ลักษณะการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวม
กรณีศึกษา อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ

นายภคิน เอกอธิคม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

BREAKDOWNS AND MAINTENANCE COSTS OF CENTRALISED AIR-CONDITIONING SYSTEM: CASE STUDY OF KASIKORNBANK HEAD-OFFICE

Mr. Pakin Eakatikhom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ลักษณะการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวม กรณีศึกษา อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ
โดย	นายภคิน เอกอธิคม
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.เสริชย์ โชติพานิช

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิริยศิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสริชย์ โชติพานิช)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. ยศพร ลีลารัศมี)

ภคิน เอกอธิคม: ลักษณะการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวม กรณีศึกษา อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ. (BREAKDOWNS AND MAINTENANCE COSTS OF CENTRALISED AIR-CONDITIONING SYSTEM: CASE STUDY OF KASIKORNBANK HEAD-OFFICE) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.เสริชย์ โชติพานิช, 188 หน้า.

ระบบปรับอากาศแบบรวมชนิดที่ใช้เป็นเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) ซึ่งเป็นระบบประกอบอาคารหลักที่มีการติดตั้งในอาคารขนาดใหญ่จำนวนมากในประเทศไทย โดยที่ระบบปรับอากาศเป็นระบบที่มีความสำคัญต่อการทำงานในอาคาร และสภาพแวดล้อมในอาคาร เพื่อหลีกเลี่ยงการชำรุดที่อาจมีต่อการทำงานและผู้ใช้อาคาร ส่วนงานที่ทำหน้าที่บริหารทรัพย ากรกายภาพควรมีข้อมูลสถิติการชำรุด และค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบฯ เพื่อใช้ในการคาดการณ์และวางแผนล่วงหน้า การ ศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะ ศึกษาลักษณะการชำรุดของอุปกรณ์เครื่องจักร และค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวมที่เกิดช่วงเวลาต่างๆ รวมถึงแผนในการจัดเตรียมชิ้นส่วนทดแทนและงบประมาณการซ่อมแซม ซึ่งการศึกษานี้เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบตั้งแต่ส่วนประกอบ การบำรุงรักษา ผลจากการบำรุงรักษาซึ่งได้แก่ การชำรุดขัดข้อง ค่าซ่อมแซม เวลาที่ใช้ในการซ่อมแซม มาวิเคราะห์หาลักษณ ะที่เกิดขึ้น รวมถึงการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของระบบในแต่ละช่วงเวลา

จากการศึกษา ระบบปรับอากาศแบบรวมของอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ ในช่วงการทำงานของระบบปีที่ 1-14 พบว่าระบบฯ มีแผนและการดูแลบำรุงรักษาทั้งจากช่างประจำอาคาร และช่างผู้เชี่ยวชาญภายนอกเป็นวงรอบชัดเจนอย่างต่อเนื่อง ผลจากการบำรุงรักษาระบบฯ ก็ยังคงมีการชำรุดขัดข้องตั้งแต่ปีแรกที่มีการใช้งาน ซึ่งต้องมีการซ่อมแซมแก้ไขหรือจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนเกิดเป็นค่าใช้จ่ายขึ้นในแต่ปี

การศึกษานี้มีข้อค้นพบสำคัญ คือ ลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อช่วงเวลาการใช้งานมากขึ้น โดยในช่วง 3-6 ปีแรกมีอัตราการชำรุดที่เพิ่มสูงกว่าในช่วงอื่น หลังจากนั้นการชำรุดเกิดขึ้นในอัตราที่ใกล้เคียงกันในแต่ละปีจนกระทั่งเพิ่มขึ้นสูงสุดในปีที่ 13 เมื่อจำแนกเครื่องจักรในระบ บฯ ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1. Chiller 2. Cooling Tower 3. Pump 4. Air Handling Unit การชำรุดส่วนใหญ่เกิดขึ้นในส่วนของ Pump และ Air Handling Unit มากกว่าร้อยละ 80 ซึ่งในส่วนของค่าซ่อมแซมแต่ละปีมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการใช้งานเช่นกัน ซึ่งมีปัจจั ยมาจากจำนวนการชำรุดและค่าซ่อมแซมของอุปกรณ์เครื่องจักรแต่ละประเภทที่ไม่เท่ากัน โดยพบว่าถึงแม้ Cooling Tower จะมีจำนวนอุปกรณ์และจำนวนการชำรุดน้อย แต่ก็มีค่าจ่ายการซ่อมแซมที่สูงกว่าส่วนประกอบระบบฯ กลุ่มอื่น เนื่องจาก Cooling Tower มีการเสื่อมสภาพไม่สามา รถซ่อมหรือใช้งานต่อไปได้ ต้องมีการเปลี่ยนทดแทนในปีที่ 11-12 จากการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ (Reliability) เมื่อมีการชำรุดเกิดขึ้นค่า Reliability มีการลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ในปีที่ 5 จนไม่มีความน่าเชื่อถือเลย แสดงให้เห็นว่าระบบฯ มีความเสี่ยงชำรุดขัดข้องขึ้นได้ตลอดเวลา ซึ่งการเพิ่ม Reliability ให้กับระบบฯ จึงเป็นเรื่องที่ต้องดำเนินการ

การศึกษานี้จึงมีข้อเสนอแนะว่า การเก็บรวบรวมข้อมูลการชำรุดขัดข้องหรือบันทึกประวัติของระบบฯ อย่างเป็นระบบเป็นเรื่องสำคัญ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์สภาพของระบบในปัจจุบัน ทำให้ทราบลักษณะของการชำรุดที่เกิดขึ้นและการจัดเตรียมงบประมาณสำหรับการซ่อมแซม และจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนในส่วนของ Power and Control ของ Chiller ในทุก 6 ปี การเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องสูบน้ำเย็นในทุก 8 ปี และการจัดเปลี่ยนเครื่องผึ่งลมเย็นใ หม่ในปีที่ 11 ซึ่งนำไปสู่การวางแผนหรือเตรียมการที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับความเป็นจริง

ภาควิชา: สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา: สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา: 2554

5374286025: MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS: BREAKDOWNS AND MAINTENANCE / CENTRALIZED AIR CONDITIONING SYSTEM

PAKIN EAKATIKHOM: BREAKDOWNS AND MAINTENANCE COSTS OF CENTRALISED AIR-CONDITIONING SYSTEM: CASE STUDY OF KASIKORNBANK HEAD-OFFICE. ADVISOR: ASSOC. PROF. SARICH CHOTIPANICH, Ph.D., 188 pp.

A water-chiller air Conditioning (A/C) system is one of the most used centralized A/C type found in large buildings in Bangkok. Due to its importance to condition and environment within workplace, maintenance work was regarded as an critical function. In order to manage the maintenance work effectively and avoid interruptions of business operation due to A/C breakdowns, however, Facility Management team needs information about system breakdown for predicting and planning on necessary maintenance and replacements in advance. In doing so, this research was undertaken to gain insights about the behaviours of breakdown and expenses incurred related to this type of A/C system. To conduct the study, the research adopted an approach of longitudinal study by collecting data from a real case study. A head-office of Kasikorn Bank was selected as a case study due to availability and accessibility to the data. The case provided a full picture of maintenance works, breakdown and repair records and expenses of 14 years of it's A/C operations.

The investigation found that although having regular preventive maintenance service undertaken by in-house team and external specialists, the system was appeared to have downtime from the early years of and required to do repairs and replacement every year. This study found that the number of breakdown of the system tended to increase in relation to time of use. The breakdown had high numbers during year 3 to year 6, and had become far lower and less fluctuate afterwards until year 12. The highest number of breakdowns was found at year 13. More than 80% of breakdowns involved 'Pump' and 'Air-Handling unit'. Interestingly, with its far less number of breakdown 'Cooling Tower' had the highest cost of maintenance and repairs. This was because the breakdowns of 'Cooling Tower' were mostly unrepairable and would required replacement, especially in year 11 and 12, in which had significant cost. According to a result of reliability analysis, the reliability of the system in total rapidly decreased from year 5 onwards indicating significant increase of risk unforeseen breakdowns. Nevertheless, the study found that the system's reliability became high again when there was an installation of back-up equipment in year 12.

In conclusion, the study suggests that any building using this type of A/C system should prepare replacement of power and control equipment in chiller at every 6 year, whole chilled pump part at every 8 year, and new cooling tower at year 11. In addition, any FM team must establish an specific database system of A/C system. With proficient database, FM team will be able to effectively plan and prepare action and budgets for A/C maintenance in which will reduce the risk of system breakdown and business interruption.

Department: Architecture Student's Signature .....

Field of Study: Architecture Advisor's Signature .....

Academic Year: 2011

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางตลอดจนความอนุเคราะห์ต่างๆ อย่างดีจากผู้มีพระคุณหลายท่านดังนี้

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร .เสริชย์ โชติพานิช ที่ให้คำชี้แนะแนวทางและแก้ไขปัญหาระหว่างการดำเนินการวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ประธานและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ให้เกียรติ และสละเวลาอันมีค่าในการร่วมเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

บุคคลากรและเจ้าหน้าที่ที่ดูแลโรงอาหารของกรณีศึกษาทุกท่าน ที่ให้ข้อมูล คำแนะนำและให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี

หัวหน้างานและเพื่อร่วมงานในบริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ รวมถึงฝ่ายบริหารอาคารและงานกลาง ธนาคารกสิกรไทย ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

พี่และเพื่อนร่วมรุ่นทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ

สุดท้ายครอบครัวที่เข้าใจและให้กำลังใจตลอดเวลา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย 4

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 4

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย 5

1.8 กระบวนการการศึกษา 13

1.9 ผังแสดงกระบวนการ 14

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **15**

2.1 แนวคิดและทฤษฎี 15

2.1.1 ระบบปรับอากาศ 15

2.1.2 การจัดการบำรุงรักษาโดยใช้ Reliability เป็นศูนย์กลาง 20

2.1.3 การวิเคราะห์ประวัติการชำรุดและความน่าเชื่อถือ 22

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

หน้า

บทที่ 3 การบำรุงรักษาและผลการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม 13

3.1 ข้อมูลอาคาร..... 27

3.2 ระบบปรับอากาศของอาคารกรณีศึกษา..... 30

3.3 การทำงานของระบบปรับอากาศแบบรวม..... 41

3.4 การบำรุงรักษาระบบ..... 44

3.5 ผลการบำรุงรักษาระบบ..... 56

บทที่ 4 ผลกาวิเคราะห์ข้อมูล ..... … 27

4.1 ลักษณะการชำรุด 74

- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) 77
- เครื่องสูบน้ำ (Pump) 83
- หอผึ่งลมเย็น (Cooling Tower) 89
- เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) 93

4.2 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม..... 99

- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) 101
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำ (Pump) 102
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหอผึ่งลมเย็น (Cooling Tower) 104
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) 105

4.3 ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของระบบปรับอากาศแบบรวม..... 107

- ความน่าเชื่อถือเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) 109
- ความน่าเชื่อถือเครื่องสูบน้ำ (Pump) 110
- ความน่าเชื่อถือหอผึ่งลมเย็น (Cooling Tower) 111
- ความน่าเชื่อถือเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) 112

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ **114**

5.1 สรุปผลการศึกษา 114

5.1.1 ลักษณะการชำรุดในระบบปรับอากาศแบบรวม 114

- ลักษณะการชำรุดเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) 114
- ลักษณะการชำรุดเครื่องสูบน้ำ (Pump) 115
- ลักษณะการชำรุดหอผึ่งลมเย็น (Cooling Tower) 116
- ลักษณะการชำรุดเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) 117

5.1.2 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมในระบบปรับอากาศแบบรวม 119

- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) 120
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำ (Pump) 120
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหอผึ่งลมเย็น (Cooling Tower) 120
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) . 120

5.2 อภิปรายผลการศึกษา..... 122

5.3 ข้อเสนอแนะ 131

รายการอ้างอิง 132

ภาคผนวก 134

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 188

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	สรุปรายการเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม	38
3.2	ตารางการจัดชุดการทำงานของเครื่องจักร	43
3.3	รายละเอียดงานบำรุงรักษา	46
4.1	การเปรียบเทียบจำนวนเครื่องจักรกับจำนวนการชำรุดที่เกิดขึ้นในปีที่ 1-14 ...	77
4.2	การเปรียบเทียบจำนวนเครื่องจักรกับค่าซ่อมแซมที่เกิดขึ้นในปีที่ 1-14	100
4.3	Reliability ของ Chiller ปีที่ 1-14	109
4.4	Reliability ของ Pump ปีที่ 1-14	110
4.5	Reliability ของ Cooling tower ปีที่ 1-14	111
4.6	Reliability ของ Air Handling Unit ปีที่ 1-14	112
4.7	Reliability ของระบบปรับอากาศแบบรวม ปีที่ 1-14	113

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	วงจรการทำความเย็น	2
1.2	Technical Data – Equipment Record	7
1.3	ระบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์	8
1.4	เอกสารการแจ้งซ่อม	9
1.5	รายงานสรุปผลการปฏิบัติงานประจำเดือนของระบบปรับอากาศ	10
1.6	รายงานสรุปค่าใช้จ่ายการซ่อมแซมประจำปี	11
2.1	เครื่องทำน้ำเย็น	15
2.2	ระบบปรับอากาศชนิดเครื่องทำน้ำเย็นและระบายความร้อนด้วยน้ำ	16
2.3	ระบบปรับอากาศชนิดทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ	17
2.4	การทำงานของระบบปรับอากาศชนิดเครื่องทำน้ำเย็นและระบายความร้อนด้วยอากาศ	17
2.5	ระบบปรับอากาศชนิดชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ	18
2.6	การทำงานของระบบปรับอากาศชนิดชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ	18
2.7	ระบบปรับอากาศชนิดแยกส่วน	19
2.8	การทำงานของระบบปรับอากาศชนิดแยกส่วน	19
2.9	อัตราการเสียในเครื่องจักร (Failure Rate) ของ Bathtub Curve	21
3.1	อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ	28
3.2	การใช้พื้นที่ภายในอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ	29
3.3	ผังแสดงสถานการณ์ทำงานของระบบปรับอากาศผ่านโปรแกรม CCN	30
3.4	เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)	31
3.5	ส่วนประกอบและวัฏจักรการทำงานสารทำความเย็นของ Chiller	31
3.6	Chilled Water Pump - CHP1	32
3.7	Chilled Water Pump – CHP2	32
3.8	Heat Exchangers Pump - HXP	33
3.9	Condenser Water Pump – COP	33
3.10	ระบบล้างตะกรันในชุดหล่อเย็นอัตโนมัติ (Ball Cleaning)	34

ภาพที่ หน้า

3.11 Cooling Tower – CT 35
3.12 Packaged Air Unit 35
3.13 Built up Air Unit 36
3.14 ส่วนประกอบ Built up Air Unit 36
3.15 การทำงาน Built up Air Unit 37
3.16 การทำงาน Fan Coil Unit 37
3.17 ภาพวงจรระบบปรับอากาศแบบรวม 42
3.18 แผนผังการทำงานของระบบปรับอากาศของอาคารฯ 42
3.19 ส่วนประกอบของเครื่องทำน้ำเย็น Chiller 57
3.20 การอุดตันของ Tube ใน Condenser 57
3.21 Condenser Pressure Transducer 58
3.22 Differential Pressure Switch 58
3.23 Pressure Relief Valve 58
3.24 การรั่วของสารทำความเย็นที่ Terminal Compressor 59
3.25 Control Oil Pump Transformer ชำรุด 59
3.26 Discharge Temperature Sensor Error 59
3.27 Oil Pressure Transducer & Cable Error..... 60
3.28 Motor Actuator 60
3.29 Inlet Guide Vane 60
3.30 Motor Short Turn 61
3.31 Thrust Bearing Temperature Sensor 61
3.32 Oil Filter 61
3.33 Water Temperature Sensor 62
3.34 Differential Pressure Switch 62
3.35 Pressure Transducer Error 63
3.36 Starter Management Module (SMM) Error..... 63
3.37 Local Interface Display Control Panel (LID) Error..... 63
3.38 Processor Senser Input/Output Module (PSIO) Error 64

ภาพที่		หน้า
3.39	Magnetic Starter Short Circuit	64
3.40	Main Breaker Short Circuit	64
3.41	การผุกร่อน Foundation	65
3.42	เครื่องสูบน้ำ (Pump)	65
3.43	Pump Casing	65
3.44	Coupling Joint	66
3.45	Rubber Joint	66
3.46	Motor Turn Ground	67
3.47	Foundation Corrosion	67
3.48	Flexible Joint	68
3.49	Motorize Valve	68
3.50	Motor	69
3.51	Fan	70
3.52	Motorize Valve	70
3.53	Variable Air Volume (VSD)	71
3.54	Motor	71
3.55	Power and Control	72
3.56	Filter	72
3.57	Coil	73
4.1	Reliability Block Diagram ของระบบปรับอากาศแบบรวม	108
5.1	ลักษณะการชำรุดของระบบปรับอากาศแบบรวม ปีที่ 1-14	118
5.2	การชำรุดของระบบปรับอากาศแบบรวมในส่วนต่างๆ ปีที่ 1-14	119
5.3	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมของระบบปรับอากาศแบบรวม ปีที่ 1-14	121
5.4	ผังการชำรุดของระบบปรับอากาศแบบรวม	124
5.5	แนวทางการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนของ Chiller ปีที่ 1-14	127
5.6	แนวทางการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนของ Pump ปีที่ 1-14	128
5.7	แนวทางการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนของ Cooling Tower ปีที่ 1-14	129
5.8	แนวทางการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนของ Cooling Tower ปีที่ 1-14	130

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
4.1	จำนวนครั้งการชำรุดรวมทั้งระบบ ช่วงปีที่ 1-14	74
4.2	สัดส่วนจำนวนเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม	75
4.3	สัดส่วนจำนวนครั้งการชำรุดในระบบ ช่วงปีที่ 1-14	76
4.4	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม	76
4.5	จำนวนครั้งการชำรุดใน Chiller ช่วงปีที่ 1-14	77
4.6	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดใน Chiller	78
4.7	สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ในส่วนของ Chiller	78
4.8	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Chiller จาก Power and Control	79
4.9	สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Power and Control ใน Chiller	79
4.10	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Chiller จาก Compressor	80
4.11	สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Compressor ใน Chiller	80
4.12	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Chiller จาก Condenser	81
4.13	สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Condenser ใน Chiller	81
4.14	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Chiller จาก Cooler	82
4.15	สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Cooler ใน Chiller	82
4.16	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Chiller จาก Foundation	83
4.17	จำนวนครั้งการชำรุดในส่วนของ Pump ช่วงปีที่ 1-14	83
4.18	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดใน Pump	84
4.19	สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ใน Pump	84
4.20	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Pump จาก Pump Casing	85
4.21	สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Pump Casing ใน Pump	85
4.22	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Pump จาก Motor	86
4.23	สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motor ใน Pump	86
4.24	ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Pump จาก Coupling Joint	87
4.25	สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Coupling Joint ใน Pump	87
4.26	ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Foundation ใน Pump	88

แผนภูมิที่ หน้า

4.27 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Pump จาก Power and Control 88

4.28 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Power and Control ใน Pump 89

4.29 จำนวนครั้งการชำรุดในส่วนของ Cooling Tower ช่วงปีที่ 1-14 89

4.30 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ใน Cooling Tower 90

4.31 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ใน Cooling Tower 90

4.32 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Cooling Tower จาก Motorize Valve 91

4.33 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motorize Valve ใน Cooling Tower ... 91

4.34 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motor ใน Cooling Tower 92

4.35 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Cooling Tower จาก Motor 92

4.36 จำนวนครั้งการชำรุดของ Air Handling Unit 93

4.37 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ในส่วนของ Air Handling Unit 93

4.38 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของอุปกรณ์ในส่วนของ Air Handling Unit 94

4.39 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motor ใน Air Handling Unit 94

4.40 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motor ใน Air Handling Unit 95

4.41 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Filterใน Air Handling Unit 95

4.42 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ VSD ใน Air Handling Unit 96

4.43 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ VSD ใน Air Handling Unit 96

4.44 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Temperature Sensor ใน Air Handling Unit 96

4.45 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motorize Valve ใน Air Handling Unit 97

4.46 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motorize Valve ใน Air Handling Unit 97

4.47 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Coil ใน Air Handling Unit 98

4.48 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมรวมทั้งระบบ ช่วงปีที่ 1-14 99

4.49 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวม 100

4.50 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม Chiller ช่วงปีที่ 1-14 101

4.51 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Chiller 102

แผนภูมิที่		หน้า
4.52	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Chiller ในช่วงปีที่ 1-14	102
4.53	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม Pump ช่วงปีที่ 1-14	103
4.54	สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Pump	103
4.55	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Pump ในช่วงปีที่ 1-14	103
4.56	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม Cooling Tower ช่วงปีที่ 1-14	104
4.57	สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Cooling Tower	104
4.58	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Cooling Tower ในช่วงปีที่ 1-14	105
4.59	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม AHU ช่วงปีที่ 1-14	105
4.60	สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ AHU	106
4.61	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ AHU ในช่วงปีที่ 1-14	106

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การที่อาคารสถานที่ถือเป็นทรัพยากรกายภาพ ที่สนับสนุนให้การประกอบกิจกรรมต่างๆ สามารถเกิดขึ้นและดำเนินไปได้ตามวัต ถุประสงค์ขององค์กร บาทบาทของอาคารสถานที่ในปัจจุบันจึงมีความสำคัญต่อองค์กรมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งนอกเหนือจากตัวอาคารแล้ว ระบบประกอบอาคารเป็นอีกส่วนหนึ่ง ที่ทำให้อาคารอยู่ในสภาพที่เหมาะสมแก่การใช้งาน สร้างความรู้สึกสะดวกสบายให้กับผู้มาใช้อาคาร ทำให้การดำเนินกิจกรรมต่างๆ สามารถดำเนินการได้ตามวัตถุประสงค์

ระบบประกอบอาคารมีอยู่ด้วยกันหลายส่วน ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและประเภทของอาคาร ซึ่งระบบที่มีความสำคัญในอาคารปัจจุบันที่ต้องมีการติดตั้งไว้ คือ ระบบปรับอากาศ เพื่อเป็นส่วนในการทำหน้าที่ รักษาสภาวะอากาศภายในอาคาร โดยการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความสะอาด และการกระจายลม ให้เกิดความรู้สึก สบายต่อผู้ที่เข้ามาใช้อาคารในสภาวะอากาศตามความต้องการ ทำให้การประกอบกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่สามารถกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

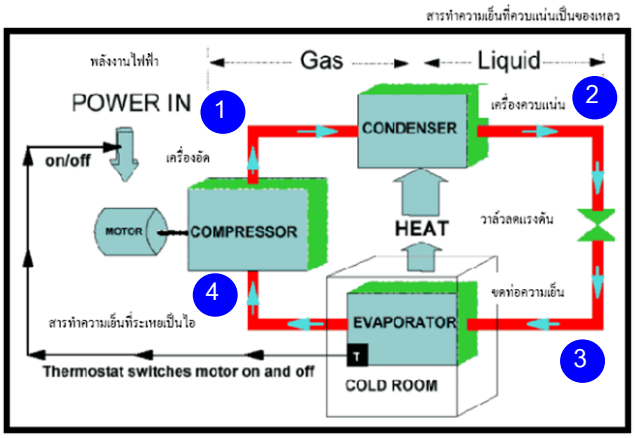
ระบบปรับอากาศ จึงนับว่าเป็นระบบประกอบอาคารที่มีความจำ เป็นและสำคัญต่ออาคารอย่างยิ่ง ซึ่งในปัจจุบันระบบปรับอากาศมีให้เลือกใช้อย่างมากมายหลายชนิดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานและพื้นที่ โดยแต่ละชนิดอาศัยหลักการทำงานที่เหมือนกัน คือ การใช้คุณสมบัติในการระเหยของของเหลว และความร้อนแผงจากการระเหยคือ ความเย็นที่นำมาใช้ในระบบปรับอากาศ โดยของเหลวที่นิยมใช้กันในระบบปรับอากาศ คือ สารทำความเย็น (Refrigerant) ซึ่งสามารถแสดงวงจรทำความเย็นได้ตามภาพที่ 1.1 ประกอบด้วย 4 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการอัดสารทำความเย็น (Compression Process) เป็นกระบวนการสร้างแรงดันจนไอระเหย เมื่อความดันสูงขึ้นอุณหภูมิก็จะสูงขึ้น

2. กระบวนการควบแน่น (Condensation Process) สารทำความเย็นในสถานะไอถูกส่งผ่านท่อเพื่อระบายความร้อนโดยใช้อากาศหรือน้ำ ทำให้เกิดการควบแน่นเป็นของเหลว

3. กระบวนการขยายตัว (Expansion or Throttling Process) สารทำความเย็นในสถานะของเหลวอิ่มตัวจะถูกลดความดัน ทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิลดต่ำลง

4. กระบวนการระเหย (Evaporation Process) สารทำความเย็นอุณหภูมิต่ำ ถูกส่งผ่านแลกเปลี่ยนความร้อนก็จะระเหยกลายเป็นไอ



ภาพที่ 1.1 วงจรการทำความเย็น

(ที่มา : เอกสารประกอบการบรรยายของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

สำหรับในอาคารขนาดใหญ่ นิยมใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะห่างระหว่างส่วนระบายความร้อย (Condensing Unit) และส่วนจ่ายลมเย็น (Fan Coil Unit / Air Handling Unit) โดยใช้น้ำเป็นตัวกลางในการส่งผ่านความเย็น และใช้น้ำเป็นตัวระบายความร้อนอีกด้วย หรือที่เรียกระบบปรับอากาศประเภทนี้ว่า Water Cooled Water Chiller เนื่องจากเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าระบบปรับอากาศประเภทอื่น

ระบบปรับอากาศแบบรวม จึง เป็นระบบประกอบอาคารที่มีความสำคัญในอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งการที่ระบบ จะทำงานและตอบสนองการใช้อาคารได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ อุปกรณ์เครื่องจักรในระบบจึงต้องมีการดูแลและบำรุงรักษาอย่างถูกต้องเหมาะสม และเมื่อใช้งานเป็นระยะเวลานานอุปกรณ์เครื่องจักรก็จะมีการเสื่อมสภาพจากการหมดอายุการใช้งาน ทำให้ต้องมีการเปลี่ยนทดแทนตามระยะเวลา ดังนั้น ระบบจะสามารถตอบสนองความต้องดังกล่าวได้ตลอดเวลา โดยไม่มีการหยุดชะงักหรือเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์เครื่องจักรในระบบย่อมเป็นไปยาก หากผู้บริหารทรัพยากรกายภาพมีข้อมูลและทราบถึงพฤติกรรมการชำรุด ขัดข้องอันต้องการการเปลี่ยนทดแทนและซ่อมแซม ก็จะสามารถวางแผนการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทน

และการจัดเตรียมงบประมาณได้อย่างถูกต้อง ทำให้ลดความเสี่ยงอันเกิดจากการขัดข้องของเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม

แต่ที่ผ่านมาการศึกษาหรือข้อมูลในลักษณะนี้ในประเทศไทยหาได้ยาก เนื่องจากจากอาคารส่วนใหญ่ยังขาดการจัดเก็บข้อมูลของระบบหรือเครื่องจักรอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้ทำงานด้านนี้ขาดข้อมูลและแนวทางในการวางแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม ในอาคารขนาดใหญ่ โดยต้องอาศัยข้อมูลจากผู้ ผลิตหรือจากประสบการณ์ในการคาดการณ์ ซึ่งยังขาดข้อมูลที่เกิดจาการใช้งานของผู้ใช้ จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเกิดคำถามขึ้นว่า

- ลักษณะและช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์เครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวมเป็นอย่างไร
- ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวมมีลักษณะอย่างไร
- อาคารควรมีการจัดเตรียมชิ้นส่วนทดแทนและงบประมาณในการซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวมไว้ในช่วงเวลาใด และเป็นปริมาณเท่าใด

ดังนั้นการศึกษาดังกล่าวจึงต้องอาศัยข้อมูลการใช้งานของระบบปรับอากาศแบบรวมที่เกิดขึ้นจริง แล ะมีการจัดเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มมีการใช้งานระบบ ซึ่งอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ เป็นอาคารสำนักงานขนาดใหญ่ที่มีลักษณะการใช้อาคารแบบเจ้าของเดียว มีหน่วยงานที่รับผิดชอบในการบำรุงรักษาระบบประกอบอาคารอย่างชัดเจน และจัดเก็บข้อมูลการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบประกอบอาคาร ตั้งแต่เริ่มมีการเปิดใช้อาคารเต็มรูปแบบในปี 2540 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้สามารถทำการศึกษาลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นของระบบปรับอากาศแบบรวมได้

การศึกษานี้จะนำมาซึ่งความรู้ความเข้าใจในเรื่อง การชำรุดที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์เครื่องจักรของระบบปรับอากาศแบบรวม ทำให้ทราบลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นที่ในชิ้นส่วนต่างๆ ในแต่ละช่วงอายุของการใช้งาน รวมถึงค่าซ่อมแซมที่เกิดขึ้นด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารทรัพยากรกายภาพในการเตรียมการและวางแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะและช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์เครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม

2. เพื่อศึกษาค่าใช่จ่ายที่เกิดขึ้นในการซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องจักร ในระบบปรับอากาศแบบรวมในช่วงเวลาต่างๆ

3. เพื่อนำเสนอแผนในการจัดเตรียมชิ้นส่วนทดแทน และงบประมาณการซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาการชำรุดและค่าซ่อมแซมของอุปกรณ์เครื่องจักรหลัก ในระบบปรับอากาศแบบรวม ประเภทเครื่องทำน้ำเย็นที่อาศัยการระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller)

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลระบบปรับอากาศแบบรวมจากอาคารกรณีศึกษาเพียงอาคารเดียว เนื่องจากข้อมูลในลักษณะนี้มีการจัดเก็บหรือบันทึกไว้น้อยมาก ซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นแนวทางเบื้องต้นในการศึกษาลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นของระบบปรับอากาศแบบรวม อันเป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารทรัพยากรกายภาพที่นำไปใช้ในการจัดทำแผนบริหารจัดการ

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การชำรุด หมายถึง ลักษณะหรืออาการที่ปรากฏขึ้น ซึ่งมีการเสื่อมสภาพผิดไปจากมาตรฐานหรือค่าที่กำหนดไว้ ทำให้ระบบหรือเครื่องจักรหยุดการทำงาน ขาดประสิทธิภาพ สร้างความเสียหาย

2. ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม หมายถึง จำนวนเงินที่ต้องชำระเป็นค่าซ่อมแซมแก้ไข หรือจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนเพื่อให้อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนนั้นให้กลับมาใช้งานได้ตามปกติ

3. ระยะเวลาในการซ่อมแซม หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรเกิดการชำรุดจนกระทั่งซ่อมแซมแก้ไขแล้วเสร็จ

4. จำนวนการชำรุด หมายถึง จำนวนครั้งที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรเกิดการชำรุดขึ้นและซ่อมแซมจนแล้วเสร็จ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบลักษณะการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวม

2. ผู้บริหารทรัพยากรกายภาพสา มารถใช้เป็นแนวทางการวางแผนการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทน และการจัดเตรียมงบประมาณซ่อมแซมในแต่ละปีของระบบปรับอากาศแบบรวม

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงประจักษ์ (Empirical Research) โดยรวบรวมข้อมูลการชำรุดที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวม ตั้ งแต่ปีแรกของการใช้งานและต่อเนื่องตลอดการใช้งานระบบ เพื่อศึกษาหารูปแบบหรือลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้น โดยใช้กรณีศึกษาแบบ Critical Case ซึ่งมีข้อมูลที่สามารถแสดงลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศที่เกิดขึ้นได้ จากความต้องการปฏิบัติงานและจัดการด้าน อาคารสถานที่ในแต่ละช่วงอายุการใช้งานอาคาร พบว่าอาคารเมื่อมีอายุการใช้งานตั้งแต่ปีที่ 5-15 จะมีการดำเนินการซ่อมแซมปรับปรุง และจัดเปลี่ยนทดแทนระบบประกอบอาคาร [1] ข้อมูลที่จะใช้ทำการศึกษาจึงควรมีการจัดเก็บอย่างต่อเนื่องและมีช่วงระยะเวลาสอดคล้องกับหลักการข้างต้น

การศึกษานี้ จึงได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ได้มีการบันทึกลักษณะการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวมจากส่วนงานที่รับผิดชอบ ตั้งแต่ปีแรกที่ใช้อาคาร คือ ปี พ.ศ. 2540 ถึงปีที่ทำการศึกษาปี พ.ศ. 2553 รวม 14 ปี โดยมีกระบวนการในการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับระบบปรับอากาศแบบรวม

2. ศึกษาข้อมูลของอาคาร ลักษณะการใช้งานของอาคารของอาคารกรณีศึกษา เพื่อให้ทราบรูปแบบในการใช้อาคาร ความต้องการในการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวม

---

[1] เสริชย์ โชติพานิช, การบริหารทรัพยากรกายภาพ : หลักการและทฤษฎี (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553), หน้า 3-5.

3. ศึกษาองค์ประกอบของระบบปรับอากาศแบบรวม ประเภทเครื่องทำน้ำเย็นที่อาศัยการระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) ประกอบด้วย

3.1 ระบบประกอบด้วยเครื่องจักรประเภทใด

3.2 เครื่องจักรแต่ละประเภทมีชนิด ขนาด และจำนวนเป็นเท่าใด

ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของเครื่องจักรแต่ละประเภทในระบบ

4. ศึกษาการทำงานของระบบปรับอากาศแบบรวม

4.1 การกำหนดแผนในการเดินระบบ

4.2 การจัดชุดการทำงานเครื่องจักรในระบบ

ทำให้ทราบรูปแบบในการดำเนินการของระบบ ซึ่งมีผลต่อชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักร

5. ศึกษาการบำรุงรักษา

5.1 ส่วนงานที่รับผิดชอบในการบำรุงรักษา

5.2 แผนการบำรุงรักษา

5.3 วิธีการและวงรอบในการบำรุงรักษา

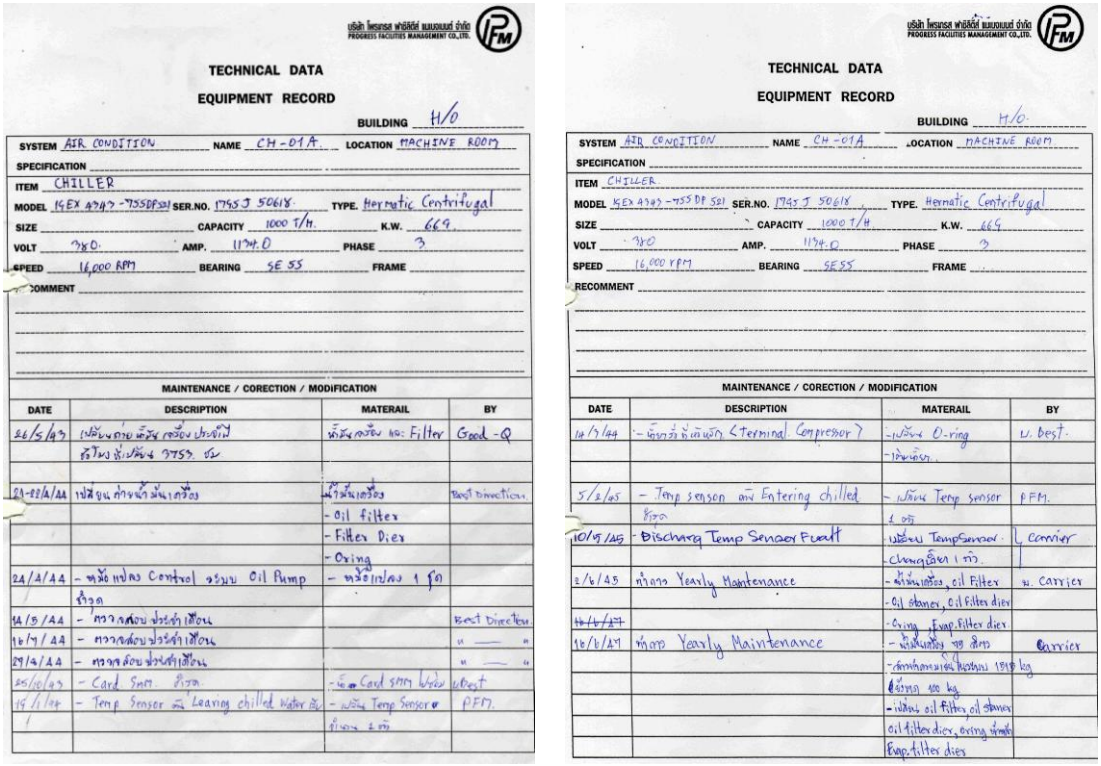
5.4 งบประมาณในการบำรุงรักษา

6. ศึกษาผลการบำรุงรักษา เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลการชำรุดที่เกิดขึ้นทั้งหมดในระบบตั้งแต่ปีที่ 1-14 ซึ่งได้มีการบันทึกรายการการชำรุดที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรจากส่วนงานที่รับผิดชอบมาใช้ในการวิเคราะห์หาลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้น คือ

6.1 การเก็บรวมข้อมูลการชำรุด

6.1.1 Technical Data – Equipment Record บันทึกการดำเนินการและการชำรุดของอุปกรณ์ โดยช่างประจำอาคารที่รับผิดชอบระบบ ตามภาพที่ 1.2 ทำให้ทราบข้อมูล คือ

- เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ชำรุด
- ช่วงเวลาที่ชำรุด
- การดำเนินการซ่อมแก้ไข



TECHNICAL DATA

EQUIPMENT RECORD

BUILDING H/O

SYSTEM AIR CONDITION NAME CH-01A LOCATION MACHINE ROOM

SPECIFICATION

ITEM CHILLER

MODEL 16EX 4343-755DP521 SER.NO. 1795J 50618 TYPE. Hermetic Centrifugal

SIZE CAPACITY 1000 T/H. K.W. 669

VOLT 380. AMP. 1134.0 PHASE 3

SPEED 16,000 RPM BEARING SE 55 FRAME

COMMENT

MAINTENANCE / CORECTION / MODIFICATION

DATE	DESCRIPTION	MATERAIL	BY
26/5/43	เปลี่ยนถ่าย เอ๊ยน เครื่อง ประจำปี	น้ำมันเครื่อง และ Filter	Good-Q
	ซื้อใหม่ เปลี่ยน 3755. ชม		
23-28/9/44	เปลี่ยน ถ่ายน้ำมันเครื่อง	น้ำมันเครื่อง	Carrier Direction
		- Oil filter	
		- Filter Dies	
		- Oring	
24/2/44	- หมั้อแปลง Control ระบบ Oil Pump	- หม้อแปลง 1 ลูก	
	ชำรุด		
14/5/44	- ทวางล้อบ ประจำเดือน		Carrier Direction
16/7/44	- ทวางล้อบประจำเดือน		" — "
29/9/44	- ทวางล้อบประจำเดือน		" — "
25/12/43	- Card Sens. ชำรุด	- เปลี่ยน Card sens ใหม่	Q.Best
15/1/44	- Temp Sensor วัด Leaving chilled Water ชำรุด	- เปลี่ยน Temp Sensor ใหม่	PFM.
		ชำรุด 1 ตัว	

TECHNICAL DATA

EQUIPMENT RECORD

BUILDING H/O.

SYSTEM AIR CONDITION NAME CH-01A LOCATION MACHINE ROOM

SPECIFICATION

ITEM CHILLER

MODEL 16EX 4343-755DP521 SER.NO. 1795J 50618 TYPE. Hermetic Centrifugal

SIZE CAPACITY 1000 T/H K.W. 669

VOLT 380 AMP. 1134.0 PHASE 3

SPEED 16,000 RPM BEARING SE 55 FRAME

RECOMMENT

MAINTENANCE / CORECTION / MODIFICATION

DATE	DESCRIPTION	MATERAIL	BY
16/7/44	- บู๊ชรับน้ำหนักพิก (Terminal Compressor)	- เปลี่ยน O-ring	V. best.
		- เปลี่ยนบู๊ช	
5/2/45	- Temp sensor ตัว Entering chilled	- เปลี่ยน Temp sensor	PFM.
	ชำรุด	1 ตัว	
10/5/45	- Discharg Temp Sensor Fault	เปลี่ยน Temp sensor	Carrier
		Charge น้ำยา 1 ถัง.	
2/6/45	ทำการ Yearly Maintenance	- น้ำมันเครื่อง, oil Filter	V. Carrier
		- Oil stoner, Oil Filter dier	
14/6/45		- Oring, Evap. Filter dier	
16/6/45	ทำการ Yearly Maintenance	- น้ำมันเครื่อง ของ สีทอง	Carrier
		- สารทำความเย็น R134a 1918 kg	
		ถังทอง 400 kg	
		- เปลี่ยน oil filter, oil stoner	
		oil filter dier, oring ทั้งหมด	
		Evap. filter dies	

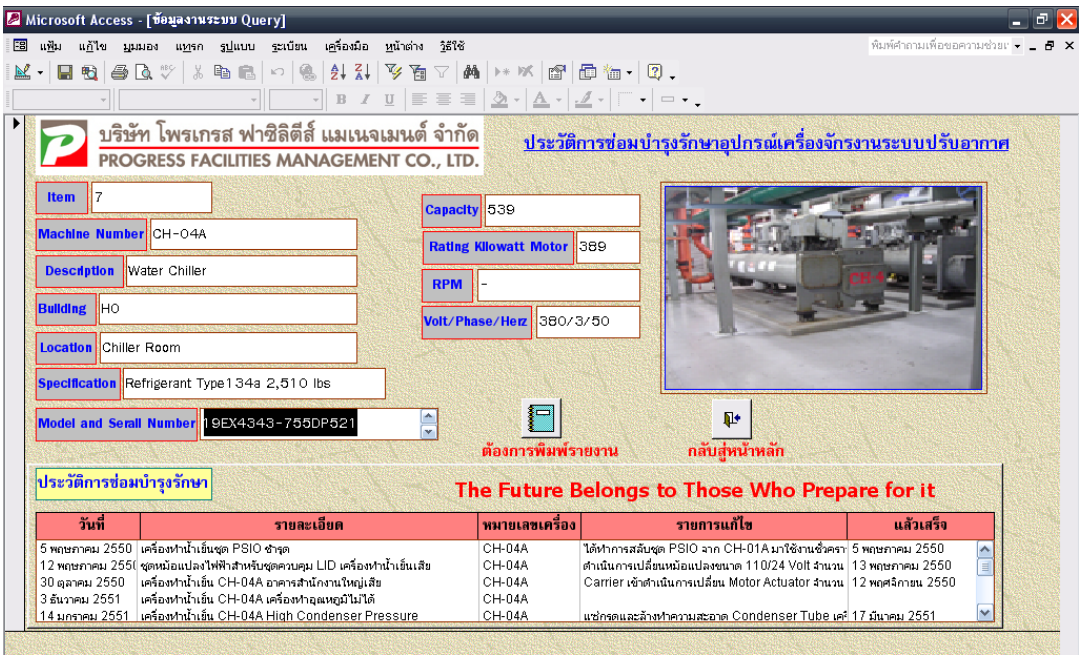
ภาพที่ 1.2 Technical Data – Equipment Record

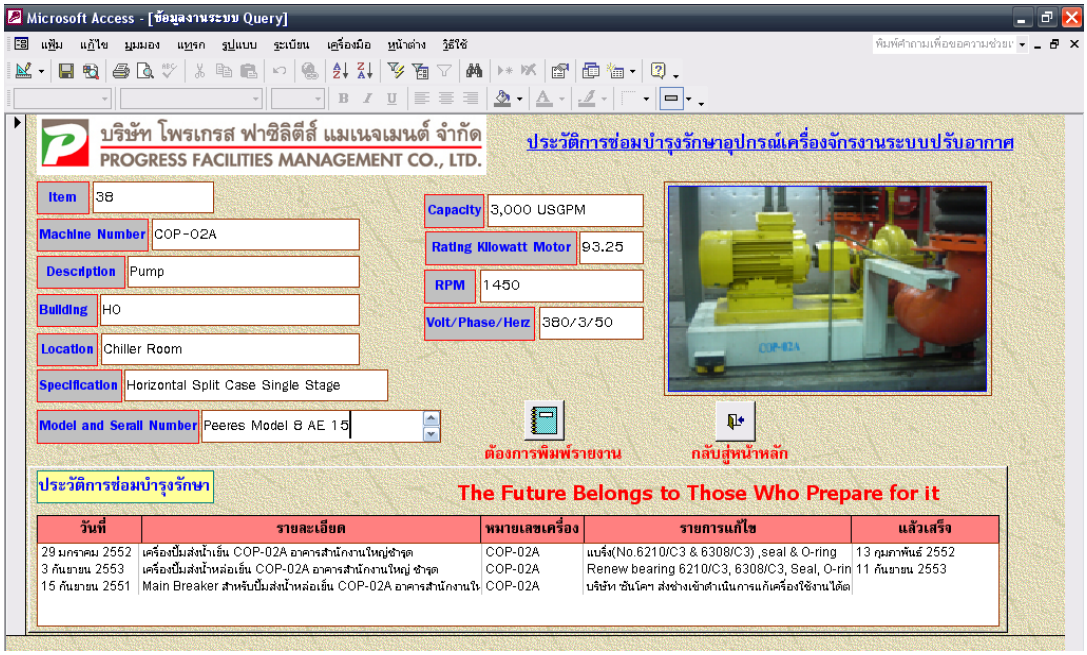
(ที่มา : แผนกสาธารณูปโภค ส่วนบริหารอาคารราษฎร์บูรณะ

บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด)

6.1.2 ระบบฐานข้อมูลประวัติเครื่องจักร ในระบบคอมพิวเตอร์ (Microsoft Office Access) ซึ่งช่างประจำอาคารจัดทำขึ้นเพื่อความสะดวกในการจัดเก็บประวัติเครื่องจักรและการสืบค้นข้อมูล เมื่อมีดำเนินการใดๆกับตัวเครื่องจักร เช่น การซ่อมบำรุง การซ่อมแก้ไข การจัดเปลี่ยนชิ้นส่วน ทำให้ทราบข้อมูล คือ

- เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ชำรุด
- ช่วงเวลาที่ชำรุด
- การดำเนินการซ่อมแก้ไข
- วันที่ดำเนินการซ่อมแก้ไขแล้วเสร็จ





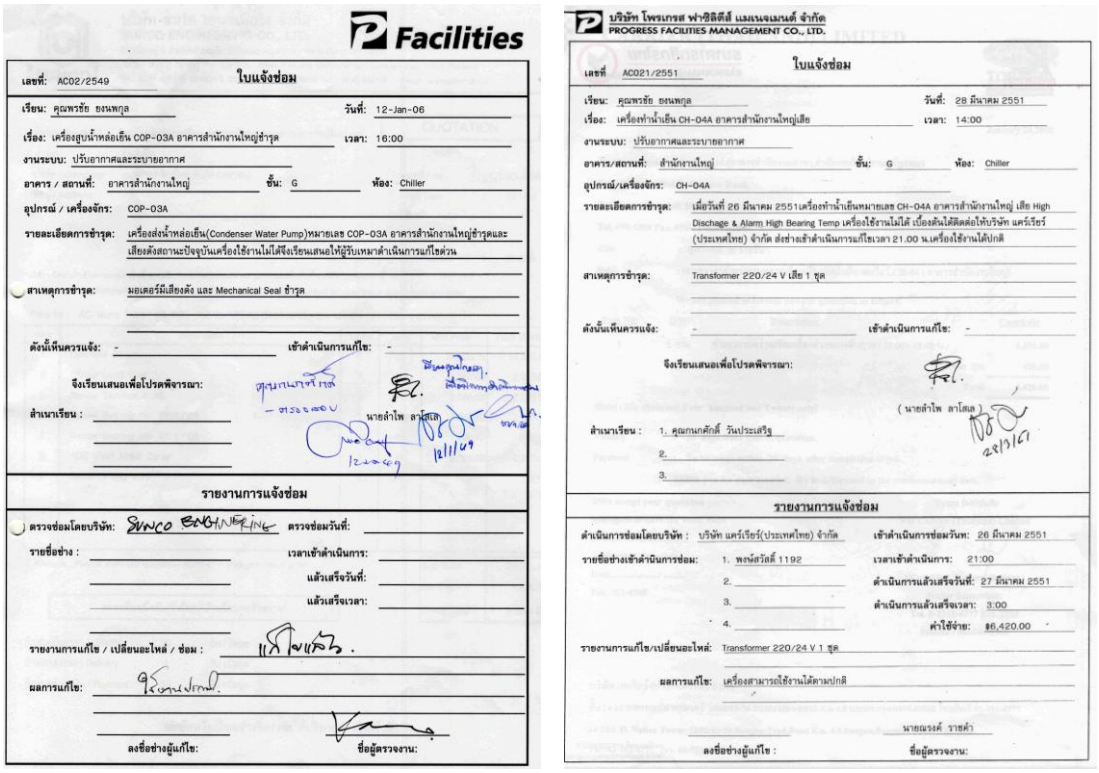
ภาพที่ 1.3 ระบบฐานข้อมูลระบบคอมพิวเตอร์ (Microsoft Office Access)

(ที่มา : แผนกสาธารณูปโภค ส่วนบริหารอาคารราษฎร์บูรณะ

บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด)

6.1.3 ใบแจ้งซ่อม รายการแจ้งงานซ่อมเมื่ออุปกรณ์เครื่องจักรมี การชำรุด ซึ่งต้องใช้ช่างผู้เชี่ยวชาญ หรือต้องจัดซื้อชิ้นส่วนเพื่อเปลี่ยนทดแทน โดยช่างประจำอาคารเป็นผู้แจ้งไปยังธนาคารเพื่อดำเนินการจัดหาผู้รับเหมาหรือจัดซื้ออุปกรณ์ชิ้นส่วน ทำให้ทราบข้อมูล คือ

- เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ชำรุด
- ช่วงเวลาที่ชำรุด
- การดำเนินการซ่อมแก้ไข
- วันที่ดำเนินการซ่อมแก้ไขแล้วเสร็จ
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม



Facilities

ใบแจ้งซ่อม

เลขที่: AC02/2549

เรียน: คุณพรชัย ธนพกุล วันที่: 12-Jan-06

เรื่อง: เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น COP-03A อาคารสำนักงานใหญ่ชำรุด เวลา: 16:00

งานระบบ: ปรับอากาศและระบายอากาศ

อาคาร / สถานที่: อาคารสำนักงานใหญ่ ชั้น: G ห้อง: Chiller

อุปกรณ์ / เครื่องจักร: COP-03A

รายละเอียดการชำรุด: เครื่องส่งน้ำหล่อเย็น(Condenser Water Pump)หมายเลข COP-03A อาคารสำนักงานใหญ่ชำรุดและเสียงดังสถานะปัจจุบันเครื่องใช้งานไม่ได้จึงเรียนเสนอให้ผู้รับเหมาดำเนินการแก้ไขด่วน

สาเหตุการชำรุด: มอเตอร์มีเสียงดัง และ Mechanical Seal ชำรุด

ดังนั้นเห็นควรแจ้ง: - เข้าดำเนินการแก้ไข: -

จึงเรียนเสนอเพื่อโปรดพิจารณา:

นายลำไพ ลาโสม

สำเนาเรียน :

รายงานการแจ้งซ่อม

ตรวจซ่อมโดยบริษัท: SUNCO ENGINEERING ตรวจซ่อมวันที่:

รายชื่อช่าง : เวลาเข้าดำเนินการ:

แล้วเสร็จวันที่:

แล้วเสร็จเวลา:

รายงานการแก้ไข / เปลี่ยนอะไหล่ / ซ่อม :

ผลการแก้ไข:

ลงชื่อช่างผู้แก้ไข: ชื่อผู้ตรวจงาน:

บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด
PROGRESS FACILITIES MANAGEMENT CO., LTD.

ใบแจ้งซ่อม

เลขที่ AC021/2551

เรียน: คุณพรชัย ธนพกุล วันที่: 28 มีนาคม 2551

เรื่อง: เครื่องทำน้ำเย็น CH-04A อาคารสำนักงานใหญ่เสีย เวลา: 14:00

งานระบบ: ปรับอากาศและระบายอากาศ

อาคาร/สถานที่: สำนักงานใหญ่ ชั้น: G ห้อง: Chiller

อุปกรณ์/เครื่องจักร: CH-04A

รายละเอียดการชำรุด: เมื่อวันที่ 26 มีนาคม 2551เครื่องทำน้ำเย็นหมายเลข CH-04A อาคารสำนักงานใหญ่ เสีย High Dischage & Alarm High Bearing Temp เครื่องใช้งานไม่ได้ เบื้องต้นได้ติดต่อให้บริษัท แคร์เรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด ส่งช่างเข้าดำเนินการแก้ไขเวลา 21.00 น.เครื่องใช้งานได้ปกติ

สาเหตุการชำรุด: Transformer 220/24 V เสีย 1 ชุด

ดังนั้นเห็นควรแจ้ง: - เข้าดำเนินการแก้ไข: -

จึงเรียนเสนอเพื่อโปรดพิจารณา:

(นายลำไพ ลาโสม)

สำเนาเรียน : 1. คุณกนกศักดิ์ วันประเสริฐ

2.

3.

