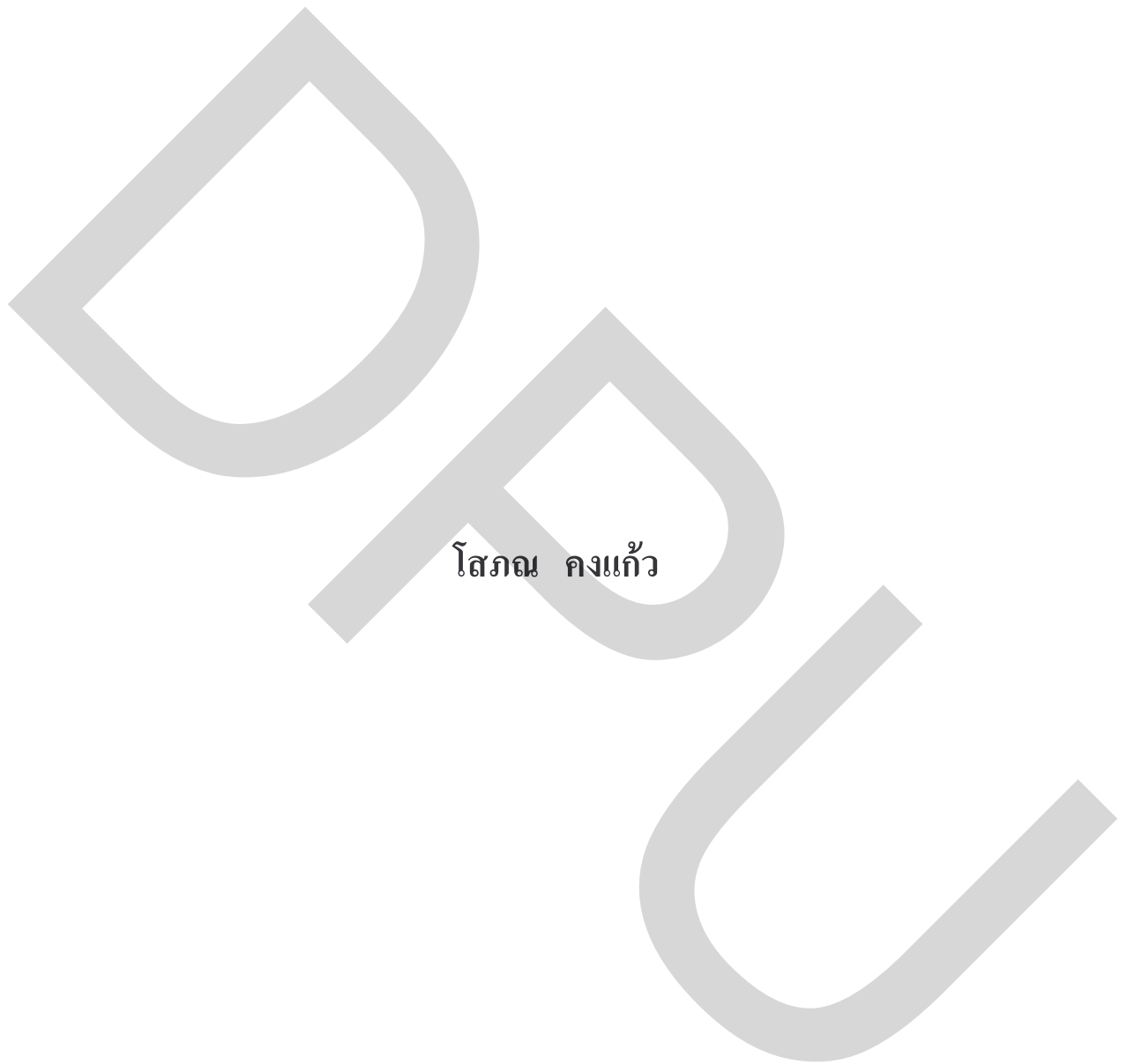


การศึกษาการวางแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2551

A Study of Preventive Maintenance Planning for Chiller System



SOPHON KHONGKAEW

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

Department of Building Technology Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2008

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง “ การศึกษาการวางแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น” ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ ตลับแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาได้สละเวลาให้คำปรึกษาและตรวจสอบจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอบคุณคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้แนวคิด ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดระยะเวลาของการศึกษาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อสารนิพนธ์เล่มนี้

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์ของผู้จัดการทั่วไปโรงแรม Zenith ที่ให้ข้อมูลในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ ขอขอบคุณ คุณประยุทธ์ ฤทธิเดชและคุณทองศักดิ์ ศิริยงค์ ที่ช่วยให้คำปรึกษาด้านการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องเสียสละเวลาในการตรวจแบบประเมินการบำรุงรักษา และขอขอบคุณ พ่อ แม่ พี่น้อง ภรรยาและบุตร พี่ๆ และเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจจนสารนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ สุดท้ายนี้ประโยชน์อันใดที่เกิดจากสารนิพนธ์เล่มนี้ก็ล้วนเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านที่กล่าวมาในข้างต้น

โสภณ คงแก้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฉ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
รายการสัญลักษณ์.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา.....	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.5 วิธีการศึกษา.....	5
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.2 วิธีการวิเคราะห์ปัญหา.....	31
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	40
3. ระเบียบวิธีการศึกษา.....	42
3.1 ศึกษาข้อมูลลักษณะของอาคารและจัดเก็บข้อมูล รายละเอียดการซ่อมบำรุงของเครื่องปรับอากาศ.....	42
3.2 หาค่าความเสียหายและผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้น กับระบบปรับอากาศโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Failure mode and effects analysis (FMEA).....	43
3.3 ตรวจสอบแบบประเมินค่าความเสียหาย (FMEA) โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	44
3.4 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเสียหายโดยใช้แผนผังพารโด้.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการศึกษา.....	46
4.1 รายละเอียดการเก็บข้อมูลการปิดซ่อมของระบบ ปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น.....	47
4.2 การวิเคราะห์ค่าความเสียหายโดยวิธี Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	51
4.3 การวิเคราะห์ค่าความเสียหายโดยวิธีแผนผังพारेโต้ (Pareto Diagram).....	64
4.4 การประเมินแบบประเมินการบำรุงรักษาระบบ ปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น.....	79
5. สรุปผลการศึกษา.....	81
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	81
5.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	85
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ.....	90
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาล้างต่อไป.....	91
บรรณานุกรม.....	92
ภาคผนวก.....	95
ประวัติผู้เขียน.....	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงค่าใช้จ่ายงานติดตั้งระบบของโรงแรมต่างๆ ปี 2548.....	1
1.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆ ของโรงแรม Zenith ปี 2550.....	2
1.3 ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบต่างๆ ของโรงแรม Zenith ปี 2547-2551.....	2
2.1 ตัวอย่างแผนงานบำรุงรักษาประจำเดือน.....	14
2.2 ตัวอย่างแผนงานบำรุงรักษาประจำ 3 เดือน.....	14
2.3 ตัวอย่างแผนงานบำรุงรักษาประจำ 6 เดือน.....	15
2.4 ตัวอย่างแผนงานบำรุงรักษารายสัปดาห์.....	17
2.5 แสดงสาเหตุของสิ่งผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้น จากการทำความสะอาดที่ไม่เพียงพอ.....	20
2.6 แสดงการวางแผนในขั้นตอนการเตรียมการ เพื่อเข้าสู่กิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง.....	23
2.7 ตัวอย่างการตรวจสอบด้วยตนเอง.....	24
2.8 ตัวอย่างใบงานบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ.....	26
2.9 ปัจจัยการเลือกเครื่องจักรและอุปกรณ์สำคัญ.....	30
2.10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC).....	31
2.11 ตารางข้อมูลชนิดความบกพร่อง.....	34
2.12 แสดงคอลัมน์สรุปตารางข้อมูลของ Pareto.....	35
2.13 ค่าโอกาสที่จะเกิดความเสียหาย (Occurrence, O).....	36
2.14 ค่าความสามารถในการตรวจพบ (Detection, D).....	37
2.15 ตารางข้อมูลชนิดความบกพร่อง.....	38
2.16 แสดงคอลัมน์สรุปตารางข้อมูลของ Pareto.....	39
4.1 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Chiller.....	48
4.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Chiller Water Pump.....	49
4.3 ข้อมูลสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Condenser Water Pump.....	49
4.4 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Cooling Tower.....	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.5 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Air handing Unit.....	50
4.6 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Fan Coil Unit.....	51
4.7 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Chiller โดย FMEA.....	55
4.8 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Chiller Water Pump โดย FMEA.....	58
4.9 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Condenser Water Pump โดย FMEA.....	59
4.10 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Cooling Tower โดย FMEA.....	60
4.11 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Air handing Unit โดย FMEA.....	62
4.12 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Fan Coil Unit โดย FMEA.....	63
4.13 แสดงข้อมูลการตรวจสอบ (Check Sheet)	
ชั่วโมงการปิดซ่อมของแต่ละชนิดเครื่องจักร.....	64
4.14 สรุปข้อมูล Pareto Diagram เรียงลำดับข้อมูลชั่วโมง	
การปิดซ่อมเครื่องจักรจากมากไปหาน้อย.....	65
4.15 ภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) ของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller).....	66
4.16 สรุปข้อมูลภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN)	
เพื่อหาพาเรโต้ของอุปกรณ์ส่วนทำน้ำเย็น (Chiller)	
ของระบบปรับอากาศ.....	67
4.17 ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของเครื่องสูบน้ำเย็น	
และเครื่องสูบน้ำระบายความร้อน (Chiller Water Pump และ	
Condenser Water Pump).....	69
4.18 สรุปข้อมูลภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN)	
เพื่อหาพาเรโต้ของอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำเย็น (CHP)	
และเครื่องสูบน้ำระบายความร้อน (CDP)ของระบบปรับอากาศ.....	70
4.19 ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower).....	70
4.20 สรุปข้อมูลภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN)	
เพื่อหาพาเรโต้ของอุปกรณ์หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower).....	72
4.21 ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของเครื่องส่งลมเย็น	
(Air Handing Unit และ Fan Coil Unit).....	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.22 สรุปข้อมูลภาพรวมของการเกิดความเสี่ยง (RPN) เพื่อหาพาเรโต้ของอุปกรณ์เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit และ Fan Coil Unit).....	74
4.23 ภาพรวมของการเกิดความเสี่ยงของ Cooling Tower โดยแสดงสาเหตุและการปรับปรุงจากวิธีการวิเคราะห์แบบ FMEA.....	75
4.24 ภาพรวมของการเกิดความเสี่ยงของเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit และ Fan oil Unit).....	76
4.25 ภาพรวมของการเกิดความเสี่ยง (RPN) เพื่อหาพาเรโต้ของอุปกรณ์เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit และ Fan Coil Unit).....	77
4.26 ภาพรวมของการเกิดความเสี่ยงของ AHU และ FCU โดยแสดงสาเหตุและการปรับปรุงจากวิธีการวิเคราะห์แบบ FMEA.....	78

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบต่าง ๆ ของโรงแรม Zenith ปี 2550.....	3
1.2 ค่าบำรุงรักษาของระบบต่างๆ ของโรงแรม Zenith.....	3
2.1 การแบ่งชนิดของการบำรุงรักษาตามลักษณะการบำรุงรักษา เชิงป้องกันและการแก้ไข.....	9
2.2 ส่วนประกอบของมาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	11
2.3 แผนผังแสดงผลของการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาด้วยตนเอง.....	25
2.4 แผนผังแสดงกระบวนการวิเคราะห์ห้ของ Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).....	33
2.5 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์จำนวนของเสีย กับเปอร์เซ็นต์สะสมของของเสีย.....	39
3.1 ลักษณะของอาคารที่ทำการศึกษา.....	42
3.2 ผังแสดงอุปกรณ์ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น.....	44
4.1 กราฟพาวเรโต้แสดงความสัมพันธ์ของชนิดเครื่องทำน้ำเย็น กับเปอร์เซ็นต์สะสมของชั่วโมงการปิดซ่อม.....	65
4.2 กราฟพาวเรโต้แสดงความสัมพันธ์ของความเสียหาย ของ Chiller กับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย.....	68
4.3 กราฟพาวเรโต้แสดงความสัมพันธ์ของความเสียหาย ของ CHP และ CDP กับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย.....	71
4.4 กราฟพาวเรโต้แสดงความสัมพันธ์ของความเสียหาย ของ Cooling Tower กับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย.....	74
4.5 กราฟพาวเรโต้แสดงความสัมพันธ์ของความเสียหาย ของอุปกรณ์เครื่องส่งลมเย็น(Air Handling Unit และ Fan Coil Unit) กับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย.....	77

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์

ความหมาย

PR

Preventive Repair

IM

Improvement Maintenance

CM

Corrective Maintenance:

IM

Improvement Maintenance

IOC

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ

กับจุดประสงค์เนื้อหาที่วัด /นิยามของพฤติกรรม

 $\sum_{i=1}^n R$

คะแนนรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

FMEA

Failure mode and effects analysis

FCU

Fan Coil Unit

AHU

Air handing Unit

RPN

ภาพรวมของการเกิดความเสียหาย

CDP

Condenser Water Pump

CDP

Chiller Water Pump

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาการวางแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ แบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น
ชื่อผู้เขียน	โสภณ คงแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ ตลับแก้ว
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร
ปีการศึกษา	พ.ศ 2551

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการหาค่าความเสียหายและผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น โดยนำข้อมูลการซ่อมบำรุงของโรงแรม Zenith มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการกระบวนการอย่างเป็นระบบที่จะนำไปสู่ การชี้ให้เห็นถึงปัญหา และการป้องกันปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยวิธี FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)

โดยการศึกษาได้นำเสนอการประยุกต์และวิเคราะห์การวางแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเสียหายของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศที่ประกอบด้วย Chiller, Chiller water pump, Condenser water pump, Cooling tower, Air handing unit และ Fan coil unit เพื่อให้ทราบปัญหาด้านความเสียหาย/ขัดข้อง ตั้งแต่เนิ่นๆ จะได้มีการประเมินความเสี่ยงต่างๆ ก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้น

การวิเคราะห์ค่าความเสียหายโดยวิธี FMEA เป็นวิธีการตรวจสอบเพื่อหามาตรการในการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อความถูกต้อง โดยวิเคราะห์ภาพรวมการเกิดความเสียหาย(RPN) และนำผลของค่า RPN มาใช้ในการกำหนดลำดับการบำรุงรักษา ก่อนและหลังตามความสำคัญของความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยค่า RPN ยิ่งมีค่าสูง นำมาพิจารณาเป็นลำดับแรก และสามารถทำการปรับปรุงวิธีการตรวจเช็คเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น สามารถที่จะคาดการณ์การเกิดความเสียหาย ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา พร้อมทั้งจัดตั้งงบประมาณประจำปีในการบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้าได้อย่างเหมาะสม เช่น ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนน้ำมันคอมเพรสเซอร์จากเดิมที่เคยตั้งไว้ 45,000 บาท เหลือเพียง 15,000 บาทต่อปี เป็นต้น

Thematic Paper Title	A Study of Preventive Maintenance Planning for Chiller System
Author	Sophon Khongkaew
Thematic Paper Advisor	Asst. Prof. Dr. Sompoap Talabgaew
Department	Building Technology Management
Academic Year	2008

ABSTRACT

This research have been objective for damage cost and other effective to be incur in Chiller Water System by using the information from The Zenith Hotel to be an analysis process system looking for problem and protection of the problem will be incur. For the benefit from damage analysis has been expected to using preventive maintenance and finding of the way for reduce damage in Chiller Water System.

The study method is presented to applying and planning analysis of Chiller Water System maintenance. The analysis damage have using FMEA Method in Chiller equipment are assemble Chiller, Chiller Water Pump, Condenser Water Pump, Cooling Tower, Air Handling Unit and Fan Coil Unit to begin receiving the damage problem/fault for evaluate of risk and other damages to be happen.

The result from this research by using FMEA to be finding damage cause and other effective for specific checking time and maintenance of Chiller Water System.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ระบบการบำรุงรักษามีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับอาคารสาธารณูปโภค อย่างอาคารประเภทโรงแรม อาคารสำนักงาน และโรงงาน เป็นต้น ซึ่งอาคารดังกล่าวต้องมีการวางแผนการบำรุงรักษาที่ดี เพื่อใช้ในการควบคุมการกำหนดงบประมาณค่าใช้จ่ายรวมถึงการคำนวณระยะเวลาการเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆในงานระบบของอาคาร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหา

เกชา (2540) อาคารขนาดใหญ่จะแบ่งระบบที่สำคัญออกเป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล ระบบป้องกันอัคคีภัย ทุกระบบล้วนมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการติดตั้งงานระบบในอาคาร ประเภทโรงแรมพบว่า การติดตั้งระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็นมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงที่สุดเมื่อเทียบกับงานระบบอื่นในอาคาร ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงค่าใช้จ่ายงานติดตั้งงานระบบของโรงแรมต่าง ๆ ปี 2548

อาคาร	ระบบปรับอากาศ	ระบบไฟฟ้า	ระบบสุขาภิบาล	ระบบป้องกันอัคคีภัย
โรงแรม Novotel	9,790,000	6,300,000	5,800,000	4,800,000
โรงแรม The Ascot	8,720,000	6,300,000	5,380,000	3,890,000
โรงแรม Sommerset	7,630,000	6,400,000	5,390,000	4,670,000
โรงแรม Ananta	9,200,000	7,300,000	6,300,000	5,400,000
โรงแรม Bupot	7,200,000	6,300,000	5,490,000	3,790,000
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย	8,508,000	6,520,000	5,672,000	4,510,000
ร้อยละ	33.75	25.86	22.50	17.89

ที่มา : ที่ปรึกษางานก่อสร้างบริษัท ว.ชัยยา

ในอาคารขนาดใหญ่จะติดตั้งระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น เนื่องจากน้ำสามารถสูบได้ระยะทางไกลโดยไม่มีปัญหา และการควบคุมปริมาณน้ำทำได้ง่าย ซึ่งจะมีผลทำให้การควบคุมอุณหภูมิทำได้ง่ายและแม่นยำขึ้น

ตารางที่ 1.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆ ของโรงแรม Zenith ปี 2550

ระบบ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม	เฉลี่ย	ร้อยละ
ระบบปรับอากาศ (kWh)	5,267	5,437	6,171	6,398	6,342	6,097	5,987	6,154	5,998	5,870	5,793	6,534	72,048	6,004.00	83
ระบบแสงสว่าง (kWh)	1,254	1,220	987	769	665	622	459	432	543	451	665	698	8,765	730.42	10
ระบบป้องกันอัคคีภัย (kWh)	867	765	643	543	439	467	437	334	436	330	534	543	6,338	528.17	7

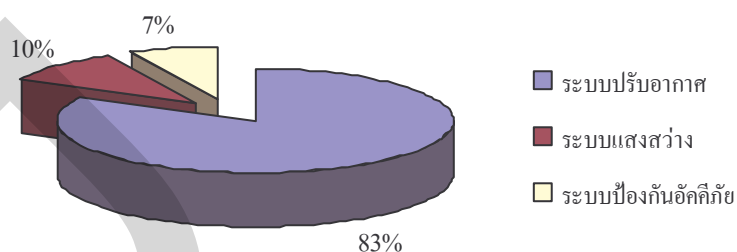
ที่มา: แผนวิศวกรรมของโรงแรม Zenith

ตารางที่ 1.3 ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบต่างๆ ของโรงแรม Zenith ปี 2547-2551

ระบบ	2547	2548	2549	2550	2551
ปรับอากาศ	560,000	600,000	700,000	700,000	900,000
ไฟฟ้า	450,000	550,000	600,000	600,000	650,000
สุขาภิบาล	410,000	410,000	470,000	470,000	530,000
ป้องกันอัคคีภัย	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000

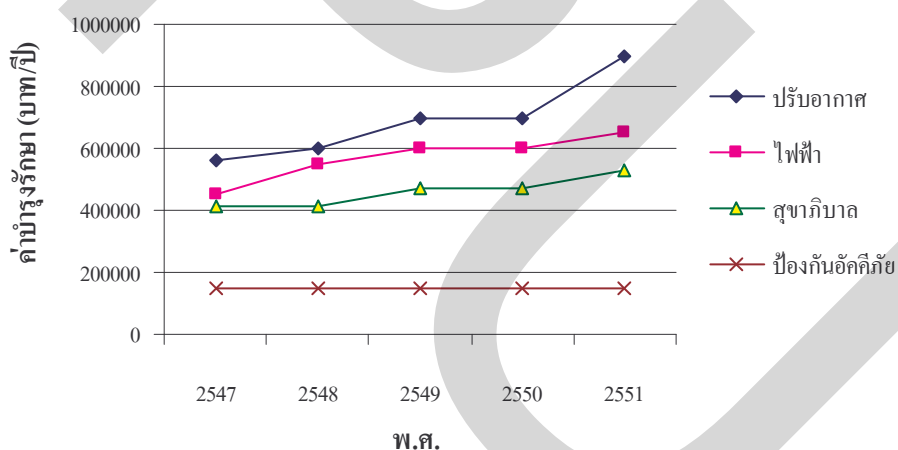
ที่มา: แผนวิศวกรรมของโรงแรม Zenith

เมื่อพิจารณาข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆมาสร้างกราฟเพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละระบบของอาคารโรงแรม Zenith ได้ตามรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบต่าง ๆ ของโรงแรม Zenith ปี 2550
ที่มา : แผนวิศวกรรมของโรงแรม Zenith

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบต่างๆ พบว่าในการใช้พลังงานของอาคารประเภทโรงแรม ระบบปรับอากาศจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดเมื่อเทียบกับระบบอื่น ๆ



รูปที่ 1.2 ค่าบำรุงรักษาของระบบต่าง ๆ ของโรงแรม Zenith

ที่มา : แผนก Engineer โรงแรม Zenith

เมื่อพิจารณาในด้านของค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศตั้งแต่ พ.ศ. 2547-2551 ของโรงแรม Zenith พบว่าระบบปรับอากาศเป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงกว่าระบบอื่น ๆ ดังรูปที่ 1.2

การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศในอดีตไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร ซึ่งจะดำเนินการซ่อมต่อเมื่อเครื่องจักรชำรุดเสียหายจนไม่สามารถใช้งานได้แล้ว จึงจะหยุดทำการซ่อมแซม ส่วน

ใหญ่จะใช้ความสามารถเฉพาะตัวของช่างทำการซ่อมแซมกันเอง ซึ่งเป็นการซ่อมบำรุงที่ไม่มีการวางแผนก่อน ในกรณีที่เครื่องจักรในระบบปรับอากาศมีเพียงตัวเดียวอาจจะส่งผลกระทบต่อลูกค้าและผู้ใช้งานในอาคาร และหากมีชิ้นส่วนที่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ จะต้องเสียเวลาในการรอเพื่อซ่อมแซม นอกจากนี้หากไม่มีการวางแผนซ่อมบำรุงที่ดีแล้ว เครื่องจักรของระบบปรับอากาศจะมีการสึกหรอเร็วยิ่งขึ้น และอายุการใช้งานจะสั้นลงกว่าเดิม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนล่วงหน้าในการซ่อมบำรุง

จากการศึกษาพบว่า การบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถช่วยยืดอายุการทำงานของเครื่องจักรและป้องกันการชำรุดเสียหายระหว่างการใช้งาน ทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว ลดเวลาที่หยุดชะงักเนื่องจากเครื่องจักรชำรุด ทำให้วางแผนได้ง่าย และสามารถใช้นักงานซ่อมบำรุงตลอดจนอุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นการนำวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้กับระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็นของโรงแรมในกรณีศึกษาจะส่งผลดีต่อองค์กร ขณะเดียวกันเจ้าของอาคารยังสามารถดำเนินกิจการโดยไม่มีผลกระทบต่อลูกค้าและผู้ใช้งานในอาคาร

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

ศึกษาการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) ขนาดทำความเย็น 250 ตัน ใน โรงแรม Zenith

1.3.2 ศึกษาการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) กับระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

1.3.3 อาคารที่ใช้ทำการศึกษาจะเป็นอาคารประเภทโรงแรม

1.3.4 การประเมินผลจะใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบปรับอากาศจำนวน 5 คน โดยใช้ทฤษฎี IOC

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 มีการวางแผนงานในการจัดการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง

1.4.2 สามารถคำนวณงบประมาณในการบำรุงรักษาที่แม่นยำ โดยข้อมูลจาก FMEA

1.5 วิธีการศึกษา

1.5.1 ทำการศึกษาและรวบรวมเอกสาร หนังสือ วารสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 เก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดการซ่อมบำรุงและค่าใช้จ่าย พร้อมปัญหาและการแก้ไขงานระบบปรับอากาศ

1.5.3 ทำการวิเคราะห์สาเหตุและปัญหาของงานซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

1.5.4 ทำการตรวจแบบประเมินตารางการตรวจเช็คอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ โดยผู้เชี่ยวชาญ

1.5.5 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเสียหายโดยใช้แผนผังพาเรโต

1.5.6 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1.5.7 จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาโดยลำดับ ในประวัติศาสตร์ของมนุษย์เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้มีความหลากหลายในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ สิ่งของอุปโภค และบริโภค สืบเนื่องมาจากความต้องการที่ไม่สิ้นสุดของลูกค้าหรือมนุษย์ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ผลักดันให้องค์กรต่างๆ องค์กรไม่ว่าจะเป็นองค์กรด้านการผลิต องค์กรด้านการบริการ ฯลฯ ต้องนำมาพิจารณาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งในปัจจุบันเชื่อกันว่าความต้องการผลิตภัณฑ์ (Demand) มีน้อยกว่าความสามารถในการผลิตขององค์กรต่างๆ (Supply) โดยมีแนวความคิดเปลี่ยนไปโดยสิ้นเชิงเมื่อเทียบกับยุคปี ค.ศ. 1900 ที่ความต้องการผลิตภัณฑ์มากกว่าความสามารถในการผลิต ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีรูปแบบของเครื่องจักรกลที่ซับซ้อน และมีความสามารถในการผลิตที่หลากหลาย ในความยุ่งยากและสลับซับซ้อนด้านเทคโนโลยีเครื่องจักรกล หุ่นยนต์หรือแม้กระทั่งยานยนต์รุ่นใหม่ ๆ ก็มีผลทำให้ฝ่ายบำรุงรักษาจำเป็นต้องเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ทางด้านการบำรุงรักษา เพื่อให้สามารถดำเนินการซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สอดคล้องกับความต้องการใช้เครื่องจักรในการผลิต ทั้งในแง่ของเวลาและความแม่นยำของผลที่ได้ที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์นั้น

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการบำรุงรักษาโดยแบ่งเป็นหัวข้อหลักๆ ได้ 5 หัวข้อดังต่อไปนี้

- 1) การบำรุงรักษา
- 2) การวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์เชิงป้องกัน
- 3) มาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน
- 4) การบำรุงรักษาเครื่องจักร, อุปกรณ์ ด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ
- 5) การคัดเลือกอุปกรณ์สำคัญสำหรับงานบำรุงรักษา

2.1.1 การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาโดยทั่วไปสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

2.1.1.1 วิธีการปฏิบัติการบำรุงรักษาแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1) การบำรุงรักษาที่วางแผนไว้ (Scheduled Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาตามรายการที่กำหนดไว้ หรือมีการคาดการณ์วางแผนเอาไว้ก่อน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) จะทำตามกำหนดเป็นประจำทุกวัน แม้เครื่องจักรจะอยู่ในสภาพปกติก็ต้องปฏิบัติเป็นประจำ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะงาน คือ

1. การทำความสะอาด (Cleaning) เช่น การทำความสะอาดไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น ไส้กรองอากาศ รวมทั้งการทำความสะอาดชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องจักร สาเหตุที่ทำให้งานทำความสะอาดเครื่องจักรนับเป็นงานก้าวแรกของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คือ

- ขณะทำความสะอาดพนักงานได้เห็นส่วนต่างๆของเครื่องจักรเป็นประจำจนสามารถทราบได้อย่างแน่ชัดว่าสภาพปกติของเครื่องจักรภายนอก สภาพเสียงที่เกิดขึ้น ความสั่นสะเทือน ความร้อนที่เกิดและอื่นๆ ขณะที่เปิดเครื่องปกติเป็นอย่างไร และเมื่อสังเกตเห็นสภาพผิดปกติพื้นฐานจะทำการแก้ไขได้ก่อนที่ปัญหาจะลุกลาม

- การจัดฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกบนเครื่องจักร เป็นการช่วยลดความสึกหรอของเครื่องจักรและความผิดพลาดในการใช้งานเครื่องจักร

- ลดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงาน

2. การหล่อลื่น (Lubrication) การหล่อลื่นเป็นงานพื้นฐานในการป้องกันการชำรุด และช่วยลดความสึกหรอจากการเสียดสีของชิ้นส่วนโลหะของเครื่องจักรทุกชนิด ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรสูงขึ้น เพราะการเคลื่อนไหวนั้นจะเป็นไปโดยมีความฝืดต่ำ

3. การตรวจสภาพ (Inspection) การตรวจสภาพเครื่องจักรในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีเป้าหมายเพื่อค้นหาความบกพร่องขั้นต้นซึ่งอาจจะนำไปสู่การขัดข้องของเครื่องจักรจนถึงต้องหยุดเครื่องจักรในระยะต่อไป ในการปฏิบัติงานบำรุงรักษาจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพื่อทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงสาเหตุการชำรุดและขัดข้องของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักร

4. การปรับแต่งและการเปลี่ยนชิ้นส่วน (Adjustment and Part Replacement)

การใช้งานเครื่องจักรจะมีระบบการหล่อลื่นหรือการตรวจสภาพที่ดีเพียงใด ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความสึกหรอของชิ้นส่วนก็เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การที่จะให้

เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ปกติการปรับแต่งและการเปลี่ยนชิ้นส่วนจึงเข้ามามีบทบาทในงานบำรุงรักษาด้วย

- การปรับแต่ง เป็นวิธีการที่ช่วยให้เครื่องจักรกลับเข้าสู่สภาพปกติที่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามข้อกำหนดของเครื่องจักรนั้นๆ

- การเปลี่ยนชิ้นส่วน เป็นการเปลี่ยนอุปกรณ์ประเภทวัสดุสิ้นเปลืองตามข้อกำหนดของเครื่องจักรนั้นๆ เพื่อที่จะช่วยให้เครื่องจักรกลับสู่สภาพการทำงานปกติ ถึงแม้ว่าวัสดุเหล่านั้นยังอยู่ในสภาพที่ดีก็ตาม

(2) การบำรุงรักษาเพื่อการป้องกัน (Preventive Repair : PR) เป็นการบำรุงรักษาเพื่อการแก้ไขให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีตามช่วงเวลาที่ได้ทำการคาดคะเนไว้ มีขั้นตอนดังนี้

1. การตรวจสภาพ เป็นการตรวจสอบสภาพการทำงานของระบบต่างๆ ของเครื่องจักรว่ามีการทำงานที่ผิดปกติหรือไม่ การหมดสภาพของชิ้นส่วนอุปกรณ์รวมทั้งการค้นหาสาเหตุที่อาจจะก่อให้เกิดการขัดข้องในช่วงการใช้งานต่อไป

2. การซ่อมแซม เป็นการแก้ไขชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ชำรุดบกพร่องที่สามารถทำการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีได้

3. การเปลี่ยนวัสดุอะไหล่ทดแทน เป็นการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดบกพร่องหรือหมดสภาพการใช้งานสำหรับในกรณีที่ส่วนอุปกรณ์นั้นไม่สามารถทำการซ่อมแซมได้

(3) การบำรุงรักษาเพื่อการปรับปรุง (Improvement Maintenance : IM) เป็นการแก้ไขดัดแปลงชิ้นส่วนหรือเปลี่ยนชนิด หรือการซ่อมสร้างขึ้นมาใหม่ก็ได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหลีกเลี่ยงการบำรุงรักษาที่จะเกิดขึ้นอีก หรือต้องการให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพใช้งานได้ดีมีขั้นตอนดังนี้

1. การดัดแปลง (Modification) เป็นการแก้ไขระบบต่างๆ ให้ดีขึ้น และสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้รวมทั้งการดัดแปลงระบบให้สามารถเข้ากับวัสดุอะไหล่ทดแทนที่มีอยู่หรือจัดหาได้ง่าย

2. การซ่อมสร้าง (Restore) เป็นการแก้ไขระบบการทำงานของเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีขึ้นเนื่องจากเครื่องจักรนั้นๆ ได้ผ่านการซ่อมแซมมาหลายครั้งจนไม่สามารถซ่อมแซมตามปกติให้กลับคืนสู่สภาพการใช้งานที่ดีได้

2) การบำรุงรักษาที่ไม่ได้วางแผนไว้ (Off-scheduled Maintenance) เป็นการซ่อมบำรุงแบบฉุกเฉินที่ไม่ได้วางแผนไว้ คือ การบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance)

เป็นการซ่อมบำรุงเพื่อการแก้ไขให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีเช่นเดียวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแต่ไม่ได้คาดการณ์หรือวางแผนไว้ล่วงหน้า

2.1.1.2 ลักษณะการบำรุงเชิงป้องกันและการแก้ไข แบ่งออกได้ดังนี้

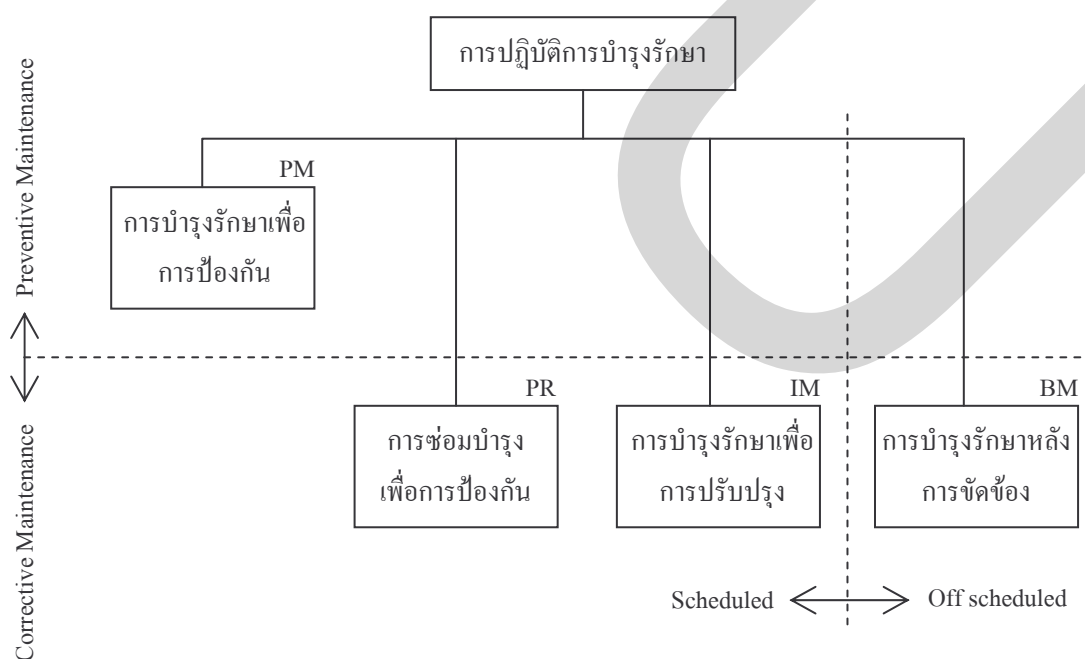
1) การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance: CM) เป็นการบำรุงรักษาเพื่อการแก้ไขให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีตามช่วงเวลาที่ได้ทำการคาดคะเนไว้ มีขั้นตอนดังนี้

