

การประยุกต์การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์
กรณีศึกษาระบบปรับอากาศในโรงแรม

บวร วัชรศโยธิน

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2555

APPLIED CONDITION BASED MAINTENANCE OF
AIR CONDITION SYSTEM IN HOTEL
A CASE STUDY

Borworn Wacharejyothin



A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program in Industrial Management
Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology
Academic Year 2012

หัวข้อสารนิพนธ์

การประยุกต์การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์
กรณีศึกษาระบบปรับอากาศในโรงแรม

โดย

บวร วัชรเศโยธิน

สาขาวิชา

การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ดร. จินตวัฒน์ ไชยชนะวงศ์)

..... กรรมการ

(ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน)

บวร วัชรโยธิน : การประยุกต์การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ : กรณีศึกษาระบบปรับอากาศในโรงแรม. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน, 75 หน้า.

สารนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษางานบำรุงรักษาระบบปรับอากาศในโรงแรมกรณีศึกษา โดยการประยุกต์การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ เพื่อลดจำนวนการแจ้งซ่อมและจำนวนการซ่อมที่ไม่ได้วางแผนในโรงแรมกรณีศึกษา เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หาสาเหตุปัจจัยของจำนวนการแจ้งซ่อมที่เกิดขึ้น จึงได้ทำการปรับปรุงการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศด้วยการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ ตามมาตรฐาน Open System Architecture for Conditional Based Maintenance (OSA-CBM) โดยการบ่งชี้สภาพความผิดปกติของไส้กรองอากาศในเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit ด้วยความดันอากาศ จะมีการติดตามสภาพความผิดปกติ และได้แนะนำแผนผังการไหลของการวางแผนบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ในการปรับปรุงระบบปรับอากาศในโรงแรมกรณีศึกษา

จากการปรับปรุงในพื้นที่ทดสอบบริเวณห้องพักแขก และทางเดิน ชั้นที่ 4 และ 5 ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555 พบว่ามีการแจ้งเตือนสภาพกรองอากาศในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง ทำให้จำนวนความถี่ในการแจ้งซ่อมของ Fan Coil Unit ลดลงเท่ากับ 0 สามารถลดจำนวนการแจ้งซ่อม และจำนวนงานซ่อมที่นอกเหนือการวางแผนของระบบปรับอากาศลงได้

บัณฑิตวิทยาลัย
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2555

ลายมือชื่อนักศึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

BORWORN WACHAREJYOTHIN : APPLIED CONDITION BASED MAINTENANCE OF AIR CONDITION SYSTEM IN HOTEL : A CASE STUDY. ADVISOR : DR. DUMRONGKIAT RATANA-AMORNPIN, 75 PP.

In this independent study, case study of maintenance of air condition system in Hotel by implementing condition based maintenance. This object of this study is to reduce number of work maintenance request and number of unplanned maintenance by implementing Condition Based Maintenance compliant OSA-CBM Standard. The condition of clogged filter in Fan Coil Units were monitored and indicated by differential air pressure to collect and apply the CBM work flow for Air Condition System in the Hotel.

The number of maintenance request and number of unplanned maintenance were decreased after implementing CBM in the control area between 4th to 5th floors, which included guest rooms and corridor area. The result of implementing CBM during May 2012 to October 2012, the monitoring of filter of Fan Coil Unit (FCU) made the number of unplanned maintenance was decreased then applying the Condition Based Maintenance is able to improve the maintenance of air condition system in Hotel.

Graduate School

Field of Study Industrial Management

Academic Year 2012

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาจาก ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำสารนิพนธ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ในการมาปรับมาใช้ในการทำสารนิพนธ์เล่มนี้ ตลอดจนการตรวจสอบข้อบกพร่อง และแนะนำแก้ไขให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณสิทธิโชค ทศแสนสิน รองผู้อำนวยการฝ่ายวิศวกรรม ที่ได้ให้การสนับสนุน และอนุญาตให้ใช้ข้อมูลตั้งแต่ต้นจนเสร็จสมบูรณ์ รวมถึงพนักงานทุกคนภายในโรงแรมที่ข้าพเจ้าได้เข้าไปศึกษา

สุดท้ายขอขอบคุณ คุณจุฑามาศ เพือกโสภา ภรรยาของข้าพเจ้าที่สนับสนุนในการเรียนที่สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น และช่วยเหลือข้าพเจ้าในทุกๆ ด้าน รวมถึงสมาชิกในครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจทำให้ข้าพเจ้ามีโอกาสได้เรียนต่อจนกระทั่งจบการศึกษา

บวร วัชรโยธิน



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูป	ญ
 บทที่	
1 บทนำ	1
สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
ขอบเขตของการศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน	3
2 หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
หลักการพื้นฐาน	7
ความจำเป็นของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)	4
วิวัฒนาการของการบำรุงรักษา	4
ประเภทของการบำรุงรักษาเชิงวางแผน	6
การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์	7
แนวปฏิบัติงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	13
มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	17
สารสนเทศการบำรุงรักษา	18
การวัดความสำเร็จของงานบำรุงรักษา PM	18
ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศ	19
หน่วยปรับอากาศ Air Handling Unit และ Fan Coil Unit	20
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25

สารบัญ

บทที่	หน้า
3	วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์..... 38
	การศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน..... 26
	การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของกระบวนการ 29
	การศึกษาที่มาของปัญหาสาเหตุและเลือกหัวข้อในการปรับปรุง 33
	ขั้นตอนการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในการปรับปรุงที่เหมาะสม 40
	การออกแบบบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์..... 42
	การปรับปรุงขั้นตอนการวางแผนงานบำรุงรักษา 47
4	ผลการศึกษา 50
	สรุปผลการศึกษา 50
	ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็น..... 51
	ประโยชน์ที่ได้จากการทำสารนิพนธ์..... 51
บรรณานุกรม	 52
ภาคผนวก	 55
	ภาคผนวก ก. การคำนวณ และการปรับตั้งค่า Differential Static Pressure Switch 56
	ภาคผนวก ข. หน้าต่างแสดงสถานการณ์ทำงาน และรายงานการแจ้งเตือน 60
	ภาคผนวก ค. ผังการไหลของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน..... 66
	ภาคผนวก ง. รายงานการแจ้งเตือนสภาพกรองอากาศระหว่าง เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555..... 68
ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์	 75

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนการดำเนินงานศีกษา	3
2 เครื่องปรับอากาศในโรงแรม	32
3 แผนงานการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ	32
4 เปอร์เซิณการแ้งช่อมของระบบในโรงแรม	33
5 คะแนนการประเมินผลกระทบที่ส่งผลโดยตรงกับลูกค้ำและความยาก ในการปฏิบัติงาน.....	34
6 จำนวนการแ้งช่อมของประเภทของเครื่องปรับอากาศ	35
7 จำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นของ Fan Coil Unit.....	36
8 สรุปสภาพปัญหาเกิยวข้องกับเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU)	36
9 ผลการเก็บข้อมูล และการตั้งค้ำแ้งเตือนความดันอากาศ	45
10 รายงานการแ้งเตือนประจำวัน.....	47
11 รายงานสรุปการแ้งเตือนประจำเตือน.....	48
12 จำนวนความถี่ในการแ้งเตือนของสภาพกรองอากาศใน FCU ชััน 4 ถึง 5 ระหว้างเตือนพฤษภาคม ถึงเตือนตุลาคม 2555	50
13 จำนวนความถี่ในการแ้งช่อมของระบบปรับอากาศใน FCU ชััน 4 ถึง 5 ระหว้างเตือนพฤษภาคม ถึงเตือนตุลาคม 2555	50
14 พิกัดของ Fan Coil Unit.....	57
15 พิกัดของ Fan Coil Unit.....	57
16 สัญลักษณัสถานะการทำงานของ FCU	61
17 รายการแสดงสถานะการทำงานของ FCU	62
18 รายละเอียดการสร้างรายงานการแ้งเตือนประจำวัน และประจำเตือน.....	65
19 รายงานการแ้งเตือนสภาพกรองอากาศระหว้างเตือนพฤษภาคม ถึงเตือนตุลาคม 2555.....	69

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	กราฟสัดส่วนการแจ้งซ่อมจากระบบแจ้งซ่อม	1
2	วิวัฒนาการการบำรุงรักษา.....	5
3	ประเภทของการบำรุงรักษา	6
4	ลักษณะงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)	8
5	P-F Interval	8
6	ระดับความเสื่อมสภาพของระบบ	9
7	จุดแข็งและจุดอ่อนของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันและแบบแก้ไขปรับปรุง	10
8	ระดับกิจกรรมบำรุงรักษา.....	11
9	กระบวนการทำงานของงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์เบื้องต้น	11
10	กระบวนการทำงานของ OSA-CBM	13
11	กระบวนการรวบรวมข้อมูล	13
12	กรอบการทำงานของวงจรสำหรับงานบำรุงรักษา.....	14
13	ปัจจัยในการเลือกกลยุทธ์ในการวางแผนงานบำรุงรักษา	15
14	ขั้นตอนในการวางแผนกลยุทธ์สำหรับงานบำรุงรักษา	16
15	กิจกรรมของงานบำรุงรักษาสำหรับงานบริการ.....	17
16	ระบบปรับอากาศในอาคาร.....	19
17	การหมุนเวียนของอากาศในระบบปรับอากาศ.....	20
18	หน่วยปรับอากาศ.....	20
19	วาล์วควบคุมน้ำเย็น.....	21
20	ไส้กรองอากาศ	21
21	แผนผังโรงแรม	26
22	แผนผังห้องพักในแต่ละชั้น.....	26
23	แผนผังองค์กรของฝ่ายบริหารโรงแรม	27
24	แผนผังองค์กรของฝ่ายวิศวกรรม.....	28
25	ระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานของแผนวิศวกรรม.....	29
26	แผนผังองค์กรของงานซ่อมบำรุงเมื่อขัดข้อง	30
27	ผังการไหลการซ่อมบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง.....	30
28	ผังการไหลการบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์	31
29	ผังการไหลการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในปัจจุบัน	31

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
30	ตัวอย่างใบงานซ่อมบำรุงรักษา.....	33
31	กราฟพาเรโตแสดงเปอร์เซ็นต์การแจ้งซ่อมในโรงแรม	34
32	กราฟพาเรโตแสดงเปอร์เซ็นต์การแจ้งซ่อมของเครื่องปรับอากาศ.....	35
33	แผนภาพก้างปลาของปัญหาเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU)	39
34	ส่วนประกอบของ Fan Coil Unit (FCU).....	40
35	ความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับปริมาณลม	41
36	โครงสร้างการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์.....	43
37	ตำแหน่งการตรวจติดตามสภาพของไส้กรองอากาศ.....	44
38	ผังการไหลของการวางแผนบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์	49
39	กราฟแสดงสภาวะความดันอากาศ และความเร็วลมที่เกิดขึ้นกับมอเตอร์ของ Fan Coil Unit	58
40	หน้าต่างแสดงผลการทำงานของ FCU ในแต่ละชั้น	61
41	หน้าต่างแสดงสถานะการทำงานของ FCU	62
42	หน้าต่างสรุปผลการแจ้งเตือน.....	63
43	หน้าต่างของการสร้างรายงานการแจ้งเตือน.....	64
44	ผังการไหลของงานบำรุงรักษาปรับอากาศในโรงแรม	67

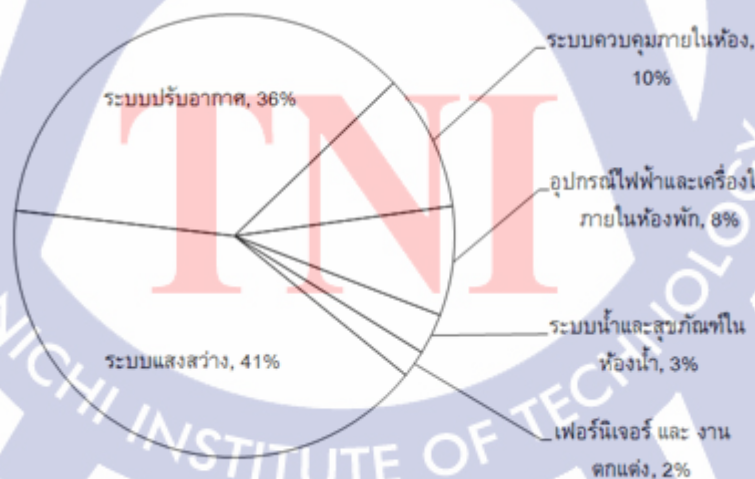
บทที่ 1

บทนำ

สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา

ในงานบริการโรงแรมระดับ 5 ดาว ความพร้อมของระบบสาธารณูปโภคในห้องพักถือเป็นสิ่งสำคัญ งานบำรุงรักษาเป็นกิจกรรมที่กำหนดขึ้นเพื่อเป็นการสื่อสารสร้างความเข้าใจระหว่างผู้ร่วมงานและผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงรักษาไม่ว่าจะเป็นงานบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องใช้ ระบบสื่อสารระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และ ระบบน้ำ เพื่อให้อยู่ในสภาพที่ดีพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา อย่างไรก็ตามระบบปรับอากาศถือว่าเป็นงานระบบสาธารณูปโภคอย่างหนึ่งที่มีความจำเป็นสำหรับห้องพักในโรงแรม เพื่อให้บรรยากาศในห้องพักมีความพร้อมใช้เพื่อเสริมสร้างการเพิ่มอัตราการขายห้องพัก

จากการศึกษาพบว่า ห้องพักในโรงแรมจำนวน 370 ห้อง มีงานระบบที่เกี่ยวข้องกับห้องพักหลายระบบดังต่อไปนี้ 1. ระบบแสงสว่าง 2.ระบบปรับอากาศ 3.ระบบควบคุมภายในห้อง 4. อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ภายในห้องพัก 5. ระบบน้ำและสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ 6. เฟอร์นิเจอร์และงานตกแต่ง จากการสำรวจข้อร้องเรียนของการแจ้งซ่อมจากระบบแจ้งซ่อมในโรงแรมจากเดือนมกราคม 2554 ถึง มิถุนายน 2554 ในจำนวนการแจ้งซ่อม 3,258 รายการพบว่า มีสัดส่วนของการแจ้งซ่อมดังรูปที่ 1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 กราฟสัดส่วนการแจ้งซ่อมจากระบบแจ้งซ่อม

ในการพิจารณาในการแก้ไขปัญหาจากข้อร้องเรียนจากการแจ้งซ่อม เมื่อเปรียบเทียบกับความเป็นไปได้กับผลกระทบที่เกิดขึ้นพบว่าหนึ่งในปัญหาข้อขัดข้องของระบบปรับอากาศใน

ห้องพักเป็นปัญหาที่พบมาก และส่งผลกับลูกค้าที่พักในห้องพักและการดำเนินงานทางธุรกิจมากที่สุด โดยมีอาการดังต่อไปนี้ น้ำรั่ว แอร์เสียงดัง แอร์ไม่เย็น มีกลิ่นเหม็นไหม้ โดยสาเหตุหลักคือขาดการบำรุงรักษาที่มีการครอบคลุม เนื่องจากมีข้อจำกัดทั้งเวลา และพื้นที่ในการปฏิบัติงาน ซึ่งต้องได้รับการอนุญาตจากทางแผนกแม่บ้านที่ต้องคอยดูแลความสะอาดอยู่เสมอ และข้อจำกัดในช่วงเวลาการปฏิบัติงานลูกค้าไม่ได้อยู่ในห้องพักจากปัญหาข้างต้นจึงทำให้เครื่องปรับอากาศบางส่วนไม่ได้รับการบำรุงรักษาเมื่อถึงเวลาจึงเกิดปัญหาเรื่องเครื่องปรับอากาศชำรุดทำให้เสียเวลาคอยในการซ่อม และส่งผลกระทบต่อในการความสามารถในการขายห้อง

จากปัญหาดังกล่าวมีความจำเป็นต้องจัดระบบดูแลตรวจเช็คสภาพเพื่อปรับปรุงงานซ่อมบำรุงที่ไม่เฉพาะตามระยะเวลาเพื่อป้องกันก่อนที่จะเกิดขัดข้องรวมทั้งยืดอายุเวลาการใช้งานแต่การดำเนินการดังกล่าวจะต้องกระทำในช่วงเวลาอันเหมาะสมเพื่อลดผลกระทบในการใช้งาน

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเล็งเห็นความสำคัญของการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ (Condition Based Maintenance : CBM) ซึ่งเป็นงานบำรุงรักษาแบบหนึ่งของบำรุงรักษาเชิงวางแผนและงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันและมีบทบาทสำคัญในการปกป้องการเสื่อมสภาพก่อนเวลาและลดความสูญเสียดังเช่นการเสียโอกาสในการขายห้องพักเสียเวลาในการรอคอยสร้างพึงพอใจของลูกค้าจึงเห็นควรที่จะปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์มาใช้กับระบบปรับอากาศของโรงแรมกรณีศึกษาเพื่อลดข้อร้องเรียนของลูกค้าและลดการซ่อมบำรุงที่ไม่ได้วางแผนล่วงหน้า

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อปรับปรุงการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศด้วยการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์
2. เพื่อลดจำนวนการจ้างงานซ่อมของระบบปรับอากาศในห้องพักแขกให้น้อยกว่า 2 ครั้งต่อเดือน

ขอบเขตของการศึกษา

การปรับปรุงบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ในระบบปรับอากาศโรงแรมกรณีศึกษา โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะชั้น 4 และชั้น 5 จากจำนวน 34 ชั้น (ชั้น 4 ถึงชั้น 37) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU) เป็นกรณีศึกษาในครั้งนี้จำนวน 40 เครื่องด้วยการตรวจจับเสื่อมสภาพของกรองอากาศตันใน FCU ด้วย Differential Pressure Switch

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดจำนวนงานซ่อมฉุกเฉินที่ส่งผลกระทบต่องานขายห้องพัก
2. เพื่อเป็นแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงานศึกษา

รายละเอียด	พ.ศ. 2555											
	ม.ค. (1)	ก.พ. (2)	มี.ค. (3)	เม.ย. (4)	พ.ค. (5)	มิ.ย. (6)	ก.ค. (7)	ส.ค. (8)	ก.ย. (9)	ต.ค. (10)	พ.ย. (11)	ธ.ค. (12)
1. เลือกหัวข้อปัญหา	↔											
2. นำเสนอหัวข้อปัญหา		↔										
3. ศึกษารวบรวมข้อมูล			↔									
4. วิเคราะห์ปัญหา				↔								
5. ประเมินผล					↔							
6. สรุปและจัดทำรายงาน									↔			↔

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความจำเป็นของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

ในงานบริการนั้นความพร้อมในการให้บริการถือเป็นความสำคัญของงานบริการ สำหรับในโรงแรมนั้นความพร้อมเครื่องปรับอากาศเป็นปัจจัยสำคัญเช่นกันในการบริการห้องพัก ดังนั้นการทำให้เครื่องปรับอากาศในสภาพที่ใช้งานได้ดีตลอดเวลาซึ่งจะเกิดขึ้นไม่ได้หากหน่วยงานปราศจากระบบการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพและกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เครื่องปรับอากาศมีสภาพที่ดีพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลาตั้งนั้นในการดูแลเครื่องปรับอากาศจำนวนมากและมีหลากหลายประเภทใช้งานจำเป็นจะต้องมีแผนงานบำรุงรักษาที่มีความครอบคลุมเพียงพอและเหมาะสมเพื่อลดจำนวนในการเกิดความเสียหายแบบฉับพลันที่ส่งผลกระทบต่อค่าบริการและงานขายห้องพักการบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์และการบำรุงรักษาเมื่อขัดข้องนั้นไม่เพียงพอในการรักษาสภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศตั้งนั้นแนวทางในการใช้การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์เพื่อบ่งชี้สภาพของเครื่องปรับอากาศในการป้องกันการเกิดความขัดข้องหรือความเสียหายแบบฉับพลันจะช่วยส่งผลให้อัตราการเสียของเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานอยู่นั้นลดลงหรือหากเกิดขึ้นก็จะกลับมาใช้งานได้ตามปกติอย่างรวดเร็วตั้งนั้นเห็นได้ว่าการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์นั้นจึงมีความจำเป็นต่องานบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อส่งเสริมการขายและงานบริการห้องพักหรือพื้นที่บริการ

วิวัฒนาการของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง (Breakdown Maintenance: BM) เป็นการบำรุงรักษาแบบแรกซึ่งเป็นการบำรุงรักษาตามอาการเมื่อเครื่องจักรเกิดความเสียหายอย่างไรก็ซ่อมแซมแก้ไขไปตามนั้นเพื่อให้กลับมาใช้งานได้ตามปกติแต่ในขณะที่เครื่องจักรใช้งานได้ก็จะมีกิจกรรมใดๆ ที่เป็นการบำรุงรักษาอย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาเมื่อขัดข้องก็คือการบำรุงรักษาประเภทหนึ่งแต่ไม่สามารถใช้ได้กับเครื่องจักรในกรณีที่เกิดความเสียหายแล้วส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตเป็นอย่างมากจึงได้มีการคิดค้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) ขึ้นมาโดยการบำรุงรักษาในขณะที่เครื่องจักรยังใช้งานได้โดยไม่ต้องรอให้เครื่องเสียหายการบำรุงรักษาเชิงป้องกันก็ยังประสบปัญหาอีกเกี่ยวกับตัวเครื่องจักรที่ออกแบบมาไม่สะดวกต่อการแก้ไขและการบำรุงรักษารวมถึงการใช้งานที่ยากลำบากและมีโอกาสผิดพลาดสูงตั้งนั้นจึงต้องมีการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขและปรับปรุง (Corrective Maintenance: CM) เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้ง่ายต่อซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาแม้ว่าการบำรุงรักษาที่มีวิวัฒนาการอย่างต่อเนื่องก็ไม่สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยการบำรุงรักษาแบบใดแบบ

หนึ่งกล่าวคือถึงแม้มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ยอดเยี่ยมเพียงใดก็ตามเครื่องจักรยังคงต้องมีการ-บำรุงรักษาเมื่อขัดข้องหรือต่อให้เราตั้งใจการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพียงใดก็ไม่ได้ผลอย่างเต็มที่ถ้าไม่มีการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขและปรับปรุง (Corrective Maintenance: CM) และต่อให้เรามีเครื่องจักรที่ทำงานง่ายซ่อมง่ายดูแลง่ายเพียงใดต้องเสียเวลามากถ้าไม่มีการป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention: MP) วัฏจักรหน้าการบำรุงรักษาที่ผล (Productive Maintenance: PM) การนำเอาการบำรุงรักษาแบบต่าง ๆ มารวมไว้ด้วยกันเพื่อการบำรุงรักษาเชิงป้องกันการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุงการป้องกันการบำรุงรักษาและเมื่อใดที่เกิดเครื่องจักรบกพร่องการบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง ดังรูปที่ 2

	1950	1951	1954	1957	1960-2000
กระบวนการพัฒนาวิธีการ	การซ่อมเมื่อเสีย (BM)	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	การบำรุงรักษาที่ผิดพลาด (PM)	การบำรุงรักษาเชิงปรับปรุง (CM)	การป้องกัน การบำรุงรักษา (MP)
					Maintenance Prevention (MP)
				Corrective Maintenance (CM)	
			Productive Maintenance (PM)		
		Preventive Maintenance (PM)			
	Breakdown Maintenance (BM)				
ลักษณะการบำรุงรักษา	ซ่อมเมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุด	มักเป็นการป้องกันก่อนการชำรุด	บำรุงรักษาเพื่อเพิ่มผลผลิตเริ่มถูกนำมาใช้โดยบริษัท GE	เน้นการปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่องที่ทำให้เครื่องจักรชำรุด	เน้นที่ออกแบบให้ระบบไม่ต้องการบำรุงรักษาหรือต้องบำรุงรักษาน้อยที่สุด

รูปที่ 2 วิวัฒนาการการบำรุงรักษา

ที่มา : เขกสรร สิงห์หนู. (2550). การบำรุงรักษาเชิงแผนงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรกรณีศึกษาสายการบรรจุห้ายาทำความสะอาดสุกัณฑ์. หน้า 8.

ประเภทของการบำรุงรักษาเชิงวางแผน

การที่จะดำเนินการบำรุงรักษาเชิงวางแผนให้มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้รูปแบบของการบำรุงรักษาทั้ง 5 ประเภทดังแสดงไว้ในรูปที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 3 ประเภทของการบำรุงรักษา

ที่มา : เรียร์ไชย จิตต์แจ้ง. (2541). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการบริหาร. หน้า 705.

การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง(Breakdown Maintenance: BM)

ความเสียหายของเครื่องจักรประกอบด้วยความเสียหายแบบเรื้อรังและความเสียหายแบบฉับพลันการบำรุงรักษาเมื่อขัดข้องเป็นการบำรุงรักษาเมื่อเกิดความเสียหายแบบฉับ-พลันการบำรุงรักษาเมื่อขัดข้องไม่ใช่เพียงแค่แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าให้เครื่องจักรกลับมาใช้งานได้ใหม่เท่านั้น หากแต่ต้องมีการรายงานเหตุความเสียหายที่รวดเร็วการปรับปรุงแก้ไขให้เครื่องใช้ได้อย่างรวดเร็ว การแก้ปัญหาที่สาเหตุ และการเก็บข้อมูลการแก้ไขการวิเคราะห์หลัก Phenomenon Mechanism Analysis เป็นเครื่องมือในการหาสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เครื่องจักรเสียหาย เพื่อหาทางแก้ไขและป้องกันต่อไป

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการบำรุงรักษาอีกระดับหนึ่งที่เกิดขึ้นมาจากการบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง (BM) เนื่องจากไม่ต้องการให้เครื่องจักรเสียหายในขณะกำลังใช้งานโดย

แบ่งออกเป็นการบำรุงรักษาประจำวันการบำรุงรักษาตามคาบเวลาและการกำหนดเวลาหยุดซ่อมหรือเปลี่ยนก่อนที่จะเกิดการเสียหายของชิ้นส่วนสำคัญๆ

1. การบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์ (Time Based Maintenance: TBM) การบำรุงรักษาตามคาบเวลาเป็นการบำรุงรักษาที่มีการกำหนดกิจกรรมที่จะทำในแต่ละช่วงเวลาเป็นรายวันสัปดาห์เดือนหรือปี

2. การบำรุงโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์(Condition Based Maintenance: CBM) การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเครื่องจักรเป็นเกณฑ์หรือการบำรุงรักษาเชิงการคาดการณ์(Predictive Maintenance) โดยอาศัยการประเมินจากสภาพการใช้งานของอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรด้วยการตรวจจบบรูปแบบความผิดปกติแล้วเก็บรวบรวมเอาข้อมูลมาจำแนกเพื่อบ่งบอกสภาพการทำงานหรือเก็บข้อมูลเพื่อประเมินสภาพความชำรุดของเครื่องจักรในการกำหนดกิจกรรมสำหรับรับมือกับความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

การบำรุงรักษาแก้ไขและปรับปรุง(Corrective Maintenance: CM)

การปรับปรุงตัดแปลงเครื่องจักรเพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานและดูแลบำรุงรักษาเพื่อการกำจัดแหล่งที่มาของปัญหาต่างๆ

การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention: MP)

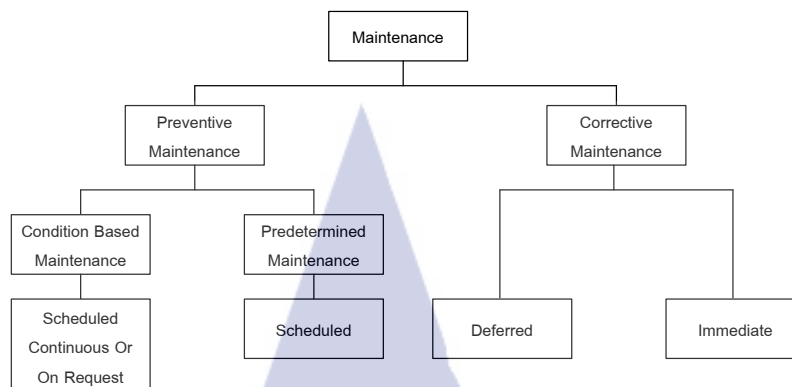
ระบบการบำรุงรักษาในอุดมคติคือไม่ต้องการการบำรุงรักษาซึ่งทางปฏิบัติจะพยายามหาอุปกรณ์ที่ไม่ต้องการการบำรุงรักษามาใช้จากการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง

การบำรุงรักษาที่วิเศษ (Productive Maintenance: PM)

การบำรุงรักษาที่วิเศษเป็นพื้นฐานการบำรุงรักษาที่วิเศษแบบทุกคนมีส่วนร่วมแตกต่างกันตรงที่การบำรุงรักษาที่วิเศษเป็นหน้าที่ของฝ่ายซ่อมบำรุงเพียงฝ่ายเดียวแต่การบำรุงรักษาที่วิเศษแบบทุกคนมีส่วนร่วมเป็นหน้าที่ของทุกคนและรวบรวมเอาการบำรุงรักษาแบบต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันได้แก่การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้องการบำรุงรักษาเชิงป้องกันการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข และปรับปรุงและการป้องกันการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์

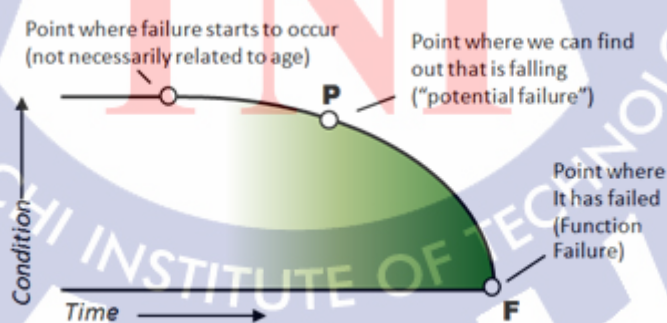
จากประเภทของการบำรุงรักษาที่กล่าวมาข้างต้น งานบำรุงรักษาจะมีการกำหนดกิจกรรมต่างๆ ดังรูปที่ 4 ลักษณะงานบำรุงรักษาทั่วไปจะประกอบด้วย สองส่วนหลักคือ การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข และปรับปรุง (CM) ซึ่งเป็นลักษณะงานที่เกิดข้อบกพร่องแล้วทำการแก้ไข และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) ที่มีงานบำรุงรักษาย่อยอีกสองส่วนคือ การบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์ (TBM) โดยมีการกำหนดกิจกรรมสำหรับปฏิบัติงานบำรุงรักษาตามช่วงเวลาที่กำหนดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ (CBM) เป็นการกำหนดเกณฑ์ของสภาพที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ในการกำหนดกิจกรรมในการปฏิบัติงานบำรุงรักษา



รูปที่ 4 ลักษณะงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

ที่มา : Marcus Bengtsson; Erik Olsson; Peter Funk; and Mats Jackson. (2002). **Technical Design of Condition Based Maintenance System-A Case Study Using Sound Analysis and Case-Based Reasoning.** p. 2.

โดยมากในการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์นั้นจะมีการระบุสภาพต่างๆ ของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ตั้งแต่เริ่มจากเริ่มต้นทำงานในระยะเวลาหนึ่งจะมีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นกับเครื่องจักรถ้าเราไม่สามารถตรวจพบการเสื่อมสภาพได้แล้วเครื่องจักรจะทำงานจนถึงจุดที่อาจเกิดความเสียหายหรือ Potential Failure และถ้าเครื่องจักรยังสามารถทำงานและยังคงไม่สามารถตรวจพบว่ามี การเสื่อมสภาพ เครื่องจักรจะทำงานจนถึงสภาวะที่ไม่สามารถทำงานได้หรือ Functional Failure การเกิดในลักษณะนี้เป็นจะถูกเรียกว่า P-F Interval ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 P-F Interval

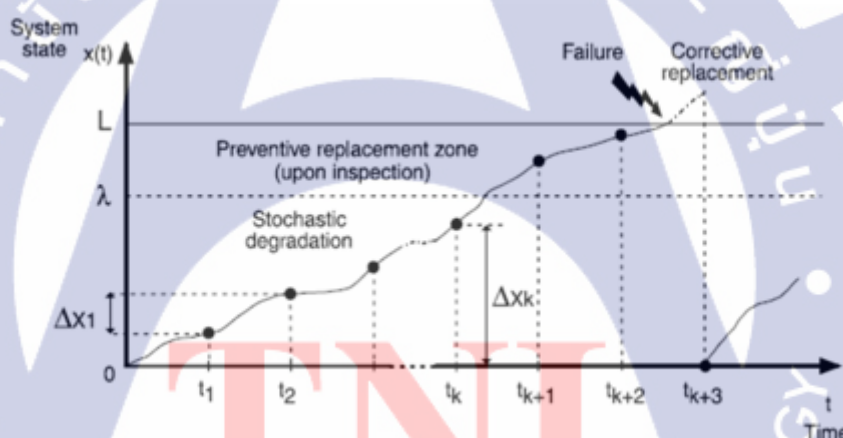
ที่มา : Neelamkavil J. (2010). **Condition-Based Maintenance Management in Critical Facilities.** p. 19.

การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์เป็นการติดตามสถานะต่างๆ ของระบบที่ทำให้เกิดความเสื่อมสภาพด้วยการวัดค่าคุณสมบัติต่างๆ ของระบบเพื่อป้องกันสภาพที่ต้องเริ่มทำการซ่อมบำรุงจากการศึกษาของ (Neelamkavil J. 2010) อธิบายลักษณะของการเสื่อมสภาพของระบบได้ดังต่อไปนี้

Proportional Hazards Models เป็นการจำลองการเสื่อมสภาพจากอายุการใช้งานของเครื่องจักร เพื่อกำหนดกิจกรรมการบำรุงรักษา เพื่อป้องกันความเสียหายจากการเกิดความเสื่อมสภาพอันเป็นเหตุที่เครื่องจักรไม่สามารถใช้งานได้ต่อไปหรือเกิดข้อบกพร่องกับระบบ

Failure Threshold Models วิธีในการระบุความเสื่อมสภาพจากระดับความล้มเหลวของอุปกรณ์หรือเครื่องจักร

Two-Phase Failure Models เป็นรูปแบบที่พัฒนาจาก Failure Threshold Model แต่ได้เพิ่มเติมระดับสำหรับเตือนก่อนเกิดการเสียหายหรือระดับความล้มเหลวของอุปกรณ์หรือเครื่องจักร (Warning Threshold) และซึ่งเป็นระดับที่ควรทำการเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อป้องกันการเสียหายทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการติดตามผลดังรูปที่ 6

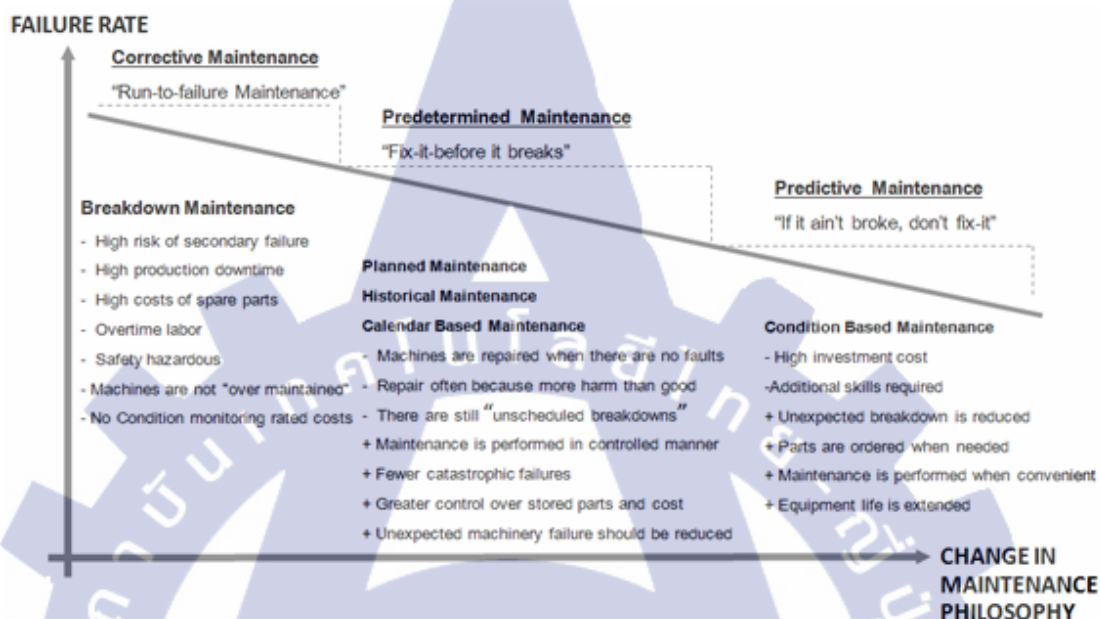


รูปที่ 6 ระดับความเสื่อมสภาพของระบบ

ที่มา : Neelamkavil J. (2010). **Condition-Based Maintenance Management in Critical Facilities.** p. 13.

จากการศึกษาของการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ (CBM) มาคัสเบนสันและคณะ. (2002) ได้แสดงจุดอ่อนและจุดแข็งของการบำรุงรักษาซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทำกิจกรรมการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ (CBM) ส่งผลให้มีอัตราการเกิดข้อบกพร่อง (Failure Rate) ต่ำกว่าแบบใช้เวลาเป็นเกณฑ์และแบบแก้ไขปรับปรุงดังรูปที่ 7

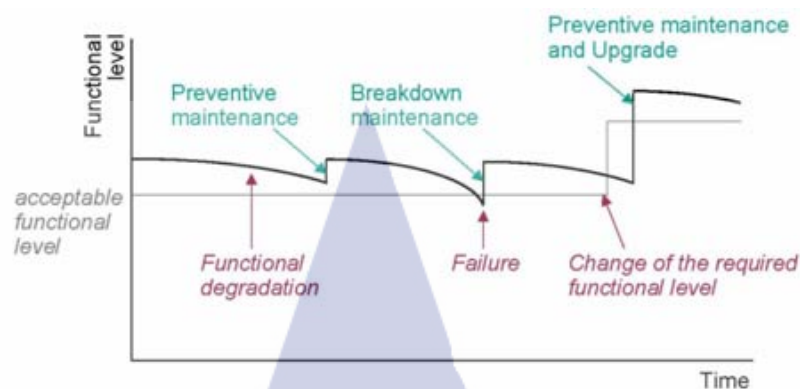
จากการศึกษาของการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ (CBM) มาคัสเบนสัน; และคณะ. (2002) ได้แสดงจุดอ่อนและจุดแข็งของการบำรุงรักษาซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทำกิจกรรมการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ (CBM) ส่งผลให้มีอัตราการเกิดข้อบกพร่อง (Failure Rate) ต่ำกว่าแบบใช้เวลาเป็นเกณฑ์และแบบแก้ไขปรับปรุงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 จุดแข็งและจุดอ่อนของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันและแบบแก้ไขปรับปรุง

ที่มา : Marcus Bengtsson; Erik Olsson; Peter Funk; and Mats Jackson. (2002). **Technical Design of Condition Based Maintenance System : A Case Study Using Sound Analysis and Case-Based Reasoning.** p. 3.

สืบเนื่องมาจากความต้องการในการควบคุมสภาพของเครื่องจักรและความต้องการของผลิตภัณฑ์และการบริการจึงทำให้การทำกิจกรรมการบำรุงรักษาช่วยยกระดับการทำงานของเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นดังรูปที่ 8

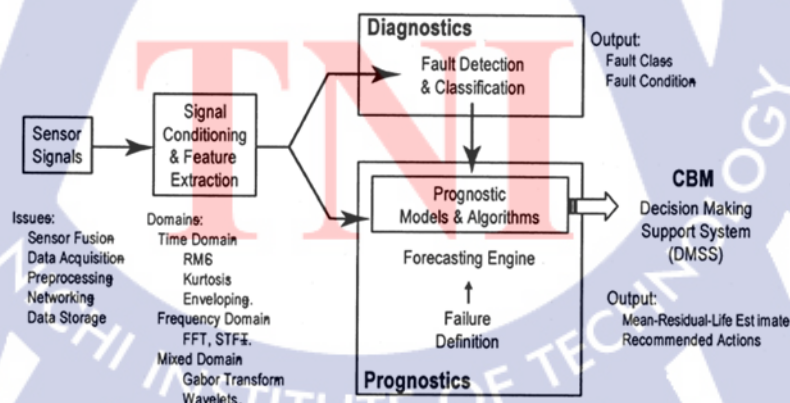


รูปที่ 8 ระดับกิจกรรมบำรุงรักษา

ที่มา : Gheorghe Donca; et al. (2007). **Maintenance Role In Life Cycle Management.** p. 3.

มาตรฐานทางเทคนิคการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์

โดยทั่วไปกระบวนการทำงานของงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์อาจจัดรูปแบบการทำงานเบื้องต้นของCBM ซึ่งประกอบด้วยหน่วยที่เป็นตรวจจับสัญญาณ (Sensor) เพื่อให้ส่วนที่ประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) ที่ได้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจและสังเกตได้ง่ายส่งต่อให้ส่วนที่ทำการตรวจวิเคราะห์สภาพที่เกิดขึ้น (Diagnostics) เพื่อบ่งชี้อาการหรือเก็บรวบรวมสภาพต่างๆ (Prognostic) เพื่อตัดสินใจในการทำงานบำรุงรักษาต่อไป ดังรูปที่ 9

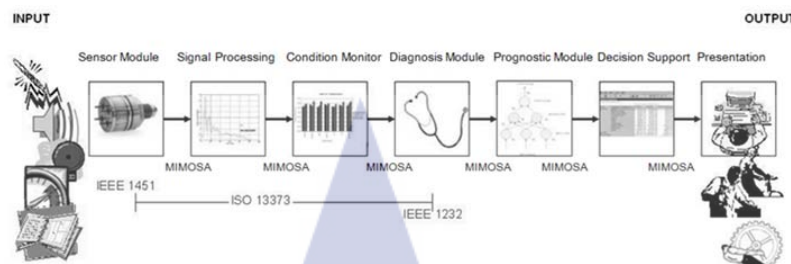


รูปที่ 9 กระบวนการทำงานของงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์เบื้องต้น

ที่มา : Ratna Babu Chinnam; and Pundarikaksha Baruah. (2001). **A Neuro-Fuzzy Approach for Estimating Mean Residual Life in Condition-Based Maintenance Systems.** p. 2.

ตามมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับเป็นแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์มีอยู่หลากหลายมาตรฐานดังต่อไปนี้มาตรฐาน Open System Architecture for Condition Based Maintenance Organization (OSA-CBM) มาตรฐาน Machine Information Management Open System Alliances (MIMOSA) มาตรฐาน IEEE Std.1451 มาตรฐาน IEEE Std.1232 มาตรฐาน ISO 13373-1 และอื่น ๆ มาตรฐานเทคนิค OSA-CBM เป็นหนึ่งในมาตรฐานทางเทคนิคที่ครอบคลุมกระบวนการของระบบงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ (CBM) และเป็นที่ยอมรับมาตรฐานทางเทคนิค OSA-CBM นี้จะถูกแบ่งออกเป็นโมดูลย่อย 7 โมดูลดังรูปที่ 10 ดังต่อไปนี้

1. Sensor Module เป็นโมดูลในการแปลงสัญญาณที่ต้องการตรวจจับสภาพหรืออาการของเครื่องจักร
2. Signal Processing Module เป็นโมดูลที่รับเอาสัญญาณที่ได้จากการตรวจจับมาแปลงเป็นข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายเช่นอยู่ในรูปแบบตามเวลาหรือเชิงความถี่
3. Condition Monitoring Module เป็นโมดูลที่นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าต้องการหรือค่าปกติเพื่อป้องกันอาการต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับค่า Preset ของการทำงาน
4. Health Assessment Module เป็นส่วนประเมินสภาพความเสื่อมสภาพของระบบจากการบ่งชี้สภาพอาการแล้วทำการบันทึกการวินิจฉัยและความเป็นไปได้ในการเกิดความเสียหาย
5. Prognostic Module เป็นโมดูลที่รวบรวมข้อมูลจากการวินิจฉัยที่เก็บบันทึกไว้เพื่อใช้ในคาดการณ์ในเหตุการณ์ในอนาคต
6. Decision Support Module เป็นส่วนโมดูลที่จัดเตรียมกิจกรรมการบำรุงรักษาหรือเสนอทางเลือกหากต้องการปฏิบัติงานต่อ
7. Presentation Module เป็นโมดูลส่วนแสดงให้ทราบสภาพที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรและข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากโมดูลข้างต้น

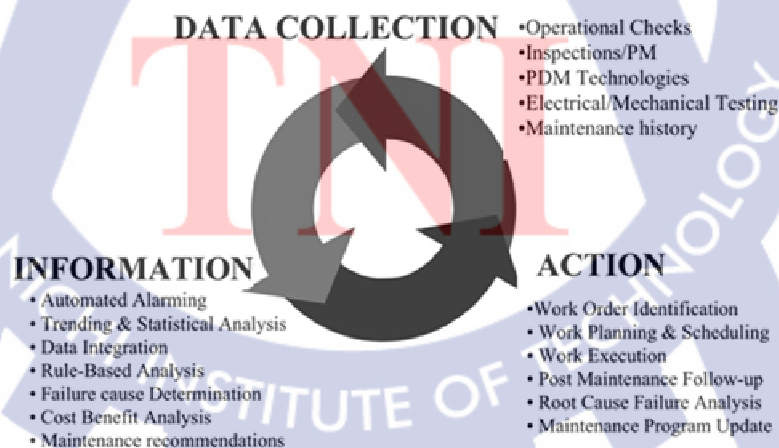


รูปที่ 10 กระบวนการทำงานของ OSA-CBM

ที่มา : Marcus Bengtsson; Erik Olsson; Peter Funk; and Mats Jackson. (2002). **Technical Design of Condition Based Maintenance System-A Case Study Using Sound Analysis and Case-Based Reasoning.** p. 3.

แนวปฏิบัติงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

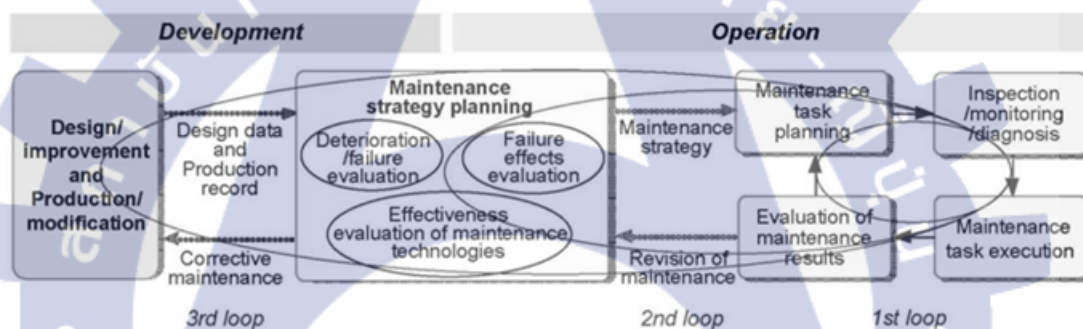
ในกรอบการวางแผนกลยุทธ์การบำรุงรักษาเป็นบทบาทสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเลือกกลยุทธ์การบำรุงรักษาลักษณะต่างๆ ดังเช่น BM, TBM และ CBM ดังนั้นในการปฏิบัติงานบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องกระบวนการรวบรวมข้อมูลเป็นหนึ่งในกระบวนการที่สำคัญโดยเริ่มจากการนำเอาผลการปฏิบัติงานการประเมินงานบำรุงรักษาประวัติการซ่อมบำรุงรวมถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการวางแผนกลยุทธ์การบำรุงรักษาดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 กระบวนการรวบรวมข้อมูล

ที่มา : Richard N. Wurzbach; et al. (2006). **Establishing a Condition-Based Maintenance Program for Buildings and Facilities.** p. 3.