รายงานการแจ้งซ่อม

ดำเนินการซ่อมโดยบริษัท : บริษัท แคร์เรียร์(ประเทศไทย) จำกัด เข้าดำเนินการซ่อมวันที่: 26 มีนาคม 2551

รายชื่อช่างเข้าดำเนินการซ่อม: 1. พงษ์สวัสดิ์ 1192 เวลาเข้าดำเนินการ: 21:00

2. ดำเนินการแล้วเสร็จวันที่: 27 มีนาคม 2551

3. ดำเนินการแล้วเสร็จเวลา: 3:00

4. ค่าใช้จ่าย: ฿6,420.00

รายงานการแก้ไข/เปลี่ยนอะไหล่: Transformer 220/24 V 1 ชุด

ผลการแก้ไข: เครื่องสามารถใช้งานได้ตามปกติ

นายณรงค์ รายดำ

ลงชื่อช่างผู้แก้ไข : ชื่อผู้ตรวจงาน:

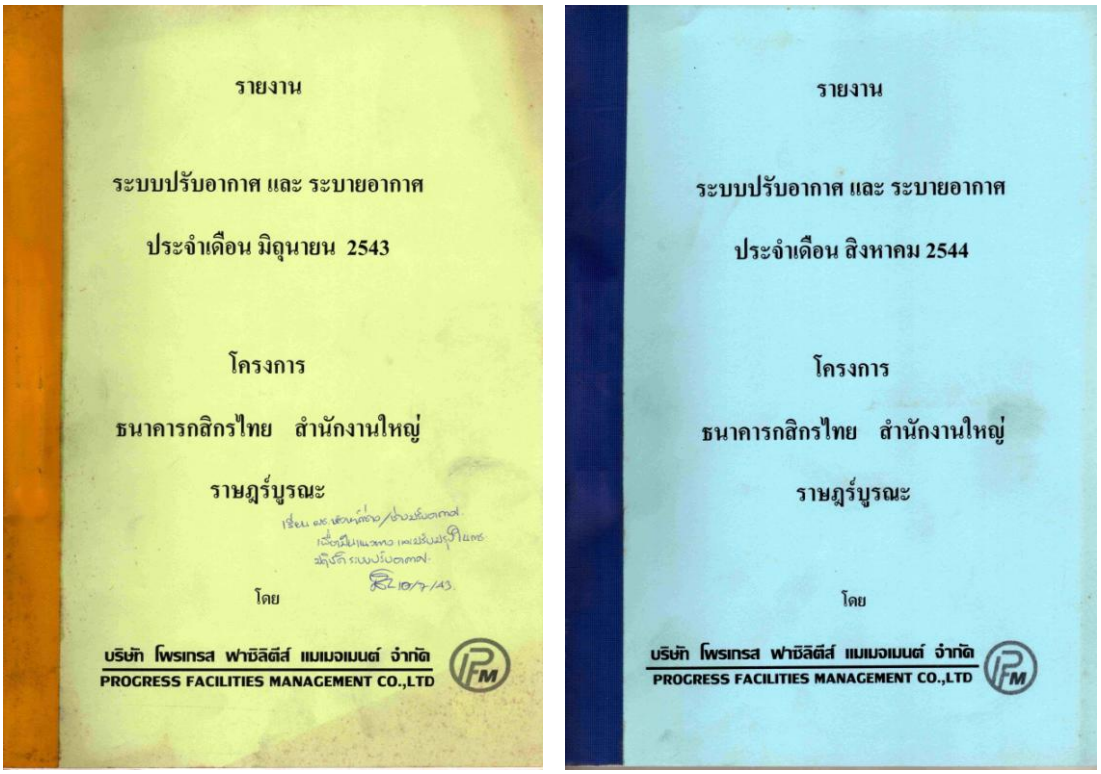
ภาพที่ 1.4 เอกสารการแจ้งซ่อม

(ที่มา : แผนกสาธารณูปโภค ส่วนบริหารอาคารราษฎร์บูรณะ

บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด)

6.1.4 รายงานสรุปผลการปฏิบัติงานประจำเดือน ซึ่งทางบริ ษัทผู้ให้บริการงานบริหารอาคารสรุปผลการปฏิบัติงานประเดือนเสนอทางธนาคารพิจารณา ทำให้ทราบข้อมูล คือ

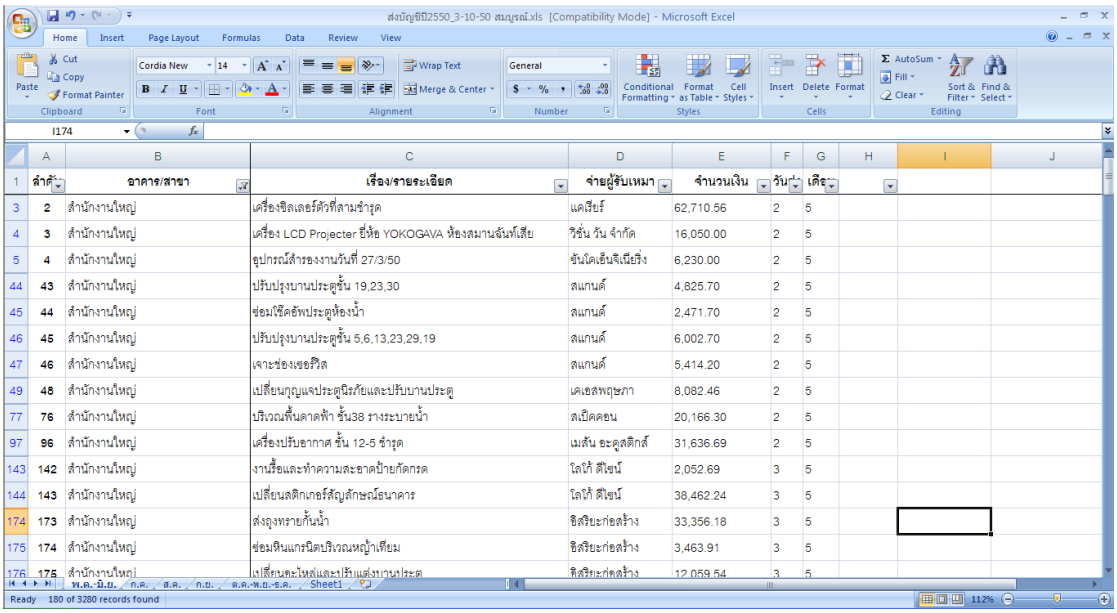
- เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ชำรุด
- ช่วงเวลาที่ชำรุด
- การดำเนินการซ่อมแก้ไข
- วันที่ดำเนินการซ่อมแก้ไขแล้วเสร็จ



ภาพที่ 1.5 รายงานสรุปผลการปฏิบัติงานประจำเดือนของระบบปรับอากาศ
(ที่มา : แผนกสาธารณูปโภค ส่วนบริหารอาคารราษฎร์บูรณะ
บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด)

6.1.5 รายงานสรุปค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงประจำปี ฝ่ายงานที่รับผิดชอบการดูแลและบำรุงรักษาระบบประกอบอาคาร มีการสรุปรายการค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นไปของทางธนาคาร ทำให้ทราบข้อมูล คือ

- เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ชำรุด
- การดำเนินการซ่อมแก้ไข
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม



ลำดับ	อาคาร/สาขา	เรื่อง/รายละเอียด	จ่ายผู้รับเหมา	จำนวนเงิน	วันที่	เดือน
2	สำนักงานใหญ่	เครื่องพิมเลอร์ตัวที่สามชำรุด	แคเรียร์	62,710.56	2	5
3	สำนักงานใหญ่	เครื่อง LCD Projecter ยี่ห้อ YOKOGAVA ห้องสมานฉันท์เสีย	วิชั่น วัน จำกัด	16,050.00	2	5
4	สำนักงานใหญ่	อุปกรณ์สำรองงานวันที่ 27/3/50	ซันโคเอ็นจิเนียริ่ง	6,230.00	2	5
43	สำนักงานใหญ่	ปรับปรุงบานประตูชั้น 19,23,30	สแกนด์	4,825.70	2	5
44	สำนักงานใหญ่	ซ่อมโช๊คอัพประตูห้องน้ำ	สแกนด์	2,471.70	2	5
45	สำนักงานใหญ่	ปรับปรุงบานประตูชั้น 5,6,13,23,29,19	สแกนด์	6,002.70	2	5
46	สำนักงานใหญ่	เจาะช่องเซอร์วิส	สแกนด์	5,414.20	2	5
48	สำนักงานใหญ่	เปลี่ยนกุญแจประตูนิรภัยและปรับบานประตู	เคเอสพฤษภา	8,082.46	2	5
76	สำนักงานใหญ่	บริเวณพื้นลาดห้า ชั้น38 รางระบายน้ำ	สเปิคคอน	20,166.30	2	5
96	สำนักงานใหญ่	เครื่องปรับอากาศ ชั้น 12-5 ชำรุด	เมเส้น อะคูสติกส์	31,636.69	2	5
142	สำนักงานใหญ่	งานรื้อและทำความสะอาดป้ายกัดกรด	โลโก้ ดีไซน์	2,052.69	3	5
143	สำนักงานใหญ่	เปลี่ยนสติกเกอร์สัญลักษณ์ธนาคาร	โลโก้ ดีไซน์	38,462.24	3	5
173	สำนักงานใหญ่	ส่งถุงทรายกั้นน้ำ	ซิสิริยะก่อสร้าง	33,356.18	3	5
174	สำนักงานใหญ่	ซ่อมหินแกรนิตบริเวณหญ้าเทียม	ซิสิริยะก่อสร้าง	3,463.91	3	5
175	สำนักงานใหญ่	เปลี่ยนตะไหล่และไม้แต่งงานประตู	ซิสิริยะก่อสร้าง	12,059.54	3	5

ภาพที่ 1.6 รายงานสรุปค่าใช้จ่ายการซ่อมแซมประจำปี

(ที่มา : แผนกสาธารณูปโภค ส่วนบริหารอาคารราษฎร์บูรณะ

บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด)

6.2 การจัดทำข้อมูลที่ได้รวบรวม ให้อยู่ในรูปแบบและมาตรฐานเดียวกัน และจัดเรียงตามประเภทของเครื่องจักร

6.2.1 วันเดือนปีที่อุปกรณ์เครื่องมีการชำรุดขัดข้องเกิดขึ้น

6.2.2 ประเภทของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่เกิดการชำรุด

6.2.3 สาเหตุการชำรุด

6.2.4 ค่าใช้จ่ายในซ่อมแซมหรือค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อชิ้นส่วนเพื่อเปลี่ยนทดแทน

6.2.5 ระยะเวลาที่ต้องใช้ในการซ่อมแซม

7. แจกแจงและจัดเรียงข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามประเภทของเครื่องจักร

7.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

7.2 เครื่องสูบน้ำ (Pump)

7.3 หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower)

7.4 เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit)

8. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาลักษณะ และความสัมพันธ์ของการชำรุดและค่าใช้จ่ายในช่วงปีต่างๆ ของอุปกรณ์ในแต่ละกลุ่ม

8.1 วิเคราะห์การชำรุด ว่าระบบมีแนวโน้มที่เกิดการชำรุดในช่วงเวลาใด มีช่วงหรือรอบของการชำรุดเป็นอย่างไร

8.2 วิเคราะห์สัดส่วนการเกิดการชำรุดในอุปกรณ์แต่ละกลุ่ม ว่าเครื่องจักรในกลุ่มใดเป็นกลุ่มเสี่ยงที่มีแนวโน้มจะเกิดการชำรุดขึ้นมากในช่วงเวลาใด

8.3 วิเคราะห์ค่าซ่อมแซม และค่าจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนที่เกิดในแต่ละช่วงเวลามีลักษณะเป็นอย่างไร

8.4 วิเคราะห์สัดส่วนค่าซ่อมแซมในอุปกรณ์แต่ละกลุ่ม ว่าเครื่องจักรกลุ่มใดมีค่าซ่อมแซมเกิดขึ้นมากน้อยอย่างไร

8.5 วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของระบบและเครื่องจักร (Reliability) เพื่อให้ทราบว่า ระบบมีโอกาสที่จะเกิดการชำรุดขัดข้องขึ้นในระบบในแต่ละช่วงเวลาอย่างไร และทำอย่างไรเพื่อให้ระบบมีความน่าเชื่อถือ

9. สรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ โดยจำแนก

9.1 ลักษณะการชำรุดว่าเกิดที่ส่วนใดในช่วงเวลาใดมากที่สุด

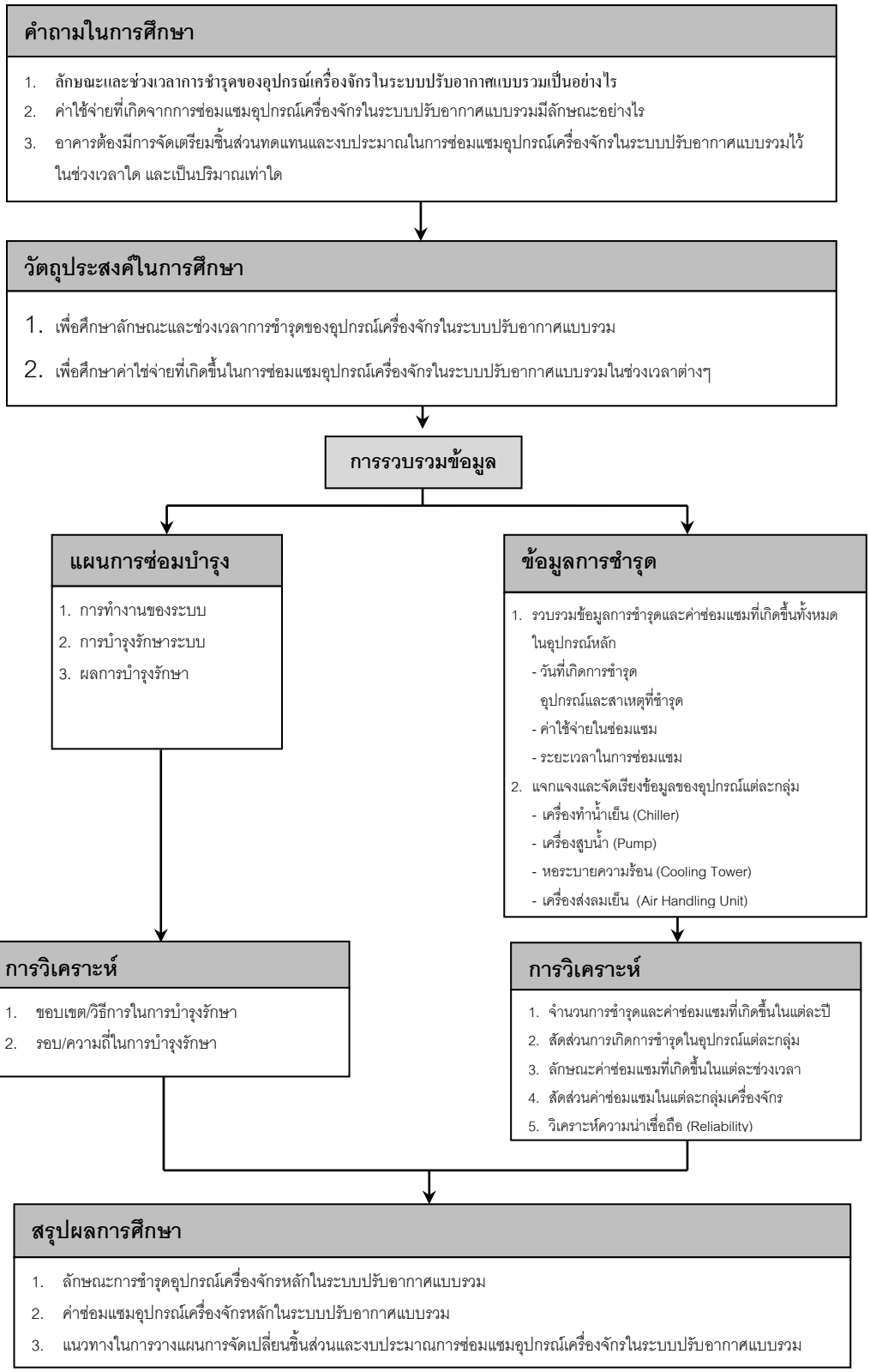
9.2 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมที่เกิดขึ้นแต่ละช่วงเวลาเป็นอย่างไร

9.3 แนวทางในการวางแผนการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วน และงบประมาณ การซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม

9.4 ผลจาการศึกษาความน่าเชื่อถือ (Reliability) ทำให้ทราบความเสี่ยงที่เกิดการชำรุด เพื่อให้ระบบกลับมาคงความน่าเชื่อถือสามารถดำเนินการด้วยวิธีการใดบ้าง

วิธีการดำเนินการศึกษา สามารถแสดงกระบวนได้ตามผัง ดังนี้คือ

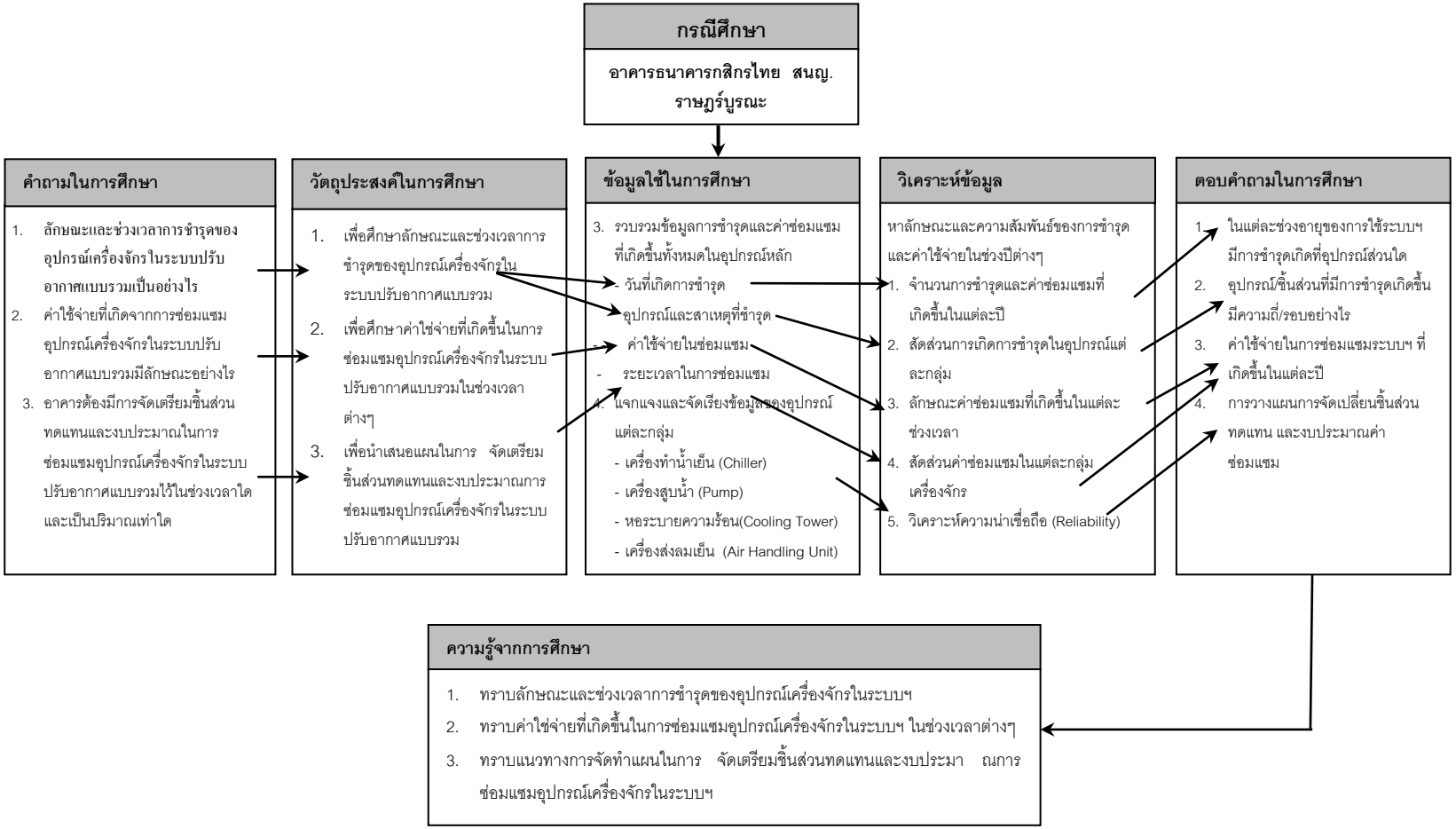
กระบวนการการศึกษา
ลักษณะการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวม
กรณีศึกษาอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ



แผนผังแสดงกระบวนการศึกษา

ลักษณะการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวม

กรณีศึกษาอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ



บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากความสำคัญของระบบปรับอากาศแบบรวม ที่มีต่อการใช้อาคารดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 การวางแผนการบำรุงรักษาระบบของผู้บริหารทรัพยากรกายภาพหรือผู้ที่รับผิดชอบในการดูแล จึงควรมีข้อมูลการชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์ที่แท้จริง ซึ่งจะทำให้ทราบลักษณะของการชำรุดที่เกิดขึ้น เพื่อใช้สำหรับเป็นแนวทางในการบริหารจัดการและเตรียมการสำหรับการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทน รวมถึงงบประมาณที่ต้องเตรียมไว้รองรับหากเกิดการชำรุดขึ้น เพื่อให้ระบบกลับมาใช้งานได้ดังเดิม

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

2.1.1 ระบบปรับอากาศ ที่มีการติดตั้งและใช้งานในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งมีการเรียกชื่อแตกต่างกันไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์และการใช้งาน ซึ่งแต่ละชนิดมีหลักการทำงานที่เหมือนกันทั้งสิ้น ซึ่งแสดงได้จากวงจรทำความเย็นตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1 โดยสามารถแบ่งชนิดของระบบปรับอากาศได้เป็น 4 ชนิด คือ

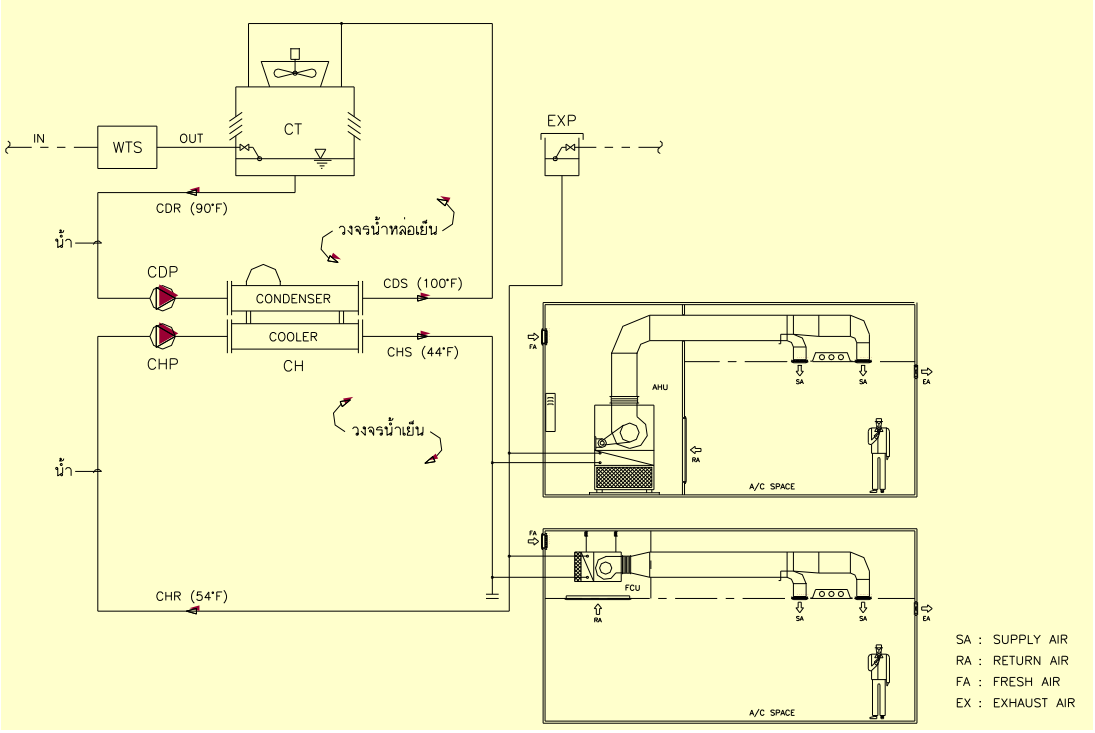
- **ระบบปรับอากาศ ชนิด เครื่องทำน้ำเย็นและระบายความร้อนด้วยน้ำ** (Water Cooled Water Chiller)

ภาพที่ 2.1 เครื่องทำน้ำเย็น

เป็นระบบที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ซึ่งนิยมใช้ในโครงการขนาดใหญ่ที่มีความต้องการความเย็นมาก มีอุปกรณ์ประกอบสำคัญ คือ เครื่องทำน้ำเย็น ปั๊มน้ำเย็น ปั๊มน้ำระบายความร้อน หอผึ่งเย็น และอุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็น การทำงานแบ่งเป็น 2 วงจร ตามภาพที่ 2.1 คือ

1. วงจรน้ำเย็น โดยเริ่มจากปั๊มน้ำเย็นส่งน้ำเข้าไปรับความเย็นจากสารทำความเย็นที่ Cooler เพื่อให้อุณหภูมิน้ำเย็นได้ตามต้องการ แล้วจึงส่งน้ำเย็นไปยังอุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็นโดยอุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็นแต่ละชุดจะมีลิ้นควบคุมปริมาณน้ำ ซึ่งได้รับสัญญาณจากอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ โดยถ้าอุณหภูมิในพื้นที่สูงจะส่งสัญญาณให้ลิ้นเปิดน้ำเข้าขดท่อแลกเปลี่ยนความร้อนมากขึ้น หลังจากน้ำรับความร้อนจากอากาศที่แลกเปลี่ยนแล้วจะกลับไปรับความเย็นจาก Cooler อีก โดยการดูดของปั๊มน้ำเย็น

2. วงจรน้ำระบายความร้อน จะเริ่มจากปั๊มน้ำระบายความร้อนส่งน้ำเข้าไปรับความร้อนจากสารทำความเย็นที่ Condenser น้ำร้อนที่ได้จะถูกส่งไประบายความร้อนที่หอผึ่งเย็น ซึ่งที่หอผึ่งเย็นนั้นน้ำจะถูกระบายความร้อนด้วยอากาศที่อยู่แวดล้อม หลังจากอุณหภูมิน้ำลดลงตามต้องการจะถูกส่งไปเข้า Condenser โดยการดูดของปั๊มน้ำระบายความร้อน



ภาพที่ 2.2 ระบบปรับอากาศชนิดเครื่องทำน้ำเย็นและระบายความร้อนด้วยน้ำ

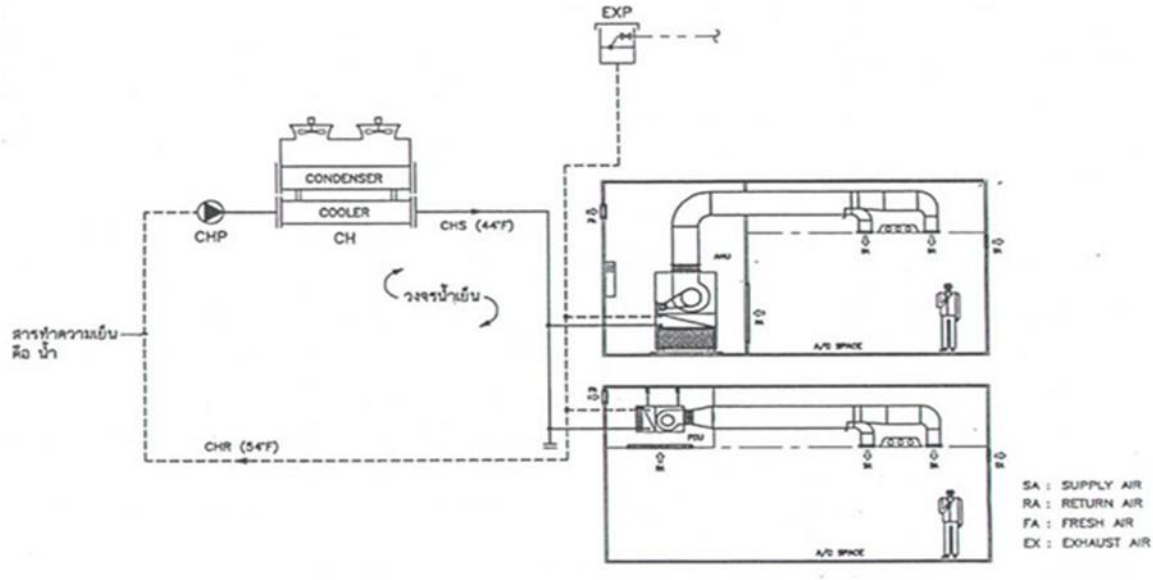
(ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

สำหรับการศึกษา ลักษณะการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมของระบบปรับอากาศแบบรวมนี้ ระบบปรับปรับอากาศที่ใช้ทำการศึกษาจัดอยู่ในระบบปรับอากาศชนิดนี้

- **ระบบปรับอากาศ ชนิดทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ** (Air Cooled Water Chiller)

ภาพที่ 2.3 ระบบปรับอากาศชนิดทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ

เป็นชนิดที่มีความแตกต่างกันที่การระบายความร้อนเท่านั้น ซึ่งระบบนี้จะไม่มีวงจรของน้ำระบายความร้อนเพราะจะใช้อากาศในการระบายความร้อน มีอุปกรณ์ประกอบ คือ เครื่องทำน้ำเย็น ปั๊มน้ำเย็น และอุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็น เท่านั้น การระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นจะใช้อากาศดูดหรือเป่าไปยังขดท่อความร้อน ซึ่งพัดลมอาจมีจำนวนหลายชุดใน Chiller แต่ละชุด ดังนั้นเครื่องทำน้ำเย็นระบบนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบระบายความร้อนด้วยน้ำเพราะน้ำจะมีความสามารถในการระบายความร้อนสูงกว่า

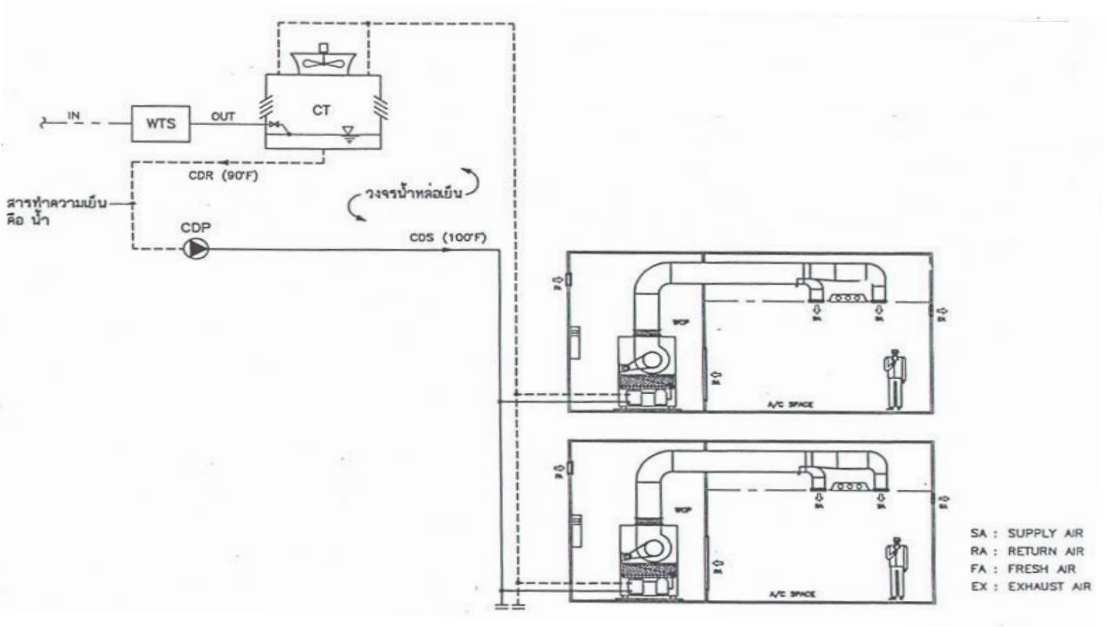


ภาพที่ 2.4 การทำงานของระบบปรับอากาศชนิดเครื่องทำน้ำเย็นและระบายความร้อนด้วยอากาศ
(ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

- **ระบบปรับอากาศ ชนิดชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ** (Water Cooled Package)

ภาพที่ 2.5 ระบบปรับอากาศชนิดชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ

มีลักษณะคล้ายชนิดทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ(Air Cooled Water Chiller) แต่จะใช้การระบายความร้อนด้วยน้ำจากหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)



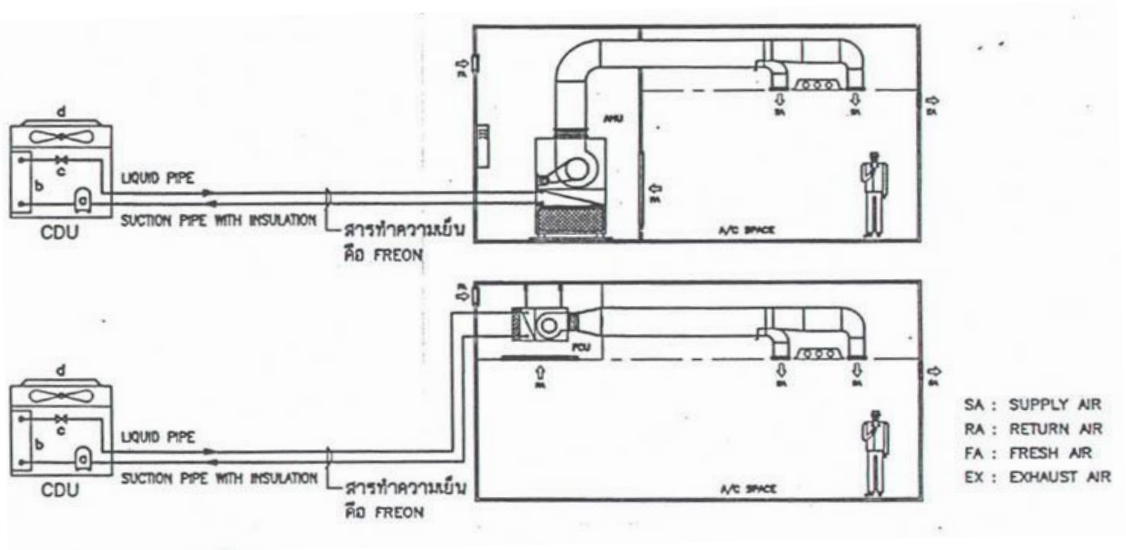
ภาพที่ 2.6 การทำงานของระบบปรับอากาศชนิดชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ

(ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

- **ระบบปรับอากาศ ชนิดแยกส่วน** (Split Type)

ภาพที่ 2.7 ระบบปรับอากาศชนิดแยกส่วน

ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ Condensing Unit อาจอยู่ภายนอกห้อง ซึ่งประกอบด้วยขดท่อความร้อน พัดลม และคอมเพรสเซอร์ เป็นการระบายความร้อยด้วยอากาศ ส่วนที่สอง คือ Fan Coil Unit จะอยู่ภายในห้อง ซึ่งประกอบด้วยขดท่อความเย็นและพัดลมโดยทั้งสองส่วนจะเชื่อมต่อกันด้วยท่อทองแดง



ภาพที่ 2.8 การทำงานของระบบปรับอากาศชนิดแยกส่วน
(ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

2.1.2 การจัดการบำรุงรักษาโดยใช้ Reliability เป็นศูนย์กลาง[1] (Reliability Centered Maintenance – RCM) เป็นการนำความรู้เรื่อง Reliability มาใช้ในกระบวนการคัดเลือกประเภทของงานบำรุงรักษาโดยการแยกสาเหตุของการเสีย (Failure Mode) ของเครื่องจักร ซึ่งเป็นการนำโมเดลของ Nowlan และ Heap (1978) ที่ใช้ในการจัดการงานบริหารงานบำรุงรักษาเครื่องบินโดยสารที่ต้องการความน่าเชื่อถือที่สูงมาก โดยเป็นการเปลี่ยนแนวคิดจากการมุ่งที่จะบำรุงรักษาตัวเครื่องจักรมาเป็นการบำรุงรักษาหน้าที่ของเครื่องจักรแทน โมเดลนี้จึงนำมาใช้เป็นแนวทางของกระบวนการของ RCM ซึ่งเป็นกระบวนการในการจัดตั้งงานบำรุงรักษาป้องกัน (Scheduled Preventive Maintenance หรืองานบำรุงรักษาตามแผน) มีข้อที่ควรพิจารณา 7 ประการ คือ

1. หน้าที่ของเครื่องจักรตามขอบเขตที่กำหนด (Function)
2. เครื่องจักรไม่สามารถทำหน้าที่ตามที่กำหนด (Functional Failure)
3. สาเหตุการชำรุด (Failure Modes)
4. ผลกระทบจากการที่เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ (Effects)
5. ความสูญเสียที่ตามมา (Consequences)
6. การบำรุงรักษาที่เป็นการป้องกัน หลีกเลี่ยง หรือสามารถทำนายการชำรุด (Maintenance Policy Selection)
7. การดำเนินการหากการบำรุงรักษาไม่สามารถป้องกันหลีกเลี่ยงหรือทำนายได้

กระบวนการของ RCM จึงประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ โดยสังเขป ดังนี้

- กระบวนการที่ 1 กำหนดขอบเขตงานบำรุงรักษาที่ต้องการจะวิเคราะห์
- กระบวนการที่ 2 การระบุหน้าที่และ Failure Mode ที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักร
- กระบวนการที่ 3 การคำนวณสถิติโดยการอาศัยประวัติการชำรุด ระบุเป็น Failure Rate ซึ่งได้จากข้อมูลผู้ผลิต หรือประวัติการชำรุดของเครื่องจักรที่ผ่านมา
- กระบวนการที่ 4 การพิจารณาเลือกประเภทงาน Schedule PM ตามFailure Consequence ทีละ Failure Mode ซึ่งเป็นการกำหนดคาบเวลาในการบำรุงรักษาเพื่อให้ได้ผลตามที่กำหนด

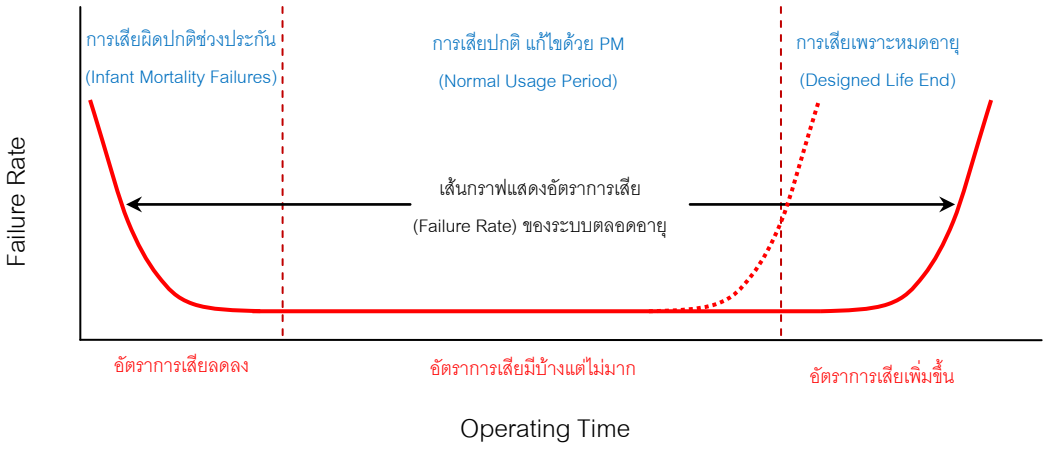
---

[1]วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์ และดลดิษฐ์ เมืองแมน, การจัดการงานบำรุงรักษาด้วย Reliability (กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2553), หน้า 113.

จากกระบวนการของ RCM จะเห็นได้ว่าข้อมูลหรือประวัติการชำรุดมีส่วนสำคัญในการคัดเลือกงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสม ซึ่งบ่งบอกถึงลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในระบบหรือเครื่องจักรได้ ทำให้ส่วนงานที่รับผิดชอบหรือผู้บริหารทรัพยากรกายภาพสามารถบริหารจัดการและวางแผนการดูแลบำรุงรักษาได้

การที่ระบบหรือเครื่องจักรสามารถทำหน้าที่ได้ตามที่กำหนด ก็จะทำให้ระบบหรือเครื่องจักรนั้นมีความน่าเชื่อถือ (Reliability) ในระดับที่สูงตามไปด้วย ความน่าเชื่อถือจึงมีค่าแปรผกผันกับอัตราการชำรุด จากรูปภาพที่ 2.9 แสดงถึงอัตราการชำรุดเกิดขึ้นตลอดอายุการใช้งานของเครื่องจักร ซึ่งเส้นโค้งดังกล่าวนี้จะมีรูปทรงคล้ายอ่างน้ำ (Bath-Tub Curve) สามารถอธิบายได้ คือ

- ช่วงแรกของการเสีย เป็นการเสียก่อนกำหนดที่ผิดปกติ (Infant Mortality Failures) ซึ่งอาจเกิดจากผู้ผลิต การติดตั้งหรือใช้งานที่ไม่เหมาะสม
- การเสียในช่วงใช้งานปกติหรือที่เรียกว่า อยู่ในช่วงอายุ การใช้งาน มีโอกาสเสียได้บ้างแต่ไม่มาก หากระยะเวลาการใช้งานมากขึ้นการชำรุดก็จะมากขึ้นและถี่ขึ้น
- การเสียในช่วงหมดอายุการใช้งาน เป็นการเสียที่หยุดการทำงานของเครื่องจักรได้อย่างถาวร



ภาพที่ 2.9 อัตราการเสียในเครื่องจักร (Failure Rate) ของ Bathtub Curve
(ที่มา : การจัดการงานบำรุงรักษาด้วย Reliability, วัฒนา เชียงกูลและคณะ)

2.1.3 การวิเคราะห์ประวัติการชำรุดและความน่าเชื่อถือ สามารถวิเคราะห์การชำรุดได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การวิเคราะห์ลักษณะการชำรุดทางกายภาพ (Physical Failure Analysis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์จากสภาพที่ปรากฏ เช่น ความแข็ง (Hardness) ความแข็งแรง (Strength)

2. การวิเคราะห์ลักษณะการชำรุดทางด้านสถิติ (Statistical Failure Analysis) เป็นการนำเอาประวัติการซ่อมบำรุงของเครื่องจักรมาเคราะห์ เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการบำรุงรักษา และวิเคราะห์หาสาเหตุของการชำรุดว่าเกิดขึ้นในระยะเวลาใดของวงจรชีวิตเครื่องจักร เช่น ช่วงระยะเริ่มต้น (Run in) ช่วงใช้งานปกติ (Useful life) ซึ่งการวิเคราะห์จะทำให้ทราบว่าการชำรุดอยู่ในช่วงใดของเสียในเครื่องจักร (Failure Rate) ของ Bathtub Curve

การวิเคราะห์การชำรุดทางสถิติที่เป็นที่ยอมรับและนิยม จะใช้การกระจายแบบไวบูลล์ (Weibull Distribution) ซึ่งมีสมการเบื้องต้นของการกระจายความน่าจะเป็น ทางสถิติแบบไวบูลล์ คือ

$$F(t) = 1-\exp\left\{-\left(\frac{t - t_0}{\alpha}\right)^{\beta}\right\}$$

เมื่อ F(t) คือ โอกาสการชำรุดสะสมของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ทำการวิเคราะห์

α คือ ค่าอายุเฉลี่ย (Scale Parameter) หมายถึง ค่า MTBF (Mean Time Between Failure)

β คือ การกระจายตัวของการชำรุด (Shape parameter)

t_0 คือ Location Parameter

t คือ เวลาที่ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนที่จะเกิดการชำรุด

หมายเหตุ β เท่ากับ 1 เมื่อให้อัตราการชำรุดคงที่

t_0 เท่ากับ 0 หมายถึง ชิ้นส่วนใดๆ มีโอกาสที่จะชำรุดหรือใช้งานไม่ได้ตั้งแต่เวลาเริ่มต้นใช้งาน

MTBF หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการชำรุดแต่ละครั้ง

เท่ากับ $\frac{\text{ระยะเวลาที่ใช้งานเครื่องจักร}}{\text{จำนวนครั้งการชำรุด}}$ หรือเท่ากับ $1/\lambda$

เมื่อ λ คือ อัตราการชำรุด (Failure Rate)

ดังนั้น

$$F(t) = 1 - \exp\left\{-\left(\frac{t}{MTBF}\right)\right\}$$

$$= 1 - \exp(-(\lambda t))$$

โอกาสที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์จะชำรุด = F(t)

โอกาสที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์จะไม่ชำรุด = 1- F(t)

$$= \exp(-(\lambda t))$$

$$= e^{-\lambda t}$$

จากสมการข้างต้นโอกาสที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์จะไม่ชำรุด หมายถึง ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ที่เครื่องจักรจะสามารถทำงานได้ตามที่กำหนด

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

โดยที่ R = ความน่าเชื่อของระบบ

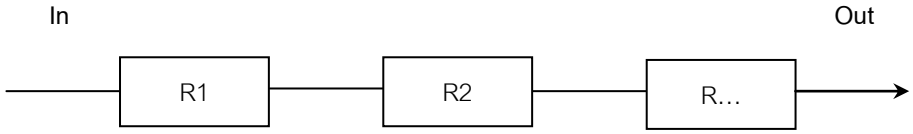
R(t) = ความน่าจะเป็นที่อุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ในช่วงเวลา 0 ถึง t

e = ค่าลอการิธึมธรรมชาติ (Natural logarithms) มีค่าประมาณ 2.71828

λ = อัตราความชำรุดเสียหาย (Failure Rate)

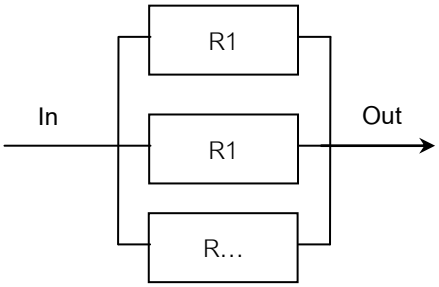
ค่าความน่าเชื่อถือของระบบที่ประกอบด้วยการทำงานร่วมกันของเครื่องจักรในหลายๆ ส่วน โดยแต่ละส่วนทำหน้าที่ตามที่กำหนด หากมีส่วนใดที่เกิดปัญหาในการทำงานหรือหยุดการทำงานอย่างกะทันหัน ย่อมส่งผลกระทบต่อการการทำงานของระบบทั้งหมดทำให้เกิดความเสียหายได้เช่นกัน การศึกษาว่าระบบหรือเครื่ องจักรจะสามารถทำงานได้โดยมีความต่อเนื่องไม่เกิดการชำรุดในช่วงเวลาที่กำหนด จึงเป็นการศึกษาถึงเรื่องความน่าเชื่อถือ (Reliability) ซึ่งในระบบที่มีความซับซ้อนหรือมีการทำงานร่วมกันของหลายส่วน ระดับความน่าเชื่อถือของระบบจึงขึ้นอยู่กับรูปแบบของความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

- Reliability รวมของการต่อแบบอนุกรม หมายถึง เครื่องจักรในแต่ละส่วนมีการทำงานต่อเนื่องกัน ถ้าเครื่องจักรเครื่องหนึ่งเครื่องใดเสียระบบทั้งหมดก็จะเสียด้วย



$$R_{total} = R1 \times R2 \times \ldots\ldots x\ R_n$$

- Reliability รวมของการต่อแบบขนาน หมายถึง เครื่องจักรในแต่ละส่วนทำงานคู่ขนานกัน ถ้าเครื่องจักรเครื่องหนึ่งเครื่องใดเสียระบบยังคงใช้งานได้อยู่



$$R_{total} = 1-((1-R1) \times (1-R2) \times \ldots\ldots x\ (1-R_n))$$

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นจะเห็นได้ว่า ระบบปรับอากาศแบบรวมต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของเครื่องจักรในหลายๆ กลุ่ม การชำรุดขัดข้องของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ส่วนใดส่วนหนึ่งย่อมส่งผลต่อระบบ การทราบลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้น รวมถึงความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินระดับความน่าเชื่อถือของระบบที่จะสามารถใช้งานได้ตามที่กำหนด จึงเป็นเรื่องที่ควรนำมาพิจารณาประกอบการบริหารจัดการ เพื่อให้อาคารสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา "แนวทางการวางแผนรักษาสภาพระบบปรับอากาศแบบรวม" ของคุณกฤษกร อุดมศรี เป็นผลจากการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานจากผู้ผลิตจำนวน 19 ราย โดยแยกตามเครื่องจักรประเภทต่างๆ คือ เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) หอระบายความร้อน (Cooling Tower) เครื่องส่งน้ำ (Chiller Water Pump) และเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) มาวิเคราะห์ ซึ่งผลจาการศึกษาพบว่า โดยรวมทั้งช่วงอายุการใช้งานของอุปกรณ์และชิ้นส่วนของระบบ มีตั้งแต่ 1-20 ปี ชิ้นส่วนที่มีประมาณการอายุใช้งาน 10 ปีจัดเป็นกลุ่มใหญ่ที่สุด รองลงมาได้แก่กลุ่มที่อายุใช้งานประมาณ 5 ปี โดยส่วนทำความเย็นเป็นส่วนที่มีความหลากหลายของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนประกอบมากที่สุด พร้อมทั้งได้ประมาณการวงรอบและวางแผนการเปลี่ยนอุปกรณ์หรือส่วนประกอบของระบบปรับอากาศแบบรวมเพื่อรักษาสภาพในระยะยาว

การศึกษา "ระบบผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์สาเหตุความขัดข้องของระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง โรงไฟฟ้าแม่เมาะ" ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งทำการศึกษาโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุความขัดข้องของระบบปรับอากาศแบบรวมส่วนกลาง โดยใช้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญมาช่วยในการวิเคราะห์ก่อนการเข้าทำการซ่อมจริง ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าแรงลดลง ระยะเวลาในการซ่อมแต่ละครั้งลดลง ความพร้อมใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็นมากขึ้น ทราบถึงสาเหตุหรือปัจจัยที่แท้จริงที่ส่งผลให้ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลางขัดข้อง โดยสามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับการนำระบบไปใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุความขัดข้องของอุปกรณ์อื่นๆ

จะเห็นได้ว่า การศึกษาในเรื่องดังกล่าวยังมีอยู่ น้อยมาก ซึ่งข้อมูลที่มีจะ เป็นในลักษณะเชิงทฤษฎีมากว่าจากการปฏิบัติงาน หรือเป็นข้อมูลที่ผู้สนใจหรือผู้รับผิดชอบในงานบริหารจัดการอาคารยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ผู้ทำการศึกษาเห็นว่าหากสามารถนำข้อมูลการชำรุดที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรในระบบมาพิจารณา และแสดง ให้ถึงลักษณะและค่าซ่อมแซมที่เกิดขึ้นจริงได้ ก็จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้บริหารทรัพยากรในการใช้เป็นแนวทางการวางแผนการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม ได้อย่างสมดุลและสอดคล้องกับสภาพความต้องการและความเป็นจริง

การวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพ โดยเ ฉพาะอย่างยิ่งระบบประกอบอาคาร จึงไม่สามารถใช้ข้อมูลจากผู้ผลิตได้แต่เพียงด้านเดียว การนำข้อมูลต่างๆ มาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการลดโอกาสการเกิดการชำรุด หรือใช้จัดเตรียมแผนรองรับได้อย่างเหมาะสม ก็จะทำให้เกิดการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่เกิดอุปสรรคหรือเ ป็นปัญหากับการใช้อาคาร หรือมีค่าใช้จ่ายที่ไม่สอดคล้องได้ ซึ่งในบทต่อไปจะได้กล่าวถึงผลการศึกษาการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมของระบบปรับอากาศแบบรวม ซึ่งทำให้ทราบถึงลักษณะหรือรูปแบบที่เกิดขึ้นต่อไป

บทที่ 3

การบำรุงรักษาและผลการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ

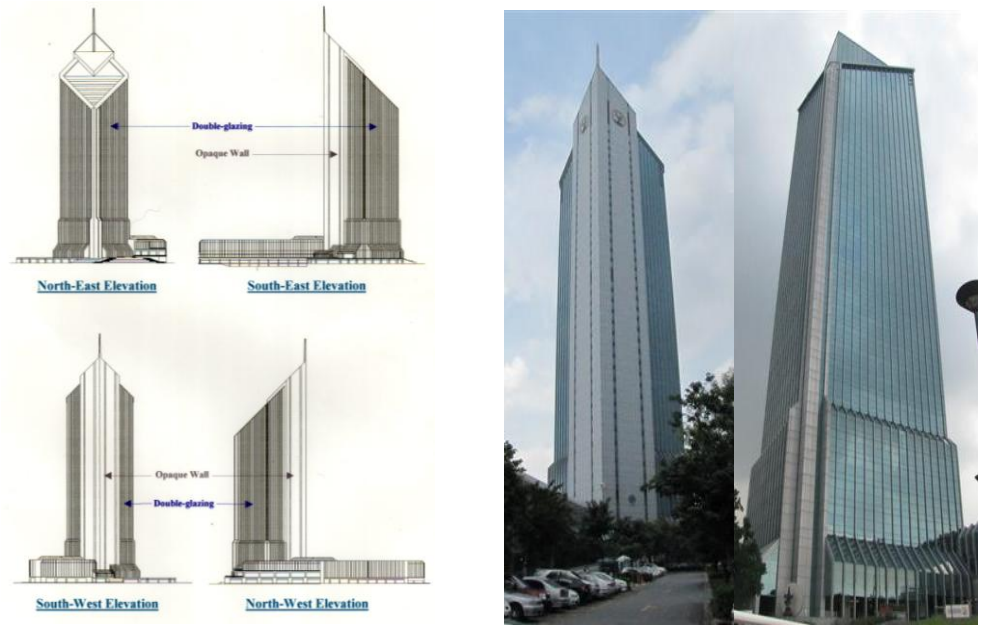
จากที่กล่าวมาในบทนำระบบปรับอากาศแบบรวม จัดเป็นระบบที่ความสำคัญต่อการใช้อาคารในปัจจุบัน เป็นส่วนที่สร้างสภาวะ ความสบายให้กับผู้ที่มาใช้อาคาร ซึ่งหากระบบปรับอากาศเกิดการหยุดชะงักหรือเกิดขัดข้อง ในระหว่างที่มีการใช้งาน ก็อาจทำให้เป็นปัญหาในการใช้อาคารหรือไม่สามารถใช้งานได้เลย การที่ระบ บจะสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพนั้น นอกเหนือจากการใช้ง านอย่างถูกวิธีการและขั้นตอนแล้ว การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบในแต่ละช่วงอายุการใช้งานก็เป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญ ที่จะทำให้ระบบยังคงความสามารถในการตอบสนองความต้องการการใช้งาน มีความพร้อมและความน่าเชื่อถือ การกำหนดแนวทางและวิธีการบำรุงรักษา รวมถึงแผนงานที่เหมาะสม จึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการชำรุดหรือเกิดการหยุดชะงักการทำงานของเครื่องจักรนอกเหนือจากแผนที่วางไว้

การศึกษาลักษณะการชำรุดของระบบปรับอากาศแบบรวม จึงควรที่จะศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเครื่องจักร ลักษณะการใช้งาน รวมถึงแนวทางหรือรูปแบบในการบำรุงรักษาของอาคารประกอบกันไปด้วย ซึ่งจะทำให้ให้ทราบลักษณะการชำรุดของระบบฯ ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

3.1 ข้อมูลอาคาร

อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ เป็นอาคารสำนักงานสูง 42 ชั้น (225.9 เมตร) จัดอยู่ในประเภทอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ตั้งอยู่บนถนนราษฎร์บูรณะติดริมแม่น้ำเจ้าพระยา ตัวอาคารเป็นกระจก (Curtain Wall Building) โดยมีส่วนผนังทึบของอาคารสร้างจากคอนกรีตปิดทับด้วย Composite Aluminum Cladding มีค่าความร้อนต่ำทำให้สามารถลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร ซึ่งจะเป็นของพื้นที่ของลิฟต์ ห้องน้ำ และบันได รวมถึงห้องเก็บของและ Shaft ต่างๆ และในส่วนของผนังของอาคารด้านฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาจะเป็นกระจก 2 ชั้น (Double glass exterior walls) เป็นชนิด Reflective Glass หนา 6 มิลลิเมตร มีช่องว่างของอากาศ 13 มิลลิเมตร กระจกเป็นชนิด PXมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (Shading Coefficient) SC 0.18 และค่าการสะท้อนแสง 24% ทำให้ลดพลังงานความร้อนจากภายนอกได้ โดยอาคารมีพื้นที่ประมาณ 85,500 ตารางเมตร จัดเป็นพื้นที่ที่มีระบบปรับอากาศประมาณ 61,860 ตารางเมตร ธนาคารเป็นผู้ใช้งานพื้นที่ทั้งหมดของอาคาร โดยจัดเป็นที่ทำงานของฝ่าย

