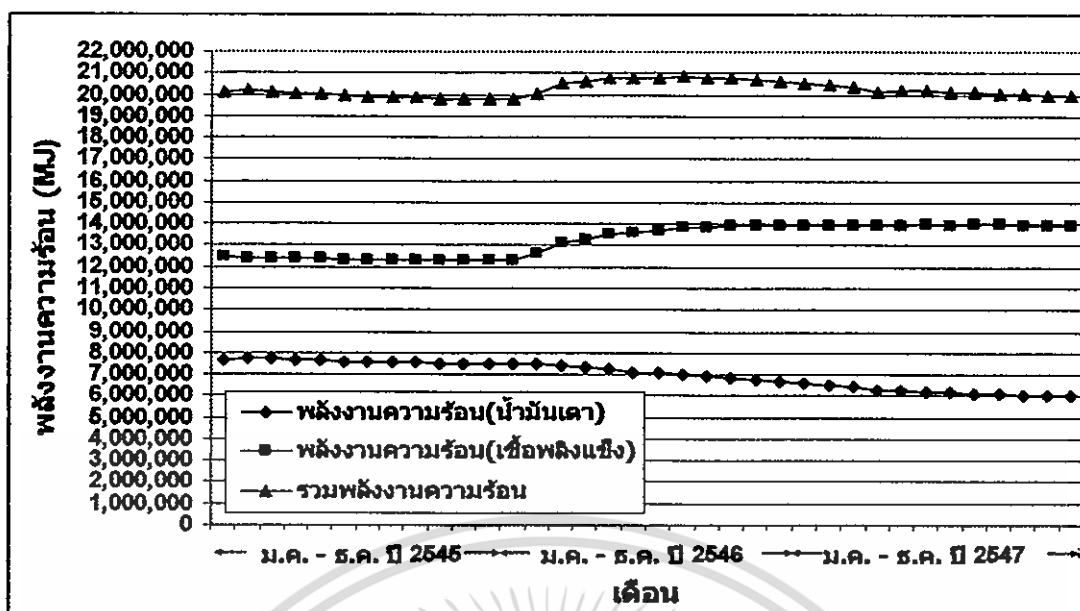
รูปที่ 5.10 แสดงค่าการใช้พลังงานความร้อนของกระบวนการผลิต ปี 2547

ซึ่งเมื่อรวมการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงของกระบวนการผลิตในแต่ละปีทำให้สามารถสรุปได้โดยแสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง

เดือน	พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง (MJ)								
	ปี 2545			ปี 2546			ปี 2547		
	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงแข็ง	รวม	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงแข็ง	รวม	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงแข็ง	รวม
ม.ค.	7,666,539.07	12,441,968.74	20,108,507.82	7,484,833.29	12,338,070.50	19,822,903.80	6,595,690.38	13,921,609.51	20,517,299.89
ก.พ.	7,770,554.11	12,415,301.94	20,185,856.05	7,461,505.90	12,590,505.66	20,052,011.56	6,518,235.68	13,965,997.75	20,484,233.42
มี.ค.	7,739,094.64	12,366,412.80	20,105,507.44	7,385,399.03	13,122,705.93	20,508,104.96	6,429,421.96	13,968,219.98	20,397,641.94
เม.ย.	7,684,571.44	12,351,174.63	20,035,746.07	7,295,442.39	13,305,733.33	20,601,175.72	6,245,790.89	13,913,404.88	20,159,195.77
พ.ค.	7,658,857.05	12,346,095.24	20,004,952.28	7,246,051.91	13,499,893.06	20,745,944.97	6,246,566.41	13,966,262.30	20,212,828.71
มิ.ย.	7,605,108.52	12,335,301.53	19,940,410.05	7,129,328.41	13,637,946.68	20,767,275.09	6,173,739.90	14,042,174.50	20,215,914.41
ก.ค.	7,612,060.25	12,308,634.73	19,920,694.98	7,090,131.90	13,720,970.03	20,811,101.93	6,156,506.27	13,973,376.97	20,129,883.24
ส.ค.	7,587,423.66	12,318,793.51	19,906,217.17	7,020,596.70	13,862,134.78	20,882,731.48	6,139,384.90	13,985,341.76	20,124,726.66
ก.ย.	7,554,285.47	12,309,904.57	19,864,190.04	6,906,370.76	13,834,388.60	20,740,759.36	6,084,633.95	13,978,611.57	20,063,245.52
ค.ก.	7,516,290.74	12,294,031.48	19,810,322.21	6,844,129.98	13,897,552.95	20,741,682.93	6,060,003.78	13,963,655.58	20,023,659.36
พ.ธ.	7,530,456.16	12,283,237.77	19,813,693.93	6,736,555.25	13,943,726.03	20,680,281.28	6,002,408.63	13,958,420.99	19,960,829.62
ธ.ค.	7,518,482.70	12,284,507.62	19,802,990.32	6,669,931.57	13,926,770.03	20,596,701.60	6,012,061.28	13,952,438.59	19,964,499.88
เฉลี่ย	7,620,310.32	12,337,947.05	19,958,257.36	7,105,836.40	13,473,366.44	20,579,222.89	6,222,057.00	13,965,792.57	20,187,829.57

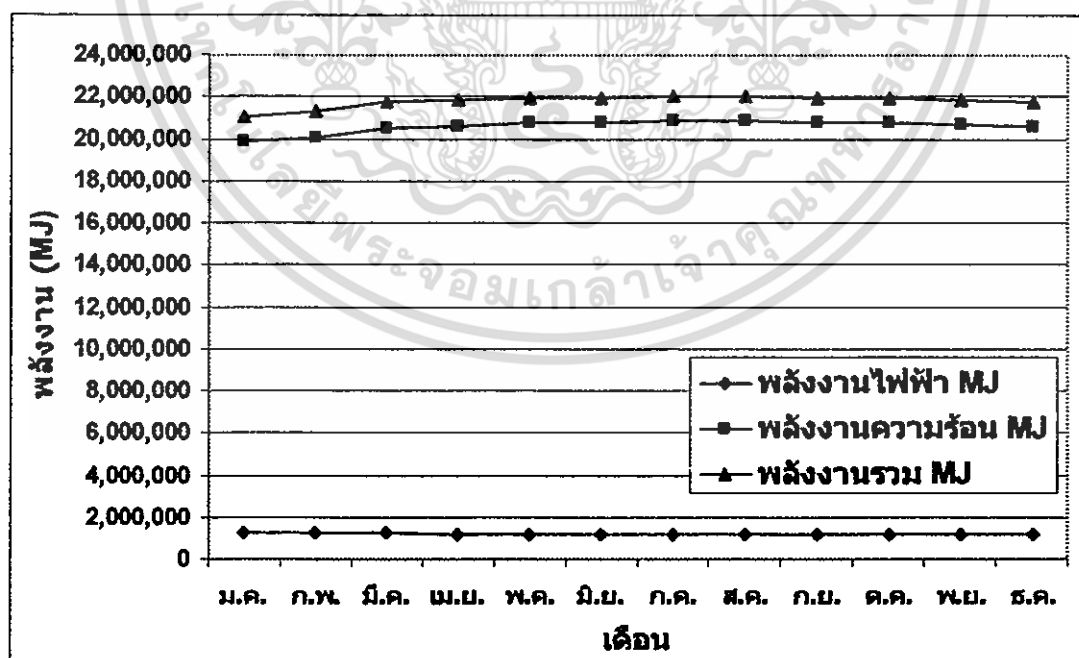
การใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงทั้งน้ำมันเตา และเชื้อเพลิงแข็งของกระบวนการผลิตของปี 2545 ถึง ปี 2547 จากตารางพบว่าค่าการใช้พลังงานความร้อนของจากเชื้อเพลิงน้ำมันเตา ปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าการใช้ที่ลดลงจาก ปี 2545 เฉลี่ยเท่ากับ 514,453.89 MJ และ 1,135,419.42 MJ หรือคิดเป็น 6.75 % และ 18.35% ตามลำดับ และค่าการใช้พลังงานความร้อนของจากเชื้อเพลิงแข็งปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าการใช้ที่เพิ่มขึ้นจาก ปี 2545 เฉลี่ยเท่ากับ 1,398,273.31 MJ และ 1,627,845.82 MJ หรือคิดเป็น 9.2 % และ 13.19 % ซึ่งสรุปได้ว่าค่าการใช้พลังงานความร้อนรวมจากน้ำมันเตาและเชื้อเพลิงแข็งของปี 2546 และปี 2547 มีค่าการใช้เพิ่มขึ้น จากปี 2545 เฉลี่ยเท่ากับ 620,965.53 MJ และ 229,572.50 MJ หรือคิดเป็น 3.11 % และ 1.15 % ซึ่งเมื่อตรวจสอบการใช้พลังงานความร้อนรวมระหว่างปี 2546 และ ปี 2547 พบว่าค่าการใช้พลังงานความร้อนรวมของปี 2547 มีค่าการใช้ที่ลดลงจากปี 2546 เฉลี่ยเท่ากับ 391,393.02 MJ หรือคิดเป็น 1.90 % ซึ่งจากผลลัพธ์ของการใช้พลังงานความร้อนรวมที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวเกิดจากการลดปริมาณการใช้น้ำมันเตาของหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงและมีการเพิ่มกำลังการทำงานของหม้อไอน้ำ 15 คัน ที่ใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) ซึ่งคุณสมบัติทางความร้อนของเชื้อเพลิงแข็งดีกว่าน้ำมันเตา ดังนั้นในการเพิ่มกำลังการทำงานจึงต้องมีการป้อนเชื้อเพลิงแข็งในปริมาณที่มากขึ้นเพื่อผลิตไอน้ำได้ตามความต้องการของกระบวนการผลิต ค่าการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงของกระบวนการผลิตแสดงได้ดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 แสดงค่าการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงของกระบวนการผลิต

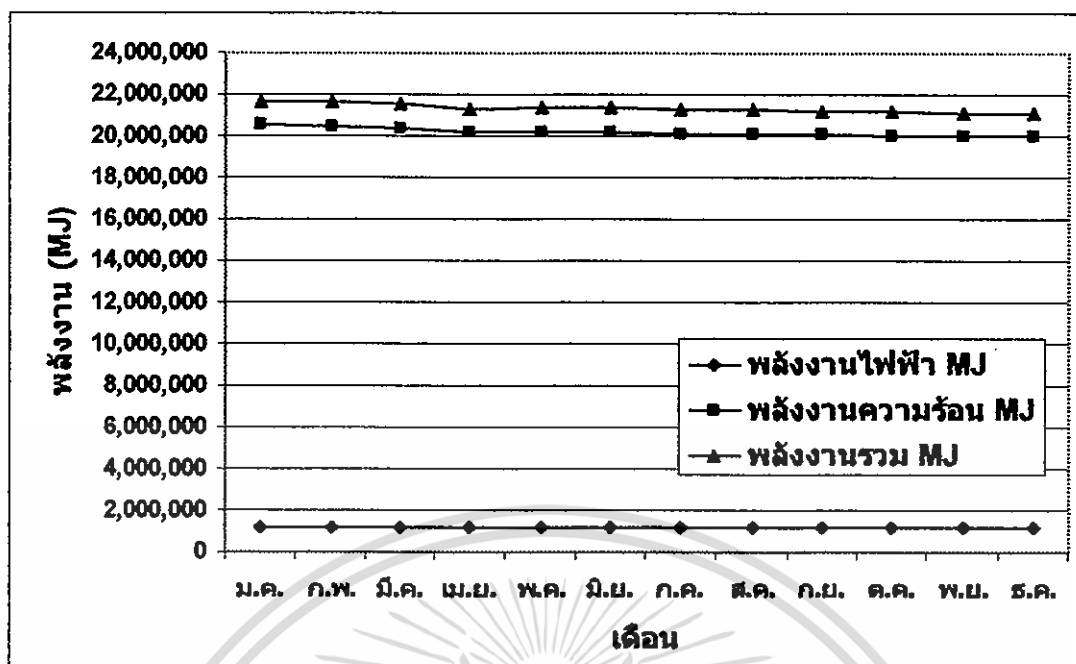
5.4.3 การใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิต

การใช้พลังงานรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเป็นผลรวมของค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (MJ) และค่าการใช้พลังงานความร้อน (MJ) ที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิตปี 2546 และ ปี 2547 แสดงดังรูปที่ 5.12 และรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.12 แสดงค่าการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิต ปี 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



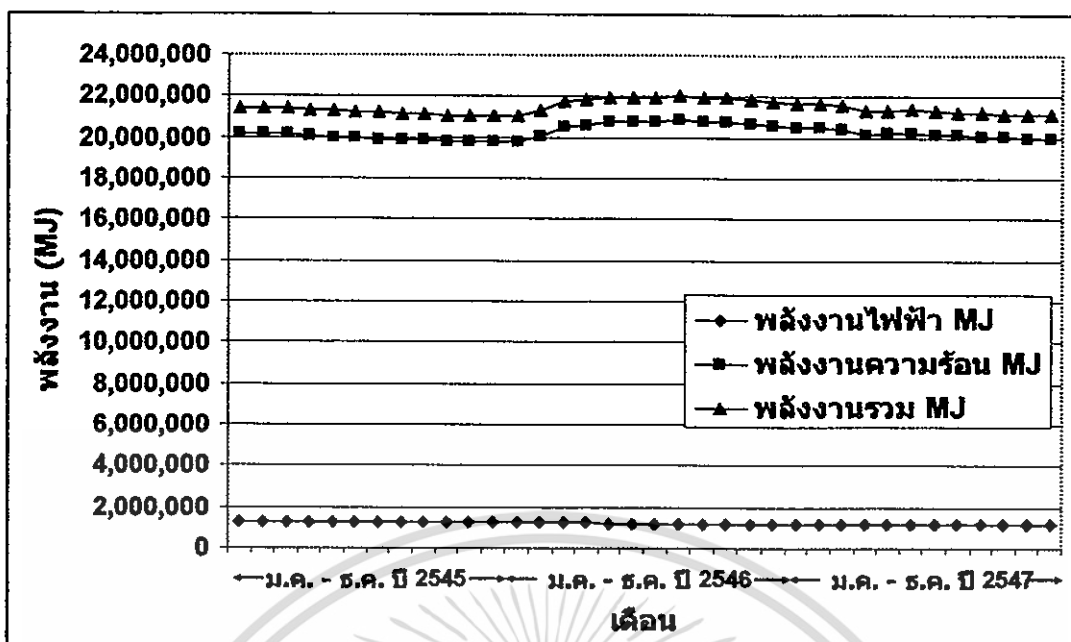
รูปที่ 5.13 แสดงค่าการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิต ปี 2547

ซึ่งค่าการใช้พลังงานรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตสามารถสรุปดังตารางที่ 5.5 และรูปที่ 5.14

ตารางที่ 5.5 แสดงข้อมูลการใช้พลังงานรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

เดือน	ค่าการใช้พลังงานรวม (ไฟฟ้า + เรือเพลิง)								
	ปี 2545			ปี 2546			ปี 2547		
	ไฟฟ้า	เรือเพลิง	รวม	ไฟฟ้า	เรือเพลิง	รวม	ไฟฟ้า	เรือเพลิง	รวม
ม.ค.	1,259,531.56	20,108,507.82	21,368,039.38	1,254,464.89	19,822,903.80	21,077,368.69	1,148,858.01	20,517,299.89	21,666,157.91
ก.พ.	1,261,031.10	20,185,856.05	21,446,887.15	1,246,759.96	20,052,011.56	21,298,771.52	1,147,670.16	20,484,233.42	21,631,903.58
มี.ค.	1,258,311.57	20,105,507.44	21,363,819.01	1,230,040.97	20,508,104.96	21,738,145.93	1,146,048.31	20,397,641.94	21,543,690.25
เม.ย.	1,265,133.05	20,035,746.07	21,300,879.12	1,210,993.09	20,601,175.72	21,812,168.80	1,145,521.17	20,159,195.77	21,304,716.94
พ.ค.	1,265,977.50	20,004,952.28	21,270,929.78	1,198,865.06	20,745,944.97	21,944,810.03	1,143,283.14	20,212,828.71	21,356,111.85
มิ.ย.	1,261,035.70	19,940,410.05	21,201,445.75	1,189,886.71	20,767,275.09	21,957,161.80	1,143,788.78	20,215,914.41	21,359,703.19
ก.ค.	1,260,263.67	19,920,694.98	21,180,958.65	1,173,781.95	20,811,101.93	21,984,883.88	1,142,604.00	20,129,883.24	21,272,487.23
ส.ค.	1,257,198.85	19,906,217.17	21,163,416.02	1,171,791.21	20,882,731.48	22,054,522.69	1,143,219.67	20,124,726.66	21,267,946.33
ก.ย.	1,255,860.32	19,864,190.04	21,120,050.36	1,169,749.08	20,740,759.36	21,910,508.44	1,143,095.31	20,063,245.52	21,206,340.83
ต.ก.	1,266,543.02	19,810,322.21	21,076,865.23	1,163,661.40	20,741,682.93	21,905,344.33	1,144,014.37	20,023,659.36	21,167,673.74
พ.ย.	1,258,523.35	19,813,693.93	21,072,217.28	1,161,011.38	20,680,281.28	21,841,292.65	1,143,847.63	19,960,829.62	21,104,677.25
ธ.ค.	1,256,444.58	19,802,990.32	21,059,434.89	1,149,461.92	20,596,701.60	21,746,163.52	1,142,616.79	19,964,499.88	21,107,116.67
เฉลี่ย	1,260,487.86	19,958,257.36	21,218,745.22	1,195,372.30	20,579,222.89	21,774,595.19	1,144,547.28	20,187,829.87	21,332,377.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.14 แสดงค่าการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิต

จากข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตของ ปี 2546 และ ปี 2547 พบว่ามีค่าการใช้พลังงานรวมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งเป็นเพราะมีการลดกำลังเดินเครื่องของ หม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงลง และเพิ่มกำลังเดินเครื่องของหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว + กะลาปาล์ม) แทน จึงทำให้การพลังงานความร้อนจะต้องมีการใช้เชื้อเพลิงแข็งมากขึ้นอันเนื่องมาจากคุณสมบัติทางความร้อนของเชื้อเพลิงที่ค้อยกว่าน้ำมันเตาและเพื่อการผลิตไอน้ำให้ทันกับความต้องการของกระบวนการผลิต ซึ่งค่าการใช้พลังงานรวมของปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าการใช้ที่เพิ่มขึ้นจากปี 2545 เฉลี่ยเท่ากับ 553,849.97 MJ และ 113,631.93 MJ หรือคิดเป็น 2.61 % และ 0.53 % แต่เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานรวมของปี 2546 และ ปี 2547 จะพบว่าค่าการใช้พลังงานรวมของปี 2547 มีแนวโน้มที่ลดลง ซึ่งเกิดจากการปรับตั้ง การตรวจสอบและการบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบสำหรับเครื่องจักรผลิตพลังงานความร้อน ซึ่งค่าการใช้พลังงานรวมของปี 2547 มีค่าการใช้ที่ลดลงจากปี 2546 เฉลี่ยเท่ากับ 440,218.04 MJ หรือคิดเป็น 2.02 %

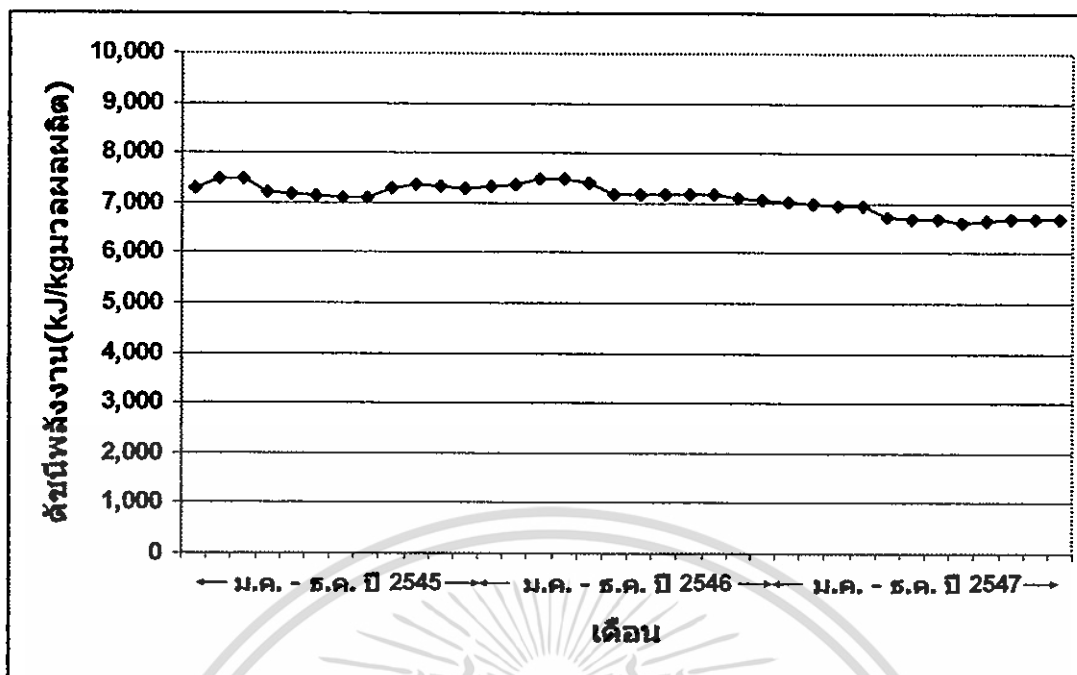
5.5 การใช้พลังงานต่อผลผลิตที่ได้

ดัชนีการใช้พลังงานสามารถแสดงถึงค่าพลังงานที่ป้อนเข้ากระบวนการผลิตต่อผลผลิตที่ได้ ซึ่งดัชนีการใช้พลังงานจะเป็นค่าผลรวมของพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนเปรียบเทียบกับอัตราการผลิต ซึ่งหลังจากมีการวางแผนงานซ่อมบำรุงและปฏิบัติงานตามแผนงาน ทำให้อัตราการผลิตรวมมีค่าสูงขึ้น อีกทั้งมีการเลือกใช้เชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อนที่เหมาะสมทำให้ดัชนีการใช้พลังงานมีค่าที่ลดลง แสดงดัชนีการใช้พลังงานดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงดัชนีการใช้พลังงานของกระบวนการผลิต

เดือน	ดัชนีการใช้พลังงาน (kJ/kgมวลผลผลิต)		
	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547
ม.ค.	7,295.55	7,324.13	7,045.18
ก.พ.	7,466.02	7,356.97	6,994.63
มี.ค.	7,476.61	7,487.47	6,972.38
เม.ย.	7,200.86	7,481.99	6,938.84
พ.ค.	7,174.11	7,397.52	6,735.05
มิ.ย.	7,152.95	7,196.79	6,690.85
ก.ค.	7,107.52	7,195.62	6,681.39
ส.ค.	7,105.09	7,185.45	6,632.89
ก.ย.	7,297.21	7,192.45	6,668.10
ต.ค.	7,359.67	7,182.84	6,694.21
พ.ย.	7,341.71	7,090.77	6,680.19
ธ.ค.	7,291.30	7,065.33	6,703.67
เฉลี่ย	7,272.38	7,263.11	6,786.45

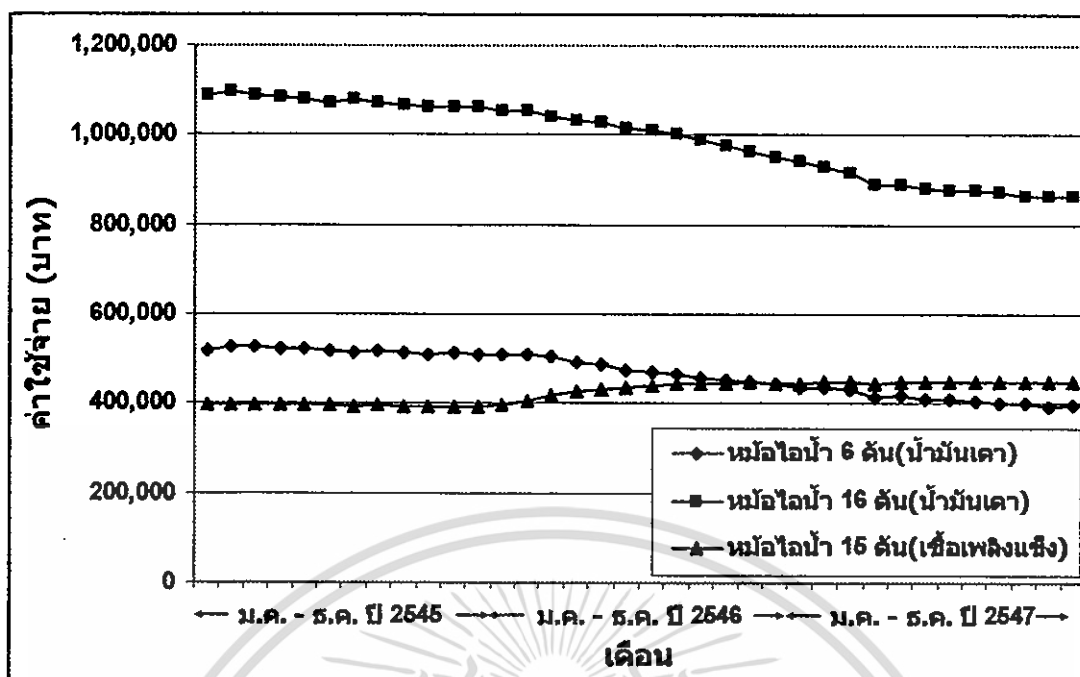
ส่วนการเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตระหว่างปี 2545 ถึง ปี 2547 จากข้อมูลพบว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานเฉลี่ยของปี 2546 เท่ากับ 7,263.11 kJ/kgมวลผลผลิต รวมและ ปี 2547 ค่าดัชนีการใช้พลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 6,786.45 kJ/kgมวลผลผลิตรวม ซึ่งลดลงจาก ปี 2545 ที่ 7,272.38 kJ/kgมวลผลผลิตรวม ซึ่งลดลงเท่ากับ 0.13 % และ 6.68 % ตามลำดับ ดัชนี การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต แสดงดังรูปที่ 5.15