(1) การตรวจสอบสภาพ เป็นการตรวจสอบสภาพการทำงานของระบบต่างๆ ของเครื่องจักรว่ามีการทำงานที่ผิดปกติหรือไม่ การหมดสภาพของชิ้นส่วนอุปกรณ์รวมทั้งการค้นหสาเหตุที่อาจจะก่อให้เกิดการขัดข้องในช่วงการใช้งานต่อไป

(2) การซ่อมแซม เป็นการแก้ไขชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ชำรุดบกพร่องที่สามารถทำการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีได้

(3) การเปลี่ยนวัสดุอะไหล่ทดแทน เป็นการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดบกพร่องหรือหมดสภาพการใช้งานสำหรับในกรณีที่ชิ้นส่วนนั้นไม่สามารถทำการซ่อมแซมได้

2) การบำรุงรักษาเพื่อปรับปรุง (Improvement Maintenance: IM) เป็นการแก้ไขดัดแปลงชิ้นส่วนหรือเปลี่ยนชนิด หรือการซ่อมสร้างขึ้นมาใหม่ก็ได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหลีกเลี่ยงการบำรุงรักษาที่จะเกิดขึ้นอีก หรือต้องการให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพใช้งานได้ดีมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2.1 การแบ่งชนิดของการบำรุงรักษาตามลักษณะการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการแก้ไข

(1) การดัดแปลง (Modification) เป็นการแก้ไขระบบต่างๆ ให้ดีขึ้นและสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้รวมทั้งการดัดแปลงระบบให้สามารถใช้กับวัสดุอะไหล่ทดแทนที่มีอยู่หรือจัดหาได้ง่าย

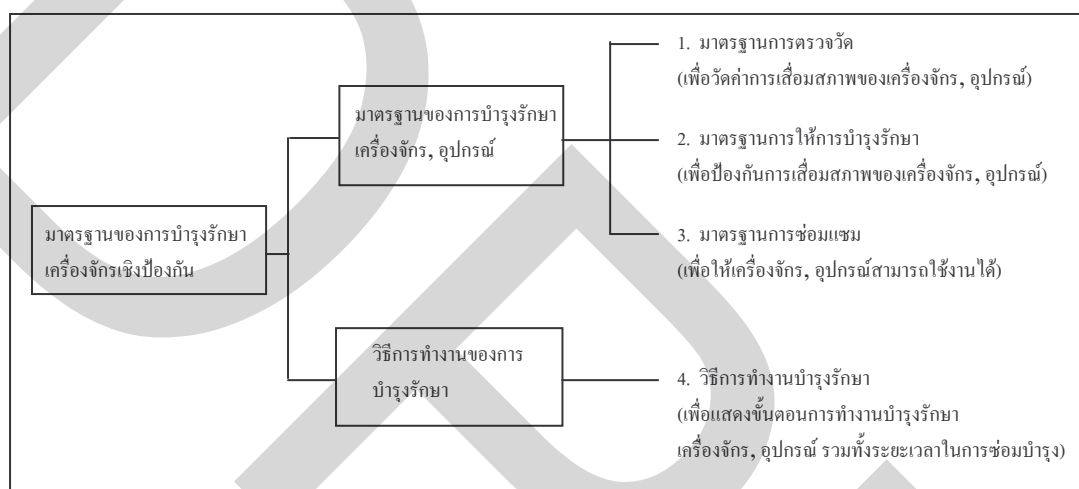
(2) การซ่อมสร้าง (Restore) เป็นการแก้ไขระบบการทำงานของเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีขึ้นเนื่องจากเครื่องจักรนั้นๆ ได้ผ่านการซ่อมแซมมาหลายครั้งจนไม่สามารถซ่อมแซมตามปกติให้กลับคืนสู่สภาพการใช้งานที่ดีได้

2.1.2 การวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์เชิงป้องกัน

Seichi Nakajima (1989) เขียนแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในหนังสือ TPM Development Program, Implementing Total Productive Maintenance ว่าการวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์เชิงป้องกัน โดยแผนกซ่อมบำรุง แผนงานและตารางการดำเนินงานบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์จะต้องมีความสอดคล้องกับการบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ เช่น ความถี่ในการตรวจสอบเครื่องจักรตามระยะเวลาที่กำหนดเพื่อค้นหาสิ่งผิดปกติหรือสถานการณ์ที่อาจจะทำให้เกิดความเสียหายของเครื่องจักร หรือการสูญเสียประสิทธิภาพของการทำงาน จะต้องครอบคลุมชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดหน้าที่รับผิดชอบอันดับแรกของแผนกซ่อมบำรุงคือการจัดการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิผล และต้องขจัดความเสื่อมถอยของเครื่องจักร ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการขาดระบบการหล่อลื่นและขาดระบบการทำความสะดวกที่ดี ดังนั้นทุกครั้งเมื่อมีเครื่องจักรจอดเสียจะต้องมีการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุและปรับปรุงแก้ไข เพื่อขยายอายุการใช้งานของเครื่องจักรและสิ่งที่มีค่าถึงก็คือจะต้องมีการทบทวนอย่างต่อเนื่องในด้านต้นทุนของการบำรุงรักษา การตรวจสอบ การวัด และมาตรฐานเครื่องจักร อุปกรณ์การวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์เชิงป้องกัน เป็นตรวจเช็คตามระยะเวลาที่กำหนด เพื่อค้นหาสิ่งผิดปกติหรือสถานการณ์ที่อาจจะทำให้เกิดการจอดเสียของเครื่องจักร การหยุดชะงักของระบบการผลิต หรือการสูญเสียประสิทธิภาพของการทำงานของเครื่องจักรด้วยวิธีการบำรุงรักษา เพื่อมุ่งสู่การจัด การควบคุมก่อนที่สถานการณ์สูญเสียต่างๆ จะเกิดขึ้น หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันเป็นการค้นหาและแก้ไขสิ่งผิดปกติของเครื่องจักรอุปกรณ์ ก่อนที่ปัญหานั้นจะกลายเป็นสาเหตุของการผลิตของเสีย และความผิดปกติของเครื่องจักรต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น ประกอบด้วยงานหลัก 2 งานด้วยกัน คือ งานการตรวจเช็คเครื่องจักรตามระยะเวลาที่กำหนด และแผนงานการซ่อมบำรุงรักษาเพื่อปรับปรุงสภาพเสียหายของเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้น โดยขึ้นอยู่กับผลการตรวจเช็คเครื่องจักร ส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ การบำรุงรักษาประจำวันอย่างเป็นทางการป้องกันการเสื่อมถอยของสภาพเครื่องจักร, อุปกรณ์ และเป็นส่วนหนึ่งที่มีประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน

กิจกรรมของการวางแผนบำรุงรักษานั้น ประกอบไปด้วยหลายส่วนกิจกรรม เช่น การจัดทำมาตรฐานของการบำรุงรักษา การเตรียมและดำเนินงานแผนการซ่อมบำรุง การบันทึกข้อมูลของการบำรุงรักษา ตารางการซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์รวมถึงระบบการควบคุมชิ้นส่วนซ่อมบำรุงสำรอง การควบคุมสารหล่อลื่น การควบคุมงบประมาณการบำรุงรักษา

2.1.3 มาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของมาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากรูปที่ 2.2 มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันประกอบด้วย 2 ส่วนหลักด้วยกัน คือ

1) มาตรฐานของการบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ คือ มาตรฐานและวิธีการตรวจวัด ความเสื่อมถอยของชิ้นส่วนต่างๆ (วิธีการวัด การทดสอบ) การชี้ชัดลักษณะที่เสื่อมสภาพของชิ้นส่วน (การบำรุงรักษาประจำวัน) และการซ่อมปรับสภาพชิ้นส่วน (การซ่อมแซม) ซึ่งได้มีการแบ่งมาตรฐานออกตามแต่ละหน้าที่ของการบำรุงรักษา เช่น มาตรฐานวิธีการตรวจวัด (ตรวจวัด) มาตรฐานการให้การบำรุงรักษา (บำรุงรักษาประจำวัน) และมาตรฐานการซ่อมแซมชิ้นส่วน (งานซ่อมแซม) มาตรฐานของการบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ดังนี้

2) มาตรฐานการตรวจวัด คือ วิธีการและเทคนิคในการตรวจวัดเครื่องจักร อุปกรณ์ เพื่อค้นหาสิ่งผิดปกติ และขยายอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้นๆ มาตรฐานการตรวจวัดประกอบด้วย บริเวณพื้นที่ในการที่จะตรวจวัดชิ้นส่วนหรือตำแหน่งที่จะตรวจวัด ช่วงเวลาห่างในการตรวจวัด วิธีการตรวจวัด เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด หลักการหรือมาตรฐานในการประเมินค่าวัด วิธีการแก้ไขที่

ถูกต้อง ภาพประกอบ หรือภาพถ่ายส่วนที่ตรวจเพื่อเข้าใจที่เพิ่มมากขึ้น มาตรฐานการตรวจวัดสามารถแบ่งประเภทได้ 2 ประเภท ดังนี้

2.1 การตรวจสอบ ตรวจวัดตามช่วงเวลา นิยมที่จะกำหนดเวลาในการตรวจเป็นมาตรฐาน เช่น มาตรฐานการตรวจวัดประจำวัน, ประจำสัปดาห์, ประจำเดือน, ประจำ 3 เดือน, ประจำ 6 เดือน, ประจำปี เป็นต้น

2.2 การตรวจสอบ ตรวจวัดตามชิ้นส่วน คือ การตรวจวัดชิ้นส่วนโดยกำหนดตามประเภทของชิ้นส่วนอุปกรณ์ เช่น ชิ้นส่วนเครื่องกล อุปกรณ์ไฟฟ้า ชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์ เป็นต้น

การตรวจสอบ ตรวจวัดเครื่องจักร อุปกรณ์ นั้นต้องอาศัยทั้งความรู้ลึก และเครื่องมือวัด รวมทั้งวิธีและขั้นตอนที่ถูกต้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ที่สุดสำหรับเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งจะสามารถกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปนี้

- การตรวจสอบ ตรวจวัด ขณะเดินเครื่อง (On Stream Inspection) เพื่อตรวจหาสิ่งผิดปกติในขณะที่ทุกส่วนของเครื่องจักร อุปกรณ์รับภาระงานต่างๆซึ่งได้แก่ ความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหล การสั่นสะเทือน กลิ่น เสียง การรั่วซึม และการใช้กำลังไฟฟ้า และความถูกต้องในการทำงานของเครื่องจักร อุปกรณ์

- การตรวจสอบ ตรวจวัด ขณะหยุดเครื่อง (Shut down Inspection) เป็นสถานะที่สามารถตรวจหาสิ่งผิดปกติที่สามารถกระทำได้ขณะหยุดเครื่องเท่านั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจสอบสภาพภายนอก และภายใน ที่สามารถถอดประกอบได้ง่ายเท่านั้น เช่น ศูนย์ของเครื่องจักร การแตกร้าว สึกหรือ การผุกร่อน และแนวโน้มการสึกหรือ และผุกร่อนของชิ้นส่วน

2.1.3.1 มาตรฐานการให้การบำรุงรักษา

มาตรฐานที่กำหนดขึ้น เราจะต้องคำนึงถึงการให้บริการบำรุงรักษาในด้านต่างๆ เช่น การทำความสะอาด การหล่อลื่น การปรับแต่ง และการเปลี่ยนชิ้นส่วน ดังนั้นตัวอย่างเช่นมาตรฐานการหล่อลื่น จะต้องบอกถึง ชิ้นส่วนที่ต้องการหล่อลื่น วิธีการที่จะส่งจ่ายน้ำมันหล่อลื่นชนิดและปริมาณที่ต้องการใช้น้ำมันหล่อลื่นนั้นและช่วงเวลาห่างที่เหมาะสมการเติมน้ำมันหล่อลื่น

2.1.3.2 มาตรฐานการปรับแต่ง เปลี่ยนชิ้นส่วน และซ่อมแซม

มาตรฐานจะกำหนดวิธีการทำงานและเงื่อนไขของการปฏิบัติ เฉพาะเรื่องการปรับแต่ง การเปลี่ยนชิ้นส่วน และการซ่อมแซม ซึ่งบางครั้งจำเป็นต้องแยกออกจาก ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่มีลักษณะเฉพาะอย่าง หรือแบ่งออกตามชนิดของการซ่อมแซม เช่น งานท่อ งานไฟฟ้า งานตกแต่ง จะต้องระบุถึงวิธีการซ่อมแซม และจำนวนชั่วโมงทำงาน และสามารถทำตามข้อปฏิบัติของมาตรฐานของงานบำรุงรักษา ซึ่งประกอบด้วย การปฏิบัติตามคำแนะนำพิเศษที่ผู้ผลิตเครื่องจักร อุปกรณ์ให้มา เนื่องจาก เครื่องจักร อุปกรณ์บางชนิดต้องการกรรมวิธีพิเศษในการปรับแต่ง หรือ

การประกอบเพื่อป้องกันการเสียหาย บางกรณีอาจช่วยลดเวลาการดำเนินการบำรุงรักษาได้ด้วย การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ถูกต้อง และการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย เป็นต้น

2.1.3.3 วิธีการทำงานของการบำรุงรักษา คือ วิธีการทำงานและกระบวนการทำงานเวลาในการตรวจสอบ การบริการ การซ่อมแซม ประกอบด้วย

1) การวางแผนงานบำรุงรักษา

การวางแผนงานบำรุงรักษาให้มีประสิทธิผลนั้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์เงื่อนไขตรวจประเมินเครื่องจักร อุปกรณ์นั้นอย่างแม่นยำ มีระบบแบบแผน และนำไปพิจารณาเพื่อจัดลำดับของการวางแผนในอนาคต ค้นหาแหล่งที่มี สร้างขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อที่จะให้แน่ใจได้ว่าเป็นแหล่งที่มาที่แท้จริงอย่างเหมาะสมถูกต้องตามความต้องการทุกประการ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่เหมาะสมและการวางแผนบำรุงรักษาที่มีประสิทธิผลต้องการความร่วมมือจากทุกๆ ฝ่ายในองค์กร

2) ชนิดของการวางแผนงานบำรุง

- แผนงานบำรุงรักษาประจำปี การเตรียมแผนงานบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ ประจำปี นั้นต้องการประสานงานของส่วนงานต่างๆ เป็นอย่างดี ทั้งด้านการวางแผนการผลิต ส่วนงานสนับสนุนย่อยอื่นๆ และการจัดหาชิ้นส่วน อุปกรณ์เพื่อการซ่อมบำรุง การจัดทำแผนนี้ใช้สำหรับการตรวจสอบและบำรุงรักษาที่มีอายุการใช้งานต่อเนื่องเป็นช่วงระยะเวลายาวนาน

การเตรียมแผนงานการบำรุงรักษาประจำปี กำหนดลักษณะงานที่ต้องทำงานที่สำคัญที่สุดของการเตรียมแผนงานบำรุงรักษา คือ การแบ่งแยกและระบุงานที่จะต้องทำทั้งหมดในประจำปี ลักษณะงานที่ต้องทำ ได้แก่ ลักษณะที่ต้องปฏิบัติตามกฎหมายกำหนด งานที่เกี่ยวกับความปลอดภัย งานควบคุมมลภาวะ มาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ งานที่กำหนด โดยต้องการควบคุมความแม่นยำ และการตรวจวัดความเสื่อมสภาพของเครื่องจักร การบันทึกการถอดเสียและปฏิบัติหน้าที่บำรุงรักษา เพื่อป้องกันการจอดเสียของเครื่องจักร และงานการเปลี่ยนแปลงแผนงานประจำปี

กำหนดวิธีทำงานที่จะต้องจัดทำแผนงานการบำรุงรักษาประจำปี ลำดับงานที่จะทำ คือ การจัดลำดับงานตามความสำคัญของชิ้นส่วน และกำหนดลำดับก่อนหลัง คาดคะเนช่วงเวลาที่เหมาะสมของการบำรุงรักษา คือ การคาดคะเนกำหนด อายุการใช้งานของชิ้นส่วน อุปกรณ์ และตัดสินใจช่วงเวลาห่างของการซ่อมบำรุง จัดตารางการทำงาน และเวลาในการซ่อมบำรุง และค่าใช้จ่ายประมาณจำนวนวันทำงานที่ต้องการหยุดหรือเพื่อซ่อมบำรุง และเวลาที่ต้องใช้ในการซ่อมบำรุงแต่ละครั้ง ตรวจสอบการเตรียมจัดหาและการจัดลำดับการทำงานยืนยันการ

จัดเตรียมวัสดุที่ต้องการใช้และชิ้นส่วนต่างๆ ที่ต้องการเปลี่ยน และงานที่ผู้รับเหมาจากด้านนอก จะต้องปฏิบัติ

- แผนงานบำรุงรักษาประจำเดือน การเตรียมงานบำรุงรักษาประจำเดือน จะมีพื้นฐานเกี่ยวกับงานบำรุงรักษาประจำปี และรวมไปถึงกิจกรรมปรับปรุงงานต่างๆ ที่เกิดขึ้น ป้องกันการของเสียของเครื่องจักร อุปกรณ์ วัสดุประสงค้อย่างหนึ่งเพื่อเป็นการจัดแบ่งงานของบำรุงรักษา ให้กับพนักงานซ่อมบำรุงเพื่อความเท่าเทียมกัน และเพื่อให้การตรวจเช็คความคืบหน้าในการทำงานบำรุงรักษา

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างแผนงานบำรุงรักษาประจำเดือน

แผนงานบำรุงรักษาประจำเดือน	สภาพใช้งาน	ชื่อผู้ตรวจ	วันที่ ตรวจสอบ
ตรวจเช็คการทำงานของเซ็นเซอร์และลิมิตสวิทช์ ตรวจเช็คการทำงานของเบรกโช้และตั้งระยะเบรก ตรวจสอบสายพานลำเลียงและสัญญาณเตือน ตรวจสอบการทำงานของอินเตอร์ล๊อคของสายพาน ตรวจสอบขั้วไฟฟ้าและหน้าสัมผัสต่างๆ			

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างแผนงานบำรุงรักษาประจำ 3 เดือน

แผนงานบำรุงรักษาประจำ 3 เดือน	สภาพใช้งาน	ชื่อผู้ตรวจ	วันที่ ตรวจสอบ
ตรวจเช็คเกียร์, คัปปลิง, การขันแน่นของสกรู ตรวจเช็คระดับน้ำมันหล่อลื่น ตรวจเช็คสภาพการทำงานและความสะอาดของ รอก ตรวจเช็คสภาพของลูกปืนรอก ตรวจเช็คสภาพของลูกปืนมอเตอร์ ตรวจเช็คแปรงปัดมอเตอร์และเช็คผงเขม่าที่เกิดขึ้น			

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างแผนงานบำรุงรักษาประจำ 6 เดือน

แผนงานบำรุงรักษาประจำ 6 เดือน	สภาพใช้งาน	ชื่อผู้ตรวจ	วันที่ ตรวจสอบ
ตรวจสอบชิ้นการทำงานของคัปปลิ่ง ตรวจสอบสภาพของสายพานตัววี ตรวจสอบระดับน้ำมันในชุดหล่อลื่น ตรวจสอบชิ้นการหล่อลื่น จารบี ที่ล้อหมุนของเครน ตรวจสอบชิ้นการหล่อลื่น จารบี ที่ชุดเกียร์			

การเตรียมแผนการบำรุงรักษาประจำเดือนเป็นแผนงานที่ปฏิบัติของแผนงานประจำปี การจัดงานประจำเดือน จะต้องแสดงให้เห็นสอดคล้องกับแผนบำรุงรักษาประจำปี การบำรุงรักษาจะต้องชี้ชัดได้จากการวิเคราะห์ผลการจดเฉลี่ยของเครื่องจักร และการบันทึกข้อมูลการตรวจสอบเครื่องจักร การบำรุงรักษาจะต้องชี้ชัดได้จากการตรวจสอบประจำวันและการปรับปรุงของฝ่ายผลิต การเปลี่ยนวางผังเครื่องจักร และแผนการติดตั้งเครื่องจักร และเครื่องมือ แผนปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในด้านคุณภาพและความปลอดภัย

- แผนงานบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ ใช้สำหรับการแบ่งงานบำรุงรักษาให้กับงานซ่อมบำรุงแต่ละคน

3) แผนการบำรุงรักษาโครงการหลักทำการ (Major Maintenance Projects) แผนการบำรุงรักษาเฉพาะ เช่น การซ่อมบำรุงเครื่องครั้งใหญ่ หรือการปรับปรุงเครื่องจักรใหม่ แล้ว รวมถึงแผนการจัดหาชิ้นส่วน เครื่องมือต่างๆ สรุปว่าแผนงานบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน จะเกิดประสิทธิผลขึ้นไม่ได้ถ้าปราศจากการเข้าใจอย่างแม่นยำในเงื่อนไขของเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งการที่จะเข้าใจจากเงื่อนไขต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรเป็นเรื่องที่ยากที่ครอบคลุมปัญหาได้ทั้งหมด ดังนั้น การตรวจสอบเครื่องจักร อุปกรณ์ จะสามารถช่วยตรวจสอบมาตรฐานของการบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์นั้น ได้แก่

- การตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน จะใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ ของเราในการตรวจสอบ เช่น การตรวจสอบด้วยตา การฟังเสียง การสัมผัส เพื่อค้นหาสิ่งผิดปกติต่างๆ และป้องกันการชำรุดของเครื่องจักร ก่อนที่จะเกิดขึ้น ซึ่งการตรวจสอบเครื่องจักรลักษณะดังกล่าวนี้ จะปฏิบัติโดยพนักงานที่ทำงานร่วมเครื่องจักรอุปกรณ์นั้น

- การตรวจสอบเครื่องจักรตามระยะเวลาที่กำหนด จะปฏิบัติโดยพนักงานซ่อมบำรุง ขณะที่เครื่องจักร อุปกรณ์ หยุดปฏิบัติงาน ตรวจสอบสภาพการทำงานเครื่องจักร

บำรุงรักษาความแม่นยำ และเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆ ก่อนที่จะเสีย ดังนั้นแผนงานการบำรุงรักษาสามารถจัดทำเตรียมชิ้นงานได้จากข้อมูล การตรวจสอบ การเปลี่ยนชิ้นส่วน การซ่อมบำรุง เป็นต้น

4) ข้อดีของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

- สามารถกำหนดงานการซ่อมบำรุงได้ล่วงหน้า ไม่เกิดปัญหาการทำงานในช่วงเวลาต่อเนื่องกันนานๆ ของแผนกซ่อมบำรุง สามารถเฉลี่ยงานให้กระจายเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมมีความเหมาะสมกับกำลังคนในแผนกซ่อมบำรุง

- มีแผนงานและสภาพการทำงานที่ดี เครื่องจักรจะมีแผนงานการหยุดทำงานไม่ก่อให้เกิดปัญหาไปกระทบแผนกอื่นๆ

- มีความมั่นใจในความพร้อมในการทำงานของเครื่องจักร เพราะชิ้นส่วนในเครื่องจักรพร้อมที่จะใช้งานได้ตลอดเวลา

5) ข้อเสียของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

- เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาใช้และทำการวิเคราะห์เหตุของการขัดข้อง

- ถ้าข้อมูลที่ได้จากการวางแผน มักจะไม่ถูกต้องตามเป็นจริงจะทำให้วิเคราะห์ผิดพลาด

- การเปลี่ยนชิ้นส่วนตามกำหนด ทำให้ไม่ทราบอายุการใช้งานที่แท้จริงของชิ้นส่วนนั้นและเป็นการสิ้นเปลืองในช่วงการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เร็วกว่าที่เป็นจริง

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างตารางแผนบำรุงรักษารายสัปดาห์

เครื่องมือ	R10	R20	R30	F10	F20	F30	หมายเหตุ
สัปดาห์ 1	●	●	●	●	●	●	ยังไม่มีสัปดาห์ R - Robot
สัปดาห์ 2	●	●	●	●	●	●	F - Fixture
สัปดาห์ 3	●	●	●	●	●	●	ดำเนินการแล้ว
สัปดาห์ 4	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 5	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 6	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 7	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 8	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 9	●	●	●	●	○	●	
สัปดาห์ 10	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 11	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 12	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 13	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 14	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 15	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 16	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 17	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 18	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 19	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 20	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 21	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 22	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 23	●	●	●	●	●	●	
สัปดาห์ 24	●	●	●	●	●	●	
↓							
สัปดาห์ 52	●	●	●	●	●	●	

2.1.4 การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ

Kunio Shirose (1996) เขียนแนวทางการบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติในหนังสือ TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries ว่ารูปแบบการทำงานแบบดั้งเดิมของบริษัทที่ก่อตั้งมาเป็นเวลานานจะมีการแบ่งหน้าที่การทำงานตามรูปแบบการทำงานเฉพาะด้าน ส่วนงานใดของพนักงานซ่อมบำรุง ส่วนงานใดของพนักงานฝ่ายผลิต ซึ่งการเปลี่ยนวัฒนธรรมการทำงานแบบดั้งเดิมนี้ไม่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปพนักงานฝ่ายผลิตจะมีความคิดว่า “ฉันมีหน้าที่ใช้...คุณมีหน้าที่ซ่อมแซม” การเปลี่ยนแปลงความคิดพนักงาน

เหล่านั้นเป็น “ฉันมีหน้าที่รับผิดชอบในเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ตนเองใช้งานด้วย” จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างความตระหนักรู้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ตนเองใช้งานประจำวัน โดยจะต้องจัดฝึกอบรมเพิ่มเติมให้กับพนักงานฝ่ายผลิต คือ การเพิ่มทักษะที่จำเป็นของการบำรุงรักษา เช่น การหล่อลื่นชิ้นส่วนที่ถูกต้อง การทำความสะอาดเบื้องต้น และการตรวจสอบอย่างง่าย ตัวอย่างเช่น ลักษณะอาการสิ่งผิดปกติเบื้องต้นของเครื่องจักร เช่น บริเวณรอยต่อประสาน การสึกหรอของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ การสั่นสะเทือนของมอเตอร์ ฟันผงและสิ่งสกปรกบริเวณเครื่องจักร อาการเสื่อมถอยของเครื่องจักรที่ผิดปกติเหล่านี้จะนำไปสู่การบกพร่องและผิดปกติของเครื่องจักร เช่น การจอดเสียของเครื่องจักร ความบกพร่องของคุณภาพผลิตภัณฑ์ ความไม่ปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน รวมถึงการส่งมอบผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนด

ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเข้าใจลักษณะการใช้งานของเครื่องจักรอุปกรณ์ รวมถึงจะต้องศึกษาถึงวิธีการเพื่อค้นหาสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นสัญญาณบอกเหตุล่วงหน้าของอาการเครื่องจักรเสียหาย ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีความสามารถในการพิจารณาเครื่องจักรอุปกรณ์นั้นในส่วนที่มีผลกระทบในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ด้านประสิทธิภาพในการเดินเครื่องจักร และการสังเกตสิ่งผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้น จะต้องอาศัยการวิเคราะห์ 3 ประการดังต่อไปนี้

1) ทักษะการเข้าใจหลักการพิจารณาเงื่อนไขของความปกติและความไม่ปกติอย่างชัดเจน

2) การปฏิบัติตามเงื่อนไข หรือข้อบังคับ และมาตรฐานที่กำหนดไว้

3) การตอบกลับกับสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น อย่างทันทีทันใด

สิ่งที่พนักงานเดินเครื่องสมควรจะเรียนรู้ประกอบด้วย ความรู้ด้านการผลิตและคุณภาพ ความรู้ด้านความปลอดภัย ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกลวิศวกรรมไฟฟ้าและควบคุม ความรู้ด้านวิธีการค้นหาข้อบกพร่อง เทคนิคพิเศษที่สัมพันธ์กับการผลิต การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ในทางปฏิบัติ การทำงานเป็นทีมและการเข้าร่วมสังคม และการดูแลรักษาพื้นที่ปฏิบัติงานรวมถึงสุขอนามัย เงื่อนไขพื้นฐานในการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการอบรมพนักงาน เพื่อให้พนักงานมีความเข้าใจในเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ซึ่งจะทำให้สามารถใช้ได้อย่างถูกต้องตลอดจนสามารถตรวจเช็คระบบต่างๆ ในเบื้องต้นได้ คือ การขันแน่น การหล่อลื่น ระบบการส่งกำลัง พื้นฐานด้านไฮดรอลิกส์ และนิวแมติกส์ ไฟฟ้าเบื้องต้น ระดับของพนักงานในการพัฒนาทักษะ สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ คือ

ระดับ 0 หมายถึง ไม่มีความรู้ในด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์เลย ซึ่งต้องทำการฝึกอบรมพื้นฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ รวมถึงการใช้งานเครื่องมือ การตรวจสอบ ตรวจเช็ค และพื้นฐานอื่นๆ ที่จำเป็น

ระดับ 1 หมายถึง พนักงานมีความรู้เชิงทฤษฎีและได้รับการฝึกอบรมทักษะต่างๆ

ระดับ 2 หมายถึง พนักงานที่มีความรู้เชิงทฤษฎีและสามารถปฏิบัติงานภายใต้การควบคุมดูแล

ระดับ 3 หมายถึง พนักงานที่สามารถบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ด้วยตนเองโดยลำพัง

ระดับ 4 หมายถึง พนักงานที่สามารถฝึกอบรมและสอนผู้อื่นได้ในงานบำรุงรักษาเครื่องจักร

2.1.4.1 ขั้นตอนในการบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติโดยพนักงาน

1) การเตรียมการ เป็นขั้นตอนแรกก่อนดำเนินงานบำรุงรักษาด้วยตนเองซึ่งเป็นขั้นตอนการจัดเตรียมแผนงาน และปรับความเข้าใจของพนักงานให้รู้ว่าทำไมต้องทำกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ทำไมต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพมาตรฐาน และทำการตรวจเช็คเครื่องจักรที่รับผิดชอบ

2) การทำความสะอาดเบื้องต้น การทำความสะอาดเบื้องต้น เป็นวิธีการช่วยให้ค้นพบสิ่งผิดปกติด้วยการสัมผัสเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้งานประจำวัน จะสามารถช่วยให้ค้นพบสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ เช่น การคลายตัวของนัต โบลท์ การสั่นสะเทือน การสึกหรอ การเยื้องศูนย์ ความร้อนที่ผิดปกติหรือการรั่วไหลของน้ำมัน เป็นต้น การทำความสะอาดเครื่องจักรเบื้องต้นนี้เป็นการช่วยยืนยันความปลอดภัยในการทำงานปฏิบัติงาน จะต้องทำความสะอาดอย่างเป็นประจำ สิ่งสกปรก ผุ่น ที่อยู่ ตามส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรอุปกรณ์

3) การค้นหาสาเหตุและวิธีแก้ไขจุดที่เป็นปัญหา เป็นการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่พบจากการทำความสะอาดเบื้องต้นจากต้นกำเนิดของปัญหา เพื่อขจัดให้หมดไปซึ่งในขั้นตอนนี้พนักงานต้องมีความเข้าใจว่าอะไรเป็นสิ่งกำเนิดของปัญหา เช่น คั่นหว่าอะไรคือ สิ่งกำเนิดของสิ่งสกปรก วัสดุที่แปลกปลอม องค์กรประกอบและลักษณะขององค์กรประกอบของเครื่องจักร และการรั่วไหลของน้ำมันเกิดขึ้นได้อย่างไร เป็นต้น จากนั้นจึงทำการกำหนดตำแหน่งของปัญหานั้น กำหนดวิธีการขจัดปัญหา ทำการขจัดปัญหา ตรวจสอบ และสร้างมาตรฐานการดำเนินงาน

ตารางที่ 2.5 แสดงสาเหตุของสิ่งผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการทำความสะอาดที่ไม่เพียงพอ

สาเหตุ	ลักษณะความผิดพลาด
สาเหตุของความผิดพลาดต่างๆ	สิ่งสกปรก เปราะเปื้อน รวมถึง สิ่งแปลกปลอมที่อยู่ในชิ้นส่วนที่หมุน หรือชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ สไลด์เกิดการสึกหรอ ระบบอากาศ และระบบแรงดันน้ำมัน ระบบควบคุมไฟฟ้า เกิดการขัดข้องได้
สาเหตุของคุณภาพผลิตภัณฑ์	ข้อบกพร่องด้านคุณภาพ อาจเกิดจากสาเหตุของสิ่งแปลกปลอม ที่เกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์ หรือความผิดพลาดของเครื่อง อุปกรณ์ ในการตรวจสอบ
สาเหตุของการเสื่อมคุณภาพ	ฝุ่นหรือสิ่งสกปรก ทำให้การตรวจสอบทำได้ยาก การหลวมคลอน รอยแตก ส่วนประกอบกลไกต่างๆ และน้ำมันหล่อลื่นแห้ง ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมถอย
สาเหตุของการสูญเสียความเร็วในการทำงาน	สิ่งสกปรกจะเป็นตัวต้านทานการเกาะยึด และตัวต้านทานการเคลื่อนที่ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียความเร็วในการทำงาน

4) สร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาชั่วคราว เพื่อการดูแลส่งเสริมการรักษาสถานะพื้นฐาน การทำความสะอาด การเติมน้ำมันหล่อลื่น การขันแน่น เพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายของเครื่องจักร ออกมาเป็นรูปของเอกสารมาตรฐานในการปฏิบัติที่สามารถดำเนินการบำรุงรักษาสถานะพื้นฐานได้ในเวลาสั้นๆ และเป็นการหาวิธีการควบคุมดูแลได้โดยประสาทสัมผัสของพนักงานเอง ตัวอย่างเช่น การสร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาสำหรับการหล่อลื่น โดยกำหนดคุณสมบัติของสารหล่อลื่นที่ใช้ให้งานชัดเจน โดยที่พยายามให้สารหล่อลื่นที่ใช้มีความหลากหลายให้น้อยที่สุด เพื่อช่วยต่อการควบคุม จัดทำรายการชนิดของสารหล่อลื่นที่ใช้งาน จัดทำแผนผังแสดงเส้นทางของการหล่อลื่นภายในเครื่องจักร จากปั๊มไปยังท่อน้ำมันหลัก วาล์วเปิดปิด ท่อแยกตามส่วนต่างๆ ที่ต้องการการหล่อลื่น ตรวจสอบว่าสารหล่อลื่นที่ใส่ไปในเครื่องจักรสามารถส่งไปยังจุดที่ต้องการหล่อลื่นได้มากน้อยเพียงใด ตรวจสอบอัตราการใช้ของสารหล่อลื่นในแต่ละวัน หรือสัปดาห์ ตรวจสอบวัดปริมาณการใช้สารหล่อลื่น โดยรวมของการใช้ในแต่ละครั้ง คิดชื่อ

หรือเครื่องหมายแสดงชนิดของสารหล่อลื่นที่ใช้ในทุกจุดของส่วนที่ต้องการสารหล่อลื่น กำหนดจุดศูนย์กลางเป็นสถานที่รวบรวมเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการหล่อลื่น จัดทำข้อกำหนดในการใช้สารหล่อลื่น รวมถึงข้อควรระวังต่างๆ

5) การตรวจวัดเครื่องจักรโดยรวม คือ การวิเคราะห์จุดต่างๆ ในกระบวนการผลิตและทำความเข้าใจถึงโครงสร้าง หน้าที่ ทฤษฎีต่างๆ ของเครื่องจักร จากนั้นฝึกความชำนาญด้านเทคนิคโดยให้เข้าใจหน้าที่ที่สำคัญของส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรต่างๆ และสถานะต่างๆ จากนั้นทำการตรวจสอบส่วนต่างๆ ที่สำคัญของเครื่องจักรว่าไม่มีสิ่งผิดปกติ หรือบกพร่องแล้วทำให้จุดบกพร่องเหล่านั้นกลับสู่สภาพเดิม ในการตรวจสอบจะพยายามให้จุดต่างๆ ของเครื่องจักร อุปกรณ์ที่ต้องตรวจสอบสามารถทำให้มองเห็นได้ชัด โดยการทำสัญลักษณ์ ตัวอย่างของการจัดทำสัญลักษณ์เพื่อให้สามารถเห็นได้ง่าย