งานต่างๆ ห้องประชุม ส่วนสันทนาการ เช่น KHeroes Pub, Fitness Center ห้องพยาบาล และห้องเลี้ยงรับรอง



ภาพที่ 3.1 อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ

Lobby

พื้นที่ทำงาน

พื้นที่ทำงาน

พื้นที่ทำงาน

โถงพักคอย

โถงลิฟต์

Fitness Center

KHeroes Pub

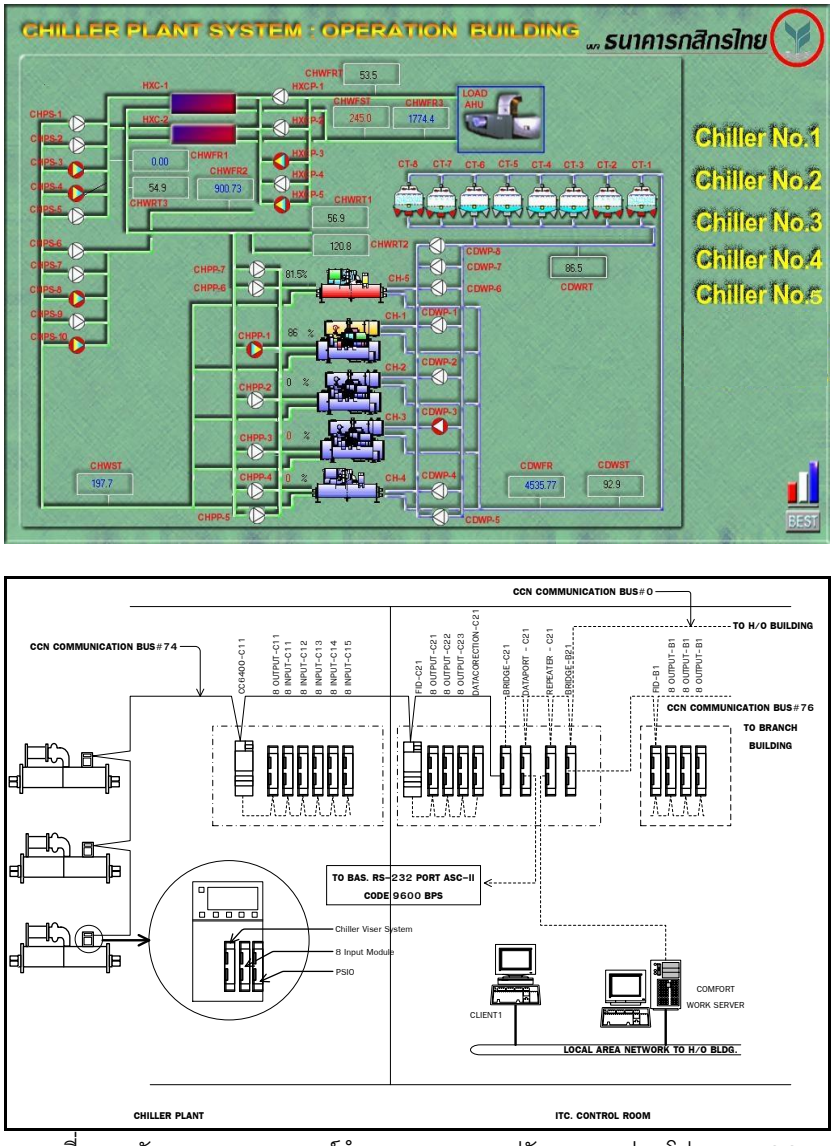
ห้องประชุม

ห้องรับรองและจัดเลี้ยง

ภาพที่ 3.2 การใช้พื้นที่ภายในอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ

3.2 ระบบปรับอากาศของอาคารกรณีศึกษา

ระบบปรับอากาศที่ใช้ภายในอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ เป็นระบบปรับอากาศแบบรวม (Centralized Air Conditioning System) ควบคุมจากส่วนกลาง ซึ่งใช้ระบบเครื่องทำน้ำเย็นและระบายอากาศด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) โดยอาศัยการนำความเย็นโดยน้ำจากเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) ส่งไปยังส่วนต่างๆ ของอาคารด้วยเครื่องสูบน้ำ (Pump) เพื่อจ่ายความเย็นให้กับเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit - AHU) ซึ่งการควบคุมการทำงานและสั่งการระบบฯ ผ่านโปรแกรม CCN- CARRIES COMFORT NEXTWORK จากห้องควบคุมอัตโนมัติ (BAS)



ภาพที่ 3.3 ผังแสดงสถานการณ์ทำงานของระบบปรับอากาศผ่านโปรแกรม CCN
(ที่มา : ระบบควบคุมและสั่งการระบบปรับอากาศแบบรวม ห้องควบคุมอัตโนมัติ (BAS))

ระบบปรับอากาศแบบรวม ประกอบด้วยเครื่องจักร ดังนี้คือ

1. เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) ชนิด Centrifugal Chiller จำนวน 5 เครื่อง

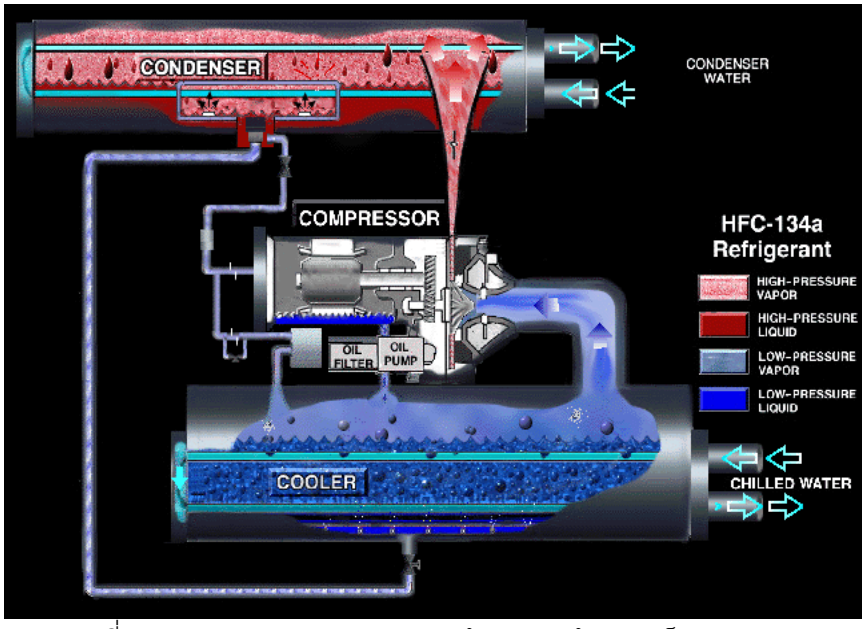
   1.1 ขนาด 1,000 Tons จำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ CH-01A,02A,03A

   1.2 ขนาด 538 Tons จำนวน 1 เครื่อง ได้แก่ CH-04A

   1.3 ขนาด 650 Tons จำนวน 1 เครื่อง ได้แก่ CH-05A

ภาพที่ 3.4 เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)

Chiller มีส่วนประกอบที่สำคัญที่ทำให้เครื่องสามารถปรับอุณหภูมิอุณหภูมิของน้ำ เพื่อจ่ายความเย็นไปยังส่วนต่างๆ ของอาคาร ตามรู ปภาพที่ 3.5 แสดงวัฏจักรของสารทำความเย็นซึ่งจ่ายไปยังส่วนประกอบต่างๆ ของ Chiller ได้แก่ Cooler, Compressor และ Condenser กับส่วนที่ใช้ควบคุมการจ่ายประแสไฟฟ้าให้กับ Chiller คือส่วนที่เป็น Power and Control



ภาพที่ 3.5 ส่วนประกอบและวัฏจักรการทำงานสารทำความเย็นของ Chiller

(ที่มา : เอกสารประกอบการบรรยายของบริษัทแคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด)

2. เครื่องสูบน้ำด้านปฐมภูมิ(Primary Pump / Chilled Water Pump - CHP1)
ชนิด Horizontal Split Case Single Stage จำนวน 7 เครื่อง
2.1 ขนาด 1,850 USGPM จำนวน 5 เครื่อง ได้แก่ CHP1-01A,02A,03A, 06A,07A
2.2 ขนาด 1,110 USGPM จำนวน 2 เครื่อง ได้แก่ CHP1-04A,05A

ภาพที่ 3.6 Chilled Water Pump - CHP1

3. เครื่องสูบน้ำด้านทุติยภูมิ (Secondary Pump / Chilled Water Pump – CHP2) ชนิด Horizontal Split Case Single Stage จำนวน 10 เครื่อง
3.1 ขนาด 1,110 USGPM จำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ CHP2-01A,02A, 03A,09A,10A
3.2 ขนาด 500 USGPM จำนวน 2 เครื่อง ได้แก่ CHP2-04A,05A
2.3 ขนาด 1,670 USGPM จำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ CHP1-06A, 07A, 08A

ภาพที่ 3.7 Chilled Water Pump – CHP2

4. เครื่องสูบน้ำ Heat Exchangers Pump - HXP ชนิด Horizontal Split Case Single Stage จำนวน 5 เครื่อง

   4.1 ขนาด 1,200 USGPM จำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ HXP-01A,02A,03A

   4.2 ขนาด 540 USGPM จำนวน 2 เครื่อง ได้แก่ HXP-04A,05A

ภาพที่ 3.8 Heat Exchangers Pump - HXP

5. เครื่องส่งน้ำหล่อเย็น (Condenser Water Pump - COP) ชนิด Horizontal Split Case Single Stage จำนวน 10 เครื่อง

   5.1 ขนาด 3,000 USGPM จำนวน 4 เครื่องได้แก่ COP-01A,02A,03A,06A

   5.2 ขนาด 1,610 USGPM จำนวน 2 เครื่อง ได้แก่ COP-04A,05A

   5.3 ขนาด 1,950 USGPM จำนวน 2 เครื่อง ไดแก่ COP-07A,08A

ภาพที่ 3.9 Condenser Water Pump - COP

6. ระบบล้างตะกรันในชุดหล่อเย็นอัตโนมัติ (Ball Cleaning) ระบบล้างตะกรันในชุดหล่อเย็นอัตโนมัติ (Ball Cleaning) เป็นอุปกรณ์ทำความสะอาดภายในท่อของเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) เนื่องจากระบบน้ำหล่อเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นเป็นระบบเปิดทำให้ฝุ่นหรือสนิมที่อยู่ ภายนอกเข้าไปสู่ระบบเกิดการสะสมภายในท่อทองแดงที่ทำหน้าแลกเปลี่ยนอุณหภูมิระหว่างน้ำยาทำความเย็นและน้ำหล่อเย็น ทำให้อุณหภูมิระหว่างน้ำยาทำความเย็นและน้ำหล่อเย็น ซึ่งปกติจะห่างกันไม่ควรเกิน 2°F ถ้าเกินกว่านี้จะทำให้ระบบเครื่องทำน้ำเย็นมีประสิทธิภาพลดลง ใช้พลังงานมากกว่าปกติ และ ทำอุณหภูมิน้ำเย็นตามที่กำหนดไว้ไม่ได้ จำนวน 5 เครื่อง คือ

6.1 ขนาด 300 ลูกต่อเครื่อง จำนวน 3 เครื่อง ได้แก่ BC-01A, BC-02A, BC-03A

6.2 ขนาด 150 ลูกต่อเครื่อง จำนวน 2 เครื่อง ได้แก่ BC-04A, BC-05A

ภาพที่ 3.10 ระบบล้างตะกรันในชุดหล่อเย็นอัตโนมัติ (Ball Cleaning)

7. หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower - CT) ขนาด 2,200 USGPM จำนวน 8 เครื่อง คือ CT-01A,02A,03A,04A,05A,06A,07A และ 08A

ภาพที่ 3.11 Cooling Tower - CT

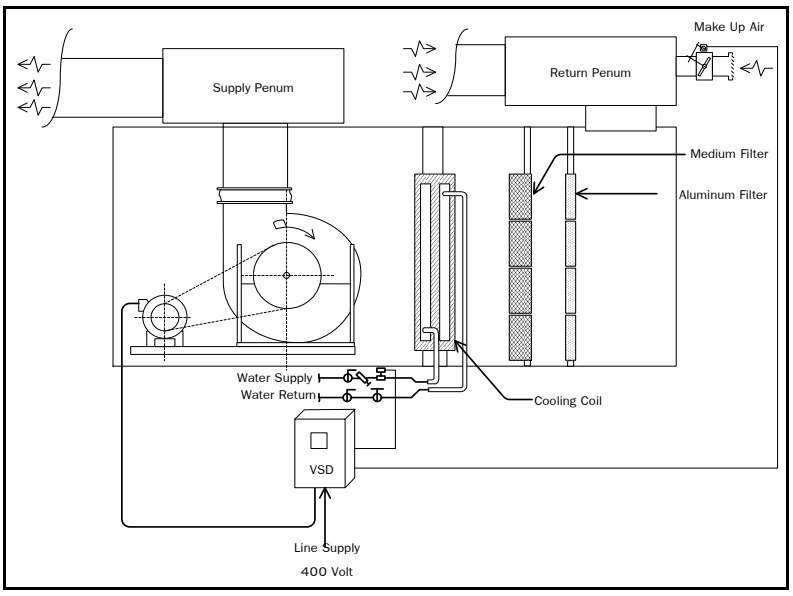
8. เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit - AHU)

   8.1 Packaged Unit จำนวน 10 เครื่อง ได้แก่ GA-01, GA-02A, GA-04A ถึง GA-11A

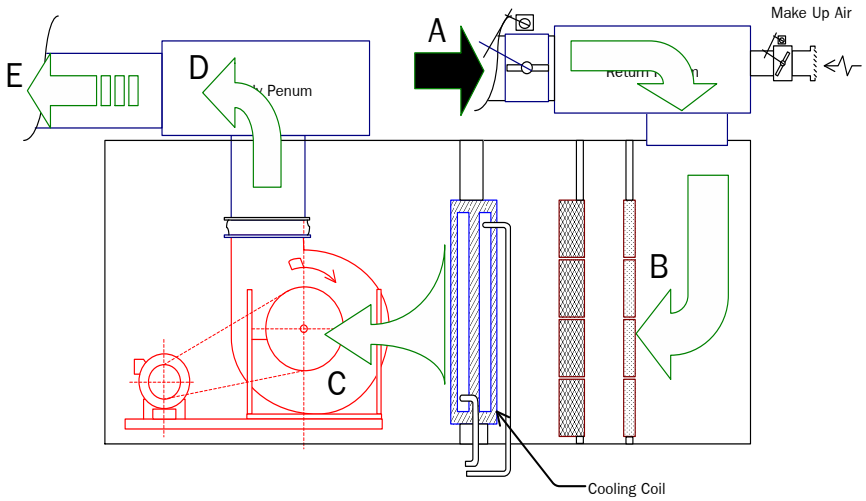
ภาพที่ 3.12 Packaged Air Unit

8.2 Built up Unit จำนวน 83 เครื่อง ได้แก่ GBA-03A ถึง 41BA-02A

ภาพที่ 3.13 Built up Air Unit



ภาพที่ 3.14 ส่วนประกอบ Built up Air Unit



ภาพที่ 3.15 การทำงาน Built up Air Unit

(ที่มา : คู่มือปฏิบัติงานระบบปรับอากาศ แผนกสาธารณูปโภค อาคาราษฎร์บูรณะ บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด)

8.3 Fan Coil Unit จำนวน 11 เครื่อง ได้แก่ GF-01A ถึง GF-11A

ภาพที่ 3.16 การทำงาน Fan Coil Unit

สรุปรายการเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม ของอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ ได้ตามตารางที่ 3.1 ดังนี้คือ

ตารางที่ 3.1 สรุปรายการเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม

ITEM	MACHINE	AMOUNT	SYMBOL	CAPACITY	TYPE OF EQUIPMENT
1	Water Chiller	5	CH-01A	1,000 Ton/h	Centrifugal Chiller
			CH-02A	1,000 Ton/h	Centrifugal Chiller
			CH-03A	1,000 Ton/h	Centrifugal Chiller
			CH-04A	538 Ton/h	Centrifugal Chiller
			CH-05A	650 Ton/h	Centrifugal Chiller
2	Primary Pump	7	CHP1-01A	1,850 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP1-02A	1,850 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP1-03A	1,850 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP1-04A	1,850 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP1-05A	1,850 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP1-06A	1,850 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP1-07A	1,850 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
3	Secondary Pump	10	CHP2-01A	1,110 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP2-02A	1,110 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP2-03A	1,110 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP2-04A	500 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP2-05A	500 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case

ITEM	MACHINE	AMOUNT	SYMBOL	CAPACITY	TYPE OF EQUIPMENT
			CHP2-06A	1,670 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP2-07A	1,670 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP2-08A	1,670 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP2-09A	1,110 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
			CHP2-10A	1,110 USGPM	Chilled Water Pump : Horizontal Split Case
4	Heat Exchanger Pump	5	HXP-01A	1,200 USGPM	Horizontal Split Case
			HXP-02A	1,200 USGPM	Horizontal Split Case
			HXP-03A	1,200 USGPM	Horizontal Split Case
			HXP-04A	540 USGPM	Horizontal Split Case
			HXP-05A	540 USGPM	Horizontal Split Case
5	Plate Heat Exchanger	2	HX-01A	1,200 USGPM	Plate Heat Exchanger
			HX-02A	1,200 USGPM	Plate Heat Exchanger
6	Condenser Pump	8	COP-01A	3,000 USGPM	Horizontal Split Case
			COP-02A	3,000 USGPM	Horizontal Split Case
			COP-03A	3,000 USGPM	Horizontal Split Case
			COP-04A	1,610 USGPM	Horizontal Split Case
			COP-05A	1,610 USGPM	Horizontal Split Case
			COP-06A	3,000 USGPM	Horizontal Split Case
			COP-07A	1,950 USGPM	Horizontal Split Case
			COP-08A	1,950 USGPM	Horizontal Split Case
7	Cooling Tower	8	CT-01A	750 Ton/h	Cross Flow Cooling Tower
			CT-02A	750 Ton/h	Cross Flow Cooling Tower
			CT-03A	750 Ton/h	Cross Flow Cooling Tower

ITEM	MACHINE	AMOUNT	SYMBOL	CAPACITY	TYPE OF EQUIPMENT
			CT-04A	750 Ton/h	Cross Flow Cooling Tower
			CT-05A	750 Ton/h	Cross Flow Cooling Tower
			CT-06A	750 Ton/h	Cross Flow Cooling Tower
			CT-07A	750 Ton/h	Cross Flow Cooling Tower
			CT-08A	750 Ton/h	Cross Flow Cooling Tower
8	Ball Cleaning	5	BC-01A	300 Ball/Refill	Ball Cleaning
			BC-02A	300 Ball/Refill	Ball Cleaning
			BC-03A	300 Ball/Refill	Ball Cleaning
			BC-04A	150 Ball/Refill	Ball Cleaning
			BC-05A	150 Ball/Refill	Ball Cleaning
9	Air Handling Unit	93	GA-01A - 41BA-01A	-	Air Handling Unit
10	Fan Coil Unit	11	GF-01A-GF-11A	-	Fan Coil Unit

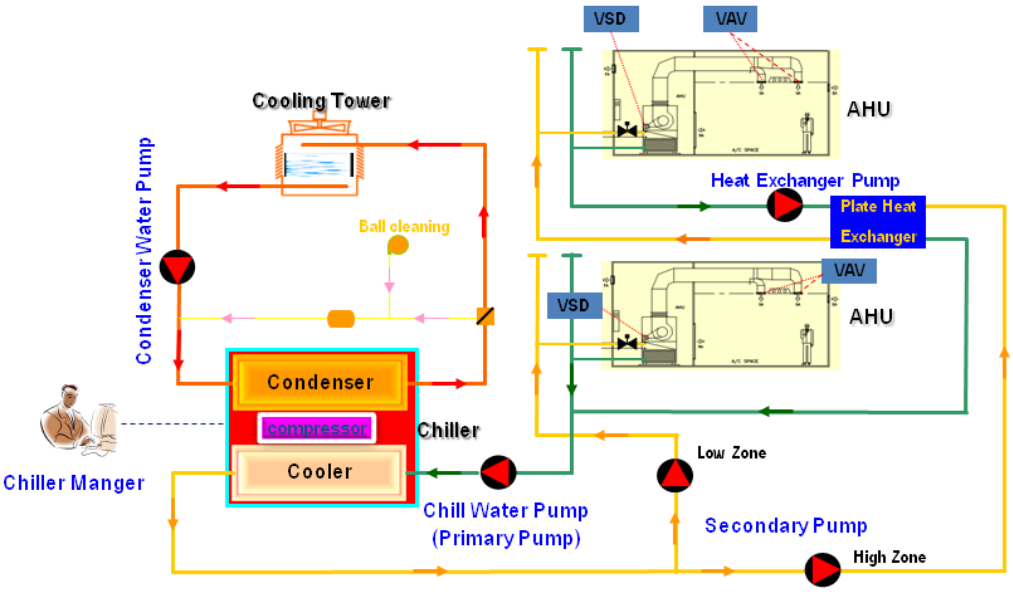
3.3 การทำงานของระบบปรับอากาศแบบรวม

การทำงานของระบบปรับอากาศแบบรวมของอาคารธนาคารกสิกรไทย สนญ . ราษฎร์บูรณะ สามารถ อธิบายการการทำงานของระบบได้ตามภาพที่ 3.17 และ 3.18 โดยสามารถแยกการทำงานของระบบออกได้เป็น 2 ด้าน คือ

1. ด้านน้ำเย็น (Chilled Water) เป็นการส่งน้ำซึ่งผ่านการทำความเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller – CH) ขึ้นไปยังเครื่องส่งลมเย็น Air Handling Unit (AHU) โดยอาศัยเครื่องสูบน้ำด้านปฐมภูมิ(Primary Pump / Chilled Water Pump - CHP1) ทำหน้าที่ส่งน้ำผ่าน Chiller ไปยังเครื่องสูบน้ำด้านทุติยภูมิ (Secondary Pump / Chilled Water Pump – CHP2) โดยแยกเครื่องส่งน้ำเย็นขึ้นสู่อาคารเป็นแบบ 2 โซน ได้แก่ เครื่องส่งน้ำด้านโซนต่ำ (Low Zone) และเครื่องส่งน้ำทางด้านโซนสูง (High Zone) น้ำเย็นทางด้านโซนต่ำ (Low Zone) จะถูกส่งขึ้นโดยใช้เครื่องส่งน้ำเย็นไปยังเครื่องส่งลมเย็นตั้งแต่ชั้น G ถึงชั้น 22 ส่วนทางด้านโซนสูง (High Zone) น้ำเย็นจะถูกส่งขึ้นไปยังอาคารโดยเครื่องส่งน้ำเย็น ผ่านชุดแลกเปลี่ยนควา มร้อน (Plate Heat Exchangers) ที่ชั้น 23 โดยมีเครื่องส่งน้ำเย็น Heat Exchangers Pump - HXP ส่งน้ำเย็นไปยังเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit – AHU) ตั้งแต่ชั้น 23 ถึงชั้น 42 ซึ่งการทำงานของ AHU มีอุปกรณ์เพื่อควบคุมการจ่ายลมเย็นให้เป็นไปตามอุณหภูมิที่มีการปรับตั้งไว้ คือ

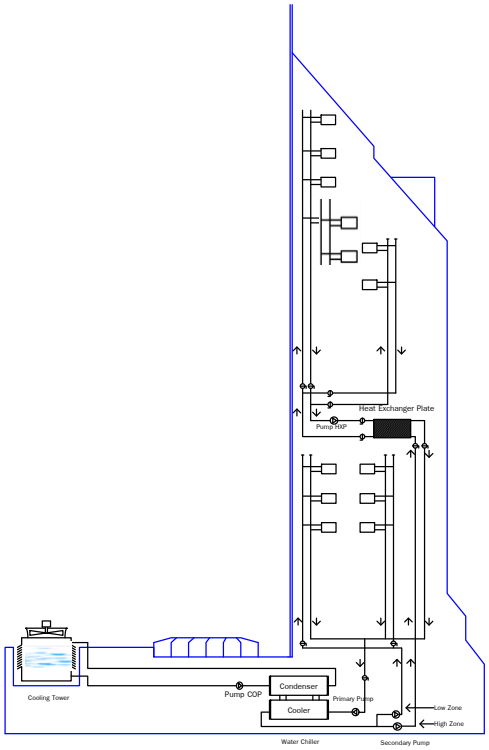
- Variable Speed Drives (VSD) ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ของ Blower
- Variable Air Volume (VAV) ควบคุมปริมาณลมตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

2. ด้านหล่อเย็น (Condenser) เป็นการนำน้ำไประบายความร้อนที่หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower - CT) และนำน้ำที่ถูกระบายความร้อนแล้วนำกลับมาเพื่อแลกเปลี่ยนอุณหภูมิที่ชุดหล่อเย็นของ Chiller อีกครั้ง โดยอาศัยเครื่องส่งน้ำหล่อเย็น (Condenser Water Pump - COP) เป็นตัวสร้างแรงดัน



ภาพที่ 3.17 ภาพวงจรระบบปรับอากาศแบบรวม

(ที่มา : คู่มือปฏิบัติงานระบบปรับอากาศ แผนกสาธารณูปโภค อาคาราษฎร์บูรณะ บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด)



ภาพที่ 3.18 แผนผังการทำงานของระบบปรับอากาศของอาคารฯ

(ที่มา : คู่มือปฏิบัติงานระบบปรับอากาศ แผนกสาธารณูปโภค อาคาราษฎร์บูรณะ บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด)

การเดินระบบปรับอากาศของอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ ปรับตั้งอุณหภูมิที่เครื่อง Chiller ที่ 45-47 ^{O}F โดยควบคุมอุณหภูมิที่พื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 75.2-77^{O}F ซึ่งการเดินเครื่องจักรในระบบมีการกำหนดตารางการเดินตามปริมาณการใช้พื้นที่ของอาคาร ซึ่งแยกเป็น

1. วันทำการธนาคาร
   - 1.1 Chiller ขนาด 1,000 ตัน จำนวน 1 เครื่อง
   - 1.2 Chiller ขนาด 538 ตัน หรือ 650 ตัน จำนวน 1 เครื่อง
2. วันหยุดทำการธนาคาร Run Chiller ขนาด 538 ตัน หรือ 650 ตัน จำนวน 1 เครื่อง

เครื่องจักรในระบบมีการจัดชุดการทำงานออกเป็นชุดๆ โดยกำหนดตารางการทำงานประจำสัปดาห์ ซึ่งเครื่องจักรแต่ละชุดจะทำงานหมุนเวียนสลับกันไปเพื่อให้มีชั่วโมงการทำงานที่ใกล้เคียงกัน เช่น กรณีการเดินเครื่องทำน้ำเย็น CH-01A จะใช้เครื่องสูบน้ำในชุด 01A ซึ่งแสดงการจัดชุดเครื่องจักรได้ตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ตารางการจัดชุดการทำงานของเครื่องจักร

<table>
<tr><th colspan="3" rowspan="2">Water Chiller</th><th rowspan="2">Primary Pump</th><th colspan="2">Secondary Pump</th><th rowspan="2">Heat Exchanger Pump</th><th rowspan="2">Condenser Pump</th><th rowspan="2">Cooling Tower</th></tr>
<tr><th>High Zone</th><th>Low Zone</th></tr>
<tr><td rowspan="4">1,000 Ton/h</td><td>Set 1</td><td>CH-01A</td><td>CHP1-01A</td><td>CHP2-01A</td><td>CHP2-06A</td><td>HXP-01A</td><td>COP-01A</td><td>CT-01A</td></tr>
<tr><td>Set 2</td><td>CH-02A</td><td>CHP1-02A</td><td>CHP2-02A</td><td>CHP2-07A</td><td>HXP-02A</td><td>COP-02A</td><td>CT-02A</td></tr>
<tr><td>Set 3</td><td>CH-03A</td><td>CHP1-03A</td><td>CHP2-03A</td><td>CHP2-08A</td><td>HXP-03A</td><td>COP-03A</td><td>CT-03A</td></tr>
<tr><td colspan="6">Spare</td><td>COP-06A</td><td>CT-04A</td></tr>
<tr><td>538 Ton/h</td><td colspan="2">CH-04A</td><td>CHP1-04A</td><td rowspan="2">CHP2-04A</td><td rowspan="2">CHP2-09A</td><td rowspan="2">HXP-04A</td><td>COP-04A</td><td>CT-05A</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>CHP1-05A</td><td></td><td></td><td>COP-05A</td><td>CT-06A</td></tr>
<tr><td>650 Ton/h</td><td colspan="2">CH-05A</td><td>CHP1-06A</td><td rowspan="2">CHP2-05A</td><td rowspan="2">CHP2-10A</td><td rowspan="2">HXP-05A</td><td>COP-07A</td><td>CT-07A</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>CHP1-07A</td><td></td><td></td><td>COP-08A</td><td>CT-08A</td></tr>
<tr><td colspan="3">Chiller : Pump</td><td>1:1</td><td>1:1</td><td>1:1</td><td>1:1</td><td>1:1</td><td>1,000 Tons : 2
538/650 Tons : 1</td></tr>
</table>

จากตารางที่ 3.2 การจัดเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวมออกเป็นชุดๆ ทำให้ง่ายต่อการวางแผนการทำงานของระบบฯ โดยเครื่องจักรในแต่ละชุดจะมีชั่วโมงการทำงานที่ใกล้เคียงกัน และเครื่องจักรชุดที่ไม่ได้ใช้งานสามารถใช้เป็นชุดสำรองทดแทนกรณีที่เกิดปัญหากับเครื่องจักรชุดที่กำลังทำงานอยู่

และในกรณีที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรในแต่ละชุดเกิดปัญหาชำรุดไม่สามารถทำงานได้ ระบบฯ ก็สามารถสลับไปใช้เครื่องจักรประเภทเดียวกันในชุดอื่นได้ โดยอาศัยการปรับเปลี่ยนเส้นทางการส่งน้ำเย็นจาก Valve ควบคุม

3.4 การบำรุงรักษาระบบ

การกำหนดแนวทางในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรของระบบปรับอากาศ ของอาคาร มุ่งเน้นที่จะให้เกิดความพร้อมของระบบ ลดการชำรุดและเกิดการหยุดชะงักการทำงานของเครื่องจักรในระบบให้ต่ำหรือน้อยที่สุด ทั้งนี้หากมีปัญหาเกิดขึ้นผู้ที่รับผิดชอบการดูแลระบบ ได้แก่ ช่างอาคาร หรือบริษัทที่ได้ทำสัญญา ดูแลระบบไว้กับทางอาคารต้องสามารถจัดการกับปัญหาหรือซ่อมแซมในเวลาอันรวดเร็วเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบกับการใช้อาคาร

อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ มีการกำหนดแนวทางการใช้งานและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม ตั้งแต่เริ่มมีการใช้งานระบบต่อเนื่องจนกระทั่งจนกระทั่งถึงปีที่ 14 พบสรุปผลการดำเนินการได้ดังนี้

1. บุคลากรรับผิดชอบในการดูแลรักษาระบบ มีการกำหนด
    - 1.1 งานควบคุมและกำกับดูแล ธนาคารจัดเจ้าหน้าที่จากฝ่ายบริหารอาคารและงานกลาง (บก.) ทำหน้าที่ในการกำหนดแนวทางในการทำงานของระบบ และควบคุมดูแลการทำงานของช่างประจำอาคาร
    - 1.2 งานปฏิบัติการธนาคารจัดตั้ง บริษัทให้บริการสนับสนุนงานต่อเครือธนาคารกสิกรไทย เป็นผู้ให้บริการด้าน Facility Management คือ บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จัดเจ้าหน้าที่ช่างประจำอาคารดูแลตลอด 24 ชั่วโมง โดยแยกหน้าที่งานออกเป็น
        - 1.2.1 งานปฏิบัติการประจำวัน (Daily Operation) เป็นงานด้านการเดินระบบและตรวจสอบสถานการทำงานของเครื่องประจำวัน
        - 1.2.2 งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นการซ่อมบำรุงระบบตามรอบที่กำหนด
        - 1.2.3 งานประสานงานและกำกับดูแลผู้รับเหมา (Coordinate & Control)เนื่องจากธนาคารมีการกำหนดงานที่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเข้ามาดำเนิน ซึ่งใช้ช่างประจำอาคารทำหน้าที่ประสานงานและควบคุมดูแลการทำงานแทนธนาคาร

1.2.4 งานด้านการพัฒนาและงบประมาณ (Developing & Budgeting) เป็นงานด้านการนำเสนอโครงการในการปรับปรุงพัฒนาระบบ รวมถึงการจัดตั้งงบประมาณเสนอต่อธนาคาร

1.2.5 งานสนับสนุนกิจกรรมพิเศษของธนาคาร (Supporting Work) เป็นงานให้การสนับสนุนด้าน Facility Management ในการจัดกิจกรรมพิเศษของธนาคารทั้งในและนอกสถานที่

1.3 งานตรวจสอบและซ่อมแก้ไขโดยช่างผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ธนาคารมีการจัดจ้าง โดยทำเป็นสัญญาบริการบำรุงรักษาแยกตาม ประเภทของเครื่องจักร คือ

1.3.1 เครื่องทำน้ำเย็น Chiller จัดจ้างบริษัท แคเรียร์ (ประเทศไทย) จำกัด

1.3.2 เครื่องสูบน้ำ จัดจ้างบริษัท ซันโค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

1.3.3 ระบบ Chiller Manager จัดจ้างบริษัทเบส ไดเรคชั่น ซิสเต็ม จำกัด

1.3.4 ระบบ VAV จัดจ้างบริษัท ไทยแอร์มูฟเมนต์ จำกัด

1.3.5 การล้างทำความสะอาด Cooling Tower, Filter และ Cooling Coil จัดจ้างบริษัท สตาร์ลิงค์ (ประเทศไทย) จำกัด

2. งบประมาณการดำเนินการ มีการจัดสรรงบประมาณเป็นรายปี โดยแยกงบออกเป็นส่วนต่างๆ คือ

2.1 งบประมาณการดูแลและบำรุงรักษาระบบ

2.1.1 งบประมาณการซ่อมแก้ไข ประมาณ 1,200,000 บาทต่อปี

2.1.2 งบประมาณสัญญาบำรุงรักษา ประมาณ 900,000 บาทต่อปี

2.1.3 งบประมาณงานโครงการหรืองานพัฒนาปรับปรุงระบบ ขึ้นกับการนำเสนอและได้ความเห็นชอบจากธนาคาร ซึ่งจะมีการพิจารณาเป็นรายปีก่อนการตั้งเป็นงบประมาณในปีถัดไป

2.2 งบประมาณจัดจ้างช่างประจำอาคาร เฉพาะระบบปรับอากาศ จำนวน 7 คน ประมาณ 900,000 บาทต่อปี

ระบบปรับอากาศแบบรวม ถือเป็นระบบประกอบอาคารที่ธนาคารให้ความสำคัญในระดับสูงมาก จึงจำเป็นต้องจัดให้มีการกำหนดแผน/วงรอบในการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบชัดเจน รวมถึงการจัดให้มี ชุดบุคลากรที่ทำหน้าที่การบำรุงรักษาเป็นการเฉพาะ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การกำหนดภาระหน้าที่ และวงรอบในการปฏิบัติของช่างประจำอาคาร และงานที่ต้องมีการจัดจ้างช่างผู้ชำนาญงานจากภายนอกเป็นผู้ดำเนินการ โดยมีรายละเอียดของงานที่ดำเนินการ ตามตารางที่ 3.3 ดังนี้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดงานบำรุงรักษา

รายละเอียดเนื้องาน	**วงรอบ**	**ผู้รับผิดชอบ**
1. ระบบ เครื่องทำน้ำเย็น (WATER CHILLER)		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจเช็คสถานการทำงาน ของ PSIO BOAD	1 ผลัด/ครั้ง	ช่างอาคาร
งานบำรุงรักษา		
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ FLOW SWITCH	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ควงจรควบคุม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจสอบพารามิเตอร์การทำงาน ขณะเครื่องทำงาน	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คระบบการทำงานของระบบน้ำมันหล่อลื่น	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คระบบการทำงานระบบควบคุมน้ำยา	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คการทำงานระบบควบคุม	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คสภาพการไหลของน้ำด้าน Cooler และ Condenser	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คอุณหภูมิน้ำด้าน Cooler และ Condenser	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คอุณหภูมิ แรงดันน้ำยาด้าน Cooler และ Condenser	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คอุณหภูมิของน้ำมัน และ Bearing	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คระบบควบคุม Controls System	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คระบบรอยรั่วต่างๆ	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คระบบ Safety และ Operating Controls	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คการทำงานของระบบ Compressor	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
- ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของระบบ	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบการใช้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบ Transducer ต่างๆ	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คระบบ Diff. Pressure / Flow Switch	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คระบบ Wiring ของระบบที่เครื่องทำน้ำเย็นและตู้ Starter	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- เช็คแรงดันไฟฟ้า Power&Control	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ทำความสะอาดเครื่อง Chiller	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ทำความสะอาดแผง Starters&Switch Board	6 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ขันสกรูน๊อตด้าน Power&Control	6 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- จัดเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นคอมเพรสเซอร์	1 ปี/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- จัดเปลี่ยนไส้กรองน้ำมัน	1 ปี/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- จัดเปลี่ยนไส้กรองน้ำยา	1 ปี/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- จัดเปลี่ยนตัวดูดความชื้น	1 ปี/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบและปรับแต่งระบบ Refrigerant Float System	1 ปี/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบ Pressure Relief Valve และระบบท่อ	1 ปี/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
2. **เครื่องสูบน้ำ** (WATER PUMP)		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจเช็คค่าแรงดันน้ำ เข้าและออก	1 สัปดาห์/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ปั๊มน้ำ	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ Coupling Joint	1 สัปดาห์/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ครอยรั่วตามซีลต่างๆและท่ออ่อน	1 สัปดาห์/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ FLOW SWITCH	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ควงจรควบคุม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
งานบำรุงรักษา		
- อัดจาระบีที่หัวปั้มน้ำและมอเตอร์ปั้มน้ำ	6 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตัวเครื่อง	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตู้ไฟฟ้า	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจสอบระบบมอเตอร์ขับ - Inspection - Vibration - Insulation - Polarization - Bearing Condition - Temperature	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบระบบปั๊ม - Vibration - Bearing Condition - Temperature	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบชุด Starter	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบ Alignment Condition	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
3. หอผึ่งน้ำ (COOLING TOWER)		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจเช็คค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์	1 สัปดาห์/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ควงจรควบคุม	1 สัปดาห์/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ TWO WAY VALVE	1 สัปดาห์/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ครอยรั่วตามซีลต่างๆและท่ออ่อน	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คสภาพแผ่นกระจายน้ำ	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คน้ำมันเกียร์มอเตอร์พัดลม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คระบบน้ำในถัง EQUALIZER และระบบน้ำเติม	ทุกวัน	ช่างอาคาร

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
งานบำรุงรักษา		
- ทำความสะอาดแผ่นกระจายน้ำ	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ทำความสะอาดถาดน้ำ BASIN	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ทำความสะอาดโครงตัวเครื่อง	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ทำความสะอาดตู้ไฟฟ้า	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- เปลี่ยนน้ำมันเกียร์มอเตอร์พัดลม	1 ปี/ครั้ง	ช่างอาคาร

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
4. ระบบเติมสารเคมี (CHEMICAL SYSTEM)		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ เซนเซอร์วัดความกระด้าง	1 สัปดาห์/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คค่าพารามิเตอร์ของเครื่องวัดความกระด้าง	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ TWO WAY VALVE ระบบ BEED OFF	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ควงจรควบคุม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คมอเตอร์ถังกวน	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คมอเตอร์ปั๊มน้ำยาเคมี	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ครอยรั่วถังน้ำยา BY PASS	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
งานบำรุงรักษา		
- เติมน้ำยาเคมีถังน้ำยา BY PASS น้ำร้อนและน้ำเย็น	1 สัปดาห์/ครั้ง	ช่างอาคาร
- เติมน้ำยาเคมีถังกวน	1 สัปดาห์/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดถังกวนและถัง BY PASS	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตู้ไฟฟ้า	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ปรับแต่งค่า PH / ความกระด้างของเครื่องวัด	6 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
5. ระบบน้ำเติม (EXPANSION TANK)		
งานตรวจเช็ค		
	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คค่าแรงดันลมภายในถัง	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ PRESSURE SWITCH	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ TWO WAY VALVE	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ครอยรั่วถัง EXPANSION TANK	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
งานบำรุงรักษา		
- ทำความสะอาดถัง EXPANSION TANK	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ปรับแต่งค่า DIFF PRESSURE ของ PRESSURE SWITCH	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
6. ระบบ BUILT UP AIR		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจเช็คค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ TWO WAY VALVE	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ THERMOSTAT	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ AIR FLOW SWITCH	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ FILTER CHECK SWITCH	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ MEMOMETER	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คค่าพารามิเตอร์ต่างๆใน ระบบ VSD.	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ระบบ PTC.	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ควงจรการทำงานระบบ SAND WISH พร้อมทั้งชุด	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คระบบระบายความร้อนภายใน ระบบ VSD.และ ตู้	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
ควบคุมระบบไฟฟ้า		
- ตรวจเช็คค่า GPM. เข้าและออก ใน ระบบ ท่อน้ำ	6 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
- ตรวจเช็คค่าอุณหภูมิ เข้าและออก ใน ระบบ ท่อน้ำ	6 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คสายพาน	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คสภาพใยแก้วในกล่อง PLENIUM	6 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
งานบำรุงรักษา		
- ล้าง ALUMINIUM FILTER	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ล้าง MEDIUM FILTER	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ล้าง แผง FIN COIL	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ล้าง ถาดน้ำทิ้งพร้อมท่อน้ำทิ้ง	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ไล่สนิมท่อน้ำ (FLUSH COIL)	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ล้าง STAINNER	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- อัดจารบีที่ BLOWER	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตู้ไฟฟ้า	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดแผงควบคุม ตู้ VSD	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ปรับแต่งค่า DIFF PRESSURE ของ ระบบ PTC	1 ปี/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดผนังห้อง ISO WALL	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
7. ระบบ AIR HANDING & FAN COIL UNIT		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจเช็คสายพาน	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ควงจรควบคุม	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลมส่งลมเย็น	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ TWO WAY VALVE	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ THERMOSTAT	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ค FILTER	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ AIR FLOW SWITCH	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
- ตรวจเช็คแบริ่งของเพลาขับ	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
งานบำรุงรักษา		
- ล้าง แผง FIN COIL เย็น	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ล้าง FILTER	1 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ทำความสะอาดถาดน้ำทิ้งและท่อน้ำทิ้ง	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- อัดจาระบีที่ BLOWER	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาด วงจรควบคุม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตัวเครื่อง	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
8. ระบบนำอากาศภายนอกเข้าอาคาร (FRESH AIR FAN)		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจเช็ควงจรควบคุม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ FILTER CHECK SWITCH	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ค FILTER	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คแบริ่งของเพลาขับ	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
งานบำรุงรักษา		
- อัดจารบีแบริ่งของเพลาขับ	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาด วงจรควบคุม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตัวเครื่อง	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาด FILTER	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
9. ระบบ VAV (VARIABLE AIR VOLUME)		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจสอบสัญญาณ VAV-Computer	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบสัญญาณ VAV-VAV	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบข้อมูล Data Base ใน VAV	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ประกอบต่างๆ	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
งานบำรุงรักษา		
- ทำความสะอาด แผงวงจรควบคุม	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตัวเครื่อง	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาด FILTER	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดชุด Control Board	6 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ทำความสะอาดชุด Filter Differential Sensor	6 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
10. ระบบ แลกเปลี่ยนอุณหภูมิ (HEAT EXCHANGER)		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจเช็คค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ปั้มน้ำ	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ TWO WAY VALVE	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ครอยรั่วตามซีลต่างๆ	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ควงจรควบคุม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คค่าแรงดันน้ำ เข้าและออก	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คค่าอุณหภูมิ เข้าและออก ใน ระบบ ท่อน้ำ	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คค่า GPM. เข้าและออก ใน ระบบ ท่อน้ำ	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
งานบำรุงรักษา		
- ทำความสะอาดวงจรควบคุม	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตัวเครื่อง	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาด HEAT EXCHANGER PLATE	1 ปี/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
11. ระบบควบคุมการทำงาน เครื่องทำน้ำเย็นอัตโนมัติ (CCN- CARRIES COMFORT NEXTWORK)		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจสอบและบำรุงรักษาคอมพิวเตอร์	2 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบและบำรุงรักษาตัวควบคุมระบบ (controller)	2 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor)	2 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบและบำรุงรักษาฟังก์ชั่นการควบคุม	2 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
งานบำรุงรักษา		
- ทำความสะอาดอุปกรณ์ทั้งหมด	2 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ทำความสะอาดแผงควบคุมทั้งหมด	2 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบสภาพสายไฟ การขันน๊อต	2 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
- ตรวจสอบสภาพและการทำงานของ Flow Switch	2 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก

รายละเอียดเนื้องาน	วงรอบ	ผู้รับผิดชอบ
12. ระบบ BALL CLEANING		
งานตรวจเช็ค		
- ตรวจเช็คค่า PARAMETER ของ PLC	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คการสึกหรอของ BALLและจำนวน	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็ควงจรควบคุม	1 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจเช็คระบบการเก็บ-จ่ายลูกบอล	3 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก
งานบำรุงรักษา		
- อัดจาระบีที่หัวปั้มน้ำและมอเตอร์ปั้มน้ำ	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตัวเครื่อง	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตู้ไฟฟ้า	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ทำความสะอาดตัวเครื่อง	3 เดือน/ครั้ง	ช่างอาคาร
- ตรวจสอบและทำความสะอาด Ball Strainer	12 เดือน/ครั้ง	ว่าจ้างบริษัทภายนอก

2. การจัดทำสัญญาบริการบำรุงรักษาอุปกรณ์จากบริษัทที่มีความเ ชี่ยวชาญจากภายนอกมาดู แลและบำรุงรักษาเป็นการเฉพาะ ร วมถึงการอบรมและคำแนะนำกับช่างประจำอาคารในการดูแลบำรุงรักษาเครื่องและการแก้ไขกรณีเกิดปัญหาเร่งด่วนขึ้น ซึ่งได้แก่
   2.1 Water Chiller ได้ว่าจ้างบริษัทตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์เข้ามาเข้ามาเป็นผู้บำรุงรักษาเครื่องตั้งแต่ปีแรกที่มีการเปิดใช้งาน และต่อเนื่องมาโดยตลอด เพื่อให้เครื่องได้รับการบำรุงรักษาที่ถูกต้องและเป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนด
   2.2 Variable Air Volume (VAV)
   2.3 Water Pump
   2.4 Cooling Tower
   2.5 Air Handling Unit
   2.6 Ball Cleaning System
   2.7 Chiller Manager System
3. การจัดเตรียมอะไหล่ของเครื่องจักรแต่ละประเภทสำรองไว้ สำหรับกรณีเกิ ดการชำรุดขึ้นช่างประจำอาคาร หรือช่างจากบริษัทฯ ภายนอกสามารถเข้าดำเนินการจัดเปลี่ยนได้ทันที โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้.-
   3.1 อุปกรณ์ชนิดนั้นหากชำรุด ส่งผลให้เครื่องจักรหรือระบบฯ ไม่สามารถทำงานได้เลย และบริษัทตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยไม่มีการจัดเก็บสำรอง ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการสั่งซื้อมากกว่า 2-3 เดือนขึ้นไป ตัวอย่างเช่น
      3.1.1 Temperature Sensor
      3.1.2 Cable Sensor
      3.1.3 Transducer
      3.1.4 Sensor Discharge
   3.2 อุปกรณ์ชนิดนั้นมีอัตราการชำรุดหรือมีความถี่ในการใช้งานสูงไว้ ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับเครื่องจักรในประเภทเดียวกันได้ ตัวอย่างเช่น
      3.2.1 Bearing
      3.2.2 Mechanical Seal

3.5 ผลการบำรุงรักษาระบบ

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ มีการกำหนดแนวทางการบำรุงรักษาระบบ ว่าจ้างบริษัทที่มีความชำนาญในเครื่องจักรแต่ละประเภทมาเป็นผู้ดูแลบำรุงรักษา รวมถึงการกำหนดภาระหน้าที่ของผู้รับผิดชอบแต่ละด้านไว้อย่างชัดเจน เพื่อที่จะลดโอกาสที่จะเกิดปัญหาการหยุดชะงักหรือชำรุดของเครื่องจักรของระบบปรับอากาศแบบรวมอย่างกะทันหัน อันส่งผลกระทบโดยตรงกับผู้ใช้อาคารและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่ต้องทำงานอยู่ในสภาวะอุณหภูมิตามที่กำหนดไว้ ซึ่งถ้าหากอาคารไม่สามารถใช้งานได้แล้วก็ย่อมส่งผลกับการดำเนินธุรกิจของธนาคารได้ แต่กระนั้นก็ยังเกิดการชำรุดและการขัดข้องของเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวมขึ้นอยู่ ผู้ทำการศึกษาจึงได้รวบรวมการชำรุดขัดข้องที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวม ตั้งแต่ในปีแรกที่อาคารเริ่มใช้งานจนถึงปีที่ 14 ซึ่งได้มีการบันทึกข้อมูลไว้เป็นประวัติของเครื่องจักร

การชำรุดของระบบปรับอากาศแบบรวมที่เกิดขึ้น เครื่องจักรมีการชำรุดตั้งแต่ปีแรกที่เริ่มมีการใช้งานจนกระทั่งปีที่ 14 รวมทั้งสิ้น 735 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมทั้งสิ้น 26,035,561 บาท โดยเกิดขึ้นในอุปกรณ์ประกอบส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร ซึ่งสามารถจำแนกตามประเภทของเครื่องจักรออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)
2. เครื่องสูบน้ำ (Pump)
3. หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower)
4. เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit)

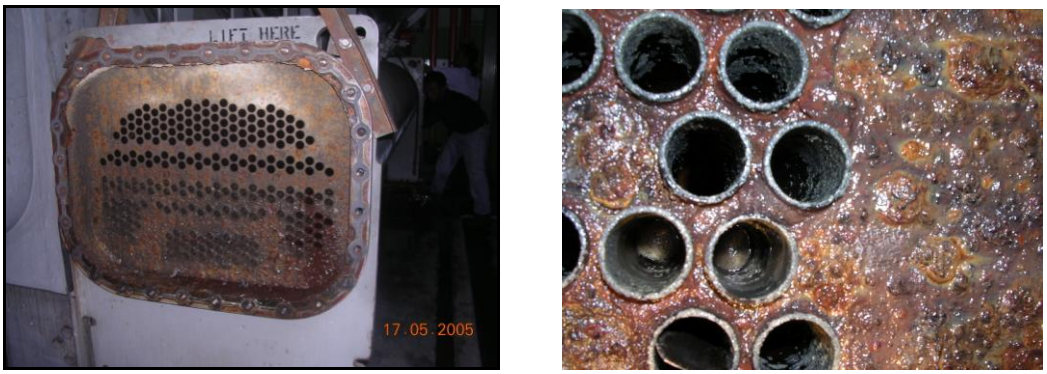
เครื่องจักรแต่ละกลุ่มมีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน ลักษณะการชำรุดก็มีความแตกต่างด้วย ผู้ทำการศึกษาจึงได้จำแนกลักษณะการชำรุดตามส่วนประกอบของเครื่องจักรในแต่ละกลุ่มได้ ดังนี้คือ

เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) จำนวน 5 เครื่อง มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 59 ครั้ง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมทั้งสิ้น 4,626,223 บาท สามารถจำแนกการชำรุดตามส่วนประกอบสำคัญของเครื่องจักรเป็น 4 ส่วน คือ

ภาพที่ 3.19 ส่วนประกอบของเครื่องทำน้ำเย็น Chiller

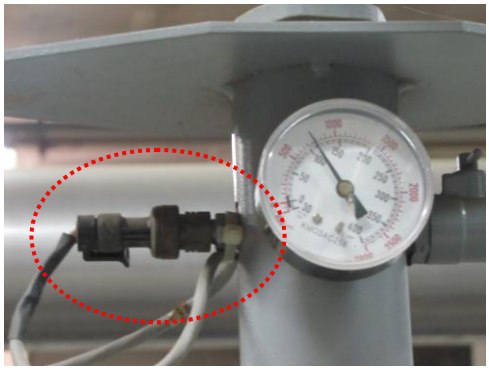
- Condenser มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 10 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 298,610 บาท แยกเป็น

  - Tube เนื่องจากระบบน้ำหล่อเย็นเป็นระบบเปิด ซึ่งทำให้เกิดการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นตะกรันสนิม สะสมในท่อ เกิดการอุดตันส่งผลให้การแลกเปลี่ยนความร้อนในระบบฯ ได้ไม่ดี เกิดขึ้นทั้งหมด 7 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 273,410 บาท



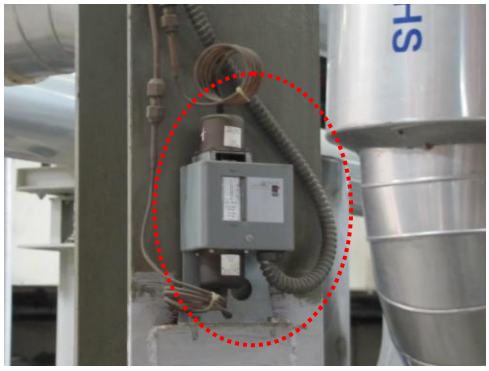
ภาพที่ 3.20 การอุดตันของ Tube ใน Condenser

- Condenser Pressure Transducer การส่งค่าแรงดันคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 2,400 บาท



ภาพที่ 3.21 Condenser Pressure Transducer Error

- Differential Pressure Switch การส่งค่าแรงดันคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 6,800 บาท



ภาพที่ 3.22 Differential Pressure Switch Error

- Pressure Relief Valve วาล์วชำรุดทำให้การลดความดันไม่สามารถทำได้ตามค่าที่กำหนด, ตัวอุปกรณ์มีการผุกร่อนมีการรั่วซึมของสารทำความเย็น เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 16,000 บาท

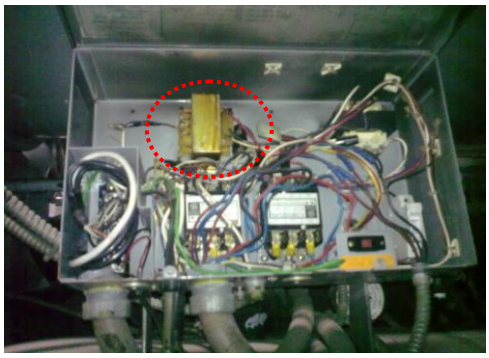
ภาพที่ 3.23 Pressure Relief Valve

- Compressor มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 15 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 2,823,702 บาท แยกเป็น