รูปที่ 5.15 แสดงค่าดัชนีการใช้พลังงานของกระบวนการผลิตของปี 2545 ถึง ปี 2547

5.6 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนในส่วนของการศึกษาวิจัยพบว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ซึ่งการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสมจะช่วยลดค่าใช้จ่ายส่วนนี้ได้อย่างมาก จากการวิเคราะห์พบว่าการใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการต้มน้ำของหม้อไอน้ำสามารถลดค่าใช้จ่ายของปริมาณน้ำมันเตาที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้มาก ซึ่งเมื่อหม้อไอน้ำอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ มีการตรวจสอบและดูแลรักษาอย่างถูกวิธีก็จะช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงได้อีกส่วนหนึ่ง ซึ่งค่าใช้จ่ายของการผลิตพลังงานความร้อนของปี 2545 ถึง ปี 2547 แสดงดังรูปที่ 5.16 ซึ่งจากรูปที่ 5.16 จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ ขนาด 16 ตัน (น้ำมันเตา) มีค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดซึ่งเป็นผลมาจากราคาของเชื้อเพลิงและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ แต่หม้อไอน้ำขนาด 15 ตันที่ใช้เชื้อเพลิงแข็ง (เชื้อเพลิงกะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) มีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่ามากเมื่อเทียบกับกำลังการผลิตไอน้ำที่สามารถผลิตได้ เนื่องจากราคาของเชื้อเพลิงแข็ง(กะลาปาล์ม+กะลามะพร้าว) มีราคาเพียง 0.58 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนน้ำมันเตามีราคา 8.60 บาทต่อลิตร ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนแยกตามประเภทเชื้อเพลิงแสดงดังตารางที่ 5.7 และการสรุปค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนแสดงดังตารางที่ 5.8



รูปที่ 5.16 แสดงค่าใช้จ่ายสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ ปี 2545 ถึงปี 2547

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน(แยกตามประเภทเชื้อเพลิง)

เดือน	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (บาท)								
	ปี 2545			ปี 2546			ปี 2547		
	น้ำมันเตา	กะลาปะพร้าว	กะลาปะถั่ว	น้ำมันเตา	กะลาปะพร้าว	กะลาปะถั่ว	น้ำมันเตา	กะลาปะพร้าว	กะลาปะถั่ว
ม.ค.	1,603,215.47	192,589.49	206,345.88	1,565,217.42	190,981.25	204,622.76	1,379,281.15	215,492.88	230,885.23
ก.พ.	1,624,966.94	192,176.71	205,903.62	1,560,339.23	194,888.69	208,809.32	1,363,083.94	216,179.96	231,621.39
มี.ค.	1,618,388.18	191,419.96	205,092.81	1,544,423.87	203,126.63	217,635.68	1,344,511.34	216,214.36	231,658.25
เม.ย.	1,606,986.37	191,184.08	204,840.09	1,525,612.27	205,959.72	220,671.13	1,306,110.68	215,365.88	230,749.16
พ.ค.	1,601,609.01	191,105.46	204,755.85	1,515,283.80	208,965.12	223,891.20	1,306,272.85	216,184.06	231,625.78
มิ.ย.	1,590,369.20	190,938.38	204,576.84	1,490,874.76	211,102.05	226,180.77	1,291,043.48	217,359.11	232,884.76
ก.ค.	1,591,822.93	190,525.61	204,134.58	1,482,678.04	212,387.18	227,557.69	1,287,439.61	216,294.19	231,743.77
ส.ค.	1,586,670.97	190,682.86	204,303.06	1,468,136.94	214,572.27	229,898.86	1,283,859.21	216,479.39	231,942.20
ก.ย.	1,579,741.16	190,545.26	204,155.64	1,444,250.18	214,142.78	229,438.70	1,272,409.78	216,375.21	231,830.59
ต.ค.	1,571,795.75	190,299.56	203,892.39	1,431,234.48	215,120.51	230,486.26	1,267,259.15	216,143.71	231,582.55
พ.ย.	1,574,758.01	190,132.49	203,713.38	1,408,738.61	215,835.22	231,252.02	1,255,214.94	216,062.68	231,495.73
ธ.ค.	1,572,254.13	190,152.14	203,734.44	1,394,806.36	215,572.76	230,970.81	1,257,233.48	215,970.08	231,396.52
เฉลี่ย	1,593,546.18	190,979.33	204,620.72	1,485,966.53	208,554.51	223,451.27	1,301,343.30	216,176.79	231,617.99
รวม	19,122,578.11	2,291,752.01	2,455,448.58	17,831,595.94	2,502,654.17	2,681,415.18	15,613,719.60	2,594,121.51	2,779,415.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 แสดงสรุปค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน

เดือน	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (บาท)					
	ปี 2545		ปี 2546		ปี 2547	
	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงแข็ง	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงแข็ง	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงแข็ง
ม.ค.	1,603,215.47	398,935.37	1,565,217.42	395,604.01	1,379,281.15	446,378.10
ก.พ.	1,624,966.94	398,080.33	1,560,339.23	403,698.01	1,363,083.94	447,801.35
มี.ค.	1,618,388.18	396,512.77	1,544,423.87	420,762.31	1,344,511.34	447,872.61
เม.ย.	1,606,986.37	396,024.17	1,525,612.27	426,630.84	1,306,110.68	446,115.03
พ.ค.	1,601,609.01	395,861.31	1,515,283.80	432,856.32	1,306,272.85	447,809.84
มิ.ย.	1,590,369.20	395,515.22	1,490,874.76	437,282.83	1,291,043.48	450,243.86
ก.ค.	1,591,822.93	394,660.19	1,482,678.04	439,944.86	1,287,439.61	448,037.96
ส.ค.	1,586,670.97	394,985.92	1,468,136.94	444,471.12	1,283,859.21	448,421.59
ก.ย.	1,579,741.16	394,700.90	1,444,250.18	443,581.48	1,272,409.78	448,205.80
ต.ค.	1,571,795.75	394,191.95	1,431,234.48	445,606.76	1,267,259.15	447,726.26
พ.ย.	1,574,758.01	393,845.87	1,408,738.61	447,087.24	1,255,214.94	447,558.42
ธ.ค.	1,572,254.13	393,886.58	1,394,806.36	446,543.57	1,257,233.48	447,366.60
รวม	19,122,578.11	4,747,200.59	17,831,595.94	5,184,069.36	15,613,719.60	5,373,537.42
เฉลี่ย	1,593,548.18	395,600.05	1,485,966.33	432,005.78	1,301,143.30	447,794.78

จากข้อมูลในตารางที่ 5.8 พบว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนของปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากปี 2545 เท่ากับ 854,113.40 บาท และ 2,282,521.68 บาทคิดเป็น 3.58 % และ 12.08 % และค่าใช้จ่ายของน้ำมันเตาของปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากปี 2545 เท่ากับ 1,290,982.17 บาท และ 3,508,858.57 บาท คิดเป็น 6.75 % และ 18.35 % โดยที่ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงแข็งของปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงแข็งของปี 2545 เท่ากับ 436,868.77 บาทและ 626,336.83 บาท หรือคิดเป็น 9.2 % และ 13.19 %

ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) กับค่าใช้จ่ายของน้ำมันเตา จากการศึกษพบว่ากะลามะพร้าวมีราคา 0.40 บาทต่อกิโลกรัม กะลาปาล์มมีราคา 1 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเมื่อทำการผสมกันเป็นเชื้อเพลิงแข็ง 1 กิโลกรัม ใช้อัตราส่วน กะลามะพร้าว 70 % ต่อกะลาปาล์ม 30 % ซึ่งเมื่อคำนวณราคาเชื้อเพลิงแข็งต่อกิโลกรัมจะได้ 0.58 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนน้ำมันเตามีราคา 8.60 บาท ต่อกลิตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างราคาเชื้อเพลิงต่อไอน้ำที่ผลิตได้ 1 ตัน (น้ำ 1 m³) การใช้น้ำมันเตามีปริมาณการใช้เฉลี่ยที่ 74.73 ลิตร มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 642.68 บาท และหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงแข็งมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยที่ 190.85 กิโลกรัม มีค่าใช้จ่าย 110.69 บาท ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงต่อไอน้ำที่ผลิต

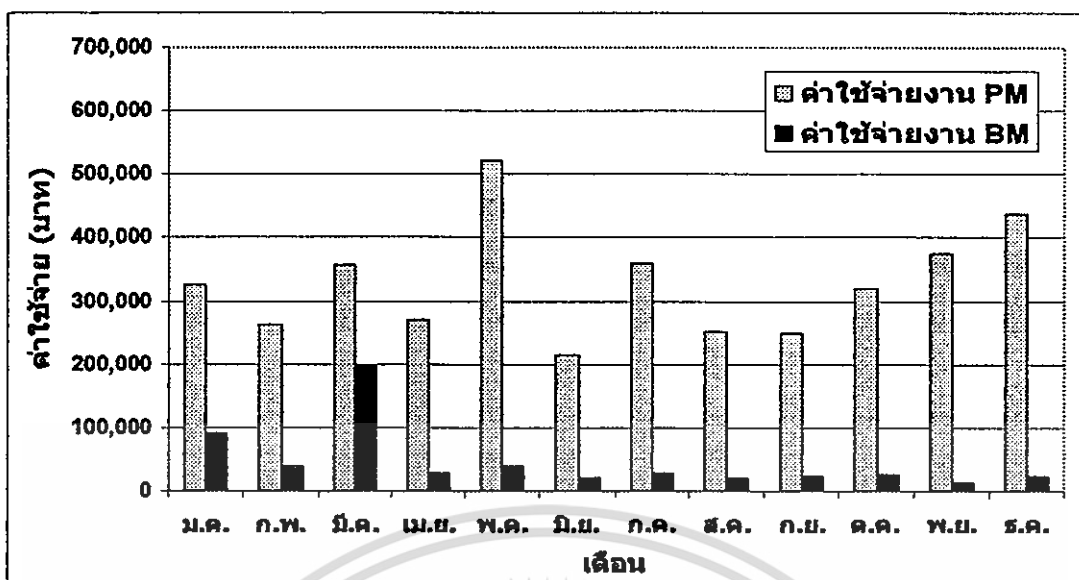
ได้ 1 ตัน (น้ำ 1 m³) การใช้น้ำมันเตาจะมีค่าใช้จ่ายมากกว่าการใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) ประมาณ 531.99 บาท ซึ่งปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไอน้ำ 1 ตัน (น้ำ 1 m³) ของหม้อไอน้ำทั้ง 3 เครื่องที่ได้ทำการศึกษา แสดงดังตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 แสดงปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไอน้ำ 1 ตัน (น้ำ 1 m³)

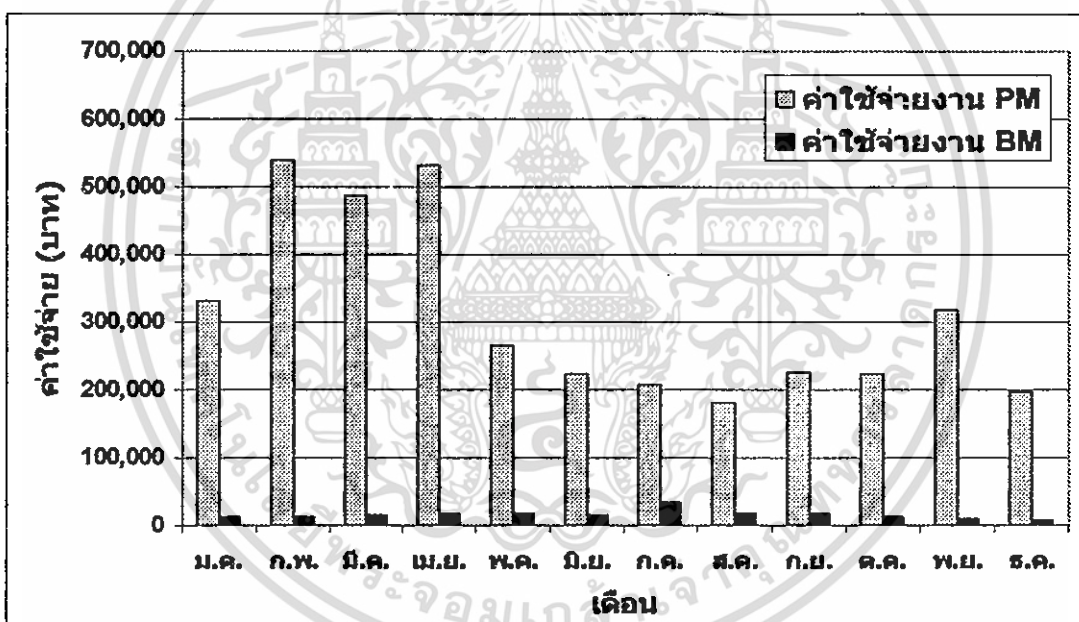
เดือน	หม้อไอน้ำ 6 ตัน (น้ำมันเตา)			หม้อไอน้ำ 16 ตัน (น้ำมันเตา)			หม้อไอน้ำ 15 ตัน (เชื้อเพลิงแข็ง)		
	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547
ม.ค.	80.49	80.10	72.54	78.83	77.06	71.47	195.96	193.25	188.84
ก.พ.	81.43	79.85	72.22	79.64	76.82	70.85	195.54	192.94	188.54
มี.ค.	81.52	79.18	71.89	79.12	76.45	69.89	194.77	192.76	188.57
เม.ย.	80.76	78.13	70.24	78.65	75.88	68.46	194.53	191.48	187.83
พ.ค.	81.14	77.55	70.75	78.41	75.39	68.24	194.45	191.36	187.65
มิ.ย.	80.57	75.92	69.94	77.86	75.14	68.19	194.28	190.46	187.78
ก.ค.	80.77	75.28	70.14	78.20	74.83	67.82	193.86	189.75	186.86
ส.ค.	81.28	74.78	69.42	77.59	74.46	67.87	194.02	189.85	187.02
ก.ย.	80.56	73.79	68.74	77.42	73.45	67.59	193.88	189.47	186.93
ต.ค.	79.94	73.98	69.32	77.13	73.17	66.93	193.63	189.42	186.73
พ.ย.	80.34	73.48	68.26	77.16	72.49	66.77	193.46	189.14	186.66
ธ.ค.	80.12	72.76	68.79	77.08	71.77	66.69	193.48	188.91	186.58
เฉลี่ย	80.74	76.23	70.19	78.09	74.74	68.40	194.32	190.73	187.50

5.7 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง

ค่าใช้จ่ายที่จะใช้ในการวัดผลของแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันนั้น จะเป็นในส่วนของค่าใช้จ่ยรวมของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันและงานบำรุงรักษาล้างเหตุขัดข้อง ซึ่งพบว่าเมื่อมีการจัดการบำรุงรักษาที่ดีเป็นผลให้เกิดการหยุดฉุกเฉินของเครื่องจักรน้อยลง ซึ่งส่งผลให้ค่าใช้จ่ยด้านการบำรุงรักษาที่ลดลงด้วยเช่นกัน จากรูปที่ 5.17 และ รูปที่ 5.18 แสดงค่าใช้จ่ยที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงรักษาประจำปี 2546 และ 2547 ตามลำดับ



รูปที่ 5.17 แสดงค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงของปี 2546

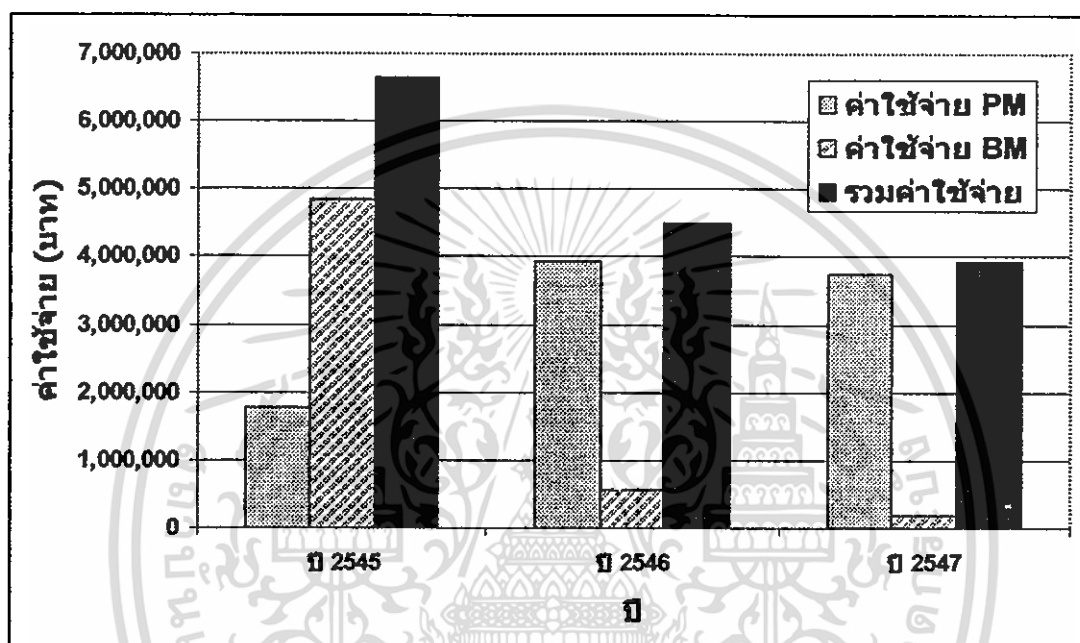


รูปที่ 5.18 แสดงค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงของปี 2547

เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง จะพบว่าช่วงปี 2545 ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะเป็นค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง ซึ่งเกิดจากการใช้งานอุปกรณ์ของเครื่องจักรจนหมดสภาพการทำงานและขาดการดูแลรักษาที่ดี ซึ่งหลังจากที่มีการวางแผนงานซ่อมบำรุง และนำไปปฏิบัติงานร่วมกันกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งการปฏิบัติงานใหม่จะมีการเปลี่ยนอะไหล่ชิ้นส่วนตามกำหนดระยะเวลา มีการตรวจสอบและนำผลกลับมาป้อนกลับสู่ฐานข้อมูลเพื่อตรวจสอบสภาพของเครื่องจักร จึงทำให้ค่าใช้จ่ายด้านงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

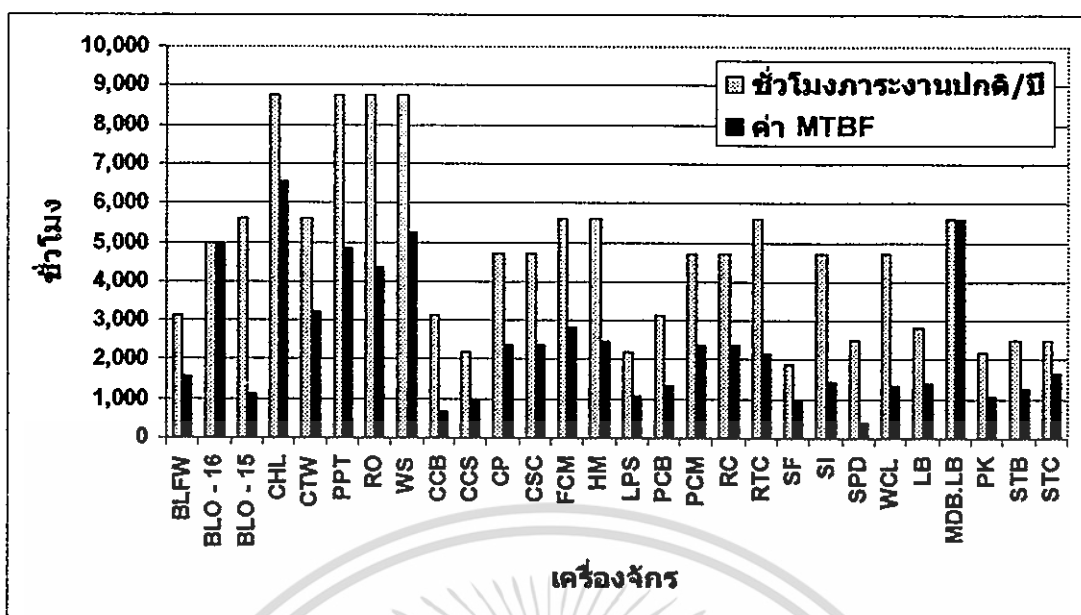
บำรุงรักษาเชิงป้องกันมีค่าสูงขึ้น แต่สามารถช่วยลดความสูญเสียของการขัดข้องของเครื่องจักรได้ เป็นผลให้ค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้องมีค่าลดลง ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมจะพบว่าการวางแผนงานซ่อมและการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถที่จะลดค่าใช้จ่ายรวมของงานด้านการบำรุงรักษาได้ ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมของปี 2546 และ ปี 2547 มีค่าใช้จ่ายด้านงานบำรุงรักษาที่น้อยกว่าค่าใช้จ่ายด้านงานบำรุงรักษาของ ปี 2545 เท่ากับ 2,147,078 บาทและ 2,712,404 บาท ตามลำดับ แสดงข้อมูลดังรูปที่ 5.19



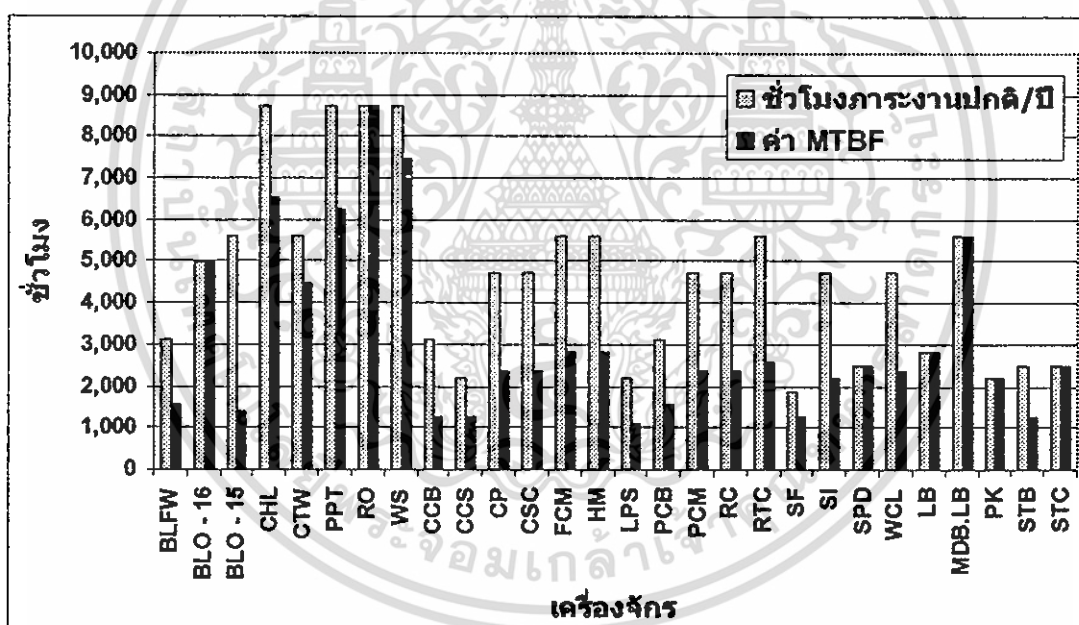
รูปที่ 5.19 แสดงค่าใช้จ่ายของงานซ่อมบำรุง ปี 2545 ถึง ปี 2547

5.8 ผลความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วนของอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง

การขัดข้องของเครื่องจักรจะส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร ซึ่งพบว่าจากเดิมเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมีการขัดข้องบ่อยครั้ง แต่หลังจากที่มีการวางแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันและมีการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ ทำให้เครื่องจักรมีอัตราการขัดข้องที่ลดลงและดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือในส่วนของค่าอัตราเฉลี่ยขัดข้อง (Mean Time Between Failures : MTBF) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง” มีค่าที่สูงขึ้น จนกระทั่งปัจจุบันมีการหยุดของเครื่องจักรถูกเงินน้อยลง ซึ่งค่า MTBF ของปี 2546 และ ปี 2547 แสดงดังรูปที่ 5.20 และรูปที่ 5.21 ตามลำดับ