การวางแผนกลยุทธ์การบำรุงรักษาทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการบริการและการปฏิบัติงานบำรุงรักษาโดยข้อมูลจะถูกส่งถ่ายระหว่างการออกแบบกับส่วนปฏิบัติงานผ่านทางรวบรวมเอาข้อมูลระหว่างขั้นตอนการปรับปรุงและพัฒนาไปใช้ในการกำหนดแผนกลยุทธ์สำหรับแต่ละองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์กลยุทธ์เหล่านี้จะถูกส่งผ่านไปยังส่วนการดำเนินงานงานบำรุงรักษาที่มีการวางแผนในรูปแบบของวิธีการและตารางเวลาหลังจากที่งานบำรุงรักษาจะต้องผ่านการตรวจสอบและติดตามการวินิจฉัยและการรักษารวมถึงดำเนินงานบำรุงรักษาโดยผลที่ได้จากการประเมินจะถูกเปรียบเทียบระหว่างสภาพที่เป็นจริงของผลิตภัณฑ์และสิ่งที่คาดหวังดังนั้นกลยุทธ์การบำรุงรักษาที่ได้รับการเลือกแล้วนั้นหากเกิดความคลาดเคลื่อนข้อมูลจะถูกป้อนกลับไปที่การรักษาการวางแผนกลยุทธ์การบำรุงรักษาซึ่งจะขึ้นอยู่กับการประเมินของสภาพปัญหาที่อาจเกิดขึ้นข้อมูลที่ได้จะถูกจัดเก็บบันทึกในงานบำรุงรักษาและข้อมูลเหล่านี้ก็จะถูกป้อนกลับไปยังการพัฒนาระยะที่มีการปรับปรุงและการปรับเปลี่ยนของการออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการจะดำเนินการดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 กรอบการทำงานของวงจรสำหรับงานบำรุงรักษา

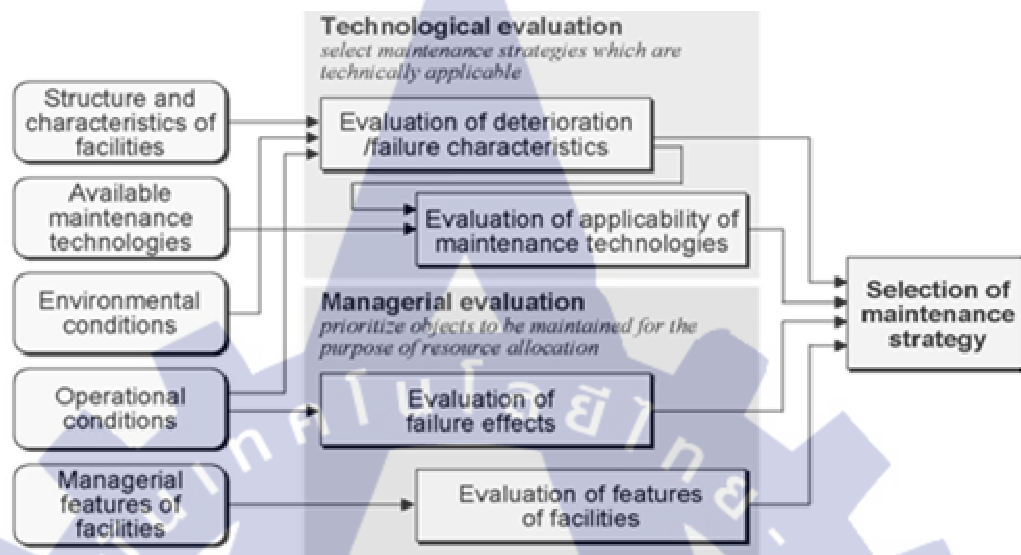
ที่มา : Marcus Bengtsson; and Mats Jackson. (2002). **Important Aspects To Take into Consideration When Deciding to Implement Condition Based.** p. 3.

การเลือกกลยุทธ์ในการวางแผนงานบำรุงรักษา

ในการเลือกกลยุทธ์ในการวางแผนงานบำรุงรักษาจะขึ้นอยู่กับการประเมินผลสองประเภทคือการประเมินผลทางด้านเทคโนโลยีและการประเมินผลการบริหารจัดการดังรูปที่ 13

การประเมินผลทางด้านเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับลักษณะของการเสื่อมสภาพและความล้มเหลวของการทำงาน เพื่อนำมาใช้ในงานและควบคุมการบำรุงรักษา

การประเมินผลการบริหารจัดการจะประเมินผลจากกระทบจากความรุนแรงของความล้มเหลวที่เกิดขึ้นแล้วส่งผลกระทบกับกิจกรรมภายนอกเช่นความปลอดภัยในการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมทางธุรกิจ

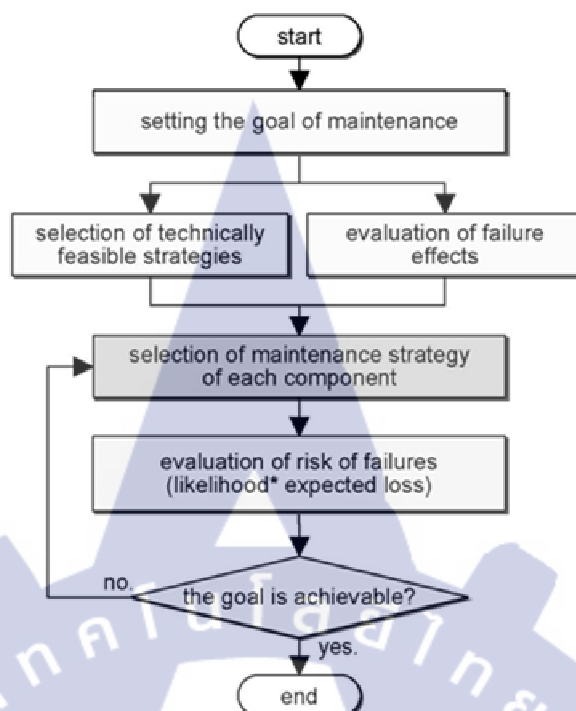


รูปที่ 13 ปัจจัยในการเลือกกลยุทธ์ในการวางแผนงานบำรุงรักษา

ที่มา : Marcus Bengtsson; and Mats Jackson. (2002). **Important Aspects To Take into Consideration When Deciding to Implement Condition Based.** p. 4.

ขั้นตอนการวางแผนกลยุทธ์สำหรับงานบำรุงรักษา

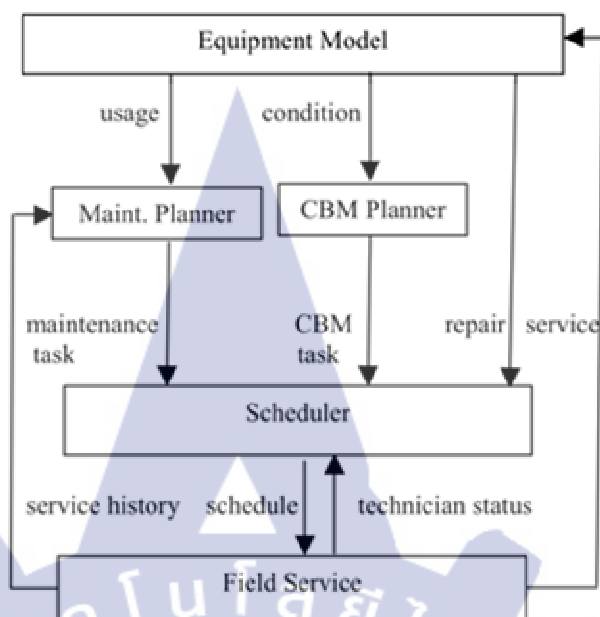
ในการวางแผนกลยุทธ์การบำรุงรักษาที่มีความสอดคล้องและมีประสิทธิภาพขั้นตอนพื้นฐานคือการจัดสรรทรัพยากรสำหรับการบำรุงรักษาเพื่อลดการสูญเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากความล้มเหลวโดยการสร้างสมมติฐานและทบทวนซ้ำจนกว่ากลยุทธ์การบำรุงรักษาจะเหมาะสมกับระบบเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการทำการบำรุงซึ่งขึ้นอยู่กับระดับของการสูญเสียที่ยอมรับได้และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นดังรูปที่ 14 ขั้นตอนในการวางแผนกลยุทธ์สำหรับงานบำรุงรักษา



รูปที่ 14 ขั้นตอนในการวางแผนกลยุทธ์สำหรับงานบำรุงรักษา

ที่มา : Marcus Bengtsson; and Mats Jackson. (2002). **Important Aspects To Take into Consideration When Deciding to Implement Condition Based.** p. 4.

หลังจากที่ได้ทำการเลือกเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ต้องการจะทำการซ่อมบำรุงแล้วเป็น การทำแผนการปฏิบัติงานมาสู่การลงมือปฏิบัติโดยกิจกรรมของงานบำรุงรักษาสำหรับงาน บริการสามารถแบ่งงานสำหรับการบำรุงรักษาไว้ 3 ประเภทได้แก่ การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง (BM) การบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์ (TBM) และการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ (CBM) ผ่านการวางแผนงานในแต่ละกิจกรรมในแต่ละแบบโดยเฉพาะ TBM Planner และCBM Planner และถูกจัดลงในตารางเวลาทั้งหมดให้กับผู้ปฏิบัติงานเมื่อผู้ปฏิบัติงานทำงานซ่อมบำรุง เสร็จข้อมูลในการปฏิบัติงานการประเมินผลจะถูกนำไปปรับปรุงแผนงานดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 กิจกรรมของงานบำรุงรักษาสำหรับงานบริการ

ที่มา : Yiqing Lin; Arthur Hsu; and Ravi Rajamani. (2002). **A Simulation Model For Field Service With Condition-Based Maintenance.** p. 4.

มาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

อย่างไรก็ตามในระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นจะต้องมีระบบมาตรฐานเข้ามาสนับสนุนเพื่อเป็นแนวทางให้บรรลุเป้าหมายอย่างถูกต้องโดยระบบมาตรฐานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

มาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Equipment Maintenance Standards)

จะกล่าวถึงวิธีการในการวัดความเสื่อมของเครื่องจักรโดยการตรวจสอบและทดสอบ (Inspection and Testing) การบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวัน (Daily Routine Maintenance) และการซ่อมบำรุงเครื่องจักร (Repairing) เป็นต้นโดยมาตรฐานเหล่านี้จะถูกแบ่งตามระบบหน้าที่การทำงานของแต่ละเครื่องจักรเป็นต้นอย่างไรก็ตามมาตรฐานนี้สามารถแบ่งเป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

1. มาตรฐานการตรวจสอบ (Inspection Standards) หรือเทคนิคในการตรวจวัดเพื่อพิจารณาความเสื่อมสภาพของเครื่องจักรโดยจะระบุพื้นที่และรายการที่ต้องการตรวจสอบช่วงระยะเวลาในการตรวจสอบวิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ใช้ในการตรวจสอบผลเปรียบเทียบและการแก้ไขปัญหาเป็นต้น

2. มาตรฐานการบริการ (Servicing Standards) จะเป็นการระบุถึงการให้บริการและช่วงเวลาในการบำรุงรักษาตัวอย่างเช่นมาตรฐานการหล่อลื่นที่ใช้ในการให้บริการจะระบุถึงชิ้นส่วนใดที่จะบริการวิธีการบริหารชนิดและจำนวนของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้เป็นต้น

3. มาตรฐานการซ่อมบำรุง (Repair Standards) จะเป็นการระบุถึงสภาพและวิธีการในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรรวมถึงวิธีการปรับแต่งการเดินท่อนการติดตั้งและงานไฟฟ้าต่างๆ เป็นต้นซึ่งบางครั้งอาจจะระบุเวลาที่ใช้ด้วย

ขั้นตอนการปฏิบัติงานบำรุงรักษา(Maintenance Work Procedures)

จะเป็นวิธีการในการทำงานเวลาในการตรวจสอบการบริการและการซ่อมบำรุงเป็นต้น โดยมาตรฐานนี้จะเป็นการเตรียมการสำหรับปฏิบัติงานตามความถี่ (ระยะเวลา) ที่กำหนดซึ่งมาตรฐานนี้จะมีส่วนช่วยอย่างมากในการวัดประสิทธิภาพของช่างการประเมินเวลาที่ใช้การกำหนดแผนการทำงานและรวมถึงการฝึกอบรมพนักงานช่างใหม่ๆ เป็นต้น (สุพร อัครวินนิมิตร; และธีรพร พัดภู. 2548 : 13)

สารสนเทศการบำรุงรักษา

1. การจัดการและการดูแลการไหลของสารสนเทศได้แก่การออกไปงานการเบิกจ่ายวัสดุแรงงานการปิดไปงานและการบันทึกประวัติการปฏิบัติงาน
2. การจัดเก็บงานบำรุงรักษาได้แก่ข้อมูลเครื่องจักรการเก็บประวัติการซ่อมบำรุงของเครื่องจักรและกิจกรรมที่ต้องดำเนินงาน
3. การจัดทำรายงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนงานได้แก่ระยะเวลาปฏิบัติงานการใช้ทรัพยากรวัสดุเครื่องมือและค่าใช้จ่าย (โกศลดี ศีลธรรม. 2547 : 16-17)

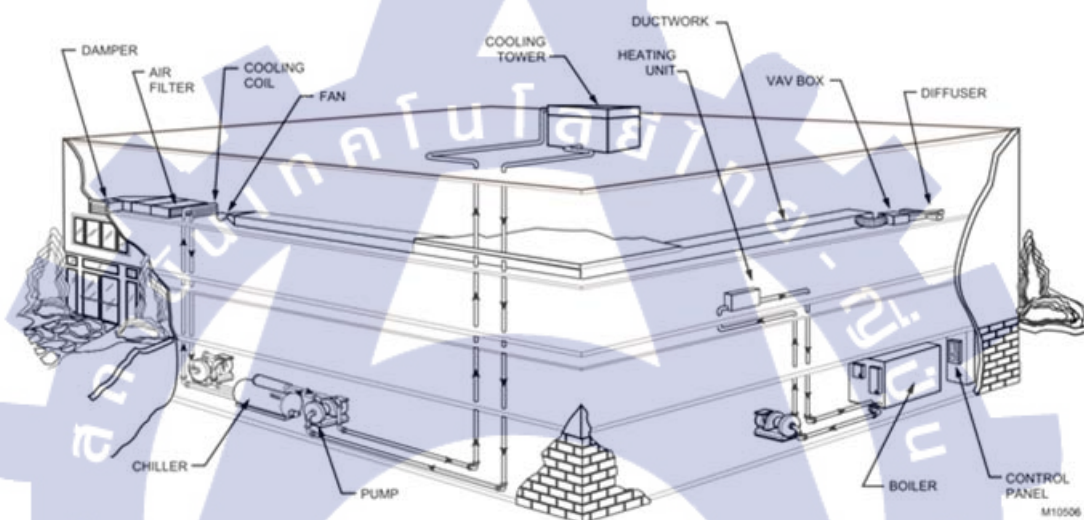
การวัดความสำเร็จของงานบำรุงรักษา PM

สามารถวัดความสำเร็จของงานPM ได้ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การลดจำนวนงานฉุกเฉิน (Reduction in Emergency Repairs)
 2. การเพิ่มแผนงานPM (Increased Scheduled Maintenance)
 3. การลดจำนวนงานซ่อมไม่ได้วางแผนไว้ (Reduction in Unscheduled Repair)
 4. อายุเครื่องจักรเพิ่มขึ้น (Increased Equipment Life)
 5. ขยายเวลาในการผลิต (Extended Time Between Repairs)
 6. ค่าใช้จ่ายในการซ่อมในระยะยาวลดลง (Long-Term Cost Reduction)
- (สุพร อัครวินนิมิตร; และธีรพร พัดภู. 2548 : 11)

ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศ

ในชีวิตประจำวันในอาคารขนาดใหญ่จะต้องมีเครื่องปรับอากาศใหญ่จะมีระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Chiller ที่เป็นเครื่องทำความเย็นแบบรวมศูนย์เพื่อง่ายต่อการบำรุงเพื่อทำความเย็นผ่านน้ำให้ไหลวนโดยปั๊มน้ำเพื่อส่งให้น้ำเย็นนี้ไปผ่านหน่วยทำความเย็นทั่วทั้งอาคาร พัดลมในหน่วยความเย็นจะพัดเอาความเย็นจากน้ำเย็นนี้ผ่านท่อลมและออกทางช่องลมในแต่ละพื้นที่ทั้งนี้ Chiller เมื่อรับเอาความร้อนที่ถ่ายเทออกไปดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีตัวระบายความร้อนออกจาก Chiller คือ Cooling Tower ซึ่งอยู่ชั้นบนสุดของอาคารหรือที่โล่งแจ้งระบบปรับอากาศในอาคาร ซึ่งประกอบด้วย Cooling Tower และ Chiller แสดงดังรูปที่ 16

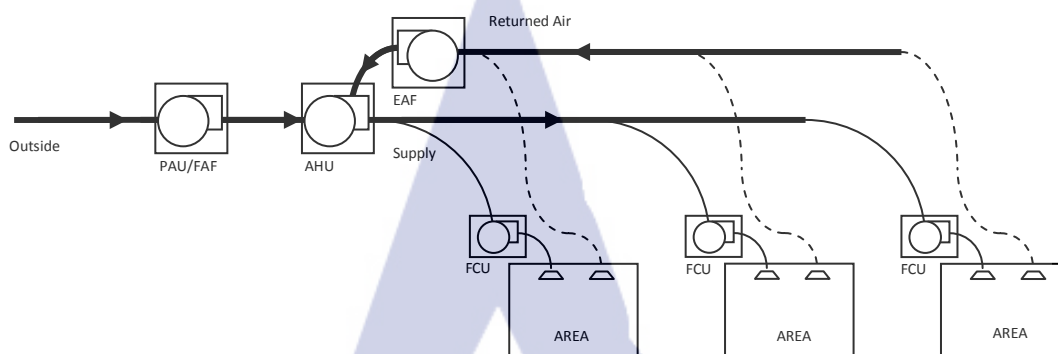


รูปที่ 16 ระบบปรับอากาศในอาคาร

ที่มา : Honeywell. (1997). **Automatic Control for Engineering Manual of Commercial Buildings.** p. 8.

โดยทั่วไปในอาคารการควบคุมการไหลเวียนของอากาศในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีหลายปัจจัยในการควบคุมเช่นระดับออกซิเจนในอากาศและการประหยัดพลังงานโดยการไหลวนของอากาศจะมี Primary Air Handling Unit (PAU) เป็นเครื่องปรับอากาศหลักในการนำเอาอากาศจากภายนอกเข้ามาและปรับให้อุณหภูมิจากอากาศภายนอกนั้นมีอุณหภูมิลดลงเพื่อจ่ายให้กับเครื่องปรับอากาศหลักในแต่ละพื้นที่ Air Handling Unit (AHU) เพื่อทำการจ่ายอากาศให้กับเครื่องปรับอากาศย่อย Fan Coil Unit (FCU) เมื่ออากาศได้กระจายไปในแต่ละพื้นที่หลังจากนั้นจะถูกดึงกลับมาเพื่อผสมกับอากาศใหม่ในตัว Air Handling Unit (AHU) ด้วยเครื่องระบาย

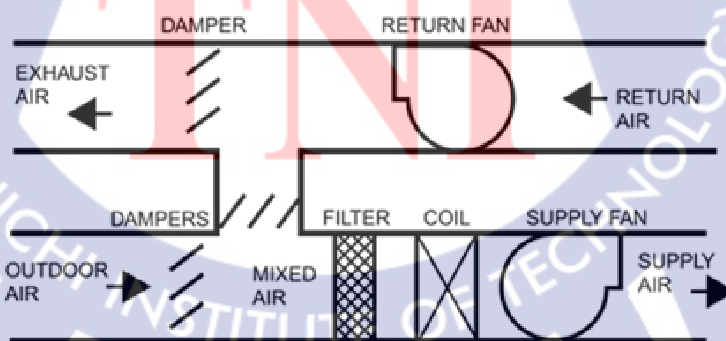
อากาศ Exhaust Air Fan (EAF) เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานในการลดความร้อนในตัว AHU ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 การหมุนเวียนของอากาศในระบบปรับอากาศ

หน่วยปรับอากาศ Air Handling Unit และ Fan Coil Unit

หน่วยปรับอากาศ Air Handling Unit เป็นชุดระบายอากาศ (Ventilator) ที่แยกกันสำหรับอากาศเข้าและอากาศที่ระบายออกผ่านคอยล์ทำความเย็น (Cooling Coil) ระบบนำความร้อน หรือความเย็นกลับมาใช้ (Heating/Cooling Recovery System) ห้องหรือช่องสำหรับแผ่นกรองอากาศ (Air Filter) เครื่องลดเสียง (Sound Attenuator) ห้องผสม (Mixing Chamber) และบานปรับอากาศ (Damper) เชื่อมต่อกับท่อส่งอากาศที่จะส่งอากาศที่ปรับแล้วไปทั่วทั้งอาคาร และนำอากาศกลับสู่หน่วยทำความเย็นดังรูปที่ 18



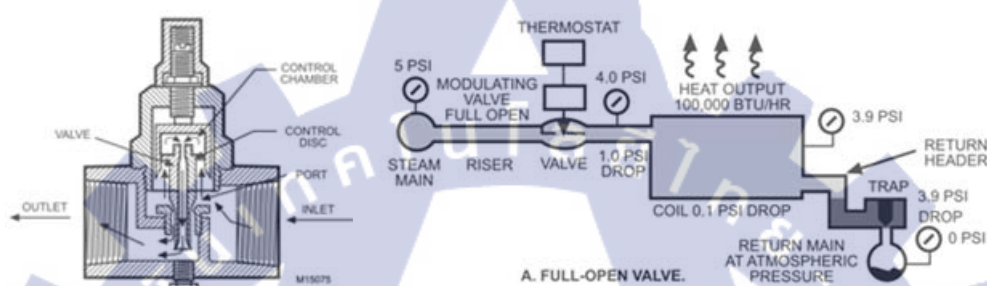
รูปที่ 18 หน่วยปรับอากาศ

ที่มา : Honeywell. (1997). **Automatic Control for Engineering Manual of Commercial Buildings.** p. 14.

ส่วนประกอบภายในหน่วยปรับอากาศมีดังต่อไปนี้

1. พัดลม ในหน่วยระบายอากาศโดยมากจะใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนพัดลมผ่านทางสายพาน พัดลมมีหลายประเภทซึ่งแบ่งตามชนิดของใบพัดลมโดยส่วนใหญ่ในงานระบบปรับอากาศจะใช้แบบ Centrifugal Fan

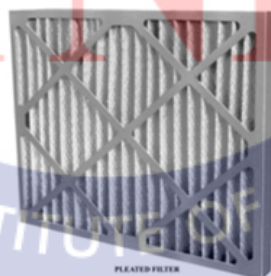
2. คอยล์ทำความเย็น (Cooling Coil) และวาล์ว ควบคุมคอยล์ทำความเย็นทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำและอากาศผ่าน ซึ่งคอยล์ทำความเย็นนี้จะประกอบด้วยท่อที่ทำให้น้ำเย็นจาก Chiller ไหลผ่าน ถูกควบคุมด้วยวาล์วควบคุมน้ำเย็น ดังรูปที่ 19 อากาศจะสัมผัสกับ Fin ทำจากทองแดง หรืออลูมิเนียม เพื่อทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ดี



รูปที่ 19 วาล์วควบคุมน้ำเย็น

ที่มา : Honeywell. (1997). **Automatic Control for Engineering Manual of Commercial Buildings.** p. 369, p. 372.

3. ใส์กรองอากาศทำหน้าที่กรองฝุ่นต่างๆ ที่มีในอากาศก่อนผ่านไปยัง Coil ทำความเย็นป้องกันไม่ให้ฝุ่นไปจับที่ Coil ทำความเย็นดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 ใส์กรองอากาศ

ที่มา : Honeywell. (1997). **Automatic Control for Engineering Manual of Commercial Buildings.** p. 14.