- สารหล่อลื่น ทำเครื่องหมายสีเพื่อแสดงทางเข้าของสารหล่อลื่นทำเครื่องหมายหรือข้อความแสดงระดับของน้ำมันและระยะเวลาการใช้งานทำเครื่องหมายแสดงขีดจำกัดบนและล่างของระดับน้ำมัน กำหนดมาตรฐานอัตราการใช้น้ำมันหล่อลื่นต่อเวลามาตรฐาน ทำเครื่องหมายสีที่แตกต่างกันเพื่อแสดงชนิดของสารหล่อลื่นที่แตกต่างกัน ชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ (การขันโบลท์ นัต ให้แน่น) ทำเครื่องหมาย เมื่อ “ตรวจสอบแล้ว”

- ระบบนิวแมติกส์ เกจวัดแรงดันนิวแมติกส์ (ทำเครื่องหมายแสดงระดับแรงดันบนเกจวัดแรงดัน) แสดงระดับน้ำมัน แสดงขีดจำกัดบนและล่างของระดับน้ำมัน แสดงทิศทางการเข้า หรือการออกกับท่อสายลมต่างๆ

- ระบบไฮดรอลิกส์ เกจวัดแรงดันไฮดรอลิกส์ (ทำเครื่องหมายแสดงค่าระดับแรงดันบนเกจวัดแรงดัน) ทำเครื่องหมายแสดงชนิดของน้ำมันไฮดรอลิกส์ที่ใช้หาเครื่องหมายแสดงอุณหภูมิของปั๊มไฮดรอลิกส์

6) การตรวจสอบเครื่องจักรด้วยตนเอง คือ การทบทวนมาตรฐานของการทำความสะอาด มาตรฐานของการหล่อลื่น ภาพรวมของมาตรฐานการตรวจสอบโดยรวม และมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์ รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานต่างๆ เหล่านี้ และการวางแผนการป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นโดยใช้อุปกรณ์เสริม ควบคุมดูแล โดยคู่มือ และทำการปฏิบัติการตรวจสอบแผนกตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสามารถสนับสนุนมาตรฐานการทำการกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติอย่างจริงจัง

ขั้นตอนการดำเนินงานตรวจสอบด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ

- ทบทวนมาตรฐานการทำความสะอาด มาตรฐานการหล่อลื่น และมาตรฐานการตรวจสอบโดยรวม

- การเตรียมมาตรฐานการบำรุงรักษาด้วยตนเอง
- การประสานงานระหว่างมาตรฐานการบำรุงรักษาด้วยตนเองกับมาตรฐาน การตรวจสอบเฉพาะด้านของพนักงานฝ่ายบำรุงรักษา และกำหนดหน้าที่รับผิดชอบให้ชัดเจน
- ปรับปรุงพื้นที่ หรือบริเวณที่ยากต่อการตรวจสอบให้สะดวกเพิ่มขึ้น
- ทบทวนมาตรฐานของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง
- จัดทำตารางเวลาดำเนินงานบำรุงรักษาด้วยตนเอง
- เริ่มต้นดำเนินงานบำรุงรักษาด้วยตนเอง
- ตรวจสอบผลการดำเนินงานภายในหน่วยงาน
- ตรวจสอบผลการดำเนินงานจากภายนอกหน่วยงาน

7) การทำให้เป็นมาตรฐาน คือ การทบทวนบทบาทของพนักงานอีกครั้งหนึ่ง และทำให้งานที่เกี่ยวข้องมีมาตรฐานและประสิทธิภาพ ทำการปรับปรุงวิธีการดูแลรักษาเพื่อสนับสนุนการทำการบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ และประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ช่วยส่งเสริมกิจกรรม นั่นคือ การทำให้วิธีการปรับปรุงต่างๆ ที่ได้ดำเนินงานเป็นมาตรฐานสามารถปฏิบัติงานได้ และสามารถควบคุมได้ รวมถึงสามารถขยายบทบาทของผู้ปฏิบัติให้มีส่วนร่วมกับการบำรุงรักษา เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งของงานที่ปฏิบัติ และพยายามลดความสูญเสียเวลาที่เกิดจากเสียหายของเครื่องจักรอุปกรณ์ ดังนั้นวิธีดำเนินงานของขั้นตอนนี้ได้แก่

- ทบทวนการทำงานของพนักงานใหม่อีกครั้ง (วัตถุประสงค์ รายละเอียด วิธีการ และมาตรฐานการทำงาน)
- ทำการปรับปรุงและจัดหาวิธีการทำงานที่ยังใช้ไม่ได้ใหม่ของการดำเนินงานบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติในขั้นตอนที่ผ่านมาให้มีประสิทธิภาพ และได้มาตรฐาน
- ดำเนินการตรวจสอบสภาพการบำรุงรักษาเพื่อสนับสนุนการตรวจสอบด้วยตนเอง และทบทวนวิธีการควบคุมดูแลโดยการมองด้วยตา เช่น การใช้สัญลักษณ์ภาพ การทำสัญลักษณ์ระดับของการหล่อลื่น เป็นต้น
- ตรวจสอบสถานภาพของการบำรุงรักษา และควบคุมการปฏิบัติงานของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง เช่น บันทึกการเปลี่ยนแปลงของของเสีย เครื่องจักรเสีย การหยุดเครื่องจักร การพัฒนาจุดบกพร่อง และการปรับปรุงแก้ไขมาตรฐานการตรวจสอบด้วยตนเอง

ตารางที่ 2.6 แสดงการวางแผนในขั้นตอนการเตรียมการเพื่อเข้าสู่กิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

หัวข้อแผนงาน	รายละเอียดของแผนงาน
1. ความปลอดภัย	ทำรายการต่างๆ ที่ควรระวัง เพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุต่างๆ หรือบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนที่ทำความสะอาดเบื้องต้น เช่น ไฟฟ้ารั่ว การแพ้สารเคมี อันตรายจากของที่อาจตกได้ เป็นต้น จัดทำมาตรฐานการแก้ไข และทำการฝึกอบรมให้พนักงานมีความรู้ด้านความปลอดภัย
2. สภาพของความเสียหายและความสูญเสียต่างๆ	ทำไม่ต้องเกิดความเสียหายขึ้น ถ้าเกิดความเสียหายขึ้นจะเกิดความสูญเสียอะไรขึ้นตามมา ตรวจสอบสภาพการเกิดของเสีย เครื่องเสีย และการหยุดชั่วขณะของเครื่อง
3. ทำความเข้าใจเครื่องจักร	เขียนภาพอย่างง่ายๆ ของโครงสร้างเครื่อง รู้ถึงการเคลื่อนไหวของเครื่องจักร ถ้าเกิดความสกปรก, น้ำมันรั่วซึม และการหลวมคลอนของนัตและโบลท์จะเกิดผลเสียอย่างไร
4. ความชำนาญที่จำเป็น	ทำความสะอาด วิธีทำความสะอาด วิธีค้นหาจุดบกพร่อง การเติมน้ำมันหล่อลื่น จุดประสงค์ในการหล่อลื่น ชนิดสารหล่อลื่น วิธีการหล่อลื่น ปริมาณ และช่วงเวลาในการหล่อลื่น การขันแน่น จุดประสงค์ในการขันแน่น วิธีการที่ถูกต้องในการขันแน่น และวิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ
5. การควบคุมดูแล และติดตามความก้าวหน้า	วางแผนรายละเอียดของการปฏิบัติ ขั้นตอน ผู้รับผิดชอบ วันเวลา
6. การแสดงให้เห็นผลของกิจกรรม	จัดเตรียมเอกสาร เพื่อควบคุม และประเมินความก้าวหน้าของกิจกรรมจัดบอร์ดกิจกรรมเพื่อแสดงให้เห็นความก้าวหน้าและสถานะที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างการตรวจสอบด้วยตนเอง

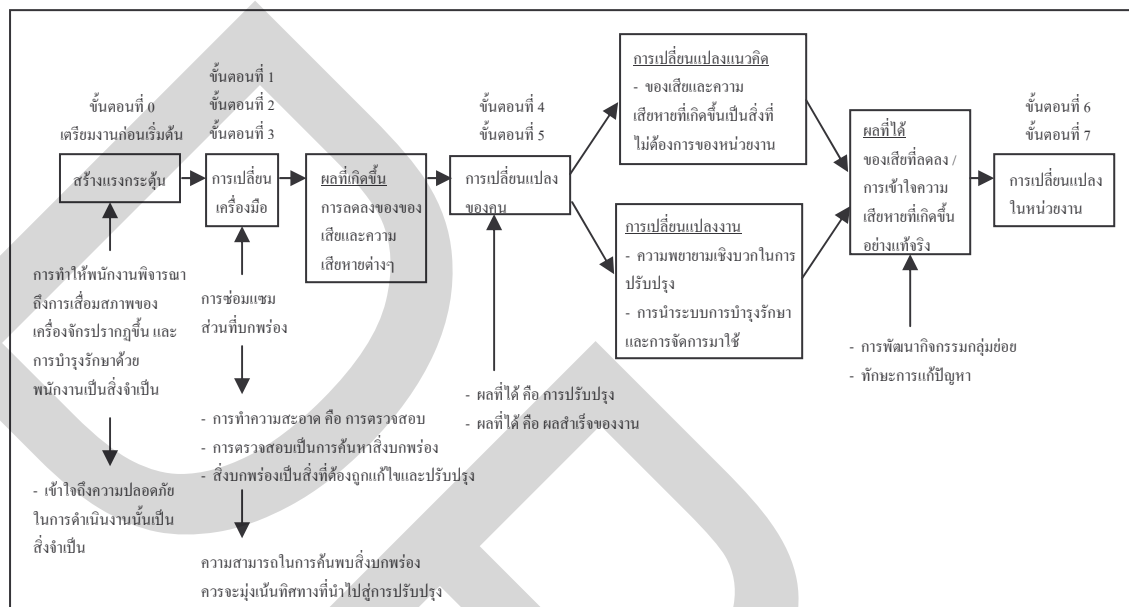
ส่วนประกอบ	จุดสำคัญที่ต้องการตรวจสอบ
1. ถังน้ำมันไฮดรอลิก	<ul style="list-style-type: none"> - เกจวัดระดับน้ำมันชำรุดหรือไม่ - ระดับน้ำมันภายในถังน้ำมันอยู่ในระดับถูกต้องหรือไม่ - มีการรั่วไหล หรือคราบน้ำมันบนพื้นหรือไม่ - มีการหลวมหลุดของ โบลท์ นัต หรือไม่ - ฝาครอบถังน้ำมันปิดเรียบร้อยหรือไม่ ท่อน้ำมันเข้าและไหลกลับสะอาด น้ำมันไหลผ่านได้อย่างสะดวกหรือไม่
2. น้ำมันไฮดรอลิกส์	<ul style="list-style-type: none"> - น้ำมันที่ใช้งานอยู่ถูกต้องตามที่ต้องการใช้หรือไม่ - มีตะกอนหรือฝุ่นผงเจือปนหรือไม่ - มีน้ำเจือปนอยู่หรือไม่ - มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันเช่น สี ความหนืด หรือไม่
3. แผ่นกรองน้ำมัน	<ul style="list-style-type: none"> - แผ่นกรองน้ำมันสามารถใช้งานได้หรือไม่ - มีการรั่วไหลของน้ำมันตามข้อต่อต่างๆ หรือไม่
4. ป้อน้ำมันไฮดรอลิกส์	<ul style="list-style-type: none"> - เกจวัดความดันแสดงค่าวัดความดันที่ผิดปกติหรือไม่ - มีความสั่นสะเทือน, เสียงดัง, ความร้อน ที่ผิดปกติ หรือมีความเสียหาย การหลวมหลุดในชิ้นส่วนต่างๆ ของปั๊มและมอเตอร์หรือไม่

8) การจัดการด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ คือ การสร้างระบบควบคุมดูแลอย่างต่อเนื่องเมื่อเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร พฤติกรรมของพนักงานที่มีกับเครื่องจักร อุปกรณ์ และผลที่ได้รับ รวมถึงการทำให้ของเสียเป็นศูนย์ และควบคุมสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นๆ ได้ ด้วยการมีส่วนร่วมของทุกคนในองค์กร เพื่อให้มั่นใจว่าการบำรุงรักษาบริเวณที่ได้ดำเนินการไว้ไม่ให้ล้มเหลว ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานของขั้นตอนดังนี้

- การวางตำแหน่งของการบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติไว้เป็นหน้าที่หนึ่งในหน่วยงานผลิต

- วางเป้าหมายในเรื่องการบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติไว้เป็นส่วนหนึ่งของนโยบายบริษัท และทำให้เกิดการอุบัติภัยเป็นศูนย์ ของเสียเป็นศูนย์ การหยุดช่วงเวลาสั้นๆ ของเครื่องจักรเป็นศูนย์

- ดำเนินการให้มีการรายงานของกลุ่มผู้ร่วมกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ และให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับระดับผู้บริหารเพื่อให้เกิดกำลังใจ



รูปที่ 2.3 แผนผังแสดงผลของการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาด้วยตนเอง

- ดำเนินการให้มีการประชุมเรื่องการบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ และการทำการปรับปรุงเฉพาะเรื่องอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงและสร้างระบบภายใน

การเตรียมงานก่อนที่จะเริ่มต้นระบบการบำรุงรักษาด้วยตนเอง จะต้องสร้างแรงกระตุ้นให้พนักงานทุกคนเข้าใจถึงการเสื่อมถอยของเครื่องจักรที่เกิดขึ้น และการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยพนักงานเป็นสิ่งจำเป็น และเข้าใจถึงความปลอดภัยในการทำงาน การค้นพบสิ่งบกพร่องในเครื่องจักรอุปกรณ์ด้วยการตรวจสอบและการทำความสะอาด สิ่งบกพร่องนั้นเป็นสิ่งที่ต้องถูกแก้ไขและปรับปรุง โดยมุ่งเน้นทิศทางที่นำไปสู่การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องต่อไป

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างใบงานบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ การบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยพนักงานฝ่ายผลิตแผนกตรวจสอบยาง โรงงานที่ 1 กลุ่มที่ 3

ลำดับ	สถานที่	ข้อกำหนด	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เวลาที่ ใช้ (นาที)	ช่วงเวลา			ผู้รับผิดชอบ
						รายวัน	สัปดาห์	เดือน	
1	ตัวเครื่องฉีดพลาสติก	ไม่มีผง คราบจารบีและสิ่งสกปรก	เช็ด ถู	ผ้าเช็ด เครื่องจักร	10		X		พนักงาน ผลิต
2	ตัวเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ	ไม่มีผง คราบจารบีและสิ่งสกปรก	เช็ด ถู	ผ้าเช็ด เครื่องจักร	30			XX	พนักงาน ผลิต
3	ชุดไฮดรอลิกส์	ไม่มีผง คราบจารบีและสิ่งสกปรก	เช็ด ถู	ผ้าเช็ด เครื่องจักร	5		X		พนักงาน ผลิต
4	กระบอกวัดอุณหภูมิ	ไม่มีผง คราบจารบีและสิ่งสกปรก	เช็ด ถู	ผ้าเช็ด เครื่องจักร	2		X		พนักงาน ผลิต
5	บริเวณรอบที่วางแม่พิมพ์	ใช้แปรงปัดทำความสะอาด	กวาดและแปรงปัด	ไม้กวาด	5	X			พนักงาน ผลิต
6	เครื่องเคลือบผิว	ไม่มีฝุ่นผงและสิ่งสกปรก	เช็ดคราบสีและเปลี่ยนชุดจับ ยึด	แปรงขัด น้ำมัน	60		X		พนักงาน ผลิต
7	พื้นที่ทำงานและทางเดิน	ไม่มีน้ำสะอาด	เช็ด ถู	เครื่องดูดฝุ่น	5	X			พนักงาน ผลิต

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างใบงานบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ การบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยพนักงานฝ่ายผลิตแผนกตรวจสอบยาง โรงงานที่ 1 กลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	สถานที่	ข้อกำหนด	วิธีการ ชนิดของสารหล่อลื่นที่ใช้	เครื่องมือที่ใช้	เวลาที่ ใช้ (นาที)	ช่วงเวลา			ผู้รับผิดชอบ
						รายวัน	สัปดาห์	เดือน	
8	ชุดระบบไฮดรอลิกส์	ระดับน้ำมันตามที่กำหนด	EXXON TERESSO # 60	ปั๊มส่งน้ำมัน	1			X	พนักงาน ผลิต
9	ฐานเลื่อนของเครื่องฉีดพลาสติก	เคลือบผิวด้วยน้ำมัน	EXXON TERESSO # 320	ตัววัดระดับ น้ำมัน	1			X	พนักงาน ผลิต
10	ชุดหมุนเคลื่อนที่ของเครื่องปั๊มขึ้นรูป	ระดับน้ำมันตามที่กำหนด	EXXON TERESSO # 32	ตัววัดระดับ น้ำมัน	1		X		พนักงาน ผลิต
11	เพลาลูกกลิ้งแม่พิมพ์	เคลือบผิวด้วยน้ำมัน	GULLF CUT OIL	ตัววัดระดับ น้ำมัน	1			X	พนักงาน ผลิต
12	กระบอกสูบไฮดรอลิกส์	เคลือบผิวด้วยน้ำมัน	EXXON TERESSO # 2	ปั๊มส่งจารบี	1		X		พนักงาน ผลิต
13	ชุดศูนย์กลางจ่ายน้ำมันหล่อลื่น	ระดับน้ำมันตามที่กำหนด	EXXON TERESSO # 32	ตัววัดระดับ น้ำมัน	3			X	พนักงาน ผลิต
14	ชุดเกียร์กำลังส่ง	ระดับน้ำมันตามที่กำหนด	EXXON TERESSO # 2	ตัววัดระดับ น้ำมัน	1			X	พนักงาน ผลิต

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างใบงานบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ การบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยพนักงานฝ่ายผลิตแผนกตรวจสอบยาง โรงงานที่ 1 กลุ่มที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	สถานที่	ข้อกำหนด	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เวลาที่ ใช้ (นาที)	ช่วงเวลา			ผู้รับผิดชอบ
						รายวัน	สัปดาห์	เดือน	
15	ระดับน้ำมันในถังไฮดรอลิกส์	ระดับน้ำมันตามที่กำหนด	ตรวจสอบด้วยสายตา		1		X		พนักงาน ผลิต
16	อุณหภูมิและความดันในกระบอกสูบ	1.0 - 2.0 bar / 55 - 65 °C	ตรวจสอบด้วยสายตาและ ปรับ		1	X			พนักงาน ผลิต
17	อุณหภูมิน้ำมันไฮดรอลิกส์	45 - 55 °C	ตรวจสอบด้วยสายตาและ ปรับ		1	X			พนักงาน ผลิต
18	ความดันปั๊มไฮดรอลิกส์	ทำความสะอาดไส้กรอง	ตรวจสอบและทำความสะอาด		1	X			พนักงาน ผลิต
19	การหลวมของน็อต สกรู	ไม่มีการหลวม	ตรวจสอบและขันให้แน่น		6	X			พนักงาน ผลิต
20	สายพานพัดลม	ไม่มีการชำรุด	ตรวจสอบด้วยสายตา		1	X			พนักงาน ผลิต
21	ลิมิตสวิตช์ประตูป้องกัน	ไม่มีการหลวมหลุดหรือเลื่อน	ตรวจสอบและขันให้แน่น		1	X			พนักงาน ผลิต

2.1.5 การคัดเลือกอุปกรณ์สำคัญสำหรับงานบำรุงรักษา

ขั้นตอนการคัดเลือกอุปกรณ์สำคัญสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนับว่ามีความสำคัญมาก เพราะถ้าไม่มีการดำเนินงานบำรุงรักษาในอุปกรณ์และจุดที่สำคัญๆ แล้ว จะไม่เกิดผลประโยชน์ที่คุ้มค่าในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเลย

2.1.5.1 การเลือกอุปกรณ์สำคัญมักจัดลำดับความสำคัญโดยการประเมินผลจากประสบการณ์ที่เกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ เช่น ประสิทธิภาพในการผลิต (Production) คุณภาพ (Quality) ต้นทุน (Cost) การส่งมอบ (Delivery) ความปลอดภัย (Safety) และสภาวะแวดล้อม (Morale) เป็นต้น หรือจะใช้วิธีจัดลำดับก่อนหลังโดยนำเอาความสูญเสียจากการหยุดเครื่อง ค่าใช้จ่ายในงานบำรุงรักษาและอื่นๆ มาวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณที่คงที่แน่นอน สำหรับอุปกรณ์และเครื่องจักรที่สำคัญโดยทั่วๆ ไปนั้น สามารถกำหนดได้จากปัจจัยต่างๆ ที่แสดงในตารางที่ 2.10

2.1.5.2 เมื่อกำหนดอุปกรณ์สำคัญแล้ว ให้เลือกจุดใดจุดหนึ่งของอุปกรณ์แต่ละชุดเป็นจุดตรวจสำคัญ วิธีเลือกจุดตรวจที่สำคัญมี 2 วิธี คือ

- 1) วิธีกำหนดโดยอาศัยประสบการณ์ การสอบถามความคิดเห็นต่างๆของผู้ที่มีความชำนาญ
- 2) การสำรวจโดยการทดลองหรือการวิเคราะห์จุดที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร นอกจากนี้ยังมีวิธีเลือกอุปกรณ์สำคัญและจุดตรวจสำคัญโดยใช้หลักการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์อุปกรณ์เป็นขบวนการต่อเนื่อง และการวิเคราะห์อุปกรณ์เป็นหน่วยๆ เป็นต้น

แนวความคิดในการกำหนดอุปกรณ์สำคัญหรือจุดตรวจที่สำคัญนั้นมีได้หมายถึงการกระทำเพียงครั้งเดียว เพราะว่าจุดสำคัญๆที่กำหนดไว้แล้วนั้นย่อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงแผนการผลิต การติดตั้งใหม่ การตัดแปลงอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ หรือการดูแลการดำเนินงานบำรุงรักษาภายหลังการนำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดให้มีการพิจารณาจุดสำคัญดังกล่าวทวาระยะ

ตารางที่ 2.9 ปัจจัยการเลือกเครื่องจักรและอุปกรณ์สำคัญ

ลำดับ	ปัจจัยการเลือกอุปกรณ์สำคัญ	ลักษณะของอุปกรณ์
1	ประสิทธิภาพในการผลิต (Production)	<ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์ที่ทำให้งานผลิตเกิดอุปสรรค - อุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านยอดการผลิตมาก - อุปกรณ์การผลิตที่ไม่มีการสำรอง - อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับของบริษัทอื่นที่มีกิจการประเภทเดียวกัน - อุปกรณ์ที่มีข้อขัดข้องมาก - อุปกรณ์ที่มีผลผลิตลดลงเนื่องจากเหตุขัดข้อง
2	คุณภาพ (Quality)	<ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์ที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลผลิตมาก - อุปกรณ์ที่มีความเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพมาก - อุปกรณ์ที่มีความไม่แน่นอนทางด้านคุณภาพเนื่องจากเหตุขัดข้อง
3	ต้นทุน (Cost)	<ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์ที่ใช้ป้อนวัตถุดิบที่มีราคาสูง - อุปกรณ์ที่ต้องใช้คนมาก - อุปกรณ์ที่สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ความร้อนและอื่นๆมาก - อุปกรณ์ที่มีความสูญเสียทางด้านหน่วยต้นทุน (basic units) เนื่องจากเหตุขัดข้อง
4	การส่งมอบ (Delivery)	<ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์ที่มีผลิตภัณฑ์หลายชนิดป้อนผ่านเข้าไป - อุปกรณ์ที่ติดตั้งใกล้กับขบวนการผลิตขั้นสุดท้าย - อุปกรณ์ที่มีผลทำให้ขบวนการผลิตทั้งหมดเกิดความล่าช้าเนื่องจากเหตุขัดข้อง
5	ความปลอดภัยและสภาวะแวดล้อม (Safety and Morale)	<ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัย - อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการปรับอากาศ - อุปกรณ์ที่ทำให้สภาวะแวดล้อมเลวลงอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากเหตุขัดข้อง

สรุปการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คือ การนำอุปกรณ์สำคัญและจุดตรวจสำคัญเป็นเป้าหมายในการดำเนินงาน กล่าวคือ การจัดร่างมาตรฐานการบำรุงรักษาของอุปกรณ์แต่ละชนิดนั้นให้กำหนดจากแผนการตรวจเช็ค ตรวจสอบ หรือการบำรุงรักษาประจำวันในจุดที่สำคัญๆ การกำหนดระยะเวลาตรวจสอบตลอดจนกำหนดวิธีปฏิบัติอย่างประหยัดในแง่เศรษฐกิจ เช่น กำหนดเวลาการเปลี่ยนชิ้นส่วนและกำหนดเวลาการซ่อมแซม เป็นต้น

2.2 วิธีการวิเคราะห์ปัญหา

2.2.1 ทฤษฎี IOC

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เนื้อหาที่วัด /นิยามของพฤติกรรม โดยสามารถวิเคราะห์ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.2.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การหาความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face validity) และคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา จากสมการดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R}{N} \dots\dots\dots 1$$

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างนวัตกรรมกับความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยที่ $\sum_{i=1}^n R$ หมายถึง คะแนนรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ตารางที่ 2.10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ที่	รายการประเมิน	การประเมิน			IOC	ให้ปรับปรุงโดย
		ใช้ได้	ไม่แน่ใจ	ใช้ไม่ได้		
1	ความน่าสนใจของการเริ่มต้น	4	1		0.8	
2	รูปแบบการจัดวางองค์ประกอบ	5			1	
3	ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5			1	
4	ความเหมาะสมของรูปภาพต่อเนื้อหา	5			1	
5	ความเหมาะสมของขนาดรูปภาพ	5			1	
6	ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5			1	
7	ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว	4	1		0.8	
8	ความถูกต้องของเนื้อหา	4			0.8	
9	ความเหมาะสมของแบบทดสอบ	4	1		0.8	
10	ความเหมาะสมของระยะเวลาที่ใช้ศึกษา	3	2		0.6	
รวม						

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากตารางที่ 2.10 ในแต่ละรายการประเมินอยู่ในระดับที่เหมาะสม นอกจากนี้ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่มี และผู้พัฒนาได้นำไปปรับปรุงเครื่องมือตามคำแนะนำทุกรายการ

2.2.1.2 หากความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบ แบบประเมินทักษะ แบบประเมินความพึงพอใจ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา จากสมการ

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R}{N} \dots\dots\dots 2$$

โดยที่

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เนื้อหาที่วัด / นิยามของพฤติกรรม

$\sum_{i=1}^n R$ หมายถึง คะแนนรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

หากค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของแบบฝึกเสริมทักษะและค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้ค่า IOC ในการให้คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้ (สมบูรณ์ สุริยะวงศ์และคณะ, 2544, หน้า 158)

- +1 แน่ใจว่าตรงตามวัตถุประสงค์ในข้อนั้น
- 0 ไม่แน่ใจว่าตรงตามวัตถุประสงค์ในข้อนั้น
- 1 แน่ใจว่าไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ในข้อนั้น

แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่า IOC โดยที่

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \dots\dots\dots 3$$

เมื่อ

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นในแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าค่า IOC มากกว่า 0.5 ถือว่าใช้ได้ตามเกณฑ์
 ถ้าค่า IOC น้อยกว่า 0.5 แสดงว่าต้องปรับปรุง

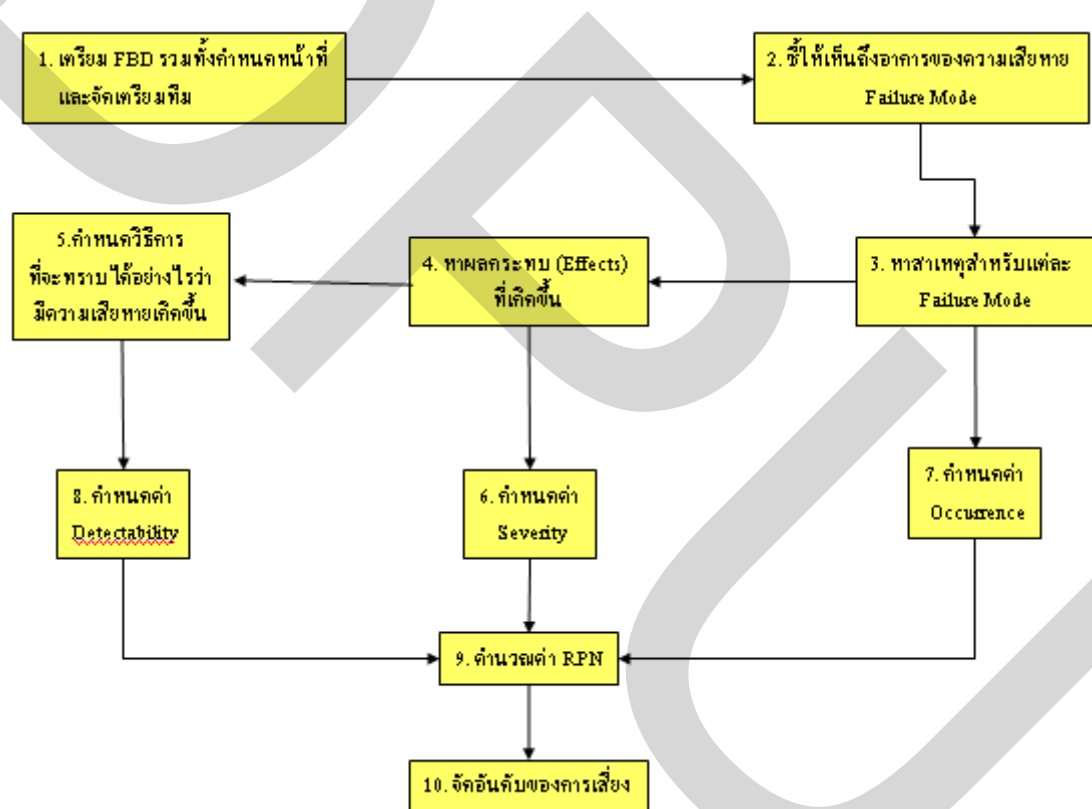
2.2.2 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) หมายถึง กระบวนการอย่างเป็นระบบที่จะนำไปสู่ การชี้ให้เห็นถึงปัญหา (Identification) และการป้องกันปัญหาที่คาดว่าจะเกิด (Potential Problems) โดยประโยชน์ที่ได้จากวิเคราะห์ความเสียหายโดยใช้วิธีการเคราะห์แบบ FMEA สามารถสรุปได้ดังนี้

1) เพื่อให้ทราบปัญหาด้านความเสียหาย/ขัดข้อง ตั้งแต่เนิ่นๆ เพื่อจะได้ออกแบบและวางแผนควบคุมได้ถูกต้อง

2) มีการประเมินความเสี่ยงต่างๆ ก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้น เช่น ความเสี่ยงในการประกอบ การใช้ผลิตภัณฑ์ (ด้านความปลอดภัย พังง่ายไป ไม่ทนทาน ฯลฯ)

3) แก้ไขปัญหาล่วงหน้า (Proactive correction)

การนำกระบวนการ FMEA มาใช้เพื่อที่จะหาค่าความเสี่ยงก่อนเกิดความเสียหาย เป็นการกำหนดลำดับของการแก้ปัญหา โดยจะเน้นไปที่การป้องกันการเกิดความเสียหาย และสามารถประเมินค่าของความเสี่ยงที่เกิดขึ้นได้



รูปที่ 2.4 แผนผังแสดงกระบวนการวิเคราะห์ของ Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์กระบวนการ FMEA มี 10 ขั้นตอนดังนี้

1) การเตรียม FBD รวมทั้งกำหนดหน้าที่และจัดเตรียมทีม คือ ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลของความเสียหายที่เกิดขึ้นในระบบ และการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของทีมงาน

2) ชี้ให้เห็นถึงอาการของความเสียหาย Failure Mode คือ การวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสียหายที่เกิดขึ้นในระบบ

3) หาสาเหตุสำหรับแต่ละ Failure Mode คือ การวิเคราะห์หาสาเหตุความเสียหายที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนของอุปกรณ์

4) หาผลกระทบที่เกิดขึ้น (Effects) คือ การตรวจสอบและวิเคราะห์หาผลกระทบสาเหตุ ที่ส่งผลกระทบต่อความเสียหายของระบบ

5) กำหนดวิธีการที่จะทราบได้อย่างไรว่ามีความเสียหายเกิดขึ้น คือ การวิเคราะห์กระบวนการของความเสียหายเพื่อหาวิธีตรวจเพื่อหาสาเหตุของความเสียหาย

6) กำหนดค่าความรุนแรง (Severity) คือ การพิจารณาหาระดับความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นของชิ้นส่วนอุปกรณ์ โดยการกำหนดคะแนนเพื่อแสดงถึงระดับของความรุนแรงที่เกิดขึ้นจากความเสียหายของระบบ ดังตารางที่ 2.11 และ ตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.11 ลำดับค่าความรุนแรง (Severity, S)

ผลกระทบ	ข้อพิจารณาระดับความรุนแรงของผลที่เกิด	ระดับ
อันตรายโดยไม่มีสัญญาณการเตือนภัย	อันตรายรุนแรงสูงมาก เมื่อเกิดความเสียหายนั้น มีผลต่อความปลอดภัยในการใช้ยานยนต์ และ/หรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของระเบียบทางราชการ ความเสียหายเกิดขึ้นโดย <u>ไม่มีสัญญาณเตือนภัย</u>	10
อันตรายโดยมีสัญญาณการเตือนภัย	อันตรายรุนแรงสูงมาก เมื่อเกิดความเสียหายนั้น มีผลต่อความปลอดภัยในการใช้ยานยนต์ และ/หรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของระเบียบทางราชการ ความเสียหายเกิดขึ้นโดย <u>มีสัญญาณเตือนภัย</u>	9
สูงมาก	ยานยนต์/ชิ้นส่วน มาทำงาน	8
สูง	ยานยนต์/ชิ้นส่วนทำงานได้แต่สมรรถนะการทำงานลดลง ลูกค้ำไม่พอใจอย่างมาก	7
ปานกลาง	ยานยนต์/ชิ้นส่วนทำงาน แต่อุปกรณ์ความสะดวกสบายไม่ทำงาน ลูกค้ำไม่พึงพอใจอย่างมาก	6
ต่ำ	ยานยนต์/ชิ้นส่วนทำงาน แต่อุปกรณ์ความสะดวกสบายทำงานลดลง ลูกค้ำไม่พอใจบางอย่าง	5
ต่ำมาก	เสียงรบกวน เสียงคีของชิ้นงาน ไม่ตรงตามความต้องการ ซึ่งส่วนมากรับรู้โดยลูกค้ำ > 75 %	4

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

ผลกระทบ	ข้อพิจารณาระดับความรุนแรงของผลที่เกิด	ระดับ
ต่ำ	เสียงรบกวน เสียงคี่ของชิ้นงาน ไม่ตรงตามความต้องการ ซึ่งส่วนมากรับรู้โดยลูกค้า ~ 50%	3
เล็กน้อยมาก	เสียงรบกวน เสียงคี่ของชิ้นงาน ไม่ตรงตามความต้องการ ซึ่งส่วนมากรับรู้โดยลูกค้า < 25%	2
ไม่มี	ไม่มีผลกระทบที่เห็นได้	1

ตารางที่ 2.12 ลำดับค่าความรุนแรง พิจารณาในส่วนกระบวนการผลิต (Severity, S)