- Terminal Compressor ชำรุดเกิดการรั่วซึมของสารทำความเย็น เกิดขึ้นทั้งหมด 2 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 1,640,000 บาท

ภาพที่ 3.24 การรั่วของสารทำความเย็นที่ Terminal Compressor

- Control Oil Pump Transformer เกิดการชำรุดที่ชุดแปลงไฟ Oil Pump เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 2,400 บาท



ภาพที่ 3.25 Control Oil Pump Transformer ชำรุด

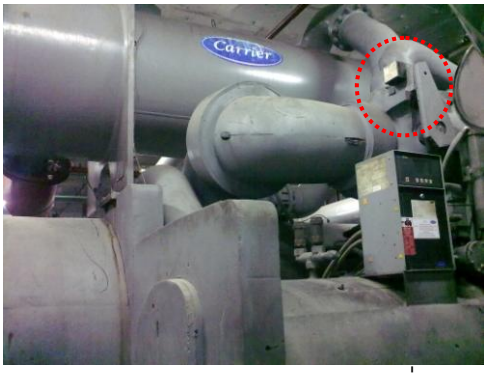
- Discharge Temperature Sensor การส่งค่าอุณหภูมิคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เกิดขึ้นทั้งหมด 4 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 172,697 บาท

ภาพที่ 3.26 Discharge Temperature Sensor Error

- Oil Pressure Transducer & Cable การส่งค่าแรงดันคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง, การชำรุดเสื่อมสภาพจากตัวอุปกรณ์เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 11,000 บาท

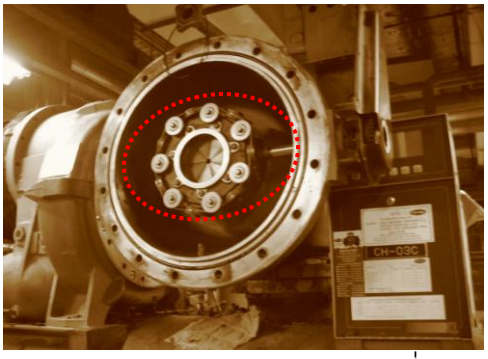
ภาพที่ 3.27 Oil Pressure Transducer & Cable Error

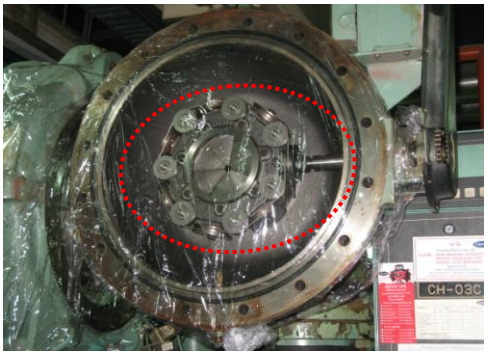
- Motor Actuator การชำรุดที่ Motor ของอุปกรณ์ควบคุมปริมาณการจ่ายสารทำความเย็น เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 158,895 บาท



ภาพที่ 3.28 Motor Actuator

- Inlet Guide Vane อุปกรณ์เสื่อมสภาพไม่สามารถควบคุมปริมาณการจ่ายสารทำความเย็นตามที่กำหนดได้เกิดขึ้นทั้งหมด 2 ครั้ง มีค่าใช้จ่ ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 127,710 บาท



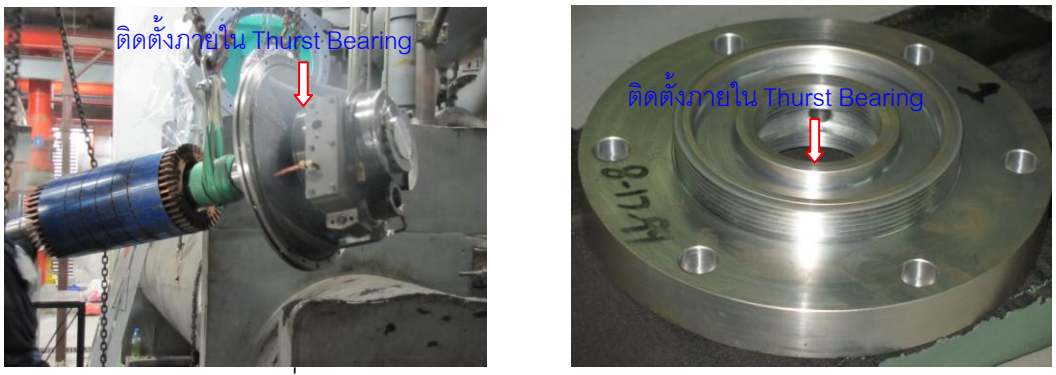


ภาพที่ 3.29 Inlet Guide Vane

- Motor Short Turn เกิดการลัดวงจรในขดลวดของมอเตอร์ เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 650,000 บาท

ภาพที่ 3.30 Motor Short Turn

- Thrust Bearing Temperature Sensor การส่งค่าอุณหภูมิคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 25,000 บาท



ภาพที่ 3.31 Thrust Bearing Temperature Sensor

- Oil Filter การอุดตัน เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 36,000 บาท

ภาพที่ 3.32 Oil Filter

- Cooler มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 10 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 50,700 บาท แยกเป็น

- Cooler Entering Water Temperature Sensor การส่งค่าอุณหภูมิคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เกิดขึ้นทั้งหมด 3 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 12,600 บาท

- Cooler Leaving Water Temperature Sensor การส่งค่าอุณหภูมิคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เกิดขึ้นทั้งหมด 4 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 16,800 บาท

ภาพที่ 3.33 Water Temperature Sensor

- Differential Pressure Switch การส่งค่าแรงดันคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 8,500 บาท

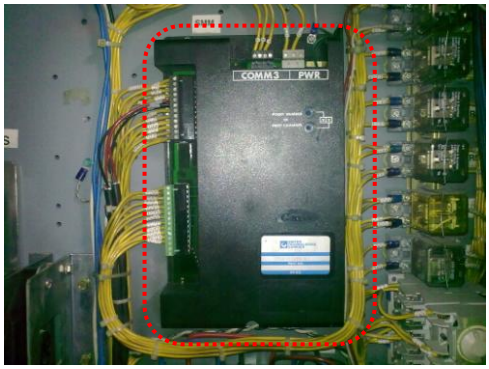
ภาพที่ 3.34 Differential Pressure Switch

- Pressure Transducer การส่งค่าแรงดันคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เกิดขึ้นทั้งหมด 2 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 12,800 บาท

ภาพที่ 3.35 Pressure Transducer Error

- Power and Control มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 23 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 1,385,211 บาท แยกเป็น

- Starter Management Module (SMM) ความผิดพลาดการรับส่งสัญญาณ เกิดขึ้นทั้งหมด 8 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายใน การซ่อมแซมเป็นเงิน 408,010 บาท



ภาพที่ 3.36 Starter Management Module (SMM) Error

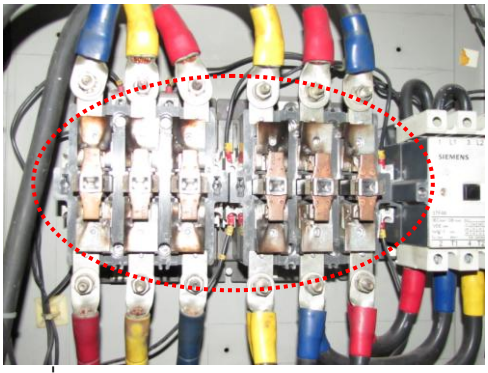
- Local Interface Display Control Panel (LID) จอภาพไม่แสดงผล เกิดขึ้นทั้งหมด 8 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 400,978 บาท

ภาพที่ 3.37 Local Interface Display Control Panel (LID) ไม่แสดงผล

- Processor Senser Input/Output Module (PSIO) การประมวลผลผิดพลาดทำให้ให้ไม่สามารถเดิน Chiller ได้ เกิดขึ้นทั้งหมด 4 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 151,000 บาท

ภาพที่ 3.38 Processor Senser Input/Output Module (PSIO) Error

- Magnetic Starter หน้าสัมผัสของอุปกรณ์ชำรุด เกิดขึ้นทั้งหมด 2 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 405,000 บาท

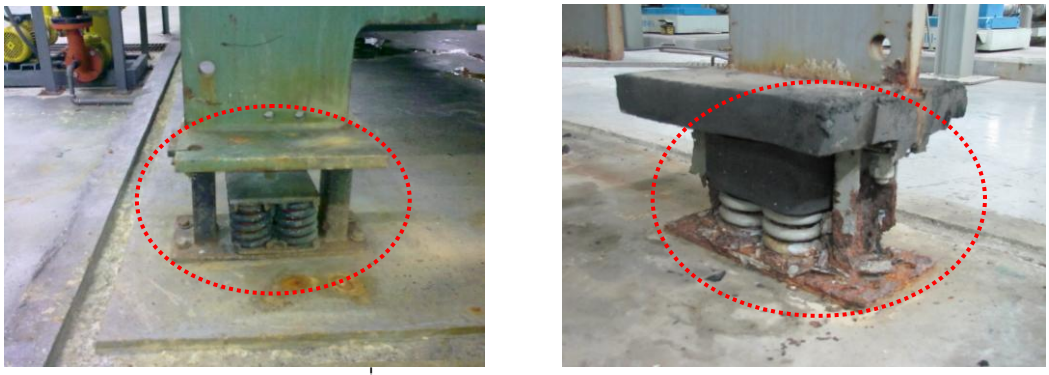


ภาพที่ 3.39 Magnetic Starter Short Circuit

- Main Breaker ขั้วต่อสายไฟหลวมเกิดการชำรุด เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 20,223 บาท

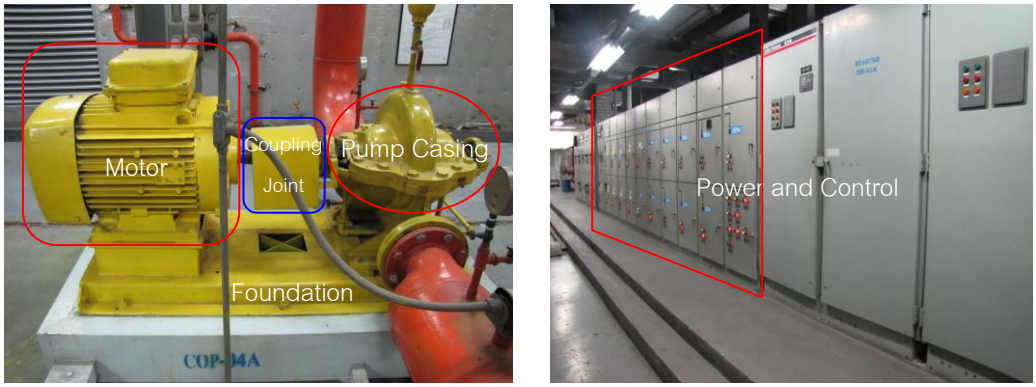
ภาพที่ 3.40 Main Breaker Short Circuit

- Foundation มีสาเหตุการชำรุดเกิดขึ้นจาก Spring Isolator มีการผุกร่อน เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 68,000 บาท



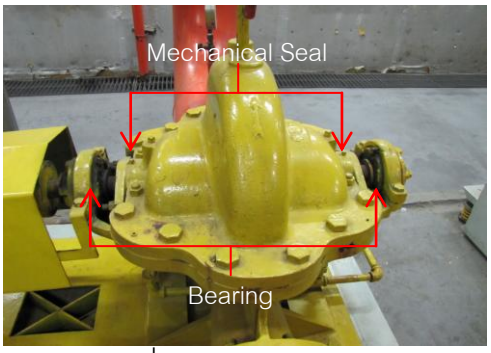
ภาพที่ 3.41 การผุกร่อน Foundation

เครื่องสูบน้ำ (Pump) จำนวน 35 เครื่อง มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 312 ครั้ง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมทั้งสิ้น 4,319,488 บาท สามารถจำแนกการชำรุดตามส่วนประกอบสำคัญของเครื่องจักรเป็น 6 ส่วน คือ



ภาพที่ 3.42 เครื่องสูบน้ำ (Pump)

- Pump Casing มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 167 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 1,697,559 บาท แยกเป็น



ภาพที่ 3.43 Pump Casing

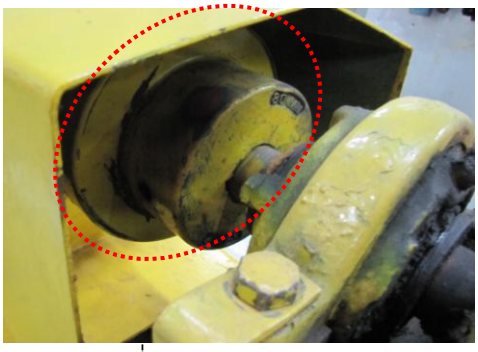
- Mechanical Seal การรั่วซึมของน้ำ เกิดขึ้นทั้งหมด 84 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 1,039,482 บาท

- Bearing การชำรุดของลูกปืนในตลับ เกิดขึ้นทั้งหมด 76 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 567,006 บาท

- Alignment การติดตั้งระหว่างชุด Pump และ Motor ไม่อยู่ในค่าที่กำหนด ทำให้เกิดการชำรุดของอุปกรณ์ที่จุดเป็นข้อต่อต่างๆ เกิดขึ้นทั้งหมด 2 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 3,000 บาท

- Shaft การชำรุดบริเวณเพลา, ปลอกเพลาของ Pump ทำให้ขณะทำงานมีการสั่น เกิดขึ้นทั้งหมด 5 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 88,071 บาท

- Coupling Joint มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 49 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 574,800 บาท แยกเป็น



ภาพที่ 3.44 Coupling Joint

- Casing เกิดการแตก, สึกกร่อน เกิดขึ้นทั้งหมด 16 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 325,600 บาท

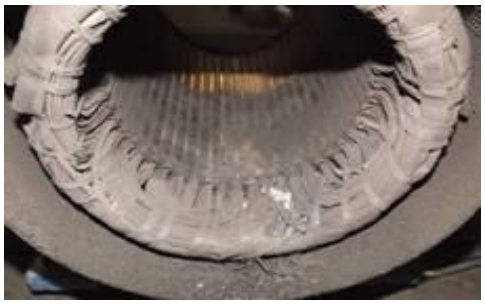
- Rubber Joint เกิดการฉีกขาด เกิดขึ้นทั้งหมด 33 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 249,200 บาท

ภาพที่ 3.45 Rubber Joint

- Motor มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 66 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 1,221,853 บาท แยกเป็น

  - Bearing ลูกปืนในตลับชำรุด เกิดขึ้นทั้งหมด 47 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 384,424 บาท

  - Turn Ground เกิดการลัดวงจรของขดลวดกับ Ground ทำให้เกิดการชำรุดที่ขดลวด เกิดขึ้นทั้งหมด 19 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 837,429 บาท



ภาพที่ 3.46 Motor Turn Ground

- Power and Control มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 10 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 166,276 บาท แยกเป็น

  - Breaker ขั้วต่อสายไฟหลวมเกิดการชำรุด เกิดขึ้นทั้งหมด 3 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 117,906 บาท

  - Magnetic หน้าสัมผัสทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ชำรุด เกิดขึ้นทั้งหมด 7 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 48,370 บาท

- Foundation Corrosion การผุกร่อนของฐานรองรับ Pump เกิดขึ้นทั้งหมด 19 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 339,000 บาท

ภาพที่ 3.47 Foundation Corrosion

- Flexible Joint การชำรุดแตกเกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 320,000 บาท

ภาพที่ 3.48 Foundation Corrosion

หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) จำนวน 8 เครื่อง มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 49 ครั้ง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมทั้งสิ้น 10,822,095 บาท สามารถจำแนกการชำรุดตามส่วนประกอบสำคัญของเครื่องจักรเป็น 5 ส่วน คือ

- Motorize Valve เกิดขึ้นทั้งหมด 19 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 510,457 บาท แยกเป็น

ภาพที่ 3.49 Motorize Valve

- Turn Ground เกิดการลัดวงจรของขดลวดกับ Ground ทำให้เกิดการชำรุดที่ขดลวด เกิดขึ้นทั้งหมด 4 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 18,545 บาท

- Gear การสึกกร่อนของฟันเฟือง เกิดขึ้นทั้งหมด 8 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 36,913 บาท

- Damaged and Replaced เกิดขึ้นทั้งหมด 7 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 455,000 บาท

- Motor มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 12 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 316,602 บาท แยกเป็น

ภาพที่ 3.50 Motor

- Bearing การชำรุดลูกปืนในตลับ เกิดขึ้นทั้งหมด 2 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 54,000 บาท

- Turn Ground เกิดการลัดวงจรของขดลวดกับ Ground ทำให้เกิดการชำรุดที่ขดลวด เกิดขึ้นทั้งหมด 9 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 237,602 บาท

- Foundation Corrosion การผุกร่อนของฐานรองรับ Motor เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 25,000 บาท

- Coupling Joint มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 12 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 316,602 บาท แยกเป็น

- Rubber Joint with Casing เกิดการแตก, สึกกร่อน เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 26,000 บาท

- Rubber Joint เกิดการฉีกขาด เกิดขึ้นทั้งหมด 2 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 14,700 บาท

- Fan มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 5 ครั้ง ทำให้เกิดค่ าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 263,336 บาท แยกเป็น

ภาพที่ 3.51 Fan

- Alignment ความไม่สมดุลของใบพัดต้องปรับแต่งใบพัดใหม่ เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 56,000 บาท

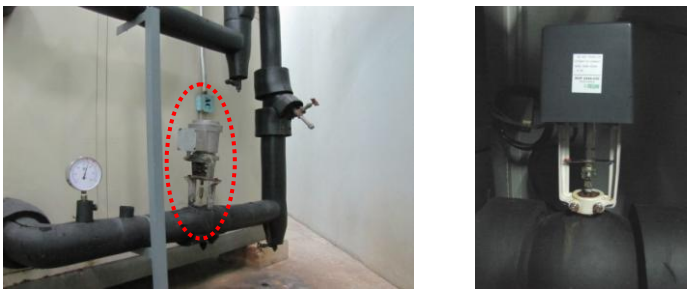
- Corrosion การผุกร่อนของโครงยึด และใบพัด เกิดขึ้นทั้งหมด 4 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 207,336 บาท

- Housing Corrosion การผุกร่อนของโครงเครื่อง เกิดขึ้นทั้งหมด 2 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 91,000 บาท

- Damaged and Replace การเสื่อมสภาพและชำรุดของ Cooling Tower จนไม่สามารถใช้งานได้ จ้องมีการจัดเปลี่ยนเครื่องใหม่ จำนวน 8 ครั้ง เป็นเงิน 9,600,00 บาท

เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) จำนวน 104 เครื่อง มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 314 ครั้ง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมทั้งสิ้น 6,573,730 บาท สามารถจำแนกการชำรุดตามส่วนประกอบสำคัญของเครื่องจักรเป็น 7 ส่วน คือ

- Motorize Valve มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 24 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเปลี่ยนชุดใหม่เป็นเงิน 559,665 บาท แยกเป็น



ภาพที่ 3.52 Motorize Valve

- Turn Ground การลัดวงจรของขดลวดกับ Ground ทำให้ขดลวดชำรุด
- Gear การสึกกร่อนของฟันเฟือง

- Temperature Sensor การส่งค่าแรงดันคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 45 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเปลี่ยนชุดใหม่เป็นเงิน 227,020 บาท

- Variable Air Volume (VSD) มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 64 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 1,755,154 บาท แยกเป็น

- Fan ชำรุดทำให้การระบายความร้อยภายในเครื่องไม่ได้ เกิดขึ้นทั้งหมด 20 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 8,000 บาท

- Card Control แผงควบคุมชำรุด เกิดขึ้นทั้งหมด 44 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 1,698,325 บาท

ภาพที่ 3.53 Variable Air Volume (VSD)

- Motor มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 78 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 935,985 บาท แยกเป็น

ภาพที่ 3.54 Motor

- Bearing ลูกปืนในตลับชำรุด เกิดขึ้นทั้งหมด 61 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 717,730 บาท

- Turn Ground เกิดการลัดวงจรของขดลวดกับ Ground ทำให้ขดลวดชำรุด เกิดขึ้นทั้งหมด 16 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 171,500 บาท

- Shaft มีการสึกกร่อน เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 46,755 บาท

- Power and Control มีการชำรุดเกิดขึ้นทั้งหมด 14 ครั้ง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 24,000 บาท แยกเป็น

ภาพที่ 3.55 Power and Control

- Magnetic หน้าสัมผัสทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ชำรุด เกิดขึ้นทั้งหมด 13 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 22,200 บาท

- Transformer เกิดการลัดวงจรในขดลวด เกิดขึ้นทั้งหมด 1 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 1,800 บาท

- Filter Deterioration การอุดตันเสื่อมสภาพ เกิดขึ้นทั้งหมด 78 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 2,583,115 บาท

ภาพที่ 3.56 Filter

- Coil Corrosion การผุกร่อนของคอยล์น้ำเย็น เกิดขึ้นทั้งหมด 8 ครั้ง มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเป็นเงิน 171,854 บาท

ภาพที่ 3.57 Coil

จากข้อมูลการชำรุดที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวมตั้งแต่ปีที่ 1-14 ของการใช้งาน อุปกรณ์เครื่องจักรมีการชำรุดทุกส่วนและมีความหลาหลาย ซึ่งต้องใช้เจ้าหน้าที่ช่างอาคารดำเนินการซ่อมแซม หรือต้องจัดจ้างเจ้าหน้าที่ช่างที่มีความชำนาญเฉพาะด้านมาเป็นผู้ดำเนินการ โดยต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งในการซ่อมแซมจะมากน้อยแล้วแต่การชำรุด และทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมจำนวนมากในแต่ละปี ผู้บริหารจึงต้องข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์หาลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นสำหรับการบริหารจัดการ และวางแผนการบำรุงรักษา เพื่อให้ระบบยังคงตอบสนองต่อความต้องการของการการใช้อาคาร ซึ่งจะได้กล่าวในบทต่อไป

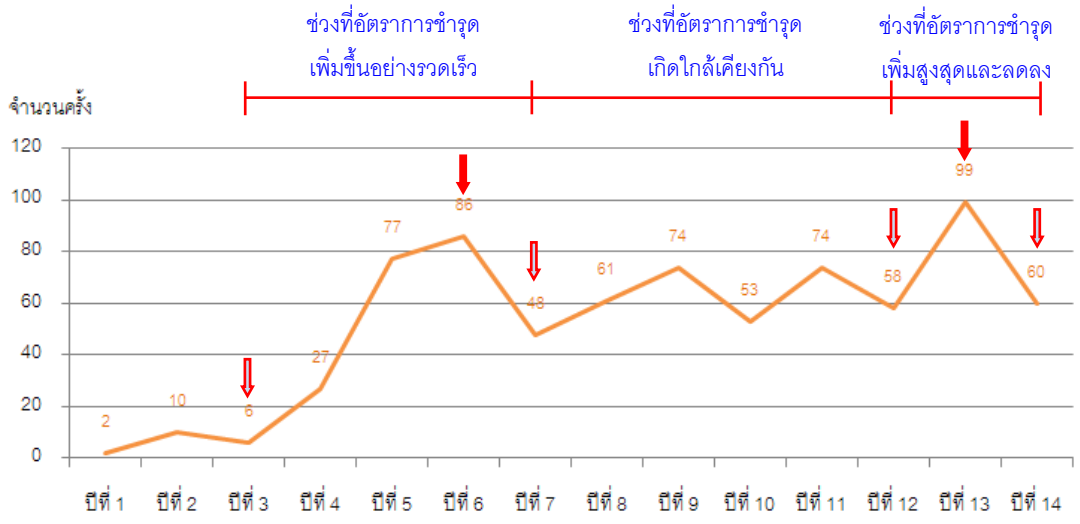
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการรวบรวมข้อมูลการชำรุดที่เกิดขึ้นในเครื่องจักรประเภทต่างๆ ในระบบปรับอากาศแบบรวมตั้งแต่ปีที่ 1-14 ของอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ลักษณะการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม ระบ บปรับอากาศแบบรวม โดยแยกตามประเภทและอายุการใช้งานของเครื่องจักร ซึ่งค่าทางสถิติต่างๆ ที่ได้จะนำมาใช้หาโอกาสและความน่าเชื่อที่จะเกิดการชำรุดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของการชำรุด จะนำไปสู่ความเข้าใจของผู้บริหารทรัพยากรกายภาพ ในการจัดเตรียมการหรือกำหนดแผนรองรับเหตุข้ ดข้องของระบบปรับอากาศแบบรวมที่อาจส่งผลกระทบต่อการใช้อาคาร

4.1 ลักษณะการชำรุด

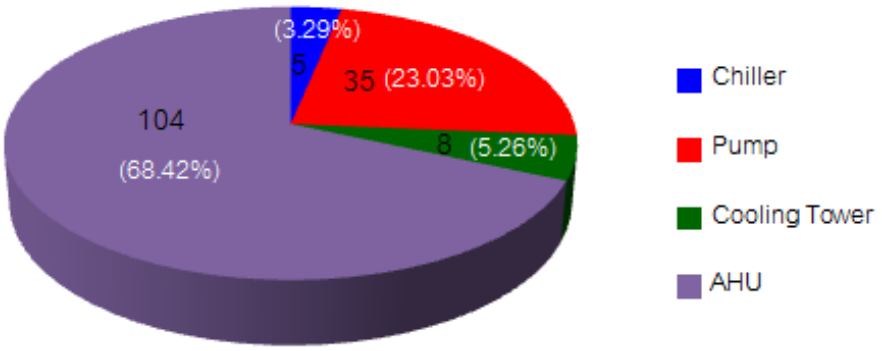
จากข้อมูลจำนวนการชำรุดที่เกิดขึ้นทั้งหมดในช่วงปีต่างๆ ของเครื่องจักรตั้งแต่ปีที่ 1-14 มีจำนวนทั้งสิ้น 735 ครั้ง แผนภูมิที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวมมีการชำรุดเกิดขึ้นตั้งแต่ปีแรกของการใช้งานและมีแนวโน้มเพิ่มสูงจนถึงปีที่ 14 ซึ่งการชำรุดเกิดมากที่สุดในปีที่ 13 เป็นจำนวน 103 ครั้ง โดยในปีที่ 3-6 เป็นช่วงมีอัตราการชำรุดเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าช่วงอื่น และปีที่ 7-12 เป็นช่วงที่การชำรุดแต่ละปีเกิดขึ้นใกล้เคียงกัน เฉลี่ยปีละ 61 ครั้ง และเพิ่มสูงสุดในปีที่ 13 จากนั้นก็ลดต่ำลงใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยในช่วงปีที่ 7-12 ในปีถัดไป



แผนภูมิที่ 4.1 จำนวนครั้งการชำรุดรวมทั้งระบบ ช่วงปีที่ 1-14

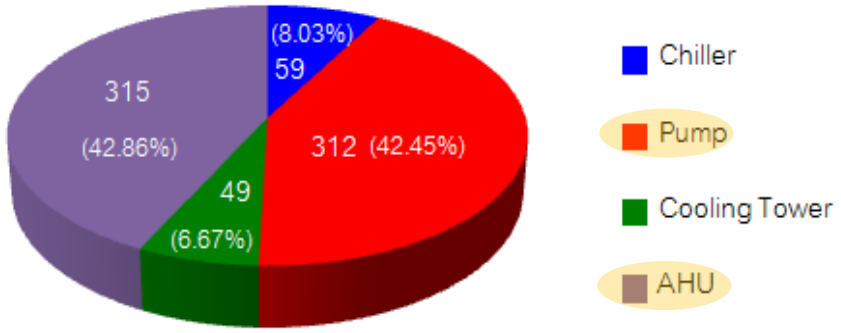
จากข้อมูลการชำรุดรวมที่เกิดขึ้นทั้งหมดข้างต้น อาจยังไม่สามารถอธิบายลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวมได้อย่างชัดเจน เนื่องจากระบบปรับอากาศแบบรวมประกอบด้วยเครื่องจักรประเภทต่างๆ โดยมีสัดส่วนของจำนวนเครื่องจักรแต่ละกลุ่มตามแผนภูมิที่ 4.2 ดังนี้คือ

- เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)
- เครื่องสูบน้ำ (Pump)
- หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower)
- เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit)

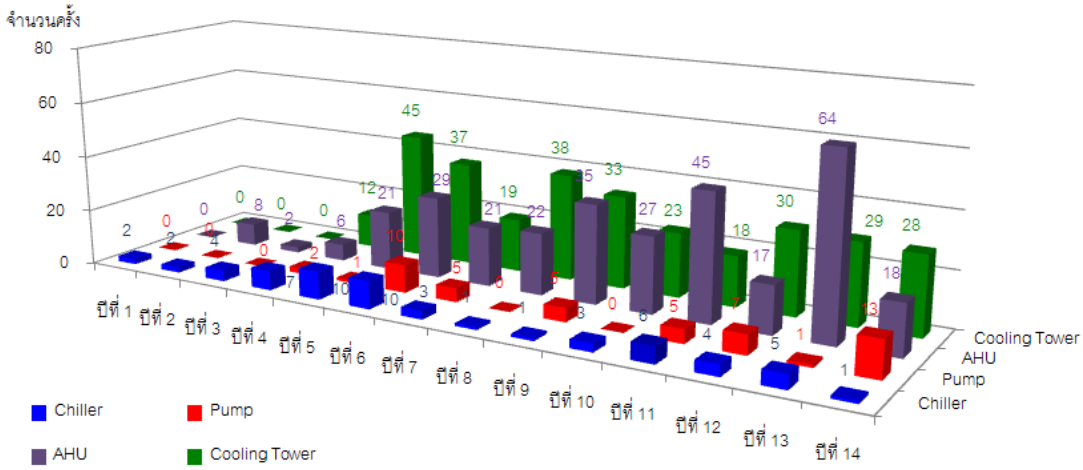


แผนภูมิที่ 4.2 สัดส่วนจำนวนเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม

แผนภูมิที่ 4.3 จำนวนการชำรุดที่เกิดขึ้นในเครื่องจักรพอที่จะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของ Pump และ Air Handling Unit เป็นเครื่องจักรที่จำนวนการชำรุดสูงสุด เมื่อเทียบกับจำนวนการชำรุดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระบบ โดยมีการชำรุดประมาณ 42% ในแต่ละเครื่องจักร ส่วนการชำรุดในกลุ่มของ Chiller และ Cooling Tower มีการชำรุดเกิดขึ้นน้อยประมาณ 6-8% โดยปริมาณการชำรุดที่เกิดขึ้นมีผลมาจากจำนวนเครื่องจักรที่ติดตั้งในระบบ เมื่อพิจารณาตามแผนภูมิที่ 4.4 ลักษณะการชำรุดของเครื่องจักรในแต่ละกลุ่มก็มีความแตกต่างกันไป ในแต่ละช่วงเวลา



แผนภูมิที่ 4.3 สัดส่วนจำนวนครั้งการชำรุดในระบบ ช่วงปีที่ 1-14



แผนภูมิที่ 4.4 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของเครื่องจักรในระบบปรับอากาศแบบรวม

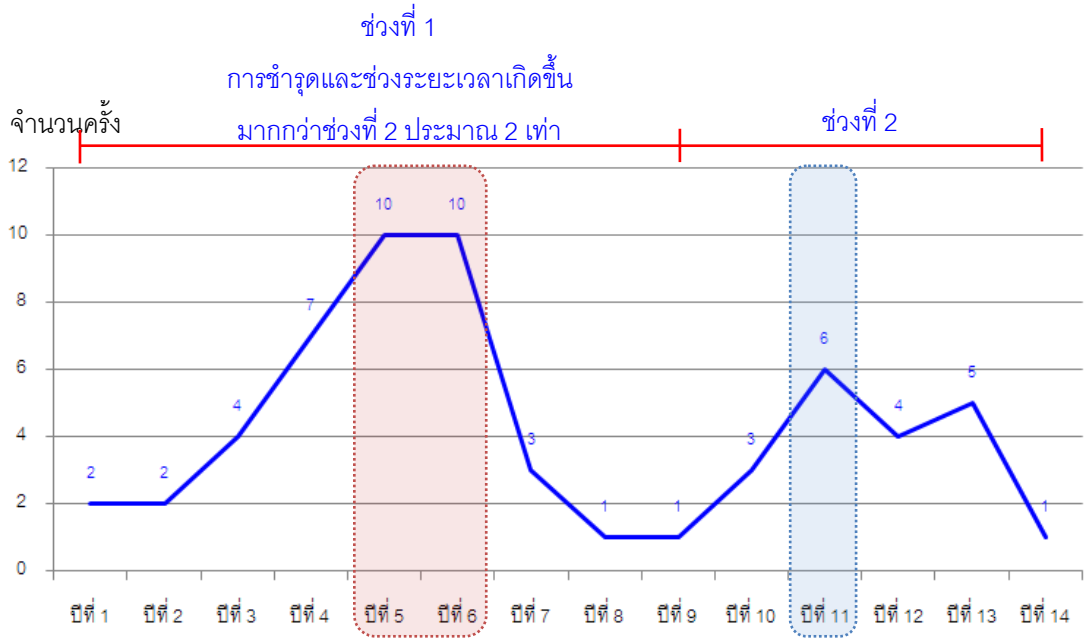
เมื่อนำจำนวนเครื่องจักรกับจำนวนการชำรุดที่เกิดขึ้นในปีที่ 1-14 มาเปรียบเทียบตามตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนเครื่องจักรมากขึ้นโอกาสที่เกิดการชำรุดก็จะสูงขึ้นด้วย ซึ่ง Chiller มีค่าเฉลี่ยในการชำรุดต่อเครื่องสูงสุด โดยสัดส่วนการชำรุดของเครื่องจักรในแต่ละกลุ่มสามารถแยกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของ Chiller และ Cooling Tower กับกลุ่มของ AHU และ Cooling Tower มีสัดส่วนการชำรุดของเครื่องจักรทั้ง 2 กลุ่มเป็น 1 : 6

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบจำนวนเครื่องจักรกับจำนวนการซ่อมรุดที่เกิดขึ้นในปีที่ 1-14

	AHU	Cooling Tower	Pump	Chiller
จำนวนเครื่องจักร	104	8	35	5
จำนวนครั้งการซ่อมรุด	315	49	312	59
สัดส่วนจำนวนเครื่องจักร	21	2	7	1
สัดส่วนการซ่อมรุด เครื่องจักร	6 :	1 :	6 :	1

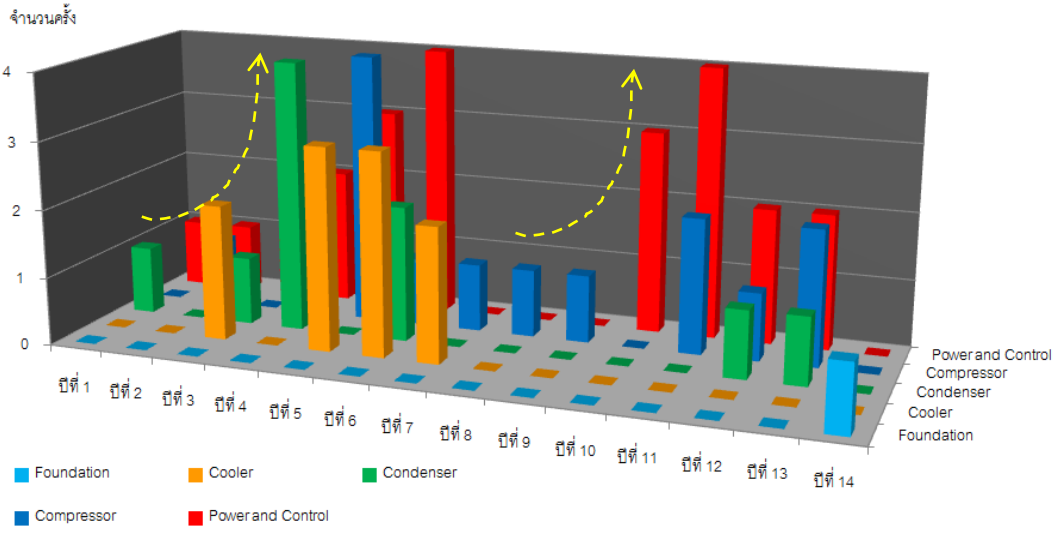
ดังนั้น การวิเคราะห์ลักษณะการซ่อมรุดของระบบฯ จึงต้องทำการแจกแจงรายละเอียดการซ่อมรุดที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1. **เครื่องทำน้ำเย็น** (Water Chiller) การซ่อมรุดในส่วนของ Chiller ทั้ง 5 เครื่อง ช่วงปีที่ 1-14 มีการซ่อมรุดเกิดขึ้นทั้งสิ้น 59 ครั้ง จากแผนภูมิที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าการซ่อมรุดตั้งแต่ปีแรกที่มีการใช้งาน โดยในปีที่ 5-6 มีจำนวนการซ่อมรุดเกิดขึ้นมากที่สุด ซึ่งการซ่อมรุดในช่วงปีที่ 2-6 มีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและลดลงอย่างรวดเร็วในปีที่ 7-8 จากนั้นก็เพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในปีที่ 9-11 และลดลงในปีที่ 12-14 ดังนั้นจึงพอที่จะแบ่งช่วงการซ่อมรุดของ Chiller ได้เป็น 2 ช่วง คือช่วงตั้งแต่ปีที่ 1-9 และปีที่ 10-14 โดยช่วงที่ 1 มีอัตราการซ่อมรุดที่และมีช่วงระยะเวลายาวมากกว่าในช่วงที่ 2 ประมาณ 2 เท่า



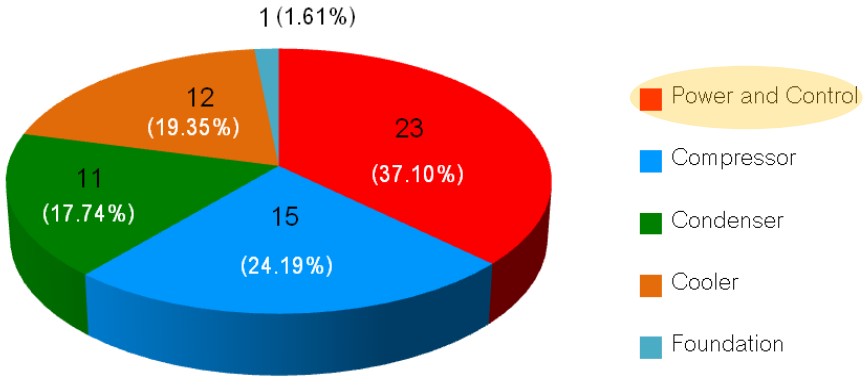
แผนภูมิที่ 4.5 จำนวนครั้งการซ่อมรุดใน Chiller ช่วงปีที่ 1-14

ลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในส่วนประกอบของเครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) ในแต่ละส่วนตามแผนภูมิที่ 4.6 มีความสอดคล้องกับแผนภูมิที่ 4.5 ยกเว้น Compressor ที่มีการชำรุดกระจายไปในทุกๆ ปี



แผนภูมิที่ 4.6 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดใน Chiller

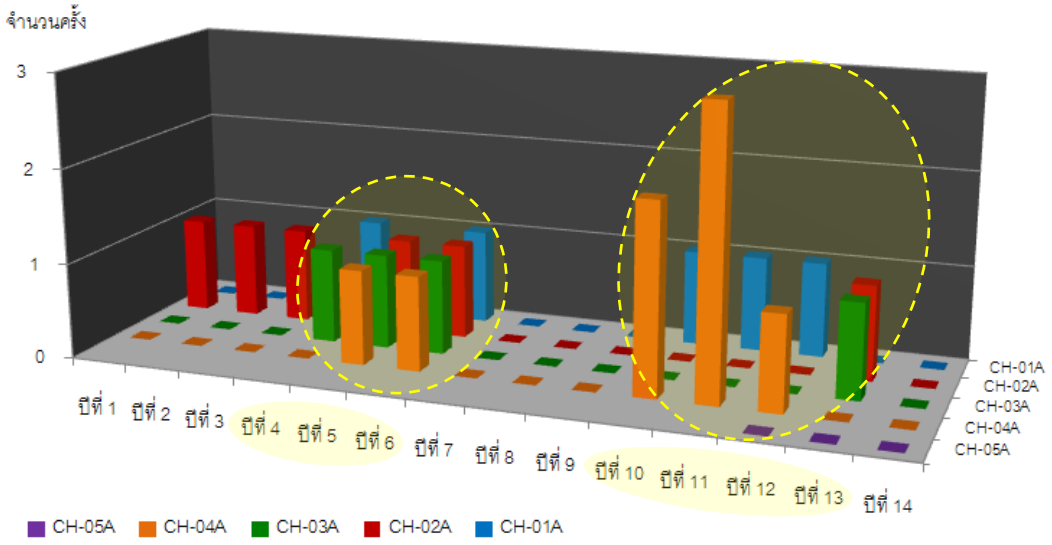
การชำรุดของ Chiller เกิดขึ้นในส่วนประกอบต่างๆ เมื่อดูจากแผนภูมิที่ 4.7 พบว่าการชำรุดเกิดขึ้นที่ Power and Control มากที่สุดถึง 37.10% และเกิดที่ Foundation น้อยที่สุดเพียง 1 ครั้ง หรือคิดเป็น 1.61% ซึ่งแผนภูมิที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าปีที่มีการชำรุดสูงสุด คือ ปีที่ 5-6 และ ปีที่ 11 มีสาเหตุการชำรุดมาจาก Power and Control และ Compressor



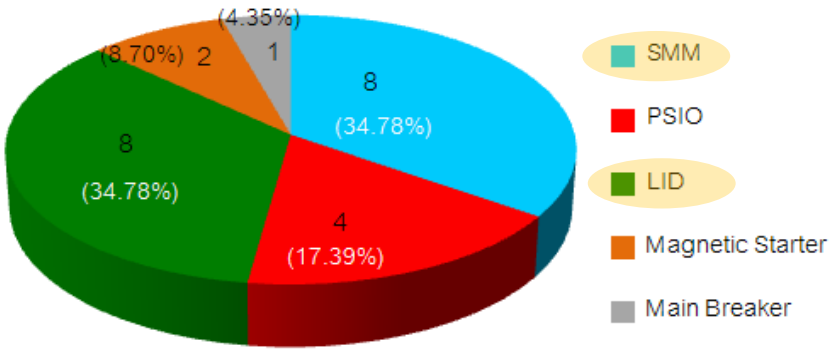
แผนภูมิที่ 4.7 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ในส่วนของ Chiller

เมื่อนำข้อมูลการชำรุดของอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆ มาแจกแจงเพื่อหาวิเคราะห์สาเหตุการชำรุดของอุปกรณ์ ได้ดังนี้

1.1 Power and Control จากแผนภูมิที่ 4.8 และ 4.9 จะเห็นว่าการชำรุดจากส่วนที่เป็น Power and Control มีโอกาสที่ Chiller จะเกิดชำรุดในปีที่ 4-6 และในปีที่ 10-13 จากอุปกรณ์ Starter Management Module (SMM), Local Interface Display Control Panel (LID) และ Processor Sensor Input/Output Module (PSIO)

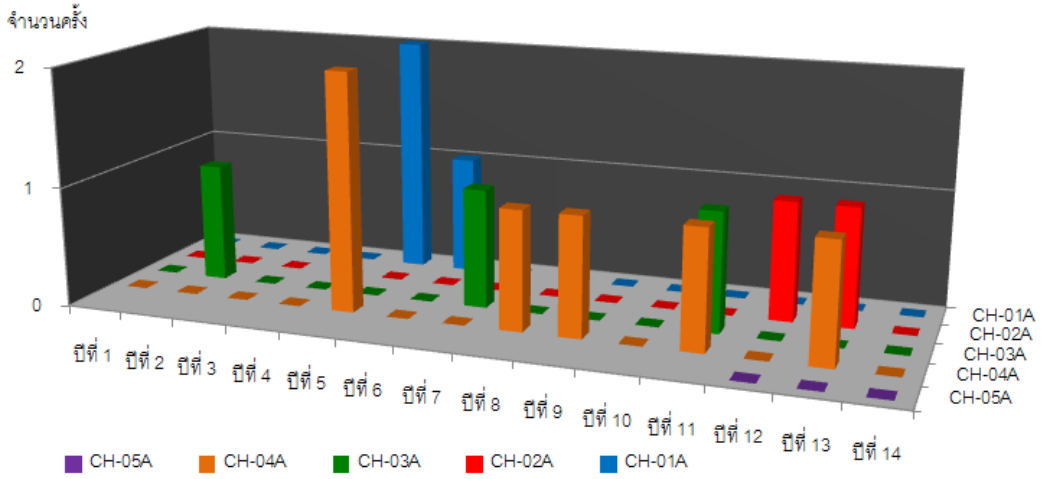


แผนภูมิที่ 4.8 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Chiller จาก Power and Control

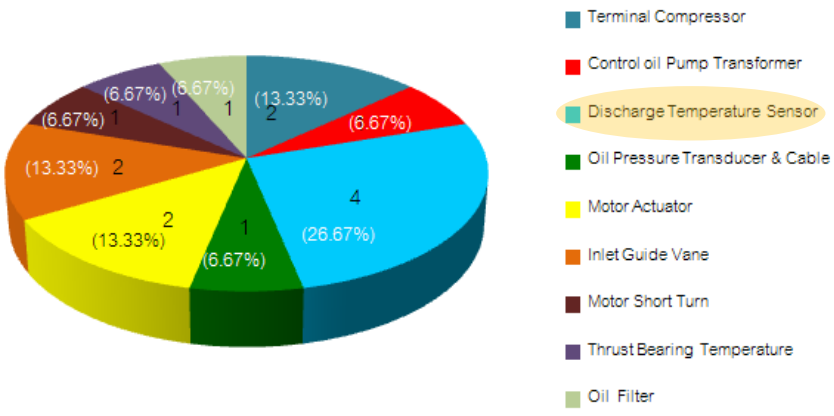


แผนภูมิที่ 4.9 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Power and Control ใน Chiller

1.2 Compressor ถือเป็นส่วนที่มีอุปกรณ์ประกอบที่ค่อนข้างมีความซับซ้อน จากแผนภูมิที่ 4.10 และ 4.11 จะเห็นว่าการชำรุดจากส่วน Compressor เกิดขึ้นเกือบทุกปี ซึ่งมีลักษณะกระจายไม่มีรูปแบบที่ชัดเจ น และจะเห็นว่า Chiller ขนาด 538 Tons (CH-04A) มีจำนวนการชำรุดที่มากกว่าเครื่องอื่นเนื่องจากมีชั่วโมงการทำงานมากกว่าเครื่องอื่นประมาณ 3 เท่า แสดงว่าชั่วโมงการใช้งานมีผลต่อการชำรุดของ Compressor ซึ่งอุปกรณ์ที่เกิดการชำรุดมากที่สุดที่ Discharge Temperature Sensor ประมาณ 26.67%

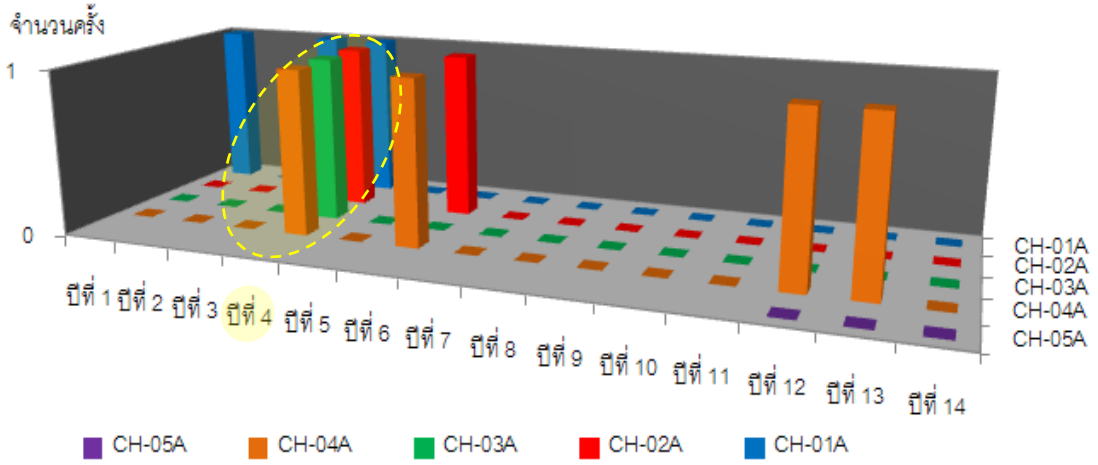


แผนภูมิที่ 4.10 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Chiller จาก Compressor

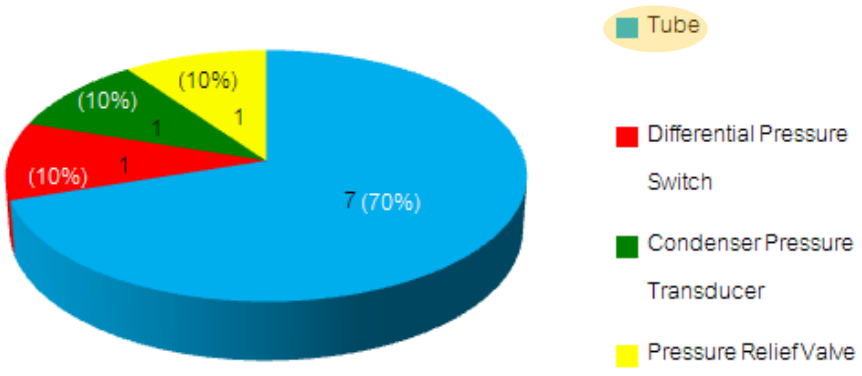


แผนภูมิที่ 4.11 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Compressor ใน Chiller

1.3 Condenser จากแผนภูมิที่ 4.12 และ 4.13 จะเห็นว่าการชำรุดจากส่วนที่เป็น Condenser ในปีที่ 4 เกิดชำรุดที่ Chiller ทุกตัว เนื่องจาก Tube มีการอุดตันเกิดการระบายความร้อนไม่ดี แต่หลังที่อาคารมีการติดตั้งเครื่อง Ball Cleaning สำหรับทำความสะอาด Tube ดังกล่าวในปีที่ 4 การชำรุดจากสาเหตุดังกล่าวเกิดขึ้นน้อย และไม่เกิดขึ้นเล ยใน Chiller บางเครื่อง ซึ่งการอุดตันของ Tube ใน Condenser ถือเป็นสาเหตุหลักของการชำรุดมากถึง 63.64 % ของสาเหตุการชำรุดใน Condenser อาคารจึงกำหนดให้มีการติดตั้งระบบล้างตะกรันในชุดหล่อเย็นอัตโนมัติ (Ball Cleaning) พร้อมกับ Chiller : CH-05A ที่มีการติดตั้งเพิ่มเติมในปีที่ 12

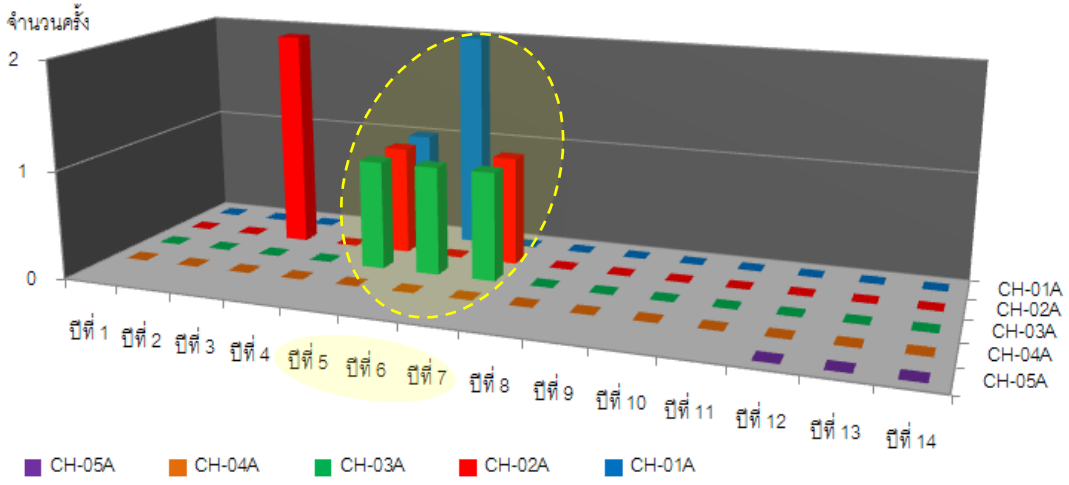


แผนภูมิที่ 4.12 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Chiller จาก Condenser

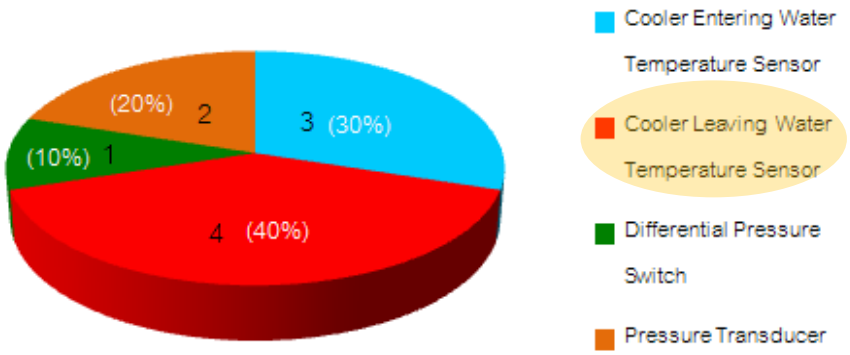


แผนภูมิที่ 4.13 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Condenser ใน Chiller

1.4 Cooler จากแผนภูมิที่ 4.14 และ 4.15 จะเห็นว่าการชำรุดจากส่วนที่เป็น Cooler จะเกิดในปีที่ 2-7 โดยเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงปีที่ 5-7 และจะเกิดขึ้นกับ Chiller ขนาด 1,000 Ton/h ซึ่งสาเหตุเกิดจากอุปกรณ์ Sensor อุณหภูมิน้ำเข้าและออก คือ Cooler Leaving Water Temperature Sensor 36.36% และ Cooler Entering Water Temperature Sensor 27.27%

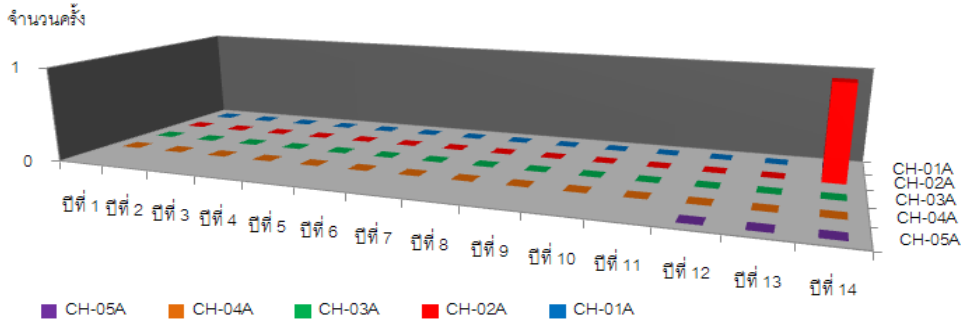


แผนภูมิที่ 4.14 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Chiller จาก Cooler