นอกจากนี้ยังมีหน่วยปรับอากาศอื่นชนิดอื่น ๆ อีก ได้แก่ Fan Coil Unit (FCU) เป็นหน่วยทำความเย็นภายในที่ไม่ได้เติมอากาศจากภายนอกโดยให้อากาศหมุนวนในพื้นที่เฉพาะ Exhaust Fan Unit (EFU) เป็นพัดลมดูดอากาศหรือกลืนและ Stair Pressurized Fan เป็นพัดลมใช้ในการปิดประตูฉุกเฉินในกรณีไฟไหม้ป้องกันประตูเปิดรับอากาศจากภายนอก เป็นต้น

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอ เอ็ม มุฮัมมัด มักกาเดส; เอ็น เอฟ อาห์เหม็ด เซาตูรี; และ เอ็ม มอน อัดดิน (A. M. Mohammad Mukaddes; N. F. Ahmed Chowdhury; and M. Moin Uddin. 2009) ได้ร่วมวิจัยเรื่อง “A Model for Automatic Preventive Maintenance Scheduling and an Application Database Software” เกี่ยวข้องกับปัญหาในด้านการวางแผนงานเวลาในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันการจัดเก็บข้อมูลและไม่สามารถจัดทำเป็นการวางแผนการบำรุงรักษาแบบอัตโนมัติเพื่อง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูลการจัดวางแผนงานซ่อมบำรุงจะต้องอาศัยข้อมูลดังต่อไปนี้เอกสารคู่มือของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ประวัติการซ่อมบำรุงและประสบการณ์ของผู้ชำนาญในเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นๆ การรวบรวมข้อมูลต่างๆ นั้นจะอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเครื่องจักรตำแหน่งที่ตั้งช่วงเวลาในการซ่อมบำรุงและวันเวลาในการติดตั้งประวัติการซ่อมบำรุงเพื่อให้ได้เป็นแผนงานในการบำรุงรักษาเช่นตารางวันเวลาไปงานการบันทึกประวัติหลังปฏิบัติงานบำรุงรักษาการบันทึกประวัติในการเสียแบบฉุกเฉินและอะไหล่ในการซ่อมบำรุงเพื่อเก็บเป็นประวัติในการปรับปรุงการทำงาน

มาร์คัส เบนสัน (Marcus Bengtsson. 2002) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีของระบบการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเครื่องจักรเป็นเกณฑ์ในหัวข้อ “Condition Based Maintenance System Technology-Where is Development Heading?” ด้วยการสืบค้นและตรวจค้นมาตรฐานและข้อเสนอมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีระบบของการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ที่มีการเผยแพร่จากองค์กรมาตรฐานได้พัฒนามาตรฐานระบบขึ้นมาได้แก่มาตรฐาน Open System Architecture for Condition Based Maintenance Organization (OSA-CBM) มาตรฐาน IEEE Std.1451, มาตรฐาน ISO13373-1 มาตรฐาน IEEE Std.1232 และมาตรฐาน Machine Information Management Open System Alliances (MIMOSA) พบว่าโมดูลในการพยากรณ์ Prognosis Module มีแนวโน้มจะได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในการพัฒนาเทคโนโลยีของ CBM จากการเพิ่มขึ้นของระบบ Automated CBM และ Artificial Intelligence (AI)

มาร์คัส เบนสัน; อิริก โอลสัน; ปีเตอร์ ฟังก์; และแมทส์ แจคสัน (Marcus Bengtsson; Erik Olsson; Peter Funk; and Mats Jackson. 2002) ได้จัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่อง “Technical Design of Condition Based Maintenance System : A Case Study Using Sound Analysis and Case-Based Reasoning “ โดยการศึกษาการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยใช้สภาพเครื่องจักรเป็นเกณฑ์โดยการอ้างอิงมาตรฐาน OSA-CBM ด้วยการใช้ Case-Based

Fault Diagnosis System ซึ่งใช้การสังเกตการณ์เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่สนใจด้วยการจัดเก็บข้อมูลเพื่อตรวจจับความเบี่ยงเบนในการวินิจฉัยอาการที่จะเกิดขึ้นเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการทำงานบำรุงรักษาก่อนเกิดการชำรุดเสียหาย

เปซุ ยูเอล (Persu Viorel. 2007) ได้ทำการศึกษาเชิงเปรียบเทียบระหว่างการบำรุงรักษาเพื่อนำไปใช้งานหัวข้อ "Modern Management Concepts of Maintenance Activities" ในการศึกษากิจกรรมของงานบำรุงรักษาระหว่าง Reliability-Based Maintenance กับ Total Productive Maintenance พบว่า RBM จะมุ่งเน้นวิธีการและกิจกรรมลดสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องส่วน TPM จะมุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้งเครื่องมือและบุคลากรในองค์กร

เกริก ดอนก้า; และคนอื่น ๆ (Gheorghe Donca; et al. 2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Life Cycle Maintenance Management เพื่อใช้เพิ่มผลกำไรจากการลดค่าใช้จ่ายในการงานบำรุงรักษาในหัวข้อ "Maintenance Role in Life Cycle Management" ได้ศึกษาเกี่ยวกับ Framework สำหรับกลยุทธ์ที่ใช้ในงานบำรุงรักษาโดยใช้การประเมินสองส่วนได้แก่ส่วนพัฒนาและส่วนปฏิบัติงานโดยอาศัยวงรอบของการปฏิบัติงานเพื่อส่งถ่ายข้อมูลระหว่างส่วนพัฒนาและส่วนปฏิบัติงานทั้งหมด 3 ส่วนคือส่วนแรกคือการออกแบบและปรับปรุงแก้ไขการผลิตและบริการส่วนที่สองเป็นกลยุทธ์ในการวางแผนโดยอาศัยการประเมินจากคุณลักษณะของการเสื่อมสภาพกับความล้มเหลวในการทำงานและความมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานส่วนที่สามเกี่ยวข้องกับการวางแผนงานในการบำรุงรักษาการตรวจสอบการปฏิบัติงานและการประเมินผลทั้งนี้ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทในการปรับปรุงงานบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

มาร์คัส เบนสัน; และแมทส์ แจคสัน (Marcus Bengtsson; and Mats Jackson. 2002) ได้ศึกษาสิ่งสำคัญที่ทำให้ตัดสินใจในการใช้เลือกการบำรุงรักษาแบบ Condition Based Maintenance ในหัวข้อ "Important Aspects To Take into Consideration When Deciding to Implement Condition Based" ได้กล่าวถึงบทบาทของการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ CBM ที่ช่วยในการลดการทำ Corrective Maintenance เนื่องจากการพบข้อบกพร่องก่อนเกิดความเสียหายและยังช่วยระบุการทำแผนงาน Preventive Maintenance แบบพลวัต

อีเกล เอ็ม โชเฮจ; ลาวี-ไลโบวิช; และแดนนี่ มาร์ออน (Igal M. Shohet; Sarel; Lavy-Leibovich; and Dany Bar-On. 2002) ได้จัดทำรายงานการวิจัยเรื่อง "Integrated Maintenance Monitoring of Hospital Building" โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อพัฒนาตัวชี้วัดหลักเบื้องต้นของประสิทธิภาพของการทำงานและการจัดการการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของอาคารจากการสำรวจโรงพยาบาลสำคัญในอิสราเอลจำนวน 17 แห่งและทั่วไปอีก 700 แห่งตัวชี้วัดที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ ใช้สำหรับวัดระดับความสามารถในการบำรุง รักษาจะประกอบด้วยระดับทรัพยากรของอาคารกำลังคนทั้งภายใน และนอกองค์กรงบประมาณอายุของอาคารและระดับใช้งานอาคารในการพักอาศัย

อิโรมิ ชิฮาระ; และคนอื่นๆ (Hiromi Shihara; et al. 2008) ได้ศึกษาในหัวข้อเรื่อง “Development of An RBM System for Marine Engines and Equipment” โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนา RBM/RBI ในงานบำรุงรักษาเครื่องจักรยนต์บนเรือจากข้อมูลในการเกิดความเสียหายเพื่อหาความน่าจะเป็นที่จะเกิดข้อบกพร่องด้วย Bayes’ Theory เพื่อกำหนดการทำงานบำรุงรักษาให้กับเครื่องจักรยนต์และอุปกรณ์ที่สำคัญบนเรือ

เชกสรร สิงห์ธนู (2550) ได้ศึกษาการบำรุงรักษาเชิงแผนงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรกรณีศึกษาสายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์การปรับปรุงระบบบำรุงรักษาโดยมุ่งเน้นให้เครื่องจักรมีสภาพพร้อมใช้งานลดการหยุดจากความเสียหายด้วยกิจกรรมบำรุงรักษาและระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันรวมถึงมาตรฐานในการซ่อมบำรุงโดยใช้ดัชนีวัดผลดังต่อไปนี้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ค่าเฉลี่ยของเวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (MTBF) และค่าเฉลี่ยของเวลาในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรให้สู่สภาวะปกติ (MTTR)

ริชาร์ด เอ็น วูร์ซบาซ; และคนอื่นๆ (Richard N. Wurzbach; et al. 2006) ได้ศึกษาการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ภายในอาคารในหัวข้อ “Establishing a Condition-Based Maintenance Program for Buildings and Facilities” โดยใช้เทคโนโลยีระบบตรวจจับการวินิจฉัยขั้นสูงและเครื่องมือในงานควบคุมอัตโนมัติในงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ลดข้อบกพร่องลดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานเพิ่มประสิทธิภาพของงานบำรุงรักษาปรับปรุงความพึงพอใจของลูกค้าและขั้นตอนการปฏิบัติงาน

รัตนา บาบู ชินนาม; และพันดริกาชา บารuah (Ratna Babu Chinnam; and Pundarikaksha Baruah. 2004) ได้นำ Fuzzy Logic มาประยุกต์ใช้งานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ในหัวข้อ “A Neuro-Fuzzy Approach for Estimating Mean Residual Life in Condition-Based Maintenance Systems” โดยมีจุดประสงค์ในการระบุอาการข้อผิดพลาดและความเสื่อมสภาพของเครื่องจักรจากเสียง Fuzzy Logic ด้วยการตรวจจับความผิดปกติเพื่อระบุข้อผิดพลาดของอุปกรณ์ผ่านทางรูปแบบของคลื่นเสียงในการตรวจจับเสียง

ยี่ควิง ลิน; อาเธอร์ ฮู; และราวี รัชมานี (Yiqing Lin; Arthur Hsu; and Ravi Rajamani. 2002) ได้ร่วมศึกษาในหัวข้อ “A Simulation Model For Field Service With Condition Based Maintenance” ได้พัฒนาการจำลองงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์สำหรับงานบริการของการปฏิบัติงานบำรุงรักษาลิฟท์ โดยการวางแผนเชิงกลยุทธ์ทั้งทางด้านเทคนิค และการบริหาร เพื่อใช้ประเมินมูลค่าของระบบงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์

นีลามคาวิล เจ (Neelamkavil J. 2010) ได้ศึกษาการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ในอาคารในหัวข้อ “Condition-Based Maintenance Management in Critical Facilities” ได้ศึกษารูปแบบการเสื่อมสภาพของระบบและอุปกรณ์ในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการคาดการณ์

ในงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์สำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสถานะต่างๆ ของระบบจากปกติ

สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์นั้นเป็นส่วนหนึ่งของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์นั้นมุ่งเน้นในการติดตามสภาพความเสื่อมสภาพของเครื่องจักรจากการแปลงสภาพหรือสภาวะนั้นมาอยู่ในรูปแบบที่สามารถตรวจสอบได้ซึ่งจัดเป็นรูปแบบเพื่อง่ายต่อการแบ่งแยกสถานะสำหรับบ่งชี้สถานะความเสื่อมสภาพต่างๆ ของเครื่องจักรเพื่อเป็นแนวทางในการตอบโต้หรือป้องกันเครื่องจักรก่อนการเกิดความเสียหายโดยปัจจุบันมีมาตรฐานช่วยแนะนำในการจัดทำงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ดังเช่น OSA-CBM

แต่ทั้งนี้การปฏิบัติงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ยังคงต้องอาศัยการบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์และการวางแผนปฏิบัติงานในการตอบโต้กับความเสื่อมสภาพที่มีปัจจัยในการพิจารณาในการวางแผนงานซึ่งขึ้นกับลักษณะของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ นั้นคำนึงถึงกระทบกับส่วนหนึ่งส่วนใดไม่ว่าจะเป็นผลผลิตหรือความปลอดภัยโดยเกี่ยวข้องกับส่วนเทคโนโลยีและส่วนการบริหาร (Marcus Bengtsson; et al. 2002)

ข้อแตกต่างของการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์กับการบำรุงรักษาบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือนั้นคือการบำรุงรักษาบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือจะพิจารณาชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลโดยตรงกับระบบซึ่งสิ่งเหล่านี้จะถูกพิจารณาตั้งแต่ก่อนเริ่มติดตั้งเครื่องจักรหรือก่อนการปรับปรุงระบบใหม่ (Hiromi Shihara; et al. 2008)

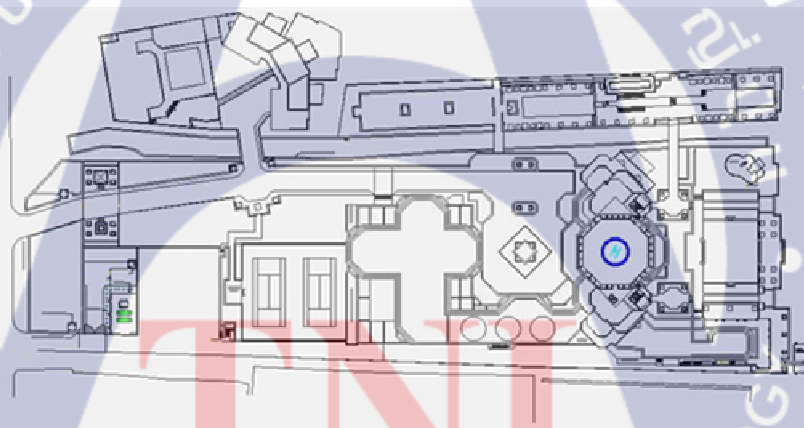
ในงานอาคารนั้นงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากการใช้งานทุกวันส่งผลให้เกิดความเสื่อมสภาพกับสิ่งต่างๆ ทั้งภายนอกและภายในอาคารดังนั้นบุคคลากรงบประมาณและการสนับสนุนการฝ่ายบริหารยังเป็นปัจจัยสำคัญในการปฏิบัติงานบำรุงรักษา (Igal M. Shohet; Sarel; Lavy-Leibovich; and Dany Bar-On. 2002)

บทที่ 3

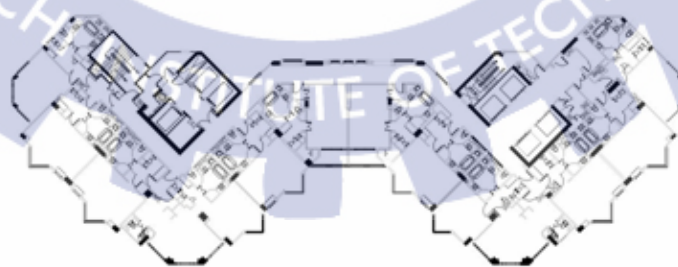
วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน

โรงแรมกรณีศึกษาเป็นกลุ่มโรงแรมชั้นนำที่มีสาขาอยู่ในประเทศฮ่องกงจีนญี่ปุ่นสหรัฐอเมริกาฟิลิปปินส์และไทยจัดตั้งบริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยากลางกรุงเทพมหานครตัวอาคารสูง 37 ชั้นชั้นบนสุดเป็นลานจอดเฮลิคอปเตอร์ลานจอดรถทั้งภายในและภายนอกอาคารสามารถจัดงานเลี้ยงภายนอกริมน้ำและห้องประชุมภายในอาคารดังรูปที่ 21 บริเวณห้องพักจะอยู่ระหว่างชั้น 4 ถึงชั้น 37 โดยถูกออกแบบให้เป็นรูปทรง W ดังรูปที่ 22 เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการเข้าพักนั้นทุกห้องสามารถมองเห็นแม่น้ำเจ้าพระยาได้ทุกห้องภายในตกแต่งแบบ Classic of Modern Bangkok ผสมผสานวัฒนธรรมตะวันตกและตะวันออกเข้าไว้ด้วยกันสามารถให้บริการทั้งห้องพักห้องประชุมจัดเลี้ยงห้องออกกำลังกายสวามิสนะว่ายน้ำห้องอาหารหลากหลายรูปแบบเบเกอรี่ไนต์คลับคอฟฟี่ช็อปรวมถึงสปา



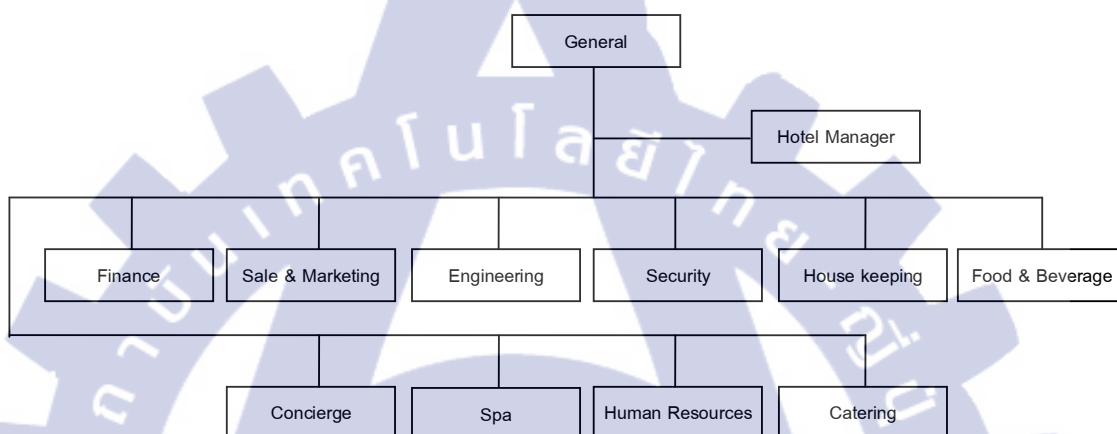
รูปที่ 21 แผนผังโรงแรม



รูปที่ 22 แผนผังห้องพักในแต่ละชั้น

การบริหารงานของโรงแรม

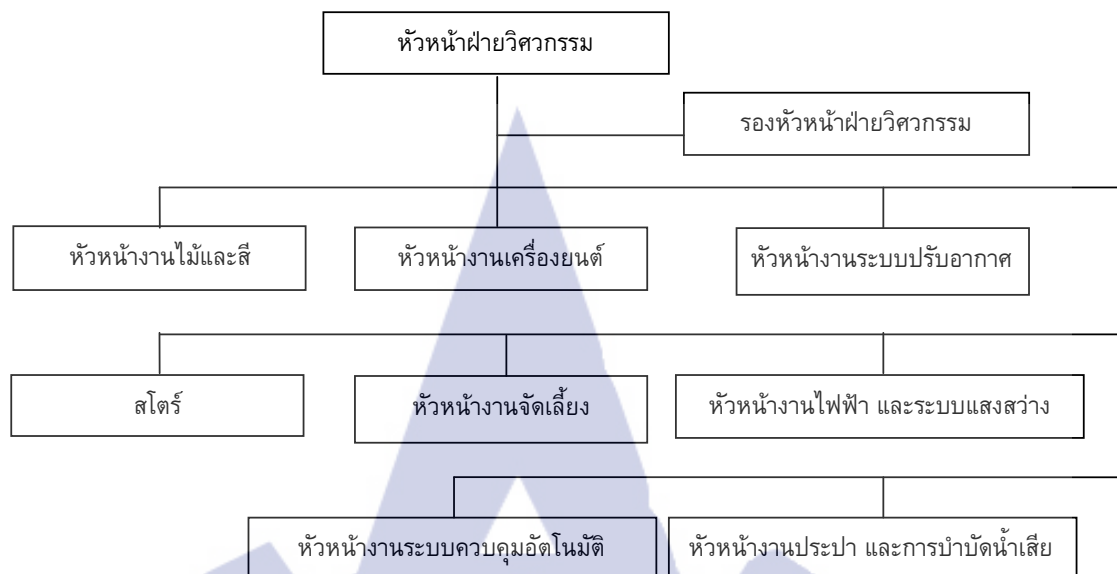
โรงแรมกรณีศึกษามีคณะกรรมการบริหารประกอบด้วยฝ่ายบริหารฝ่ายการเงินฝ่ายวิศวกรรมฝ่ายแม่บ้านฝ่ายอาหารและเครื่องดื่มฝ่ายงานขายและการตลาดฝ่ายบุคคลฝ่ายสปาและร้านค้าฝ่ายจัดเลี้ยงฝ่ายรับรองและฝ่ายรักษาความปลอดภัยและอื่นๆ ดังรูปที่ 23 ในการบริหารนั้นได้ดำเนินการตามนโยบายทางการบริหารโดยการบริหารการจัดการและการประสานงานตามพันธกิจปณิธานและวิสัยทัศน์เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายของโรงแรมในงานบริการอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดโดยอาศัยศักยภาพความสามารถและความร่วมมือร่วมใจของฝ่ายต่างๆ ในโรงแรม



รูปที่ 23 แผนผังองค์กรของฝ่ายบริหารโรงแรม

โครงสร้างการบริหารของฝ่ายวิศวกรรม

ฝ่ายวิศวกรรมซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการรับผิดชอบด้านบำรุงรักษาเครื่องจักรอาคารและอุปกรณ์ใช้งานต่างๆ โดยมีหัวหน้างานในแต่ละประเภทรับผิดชอบหน่วยงานสำหรับดูแลและควบคุมการซ่อมและบำรุงรักษาให้เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน โดยมีส่วนงานรับผิดชอบดังต่อไปนี้ 1) งานประปาและบำบัดน้ำเสีย 2) งานไม้ 3) งานเครื่องยนต์ 4) งานไฟฟ้าและระบบแสงสว่าง 5) งานโครงสร้าง 6) งานระบบปรับอากาศ 7) งานระบบควบคุมอัตโนมัติและ 8) งานจัดเลี้ยงดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 แผนผังองค์กรของฝ่ายวิศวกรรม

จากแผนผังงานข้างต้นหน้าที่ในการดูแลอาคารและสถานที่ให้มีสภาพดีอย่างสม่ำเสมอเพื่อรักษาภาพลักษณ์ของโรงแรมเป็นหน้าที่หลักของแผนกวิศวกรรมในโรงแรมดังนั้น การดูแลในพื้นที่ต่างๆ จำเป็นต้องมีระบบเพื่ออำนวยความสะดวกรวมถึงเครื่องมือเครื่องใช้ในโรงแรมโดยประกอบด้วยระบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ Building Automation System (BAS) หรือ Building Management System (BMS) เป็นระบบควบคุมการทำงานต่างๆ ภายในโรงแรมเช่น การควบคุมระบบแสงสว่างระบบปรับอากาศระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบน้ำประปาและบำบัดน้ำเสียและอื่นๆ

2. Computerized Maintenance Management System: CMMS ใช้เป็นระบบในการแจ้งซ่อมจากแผนกต่างๆ ในโรงแรม

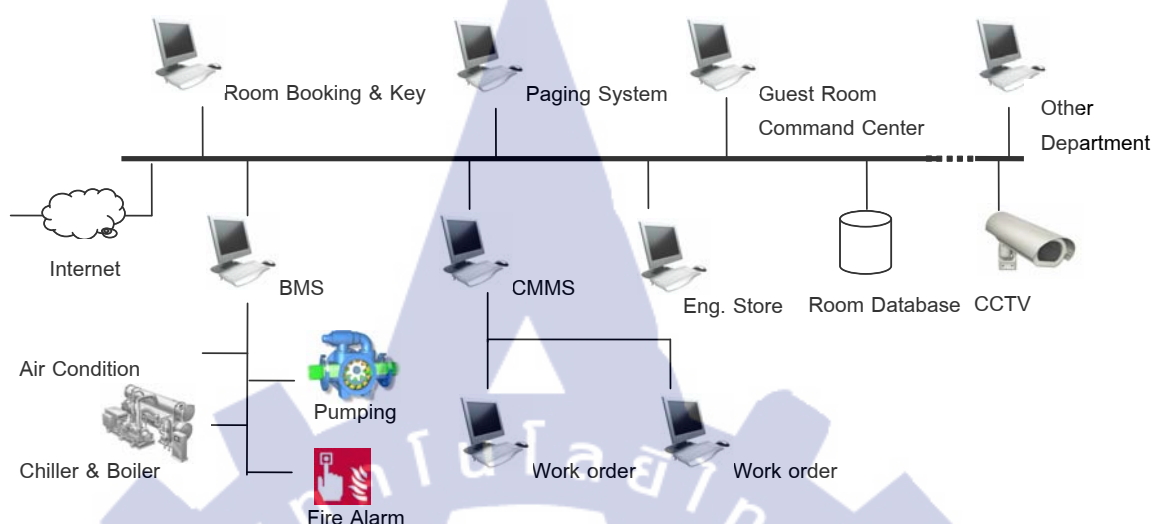
3. Room Booking & Key System เป็นระบบที่สั่งจองห้องพักและควบคุมกุญแจห้องพักรวมถึงการส่งสัญญาณให้ห้องพักมีความพร้อมในการบริการเช่นการเปิดโทรทัศน์การเปิดแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศในห้องพัก

4. Guest Room Command Center เป็นศูนย์กลางในการเปิดปิดระบบแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศในห้องพักแต่ละห้องและรวบรวมข้อมูลต่างๆ ในห้องพัก

5. CCTV กล้องวงจรปิดในการเฝ้าสังเกตเหตุการณ์ต่างๆ ในบริเวณที่สำคัญ

6. Paging System ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับพนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงแรม

ระบบต่างๆ เหล่านี้ถูกเชื่อมเป็นระบบโครงข่ายและมีความสัมพันธ์กันในการทำงาน เพื่อความคล่องตัวในการปฏิบัติงานดังรูปที่ 25



รูปที่ 25 ระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานของแผนกวิศวกรรม

เครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ต่างๆ ในแต่ละงานจะถูกควบคุมจากส่วนกลางที่ห้องปฏิบัติการ Building Management System (BMS) โดยอาศัยการควบคุมจากระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ BMS เพื่อควบคุมการทำงานและบอกสถานะต่างๆ ของระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งในส่วนของห้องพักและพื้นที่ต่างๆ

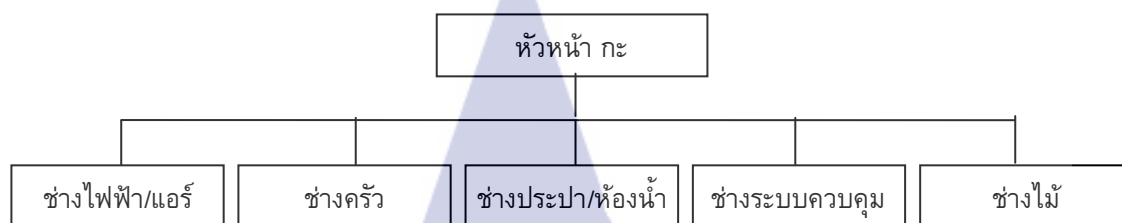
การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของกระบวนการ

ปัจจุบันในโรงแรมกรณีศึกษา มีการซ่อมบำรุงอยู่สองลักษณะคือการบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง (BM) และการบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์ (TBM) โดยมีการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