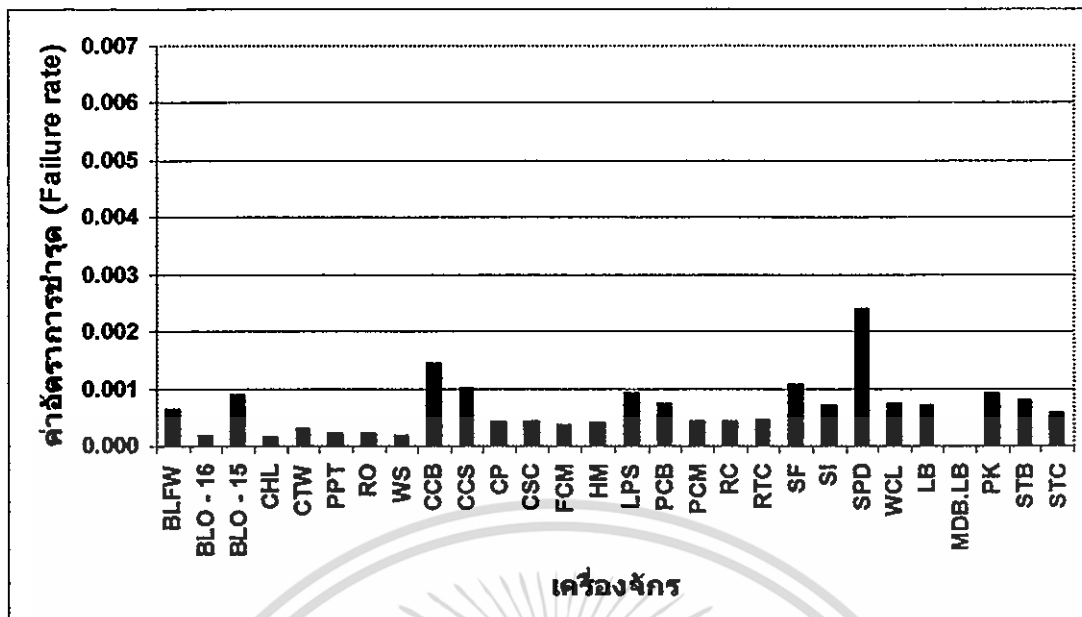


รูปที่ 5.20 แสดงดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ปี 2546

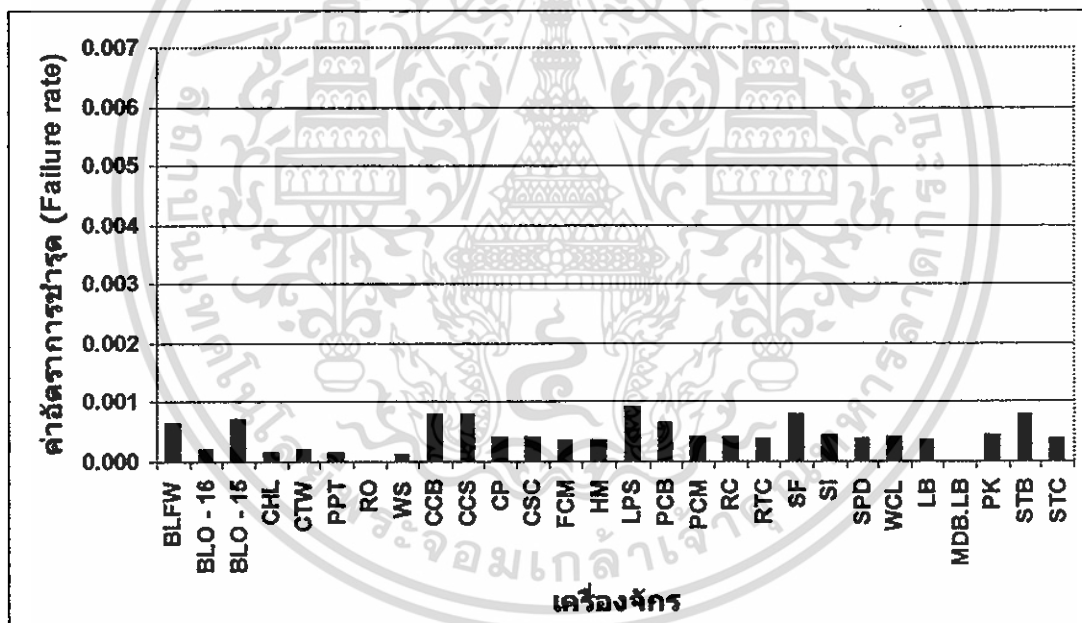


รูปที่ 5.21 แสดงดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ปี 2547

ในส่วนของอัตราการชำรุด (Failure rate) ที่สามารถบ่งชี้ถึงโอกาสที่เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนจะเกิดการเสียหายหรือขัดข้องภายในระยะเวลาช่วงหนึ่ง ซึ่งจากข้อมูลอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง (MTBF) ของปี 2546 และ ปี 2547 สามารถแสดงค่าอัตราการชำรุดของปี 2546 และ ปี 2547 แสดงดังรูปที่ 5.22 และรูปที่ 5.23



รูปที่ 5.22 แสดงค่าอัตราการชำรุดของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ปี 2546



รูปที่ 5.23 แสดงค่าอัตราการชำรุดของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ปี 2547

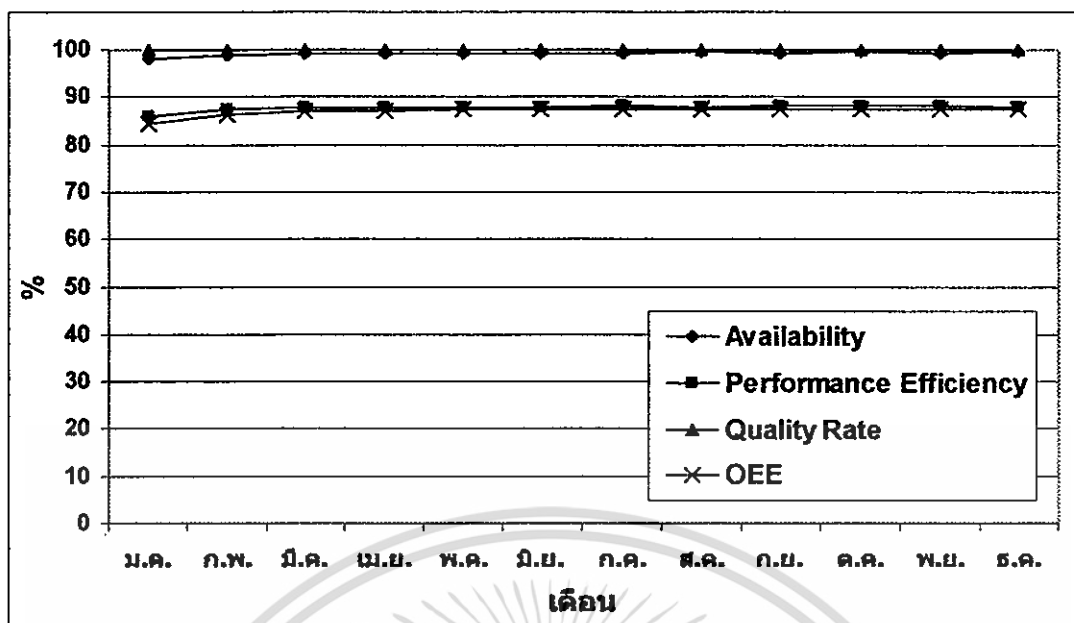
จากข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรในปี 2546 และปี 2547 ที่ลดลงซึ่งเป็นผลมาจากการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสมที่ทำงานร่วมกันกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมและช่วยจัดการงานบำรุงรักษา ซึ่งจะทำหน้าที่จ่ายงานบำรุงรักษาประจำวันและช่วยในการเก็บข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์สภาพของเครื่องจักร ทำให้ทราบงานที่ต้องปฏิบัติงานล่วงหน้าเพื่อจะได้เตรียมช่างปฏิบัติงานและวัสดุอะไหล่ให้พร้อมในการทำงานเพื่อลดการหยุดการ

ทำงานของเครื่องจักรอย่างฉุกเฉินระหว่างการเดินเครื่องทำงาน ซึ่งจากข้อมูลพบว่าค่าอัตราการเฉลี่ยขัดข้อง(Mean Time Between Failures : MTBF)หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า“ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง” มีค่าสูงขึ้น จากการวิจัยพบว่าสามารถบ่งชี้ถึงสภาพของเครื่องจักรหรือความพร้อมในการปฏิบัติงาน ถ้าเครื่องจักรใดก็ตามมีค่าอัตราการเฉลี่ยขัดข้องที่น้อยๆ แสดงว่าเครื่องจักรนั้นไม่มีประสิทธิภาพในการทำงาน เนื่องจากจะมีการหยุดทำงานอย่างฉุกเฉินบ่อยครั้ง ทำให้สายงานผลิตไม่ต่อเนื่อง อันจะส่งผลถึงความเสียหายต่างๆ มากมายทั้งด้านค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงหรือค่าเสียหายจากการหยุดการผลิตดังนั้นเครื่องจักรที่ดีจะต้องมีค่าอัตราการเฉลี่ยขัดข้อง (MTBF)หรือระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้งมีค่าที่มากที่สุด ซึ่งจากข้อมูลพบว่าหลังจากที่ได้มีการทำการศึกษาและแก้ไขปัญหาก็ทำให้ค่า MTBF ของปี 2546 และปี 2547 มีค่าที่สูงกว่าค่า MTBF ของปี 2545 อย่างมาก

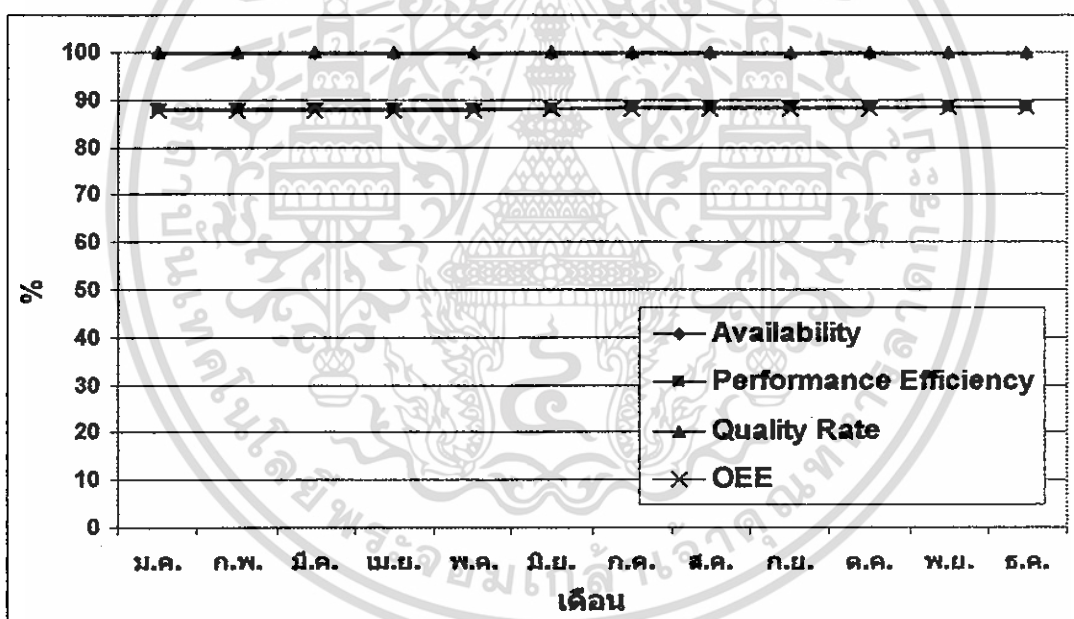
5.9 สมรรถนะของกระบวนการผลิต

สภาพการทำงานของเครื่องจักร ในการศึกษาวิจัยจะใช้การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) คือ การนำเอาอัตราการเดินเครื่อง (Availability) ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) และอัตราคุณภาพ (Quality Rate) มาพิจารณาร่วมกัน ซึ่งค่าที่วัดได้หลังจากที่มีการใช้แผนงานบำรุงรักษาที่พัฒนาขึ้น ในระยะเวลา 2 ปีคือช่วงตั้งแต่ ปี 2546 ถึงปลายปี 2547 พบว่าประสิทธิผลโดยรวมของกระบวนการผลิตมีค่าที่ดีขึ้น แสดงดังรูปที่ 5.24 และรูปที่ 5.25

จากข้อมูลเดิมการวิเคราะห์สภาพการทำงานของโรงงานที่ทำการศึกษาในปี 2545 พบว่าอัตราการเดินเครื่องจักร (Availability) เฉลี่ยที่ 97.3 % ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) เฉลี่ยที่ 83.7 % อัตราคุณภาพ (Quality Rate) เฉลี่ยที่ 99.96 % จึงทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เฉลี่ยที่ 81.41 % ซึ่งจากข้อมูลสามารถวิเคราะห์ได้ว่าตัวแปรที่เป็นอุปสรรค คือ ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) ที่อัตราการผลิตจริงน้อยกว่าอัตราการผลิตตามสเปกของเครื่องที่กำหนดมา ซึ่งเกิดจากการตั้งรอบการทำงานของเครื่องที่น้อยกว่าปกติ ดังนั้นหลังจากที่มีการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเข้าไปควบคุมงานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะเข้าไปร่วมควบคุมการจ่ายงานและเก็บผลเพื่อนำมาวิเคราะห์ ทำให้เวลาที่สูญเสีย, เครื่องจักรสะดุดหรือรอบเครื่องตกดีขึ้นกว่าเดิม ซึ่งทำให้ฝ่ายผลิตสามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้มากขึ้นและทำให้ประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูงขึ้นกว่าเดิม แสดงดังรูปที่ 5.26 และ ตารางที่ 5.10



รูปที่ 5.24 แสดงข้อมูลวิเคราะห์สภาพของกระบวนการผลิต ประจำปี 2546

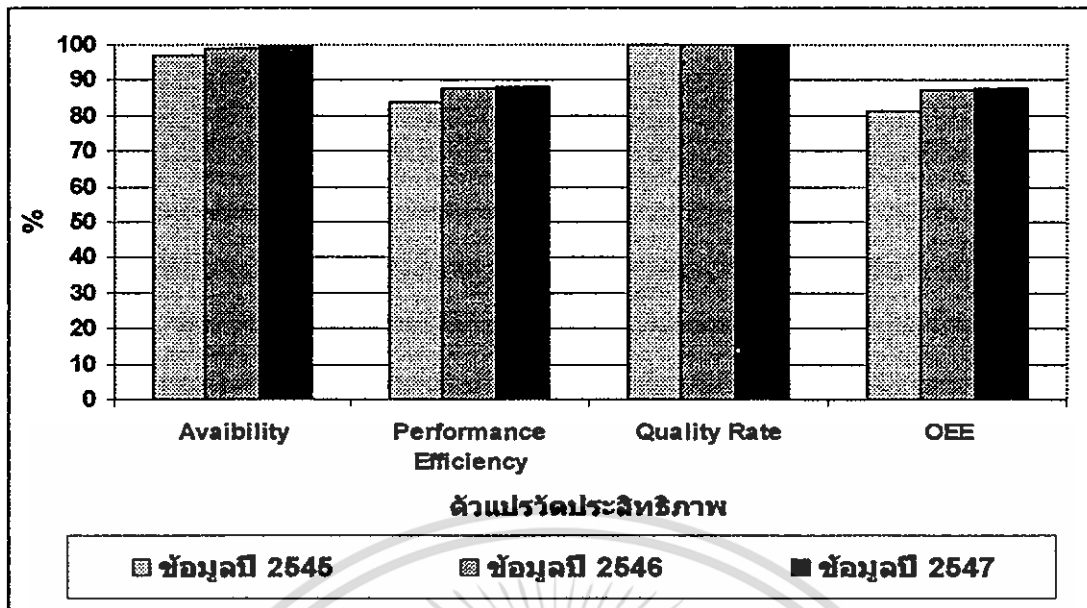


รูปที่ 5.25 แสดงข้อมูลวิเคราะห์สภาพของกระบวนการผลิต ประจำปี 2547

ตารางที่ 5.10 แสดงข้อมูลการวิเคราะห์สภาพของเครื่องจักรในรูปแบบการวัดประสิทธิผลโดยรวม

ตัวแปรวัดประสิทธิภาพ	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547
Availability	97.30%	99.24%	99.66%
Performance Rate	83.68%	87.75%	88.23%
Quality Rate	99.96%	99.97%	99.98%
OEE	81.39%	87.07%	87.92%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



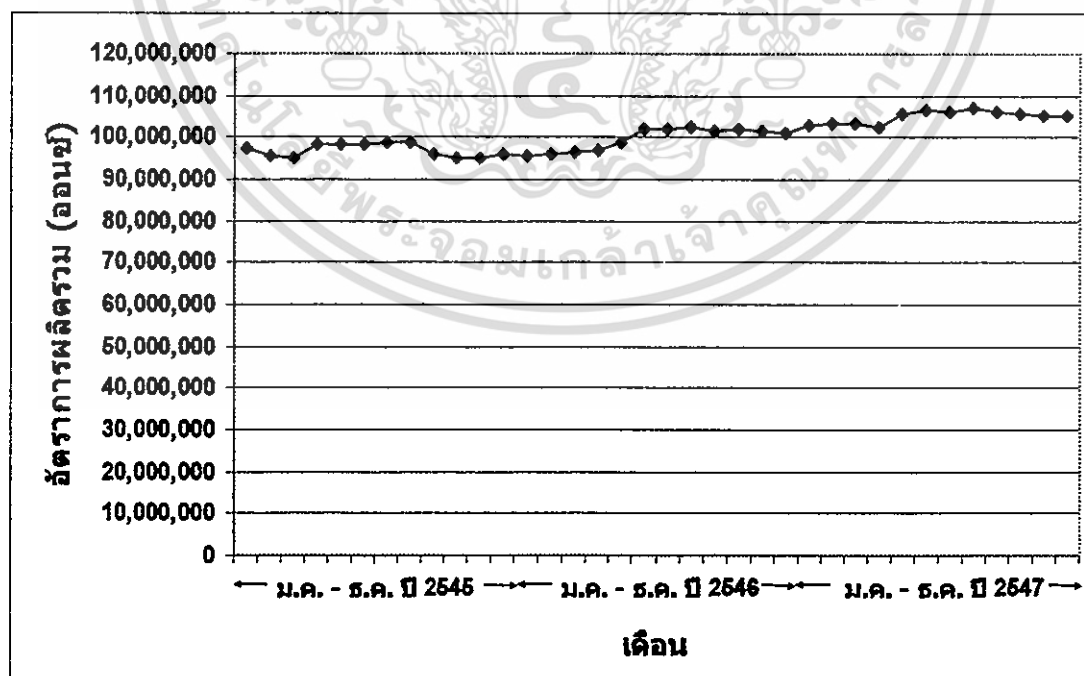
รูปที่ 5.26 แสดงข้อมูลวิเคราะห์สภาพการทำงานของเครื่องจักร ช่วงปี 2545 ถึง ปี 2547

5.10 อัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิต

หลังจากที่มีการจัดการบำรุงรักษาโดยใช้โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น พบว่าเครื่องจักรมีการหยุดฉุกเฉินน้อยลงและมีความพร้อมในการทำงานมากขึ้น ส่งผลให้กระบวนการผลิตทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ตามกำลังการผลิตและความต้องการสินค้า และเนื่องจากเครื่องจักรมีอัตราการขัดข้องที่ลดลงทำให้ฝ่ายผลิตมีแผนงานกำหนดอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้น จากข้อมูลพบว่าอัตราการผลิตรวมของปี 2546 และ ปี 2547 เพิ่มขึ้นจากปี 2545 เท่ากับ 37,924,379.65 ออนซ์ และ 97,580,887.68 ออนซ์ หรือคิดเป็น 3.26 % และ 8.40 % ตามลำดับ และข้อมูลอัตราการผลิตระหว่างปี 2545 ถึง ปี 2547 แสดงดังตารางที่ 5.11 และรูปที่ 5.27

ตารางที่ 5.11 แสดงข้อมูลอัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิต

เดือน	อัตราการผลิตรวม		
	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547
ม.ค.	97,229,079.79	95,474,130.91	102,730,523.62
ก.พ.	95,374,415.09	96,146,380.19	103,306,195.48
มี.ค.	94,860,299.55	96,619,165.60	103,197,800.38
เม.ย.	98,151,142.66	97,128,633.53	102,484,488.03
พ.ค.	98,365,817.10	98,927,994.35	105,866,237.48
มิ.ย.	98,338,395.99	101,791,693.10	106,581,941.21
ก.ค.	98,869,156.35	102,023,086.05	106,278,668.36
ส.ค.	98,831,061.55	102,519,081.80	107,028,326.95
ก.ย.	96,025,892.24	101,722,967.92	106,138,042.11
ต.ค.	94,952,846.55	101,863,550.61	105,515,337.68
พ.ย.	95,201,210.83	102,880,850.70	105,405,128.89
ธ.ค.	95,807,718.66	102,833,881.24	105,055,233.85
เฉลี่ย	96,833,919.70	99,994,284.67	104,965,660.34
รวม	1,162,007,036.37	1,199,931,416.02	1,259,587,924.05



รูปที่ 5.27 แสดงอัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิต ปี 2545 ถึง ปี 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาถึงความสามารถของการวางแผนงานการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการผลิตพลังงานและการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม โดยพัฒนาขึ้นจากการเก็บข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าไปช่วยในการควบคุมงานบำรุงรักษาเปรียบเทียบกับการทำงานแบบเดิม ซึ่งในการทำวิจัยมีการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ ตลอดจนเก็บข้อมูลต่างๆเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และวัดประสิทธิภาพของแผนงาน จนได้แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่มีความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้งาน ซึ่งจากการวิจัยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

6.1.1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน

เชื้อเพลิงชีวมวล เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม สามารถที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำได้อย่างเหมาะสมโดยที่มีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่า ซึ่งการผลิตไอน้ำ 1 ตัน (น้ำ 1 m³) หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเสียค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำน้อยกว่าหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตาถึง 531.99 บาทต่อการผลิตไอน้ำ 1 ตัน และการเพิ่มกำลังทำงานของหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล สามารถลดการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเตาได้ถึง 18.35 % จากเดิมปริมาณรวมของการใช้น้ำมันเตาเท่ากับ 2,223,555.59 ลิตร/ปี เหลือเพียง 1,815,548.79 ลิตร/ปี

6.1.2 ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานของกระบวนการผลิต

การใช้พลังงานจะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพของแผนงานซ่อมบำรุงและความต่อเนื่องของการบำรุงรักษา ซึ่งการลดความเสียหายหรือการป้อนภาระงานในระดับที่เหมาะสมจะเป็นผลให้มีการใช้พลังงานที่ลดลง ซึ่งค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ามีการใช้ที่ลดลง 9.20 % จากเดิมเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,260,487.86 MJ เหลือเพียง 1,144,547.28 MJ แต่ค่าการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 1.15 % จากเดิมเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 19,958,257.36 MJ เพิ่มขึ้น 20,187,829.870 MJ แต่ค่าการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงน้ำมันเตาลดลง 18.35 % จากเดิมเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 7,620,310.32 MJ เหลือเพียง 6,222,037.00 MJ สรุปผลรวมของการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิตปี 2547 มีค่าการใช้พลังงานรวมเพิ่มขึ้นจากปี 2545 เท่ากับ 0.54 % จากเดิมเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 21,218,715.22 MJ เพิ่มขึ้น 21,332,377.15 MJ แต่ผลรวมการใช้พลังงานรวมของกระบวนการผลิตปี 2547 มีค่าการใช้ที่ลดลงจากปี 2546 เท่ากับ 2.02 % จากเดิมเฉลี่ยต่อเดือนที่ 21,772,595.19 MJ เหลือเพียง 21,332,377.15 MJ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.3 ประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานความร้อน

ประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานความร้อนจะขึ้นอยู่กับสภาพของหม้อไอน้ำ การเลือกใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสม ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพของการแลกเปลี่ยนความร้อนและการตรวจสอบบำรุงรักษา ประสิทธิภาพการเปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ 6 ตัน เพิ่มขึ้น 15.08 % จากเดิมประสิทธิภาพเท่ากับ 73.07 % เพิ่มขึ้นเป็น 84.09 % , หม้อไอน้ำ 16 ตัน เพิ่มขึ้น 14.21 % จากเดิมประสิทธิภาพเท่ากับ 75.56 % เพิ่มขึ้นเป็น 86.30 % และหม้อไอน้ำ 15 ตัน เพิ่มขึ้น 3.63 % จากเดิมประสิทธิภาพเท่ากับ 69.03 % เพิ่มขึ้นเป็น 71.54 %

6.1.4 พลังงานต่อผลผลิตที่ได้

ดัชนีการใช้พลังงานจะขึ้นอยู่กับผลรวมของการใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน ในกระบวนการผลิตต่อผลผลิตมวลรวม ซึ่งดัชนีการใช้พลังงานลดลง 6.68 % จากเดิม 7,272.38 kJ/kgมวลผลผลิตรวม เหลือเพียง 6,786.45 kJ/kgมวลผลผลิตรวม

6.1.5 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน จะขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสมและประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ เชื้อเพลิงชีวมวล เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม สามารถที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการสันดาปของหม้อไอน้ำได้ซึ่งจะช่วยลดการใช้น้ำมันเตาซึ่งมีราคาแพง ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนจากการวิจัยในโรงงานที่ใช้เป็นข้อมูลศึกษา พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนได้ ถึง 12.08 % จากเดิม 23,869,778.70 บาท/ปี เหลือเพียง 20,987,257.02 บาท/ปี หรือจากเดิมเฉลี่ยที่ 1,989,148.22 บาท/เดือน เหลือเพียง 1,748,938.08 บาท/เดือน

6.1.6 ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยการทำความสะอาด เปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามระยะที่เหมาะสม การตรวจสอบและการควบคุมงานซ่อมบำรุงอย่างเป็นระบบจะมีค่าใช้จ่ายรวมที่น้อยกว่าการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง

6.1.7 ผลความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในส่วนของการจัดการข้อขัดข้อง

ผลการวิจัยด้านดัชนีสภาพความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในโรงงานในกระบวนการผลิต สามารถวิเคราะห์ได้ว่าอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรจะส่งผลกระทบต่อสายการผลิต และความเชื่อมั่นในการเดินเครื่องของเครื่องจักร ซึ่งเมื่อนำข้อมูลสภาพความชำรุดของชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรนำมาวิเคราะห์และทำการแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ เช่น การเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ก่อนที่จะเกิดความเสียหายหรือการหยุดการทำงานอย่างฉุกเฉิน จะทำให้ค่าอัตราเฉลี่ยการขัดข้องของเครื่องจักรมีค่าที่สูงขึ้นกว่าเดิมและอัตราการชำรุดหรือโอกาสที่เครื่องจักรจะเกิดการเสียหายมีค่าที่ลดลง

6.1.8 สมรรถนะของกระบวนการผลิต

สภาพการทำงานของเครื่องจักรจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของระบบการวางแผนงานซ่อมบำรุง เวลาสูญเสีย,เครื่องจักรหยุดหรือรอบเครื่องดงจะทำให้ประสิทธิผลโดยรวม(OEE)ของเครื่องจักรลดลงซึ่งจากโรงงานที่ใช้เป็นข้อมูลศึกษาพบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวม(OEE)มีค่าเพิ่มขึ้น 8.02 % จากเดิมที่ 81.39 % เพิ่มขึ้นเป็น 87.92 %

6.1.9 อัตราการผลิตรวมของกระบวนการผลิต

อัตราการผลิตรวมของสายงานผลิตจะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของเครื่องจักรและความพร้อมทุกๆด้านที่เกี่ยวข้อง เช่น สภาพการทำงาน ด้านวัตถุดิบและการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งโรงงานที่ใช้เป็นข้อมูลศึกษามีอัตราการผลิตรวมเพิ่มขึ้น 8.40 % จากเดิม 1,162,007,036.37 ออนซ์ต่อปี เพิ่มขึ้นเป็น 1,259,587,924.05 ออนซ์ต่อปี