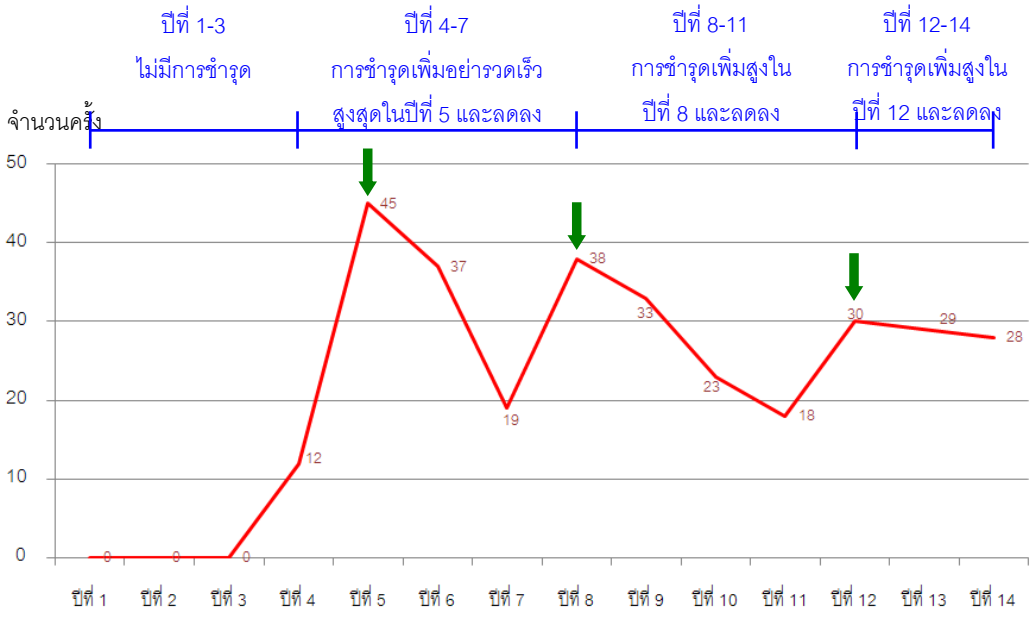
แผนภูมิที่ 4.15 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Cooler ใน Chiller

1.5 Foundation จากแผนภูมิที่ 4.16 จะเห็นว่าการชำรุดจากส่วนที่เป็น Foundation จะเกิดขึ้นครั้งเดียวที่ Chiller No. 2 (CH-02A) ในปีที่ 14 จากสาเหตุ Spring Isolator ของแท่นเครื่องมีการผุกร่อน



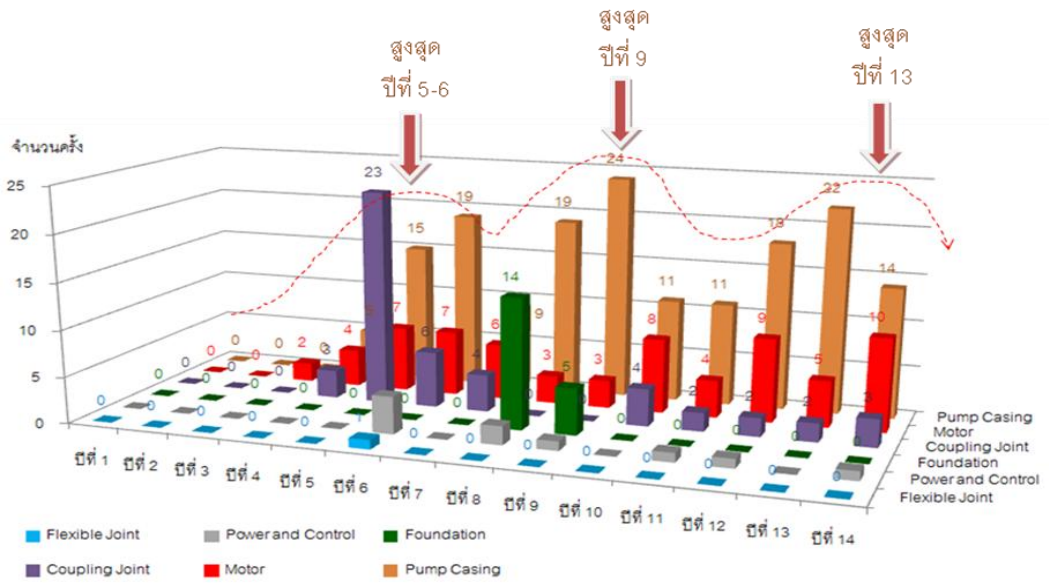
แผนภูมิที่ 4.16 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Chiller จาก Foundation

2. **เครื่องสูบน้ำ** (Pump) ในระบบปรับอากาศแบบรวมที่ต้องอาศัยเครื่องสูบน้ำในการส่งน้ำเย็นไปยังส่วนต่างๆ ของอาคาร ซึ่งหากเกิดการหยุดชะงักระหว่างที่มีการใช้งานก็จะส่งผลกระทบกับความเย็นที่จ่ายให้ภายในอาคาร จากจำนวนการชำรุดขัดข้องของ Pump ตั้งแต่ปีที่ 1-14 แสดงตามแผนภูมิที่ 4.17 จะเห็นได้ว่าในช่วง 3 ปีแรกของการใช้งานไม่มีการชำรุดเกิดขึ้น จากนั้นเริ่มมีการชำรุดเกิดขึ้น โดยแบ่งลักษณะการชำรุดได้เป็น 4 ช่วง คือ 1-3, 4-7, 8-11 และ 12-14 โดยการชำรุดในแต่ละช่วงใช้เวลาประมาณ 3-4 ปี และจากแผนภูมิที่ 4.18 แสดงให้เห็นว่าการชำรุดจะเกิดขึ้นในอุปกรณ์ Pump Casing มากที่สุด

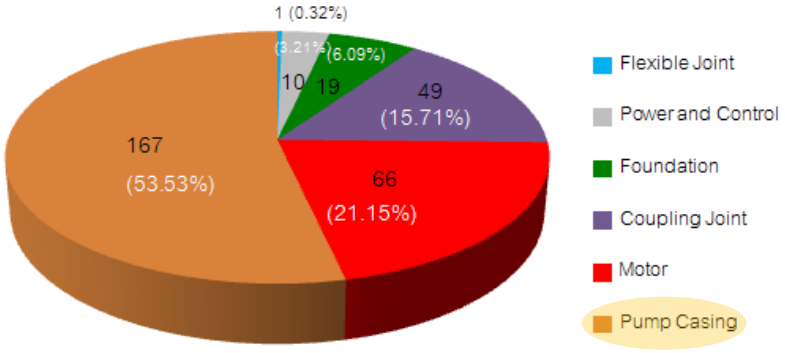


แผนภูมิที่ 4.17 จำนวนครั้งการชำรุดในส่วนของ Pump ช่วงปีที่ 1-14

เมื่อนำการชำรุดที่เกิดขึ้นใน Pump มาแจกแจงการชำรุดตามส่วนประกอบตามแผนภูมิที่ 4.18 พบว่า Pump มีการชำรุดเกิดขึ้นมากที่สุดในปีที่ 5-6, 9 และ 13 โดยส่วนของ Pump Casing เป็นส่วนที่มีการชำรุดมากที่สุดถึง 53.53% ตามแผนภูมิที่ 4.19



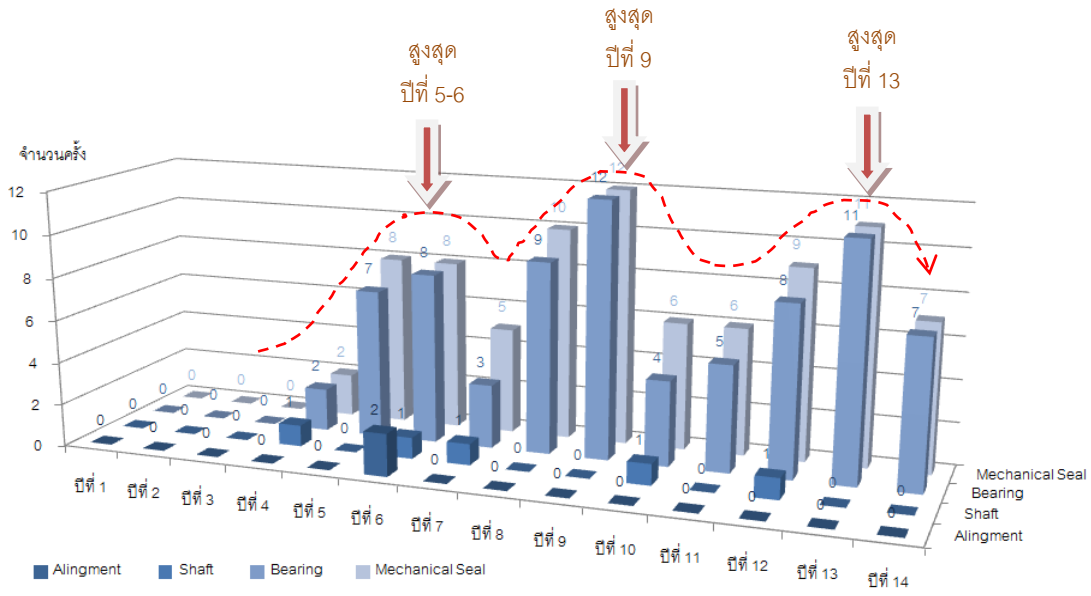
แผนภูมิที่ 4.18 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดใน Pump



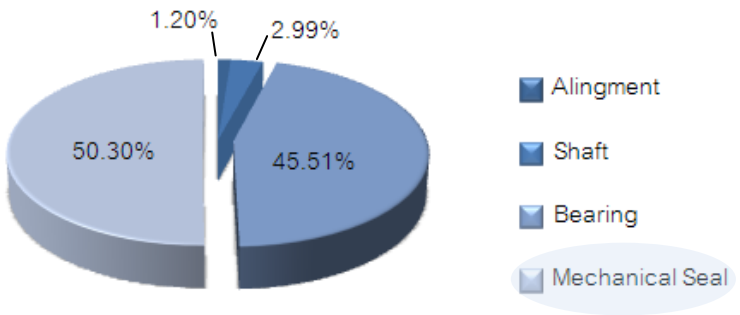
แผนภูมิที่ 4.19 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ใน Pump

เมื่อนำข้อมูลการชำรุดของอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆ ของ Pump มาแจกแจงเพื่อหาวิเคราะห์สาเหตุการชำรุดของอุปกรณ์ ได้ดังนี้

2.1 Pump Casing จากแผนภูมิที่ 4.20 และ 4.21 จะเห็นว่าการชำรุดที่เกิดขึ้นในส่วนของ Pump Casing เกิดขึ้นที่อุปกรณ์ 2 ส่วนเป็นหลักคือ Bearing และ Mechanical Seal เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่รองรับการทำงานของ Pump ภายใต้แรงดันของน้ำและการเสียดสีของชิ้นส่วนต่างๆ ค่อนข้างสูง ซึ่งการชำรุดจะเกิดขึ้นตั้งแต่ปีที่ 4 เป็นต้นไป มีลักษณะการชำรุดจะเพิ่มขึ้นและลดลงเป็นช่วงๆ สลับกันไป โดยสามารถแบ่งช่วงเวลาที่เกิดการชำรุดได้เป็น 3 ช่วง ช่วงละประมาณ 3-4 คือ ปีที่ 4-7, ปีที่ 8-10 และปีที่ 11-14 ซึ่งเกิดการชำรุดมากที่สุดในปีที่ 5-6, 9 และ 13

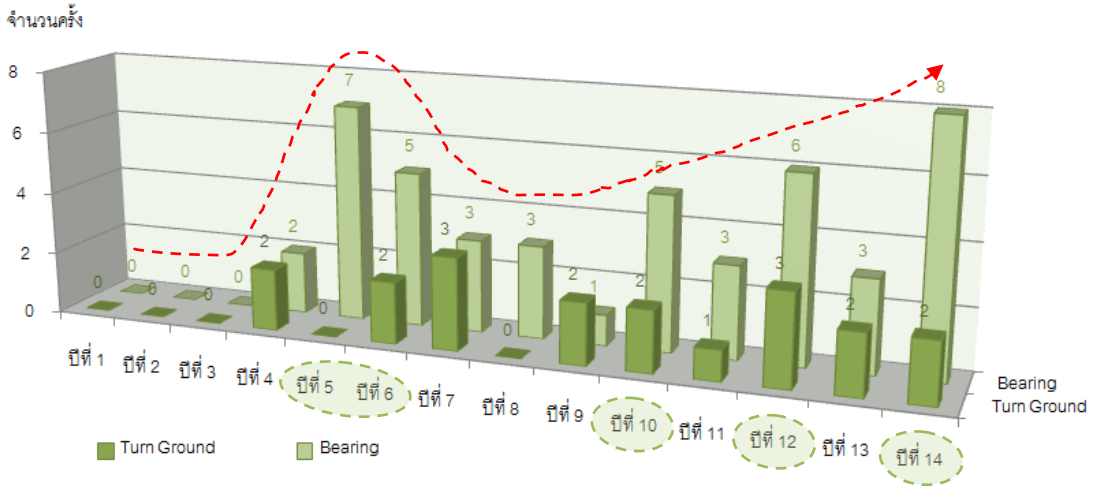


แผนภูมิที่ 4.20 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Pump จาก Pump Casing

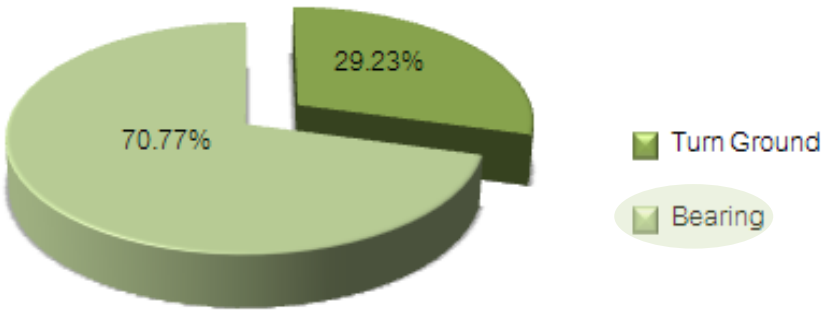


แผนภูมิที่ 4.21 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Pump Casing ใน Pump

2.2 Motor จากแผนภูมิที่ 4.22 และ 4.23 จะเห็นว่าการชำรุดเกิดขึ้นจากอุปกรณ์ 2 ส่วนเท่านั้น คือ การชำรุดของ Bearing และการลัดวงจรของขดลวดกับ Ground ซึ่งปัญหาการชำรุดหลักจะอยู่ที่ Bearing ประมาณ 70% โดยลักษณะการชำรุดในช่วง 1-3 ปีแรกจะไม่การชำรุดเกิดขึ้น จากนั้นในปีที่ 4 จึงเริ่มมีการชำรุด และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปีที่ 5-6 และลดต่ำลงในปีต่อๆ มาจนกระทั่งปีที่ 10 การชำรุดเริ่มเพิ่มสูงขึ้น แต่ก็อาจลดต่ำลงสลับกันไปในแต่ละปี โดยแนวโน้มจำนวนการชำรุดจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการชำรุดจะเพิ่มสูงสุดในปีที่ 14

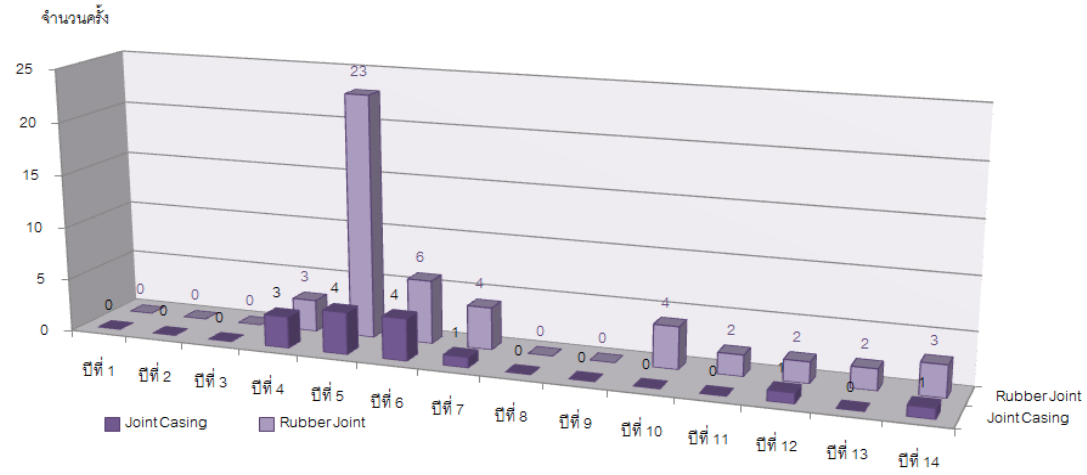


แผนภูมิที่ 4.22 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Pump จาก Motor

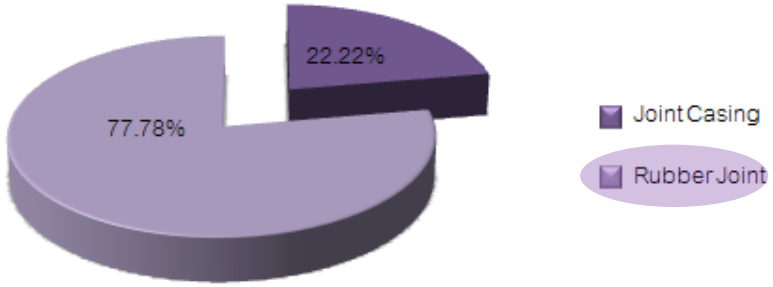


แผนภูมิที่ 4.23 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motor ใน Pump

2.3 Coupling Joint จากแผนภูมิที่ 4.24 และ 4.25 การชำรุดเกิดขึ้นในส่วนของ Rubber Joint เป็นส่วนใหญ่ประมาณ 77% ซึ่งจะชำรุดมากที่สุดในปีที่ 5 ถึง 46.93% จากการชำรุดของ Rubber Joint ทั้งหมด ส่วนในปีอื่นก็จะมีการชำรุดเฉลี่ย 3-4 ครั้งต่อปี การชำรุดในสูงมากในปีที่ 5 จากการสอบถามจากทางช่างประจำอาคารได้ให้ข้อมูลว่า การชำรุดของ Rubber Joint มีการชำรุดสะสมมาตั้งแต่ช่วงแรกของการใช้งาน ซึ่งมีสาเหตุมาจากการติดตั้งไม่เป็นไปตามมาตรฐาน และเกิดข้อโต้แย้งความรับผิดชอบการซ่อมแซมระหว่างธนาคารและบริษัทรับเหมาจนมีข้อยุติให้ดำเนินการซ่อมแซมในปีที่ 5 จึงมีการบันทึกการชำรุดในปีที่ 5 สูงผิดปกติ ในส่วนการชำรุดของ Joint Casing มีการชำรุดเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย และมีการชำรุดมากที่สุดในช่วงปีที่ 4-6 ซึ่งมีสาเหตุการชำรุดลักษณะเดียวกับ Rubber Joint ดังนั้นการป้องกันปัญหาการชำรุดของอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นในภายหลังจากปัญหาการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐาน การตรวจรับงานตามวิธีการมาตรฐานจึงเป็นสิ่งที่อาคารต้องกระทำและให้ความสำคัญ เพื่อลดการชำรุดของอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ไม่ควรเกิดขึ้น

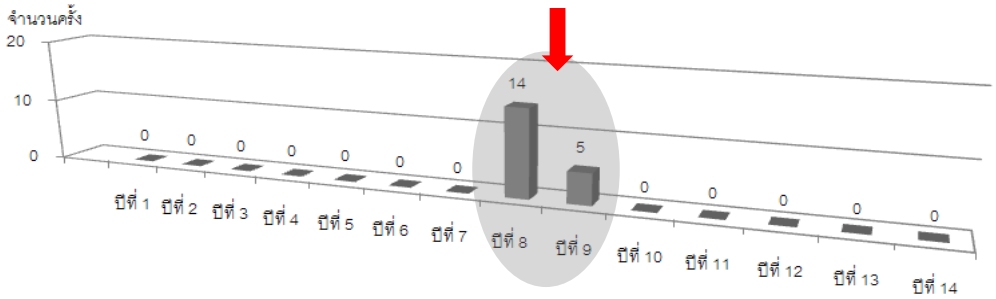


แผนภูมิที่ 4.24 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Pump จาก Coupling Joint



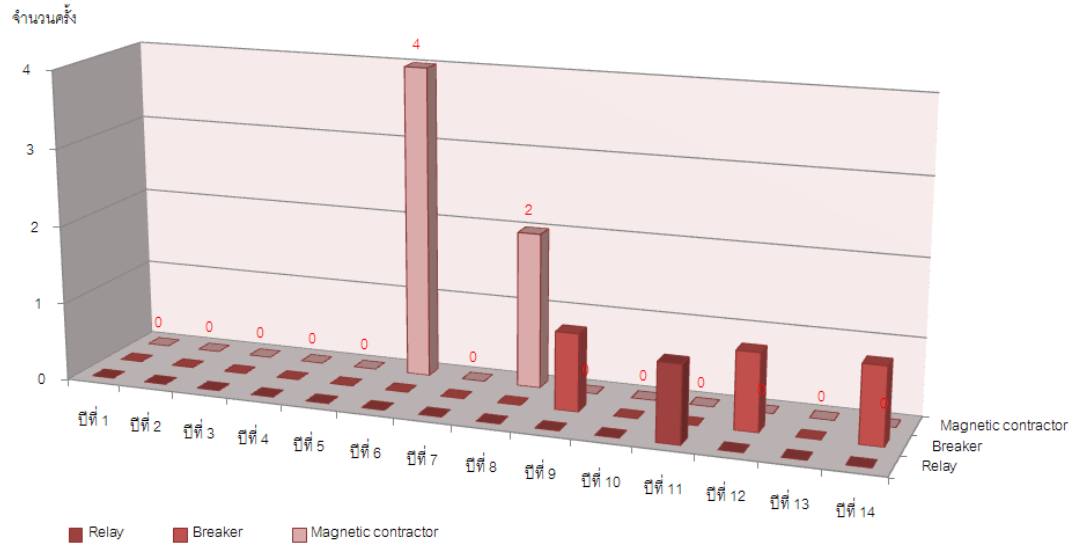
แผนภูมิที่ 4.25 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Coupling Joint ใน Pump

2.4 Foundation การชำรุดเกิดขึ้นในส่วนของฐานรองรับ Pump ที่มีการผุกร่อนจนต้องมีการจัดเปลี่ยนฐานรองใหม่ซึ่งเกิดขึ้นในปีที่ 8-9 ตามแผนภูมิที่ 4.26 โดยลักษณะการชำรุดดังกล่าวเกิดกับเครื่องสูบน้ำเย็นเท่านั้น (CHP1 และ CHP2) โดยเครื่องสูบน้ำประเภทนี้ทำงานภายใต้สภาวะที่มีความชื้นสูง หากการหุ้มฉนวนในส่วนที่ต้องสัมผัสกับน้ำเย็นไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำสะสมเป็นเวลานาน การผุกร่อนของเครื่องก็จะสูงตามไปด้วย

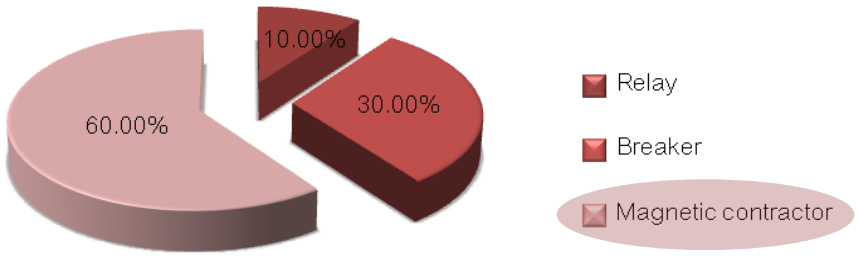


แผนภูมิที่ 4.26 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Foundation ใน Pump

2.5 Power and Control จากแผนภูมิที่ 4.27 และ 4.28 การชำรุดส่วนใหญ่ 60% จะเกิดกับอุปกรณ์ Magnetic Contractor ซึ่งลักษณะการชำรุดและช่วงเวลายังที่เกิดขึ้นยังไม่พบรูปแบบที่ชัดเจน



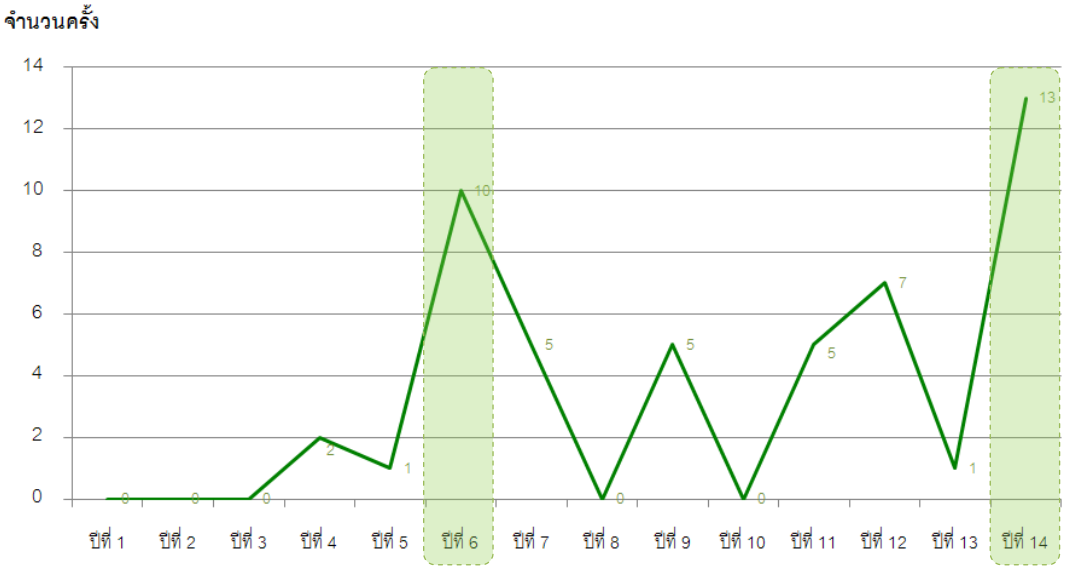
แผนภูมิที่ 4.27 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Pump จาก Power and Control



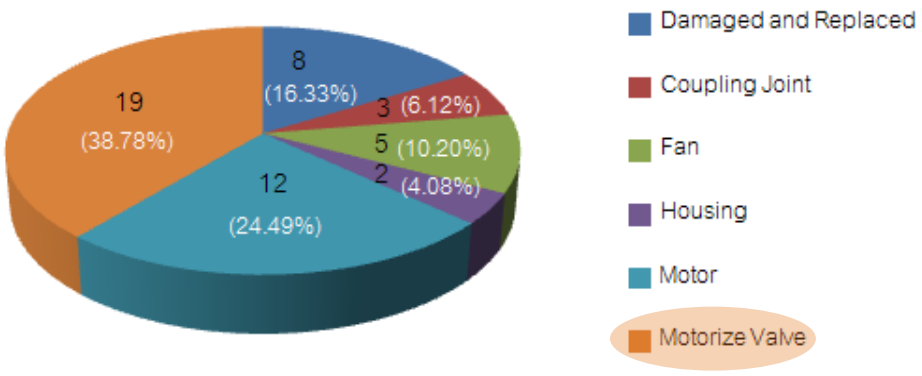
แผนภูมิที่ 4.28 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Power and Control ใน Pump

2.6 Flexible Joint การชำรุดที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ส่วนนี้เกิดขึ้นเพียง 1 ครั้งในปีที่ 6 ของการใช้งาน ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้เวลาในการจัดหาอุปกรณ์ประมาณ 3 เดือนและมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

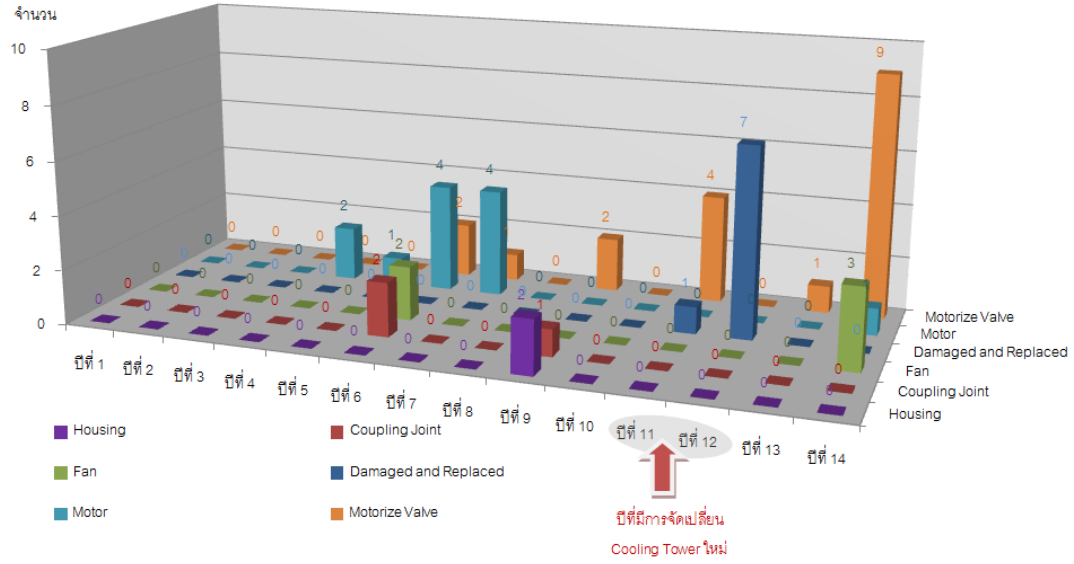
3. **หอผึ่งน้ำเย็น** (Cooling Tower) จากแผนภูมิที่ 4.29 จะเห็นว่าการชำรุดเกิดขึ้นตั้งแต่ปีที่ 4 ของการใช้งานและเพิ่มขึ้นอย่างสูงขึ้นจนถึงปีที่ 6 การชำรุดเริ่มลดน้อยลงจนกระทั่งไม่เกิดขึ้นเลยในบางปี และเพิ่มสูงขึ้นอีกสลับกันไป จนกระทั่งในปีที่ 14 มีจำนวนการชำรุดเกิดขึ้นสูงที่สุด ซึ่งลักษณะการชำรุดตามแผนภูมิที่ 4.30 และ 4.31 ที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่างๆ ส่วนใหญ่มีผลจากการชำรุดผุกร่อนอันเนื่องจากความชื้น โดยสภาพการชำรุดเกิดขึ้นจนไม่สามารถใช้งานเครื่องได้ จึงต้องมีการจัดเปลี่ยนเครื่อง Cooling Tower ใหม่ในปีที่ 11-12 ของการใช้งาน



แผนภูมิที่ 4.29 จำนวนครั้งการชำรุดในส่วนของ Cooling Tower ช่วงปีที่ 1-14



แผนภูมิที่ 4.30 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ใน Cooling Tower

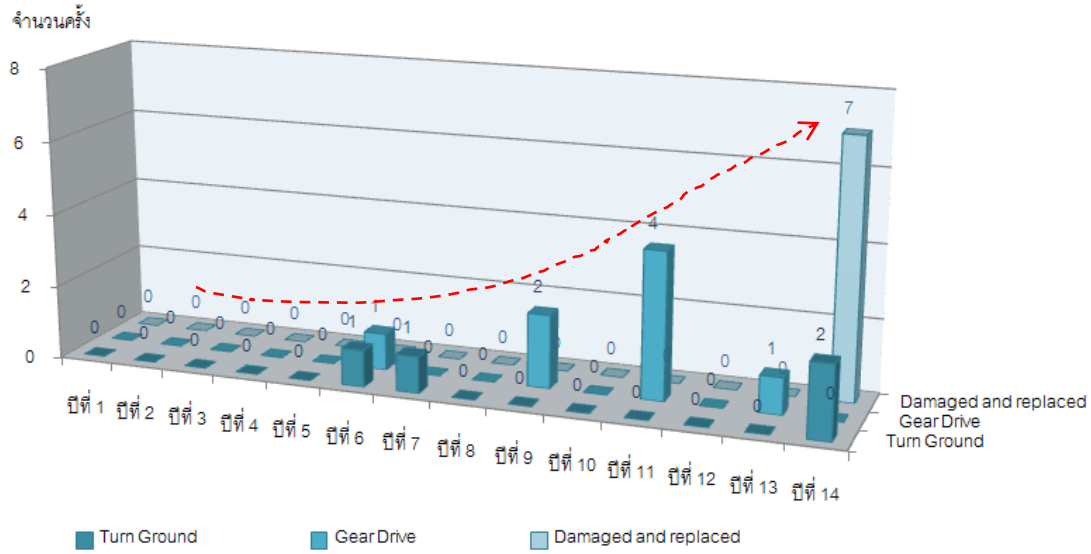


แผนภูมิที่ 4.31 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ใน Cooling Tower

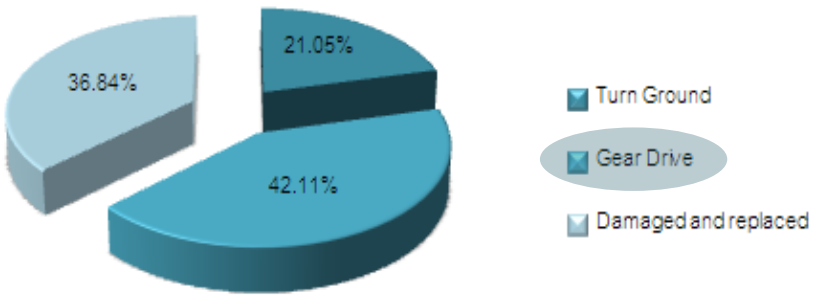
เมื่อนำข้อมูลการชำรุดของอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆ ของ Cooling Tower มาแจกแจงเพื่อหาวิเคราะห์สาเหตุการชำรุดของอุปกรณ์ ได้ดังนี้

3.1 Motorize Valve จากแผนภูมิที่ 4.32 และ 4.33 จะเห็นว่าการชำรุดเริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ปีที่ 6 สาเหตุการชำรุด 42.11% มาจากชุดเฟืองขับการเปิดปิดลิ้นวาล์ว โดยมีจำนวนการชำรุดสูงสุดในปีที่ 11 และอีก 21.05% เป็นการชำรุดจากสาเหตุการลัดวงจรของขดลวดกับ Ground โดยช่วงที่เกิดการชำรุดยังคงเกิดแบบกระจายตัวแต่ก็มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นตลอด

เมื่อถึงปีที่ 14 การชำรุดของ Motorize Valve เกิดขึ้นในทุกส่วน ทางอาคารจึงได้มีการจัดเปลี่ยน Motorize Valve ใหม่ทั้งหมด 7 เครื่องจากทั้งหมด 8 เครื่อง คิดเป็น 87%

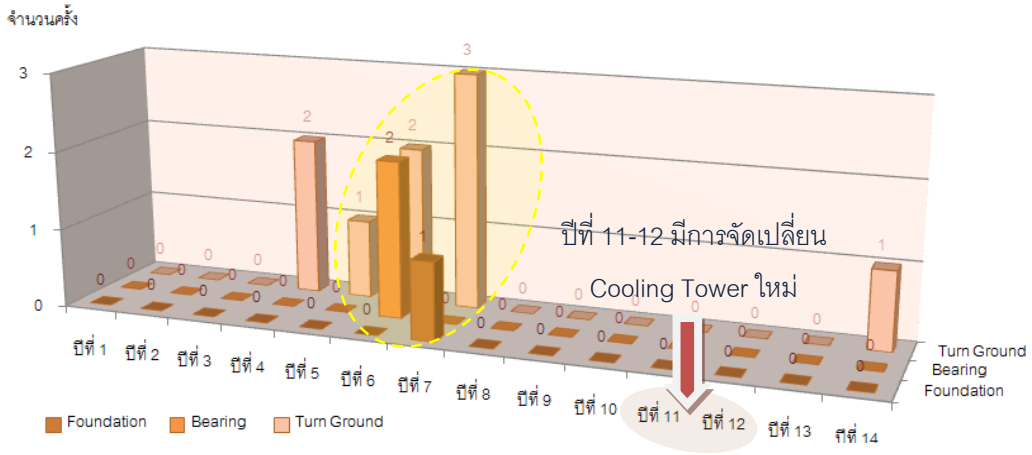


แผนภูมิที่ 4.32 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Cooling Tower จาก Motorize Valve

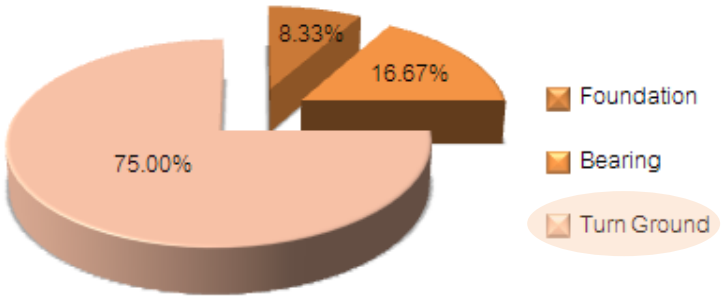


แผนภูมิที่ 4.33 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motorize Valve ใน Cooling Tower

3.2 Motor เป็นส่วนในการขับเคลื่อนให้ใบพัดหมุนเพื่อนำความร้อนออกจากน้ำที่มาจากส่วนของ Condenser จากแผนภูมิที่ 3.34 และ 3.35 การชำรุดเกิดจากสาเหตุการลัดวงจรของขดลวดกับ Ground โดยเกิดขึ้นมากในช่วงปีที่ 4-7 จนกระทั่งในปีที่ 11-12 ที่อาคารมีการจัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ Motor ในส่วนนี้จึงได้มีการจัดเปลี่ยนใหม่ด้วย ลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นของ Motor มีโอกาสที่ชำรุดมาที่สุดในช่วงปีที่ 6-7 และ ปีที่ 11-12



แผนภูมิที่ 4.34 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motor ใน Cooling Tower

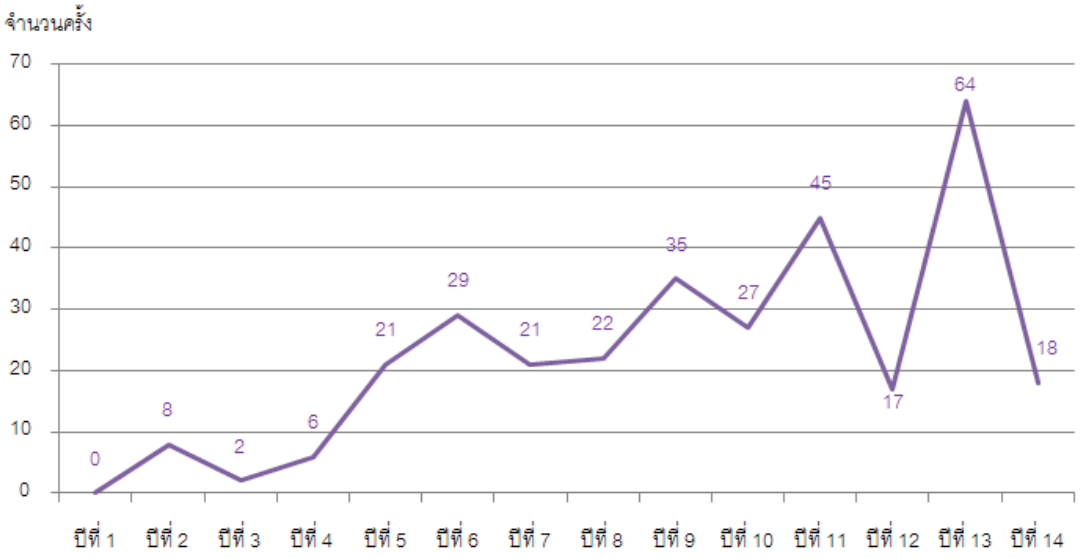


แผนภูมิที่ 4.35 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของ Cooling Tower จาก Motor

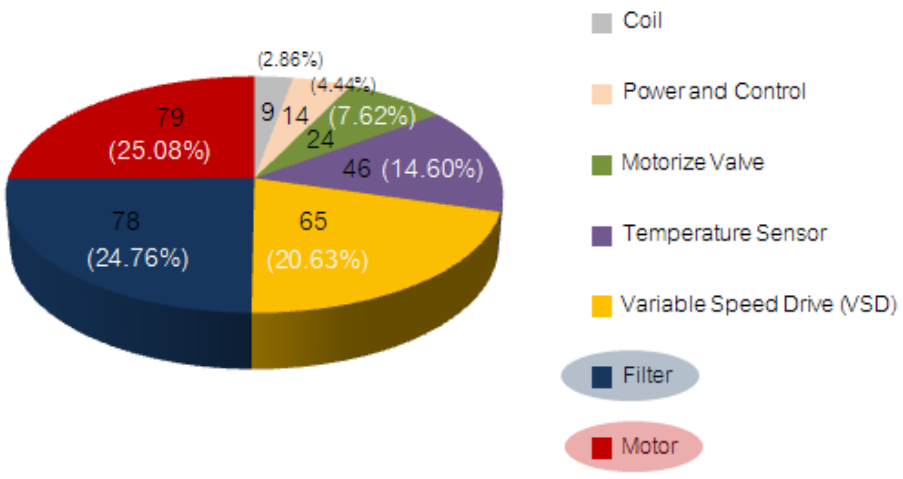
3.3 Coupling Joint จากแผนภูมิที่ 4.29 เป็นการชำรุดที่เกิดขึ้นจาก Rubber Joint ซึ่งมีจำนวนการชำรุดค่อนข้างน้อย แต่เมื่อมีการจัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ในปีที่ 11-12 ไม่พบว่ามีการใช้ชิ้นส่วนดังกล่าวในส่วนประกอบของเครื่อง ทำให้ลดการชำรุดของ Cooling Tower ลง

3.4 Fan และ Housing มีสาเหตุการชำรุดจากการสึกและผุกร่อนของอุปกรณ์ จากแผนภูมิที่ 4.29 การชำรุดดังกล่าวมีความรุนแรงต้องมีการซ่อมแซมตั้งแต่ปีที่ 6 และมีการซ่อมแซมจุดที่มีการผุกกร่อนตลอดการใช้งาน จนสภาพของ Cooling Tower มีการผุกร่อนในทุกๆ ส่วน จนต้องจัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ ในปีที่ 11-12

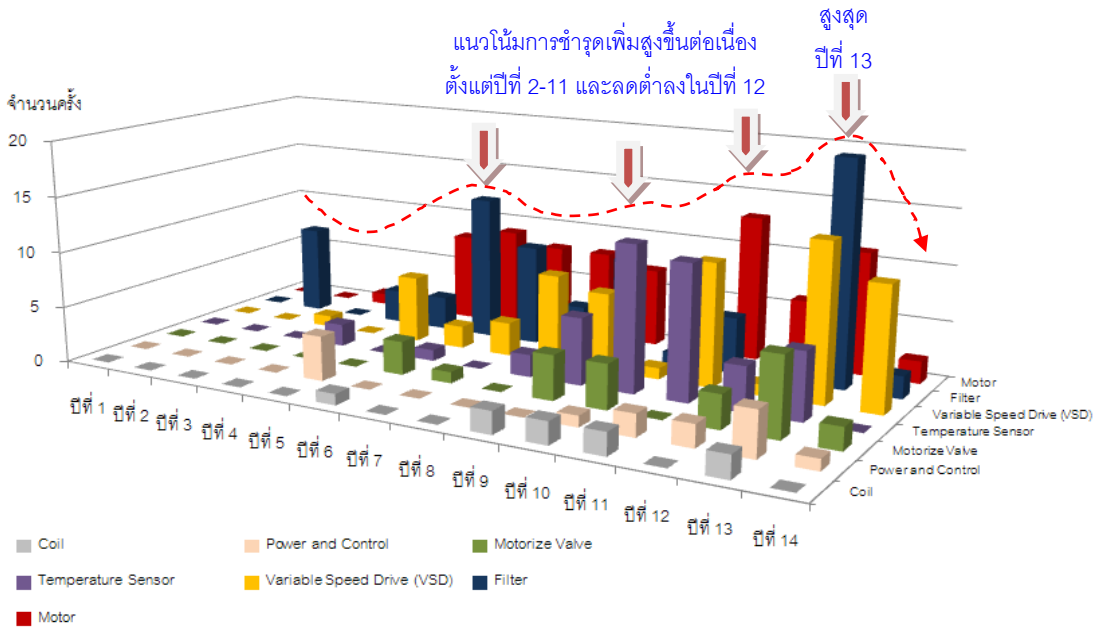
4. **เครื่องส่งลมเย็น** (Air Handling Unit) เป็นเครื่องจักรที่มีจำนวนมากที่สุดในระบบปรับอากาศแบบรวม จากแผนภูมิที่ 4.36 การชำรุดที่เกิดใน AHU มีลักษณะเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปีที่ 2 ของการใช้งาน โดยอัตราการชำรุดจะเพิ่มสูงขึ้นในปีที่ 4-6 หลังจากนั้นปีที่ 7-11 มีจำนวนการชำรุดที่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ไม่สูงมาก ซึ่งเมื่อถึงปีที่ 12 การชำรุลดต่ำลงและกลับเพิ่มขึ้นสูงสุดในปีที่ 13 จากนั้นการชำรุดก็ลดต่ำลงอีกครั้ง จากแผนภูมิที่ 4.37 และ 4.38 จะเห็นว่าการชำรุดของ Motor และ Filter เป็นอุปกรณ์ที่มีผลต่อการชำรุดของ AHU มากที่สุดโดยเฉพาะในปีที่ 13 ที่มีจำนวนการชำรุดสูงที่สุด



แผนภูมิที่ 4.36 จำนวนครั้งการชำรุดของ Air Handling Unit



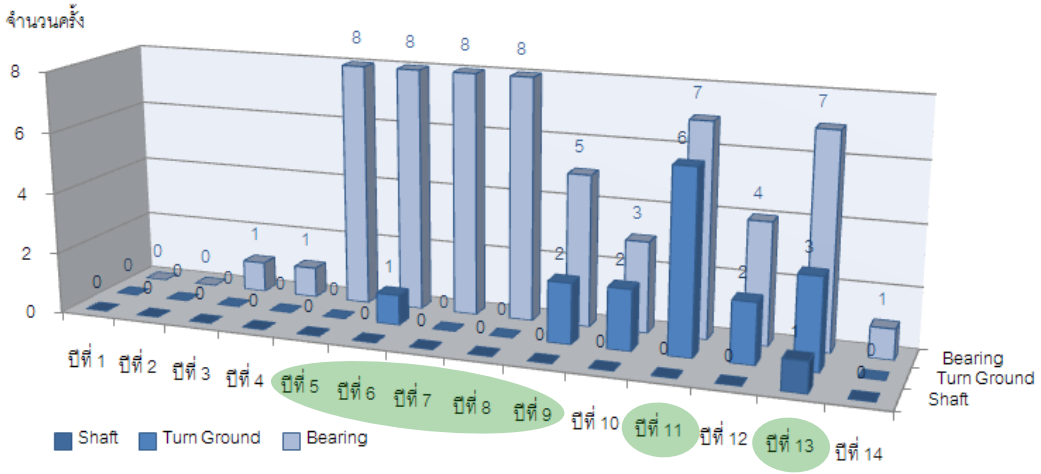
แผนภูมิที่ 4.37 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ในส่วนของ Air Handling Unit



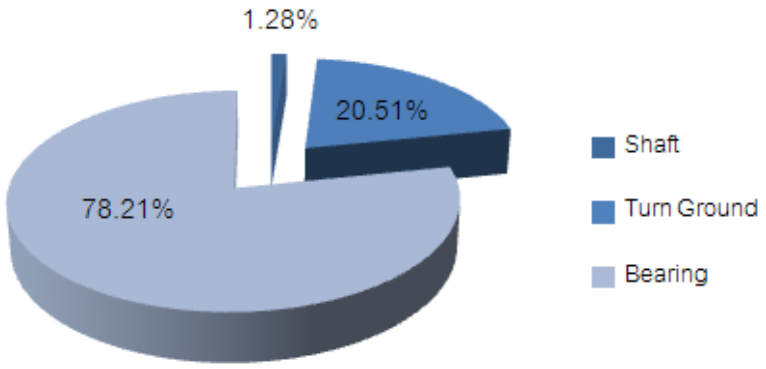
แผนภูมิที่ 4.38 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของอุปกรณ์ในส่วนของ Air Handling Unit

เมื่อนำข้อมูลการชำรุดของอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆ ของ Cooling Tower มาแจกแจงเพื่อหาวิเคราะห์สาเหตุการชำรุดของอุปกรณ์ ได้ดังนี้

4.1 Motor จากแผนภูมิที่ 4.39 และ 4.40 จะเห็นว่าการชำรุดส่วนใหญ่มาจาก Bearing ซึ่งจะเริ่มชำรุดตั้งแต่ปีที่ 3 และเพิ่มสูงขึ้นปีที่ 5-13 อย่างต่อเนื่อง และเพิ่มสูงสุดขึ้นอีกในปีที่ 11 และ 13 โดยในช่วงปีที่ 5-10 มีการชำรุดที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกัน ซึ่งนอกจากจะเกิดการชำรุดจาก Bearing แล้ว ยังมีปัญหาการชำรุดจากสาเหตุขดลวดลัดวงจรกับ Ground

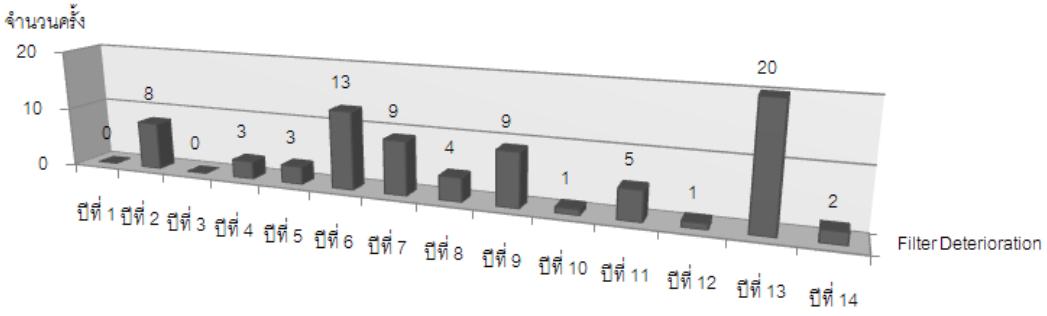


แผนภูมิที่ 4.39 ช่วงเวลาเกิดการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motor ใน Air Handling Unit



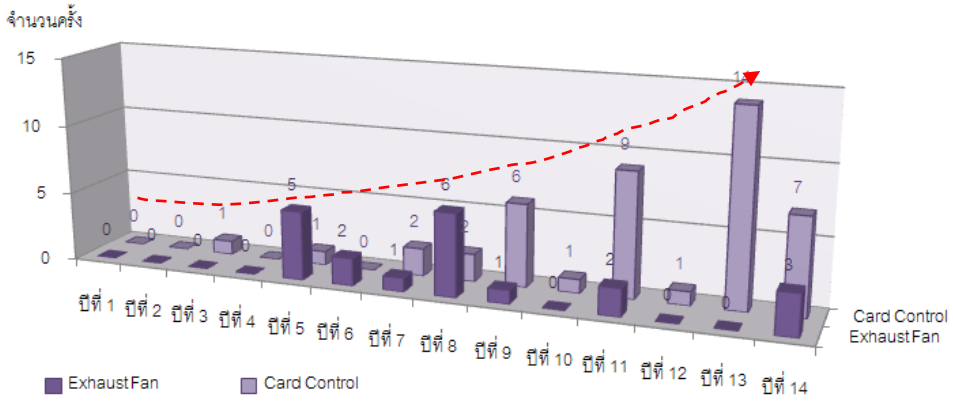
แผนภูมิที่ 4.40 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motor ใน Air Handling Unit

4.2 Filter การชำรุดของ Filter เกิดจากการอุดตันที่ Medium Filter ซึ่งเป็นแผ่นกรองชั้นที่ 2 มีความละเอียดมากกว่าในชั้นแรก ซึ่งเมื่อมีการสะสมของฝุ่นละอองจนทำให้การไหลผ่านของอากาศไม่ได้ตามค่าที่กำหนดต้องมีการจัดเปลี่ยนใหม่ จากแผนภูมิที่ 4.41 จะเห็นว่าการชำรุดจะเกิดขึ้นมากในปีที่ 6 และ 13

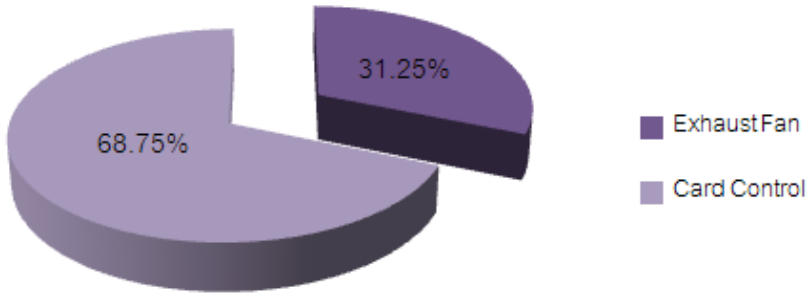


แผนภูมิที่ 4.41 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Filterใน Air Handling Unit

4.3 Variable Air Volume (VSD) จากแผนภูมิที่ 4.42 และ 4.43 สาเหตุการชำรุดของ VSD เกิดจาก 2 ส่วน คือ Exhaust Fan ซึ่งทำหน้าที่ระบายความร้อนในตัวเครื่องกับการชำรุดที่เกิดขึ้นที่ Card Control ซึ่งการชำรุดลักษณะนี้ต้องจัดเปลี่ยน VSD เครื่องใหม่ โดยการชำรุดส่วนใหญ่เกิดจาก Card Control มีลักษณะการชำรุดเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอายุการใช้งาน สูงสุดในปีที่ 13