ผลกระทบ	ข้อพิจารณาระดับความรุนแรงของผลที่เกิด	ระดับ
อันตรายโดยไม่มี สัญญาณ การเตือนภัย	อันตราย รุนแรงสูงมาก เมื่อเกิดความเสียหายนั้น มีผลต่อผู้ปฏิบัติงาน หรือเครื่องจักร โดย ไม่มีสัญญาณเตือนภัย	10
อันตรายโดยมีสัญญาณ การเตือนภัย	อันตราย รุนแรงสูงมาก เมื่อเกิดความเสียหายนั้น มีผลต่อผู้ปฏิบัติงาน หรือเครื่องจักร โดย มีสัญญาณเตือนภัย	9
สูงมาก	ชิ้นส่วนทั้งหมดเป็นของเสีย (Scrap) ต้องนำชิ้นส่วนดังกล่าวไปทำการ Rework ที่แผนกซ่อมและต้องใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง	8
สูง	ชิ้นส่วนทั้งหมดเป็นของเสีย (Scrap) ต้องนำชิ้นส่วนดังกล่าวไปทำการ Rework ที่แผนกซ่อมและต้องใช้เวลาซ่อมระหว่าง 30 นาทีถึง 1 ชั่วโมง	7
ปานกลาง	ชิ้นส่วนทั้งหมดเป็นของเสีย (Scrap) และต้องนำชิ้นส่วนดังกล่าวไปทำการ Rework ที่แผนกซ่อมและต้องใช้เวลาซ่อมไม่เกิน 30 นาที	6
ต่ำ	ชิ้นส่วนทั้งหมดมีการ Rework แต่ทำได้โดย ไม่ต้องหยุดสายการผลิต	5
ต่ำมาก	ชิ้นส่วนจำนวนหนึ่งมีการ Rework	4
เล็กน้อย	ชิ้นส่วนจำนวนหนึ่งไม่มีการ Rework แต่มีการปิดสถานีบางแห่ง (Off-line inspection)	3

ตารางที่ 2.12 (ต่อ)

ผลกระทบ	ข้อพิจารณาระดับความรุนแรงของผลที่เกิด	ระดับ
เล็กน้อยมาก	ชิ้นส่วนจำนวนหนึ่งไม่มีการ Rework และไม่ต้องปิดสถานีงาน	2
ไม่มี	เกิดความรู้สึกไม่สะดวกสบายต่อผู้ปฏิบัติงานเพียงเล็กน้อย แต่ไม่มีผลกระทบใดๆ	1

7) กำหนดค่าโอกาสที่จะเกิดความเสียหาย (Occurrence) คือ การความน่าจะเป็นและความเป็นไปได้ของโอกาสที่จะเกิดความเสียหายของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในระบบ โดยพิจารณาจากสถิติ ข้อมูลของความเสียหายที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์ เพื่อนำความความถี่ที่เกิดจากการปิดซ่อมมา กำหนดคะแนนของความเป็นไปได้ในการเกิดความเสียหาย ดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ค่าโอกาสที่จะเกิดความเสียหาย (Occurrence, O)

ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความเสียหาย	ความเป็นไปได้ของอัตราการเกิดความเสียหาย	ระดับ
สูงมาก: ความเสียหายเกิดอยู่เรื่อยๆ	> 100 ต่อ 1000 ยานยนต์ / ชิ้นส่วน	10
	50 ต่อ 1000 ยานยนต์ / ชิ้นส่วน	9
สูง: ความเสียหายเกิดบ่อย	20 ต่อ 1000 ยานยนต์ / ชิ้นส่วน	8
	10 ต่อ 1000 ยานยนต์ / ชิ้นส่วน	7
ปานกลาง: ความเสียหายเกิดขึ้นบางโอกาส	5 ต่อ 1000 ยานยนต์ / ชิ้นส่วน	6
	2 ต่อ 1000 ยานยนต์ / ชิ้นส่วน	5
	1 ต่อ 1000 ยานยนต์ / ชิ้นส่วน	4
ต่ำ: ความเสียหายเกิดขึ้นอย่างสัมพัทธ์กัน บางครั้ง	0.5 ต่อ 1000 ยานยนต์ / ชิ้นส่วน	3
	0.1 ต่อ 1000 ยานยนต์ / ชิ้นส่วน	2
ไม่มีแนวโน้มของการเกิดความล้มเหลว	< 0.01 ต่อ 1000 ยานยนต์ / ชิ้นส่วน	1

8) กำหนดค่าความสามารถในการตรวจพบ (Detection) คือ แนวโน้มในการตรวจพบการเกิดความเสียหายของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในระบบ โดยการกำหนดคะแนนความสามารถในการตรวจพบตามความยากง่ายของความเสียหายนั้นๆ ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ค่าความสามารถในการตรวจพบ (Detection, D)

การตรวจพบ	แนวโน้มการตรวจพบ	ระดับ
ไม่สามารถตรวจพบได้	ไม่สามารถตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย	10
ห่างไกลมาก	ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย ยังห่างไกลมาก	9
ห่างไกล	ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย ยังห่างไกล	8
ต่ำมาก	ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย ยังต่ำมาก	7
ต่ำ	ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย ยังต่ำ	6
ปานกลาง	ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย อยู่ในระดับปานกลาง	5
ค่อนข้างสูง	ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย อยู่ในระดับค่อนข้างสูง	4
สูง	ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย อยู่ในระดับสูง	3
สูงมาก	ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย อยู่ในระดับสูงมาก	2
เกือบแน่นอน	ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย อยู่ในระดับเกือบแน่นอน	1

9) จำนวนค่าภาพรวมของการเกิดความเสียหาย Risk Priority Number (RPN) คือ ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของระบบที่เกิดจากการนำ ค่าความรุนแรง ค่าโอกาสที่จะเกิด และค่าความสามารถในการตรวจพบ ตามสูตรการคำนวณดังนี้

$$RPN = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

โดยค่าที่คำนวณได้จากสูตรดังกล่าว เมื่อนำไปวิเคราะห์ความเสียหายพบว่า ค่าที่ได้ควรจะมีค่า RPN น้อยยิ่งดี ซึ่งจะมีวิธีการพิจารณาเลือกสาเหตุความเสียหายที่จะนำมาวิเคราะห์ก่อนและหลังดังนี้

9.1 ให้สนใจค่า S ที่สูงๆ ก่อนแล้วจึงให้ความสนใจ O และ D ตามลำดับ

9.2 ถ้าค่า RPN เท่ากัน และ S เท่ากัน ให้เลือกค่า O ที่มากกว่ามาทำการแก้ไขก่อน

ตัวอย่างเช่น

$$RPN1 = 7 \times 3 \times 2 = 42$$

$$RPN2 = 7 \times 2 \times 3 = 42$$

เพราะฉะนั้นควรเลือก RPN1 มาแก้ไขก่อน

10) จัดอันดับของความเสี่ย คือ การกำหนดสาเหตุของความเสียหายที่มีค่า RPN สูงมาทำการแก้ไขก่อน

2.2.3 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

เป็นแผนภูมิทางสถิติที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพของการผลิต โดยอาศัยหลักการจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการผลิต เพื่อจะได้พิจารณาเลือกเรื่องที่มีความสำคัญมาก มาทำการแก้ไขปรับปรุงก่อนเป็นลำดับแรก

การสร้างแผนภูมิพาเรโตได้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตสินค้าที่มักเกิดของเสียอยู่บ่อยๆ นั้นมีสาเหตุมาจากความบกพร่องด้านใด และจะเลือกทำการแก้ไขความบกพร่องใดก่อน เพื่อจะลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถทำตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.2.3.1 รวบรวมข้อมูล โดยจำนวนความถี่ที่เกิดขึ้น แยกตามชนิดของความบกพร่องที่ทำให้เกิดของเสีย โดยเก็บข้อมูลใส่ตารางตรวจสอบ (Check Sheet) ตามตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 ตารางข้อมูลชนิดความบกพร่อง

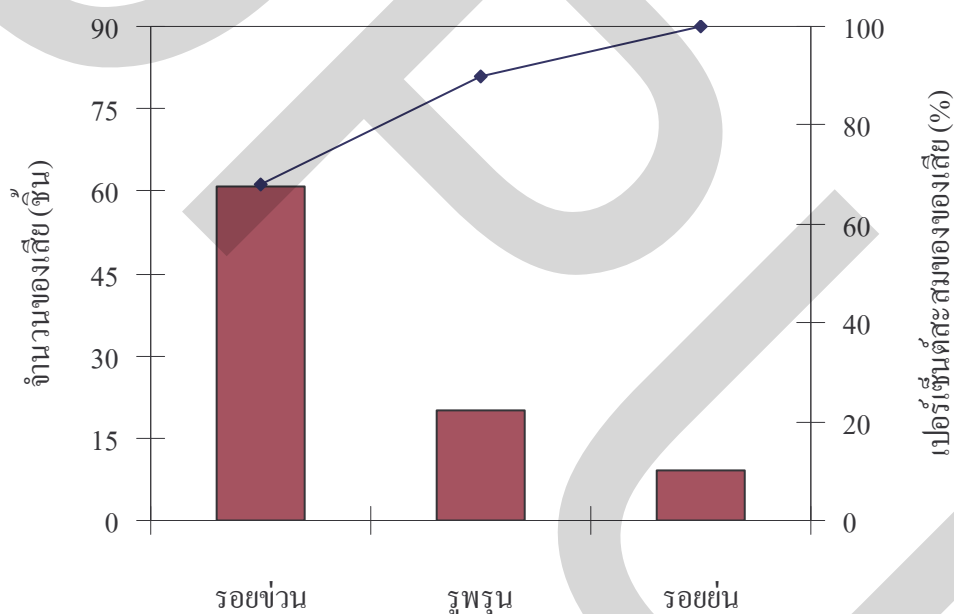
ชนิดของความบกพร่อง	จำนวนของเสียที่พบ (ชิ้น)
รูพรุน	20
รอยข่วน	61
รอยย่น	9
จำนวนรวม	90

2.2.3.2 นำข้อมูลที่รวบรวมได้ มากรอกในตารางสรุปข้อมูลของ Pareto Diagram ซึ่งเป็นการนำข้อมูลมาจัดเรียงลำดับใหม่จากข้อมูลที่มีจำนวนความถี่ของปัญหามากไปน้อย และคำนวณข้อมูลเพิ่มเติมอีก 3 คอลัมน์ คือ คอลัมน์จำนวนปัญหาสะสม คอลัมน์เปอร์เซ็นต์เทียบกับจำนวนปัญหา รวม และคอลัมน์เปอร์เซ็นต์สะสม ดังตารางที่ 2.16

ตารางที่ 2.16 แสดงคอลัมน์สรุปตารางข้อมูลของ Pareto

ชนิดความบกพร่อง	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	จำนวนของเสียสะสม (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบกับจำนวนรวม	เปอร์เซ็นต์สะสมของของเสีย
รอยข่วน	61	61	68	68
รูพรุน	20	81	22	90
รอยย่น	9	90	10	100
จำนวนรวม	90		100	

2.2.3.3 นำข้อมูลไปสร้างแผนภูมิโดยให้แกนตั้งซ้ายมือแสดงจำนวนของเสีย ส่วนขวามือแสดงเปอร์เซ็นต์สะสมของเสีย และแกนนอนแสดงชนิดความบกพร่อง ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์จำนวนของเสียกับเปอร์เซ็นต์สะสมของของเสีย

2.2.3.4 กราฟแท่งที่ได้ แสดงความสัมพันธ์ของชนิดความบกพร่องกับจำนวนของเสีย ส่วนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของชนิดความบกพร่องกับเปอร์เซ็นต์สะสมของเสีย ซึ่งเห็นได้ว่าจำนวนของเสียมากที่สุดเกิดมาจากความบกพร่องด้านรอยข่วนมีค่าสูงถึง 68% ของจำนวนของเสียทั้งหมด ในขณะที่ด้านอื่นมีจำนวนน้อยกว่ามาก ดังนั้น ท่านควรที่จะนำความบกพร่องด้านรอยข่วน

นี้ไปค้นหาสาเหตุ และปรับปรุงแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก เพื่อให้สินค้าที่จะผลิตในครั้งต่อไปมีจำนวนของเสียลดลง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุพงษ์ (2527) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวางแผนการบำรุงรักษาเพื่อให้เครื่องจักรกลรถขุดของกรมชลประทาน ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมต่อการนำออกไปปฏิบัติงาน ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการขัดข้องของเครื่องจักรกลรถขุด ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษาและนโยบายการดำเนินงานของกรมชลประทาน แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อจัดวางระบบการบำรุงรักษาใหม่ในลักษณะของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พร้อมกับการจัดวางระบบข้อมูลที่มีการป้อนกลับของข้อมูลเพื่อใช้ในการติดตามผลการปฏิบัติงาน และวิธีการทำงานให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น

สุขุม จันทรธมาศ (2539) ได้นำเสนอการลดต้นทุนงานบำรุงรักษาในโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จ โดยลดจำนวนชั่วโมงการสูญเสียของเครื่องจักรให้น้อยลง และการจัดการด้านบำรุงรักษาให้เป็นระบบมากขึ้นและลดต้นทุนในด้านการซ่อมบำรุง เนื่องจากการซ่อมบำรุงเดิมเป็นลักษณะของการซ่อมเมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหายแล้ว ไม่มีมาตรฐานการซ่อมบำรุง ไม่มีการตรวจสอบดูแลสภาพเครื่องจักรและไม่มีการวิเคราะห์ผลกระทบเสียหายของโรงงาน การศึกษานี้ได้ทำการจัดวางระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จัดทำมาตรฐานการซ่อมบำรุงรักษาโรงงาน จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบโรงงานประจำวันและวิเคราะห์ผลกระทบจากความเสียหายและจัดเป็นหมวดหมู่

กิตติพงศ์ งามดี (2539) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรสำหรับบำรุงรักษาคลับน้ำมันเชื้อเพลิง จากการศึกษาพบว่าสาเหตุของปัญหาด้านการผลิตมาจากการที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้งานเกิดการขัดข้องเสียหาย ทำให้การใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์เพื่อการผลิตไม่ได้ตามแผนที่วางไว้ทั้งนี้เนื่องจากการขาดการบำรุงรักษาที่เหมาะสม การทำงานบำรุงรักษาส่วนใหญ่จะอาศัยประสบการณ์และความคุ้นเคยเป็นหลักในการทำงาน ทำให้การทำงานไม่เป็นระบบที่ต่อเนื่องและยังไม่มีการจัดวางระบบเอกสารที่สามารถเป็นข้อมูลในการปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาได้ในอนาคต การศึกษานี้ได้จัดการปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาใหม่โดยนำลักษณะของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ จัดทำมาตรฐานงานบำรุงรักษา จัดทำการวางแผน จัดเตรียมอะไหล่เพื่อใช้ในการบำรุงรักษา นอกจากนี้ได้ทำระบบเอกสารสำหรับเครื่องจักรทำให้ทราบสภาพที่แท้จริงที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรอุปกรณ์ ที่สามารถนำมาใช้ตัดสินใจในการวางแผนผลิตได้

ชรัต เอี่ยมสว่าง (2539) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในบริษัทผลิตเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งเป็นบริษัทที่มีลักษณะแบบ SMEs

มีเจ้าของเพียงคนเดียว และเครื่องจักรประเภทเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ เครื่องตัด ซึ่งมีสภาพโดยรวมของเครื่องจักรที่เก่ามาก และทำแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภท วิชาลเบสิก (Visual basic) เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดระบบการบำรุงรักษา



บทที่ 3

ระเบียบวิธีการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาประกอบด้วย

3.1 ศึกษาข้อมูลลักษณะของอาคารและจัดเก็บข้อมูลรายละเอียดการซ่อมบำรุงของเครื่องปรับอากาศ

3.2 หาค่าความเสียหายและผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบปรับอากาศโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Failure mode and effects analysis (FMEA)

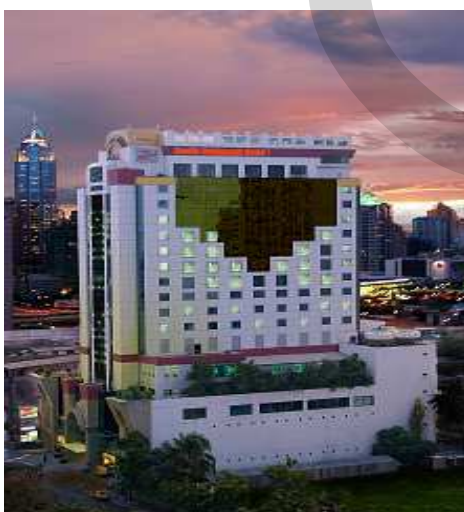
3.3 ทำการตรวจแบบประเมินตารางการตรวจเช็คอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศ โดยผู้เชี่ยวชาญ

3.4 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเสียหายโดยใช้แผนผังพาเรโต

3.1 ศึกษาข้อมูลลักษณะของอาคารและจัดเก็บข้อมูลรายละเอียดการบำรุงรักษาของเครื่องปรับอากาศ

3.1.1 ลักษณะของอาคารที่ทำการศึกษา

อาคารที่ทำการศึกษเป็นอาคารประเภทโรงแรม มีพื้นที่ใช้สอยรวม 17,305 ตารางเมตร มีพื้นที่ปรับอากาศ 9,850 ตารางเมตร ขนาดความสูงอาคาร 19 ชั้น แยกเป็นห้องพักจำนวน 180 ห้อง และพื้นที่ใช้สอยส่วนกลาง ประกอบด้วย ส่วนต้อนรับ ห้องอาหาร ห้องครัว ห้องประชุมและสำนักงาน แสดงดังรูปที่ 3.1

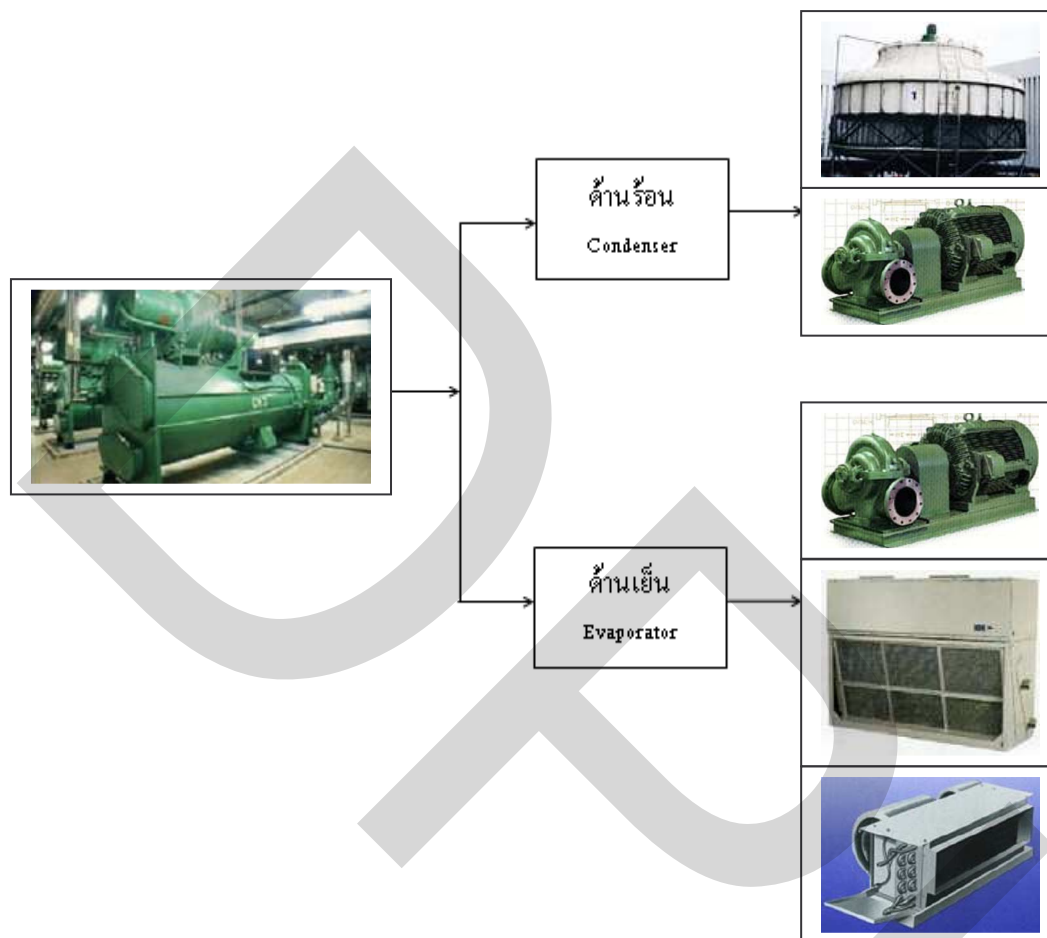


รูปที่ 3.1 ลักษณะของอาคารที่ทำการศึกษา

- 3.1.2 ศึกษาวิธีการวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์เชิงป้องกัน
- 3.1.3 ศึกษารายละเอียดอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น
- 3.1.4 เก็บรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษาของอุปกรณ์เครื่องจักรย้อนหลัง 2 ปี เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการบำรุงรักษา
- 3.1.5 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 หาค่าความเสียหายและผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบปรับอากาศโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Failure mode and effects analysis (FMEA)

- 3.2.1 รวบรวมปัญหาข้อขัดข้องของระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็นจากข้อมูลการซ่อมบำรุงของโรงแรม Zenith
- 3.2.2 กำหนดอุปกรณ์ที่สำคัญโดยใช้ประสบการณ์ของผู้วิจัยโดยแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ดังนี้
 - 3.2.2.1 Chiller ทำหน้าที่ ผลิตน้ำเย็นในระบบ
 - 3.2.2.2 Cooling Tower ทำหน้าที่ ระบายความร้อน
 - 3.2.2.3 Chiller Water Pump ทำหน้าที่ ส่งน้ำเย็นเข้าสู่ระบบ
 - 3.2.2.4 Condenser Water Pump ทำหน้าที่ ส่งน้ำไประบายความร้อนที่ Cooling Tower
 - 3.2.2.5 AHU ทำหน้าที่ ส่งลมเย็น
 - 3.2.2.6 FCU ทำหน้าที่ ส่งลมเย็น
- 3.2.3 นำข้อมูลการซ่อมบำรุงของโรงแรม Zenith มาวิเคราะห์โดยวิธี Failure mode and effects analysis (FMEA)
 - 3.2.3.1 กำหนดปัญหาหรือผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น
 - 3.2.3.2 กำหนดสาเหตุหลักโดยใช้ FMEA
- 3.2.4 สร้างตารางหาค่าความเสียหายจาก FMEA ของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น
 - 3.2.4.1 นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี FMEA มากำหนดค่าความเสียหายแยกเป็นรายการอุปกรณ์
 - 3.2.4.2 นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี FMEA โดยใช้ค่าภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) มาทำการวิเคราะห์โดยแผนผังพาเรโต้



รูปที่ 3.2 ฟังแสดงอุปกรณ์ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น

3.3 ตรวจสอบแบบประเมินค่าความเสียหาย (FMEA) โดยผู้เชี่ยวชาญ

- 3.3.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นผู้เชี่ยวชาญมีคุณสมบัติดังนี้
 - 3.3.1.1 ตำแหน่ง
 - 3.3.1.2 ประสบการณ์
 - 3.3.1.3 วุฒิการศึกษา
- 3.3.2 เสนอรายชื่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำหนังสือแต่งตั้งจากคณะกรรมการสารนิพนธ์
- 3.3.3 สร้างแบบประเมินตารางหาค่าความเสียหายของระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น
- 3.3.4 ส่งแบบประเมินตารางหาค่าความเสียหายของระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินความเหมาะสมของระยะเวลาการตรวจสอบและการบำรุงรักษา ครั้งที่ 1
- 3.3.5 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎี IOC
- 3.3.6 ปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ
- 3.3.7 สรุปข้อเสนอแนะและความเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

3.4 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเสียหายโดยใช้แผนผังพาเรโต้

การวิเคราะห์ค่าความเสียหายโดยใช้วิธี FMEA โดยนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าว มาหาค่าภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) และนำค่าที่ได้จากแต่ละอุปกรณ์ ไปทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนผังพาเรโต้ เพื่อหาระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายในอุปกรณ์นั้นๆ โดยแผนผังพาเรโต้ แสดงถึงระดับความสำคัญของปัญหาที่จะต้องทำการแก้ไขก่อน เป็นลำดับแรก

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การจัดทำการวางแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น เป็นการ จัดสรรทรัพยากรสำหรับการบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักร โดยใช้การวิเคราะห์แบบแผนภูมิแท่ง การจัดลำดับ (Pareto Diagram) ในการวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์เชิงป้องกัน โดยแผนก ซ่อมบำรุง แผนงานและตารางการดำเนินงานบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์จะต้องมีความสอดคล้อง กับการบำรุงรักษาด้วยตนเอง เช่น ความถี่ในการตรวจสอบเครื่องจักรตามระยะเวลาที่กำหนดเพื่อ ค้นหาสิ่งผิดปกติหรือสถานการณ์ที่อาจจะทำให้เกิดความเสียหายของเครื่องจักร หรือการสูญเสีย ประสิทธิภาพของการทำงาน จะต้องครอบคลุมชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ต้องตรวจสอบทั้งหมด หน้าที่รับผิดชอบอันดับแรกของแผนกซ่อมบำรุงคือการจัดการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ของเครื่องจักรอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิผล และต้องขจัดความเสื่อมถอยของเครื่องจักร ซึ่งเป็น ผลที่เกิดจากการขาดระบบการหล่อลื่นและขาดระบบการทำความสะอาดที่ดี ดังนั้นทุกครั้งเมื่อมี เครื่องจักรเสียจะต้องมีการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุและปรับปรุงแก้ไข เพื่อขยายอายุการใช้งานของ เครื่องจักรและสิ่งทีคำนึงถึงก็คือจะต้องมีการทบทวนอย่างต่อเนื่องในด้านต้นทุนของการบำรุงรักษา การตรวจสอบ การวัด และมาตรฐานเครื่องจักร อุปกรณ์ การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการ ตรวจสอบเช็คตามระยะเวลาที่กำหนด เพื่อค้นหาสิ่งผิดปกติหรือสถานการณ์ที่อาจจะทำให้เกิดการ เสียหายของเครื่องจักร การหยุดชะงักของระบบการผลิต หรือการสูญเสียประสิทธิภาพของ การทำงานของเครื่องจักรด้วยวิธีการบำรุงรักษา เพื่อมุ่งสู่การจัด การควบคุมก่อนที่สถานการณ์สูญเสีย ต่าง ๆ จะเกิดขึ้น และแก้ไขสิ่งผิดปกติของเครื่องจักรอุปกรณ์ ก่อนที่ปัญหานั้นจะกลายเป็นสาเหตุ ของการผลิตของเสีย และความผิดปกติของเครื่องจักรต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น ประกอบด้วยงานหลัก 2 งานด้วยกัน คือ งานการตรวจเช็คเครื่องจักรตามระยะเวลาที่กำหนด และแผนงานการซ่อม บำรุงรักษาเพื่อปรับปรุงสภาพเสียหายของเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้น โดยขึ้นอยู่กับผล การตรวจเช็คเครื่องจักร ส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ การบำรุงรักษาประจำวันอย่างเป็นประจำ เป็น การป้องกันการเสื่อมถอยของสภาพเครื่องจักร อุปกรณ์ และเป็นส่วนหนึ่งที่มีประสิทธิภาพของการ บำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน การบันทึกข้อมูลของการบำรุงรักษา ตารางการซ่อมบำรุง

เครื่องจักร อุปกรณ์ รวมถึงระบบการควบคุมชิ้นส่วนซ่อมบำรุงสำรอง การควบคุมสารหล่อลื่น การควบคุมงบประมาณการบำรุงรักษา เป็นต้น

4.1 รายละเอียดการเก็บข้อมูลการปิดซ่อมของระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น

การจัดเก็บข้อมูลรายละเอียดความเสียหายของระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็นในการศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลจากรายละเอียดของการซ่อมบำรุง รวมถึงตารางการตรวจตามเช็คระยะของชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น โดยมีส่วนประกอบด้วยกันทั้งหมด 6 ส่วน คือ

- 4.1.1 ส่วนของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)
- 4.1.2 ส่วนของมอเตอร์ปั๊มน้ำเย็น (Chiller Water Pump)
- 4.1.3 ส่วนของมอเตอร์ปั๊มระบายความร้อน (Condenser Water Pump)
- 4.1.4 ส่วนของหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower)
- 4.1.5 ส่วนของเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit)
- 4.1.6 ส่วนของตัวส่งลมเย็นตามห้องพัก (Fan Coil Unit)

ในการศึกษาจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสาเหตุของการปิดซ่อมอุปกรณ์แยกเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องจักรเพื่อแสดงให้เห็นถึงสาเหตุของการเกิดผลกระทบของการหยุดเครื่องจักร รวมถึงระยะเวลาในการปิดซ่อมเพื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายต่อระยะเวลารวมของการเกิดความเสียหายของเครื่องจักร โดยเก็บรวบรวมข้อมูลในการซ่อมย่อยหลังเป็นเวลา 2 ปี ตั้งแต่ มกราคม-ธันวาคม 2549 ถึง มกราคม-ธันวาคม 2550 เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการศึกษาค่าความเสียหายโดยใช้ Failure Mode and Effects Analysis

4.1.1 รายละเอียดการปิดซ่อม Chiller

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการซ่อมบำรุงเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ในระยะเวลา 2 ปี พบว่าสาเหตุของการปิดซ่อมเครื่องทำน้ำเย็น ส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุของชุดควบคุมไม่ทำงานมากที่สุด ซึ่งเกิดความเสียหายสูงถึง 4 ครั้ง ของการเกิดความเสียหายทั้งหมด 19 ครั้ง และยังมีอีกหลายสาเหตุด้วยกันที่ทำให้ไม่สามารถทำให้เครื่องทำน้ำเย็นสามารถใช้งานได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Chiller

รายการ	จำนวนครั้งที่เกิด		รวมเกิดเหตุ
	2549	2550	
1. อุณหภูมิน้ำยาสูง	2	0	2
2. โอเวอร์คอมเพรสเซอร์ตัด	1	0	1
3. ชุดควบคุมไม่ทำงาน	4	0	4
4. ระบบไม่สั่งงาน	1	0	1
5. สวิตช์ความดันตัดการทำงาน	2	0	2
6. ไม่มีกระแสไฟจ่าย	1	0	1
7. หน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์ขาด	1	0	1
8. ปริมาณน้ำมันคอมเพรสเซอร์ต่ำ	1	1	2
9. คอมเพรสเซอร์มีกลิ่นไหม้	1	0	1
10. สาย Terminal ใหม่	1	0	1
11. ขดลวดนำใหม่	1	0	1
12. Control Display ไม่ทำงาน	2	0	2
13. CW Pressdrop ไม่ทำงาน	1	0	1
14. Oil Diff pressure	0	2	2
15. Magnatic MC 687-12 ใหม่	0	1	1
16. ระบบไฟที่ตู้ควบคุมมาไม่ครบเฟส	0	1	1
17. ระบบควบคุมน้ำยาไม่ทำงาน	0	1	1
รวมจำนวนครั้งที่เกิดความเสียหาย	19	6	25

4.1.2 รายละเอียดการปิดซ่อม Chiller Water Pump

จากข้อมูลการปิดซ่อมเครื่อง Chiller Water Pump ของระบบทำความเย็น พบว่ามีสาเหตุของการเกิดความเสียหายย้อนหลัง 2 ปี จำนวน 3 สาเหตุด้วยกัน คือ สาเหตุมอเตอร์ไม่ทำงาน Magnetic ใหม่ และสาเหตุมอเตอร์ใหม่ สาเหตุที่พบบ่อยครั้งส่วนใหญ่จะเป็นในเรื่องของมอเตอร์ไม่ทำงาน ซึ่งคิดเป็น 66.67 % ของการเกิดความเสียหายทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Chiller Water Pump

รายการ	จำนวนครั้งที่เกิด		รวมเกิดเหตุ
	2549	2550	
1. มอเตอร์ไม่ทำงาน	3	1	4
2. Magnatic ใหม่	1	0	1
3. มอเตอร์ใหม่	1	0	1
รวมจำนวนครั้งที่เกิดความเสียหาย	5	1	6

4.1.3 รายละเอียดการปิดซ่อม Condenser Water Pump

จากการรวบรวมข้อมูลของการปิดซ่อม Condenser Water Pump พบว่าประเด็นที่ทำให้เครื่องจักรเกิดความเสียหาย สาเหตุเกิดจากมอเตอร์ไม่ทำงานถึง 100% จากการวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่อง Condenser Water Pump ย้อนหลัง 2 ปี

ตารางที่ 4.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Condenser Water Pump

รายการ	จำนวนครั้งที่เกิด		รวมเกิดเหตุ
	2549	2550	
1. มอเตอร์ไม่ทำงาน	5	5	10
รวมจำนวนครั้งที่เกิดความเสียหาย	5	5	10

4.1.4 รายละเอียดการปิดซ่อม Cooling Tower

จากการศึกษาข้อมูลสาเหตุของการปิดซ่อม Cooling Tower พบว่ามีสาเหตุอยู่หลายสาเหตุด้วยกัน แต่สาเหตุที่พบบ่อยที่ทำให้เครื่องจักรปิดซ่อมเกิดจากสาเหตุของการไหลเวียนอากาศไม่ดี รวมถึงปริมาณน้ำของ Cooling Tower ในระบบลดลง และยังมีสาเหตุของการเกิดความเสียหาย อีกประเด็นที่มีความเสียหายที่ทำให้เครื่องจักรปิดซ่อมรองลงมาจากสองสาเหตุที่กล่าวในข้างต้น เช่น สายพานขาด การกินกระแสไฟฟ้าสูง ซึ่งเป็นสาเหตุของความเสียหายอีกเช่นกัน ดังได้แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Cooling Tower

รายการ	จำนวนครั้งที่เกิด		รวมเกิดเหตุ
	2549	2550	
1. อัตราการไหลของน้ำในระบบลดลง	1	0	1
2. การไหลเวียนของอากาศไม่ดี	3	0	3
3. สายพานขาด	2	1	3
4. กินกระแสไฟสูง	2	1	3
5. Eliminator ชำรุด	1	0	1
6. ปริมาณน้ำในระบบลดลง	3	0	3
7. มอเตอร์ไหม้	1	0	1
8. น้ำออกจาก Cooling มีอุณหภูมิสูง	1	0	1
9. ใบพัดกินมุมไม่เท่ากัน	1	1	2
10. กระแสไฟฟ้าไม่จ่ายมอเตอร์	0	1	1
รวมจำนวนครั้งที่เกิดความเสียหาย	15	4	19

4.1.5 รายละเอียดการปิดซ่อม Air handing Unit

จากข้อมูลพบว่าการปิดซ่อม Air Handling Unit ในระยะเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล 2 ปี มีการปิดซ่อมบ่อยครั้ง โดยสาเหตุที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งเกิดจาก สายพานขาด ซึ่งในการเก็บข้อมูลของการศึกษานี้ กรณีสายพานขาดมีความถี่ในการเกิดสูงถึง 34 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าควรที่ต้องเพิ่มวิธีการตรวจเช็คอย่างละเอียดและบ่อยครั้งมากขึ้น

ตารางที่ 4.5 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Air handing Unit

รายการ	จำนวนครั้งที่เกิด		รวมเกิดเหตุ
	2549	2550	
1. ลูกปืนแตก	3	5	8
2. สายพานขาด	19	15	34
รวมจำนวนครั้งที่เกิดความเสียหาย	22	20	42

4.1.6 รายละเอียดการปิดซ่อม Fan Coil Unit

จากข้อมูลความเสียหายของ Fan Coil Unit พบว่าสาเหตุของการเกิดความเสียหาย แล้วทำให้เครื่องจักรต้องปิดซ่อมมีอยู่ด้วยกัน 3 สาเหตุหลักๆ คือ มอเตอร์มีเสียงดัง ท่อน้ำทิ้งตัน และเทอร์โมรูมเสีย ซึ่งทั้ง 3 สาเหตุที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น มีการเกิดความเสียหายถึง 56 ครั้ง ซึ่งถือว่าการปิดซ่อมที่เกิดบ่อยมากที่สุดในระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น