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวางแผนการใช้เชื้อเพลิง และมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสมและได้มีการนำไปใช้งานนั้น พบว่าสามารถที่จะนำไปปฏิบัติงานบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ของหม้อไอน้ำสามารถทดแทนการใช้น้ำมันเตาซึ่งมีราคาสูงได้ดี แต่ในเชื้อเพลิงชีวมวลนั้นยังมีความชื้นอยู่ ซึ่งความชื้นดังกล่าวจะทำให้ความร้อนที่ได้จากการสันดาปลดลง ดังนั้นถ้ามีการวิจัยต่อควรทำการวิจัยในส่วนการลดค่าความชื้นของเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการเผาไหม้

บรรณานุกรม

- [1] พูลพร แสงบางปลา. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา TPM. พิมพ์ครั้งที่ 2
กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2542
- [2] กล้าหาญ วรพุทธพร. การบำรุงรักษาทีผล (Productive Maintenance). พิมพ์ครั้งที่ 1
กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), 2524.
- [3] ชงชัย เสริมพงษ์พันธ์. วิศวกรรมการซ่อมบำรุง. กรุงเทพมหานคร: 2540.
- [4] กิตติพงศ์ แดงโสภ. “การจัดสรรทรัพยากรสำหรับการบำรุงรักษาลังน้ำมันเชื้อเพลิง
กรณีศึกษาคลังน้ำมันช่องนนทรี.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร
เหนือ, 2539
- [5] ชัยยศ วัชรอยู่. “การปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้าขนาด
กลาง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2536
- [6] อนุพงษ์ บุญเกียรติ. “การวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรกลชุดของกรมชลประทาน.”
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2538
- [7] วิกรม สุวิกรม. “การใช้ประโยชน์จากข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักร กรณีศึกษา
เครื่องจักรกลหลักเหมืองแม่เมาะ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ
นครเหนือ ,2540
- [8] สุรพงษ์ ธรรมานุสดี. “การประยุกต์ใช้ระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบทีผลที่ทุกคนมีส่วน
ร่วมกับสายงานวงจรการผลิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ,2540
- [9] สมเกียรติ วิทยาปัญญานท์. “การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องฉีดพลาสติกในโรงงานของเล่น
เด็ก.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2538
- [10] ชรัต ฉิมพาลี. “การจัดการระบบซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยใช้คอมพิวเตอร์ กรณีศึกษาโรงงาน
ผลิตเฟอร์นิเจอร์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม
อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [11] โกศล ดีศีลธรรม. คู่มือการจัดการเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มผลผลิต. กรุงเทพมหานคร : 2545
- [12] ธานี อ่วมอ้อ. การบำรุงรักษาวิผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท พีค บลิส จำกัด, 2546
- [13] สมเกียรติ บุญชนะ. วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร, 2547
- [14] วิวัฒน์ ภัททิยธรณี. เทคโนโลยีไอน้ำ. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น
- [15] MOTOKI MATSUO. เทคนิคการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2543
- [16] YOSHIHIKO TAKAMURA. เทคนิคการประหยัดพลังงานความร้อนในอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2543
- [17] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน สำหรับปาล์มน้ำมัน รายงานผลการสำรวจวัสดุเหลือใช้จากปาล์มน้ำมัน, 2538
- [18] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน สำหรับมะพร้าว, รายงานผลการสำรวจวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว, 2537



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้โปรแกรม

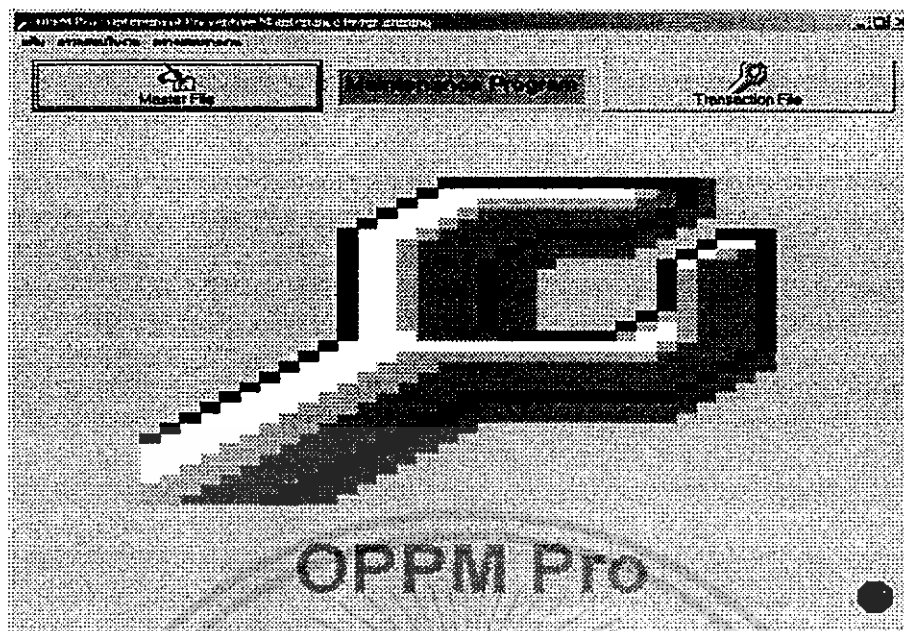
โปรแกรม OPPM Pro นั้นเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับการจัดการและควบคุมงานซ่อมบำรุงเครื่องจักร ซึ่งระบบการทำงานของโปรแกรมจะใช้ทฤษฎีทางด้านวิศวกรรม การซ่อมบำรุงที่จะมีการเก็บข้อมูลต่างๆและวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงและตรวจสภาพของเครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น หม้อไอน้ำ เครื่องทำความเย็นหรือคลุ่่งทาวเวอร์ จึงมีการออกแบบโปรแกรมเพื่อเก็บข้อมูลดังกล่าวนอกเหนือจากควบคุมงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามปกติ ขั้นตอนวิธีใช้งานจะมีอยู่ 3 ส่วน คือ ในส่วนของการวางแผนงานซ่อมบำรุง (Master File), ในส่วนของการนำไปใช้ดำเนินงาน (Transaction File) และในส่วนของการเก็บข้อมูลด้านเครื่องกล (Mechanical File) ซึ่งวิธีการใช้งาน โปรแกรมอธิบายได้ดังนี้

1. วิธีการเรียกใช้งานโปรแกรม

เมื่อผู้ใช้เรียกโปรแกรม OPPM Pro ขึ้นมาใช้งานจะปรากฏหน้าต่างแรกของการทำงานแสดงดังรูปที่ ก.1และหลังจากนั้นจะเข้าสู่หน้าจอหลัก ซึ่งในหน้าต่างของเมนูหลักจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือปุ่มกำหนดมาตรฐานแผนงาน (Master File)และปุ่มของการนำแผนงานไปใช้ดำเนินงาน (Transaction File) ซึ่งแสดงดังรูปที่ ก.2 และแสดงดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.1 แสดงหน้าต่างแรกของโปรแกรม OPPM Pro



รูปที่ ก.2 แสดงหน้าเมนูหลัก

2. หน้าต่างเมนูออกแบบแผนงานหลักของโปรแกรม

ในหน้าของเมนูออกแบบแผนงานหลัก จะใช้สำหรับการออกแบบและกำหนดข้อมูลต่างๆ ของการควบคุมงานซ่อมบำรุง ซึ่งในหน้าต่างจะประกอบด้วยเมนูดังต่อไปนี้

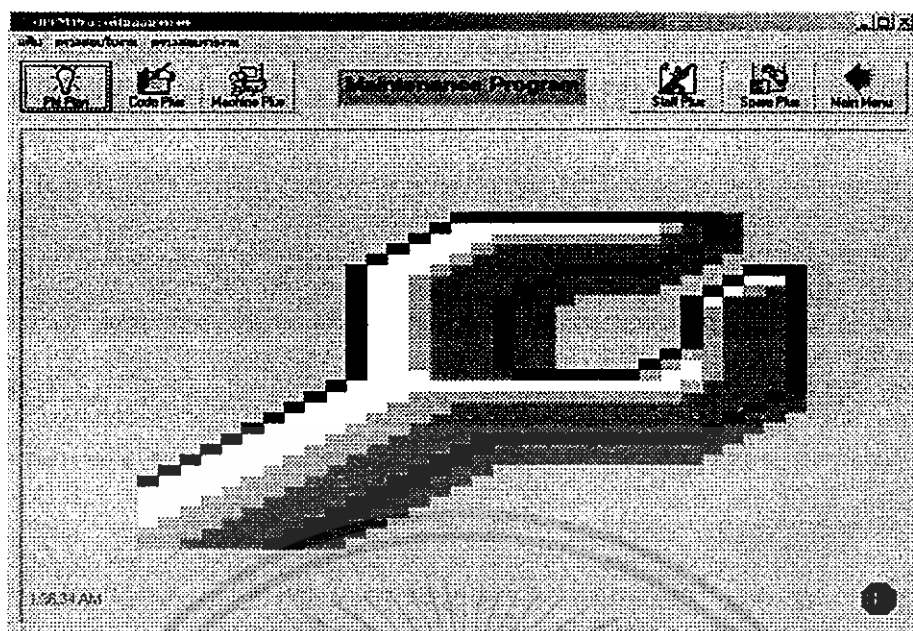
1. เมนูออกแบบรหัสที่ใช้ในงานซ่อมบำรุง (Code Plus)
2. เมนูกำหนดข้อมูลต่างๆ ของเครื่องจักร (Machine Plus)
3. เมนูกำหนดข้อมูลต่างๆ ของช่างควบคุมงานและช่างปฏิบัติงาน (Staff Plus)
4. เมนูกำหนดข้อมูลของอะไหล่ (Spare Plus)
5. เมนูออกแบบแผนงานซ่อมบำรุง (PM Plan)

2.1 เมนูออกแบบรหัสที่ใช้ในงานซ่อมบำรุง (Code Plus)

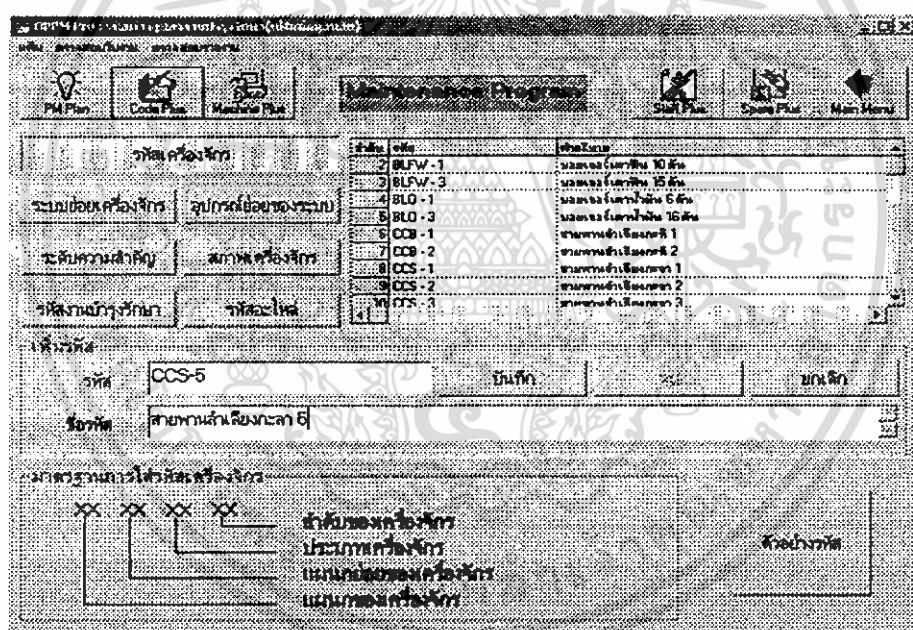
ใช้สำหรับการกำหนดรหัสต่างๆ เช่น รหัสเครื่องจักร, รหัสระบบของเครื่องจักร, รหัสอุปกรณ์ชิ้นส่วนของเครื่องจักร, รหัสปฏิบัติงาน, รหัสอะไหล่, รหัสระดับความสำคัญและรหัสกำหนดสภาพของเครื่องจักร ซึ่งแสดงดังรูปที่ ก.4

2.1.1 การออกแบบรหัสเครื่องจักร

จากรูปที่ ก.4 ให้คลิกที่ปุ่ม “รหัสเครื่องจักร” จากนั้นตั้งรหัสเครื่องจักรและชื่อเครื่องจักรและทำการบันทึก



รูปที่ ก.3 แสดงหน้าต่างเมนูออกแบบแผนงานหลักของโปรแกรม



รูปที่ ก.4 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสที่ใช้อ้างอิงในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง

2.1.2 การออกแบบรหัสระบบย่อยเครื่องจักร

คลิกที่ปุ่ม “ระบบย่อยเครื่องจักร” จะปรากฏหน้าต่างแสดงดังรูปที่ ก.5 จากนั้นให้เลือกเครื่องจักรและทำการออกแบบผังรหัสของระบบย่อยเครื่องจักร เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบหล่อลื่น เป็นต้น ซึ่งต้องใส่รหัส, ชื่อระบบพร้อมรายละเอียด เมื่อใส่ข้อมูลครบแล้วให้ทำการบันทึก จากนั้นให้เลือกเครื่องจักรเครื่องอื่นและตั้งรหัสระบบย่อยของแต่ละเครื่องให้ครบ เมื่อใส่ข้อมูลจนครบหมดทุกเครื่องก็ให้คลิกที่ปุ่ม “ย้อนกลับ” เพื่อกลับสู่หน้าต่างเมนูออกแบบรหัสหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CBP-1 PCC - ระบบแสดงข้อมูลระบบเครื่องจักร (ไม่มีข้อมูลเครื่อง)

เครื่องจักร: CCB-2 : ยานพาหนะประเภทที่ 2

No.	รหัสระบบย่อย	ชื่อระบบย่อย	รายละเอียด
1	CCB-2-1	โครงสร้าง	
2	CCB-2-2	สิ่งอำนวยความสะดวก	

รหัสระบบย่อย: CCB-2-3

ชื่อระบบย่อย: ชุดนำร่องรถ

รายละเอียด: ชุดนำร่องรถที่จะประกอบด้วยสายพาน, เบาะและล้อ

บันทึก < ไปหน้าก่อน ยกเลิก > ไปหน้าถัดไป

รูปที่ ก.5 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสระบบย่อยของเครื่องจักร

2.1.3 การออกแบบรหัสอุปกรณ์ย่อยของเครื่องจักร

จากหน้าต่างกำหนดรหัสเครื่องจักรหลักให้คลิกที่ปุ่ม “อุปกรณ์ย่อยของระบบ” จะปรากฏหน้าต่างแสดงดังรูปที่ ก.6 ให้เลือกเครื่องจักรและรหัสระบบย่อยของเครื่องจักรจากนั้นให้ตั้งรหัสอุปกรณ์ย่อย, ชื่ออุปกรณ์ย่อย, รายละเอียดและทำการบันทึกซึ่งจะต้องทำการตั้งรหัสอุปกรณ์ของระบบย่อยอื่นๆของเครื่องจักรอื่นๆให้ครบทุกเครื่อง จากนั้นคลิกที่ปุ่ม “ย้อนกลับ” เพื่อกลับสู่หน้าต่างเมนูออกแบบรหัสหลัก

CBP-1 PCC - ระบบแสดงข้อมูลระบบเครื่องจักร (ไม่มีข้อมูลเครื่อง)

เครื่องจักร: CCB-2 : ยานพาหนะประเภทที่ 2 ระบบย่อย: CCB-2-1 : โครงสร้าง

No.	รหัสระบบย่อย	ชื่อระบบย่อย	รายละเอียด
1	CCB-2-1-1	โครงสร้าง	

รหัสอุปกรณ์ย่อย: CCB-2-1-2

ชื่ออุปกรณ์ย่อย: ขดเรียงต่างๆ

รายละเอียด: ขดเรียงทั่วไปของโครงสร้าง

บันทึก < ไปหน้าก่อน ยกเลิก > ไปหน้าถัดไป

รูปที่ ก.6 แสดงหน้าต่างการกำหนดรหัสชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การออกแบบรหัสระดับความสำคัญ

รหัสความสำคัญของเครื่องจักรเป็นสิ่งจำเป็นมาก เนื่องจากจะใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน จากหน้าต่างออกแบบรหัสเครื่องจักรหลักให้คลิกที่ปุ่ม “ระดับความสำคัญ” และให้ตั้งรหัสและชื่อรหัสระดับความสำคัญ จากนั้นให้ทำการบันทึก แสดงดังรูปที่ ก.7

รูปที่ ก.7 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสระดับความสำคัญของเครื่องจักร

2.1.5 กำหนดรหัสสภาพเครื่องจักร

จากหน้าต่างออกแบบรหัสหลักให้คลิกที่ปุ่ม “สภาพเครื่องจักร” และให้ตั้งรหัสและชื่อของสภาพเครื่องจักร จากนั้นให้ทำการบันทึก แสดงดังรูปที่ ก.8

รูปที่ ก.8 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสระดับสภาพของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 กำหนดรหัสงานบำรุงรักษา

จากหน้าต่างออกแบบรหัสหลัก ให้คลิกที่ปุ่ม “รหัสงานบำรุงรักษา” และให้ตั้งรหัสและชื่อรหัสงานบำรุงรักษาสำหรับกำหนดรหัสงานบำรุงรักษา จากนั้นให้ทำการบันทึกแสดงดังรูปที่ ก.9

รูปที่ ก.9 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสงานบำรุงรักษาของเครื่องจักร

2.1.7 กำหนดรหัสอะไหล่

จากหน้าต่างออกแบบรหัสหลัก ให้คลิกที่ปุ่ม “รหัสอะไหล่” และให้ตั้งรหัสอะไหล่และชื่ออะไหล่จากนั้นให้ทำการบันทึก แสดงดังรูปที่ ก.10

รูปที่ ก.10 แสดงหน้าต่างกำหนดรหัสอะไหล่วัสดุของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เมนูกำหนดข้อมูลต่างๆ ของเครื่องจักร (Machine Plus)

เมนูหน้าต่างนี้จะใช้สำหรับใส่ข้อมูลรายละเอียดทั้งหมดของเครื่องจักร เช่น หมายเลขรุ่น สมรรถนะการทำงาน โรงงานผู้ผลิต บริษัทผู้จำหน่าย เลขทะเบียนทรัพย์สิน ราคาเครื่องจักรและระดับความสำคัญ เป็นต้น ซึ่งแสดงดังรูปที่ ก.11 จากหน้าต่างพยายามใส่ข้อมูลให้ครบ ซึ่งถ้าข้อมูลบางส่วนไม่ทราบ ก็ให้ใส่เครื่องหมาย “-” แทน และในส่วนของภาพเครื่องจักรถ้ามีก็ให้เลือกที่ “มีรูปภาพเครื่องจักร” และทำการคลิกที่กรอบรูป จากนั้นเลือกภาพเครื่องจักรจะเพิ่มข้อมูลที่ผู้ใช้เก็บรูปภาพไว้ ซึ่งนามสกุลของไฟล์รูปควรใช้ *.JPG หรือ *.BMP แต่ถ้าไม่มีรูปภาพก็ให้เลือกที่ “ไม่มีรูปภาพเครื่องจักร” และทำการบันทึกข้อมูลสำหรับเครื่องจักรเครื่องนั้นๆ ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องใส่ข้อมูลให้ครบทุกเครื่องเพื่อยืนยันตำแหน่งของเครื่องจักร

รูปที่ ก.11 แสดงหน้าต่างสำหรับบันทึกข้อมูลรายละเอียดต่างๆของเครื่องจักร

2.3 เมนูกำหนดข้อมูลต่างๆของช่างควบคุมงานและช่างปฏิบัติงาน (Staff Plus)

เมนูนี้ใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลส่วนบุคคลของช่างควบคุมงานและช่างปฏิบัติงานเพื่อใช้อ้างอิงและกำหนดความผิดชอบในการปฏิบัติงานในการสำหรับการควบคุมงานซ่อมบำรุงหรือปฏิบัติงาน โดยให้ตั้งรหัส, ใส่ชื่อช่างปฏิบัติงานและเลือกรูปภาพช่าง จากนั้นให้ทำการบันทึกข้อมูล แสดงดังรูปที่ ก.12

รายการเครื่องควบคุม

ลำดับ	ชื่อเครื่องควบคุม	ชื่อหน่วยงาน	ชื่อพนักงาน	สถานะ
1	21-0003 นวกรไทย สีส	วิทยาลัยเทคนิค	วิทยาลัยเทคนิค	00
2	21-0004 นวกรไทย สีส	วิทยาลัยเทคนิค	วิทยาลัยเทคนิค	00
3	21-0008 นวกรไทย สีส	วิทยาลัยเทคนิค	วิทยาลัยเทคนิค	00
4	21-0011 นวกรไทย สีส	วิทยาลัยเทคนิค	วิทยาลัยเทคนิค	00
5	21-0012 นวกรไทย สีส	วิทยาลัยเทคนิค	วิทยาลัยเทคนิค	00
6	21-0013 นวกรไทย สีส	วิทยาลัยเทคนิค	วิทยาลัยเทคนิค	00
7	21-0030 นวกรไทย สีส	วิทยาลัยเทคนิค	วิทยาลัยเทคนิค	00

รายละเอียดเครื่องควบคุม

รหัสเครื่อง: 21-0001

ชื่อเครื่อง: นวกรไทย สีส

ตำแหน่ง: วิศวกร

เงินเดือน: 15,000

วันที่: 25/03/2543

สถานะ: ☐ มีสุขภาพ ☐ ไม่มีสุขภาพ

รูปที่ ก.12 หน้าต่างเมนูกำหนดข้อมูลช่างควบคุมงานและช่างปฏิบัติงาน

2.4 เมนูกำหนดข้อมูลของอะไหล่ (Spare Plus)

เมนูหน้าต่างนี้ใช้สำหรับกำหนดข้อมูลของวัสดุอะไหล่ และควบคุมการเก็บวัสดุอะไหล่คงคลัง โดยการควบคุมระดับสูง คำ จำนวนคงคลัง บันทึกข้อมูลการใช้ เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้จะต้องเลือกอะไหล่ที่มีการตั้งรหัสไว้แล้วและใส่ข้อมูลทั้งหมดและทำการบันทึกซึ่งแสดงดังรูปที่ ก.13

ข้อมูลอะไหล่

อะไหล่: 552304016 : ชุด 32310-55 J

รายละเอียด:

บริษัทผู้จำหน่าย:

เบอร์โทรศัพท์:

ระดับความสำคัญ:

จำนวนสูงสุด:

จำนวนคงคลัง:

ราคาหน่วย:

รวมมูลค่า:

เลขที่บัญชี:

ปริมาณการใช้ต่อวัน:

ปริมาณการใช้ต่อปี:

ค่าเก็บรักษาหน่วยปี:

ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ:

Lead Time:

สถานะ: ☐ มีสุขภาพ ☐ ไม่มีสุขภาพ

รูปที่ ก.13 หน้าต่างเมนูกำหนดข้อมูลอะไหล่วัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เมนูออกแบบแผนงานซ่อมบำรุง (PM Plan)

หน้าต่างเมนูนี้ใช้สำหรับออกแบบวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ซึ่งข้อมูลที่ใช้ประกอบในการวางแผนงานจะมาจากคู่มือซ่อมบำรุงประจำเครื่องจักร แผนงานซ่อมบำรุงและจากประวัติการขัดข้องของเครื่องจักร ซึ่งรายละเอียดที่ต้องใช้คือ ลักษณะงานซ่อมบำรุง วันที่จะทำการบำรุงรักษาตามแผน ช่วงที่ทำการควบคุมงาน เวลาปฏิบัติงาน อะไหล่ที่ใช้ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และวงจรการบำรุงรักษาตามแผนงานจากนั้นให้ทำการบันทึก ซึ่งแสดงดังรูปที่ ก.14

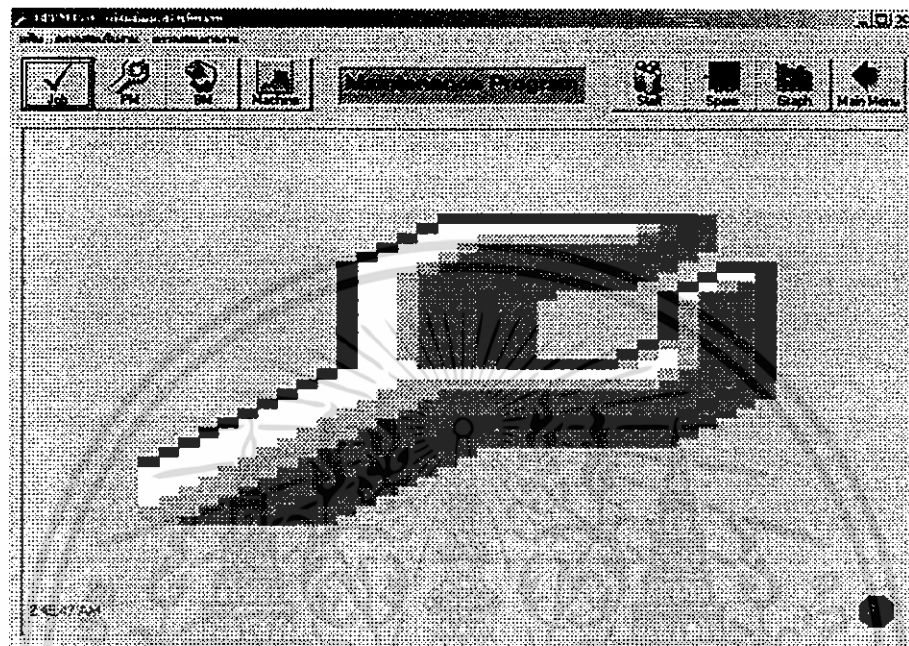
รูปที่ ก.14 แสดงหน้าต่างของการกำหนดวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