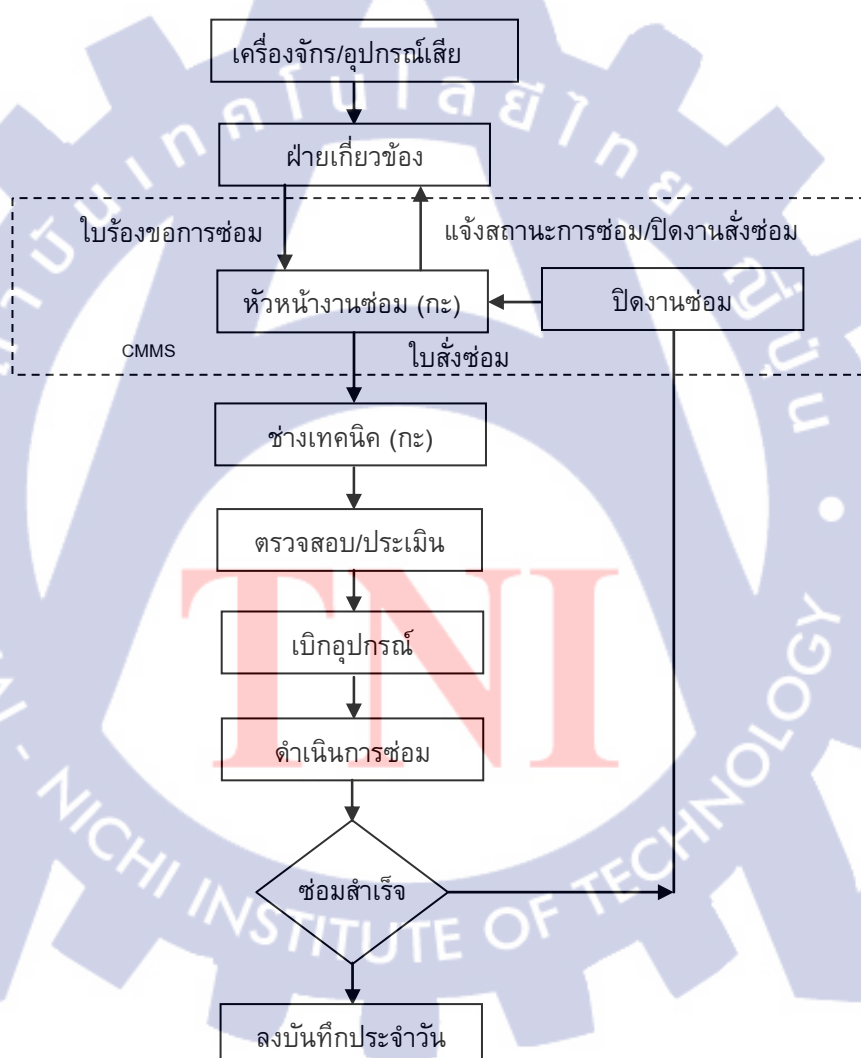
1. การซ่อมบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง

เพื่อรับงานแจ้งซ่อมหน่วยงานอื่นๆ ในแผนกวิศวกรรมจะมีการแบ่งเวรรับผิดชอบในการรับงานแจ้งซ่อมประจำวันในตำแหน่งหัวหน้ากะ (Duty Engineer) ทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุมดูแลการซ่อมบำรุงแบบฉุกเฉินและการร้องขอความช่วยเหลือในรูปแบบต่างๆ ดังรูปที่ 26 โดยรับใบสั่งซ่อมจากแผนกต่างๆ ในกรณีที่เกิดงานที่มีความจำเป็นต้องอาศัยช่างเฉพาะทางหัวหน้ากะทำการร้องขอจากหัวหน้าช่างในงานนั้นๆ และถ้าไม่สามารถปฏิบัติได้ทันทีจะทำการบันทึกงานที่ไม่สามารถปฏิบัติได้จะทำการบันทึกเพื่อส่งมอบงานให้หัวหน้ากะถัดไปเพื่อปฏิบัติงานนั้นในเวลาที่สามารถปฏิบัติงานได้เมื่อได้รับเรื่องจากระบบแจ้งซ่อมหัวหน้ากะจะทำการพิจารณาใน

การเรียงที่ร้องขอในการปฏิบัติงานและกำหนดงานเพื่อเป็นนอกใบแจ้งซ่อมให้กับช่างประจำกะ
แผนผังองค์กรของงานซ่อมบำรุงเมื่อขัดข้องแสดงดังรูปที่ 27



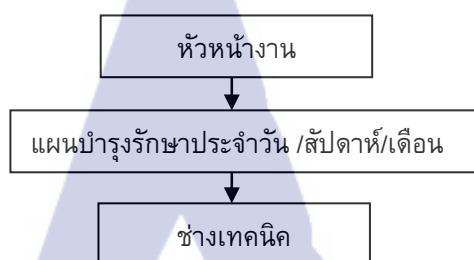
รูปที่ 26 แผนผังองค์กรของงานซ่อมบำรุงเมื่อขัดข้อง



รูปที่ 27 ผังการไหลการซ่อมบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง

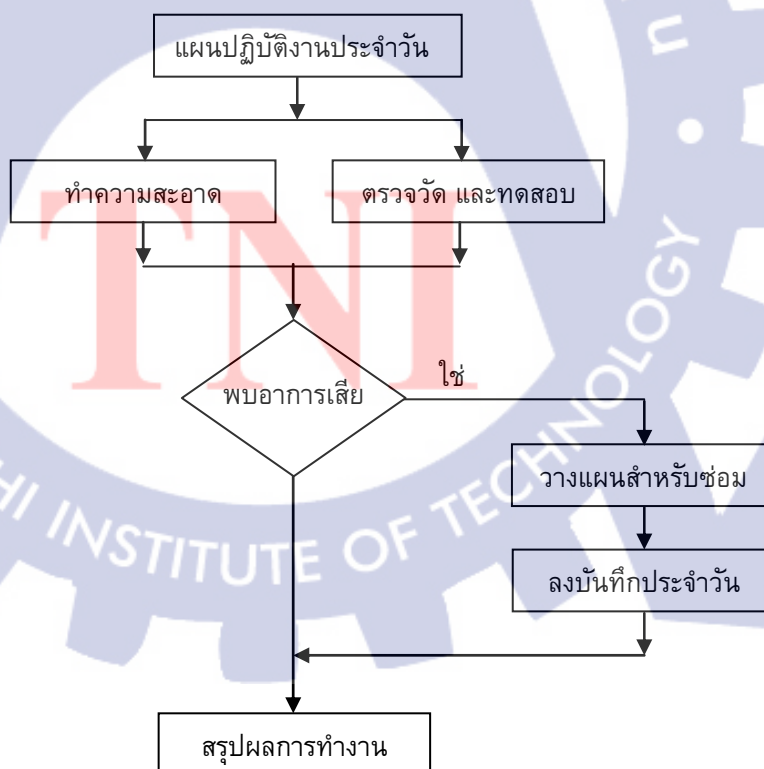
2. การบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์

หัวหน้างานจะเป็นผู้กำหนดแผนงานบำรุงรักษาโดยมีการจัดแผนปฏิบัติงานเป็นระยะๆ ใน 1 ปีเป็นแบบรายวันรายสัปดาห์รายเดือนและประจำปีเพื่อกำหนดงานให้ช่างเทคนิคเป็นผู้ปฏิบัติงานผังการไหลการบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์แสดงดังรูปที่ 28



รูปที่ 28 ผังการไหลการบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์

ในปัจจุบันมีการดำเนินงานตามการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือส่วนทำความสะอาดและหล่อลื่นการตรวจวัดและทดสอบและการวางแผนหยุดเครื่องเพื่อซ่อมบำรุงผังการไหลการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในปัจจุบันแสดงดังรูปที่ 29



รูปที่ 29 ผังการไหลการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในปัจจุบัน

สำหรับระบบปรับอากาศในโรงแรมกรณีศึกษานั้นมีเครื่องปรับอากาศสำหรับพื้นที่ต่าง ๆ ทั้งหมด 1,122 เครื่องมีหลายขนาดและหลายประเภทเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิภายในพื้นที่บริการที่อุณหภูมิให้เกิดความรู้สึกสะดวกสบายไม่มีความอึดอัด โดยมีพื้นที่ให้บริการดังต่อไปนี้คือห้องพักห้องอาหารห้องประชุมจัดเลี้ยงห้องสันทนาการสำนักงานบริเวณทางเดินและอื่นๆ จำนวน 1,122 เครื่องดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เครื่องปรับอากาศในโรงแรม

เครื่องปรับอากาศ	ลักษณะการใช้งาน	รหัสเครื่องปรับอากาศ	จำนวน
Primary Air Handling Unit	หน่วยทำความเย็นหลัก	AHU-FF-NN	19
Air Handling Unit	หน่วยทำความเย็นหลักในแต่ละพื้นที่	PAU-FF-NN	32
Fresh Air Fan	สำหรับควบคุมสมดุลของสัดส่วนอากาศ	FAF-FF-NN	21
Fan Coil Unit	ห้องพัก ทางเดิน และพื้นที่ทั่วไป	FCU-FF-NN	977
Exhaust Air Fan	พื้นที่ทั่วไป	EAF-FF-NN	46
Kitchen Exhaust Air Fan	พื้นที่ทำครัวห้องอาหาร	KAF-FF-NN	30
Toilet Exhaust Fan	ห้องน้ำต่างๆ	TEF-FF-NN	16
Stair Pressurized Fan	สำหรับป้องกันอัคคีภัย	SPF-FF-NN	11
หมายเหตุ FF = Floor และ NN = Number			

การกำหนดงานจากตารางแผนงานบำรุงรักษาระบบปรับอากาศดังตารางที่ 3 แผนงานการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศและกำหนดการปฏิบัติงานด้วยการออกไปงานในการซ่อมบำรุงดังรูปที่ 30 ซึ่งมีรายละเอียดอุปกรณ์ระยะเวลาพื้นที่และงานที่จะต้องปฏิบัติโดยใช้การลงรายละเอียดในการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3 แผนงานการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ

PREVENTIVE MAINTENANCE - VAC													
NO.	EQUIPMENT	DESCRIPTION	LOCATION	2011									
				JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT
1	AHU-B2-1	Air Handling Unit	B2 Fan room	1M	3M	1M	1M	1Y	1M	1M	3M	1M	1M
2	AHU-B2-2	Air Handling Unit	B2 Fan room	1M	3M	1M	1M	1Y	1M	1M	3M	1M	1M
3	AHU-B2-3	Air Handling Unit	B2 Fan room	1M	3M	1M	1M	1Y	1M	1M	3M	1M	1M
4	AHU-B1-1	Air Handling Unit	B1 Fan room	1M	3M	1M	1M	1Y	1M	1M	3M	1M	1M
5	AHU-B1-3	Air Handling Unit	B1 Fan room	1M	3M	1M	1M	1Y	1M	1M	3M	1M	1M
6	AHU-G-1	Air Handling Unit	P1 Fan room (North)	3M	1M	1M	1Y	1M	1M	3M	1M	1M	1M
7	AHU-G-2	Air Handling Unit	P1 Fan room (North)	3M	1M	1M	1Y	1M	1M	3M	1M	1M	1M
8	AHU-G-3	Air Handling Unit	Fitness centre (Male toilet)	3M	1M	1M	1Y	1M	1M	3M	1M	1M	1M
9	AHU-L2-1	Air Handling Unit	L2 Fan room (East)	3M	1M	1M	1Y	1M	1M	3M	1M	1M	1M
10	AHU-L2-2	Air Handling Unit	L2 Fan room (East)	3M	1M	1M	1Y	1M	1M	3M	1M	1M	1M

PREVENTIVE MAINTENANCE			
Period :	3-Month	Equipment :	FCU-L1-1
Category :	VAC	Description :	Fan Coil Unit
Brand :		Location :	Cash - Out
Power (kW) :		Area Served :	Cash - Out
Current (A) :		Due date :	25/10/2011
Voltage (V) :	220	Model :	
Phase :	1	Serial :	
Done by : _____		Date : _____	
Checked by : _____		Date : _____	
Remark : _____			

รูปที่ 30 ตัวอย่างใบงานซ่อมบำรุงรักษา

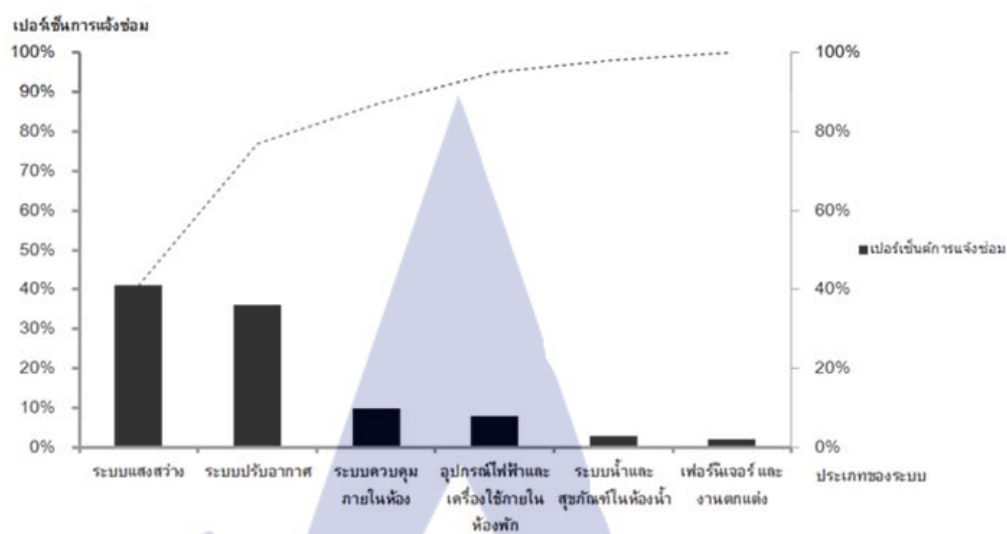
การศึกษาที่มาของปัญหาสาเหตุและเลือกหัวข้อในการปรับปรุง

จากฐานข้อมูลของระบบแจ้งซ่อมระหว่างเดือนมกราคม 2554 ถึงมิถุนายน 2554 พบว่ามีสัดส่วนการแจ้งซ่อมในจำนวน 3,258 คือระบบแสงสว่าง 41% ระบบปรับอากาศ 36% ระบบควบคุมภายในห้องพัก 10% อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าในห้องพัก 8% ระบบน้ำและสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ 3% และเฟอร์นิเจอร์และงานตกแต่ง 2% ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นการแจ้งซ่อมของระบบในโรงแรม

ระบบในห้องพัก	เปอร์เซ็นต์การแจ้งซ่อม	เปอร์เซ็นต์สะสม
ระบบแสงสว่าง	41%	41%
ระบบปรับอากาศ	36%	76%
ระบบควบคุมภายในห้อง	10%	86%
อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ภายในห้องพัก	8%	95%
ระบบน้ำและสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ	3%	98%
เฟอร์นิเจอร์และงานตกแต่ง	2%	100%

สามารถแสดงเป็นกราฟเพื่อจำแนกปัญหาหลักที่ต้องการดำเนินการแก้ไขด้วยกราฟพายเรโดดังรูปที่ 31 แสดงเปอร์เซ็นต์การแจ้งซ่อมในโรงแรมจะเห็นได้ว่าระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศมีจำนวนปัญหาการแจ้งซ่อมแบบฉุกเฉินจำนวนมากซึ่งควรได้รับการแก้ไขเป็นอันดับแรกๆ



รูปที่ 31 กราฟพารेटโตแสดงเปอร์เซ็นต์การแจ้งซ่อมในโรงแรม

จากการนำเสนอข้อมูลการแจ้งซ่อมจากทางแผนก Engineering ที่ได้รับปัญหาที่ต้องการได้รับการแก้ไข จึงได้นำตัวแทนจากแผนก House Keeping แผนก Engineering รวมถึงแผนก Sale & Marketing เพื่อร่วมประเมินปัญหาที่เกิดขึ้น และส่งผลโดยตรงกับลูกค้าในการใช้บริการโดยการให้คะแนนประเมินน้ำหนักจากผลกระทบ และความยากในการปฏิบัติงาน เพื่อนำไปเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกระบบในห้องพักที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนการประเมินผลกระทบที่ส่งผลโดยตรงกับลูกค้าและความยากในการปฏิบัติงาน

ระบบในห้องพัก	เปอร์เซ็นต์การแจ้งซ่อม	ผลกระทบ	ความยาก	คะแนน
ระบบแสงสว่าง	41%	3	3	3.69
ระบบปรับอากาศ	36%	9	9	29.16
ระบบควบคุมภายในห้อง	10%	7	3	2.1
อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ภายในห้องพัก	8%	5	3	1.2
ระบบน้ำและสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ	3%	9	9	2.43
เฟอร์นิเจอร์และงานตกแต่ง	2%	7	9	1.26

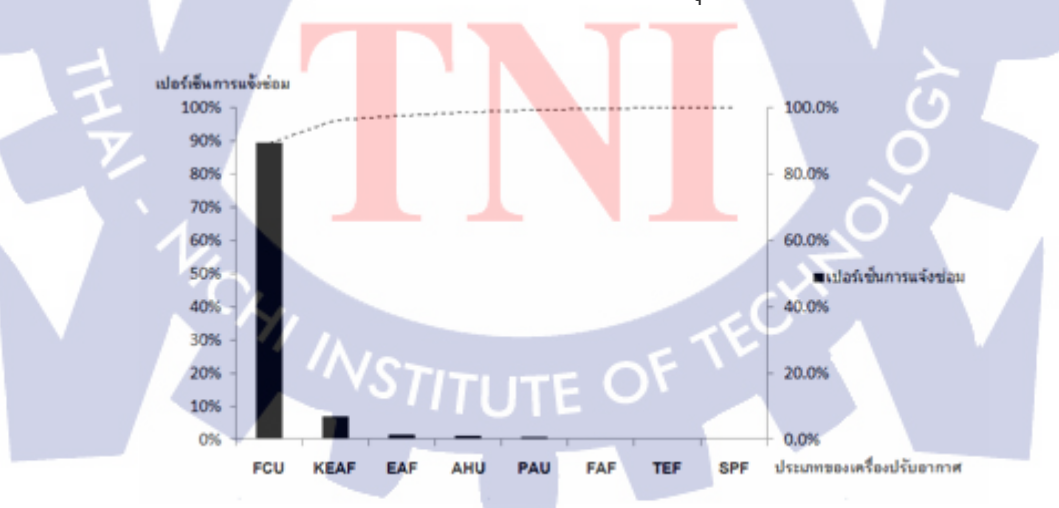
จากผลการประเมินดังตารางข้างต้นพบว่าระบบปรับอากาศมีผลกระทบสูงสุดที่ส่งผลกระทบให้กับลูกค้าเท่ากับ 29.16 จึงเห็นควรรวาระบบปรับอากาศจึงเป็นเรื่องเร่งด่วนที่ต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงเป็นอันดับแรก

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของข้อมูลการแจ้งซ่อมดังกล่าวของระบบปรับอากาศพบว่า Fan Coil Unit (FCU) เป็นเครื่องปรับอากาศที่มีการแจ้งซ่อมสูงสุดจำนวน 1372 ครั้ง ในระหว่างเดือนมกราคม 2554 ถึงมิถุนายน 2554 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนการแจ้งซ่อมของประเภทของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศ	จำนวน การแจ้งซ่อม	เปอร์เซ็นต์ การแจ้งซ่อม	เปอร์เซ็นต์ สะสม
Fan Coil Unit (FCU)	1372	89.50%	89.50%
Kitchen Exhaust Air Fan (EAF)	104	6.78%	96.28%
Exhaust Air Fan (EAF)	21	1.37%	97.65%
Air Handling Unit (AHU)	15	0.98%	98.63%
Primary Air Handling Unit (PAU)	11	0.72%	99.35%
Fresh Air Fan (FAF)	7	0.46%	99.81%
Toilet Exhaust Fan (TEF)	3	0.20%	100%
Stair Pressurized Fan (SPF)	0	0%	100%

เพื่อจำแนกเครื่องปรับอากาศที่มีระดับการแจ้งซ่อมจำนวนมาก และเพื่อระบุเครื่องปรับอากาศที่เกิดปัญหาหลัก และควรได้รับการแก้ไขปัญหาก่อน ด้วยการแสดงกราฟพายเรโต พบว่าเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU) เป็นเครื่องปรับอากาศที่มีเปอร์เซ็นต์สูงถึง 89.5% ดังรูปที่ 32 จากกราฟด้านล่างแสดงให้เห็นว่า Fan Coil Unit (FCU) จึงเป็นเครื่องปรับอากาศหลักที่ควรได้รับการแก้ไข และปรับปรุง



รูปที่ 32 กราฟพายเรโตแสดงเปอร์เซ็นต์การแจ้งซ่อมของเครื่องปรับอากาศ

จากรายละเอียดข้างต้นสามารถแจกแจงอาการจากการแจ้งซ่อมของ Fan Coil Unit สามารถแยกประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นของ Fan Coil Unit

อาการเสียของเครื่องปรับอากาศ	จำนวนสารแจ้งซ่อม
เครื่องปรับอากาศไม่เย็น	486
เครื่องปรับอากาศเสียงดัง	233
เครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน	132
มีกลิ่นเหม็นไหม้	91
น้ำหยดจากเครื่อง	60
อื่นๆ	10

1. แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลและระบุปัญหา

จากอาการเสียข้างต้นสามารถสรุปสาเหตุและวิธีการแก้ไขเบื้องต้นได้ดังตารางที่ 8 ซึ่งแสดงสภาพปัญหาเกี่ยวข้องกับเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU)

ตารางที่ 8 สรุปสภาพปัญหาเกี่ยวข้องกับเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU)

ปัจจัย/อาการ	สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	แนวทางแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
สิ่งแวดล้อม	พื้นที่ซ่อมบำรุงแคบ	ทำงานไม่สะดวก	เตรียมความพร้อมทางเครื่องมือและอุปกรณ์	งานปรับอากาศ
	มีระยะเวลาจำกัดในการซ่อมบำรุง	เร่งรีบในการทำงาน	เตรียมความพร้อมทางเครื่องมือและอุปกรณ์	งานปรับอากาศ
	พื้นที่ควบคุมความสะอาด	ระมัดระวังทำงานไม่สะดวก	ร้องขอแผนกแม่บ้านในการทำความสะอาด	งานปรับอากาศ
วิธีการ	แผนงานไม่เหมาะสม	ข้อจำกัดในเรื่องเวลาและพื้นที่ในการทำงาน	การจัดการกับเครื่องปรับอากาศที่ไม่ซ่อมบำรุง	งานปรับอากาศ
	ขาดการประสานงาน	ข้อมูลในการซ่อมบำรุง	จัดการวางแผนงานสำหรับการบำรุงรักษา	งานปรับอากาศ/ งานควบคุมอัตโนมัติ
เครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน	ระบบควบคุมไม่ทำงาน	ระบบค้างจากแรงดันไฟฟ้าผิดปกติ	รีเซ็ตระบบ	งานควบคุมอัตโนมัติ
		รีเลย์ควบคุมชำรุด	ตรวจวงจรไฟฟ้าเปลี่ยนรีเลย์	งานควบคุมอัตโนมัติ
	สายไฟฟ้าขาด	การลัดวงจร หรือ โอเวอร์โหลด	ตรวจวงจรไฟฟ้าหาจุดขาดของวงจร	งานปรับอากาศ

ตารางที่ 8 สรุปสภาพปัญหาเกี่ยวข้องกับเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU) (ต่อ)