ตารางที่ 4.6 สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่อง Fan Coil Unit

รายการ	จำนวนครั้งที่เกิด		รวมเกิดเหตุ
	2549	2550	
1.มอเตอร์เสียงดัง	13	9	22
2. ท่อน้ำทิ้งตัน	19	14	33
3. เทอร์โมรูมเสีย	0	1	1
รวมจำนวนครั้งที่เกิดความเสียหาย	32	24	56

4.2 การวิเคราะห์ความเสียหายโดยวิธี Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) คือ การดำเนินงานเป็นกลุ่มเพื่อค้นหา (recognize), วิเคราะห์ (evaluate) และจัดลำดับความสำคัญ แนวโน้มที่ผลิตภัณฑ์ / กระบวนการอาจเกิดข้อบกพร่อง (Failure) และผลกระทบต่างๆ (effects) ของมัน และทำการบ่งชี้ (identity) การกระทำที่สามารถขจัดหรือลดโอกาสที่มีแนวโน้มที่ข้อบกพร่องอาจเกิดขึ้นแล้วส่งผลกระทบต่อลูกค้า

โดยการศึกษาได้นำวิธีการวิเคราะห์ (FMEA) มาใช้เพื่อขจัดสาเหตุหรือลดโอกาสที่จะทำให้เกิดข้อบกพร่องของระบบในอนาคตออกไป ในการศึกษาได้ทำการแบ่งส่วนอุปกรณ์หลักของระบบทำน้ำเย็นออกเป็น 6 ส่วนคือ Chiller

1. Chiller Water Pump
2. Condenser Water Pump
3. Cooling Tower
4. Air Handling Unit (AHU)
5. Fan Coil Unit (FCU)

4.2.1 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Chiller

จากตารางที่ 4.7 แสดงการวิเคราะห์ค่าความเสียหายของอุปกรณ์ Chiller โดยใช้วิธี FMEA พบว่าแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายมีทั้งหมด 9 สาเหตุหลักๆ คือ

1. ทำความเย็นไม่ได้
2. เครื่องตัดการทำงาน
3. เปิดเครื่องจักรไม่ได้
4. คอมเพรสเซอร์มีกลิ่นไหม้
5. คอมเพรสเซอร์ใหม่
6. ไม่สามารถอ่านข้อมูลการทำงานได้
7. น้ำระบายความร้อนไม่ได้
8. ค่าความดันน้ำมันคอมเพรสเซอร์ต่ำ
9. ระบบควบคุมน้ำยาไม่ทำงาน

โดยที่ในการเกิดความรุนแรง (Severity) ของ Chiller สาเหตุที่เกิดความรุนแรงมากที่สุด โดยได้คะแนนอยู่ที่ระดับ 10 เกิดจากสาเหตุเครื่องตัดการทำงาน รองลงมาคือสาเหตุของการทำความเย็นไม่ได้ คอมเพรสเซอร์ใหม่และปริมาณน้ำมันคอมเพรสเซอร์ต่ำ โดยได้คะแนนอยู่ที่ระดับ 9 สาเหตุที่ให้ความรุนแรงน้อยที่สุด โดยได้คะแนนอยู่ที่ระดับ 3 ค่าความดันน้ำมันคอมเพรสเซอร์ต่ำ ส่วนในเรื่องของความถี่การเกิดเหตุ (Occurrence) พบว่าสาเหตุที่พบบ่อยที่สุดของ Chiller คือ เปิดเครื่องจักรไม่ได้โดยเกิดขึ้นทั้งหมด 8 ครั้งในระยะเวลา 2 ปี สามารถที่สำคัญรองลงมาคือสาเหตุเครื่องตัดการทำงานซึ่งพบความถี่ในการเกิดถึง 6 ครั้ง และในหัวข้อของการตรวจพบ (Detection) ส่วนใหญ่จะสามารถตรวจพบสาเหตุของการเกิดได้ แต่ก็มีบางสาเหตุที่มีคะแนนในการตรวจพบน้อยคือสาเหตุระบบควบคุมน้ำยาไม่ทำงานซึ่งได้คะแนนในการตรวจพบอยู่ที่ระดับ 5 โดยภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) พบว่าสาเหตุที่เกิดความเสี่ยงสูงสุด คือเปิดเครื่องจักรไม่ได้ โดยได้คะแนนมากที่สุดถึง 640 คะแนน รองลงมาคือสาเหตุเครื่องตัดการทำงานโดยคะแนนภาพรวมความเสียหาย 600 คะแนน ส่วนสาเหตุที่เกิดความเสียหาย (RPN) น้อยที่สุดคือสาเหตุระบบควบคุมน้ำยาไม่ทำงาน โดยได้คะแนนเพียง 25 คะแนนเท่านั้น

4.2.2 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Chiller Water Pump

จากตารางที่ 4.8 พบว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหาย (RPN) อยู่เพียงสาเหตุเดียวคือ ไม่สามารถจ่ายน้ำเย็นระบบได้โดยผลกระทบที่เกิดจากความเสียหายของ Chiller Water Pump มีอยู่ 3 สาเหตุคือ มอเตอร์ไม่ทำงาน แม็กเนติกส์ไหม้ และมอเตอร์ไหม้ โดยทุกสาเหตุได้คะแนนระดับความรุนแรงเท่ากัน คืออยู่ที่ระดับ 7 และพบความถี่ที่เกิดความเสียหายเกิดขึ้นบ่อยที่สุดจำนวน 4

ครั้งจากสาเหตุ มอเตอร์ไม่ทำงานและมีโอกาสในการตรวจพบอยู่ที่ระดับ 4 โดยภาพรวมความเสี่ยง (RPN) ได้คะแนนมากที่สุดถึง 168 คะแนน ส่วนอีก 2 สาเหตุที่เหลือได้คะแนนเท่ากันคือ 42 คะแนน

4.2.3 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบ Condenser Water Pump

จากตารางที่ 4.9 แสดงการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงของ Condenser Water Pump (CDP) จะเห็นว่าแนวโน้มที่จะเกิดความเสี่ยงนั้น มีเพียงสาเหตุเดียวคือ ไม่สามารถจ่ายน้ำเข้า Cooling Tower ได้เนื่องจากสาเหตุมอเตอร์ไม่ทำงาน จากการเก็บข้อมูลในระยะเวลา 2 ปี พบว่ามีความถี่ในการเกิดเหตุสูงถึง 10 ครั้ง โดยมีความรุนแรงของความเสี่ยงอยู่ที่ระดับ 9 และมีค่าภาพรวมของความเสี่ยง (RPN) อยู่ที่ 180 คะแนน

4.2.4 ข้อมูลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบ Cooling Tower

จากตารางที่ 4.10 ความเสี่ยงของระบบ Cooling Tower ส่วนใหญ่แนวโน้มของผลกระทบเกิดจากความเสียหายมีอยู่ 5 ข้อหลักๆ คือ

1. ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนลดลง
2. พัดลมไม่ทำงาน
3. มอเตอร์หยุดทำงาน
4. การกระจายน้ำลงรังผึ้งไม่สม่ำเสมอ
5. Cooling Tower ไม่ทำงาน

โดยสาเหตุที่มีระดับความรุนแรงสูงสุดมีอยู่ 2 สาเหตุคือ พัดลมไม่ทำงานและ Cooling Tower ไม่ทำงาน ความรุนแรงอยู่ที่ระดับ 10 มีสาเหตุมาจากสายพานหมดยุการใช้งานและกระแสไฟฟ้าไม่จ่ายมอเตอร์ นอกจากนี้ยังพบว่าสาเหตุของประสิทธิภาพในการระบายความร้อนลดลงมีความถี่ในการเกิดมากที่สุดถึง 10 ครั้งมีสาเหตุมาจากลูกลอยของระบบเติมน้ำเสีย ซึ่งผลกระทบดังที่กล่าวมาในข้างต้นเป็นตัวชี้วัดเพื่อกลับไปหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสี่ยงของเครื่องจักรโดยมีค่าความเสี่ยง (RPN) มากที่สุดอยู่ที่ 350 คะแนน

4.2.5 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของระบบ Air handing Unit

จากตารางที่ 4.11 แสดงการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงของอุปกรณ์ Air handing Unit (AHU) พบว่าค่าของความรุนแรงของความเสี่ยงเกิดจากสาเหตุของสายพานขาด และยังมีค่าถี่ในการเกิดขึ้นถึง 34 ครั้ง โดยสาเหตุที่เกิดสามารถทำการตรวจพบได้ ดังนั้นค่า RPN จึงมีค่าสูงถึง 340 คะแนน เมื่อเทียบกับสาเหตุของลูกปืนแตก ซึ่งมีความรุนแรงแค่ระดับระดับ 4 เท่านั้น และมีคะแนนรวมที่ 160 คะแนน จะเห็นได้ว่าค่า RPN มีความแตกต่างกันถึง 180 คะแนน เมื่อเทียบกับแนวโน้มที่จะเกิดความเสี่ยงของทั้ง 2 สาเหตุ

4.2.6 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Fan Coil Unit

ตารางที่ 4.12 แสดงการวิเคราะห์ความเสียหายของอุปกรณ์ Fan Coil Unit (FCU) โดยใช้วิธี FMEA พบว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายหลักๆ อยู่ 3 สาเหตุ คือ มอเตอร์มีเสียงดัง ท่อน้ำทิ้งอุดตัน และเทอร์โมรูมเสีย โดยพบระดับความรุนแรงอยู่ที่ระดับ 7, 8 และ 10 ตามลำดับสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายที่มีความถี่การเกิดสูงที่สุดคือ น้ำท่วมถาดน้ำทิ้งโดยความเสียหายเกิดจากการติดตั้งท่อน้ำทิ้งสูงเกินไปมีความถี่อยู่ที่ 33 ครั้ง รองลงมาคือสาเหตุมอเตอร์มีเสียงดังเกิดจากลูกปืนของมอเตอร์เสื่อมสภาพและแกนมอเตอร์สกปรกโดยมีความถี่ในการเกิดจำนวน 22 ครั้ง โดยภาพรวมของการเกิดความเสียหายที่มีคะแนนสูงที่สุด 792 คะแนน เกิดมาจากสาเหตุน้ำท่วมถาดน้ำทิ้งและคะแนนภาพรวมความเสียหายน้อยที่สุดเกิดจากการเปิดเครื่องปรับอากาศไม่ได้ซึ่งมีสาเหตุของความเสียหายมาจากเทอร์โมรูมเสีย ซึ่งได้คะแนนเพียง 30 คะแนนเท่านั้น

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Chiller โดย FMEA

รายการ หน้าที่ การทำงาน	แนวโน้มที่จะมี การเกิด ความเสียหาย	แนวโน้มผลกระทบ ที่เกิดจาก ความเสียหาย	ความรุนแรง SEVERITY	แนวโน้มสาเหตุ ที่ทำให้เกิด ความเสียหาย	ความถี่การเกิด OCCURRENCE	การควบคุม ในปัจจุบัน CONTROL	ตรวจพบ DETECTION	R P N	ข้อเสนอแนะ	เป้าหมายวันที่ กำหนดการแก้ไข แล้วเสร็จ
CHILLER ทำน้ำเย็นให้ระบบ	1. ทำความเย็นไม่ได้	อุณหภูมิน้ำยาสูง	9	1.เกิดจากตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิติดปกติ 2.เกิดความคิดพลาดจากตัวตรวจวัดอุณหภูมิ	2	-	10	180	ทำการตรวจวัดอุณหภูมิ น้ำยาทุกวัน	วิศวกรรม
	2.เครื่องตัดการทำงาน	1.โอเวอร์คอมเพรสเซอร์ตัด 2.สวิทช์ความดันตัดการทำงาน 3. หน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์ขาด 4. สาย Terminal ใหม่ 5. ขดลวดตัวขั้วลูกสูบใหม่	10	1.แรงดันไม่คงที่ 2.แรงดันไม่ครบเฟส 3.ชุดควบคุมแรงดันเกิดความเสียหาย	6	-	10	600	ทำการตรวจเช็คชุดควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม
	3.เปิดเครื่องจักรไม่ได้	1.ชุดควบคุมซิลเลอร์ไม่ทำงาน 2. ระบบไม่สั่งงาน 3. ไม่มีกระแสไฟจ่าย 4. แม่เหล็กคัสใหม่ 5. ระบบไฟฟ้าไม่ครบเฟส	8	1.เกิดความคิดพลาดจากชุดควบคุมการทำงาน 2.การเชื่อมสภาพของตัวMagnatic 3.แรงดันไม่คงที่และมีการกินกระแสมากเกินไป 4.หน้าสัมผัสสกปรก 5.แรงดันไม่ครบเฟส	8	-	10	640	ทำการตรวจเช็คชุดควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

รายการ หน้าที่ การทำงาน	แนวโน้มที่จะมี การเกิด ความเสียหาย	แนวโน้มผลกระทบ ที่เกิดจาก ความเสียหาย	ความรุนแรง SEVERITY	แนวโน้มสาเหตุ ที่ทำให้เกิด ความเสียหาย	ความถี่การเกิด OCCURRENCE	การควบคุม ในปัจจุบัน CONTROL	ตรวจพบ DETECTION	R P N	ข้อเสนอแนะ	เป้าหมายวันที่ กำหนดการแก้ไข แล้วเสร็จ
	4. คอมเพรสเซอร์มีกลิ่น ไหม้	1. การหล่อลื่นไม่ดี 2. ฟิวเตอร์ของเครื่องกรองน้ำมัน ตัน	8	เกิดความคิดพลาดจาก ชุดควบคุมการทำงาน	1	-	10	80	ทำการตรวจเช็คชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม
	5. คอมเพรสเซอร์ไหม้	1. ปริมาณน้ำมันคอมเพรสเซอร์ต่ำ	9	เกิดการรั่วของน้ำมัน	2	การตรวจสอบ ตามระยะเวลา	10	180	ทำการตรวจเช็คชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม
	6. ไม่สามารถอ่านข้อมูล การทำงานได้	อุปกรณ์ควบคุมการทำงานไม่ ทำงาน	5	1.ระบบจ่ายไฟฟ้า เสียหาย	2	การตรวจสอบ ตามระยะเวลา	8	80	ทำการตรวจเช็คชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม
	7. น้ำระบายความร้อน ไม่ได้	ตัวควบคุมแรงดันน้ำด้านออกไม่ ทำงาน	9	1.ความสกปรกของหน้า สัมผัส 2.เกิดความคิดพลาดจาก ชุดควบคุมการทำงาน	1	การตรวจสอบ ตามระยะเวลา	7	63	ทำการตรวจเช็คชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

รายการ หน้าที่ การทำงาน	แนวโน้มที่จะมี การเกิด ความเสียหาย	แนวโน้มผลกระทบ ที่เกิดจาก ความเสียหาย	ความรุนแรง SEVERITY	แนวโน้มสาเหตุ ที่ทำให้เกิด ความเสียหาย	ความถี่การเกิด OCCURRENCE	การควบคุม ในปัจจุบัน CONTROL	ตรวจพบ DETECTION	R P N	ข้อเสนอแนะ	เป้าหมายวันที่ กำหนดการแก้ไข แล้วเสร็จ
8. ค่าความดัน น้ำมัน คอมเพรสเซอร์ต่ำ	1.คอมเพรสเซอร์เกิด การสึกหรอ 2.ประสิทธิภาพการทำงานจะต่ำลง	3	1.น้ำมันคอมเพรสเซอร์ เสื่อมสภาพ	2	การตรวจสอบ ตามระยะเวลา	7	42	ทำการตรวจเช็คชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม	
9. ระบบควบคุม น้ำยาไม่ทำงาน	1.ไม่สามารถควบคุม ปริมาณสารทำความ เย็นได้	5	1.ชุดควบคุมเกิดการผิด ปกติ 2.ตัวตรวจจับระดับสารทำ ความเย็นไม่ทำงานหรือ ทำงานผิดปกติ	1	การตรวจสอบ ตามระยะเวลา	5	25	ทำการตรวจเช็คชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม	

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Chiller Water Pump โดย FMEA

รายการ หน้าที่ การทำงาน	แนวโน้มที่จะมี การเกิด ความเสียหาย	แนวโน้มผลกระทบ ที่เกิดจาก ความเสียหาย	ความ รุนแรง SEVERITY	แนวโน้มสาเหตุ ที่ทำให้เกิด ความเสียหาย	ความถี่การเกิด OCCURRENCE	การควบคุม ในปัจจุบัน CONTROL	ตรวจพบ DETECTION	R P N	ข้อเสนอแนะ	เป้าหมายวันที่ กำหนดการ แก้ไข แล้วเสร็จ
Chiller Water Pump จ่ายน้ำเย็นเข้า ระบบ	ไม่สามารถจ่ายน้ำ เย็นเข้าระบบได้	1. มอเตอร์ไม่ทำงาน	7	1.ชุดควบคุม(VSD) เสียหายหรือผิดปกติ 2.ชุด Mangnatic เกิดความ เสียหายหรือผิดปกติ 3.มอเตอร์ Pump ใหม่	4	การ ตรวจสอบ ตาม ระยะเวลา	6	168	ทำการตรวจวัด อุณหภูมิ น้ำยาทุกวัน	วิศวกรรม
		2. Mangnatic ใหม่	7	4.การเสื่อมสภาพของตัว Magnatic 5.แรงดันไม่คงที่และมีการ กินกระแสมากเกินไป 6.หน้าสัมผัสสกปรก	1	การ ตรวจสอบ ตาม ระยะเวลา	6	42	ทำการตรวจเช็คชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม
		3.มอเตอร์ใหม่	7	7.แรงดันไม่คงที่และมีการ กินกระแสมากเกินไป 8.ชุดควบคุมเสื่อมสภาพ 9.ลูกปืนมอเตอร์ชำรุด 10.ระบายความร้อนไม่ได้	1	การ ตรวจสอบ ตาม ระยะเวลา	6	42	ทำการตรวจเช็คชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Condenser Water Pump โดย FMEA

รายการ หน้าที่ การทำงาน	แนวโน้มที่จะมี การเกิด ความเสียหาย	แนวโน้ม ผลกระทบ ที่เกิดจาก ความเสียหาย	ความ รุนแรง SEVERITY	แนวโน้มสาเหตุ ที่ทำให้เกิด ความเสียหาย	ความถี่การเกิด OCCURRENCE	การควบคุม ในปัจจุบัน CONTROL	ตรวจพบ DETECTION	R P N	ข้อเสนอแนะ	เป้าหมายวันที่ กำหนดการ แก้ไข แล้วเสร็จ
Condenser Water Pump จ่ายน้ำหล่อเย็นของ ตัว Chiller ไประบาย ความร้อนที่ Cooling Tower	ไม่สามารถจ่ายน้ำ เข้าสู่ Cooling Tower ได้	มอเตอร์ไม่ ทำงาน	9	1.ชุดควบคุม(VSD) เสียหายหรือผิดปกติ 2.ชุด Mangnatic เกิด ความ เสียหายหรือผิดปกติ 3.มอเตอร์ Pump ใหม่	10	การ ตรวจสอบ ตาม ระยะเวลา	2	180	ทำการตรวจเช็ค อุณหภูมิ น้ำทุกชั่วโมง	วิศวกรรม

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Cooling Tower โดย FMEA

รายการ หน้าที่ การทำงาน	แนวโน้มที่จะมี การเกิด ความเสียหาย	แนวโน้มผลกระทบ ที่เกิดจาก ความเสียหาย	ความ รุนแรง SEVERITY	แนวโน้มสาเหตุ ที่ทำให้เกิด ความเสียหาย	ความถี่การเกิด OCCURRENCE	การควบคุม ในปัจจุบัน CONTROL	ตรวจพบ DETECTION	R P N	ข้อเสนอแนะ	เป้าหมายวันที่ กำหนดการ แก้ไข แล้วเสร็จ
Cooling Tower ระบบความร้อน ของระบบปรับ อากาศ ที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น	1.ประสิทธิภาพในการ ระบายความร้อนลดลง	1. อัตราการไหลของน้ำ ในระบบลดลง 2. ปริมาณน้ำในระบบลดลง 3. น้ำออกจาก Cooling มีอุณหภูมิสูง 4. ไบพัดกินมุมไม่เท่ากัน 5. การไหลเวียนของอากาศไม่ดี	7	1. ลูกลอยของระบบเดิมน้ำ Cooling Tower เสีย 2. ตัวกรองน้ำเข้าระบบ Cooling Tower คับ 3. มอเตอร์ Drive Valve ชำรุด 4. Softener อุดตัน 5. พัดลมไม่ทำงาน 6. ริงฝั่งระบายอากาศอุดตัน 7. การกินลมของไบพัด ไม่สมดุล 8. การสึกหรอของลูกปืน 9. เกิดตะกอนจับที่ก้าน ไบพัดลม 10. การตั้งมุมไบพัดที่ไม่ถูกต้อง 11. ริงฝั่งระบายอากาศอุด ตัน 12. ไบพัดกินมุมไม่เท่ากัน	10	การ ตรวจสอบ ตาม ระยะเวลา	5	350	ทำการตรวจวัด อุณหภูมิ น้ำยาทุกวัน	วิศวกรรม

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

รายการ หน้าที่ การทำงาน	แนวโน้มที่จะมี การเกิด ความเสียหาย	แนวโน้มผลกระทบ ที่เกิดจาก ความเสียหาย	ความ รุนแรง SEVERITY	แนวโน้มสาเหตุ ที่ทำให้เกิด ความเสียหาย	ความถี่การเกิด OCCURRENCE	การควบคุม ในปัจจุบัน CONTROL	ตรวจพบ DETECTION	R P N	ข้อเสนอแนะ	เป้าหมายวันที่ กำหนดการ แก้ไข แล้วเสร็จ
	2. พัดลมไม่ทำงาน	สายพานมอเตอร์ขาด	10	สายพานหมดอายุการใช้งาน	3	การตรวจสอบตามระยะเวลา	1	30	ทำการตรวจเช็คชุดควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม
	3. มอเตอร์หยุดการทำงาน	1. กินกระแสไฟสูง 2. มอเตอร์ไหม้	7	1. สายพานตึงเกินไป 2. การกินลมของใบพัดไม่สมดุล 3. ระบายความร้อนไม่ได้ 4. ชุดควบคุมเสื่อมสภาพ 5. ลูกปืนมอเตอร์ชำรุด 6. แรงดันไม่คงที่และกินกระแสมากเกินไป	4	การตรวจสอบตามระยะเวลา	4	112	ทำการตรวจเช็คชุดควบคุมทุกวัน	วิศวกรรม
	4. การกระจายน้ำลงรังผึ้งไม่สม่ำเสมอ	ตัวควบคุมการหมุนชำรุด	5	การอุดตันของตัว Eliminator	1	-	10	50	ทำการตรวจเช็คชุดควบคุมทุกปี	วิศวกรรม
	5. Cooling Tower ไม่ทำงาน	กระแสไฟไม่จ่ายมอเตอร์	10	ระบบจ่ายไฟเสียหาย	1	การตรวจสอบตามระยะเวลา	2	20	ทำการตรวจเช็คชุดควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Air handing Unit โดย FMEA

รายการ หน้าที่ การทำงาน	แนวโน้มที่จะมี การเกิด ความเสียหาย	แนวโน้ม ผลกระทบ ที่เกิดจาก ความเสียหาย	ความ รุนแรง SEVERITY	แนวโน้มสาเหตุ ที่ทำให้เกิด ความเสียหาย	ความถี่การเกิด OCCURRENCE	การควบคุม ในปัจจุบัน CONTROL	ตรวจพบ DETECTION	R P N	ข้อเสนอแนะ	เป้าหมายวันที่ กำหนดการ แก้ไข แล้วเสร็จ
AHU ส่งลมเย็นเข้าสู่ พื้นที่ปรับอากาศ	1.เกิดเสียงดังของ AHU	ลูกปืนแตก	4	1.ลูกปืนหมดอายุการใช้งาน 2.ตั้งแกนเพลลาไม่สมดุล	8	การ ตรวจสอบ ตาม ระยะเวลา	5	160	ทำการตรวจเช็ค ชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม
	2. พัดลมไม่ทำงาน	สายพานขาด	10	สายพานหมดอายุการใช้งาน	34	การ ตรวจสอบ ตาม ระยะเวลา	1	340	ทำการตรวจเช็ค ชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบ Fan Coil Unit โดย FMEA

รายการ หน้าที่ การทำงาน	แนวโน้มที่จะมี การเกิด ความเสียหาย	แนวโน้มผลกระทบ ที่เกิดจาก ความเสียหาย	ความ รุนแรง SEVERITY	แนวโน้มสาเหตุ ที่ทำให้เกิด ความเสียหาย	ความถี่การเกิด OCCURRENCE	การควบคุม ในปัจจุบัน CONTROL	ตรวจพบ DETECTION	R P N	ข้อเสนอแนะ	เป้าหมายวันที่ กำหนดการ แก้ไข แล้วเสร็จ
FCU อุปกรณ์จ่ายลมเย็น ให้กับพื้นที่ปรับ อากาศ	1.มอเตอร์มีเสียงดัง	ลูกปืนมอเตอร์แตก	7	1.ลูกปืนเสื่อมสภาพ 2.แกนมอเตอร์สกปรก	22	การ ตรวจสอบ ตาม ระยะเวลา	3	462	ทำการตรวจเช็ค ชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม
	2.น้ำท่วมถาดน้ำทิ้ง	ท่อน้ำทิ้งตัน	8	1.ติดตั้งท่อน้ำทิ้งสูงเกินไป 2.ไม่ทำความสะอาดถาดน้ำ ทิ้ง	33	การ ตรวจสอบ ตาม ระยะเวลา	3	792	ทำการตรวจเช็ค ชุด ควบคุมทุกเดือน	วิศวกรรม
	3.เปิดเครื่องปรับอากาศ ไม่ได้	เทอร์โมรูมเสีย	10	ชุดควบคุมเสียหาย	1	การ ตรวจสอบ ตาม ระยะเวลา	3	30	ทำการตรวจเช็ค ชุด ควบคุมทุกวัน	วิศวกรรม

4.3 การวิเคราะห์ค่าความเสียหายโดยวิธีแผนผังพาร์โต (Pareto Diagram)

แผนภูมิแท่งการจัดลำดับ (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิทางสถิติที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพการผลิต โดยอาศัยหลักการเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการผลิต เพื่อจะได้พิจารณาเลือกเรื่องที่มีความสำคัญมากมาทำการแก้ไขปรับปรุงก่อนเป็นลำดับแรก โดยมองสาเหตุต่างๆ ที่เป็นจำนวนมากในการผลิตได้อย่างชัดเจน จากนำข้อมูลต่างๆ ที่บันทึกไว้มาสร้างเป็นแผนภูมิที่มีการจัดเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อย

4.3.1 การวิเคราะห์ค่าความเสียหายต่อชั่วโมงการปิดซ่อมของระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น

4.3.1.1 ข้อมูลรายละเอียดเครื่องจักร

จากข้อมูลเกี่ยวกับชั่วโมงการปิดซ่อมเครื่องจักรที่มักมีการปิดซ่อมอยู่บ่อยๆ นั้น มีสาเหตุมาจากความบกพร่องด้านใด และจะแก้ไขความบกพร่องด้านใดก่อน เพื่อลดปริมาณชั่วโมงการปิดซ่อมที่เกิดขึ้นให้ลดลง โดยสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

รวบรวมข้อมูลโดยเก็บจำนวนชั่วโมงการปิดซ่อมเครื่องจักร แยกตามชนิดของเครื่องจักร โดยทำการเก็บข้อมูลลงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลการตรวจสอบ (Check Sheet) ชั่วโมงการปิดซ่อมของแต่ละชนิดเครื่องจักร

ลำดับ	รายละเอียดชนิดเครื่องจักร	ชั่วโมงการปิดซ่อมแซม
1	Chiller	2566
2	Cooling Tower	1649
3	Chiller Water Pump	366
4	Condenser Water Pump	124
5	AHU	33
6	FCU	61.5

4.3.1.2 การวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดจากชั่วโมงการปิดซ่อมเครื่องจักร

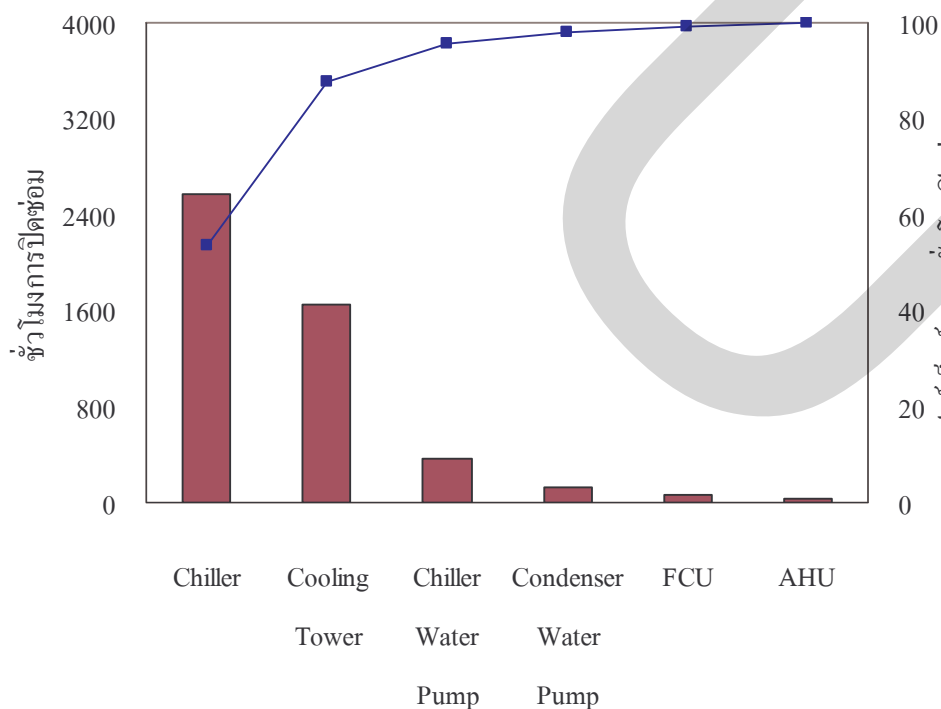
นำข้อมูลที่รวบรวมได้มารอกลงในตารางสรุปข้อมูลของ Pareto Diagram ซึ่งเป็นการนำข้อมูลมาจัดเรียงลำดับใหม่ จากข้อมูลที่มีชั่วโมงการปิดซ่อมของอุปกรณ์จากมากไปน้อย และคำนวณข้อมูลเพิ่มเติมอีก 3 คอลัมน์ (Column) คือ จำนวนชั่วโมงปิดซ่อมสะสม คอลัมน์เปอร์เซ็นต์เทียบกับจำนวนชั่วโมงปิดซ่อม และคอลัมน์เปอร์เซ็นต์สะสม ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ชั่วโมงการปิดซ่อมเครื่องจักรจากมากไปหาน้อย

ลำดับ	รายละเอียดอุปกรณ์	ชั่วโมงการปิดซ่อมแซม	จำนวนชั่วโมงสะสม	เปอร์เซ็นต์เทียบกับชั่วโมงปิดซ่อม	เปอร์เซ็นต์สะสมชั่วโมงปิดซ่อม
1	Chiller	2566.00	2566.00	53.46	53.46
4	Cooling Tower	1649.00	4215.00	34.36	87.82
2	Chiller Water Pump	366.00	4581.00	7.63	95.45
3	Condenser Water Pump	124.00	4705.00	2.58	98.03
5	FCU	61.50	4766.50	1.28	99.31
6	AHU	33.00	4799.50	0.69	100.00
		4799.50	-	100.00	-

4.3.1.3 การวิเคราะห์ความเสียหายของระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น

นำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.14 ไปดำเนินการวิเคราะห์โดยนำไปสร้างแผนภูมิพาร์โต้ โดยให้แกนตั้งซ้ายมือแสดงจำนวนชั่วโมงปิดซ่อม ส่วนขวามือแสดงเปอร์เซ็นต์สะสมชั่วโมงปิดซ่อมเครื่องจักร และในแกนนอนแสดงชนิดของอุปกรณ์เครื่องจักร



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของชนิดเครื่องทำน้ำเย็นกับเปอร์เซ็นต์สะสมของชั่วโมงการปิดซ่อม

จากรูปที่ 4.1 กราฟพายได้แสดงความสัมพันธ์แนวโน้มการเกิดความเสียหายของระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็นในแต่ละส่วนอุปกรณ์และเปอร์เซ็นต์สะสมของชั่วโมงการปิดซ่อม จากรูปกราฟดังกล่าวพบว่า Chiller มีเปอร์เซ็นต์สะสมชั่วโมงการปิดซ่อมสูงสุดคือ 53.46% รองลงมาคือ Cooling Tower มีเปอร์เซ็นต์สะสมชั่วโมงการปิดซ่อม 34.36% ส่วนในอุปกรณ์อื่นๆ นั้นคือ CHP ,CDP ,FCU และ AHU มีเปอร์เซ็นต์สะสมชั่วโมงการปิดซ่อม 7.63%, 2.58%, 1.28% และ 0.69% ตามลำดับ

ดังนั้นในส่วนของ Chiller และ Cooling Tower ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์สะสมชั่วโมงการปิดซ่อมสูง จะต้องนำไปค้นหาสาเหตุในอุปกรณ์ดังกล่าว และทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อที่จะให้อุปกรณ์ดังกล่าวมีชั่วโมงการปิดซ่อมลดลง ซึ่งจะส่งผลทำให้ระบบปรับอากาศทำงานได้เต็มประสิทธิภาพเพื่อลดชั่วโมงการปิดซ่อมของทั้งระบบปรับอากาศ

4.3.2 การวิเคราะห์ค่าความเสียหายของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น แยกตามลักษณะของการใช้งาน สามารถแยกออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

4.3.2.1 ส่วนทำน้ำเย็น (Chiller)

จากการวิเคราะห์ค่าความเสียหายของ Chiller จากตารางที่ 4.7 สามารถนำค่าการวิเคราะห์โดยใช้วิธีFMEA มาทำการหาค่าภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) ของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

แนวโน้มที่จะเกิดความเสียหาย	ความรุนแรง (Severity)	ความถี่การเกิด (Occurrence)	การตรวจพบ (Detection)	ภาพรวมของ การเกิดความ เสียหาย (RPN)
1. เปิดเครื่องจักรไม่ได้	8	8	10	640
2. เครื่องตัดการทำงาน	9	6	10	600
3. ทำความเย็นไม่ได้	9	2	10	180
4. คอมเพรสเซอร์ไหม้	10	6	10	180
5. คอมเพรสเซอร์มีกลิ่นไหม้	8	1	10	80
6. ไม่สามารถอ่านข้อมูลการทำงานได้	5	2	8	80
7. นำระบายความร้อนไม่ได้	9	1	7	63
8. ค่าความดันน้ำมัน คอมเพรสเซอร์ต่ำ	3	2	7	42
9. ระบบควบคุมน้ำยาไม่ทำงาน	5	1	5	25