3. หน้าต่างเมนูหลักของเพิ่มข้อมูลดำเนินงาน

เมนูหลักของการดำเนินงานจะใช้สำหรับการนำแผนงานและการวางแผนงานซ่อมบำรุงไปปฏิบัติงานควบคุมงานซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยมีการรายงานประจำวันทั้งงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันและงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง ซึ่งหลังจากที่มีการปฏิบัติงานจะต้องมีการบันทึกข้อมูลทุกครั้ง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปปรับปรุงแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน แสดงดังรูปที่ ก.15 ซึ่งหน้าต่างเมนูหลักเพิ่มข้อมูลดำเนินงาน จะประกอบไปด้วย

1. เมนูตารางงานประจำวัน (Job)
2. แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)
3. แผนงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (BM)
4. เมนูตรวจสอบเครื่องจักร (Machine)
5. เมนูตรวจสอบช่างปฏิบัติงาน (Staff)

6. เมนูตรวจสอบและจัดการอะไหล่วัสดุ (Spare)
7. เมนูตรวจสอบสมรรถนะของการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Graph)
8. เมนูตรวจสอบรายงาน (Report)
9. เมนูกำหนดข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักร (Efficiency)



รูปที่ ก.15 แสดงหน้าต่างเมนูหลักของแฟ้มข้อมูลดำเนินงาน

3.1 เมนูตารางงานประจำวัน (Job)

เมนูตารางประจำวันจะมีอยู่ 2 ส่วน คือตารางงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) และตารางงานบำรุงรักษาเหตุขัดข้อง (BM)

3.1.1 เมนูตารางงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) จะใช้สำหรับกำหนดจำนวนให้ช่างปฏิบัติงานนำไปปฏิบัติ ซึ่งในการทำงานเพียงผู้ใช้คลิกงานจากตารางงานซึ่งจะเรียงตามวันที่ในแผนงาน ก็จะแสดงรายละเอียดของงาน เช่น ลักษณะของงานบำรุงรักษา วัสดุอะไหล่ที่ใช้ หรือวิธีปฏิบัติงาน เป็นต้น ตามรูปที่ ก.16 และเมื่อทำการคลิกที่ปุ่ม “จ่ายงาน PM” ก็จะปรากฏหน้าต่างเมนูการพิมพ์ใบสั่งงาน PM แสดงดังรูปที่ ก.17 เมื่อใส่ข้อมูลต่างๆ แล้วคลิกที่ปุ่ม “พิมพ์รายงาน” ก็จะแสดงรายงานใบสั่งงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันออกมา โดยมีรายละเอียดของงานซ่อมบำรุง ซึ่งสามารถพิมพ์ใบสั่งงาน PM จ่ายให้ช่างปฏิบัติงานทำงานได้อย่างเป็นระบบ แสดงรายงานดังรูปที่ ก.18

โปรแกรม PM : ระบบงาน PM (ใช้ในวิทยุการบินไทย)

หน้า: หน้าระบบงาน: หน้าระบบงาน

Job PM RM Machine Staff Spare Graph Main Menu

งาน PM งาน PM

งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(งานตามแผน)(วัน)

NO	วันครบรอบ	รหัสเครื่องจักร	ชื่อเครื่องจักร	ตำแหน่งเครื่องจักร	สถานะ
47	01/01/05	FDM-1	เครื่องกรองอากาศ	FDM-1-2	เครื่อง
48	01/01/05	FDM-1	เครื่องกรองอากาศ	FDM-1-2	เครื่อง
49	01/01/05	SI-1	อุปกรณ์ตรวจจับความดัน	SI-1-2	ชุด
50	01/01/05	SI-1	อุปกรณ์ตรวจจับความดัน	SI-1-2	ชุด
51	01/01/05	PCM-5	เครื่องตรวจจับ 5	PCM-5-3	เครื่อง
52	01/01/05	PCM-0-1	เครื่องตรวจจับความดัน QA	PCM-0-1-1	ชุด
54	01/01/05	PCM-4	เครื่องตรวจจับ 4	PCM-4-3	เครื่อง
55	01/01/05	PCM-4	เครื่องตรวจจับ 4	PCM-4-1	ชุด

รหัสงานบำรุงรักษา: 1 ชื่องานบำรุงรักษา: ตรวจสภาพเครื่อง

วันปฏิบัติงานตามแผน: 01/01/05 ระบบในแผนการบำรุงรักษา: ชุดที่ 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10

รอบเวลาการบำรุงรักษา: Week รหัสงานควบคุม: 21-0009 ชื่องานควบคุม: ตรวจสภาพ ตรวจจับ

รหัสวัสดุ: 00 รหัสวัสดุ: ไม่ใช้รหัสวัสดุ เวลาที่ใช้(นาที): 2

ตรวจสภาพ ตรวจจับ

รหัสปฏิบัติงาน: 1

งานควบคุมแผน

รายงาน PM

พิมพ์แผนงานบำรุงรักษา

แยกข้อมูลงาน PM

แยกข้อมูลการเกิด PM

รูปที่ ก.16 แสดงหน้าตารางงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันประจำวัน

โปรแกรม PM : ระบบงาน PM (ใช้ในวิทยุการบินไทย)

ใบสั่งงาน PM

รหัสเครื่องจักร: PCM-5

ชื่อเครื่องจักร: เครื่องตรวจจับ 5

รหัสงานบำรุงรักษา: 1

ชื่องานบำรุงรักษา: ตรวจสภาพเครื่อง

งานที่ต้องบำรุงรักษา: ตรวจสภาพ ตรวจจับ

วันที่ปฏิบัติงาน: 01/01/05

เวลาปฏิบัติงาน: 08:00:00

เลขที่ใบสั่งงาน: F-EN-CM-001/3

ผู้ควบคุมงาน: นาย อำนวย จันทร์ทองดี

ผู้ปฏิบัติงาน: 1. นาย ประสพชัย เอี่ยมสำอาง 2. 3. 4. 5. 6.

ผู้รายงาน: นาย จริญญา มีชัย

พิมพ์ใบสั่งงาน ปิด

รูปที่ ก.17 แสดงหน้าผังเมนูการออกใบสั่งงาน PM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกการปฏิบัติงาน ๐๐๐๐๐๐๐๐

ใบสั่งงาน PM

เลขที่ใบสั่งงาน F-EN-CM-๐๐1/3

รหัสเครื่องจักร PCM-S ชื่อเครื่องจักร เครื่องสูบน้ำกะทิ 5
 รหัสงานบำรุงรักษา I ชื่องานบำรุงรักษา ตรวจสอบสภาพเครื่อง
 งานที่ต้องบำรุงรักษา ตรวจสอบสภาพ กระบอกลอย

สถานะของงาน งานตามแผน
 วันที่ปฏิบัติงาน ๐1/๐1/๐5 เวลาที่ปฏิบัติงาน 8:00:00 AM
 ช่างควบคุมงาน นาย อำนวย จันทพรทองดี
 ช่างปฏิบัติงาน 1. นาย ปะชาพรชัย เจริญ 2. _____ 3. _____
 4. _____ 5. _____ 6. _____
 ผู้ส่งงาน นาย จรินทร์ นิสิต

บันทึกหลังการปฏิบัติงาน

วันที่ปฏิบัติงานเสร็จ _____ เวลาที่ปฏิบัติงานเสร็จ _____
 สถานที่ไม่พบปัญหา _____ รวมทั้งใช้ยาฆ่าเชื้อโรค _____
 รวมทั้งใช้ยาฆ่าแมลง _____ รวมทั้งใช้ยาฆ่าเห็บหมัด _____
 บันทึกการทำงาน _____

ลงชื่อ _____ ลงชื่อ _____
 (_____) (_____)
 ผู้ควบคุมงานซ่อม หัวหน้าฝ่ายซ่อมบำรุง
 วันที่ ____/____/____ วันที่ ____/____/____

รูปที่ ก.18 แสดงใบสั่งงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ซึ่งในหน้าต่างตามรูปที่ ก.16 ถ้าคลิกที่ปุ่ม “พิมพ์แผนงานบำรุงรักษา” ก็จะออกรายงานของการวางแผนงานซ่อมบำรุงเรียงตามวันที่ ซึ่งส่วนนี้ทำให้สามารถที่จะวางแผนงานซ่อมบำรุงและจัดเตรียมเครื่องมือ ช่างปฏิบัติงาน และอะไหล่วัสดุให้พร้อมในการปฏิบัติงานแสดงดังรูปที่ ก.19

รายงานแผนกำหนดงานบำรุงรักษาเครื่องจักร

(๐๑/๒๖/๒๕๖๕ ถึง ๑๕/๐๑/๒๕๖๕)

ลำดับ	วันที่กำหนดงาน	เครื่องจักร	ประเภทของ	ผู้รับผิดชอบ	พนักงานประจำตัว	ระยะเวลา	สถานที่
๕๑	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	อุดหนุน	L	1Week	งานตามแผน
๕๒	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๕๓	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๕๔	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	อุดหนุน	L	1Week	งานตามแผน
๕๕	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๕๖	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๕๗	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๕๘	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๕๙	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๖๐	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๖๑	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๖๒	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๖๓	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๖๔	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๖๕	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๖๖	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๖๗	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๖๘	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๖๙	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๗๐	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๗๑	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๗๒	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๗๓	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๗๔	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๗๕	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๗๖	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๗๗	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๗๘	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๗๙	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน
๘๐	๑๖/๐๑/๒๕๖๕	เครื่องปั้นดินเผา ๕	เครื่องปั้น	มอริส + มอริส	I	1Week	งานตามแผน

รูปที่ ก.๑๙ แสดงตารางแผนงานซ่อมบำรุง

3.1.2 เมนูตารางงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (BM) ในส่วนนี้จะแสดงการแจ้งงานซ่อมบำรุงหรือแก้ไขอาการขัดข้องของเครื่องจักร แสดงดังรูปที่ ก.๒๐

งานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (งานแจ้งซ่อม)

วันที่แจ้งซ่อม: 15/02/03 เวลาแจ้งซ่อม: 1:33:43 PM จำนวนงานที่ดำเนินการ: 300

วันที่แจ้ง: 15/02/03 เวลา: 1:45:00 PM วันที่ซ่อมเสร็จ: 17/02/03 เวลา: 8:00:00 AM

ชื่อเครื่องจักร: เครื่องปั่นดินเผา ๕

เลขที่ใบแจ้งซ่อม: BM-EN-002/4

ผู้แจ้งซ่อม: นายอำนาจ จันทร์ทองดี

สถานที่: งานปั้นดินเผา

รายละเอียด: เครื่องปั่นดินเผา ๕

ปุ่ม: Job, PM, BM, Machine

รูปที่ ก.๒๐ แสดงการแจ้งงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเลือกงานในตารางงานโดยการคลิกที่งานแจ้งซ่อมก็จะแสดงข้อมูลอาการขัดข้องและรายละเอียดต่างๆ และเมื่อทำการคลิกที่ปุ่ม “จ่ายงาน BM” ก็จะแสดงหน้าต่างเมนูการออกใบสั่งงาน BM แสดงดังรูปที่ ก.21

UPPM Pro - ใบสั่งงาน BM (ใบแจ้งซ่อมงานบำรุงรักษา)

ใบสั่งงาน BM

รหัสเครื่องจักร	SI-2		
ชื่อเครื่องจักร	สารส่งกากมะพร้าวภายในอาคาร 2		
ชื่องานซ่อมบำรุง	งานซ่อมบำรุงระบบส่งกาก		
ระบบที่ขัดข้อง	ชุดส่งกาก		
อาการขัดข้อง	ชุดส่งกากมีการขัดข้องไม่สามารถทำงานได้		
วันที่แจ้งซ่อม	15/02/03	วันที่ต้องการใช้งาน	17/02/03
วันที่เริ่มปฏิบัติงาน	15/02/03	เวลาปฏิบัติงาน	1:00:00 PM
เลขที่ใบแจ้งซ่อม	BM-EN-CM-002/4	สถานะของงาน	งานเร่งด่วน!
ผู้แจ้งซ่อม	นาย อำนวย จันทร์ทองดี		
ผู้ควบคุมงาน	นาย อำนวย จันทร์ทองดี		
1	นาย นิรันดร์ ธรรมดี	2	นาย เจน รอดกาศดี
3	นาย ประสพชัย เอี่ยมเดือน	4	นาย ประสพชัย เอี่ยมเดือน
5		6	
ผู้จ่ายงาน	นายคุณ คุ้ม ประครอง		
พิมพ์ใบบันทึก		ปิด	

รูปที่ ก.21 แสดงหน้าต่างออกใบแจ้งซ่อม

เมื่อใส่ข้อมูลต่างๆ แล้วคลิกที่ปุ่ม “พิมพ์รายงาน” ก็จะเป็นการออกรายงานใบแจ้งซ่อมออกมา โดยมีรายละเอียดอย่างครบถ้วน ซึ่งสามารถออกใบแจ้งซ่อมให้ช่างปฏิบัติงานนำไปปฏิบัติงานได้อย่างเป็นระบบ แสดงรายงานดังรูปที่ ก.22

หน้าปกของแบบ

ใบแจ้งซ่อม BM

เลขที่ใบแจ้งซ่อม BM-EN-CM-002/4

รหัสเครื่องจักร

SI-2

ชื่อเครื่องจักร

สกรูส่งจากกะพรวนภายในอาคาร 2

ชื่องานซ่อมบำรุง

งานซ่อมบำรุงระบบส่งกำลัง

ชื่ออุปกรณ์ย่อยที่เสีย

ชุดส่งกำลัง

อาการที่พบ

ชุดส่งกำลังมีการสึกกร่อนไม่สามารถทำงานได้

ลักษณะของงาน

งานเร่งด่วน

วันที่แจ้งซ่อม

15/02/03

วันที่ต้องการใช้งาน

17/02/03

วันที่ปฏิบัติงาน

15/02/03

เวลาที่ปฏิบัติงาน

13:00:00

ช่างควบคุมงานซ่อม

นาย ชำนาญ จันทร์ทองดี

ผู้ปฏิบัติงาน

1. นาย นิรันดร์ ธรรมดี

2. นาย เคน รอดกำพล

3. นาย ประสพชัย เอี่ยมผล

4. นาย ประสพชัย เอี่ยมผล

5.

6.

ผู้ชำนาญ

นายคุณวุฒิ เคียงประคอง

บันทึกหลังการซ่อมบำรุง

วันที่ปฏิบัติงานเสร็จ

เวลาที่ปฏิบัติงานเสร็จ

เลขที่ใบแจ้งซ่อม

รวมค่าใช้จ่ายวัสดุอะไหล่

รวมค่าใช้จ่ายแรงงาน

รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด

วันที่กรงานซ่อม

ลงชื่อ

()

ลงชื่อ

()

ผู้ควบคุมงานซ่อม

หัวหน้าซ่อมบำรุง

วันที่

/ /

วันที่

/ /

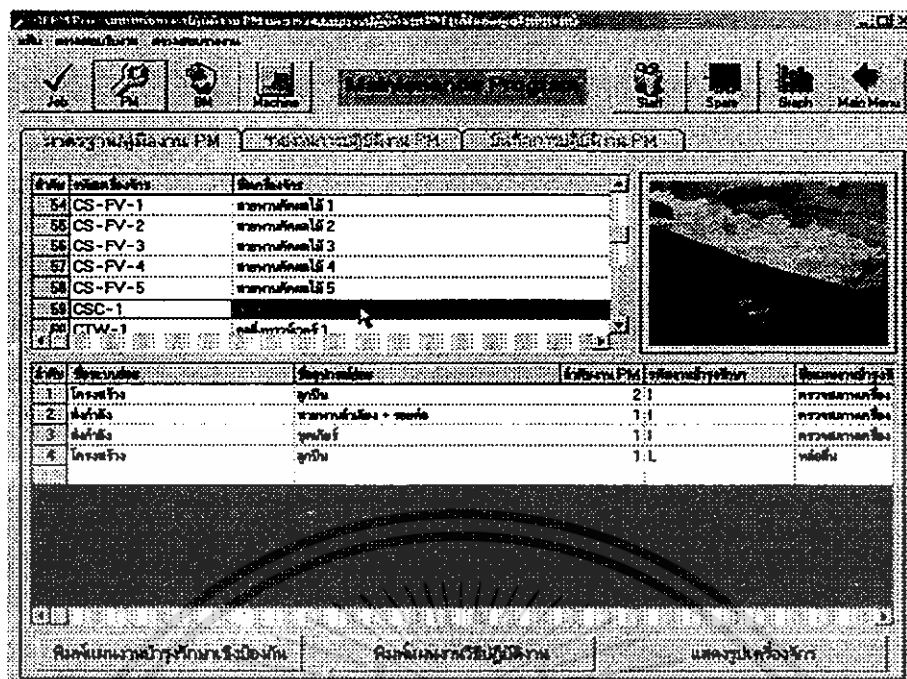
รูปที่ ก.22 แสดงใบแจ้งซ่อม BM

3.3 เมนูการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)

หน้าตาเมนูนี้จะประกอบด้วยการตรวจสอบแผนงานซ่อมบำรุง การตรวจสอบการปฏิบัติงานและการบันทึกการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

3.3.1 เมนูการตรวจสอบแผนงานซ่อมบำรุง จะใช้สำหรับการตรวจสอบแผนงานที่ได้มีการวางแผนไว้ แสดงดังรูปที่ ก.23 ผู้ใช้ต้องการตรวจสอบแผนงานซ่อมบำรุงของเครื่องใดก็ตามก็ให้คลิกที่รายชื่อเครื่องจักรในตาราง แผนงานก็จะแสดงที่ตารางด้านล่างและเมื่อต้องการพิมพ์แผนงานก็เพียงคลิกที่ปุ่ม “พิมพ์แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน” ก็จะแสดงรายงานของแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักรที่ได้ทำการเลือก แสดงดังรูปที่ ก.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.23 แสดงหน้าต่างเมนูตรวจสอบแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

วันที่พิมพ์รายงาน		01/01/2005		1	
แผนการตรวจงานบำรุงรักษา					
รหัสเครื่องจักร	CSC - 1	ชื่อเครื่องจักร	สายพานลำเลียง		
รหัสระบบย่อย	CSC - 1-1				
ชื่อระบบย่อย	โครงสร้าง				
ชื่อผู้ตรวจสอบ	PM ที่	รหัสงานบำรุงรักษา	ชื่อแผนการบำรุงรักษา	ระยะเวลางานบำรุงรักษา	
อุกสิน	1	I	หล่อสี	1Week	
อุกสิน	2	I	ตรวจสอบสภาพเครื่อง	1Week	
รหัสระบบย่อย	CSC - 1-2				
ชื่อระบบย่อย	ถังล้าง				
ชื่อผู้ตรวจสอบ	PM ที่	รหัสงานบำรุงรักษา	ชื่อแผนการบำรุงรักษา	ระยะเวลางานบำรุงรักษา	
สายพานลำเลียง + รวข้อ	1	I	ตรวจสอบสภาพเครื่อง	1Week	
รูดเชอร์	1	I	ตรวจสอบสภาพเครื่อง	1Week	

รูปที่ ก.24 แสดงรายงานแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

3.3.2 เมนูการตรวจสอบการปฏิบัติงาน PM เมนูส่วนนี้ใช้สำหรับการตรวจสอบการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง โดยทำการเลือกเครื่องจักรและเลือกช่วงของการตรวจสอบและกดปุ่ม "Find Job" ก็จะแสดงรายงานการปฏิบัติงาน PM ของเครื่องจักรที่เลือกในช่วงเวลาที่กำหนดแสดงตามตารางด้านล่างและผู้ใช้สามารถระบุข้อมูลเฉพาะผู้ควบคุมงานหรือช่างปฏิบัติงานคนใดคนหนึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ได้ หรือเจาะจงทั้งช่วงควบคุมงานและช่วงปฏิบัติงานก็ได้ ซึ่งแสดงดังรูปที่ ก.25 หรือถ้าผู้ใช้ต้องการพิมพ์รายงานก็ให้คลิกที่ปุ่ม “พิมพ์รายงานการปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน” ก็จะแสดงรายงานดังรูปที่ ก.26

รูปที่ ก.25 แสดงเมนูการตรวจสอบการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

วันที่พิมพ์รายงาน 01/01/2555

รายละเอียดของกรทำ PM
(25/12/2004 ถึง 25/12/2004)

ช่างควบคุมงาน นายอำนาจ จันทร์ทองดี
ช่างปฏิบัติงาน นายประสิทธิ์ น้อยสีบาน

รหัสเครื่องจักร PCM-1 ชื่อเครื่องจักร เครื่องตัดหญ้า

ระหว่างวันที่ 25/12/04 ถึง 25/12/04

ชื่อผู้รับผิดชอบ	ชื่อของช่างซ่อม	วันที่เริ่มงาน	วันที่จบงาน	เลขที่ใบแจ้งงาน	เลขที่ใบแจ้งซ่อม	จำนวนงาน	ค่าชั่วโมง	รวมค่าจ้าง
ลูกบิณ	ทวงจกทตจว	25/12/2004	25/12/2004	F-XN-CM-001/3	-	0.00	0.00	0.00

ระหว่างวันที่ 25/12/04 ถึง 25/12/04

ชื่อผู้รับผิดชอบ	ชื่อของช่างซ่อม	วันที่เริ่มงาน	วันที่จบงาน	เลขที่ใบแจ้งงาน	เลขที่ใบแจ้งซ่อม	จำนวนงาน	ค่าชั่วโมง	รวมค่าจ้าง
ทว: บวทกม	ทวจกทตจว	25/12/2004	25/12/2004	F-XN-CM-001/3	-	0.00	0.00	0.00

ระหว่างวันที่ 25/12/04 ถึง 25/12/04

ชื่อผู้รับผิดชอบ	ชื่อของช่างซ่อม	วันที่เริ่มงาน	วันที่จบงาน	เลขที่ใบแจ้งงาน	เลขที่ใบแจ้งซ่อม	จำนวนงาน	ค่าชั่วโมง	รวมค่าจ้าง
มอเตอ์ + ตีอ์	ทวจกทตจว	25/12/2004	25/12/2004	F-XN-CM-001/3	-	0.00	0.00	0.00

รูปที่ ก.26 แสดงใบรายงานการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 เมนูการบันทึกการปฏิบัติงาน PM จะใช้สำหรับการบันทึกการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน โดยที่หลังจากที่มีการรายงานที่เมนูตารางงานซ่อมบำรุงแล้วเมื่อช่างทำการปฏิบัติงานเสร็จสิ้น จะต้องนำผลของการปฏิบัติงาน รายละเอียดของงานที่ได้ทำกลับมานบันทึกลงในฐานข้อมูล เพื่อที่โปรแกรมจะได้วิเคราะห์และจัดลำดับในตารางแผนงานซ่อมบำรุงใหม่ ซึ่งถ้ามีการทำงานแล้วแต่ไม่มีการนำมาบันทึก งานซ่อมบำรุงตัวนี้จะยังมีวันที่ค้างอยู่ในตารางงานและถ้าเลยวันที่ตามแผนงาน จะมีข้อความแสดงสถานะงานว่า “งานค้าง” ดังนั้นหลังจากที่ทำงานเสร็จก็ควรจะมาบันทึกเพื่อปรับปรุงตาราง ซึ่งทำได้โดยการเลือกเครื่องจักร ระบบย่อย อุปกรณ์ย่อย และลำดับงาน PM ที่อยู่ในใบสั่งงาน PM ข้อมูลเบื้องต้นของแผนงานนี้ก็จะแสดง ผู้ใช้เพียงใส่ข้อมูลวันที่ทำการบำรุงรักษาเสร็จ เลขที่ใบสั่งงาน เลขที่ใบเบิกวัสดุ จำนวนวัสดุอะไหล่ ค่าใช้จ่ายแรงงาน ค่าใช้จ่ายวัสดุ ช่างปฏิบัติงานและผลของการปฏิบัติงานจากนั้นทำการบันทึกผลซึ่งแสดงดังรูปที่ ก.27

The screenshot shows a software interface for recording PM work. It includes a title bar, a menu bar with icons for various functions, and a main form area. The form is divided into several sections with labels in Thai. The top section is for 'เครื่องจักร' (Equipment) with dropdowns for 'เครื่องจักร' (PCM-1), 'ระบบย่อย' (PCM-1-1), and 'อุปกรณ์' (PCM-1-1-1). Below this is a section for 'กำหนดข้อมูลต่างๆ' (Specify various information) with fields for 'PM ที่' (PM No.), 'ชื่อการบำรุงรักษา' (Maintenance Name), 'วันที่ทำการบำรุงรักษา' (Maintenance Date), 'วันที่ทำการบำรุงรักษาเสร็จ' (Maintenance Completion Date), 'ใช้เวลานาน (นาที)' (Time taken in minutes), 'วัสดุอะไหล่' (Materials), 'ใบสั่งงานเลขที่' (Work order number), 'ใบเบิกวัสดุเลขที่' (Material requisition number), 'ช่างควบคุมงาน' (Supervisor), 'ช่าง' (Technician), and 'ในแผนการปฏิบัติงาน' (In the work plan). The bottom section has buttons for 'บันทึกข้อมูล' (Record information), 'แก้ไข/ลบข้อมูล' (Edit/Delete information), and 'ยกเลิก' (Cancel).

รูปที่ ก.27 แสดงหน้าด่างเมนูการบันทึกการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

3.4 เมนูการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (BM)

เมนูในส่วนนี้จะใช้สำหรับการตรวจสอบการขัดข้องของเครื่องจักร การตรวจสอบประวัติการขัดข้อง การแจ้งซ่อม รายงานการแจ้งซ่อมและบันทึกการปฏิบัติงานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง

3.4.1 เมนูการตรวจสอบการขัดข้องของเครื่องจักร เมนูนี้ใช้สำหรับตรวจสอบการขัดข้องของเครื่องจักรโดยสามารถระบุการขัดข้องเฉพาะ ระบบย่อยและอุปกรณ์ย่อยได้ ซึ่งส่วนนี้สำคัญมาก เนื่องจากผู้ใช้สามารถรู้ถึงอัตราการขัดข้องของแต่ละชิ้นส่วนของเครื่องจักรเครื่องนั้นๆ ได้ ซึ่งใช้งานโดยการเลือกเครื่องจักร ระบบย่อย อุปกรณ์ย่อย และเลือกงาน “BM ที่” ชิ้นส่วนของเครื่องจักรนี้มีการขัดข้องบ่อย เลขที่จำนวนของ “BM ที่” ก็จะมีจำนวนเลขมาก ซึ่งในส่วนนี้สามารถที่จะนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อหาทางแก้ไขอาการขัดข้องของชิ้นส่วนของเครื่องจักรได้ ซึ่งหน้าต่างเมนูการตรวจสอบการขัดข้องของเครื่องจักรแสดงดังรูปที่ ก.28

The screenshot shows a software window titled 'ตรวจสอบการขัดข้อง' (Check Malfunction). It contains several dropdown menus for selecting equipment (เครื่องจักร), subsystems (ระบบย่อย), and components (อุปกรณ์). Below these, there is a table for recording malfunctions with columns for date, time, and location. The table is currently empty.