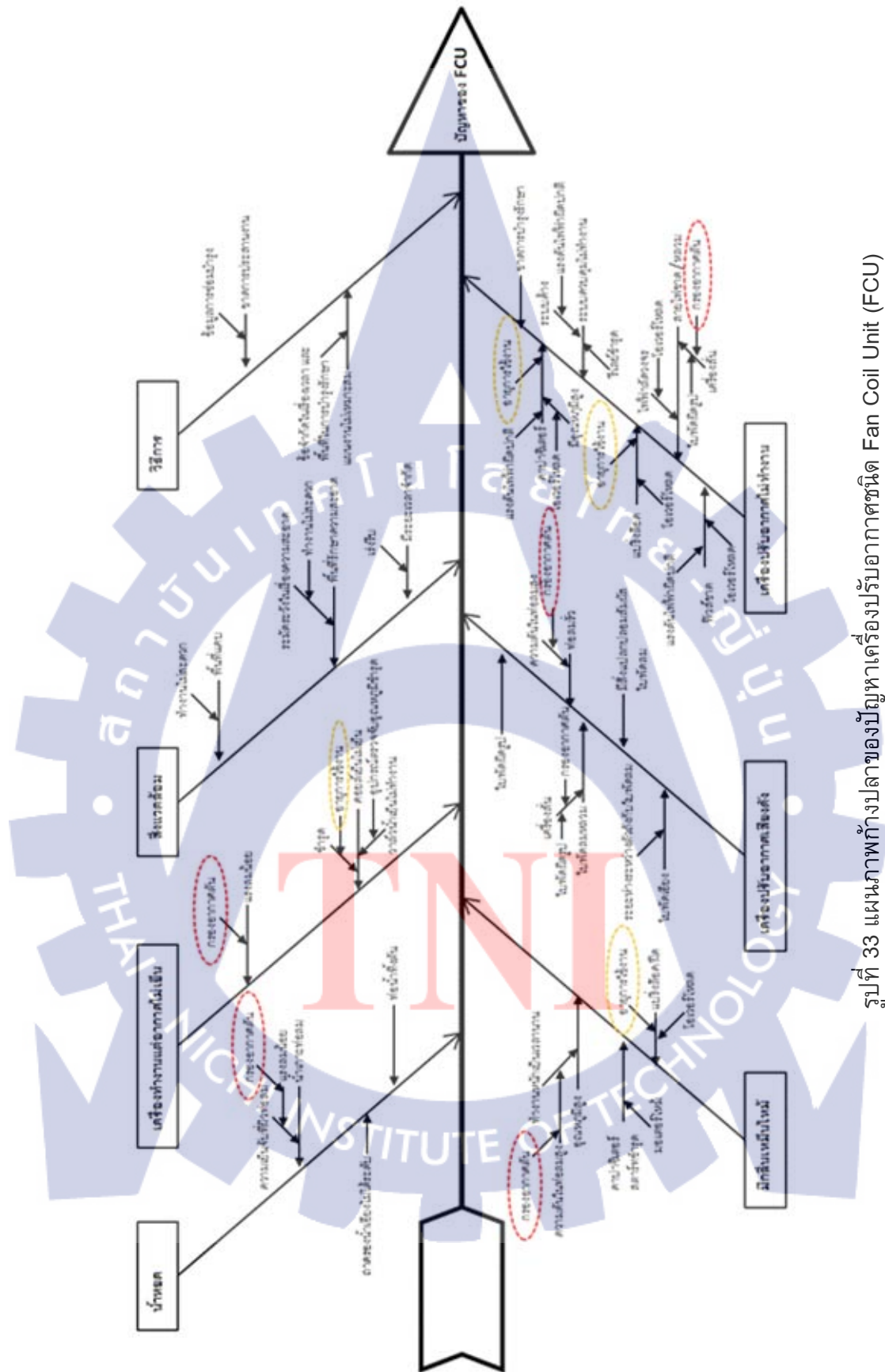
ปัจจัย/อาการ	สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	แนวทางแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
เครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน	จุดเชื่อมต่อสายไฟฟ้าหลวม	เครื่องสั้นจากไส้กรองอากาศตัน	ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อไฟฟ้าและเปลี่ยนไส้กรองอากาศ	งานปรับอากาศ
		เครื่องสั้นใบพัดผิดปกติ	เปลี่ยนชุดมอเตอร์พัดลม	งานปรับอากาศ
	เบร็งล๊อค	อายุการทำงาน	เปลี่ยนชุดมอเตอร์พัดลม	งานปรับอากาศ
		โอเวอร์โหลด	เปลี่ยนชุดมอเตอร์พัดลม	งานปรับอากาศ
	ฟิวส์ขาด	แรงดันไฟฟ้าตก	ตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้าเปลี่ยนฟิวส์	งานปรับอากาศ
		โอเวอร์โหลด	ตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้าเปลี่ยนฟิวส์	งานปรับอากาศ
	คาปาซิเตอร์ สตาร์ท/รันชำรุด	อายุการทำงาน	เปลี่ยนคาปาซิเตอร์	งานปรับอากาศ
		ความร้อนสูงจากโอเวอร์โหลด	เปลี่ยนคาปาซิเตอร์	งานปรับอากาศ
		แรงดันไฟฟ้าเกิน	เปลี่ยนคาปาซิเตอร์	งานปรับอากาศ
		อายุการทำงาน	เปลี่ยนคาปาซิเตอร์	งานปรับอากาศ
		ความร้อนสูงจากโอเวอร์โหลด	เปลี่ยนคาปาซิเตอร์	งานปรับอากาศ
		แรงดันไฟฟ้าเกิน	เปลี่ยนคาปาซิเตอร์	งานปรับอากาศ
เครื่องปรับอากาศทำงานแต่อากาศไม่เย็น	แรงลมน้อย	ไส้กรองอากาศตัน	เปลี่ยนไส้กรองอากาศ	งานปรับอากาศ
	คอยล์น้ำเย็นไม่เย็น	วาล์วน้ำไม่ทำงานจากเทอร์โมเซ็นเซอร์ชำรุด	ตรวจสอบวงจรไฟฟ้าและชุดเทอร์โมเซ็นเซอร์	งานควบคุมอัตโนมัติ
		อายุการทำงาน	เปลี่ยนวาล์วน้ำเย็น	งานปรับอากาศ
เครื่องปรับอากาศเสียงดัง	ท่อลมรั่ว	ความดันสูงจากไส้กรองอากาศตัน	เปลี่ยนวาล์วน้ำเย็น	งานปรับอากาศ
	ใบพัดลมเอียง	ระยะห่างระหว่างตัวถังกับใบพัด	เปลี่ยนชุดมอเตอร์พัดลม	งานปรับอากาศ
	ใบพัดลมหลวม	เครื่องสั้น	ขันใบพัดลม	งานปรับอากาศ
	ใบพัดลมผิดปกติ		เปลี่ยนชุดมอเตอร์พัดลม	งานปรับอากาศ
	มีสิ่งแปลกปลอมสัมผัสใบพัดลม		ตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมและทดสอบการทำงาน	งานปรับอากาศ

ตารางที่ 8 สรุปสภาพปัญหาเกี่ยวข้องกับเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU) (ต่อ)

ปัจจัย/อาการ	สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	แนวทางแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
มีกลิ่นเหม็นไหม้	มอเตอร์พัดลมร้อน	ความดันสูงจาก ไส้กรองอากาศตัน	เปลี่ยนไส้กรองอากาศ	งานปรับอากาศ
	คาปาซิเตอร์ สตาร์ทชำรุด	มอเตอร์ใช้กระแสสูง	เปลี่ยนชุดมอเตอร์ พัดลม	งานปรับอากาศ
	เบร็กล็อค/ฝืด	อายุการทำงาน	เปลี่ยนชุดมอเตอร์ พัดลม	งานปรับอากาศ
		โอเวอร์โหลด	เปลี่ยนชุดมอเตอร์ พัดลม	งานปรับอากาศ
น้ำหยด	ท่อน้ำทิ้งอุดตัน		ทำความสะอาดท่อ อุดตัน	งานปรับอากาศ
	น้ำเกาะท่อลม	แรงลมน้อยน้ำเกาะ ท่อลมไม่ลงถาด	ทำความสะอาดท่อลม และเปลี่ยนไส้กรอง อากาศ	งานปรับอากาศ
	ถาดน้ำเอียงไม่ได้ระดับ		ปรับถาดรองน้ำ	งานปรับอากาศ

จากประเด็นปัญหาของ Fan Coil Unit (FCU) ข้างต้นมีหน่วยงานที่รับผิดชอบสองหน่วยงานคืองานปรับอากาศและงานควบคุมอัตโนมัติเพื่อการปรับปรุงงานบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นดังนั้นหน่วยงานทั้งสองได้เลือกใช้การระดมสมองและแผนผังภาพก้างปลาแบบกำหนดรายการของสาเหตุในการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของการขัดข้องของเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU) ดังรูปที่ 33 จากรายการของสาเหตุดังตารางข้างต้น แล้วทำการแยกย่อยหาปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการเสียของ Fan Coil Unit (FCU) พบว่าปัจจัยที่เป็นเหตุในอาการเสียของ Fan Coil Unit (FCU) มีสาเหตุที่ต้องนำมาปรับปรุงดังต่อไปนี้

1. อายุการใช้งานของอุปกรณ์ของเครื่องปรับอากาศ
2. ไส้กรองอากาศตันที่ส่งผลให้มอเตอร์ทำงานหนัก
3. สถานที่ และระยะเวลาในการปฏิบัติงาน



รูปที่ 33 แผนภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU)

ขั้นตอนการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในการปรับปรุงที่เหมาะสม

จากผลการวิเคราะห์และสรุปปัญหาแสดงให้เห็นว่าการปฏิบัติงานในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขและส่วนงานควบคุมอัตโนมัติต้องมีส่วนร่วมในการปรับปรุงแผนการปฏิบัติงานเพื่อให้ระดับการแจ้งซ่อมของเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU) ลดลงในงานสารนิพนธ์ฉบับนี้เสนอแนวทางการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ตามมาตรฐาน OSA-CBM เพื่อตรวจจับสภาพความผิดปกติก่อนเกิดความเสียหาย

1. การวิเคราะห์สภาพของไส้กรองอากาศที่มีผลกระทบกับมอเตอร์พัดลม
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพของไส้กรองอากาศใน Fan Coil Unit ที่จะนำมาเป็นตัวชี้วัดความเสื่อมสภาพ

3. ออกแบบขั้นตอนการปรับปรุงงานบำรุงรักษา
4. การทดลองและประเมินผล
5. การสรุปผลวิเคราะห์และการนำเสนอ

1. การวิเคราะห์สภาพของไส้กรองอากาศที่มีผลกระทบกับมอเตอร์พัดลม

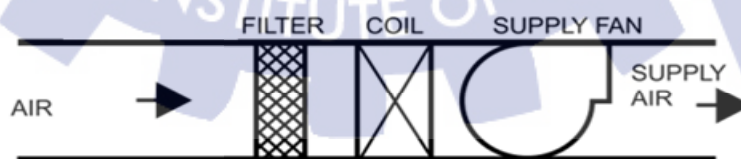
Fan Coil Unit (FCU) ที่เกิดมีความเสียหายที่สามารถสรุปเป็นสาเหตุหลัก 2 ประการคือ

1. อายุการใช้งานของมอเตอร์พัดลม

การใช้งาน Fan Coil Unit นั้นจะมีอายุการใช้งานนานเท่าไรนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมในการทำงานซึ่งในคู่มือของผู้ผลิตบางรายอาจบอกระยะเวลาของอายุการใช้งาน ดังนั้นถ้าเรามีการเก็บข้อมูลตั้งแต่เริ่มทำงานจะทำให้สามารถคาดการณ์อายุการใช้งานได้

2. เสื่อมสภาพจากสภาวะการทำงานหนัก

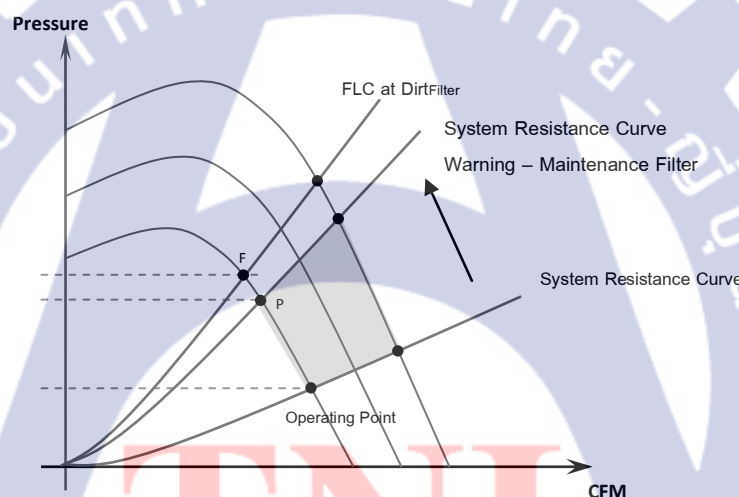
เนื่องจากการติดตั้ง Fan Coil Unit (FCU) ที่มีการเชื่อมต่อกับท่อลมส่งไปยังปลายทางในบริเวณที่ต้องการทำความเย็นดังรูปที่ 34 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลักได้แก่ มอเตอร์พัดลมคอยล์ทำความเย็นไส้กรองอากาศและท่อส่งลมเมื่อมอเตอร์พัดลมทำงานจะมีภาระโหลดเกิดขึ้นเรียกว่า System Resistance หรือความต้านทานแรงลมของระบบซึ่งเกิดจากขนาดของท่อลมคอยล์ทำความเย็นและไส้กรองอากาศ



รูปที่ 34 ส่วนประกอบของ Fan Coil Unit (FCU)

เมื่อพิจารณาตามเส้นโค้งสมรรถนะของมอเตอร์พัดลมจะเป็นสถานะที่มอเตอร์ทำงาน (Operating Point) ดังรูปที่ 35 ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับปริมาณลมในการเริ่มทำงานระยะแรกๆ สภาพความต้านทานแรงลมจะมีไม่สูงนักซึ่งทำให้มอเตอร์พัดลมสามารถทำงานได้ตามปกติไม่มีภาระโหลดมากที่ส่งผลทำให้ค่าความร้อนบนตัวมอเตอร์พัดลมไม่สูงมาก

เมื่อใช้ไประยะหนึ่งไส้กรองอากาศจะดักจับฝุ่นรวมทั้งมีฝุ่นที่สามารถเล็ดรอดไปจับที่ตัวคอยล์เย็นและใบพัดลมทำให้ความต้านทานแรงลมสูงขึ้นหรือความชันของกราฟความต้านทานแรงลมสูงขึ้นส่งผลให้มอเตอร์พัดลมมีภาระโหลดมากขึ้นเนื่องจากเกิดความดันอากาศสูงมากขึ้นในท่อส่งลมและถ้าภาระโหลดของมอเตอร์พัดลมสูงขึ้นจนไปถึงระดับที่มอเตอร์สามารถทำงานได้สูงสุดหรือ Full Load Current (FCL) มอเตอร์อาจเกิดความเสี่ยงจากความร้อนเริ่มจากมอเตอร์เสี่ยงดังจากแบริ่งใบพัดหลวมจนถึงไหม้หรือหยุดทำงาน



รูปที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับปริมาณลม

ดังนั้นเมื่อเราสามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าขณะที่ FCU ทำงานโดยมีภาระโหลดน้อยที่สุดหรือมีการทำความสะอาดฟิลเตอร์คอยล์เย็นและใบพัดลมแล้วเราสามารถคำนวณหาค่าความดันลมที่มอเตอร์พัดลมทำงาน ณ จุดสูงสุดได้จากความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

ความสัมพันธ์ของปริมาตรอากาศ (V หรือ CFM) กับความเร็วรอบของมอเตอร์ (n)

$$V_2 = V_1 \frac{n_2}{n_1}$$

ความสัมพันธ์ของความดันอากาศ (P) กับความเร็วรอบของมอเตอร์ (n)

$$P_2 = P_1 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2$$

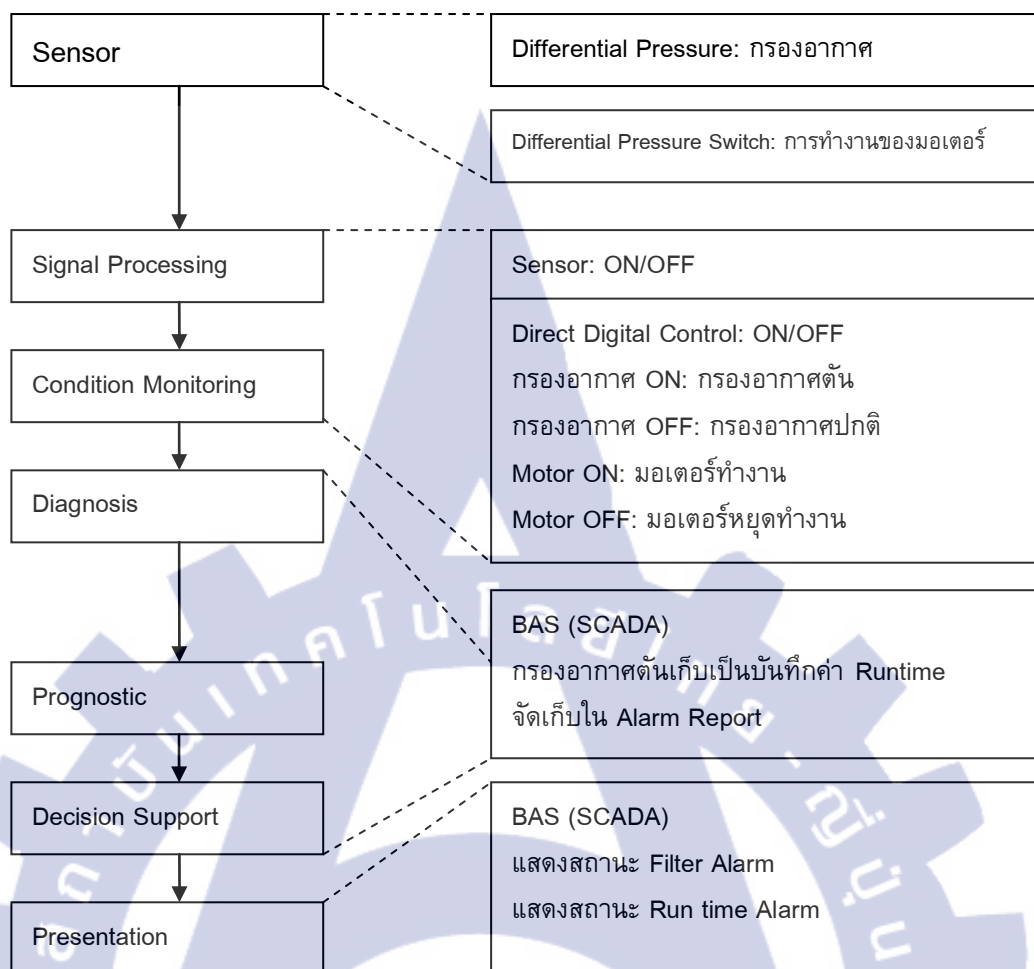
ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้า (PW) กับความเร็วรอบของมอเตอร์ (n)

$$PW_2 = PW_1 \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3$$

ซึ่งเมื่อได้จุดที่มอเตอร์ทำงาน Full Load Current ซึ่งเป็นกำหนดเป็นจุด Failure (F) ดังนั้นเรากำหนดจุด Potential (P) เพื่อเป็นจุดเตือนป้องกันการเกิด Function Failure ได้

การออกแบบบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์

เมื่อได้ค่าคำนวณของความดันอากาศ เพื่อกำหนดการแจ้งเตือนสภาพไส้กรองอากาศ ที่ส่งผลต่อการทำงานของมอเตอร์พัดลมจากความดันอากาศเพื่อนำค่าที่ได้ไปปรับที่ Pressure Threshold Setting ของ Differential Pressure Switch และนำไปประยุกต์ใช้กับงานบำรุงรักษา โดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์และได้เลือกใช้มาตรฐาน OSA-CBM ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 ในการออกแบบขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 36 โครงสร้างการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้



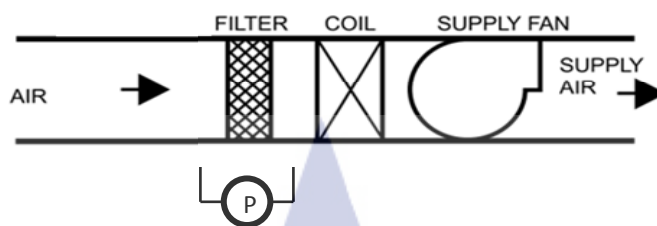
รูปที่ 36 โครงสร้างการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์

1. Sensor Module

ในการตรวจติดตามความดันอากาศที่เกิดจากสภาพไส้กรองอากาศตันส่งผลให้มอเตอร์ทำงานหนักเพื่อตรวจติดตามสภาวะการทำงานของมอเตอร์พัดลมของ Fan Coil Unit เพื่อนับชั่วโมงการใช้งานจะใช้ Differential Pressure Switch

2. Signal Processing และ Condition Monitoring Module

ตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์ Direct Digital Control: DDC จะรับเอาสัญญาณที่เกิดขึ้นไปดังรูปที่ 37 แสดงตำแหน่งการตรวจจับสภาพของไส้กรองอากาศด้วย Differential Pressure Switch เพื่อใช้ตีความจากระดับของสัญญาณจากการเปิด/ปิดวงจรเป็นการแจ้งเตือนสองสถานะคือ Normal/Alarm โดยค่า Pressure Preset จากค่าที่คำนวณได้ที่ 0.95 ของกระแสสูงสุดและ Runtime จะนับจากระดับของสัญญาณจากการปิดวงจรเพื่อนับเวลาการทำงานเมื่อเกิดแรงดันลมจากการขับเคลื่อนมอเตอร์พัดลมมีหน่วยเป็นชั่วโมง



รูปที่ 37 ตำแหน่งการตรวจติดตามสภาพของไส้กรองอากาศ

3. Diagnosis, Prognosis และ Decision Support

ข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บไว้ในระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (SCADA) เพื่อเก็บเป็นประวัติและใช้ในการวางแผนงานในการซ่อมบำรุง

4. Presentation

การเกิดการแจ้งเตือนต่างๆ จะปรากฏที่หน้าจอเพื่อให้รับทราบและวางแผนงานในลำดับต่อไป

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพของไส้กรองอากาศใน Fan Coil Unit

เมื่อทำการสำรวจในเครื่องปรับอากาศชนิด Fan Coil Unit (FCU) พบว่าในระบบ FCU มีอุปกรณ์สำหรับการตรวจวัดความดันในลักษณะ Differential Static Pressure Sensor อยู่แล้วในเบื้องต้นแต่ไม่ได้นำมาใช้งานด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ที่มีการปรับปรุงระบบปรับอากาศทำให้ค่า System Resistance มีการเปลี่ยนแปลง Fan Coil Unit (FCU) เกิดสัญญาณเตือนไส้กรองอากาศตันจำนวนหลายครั้งต่อวันทำให้เกิดระบบควบคุมอัตโนมัติมีปัญหาติดขัดในการสื่อสารกับอุปกรณ์ฟวังก์ชันอื่น ทำให้ระบบควบคุมอัตโนมัติเกิด Over Traffic จำต้องปิดการใช้งานสัญญาณเตือนไส้กรองอากาศตันเนื่องจากส่งผลต่อการสั่งงาน

2. การเปลี่ยนพัดลมและคอยล์เย็นไม่มีการปรับแต่ง Differential Pressure Sensor เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานขาดทักษะ

ในการเก็บข้อมูลจาก Fan Coil Unit (FCU) นั้นเพื่อใช้ในการคำนวณค่าความดันอากาศที่ทำให้เกิดความเสียหายกับมอเตอร์พัดลมของ Fan Coil Unit (FCU) แต่ในการทดลองนี้ไม่สามารถเก็บข้อมูลจากการทดลองได้ทั้งหมด 997 ชุด จึงได้ทำการทดลองและเก็บข้อมูลจากขั้นตอนการเก็บข้อมูลของ FCU Fan Coil Unit (FCU) จำนวนสองขั้นคือขั้น 4 และขั้น 5 มีทั้งหมด 40 ชุด (ดังกล่าวแล้วในขอบเขตของการศึกษา) และการปรับค่า Alarm Preset ของ Differential Pressure Sensor ของไส้กรองอากาศมีดังต่อไปนี้

1. เปลี่ยนไส้กรองอากาศและทำความสะอาดคอยล์เย็นและใบพัดลม
2. เปิดเครื่องปรับอากาศแล้วทำการวัดค่าที่ได้จาก Fan Coil Unit (FCU) คือ ความดันอากาศระหว่างไส้กรองอากาศและกระแสไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์วัดความดันอากาศ และ แอมป์มิเตอร์
3. คำนวณหาค่าความดันที่สภาวะมอเตอร์พัดลมที่มอเตอร์ทำงานที่พิกัด 0.75 ถึง 1 ของกระแสสูงสุดโดยใช้เครื่องมือวัดดังต่อไปนี้ อุปกรณ์วัดความดันอากาศ Differential Static Pressure Meter และ Digital Amp Meter วัดกระแสไฟฟ้า