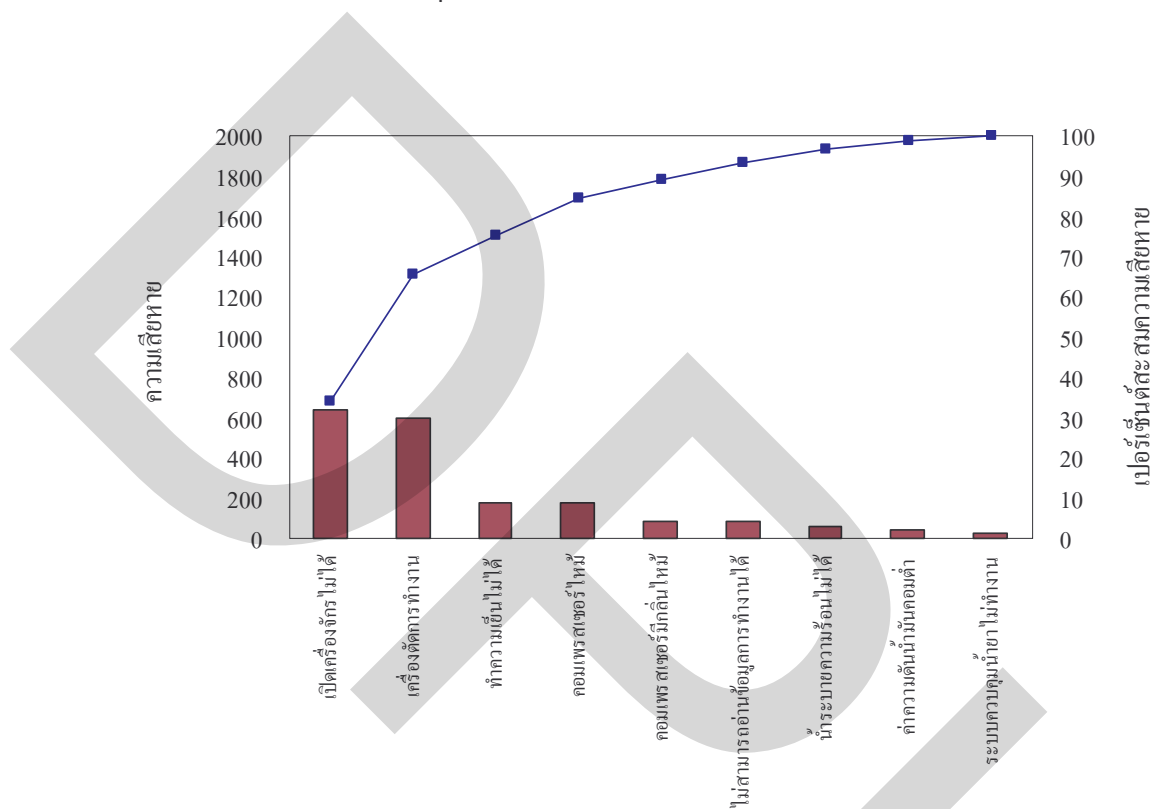
จากตารางที่ 4.16 เป็นการแสดงข้อมูลภาพรวมของความเสียหาย (RPN) ของ Chiller มาทำการสรุปเป็นข้อมูลเพื่อหาค่า RPN ของความเสียหายที่เกิดในอุปกรณ์ โดยนำค่าแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายของอุปกรณ์ส่วนทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศ โดยเรียงลำดับข้อมูลแนวโน้มที่จะมีการเกิดความเสียหายจากมากไปหาน้อย และจำนวนเปอร์เซ็นต์สะสมที่เกิดความเสียหายในอุปกรณ์ของส่วนอุปกรณ์ทำน้ำเย็น เพื่อนำค่าที่ได้ไปทำการสร้างกราฟพาราโด ดังแสดงในรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.16 ภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) เพื่อหาพาราโดของอุปกรณ์ส่วนทำน้ำเย็น (Chiller) ของระบบปรับอากาศ

ลำดับ	แนวโน้มที่จะมีการเกิดความเสียหาย	ความเสียหาย	ความเสียหายสะสม	เปอร์เซ็นต์เทียบกับความเสียหาย	เปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย
1	เปิดเครื่องจักรไม่ได้	640	640	33.86	33.86
2	เครื่องตัดการทำงาน	600	1240	31.75	65.61
3	ทำความเย็นไม่ได้	180	1420	9.52	75.13
4	คอมเพรสเซอร์ใหม่	180	1600	9.52	84.66
5	คอมเพรสเซอร์มีกลิ่นใหม่	80	1680	4.23	88.89
6	ไม่สามารถอ่านข้อมูลการทำงานได้	80	1760	4.23	93.12
7	น้ำระบายความร้อนไม่ได้	63	1,823	3.33	96.46
8	ค่าความดันน้ำมันคอมต่ำ	42	1,865	2.22	98.68
9	ระบบควบคุมน้ำยาไม่ทำงาน	25	1,890	1.32	100.00
		1,890	-	100.00	-

จากรูปที่ 4.2 กราฟพาราโดแสดงความสัมพันธ์ของค่าความเสียหายของอุปกรณ์ Chiller เทียบกับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหายและข้อบกพร่องของระบบปรับอากาศ โดยกราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องกับจำนวนความเสียหาย ส่วนกราฟความสัมพันธ์ของสาเหตุความบกพร่องกับเปอร์เซ็นต์สะสมของความเสียหาย ซึ่งจากกราฟจะพบว่าจำนวนของความเสียหายที่มากที่สุด เกิดจากสาเหตุข้อบกพร่องของการเปิดเครื่องจักรไม่ได้ ซึ่งมีค่าสูงถึง 33.86% รองลงมาคือ สาเหตุจากเครื่องตัดการทำงาน 31.75% ส่วนข้อบกพร่องอื่นๆ นั้น มีค่าน้อยกว่าสอง

สาเหตุที่กล่าวมาในข้างต้น ดังนั้นจึงต้องนำสาเหตุข้อบกพร่องการเปิดเครื่องจักรไม่ได้และสาเหตุที่เครื่องจักรตัดการทำงาน ไปทำการค้นหาสาเหตุและทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก เพื่อที่จะทำให้การทำงานของอุปกรณ์ Chiller สามารถที่จะทำงานได้โดยที่มีข้อบกพร่องลดลง



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของความเสียหายของ Chiller กับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย

การวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดความเสียหายของอุปกรณ์ Chiller โดยนำผลการวิเคราะห์จาก FMEA มาช่วยในการตรวจเช็คหาสาเหตุของปัญหา วิธีการตรวจเช็ค และการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้เกิดความเสียหายลดลง พร้อมทั้งมีการกำหนดเวลาในการแก้ไขและปรับปรุงรวมถึงมีการกำหนดงบประมาณในการซ่อมแซมบำรุงรักษาให้ถูกต้อง ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของ Chiller โดยแสดงสาเหตุและการปรับปรุงจากวิธีการวิเคราะห์แบบ FMEA

ลำดับ	สาเหตุความเสียหาย	RPN	การตรวจเช็คปัจจุบัน	ปรับปรุงการตรวจเช็คจากข้อมูล FMEA	ระยะเวลาการตรวจสอบ		เวลาในการตรวจ(นาที)		งบประมาณ (บาท)	
					ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	เปิดเครื่องจักรไม่ได้	640	อ่านข้อมูลและจดบันทึกจากจากชุดควบคุม	1.เพิ่มการตรวจสอบระบบการจ่ายกระแสไฟและจดบันทึก 2.ทำความสะอาดหน้าสัมผัส 3.ตรวจสอบสภาพ Magnatic	วัน 1 เดือน 6 เดือน	วัน 1 สัปดาห์ 1 เดือน	3 - -	5 - -	- - -	- - -
2	เครื่องตัดการทำงาน	600	อ่านข้อมูลและจดบันทึกจากจากชุดควบคุม	1.เพิ่มการตรวจสอบชุดโอเวอร์คอมเพรสเซอร์และจดบันทึก 2.ตรวจสอบชุดความแรงดัน	- 1 เดือน	วัน 1 สัปดาห์	5 -	20 -	- -	- -
3	ทำความเย็นไม่ได้	180	อ่านข้อมูลและจดบันทึกจากจากชุดควบคุม	เพิ่มการตรวจสอบตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิและจดบันทึก	-	วัน	3	10	-	-
4	คอมเพรสเซอร์ไหม้	180	ตรวจเช็คความดันน้ำมันคอมเพรสเซอร์	ตรวจสอบรอยรั่วบริเวณคอมเพรสเซอร์	วัน	วัน	5	10	-	-
5	คอมเพรสเซอร์ไหม้มีกลิ่นไหม้	80	ตรวจเช็คความดันน้ำมันคอมเพรสเซอร์	ตรวจสอบรอยรั่วบริเวณคอมเพรสเซอร์	วัน	วัน	5	10	-	-
6	ไม่สามารถอ่านข้อมูลการทำงานได้	80	ตรวจเช็คระบบปิด/เปิดระบบคำสั่ง	ตรวจสอบระบบจ่ายไฟเข้าระบบ	1 สัปดาห์	วัน	5	20	-	-
7	น้ำระบายความร้อนไม่ได้	63	ตรวจเช็คอุณหภูมิระบายความร้อน	เพิ่มการตรวจความดันน้ำด้านออก	วัน	วัน	3	10	-	-
8	ความดันน้ำมันคอมเพรสเซอร์ต่ำ	42	ตรวจเช็คแรงดันน้ำมันคอมเพรสเซอร์	เปลี่ยนน้ำมันคอมเพรสเซอร์	1 ปี	ชั่วโมง	-	-	45000	15000
9	ระบบควบคุมน้ำยาไม่ทำงาน	25	ตรวจเช็คระบบควบคุมน้ำยา	1.เพิ่มการตรวจสอบระบบการจ่ายกระแสไฟและจดบันทึก 2.ทำความสะอาดหน้าสัมผัส	1 เดือน	1 สัปดาห์	10 -	20 -	- -	- -

4.3.2.2 Chiller Water Pump และ Condenser Water Pump

จากการวิเคราะห์ค่าความเสียหายของ Chiller Water Pump และ Condenser Water Pump ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองนี้มีลักษณะการทำงานที่เหมือนกันโดยนำข้อมูลจากตารางที่ 4.8 และ 4.9 ที่ทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีFMEA มาทำการหาค่าภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.18

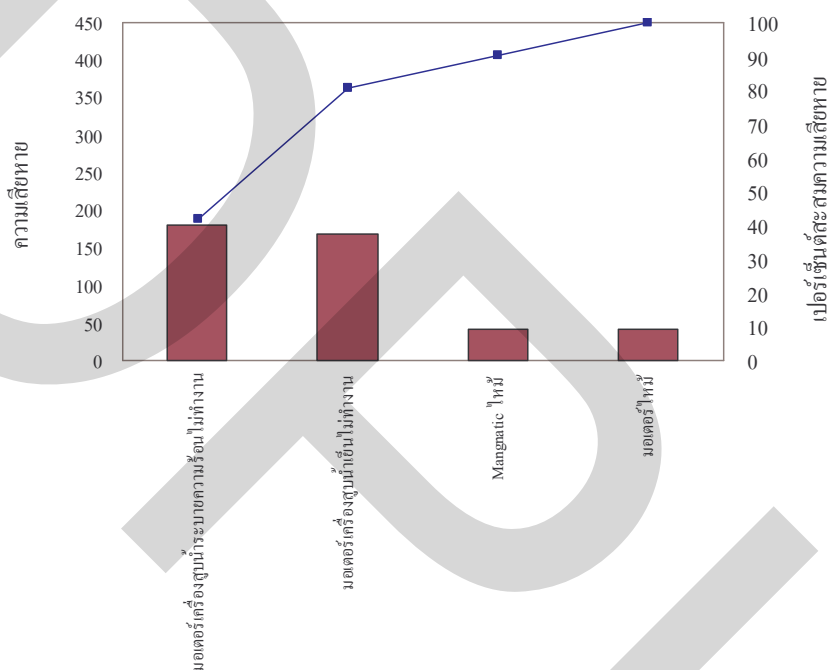
ตารางที่ 4.18 ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของเครื่องสูบน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำระบายความร้อน (Chiller Water Pump และ Condenser Water Pump)

แนวโน้มที่จะเกิดความเสียหาย	ความรุนแรง (Severity)	ความถี่การเกิด (Occurrence)	การตรวจพบ (Detection)	ภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN)
1.มอเตอร์ปั๊มด้านจ่ายน้ำเข้า Cooling Towerไม่ทำงาน	9	10	2	180
2.มอเตอร์ปั๊มด้านจ่ายน้ำเย็นไม่ทำงาน	7	4	6	168
3.Mangnatic ใหม่	7	1	6	42
4.มอเตอร์ใหม่	7	1	6	42

ตารางที่ 4.19 ภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) เพื่อหาพารามิเตอร์ของอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำเย็น (CHP) และเครื่องสูบน้ำระบายความร้อน (CDP) ของระบบปรับอากาศ

ลำดับที่	แนวโน้มที่จะมีการเกิดความเสียหาย	ความเสียหาย	ความเสียหายสะสม	เปอร์เซ็นต์เทียบกับความเสียหาย	เปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย
1	มอเตอร์เครื่องสูบน้ำระบายความร้อนไม่ทำงาน	180	180	41.67	41.67
2	มอเตอร์เครื่องสูบน้ำเย็นไม่ทำงาน	168	348	38.89	80.56
3	Mangnatic ใหม่	42	390	9.72	90.28
4	มอเตอร์ใหม่	42	432	9.72	100.00
		432	-	100.00	-

จากตารางที่ 4.19 นำข้อมูลภาพรวมของความเสียหาย (RPN) ของเครื่องสูบน้ำเย็น (CHP) และเครื่องสูบน้ำระบายความร้อน (CDP) มาสรุปเป็นตารางพารेटโต้ โดยนำสาเหตุความเสียหาย และเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย โดยทำการเรียงลำดับแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหาย จากมากไปหาน้อย เพื่อนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟพารेटโต้ ความสัมพันธ์ของอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำเย็น (CHP) และเครื่องสูบน้ำระบายความร้อน (CDP) ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของความเสียหายของ CHP และ CDP กับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย

จากรูปที่ 4.3 กราฟพารेटโต้แสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุแนวโน้มของการเกิดความเสียหาย จำนวนความเสียหายและเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหายของ CHP และ CDP โดยกราฟแท่งแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายกับจำนวนของความเสียหาย ในส่วนของกราฟแสดงความสัมพันธ์ของแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายกับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย ซึ่งพบว่าจำนวนของแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหาย พบจำนวนมากที่สุดคือ สาเหตุมอเตอร์เครื่องสูบน้ำระบายความร้อนไม่ทำงานมีค่าสูงถึง 41.67% รองลงมาคือ สาเหตุมอเตอร์เครื่องสูบน้ำเย็นไม่ทำงาน 38.89% ส่วนสาเหตุแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายด้านอื่นๆ มีจำนวนน้อยกว่าสองสาเหตุแรกที่กล่าวมาในข้างต้น ดังนั้นจึงนำสาเหตุดังกล่าวไปทำการค้นหาสาเหตุและทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก เพื่อที่จะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถลดข้อบกพร่องดังที่แสดงในกราฟพารेटโต้ได้

ตารางที่ 4.20 ภาพรวมของการเกิดความเสี่ยงของ CHP และ CDP โดยแสดงสาเหตุและการปรับปรุงจากวิธีการวิเคราะห์แบบ FMEA

ลำดับ	สาเหตุความเสียหาย	RPN	การตรวจเช็คปัจจุบัน	ปรับปรุงการตรวจเช็คจากข้อมูล FMEA	ระยะเวลาการตรวจสอบ		เวลาในการตรวจ (นาที)		งบประมาณ (บาท)	
					ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	มอเตอร์เครื่องสูบน้ำระบายความร้อนไม่ทำงาน	180	ตรวจวัดกระแสมอเตอร์และจุดบันทึก	1.เพิ่มการตรวจสอบชุดควบคุม VSD 2.ตรวจเช็คชุด Mangnatic	วัน	วัน	5	10	-	-
					1 ปี	6 เดือน	-	-	-	-
2	มอเตอร์สูบน้ำเย็นไม่ทำงาน	168	ตรวจวัดกระแสมอเตอร์และจุดบันทึก	1.เพิ่มการตรวจสอบชุดควบคุม VSD 2.ตรวจเช็คชุด Mangnatic	วัน	วัน	5	10	-	-
					1 ปี	6 เดือน	-	-	-	-
3	Mangnatic ใหม่	42	ตรวจวัดและทำความสะอาด	เพิ่มระยะเวลาในการทำความสะอาด	1 ปี	6 เดือน	-	-	-	-
5	มอเตอร์ใหม่	42	ตรวจวัดกระแสมอเตอร์และจุดบันทึก	เพิ่มการตรวจสอบความร้อนมอเตอร์	วัน	วัน	-	5	-	-

จากตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดความเสียหายของอุปกรณ์ CHP และ CDP โดยนำผลการวิเคราะห์จาก FMEA มาช่วยในการตรวจเช็คหาสาเหตุของปัญหา วิธีการตรวจเช็ค และการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้เกิดความเสียหายลดลง พร้อมทั้งมีการกำหนดเวลาในการแก้ไขและปรับปรุงรวมถึงมีการกำหนดงบประมาณในการซ่อมแซมบำรุงรักษาให้ถูกต้อง

4.3.2.3 Cooling Tower

จากการวิเคราะห์ค่าความเสียหายของ Cooling Tower จากตารางที่ 4.10 สามารถนำค่าการวิเคราะห์โดยใช้วิธี FMEA มาทำการหาค่าภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.21

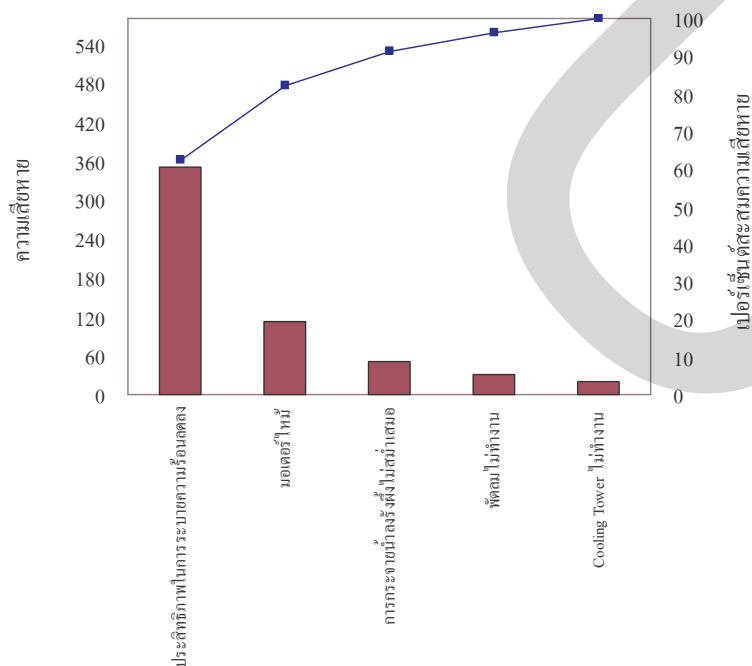
ตารางที่ 4.21 ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower)

แนวโน้มที่จะเกิดความเสียหาย	ความรุนแรง (Severity)	ความถี่การเกิด (Occurrence)	การตรวจพบ (Detection)	ภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN)
1. ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนลดลง	7	10	5	350
2. มอเตอร์หยุดการทำงาน	7	4	4	112
3. การกระจายน้ำลงรังผึ้งไม่สม่ำเสมอ	5	1	10	50
4. พัดลมไม่ทำงาน	10	3	1	30
5. Cooling Tower ไม่ทำงาน	10	1	2	20

ตารางที่ 4.22 ภาพรวมของการเกิดความเสี่ยง (RPN) เพื่อหาพารेटโต้ของอุปกรณ์หอผึ่งน้ำ
(Cooling Tower)

ลำดับที่	แนวโน้มที่จะมี การเกิดความเสี่ยง	ความ เสียหาย	ความเสียหาย สะสม	เปอร์เซ็นต์เทียบกับ ความเสียหาย	เปอร์เซ็นต์สะสม ความเสียหาย
1	ประสิทธิภาพในการ ระบายความร้อนลดลง	350	350	62.28	62.28
2	มอเตอร์ไหม้	112	462	19.93	82.21
3	การกระจายน้ำลงรังผึ้งไม่ สม่ำเสมอ	50	512	8.90	91.10
4	พัดลมไม่ทำงาน	30	542	5.34	96.44
5	Cooling Tower ไม่ทำงาน	20	562	3.56	100.00
		562	-	100.00	-

จากตารางที่ 4.22 นำข้อมูลภาพรวมของการเกิดความเสี่ยง (RPN) ของหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) มาทำการสรุปเป็นตารางพารेटโต้ได้ โดยนำสาเหตุที่จะเกิดความเสี่ยง จำนวน ความเสียหายและเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหายมาจัดเรียงลำดับ จากค่าความเสียหายมากไปหาน้อย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ความเสียหายกับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหายของหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของความเสียหายของ Cooling Tower กับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย

ตารางที่ 4.23 ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของ Cooling Tower โดยแสดงสาเหตุและการปรับปรุงจากวิธีการวิเคราะห์แบบ FMEA

ลำดับ	สาเหตุความเสียหาย	RPN	การตรวจเช็คปัจจุบัน	ปรับปรุงการตรวจเช็คจากข้อมูล FMEA	ระยะเวลาการตรวจสอบ		เวลาในการตรวจ (นาที)		งบประมาณ (บาท)	
					ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนลดลง	350	อ่านข้อมูลและจดบันทึกจากจากชุดควบคุม	1.ตรวจดูกลอยเติมน้ำ 2.ล้างกรองน้ำเข้าระบบ	วัน 6 เดือน	วัน 1 เดือน	5 -	10 -	- -	- -
2	มอเตอร์ไหม้	112	ตรวจวัดกระแสมอเตอร์และจดบันทึก	เพิ่มการตรวจสอบความร้อนมอเตอร์	วัน	วัน	-	5	-	-
3	การกระจายน้ำลงรังผึ้งไม่สม่ำเสมอ	50	ดูลักษณะการไหลของน้ำ	ทำความสะอาดรังผึ้ง	ไม่มี	1 ปี	-	-	ไม่มี	30000
4	พัดลมไม่ทำงาน	30	ดูลักษณะการหมุนของพัดลม	4.ทำความสะอาดและตั้งใบพัดลม	ไม่มี	1 ปี	-	-	ไม่มี	25000
5	Cooling Tower ไม่ทำงาน	20	ตรวจวัดกระแสมอเตอร์และจดบันทึก	ตรวจเช็คระบบจ่ายไฟ	วัน	วัน	5	10	-	-

จากรูปที่ 4.4 กราฟพาร์โต้แสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุแนวโน้มความเสียหาย จำนวนความเสียหาย และเปอร์เซ็นต์สะสมของความเสียหายอุปกรณ์ห่อหุ้มน้ำ จากรูปกราฟแท่ง แสดงถึงค่าความสัมพันธ์ของความเสียหายและเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย ซึ่งจะเห็นได้ว่า สาเหตุที่พบความเสียหายมากที่สุดคือ ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนลดลง โดยมีเปอร์เซ็นต์ของความเสียหาย 62.28% ส่วนสาเหตุของความเสียหายด้านอื่นๆ มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าความเสียหายที่กล่าวแล้วในข้างต้น ดังนั้นจะต้องนำสาเหตุดังกล่าวไปค้นหาสาเหตุของปัญหา เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขให้ห่อหุ้มน้ำมีประสิทธิภาพในการระบายความร้อนดีขึ้น

จากตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดความเสียหายของอุปกรณ์ Cooling Tower โดยนำผลการวิเคราะห์จาก FMEA มาช่วยในการตรวจเช็คหาสาเหตุของปัญหา วิธีการตรวจเช็ค และการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้เกิดความเสียหายลดลง พร้อมทั้งมีการกำหนดเวลาในการแก้ไขและปรับปรุงรวมถึงมีการกำหนดงบประมาณในการซ่อมแซมบำรุงรักษาให้ถูกต้อง

4.3.2.4 Air Handling Unit และ Fan Coil Unit

จากการวิเคราะห์ค่าความเสียหายของ Air Handling Unit และ Fan Coil Unit จากตารางที่ 4.11 และ 4.12 สามารถนำค่าการวิเคราะห์โดยใช้วิธี FMEA มาทำการหาค่าภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองเป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะการทำงานที่เหมือนกัน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.24

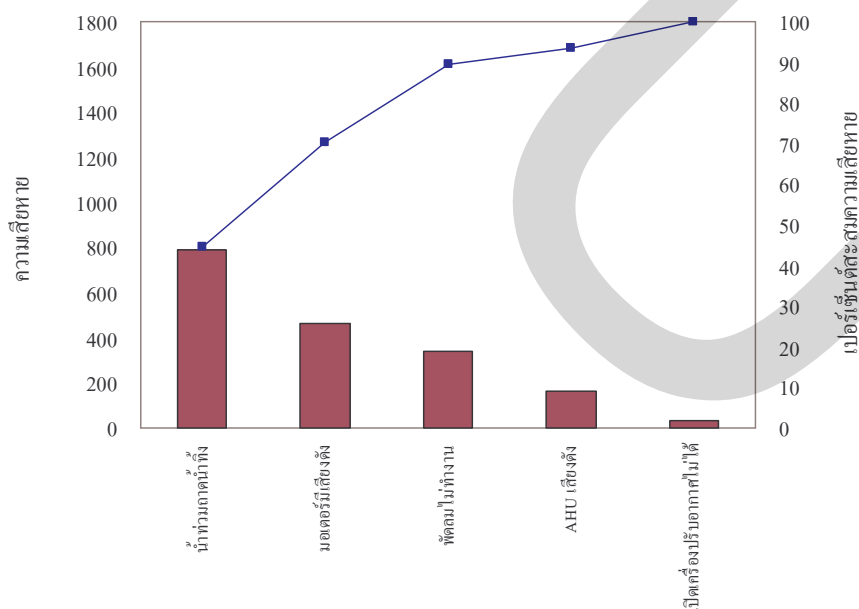
ตารางที่ 4.24 ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit และ Fan Coil Unit)

แนวโน้มที่จะเกิดความเสียหาย	ความรุนแรง (Severity)	ความถี่การเกิด (Occurrence)	การตรวจพบ (Detection)	ภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN)
1. นำท่วมถาดน้ำทิ้ง	8	33	3	792
2. มอเตอร์มีเสียงดัง	7	22	3	462
3. พัดลมไม่ทำงาน	10	34	1	340
4. เกิดเสียงดังของ AHU	4	8	5	160
5. เปิดเครื่องปรับอากาศไม่ได้	10	1	3	30

ตารางที่ 4.25 ภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) เพื่อหาพารามิเตอร์ของอุปกรณ์เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit และ Fan Coil Unit)

ลำดับที่	แนวโน้มที่จะมีการเกิดความเสียหาย	ความเสียหาย	ความเสียหายสะสม	เปอร์เซ็นต์เทียบกับความเสียหาย	เปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย
1	น้ำท่วมถาดน้ำทิ้ง	792	792	44.39	44.39
2	มอเตอร์มีเสียงดัง	462	1,254	25.90	70.29
3	พัดลมไม่ทำงาน	340	1,594	19.06	89.35
4	AHU เสียงดัง	160	1,754	8.97	98.32
5	เปิดเครื่องปรับอากาศไม่ได้	30	1,784	1.68	100.00
		1,784	-	100.00	-

จากตารางที่ 4.25 นำข้อมูลภาพรวมของความเสียหาย (RPN) ของอุปกรณ์เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit และ Fan Coil Unit) มาทำการสรุปเป็นตารางข้อมูลพารามิเตอร์ โดยนำสาเหตุแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหาย จำนวนความเสียหายและเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย มาจัดเรียงลำดับแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายจากค่าของความเสียหายมากไปหาน้อย เพื่อนำข้อมูลไปทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ของอุปกรณ์เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit และ Fan Coil Unit) ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของความเสียหายของอุปกรณ์เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit และ Fan Coil Unit) กับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย

ตารางที่ 4.26 ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของ AHU และ FCU โดยแสดงสาเหตุและการปรับปรุงจากวิธีการวิเคราะห์แบบ FMEA

ลำดับ	สาเหตุความเสียหาย	RPN	การตรวจเช็คปัจจุบัน	ปรับปรุงการตรวจเช็คจากข้อมูล FMEA	ระยะเวลาการตรวจสอบ		เวลาในการตรวจ (นาที)		งบประมาณ (บาท)	
					ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	น้ำท่วมถาดน้ำทิ้ง	792	ตรวจดูน้ำถาดน้ำทิ้ง	ทำความสะอาดถาดน้ำทิ้ง	ไม่มี	1 เดือน	-	-	-	-
2	มอเตอร์มีเสียงดัง	462	ตรวจวัดกระแสมอเตอร์และจุดบันทึก	เพิ่มการตรวจสอบความร้อนมอเตอร์	วัน	วัน	-	5	-	-
3	พัดลมไม่ทำงาน	340	คู่มือการหมุนของพัดลม	ทำความสะอาดและตั้งใบพัดลม	ไม่มี	1 ปี	-	-	-	-
4	AHU เสียงดัง	160	ฟังเสียงลูกปืน	เพิ่มการตรวจสอบความร้อนลูกปืน	6 เดือน	1 เดือน	-	-	-	-
5	เปิดเครื่องปรับอากาศไม่ได้	30	ตรวจเช็คระบบปิด/เปิดระบบคำสั่ง	ตรวจสอบระบบจ่ายไฟเข้าระบบ	6 เดือน	1 เดือน	-	-	-	-

จากรูปที่ 4.5 กราฟพาริตีได้แสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหาย จำนวนความเสียหายและเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย ของอุปกรณ์เครื่องส่งลมเย็น (AHU และ FCU) โดยจากรูปกราฟแท่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายกับจำนวนความเสียหาย และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายกับเปอร์เซ็นต์สะสมความเสียหาย ซึ่งจะพบว่าสาเหตุแนวโน้มความเสียหายมากที่สุดคือการเกิดน้ำท่วมถาดน้ำทิ้งมีเปอร์เซ็นต์ของการเกิดความเสียหายสูงถึง 44.39% สาเหตุรองลงมาคือมอเตอร์มีเสียงดัง 25.90% ส่วนสาเหตุแนวโน้มความเสียหายด้านอื่นๆ มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายน้อย ดังนั้นจึงต้องนำสาเหตุดังกล่าวไปทำการค้นหาสาเหตุและทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดปัญหาของการเกิดความเสียหายให้ลดลง เพื่อให้การทำงานของเครื่องส่งลมเย็น (AHU และ FCU) มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและยังสามารถลดปัญหาของความเสียหายได้

จากตารางที่ 4.26 การวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดความเสียหายของอุปกรณ์ AHU และ CDU โดยนำผลการวิเคราะห์จาก FMEA มาช่วยในการตรวจเช็คหาสาเหตุของปัญหา วิธีการตรวจเช็ค และการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้เกิดความเสียหายลดลง พร้อมทั้งมีการกำหนดเวลาในการแก้ไขและปรับปรุงรวมถึงมีการกำหนดงบประมาณในการซ่อมแซมบำรุงรักษาให้ถูกต้อง

4.4 การประเมินแบบประเมินการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น

การประเมินแบบประเมินการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาแบบประเมิน จากตารางการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในแต่ละรายการประเมินอยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งสามารถแยกออกเป็นรายอุปกรณ์ ดังนี้

1. Chiller มีรายการประเมินทั้งหมด 38 รายการ โดยมีรายการที่ประเมิน และมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทั้งหมดถึง 33 รายการที่มีค่าเท่ากับ 1 คือมีความเหมาะสม นอกจากนี้อีก 5 รายการมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ที่ 0.8 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ตามความเหมาะสมของรายการประเมินการบำรุงรักษา

2. Chiller Water Pump มีรายการประเมินทั้งหมด 15 รายการ โดยในแต่ละรายการประเมินมีค่าดัชนีความสอดคล้องทั้งหมด 13 รายการที่มีค่าเท่ากับ 1 คือมีความเหมาะสม และอีก 2 รายการที่เหลือมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.8 และ 0.6 ตามลำดับ

3. Condenser Water Pump มีรายการประเมินทั้งหมด 15 รายการ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 14 รายการที่มีค่าเท่ากับ 1 คือมีความเหมาะสมตามรายการประเมิน โดยอีก 1 รายการมีค่าเท่ากับ 0.8 ซึ่งเป็นที่ยอมรับได้

4. Cooling Tower รายการประเมินอุปกรณ์ในส่วนของ Cooling Tower มีทั้งหมด 21 รายการ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องจากรายการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมี 15 รายการที่มีค่าเท่ากับ 1 คือมีความเหมาะสม นอกจากนี้ในรายการประเมินอีก 6 รายการมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.8 และ 0.6 ตามลำดับ

5. Air Handling Unit รายการประเมินอุปกรณ์ในส่วนของ AHU มีทั้งหมด 13 รายการ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่าเหมาะสม 10 รายการ อีก 3 รายการมีค่าอยู่ที่ 0.8 ตามการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

6. Fan Coil Unit มีรายการประเมินทั้งหมด 13 รายการ โดยมีรายการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่าเท่ากับ 1 คือเหมาะสมทั้งสิ้น 12 รายการประเมิน และมีรายการประเมิน 3 รายการที่มีค่า IOC เท่ากับ 0.8

จากรายการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศของอุปกรณ์ในระบบแต่ละอุปกรณ์ ทั้งหมด 6 อุปกรณ์ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น ซึ่งมีประสบการณ์ในการทำงานด้านนี้มากกว่า 3 ปีขึ้นไป และมีตำแหน่งงาน คือหัวหน้าวิศวกร ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบงานบำรุงรักษาระบบปรับอากาศโดยตรง โดยมีรายการที่ประเมินที่นำไปสำหรับการบำรุงรักษา ซึ่งรายการประเมินดังกล่าวได้ใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมิน ซึ่งการประเมินส่วนใหญ่ของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับที่เหมาะสม คือมีค่า IOC เท่ากับ 1 ในส่วนรายการที่มีค่า IOC เท่ากับ 0.8 และ 0.6 นั้น ทางทฤษฎีของ IOC ยังถือว่ารายการประเมินนั้นยอมรับได้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาและวิเคราะห์การวางแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น พบว่าการวิเคราะห์หาค่าความเสียหายโดยวิธี FMEA ของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศที่ประกอบด้วย Chiller, Chiller water pump, Condenser water pump, Cooling tower, Air handling unit และ Fan coil unit โดยสามารถที่จะแบ่งการวิเคราะห์ออกได้ดังนี้

5.1.1 การวิเคราะห์หาค่าความเสียหายโดยวิธี FMEA

5.1.1.1 Chiller

จากการวิเคราะห์ Chiller พบว่าค่าความเสียหายของความรุนแรง (Severity) อยู่ที่ระดับ 10 คือโดยพบว่ามีค่าความถี่ในการเกิดความเสียหายจำนวน 6 ครั้งและมีค่าภาพรวมของการเกิดความเสียหาย 600 คะแนนแต่ละคะแนนภาพรวมการเกิดความเสียหายที่สูงที่สุด (RPN) 640 คะแนน

5.1.1.2 Chiller water pump

จากการวิเคราะห์ค่าความเสียหายของความรุนแรง (Severity) อยู่ที่ระดับ 7 โดยที่สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดความเสียหาย คือ มอเตอร์ไม่ทำงานและมอเตอร์ไหม้โดยพบว่ามีค่าความถี่ในการเกิดความเสียหายของมอเตอร์ไม่ทำงานเกิดมากที่สุดจำนวน 4 ครั้ง และมีค่าภาพรวมของการเกิดความเสียหายสูงสุดถึง 168 คะแนน

5.1.1.3 Condenser water pump

จากการวิเคราะห์ค่าความเสียหายของความรุนแรง (Severity) พบว่ามีเพียงสาเหตุเดียวคือมอเตอร์ไม่ทำงานโดยมีค่าความรุนแรงอยู่ที่ระดับ 9 และมีความถี่ในการเกิดความเสียหายจำนวน 10 ครั้ง โดยมีค่าภาพรวมของการเกิดความเสียหายสูงสุด 180 คะแนน