วันที่	เวลาที่	ที่
28/09/02	28/09/02	28/09/02

รูปที่ ก.28 แสดงหน้าต่างเมนูการตรวจสอบการขัดข้องของเครื่องจักร

3.4.2 เมนูการตรวจสอบประวัติการขัดข้องของเครื่องจักร เมนูนี้จะใช้สำหรับการตรวจสอบประวัติการขัดข้อง โดยผู้ใช้เลือกเครื่องจักรและกำหนดช่วงของการตรวจสอบ หรือจะมีการระบุช่วงควบคุมหรือช่วงปฏิบัติงานด้วยและทำการคลิกที่ปุ่ม “Find Job” ประวัติการขัดข้องของเครื่องจักรจะแสดงตามตารางด้านล่าง ซึ่งหน้าต่างเมนูการตรวจสอบประวัติการขัดข้องของเครื่องจักร แสดงดังรูปที่ ก.29 และสามารถพิมพ์ออกมาเป็นรายงานได้โดยการคลิกที่ปุ่ม “พิมพ์รายงานประวัติการขัดข้อง” แสดงดังรูปที่ ก.30

เครื่องจักร SI-1 : รถยกยกของในอาคาร 1

ช่างควบคุม/ผู้ใช้งาน 21-0003 : นาย อภิเดช จันทร์ทองดี

ช่างผู้ปฏิบัติงาน 21-0005 : นาย อภิเดช ธรรมดี

เริ่มดำเนินการ 01/06/03 ถึงวันที่ 30/04/04 Find Job

รายงานการขัดข้อง (Report of Obstruct)

ลำดับ	ประเภท	ผู้แจ้ง	BM 4	ชนิดของเครื่อง	ชนิดของชิ้น	ชนิดของปัญหา	วันที่แจ้ง	วันที่ซ่อม
1	เครื่องจักร	เครื่องจักร	4 FEN-003	BM-EN-CH-004	SP-0034/46	18/06/03	18/06/03	
2	เครื่องจักร	เครื่องจักร	2 FEN-003	BM-EN-CH-004	SP-0035/46	18/06/03	18/06/03	
3	เครื่องจักร	เครื่องจักร	5 FEN-005	BM-EN-CH-004	SP-0037/46	29/06/03	29/06/03	
4	เครื่องจักร	เครื่องจักร	3 FEN-005	BM-EN-CH-004	SP-0038/47	02/04/04	02/04/04	

พิมพ์รายงานประวัติการขัดข้อง

รูปที่ ก.29 แสดงหน้าค่าเมนูการตรวจสอบประวัติการขัดข้องของเครื่องจักร

วันที่พิมพ์รายงาน 11/01/2015

รายงานการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง

(01/06/2003 ถึง 30/04/2004)

ช่างควบคุมงาน นาย อภิเดช จันทร์ทองดี

ช่างผู้ปฏิบัติงาน นาย อภิเดช ธรรมดี

รหัสเครื่องจักร SI-1 ชื่อเครื่องจักร รถยกยกของในอาคาร 1

ระบบซ่อม โจรสร้าง

อุปกรณ์ซ่อม โจรสร้าง

ลำดับ	วันที่แจ้ง	วันที่แจ้ง	วันที่แจ้ง	วันที่แจ้ง	วันที่แจ้ง	วันที่แจ้ง	วันที่แจ้ง	วันที่แจ้ง	วันที่แจ้ง	วันที่แจ้ง	วันที่แจ้ง
4	11/06/2003	11/06/2003	11/06/2003	F-EN-003	BM-EN-CH-004	SP-0034/46	เปลี่ยนโช้	เนื่องจากชุดน้ำมัน	0.10	100.00	100.00
5	29/06/2003	29/06/2003	29/06/2003	F-EN-005	BM-EN-CH-004	SP-0037/46	เปลี่ยนชุดลิ้น	เนื่องจากน้ำ	0.10	1,000.00	1,000.00

รูปที่ ก.30 แสดงรายงานประวัติการขัดข้องของเครื่องจักร

3.4.3 เมนูการแจ้งซ่อม เมื่อมีเครื่องจักรเกิดการขัดข้องหรือหยุดการทำงานชั่วคราว ควบคุมเครื่องจักรจะต้องมีการแจ้งเหตุขัดข้องของเครื่องจักรให้ฝ่ายซ่อมบำรุงได้ทราบเพื่อจะได้มีการดำเนินการแก้ไข ซึ่งในส่วนนี้ผู้ใช้จะต้องมาทำการแจ้งซ่อมโดยเลือกเครื่องจักรและใส่ข้อมูลต่างๆ ลงไป เช่น วันที่ขัดข้อง เวลาขัดข้อง วันที่แจ้งซ่อม วันที่ต้องการใช้งาน ชิ้นส่วนที่ขัดข้อง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.32 แสดงหน้าต่างเมนูการแจ้งซ่อม

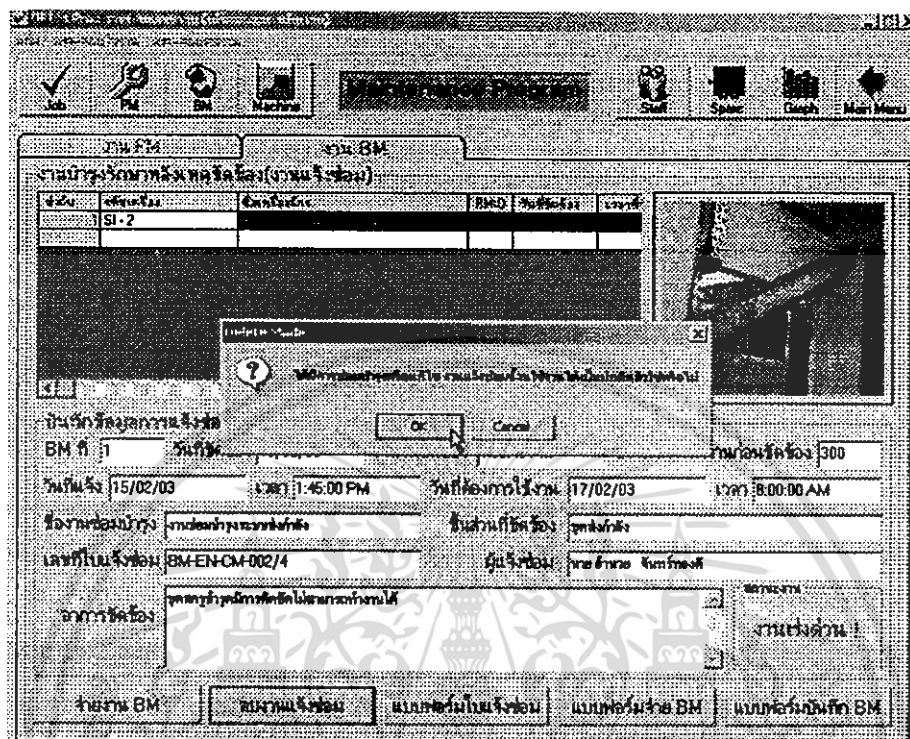
รูปที่ ก.32 แสดงหน้าต่างเมนูการแจ้งซ่อม

รูปที่ ก.33 แสดงหน้าต่างเมนูบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง

รูปที่ ก.33 แสดงหน้าต่างเมนูบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง

หลังจากที่มีการบันทึกข้อมูลแล้ว ให้ผู้ใช้แสดงยืนยันว่างานแจ้งซ่อมมีการแก้ไข จนกระทั่งเครื่องจักรสามารถทำงานได้ตามปกติแล้ว โดยให้ไปเปิดหน้าต่างตารางงานประจำวัน ดังรูปที่ ก.20 และให้เลือกงานที่มีการแจ้งซ่อมและคลิกปุ่ม “ลงงานแจ้งซ่อม” ซึ่งโปรแกรมจะถามว่า “ได้มีการซ่อมบำรุงหรือแก้ไข งานแจ้งซ่อมนี้จนใช้งานได้เป็นปกติหรือไม่” ซึ่งถ้าผู้ใช้ควรคลิก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ปุ่ม “OK” และ โปรแกรมจะถามอีกครั้งเพื่อความแน่ใจก็ให้ผู้ใช้คลิก “OK”เช่นเดียวกัน เลขที่งานแจ้งซ่อมดังกล่าวก็จะหายไป ซึ่งหน้าด้านการลบงานแจ้งซ่อมแสดงดังรูปที่ ก.34



รูปที่ ก.34 แสดงหน้าด้านการลบงานแจ้งซ่อม

3.5 เมนูตรวจสอบเครื่องจักร (Machine)

เมนูนี้จะมีหน้าต่างที่คล้ายกับรูปที่ ก.11 เพียงแต่ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลของเครื่องจักรได้เท่านั้น ซึ่งหน้าต่างนี้ใช้สำหรับการตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องจักร เช่น ชื่อรุ่นเครื่องจักร สมรรถนะของเครื่องจักร ราคา โรงงานผู้ผลิต เลขทะเบียนทรัพย์สิน เป็นต้น แสดงดังรูปที่ ก.35

3.6 เมนูตรวจสอบช่างปฏิบัติงาน (Staff)

เมนูส่วนนี้ก็จะใช้สำหรับการตรวจสอบข้อมูลต่างๆของช่างควบคุมงานและช่างปฏิบัติงาน ซึ่งแสดงดังรูปที่ ก.36

รายละเอียดเครื่องจักร

เครื่องจักร: SI-1 : อุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้า 1 ปริมาณการเดินรถ: 1

ชื่อคนเครื่องจักร: 1 ระดับความสำคัญ: ปกติ

รายละเอียดผู้ติดต่อเครื่องจักร

ชื่อโรงงาน: 1 (เลือกแบบแก้ไขข้อมูล SI-1 : อุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้า)

Telephone: 1 วันขึ้นใช้งาน: 12/09/05

Contact Name: 1 วันหมดประกัน: 12/09/05

Home Page: 1 ราคากลาง: 1

สถานที่ติดต่อ: 1

คิดค่าแรงงาน

คิดค่าวัสดุ

รูปที่ ก.35 แสดงหน้าต่างเมนูการตรวจสอบข้อมูลต่างๆของเครื่องจักร

ข้อมูลงานซ่อม

ลำดับ	รหัสงานซ่อม	ชื่องานซ่อม	ชื่อช่างซ่อม	วันที่เริ่ม
1	21-0001	ซ่อมระบบไฟฟ้า	ช่างซ่อมระบบไฟฟ้า	00
2	21-0002	ซ่อมระบบไฟฟ้า	ช่างซ่อมระบบไฟฟ้า	00
3	21-0003	ซ่อมระบบไฟฟ้า	ช่างซ่อมระบบไฟฟ้า	00
4	21-0004	ซ่อมระบบไฟฟ้า	ช่างซ่อมระบบไฟฟ้า	00
5	21-0005	ซ่อมระบบไฟฟ้า	ช่างซ่อมระบบไฟฟ้า	00
6	21-0006	ซ่อมระบบไฟฟ้า	ช่างซ่อมระบบไฟฟ้า	00
7	21-0007	ซ่อมระบบไฟฟ้า	ช่างซ่อมระบบไฟฟ้า	00
8	21-0008	ซ่อมระบบไฟฟ้า	ช่างซ่อมระบบไฟฟ้า	00

รหัสงาน: 21-0001

ชื่อช่าง: นายสมชาย ใจดี

ค่าแรงงาน: 15,000

ประวัติ: 1

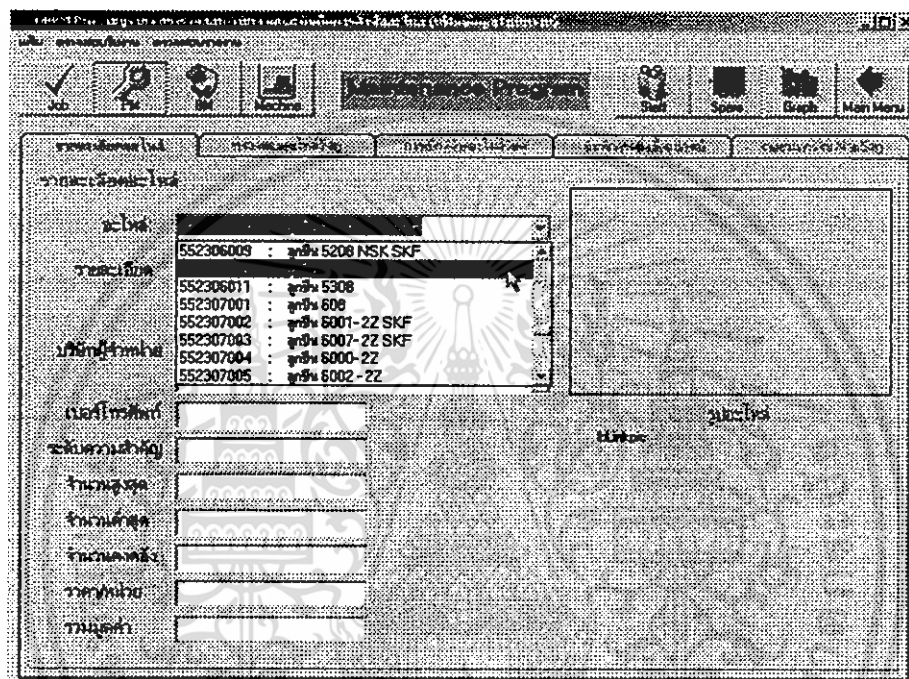
รูปที่ ก.36 แสดงหน้าต่างเมนูการตรวจสอบช่างปฏิบัติงาน

3.7 เมนูตรวจสอบตอนและจัดการอะไหล่วัสดุ (Staff)

การจัดการควบคุมอะไหล่วัสดุ เป็นส่วนหนึ่งที่สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษาได้โดยการจัดเก็บในปริมาณที่เหมาะสมและมีการควบคุมงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งการมีวัสดุอะไหล่ที่พร้อมจะนำไปใช้ในการแก้ไขการขัดข้องของเครื่องจักร สามารถช่วยลดเวลาที่สูญเสียหรือเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเสียหายที่เกิดจากเครื่องจักรหยุดการทำงานเป็นเวลานานได้ ซึ่งในส่วนของเมนูนี้จะประกอบด้วย การตรวจสอบรายละเอียดต่างๆ ของอะไหล่ การตรวจสอบอะไหล่วัสดุ การเบิก/จ่ายวัสดุ การบันทึกการสั่งซื้อ รายงานการรับ/จ่ายวัสดุ

3.7.1 เมนูการตรวจสอบรายละเอียดของอะไหล่ เมนูนี้ใช้สำหรับการตรวจสอบรายละเอียดต่างๆของวัสดุ เช่น บริษัทผู้จำหน่าย จำนวนสูงสุด จำนวนต่ำสุด เป็นต้น ซึ่งแสดงดังรูปที่ ก.37

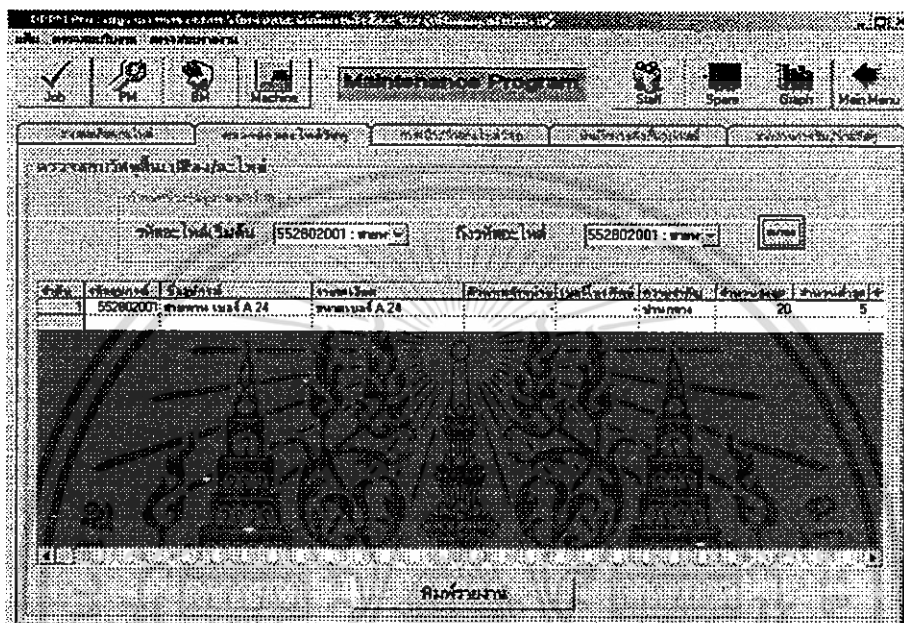


รูปที่ ก.37 แสดงหน้าต่างเมนูตรวจสอบรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องจักร

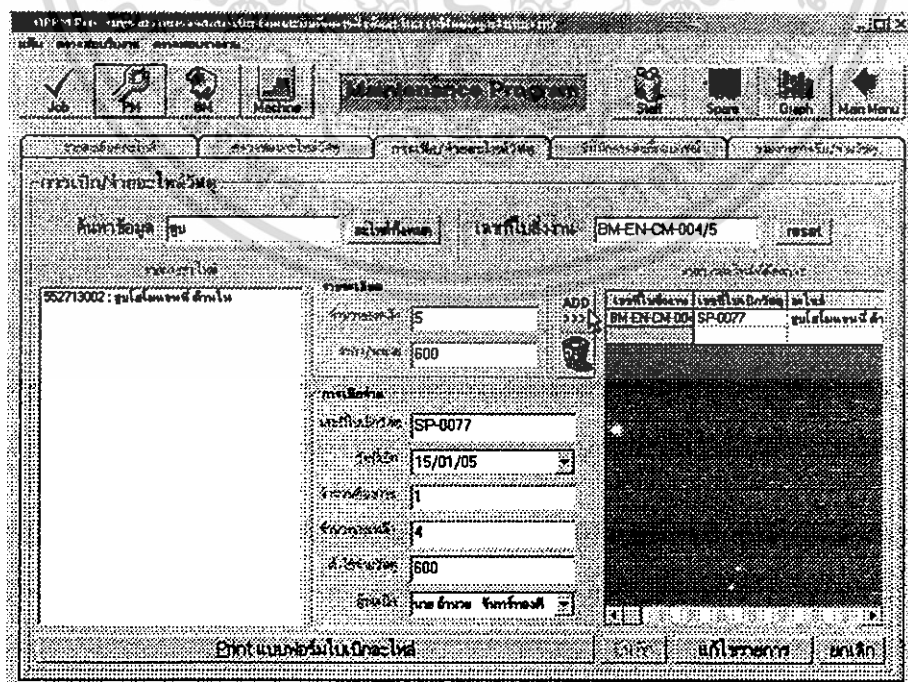
3.7.2 เมนูตรวจสอบอะไหล่วัสดุ ในส่วนนี้จะใช้สำหรับการตรวจสอบข้อมูลของวัสดุในรูปแบบของรายงาน เช่น จำนวนคงคลัง ระดับความสำคัญ เป็นต้น โดยให้ผู้ใช้เลือกช่วงการแสดงผลรายงานระหว่างวัสดุอะไหล่ชิ้นไหนถึงชิ้นไหนก็จะแสดงข้อมูลออกมา และสามารถที่จะพิมพ์ออกมาเป็นรายงานได้ ซึ่งหน้าต่างเมนูตรวจสอบอะไหล่วัสดุแสดงดังรูปที่ ก.38

3.7.3 เมนูการเบิกจ่ายอะไหล่วัสดุ ระบบควบคุมการเบิกจ่ายวัสดุมีความจำเป็นอย่างมากเนื่องจากจะทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้อะไหล่ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาพของเครื่องจักร อะไหล่ของเครื่องจักรชิ้นไหนมีการเบิกใช้บ่อยแสดงว่าเครื่องจักรมีสภาพไม่สมบูรณ์ การเบิกจ่ายจะเริ่มจากการเลือกอะไหล่โดยการค้นหาตามตัวอักษร หรือใช้วิธีการคลิกที่ปุ่ม “อะไหล่ทั้งหมด” รายชื่ออะไหล่ทั้งหมดก็จะปรากฏ จากนั้นให้ทำการเลือกวัสดุตามรายชื่อ จำนวนคงคลังและราคาต่อหน่วยจะปรากฏให้เห็น และทำการใส่ข้อมูลเลขที่ใบสั่งงาน เลขที่ใบเบิกวัสดุ วันที่เบิก จำนวนที่ต้องการ โปรแกรมจะคำนวณจำนวนคงเหลือและค่าใช้จ่ายวัสดุให้ จากนั้นให้กำหนดชื่อผู้ขอเบิกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และคลิกที่ปุ่ม “ADD >>” ข้อมูลทั้งหมดจะไปที่ตารางรายการของอะไหล่ที่ต้องการ แต่ถ้าข้อมูลไม่ถูกต้องให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม “รูปถังขยะ” ข้อมูลในตารางรายการของอะไหล่จะถูกลบ ซึ่งผู้ใช้จะต้องกำหนดข้อมูลการเบิกจ่ายใหม่และถ้าต้องการยืนยันการเบิกจ่ายอะไหล่แล้วสุดก็ให้คลิกที่ปุ่ม “บันทึก” ที่อยู่ด้านล่าง โปรแกรมก็จะเก็บข้อมูลการเบิกจ่ายและไปหักยอดจำนวนคงคลังในฐานข้อมูล ซึ่งหน้าต่างเมนูการเบิกจ่ายอะไหล่แสดงดังรูปที่ ก.39



รูปที่ ก.38 แสดงหน้าต่างเมนูตรวจสอบอะไหล่แล้วสุด



รูปที่ ก.39 แสดงหน้าต่างเมนูการเบิกจ่ายอะไหล่แล้วสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.4 เมนูบันทึกการสั่งซื้ออะไหล่วัสดุ เมื่ออะไหล่วัสดุถูกใช้เรื่อยๆ จนถึงระดับการสั่งซื้อโปรแกรมก็จะมีการแจ้งเตือน และเมื่อมีการสั่งซื้อเข้ามาแล้วจะต้องมีการบันทึกลงในโปรแกรมด้วยเพื่อจะได้มีการปรับยอดจำนวนวัสดุคงคลัง ซึ่งผู้ใช้จะต้องเลือกอะไหล่ที่สั่งซื้อเข้ามาและใส่ข้อมูลต่างๆ เช่น เลขที่ใบเอกสาร วันที่รับวัสดุ จำนวน ราคา/หน่วย และจากนั้นให้ไปคลิกที่ปุ่ม “เพิ่มข้อมูลลงในตาราง” และบันทึกข้อมูลโดยการคลิกที่ปุ่ม “บันทึกข้อมูล” โปรแกรมก็จะทำการเก็บข้อมูลการสั่งซื้อและไปปรับยอดสต็อกคงคลังของอะไหล่ ซึ่งหน้าดังเมนูบันทึกการสั่งซื้ออะไหล่แสดงดังรูปที่ ก.40

รูปที่ ก.40 แสดงหน้าดังเมนูบันทึกการสั่งซื้ออะไหล่

3.7.5 เมนูตรวจสอบรายงานการรับ/จ่ายอะไหล่วัสดุ เมนูส่วนนี้ใช้สำหรับการตรวจสอบการสั่งซื้อและการเบิกจ่ายอะไหล่วัสดุ โดยให้ผู้ใช้เลือกอะไหล่ที่จะตรวจสอบจากนั้นกำหนดช่วงเวลาที่ต้องการเลือกรูปแบบของรายงานและคลิกที่ปุ่ม “Find Job” โปรแกรมก็จะแสดงรายงานของอะไหล่ชิ้นนั้นตามช่วงระยะเวลาออกมา ซึ่งหน้าดังเมนูการตรวจสอบรายงานการรับ/จ่ายอะไหล่วัสดุแสดงดังรูปที่ ก.41

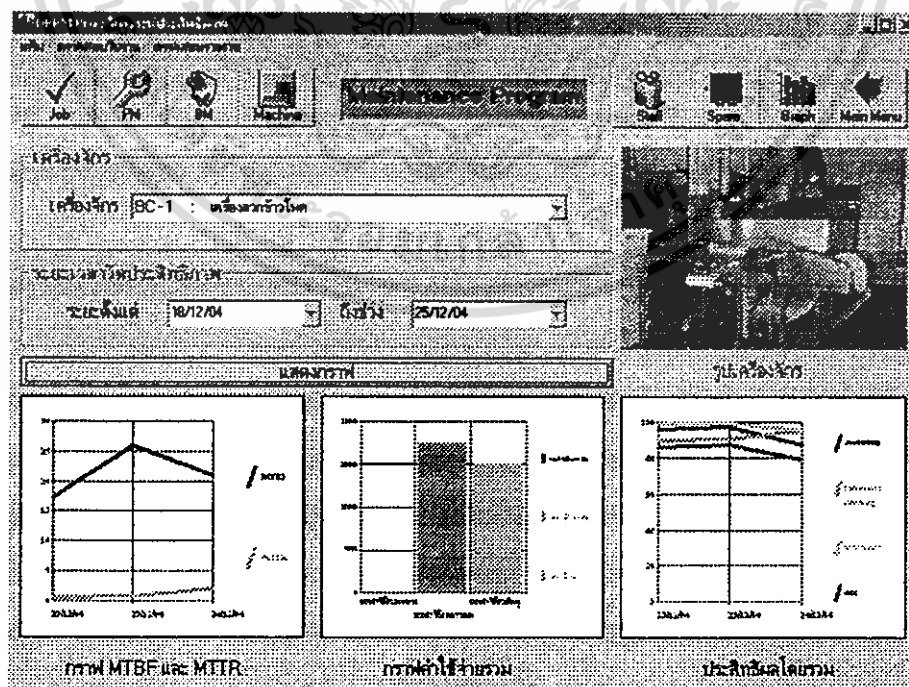
3.8 เมนูตรวจสอบสมรรถนะของการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Graph)