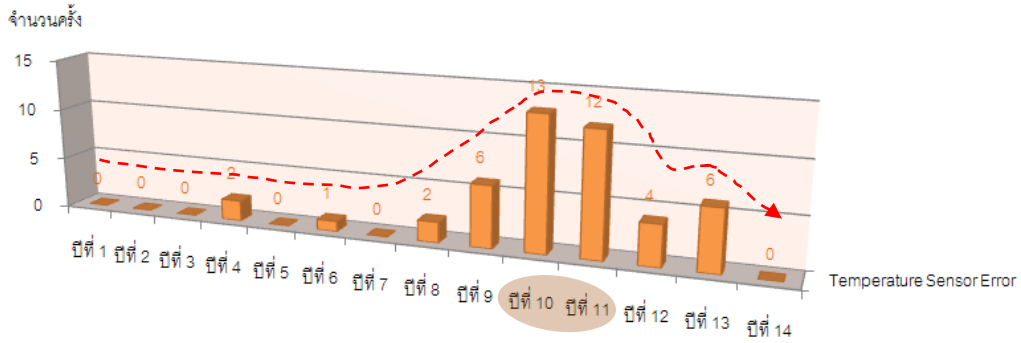


แผนภูมิที่ 4.42 สัดส่วนการชำรุดของอุปกรณ์ของ VSD ใน Air Handling Unit



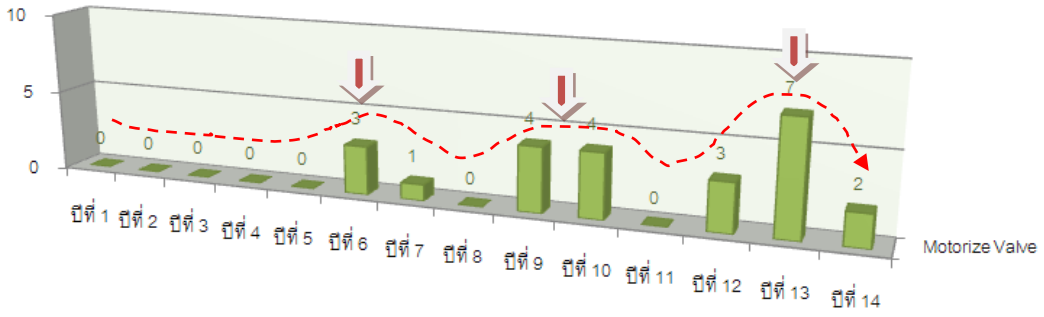
แผนภูมิที่ 4.43 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ VSD ใน Air Handling Unit

4.4 Temperature Sensor ความผิดปกติจากค่าของอุณหภูมิที่ส่งไปยัง Motorize Valve มีผลต่อปริมาณการจ่ายน้ำเย็นไปยังเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามกำหนด เมื่อมีความผิดเพี้ยนขึ้นต้องมีจัดเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ จากแผนภูมิ 4.44 การชำรุดจะเกิดขึ้นมากในปีที่ 9-13 ซึ่งจะชำรุดสูงสุดในปีที่ 10-11



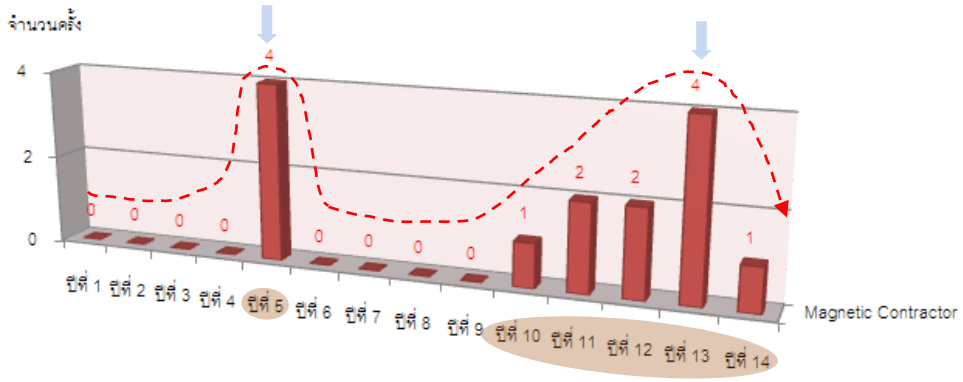
แผนภูมิที่ 4.44 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Temperature Sensor ใน Air Handling Unit

4.5 Motorize Valve ลักษณะการการชำรุดที่เกิดขึ้นมาจากปัญหาการผุกร่อนของอุปกรณ์เนื่องจากความชื้น ซึ่งเมื่อการชำรุดมีความรุนแรงมากขึ้นจนวาล์วไม่สามารถเปิดปิดน้ำเย็นได้ตามที่กำหนด ทำให้การรักษาอุณหภูมิไม่ได้ตามที่ต้องการจึงต้องมีการจัดเปลี่ยนใหม่ จากแผนภูมิที่ 4.45 การชำรุดเริ่มเกิดตั้งแต่ปีที่ 6 มีจำนวนการชำรุดไม่เปลี่ยนแปลงในแต่ละปีมากนัก แต่จะสูงสุดในปีที่ 13



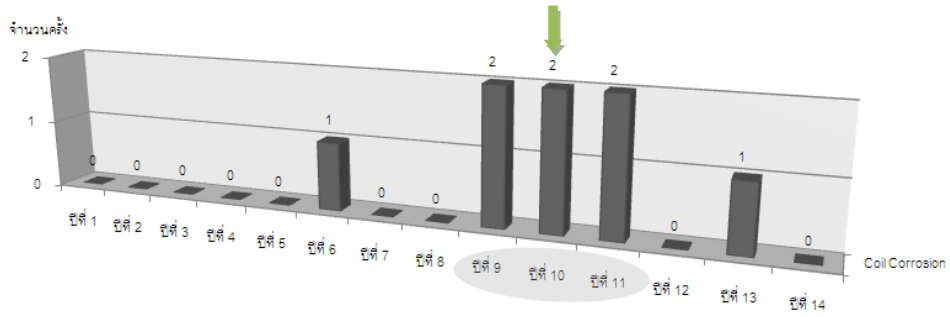
แผนภูมิที่ 4.45 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motorize Valve ใน Air Handling Unit

4.6 Power and Control สาเหตุการชำรุดของอุปกรณ์ในส่วนของ Power and Control มาจาก Magnetic Control จากแผนภูมิที่ 4.46 ลักษณะการการชำรุดจะเกิดขึ้นในปีที่ 5 หลังจากนั้นเกิดขึ้นปีที่ 10-14 โดยเกิดชำรุดสูงสุดในปีที่ 13



แผนภูมิที่ 4.46 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Motorize Valve ใน Air Handling Unit

4.5 Coil Corrosion เป็นการชำรุดผุกร่อนจาก Coil น้ำเย็น ซึ่งมีทั้งการซ่อมแซมเดิมและการจัดเปลี่ยน Coil ใหม่ โดยจะเกิดขึ้นมากที่สุดในปีที่ 9-11

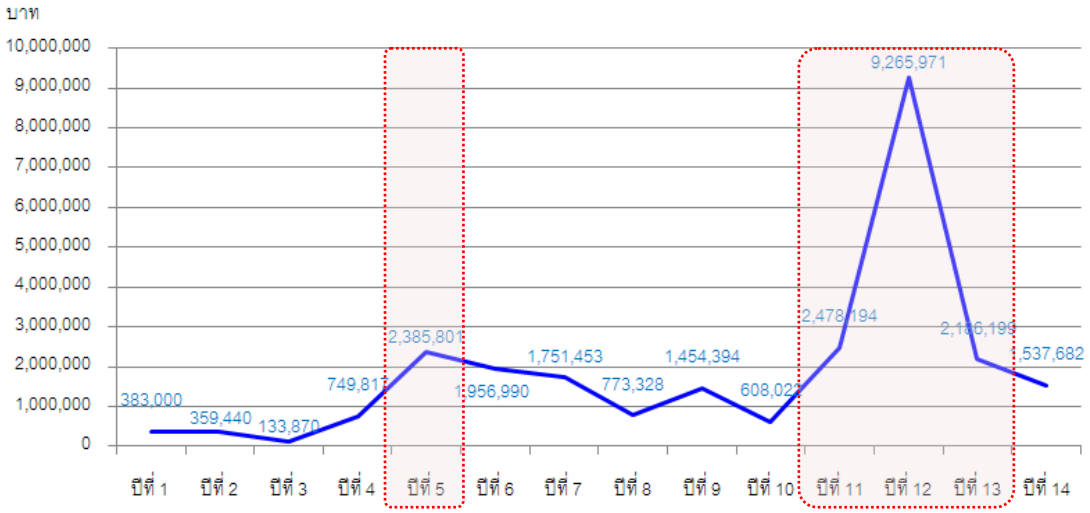


แผนภูมิที่ 4.47 ช่วงเวลาการชำรุดของอุปกรณ์ของ Coil ใน Air Handling Unit

จากลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวม จะพบว่า ในช่วงแรกประมาณปีที่ 1-3 เกิดขึ้นน้อยมากสาเหตุการชำรุดส่วนใหญ่จากการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐาน หลังจากนั้นในปีที่ 4-6 จะมีการชำรุดเพิ่มขึ้นอย่างรวดจนสูงสุดในที่ 6 และจะลดลดต่ำลงจนการชำรุดจะเกิดขึ้นในจำนวนที่ใกล้เคียงกันในแต่ละปี แต่ก็ยังคงมีแนวโน้มการชำรุดที่ เพิ่มขึ้นบ้างแต่ในอัตราที่ไม่สูงมาก จนกระทั่งเพิ่มสูงอีกครั้งประมาณปีที่ 11-12 ซึ่งช่วงเวลาหรือรอบอายุที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในระบบที่มีโอกาสที่เกิดการชำรุดขึ้นก็จะมีความแตกต่างๆ ตามประเภทของเครื่องจักร

4.2 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม

เมื่อเกิดการชำรุดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวม จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเร่งดำเนินการซ่อมแซมเพื่อให้ระบบหรือเครื่องจักรกลับมาใช้งานได้ดังเดิม จากลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม จากแผนภูมิที่ 4.48 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมรวมของทั้งระบบเมื่อเทียบกับจำนวนครั้งการชำรุดรวมทั้งระบบตามแผนภูมิที่ 4.1 จะเห็นว่าค่าซ่อมแซมช่วงปีที่ 4-5 มีอัตราเพิ่มขึ้นสูงมาก ซึ่งในปีที่ 5 มีการชำรุดที่เกิดใน Chiller โดยเฉพาะในส่วนที่เป็น Compressor ที่มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมสูงและ Cooling Tower เกิดขึ้นมากที่สุด จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในปีนี้ ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนการชำรุดในช่วงเวลาเดียวกัน แต่ตั้งแต่ปีที่ 6-10 มีแนวโน้มที่ค่าซ่อมแซมลดลงตามลำดับ ยกเว้นในปีที่ 9 ที่ค่าเพิ่มสูงเป็น 2 เท่าของปีที่ 8 จนเมื่อถึงปีที่ 11-12 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเพิ่มสูงสุด เนื่องจากอาคารมีการจัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ทั้งหมด จึงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงมากในช่วง 2 ปีนี้ และในปีที่ 13 เป็นปีที่มีจำนวนการชำรุดสูงที่สุด

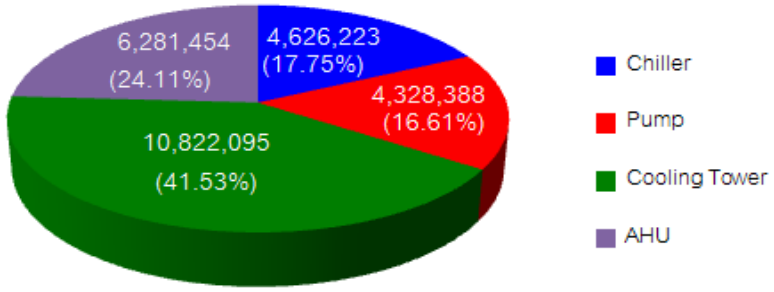


แผนภูมิที่ 4.48 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมรวมทั้งระบบ ช่วงปีที่ 1-14

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมในปีที่ 1-14 ของระบบปรับอากาศแบบรวม มีทั้งสิ้น 26,035,561 บาท เมื่อแบ่งค่าใช้จ่ายออกเป็นช่วงๆ ละ 5 ปี จะเกิดค่าซ่อมแซมเฉลี่ยในแต่ละปี ซึ่งจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อช่วงอายุการใช้งานของระบบมากขึ้น คือ

- ช่วงปีที่ 1-5 มีค่าซ่อมแซมเฉลี่ยปีละ 292,103 บาท
- ช่วงปีที่ 6-10 มีค่าซ่อมแซมเฉลี่ยปีละ 1,382,830 บาท
- ช่วงปีที่ 11-14 มีค่าซ่อมแซมเฉลี่ยปีละ 3,867,012 บาท

เมื่อนำค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดมาแจกแจงตามแผนภูมิที่ 4.49 พบว่า Cooling Tower มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมสูงที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ทั้งหมดในปีที่ 11-12



แผนภูมิที่ 4.49 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวม

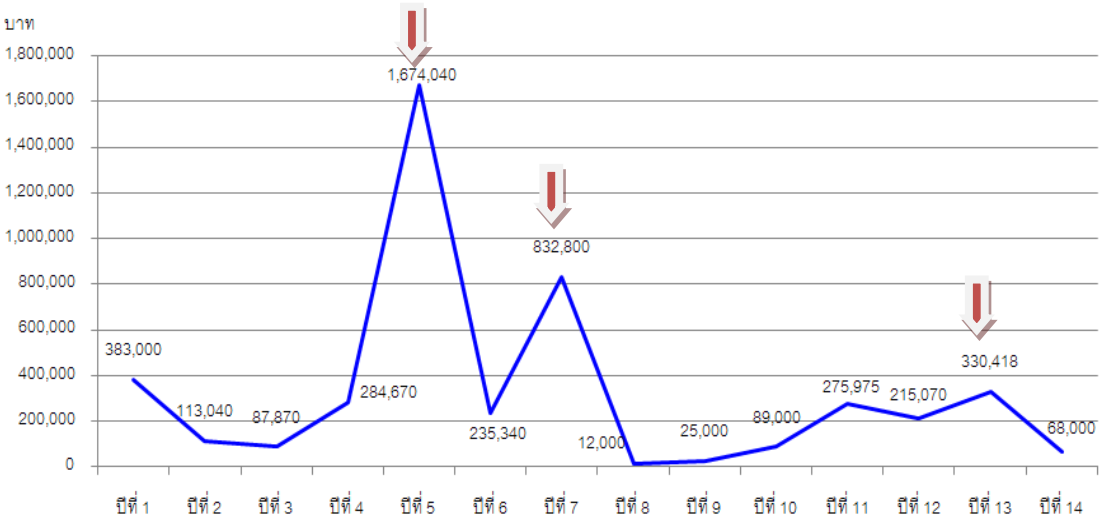
เมื่อนำจำนวนเครื่องจักรกับค่าซ่อมแซมที่เกิดขึ้นในปีที่ 1-14 มาเปรียบเทียบตามตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนเครื่องจักรมากขึ้นไม่มีผลต่อค่าซ่อมแซมที่เกิดขึ้น ซึ่ง Cooling Tower มีค่าซ่อมแซมเฉลี่ยต่อเครื่องสูงสุด โดยสัดส่วนค่าซ่อมแซมของเครื่องจักรในกลุ่มของ Chiller, Pump และ AHU มีความใกล้เคียงกัน ส่วน Cooling Tower มีสัดส่วนค่าซ่อมแซมสูงกว่าประมาณ 2 เท่า อันเนื่องจากมีการจัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ทั้งหมดในปีที่ 11-12 ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงมาก โดยสัดส่วนค่าใช้จ่ายแต่ละกลุ่มของ Cooling Tower : Chiller : Pump : AHU เป็น 2.5 : 1.1 : 1 : 1.4 หากพิจารณาค่าซ่อมแซมเฉลี่ยต่อเครื่องที่เกิดกับเครื่องแต่ละกลุ่มจะเป็น 23 : 15 : 2 : 1

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบจำนวนเครื่องจักรกับค่าซ่อมแซมที่เกิดขึ้นในปีที่ 1-14

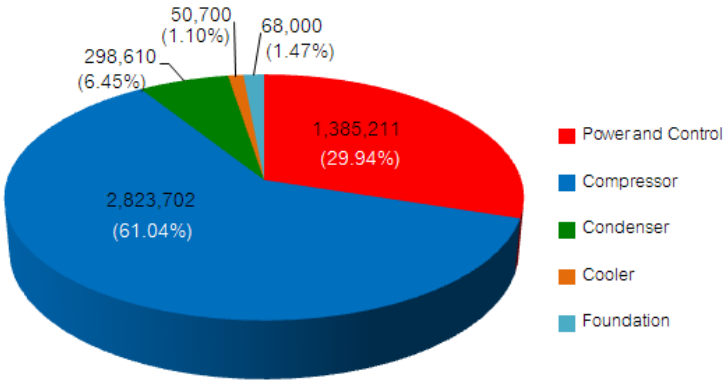
	Cooling Tower	Chiller	Pump	AHU
จำนวนเครื่องจักร	8	5	35	104
ค่าซ่อมแซม	10,822,095	4,626,223	4,328,388	6,247,455
สัดส่วนค่าซ่อมแซมเครื่องจักรแต่ละกลุ่ม	2.5	1.1	1.0	1.4
ค่าซ่อมแซมเฉลี่ยต่อเครื่อง	1,352,762	925,245	123,668	60,072
สัดส่วนค่าซ่อมแซมเฉลี่ยต่อเครื่อง	23	15	2	1

1. **ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องทำน้ำเย็น** (Chiller) จากแผนภูมิที่ 4.50, 4.51 และ 4.52 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม Chiller เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาของการใช้งาน ซึ่งการชำรุดในส่วนของ Compressor ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมมากที่สุดและมากกว่าครึ่งหนึ่งของค่าซ่อมแซมที่เกิดขึ้นทั้งหมดตลอดช่วงเวลาการใช้งาน 14 ปี โดยในปีที่เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม Chiller สูงมาก คือ ปีที่ 5 และ 8 จะมีปัญหามาจากการชำรุดของ Compressor มีสาเหตุสำคัญมาจากการชำรุดบริเวณ Terminal Compressor เกิดการรั่วของสารทำความเย็นจากเครื่องทำให้ต้องมีการจัดเปลี่ยนอุปกรณ์และเติมสารทำความเย็นใหม่ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก หรืออีกสาเหตุมาจากการลัดวงจรของขดลวดใน Motor ที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงเช่นกัน รองลงมาเป็นค่าซ่อมแซมในส่วนของอุปกรณ์ที่ชำรุดจากส่วนของ Power and Control

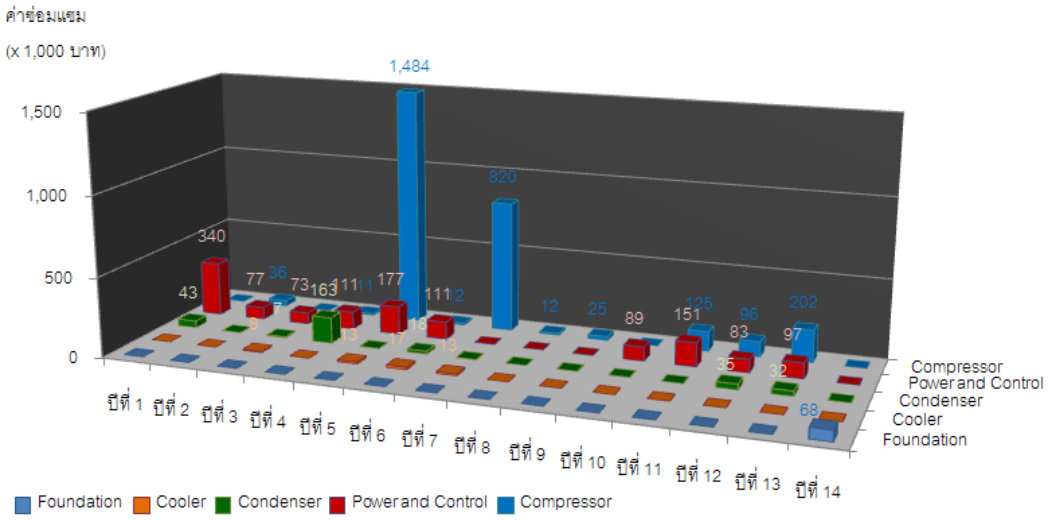
เนื่องจากลักษณะการชำรุดของ Chiller ในส่วนของ Compressor ยังไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน ซึ่งเมื่อเกิดการชำรุดทำให้เกิดค่าใช่จ่ายในการซ่อมแซมค่อนข้างสูงมาก การประมาณการค่าใช้จ่ายในส่วนของ Chiller จึงเป็นไปได้ยาก แต่หากแบ่งค่าซ่อมแซมตามช่วงเวลาของลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นใน Chiller ออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงปีที่ 1-8 และช่วงปีที่ 9-14 จะเห็นได้ว่าในช่วงปีที่ 1-8 ยังมีรูปแบบที่ไม่ชัดเจน ซึ่งเกิดค่าซ่อมแซมสูงสุดในปีที่ 5 และ 7 เป็นผลมาจากการชำรุดของ Compressor ส่วนในปีที่ 9-14 มีค่าซ่อมแซมที่เพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึงปีที่ 13



แผนภูมิที่ 4.50 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม Chiller ช่วงปีที่ 1-14

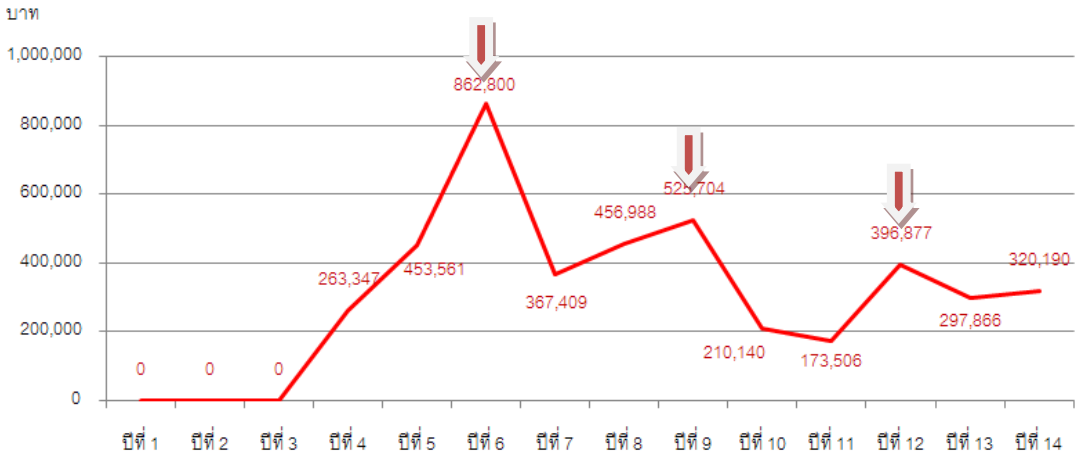


แผนภูมิที่ 4.51 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Chiller

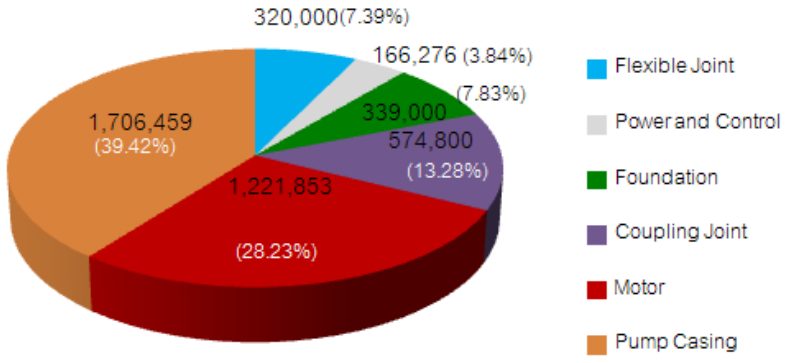


แผนภูมิที่ 4.52 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Chiller ในช่วงปีที่ 1-14

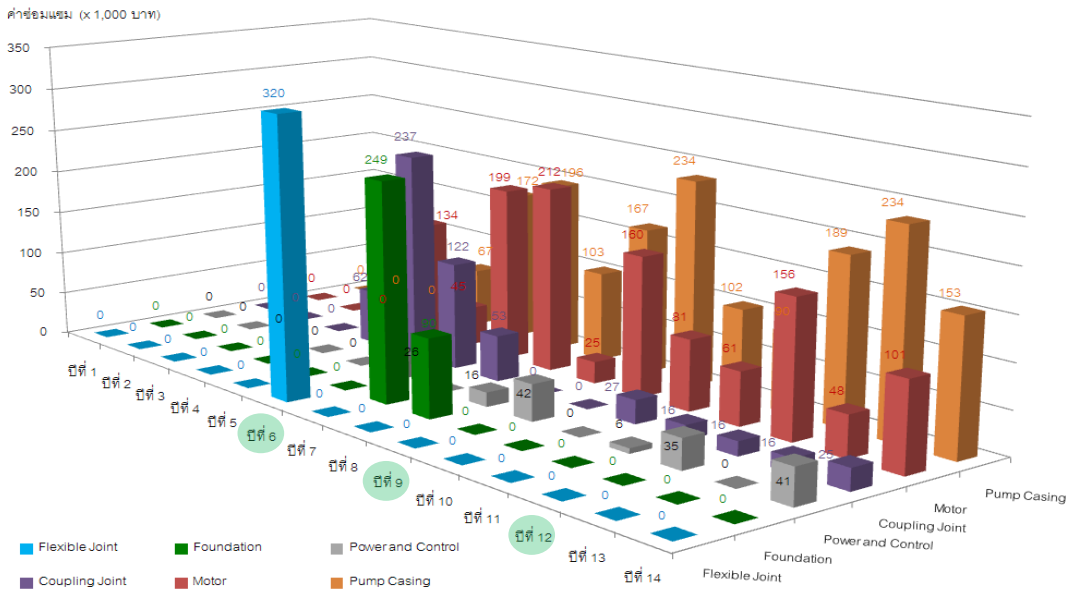
2. **ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำ (Pump)** จากแผนภูมิที่ 4.53 จะเห็นได้ว่าค่าซ่อมแซมเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในปีที่ 4-6 ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มมีการชำรุดเกิดขึ้น โดยค่าซ่อมแซมเกิดสูงสุดในปีที่ 6 หลังจากนั้นปีต่อๆ มาค่าซ่อมแซมเริ่มลดลง และมีแนวโน้มที่ค่าซ่อมแซมที่เกิดในแต่ละปีจะใกล้เคียง อาจเพิ่มสูงขึ้นได้ในปีที่ 9 และ 12 โดยค่าซ่อมแซมส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ในส่วนที่เป็น Pump Casing ประมาณ 40% ตามแผนภูมิที่ 4.54 และ 4.55 ซึ่งก็สอดคล้องกับจำนวนการชำรุดที่เกิดขึ้นสูงสุดที่ Pump Casing เช่นกัน



แผนภูมิที่ 4.53 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม Pump ช่วงปีที่ 1-14

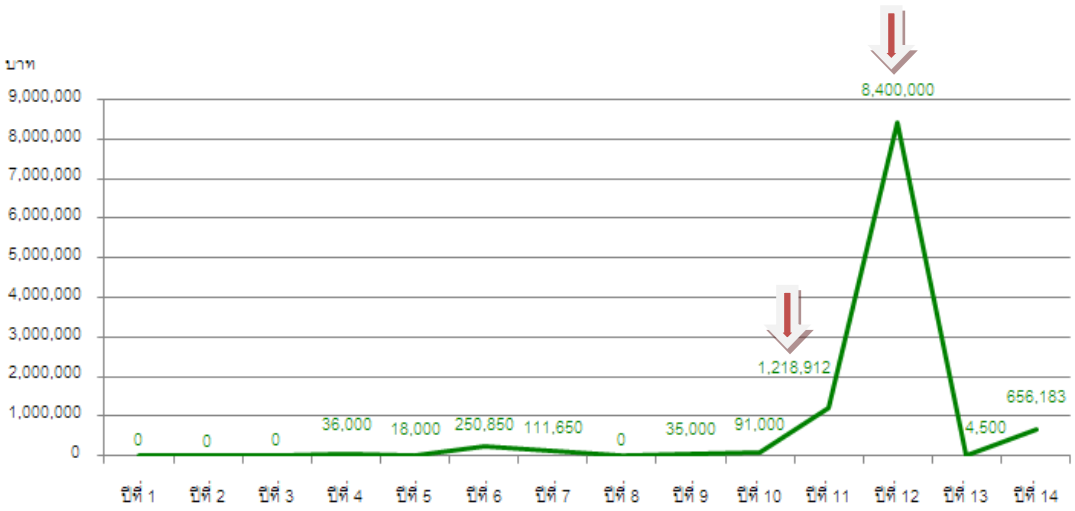


แผนภูมิที่ 4.54 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Pump

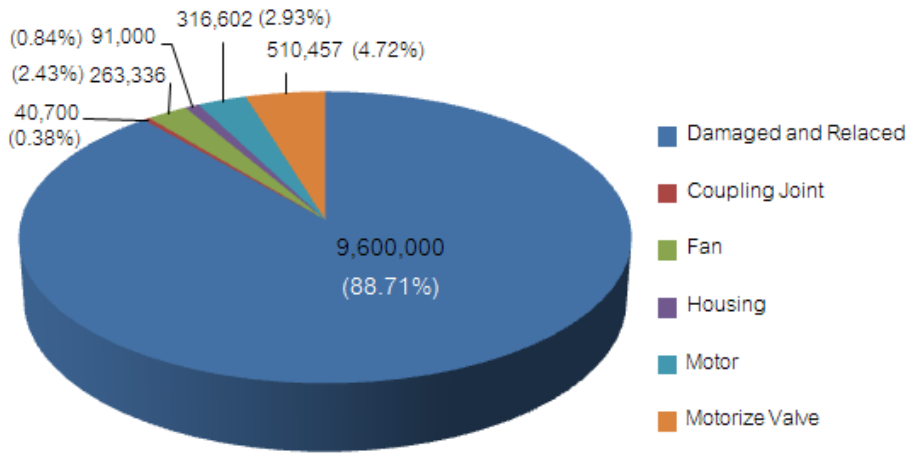


แผนภูมิที่ 4.55 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Pump ในช่วงปีที่ 1-14

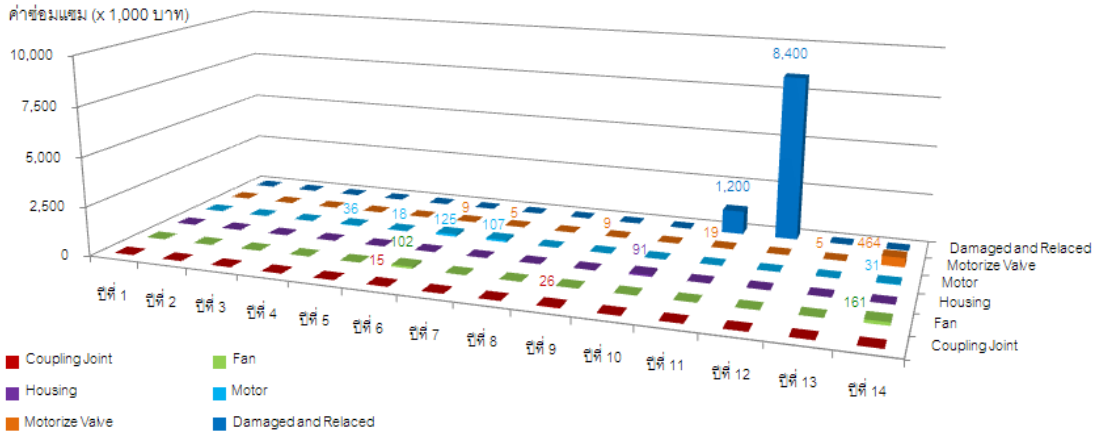
3. **ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหอผึ่งลมเย็น** (Cooling Tower) จากลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ของ Cooling Tower ที่มีสาเหตุจากความชื้น และตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปกคลุม การผุกร่อนและการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์โดยเฉพาะด้านไฟฟ้าจึงมีสูง ทำให้ Cooling Tower ต้องมีการจัดเปลี่ยนเครื่องใหม่ทั้งหมดก่อนเครื่องจักรในกลุ่มอื่นในปีที่ 11-12 จากแผนภูมิที่ 4.56 จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในปีที่ 11-12 เพิ่มขึ้นสูงมาก ซึ่งหากไม่รวมค่าใช้จ่ายในการจัดเปลี่ยน Cooling Tower ชุดใหม่อุปกรณ์ที่มีค่าซ่อมแซมลำดับรองมาคือ Motorize Valve และ Motor ตามแผนภูมิที่ 4.57 และ 4.58



แผนภูมิที่ 4.56 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม Cooling Tower ช่วงปีที่ 1-14



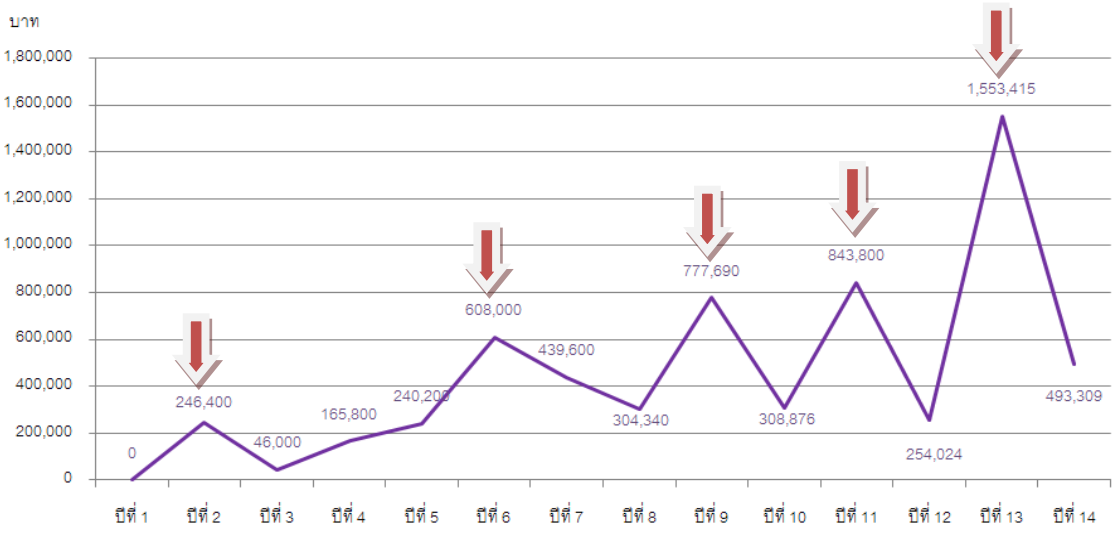
แผนภูมิที่ 4.57 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Cooling Tower



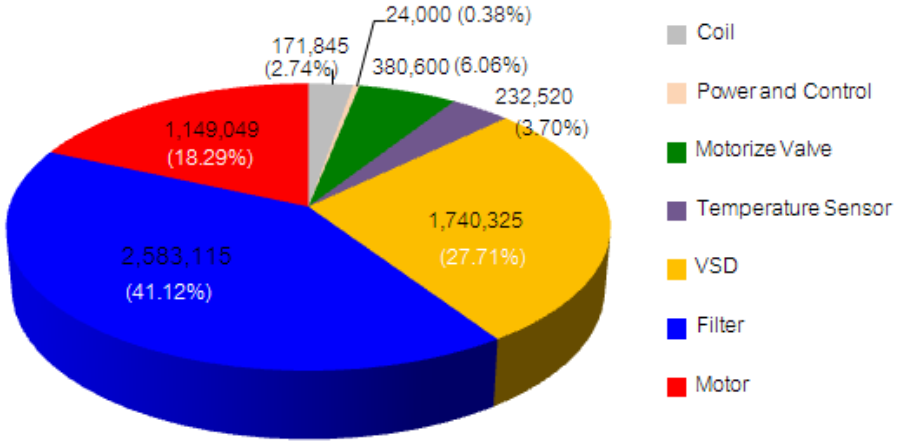
แผนภูมิที่ 4.58 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ Cooling Tower ในช่วงปีที่ 1-14

4. **ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องส่งลมเย็น** (Air Handling Unit) จากจำนวน AHU ที่มีจำนวนมากซึ่งคิดเป็น 68.42% ของจำนวนเครื่องจักรทั้งหมดในระบบ แต่ก็มีสัดส่วนการชำรุดเฉลี่ยต่อเครื่องต่ำที่สุดตามที่ได้กล่าวแล้วในข้างต้น จึงทำให้ AHU ไม่ใช่กลุ่มเครื่องจักรที่มีค่าซ่อมแซมมากที่สุด

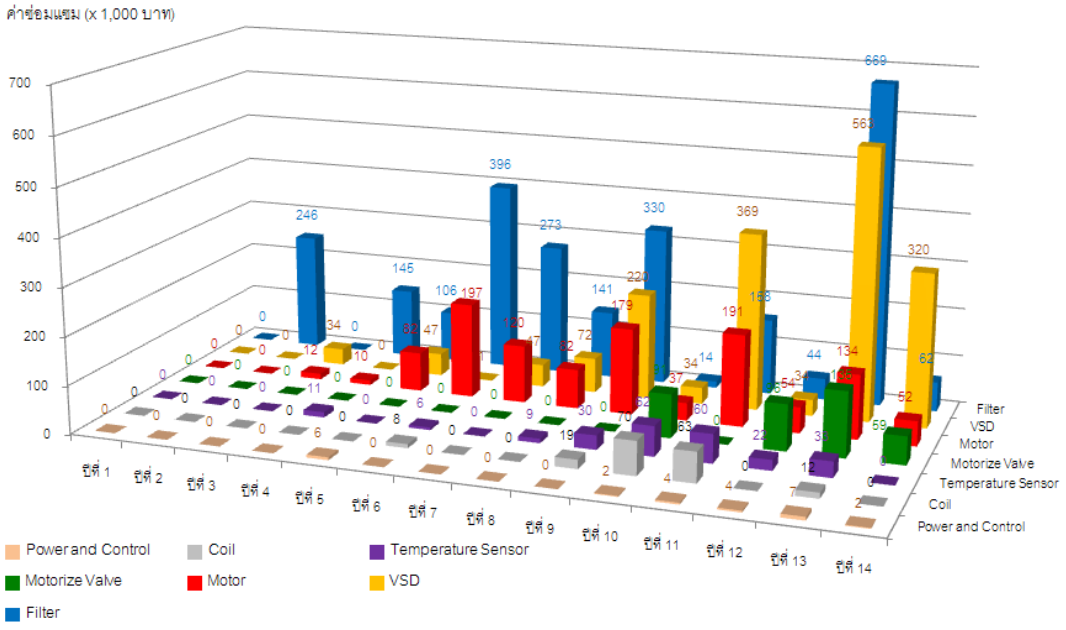
จากแผนภูมิที่ 4.59 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ใน AHU มีลักษณะเพิ่มสูงขึ้นและลดต่ำลงสลับกันไป โดยในช่วงปี 1-8 การเพิ่มขึ้นและลดต่ำลงของค่าใช้ซ่อมแซม จะมีช่วงระยะเวลามากกว่าหลังปีที่ 8 ซึ่งมีลักษณะเพิ่มขึ้นและและลดลงสลับกันในแต่ละปี โดยค่าใช้จ่ายมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น สูงสุดในปีที่ 13 ซึ่งค่าใช้ซ่อมแซมส่วนใหญ่เกิดจากอุปกรณ์ที่เป็น Filter และ Variable Speed Drive (VSD) ตามแผนภูมิที่ 4.60 และ 4.61



แผนภูมิที่ 4.59 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม AHU ช่วงปีที่ 1-14



แผนภูมิที่ 4.60 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ AHU



แผนภูมิที่ 4.61 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในส่วนของ AHU ในช่วงปีที่ 1-14

ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องจักรที่มีการชำรุดเกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวม มิได้แปรผันตามจำนวนการชำรุดหรือจำนวนเครื่องจักรในระบบเสมอไป ค่าซ่อมแซมที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ที่ราคาสูง อุปกรณ์ที่ชำรุดแล้วไม่สามารถซ่อมแซมต้องจัดเปลี่ยนใหม่ หรือการเสื่อสภาพของเครื่องจักรจนไม่สามารถใช้งานต่อได้อีกต้องจัดเปลี่ยนเครื่องใหม่ จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ค่าซ่อมแซมในปีนั้นมีปริมาณสูงขึ้น

4.3 ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของระบบปรับอากาศแบบรวม

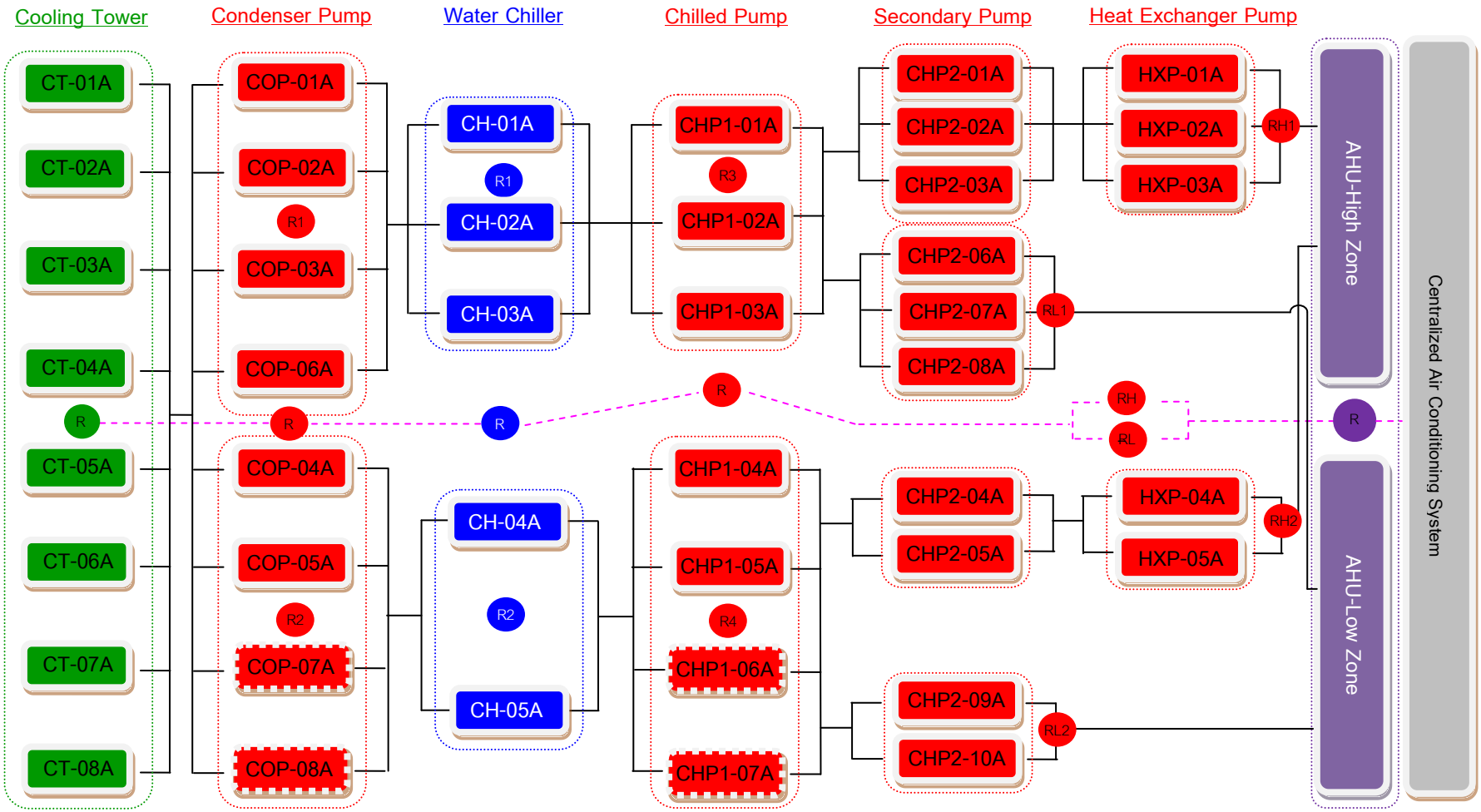
จากลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวม จะพบว่าเครื่องจักรมีโอกาสที่เกิดการชำรุดขัดข้องได้ในทุกส่วน และทุกช่วงเวลา ซึ่งการชำรุดเหล่านี้ย่อมส่งผลให้การทำงานของระบบหยุดชะงักลงหรือด้อยประสิทธิภาพลง จนกว่าจะมีการดำเนินการแก้ไขหรือเดินเครื่องจักรที่ได้จัดสำรองทดแทน ความสัมพันธ์ของการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละส่วนของระบบปรับอากาศแบบรวม จึงมีผลโดยตรงต่อ การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของระบบหรือเครื่องจักร จะทำให้ผู้บริหารทรัพยากรกายภาพทราบความเสี่ยงที่เครื่องจักรจะหยุดชะงักการทำงานได้ ย่อมหมายถึงอาคารอาจไม่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการ เพื่อเป็นการเตรียมการหรือหาแนวทางในการลดความโอกาสที่จะเกิดการชำรุดขึ้นในระบบ

ในการวิเคราะห์หาความน่าเชื่อถือของระบบปรับอากาศแบบรวม จึงต้องหาความสัมพันธ์ของการทำงานของเครื่องจักรแต่ละส่วน ตาม Reliability Block Diagram ของระบบปรับอากาศแบบรวมในรูปภาพที่ 4.1 ซึ่งพบว่าเครื่องจักรที่ทำหน้าที่เหมือนกันจะมีการทำงานสัมพันธ์กันแบบขนานสามารถทำงานทดแทนซึ่งกันและกัน ส่วนเครื่องจักรในแต่ละกลุ่มจะมีการทำงานสัมพันธ์กันแบบอนุกรม หากกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหยุดการทำงานย่อมส่ งผลต่อระบบโดยรวม

เมื่อนำความสัมพันธ์ตาม Reliability Block Diagram และสถิติการชำรุดของระบบที่เกิดขึ้นทั้งหมด ที่ส่งผลให้เครื่องจักรหยุดการทำงานมาคำนวณหาค่า Reliability - R(t)

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

โดยคำนวณหาค่า Reliability ของเครื่องจักรในแต่ละปี และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า Reliability รวมของเครื่องจักรกลุ่มเดียวกันตามความสัมพันธ์แบบขนาน จากนั้นนำค่า Reliability รวมของเครื่องจักรแต่ละกลุ่มตามความสัมพันธ์แบบอนุกรม มาคำนวณหาค่า Reliability ของทั้งระบบ โดยใช้ความสัมพันธ์ตาม Reliability Block Diagram ซึ่งสามารถคำนวณ Reliability ของระบบปรับอากาศแบบรวมได้ดังนี้คือ



ภาพที่ 4.1 Reliability Block Diagram ของระบบปรับอากาศแบบรวม

1. **ความน่าเชื่อถือของเครื่องทำน้ำเย็น** (Chiller) จากตารางที่ 4.3 เมื่อ Chiller เกิดการชำรุดขึ้น ค่า Reliability ก็จะลดต่ำลงอย่างรวดเร็วตามอัตราการชำรุดที่เกิดขึ้น แต่เนื่องจากเครื่อง Chiller แต่ละเครื่องสามารถทำงานทดแทนกันได้ ค่า Reliability รวมของ Chiller ทั้งหมดจะยังคงอยู่ที่ 100% จนกระทั่งปีที่ 5 ที่ Reliability ลดต่ำลงเหลือเพียง 10.329% และลดต่ำลงเรื่อยๆ เนื่องจากยังคงมีการชำรุดเกิดขึ้นเพิ่มเติมอยู่ จนกระทั่งในปีที่ 12 อาคารมีการติดตั้ง Chiller เพิ่มเติมอีกหนึ่งเครื่อง ทำให้ Reliability ของ Chiller ทั้งระบบเพิ่มขึ้นจนถึง 100%

ตารางที่ 4.3 Reliability ของ Chiller ปีที่ 1-14

ปีที่	CH-01A	CH-02A	CH-03A	CH-04A	CH-05A	รวม
1	100.0000%	36.7879%	100.0000%	100.0000%	-	100.0000%
2	100.0000%	4.9787%	36.7879%	100.0000%	-	100.0000%
3	36.7879%	0.2479%	36.7879%	100.0000%	-	100.0000%
4	13.5335%	0.0912%	13.5335%	100.0000%	-	100.0000%
5	0.6738%	0.0123%	4.9787%	4.9787%	-	10.3290%
6	0.0123%	0.0045%	0.6738%	0.6738%	-	1.3597%
7	0.0123%	0.0017%	0.0912%	0.6738%	-	0.7783%
8	0.0123%	0.0017%	0.0912%	0.2479%	-	0.3528%
9	0.0123%	0.0017%	0.0912%	0.0912%	-	0.1963%
10	0.0045%	0.0017%	0.0912%	0.0335%	-	0.1309%
11	0.0017%	0.0017%	0.0335%	0.0017%	-	0.0386%
12	0.0017%	0.0006%	0.0335%	0.0017%	100.0000%	100.0000%
13	0.0017%	0.0001%	0.0335%	0.0006%	100.0000%	100.0000%
14	0.0017%	0.0001%	0.0335%	0.0006%	100.0000%	100.0000%

2. **ความน่าเชื่อถือของเครื่องสูบน้ำ** (Pump) จากตารางที่ 4.4 จะเห็นว่าปีที่ 1-4 ค่า Reliability ยังคงอยู่ที่ 100% เมื่อเริ่มมีการชำรุดของอุปกรณ์เครื่องจักรในปีที่ 5 Reliability เริ่มลดลงตามลำดับ ซึ่งเครื่องสูบน้ำในแต่ละกลุ่มทำงานแบบอนุกรมต่อกัน ทำให้ Reliability รวมของเครื่องสูบน้ำทั้งหมดลดต่ำลงไปอีกจนถึง 0% ในปีที่ 9 ซึ่งระบบต้องรับภาระโอกาสที่เกิดการชำรุดขึ้นทำให้ระบบต้องหยุดการทำงาน จนกระทั่งในปีที่ 12 ที่มีการติดตั้ง Condenser Pump (COP) และ Primary Pump (CHP1) ชุดใหม่เพิ่มเติมทำให้ Reliability เพิ่มขึ้นมาที่ 100% และส่งผลให้ Reliability รวมสูงขึ้นมาบ้างเล็กน้อย เนื่องจาก Secondary Pump ไม่ได้มีการติดตั้งเพิ่มเติม

ตารางที่ 4.4 Reliability ของ Pump ปีที่ 1-14

ปีที่	C0P	CHP1	CHP2 / HXP	รวม
1	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
4	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
5	78.70%	46.13%	81.46%	29.58%
6	6.04%	23.88%	64.09%	0.92%
7	5.40%	20.09%	52.92%	0.57%
8	0.47%	14.30%	21.44%	0.01%
9	0.32%	1.98%	3.61%	0.00%
10	0.32%	0.72%	1.87%	0.00%
11	0.30%	0.13%	1.70%	0.00%
12	100.00%	100.00%	1.54%	1.54%
13	100.00%	100.00%	0.81%	0.81%
14	100.00%	100.00%	0.20%	0.20%

3. **ความน่าเชื่อถือของหอผึ่งลมเย็น** (Cooling Tower) จากการที่ Cooling Tower มีอัตราการชำรุดที่ค่อนข้างต่ำ และมีระบบทำงานกับแบบขนานสามารถใช้งานทดแทนกันได้ ตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า Reliability ในแต่ละเครื่อง หรือของทั้งระบบมีค่าสูงกว่าเครื่องจักรในกลุ่มอื่น อีกทั้งมีการจัดเปลี่ยนเครื่องใหม่ในปีที่ 11-12 ทำให้ Reliability ของ Cooling Tower ยังคงที่ 100%

ตารางที่ 4.5 Reliability ของ Cooling Tower ปีที่ 1-14

ปีที่	CT-01A	CT-02A	CT-03A	CT-04A	CT-05A	CT-06A	CT-07A	CT-08A	รวม
1	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
4	100.00%	36.79%	100.00%	36.79%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
5	100.00%	36.79%	100.00%	36.79%	36.79%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
6	13.53%	4.98%	36.79%	13.53%	36.79%	100.00%	13.53%	36.79%	100.00%
7	13.53%	4.98%	36.79%	1.83%	13.53%	36.79%	13.53%	36.79%	84.77%
8	13.53%	4.98%	36.79%	1.83%	13.53%	36.79%	13.53%	36.79%	84.77%
9	1.83%	4.98%	36.79%	0.67%	4.98%	36.79%	4.98%	36.79%	78.87%
10	1.83%	4.98%	36.79%	0.67%	4.98%	36.79%	4.98%	36.79%	78.87%
11	1.83%	1.83%	36.79%	0.67%	1.83%	36.79%	1.83%	13.53%	68.13%
12 (ม.ค.-ต.ค.)	0.67%	0.67%	13.53%	0.25%	0.67%	13.53%	0.67%	4.98%	31.02%
12 (พ.ค.-ธ.ค.)	100.00%		100.00%	100.00%	100.00%			100.00%	
13	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
14	36.79%	36.79%	36.79%	36.79%	36.79%	13.53%	100.00%	13.53%	100.00%

4. **ความน่าเชื่อถือของเครื่องส่งลมเย็น** (Air Handiing Unit) AHU เป็นเครื่องจักรที่มีจำนวนสูงที่สุดถึง 68.42% ของเครื่องจักรทั้งหมด ซึ่งมีการชำรุดเฉลี่ยต่อเครื่องต่ำที่สุด จึงทำให้ระดับ Reliability ของ AHU มีค่าสูงกว่าเครื่องกลุ่มอื่นๆ มาก จากตารางที่ 4.6 ค่า Reliability ลดต่ำลงในปีที่ 11 และในปีที่ 14 ยังคงค่าที่ 84.62%

ตารางที่ 4.6 Reliability ของ Air Handling Unit ปีที่ 1-14

ปีที่	Package Unit	Fan Coil	Built up	AHU
1	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
4	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
5	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
6	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
7	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
8	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
9	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
10	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
11	100.00%	98.09%	100.00%	98.09%
12	100.00%	98.09%	100.00%	98.09%
13	100.00%	96.43%	98.50%	94.98%
14	91.52%	96.43%	95.88%	84.62%

เมื่อนำค่า Reliability ของเครื่องจักรกลุ่มต่างๆ มาหาค่า Reliability ของทั้งระบบ ตามตารางที่ 4.7 จะเห็นว่าระบบมีโอกาสที่จะไม่เกิดการหยุดชำรุดขัดข้องเลย (Reliability = 100%) จนถึงปีที่ 4 หลังจากนั้น Reliability ก็จะลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งได้มีการติดตั้ง Chiller และเครื่องสูบน้ำใหม่บางส่วนเสริมให้กับเครื่องจักรเดิมที่มีอยู่ในปีที่ 12 จึงทำให้ Reliability หรือโอกาสที่ระบบจะไม่เกิดการชำรุดเพิ่มสูงขึ้นบ้างเล็กน้อย ระบบจึงมีโอกาสที่เกิดการชำรุดขัดข้องได้ตลอดเวลา

ตารางที่ 4.7 Reliability ของระบบปรับอากาศแบบรวมปีที่ 1-14

ปีที่	Cooling Tower	Condenser Pump	Chiller	Chilled Pump	Secondary Pump	Air Handling Unit	ค่า R System
1	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
4	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
5	100.00%	78.70%	10.33%	46.13%	81.46%	100.00%	3.06%
6	100.00%	6.04%	1.36%	23.88%	64.09%	100.00%	0.01%
7	84.77%	5.40%	0.78%	20.09%	52.92%	100.00%	0.00%
8	84.77%	0.47%	0.35%	14.30%	21.44%	100.00%	0.00%
9	78.87%	0.32%	0.20%	1.98%	3.61%	100.00%	0.00%
10	78.87%	0.32%	0.13%	0.72%	1.87%	100.00%	0.00%
11	68.13%	0.30%	0.04%	0.13%	1.70%	98.09%	0.00%
12	31.02%	100.00%	100.00%	100.00%	1.54%	98.09%	0.47%
13	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.81%	94.98%	0.77%
14	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.20%	84.62%	0.17%