จากการเก็บข้อมูลข้างต้นสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานสำหรับ Fan Coil Unit (FCU) โดยเริ่มปิดเบรกเบอร์ เพื่อตัดวงจรไฟฟ้าออกจากเครื่องปรับอากาศ จากนั้นการถอดไส้กรองอากาศเดิมออกจากเครื่องปรับอากาศ และใช้น้ำอุ่นในการทำความสะอาดคอยล์เย็นด้วยเครื่องฉีดน้ำ เพื่อล้างฝุ่นที่เกาะติดบนตัวคอยล์เย็น และใบพัดลม โดยควบคู่กับการดูน้ำทิ้งจาก ถาดรองน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวบนคอยล์เย็น ทำการใส่ไส้กรองอากาศที่ได้ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว มาเปลี่ยนแทนที่ไส้กรองอากาศที่สกปรก เพื่อให้มั่นใจว่า Fan Coil Unit ไม่มีความดันที่เกิดจากส่วนอื่น ถอดท่อลมของชุด Differential Static Pressure Switch ที่ทำหน้าที่เป็นสัญญาณในการแจ้งเตือนที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นออกโดยแทนที่ด้วย Differential Static Pressure Meter หลังจากนั้นเปิดใช้งาน Fan Coil Unit พร้อมทั้งวัดกระแสไฟฟ้าด้วย Digital Amp Meter บันทึกค่ากระแสไฟฟ้า และ ความดันอากาศ ณ ขณะ Fan Coil Unit ทำงาน เพื่อตรวจสอบสภาพการทำงานของมอเตอร์ขณะที่ผ่านการทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว จากการบันทึกค่าความดันอากาศ และกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์พัดลมทำงานจะเป็นได้ว่า FCU-L04-R01 FCU-L04-R02 และ Fan Coil Unit ชุดอื่นๆ มีความดันอากาศเริ่มต้นต่างกันเนื่องจากความต้านทานของระบบในแต่ละพื้นที่ต่างกันดังตารางที่ 9 หลังจากนั้นปรับตำแหน่งความดันอากาศที่ Differential Static Pressure Switch เพื่อตั้งค่าแจ้งเตือนในสภาวะที่มอเตอร์ทำงานในสภาวะมอเตอร์ทำงานที่ 95% ของกระแสสูงสุด เพื่อแจ้งเตือนการทำงานที่เกือบถึงจุดเต็มกำลัง

ตารางที่ 9 ผลการเก็บข้อมูล และการตั้งค่าแจ้งเตือนความดันอากาศ

No.	Fan Coil Unit (FCU) Equipment Name	Fan Motor	Cleaned FCU		Alarm Threshold @	
		Rated			95% of Rated	
		Current	Current	Pressure	Current	Pressure
		(A)	(A)	(Pa)	(A)	(Pa)
1	FCU-L04-R01	0.5	0.265	32.74	0.475	48
2	FCU-L04-R02	0.5	0.280	33.96	0.475	48
3	FCU-L04-R03	0.5	0.290	34.77	0.475	48

ตารางที่ 9 ผลการเก็บข้อมูล และการตั้งค่าแจ้งเตือนความดันอากาศ (ต่อ)

No.	Fan Coil Unit (FCU) Equipment Name	Fan Motor Rated	Cleaned FCU		Alarm Threshold @ 95% of Rated	
		Current (A)	Current (A)	Pressure (Pa)	Current (A)	Pressure (Pa)
4	FCU-L04-R04	0.5	0.270	33.15	0.475	48
5	FCU-L04-R04A	0.5	0.310	36.35	0.475	48
6	FCU-L04-R05	0.5	0.270	33.15	0.475	48
7	FCU-L04-R06	0.5	0.285	34.37	0.475	48
8	FCU-L04-R07	0.5	0.290	34.77	0.475	48
9	FCU-L04-R08	0.5	0.280	33.96	0.475	48
10	FCU-L04-R09A	0.5	0.300	35.56	0.475	48
11	FCU-L04-R09	0.5	0.255	31.91	0.475	48
12	FCU-L04-R10	0.5	0.260	32.33	0.475	48
13	FCU-L04-R11	0.5	0.255	31.91	0.475	48
14	FCU-L04-R12	0.5	0.275	33.56	0.475	48
15	FCU-L04-C01	0.7	0.371	65.49	0.665	96
16	FCU-L04-C02	0.7	0.392	67.93	0.665	96
17	FCU-L04-C03	0.7	0.406	69.54	0.665	96
18	FCU-L04-C04	0.7	0.378	66.31	0.665	96
19	FCU-L04-C05	0.7	0.434	72.71	0.665	96
20	FCU-L04-C06	0.7	0.378	66.31	0.665	96
21	FCU-L05-R01	0.5	0.273	33.40	0.475	48
22	FCU-L05-R02	0.5	0.289	34.70	0.475	48
23	FCU-L05-R03	0.5	0.295	35.18	0.475	48
24	FCU-L05-R04	0.5	0.277	33.73	0.475	48
25	FCU-L05-R04A	0.5	0.318	36.98	0.475	48
26	FCU-L05-R05	0.5	0.279	33.89	0.475	48
27	FCU-L05-R06	0.5	0.293	35.02	0.475	48
28	FCU-L05-R07	0.5	0.299	35.49	0.475	48
29	FCU-L05-R08	0.5	0.285	34.38	0.475	48
30	FCU-L05-R09A	0.5	0.307	36.12	0.475	48

ตารางที่ 9 ผลการเก็บข้อมูล และการตั้งค่าแจ้งเตือนความดันอากาศ (ต่อ)

No.	Fan Coil Unit (FCU) Equipment Name	Fan Motor Rated	Cleaned FCU		Alarm Threshold @ 95% of Rated	
		Current (A)	Current (A)	Pressure (Pa)	Current (A)	Pressure (Pa)
31	FCU-L05-R09	0.5	0.273	33.40	0.475	48
32	FCU-L05-R10	0.5	0.267	32.91	0.475	48
33	FCU-L05-R11	0.5	0.263	32.58	0.475	48
34	FCU-L05-R12	0.5	0.284	34.30	0.475	48
35	FCU-L05-C01	0.7	0.352	63.28	0.665	96
36	FCU-L05-C02	0.7	0.368	65.11	0.665	96
37	FCU-L05-C03	0.7	0.385	67.08	0.665	96
38	FCU-L05-C04	0.7	0.358	63.95	0.665	96
39	FCU-L05-C05	0.7	0.415	70.61	0.665	96
40	FCU-L05-C06	0.7	0.358	63.95	0.665	96

การปรับปรุงขั้นตอนการวางแผนงานบำรุงรักษา

การปรับปรุงขั้นตอนการวางแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หรือการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์

1. การจัดทำรายงานประจำวันและประจำเดือนของเครื่องปรับอากาศในห้องพักแขกจากระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติดังตารางที่ 10 รายงานการแจ้งเตือนประจำวัน และตารางที่ 11 รายงานสรุปการแจ้งเตือนประจำเดือน

ตารางที่ 10 รายงานการแจ้งเตือนประจำวัน

Daily Report - Failed Alarm, Filter Alarm and Run-Time

Date (dd/mm/yy)	Time (HH:MM:SS)	Point	Description	Type	PV Value	Area
DD/MM/YY	HH:MM:SS	FCUXXX_FailAlm	Failed Alarm	Digital	Alarm/Normal	Equipment Location
DD/MM/YY	HH:MM:SS	FCUXXX_FilAlm	Filter Alarm	Digital	Alarm/Normal	Equipment Location
DD/MM/YY	HH:MM:SS	FCUXXX_RTAlm	Runtime Alarm	Digital	Alarm/Normal	Equipment Location

ตารางที่ 11 รายงานสรุปการแจ้งเตือนประจำเดือน

Monthly Report - Failed Alarm, Filter Alarm and Run-Time

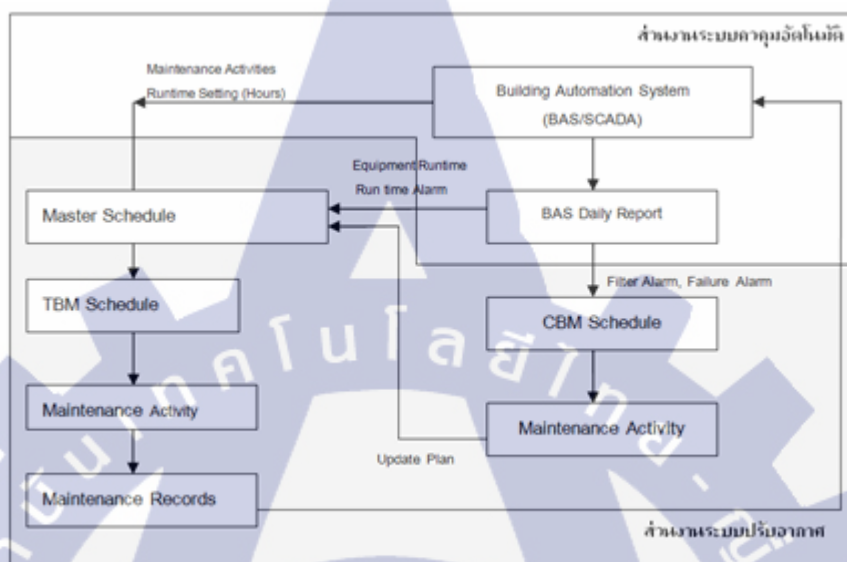
Date (dd/mm/yy)	Time (HH:MM:SS)	Point	Description		PV Value	Alarm Comment
DD/MM/YY	HH:MM:SS	FCUXXX_FailAlm	Failed Alarm	Digital	Alarm/Normal	
DD/MM/YY	HH:MM:SS	FCUXXX_FilAlm	Filter Alarm	Digital	Alarm/Normal	
DD/MM/YY	HH:MM:SS	FCUXXX_RTAlm	Runtime Alarm	Digital	Alarm/Normal	
DD/MM/YY	HH:MM:SS	FCUXXX_Runtime	Runtime Hour	Analog	HHHH	
DD/MM/YY	HH:MM:SS	FCUXXX_RTAlmReset	Runtime Alarm Reset	Digital	Reset /Normal	

2. การจัดแผนปฏิบัติงานสำหรับการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์สำหรับ Fan Coil Unit (FCU) โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น

แผนการปฏิบัติงานรายวันแผนปฏิบัติงานนี้จะประกอบด้วยแผนการบำรุงรักษาเมื่อขัดข้องแผนการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์และแผนการบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์ที่ได้โดยทุกๆ วันเวลา 03:00 น. ระบบควบคุมอัตโนมัติทำรายงานสรุปแจ้งเตือนประจำ วันแบบอัตโนมัติและจัดเก็บในพื้นที่เก็บข้อมูลส่วนกลางของแผนกวิศวกรรมทุกๆ เข้าของวันหัวหน้างานระบบปรับอากาศนำรายงานนี้มาเพื่อวางแผนและออกไปงานให้ช่างเทคนิคเพื่อไปปฏิบัติงานบำรุงรักษา Fan Coil Unit ที่เกิด Filter Alarm ที่จัดอยู่ในงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ในแต่ละพื้นที่และเมื่อทำการซ่อมบำรุงรักษาเสร็จทางช่างเทคนิคจะส่งไปงานและสรุปผลการทำงานให้กลับหัวหน้างานระบบปรับอากาศหัวหน้างานระบบปรับอากาศจะสรุปผลจำนวน Fan Coil Unit ที่ได้รับการบำรุงรักษาและทำการบันทึกค่าจำนวนชั่วโมงในการทำงานหรือ Runtime หลังจากนั้นจะทำการร้องขอให้หน่วยงานระบบอัตโนมัติทำการ Reset สัญญาณ Filter Alarm และชั่วโมงในการทำงานหรือ Runtime Hour นอกจากนั้นหาก Fan Coil Unit ใดเกิดไม่ทำงานในรายงานประจำวันจะปรากฏสัญญาณ Failed Alarm และ Runtime Alarm เพื่อแจ้งให้หัวหน้างานระบบปรับอากาศออกไปงานให้ช่างเทคนิคเป็นผู้ไปซ่อมบำรุงรักษาและติดตามผล

แผนการปฏิบัติงานหลักเพื่อเป็นการช่วยในการวางแผนการบำรุงรักษาโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์ทุกๆ วันที่ 25 ของเดือนระบบควบคุมอัตโนมัติจะทำรายงานสรุปการแจ้งเตือนประจำเดือนซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 11 รายงานสรุปการแจ้งเตือนประจำเดือนโดยจะทำการสรุปจำนวนชั่วโมงทำงานของ Fan Coil Unit หรือสัญญาณ Runtime Hour จากการแจ้งเตือนเมื่อครบกำหนดระยะในการทำงานบำรุงรักษาหรือสัญญาณ Runtime Alarm และสัญญาณ Runtime Alarm Reset เพื่อส่งให้หัวหน้างานระบบปรับอากาศสามารถวางแผนงานและติดตามผลได้อย่างถูกต้องนอกจากนี้ยังสรุปเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับ Fan Coil Unit เช่นสัญญาณ Failed Alarm และสัญญาณ Filter Alarm เพื่อใช้ในการวางแผนงานบำรุงรักษา

จากแผนการปฏิบัติงานข้างต้นสามารถเขียนสรุปเป็นผังการไหลการวางแผนงาน โดยพัฒนาขยายจากรูปที่ 15 กิจกรรมของงานบำรุงรักษาสำหรับงานบริการ โดยมีกิจกรรมการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์เป็นหลักเกณฑ์ในการปรับปรุงการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพ ดังรูปที่ 38 ผังการไหลของการวางแผนบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์



รูปที่ 38 ผังการไหลของการวางแผนบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์

บทที่ 4

ผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษา

จากข้อมูลที่ได้รับรวบรวมในบทที่ 3 การนำเสนอ Different Pressure Sensor เพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้สภาพการอุดตันของกรองอากาศในตัว Fan Coil Unit (FCU) มาประยุกต์ใช้ปรับปรุงงานบำรุงรักษาด้วยการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ในพื้นที่ทดสอบชั้นที่ 4 และ 5 จำนวน Fan Coil Unit (FCU) 40 ชุดในระยะเวลา 6 เดือน ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555 มีการแจ้งเตือนจากระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ในภาคผนวก ง. สามารถสรุปจำนวนการแจ้งเตือนสภาพกรองอากาศใน FCU ดังตารางที่ 12 และผลการแจ้งซ่อมจากระบบแจ้งซ่อมของเครื่องปรับอากาศชนิด FCU ในพื้นที่ทดสอบชั้นที่ 4 และ 5 ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 12 จำนวนความถี่ในการแจ้งเตือนของสภาพกรองอากาศใน FCU ชั้น 4 ถึง 5 ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555

การแจ้งเตือนของกรองอากาศ	จำนวนการแจ้งซ่อม (2555)					
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
ระบบปรับอากาศ (FCU)	0	0	5	27	8	0

ตารางที่ 13 จำนวนความถี่ในการแจ้งซ่อมของระบบปรับอากาศใน FCU ชั้น 4 ถึง 5 ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555

การแจ้งซ่อมของระบบปรับอากาศ	จำนวนการแจ้งซ่อม (2555)					
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
ระบบปรับอากาศ (FCU)	0	0	0	0	0	0

จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การตรวจติดตามสภาพการอุดตันของกรองอากาศด้วยความดันอากาศเพื่อป้องกันสภาพก่อนเกิดความเสียหาย โดยใช้การบำรุงรักษาด้วยการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงการระบบปรับอากาศในโรงแรม สามารถลดจำนวนงานซ่อมที่ไม่ได้วางแผนของระบบปรับอากาศลงได้

ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็น

เนื่องจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างจาก ชั้นที่ 4 และ 5 มาปรับปรุงงานบำรุงรักษา โดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์สำหรับระบบปรับอากาศ ดังนั้นควรมีข้อปฏิบัติอย่างเคร่งครัดดังต่อไปนี้

1. การติดตามผล และประเมินผลอย่างต่อเนื่อง
2. การบันทึกข้อมูลทั้งในระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการวางแผน และปฏิบัติงาน
3. การฝึกอบรมความรู้ และทบทวนความเข้าใจให้พนักงานที่ปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง
4. การประสานงานระหว่างหน่วยงานปรับอากาศ และหน่วยงานควบคุมอัตโนมัติ ต้องมีความสอดคล้อง โดยผู้มีส่วนร่วมทั้งผู้ปฏิบัติงาน และหัวหน้างานต้องมีส่วนร่วมในการวางแผนงาน เพื่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างมีประสิทธิภาพ
5. การปรับปรุงการวางแผนงานบำรุงรักษาอย่างมีส่วนร่วม โดยการวางแผนงานบำรุงรักษาควรให้ส่วนงานอื่นที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมดังเช่น แผนก Housekeeping เพื่อเกิดความยอมรับ และการเตรียมพร้อมในการปฏิบัติงาน เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในเรื่องความพร้อมการให้บริการ

ประโยชน์ที่ได้จากการทำสารนิพนธ์

การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์มาประยุกต์ใช้ในระบบปรับอากาศในโรงแรม

1. ลดจำนวนการงานบำรุงรักษาที่ไม่ได้วางแผนที่ส่งผลกระทบต่อความพร้อมในการให้บริการห้องพัก เพื่อเป็นแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ
2. การปรับปรุงแผนงานบำรุงรักษา เพื่อช่วยในการลดข้อผิดพลาดสำหรับเครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้รับการบำรุงรักษา
3. นำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์กับระบบอื่นๆ ในโรงแรม



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- โกศล ดีศีลธรรม. (2547). การจัดการบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : เอ็มแอนด์อี.
- เรียรไชย จิตต์แจ้ง. (2541). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการบริหาร. กรุงเทพฯ : ฝ่ายวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช.
- เชกสรร สิงห์ธนู. (2550). การบำรุงรักษาเชิงแผนงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร : กรณีศึกษาสายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมการผลิต). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุพร อัครวินนิมิตร; และธีรพร พัดภู. (2548). วิศวกรรมการบำรุงรักษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อำพล เทศดี. (2550). การลดค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศโดยแนวทาง PM. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ.
- A. M. Mohammad Mukaddes; N. F. Ahmed Chowdhury; and M. Moin Uddin. (2009). **A Model For Preventive Maintenance-A Step To Implement TPM in Organizations.** In Proceedings of The International Conference on Mechanical Engineering. Bangladesh : Shahjalal University of Science and Technology.
- Gheorghe Donca; et al. (2007). Maintenance Role In Life Cycle Management Engineering. **Fascicle of Management and Technological Engineering.** 6 (16) : 2,158 – 2,163.
- Hiromi Shihara; et al. (2008, September). Development of an RBM System for Marine Engines and Equipment. **ClassNK Technical Bulletin.** 2008 : 17-19
- Honeywell. (1997). **Automatic Control For Engineering Manual of Commercial Buildings.** USA. : Honeywell.
- Igal M. Shohet; Sarel; Lavy-Leibovich; and Dany Bar-On. (2003). Integrated Maintenance Monitoring of Hospital Buildings. **Construction Management and Economic.** 2003 (21) : 219 – 228.

Marcus Bengtsson. (2002). **Condition Based Maintenance System Technology-**

Where is Development Heading?. In Proceedings of The 17th European Maintenance Conference Euromaintenance. Sweden : Mälardalen University.

Marcus Bengtsson; and Mats Jackson. (2002). **Important Aspects To Take Into Consideration When Deciding to Implement Condition Based Maintenance.**

Sweden : Mälardalen University.

Marcus Bengtsson; Erik Olsson; Peter Funk; and Mats Jackson. (2002). **Technical Design of Condition Based Maintenance System: A Case Study Using Sound Analysis and Case-Based Reasoning.** Sweden : Mälardalen University.

Neelamkavil J. (2010, July). Condition-Based Maintenance Management in Critical Facilities. **National Research Council Canada.** 2010 : 1-30.

Persu Viorel. (2007). Modern Management Concepts of Maintenance Activities.

Recent Researhes in Manufacturing Engineering. 2007 : 138-140.

Ratna Babu Chinnam; and Pundarikaksha Baruah. (2004). A Neuro-Fuzzy Approach For Estimating Mean Residual Life in Condition-Based Maintenance Systems.

International Journal Material and Product Technology. 2004 (20) : 166-171.

Richard N. Wurzbach; et al. (2006, January). Establishing a Condition-Based Maintenance Program for Buildings and Facilities. **Thermal Solutions Conference.** 2006 : 1-11.

Yamamoto Norio. (2009). Development of A Total Support System for The Entire Life Cycle of An LNG Carrier. **ClassNK Technical Bulletin.** 2009 (27) : 55-61.

Yiqing Lin; Arthur Hsu; and Ravi Rajamani. (2002). **A Simulation Model For Field Service With Condition-Based Maintenance.** In Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference. USA. : United Technologies Research Center.



ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.

การคำนวณ และการปรับตั้งค่า Differential Static Pressure Switch



การคำนวณค่าความดันอากาศ

การคำนวณหาค่าพิกัดของ Fan Coil Unit บน Nameplate ซึ่งมีสองขนาดดังตารางที่

14

ตารางที่ 14 พิกัดของ Fan Coil Unit

No.	Fan Coil Unit	Rated		Power Watt	No Load		Max. PA
		Voltage	Current		PA	m ³ /h	
1	FUC-Room	220	0.504	111	11	190	50
2	FCU-Corridor	220	0.690	152	43	374	100

จากข้อมูลของ Fan Coil Unit สำหรับห้องพักแยกพบว่า ขณะที่มอเตอร์ทำงานที่มีโหลดสูงสุดจะใช้กำลังไฟฟ้าที่ 111 Watt และ ความดันอากาศที่ 50 PA เราสามารถกำหนดจุดนี้เป็น จุด Failure เนื่องจากเป็นจุดที่มอเตอร์ทำงานสูงที่สุดกินกระแสอยู่ที่ 0.504 A

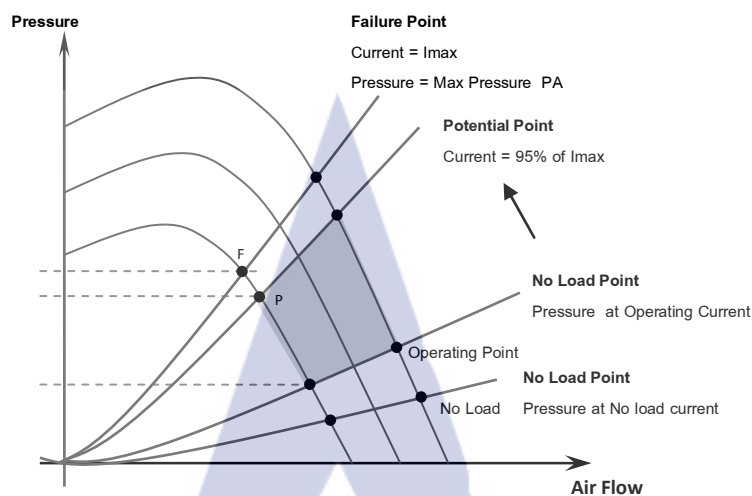
กำหนดจุดที่ต้องการแจ้งเตือนสภาพกรองอากาศตันอันเป็นผลให้ความดันอากาศมีความดันเพิ่มขึ้นจากจุดทำงานปกติที่จุด Potential เท่ากับ 95% ของกระแสสูงสุด คือ 0.475 A เนื่องจากความสัมพันธ์ของกระแสกับความดันอากาศที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนยกกำลัง 3/2 ทำให้ต้องคำนวณหาค่าความดันอากาศ ณ จุดนี้เพื่อทำการแจ้งเตือนก่อนมอเตอร์จะทำงานในสภาวะโหลดสูงสุด จากความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้า (PW) กับความดันของอากาศ (P) ดังรูปที่ 39 กราฟแสดงสภาวะความดันอากาศ และความเร็วลมที่เกิดขึ้นกับมอเตอร์ของ Fan Coil Unit

$$P_2 = P_1 \left(\frac{PW_2}{PW_1} \right)^{2/3}$$

จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำมาคำนวณหาค่าพิกัดความดันดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 พิกัดของ Fan Coil Unit

No.	Fan Coil Unit	Failure Point		Potential Point	
		Current	PA	Current	PA
1	FCU-Room	0.5	50	0.475	48
2	FCU-Corridor	0.69	100	0.665	96



รูปที่ 39 กราฟแสดงสภาวะความดันอากาศ และความเร็วมวลที่เกิดขึ้นกับมอเตอร์ของ Fan Coil Unit

การวัดความดันอากาศขณะทำงาน

เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำงานของ Fan Coil Unit ในแต่ละชุด ว่ามีความสามารถรับมือกับความดันอากาศ หรือ Resistance of System ได้หรือไม่ ดังนั้นต้องทำการวัดความดันอากาศในแต่ละตัวเพื่อให้มั่นใจได้ว่าไม่เกินค่าพิกัด หรือทำงาน Over Load และเป็นสาเหตุให้ Fan Coil Unit เกิดความเสียหายในเวลาต่อมาที่ได้ระบุไว้

1. ต่อท่อลมของ Differential Static Pressure Sensor
2. เปิด Fan Coil Unit
3. อ่านจากมิเตอร์ที่อ่านได้

การปรับตั้งค่า Differential Static Pressure Switch

1. เปิดฝาครอบ Differential Static Pressure Switch
2. ใช้ไขควงปรับค่าไปยังตำแหน่ง PA สำหรับ Fan Coil Unit ในห้องพักแขก และสำหรับทางเดิน
3. ปิดฝาครอบ Differential Static Pressure Switch และทำการทดสอบ
4. เปิด Fan Coil Unit

การทดสอบทำงานของ Differential Static Pressure Switch

1. เปิดช่องเปลี่ยน Filter
2. ค่อยๆ ปิด Damper โดยค่อยๆ กันไม่ให้ลมผ่าน
3. อ่านค่าจาก Differential Static Pressure Sensor
4. เมื่อถึงจุด Set Point ของ Potential Failure ของ Differential Static Pressure

Switch จะทำการเปิด Contact เพื่อส่งสัญญาณไปให้ ระบบควบคุมอัตโนมัติทราบ หรือถ้าไม่สามารถทำงานได้เพื่อค่าที่อ่านได้ต้องทำการปรับแต่งโดยการลดหรือเพิ่มค่า Set Point ของ Differential Static Pressure Switch



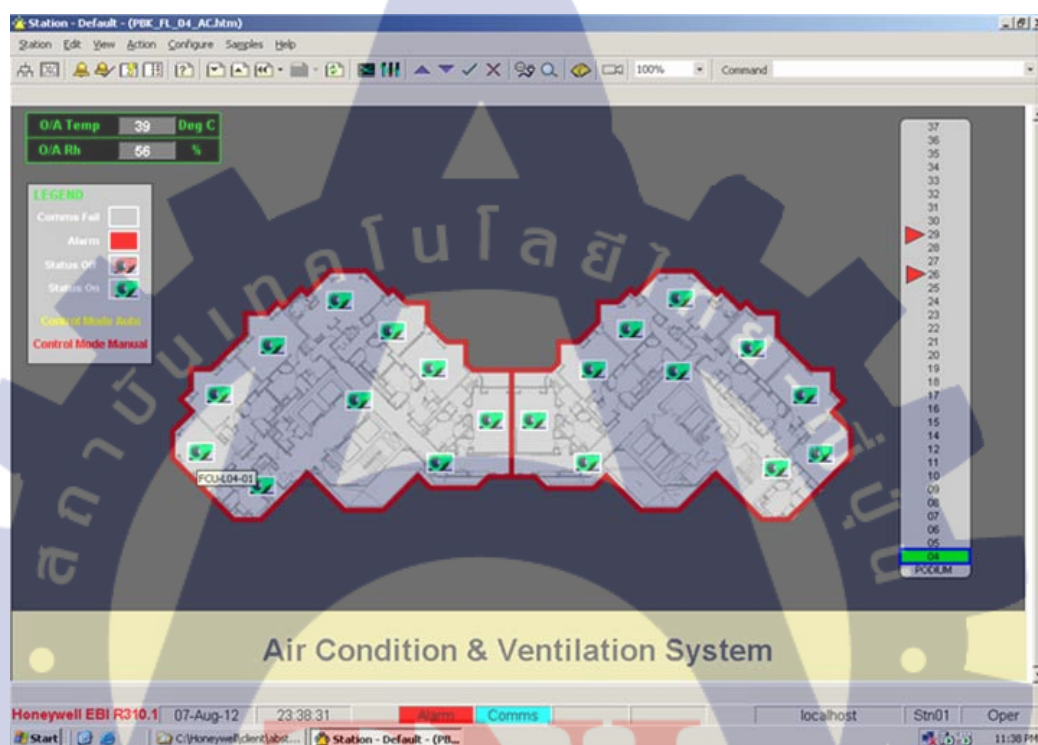
ภาคผนวก ข.