เมนูนี้ใช้สำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักรในรูปแบบของกราฟ เช่น กราฟค่าอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง (MTBF) กราฟแสดงค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษา และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร(OEE)โดยการเลือกเครื่องจักร กำหนดช่วงของการวัดประสิทธิภาพและคลิก

ที่ปุ่ม “แสดงกราฟ” กราฟทั้งหมดก็จะแสดงขึ้น และถ้าต้องการดูกราฟให้ชัดเจนยิ่งขึ้นก็ให้คลิกที่รูปภาพ 1 ครั้ง เพื่อขยายกราฟ และคลิกอีก 1 ครั้งเพื่อลดขนาดของกราฟลง ซึ่งข้อมูลในการแสดงกราฟดังกล่าวจะมาจากกรเก็บข้อมูลในโปรแกรม ซึ่งหน้าต่างเมนูตรวจสอบสมรรถนะของการวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันแสดงดังรูปที่ ก.42

วันที่	อะไหล่	วันที่รับเข้า	เลขที่ใบเสร็จรับเงิน	จำนวนใบเสร็จรับเงิน	จำนวนพัสดุ	จำนวนพัสดุรับเข้า	จำนวนพัสดุรับออก
15/01/03	สายพาน A 24	15/01/03	00143-02/46	5	22	58	250

รูปที่ ก.41 แสดงหน้าต่างเมนูการตรวจสอบรายการการรับ/จ่ายอะไหล่วัสดุ



รูปที่ ก.42 แสดงหน้าต่างเมนูตรวจสอบสมรรถนะของวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 เมนูตรวจสอบรายงาน (Report)

เมนูนี้ใช้สำหรับการตรวจสอบการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน งานบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้องและตรวจสอบการเบิกจ่ายวัสดุ ซึ่งการเรียกใช้เมนูนี้ผู้ใช้จะต้องไปคลิกที่ทุลบาร์ ด้านบนและเลือก “ตรวจสอบรายงาน” ก็จะแสดงหน้าต่างออกมา ซึ่งการใช้งานให้เลือกลักษณะรูปแบบของการตรวจสอบ ซึ่งจะมีย่อย 3 ส่วนคังรูป และกรอกเลขที่ใบสั่งงานหรือเลขที่ใบแจ้งซ่อมหรือเลขที่ใบเบิกวัสดุลงไปตามประเภทที่เลือก ก็จะปรากฏตัวเลขหรือรหัสขึ้นที่ช่องตรงกลางและให้ผู้ใช้เลือกโดยดูตัวเลขและช่วงวันที่ที่ต้องการ ก็จะมีข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขนั้น ๆ อยู่ในตารางด้านล่าง ซึ่งหน้าต่างเมนูการตรวจสอบรายงานแสดงคังรูปที่ ก.43

เลขที่	เลขที่ใบสั่งงาน	เลขที่ใบแจ้งซ่อม	ประเภทงาน	สถานะ	วันที่	ผู้ดำเนินการ
1	FEN-CH-001/3	เครื่องจักรสาย 2	ไม่คิด	ไม่คิด	22/12/04	
2	FEN-CH-001/3	เครื่องจักรสาย 2	เครื่องจักร	ถูกกิน	22/12/04	
3	FEN-CH-001/3	เครื่องจักรสาย 2	เครื่องจักร	ถูกกิน	22/12/04	
4	FEN-CH-001/3	เครื่องจักรสาย 1	เครื่องจักร	ถูกกิน	22/12/04	
5	FEN-CH-001/3	เครื่องจักรสาย 4	เครื่องจักร	ถูกกิน	22/12/04	
6	FEN-CH-001/3	เครื่องจักรสาย 5	เครื่องจักร	ถูกกิน	22/12/04	
7	FEN-CH-001/3	เครื่องจักรสาย 6	เครื่องจักร	ถูกกิน	22/12/04	

รูปที่ ก.43 แสดงหน้าต่างเมนูการตรวจสอบรายงาน

3.10 เมนูกำหนดข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักร (Efficiency)

เมนูส่วนนี้ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลต่างๆ เช่น เวลาเดินเครื่อง จำนวนการจัดซื้อ จำนวนผลผลิต สมรรถนะการผลิต จำนวนของเสีย ระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุด เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะใช้ในการคำนวณหา อัตราเฉลี่ยการจัดซื้อ (MTBF) ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่เกิดการเสียหายจนใช้งานได้อีกครั้ง (MTTR) และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ซึ่งจะต้องมีการบันทึกข้อมูลทุกสัปดาห์เพื่อให้การวัดผลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหน้าต่างเมนูกำหนดข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักรแสดงคังรูปที่ ก.44

UPPM Pro - โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพและต้นทุน (เชิงปริมาณและเชิงราคา)

เครื่องจักร

เครื่องจักร: BC-1 : เครื่องจักรโรตารี

ครั้งที่บันทึก: 2

กำหนดวันบันทึกข้อมูล (ทุกปีค่า)

วันบันทึกข้อมูล: 23/12/04

กำหนดข้อมูล

เวลาดึงผลของเครื่องสปีด (ชม.) 52

เวลาหยุดตามแผน (ชม.) 40

จำนวนเวลาการผลิต (ชม./ผลผลิต) 0.001

จำนวนผลผลิตสปีด 45700

จำนวนผลผลิตกับห้อง/สปีด 500

รวมจำนวนเครื่องที่หยุดเครื่อง (เครื่อง) 2

รวมเวลาหยุดเครื่องจากการขัดข้อง (ชม.) 1.5

Calculate

DEF

อัตราการเดินเครื่อง 97.12%

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง 90.5%

อัตราคุณภาพ 98.91%

Overall Equipment Effectiveness

86.92%

MTBF และ MTTR

MTBF 26 ชม./ครั้ง

MTTR 0.75 ชม./ครั้ง

บันทึก บันทึกข้อมูล ลบข้อมูล ยกเลิก Exit

รูปที่ ก.44 แสดงกำหนดข้อมูลเพื่อวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักร

4. การจัดการด้านพลังงานและตรวจสอบสภาพเครื่องจักรขนาดใหญ่

การเก็บข้อมูลด้านการใช้พลังงานทั้งในส่วนของการเชื่อมเหล็ก พลังงานไฟฟ้าและสภาพการทำงาน แสดงดังรูปที่ ก.45 ซึ่งการจัดการจะแบ่งได้ดังนี้

4.1 การเก็บข้อมูลการใช้หม้อไอน้ำ ซึ่งจะประกอบไปด้วย ปริมาณน้ำที่ใช้ อุณหภูมิ น้ำ ปริมาณเชื้อเพลิง อุณหภูมิของน้ำมันเตา ความดันน้ำมันเตา อุณหภูมิปล่องและความดันไอ เป็นต้น

4.2 การบันทึกการทำงานของกลิ้งทาวเวอร์ ซึ่งจะประกอบด้วย กระแสไฟฟ้าของพัดลม ทั้ง 3 เฟสและสภาพของพัดลม เป็นต้น

4.3 การบันทึกการทำงานของเครื่องทำความเย็น ซึ่งจะประกอบด้วย ข้อมูลความดันน้ำยา ทั้งด้านสูงและด้านต่ำ กระแสไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส สำหรับมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ ความดัน น้ำมันหล่อลื่น อุณหภูมิของน้ำแข็งและอุณหภูมิห้องเย็น เป็นต้น

โปรแกรมเครื่องจักร

Boiler Cooling Tower Refrigerator

หม้อน้ำ

รหัส/หมายเลข BLO-1 : บอยเลอร์ความดัน 6 ตัน

คลังสินค้า 1 วันที่บันทึก 05/01/02

เลขที่ใบบันทึก

ผู้บันทึก

น้ำ

มีเตอร์

อุณหภูมิ

อุณหภูมิปล่อย

อุณหภูมิ

น้ำมัน

มีเตอร์

อุณหภูมิ

ความดัน

ความดันไอ

ความดันไอ

บันทึก แก้ไขข้อมูล/ลบข้อมูล ยกเลิก กลับเมนูหลัก

รูปที่ ก.45 แสดงหน้าต่างเมนูการจัดการด้านพลังงานและสภาพของเครื่องจักรขนาดใหญ่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบปริมาณและค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง หลังจากมีการทำงานของหม้อไอน้ำ 10 ต้น (กะลา)

บทนำ

การตรวจสอบปริมาณและค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง หลังจากมีการทำงานของหม้อไอน้ำ เครื่องใหม่ขนาด 10 ต้น (กะลา) ซึ่งการตัดสินใจลงทุนจัดซื้อหม้อไอน้ำเครื่องใหม่นี้เกิดจากความ ต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และจากข้อมูลของปี 2546 ถึง ปี 2547 จะเห็นได้ว่าเชื้อเพลิง ชีวมวลสามารถทดแทนการใช้น้ำมันเตาได้อย่างดี

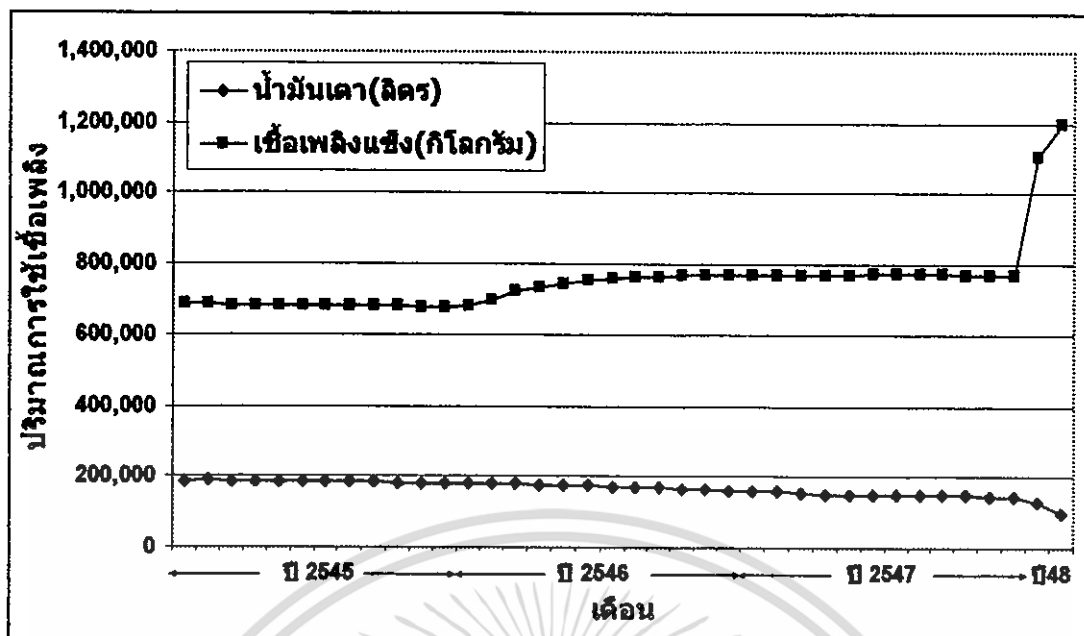
1. การใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อน

การใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสมเพื่อการผลิตพลังงาน จากการศึกษาวิจัยพบว่าเชื้อเพลิงชีวมวล เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม มีค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเพียงพอที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง สำหรับการสันดาปเพื่อผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ ซึ่งจากเดิม โรงงานที่ใช้เป็นข้อมูล ศึกษาวิจัยมีการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไอน้ำ ซึ่งน้ำมันเตานิยมใช้เป็นเชื้อเพลิง สำหรับหม้อไอน้ำอย่างมาก แต่ค่าใช้จ่ายของการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานมี ค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ซึ่งจากการเก็บข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงพบว่าเชื้อเพลิงชีวมวลเหมาะที่จะเป็นทางเลือกของการลดค่าใช้จ่ายต้นทุนของการผลิตพลังงานได้ ดังนั้นในปี 2546 ถึง ปี 2547 จึงมีการเน้น การใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว + กะลาปาล์ม) ในการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ 15 ต้นเพิ่มขึ้น ซึ่งหลังจากที่มีการใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว + กะลาปาล์ม) เป็นหลัก ทำให้ค่าใช้จ่ายของการ ผลิตพลังงานความร้อนมีค่าลดลง ดังนั้นในปี 2548 ทางโรงงานได้มีการเดินเครื่องหม้อไอน้ำเครื่อง ใหม่ชนิดท่อไฟขนาด 10 ต้น ที่ใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) เป็นเชื้อเพลิงและลด กำลังเดินเครื่องของหม้อไอน้ำขนาด 6 ต้นและ 15 ต้น ที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งการเดิน หม้อไอน้ำ 10 ต้นสามารถลดปริมาณการใช้น้ำมันเตาปี 2548 เหลือเพียงเฉลี่ยเดือนละ 112,870.41 ลิตร ซึ่งลดลงจากค่าเฉลี่ยของปี 2547 ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 151,295.73 ลิตร หรือลดลงคิดเป็น 25.40 % ซึ่งแสดงข้อมูลดังตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อน

เดือน	ปี 2545		ปี 2546		ปี 2547		ปี 2548	
	น้ำมันเตา (ลิตร)	เชื้อเพลิงแข็ง (ก.ก.)	น้ำมันเตา (ลิตร)	เชื้อเพลิงแข็ง (ก.ก.)	น้ำมันเตา (ลิตร)	เชื้อเพลิงแข็ง (ก.ก.)	น้ำมันเตา (ลิตร)	เชื้อเพลิงแข็ง (ก.ก.)
ม.ค.	186,420.40	687,819.60	182,002.03	682,075.88	160,381.53	769,617.42	129,108.54	1,104,812.43
ก.พ.	188,949.64	686,345.40	181,434.79	696,031.05	158,498.13	772,071.30	96,632.29	1,199,683.73
มี.ค.	188,184.67	683,642.70	179,584.17	725,452.26	156,338.53	772,194.15		
เม.ย.	186,858.88	682,800.30	177,396.78	735,570.42	151,873.33	769,163.85		
พ.ค.	186,233.61	682,519.50	176,195.79	746,304.00	151,892.19	772,085.93		
มิ.ย.	184,926.65	681,922.80	173,357.53	753,935.91	150,121.34	776,282.52		
ก.ค.	185,095.69	680,448.60	172,404.42	758,525.63	149,702.28	772,479.24		
ส.ค.	184,496.62	681,010.20	170,713.60	766,329.53	149,285.96	773,140.68		
ก.ย.	183,690.83	680,518.80	167,936.07	764,795.66	147,954.63	772,768.62		
ต.ค.	182,766.95	679,641.30	166,422.61	768,287.52	147,355.72	771,941.82		
พ.ย.	183,111.40	679,044.60	163,806.81	770,840.07	145,955.23	771,652.44		
ธ.ค.	182,820.25	679,114.80	162,186.79	769,902.71	146,189.94	771,321.72		
เฉลี่ย	185,296.30	682,069.05	172,786.78	744,837.55	151,295.73	772,059.97	112,870.41	1,152,248.08

จากข้อมูลในตารางที่ ข.1 พบว่าหลังจากที่มีเน้นการใช้เชื้อเพลิงแข็งทำให้ปริมาณการใช้
น้ำมันเตาลดลงซึ่งทำให้สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายเพื่อการผลิตพลังงานความร้อนได้ ซึ่งการใช้
น้ำมันเตาเฉลี่ยของปี 2548 ค่าลดลงจากค่าเฉลี่ยปี 2547 เท่ากับ 38,425.32 ลิตร คิดเป็น 25.40 %
แต่การใช้เชื้อเพลิงแข็งมีการใช้เฉลี่ยของปี 2548 มีค่าการใช้เพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยปี 2547 เท่ากับ
380,188.10 กิโลกรัม หรือคิดเป็น 49.24 % ซึ่งการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงานความร้อนของ
เชื้อเพลิงน้ำมันเตาและเชื้อเพลิงแข็ง(กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) ตั้งแต่ ปี 2545 ถึง ปี 2548 แสดงดัง
รูปที่ ข.1

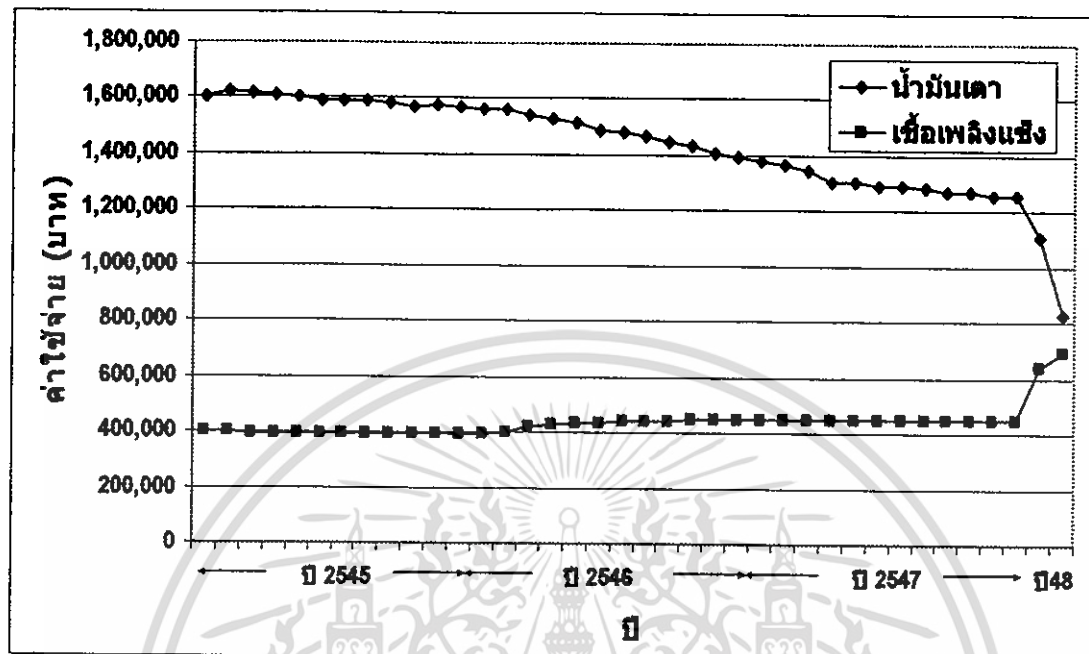


รูปที่ ข.1 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ

2. ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนในส่วนของภาควิชาวิจัย พบว่าเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ซึ่งการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสมจะช่วยลดค่าใช้จ่ายส่วนนี้ได้อย่างมาก จากการวิเคราะห์พบว่า การใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการต้มน้ำของหม้อไอน้ำ สามารถลดค่าใช้จ่ายของปริมาณน้ำมันเตาที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้มาก ซึ่งเมื่อหม้อไอน้ำอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ มีการตรวจสอบและดูแลรักษาอย่างถูกวิธีก็จะช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงได้อีกส่วนหนึ่ง และหลังจากที่มีการเดินเครื่องหม้อไอน้ำ 10 ต้นเครื่องใหม่ ที่ใช้เชื้อเพลิงแข็ง(กะลามะพร้าว + กะลาปาล์ม) และลดการเดินเครื่องหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตา ทำให้ในปี 2548 มีการใช้น้ำมันเตา สำหรับเป็นเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำลดลง แต่เนื่องจากหม้อ 10 ต้น มีการใช้เชื้อเพลิงแข็งเป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแข็งจึงมีปริมาณที่สูงขึ้น แต่ทำให้ค่าใช้จ่ายของการใช้น้ำมันเตา ลดลงซึ่งค่าใช้จ่ายของการผลิตพลังงานความร้อนของปี 2545 ถึง ปี 2548 แสดงดังรูปที่ ข.2 ซึ่งจากรูปจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายของน้ำมันเตาในปี 2548 จะมีค่าลดลง แต่ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงแข็งจะมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการลดการทำงานของหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตาและมีการเดินเครื่องหม้อไอน้ำเครื่องใหม่ขนาด 10 ต้น ที่ใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเตามีค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดซึ่งเป็นผลมาจากราคาของเชื้อเพลิงและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ต่อหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงแข็ง (กะลามะพร้าว+กะลาปาล์ม) มีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่ามากเมื่อเทียบกับค่าการผลิตไอน้ำที่สามารถผลิตได้ เนื่องจากราคาของเชื้อเพลิงแข็ง(กะลาปาล์ม+กะลามะพร้าว) มีราคา

เพียง 0.58 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนน้ำมันเตามีราคา 8.60 บาทต่อลิตร ซึ่งสรุปค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ความร้อนแสดงดังตารางที่ ข.2



รูปที่ ข.2 แสดงค่าใช้จ่ายสำหรับการผลิตพลังงานความร้อนของหม้อไอน้ำ ปี 2545 ถึงปี 2548

ตารางที่ ข.2 แสดงสรุปค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน

เดือน	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน (บาท)							
	ปี 2545		ปี 2546		ปี 2547		ปี 2548	
	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงแข็ง	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงแข็ง	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงแข็ง	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงแข็ง
ม.ก.	1,603,215.47	398,935.37	1,565,217.42	395,604.01	1,379,281.15	446,378.10	1,110,333.42	640,791.21
ก.พ.	1,624,966.94	398,080.33	1,560,339.23	403,698.01	1,363,083.94	447,801.35	831,037.66	695,816.56
มี.ค.	1,618,388.18	396,512.77	1,544,423.87	420,762.31	1,344,511.34	447,872.61		
เม.ย.	1,606,986.37	396,024.17	1,525,612.27	426,630.84	1,306,110.68	446,115.03		
พ.ค.	1,601,609.01	395,861.31	1,515,283.80	432,856.32	1,306,272.85	447,809.84		
มิ.ย.	1,590,369.20	395,515.22	1,490,874.76	437,282.83	1,291,043.48	450,243.86		
ก.ค.	1,591,822.93	394,660.19	1,482,678.04	439,944.86	1,287,439.61	448,037.96		
ส.ค.	1,586,670.97	394,985.92	1,468,136.94	444,471.12	1,283,859.21	448,421.59		
ก.ย.	1,579,741.16	394,700.90	1,444,250.18	443,581.48	1,272,409.78	448,205.80		
ต.ถ.	1,571,795.75	394,191.95	1,431,234.48	445,606.76	1,267,259.15	447,726.26		
พ.ย.	1,574,758.01	393,845.87	1,408,738.61	447,087.24	1,255,214.94	447,558.42		
ธ.ก.	1,572,254.13	393,886.58	1,394,806.36	446,543.57	1,257,233.48	447,366.60		
เฉลี่ย	1,593,548.18	395,600.05	1,485,966.33	432,005.78	1,301,143.30	447,794.78	970,685.54	668,303.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลในตารางที่ ข.2 พบว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนของปี 2548 มีค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากค่าเฉลี่ยปี 2547 ที่เฉลี่ยเท่ากับ 1,748,938.08 บาท เหลือเพียงเฉลี่ยเท่ากับ 1,638,898.42 บาท คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง 6.29 % และค่าใช้จ่ายของน้ำมันเตาของปี 2548 มีค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากค่าเฉลี่ยของปี 2547 เท่ากับ 330,457.76 บาท คิดเป็น 25.40 % และค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงแข็งของปี 2548 มีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงแข็งเฉลี่ยของปี 2547 เท่ากับ 220,509.10 บาท หรือคิดเป็น 49.24 % ซึ่งจากข้อมูลการใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงดังกล่าวมีแนวโน้มของปริมาณการใช้ที่ลดลง ซึ่งจากข้อมูลพอสรุปได้ว่าการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลแทนการใช้ น้ำมันเตาของหม้อไอน้ำ สามารถที่จะลดค่าใช้จ่ายด้านการผลิตพลังงานความร้อนได้อย่างมาก





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการ
เครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย
ครั้งที่ 16

14 – 16 ตุลาคม 2545
ณ โรงแรมกะตะบิชิรีสอร์ท จังหวัดภูเก็ต

Mechanical Engineering Network of Thailand the 16th Conference
October 14 – 16, 2002



ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC133	โปรแกรมช่วยในการควบคุมการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร วิชชัย นาคพิพัฒน์ และ อำนาจ บุญลอย	402
-------	--	-----