ดังนั้น หากมีการปรับปรุงแก้ไขระบบในส่วนของเครื่องจักรที่มีระดับ Reliability ต่ำ คือ Secondary Pump ในปีที่ 12 พร้อมกับ Chiller, Condenser Pump และ Chilled Pump ทำให้ระดับ Reliability ของทั้งเพิ่มสูงขึ้นในปีที่ 12 เป็น 30.43% ปีที่ 13 เป็น 94.98% และในปีที่ 14 เป็น 100% ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ระบบปรับอากาศแบบรวม ถือเป็นระบบประกอบอาคารที่มีความสำคัญและต้องใช้เงินลงทุนในการติดตั้งและบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งานที่สูงมาก ผู้ที่จะมาทำหน้าที่ควบคุมดูแล หรือบำรุงรักษาต้องมีความรู้และมีความเข้าใจในระบบ จึงจะทำให้การบริหารจัดการระบบเป็นไปอย่างถูกต้องตามข้อกำหนดของเครื่องจักร และมีความสอดคล้องกับสภาพจริงของการใช้งานและการชำรุดขัดข้องที่เกิดขึ้นกับระบบและเครื่องจักรประเภทต่างๆ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาลักษณะการชำรุด และค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวม พบว่าถึงแม้ระบบจะมีการดูแลบำรุงรักษาทั้งจากช่างที่ดูแลรับผิดชอบประจำอาคาร และช่างผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านจากบริษัทภายนอก มีแผนการบำรุงรั กษาและจัดเตรียมงบประมาณในการบำรุงรักษาและพัฒนาปรับปรุง ระบบก็ยังคงเกิดการชำรุดขึ้นอยู่และสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ปีแรกที่มีการใช้งานและเกิดขึ้นตลอดช่วงอายุของการใช้ ซึ่งก็ทำให้เกิดค่าซ่อมแซมตามมาอย่างเนื่องเช่นกัน

5.1.1 **ลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวม** มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อช่วงเวลาการใช้งานมากขึ้น โดยในช่วง 3-6 ปีแรกมีอัตราการชำรุดที่เพิ่มสูงกว่าในช่วงอื่น หลังจากนั้นการชำรุดเกิดขึ้นในอัตราที่ใกล้เคียงกันในแต่ละปี จนกระทั่งเพิ่มขึ้นสูงสุดในปีที่ 13 โดยการชำรุดส่วนใหญ่เกิดขึ้นในเครื่องจักรส่วนที่เป็นเครื่องสูบน้ำ (Pump) และเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) มากกว่า 80% ของการชำรุดทั้งหมดที่เกิดขึ้น ซึ่งเมื่อเทียบสัดส่วนการชำรุดทั้งหมดของกลุ่มเครื่องจักร Chiller และ Cooling Tower กับ Pump และ AHU มีสัดส่วนเป็น 1 : 6 สามารถอธิบายลักษณะการชำรุดที่เกิดในเครื่องจักรแต่ละกลุ่มได้ดังนี้

1. **ลักษณะการชำรุดเครื่องทำน้ำเย็น** (Chiller) มีการชำรุดเกิดขึ้นเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงปีที่ 1-9 และ ช่วงปีที่ 10-14 โดยในแต่ละช่วงเกิดการชำรุดสูงสุดในปีที่ 5-6 และปีที่ 11 ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะการชำรุดได้ดังนี้

1.1 ลักษณะการชำรุดเกิดขึ้นที่ส่วนของ Power and Control มากที่สุดถึง 37.10% มีแนวโน้มที่จะเกิดการชำรุดในปีที่ 4-6 และในปีที่ 10-13 ซึ่งการชำรุดจะเกิดกับอุปกรณ์ที่ส่วนรับส่งสัญญาณ คือ Starter Management Module (SMM), Local Interface Display Control Panel (LID) และ Processor Sensor Input/Output Module (PSIO)

1.2 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Compressor เกิดขึ้น 24.19% ของการชำรุดทั้งหมด ซึ่งลักษณะการชำรุดยังมีการกระจายตัว ไม่พบภาพที่ชัดเจน โดยการชำรุดเกิดจาการชำรุดของอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ

1.4 ลักษณะการชำรุดในส่วน Condenser เกิดขึ้น 17.74% ของการชำรุดทั้งหมด ซึ่งลักษณะการชำรุดจะเกิดขึ้นปีที 4 การอุดตันของ Tube ใน Condenser ถือเป็นสาเหตุหลักของการชำรุดมากถึง 63.64 % เมื่อมีการติดตั้งระบบล้างตะกรันในชุดหล่อเย็นอัตโนมัติ (Ball Cleaning) ทำให้ปัญหาดังกล่าวหมดไป จึงมีการกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวพร้อมกับ Chiller ที่มีการติดตั้งเพิ่มเติมในปีที่ 12

1.5 ลักษณะการชำรุดในส่วน Cooler เกิดขึ้น 19.35% ของการชำรุดทั้งหมด ซึ่งพบการชำรุดในช่วงปีที่ 5-7 เพียงช่วงเดียว เกิดกับอุปกรณ์ที่เป็นส่วนตรวจวัดอุณหภูมิ

1.6 ลักษณะการชำรุดในส่วน Foundation เกิดขึ้นครั้งเดียวในปีที่ 14 จากปัญหาการผุกร่อน ซึ่งทำให้อาคารต้องเตรียมการสำหรับการจัดเปลี่ยนอุปกรณ์ดังกล่าวให้กับ Chiller เครื่องอื่นต่อไป

2. **ลักษณะการชำรุดเครื่องสูบน้ำ (Pump)** ลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นได้เป็น 4 ช่วง คือ 1-3, 4-7, 8-11 และ 12-14 โดยในช่วงแรกจะไม่มีการชำรุดเกิดขึ้น ซึ่งการชำรุดในแต่ละช่วงจะเกิดการชำรุดขึ้นสูงสุดในปีที่ 5, 8 และ 12 อุปกรณ์ส่วนที่มีการชำรุดมากที่สุด คือ Pump Casingถึง 53.35% สามารถอธิบายลักษณะการชำรุดได้ดังนี้

2.1 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Pump Casing เกิดการชำรุดได้เป็น 3 ช่วง ช่วงละประมาณ 3-4 คือ ปีที่ 4-7, ปีที่ 8-10 และปีที่ 11-14 ซึ่งเกิดการชำรุดมากที่สุดในปีที่ 5-6, 9 และ 13 โดยจะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ 2 ส่วนเป็นหลักคือ Bearing และ Mechanical Seal

2.2 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Motor เกิดขึ้น 21.15% ของการชำรุดทั้งหมด โดยลักษณะการชำรุดจะเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในปีที่ 5-6 และลดต่ำลงในปีต่อๆ มา

จนกระทั่งปีที่ 10 การชำรุดเริ่มเพิ่มสูงขึ้น จะเห็นว่าการชำรุดเกิดขึ้นจากอุปกรณ์ 2 ส่วนเท่านั้น คือ การชำรุดของ Bearing และการลัดวงจรของขดลวดกับ Ground

2.3 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Coupling Joint พบลักษณะการชำรุดเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงปีที่ 4-7 และ ช่วงปีที่ 10-14 โดยในช่วงปีแรกเกิดการชำรุดสูงมาก ส่วนในช่วงที่สองมีการชำรุดเกิดขึ้นในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งการชำรุดเกิดขึ้นในส่วนของ Rubber Joint เป็นส่วนใหญ่ประมาณ 77% ซึ่งจะชำรุดมากที่สุดในปีที่ 5 ถึง 46.93%

2.4 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Foundation จะพบช่วงเดียวคือในช่วงปีที่ 8-9 ซึ่งเกิดจากปัญหาการผุกร่อน ต้องมีการจัดเปลี่ยนฐานรองรับ Pump ใหม่ ซึ่งจะเกิดเฉพาะในเครื่องสูบน้ำเย็นเท่านั้น

2.5 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Power and Control ซึ่งอุปกรณ์ที่มีการชำรุดแต่ละชนิดมีช่วงการชำรุดที่แตกต่างกัน โดยปัญหาการชำรุดหลักเกิด Magnetic Contractor ในช่วงปีที่ 6-8

2.6 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Flexible Joint ถึงแม้จะเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวตลอดการใช้งานของระบบในส่วนของเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น แต่หากเกิดขึ้นแล้วต้องใช้เวลาในการซ่อมแซมในการจัดหาอุปกรณ์ และมีค่าใช้จ่ายสูงมาก

3. **หอผึ่งน้ำเย็น** (Cooling Tower) ลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลามีการเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไป ซึ่งในปีที่ 6 และ 14 มีการชำรุดเกิดขึ้นสูงสุด โดยปัญหาการชำรุดของอุปกรณ์ส่วนใหญ่มากจากการผุกร่อนจากความชื้น เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ในส่วนของ Motorize Valve มากที่สุด ทำให้ต้องมีการจัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ทั้งหมดในปีที่ 11 และ 12 สามารถอธิบายลักษณะการชำรุดได้ดังนี้

3.1 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Motorize Valve มีลักษณะการชำรุดที่กระจายตัวในแต่ละปี แต่ก็มีแนวโน้มที่การชำรุดเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการใช้งานมากขึ้น ซึ่งสาเหตุการชำรุดมาจากชุดเฟืองขับการเปิดปิดลิ้นวาล์ว 42.11%

3.2 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Motor พบว่าเกิดการชำรุดมากในช่วงปีที่ 4-7 ซึ่งมีสาเหตุมาจากการลัดวงจรของขดลวดกับ Ground

3.3 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Coupling Joint เกิดจากการชำรุดของ Rubber Joint แต่เมื่อมีการจัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ในปีที่ 11-12 ไม่พบว่ามีการใช้ชิ้นส่วนดังกล่าวในส่วนประกอบของเครื่องทำให้ลดการชำรุดของ Cooling Tower ลง

3.4 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Fan และ Housing มีสาเหตุการชำรุดจากการสึกและผุกร่อนของอุปกรณ์ จากแผนภูมิที่ 4.29 การชำรุดดังกล่าวมีความรุนแรงต้องมีการซ่อมแซมตั้งแต่ปีที่ 6 และมีการซ่อมแซมจุดที่มีการผุกกร่อนตลอดการใช้งาน จนส ภาพของ Cooling Tower มีการผุกร่อนในทุกๆ ส่วน จนต้องจัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ ในปีที่ 11-12

4. **ลักษณะการชำรุดของเครื่องส่งลมเย็น** (Air Handling Unit) ลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลามีการเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไป โดยมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการใช้งานเนื่องจากจำนวนการชำรุดต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละช่วงมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้น โดยพบว่าการชำรุดสูงสุดในแต่ละช่วงเกิดขึ้นในปีที่ 6, 9, 11 และ 13 ที่เป็นปีที่มีการชำรุดสูงสุด ซึ่ง 50% ของการชำรุดเกิดขึ้นที่ Motor และ Filter สามารถอธิบายลักษณะการชำรุดได้ดังนี้

4.1 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Motor มีลักษณะการชำรุดเกิดขึ้นมากในปีที่ 5 จนถึงปีที่ 13 เกิดจากการชำรุดที่ Bearing และ Turn Ground เป็นสาเหตุหลัก ซึ่งการชำรุดที่เกิดขึ้นในแต่ละปีมีความใกล้เคียงกัน

4.2 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Filter มีลักษณะการชำรุดเกิดขึ้นเป็น 2 ช่วงคือในช่วงปีที่ 2-10 และปีที่ 11-14 จะเห็นได้ว่าช่วงปีแรกใช้ระยะเวลาและจำนวนการชำรุดที่เกิดขึ้นมากกว่าในช่วงที่สอง ซึ่งเป็นปัญหามาจากการอุดตันของ Medium Filter

4.3 ลักษณะการชำรุดในส่วน Variable Air Volume (VSD) เกิดการชำรุดเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ปีที่ 5 จนถึงปีที่ 14 เนื่องจากเป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิคปัญหาการชำรุดจึงมาจากชิ้นส่วนใน Card Control ซึ่งเมื่อมีการชำรุดขึ้นต้องมีการเปลี่ยน VSD เครื่องใหม่

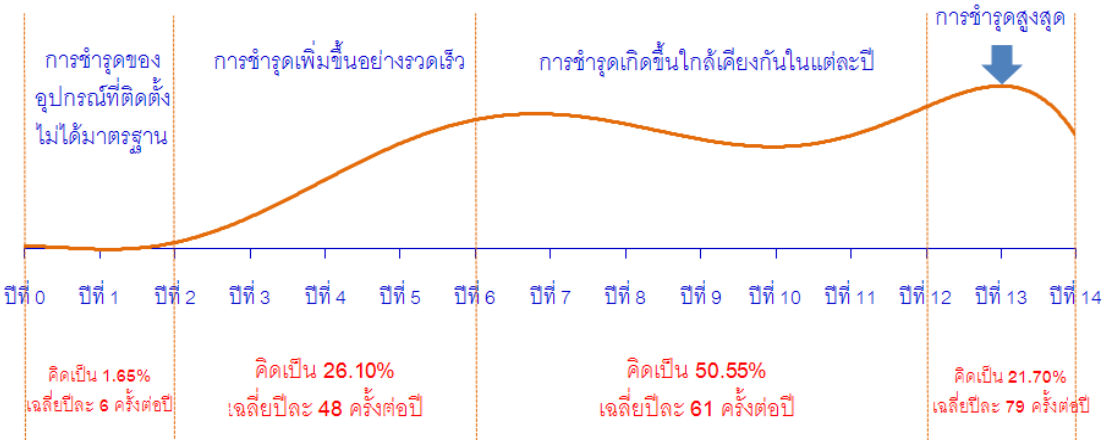
4.4 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Temperature Sensor พบในช่วงปีที่ 9-13 มาก โดยเกิดมากในปีที่ 10 และ 11

4.5 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Motorize Valve จะพบการชำรุดในปีที่ 6 เป็นต้นมา มีช่วงการเกิดชำรุด 3 ช่วง คือ ช่วงปีที่ 6-7, 9-10 และปีที่ 12-14 ซึ่งในช่วงที่สามมีการชำรุดเกิดขึ้นสูงสุด

4.6 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Power and Control พบการชำรุดเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ปีที่ 4 และช่วงปีที่ 10-14 ซึ่งในช่วงหลังมีการชำรุดเกิดขึ้นมากที่สุด โดยสูงสุดในปีที่ 13 ซึ่งการชำรุดเกิดขึ้นที่ Magnetic Contractor

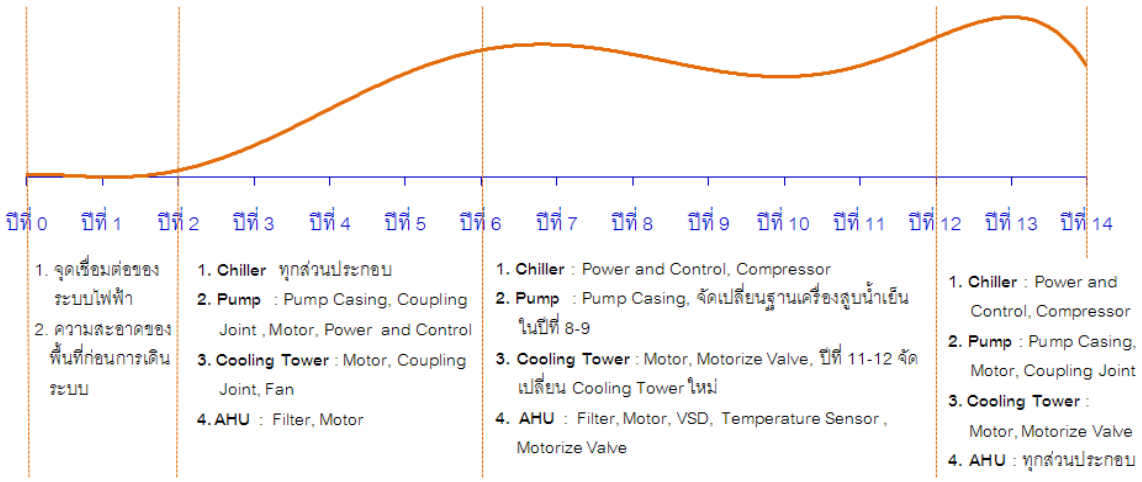
4.7 ลักษณะการชำรุดในส่วนของ Coil เกิดจากปัญหาการผุกร่อน พบมากในช่วงปีที่ 9-11

จากลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวม ตั้งแต่ปีที่ 1-14 มีลักษณะตามภาพที่ 5.1 ซึ่งเมื่อเทียบกับรูปภาพที่ 2.9 อัตราการเสียในเครื่องจักร (Failure Rate) ของ Bathtub Curve ในบทที่ 2 โดยช่วงแรกของการเสียเป็นการเสียก่อนกำหนดที่ผิดปกติ (Infant Mortality Failures) ซึ่งอาจเกิดจากผู้ผลิต การติดตั้งหรือใช้งานที่ไม่เหมาะสม อัตราการชำรุดจะเกิดขึ้นมากตั้งแต่เริ่มมีการใช้งานและลดลงจนเข้าช่วงการใช้งานปกติ (Normal Usage Period) แต่จากการศึกษาจะพบว่าอัตราการชำรุดของระบบฯ ในช่วงเดียวกันจะเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ปีแรกจนถึงปีที่ 6 จนเข้าสู่ช่วงที่อัตราการชำรุดค่อนข้างคงที่ ปีที่ 7-12 และเริ่มที่จะต้องมีการจัดเปลี่ยนเครื่องจักรชุดใหม่ในบางส่วนตั้งแต่ปีที่ 11 ซึ่งจะเป็นช่วงการเสียในช่วงหมดอายุการใช้งาน (Designed Life End)



ภาพที่ 5.1 ลักษณะการชำรุดของระบบปรับอากาศแบบรวม ปีที่ 1-14

โดยส่วนต่างๆ ของระบบมีโอกาสที่มีการชำรุดเกิดขึ้นในช่วงปีต่างๆ ของการใช้งาน แสดงได้ตามภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 การชำรุดของระบบปรับอากาศแบบรวมในส่วนต่างๆ ปีที่ 1-14

5.1.2 **ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องจักร ในระบบปรับอากาศแบบรวม** มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งมีปัจจัยมาจากจำนวนการชำรุด และประเภทของเครื่องจักรเนื่องจากค่าซ่อมแซมในอุปกรณ์เครื่องจักรแต่ละประเภทไม่เท่ากัน จากบทวิเคราะห์ในข้อ 4 จะเห็นว่า Cooling ถึงแม้จะมีสัดส่วนของจำนวนอุปกรณ์ จำนวนการชำรุดที่เกิดขึ้นน้อยแต่ก็ทำให้เกิดค่าจ่ายการซ่อมแซมที่สูงขึ้นกว่าเครื่องจักรกลุ่มอื่น อันเนื่องจาก Cooling Tower เครื่องจักรหลักที่มีการจัดเปลี่ยนก่อนเครื่องจักรในกลุ่มอื่น ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าซ่อมแซมเพิ่มขึ้นสูงมากในปีที่ 11-13 โดยในปีที่ 11-12 มีการจัดเปลี่ยน Cooling Tower และในปีที่ 13 มีจำนวนการชำรุดเกิดขึ้นในระบบสูงที่สุด ซึ่งเมื่อแบ่งค่าซ่อมแซมที่เกิดขึ้นในแต่ละปีออกเป็นช่วงๆ ละ 5 ปีพบว่ามีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น คือ

- ช่วงปีที่ 1-5 มีค่าซ่อมแซมคิดเป็น 15.41% ของค่าซ่อมแซมรวม
  หรือมีค่าซ่อมแซมเฉลี่ยปีละ 1.12% ของค่าซ่อมแซมรวม
- ช่วงปีที่ 6-10 มีค่าซ่อมแซมคิดเป็น 25.13% ของค่าซ่อมแซมรวม
  หรือมีค่าซ่อมแซมเฉลี่ยปีละ 5.31% ของค่าซ่อมแซมรวม
- ช่วงปีที่ 11-14 มีค่าซ่อมแซมคิดเป็น 59.41% ของค่าซ่อมแซมรวม
  หรือมีค่าซ่อมแซมเฉลี่ยปีละ 14.85% ของค่าซ่อมแซมรวม

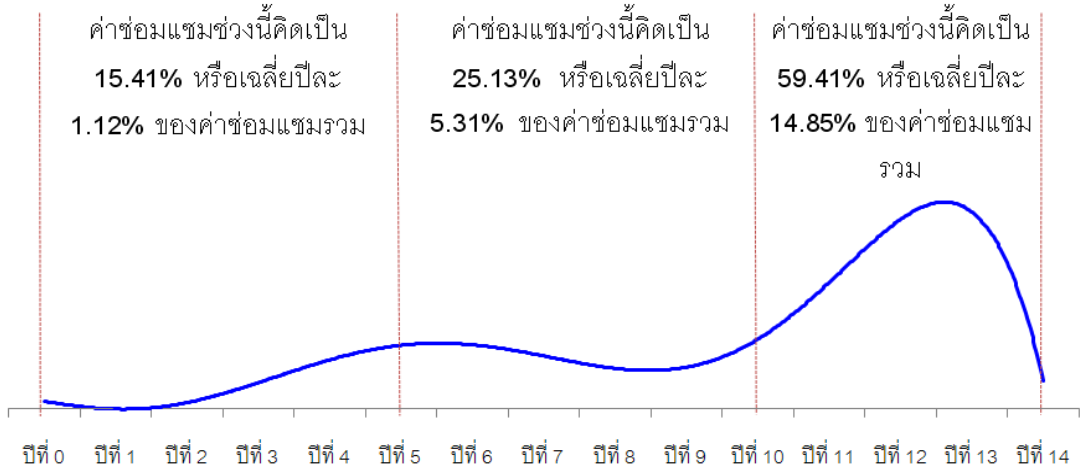
ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ค่าซ่อมแซมจำนวนมากเป็นผลมาจากการชำรุดในส่วนของ Compressor 61.04% ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงปีที่ 1-8 และช่วงปีที่ 9-14 จะเห็นได้ว่าในช่วงปีที่ 1-8 ยังมีรูปแบบที่ไม่ชัดเจน ซึ่งเกิดค่าซ่อมแซมสูงสุดในปีที่ 5 และ 7 เป็นผลมาจากการชำรุดของ Compressor ส่วนในปีที่ 9-14 มีค่าซ่อมแซมที่เพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึงปีที่ 13 แต่การที่ Compressor ยังไม่พบรูปแบบการชำรุดที่ชัดเจน การประมาณการค่าซ่อมแซมใน Chiller จึงอาจทำให้การจัดเตรียมงบประมาณอาจไม่สอดคล้องกับการชำรุดที่เกิดขึ้นจริง

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำ (Pump) มีช่วงของการเกิดค่าใช้จ่ายเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงปีที่ 4-7, 8-11 และ 12-14 ซึ่งลักษณะค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นมีความสอดคล้องกับลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้น โดยค่าใช้จ่ายจะเพิ่มสูงสุดในแต่ละช่วงในปีที่ 6, 9 และ 12 ซึ่งค่าซ่อมแซมจะเกิดมาในอุปกรณ์ Pump Casing ประมาณ 39.42%

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหอผึ่งลมเย็น (Cooling Tower) ค่าซ่อมแซมที่เกิดขึ้นจะเกิดสูงสุดในปีที่ 11-12 ซึ่งเป็นปีที่มีการเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ ส่วนในช่วงปีอื่นๆ ค่าใช้จ่ายการซ่อมแซมเกิดขึ้นใกล้เคียง ยกเว้นในปีที่ 6-7 ที่ค่าซ่อมแซมสูงขึ้นจากค่าซ่อม Motor

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) จากจำนวน AHU ที่มีจำนวนมากซึ่งคิดเป็น 68.42% ของจำนวนเครื่องจักรทั้งหมดในระบบ แต่ก็มีสัดส่วนการชำรุดเฉลี่ยต่อเครื่องต่ำที่สุดตามที่ได้กล่าวแล้วในข้างต้น จึงทำให้ AHU ไม่ใช่กลุ่มเครื่องจักรที่มีค่าซ่อมแซมมากที่สุด ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ใน AHU มีลักษณะเพิ่มสูงขึ้นและลดต่ำลงสลับกันไป โดยในช่วงปี 1-8 การเพิ่มขึ้นและลดต่ำลงของค่าใช้ซ่อมแซม จะมีช่วงระยะเวลามากกว่าหลังปีที่ 8 ซึ่งมีลักษณะเพิ่มขึ้นและและลดลงสลับกันในแต่ละปี โดยค่าใช้จ่ายมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นสูงสุดในปีที่ 13 ซึ่งค่าใช้ซ่อมแซมส่วนใหญ่เกิดจากอุปกรณ์ที่เป็น Filter และ Variable Speed Drive (VSD)

จะเห็นได้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบปรับอากาศแบบรวม มีแนวแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นตลอดอายุการใช้งานของระบบ สามารถแสดงได้ตามภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมของระบบปรับอากาศแบบรวม ปีที่ 1-14

จากลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในช่วงปีต่างๆ การดำเนินการซ่อมแซมเพื่อให้เครื่องจักรกลับมาใช้งานได้ตามปกติ นั้นไม่ได้หมายถึงระบบหรือเครื่องจักรยังคงสภาพความพร้อมใช้งาน 100% ได้ตลอดเวลา จากการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของเครื่องในแต่ละเครื่อง รวมถึง Reliability ของทั้งระบบ เมื่อการชำรุดสามารถเกิดขึ้นได้ในส่วนปร ะกอบต่างๆ ของเครื่องจักร และเกิดขึ้นตั้งแต่ปีแรกๆ ของการใช้งาน รวมถึงเครื่องจักรในแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กัน หากเกิดการชำรุดขัดข้องที่เครื่องจักรกลุ่มใดก็ส่งผลกระทบกับเครื่องจักรในกลุ่มอื่น และระบบ ค่า Reliability จึงมีการลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งตั้งแต่ในปีที่ 5 ค่า Reliability แทบไม่มีเลย ย่อมแสดงให้เห็นว่าระบบมีความเสี่ยงที่ชำรุดขัดข้องได้ตลอดเวลา

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การใช้อาคารหรือประกอบกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร ใช่เพียงแต่การมีพื้นที่เพียงอย่างเดียวคงไม่ได้ งานบริการอาคารหรือระบบประกอบอาคารก็ เป็นส่วนสำคัญในการสนับสนุนให้กิจกรรมนั้นสำเร็จได้ตามความต้องการ ระบบปรับอากาศแบบรวมจึงเป็นระบบประกอบอาคารหลักที่ต้องอาศัยการทำงานอย่างต่อเนื่อง การชำรุดขัดข้องของระบบทำให้การทำงานขาดความต่อเนื่องส่งผลต่อกิจกรรมและสภาพแวดล้อมภายในอาคาร ดังนั้นการทราบลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นทำให้ส่วนงานที่รับชอบมีข้อมูลในการบริหารจัดการและวางแผน ซึ่งอาจทำให้อัตราการชำรุดขัดข้องหรือการหยุดชะงักการทำงานของระบบได้ หรือหากไม่สามารถลดลงได้ ก็จะสามารถมีเตรียมการในการแก้ไขได้ดียิ่งขึ้น

การที่ระบบปรับอากาศแบบรวม ต้องอาศัยการทำง านร่วมกันของเครื่องจักรในหลายประเภท จากการศึกษาได้แบ่งเครื่องจักรออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ 1. Chiller 2. Cooling Tower 3. Pump 4. Air Handling Unit ซึ่งเครื่องจักรในแต่ละกลุ่มล้วนแล้วแต่ต้องทำงานอย่างสัมพันธ์กัน หากมีการชำรุดขัดข้องเกิดขึ้นก็ส่งผลประสิทธิ ภาพการทำงานของระบบ หรืออาจทำให้เครื่องจักรกลุ่มอื่นหยุดการทำงานตามไปด้วย ซึ่งการจะทราบลักษณะการชำรุดของเครื่องจักรจึงต้องอาศัยข้อมูลหรือประวัติของเครื่องจักรที่มีคุณภาพและมีปริมาณมากพอ ที่จะสามารถอธิบายลักษณะได้ ซึ่งการที่จะบอกลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นไ ด้นั้นต้องอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้องในด้านต่างๆ โดยการศึกษานี้จึงได้รวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

- ลักษณะอาคารและการใช้งาน
- ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศแบบรวม
- การทำงานของระบบปรับอากาศแบบรวม
- การบำรุงรักษาระบบ
- ผลการบำรุงรักษา
  - ช่วงเวลาที่เกิดการชำรุด (วัน /เดือน / ปี)
  - เครื่องจักรที่เกิดการชำรุดขัดข้อง
  - สาเหตุหรืออุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการชำรุดขัดข้อง
  - ค่าใช่จ่ายในการซ่อมแซม หรือจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทน
  - ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมให้เครื่องจักรกลับมาทำงานได้ตามปกติ

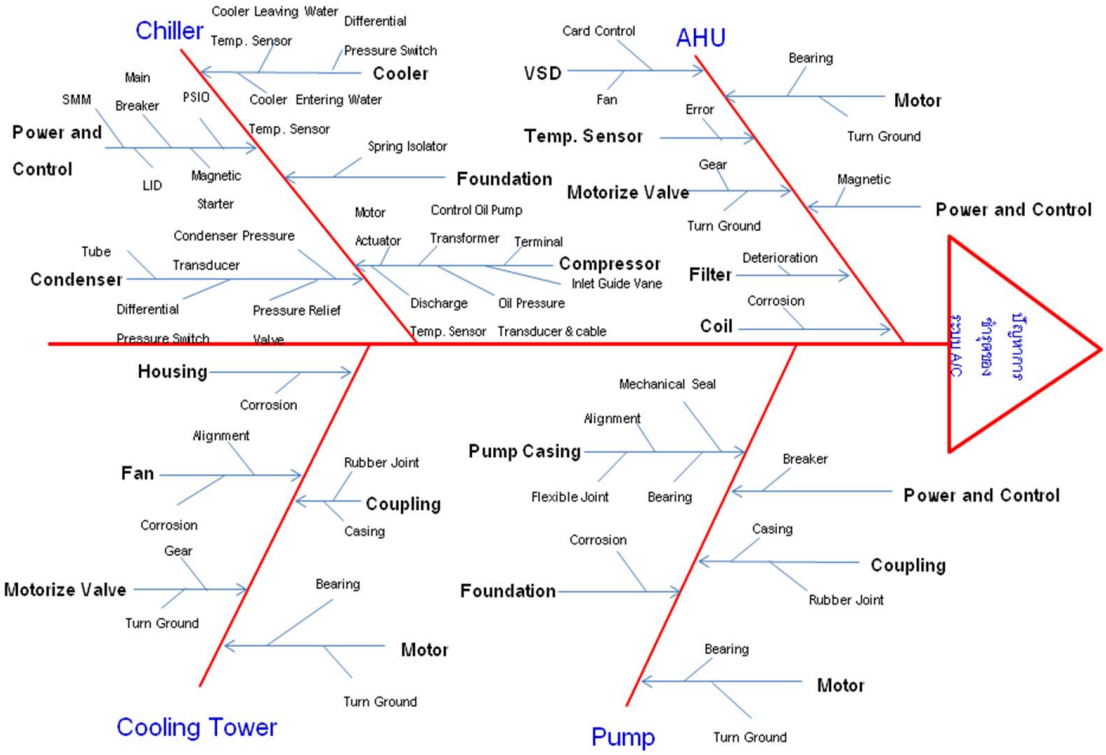
การได้มาซึ่งข้อมูลข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่าข้อมูลถูกจัดเก็บไว้อย่างไ ม่เป็นระบบเท่าที่ควร หลักเกณฑ์หรือวิธีการในการบันทึกก็ยังไม่มีรูปแบบที่ชัดเจนจากส่วนงานที่รับผิดชอบโดยตรง นั้นคือ ช่างประจำอาคารที่รับผิดชอบดูแลระบบ ยกตัวอย่างเช่น อุปกรณ์หรือเครื่องจักรชนิดเดียวกัน แต่การบันทึกใช้ชื่อต่างกัน ซึ่งถือว่าเป็นปัญหามากในการรวบ รวมและสืบค้นข้อมูล

ประกอบกับอาคารกรณีศึกษาไม่มีการใช้ Software ด้านบริหารจัดการอาคาร การสืบค้นข้อมูลจึงต้องอาศัยข้อมูลจากแหล่งหรือส่วนงานอื่นๆ มาประกอบ เช่น รายงานการปฏิบัติงานประจำเดือน รายงานการแจ้งซ่อม และรายงานงบประมาณประจำปี หรืออีกด้านหนึ่งที่อาคารมีการจัดจ้างผู้เชี่ยวชาญจากภายนอก มาดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรในระบบอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปีแรกที่มีการใช้งาน บริษัทเหล่านี้ก็ไม่มีการจัดเก็บข้อมูลเครื่องจักรที่เป็นผู้ดูแลอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ซึ่งจากที่ได้มีการประสานขอข้อมูลสามารถสืบค้นข้อมูลย้อนหลั งได้ประมาณ 1-2 ปีเท่านั้น

จึงมีข้อสังเกตว่าบริษัทที่ให้บริการดูแลเครื่องจักรใช้ฐานข้อมูล หลักเกณฑ์ใดในการกำหนดแผนหรือวิธีการในการบำรุงรักษาเครื่องจักรแต่ละประเภท ฐานข้อมูลของอาคารจึงเป็นเรื่องสำคัญ เมื่อได้ทำการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดซึ่งมีลักษณะเป็นการจดบั นทึกลงในแบบฟอร์มที่กำหนดประมาณร้อยละ 60 และส่วนที่เหลือได้มีการจัดเก็บในโปรแกรม Access Control จึงจำเป็นต้องจัดทำฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันเพื่อให้ต่อการวิเคราะห์

จากการสรุปผลการวิเคราะห์ลักษณะการชำรุดพบว่าในช่วง 1-2 ปีแรก สภาพอุปกรณ์เครื่องจักรอยู่เกณฑ์ที่ดีซึ่งไม่ควรจะมีการชำรุดขัดข้องเกิดขึ้น แต่จากการศึกษาพบว่าระบบมีการชำรุดตั้งแต่ปีแรกของการใช้งาน โดยพบว่ามีสาเหตุมาจาการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น การลัดวงจรของกรแสไฟฟ้าที่จุดเชื่อต่อของสายไฟกับ Breaker ทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ หรือการท ดลองเดินระบบในสภาพที่พื้นที่ยังไม่มีความพร้อม เช่นการเดินระบบปรับอากาศในขณะที่พื้นที่ยังมีการก่อสร้างทำให้เกิดการอุดตันของฝุ่นละอองที่ Filter ใน AHU ซึ่งสาเหตุการชำรุดเหล่านี้ สามารถหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้นได้หากการตรวจรับงานมีขั้นตอนกระบวนการที่ถูกต้อง ห ลังจากนั้นในช่วงปีที่ 3-6 อัตราการชำรุดจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ในบางเครื่องจักรจะมีการชำรุดสูงสุดในช่วงนี้คือในปีที่ 6 เช่น Chiller, Pump เมื่อผ่านพ้นปีที่ 6 การชำรุดในแต่ละปีมีลักษณะเพิ่มขึ้นลดลงสลับกันไป แต่การเพิ่มขึ้นก็จะไม่มีอัตราสูงเท่ากับในช่วง ปีที่

3-6 ยกเว้นใน AHU และ Cooling Tower ในปีที่ 13 และ 14 ตามลำดับ ซึ่งการชำรุดในระบบเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ และในส่วนประกอบต่างๆ ดังแสดงได้ตามผังก้างปลา ตามภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 ผังการชำรุดของระบบปรับอากาศแบบรวม

จากลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นของระบบปรับอากาศแบบรวม จะเห็นได้ว่าสาเหตุหรืออุปกรณ์ประกอบที่เมื่อมีการชำรุดสามารถทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานได้ทันที บางส่วนก็สามารถลดหรือป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นได้ บางส่วนอาจป้องกันการชำรุดได้ยากแต่หากมีการเตรียมความพร้อมและแผนที่ดี การแก้ไขซ่อมแซมสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น

- Chiller ซึ่งถือเป็นหัวใจของระบบปรับอากาศแบบรวม ซึ่งที่เมื่อเกิดการชำรุดขึ้นจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญโดยตรงเป็นผู้ดำเนินการแก้ไข

  - การสำรองชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ประกอบ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้เมื่อมีการชำรุด หรือ Error ก็อาจทำให้เดินเครื่องไม่ได้ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้สามารถจัดซื้อสำรองไว้ในกรณีที่พบการชำรุดสามารถจัดเปลี่ยนได้ทันที ไม่ต้องเสียเวลาการจัดซื้อ เช่น Temperature Sensor, Pressure Transducer Sensor ซึ่งสามารถใช้กับส่วนประกอบแต่ละส่วน ของ Chiller ได้

- การอุปกรณ์เสริมเพื่อลดการชำรุดขัดข้อง และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เช่น ติดตั้งระบบ Ball Cleaning กับ Chiller ก็ทำให้การอุดตันของ Tube ในส่วนของ Condenser ลดน้อยลงจนเกือบจะไม่เกิดขึ้นอีก

- Pump เป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีองค์ประกอบที่ซับซ้อน ซึ่งการดูและให้ Pump ทำงานได้ในสภาวะที่เหมาสม ก็เท่ากับเป็นการลดการชำรุดที่เกิดขึ้นได้

- การตรวจสอบ Alignment ของ Pump เป็นประจำทำให้ลดการชำรุดของอุปกรณ์ประกอบได้หลายส่วน เช่น Bearing. Rubber Joint

- การสำรองชิ้นส่วนที่มีสถิติการเปลี่ยนทดแทนจำนวนมาก เช่น Bearing, Rubber Joint เพื่อใช้ซ่อมแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว

- การชำรุดผุกร่อนของฐานรองรับ Pump เมื่อมีการั่วซึมหรือเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำเกาะที่ตัวอุปกรณ์ก็ควรรีบดำเนินการแก้ไข

- Cooling Tower ปัญหาการชำรุดส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากความชื้นที่เกิดจากการระบายความร้อนของน้ำ และสถานที่ติดตั้ง Cooling Tower ส่วนใหญ่อยู่บริเวณที่โล่งแจ้ง ซึ่งทำให้เครื่องต้องทนกับสภาพความร้อนจากแสงแดด และเปียกชื้น ดังกล่าวอุปกรณ์ทางไฟฟ้าจึงควรหมั่นตรวจสอบ และหากเป็นสามารถปิดหรือป้องกันความชื้นได้ จำนวนการชำรุดก็สามารถลดลงได้

- Air Handling Unit เป็นเครื่องจักรที่มีค่าเฉลี่ยการชำรุดต่อเครื่องต่ำ แต่เนื่องจากมีจำนวนมากการบำรุงรักษาจึงต้องทั่วถึง ซึ่งลักษณะการชำรุดคล้ายกับ Pump ที่มีอุปกรณ์ขับเคลื่อนเป็น Motor เหมือนกัน

จะเห็นได้ว่าลักษณะการชำรุดในส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ สามารถเกิดขึ้นได้หลากหลายรูปแบบ หลายสาเหตุ ซึ่งการซ่อมแซมย่อมทำให้เกิ ดค่าใช้จ่ายตามาด้วย ผลจากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมในแต่ละช่วงเวลา ก็มีลักษณะที่แตกต่างกันตามช่วงอายุของเครื่องจักร การจัดตั้งงบประมาณที่ยังคงอาศัยข้อมูล รูปแบบหรือแนวทางในปีที่ผ่านมาอาจทำให้มีงบประมาณที่ไม่สอดคล้องกับการชำรุดที่เกิดขึ้นได้ โดยบาง ส่วนอาจไม่เป็นเพียงแค่การซ่อมแซมแต่อาจหมายถึงการจัดเปลี่ยนทดแทนเครื่องจักรเดิม เช่น การเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่ทั้งหมดในปีที่ 11-12 ซึ่งอาจต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก ผลจากการวิเคราะห์จะพบว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละช่วงเวลามีลักษณะเป็นทวีคูณ ดังนั้นการจัดการเตรียมงบประมาณ

นอกจากจะพิจารณาลักษณะการชำรุดแล้ว ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องจักรแต่ละชิ้นก็มีความแตกต่างกันซึ่งต้องนำมาพิจารณาประกอบด้วย

การดำเนินการซ่อมแซมแก้ไขให้เครื่องจักร หรือระบบที่เกิดการชำรุดขึ้นให้กลับมาทำงานได้ดังเดิม ก็ไม่ได้หมายถึง ว่าเครื่องจักรจะไม่มีการชำรุดขัดข้องในเวลาอันใกล้อีก เนื่องจากลักษณะการชำรุดในระบบฯ สามารถเกิดขึ้นได้ในหลายส่วนและในทุกช่วงเวลาของการใช้งาน ซึ่งก็พบอีกว่าถึงแม้ว่าในระบบฯ จะมีเครื่องจักรสำรองสามารถทำงานทดแทนได้ในกรณีที่เกิดปัญหากับเครื่องจักรหลัก แต่ก็ยังสามารถเกิดปัญหากับเครื่องจักรสำรองที่ทำงานทดแทนอยู่ก็เป็นได้ อาจส่งให้ผลกับระบบไม่สามารถทำงานได้เลย การซ่อมแซมเครื่องจักรที่ชำรุดก็ยังคงมีความจำเป็นอยู่ เพื่อให้ระบบยังคงมีเครื่องจักรที่สำรองใช้งานอยู่ตลอดเวลา และสามารถตอบสนองต่อการใช้อาคารได้อย่างต่อเนื่อง

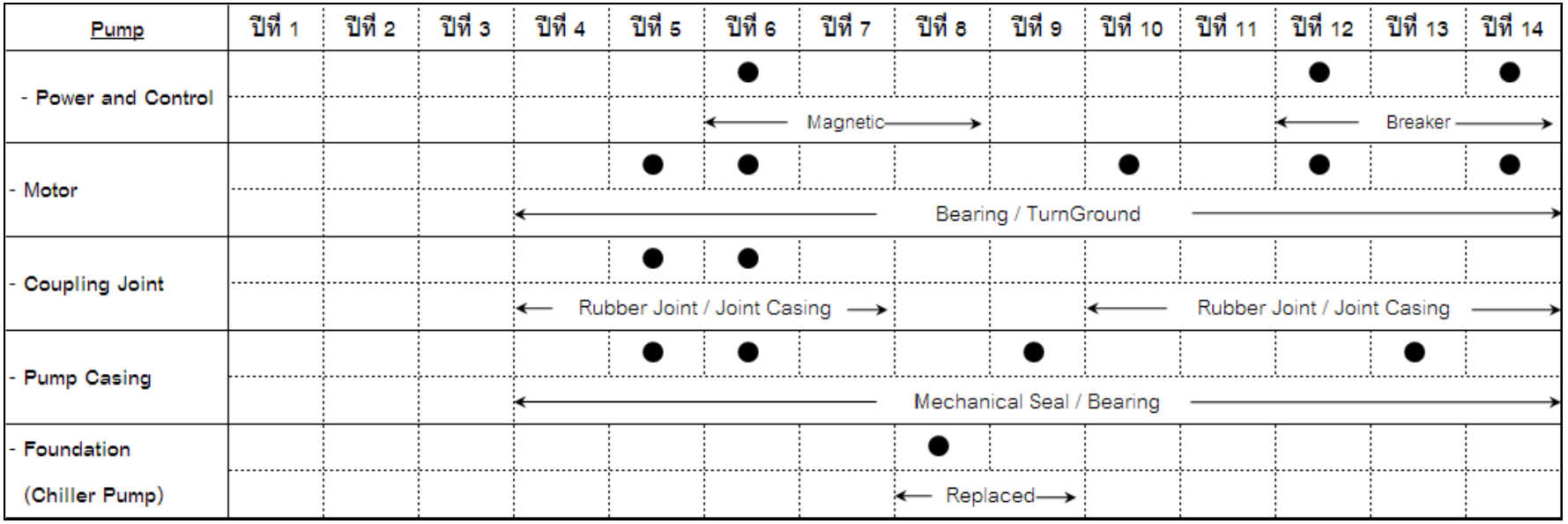
การนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความน่าเชื่อถือ (Reliability) ทำให้ผู้ที่รับผิดชอบเข้าใจสภาพระบบที่สามารถเกิดการชำรุดขึ้นได้ตลอดเวลา ข้อแนะนำข้างต้นที่เป็นการลดการชำรุดที่เกิดขึ้นก็เท่ากับเป็นการคงระดับ Reliability ไว้หรือการลดต่ำลงให้เป็นไปอย่างช้าที่สุด หรือในอีกทางหนึ่งระบบก็สามารถเพิ่มระดับ Reliability ได้ด้วยการเสริมเพิ่ม การจัดเปลี่ยนเครื่องจักรทดแทนเครื่องเก่ามีเสื่อมสภาพไม่สามารถใช้งานได้ หรืออาจเป็นการ Overhaul ตามที่อาคารกรณีศึกษาได้มีการดำเนินการติดตั้ง Chiller, Condenser Water Pump และ Chilled Water Pump เสริมให้กับระบบ ซึ่งทำให้ระดับ Reliability ในกลุ่มเครื่องจักรนั้นเพิ่มสูงขึ้นอยู่ในระดับที่น่าเชื่อถือได้ แต่ระดับ Reliability ของทั้งระบบก็ยังอยู่ในระดับที่ยังมีความเสี่ยงอยู่ เนื่องจากยังมีเครื่องจักรในกลุ่มอื่นที่ไม่ได้มีการปรับปรุงซึ่งมีระดับ Reliability ที่ต่ำอยู่ ดังนั้นอาจต้องพิจารณาการเพิ่มระดับ Reliability ในกลุ่มนี้ด้วย เพื่อให้ทั้งระบบมีระดับ Reliability ที่มีความน่าเชื่อถือได้

ดังนั้น การศึกษาลักษณะการชำรุดและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมของระบบปรับอากาศแบบรวม ทำให้ผู้ทำการศึกษาขอนำเสนอแนวทา งในการจัดเตรียมแผนสำหรับการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนในช่วงเวลาต่างๆ ของการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวม ดังมีรายละเอียดตามภาพที่ 5.5-5.8 คือ

Chiller	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14
- Power and Control						●					●			
					← SMM / LID →					← SMM / LID →				
- Compressor					●									
					Discharge Temp. Sensor						Motor Actuator			
					Terminal Compressor		Terminal Compressor				Inlet Guide Vane		Inlet Guide Vane	
- Condenser				●										
				Tube										
- Cooler						●								
					← Temp. Sensor →									
- Foundation														●
														Corrosion

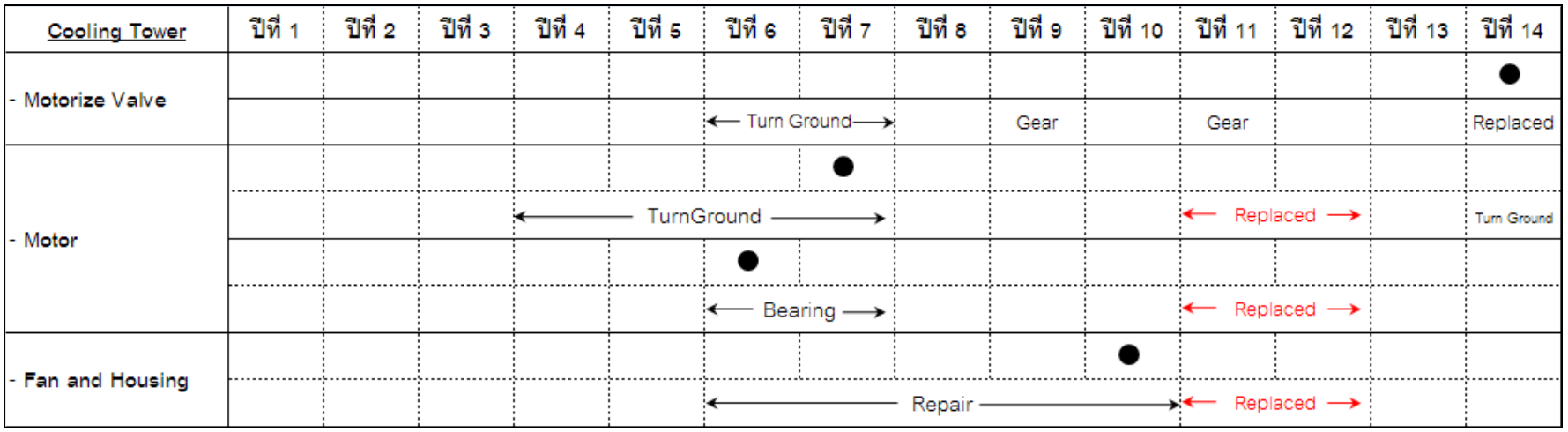
หมายเหตุ ● ปีที่ต้องมีการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนมากที่สุด

ภาพที่ 5.5 แนวทางการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนของ Chiller ปีที่ 1-14



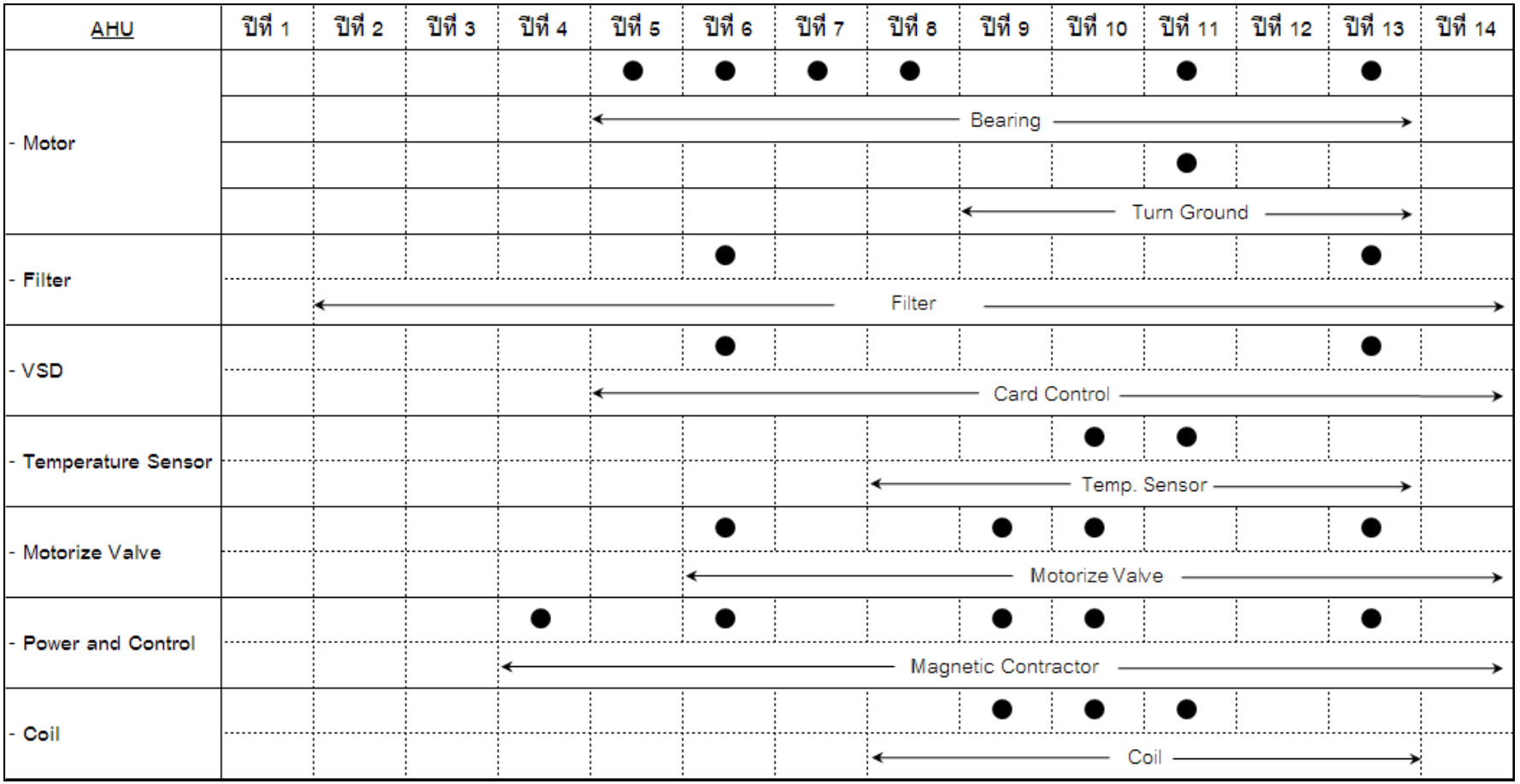
หมายเหตุ ● ปีที่ต้องมีการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนมากที่สุด

ภาพที่ 5.6 แนวทางการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนของ Pump ปีที่ 1-14



หมายเหตุ ● ปีที่ต้องมีการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนมากที่สุด

ภาพที่ 5.7 แนวทางการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนของ Cooling Tower ปีที่ 1-14



หมายเหตุ ● ปีที่ต้องมีการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนมากที่สุด

ภาพที่ 5.8 แนวทางการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทนของ Cooling Tower ปีที่ 1-14

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาลักษณะการชำรุด และค่าซ่อมแซมในระบบปรับอากาศแบบรวมก็เป็นข้อมูลอีกด้านหนึ่งนอกเหนือจากข้อมูลจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือข้อมูลการชำรุดจากปีที่ผ่านแต่เพียงด้านเดียว ซึ่งส่วนงานหรือผู้ที่รับผิดชอบในเรื่องนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดเตรียมแผนการบำรุงรักษา ค่าใช้จ่าย และการเตรียมการในการจัดเปลี่ยนชิ้นส่วนทดแทน

จากที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้าง การวิเคราะห์จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลย หากขาดข้อมูลที่มีความเหมาะสมและเพียงพอ การศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาจากอาคารเพียงอาคารเดียว ซึ่งอาจไม่สามารถอธิบาย ลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบรวมได้ทุกอาคาร ส่วนงานที่รับผิดชอบจึงต้องเห็นความสำคัญของการสร้างฐานข้อมูลของตน เพื่อนำมาใช้สำหรับวิเคราะห์หาลักษณะการชำรุดที่เกิดขึ้นของอาคารที่ดูแล ซึ่งนำมาสู่การจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักร และการจัดเตรียมงบประมาณค่าซ่อมแซมที่จะเกิดในช่วงปีต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการเตรียมการสำหรับการลงทุนเพื่อให้ระบบสามารถสร้างความน่าเชื่อถือให้กับอาคาร ในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการขององค์กรได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤษกร อุตศรี. การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวมสำหรับอาคารขนาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

เกชา ธีระโกเมน, เกียรติ อัชรพงศ์, วันชัย บัณฑิตกฤษดา, วิโรจน์ ตั้งธนาพลกุล และสุรสิทธิ์ ทองจินทรัพย์. ความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ. กรุงเทพมหานคร: เอ็มแอนด์อี, 2539.