หน้าต่างแสดงสถานการณ์ทำงาน และรายงานการแจ้งเตือน



หน้าต่างแสดงสถานะการทำงานของ FCU

เนื่องจากจำนวนของ FCU ในโรงแรมมีจำนวนมาก และมีอยู่หลายพื้นที่ ดังนั้น หน้าต่างแสดงสถานะการทำงานในแต่ละพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญ ในระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติมีส่วนที่แสดงรายละเอียดเบื้องต้น เพื่อให้รับรู้สถานะการทำงาน และตำแหน่งที่ของ FCU แต่ละตัว จากรูปที่ 40 หน้าต่างแสดงผลการทำงานของ FCU ในแต่ละชั้น จะประกอบด้วย แผนที่ผังที่อยู่ของ FCU สัญลักษณ์แสดงการทำงานของ FCU ในแต่ละพื้นที่



รูปที่ 40 หน้าต่างแสดงผลการทำงานของ FCU ในแต่ละชั้น

สัญลักษณ์แสดงสถานะการทำงานของ FUC ในแต่ละพื้นที่ที่มีดังต่อไปนี้ดังตารางที่ 16
สัญลักษณ์สถานะการทำงานของ FCU

ตารางที่ 16 สัญลักษณ์สถานะการทำงานของ FCU

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
	FCU ไม่ทำงานแสดง FCU สีแดง
	FCU กำลังทำงานแสดง FCU สีเขียว
	เกิดการแจ้งเตือนแสดงสีแดงกระพริบ
	ไม่สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ควบคุมได้

หน้าต่างแสดงสถานะการทำงานของ FCU

หน้าต่างแสดงสถานะ FCU จะปรากฏขึ้นเมื่อเราเลือก FCU ในแต่ละตัวบนหน้าต่าง เพื่อแสดงรายละเอียดสถานะการทำงาน และควบคุมการทำงาน ดังรูปที่ 41 หน้าต่างแสดงสถานะการทำงานของ FCU โดยมีรายละเอียดของแต่ละสถานะดังตารางที่ 41 รายการแสดงสถานะการทำงานของ FCU



รูปที่ 41 หน้าต่างแสดงสถานะการทำงานของ FCU

ตารางที่ 17 รายการแสดงสถานะการทำงานของ FCU

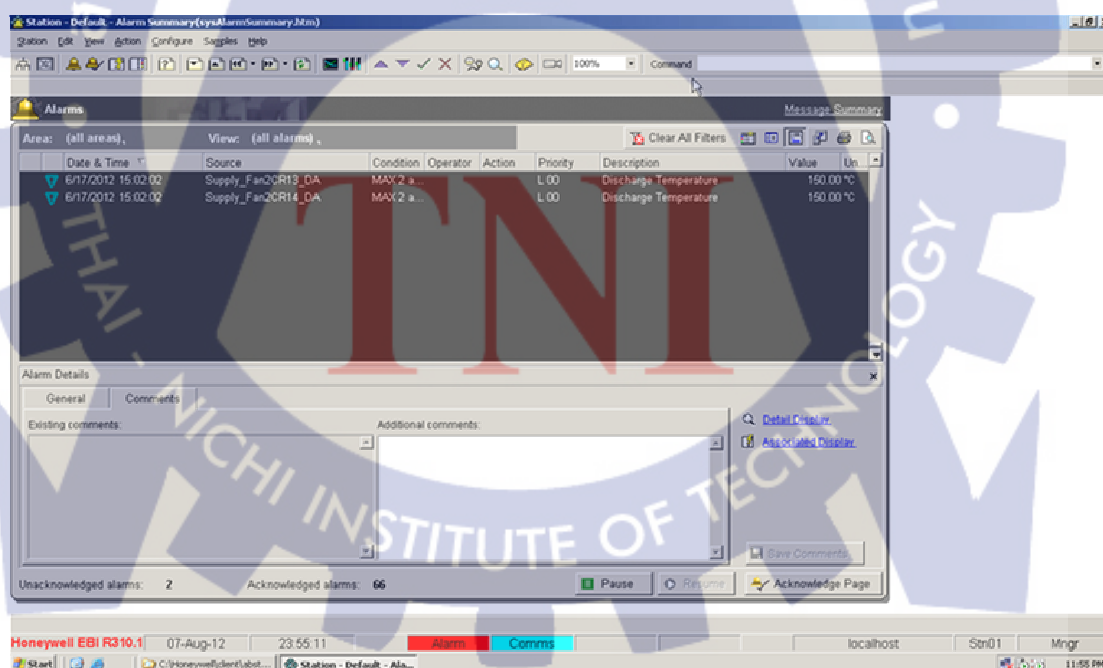
สถานะการทำงาน	คำอธิบาย
Status	แสดงสภาวะปกติ “Normal” หรือมีการแจ้งเตือน “Alarm” (สีแดง)
Control	ส่วนควบคุมเปิด “Open” หรือปิด “Close”
Filter	แสดงสถานะของกรองอากาศปกติ “Normal” หรือมีการแจ้งเตือน “Alarm”(สีแดง)
Filter Alarm Reset	ส่วนควบคุมการแจ้งเตือนของกรองอากาศ เพื่อเริ่มตรวจจับสภาพกรองอากาศใหม่ หลังจากผ่านการทำงานบำรุงรักษากรองอากาศกลับสู่สภาวะปกติ
Start Fail	แสดงการแจ้งเตือนการทำงานของ FCU ที่ไม่สามารถเริ่มการทำงานได้ สถานะปกติ “Normal” หรือผิดพลาด “Failed” (สีแดง)
Trip Alarm	แสดงการแจ้งเตือนการทำงานของ FCU ที่เกิดจากการหยุดทำงานกะทันหัน สถานะปกติ “Normal” หรือผิดพลาด “Failed” (สีแดง)
Run Hour	แสดงเวลาทั้งหมดที่ FCU ทำงานมีหน่วยเป็นชั่วโมง

ตารางที่ 17 รายการแสดงสถานะการทำงานของ FCU (ต่อ)

สถานะการทำงาน	คำอธิบาย
Maintenance Warning	แสดงการแจ้งเตือนเมื่อถึงระยะเวลาในการทำงานบำรุงรักษา
Maintenance Warning Hour	การตั้งค่าเวลาในระยะเวลาในการทำงานบำรุงรักษา
Maintenance Warning Reset	ส่วนควบคุมการแจ้งเตือนของงานบำรุงรักษา เพื่อเริ่มต้นระยะเวลาใหม่ในการทำงานบำรุงรักษา
Run Hour Reset	การตั้งเวลาการนับการทำงานใหม่ในกรณีการติดตั้งอุปกรณ์ใหม่

หน้าต่างสรุปผลการแจ้งเตือน

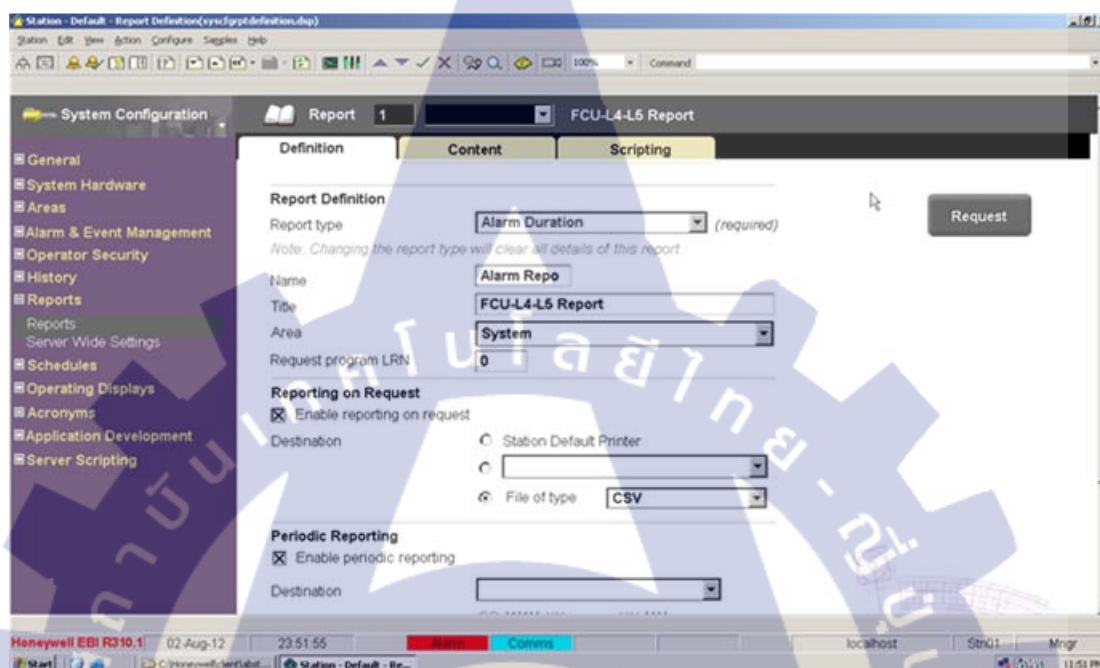
หน้าต่างสรุปผลการแจ้งเตือนเป็นหน้าต่างแสดงสรุปผลการแจ้งเตือนที่เกิดขึ้นทั้งหมดในระบบ ดังเช่น เมื่อกรองอากาศใน FCU อยู่ในสภาพต้นเกิดสัญญาณ Filter Alarm ขึ้น สัญญาณการแจ้งเตือนนี้จะถูกเก็บรวบรวมเอามาแสดงผลในหน้าต่างนี้ และในแต่ละสัญญาณการแจ้งเตือนยังสามารถบันทึกข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เกิดขึ้น ที่ส่วน Additional Comment เพื่อใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์อาการ หรือสาเหตุในโอกาสหน้า ดังรูปที่ 42 หน้าต่างสรุปผลการแจ้งเตือน



รูปที่ 42 หน้าต่างสรุปผลการแจ้งเตือน

การสร้างรายงานการแจ้งเตือน

ในการสร้างรายงานประจำวัน และประจำเดือนนั้น สามารถทำได้โดยการตั้งเวลาในการสร้างรายงานผลการแจ้งเตือนที่ โดยสามารถเลือกกระบวนขั้นตอนของสัญญาณ เพื่อนำมาใช้ในการบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ ดังรูปที่ 43 หน้าต่างของการสร้างรายงานการแจ้งเตือน



รูปที่ 43 หน้าต่างของการสร้างรายงานการแจ้งเตือน

ในกรณีศึกษานี้ได้ทำการสร้างรายงานประจำวัน และรายงานประจำเดือน โดยรายงานประจำวันเป็นการวางแผนงานบำรุงรักษาโดยใช้สภาพเป็นเกณฑ์ และแบบฉุกเฉิน หรือไม่ได้วางแผน ส่วนรายงานประจำเดือนจะใช้ในส่วนของการวางแผนงานซ่อมบำรุงแบบใช้เวลาเป็นเกณฑ์ โดยรายละเอียดในการเลือกข้อมูลดังตารางที่ 18 รายละเอียดการสร้างรายงานประจำวัน และประจำเดือน

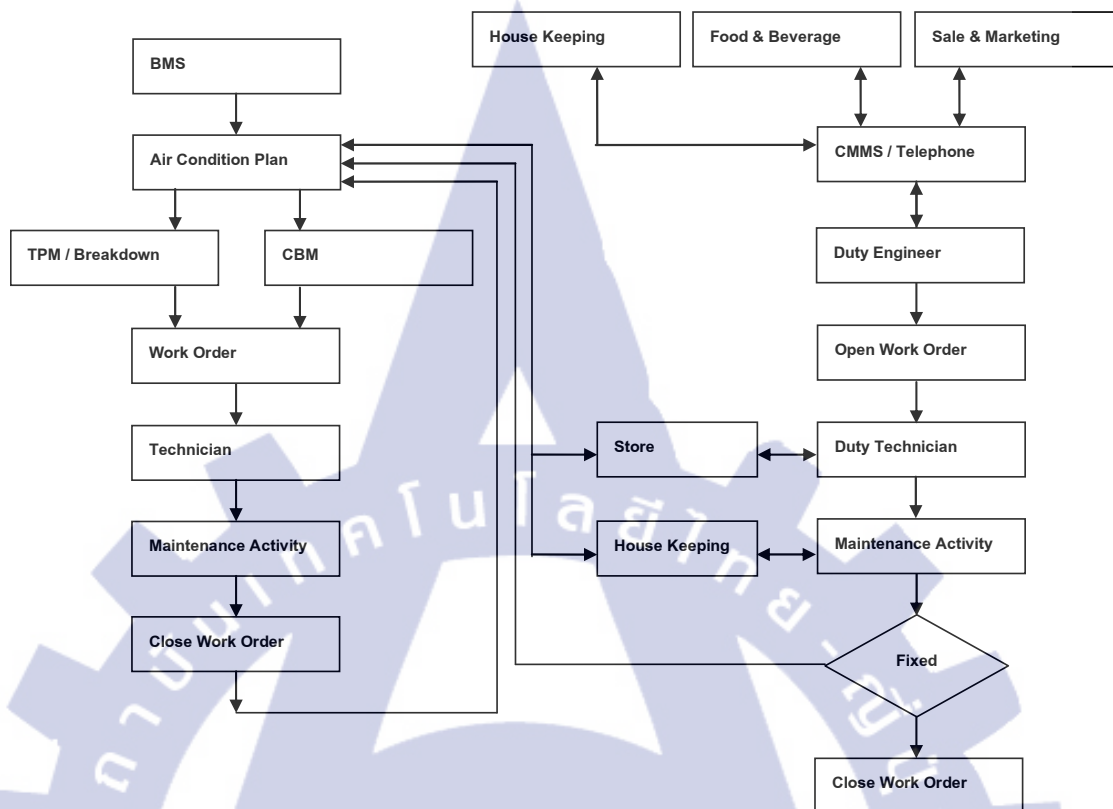
ตารางที่ 18 รายละเอียดการสร้างรายงานการแจ้งเตือนประจำวัน และประจำเดือน

Definition	
Report Definition	
Report Type	Alarm Duration
Name	Alarm-00(สำหรับรายงานประจำวัน) Alarm-01 (สำหรับรายงานประจำเดือน)
Title	FCU L04-05 Daily Report (สำหรับรายงานประจำวัน) FCU L04-05 Monthly Report(สำหรับรายงานประจำเดือน)
Area	System
Request Program LRN	0
Reporting on Request	
Enable Reporting on Request	Yes
Destination	File of Type : CSV
Periodic Reporting	
Enable Periodic on Request	Yes
Destination	Local
Type	Daily : 02:00 am (สำหรับรายงานประจำวัน) Monthly : 02:00 am (สำหรับรายงานประจำเดือน)



ภาคผนวก ค.
ผังการไหลของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ผังการไหลของงานบำรุงรักษาระบบปรับอากาศในโรงแรม



รูปที่ 44 ผังการไหลของงานบำรุงรักษาระบบปรับอากาศในโรงแรม

ภาคผนวก ง.

รายงานการแจ้งเดือนสภาพกรองอากาศระหว่าง
เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555



ตารางที่ 19 รายงานการแจ้งเตือนสภาพกรองอากาศระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555

Date	Point	Description	Type	PV Value	Area	Operator	Level
17072012:17:35:02	FCUC506_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
18072012:17:35:42	FCUC506_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Prayat	255
18072012:17:35:44	FCUC506_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
20072012:10:23:50	FCUC406_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
21072012:17:36:12	FCUC406_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Prayat	255
21072012:17:36:15	FCUC406_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
21072012:09:28:25	FCU0512_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
22072012:17:36:18	FCU0512_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Prayat	255
22072012:17:36:19	FCU0512_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
23072012:10:43:32	FCU0412_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
25072012:17:30:41	FCU0412_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Prayat	255
25072012:17:30:43	FCU0412_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
27072012:11:56:17	FCUC401_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
28072012:17:39:55	FCUC401_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Kittichai	255
28072012:17:39:57	FCUC401_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
01082012:07:37:22	FCU0501_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
02082012:17:37:01	FCU0501_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Kittichai	255
02082012:17:37:02	FCU0501_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
01082012:09:28:01	FCU0405_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
03082012:17:29:52	FCU0405_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Kittichai	255

ตารางที่ 19 รายงานการแจ้งเตือนสภาพกรองอากาศระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555 (ต่อ)

Date	Point	Description	Type	PV Value	Area	Operator	Level
03082012:17:29:54	FCU0405_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
01082012:12:40:45	FCU0406_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
02082012:17:37:41	FCU0406_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Kittichai	255
02082012:17:37:43	FCU0406_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
03082012:11:35:55	FCU0403_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
05082012:17:28:24	FCU0403_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Kittichai	255
05082012:17:28:26	FCU0403_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
05082012:12:29:12	FCU0410_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
06082012:16:35:42	FCU0410_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Prayat	255
06082012:16:35:42	FCU0410_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
07082012:08:32:26	FCU0407_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
08082012:17:35:40	FCU0407_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Kittichai	255
08082012:17:35:42	FCU0407_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
07082012:18:12:36	FCU0502_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
08082012:17:00:40	FCU0502_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Kittichai	255
08082012:17:00:42	FCU0502_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
07082012:19:38:35	FCU0408_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
09082012:16:59:42	FCU0408_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Ekachai	255
09082012:16:59:45	FCU0408_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
10082012:16:16:20	FCU0411_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	

ตารางที่ 19 รายงานการแจ้งเตือนสภาพกรองอากาศระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555 (ต่อ)

Date	Point	Description	Type	PV Value	Area	Operator	Level
11082012:17:25:42	FCU0411_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Ekachai	255
11082012:17:25:44	FCU0411_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
10082012:13:45:22	FCU0503_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
12082012:16:49:42	FCU0503_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Ekachai	255
12082012:16:49:45	FCU0503_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
12082012:09:55:53	FCU0507_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
13082012:16:59:01	FCU0507_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Ekachai	255
13082012:16:59:03	FCU0507_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
12082012:15:39:49	FCU0506_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
14082012:17:30:12	FCU0506_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Kittichai	255
14082012:17:30:14	FCU0506_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
13082012:11:23:51	FCU0510_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
14082012:17:31:12	FCU0510_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Prayat	255
14082012:17:31:14	FCU0510_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
17082012:12:34:41	FCU0509_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
19082012:16:39:42	FCU0509_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Ekachai	255
19082012:16:39:44	FCU0509_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
17082012:14:59:06	FCU0504_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
18082012:17:35:42	FCU0504_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Ekachai	255
18082012:17:35:44	FCU0504_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	

ตารางที่ 19 รายงานการแจ้งเตือนสภาพกรองอากาศระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555 (ต่อ)

Date	Point	Description	Type	PV Value	Area	Operator	Level
20082012:21:01:43	FCU0511_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
21082012:17:29:02	FCU0511_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Ekachai	255
21082012:17:29:04	FCU0511_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
20082012:22:05:01	FCU0505_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
22082012:16:30:09	FCU0505_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Prayat	255
22082012:16:30:11	FCU0505_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
20082012:19:33:03	FCUC402_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
21082012:17:29:22	FCUC402_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Prayat	255
21082012:17:29:24	FCUC402_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
22082012:01:24:22	FCUC505_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
23082012:18:37:02	FCUC505_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Kittichai	255
23082012:18:37:04	FCUC505_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
22082012:10:55:16	FCUC501_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
23082012:19:00:12	FCUC501_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Kittichai	255
23082012:19:00:14	FCUC501_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
22082012:05:15:15	FCU0508_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
23082012:19:00:42	FCU0508_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Kittichai	255
23082012:19:00:44	FCU0508_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
23082012:08:01:38	FCU0401_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
25082012:17:05:11	FCU0401_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Kittichai	255

ตารางที่ 19 รายงานการแจ้งเตือนสภาพกรองอากาศระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555 (ต่อ)

Date	Point	Description	Type	PV Value	Area	Operator	Level
25082012:17:05:42	FCU0401_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
25082012:18:07:40	FCUC405_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
26082012:16:39:32	FCUC405_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Kittichai	255
26082012:16:39:34	FCUC405_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
28082012:19:36:25	FCU0402_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
29082012:17:35:02	FCU0402_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Kittichai	255
29082012:17:35:04	FCU0402_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
28082012:11:22:22	FCUC502_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
30082012:17:45:22	FCUC502_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Prayat	255
30082012:17:45:24	FCUC502_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
31082012:17:18:43	FCU0404_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
01092012:18:02:59	FCU0404_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Prayat	255
01092012:18:03:01	FCU0404_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
31082012:01:35:18	FCU0409_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
02092012:17:00:11	FCU0409_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Prayat	255
02092012:17:00:12	FCU0409_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
01092012:08:06:42	FCU0504A_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
01092012:18:03:48	FCU0504A_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Prayat	255
01092012:18:03:51	FCU0504A_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
03092012:15:15:32	FCU0409A_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	

ตารางที่ 19 รายงานการแจ้งเตือนสภาพกรองอากาศระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2555 (ต่อ)

Date	Point	Description	Type	PV Value	Area	Operator	Level
04092012:16:38:52	FCU0409A_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Prayat	255
04092012:16:38:54	FCU0409A_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
04092012:16:45:39	FCU0404A_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
05092012:17:25:11	FCU0404A_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Prayat	255
05092012:17:25:13	FCU0404A_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
05092012:20:31:12	FCUC503_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
06092012:18:03:04	FCUC503_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Ekachai	255
06092012:18:03:06	FCUC503_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
06092012:05:31:42	FCUC403_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
08092012:16:48:12	FCUC403_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Ekachai	255
08092012:16:48:14	FCUC403_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
06092012:06:37:02	FCUC504_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
07092012:17:14:54	FCUC504_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Ekachai	255
07092012:17:14:56	FCUC504_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	
07092012:17:15:15	FCUC404_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	4th Floor	-	
07092012:17:15:17	FCUC404_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	4th Floor	Ekachai	255
07092012:16:35:42	FCUC404_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	4th Floor	-	
15092012:22:13:12	FCU0509A_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Alarm	5th Floor	-	
16092012:17:13:07	FCU0509A_FilAlmReset	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Reset	5th Floor	Ekachai	255
16092012:17:13:09	FCU0509A_FilAlm	Fan Coil Unit - Filter Alarm	Digital	Normal	5th Floor	-	