5.1.1.4 Cooling tower

จากการวิเคราะห์ค่าความเสียหายของความรุนแรง (Severity) พบว่ามีสาเหตุหลักๆ อยู่ 5 สาเหตุที่ทำให้ Cooling tower เกิดความเสียหายคือ

1. ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนลดลง
2. พัดลมไม่ทำงาน
3. มอเตอร์หยุดทำงาน

4. การกระจายน้ำลงรังผึ้งไม่สม่ำเสมอ

5. Cooling tower ไม่ทำงาน

โดยสาเหตุที่มีค่าความรุนแรงสูงสุดคือพัดลมไม่ทำงานและ Cooling tower ไม่ทำงาน อยู่ที่ระดับ 10 โดยมีความถี่ในการเกิดความเสียหายจำนวน 3 ครั้ง และ 1 ครั้ง ตามลำดับ ส่วนภาพรวมของการเกิดความเสียหายสูงสุดอยู่ที่สาเหตุของประสิทธิภาพในการระบายความร้อนลดลงเนื่องจากมีความถี่ในการเกิดสูงถึง 10 ครั้ง และมีคะแนน 350 คะแนน

5.1.1.5 Air Handling Unit

จากการวิเคราะห์ค่าความเสียหายของความรุนแรง (Severity) ของ AHU พบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายมี 2 สาเหตุ คือ เกิดเสียงดังของ AHU และพัดลมไม่ทำงาน โดยสาเหตุที่มีความถี่ในการเกิดความเสียหายสูงสุดคือ พัดลมไม่ทำงานจำนวน 34 ครั้ง และมีระดับความรุนแรงที่ระดับ 10 สาเหตุหลักของการเกิดความเสียหายมาจากสายพานขาดซึ่งมีคะแนนภาพรวมของการเกิดความเสียหาย 340 คะแนน

5.1.1.6 Fan Coil Unit (FCU)

จากการวิเคราะห์ค่าความเสียหายของ FCU พบว่าแวนวอล์กเกอร์จะเกิดความเสียหายหลักๆมีอยู่ 3 สาเหตุ คือ มอเตอร์มีเสียงดัง น้ำท่วมถาดน้ำทิ้งและเปิดเครื่องปรับอากาศไม่ได้โดยสาเหตุที่เกิดความรุนแรงสูงสุดคือ เปิดเครื่องปรับอากาศไม่ได้เนื่องจากเทอร์โมรูมเสียระดับความรุนแรง 10 ส่วนความถี่ในการเกิดความเสียหายอยู่ที่สาเหตุน้ำท่วมถาดน้ำทิ้งจำนวน 33 ครั้ง โดยเกิดจากท่อน้ำทิ้งตัน และ ภาพรวมของการเกิดความเสียหายสูงสุด 792 คะแนน เกิดจากสาเหตุน้ำท่วมถาดน้ำทิ้ง รองลงมามอเตอร์มีเสียงดัง โดยได้คะแนนอยู่ที่ 462 คะแนน

5.1.2 สรุปภาพรวมของการเกิดความเสียหาย โดยแสดงสาเหตุและการปรับปรุงจากวิธีการวิเคราะห์แบบ FMEA ซึ่งประกอบด้วยค่าความเสียหายของอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

5.1.2.1 อุปกรณ์ Chiller

ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของอุปกรณ์ Chiller สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายมี 9 สาเหตุด้วยกัน โดยสาเหตุที่มีความสำคัญและมีค่า RPN มากที่สุดคือ สาเหตุของการเปิดเครื่องจักรไม่ได้ ซึ่งในการตรวจเช็คแบบเดิมนั้นจะใช้วิธีการอ่านข้อมูลและการจดบันทึกของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งยังไม่สามารถที่จะทำให้การเกิดความเสียหายลดลงได้จากการวิเคราะห์โดยใช้วิธี FMEA เมื่อนำมาปรับปรุงเข้ากับวิธีการตรวจเช็คโดยการเพิ่มการตรวจสอบ ตรวจสอบสภาพ ทำความสะอาดชิ้นส่วนอุปกรณ์ นอกเหนือจากการจดบันทึกและอ่านค่าของข้อมูลแบบเดิม ทำให้ได้ข้อมูลรายละเอียดของชิ้นส่วนอุปกรณ์เพิ่มขึ้นทราบรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มระยะเวลาในการตรวจสอบและบำรุงรักษาให้มากยิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถที่

จะมีการคาดการณ์ในการตั้งงบประมาณในการซ่อมบำรุงไว้ล่วงหน้าได้อย่างมีหลักการตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนน้ำมันคอมเพรสเซอร์จากเดิมที่เคยทำการเปลี่ยนปีละ 1 ครั้ง เมื่อทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีดังกล่าว พบว่าสามารถที่จะเปลี่ยนน้ำมันเป็นชั่วโมงได้ โดยทำการเปลี่ยนที่ 8,750 ชั่วโมง สามารถช่วยลดงบประมาณค่าใช้จ่ายจากที่เคยตั้งไว้ 45,000 บาทเหลือเพียง 15,000 บาทเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ Chiller ไม่ได้มีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง แต่มีการใช้งานสลับกันกับอุปกรณ์ Chiller เครื่องอื่นๆ ในการทำงานจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการเปลี่ยนน้ำมันคอมเพรสเซอร์ตามระยะเวลา 1 ปีแบบที่เคยตั้งไว้

5.1.2.2 อุปกรณ์ CHP และ CDP

ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของอุปกรณ์ CHP และ CDP โดยการทำงานของอุปกรณ์มีลักษณะของการทำงานคล้ายกัน โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายมี 5 สาเหตุด้วยกัน สาเหตุที่มีความสำคัญและมีค่า RPN มากที่สุดคือ มอเตอร์เครื่องสูบน้ำระบายความร้อนไม่ทำงาน ซึ่งจากการตรวจเช็คแบบเดิมนั้น จะทำการตรวจวัดเพียงกระแสมอเตอร์และการจดบันทึกเป็นหลัก แต่หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาการเกิดความเสียหายโดยใช้วิธี FMEA และนำข้อมูลที่ได้ไปทำการปรับปรุงวิธีการตรวจเช็คใหม่ โดยวิธีเพิ่มการตรวจสอบชุดควบคุม VSD, Magnetic การทำความสะอาด และการตรวจสอบความร้อนของมอเตอร์ ทำให้ได้ข้อมูลและรายละเอียดของอุปกรณ์เพิ่มมากขึ้น และยังลดความเสียหายและป้องกันการเกิดความเสียหายของชิ้นส่วนอุปกรณ์ได้

5.1.2.3 อุปกรณ์ Cooling Tower

ภาพรวมของการเกิดความเสียหายของอุปกรณ์ Cooling Tower สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายมี 5 สาเหตุ โดยสาเหตุที่มีความสำคัญและมีค่า RPN มากที่สุด คือสาเหตุของประสิทธิภาพการระบายความร้อนลดลง ซึ่งจากการตรวจเช็คในปัจจุบันได้เพียงอ่านข้อมูล และจดบันทึกข้อมูลจากชุดควบคุม วัดกระแสไฟฟ้า คุณลักษณะการหมุนของพัดลม การกระจายน้ำลงรังผึ้ง ซึ่งก็จะพบปัญหาเกิดขึ้นได้บ่อยครั้ง จากการนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธี FMEA นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาทำการปรับปรุงวิธีการตรวจเช็ค โดยการเพิ่มการตรวจสอบลูกกลอยเติมน้ำเข้าคูลลิ่ง การล้างทำความสะอาดชิ้นส่วนอุปกรณ์และรวมถึงการตรวจเช็คระบบจ่ายไฟ ทำให้สามารถลดการเกิดความเสียหายลงได้ นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มระยะเวลาในการตรวจเช็คเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและถูกต้องมากยิ่งขึ้น แต่ก็จำเป็นที่จะต้องเพิ่มงบประมาณในส่วนที่มีการตรวจเช็คเพิ่มเติม คือการทำความสะอาดรังผึ้งและใบพัดลมที่แต่เดิมไม่เคยมีการตรวจสอบ โดยมีการตั้งงบประมาณเพิ่มเติม 30,000 และ 25,000 บาท ตามลำดับ สามารถช่วยลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ได้

5.1.2.4 อุปกรณ์ AHU และ FCU

ภาพรวมของการเกิดความเสี่ยงของอุปกรณ์ AHU และ FCU สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายมี 9 สาเหตุที่มีความสำคัญมากที่สุด คือสาเหตุของน้ำท่วมถาดน้ำทิ้ง ซึ่งในการตรวจสอบปัจจุบันจะใช้วิธีการตรวจสอบสภาพถาดน้ำทิ้ง ลักษณะการหมุนของพัดลม ฟังเสียงลูกปืน และวัดกระแสไฟฟ้า ซึ่งยังไม่สามารถแก้ปัญหาของความเสี่ยงที่เกิดกับอุปกรณ์ได้ หลังจากการนำข้อมูลดังกล่าวไปทำการวิเคราะห์ค่าความเสี่ยงโดยวิธี FMEA นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการปรับปรุงวิธีการตรวจเช็ค โดยการเพิ่มการตรวจสอบระบบการจ่ายไฟฟ้า การตรวจสอบความร้อนของมอเตอร์ และการทำความสะอาดถาดน้ำทิ้งและใบพัดลม ทำให้ช่วยความเสี่ยงที่เกิดกับอุปกรณ์ลงได้

5.1.3 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจากการตรวจแบบประเมิน

จากรายการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น พบว่า รายการประเมินทั้งหมด 115 รายการ ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าความเหมาะสมเท่ากับ 1 จำนวน 95 รายการ และรายการที่ประเมินทางทฤษฎี (IOC) เป็นที่ยอมรับได้ จำนวน 20 รายการ โดยได้คะแนนการประเมิน เท่ากับ 0.8 และ 0.6 ตามลำดับ

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าผู้เชี่ยวชาญได้มีข้อเสนอแนะรายการประเมินการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น โดยสามารถแบ่งตามหัวข้อรายการประเมิน ดังนี้

1. Chiller ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอในส่วนของการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องอัดแก๊สว่าควรจะมีการเปลี่ยนทุกๆ 10,000 ชั่วโมง ซึ่งจากการเก็บข้อมูลของอาคารตัวอย่าง พบว่ามีการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นทุกๆ 1 ปี โดยมีเครื่อง Chiller จำนวน 3 เครื่องทำงานสลับกัน ซึ่งแต่ละเครื่องทำงานที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน ใน 1 ปี ทำงานทั้ง 3 เครื่องไม่ถึง 10,000 ชั่วโมง ซึ่งถ้าเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นที่ 10,000 ชั่วโมง ก็ประมาณ 416 วัน จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้ โดยที่ประสิทธิภาพของ Chiller จะทำงานได้เหมือนเดิม

2. Chiller water pump ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอให้ทำการตรวจเช็คคนวนของเครื่องสูบน้ำเย็นทุกๆ 1 เดือน เพื่อตรวจเช็ครอยรั่วซึมและรอยแยกของคนวน ซึ่งถ้าคนวนชำรุดเสียหายจะทำให้เกิดการสูญเสียอุณหภูมิของน้ำเย็นได้

3. Cooling Tower ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้ทำความสะอาดตัว Cooling Tower ทุกๆ 1 เดือน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อนของน้ำหล่อเย็น

4. Air Handling Unit ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้ทำการตรวจเช็ค น๊อต สกรู ตามจุดต่างๆ ของ AHU ทุกๆ 1 เดือน เนื่องจาก AHU นั้นจะมีการสั่นสะเทือน ซึ่งทำให้ น๊อต สกรู ต่างๆ ไม่แน่น หรือคายตัวออกได้

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาและวิเคราะห์แผนบำรุงรักษาระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น โดยมีอุปกรณ์ประกอบ 6 อุปกรณ์ ได้แก่ chiller, chiller water pump, condenser water pump, cooling tower, air handling unit และ fan coil unit ซึ่งจากการวิเคราะห์แผนบำรุงรักษาในอุปกรณ์แต่ละชิ้นส่วนโดยวิธีFMEA เพื่อหาสาเหตุถึงแนวโน้มการเกิดความเสียหาย ความถี่ในการเกิดการเสียหายและระดับความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากFMEA สามารถนำไปพิจารณาถึงคะแนนภาพรวมของการเกิดความเสียหาย (RPN) ของชิ้นอุปกรณ์ในระบบเพื่อนำคะแนนที่ได้มาสร้างกราฟพारेโต้ เพื่อวิเคราะห์ถึงระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในระบบเครื่องปรับอากาศแบบทำน้ำเย็น โดยสามารถสรุปถึงสาเหตุของการเกิดความเสียหายในแต่ละชิ้นส่วนอุปกรณ์ได้ดังนี้

5.2.1 Chiller จากการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายของอุปกรณ์ chiller พบว่ามีสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย 9 สาเหตุดังนี้

5.2.1.1 สาเหตุความเสียหายเปิดเครื่องจักรไม่ได้ พบว่า เกิดจาก 5 สาเหตุหลักๆ ได้แก่ จุดควบคุมซิลเลอร์ไม่ทำงานระบบไม่ส่งงานไม่มีกระแสไฟจ่าย แม็กเนติกใหม่และระบบไฟทำไม่ครบเฟส จากสาเหตุหลักๆดังกล่าว พบว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายใน 5 สาเหตุข้างต้น เกิดจากความผิดพลาดจากชุดควบคุมการทำงาน การเสื่อมสภาพของตัว Magnatic แรงดันไฟฟ้าไม่คงที่ และมีการกินกระแสมากเกินไป หน้าสัมผัสสกปรกและแรงดันไฟฟ้าไม่ครบเฟส จากสาเหตุที่กล่าวมานั้นเป็นสาเหตุที่ส่งผลทำให้เปิดเครื่องจักรไม่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี FMEA สามารถวางแผนในการควบคุมความถี่ที่ทำให้เกิดความเสียหายได้โดยทำการตรวจเช็คชุดควบคุมเครื่องจักรเป็นประจำทุกวัน และทำการตรวจเช็คใหญ่ เช่น ทำความสะอาดหน้าสัมผัสของอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงตรวจเช็คแรงดันไฟฟ้าที่ว่างเข้าสู่ระบบเป็นประจำทุกเดือน

5.2.1.2 สาเหตุความเสียหายเครื่องตัดการทำงาน พบว่า เกิดจากหลายๆสาเหตุ เช่น โอเวอร์คอมเพรสเซอร์ติด สวิตช์ความดันตัดการทำงาน หน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์ขาด สายเทอร์มินอลไหม้ และขดลวดตัวขั้วถูกสูบไหม้ โดยจากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น พบว่า สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดความเสียหายนั้นเกิดจาก 3 ประเด็นหลักๆคือ แรงดันไม่คงที่แรงดันไม่ครบเฟส และชุดควบคุมแรงดันเกิดความเสียหายซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่ส่งผลให้เครื่องตัดการทำงาน ดังนั้น

เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายดังกล่าวควรทำการป้องกันโดยการตรวจเช็คระบบแรงดันไฟฟ้าและระบบจ่ายไฟของอุปกรณ์ chiller เป็นประจำทุกวัน

5.2.1.3 สาเหตุความเสียหายที่ทำความเย็นไม่ได้พบว่าจะเกิดจากอุณหภูมิผิดปกติและเกิดความผิดพลาดจากตัววัดอุณหภูมิของตัวตรวจวัด เกิดความเสียหายมีสาเหตุอยู่ 2 สาเหตุที่ตรวจพบคือตัวเซ็นควาล์วอุณหภูมิผิดปกติและเกิดความผิดพลาดจากตัววัดอุณหภูมิทางด้านของอุณหภูมิ ซึ่งทั้ง 2 สาเหตุที่กล่าวในข้างต้นเมื่อเกิดความเสียหายจะส่งผลต่อการทำความเย็นของอุปกรณ์ chiller ทำให้ไม่สามารถทำความเย็นได้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาของตัวเซ็นอุณหภูมิจะต้องทำการตรวจวัดอุปกรณ์ตรวจวัดทั้งตัวเซ็นควาล์วอุณหภูมิและตัวตรวจวัดอุณหภูมิอย่างสม่ำเสมอโดยต้องทำการตรวจเช็คทุกวันเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหาย

5.2.1.4 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้คอมเพรสเซอร์ใหม่ เกิดจากปริมาณของน้ำมันคอมเพรสเซอร์ต่ำเกินไป จากการเก็บข้อมูลพบว่าเกิดการรั่วของน้ำมันคอมเพรสเซอร์ จำนวน 2 ครั้งในระยะเวลา 2 ปี เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องทำการตรวจเช็ครอยรั่วของคอมเพรสเซอร์และระดับน้ำเป็นประจำทุกวัน

5.2.1.5 สาเหตุความเสียหายของคอมเพรสเซอร์มีกลิ่นใหม่มีสาเหตุอยู่ 2 ประเด็น คือ การหล่อลื่นไม่มีและฟิลเตอร์ของเครื่องกรองน้ำมันอุดตัน ซึ่งทั้ง 2 ประเด็นเกิดจากความผิดพลาดของชุดควบคุมการทำงาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดดังกล่าวต้องทำการตรวจเช็คชุดควบคุมคอมเพรสเซอร์เป็นประจำทุกเดือนเนื่องจากความถี่ที่เกิดจากกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นเพียง 1 ครั้งในรอบ 2 ปี

5.2.1.6 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้ไม่สามารถอ่านข้อมูลการทำงานได้เกิดจากอุปกรณ์ควบคุมการทำงานไม่ทำงานเนื่องจากระบบจ่ายไฟฟ้าเสียหายเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาดังกล่าวต้องทำการตรวจเช็คระบบจ่ายไฟและทำความสะอาดชุดควบคุมการทำงานและขั้วต่อสายไฟต่างๆไม่ให้หลวมเป็นประจำทุกเดือน

5.2.1.7 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้น้ำระบายความร้อนไม่ได้มีผลมาจากตัวควบคุมแรงดันน้ำด้านนอกไม่ทำงาน โดยมีสาเหตุมาจาก ความสกปรกของหน้าสัมผัสและความผิดพลาดจากชุดควบคุมการทำงานเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายดังกล่าวจำเป็นต้องทำความสะอาดชุดควบคุมและหน้าสัมผัสของอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอเป็นประจำทุกเดือน

5.2.1.8 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้ค่าความดันน้ำมันคอมต่ำ เกิดจากสาเหตุคอมเพรสเซอร์เกิดการสึกหรอและประสิทธิภาพการทำงานต่ำลงโดยสาเหตุดังกล่าวนี้เป็นสาเหตุที่มีผลมาจากน้ำมันของคอมเพรสเซอร์เสื่อมสภาพดังนั้นจำเป็นต้องมีการป้องกันเพื่อไม่ให้เกิด

สาเหตุน้ำมันคอมเพรสเซอร์ต่ำได้โดยวิธีการตรวจเช็คระดับน้ำมันคอมเพรสเซอร์เป็นประจำทุกเดือนหรือตามระยะเวลาที่กำหนด

5.2.1.9 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้ระบบควบคุมน้ำยาไม่ทำงานเกิดจากสาเหตุไม่สามารถควบคุมปริมาณสารทำความเย็นได้โดยปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายอยู่ 2 ประเด็นคือ ชุดควบคุมผิดปกติและตัวตรวจจับระดับสารทำความเย็นไม่ทำงานหรือทำงานผิดปกติเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายของระบบควบคุมน้ำยาจำเป็นจะต้องทำการตรวจเช็คเป็นประจำทุกเดือนหรือเมื่อความเย็นผิดปกติ

5.2.2 Chiller water pump

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายของอุปกรณ์ ChP พบว่ามีสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายเนื่องจากไม่สามารถจ่ายน้ำเย็นเข้าสู่ระบบได้มีแนวโน้มของผลกระทบที่ทำให้เกิดความเสียหายอยู่ 3 ประเด็นหลักๆ ดังนี้

5.2.2.1 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้มอเตอร์ไม่ทำงาน เกิดจากจุดควบคุม (VSD) เสียหายหรือผิดปกติ ชุด เกิดความเสียหายหรือผิดปกติ และมอเตอร์ปั๊มใหม่ โดยความถี่ที่เกิดจากการเก็บข้อมูลในระยะเวลา 2 ปีพบว่าเกิดขึ้นจำนวน 4 ครั้งดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสาเหตุดังกล่าวจำเป็นต้องทำการตรวจเช็ค ชุดควบคุมและ ชุด Magnatic พร้อมทำการทำความสะอาดหน้าสัมผัสและขั้วจุดต่อต่างๆของมอเตอร์เป็นประจำทุกเดือน

5.2.2.2 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้ Magnatic ใหม่ เกิดความเสียหายจาก 3 สาเหตุด้วยกัน คือ การเสื่อมสภาพของตัว แรงดันไม่คงที่และมีการกินกระแสมากเกินไปและหน้าสัมผัสสกปรก สาเหตุที่กล่าวมาในข้างต้น เป็นสาเหตุที่ทำการตรวจพบจากข้อมูลของการบำรุงรักษาในระยะเวลา 2 ปีโดยสาเหตุดังกล่าวมีการตรวจพบเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ดังนั้นเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายของสาเหตุ Magnatic ใหม่จำเป็นต้องทำการทำความสะอาดหน้าสัมผัสพร้อมทำการเป่าฝุ่นของตัวอุปกรณ์เป็นประจำทุกเครื่อง

5.2.2.3 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้มอเตอร์ใหม่เกิดความเสียหายจาก 4 สาเหตุด้วยกัน คือ แรงดันไม่คงที่และมีการกินกระแสมากเกินไป ชุดขดลวดเสื่อมสภาพ ลูกปืนมอเตอร์ชำรุดและระบายความร้อนไม่ได้โดยสาเหตุที่กล่าวมานั้นเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลทำให้มอเตอร์ใหม่ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายจากสาเหตุดังกล่าวจำเป็นต้องทำการตรวจเช็คเรื่องของแรงดันไฟฟ้า , ชุดขดลวด , ลูกปืน และการระบายความร้อนของมอเตอร์ ความระยะเวลาในการตรวจเช็คทุกเดือน

5.2.3 Condenser water pump

ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์จ่ายน้ำเข้าสู่ Cooling tower จากการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยวิธี FMEA พบว่าสาเหตุของความเสียหายของอุปกรณ์ CDP ไม่สามารถจ่ายน้ำเข้าสู่ตัวอุปกรณ์ของ Cooling tower เนื่องจากมอเตอร์ไม่ทำงาน โดยสาเหตุที่ส่งผลทำให้มอเตอร์ไม่ทำงานจากข้อมูลพบว่ามี 3 สาเหตุด้วยกันคือชุดควบคุม (VSD) เสียหายหรือผิดปกติชุด เกิดความเสียหายหรือผิดปกติและมอเตอร์ไหม้จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้นในระยะเวลา 2 ปีที่ทำการเก็บข้อมูลพบความถี่การเกิดความเสียหายถึง 10 ครั้ง ดังนั้นเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายหรือลดความถี่ในการเกิดความเสียหายจำเป็นต้องทำการตรวจสอบหรือตรวจเช็คชุดควบคุมชุด Magnatic และมอเตอร์อย่างสม่ำเสมอ โดยทำการทำความสะอาดเป่าฝุ่น ย้ำจุดต่อต่างๆของชุดอุปกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นประจำทุกเดือน

5.2.4 Cooling tower

จากการวิเคราะห์สาเหตุการเกิดความเสียหายของอุปกรณ์ Cooling tower พบว่ามีสาเหตุการเกิดความเสียหายหลักๆอยู่ 5 สาเหตุ ดังนี้

5.2.4.1 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้ประสิทธิภาพการระบายความร้อนลดลงจากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุหลักๆที่ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความเสียหายมีอยู่ 5 สาเหตุ คือ อัตราการไหลของน้ำในระบบลดลง ปริมาณน้ำในระบบลดลง น้ำออกจาก Cooling tower มีอุณหภูมิสูง ไบพัดกินลมไม่เท่ากันและการไหลเวียนของอากาศไม่ดี ซึ่งจากผลกระทบที่เกิดความเสียหายส่วนใหญ่มีแนวโน้มมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้ เช่น ลูกลอยของระบบเติมน้ำ Cooling tower เสีย ตัวกรองน้ำเข้าสู่ระบบ Cooling tower ดัน มอเตอร์ Drive valve ชำรุด Softener อุดตัน พัดลมไม่ทำงาน รั้งฝั่งระบายอากาศอุดตัน การกินลมของไบพัดไม่สมดุล การสึกหรอของลูกปืน เกิดตะกอนจับที่ด้านไบพัดลมและการตั้งมุมไบพัดที่ไม่ถูกต้องซึ่งจากแนวโน้มที่ทำให้เกิดความเสียหายพบว่ามีหลายสาเหตุด้วยกันดังนั้นจึงต้องวางแนวทางในการป้องกันการเกิดความเสียหายจากสาเหตุดังกล่าวข้างต้นให้ครอบคลุมทุกสาเหตุ โดยทำการตรวจเช็คระบบเติมน้ำและตัวกรองน้ำเข้าสู่ระบบทุกวัน นอกจากนี้ต้องตรวจเช็คสภาพของอุปกรณ์ใน Cooling tower ทั้งมอเตอร์พัดลม พัดลมให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และพร้อมใช้งานเป็นประจำทุกวัน

5.2.4.2 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้มอเตอร์หยุดการทำงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุพบว่าเกิดจากมอเตอร์กินกระแสไฟสูงและมอเตอร์ไหม้ โดยมีสาเหตุหลักๆมาจาก สายพานมอเตอร์ตึงเกินไป การกินลมของไบพัดไม่สมดุลระบายความร้อนไม่ได้ชุดควบคุมเสื่อมสภาพ ลูกปืนมอเตอร์ชำรุดและแรงดันไม่คงที่กินกระแสไฟมากเกินไป จากสาเหตุที่กล่าวมาในขั้นต้นในระยะเวลา 2 ปีที่เก็บข้อมูลพบว่ามีความถี่ในการเกิดความเสียหายจำนวน 4 ครั้ง ดังนั้นการป้องกัน

การเกิดความเสียหายจากสาเหตุดังกล่าวจะต้องมีการตรวจเช็คใบพัดลมชุดขับเคลื่อนและสายพานของพัดลมให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ โดยทำการตรวจเช็ครายละเอียดดังกล่าวทุกวัน

5.2.4.3 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้การกระจายน้ำลงรังผึ้งไม่สม่ำเสมอ พบว่ามีสาเหตุมาจากตัวควบคุมการหมุนของพัดลมชำรุด เนื่องจาก การอุดตันของตัว Eliminator โดยข้อมูลที่รวบรวมไว้ในระยะเวลา 2 ปี พบว่ามีกรณีที่ในการเกิดความเสียหายเพียงครั้งเดียว ดังนั้นการป้องกันการเกิดความเสียหายจำเป็นจะต้องทำการตรวจเช็คตัวควบคุมการหมุนพร้อมทำความสะอาดเพื่อไม่ให้เกิดการอุดตันของตัว Eliminator เป็นประจำทุกเดือน

5.2.4.4 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้พัดลมไม่ทำงาน พบว่ามีสาเหตุมาจาก สายพานมอเตอร์ขาด เนื่องจากสายพานมอเตอร์หมดอายุการใช้งาน จากข้อมูลพบว่าความถี่ในการเกิดความเสียหายจำนวน 3 ครั้งในระยะเวลา 2 ปี ซึ่งความเสียหายที่เกิดจากสายพานหมดอายุสามารถป้องกันได้จากการประเมินชั่วโมงการทำงานของพัดลมและการตรวจสอบสภาพสายพานเป็นประจำทุกเดือน

5.2.4.5 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้ Cooling tower ไม่ทำงานพบว่ามีสาเหตุมาจาก กระแสไฟฟ้าไม่จ่ายมอเตอร์เนื่องจากระบบจ่ายไฟเสียหาย จากข้อมูลพบว่าความถี่ในการเกิดความเสียหายดังกล่าวจำนวน 1 ครั้ง ในระยะเวลา 2 ปี ซึ่งความเสียหายของระบบจ่ายไฟนั้นสามารถป้องกันได้โดยการตรวจสอบสภาพของระบบจ่ายไฟผู้จ่ายไฟเป็นประจำทุกเดือน

5.2.5 Air handing unit (AHU)

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดความเสียหายของอุปกรณ์ AHU พบว่ามีสาเหตุการเกิดความเสียหาย 2 สาเหตุ ดังนี้

5.2.5.1 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้พัดลมไม่ทำงาน โดยพบว่ามีสาเหตุมาจากสายพานขาดเนื่องจากสายพานหมดอายุการใช้งาน ซึ่งจากข้อมูลการบำรุงรักษาพบความถี่ที่ทำให้เกิดความเสียหายมากถึง 34 ครั้งในระยะเวลา 2 ปี ดังนั้นแนวทางการป้องกันจะต้องทำการคำนวณหาอายุการทำงานของสายพานว่าก่อนสายพานจะหมดอายุการใช้งานใช้งานมาแล้วกี่ชั่วโมงถึงจะขาดเพื่อทำการเปลี่ยนสายพานก่อนการชำรุดและต้องมีการตรวจเช็คสภาพของสายพานเป็นประจำทุกเดือน

5.2.5.2 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้ AHU เกิดเสียงดัง พบว่ามีสาเหตุมาจาก ลูกปืนพัดลม AHU แตกมีสาเหตุเนื่องจาก ลูกปืนหมดอายุการใช้งาน และการตั้งแกนเพลลาของพัดลม ไม่สมดุล เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับพัดลมของ AHU จะต้องทำการตรวจเช็คสภาพของลูกปืนและแกนเพลลาว่าอยู่ในสภาพปกติพร้อมใช้งานหรือและเปลี่ยนลูกปืนตามระยะเวลาที่กำหนด

5.2.6 Fan coil unit (FCU)

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดความเสียหายของอุปกรณ์ FCU พบว่ามีสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายหลักๆมีอยู่ 3 สาเหตุคือ

5.2.6.1 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้เกิดน้ำท่วมถาดน้ำทิ้ง พบว่ามีสาเหตุมาจากท่อน้ำทิ้งอุดตันโดยมีสาเหตุมาจาก การติดตั้งท่อน้ำทิ้งสูงเกินไป และไม่ทำความสะอาดถาดน้ำทิ้ง ซึ่งจากข้อมูลพบว่าความถี่ที่ทำให้เกิดความเสียหายมากถึง 33 ครั้งในระยะเวลา 2 ปี ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาดังกล่าวมากเกินไปจะต้องทำการตรวจเช็คสภาพท่อน้ำทิ้งไม่ให้อุดตันทำความสะอาดอยู่เป็นประจำและตรวจสอบการติดตั้งท่อน้ำทิ้งให้ได้ระดับ

5.2.6.2 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้หม้อเตอร์มีเสียงดัง พบว่ามีสาเหตุมาจากลูกปืนมอเตอร์แตกเนื่องจากลูกปืนเสื่อมสภาพและแกนมอเตอร์สกปรกซึ่งจากข้อมูลพบว่าความถี่ที่ทำให้เกิดความเสียหายจำนวน 22 ครั้งในระยะเวลา 2 ปี ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวจะต้องหาแนวทางการป้องกันโดยการตรวจสภาพและอายุการใช้งานของลูกปืนทำความสะอาดแกนมอเตอร์อยู่เป็นประจำทุกเดือน

5.2.6.3 สาเหตุความเสียหายที่ทำให้เปิดเครื่องปรับอากาศไม่ได้ พบว่ามีสาเหตุมาจากเทอร์โมรูมเสียเนื่องจากชุดควบคุมเสียหาย ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวจะต้องทำความสะอาดชุดเทอร์โมรูมและตรวจเช็คชุดควบคุมเป็นประจำทุกวัน

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ

จากการศึกษาแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ มีข้อเสนอแนะเพื่อใช้สำหรับการดำเนินการให้เป็นไปได้ไปอย่างถูกต้อง และสามารถนำไปพัฒนาเพื่อเป็นประโยชน์ในอนาคตได้ดังนี้

5.3.1 การศึกษาทำความเข้าใจการจัดเก็บรายละเอียดการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบให้สอดคล้องกับการจัดเก็บรายละเอียดของปัญหาที่พบ และมีการจัดเก็บอย่างถูกต้องครบถ้วน

5.3.2 ในการจัดเก็บรายละเอียดของการซ่อมบำรุง ต้องจัดทำตารางบันทึกรายละเอียดของการซ่อมให้ถูกต้องครบถ้วน ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการวิเคราะห์ค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นกับระบบได้

5.3.3 ในการวิเคราะห์ค่าความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ในระบบ จะต้องได้ข้อมูลที่ถูกต้องในการให้คะแนนระดับความเสียหายของการวิเคราะห์โดยวิธี FMEA

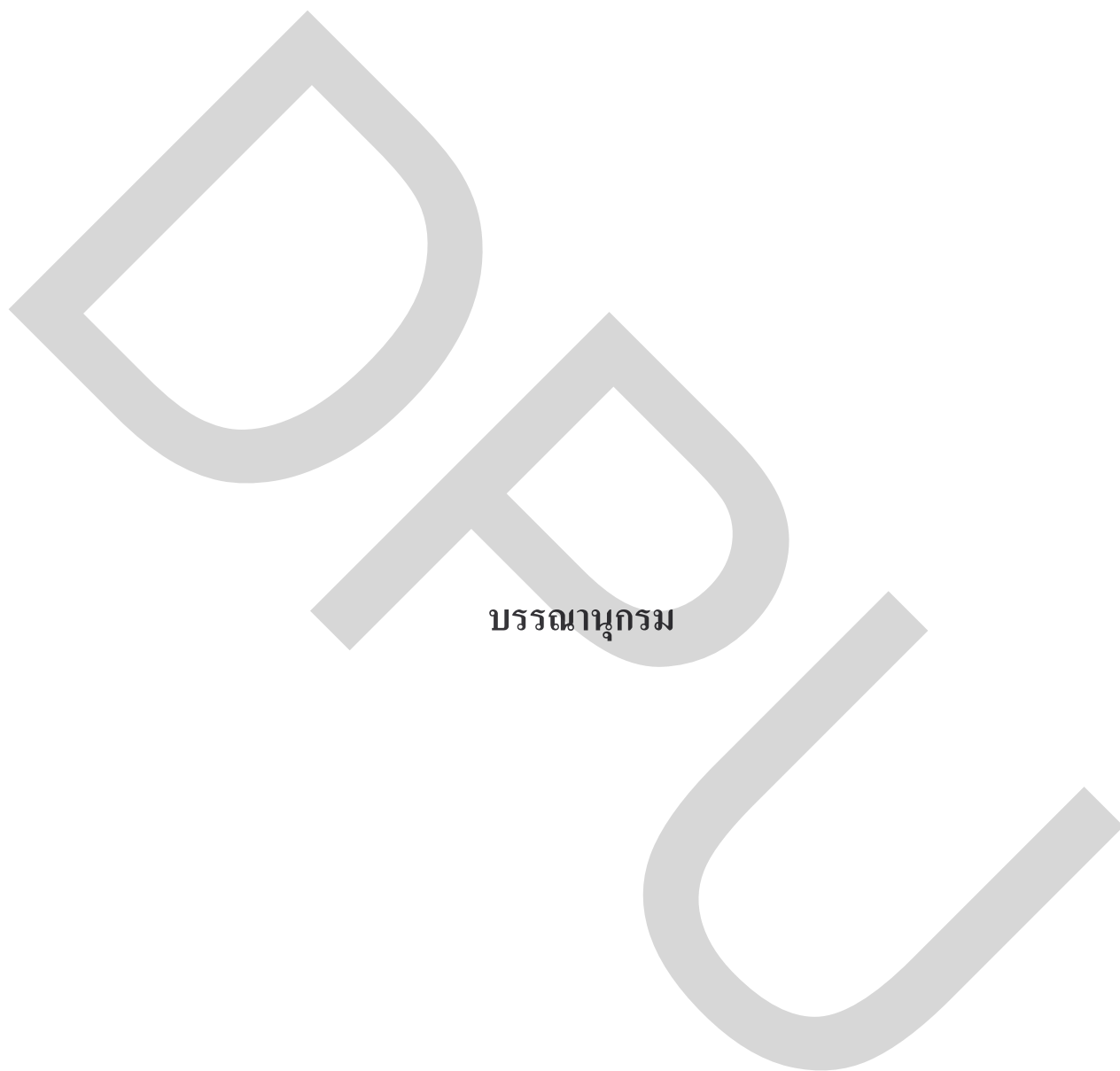
5.3.4 ทำความเข้าใจในการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบในแผนผังแบบพาเรโต คือการจัดเรียงลำดับความสำคัญหรือลำดับความเสียหาย เพื่อแก้ไขความบกพร่องก่อนหลัง ทำให้แผนที่ได้มีความถูกต้องตามหลักการ

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้างต่อไป

ในการศึกษาแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็นนั้น สามารถนำไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น สามารถที่จะขยายผลของแผนการซ่อมบำรุงการบำรุงรักษาให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้น ดังนี้

5.4.1 การจัดเก็บข้อมูลการบำรุงรักษา สามารถจัดเก็บได้ในระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลของอุปกรณ์ในระบบ

5.4.2 การพัฒนาแผนการบำรุงรักษาสามารถทำได้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถที่จะแสดงผลรายงานได้ทางหน้าจอคอมพิวเตอร์



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- ธงชัย เสริมพงษ์พันธ์ และวัลลภ ภูผา. (2546). **วิศวกรซ่อมบำรุง**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สมภพ ตลับแก้ว. (2548). **ความน่าเชื่อถือของระบบและการบำรุงรักษา**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุรพล ราษฎร์นุ้ย. (2545). **วิศวกรรมการบำรุงรักษา**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วิทยานิพนธ์

- กิตติพงษ์ งามดี. (2539). **การจัดสรรทรัพยากรสำหรับบำรุงรักษาลังน้ำมันเชื้อเพลิง**. วิศวกรรมศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม:สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พรจักรชัย สังขรัตน์. (2543). **การพัฒนาโปรแกรมจัดการงานบำรุงรักษา**. วิศวกรรมศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม:สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุชุม จันทร์ศรี. (2539). **การลดต้นทุนงานซ่อมบำรุงในโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ**. วิศวกรรมศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม:สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บทความ

จิระพล ฉายชัยจิต. (2550, ตุลาคม). “การคัดเลือกอุปกรณ์สำคัญสำหรับงานบำรุงรักษา”. *เทคนิค*, ปีที่ 24, ฉบับที่ 280, หน้า 156.