ค. สาขา Mechanics, Materials and Manufacturing

MM101	การประมาณการสึกหรอของมีดกลึงโดยใช้แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม ชัยพล ชิงชู	408
MM103	Analyses of the Distortion and Fatigue of Sealed Riveted Lap Joints Thongchai Fongsamootr, Charoenyut Dechwayukul, Thoatsanop Kamnerdtong, Carol A. Rubin and George T. Hahn	414
MM104	การวิเคราะห์ทางด้านอุณหภูมิและความเค้นจากอุณหภูมิในลูกสูบรถยนต์ที่สภาวะต่างๆ พรรรณพ บุญชู และ สายประสิทธิ์ เกิดนิยม	419
MM106	การหาความยาวรอยร้าวด้วยวิธีวัดความต่างศักย์คกกร้อม จิรพงศ์ กลสิวิทย์อำนวย	425
MM109	การศึกษาตำแหน่งที่เหมาะสมของแหวนจิกในงานไฟน์แบลด์ วรุณี เปรมานนท์ พงศ์พันธ์ แก้วคากิพย์ และ ศุภกฤษณ์ ศรีสำโรง	431
MM110	อิทธิพลของช่องว่างระหว่างฟันซ์และคายที่มีผลต่อพฤติกรรมการสึกหรอของแม่พิมพ์ตัด ณัฐศักดิ์ พรพูนศิริ วัชริน ไพศาล พงศ์พันธ์ แก้วคากิพย์ และ วรุณี เปรมานนท์	437
MM112	Prediction of Dynamic Tooth Loads in Spur Gear Systems Monsak Pimsam	442
MM119	Scaling Laws for Vibration Experiment of Symmetrically Laminated Plates Variddhi Ungbhekom and Peirod Singhatanadgid	448
MM121	การศึกษาเพื่อลดขนาดเสียงในการผลิตด้วยทรงกระบอกด้วยการมีอัลความหนาแน่น จิรัช สุภาสุทธากุล กอบสิน ทวีสิน วรุณี เปรมานนท์ และ พงศ์พันธ์ แก้วคากิพย์	454
MM122	ผลของรีเทรคชั่นสปริงต่อการกระจายความเค้นและการเคลื่อนตัวของฟันเขี้ยวโดยระเบียบวิธี ไฟไนต์เอลิเมนต์ ยสินทร์ ขานทอง วิรัตน์ จอมขวา และ สมศรี วิถีพร	460
MM123	การวิเคราะห์ความเค้นตกค้างเนื่องจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว นิทัศน์ ปานอ่อน และ วิรัตน์ จอมขวา	466
MM124	การวิเคราะห์ส่วนหัวแบบวงรีของกังหันโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ แสงทัย บุญอำนวยพร และ วิรัตน์ จอมขวา	472
MM125	การวิเคราะห์ความเสียหายของผนังท่อมุมเตาของหม้อไอน้ำในโรงไฟฟ้าแม่เมาะโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ชัยวัฒน์ นาคะวี และ วิวัฒน์ กล้องพานิช	478
MM127	การศึกษาแรงต้านทานที่กระทำกับใบมีดพรวนจอมหมุ่นในกระบะทราย สุรินทร์ พงศ์สุภสมิทธิ์ ไพศาล มานิตย์โชติพิสิฐ สราวุธ เหล่าพงศ์สวัสดิ์ ชนินทร์ สิงขรววัฒน์ และ ชัยรัตน์ นพพนธ์จิรกุล	483
MM129	อิทธิพลของการให้ความร้อนก่อนและหลังการเชื่อมบริเวณผลกระทบจากความร้อนต่อความแข็งแรง ของเหล็ก เกรด เอไอเอสไอ 4340 ณรงค์ฤทธิ์ ไทรัตน์ และ ตะวัน สุจริตกุล	489
MM133	การวิเคราะห์การแทรกตัวของควายแข็งเกร็งในบล็อกขนาดกึ่งไม่จำกัดด้วยวิธีเชิงตัวเลข สิริวรรณ บริพัตรโกศล และ ศิริศักดิ์ หาดูวงศ์	494
MM137	การประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีขอบเขตมูลฐานในการออกแบบใบจักรเรือ สุศักดิ์ เพิ่มทรัพย์ทวี และ อุดมเกียรติ นนทแก้ว	500
MM138	ผลกระทบของอุณหภูมิห้องเผาไหม้ต่อความล้าตัวของกระบอกสูบ ทศนพ กำเนิดทอง สุรเชษฐ์ ชูดีมา และ ภาณุวัฒน์ มาเสถียร	505

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 16

14-16 ตุลาคม 2545 จังหวัดภูเก็ต

โปรแกรมช่วยในการควบคุมการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร

Assist Program for Control of Machine Maintenance

ธวัชชัย นาคพิพัฒน์ และ อำนาจ บุญลอย

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3 ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทร 0-2326-9987 โทรสาร 0-2326-7333 E-mail: knlawatc@kmitl.ac.th

Tawatchai NAKPIPAT and Amnart BOONLOI

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

3 Chalongkrung Rd, Ladkrabang Bangkok 10520 Thailand

Tel: 0-2326-9987 Fax: 0-2326-7333 E-mail: knlawatc@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในงานด้านต่างๆ อย่างมากไม่ว่าจะเป็นงานทางด้านวิศวกรรม การสื่อสาร ในภาคธุรกิจ หรือในงานการเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น ระบบการควบคุมการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรที่มีข้อมูลอยู่มากมายทั้งนี้การซ่อมบำรุงเครื่องจักรแต่ละครั้งมีค่าใช้จ่ายสูงมากถ้าขาดการดูแลที่ดีเครื่องจักรก็จะมีประสิทธิภาพต่ำลงทำให้ค่าใช้จ่ายประจำสูงมาก การควบคุมงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรด้วยโปรแกรมสามารถตรวจสอบ และเตือนด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำและมีประสิทธิภาพสูงโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการถูกออกแบบการทำงานและระบบการเก็บข้อมูลให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกัน ทำให้เกิดความ เป็นระบบในการเก็บข้อมูลตลอดจนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อใช้ประกอบในการวางแผนการซ่อมบำรุง ข้อมูลที่ถูกวิเคราะห์แล้วสามารถแสดงได้บน Windows98 และ 2000 ได้อย่างดีทั้งระบบแสดงข้อมูลเป็นตารางและแผนภูมิ จากการนำไปใช้งานได้ผลเป็นที่น่าพอใจสามารถลด ค่าใช้จ่ายและเวลาที่เสียไปเนื่องจากเครื่องจักรเกิดการขัดข้องได้

control program give the satisfy result. It reduces the expense and time when the machine breakdown.

1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบัน พบว่าเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ยังขาดแผนงานในการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง ดังนั้นโรงงานต่างๆ ย่อมเห็นความสำคัญของเครื่องจักรที่มีอยู่และย่อมต้องการให้เครื่องจักร เหล่านี้สามารถที่จะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่าที่จะทำได้แต่ ก็ยังมีเครื่องจักรหลายเครื่องเช่นกันที่ถูกสร้าง และออกแบบขึ้นมาเอง เพื่อให้เหมาะกับการผลิตของโรงงาน จะเห็นว่าหากให้เครื่องจักร สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ย่อมต้องดูแลรักษาเครื่องจักรอยู่ตลอดเวลาและต้องเป็นการดูแลรักษาที่ เหมาะสมด้วย โดยทั่วไปวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรแต่ละเครื่องหาก ไม่ได้สร้างขึ้นเองย่อมต้องมีคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาให้มา แต่ หากไม่ได้จากผู้ผลิตและผู้สร้างไม่ได้เตรียมวิธีการบำรุงรักษาไว้ ผู้วางแผนงานบำรุงรักษาย่อมต้องใช้ความรู้ และประสบการณ์เข้ามาช่วยในการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งโรงงานทุกโรงงานย่อมปรารถนาที่จะมีแผนการบำรุงซ่อมรักษาเครื่องจักรที่ดีได้มาตรฐาน สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวก และทันสมัย

สำหรับปัญหาที่พบเกี่ยวกับเครื่องจักร เช่น

- (1) ไม่มีมาตรฐานการบำรุงรักษาอย่างมีระบบ การบำรุงรักษาส่วนใหญ่เป็นการซ่อมเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง
- (2) ไม่มีระบบเอกสารและรายงาน รวมถึงประวัติการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่แน่นอนชัดเจน ทำให้ขาดข้อมูลสำคัญในการประกอบการวางแผนและตัดสินใจในการวางแผนบำรุงรักษา

โปรแกรมควบคุมงานซ่อมบำรุงนี้ สามารถที่จะใช้ในการวางแผนงานการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องจักรแต่ละเครื่องว่าจะต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องจักรเครื่องไหนชิ้นส่วนไหนบ้างที่ต้องจัดการซ่อมบำรุง และวันที่ต้องทำการซ่อมบำรุงตามแผนงาน ซึ่งส่วนนี้จะทำให้สามารถประเมินการใช้เชื้อเพลิง ค่าใช้จ่ายและจำนวนช่างที่ปฏิบัติงานได้ล่วงหน้า

Abstract

Nowaday, the computers play an important role in engineering, communications, business or database management such as the controlling system of machine maintenance containing a lot of data. The machine needs maintenance in order to maintain its quality. Therefore a lot of money is spent on the maintenance. Using the program for the controlling system of machine can reduce the cost of the maintenance. Moreover, the whole system can be checked and the efficiency increases. The working system of the program used for the operation is designed to match the data collecting system in order to make it more organized. Besides, it is easier to analyse the data for maintenance planning report. The analysed data can be shown on both Windows 98 and 2000 by either table or graph. The

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เกิดประสิทธิภาพและระบบในการทำงาน ซึ่งจะเป็นผลให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพได้ดีและมีสมรรถนะที่สูงตลอดเวลา ทำให้ลดค่าใช้จ่าย และเวลาที่ใช้ไปเนื่องจากเครื่องจักรเกิดการขัดข้องได้น้อยลงและทำให้อายุการใช้งานของเครื่องจักรสูงขึ้นโดยมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร

การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร หมายถึง การหาทางป้องกันเพื่อไม่ให้เครื่องจักรเสื่อมสภาพและด้วยความสามารถในการทำงานลง

จุดมุ่งหมายของการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรมีดังนี้

- (1) เพื่อรักษาอายุใช้งานของเครื่องจักรให้นานที่สุด
- (2) เพื่อความพร้อมสูงสุดของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต
- (3) เพื่อความพร้อมสูงสุดของเครื่องจักรที่จะเตรียมไว้กรณีฉุกเฉิน เช่น การสำรวจเครื่องปั้นก้านไฟ
- (4) เพื่อความปลอดภัยของคนที่ทำงานกับเครื่องจักร

2.2 ชนิดของแผนงานการบำรุงรักษา

การจำแนกชนิดของแผนงานการบำรุงรักษาแต่ละชนิด ก็จะมีการบำรุงรักษาที่ต่างกันไปบ้างหรือเหมือนกันบ้าง ในหน่วยงานการผลิตแต่ละหน่วยหรือแต่ละโรงงาน แผนงานการบำรุงรักษาในแต่ละที่มักไม่เหมือนกัน ล้วนแต่คิดค้นหาแผนวิธีการบำรุงรักษาเพื่อเอื้อ และอำนวยความสะดวกให้กับสายงานของตน ดังนั้นชนิดการบำรุงรักษาก็มีหลายวิธีการซึ่งชนิดของงานที่มักใช้กันในโรงงานทั่วไปคือ

- (1) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นแผนบำรุงรักษา ที่ดำเนินการเพื่อป้องกันการหยุดทำงานของเครื่องจักรโดยเหตุฉุกเฉิน ซึ่งสามารถทำได้โดยการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์การทำความสะอาดและการหล่อลื่นโดยถูกวิธีการปรับแต่งให้เครื่องจักรทำงานที่จุดทำงาน (Operating point) รวมถึงการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามกำหนดเวลา
- (2) การบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance) เป็นแผนบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักร และอุปกรณ์นั้นเกิดชำรุด และต้องหยุดเป็นกรณีฉุกเฉิน วิธีการนี้จะเป็นวิธีการดั้งเดิมในการบำรุงรักษา แต่ยังจำเป็นต้องนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เนื่องจากเครื่องจักรทั้งหลาย แม้จะได้รับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอย่างดีแล้วเพียงใดก็ตาม ก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุเสียหายโดยฉุกเฉินขึ้นได้ตลอดเวลา ซึ่งอาจจะเกิดจากปัจจัยอื่นๆ

2.3 แผนการซ่อมบำรุง (Maintenance Plan)

แผนการซ่อมบำรุง (Maintenance Plan) คือโครงการหรือแบบแผนหลักของแผนซ่อมบำรุงเพื่อการบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด ซึ่งจะประกอบด้วย

- (1) คนงาน ต้องมีรายละเอียดส่วนตัว ประวัติ อายุงาน
- (2) เครื่องจักร ต้องมีรายละเอียดชิ้นส่วนต่างๆ เช่น รายการบันทึกการใช้งาน รายการการบำรุงรักษาและอะไหล่
- (3) รายการซ่อมบำรุง ต้องมีรายละเอียดจุดที่ต้องซ่อม
- (4) ตารางกำหนดการซ่อมบำรุงประกอบด้วย ตารางกำหนดเวลาในการบำรุงรักษา เช่น การบำรุงรักษาประจำปี

2.4 การวัดประสิทธิภาพ

การวัดประสิทธิภาพของผลที่ได้จากการจัดแผนการบำรุงรักษาที่ดี มีหลายวิธีด้วยกัน แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะที่จะนำมาใช้กับงานวิจัยนี้ได้แก่ อัตราเฉลี่ยขัดข้อง (MTBF)

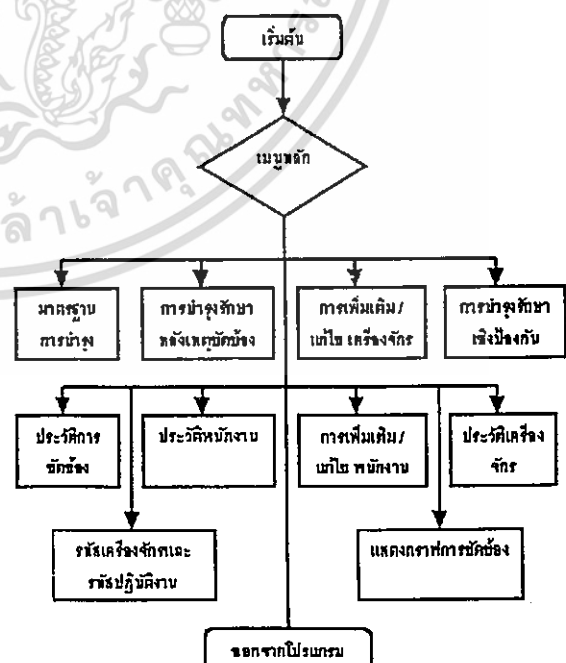
$$MTBF = \frac{\text{ผลรวมเวลาการทำงานของเครื่องจักร}}{\text{ผลรวมจำนวนครั้งที่หยุดเครื่อง}}$$

ซึ่งจะวัดค่าอัตราเฉลี่ยขัดข้องก่อนที่จะทำการจัดทำแผนงานบำรุงรักษาและหลังจากดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาแล้ว ถ้ากราฟค่าอัตราเฉลี่ยขัดข้องมีค่าสูงขึ้น แสดงว่าเมื่อมีการบำรุงรักษาตามแผนแล้ว ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยของเครื่องจักรต่อการขัดข้องแต่ละครั้งมีค่าสูงขึ้น ซึ่งสามารถประเมินได้ว่าเมื่อมีการปฏิบัติตามแผนงานการซ่อมบำรุงรักษาแล้ว เครื่องจักรเกิดการขัดข้องน้อยลงนั้นหมายถึงว่าเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีสมรรถนะดีขึ้น

3. การสร้างชุดวิเคราะห์และควบคุม

หลังจากที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ความต้องการของระบบแล้วจึงได้ทำการออกแบบโปรแกรม

- (1) ออกแบบ User Interface ของโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วย หน้าต่างการใช้งานต่างๆ เช่น หน้าต่างเมนูหลักของโปรแกรม หน้าต่างวิเคราะห์อัตราเฉลี่ยขัดข้อง
- (2) ออกแบบระบบฐานข้อมูลโดยทำการสร้างฐานข้อมูลการทำงานระหว่าง โปรแกรมกับฐานข้อมูลของ MS Access ให้ข้อมูลต่างๆเกิดความสัมพันธ์กัน
- (3) ออกแบบการทำงานของโปรแกรม แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิการทำงานของโปรแกรม

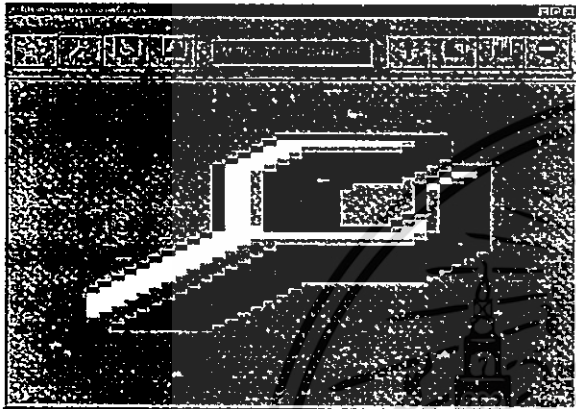
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีการใช้งานของโปรแกรม

โปรแกรมช่วยในการควบคุมการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร จะประกอบด้วยคำสั่งต่างๆและการใช้งานดังนี้

4.1 เมนูหลักของโปรแกรม

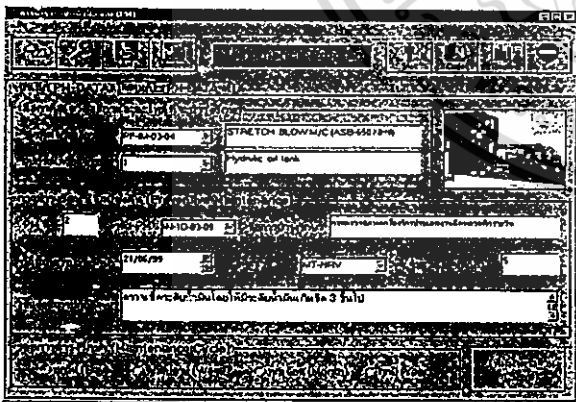
เมนูหลักของโปรแกรม ใช้สำหรับเลือกดูข้อมูลต่างๆของโปรแกรม ไม่ว่าจะเป็นวิธีการใช้งานโปรแกรมซึ่งผู้ใช้งานสามารถศึกษาการใช้งานได้ด้วยตนเอง หรือจะเป็นในส่วนของการใช้งานในด้านการบำรุงรักษาต่างๆเช่น หมวดการกำหนดมาตรฐานการบำรุงรักษา หมวดการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง หรือจะเป็นในส่วนของการหมวดแสดงกราฟอัตราเฉลี่ยขัดข้อง แสดงดังรูปที่2



รูปที่ 2 หน้าต่างเมนูหลักของโปรแกรม

4.2 เมนูมาตรฐานการบำรุงรักษา (DATA)

ใช้สำหรับวางแผน และกำหนดงานการบำรุงรักษาเครื่องจักรแต่ละเครื่องโดยจะต้องกำหนดแผนงาน เช่น กำหนดรอบของการบำรุงรักษาเป็นรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายปี กำหนดวันที่จะทำการบำรุงรักษาครั้งแรกกำหนดช่วงซ่อมที่จะปฏิบัติงาน เวลาที่ใช้ปฏิบัติงาน และรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 3

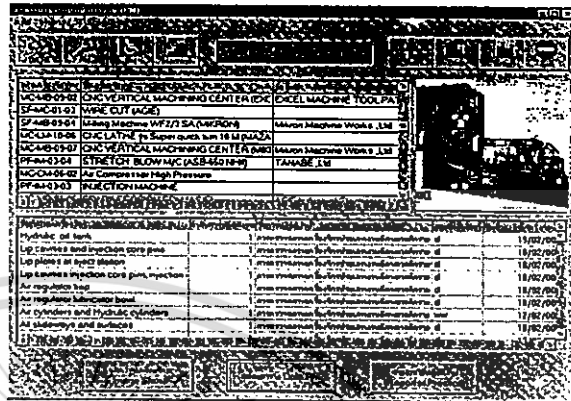


รูปที่ 3 หน้าต่างกำหนดมาตรฐานการบำรุงรักษา

4.3 เมนูการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)

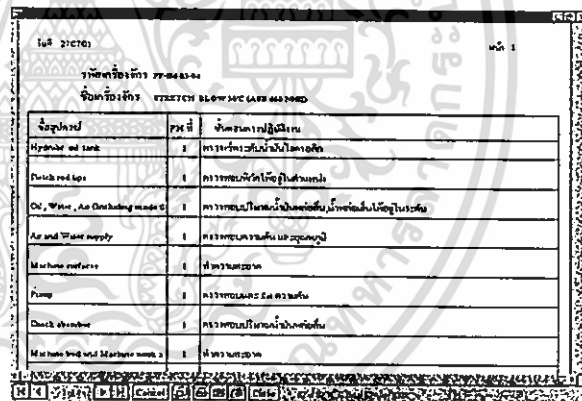
ใช้สำหรับแสดงรายงานของการควบคุมงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
ส่วนนี้จะวิเคราะห์แผนงานการบำรุงรักษา ซึ่งสามารถดูงานบำรุงรักษา

โดยมีรายละเอียดต่างๆ เช่น ชิ้นส่วนที่ต้องซ่อมบำรุง เวลาที่ใช้ ช่วงที่ต้องปฏิบัติงานและวันที่ต้องปฏิบัติงานซ่อมซึ่งส่วนนี้จะทำให้สามารถวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย อะไหล่ รวมทั้งเวลาที่ใช้ได้ล่วงหน้า ทำให้เกิดประสิทธิภาพของการจัดการควบคุมค่าใช้จ่าย และเวลาที่ต้องเสียไป แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 หน้าต่างแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ส่วนรายงานแผนงานการซ่อมบำรุงรักษา และรายละเอียดวิธี ขั้นตอนการปฏิบัติงานของการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร สามารถที่จะ พิมพ์ออกเป็นรายงานทางเครื่องพิมพ์ได้ เพื่อใช้เก็บเป็นเอกสารอ้างอิง แสดงดังรูปที่ 5

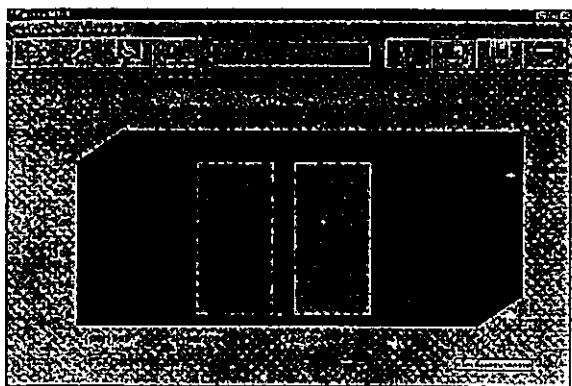


รูปที่ 5 รายงานแผนงานการควบคุมการบำรุงรักษา

ในกรณีที่ผู้จ้างแผนงาน หรือช่างผู้ปฏิบัติงานเกิดความสับสนว่า
ชิ้นส่วนที่จะต้องบำรุงรักษาอยู่ตรงไหน โปรแกรมกราฟิกที่จะเปิดดูรูป
อธิบายชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องจักรได้ แสดงดังรูปที่ 6

4.4 แผนการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (BM)

ในส่วนนี้ใช้สำหรับบันทึก ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร เช่น ชื่อของเครื่องจักรที่ขัดข้อง ชิ้นส่วนที่ขัดข้องชำรุด อาการขัดข้อง วิธีการแก้ไขข้อขัดข้อง ช่างปฏิบัติการซ่อม ซึ่งในส่วนนี้จะมีประโยชน์ ในการเก็บประวัติการขัดข้องของเครื่องจักร และใช้วิเคราะห์ความถี่ในการเกิดอาการขัดข้อง และเพื่อใช้ในการอ้างอิงในกรณีที่เกิดเครื่องจักรเกิดอาการชำรุดแบบเดิมช่างซ่อมคนอื่นสามารถค้นหาแนวทางในการแก้ไขได้



รูปที่ 15 กราฟอัตราเฉลี่ยขัดข้อง

6. สรุป

จากการนำโปรแกรมช่วยควบคุมการซ่อมบำรุงรักษา ไปใช้งานที่บริษัทขึ้นรูปพลาสติกแห่งหนึ่ง ซึ่งแต่เดิมการซ่อมบำรุงรักษายังเป็นแบบการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง และการเก็บข้อมูลการขัดข้องหรือการบำรุงรักษายังเป็นแบบเอกสารอยู่ ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากในการหาข้อมูลและข้อมูลบางอย่างยังเกิดการสูญหาย หลังจากที่ได้นำโปรแกรมไปจัดแผนงานการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร ในประเภทงานฉีดพลาสติก เช่น เครื่อง Stretch Blow M/C เครื่อง Injection Machine และเครื่อง Air Compressor High Pressure เป็นต้น

โปรแกรมสามารถจัดแผนงานการบำรุงรักษาได้อย่างมีระบบทำให้การอัตรากาเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรลดลง รวมทั้งเกิดความสะดวกในการควบคุมงานซ่อมบำรุงรักษาจนเป็นผลที่น่าพอใจอย่างยิ่ง ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- (1) สามารถแสดงแผนงาน และกำหนดแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งเกิดจากการคำนวณ และวิเคราะห์ได้
- (2) สามารถดูประวัติการขัดข้องของเครื่องจักร และความถี่ในการเกิดการขัดข้องย้อนหลังได้
- (3) สามารถจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเครื่องจักร ข้อมูลช่างซ่อมบำรุง ข้อมูลการวิเคราะห์การขัดข้อง
- (4) การรายงานข้อมูลการขัดข้อง สามารถสรุปผลได้ในรูปแบบของตารางและกราฟอัตราเฉลี่ยการขัดข้อง (MTBF) ได้อันเป็นสิ่งจำเป็นในการตรวจสอบ และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดแผนงานบำรุงรักษาโดยใช้โปรแกรมควบคุมได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท เกษมสินทรัพย์พลาสติก ที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือด้านข้อมูลต่างๆของเครื่องจักร และนำโปรแกรมไปใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] กล้าหาญ วรพุทธิพร "การบำรุงรักษาวิผล" กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2527.
- [2] ชงชัย เสริมพงษ์พันธ์ "วิศวกรรมการซ่อมบำรุง" กรุงเทพฯ, 2540
- [3] Lindley R .Higgins "Maintenance Engineering Handbook" NewYork : McGraw – Hill Book, 1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายอำนาจ นุญลอย
 วัน เดือน ปีเกิด 18 กันยายน 2519 ที่ จ.ตราด
 ที่อยู่ 46 หมู่ 2 ต.อ่าวใหญ่ อ.เมือง จ.ตราด 23000 โทร.0-3954-3193
 ประวัติการศึกษา 2543 อดิศาสตร์ศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง
 (เกียรตินิยมอันดับ 2) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 ประสบการณ์ทำงานและผลงานวิจัย
 พ.ศ.2545 เสนองานวิจัยเรื่อง โปรแกรมช่วยในการควบคุมงานซ่อมบำรุงรักษา
 เครื่องจักรในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่ง
 ประเทศไทยครั้งที่ 16
 พ.ศ.2545-ปัจจุบัน โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) จ.ชลบุรี
 - อาจารย์ประจำแผนกช่างยนต์