สมหมาย เสนาปิ่น. (2549, มิถุนายน). “มาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน”. *เทคนิค*, ปีที่ 23, ฉบับที่ 263, หน้า 122.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. (2543, ธันวาคม). “การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Self Maintenance หรือ Autonomous Maintenance)”. สืบค้นเมื่อ 29 ตุลาคม 2551, จาก

<http://www.ismed.or.th/SME/src/bin/controller.php?view=knowledgeInsite.KnowledgesDetail&p=&nid=&sid=52&id=1807&left=56&right=57&level=3&lv1=3>
Productivity Corner.

กัณ ขาสามารถ. (2549). ทฤษฎี IOC. สืบค้นเมื่อ 29 ตุลาคม 2551, จาก <http://www.google.co.th>
ดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency) IOC ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์. สืบค้นเมื่อ
29 ตุลาคม 2551, จาก [http://school.obec.go.th/chalongratratutit/
dumrong/0878838916/IOC%201-5.pdf](http://school.obec.go.th/chalongratratutit/dumrong/0878838916/IOC%201-5.pdf)

ด

พ

ภาคผนวก

๕



แบบประเมินเพื่อการศึกษา
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

เรื่อง

การศึกษาการวางแผนบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น

โดย

นายโสภณ

คงแก้ว

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปีการศึกษา 2551

คำชี้แจง

1. ผู้ตอบแบบประเมินฉบับนี้ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ ทำงานในระดับหัวหน้าวิศวกรหรือผู้อำนวยการฝ่ายวิศวกรรมขึ้นไป
2. วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อถึงความเหมาะสมของการตรวจสอบการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น
3. แบบประเมินฉบับนี้มี 3 ตอน ดังนี้คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามสถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 รายการประเมินการตรวจเช็คอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น ดังนี้

- 1) Chiller
- 2) Chiller Water Pump
- 3) Condenser Water Pump
- 4) Cooling Tower
- 5) Air Handling Unit
- 6) Fan Coil Unit

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นอื่นๆและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตอนที่ 1 แบบสอบถามสภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย / ในช่อง ตามสภาพความเป็นจริง

1. เพศ

- 1.1 ชาย 1.2 หญิง

2. อายุ

- 2.1 ต่ำกว่า 30 ปี 2.2 31 – 35 ปี
2.3 36 – 40 ปี 2.4 40 ปีขึ้นไป

3. การศึกษา

- 3.1 อนุปริญญา/ปวส./ปวช. 3.2 ปริญญาตรี 3.3 สูงกว่าปริญญาตรี

4. ตำแหน่ง

- 4.1 วิศวกร 4.2 หัวหน้าวิศวกร
4.3 ผู้อำนวยการฝ่ายวิศวกรรม 4.4 อื่นๆ.....

5. ประสบการณ์ในการทำงานด้านระบบปรับอากาศขนาดใหญ่

- 5.1 น้อยกว่า 1 ปี 5.2 1 – 2 ปี
5.3 2 – 3 ปี 5.4 มากกว่า 3 ปี

ตอนที่ 2 รายการประเมินการตรวจเช็คอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย / ในช่อง ตามสภาพความเป็นจริง

ขอให้ท่านแสดงความคิดเห็นถึงความเหมาะสมของการตรวจเช็คอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศ ดังนี้

ตัวอย่างการตอบ

รายการประเมินอุปกรณ์	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
1. Chiller			
1.1 ตรวจวัดระดับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกๆวัน		/	
1.2 ตรวจวัดระดับความดันของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกๆวัน	/		
1.3 ตรวจวัดอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกๆวัน	/		

แบบรายการประเมินการตรวจเช็คอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น

รายการประเมินอุปกรณ์	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
1. Chiller			
1.1 ตรวจวัดระดับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกๆวัน			
1.2 ตรวจวัดระดับความดันของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกๆวัน			
1.3 ตรวจวัดอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกๆวัน			
1.4 เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกๆ 1 ปี			
1.5 ตรวจเช็คความสะอาดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกวัน			
1.6 ตรวจสอบอุณหภูมิของเบร็งเครื่องอัดแก๊สทุกสัปดาห์			
1.7 เปลี่ยนฟิวเตอร์น้ำมันเครื่องอัดแก๊สทุก 1 ปี			
1.8 ตรวจสอบเบร็งเครื่องอัดแก๊สทุก 1 ปี			
1.9 ตรวจสอบเสียงเบร็งเครื่องอัดแก๊สทุกวัน			
1.10 ตรวจวัดอุณหภูมิน้ำเย็นของระบบเซฟตี้ทุก 6 เดือน			
1.11 ตรวจวัดอุณหภูมิน้ำยาของระบบเซฟตี้ทุก 6 เดือน			
1.12 ตรวจเช็คความดันคอนเดนเซอร์สูงทุก 6 เดือน			
1.13 ตรวจเช็คความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำทุก 6 เดือน			
1.14 ตรวจเช็ค Flow Switch ทุก 6 เดือน			
1.15 ตรวจเช็ควงจรน้ำเย็น/วงจรน้ำยาระบายความร้อนทุก 6 เดือน			
1.16 ตรวจสอบระบบน้ำยาความดันแก๊สที่ดูดทุกวัน			
1.17 ตรวจสอบระบบน้ำยาอุณหภูมิของแก๊สที่ดูดทุกวัน			
1.18 ตรวจสอบความดันระบบน้ำยาของแก๊สที่ส่งทุกวัน			
1.19 ตรวจสอบระบบน้ำยาอุณหภูมิของแก๊สที่ส่งทุกวัน			
1.20 ตรวจวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกวัน			
1.21 ตรวจวัดกระแสไฟฟ้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกวัน			
1.22 ตรวจวัดอุณหภูมิเบร็งของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกสัปดาห์			

รายการประเมินอุปกรณ์	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
1.23 ตรวจสอบวัดอุณหภูมิเปลือกหุ้มของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกสัปดาห์			
1.24 ตรวจสอบเสียงความผิดปกติของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกวัน			
1.25 ทำความสะอาดมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุก 1 เดือน			
1.26 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเข้าของเครื่องควบแน่น (Condenser) ทุกวัน			
1.27 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำออกของเครื่องควบแน่น (Condenser) ทุกวัน			
1.28 ตรวจสอบอัตราการไหลของน้ำเครื่องควบแน่น (Condenser) ทุก 6 เดือน			
1.29 ตรวจสอบความดันน้ำของเครื่องควบแน่น (Condenser) ทุกวัน			
1.30 ตรวจสอบความดันน้ำที่ส่งของเครื่องควบแน่น (Condenser) ทุกวัน			
1.31 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเข้าของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุกวัน			
1.32 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำออกของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุกวัน			
1.33 ตรวจสอบอัตราการไหลของน้ำออกของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุก 6 เดือน			
1.34 ตรวจสอบความดันน้ำของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุกวัน			
1.35 ตรวจสอบความดันน้ำที่ดูดของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุกวัน			
1.36 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำที่ดูดของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุกวัน			
1.37 ทำความสะอาดแผง Switch Boards ทุกเดือน			
1.38 ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟฟ้าต่างๆทุก 6 เดือน			
2. Chiller Water Pump			
2.1 ตรวจสอบวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามอเตอร์ปั๊มส่งน้ำเย็นทุกวัน			
2.2 ตรวจสอบวัดกระแสไฟฟ้ามอเตอร์ปั๊มส่งน้ำเย็นทุกวัน			
2.3 ตรวจสอบวัดอุณหภูมิแบร์ริงของมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำเย็นทุกสัปดาห์			
2.4 ตรวจสอบวัดอุณหภูมิเปลือกหุ้มของมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำเย็นทุกสัปดาห์			
2.5 ตรวจสอบเสียงความผิดปกติของมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำเย็นทุกวัน			

รายการประเมินอุปกรณ์	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
2.6 ทำความสะอาดมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำเย็นทุก 1 เดือน			
2.7 ทำความสะอาดแผง Switch Boards ของมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำเย็นทุกเดือน			
2.8 ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟฟ้าต่าง ๆ มอเตอร์ปั๊มส่งน้ำเย็นทุก 6 เดือน			
2.9 ตรวจสอบทำความสะอาดหน้า contact ต่าง ๆ ทุก 2 เดือน			
2.10 ตรวจสอบการสั่นสะเทือนของปั๊มส่งน้ำเย็นทุก 2 เดือน			
2.11 ตรวจสอบสภาพของข้อต่อปั๊มส่งน้ำเย็นทุกเดือน			
2.12 เติมน้ำมันหล่อลื่น Shaft bearing ทุกเดือน			
2.13 ทำความสะอาด Stainer ทุก 3 เดือน			
2.14 ตรวจสอบชิ้นเนื้อต สกรู ต่าง ๆ ทุก 2 เดือน			
2.15 ตรวจสอบระบบป้องกัน Motor Overload Device ทุก 6 เดือน			
3. Condenser Water Pump			
3.1 ตรวจสอบวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกวัน			
3.2 ตรวจสอบวัดกระแสไฟฟ้ามอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกวัน			
3.3 ตรวจสอบวัดอุณหภูมิเบร้งของมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกสัปดาห์			
3.4 ตรวจสอบวัดอุณหภูมิเปลือกหุ้มของมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกสัปดาห์			
3.5 ตรวจสอบเสียงความผิดปกติของมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกวัน			
3.6 ทำความสะอาดมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุก 1 เดือน			
3.7 ทำความสะอาดแผง Switch Boards ของมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกเดือน			
3.8 ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟฟ้าต่าง ๆ มอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุก 6 เดือน			
3.9 ตรวจสอบทำความสะอาดหน้า contact ต่าง ๆ ทุก 2 เดือน			
3.10 ตรวจสอบการสั่นสะเทือนของปั๊มน้ำหล่อเย็นทุก 2 เดือน			
3.11 ตรวจสอบสภาพของข้อต่อปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกเดือน			
3.12 เติมน้ำมันหล่อลื่น Shaft bearing ทุกเดือน			
3.13 ทำความสะอาด Stainer ทุก 3 เดือน			
3.14 ตรวจสอบชิ้นเนื้อต สกรู ต่าง ๆ ทุก 2 เดือน			

รายการประเมินอุปกรณ์	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
3.15 ตรวจสอบระบบป้องกัน Motor Overload Device ทุก 6 เดือน			
4. Cooling Tower			
4.1 ตรวจสอบวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามอเตอร์พัดลมทุกเดือน			
4.2 ตรวจสอบวัดกระแสไฟฟ้ามอเตอร์พัดลมทุกเดือน			
4.3 ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟฟ้าต่าง ๆ มอเตอร์พัดลมทุกเดือน			
4.4 ตรวจสอบจุดต่อสายไฟฟ้าต่างๆทุก 2 เดือน			
4.5 ตรวจสอบทำความสะอาดหน้า contact ต่างๆทุก 2 เดือน			
4.6 ตรวจสอบเช็คเสียงและการสั่นสะเทือนของ Cooling Tower ทุก 2 เดือน			
4.7 ตรวจสอบและเติมสารหล่อลื่น Shaft bearing และ Gear ทุกเดือน			
4.8 ทำความสะอาด Stainer ทุก 3 เดือน			
4.9 ทำความสะอาด Cooling Tower Tank ทุก 2 เดือน			
4.10 ทำความสะอาดฟิล์มทุก 1 ปี			
4.11 ตรวจสอบเช็คขั้วน้ำอัด สกรู ต่างๆทุก 2 เดือน			
4.12 ตรวจสอบสภาพน้ำหล่อเย็นทุก 2 เดือน			
4.13 ตรวจสอบเช็คอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เข้าและออกทุกวัน			
4.14 ตรวจสอบหัวกระจายน้ำทุกวัน			
4.15 ตรวจสอบรอบการหมุนของสปริงเกอร์ทุกวัน			
4.16 ตรวจสอบความสามารถในการระบายความร้อนของ Cooling Tower ทุกวัน			
4.17 ตรวจสอบและปรับตั้งใบพัดลมของ Cooling Tower ทุก 6 เดือน			
4.18 ตรวจสอบสายพานทุก 2 เดือน			
4.19 ล้างทำความสะอาด Softener ทุกเดือน			
4.20 ตรวจสอบค่า Conductivity ทุกเดือน			
4.21 ตรวจสอบระบบน้ำทิ้ง			
5. Air Handling Unit			
5.1 ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์โดยทำการวัดกระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าทุกเดือน			

รายการประเมินอุปกรณ์	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
5.2 ตรวจสอบจุดต่อสายไฟฟ้าต่างๆทุก 2 เดือน			
5.3 ตรวจสอบทำความสะอาดหน้า contact ต่างๆทุก 2 เดือน			
5.4 ตรวจสอบเช็คเสียงและการสั่นสะเทือนทุก 2 เดือน			
5.5 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเข้าและออกทุกสัปดาห์			
5.6 ตรวจสอบและทำความสะอาดถาดน้ำทิ้งและท่อน้ำทิ้งทุกสัปดาห์			
5.7 ล้างทำความสะอาดแผงกรองอากาศ (Air Filter)ทุกเดือน			
5.8 ตรวจสอบและปรับแต่งความตึงของสายพานและการยึด Pulley ทุก 3 เดือน			
5.9 ล้างทำความสะอาด Evaporator Coil ทุก 3 เดือน			
5.10 ล้างทำความสะอาด Blower ทุก 3 เดือน			
5.11 ตรวจสอบอุปกรณ์ขับเคลื่อนพร้อมหล่อลื่น ทุก 6 เดือน			
5.12 ตรวจสอบการตั้งอุณหภูมิ Thermostat ทุกสัปดาห์			
5.13 ตรวจสอบการทำงานของลิ้นปรับอัตราการไหลทุก 2 เดือน			
6. Fan Coil Unit			
6.1 ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์โดยทำการวัดกระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าทุกเดือน			
6.2 ตรวจสอบจุดต่อสายไฟฟ้าต่างๆทุก 2 เดือน			
6.3 ตรวจสอบทำความสะอาดหน้า contact ต่างๆทุก 2 เดือน			
6.4 ตรวจสอบเช็คเสียงและการสั่นสะเทือนทุก 2 เดือน			
6.5 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเข้าและออกทุกสัปดาห์			
6.6 ตรวจสอบและทำความสะอาดถาดน้ำทิ้งและท่อน้ำทิ้งทุกสัปดาห์			
6.7 ล้างทำความสะอาดแผงกรองอากาศ (Air Filter)ทุกเดือน			
6.8 ตรวจสอบและปรับแต่งความตึงของสายพานและการยึด Pulley ทุก 3 เดือน			
6.9 ล้างทำความสะอาด Evaporator Coil ทุก 3 เดือน			
6.10 ล้างทำความสะอาด Blower ทุก 3 เดือน			
6.11 ตรวจสอบอุปกรณ์ขับเคลื่อนพร้อมหล่อลื่น ทุก 6 เดือน			
6.12 ตรวจสอบการตั้งอุณหภูมิ Thermostat ทุกสัปดาห์			

รายการประเมินอุปกรณ์	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
6.13 ตรวจสอบการทำงานของลิ้นปรับอัตราการไหลทุก 2 เดือน			

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นอื่นๆ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. Chiller

.....

2. Chiller Water Pump

.....

3. Condenser Water Pump

.....

4. Cooling Tower

.....

5. Air Handling Unit

.....

6. Fan Coil Unit

.....

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาช่วยตอบแบบประเมิน

รายการประเมิน	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม	ค่า IOC	สรุป
1. Chiller					
1.1 ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.2 ตรวจสอบระดับความดันของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.3 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.4 เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกๆ 1 ปี	5			1	ใช้ได้
1.5 ตรวจสอบความสะอาดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊สทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.6 ตรวจสอบอุณหภูมิของเบร็งเครื่องอัดแก๊สทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
1.7 เปลี่ยนฟิวเดอร์น้ำมันเครื่องอัดแก๊สทุก 1 ปี	4	1		0.8	ใช้ได้
1.8 ตรวจสอบเบร็งเครื่องอัดแก๊สทุก 1 ปี	5			1	ใช้ได้
1.9 ตรวจสอบเสียงเบร็งเครื่องอัดแก๊สทุกวัน	4	1		0.8	ใช้ได้
1.10 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเย็นของระบบแช่ฟรีดทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
1.11 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำยาของระบบแช่ฟรีดทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
1.12 ตรวจสอบความดันคอนเดนเซอร์สูงทุก 6 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
1.13 ตรวจสอบความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
1.14 ตรวจสอบ Flow Switch ทุก 6 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
1.15 ตรวจสอบวงจรน้ำเย็น/วงจรน้ำระบายความร้อนทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
1.16 ตรวจสอบระบบน้ำยาความดันแก๊สที่ต่ำสุดทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.17 ตรวจสอบระบบน้ำยาอุณหภูมิของแก๊สที่ต่ำสุดทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.18 ตรวจสอบความดันระบบน้ำยาของแก๊สที่ส่งทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.19 ตรวจสอบระบบน้ำยาอุณหภูมิของแก๊สที่ส่งทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.20 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.21 ตรวจสอบกระแสไฟฟ้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.22 ตรวจสอบอุณหภูมิเบร็งของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
1.23 ตรวจสอบอุณหภูมิเปลือกหุ้มของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
1.24 ตรวจสอบเสียงผิดปกติของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.25 ทำความสะอาดมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุก 1 เดือน	5			1	ใช้ได้
1.26 ตรวจสอบเชื้ออุณหภูมิเข้าของเครื่องควบแน่น (Condenser) ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.27 ตรวจสอบเชื้ออุณหภูมิน้ำออกของเครื่องควบแน่น (Condenser) ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.28 ตรวจสอบเชื้ออัตราการไหลของน้ำเครื่องควบแน่น (Condenser) ทุก 6 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
1.29 ตรวจสอบเชื้อความดันน้ำของเครื่องควบแน่น (Condenser) ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.30 ตรวจสอบเชื้อความดันน้ำยาที่ส่งของเครื่องควบแน่น (Condenser) ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.31 ตรวจสอบเชื้ออุณหภูมิเข้าของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.32 ตรวจสอบเชื้ออุณหภูมิน้ำออกของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.33 ตรวจสอบเชื้ออัตราการไหลของน้ำออกของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
1.34 ตรวจสอบเชื้อความดันน้ำของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.35 ตรวจสอบเชื้อความดันน้ำยาที่ต่ำสุดของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.36 ตรวจสอบเชื้ออุณหภูมิน้ำยาที่ต่ำสุดของเครื่องระเหย (Evaporator) ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
1.37 ทำความสะอาดแผง Switch Boards ทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
1.38 ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟฟ้าต่างๆทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้

รายการประเมิน	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม	ค่า IOC	สรุป
2. Chiller Water Pump					
2.1 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้ามอเตอร์ปั๊มส่งน้ำขึ้นทุกวัน	5			1	ใช้ได้
2.2 ตรวจสอบกระแสไฟฟ้ามอเตอร์ปั๊มส่งน้ำขึ้นทุกวัน	5			1	ใช้ได้
2.3 ตรวจสอบอุณหภูมิเบร้งของมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำขึ้นทุกสัปดาห์	3	2		0.6	ใช้ได้
2.4 ตรวจสอบอุณหภูมิเปลือกหุ้มของมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำขึ้นทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
2.5 ตรวจสอบเสียงความผิดปกติของมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำขึ้นทุกวัน	5			1	ใช้ได้
2.6 ทำความสะอาดมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำขึ้นทุก 1 เดือน	5			1	ใช้ได้
2.7 ทำความสะอาดแผง Switch Boards ของมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำขึ้นทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
2.8 ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟฟ้าต่าง ๆ ของมอเตอร์ปั๊มส่งน้ำขึ้นทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
2.9 ตรวจสอบทำความสะอาดหน้า contact ต่าง ๆ ทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
2.10 ตรวจสอบเช็กรันสะเทือนของปั๊มส่งน้ำขึ้นทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
2.11 ตรวจสอบสภาพของข้อต่อปั๊มส่งน้ำขึ้นทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
2.12 เติมสารหล่อลื่น Shaft bearing ทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
2.13 ทำความสะอาด Stainer ทุก 3 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
2.14 ตรวจสอบชิ้นน็อต สกรู ต่าง ๆ ทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
2.15 ตรวจสอบระบบป้องกัน Motor Overload Device ทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
3. Condenser Water Pump					
3.1 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้ามอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกวัน	5			1	ใช้ได้
3.2 ตรวจสอบกระแสไฟฟ้ามอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกวัน	5			1	ใช้ได้
3.3 ตรวจสอบอุณหภูมิเบร้งของมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
3.4 ตรวจสอบอุณหภูมิเปลือกหุ้มของมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
3.5 ตรวจสอบเสียงความผิดปกติของมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกวัน	5			1	ใช้ได้
3.6 ทำความสะอาดมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุก 1 เดือน	5			1	ใช้ได้
3.7 ทำความสะอาดแผง Switch Boards ของมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
3.8 ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟฟ้าต่าง ๆ ของมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็นทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
3.9 ตรวจสอบทำความสะอาดหน้า contact ต่าง ๆ ทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
3.10 ตรวจสอบเช็กรันสะเทือนของปั๊มน้ำหล่อเย็นทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
3.11 ตรวจสอบสภาพของข้อต่อปั๊มน้ำหล่อเย็นทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
3.12 เติมสารหล่อลื่น Shaft bearing ทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
3.13 ทำความสะอาด Stainer ทุก 3 เดือน	5			1	ใช้ได้
3.14 ตรวจสอบชิ้นน็อต สกรู ต่าง ๆ ทุก 2 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
3.15 ตรวจสอบระบบป้องกัน Motor Overload Device ทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
4. Cooling Tower					
4.1 ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้ามอเตอร์พัดลมทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
4.2 ตรวจสอบกระแสไฟฟ้ามอเตอร์พัดลมทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
4.3 ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟฟ้าต่าง ๆ ของมอเตอร์พัดลมทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
4.4 ตรวจสอบจุดต่อสายไฟฟ้าต่าง ๆ ทุก 2 เดือน	3	2		0.6	ใช้ได้
4.5 ตรวจสอบทำความสะอาดหน้า contact ต่าง ๆ ทุก 2 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
4.6 ตรวจสอบเช็คเสียงและการรันสะเทือนของ Cooling Tower ทุก 2 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
4.7 ตรวจสอบและเติมสารหล่อลื่น Shaft bearing และ Gear ทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
4.8 ทำความสะอาด Stainer ทุก 3 เดือน	5			1	ใช้ได้
4.9 ทำความสะอาด Cooling Tower Tank ทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
4.10 ทำความสะอาดฟิลลิ่งทุก 1 ปี	5			1	ใช้ได้
4.11 ตรวจสอบชิ้นน็อต สกรู ต่าง ๆ ทุก 2 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
4.12 ตรวจสอบสภาพน้ำหล่อเย็นทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
4.13 ตรวจสอบเช็คอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เข้าและออกทุกวัน	5			1	ใช้ได้

รายการประเมิน	เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม	ค่า IOC	สรุป
4.14 ตรวจสอบหัวกระจายน้ำทุกวัน	4	1		0.8	ใช้ได้
4.15 ตรวจสอบรอบการหมุนของสปริงเกอร์ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
4.16 ตรวจสอบความสามารถในการระบายความร้อนของ Cooling Tower ทุกวัน	5			1	ใช้ได้
4.17 ตรวจสอบและปรับตั้งใบพัดลมของ Cooling Tower ทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
4.18 ตรวจสอบสายพานทุก 2 เดือน	3	2		0.6	ใช้ได้
4.19 ล้างทำความสะอาด Softener ทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
4.20 ตรวจสอบค่า Conductivity ทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
4.21 ตรวจสอบระบบน้ำทิ้ง	5			1	ใช้ได้
5. Air Handling Unit					
5.1 ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์โดยทำการวัดกระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
5.2 ตรวจสอบจุดต่อสายไฟฟ้าต่างๆทุก 2 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
5.3 ตรวจสอบทำความสะอาดหน้า contact ต่างๆทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
5.4 ตรวจสอบเช็คเสียงและการสั่นสะเทือนทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
5.5 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเข้าและออกทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
5.6 ตรวจสอบและทำความสะอาดถาดน้ำทิ้งและท่อน้ำทิ้งทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
5.7 ล้างทำความสะอาดแผงกรองอากาศ (Air Filter) ทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
5.8 ตรวจสอบและปรับแต่งความตึงของสายพานและการยึด Pulley ทุก 3 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
5.9 ล้างทำความสะอาด Evaporator Coil ทุก 3 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
5.10 ล้างทำความสะอาด Blower ทุก 3 เดือน	5			1	ใช้ได้
5.11 ตรวจสอบอุปกรณ์ขับเคลื่อนพร้อมหล่อลื่น ทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
5.12 ตรวจสอบการตั้งอุณหภูมิ Thermostat ทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
5.13 ตรวจสอบการทำงานของลิ้นปรับอัตราการไหลทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
6. Fan Coil Unit					
6.1 ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์โดยทำการวัดกระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
6.2 ตรวจสอบจุดต่อสายไฟฟ้าต่างๆทุก 2 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
6.3 ตรวจสอบทำความสะอาดหน้า contact ต่างๆทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
6.4 ตรวจสอบเช็คเสียงและการสั่นสะเทือนทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้
6.5 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเข้าและออกทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
6.6 ตรวจสอบและทำความสะอาดถาดน้ำทิ้งและท่อน้ำทิ้งทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
6.7 ล้างทำความสะอาดแผงกรองอากาศ (Air Filter) ทุกเดือน	5			1	ใช้ได้
6.8 ตรวจสอบและปรับแต่งความตึงของสายพานและการยึด Pulley ทุก 3 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
6.9 ล้างทำความสะอาด Evaporator Coil ทุก 3 เดือน	4	1		0.8	ใช้ได้
6.10 ล้างทำความสะอาด Blower ทุก 3 เดือน	5			1	ใช้ได้
6.11 ตรวจสอบอุปกรณ์ขับเคลื่อนพร้อมหล่อลื่น ทุก 6 เดือน	5			1	ใช้ได้
6.12 ตรวจสอบการตั้งอุณหภูมิ Thermostat ทุกสัปดาห์	5			1	ใช้ได้
6.13 ตรวจสอบการทำงานของลิ้นปรับอัตราการไหลทุก 2 เดือน	5			1	ใช้ได้

ระยะเวลาตรวจสอบและดูแลรักษาระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำเครื่องทำน้ำเย็น

การดูแลรักษา	ระยะเวลาการตรวจสอบและดูแลรักษา						
	วัน	สัปดาห์	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	6 เดือน	1 ปี
การหล่อลื่นเครื่องอัดแก๊ส							
ตรวจระดับน้ำมัน	■						
ตรวจความดันน้ำมัน	■						
ตรวจอุณหภูมิน้ำมัน	■						
ตรวจ Cut Out						■	
เปลี่ยนน้ำมัน							■
ความสะอาดของน้ำมัน	■						
แบร์ริงเครื่องอัดแก๊ส							
อุณหภูมิของแบร์ริง		■					
เปลี่ยนฟิวเตอร์น้ำมัน							■
ตรวจแบร์ริง							■
เสียง	■						
ระบบเซฟตี้เครื่องปรับอากาศ							
อุณหภูมิน้ำเย็นต่ำ						■	
อุณหภูมิน้ำยาต่ำ						■	
ความดันคอมเพรสเซอร์สูง						■	
ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำ						■	
Flow switch						■	
วงจรมอเตอร์/วงจรมอเตอร์ระบายความร้อน						■	
ความดันด้านอีวาพอเรเตอร์ต่ำ						■	
ระบบน้ำยา							
ความดันต่ำแก๊สที่ดูด	■						
อุณหภูมิของแก๊สที่ดูด	■						
ความดันแก๊สที่ส่ง	■						
อุณหภูมิแก๊สที่ส่ง	■						
มอเตอร์ไฟฟ้าต่าง ๆ							
แรงเคลื่อนไฟฟ้า	■						
กระแสไฟฟ้า	■						
อุณหภูมิแบร์ริง		■					
อุณหภูมิเปลือกหุ้ม		■					
เสียงผิดปกติ	■						
ทำความสะอาดมอเตอร์			■				
พัดลมต่าง ๆ							
อุณหภูมิแบร์ริง	■						
ความตึงสายพาน	■						
เสียงผิดปกติ	■						
ความสะอาด			■				
เครื่องควบแน่น (Condenser)							
อุณหภูมิของน้ำเข้า	■						
อุณหภูมิน้ำออก	■						

การดูแลรักษา	ระยะเวลาการตรวจสอบและดูแลรักษา						
	วัน	สัปดาห์	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	6 เดือน	1 ปี
อัตราการไหลของน้ำ							
ความดันของน้ำ							
ความดันน้ำขาที่ส่ง							
อุณหภูมิของน้ำขาที่ส่ง							
ความสะอาดพื้นผิว							
เครื่องระเหย (Evaporator)							
อุณหภูมิน้ำเข้า							
อุณหภูมิน้ำออก							
อัตราการไหลของน้ำ							
ความดันของน้ำ							
ความดันน้ำขาที่ดูด							
อุณหภูมิของน้ำขาที่ดูด							
คอยล์เย็นและปั๊ม							
แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้กับมอเตอร์							
กระแสไฟฟ้าที่ใช้กับมอเตอร์							
จุดต่อสายไฟฟ้าต่าง ๆ							
หน้า Contact ต่าง ๆ							
เสียงและการสั่นสะเทือน							
สภาพการทำงานของข้อต่อปั๊มน้ำ							
ตรวจสอบการหล่อลื่น shaft bearing , gear							
ตรวจสอบหรือล้างทำความสะอาด Stainer							
ตรวจสอบหรือล้างทำความสะอาด cooling tower tank							
ตรวจสอบหรือล้างทำความสะอาด ฟิล์ลิ่ง							
ตรวจสอบระบบควบคุมต่าง ๆ							
ตรวจสอบ เติมน้ำ หรือเปลี่ยนน้ำมัน							
ตรวจสอบขั้วน็อต สกรูต่าง ๆ							
ตรวจสอบสภาพน้ำหล่อเย็น							
อัดจารบี แบร์ริง ต่าง ๆ							
อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่และเข้าออก							
ตรวจสอบหัวกระจายน้ำ							
ตรวจสอบรอบการหมุนของสปริงเกอร์							
ตรวจสอบความสามารถในการระบายความร้อนของ Cooling Tower							
ตรวจสอบและปรับตั้งใบพัดลมของ Cooling Tower							
ตรวจสอบสายพานต่างๆ							
แผงสวิตช์							
ทำความสะอาดแผง Stainer และ Switch Boards							
ทำความสะอาดหน้า Contacts							
ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟฟ้าต่างๆ							
ตรวจสอบหรือเติมน้ำมันที่ควบคุมระบบป้องกัน Motor Overload Device							
ตรวจสอบการทำงานอุปกรณ์ต่างๆ							
เครื่องจ่ายลมเย็น (AHU,FCU)							

การดูแลรักษา	ระยะเวลาการตรวจสอบและดูแลรักษา						
	วัน	สัปดาห์	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	6 เดือน	1 ปี
ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์โดยการใช้แอมมิเตอร์และแรงเคลื่อนไฟฟ้า							
ตรวจสอบจุดต่อสายไฟต่างๆ							
หน้า Contact สะอาดเรียบร้อย							
ตรวจสอบและทำความสะอาด							
ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเข้า-ออก							
ตรวจสอบและทำความสะอาดถาดน้ำทิ้ง, ถ่อน้ำทิ้ง							
ล้างทำความสะอาดแผงกรองอากาศ (Air Filter)							
ตรวจสอบปรับตั้งความตึงของสายพานและการยึด Pulley							
ล้างทำความสะอาด Evaporator Coil							
ล้างทำความสะอาด Blower							
ตรวจสอบอุปกรณ์ขับเคลื่อนพร้อมหล่อลื่น							
ตรวจสอบการตั้งอุณหภูมิ Thermostat							
ตรวจสอบการทำงานของลิ้นปรับอัตราการไหล							
ระบบปรับคุณภาพน้ำ							
ล้างทำความสะอาด Softener							
ตรวจสอบค่า Conductivity และค่าต่างๆ							
ตรวจสอบระบบ Bleed น้ำทิ้งจากระบบ							
เติมสารเคมีปรับคุณภาพน้ำของ Cooling Tower							

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นายโสภณ คงแก้ว
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างยนต์เทคโนโลยีสยาม ปีการสำเร็จการศึกษา 2535 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขา เทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน ปีการสำเร็จการศึกษา 2537 ปริญญาตรีสาขา วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปีการสำเร็จการศึกษา 2539
ตำแหน่ง	Chief Engineer สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงแรม Zenith 134 สุขุมวิท ซอย 3 แขวงทวีวัฒนา เขตวัฒนา กรุงเทพฯ
ประสบการณ์	Chief Engineer โรงแรมรอยัลการ์เด้นพทยาปี 2540 Chief Engineer โรงแรมสันตินิธิ์เกาะสมุยปี 2543 Chief Engineer โรงแรมไบบรอกสกายปี 2545 Chief Engineer โรงแรมซัมเมอเซทสุวรรณปี 2547 Chief Engineer โรงแรมพูลเดกระบี่ปี 2549