บริษัท บี.กริม เอ็นจิเนียริ่ง ซีสเต็ม จำกัด (มหาชน). คู่มือปฏิบัติการและบำรุงรักษาระบบปรับอากาศอาคารสำนักงานใหญ่ ธนาคารกสิกรไทย ราษฎร์บูรณะ. กรุงเทพมหานคร: บี.กริม, 2540.

บริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด. คู่มือปฏิบัติการระบบปรับอากาศ. กรุงเทพมหานคร: ส่วนบริหารอาคารราษฎร์บูรณะ, 2548.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. 2552. ระบบปรับอากาศ. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (อัดสำเนา)

วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์ และดลดิษฐ์ เมืองแมน. การจัดการงานบำรุงรักษาด้วย Reliability. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2553.

สุพัฒน์ เชียศิริวัฒนา, วัฒนา เชียงกูล และเกรียงไกร ดำรงรัตน์. สัมฤทธิผลของงานบำรุงรักษา. กรุงเทพหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2549.

สุรพล ราษฎร์นุ้ย. วิศวกรรมการบำรุงรักษา. กรุงเทพหานคร:ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2545.

เสริชย์ โชติพานิช. การบริหารทรัพยากรกายภาพ : หลักการและทฤษฎี. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

ภาษาอังกฤษ

Drew Troyer. Reliability engineering principles for the plant engineer. Noria Coporation.

K. C. Lam. Managing Building Services Maintenance with Prediction Theories. Dept. of Building Services Engineering The Hong Kong Polytechnic University.

Matthew B. Miles. Qualitative Data Analysis. Second Edition. SAGE Publication.

Terry Wireman. Developing Performance Indicators in Managing Maintenance. New York: Industrial Press, 1998.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ประวัติการซ่ำรุดของระบบปรับอากาศแบบรวม
อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ ปีพ.ศ. 2540-2553

ประวัติการชำรุดของระบบปรับอากาศแบบรวม
อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ ปีพ.ศ. 2540-2553

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
Water Cooled Water Chiller	CH-01A 1,000 Tons	2 ธันวาคม 2540	Condenser	Tube อุดตัน ระบายความร้อนไม่ดี	43,000	24
		21 มีนาคม 2542	Condenser	Differential Pressure Switch	6,800	2
		9 พฤศจิกายน 2543	Condenser	Tube อุดตัน ระบายความร้อนไม่ดี	43,000	24
		25 ตุลาคม 2543	Power and Control	Starter Management Module (SMM)	72,670	60
		19 มกราคม 2544	Cooler	Cooler Leaving Water Temperature Sensor	4,200	1
		14 มีนาคม 2544	Compressor	Terminal Compressor เติมน้ำยาเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่	820,000	60
		20 เมษายน 2544	Compressor	Control oil Pump Transformer	2,400	12
		2 กุมภาพันธ์ 2545	Cooler	Cooler Entering Water Temperature Sensor	4,200	1
		13 พฤษภาคม 2545	Compressor	Discharge Temperature Sensor น้ำยารั่ว	12,000	24
		17 ตุลาคม 2545	Power and Control	Starter Management Module (SMM)	38,000	60
		24 ตุลาคม 2545	Cooler	Differential Pressure Switch	8,500	2
		17 มกราคม 2549	Power and Control	Processor Sensor Input/Output Module (PSIO)Error	46,000	36
		17 กรกฎาคม 2550	Power and Control	Starter Management Module (SMM)	72,670	60
		24 กันยายน 2551	Power and Control	Local Interface Display Control Panel (LID) ไม่แสดงผล	77,040	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**1,250,480**	**426**

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	CH-02A 1,000 Tons	28 ตุลาคม 2540	Power and Control	เปลี่ยน Main Contractor ของชุด starter ชำรุด	340,000	60
		12 มีนาคม 2541	Power and Control	Local Interface Display Control Panel (LID) ไม่แสดงผล	77,040	60
		25 พฤษภาคม 2542	Power and Control	Starter Management Module (SMM)	72,670	60
		2 มีนาคม 2542	Cooler	Cooler Entering Water Temperature Sensor	4,200	1
		3 มีนาคม 2542	Cooler	Cooler Leaving Water Temperature Sensor	4,200	1
		18 มีนาคม 2543	Compressor	เปลี่ยน Oil Pressure Transducer & Cable	11,000	1
		10 พฤศจิกายน 2543	Condenser	Tube อุดตัน ระบายความร้อนไม่ดี	43,000	2
		2 มีนาคม 2544	Power and Control	Processor Sensor Input/Output Module (PSIO)Error	35,000	36
		11 มิถุนายน 2544	Cooler	Cooler Leaving Water Temperature Sensor	4,200	1
		21 มกราคม 2545	Power and Control	Local Interface Display Control Panel (LID) ไม่แสดงผล	77,040	60
		17 มีนาคม 2545	Condenser	Condenser Pressure Transducer ชำรุด	2,400	1
		19 พฤษภาคม 2546	Cooler	Pressure Transducer	6,400	1
		14 มกราคม 2551	Compressor	Motor Actuator เสียทำให้เกิด High Bearing Temp	96,300	60
		29 มกราคม 2552	Compressor	Inlet Guide Vane ชำรุด	65,000	60
		29 มกราคม 2552	Power and Control	Main Breaker ชำรุด	20,223	720
		6 กรกฎาคม 2553	Foundation	Spring Isolator ชำรุดผุกร่อน 4 ชุด	68,000	720
	รวมค่าซ่อมแซม				**926,673**	**1,844**
	CH-03A 1,000 Tons	6 มกราคม 2541	Compressor	น้ำมันรั่ว oil filter	36,000	24
		25 ตุลาคม 2543	Power and Control	Starter Management Module (SMM)	38,000	60

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		12 พฤศจิกายน 2543	Condenser	Tube อุดตัน ระบายความร้อนไม่ดี	43,000	24
		7 มิถุนายน 2544	Cooler	Cooler Entering Water Temperature Sensor	4,200	1
		19 มิถุนายน 2544	Power and Control	Local Interface Display Control Panel (LID) ไม่แสดงผล	77,040	60
		13 กุมภาพันธ์ 2545	Cooler	Cooler Leaving Water Temperature Sensor	4,200	1
		29 พฤษภาคม 2545	Power and Control	Processor Sensor Input/Output Module (PSIO)Error	35,000	60
		15 กันยายน 2546	Cooler	เปลี่ยน Pressure Transducer	6,400	1
		22 กันยายน 2546	Compressor	Terminal Compressor เติมน้ำยาเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่	820,000	60
		2 พฤษภาคม 2550	Compressor	Inlet Guide Vane ชำรุด	62,710	60
		27 มีนาคม 2552	Power and Control	Local Interface Display Control Panel (LID) ไม่แสดงผล	76,398	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**1,202,948**	**411**
	CH-04A	20 พฤศจิกายน 2543	Condenser	Tube อุดตัน ระบายความร้อนไม่ดี	34,000	24
	539 Tons	5 มีนาคม 2544	Power and Control	เปลี่ยน Main Contractor ของชุด starter	65,000	720
		20 กรกฎาคม 2544	Compressor	Motor Shot Turn	650,000	240
		15 กันยายน 2544	Compressor	Discharge Temperature Sensor น้ำยารั่ว	12,000	24
		14 พฤษภาคม 2545	Power and Control	Starter Management Module (SMM)	38,000	60
		8 สิงหาคม 2545	Condenser	Pressure Relief Valve	16,000	60
		29 ตุลาคม 2547	Compressor	Discharge Temperature Sensor น้ำยารั่ว	12,000	24
		30 สิงหาคม 2548	Compressor	Thrust Bearing Temperature Sensor ชำรุด	25,000	24
		21 กุมภาพันธ์ 2549	Power and Control	Starter Management Module (SMM)	38,000	60

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		9 เมษายน 2549	Power and Control	Local Interface Display Control Panel (LID) ไม่แสดงผล : Transformer ชำรุด	5,000	12
		5 พฤษภาคม 2550	Power and Control	Processor Sensor Input/Output Module (PSIO)Error	35,000	36
		12 พฤษภาคม 2550	Power and Control	Local Interface Display Control Panel (LID) ไม่แสดงผล : Transformer ชำรุด	5,000	12
		10 สิงหาคม 2550	Power and Control	Starter Management Module (SMM)	38,000	60
		30 ตุลาคม 2550	Compressor	Motor Actuator ชำรุด	62,595	60
		14 มกราคม 2551	Condenser	Tube อุดตัน ระบายความร้อนไม่ดี	35,310	24
		28 มีนาคม 2551	Power and Control	Local Interface Display Control Panel (LID) ไม่แสดงผล : Transformer ชำรุด	6,420	12
		4 กันยายน 2552	Compressor	Discharge Temperature Sensor น้ำยารั่ว	136,697	24
		15 พฤษภาคม 2552	Condenser	Tube อุดตัน ระบายความร้อนไม่ดี	32,100	24
				รวมค่าซ่อมแซม	**1,246,122**	**1,500**
	CH-05A	-	-	-	-	0
	650 Tons	-	-	-	-	0
				รวมค่าซ่อมแซม	**0**	**0**
				รวมค่าซ่อมแซม Chiller ทั้งหมด	**4,626,223**	**4,181**
Condenser Pump	COP-01A	1 มกราคม 2543	Motor	Turn Ground	75,000	60
		1 มกราคม 2543	Coupling	Rubber Joint with casing	28,000	12

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		14 ธันวาคม 2544	Pump Casing	Mechanical Seal	18,000	36
		14 ธันวาคม 2544	Pump Casing	Bearing	9,600	36
		21 กุมภาพันธ์ 2545	Motor	Bearing Motor	6,400	36
		7 มีนาคม 2545	Pump Casing	Alignment	1,500	2
		18 กรกฎาคม 2545	Motor	Bearing Motor	18,000	36
		11 มกราคม 2548	Motor	Turn Ground	75,000	60
		19 กันยายน 2551	Pump Casing	Mechanical Seal	18,000	36
		19 กันยายน 2551	Pump Casing	Bearing	9,600	36
		19 กันยายน 2551	Motor	Bearing Motor	6,400	36
		11 พฤษภาคม 2552	Pump Casing	Mechanical Seal	18,000	36
		11 พฤษภาคม 2552	Pump Casing	Bearing	9,600	36
		11 พฤษภาคม 2552	Motor	Bearing Motor	6,400	36
		5 กรกฎาคม 2553	Pump Casing	Mechanical Seal	18,000	36
		5 กรกฎาคม 2553	Pump Casing	Bearing	9,600	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**327,100**	**566**
	COP-02A	5 กันยายน 2544	Coupling	Rubber Joint with casing	28,000	12
		12 กุมภาพันธ์ 2545	Coupling	Rubber Joint with casing	28,000	12
		7 มกราคม 2545	Motor	Turn Ground	75,000	60
		9 พฤษภาคม 2545	Pump Casing	Mechanical Seal ซ้ำรุด	18,000	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		9 พฤษภาคม 2545	Pump Casing	Bearing	6,400	36
		3 มกราคม 2546	Motor	Turn Ground	75,000	60
		15 กันยายน 2551	Power and Control	Breaker ชำรุด	34,604	360
		29 มกราคม 2552	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	18,000	36
		29 มกราคม 2552	Pump Casing	Bearing	6,400	36
		29 มกราคม 2552	Motor	Bearing Motor	6,400	36
		28 กรกฎาคม 2553	Pump Casing	Mechanical Seal	11,898	36
		3 กันยายน 2553	Pump Casing	Bearing	5,971	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**313,673**	**756**
	COP-03A	4 มิถุนายน 2544	Coupling	Rubber Joint with casing	28,000	12
		15 มีนาคม 2545	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	18,000	36
		15 มีนาคม 2545	Pump Casing	Bearing	6,400	36
		20 มีนาคม 2545	Pump Casing	Alignment	1,500	2
		29 พฤษภาคม 2545	Motor	Bearing Motor	6,400	36
		13 กันยายน 2545	Flexible Joint	รั่ว	320,000	1,080
		14 มกราคม 2546	Coupling	Rubber Joint with casing	28,000	60
		21 สิงหาคม 2546	Motor	Turn Ground	75,000	60
		30 ตุลาคม 2546	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	18,000	36
		30 ตุลาคม 2546	Motor	Bearing Motor	6,400	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		28 มกราคม 2547	Power and Control	Magnetic	8,200	12
		6 ตุลาคม 2548	Motor	Turn Ground	76,000	60
		17 มกราคม 2549	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	21,951	36
		17 มกราคม 2549	Motor	Bearing	6,400	36
		25 กันยายน 2550	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	18,000	36
		25 กันยายน 2550	Pump Casing	Bearing	6,400	36
		25 กันยายน 2550	Motor	Bearing	6,400	36
		8 เมษายน 2551	Motor	Turn Ground	75,000	60
		1 กุมภาพันธ์ 2553	Power and Control	Breaker ชำรุด	41,302	360
	รวมค่าซ่อมแซม				**767,353**	**2,066**
	COP-04A	10 มกราคม 2543	Pump Casing	เปลี่ยนปอกทองเหลือง	26,400	60
		3 มีนาคม 2543	Motor	Turn Ground	46,000	60
		1 ธันวาคม 2543	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,800	36
		1 ธันวาคม 2543	Pump Casing	Bearing	6,000	36
		12 ธันวาคม 2543	Coupling	Rubber Joint with casing	26,000	12
		9 พฤศจิกายน 2545	Coupling	Rubber Joint with casing	26,000	12
		14 พฤศจิกายน 2545	Power and Control	Magnetic contractor หน้าสัมผัสชำรุด	9,500	12
		21 กุมภาพันธ์ 2548	Power and Control	Breaker ชำรุด	42,000	360
		27 มีนาคม 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,800	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		27 มีนาคม 2548	Pump Casing	Bearing	6,000	36
		3 กันยายน 2550	Power and Control	Relay	5,970	2
		17 สิงหาคม 2553	Motor	Bearing	5,500	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**224,970**	**698**
	COP-05A	27 ตุลาคม 2544	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,800	36
		27 ตุลาคม 2544	Pump Casing	Bearing	6,000	36
		14 กันยายน 2545	Coupling	Rubber Joint with casing	26,000	60
		23 เมษายน 2547	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,800	36
		23 เมษายน 2547	Pump Casing	Bearing	6,000	36
		10 พฤศจิกายน 2547	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,800	36
		10 พฤศจิกายน 2547	Pump Casing	Bearing	6,000	36
		10 พฤศจิกายน 2547	Motor	Bearing	9,587	36
		18 ธันวาคม 2550	Motor	Turn Ground	40,542	60
		17 สิงหาคม 2553	Motor	Bearing	9,587	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**142,117**	**408**
	COP-06A	1 มีนาคม 2544	Coupling	Rubber Joint with casing	26,000	60
		12 กุมภาพันธ์ 2545	Coupling	Rubber Joint with casing	26,000	60
		18 กรกฎาคม 2545	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,800	36
		18 กรกฎาคม 2545	Pump Casing	Bearing	6,400	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		26 สิงหาคม 2545	Motor	Bearing	8,500	36
		10 ตุลาคม 2545	Motor	Turn Ground	76,000	60
		16 กันยายน 2545	Motor	Bearing	8,500	36
		16 กันยายน 2545	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,800	36
		16 กันยายน 2545	Pump Casing	Bearing	5,400	36
		29 สิงหาคม 2546	Motor	Turn Ground	40,542	60
		17 มิถุนายน 2547	Power and Control	Magnetic contractor หน้าสัมผัสชำรุด	8,200	12
	รวมค่าซ่อมแซม				231,142	468
	COP-07A	-	-	-	-	0
	รวมค่าซ่อมแซม				0	0
	COP-08A	-	-	-	-	0
	รวมค่าซ่อมแซม				0	0
	รวมค่าซ่อมแซม Condenser Water Pump (COP) ทั้งหมด				2,006,355	4,962
Primary Pump	CHP1-01A	3 กุมภาพันธ์ 2544	Coupling	Rubber Joint with casing	8,200	60
		14 พฤศจิกายน 2544	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	14,800	36
		14 พฤศจิกายน 2544	Pump Casing	Bearing	9,000	36
		4 พฤศจิกายน 2546	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	14,800	36
		4 พฤศจิกายน 2546	Motor	Bearing	8,747	36
		27 มีนาคม 2545	Power and Control	Magnetic contractor หน้าสัมผัสชำรุด	5,500	12

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		1 ตุลาคม 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		11 ตุลาคม 2548	Pump Casing	Bearing	9,000	36
		12 มกราคม 2549	Motor	Bearing	8,747	36
		28 พฤศจิกายน 2550	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		28 พฤศจิกายน 2550	Motor	Bearing	8,747	36
		10 เมษายน 2551	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	14,800	36
		10 เมษายน 2551	Motor	Bearing	8,747	36
		15 พฤษภาคม 2551	Coupling	Rubber Joint	8,200	12
		10 พฤศจิกายน 2552	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		10 พฤศจิกายน 2552	Pump Casing	Bearing	9,000	36
		12 กุมภาพันธ์ 2553	Motor	Bearing	8,747	36
		9 ตุลาคม 2553	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		9 ตุลาคม 2553	Pump Casing	Bearing	9,000	36
		9 ตุลาคม 2553	Motor	Bearing	8,747	36
	รวมค่าซ่อมแซม				220,782	732
	CHP1-02A	13 ธันวาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		19 กุมภาพันธ์ 2545	Power and Control	Magnetic contractor หน้าสัมผัสชำรุด	5,500	12
		14 ตุลาคม 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		14 ตุลาคม 2548	Pump Casing	Bearing	9,000	36
		3 กันยายน 2552	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		12 มกราคม 2549	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		12 มกราคม 2549	Motor	Bearing	8,747	36
		27 กรกฎาคม 2551	Coupling	Rubber Joint with casing	8,200	60
		28 พฤศจิกายน 2550	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		28 พฤศจิกายน 2550	Pump Casing	Bearing	8,747	36
		9 มีนาคม 2552	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	14,552	36
		9 มีนาคม 2552	Pump Casing	Bearing	9,000	36
		30 กันยายน 2553	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	14,600	36
		30 กันยายน 2553	Pump Casing	Bearing	9,000	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**139,746**	**456**
	CHP1-03A	21 ตุลาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		12 มิถุนายน 2544	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		12 มิถุนายน 2544	Pump Casing	Bearing	8,747	36
		12 มิถุนายน 2544	Coupling Joint	Rubber Joint with casing	8,200	36
		20 พฤษภาคม 2547	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		20 พฤษภาคม 2547	Pump Casing	Bearing	8,747	36
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		11 เมษายน 2549	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		11 เมษายน 2549	Pump Casing	Bearing	9,000	36
		13 ธันวาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		20 พฤษภาคม 2551	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		20 พฤษภาคม 2551	Pump Casing	Bearing	9,000	36
		5 กันยายน 2552	Motor	Bearing	8,747	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**134,841**	**420**
	CHP1-04A	14 มีนาคม 2543	Coupling Joint	Rubber Joint with casing	8,200	60
		12 พฤษภาคม 2544	Motor	Bearing	8,747	36
		8 ธันวาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		25 สิงหาคม 2546	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	60
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		27 มิถุนายน 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		27 มิถุนายน 2548	Pump Casing	Bearing	9,000	36
		27 มิถุนายน 2548	Motor	Bearing	8,747	36
		27 สิงหาคม 2549	Motor	Turn Ground	12,145	60
		8 กรกฎาคม 2551	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		27 มิถุนายน 2548	Pump Casing	Bearing	9,000	36
		8 กรกฎาคม 2551	Motor	Bearing	8,747	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		8 พฤศจิกายน 2552	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		8 พฤศจิกายน 2552	Pump Casing	Bearing	8,747	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**143,733**	**552**
	CHP1-05A	28 มกราคม 2543	Motor	Bearing	8,747	36
		7 กันยายน 2544	Motor	Bearing	8,747	36
		30 ตุลาคม 2544	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		29 มิถุนายน 2547	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		29 มิถุนายน 2547	Pump Casing	Bearing	6,500	36
		29 มิถุนายน 2547	Motor	Bearing	8,747	36
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		25 กันยายน 2549	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		23 มิถุนายน 2551	Pump Casing	Shaft	13,279	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**96,220**	**300**
	CHP1-06A	-	-	-	0	0
	รวมค่าซ่อมแซม				**0**	**0**
	CHP1-07A	-	-	-	0	0
	รวมค่าซ่อมแซม				**0**	**0**
	รวมค่าซ่อมแซม Primary Chilled Water Pump (CHP) ทั้งหมด				**735,321**	**2,460**
Secondary Pump	CHP2-01A	1 พฤษภาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		29 มกราคม 2545	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		29 มกราคม 2545	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		26 มิถุนายน 2546	Motor	Bearing	6,500	36
		29 มิถุนายน 2547	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		29 มิถุนายน 2547	Motor	Bearing	6,500	36
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		1 พฤษภาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		8 กรกฎาคม 2551	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		8 กรกฎาคม 2551	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		8 กรกฎาคม 2551	Motor	Bearing	6,500	36
		11 พฤษภาคม 2553	Coupling Joint	Rubber Joint with casing	8,200	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**117,500**	**408**
	CHP2-02A	25 มิถุนายน 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		11 มิถุนายน 2544	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		11 มิถุนายน 2544	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		3 กันยายน 2546	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		8 กรกฎาคม 2551	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		8 กรกฎาคม 2551	Pump Casing	Bearing	9,700	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		8 กรกฎาคม 2551	Motor	Bearing	6,500	36
		23 สิงหาคม 2553	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		23 สิงหาคม 2553	Pump Casing	Bearing	9,700	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**106,000**	**312**
	CHP2-03A	11 ธันวาคม 2544	Motor	Bearing	6,500	36
		23 มิถุนายน 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		24 กุมภาพันธ์ 2545	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		24 กุมภาพันธ์ 2545	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		4 มีนาคม 2551	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		4 มีนาคม 2551	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		4 มีนาคม 2551	Motor	Bearing	6,500	36
		3 กันยายน 2552	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
	รวมค่าซ่อมแซม				**90,800**	**276**
	CHP2-04A	6 พฤศจิกายน 2543	Motor	Bearing	4,500	36
		24 ตุลาคม 2544	Motor	Bearing	4,500	36
		4 เมษายน 2546	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	10,807	36
		4 เมษายน 2546	Pump Casing	Bearing	4,500	36
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	15,000	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		27 มีนาคม 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	10,500	36
		27 มีนาคม 2548	Pump Casing	Bearing	4,500	36
		4 เมษายน 2546	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	10,807	36
		4 เมษายน 2546	Pump Casing	Bearing	4,500	36
		8 พฤศจิกายน 2549	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		17 สิงหาคม 2553	Motor	Bearing	4,500	36
		รวมค่าซ่อมแซม			**82,314**	**372**
	CHP2-05A	17 กุมภาพันธ์ 2544	Coupling Joint	Rubber Joint with casing	14,600	60
		17 กุมภาพันธ์ 2544	Motor	Bearing	4,500	36
		28 ธันวาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		29 มิถุนายน 2547	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	10,807	36
		29 มิถุนายน 2547	Pump Casing	Bearing	5,500	36
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		29 มิถุนายน 2549	Motor	Turn Ground	8,500	60
		1 สิงหาคม 2549	Pump Casing	Shaft	13,792	36
		1 สิงหาคม 2549	Motor	Bearing	9,700	36
		5 มกราคม 2553	Motor	Turn Ground	10,700	60
		รวมค่าซ่อมแซม			**104,299**	**408**
	CHP2-06A	4 พฤษภาคม 2543	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		4 พฤษภาคม 2543	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		15 ตุลาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		16 สิงหาคม 2546	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		16 สิงหาคม 2546	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		3 ตุลาคม 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		3 ตุลาคม 2548	Pump Casing	Bearing	9,747	36
		11 กันยายน 2549	Motor	Bearing	9,700	36
		26 มีนาคม 2552	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		26 มีนาคม 2552	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		20 กรกฎาคม 2553	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		รวมค่าซ่อมแซม			130,947	384
	CHP2-07A	12 ตุลาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		8 พฤศจิกายน 2545	Magnetic	ชำรุด	5,500	12
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		17 มิถุนายน 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		17 มิถุนายน 2548	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		18 กันยายน 2549	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		22 เมษายน 2551	Pump Casing	Bearing	9,700	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		2 กุมภาพันธ์ 2552	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		2 กุมภาพันธ์ 2552	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		18 กุมภาพันธ์ 2553	Motor	Bearing	16,964	36
		รวมค่าซ่อมแซม			109,964	288
	CHP2-08A	2 พฤศจิกายน 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		10 สิงหาคม 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,700	36
		10 สิงหาคม 2548	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		24 เมษายน 2549	Motor	Bearing	16,964	36
		8 มกราคม 2553	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	13,910	36
		8 มกราคม 2553	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		รวมค่าซ่อมแซม			89,174	228
	CHP2-09A	14 มิถุนายน 2544	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	13,910	36
		14 มิถุนายน 2544	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		27 มีนาคม 2546	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		21 เมษายน 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	13,910	36
		21 เมษายน 2548	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		30 มีนาคม 2550	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		18 พฤษภาคม 2552	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	13,910	36
		18 พฤษภาคม 2552	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		4 มิถุนายน 2553	Motor	Bearing	16,964	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**122,194**	**312**
	CHP2-10A	18 พฤศจิกายน 2544	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	13,910	36
		18 พฤศจิกายน 2544	Pump Casing	Bearing	9,700	36
		16 มกราคม 2545	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		1 กรกฎาคม 2547	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		7 มกราคม 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	13,400	36
		11 ธันวาคม 2552	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	13,910	36
		11 ธันวาคม 2552	Pump Casing	Bearing	9,700	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**86,820**	**228**
	รวมค่าซ่อมแซม Secondary Chilled Water Pump (CHP) ทั้งหมด				**1,040,012**	**3,216**
Cooling Tower	CT-01A	28 กุมภาพันธ์ 2545	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	36
		17 สิงหาคม 2545	Motor	Turn Ground	46,000	60
		7 มกราคม 2548	Coupling Joint	Rubber Joint with casing	26,000	60
		9 มิถุนายน 2548	Housing	ถาดน้ำด้านบนผุกร่อน	45,000	180
		4 สิงหาคม 2551	Cooling Tower	เปลี่ยน Cooling Tower ใหม่	1,200,000	1,080
		15 มิถุนายน 2553	Motorize Valve	Turn Ground	4,622	60

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		21 กันยายน 2553	Motorize valve	Motorize Valve	65,000	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**1,394,822**	**1,536**
	CT-02A	1 ธันวาคม 2543	Motor	Turn Ground	18,000	60
		4 มีนาคม 2545	Coupling Joint	Rubber Joint	6,500	36
		8 เมษายน 2545	Fan	Balannce ใบพัดใหม่	56,000	180
		11 มิถุนายน 2550	Motorize Valve	Motorize Valve Gear ชำรุด	4,200	60
		30 กันยายน 2551	Cooling Tower	เปลี่ยน Cooling Tower ใหม่	1,200,000	1,080
		27 มีนาคม 2552	Motorize Valve	Motorize Valve Gear ชำรุด	4,500	60
		3 กันยายน 2553	Fan	โครงใบพัดผุกร่อน	46,000	180
	รวมค่าซ่อมแซม				**1,335,200**	**1,656**
	CT-03A	20 ธันวาคม 2545	Motorize Valve	Motorize Valve Gear ชำรุด	4,500	60
		4 สิงหาคม 2551	Cooling Tower	เปลี่ยน Cooling Tower ใหม่	1,200,000	1,080
		15 มิถุนายน 2553	Motorize Valve	Turn Ground	4,622	60
		21 กันยายน 2553	Motorize Valve	Motorize Valve	65,000	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**1,274,122**	**1,260**
	CT-04A	4 ตุลาคม 2543	Motor	Turn Ground	18,000	60
		7 มกราคม 2545	Fan	โครงใบพัดผุกร่อน	46,000	180
		8 มกราคม 2545	Motorize Valve	Turn Ground	4,650	60
		27 พฤษภาคม 2546	Motorize Valve	Turn Ground	4,650	60

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		18 มิถุนายน 2546	Motor	ฐานรับผุกร่อน	25,000	60
		22 กรกฎาคม 2546	Motor	Turn Ground	18,000	60
		4 สิงหาคม 2551	Cooling Tower	จัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่	1,200,000	1,080
		9 มิถุนายน 2548	Housing	ถาดน้ำด้านบนผุกร่อน	46,000	180
		14 กันยายน 2553	Motor	Turn Ground	30,602	60
		21 กันยายน 2553	Motorize Valve	Motorize Valve	65,000	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**1,457,902**	**1,860**
	CT-05A	4 กันยายน 2544	Motor	Turn Ground	18,000	60
		15 กันยายน 2546	Motor	Turn Ground	18,000	60
		10 สิงหาคม 2548	Motorize Valve	ชุดเกียร์ของ Motorize valve ชำรุด	4,000	60
		6 กุมภาพันธ์ 2550	Cooling Tower	จัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่	1,200,000	1,080
		11 มิถุนายน 2550	Motorize Valve	ชุดเกียร์ของ Motorize valve ชำรุด	4,055	60
		16 สิงหาคม 2553	Motorize Valve	Motorize Valve	65,000	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**1,309,055**	**1,380**
	CT-06A	3 สิงหาคม 2546	Motor	Turn Ground	46,000	60
		30 กันยายน 2551	Cooling Tower	จัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่	1,200,000	1,080
		16 สิงหาคม 2553	Motorize Valve	Motorize Valve	65,000	60
		3 กันยายน 2553	Fan	โครงใบพัดผุกร่อน	69,336	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**1,380,336**	**1,260**

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	CT-07A	1 มกราคม 2545	Motor	Turn Ground	25,000	60
		16 สิงหาคม 2545	Motor	Bearing มอเตอร์ชำรุด	27,000	60
		10 สิงหาคม 2548	Motorize Valve	ชุดเกียร์ของ Motorize valve ชำรุด	5,000	60
		3 มิถุนายน 2550	Motorize Valve	ชุดเกียร์ของ Motorize valve ชำรุด	4,933	60
		16 สิงหาคม 2553	Motorize Valve	Motorize Valve	65,000	60
		30 กันยายน 2551	Cooling Tower	จัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่	1,200,000	1,080
	รวมค่าซ่อมแซม				**1,326,933**	**1,380**
	CT-08A	19 มีนาคม 2545	Motor	Bearing มอเตอร์ชำรุด	27,000	60
		26 มิถุนายน 2550	Motorize Valve	ชุดเกียร์ของ Motorize valve ชำรุด	5,725	60
		4 สิงหาคม 2551	Cooling Tower	จัดเปลี่ยน Cooling Tower ใหม่	1,200,000	1,080
		16 สิงหาคม 2553	Motorize Valve	Motorize Valve	65,000	60
		3 กันยายน 2553	Fan	โครงใบพัดผุกร่อน	46,000	180
	รวมค่าซ่อมแซม				**1,343,725**	**1,440**
	รวมค่าซ่อมแซม Cooling Tower ทั้งหมด				**10,822,095**	**11,772**
Plate Heat Exchanger Exchanger	HX	12 พฤษภาคม 2546	Temperature Sensor	sensor เสีย	8,900	180
	รวมค่าซ่อมแซม				**8,900**	**180**
	HXP-01A	19 กุมภาพันธ์ 2544	Coupling Joint	ชำรุด	6,500	60
		5 สิงหาคม 2548	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		6 มิถุนายน 2549	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		6 มิถุนายน 2549	Pump Casing	Bearing	6,500	36
		15 ตุลาคม 2550	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		16 สิงหาคม 2551	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		16 สิงหาคม 2551	Pump Casing	Bearing	6,500	36
		4 เมษายน 2552	Motor	Turn Ground	13,000	60
		17 สิงหาคม 2553	Motor	Bearing	6,400	36
		รวมค่าซ่อมแซม			**89,100**	**348**
	HXP-02A	22 พฤษภาคม 2544	Motor	Bearing	6,400	36
		15 กันยายน 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		10 กรกฎาคม 2545	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		10 กรกฎาคม 2545	Pump Casing	Bearing	6,500	36
		13 สิงหาคม 2547	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		14 สิงหาคม 2547	Pump Casing	Bearing	6,500	36
		5 สิงหาคม 2548	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		17 มกราคม 2552	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		17 มกราคม 2552	Pump Casing	Bearing	6,500	36
		24 เมษายน 2553	Motor	Turn Ground	13,000	60
		15 กันยายน 2553	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		รวมค่าซ่อมแซม			**109,300**	**372**

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	HXP-03A	23 พฤษภาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	1,800	12
		23 มกราคม 2545	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		23 มกราคม 2545	Pump Casing	Bearing	6,500	36
		15 สิงหาคม 2545	Coupling Joint	Rubber Joint	8,200	12
		24 กันยายน 2545	Pump Casing	shast sleev ทองเหลือง ชำรุดทำให้เกิดน้ำรั่ว	26,000	36
		13 มิถุนายน 2546	Pump Casing	มีน้ำรั่ว รอยประกบหน้าแปลนไม่สนิท	8,600	36
		5 สิงหาคม 2548	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		14 ตุลาคม 2552	Motor	Turn Ground	13,000	60
		รวมค่าซ่อมแซม			**94,100**	**264**
	HXP-04A	18 ธันวาคม 2544	Coupling Joint	Rubber Joint	2,400	12
		6 ตุลาคม 2547	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		6 ตุลาคม 2547	Pump Casing	Bearing	5,800	36
		5 สิงหาคม 2548	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		26 กรกฎาคม 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		26 กรกฎาคม 2548	Pump Casing	Bearing	5,800	36
		8 พฤศจิกายน 2549	Coupling Joint	Rubber Joint	2,400	12
		29 มิถุนายน 2550	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		29 มิถุนายน 2550	Pump Casing	Bearing	5,800	36
		29 มิถุนายน 2550	Motor	Bearing	5,500	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		รวมค่าซ่อมแซม			81,700	312
	HXP-05A	15 ตุลาคม 2544	Coupling Joint	ชำรุด	6,500	60
		15 ตุลาคม 2544	Motor	Bearing	5,500	36
		26 มิถุนายน 2547	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		26 มิถุนายน 2547	Pump Casing	Bearing	5,800	36
		5 สิงหาคม 2548	Foundation	เปลี่ยนฐานรองแท่นเครื่อง	18,000	36
		8 เมษายน 2551	Motor	Turn Ground	13,000	60
		2 กันยายน 2553	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	12,000	36
		2 กันยายน 2553	Pump Casing	Bearing	5,800	36
		รวมค่าซ่อมแซม			78,600	336
		รวมค่าซ่อมแซม Heat Exchanger ทั้งหมด			461,700	1,812
Ball Cleaning	BC-01A	17 มิถุนายน 2549	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	4,500	36
		17 มิถุนายน 2549	Pump Casing	Bearing	3,000	36
		20 กันยายน 2551	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	4,500	36
		20 กันยายน 2551	Pump Casing	Bearing	3,000	36
		รวมค่าซ่อมแซม			15,000	144
	BC-02A	24 เมษายน 2549	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	4,500	36
		24 เมษายน 2549	Pump Casing	Bearing	3,000	36
		6 มีนาคม 2552	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	4,500	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		6 มีนาคม 2552	Pump Casing	Bearing	3,000	36
		รวมค่าซ่อมแซม			**15,000**	**144**
	BC-03A	13 พฤศจิกายน 2548	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	4,500	36
		13 พฤศจิกายน 2548	Pump Casing	Bearing	3,000	36
		4 มิถุนายน 2550	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	4,500	36
		4 มิถุนายน 2550	Pump Casing	Bearing	3,000	36
		รวมค่าซ่อมแซม			**15,000**	**144**
	BC-04A	21 ตุลาคม 2547	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	4,500	36
		21 ตุลาคม 2547	Pump Casing	Bearing	3,000	36
		14 กุมภาพันธ์ 2550	Pump Casing	Mechanical Seal ชำรุด	4,500	36
		14 กุมภาพันธ์ 2550	Pump Casing	Bearing	3,000	36
		5 กุมภาพันธ์ 2551	Motor	Turn Ground	25,000	60
		รวมค่าซ่อมแซม			**40,000**	**204**
	BC-05A	-	-	-	0	0
		รวมค่าซ่อมแซม			**0**	**0**
		รวมค่าซ่อมแซม Ball Clening ทั้งหมด			**85,000**	**636**
Air Handling Unit	GA-01A	27 ธันวาคม 2548	Motor	Bearing	15,000	1
		รวมค่าซ่อมแซม			**15,000**	**1**
	GA-02A	2 กันยายน 2549	Power and Control	Magnetic contractor ชำรุด	1,800	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		28 พฤษภาคม 2550	Temperature Sensor	Error	5,500	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**7,300**	**2**
	GBA-03A	11 พฤษภาคม 2549	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		5 มิถุนายน 2551	Motorize Valve	ชำรุด	32,100	84
		20 ตุลาคม 2552	Power and Control	Magnetic contractor ชำรุด	1,800	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**39,400**	**86**
	GA-04A	1 ตุลาคม 2550	Temperature Sensor	Error	5,500	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**5,500**	**1**
	GA-05A	12 มกราคม 2550	Coil	ผุกร่อน	8,700	12
		5 พฤษภาคม 2551	Motor	Turn Ground	4,500	1
		21 มิถุนายน 2551	Motorize Valve	ชำรุด	32,100	84
				รวมค่าซ่อมแซม	**45,300**	**97**
	GA-06A	4 กุมภาพันธ์ 2551	Temperature Sensor	Error	5,500	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**5,500**	**1**
	GA-07A	7 กันยายน 2551	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		21 สิงหาคม 2553	Power and Control	Magnetic contractor ชำรุด	1,800	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**7,300**	**2**
	GA-08A	25 มิถุนายน 2549	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		10 กุมภาพันธ์ 2551	Motorize Valve	ชำรุด	32,100	84

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	รวมค่าซ่อมแซม				**37,600**	**85**
	GA-09A	22 ตุลาคม 2550	Power and Control	Magnetic contractor ชำรุด	1,800	1
		15 มีนาคม 2552	Temperature Sensor	Error	5,500	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**7,300**	**2**
	GA-10A	27 พฤศจิกายน 2550	Power and Control	Magnetic contractor ชำรุด	1,800	1
		25 เมษายน 2553	Motor	Turn Ground	32,100	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**33,900**	**2**
	2BA-01A	14 มีนาคม 2543	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		20 มีนาคม 2543	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	52,800	1
		11 กรกฎาคม 2545	Motor	Turn Ground	28,000	1
		8 กุมภาพันธ์ 2548	Motor	Turn Ground	28,000	1
		10 กุมภาพันธ์ 2548	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	52,800	1
		28 กุมภาพันธ์ 2548	Coil	ผุกร่อน	15,000	360
		18 มกราคม 2549	Coil	ผุกร่อน	16,000	360
		4 มิถุนายน 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**243,100**	**726**
	2BA-02A	20 มีนาคม 2543	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 18 Cell	39,600	1
		10 มกราคม 2547	Motor	Bearing	9,500	12

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		10 มกราคม 2547	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		10 กุมภาพันธ์ 2548	Filter	เปลี่ยน Pre-fillter จำนวน 18 Cell	39,600	1
		2 กุมภาพันธ์ 2552	Motor	Shaft	46,755	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**135,855**	**16**
	2MBA-01A	20 มีนาคม 2543	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	52,800	1
		13 มกราคม 2547	Motor	Bearing	9,500	2
		10 กุมภาพันธ์ 2548	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	52,800	1
		13 มกราคม 2547	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		4 สิงหาคม 2549	Motor	Bearing	13,161	1
		4 มิถุนายน 2550	Motor	Bearing	16,000	1
		26 มิถุนายน 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	36,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**180,661**	**8**
	3A-01A	24 มีนาคม 2547	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		17 กันยายน 2548	Motor	Turn Ground	11,000	1
		6 ตุลาคม 2543	Temperature Sensor	Error	5,500	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**22,000**	**3**

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	3A-02A	12 มิถุนายน 2545	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		23 มกราคม 2549	Motorize Valve	ชำรุด	32,100	84
				รวมค่าซ่อมแซม	**37,600**	**85**
	3BA-01A	10 มกราคม 2547	Motor	Bearing	8,500	1
		15 มกราคม 2547	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	36,000	1
		3 มกราคม 2547	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	52,800	1
		17 มกราคม 2547	Motor	Bearing	18,000	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**115,300**	**4**
	3BA-02A	19 มกราคม 2549	Filter	Roll Filter เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน	13,515	1
		10 มกราคม 2547	Motor	Bearing	9,500	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**23,015**	**2**
	3BA-03A	4 ตุลาคม 2548	Coil	ผุกร่อน	3,745	2
		3 มกราคม 2547	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**30,145**	**3**
	4A-01A	22 กรกฎาคม 2549	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		13 มิถุนายน 2552	Power and Control	Magnetic contractor ชำรุด	1,800	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**7,300**	**2**
	4A-02A	17 กันยายน 2551	Power and Control	Magnetic contractor ชำรุด	1,800	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	รวมค่าซ่อมแซม				1,800	1
	4BA-01A	27 ธันวาคม 2548	Motor	Bearing	12,000	1
		10 เมษายน 2548	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		3 มกราคม 2550	Motor	Bearing	16,000	1
		20 เมษายน 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	36,400	1
	รวมค่าซ่อมแซม				90,800	4
	4BA-02A	9 ตุลาคม 2546	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		10 เมษายน 2548	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		14 พฤษภาคม 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		6 พฤศจิกายน 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	36,400	1
		6 พฤษภาคม 2553	Motorize Valve	ชำรุด	32,100	84
	รวมค่าซ่อมแซม				149,100	88
	5BA-01A	13 มิถุนายน 2546	Motor	Bearing	12,000	1
		8 กุมภาพันธ์ 2547	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		8 ธันวาคม 2547	Temperature Sensor	Error	3,840	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		16 ตุลาคม 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	36,400	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**78,640**	**4**
	5BA-02A	8 กุมภาพันธ์ 2547	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		8 มกราคม 2548	Temperature Sensor	เปลี่ยน Temp Controller	3,840	1
		5 เมษายน 2550	Motor	Bearing	8,500	1
		1 กุมภาพันธ์ 2551	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		12 กรกฎาคม 2552	Motorize Valve	ชำรุด	32,100	84
				รวมค่าซ่อมแซม	**85,140**	**88**
	6BA-01A	5 เมษายน 2546	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		13 มิถุนายน 2546	Motor	Bearing	12,500	1
		8 มกราคม 2548	Temperature Sensor	Error	3,840	1
		10 พฤศจิกายน 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	36,400	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**79,140**	**4**
	6BA-02A	13 มิถุนายน 2545	Motor	Bearing	12,000	1
		5 เมษายน 2546	Filter	เปลี่ยน Pre-fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		17 กันยายน 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	36,400	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		12 มิถุนายน 2552	Temperature Sensor	Error	5,500	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**89,100**	**4**
	7BA-01A	11 มิถุนายน 2544	Power and Control	Tranformer	1,800	1
		13 มิถุนายน 2546	Motor	Bearing	12,500	1
		5 เมษายน 2546	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		10 มิถุนายน 2553	Motorize Valve	ชำรุด	26,400	84
	รวมค่าซ่อมแซม				**67,100**	**87**
	7BA-02A	5 กุมภาพันธ์ 2544	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		14 พฤษภาคม 2544	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		13 มกราคม 2547	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		12 มิถุนายน 2552	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		29 กันยายน 2552	Motor	Turn Ground	8,700	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**86,000**	**5**
	8BA-01A	18 กรกฎาคม 2544	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		2 กุมภาพันธ์ 2544	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	44,000	1
		13 มกราคม 2547	Motor	Bearing	8,600	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		13 มกราคม 2547	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		21 มีนาคม 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		5 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	44,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				142,400	6
	8BA-02A	2 กุมภาพันธ์ 2544	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		13 มกราคม 2547	Motor	Bearing	8,600	1
		13 มกราคม 2547	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		5 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
	รวมค่าซ่อมแซม				79,400	4
	9BA-01A	13 มิถุนายน 2546	Motor	Bearing	13,100	1
		5 เมษายน 2548	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	36,400	1
		10 ตุลาคม 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
	รวมค่าซ่อมแซม				75,900	3
	9BA-02A	5 เมษายน 2548	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	36,400	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		10 ตุลาคม 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**71,600**	**2**
	10BA-01A	9 มกราคม 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
		15 ตุลาคม 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**60,400**	**2**
	10BA-02A	9 มกราคม 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
		15 ตุลาคม 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**69,200**	**2**
	11BA-01A	8 สิงหาคม 2549	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		13 มิถุนายน 2551	Motor	Bearing	11,224	1
		16 ตุลาคม 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**43,124**	**3**
	11BA-02A	20 กุมภาพันธ์ 2548	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		14 ธันวาคม 2544	Motor	Bearing	12,000	1
		16 ตุลาคม 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**92,200**	**3**

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	12BA-01A	8 เมษายน 2541	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		5 เมษายน 2542	Motor	Bearing	12,000	1
		18 มิถุนายน 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		8 สิงหาคม 2551	Temperature Sensor	Error	5,500	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**88,900**	**4**
	12BA-02A	8 เมษายน 2541	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		14 ธันวาคม 2544	Motor	Bearing	12,000	1
		10 มิถุนายน 2549	Motorize Valve	ชำรุด	26,400	84
		19 สิงหาคม 2552	Temperature Sensor	Error	5,500	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**79,100**	**87**
	13BA-01A	21 เมษายน 2541	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		2 ธันวาคม 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		28 พฤษภาคม 2552	Motor	Bearing	11,000	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**82,400**	**3**
	13BA-02A	13 มกราคม 2548	Motorize Valve	ชำรุด	20,855	84
		21 เมษายน 2541	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		24 มีนาคม 2544	Motor	Bearing	9,600	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	รวมค่าซ่อมแซม				65,655	86
	14BA-01A	2 พฤษภาคม 2541	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		2 กุมภาพันธ์ 2547	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
		5 กุมภาพันธ์ 2549	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
		18 พฤศจิกายน 2549	Temperature Sensor	Error	5,500	1
	รวมค่าซ่อมแซม				99,900	4
	14BA-02A	2 พฤษภาคม 2541	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		9 มกราคม 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				80,200	2
	15BA-01A	14 พฤษภาคม 2541	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		2 มีนาคม 2548	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				60,400	2
	15BA-02A	14 พฤษภาคม 2541	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		19 สิงหาคม2545	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		19 พฤศจิกายน 2545	Motor	Bearing	13,000	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**48,600**	**3**
	16BA-01A	11 สิงหาคม 2544	Motor	Bearing	9,600	1
		5 มิถุนายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		2 มีนาคม 2548	Motor	Bearing	8,500	1
		3 มกราคม 2550	Motor	Bearing	13,000	1
		26 มิถุนายน 2550	Motor	Bearing	32,000	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**89,500**	**5**
	16BA-02A	26 มีนาคม 2546	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		5 มิถุนายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		19 กรกฎาคม 2546	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**125,200**	**3**
	17BA-01A	11 มิถุนายน 2545	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		5 เมษายน 2546	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		18 พฤศจิกายน 2549	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		9 ตุลาคม 2553	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	รวมค่าซ่อมแซม				**77,300**	**4**
	17BA-02A	18 สิงหาคม 2544	Motor	Bearing	9,600	1
		5 เมษายน 2546	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**44,800**	**2**
	18BA-01A	7 เมษายน 2546	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		8 มกราคม 2548	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		12 พฤษภาคม 2548	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		1 ตุลาคม 2551	Motor	Bearing	13,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**45,300**	**4**
	18BA-02A	29 มีนาคม 2546	Motorize Valve	ชำรุด	24,000	84
		7 เมษายน 2546	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		4 พฤษภาคม 2551	Motor	Bearing	13,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**72,200**	**86**
	19BA-01A	10 มิถุนายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		2 มีนาคม 2548	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**60,400**	**2**
	19BA-02A	10 มิถุนายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		13 มกราคม 2548	Motorize Valve	ชำรุด	20,855	84
				รวมค่าซ่อมแซม	**56,055**	**85**
	20BA-01A	9 สิงหาคม 2545	Motorize Valve	ชำรุด	24,000	84
		13 กันยายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		10 มกราคม 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**84,400**	**86**
	20BA-02A	13 กันยายน 2545	เปลี่ยน Medium Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		21 มกราคม 2549	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		25 พฤษภาคม 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**41,100**	**3**
	21BA-01A	18 กันยายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		1 กันยายน 2551	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
		21 มกราคม 2552	Temperature Sensor	Error	5,500	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**65,900**	**3**
	21BA-02A	23 พฤศจิกายน 2543	Motor	Bearing	9,600	1
		18 กันยายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	รวมค่าซ่อมแซม				**44,800**	**2**
	22BA-01A	24 กันยายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		1 พฤษภาคม 2549	Motor	Bearing	9,600	1
		9 กุมภาพันธ์ 2550	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		6 พฤษภาคม 2552	Motorize Valve	ชำรุด	23,400	84
	รวมค่าซ่อมแซม				**64,900**	**87**
	22BA-02A	24 กันยายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		4 กุมภาพันธ์ 2548	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		7 ธันวาคม 2551	Motor	Bearing	9,600	1
		6 พฤษภาคม 2552	Motorize Valve	ชำรุด	23,400	84
	รวมค่าซ่อมแซม				**73,700**	**87**
	23BA-01A	16 สิงหาคม 2545	Coil	ผุกร่อน	8,400	12
		16 กันยายน 2545	Motorize Valve	ชำรุด	26,500	84
		2 มีนาคม 2548	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
		10 มีนาคม 2550	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		3 มกราคม 2550	Motor	Bearing	13,000	1
		13 ตุลาคม 2552	Coil	ผุกร่อน	12,000	12
	รวมค่าซ่อมแซม				**129,100**	**111**

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	24BA-01A	10 มิถุนายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		13 มิถุนายน 2546	Motor	Bearing	12,000	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**38,400**	**2**
	24BA-02A	10 มิถุนายน 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		24 เมษายน 2548	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		30 เมษายน 2552	Motor	Bearing	11,230	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**51,930**	**3**
	25BA-01A	21 มิถุนายน 2546	Motor	Bearing	9,600	1
		10 สิงหาคม 2546	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**36,000**	**2**
	25BA-02A	3 ตุลาคม 2546	Motor	Bearing	12,500	1
		10 สิงหาคม 2546	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		26 มิถุนายน 2552	Motorize Valve	ชำรุด	23,400	84
				รวมค่าซ่อมแซม	**71,100**	**86**
	26BA-01A	21 มีนาคม 2544	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		23 มีนาคม 2549	Motor	Bearing	8,500	1
		4 พฤษภาคม 2548	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		14 สิงหาคม 2550	Temperature Sensor	Error	5,500	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	รวมค่าซ่อมแซม				**40,800**	**4**
	26BA-02A	8 มิถุนายน 2544	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		14 มิถุนายน 2546	Motor	Bearing	12,000	1
		4 พฤษภาคม 2548	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**47,600**	**3**
	27BA-01A	9 มีนาคม 2545	Motor	Bearing	9,600	1
		10 พฤษภาคม 2548	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**36,000**	**2**
	27BA-02A	13 มกราคม 2548	Motorize Valve	ชำรุด	20,855	84
		10 พฤษภาคม 2548	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		12 กรกฎาคม 2553	Motor	Bearing	19,784	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**75,839**	**86**
	28BA-01A	30 สิงหาคม 2544	Power and Control	Magnetic	1,400	1
		27 ธันวาคม 2548	Motor	Bearing	13,000	1
		15 ธันวาคม 2553	Variable Speed Drive (VSD)	ปรับปรุงชั้นเปลี่ยน VSD	34,000	1
		15 ธันวาคม 2553	เปลี่ยน Medium Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**74,800**	**4**

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	28BA-02A	14 ธันวาคม 2544	Magnetic ชำรุด	เปลี่ยน Magnetic	1,400	1
		8 สิงหาคม 2545	Motor	Bearing	13,000	1
		15 ธันวาคม 2553	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		15 ธันวาคม 2553	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**94,600**	**4**
	29BA-01A	21 พฤศจิกายน 2548	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		15 มีนาคม 2550	Motor	Turn Ground	34,000	1
		15 ธันวาคม 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
		15 ธันวาคม 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**99,900**	**4**
	29BA-02A	19 พฤศจิกายน 2545	Motor	Bearing	13,000	1
		15 ธันวาคม 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		15 ธันวาคม 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**93,200**	**3**
	30BA-01A	10 มกราคม 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		15 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**60,400**	**2**
	30BA-02A	15 พฤษภาคม 2549	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		15 กุมภาพันธ์ 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		15 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		8 มิถุนายน 2544	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**86,100**	**4**
	31BA-01A	5 กุมภาพันธ์ 2545	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		30 สิงหาคม 2544	Power and Control	Magnetic	1,400	1
		8 มิถุนายน 2544	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		15 พฤษภาคม 2549	Temperature Sensor	Error	5,500	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**33,700**	**4**
	31BA-02A	10 พฤศจิกายน 2552	Motor	Bearing	12,230	1
		15 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**47,430**	**2**
	32BA-01A	9 พฤษภาคม 2544	Motor	Bearing	9,600	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		10 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	26,400	1
		10 กุมภาพันธ์ 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**70,000**	**3**
	32BA-02A	10 พฤษภาคม 2544	Motor	Bearing	9,600	1
		10 กุมภาพันธ์ 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
		10 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	35,200	1
		8 สิงหาคม 2545	Motor	Bearing	13,000	1
		16 กันยายน 2545	Motorize Valve	ชำรุด	26,000	1
		26 พฤษภาคม 2550	Motor	Bearing	13,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**141,800**	**6**
	33BA-01A	3 ธันวาคม 2542	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,000	1
		31 ตุลาคม 2544	Motor	Bearing	9,600	1
		11 ตุลาคม 2550	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	35,200	1
		27 ธันวาคม 2548	Motor	Bearing	13,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**91,800**	**4**
	33BA-02A	20 มกราคม 2547	Motor	Bearing	9,600	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		11 ตุลาคม 2550	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	26,400	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**36,000**	**2**
	34BA-01A	29 มีนาคม 2549	Motorize Valve	ชำรุด	16,000	84
		11 ธันวาคม 2550	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 12 Cell	35,200	1
		4 กันยายน 2552	Motorize Valve	ชำรุด	8,500	60
		17 สิงหาคม 2553	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,775	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**94,475**	**146**
	34BA-02A	2 เมษายน 2545	Motor	Bearing	9,600	1
		7 เมษายน 2545	Motor	Bearing	9,600	1
		11 ธันวาคม 2550	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	26,400	1
		12 เมษายน 2553	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,775	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**80,375**	**4**
	35BA-01A	8 พฤษภาคม 2550	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		11 มกราคม 2551	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	44,000	1
		6 ตุลาคม 2552	Power and Control	Magnetic	1,800	1
		7 ตุลาคม 2552	Temperature Sensor	Error	5,500	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		10 เมษายน 2553	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**52,100**	**5**
	36BA-01A	14 มกราคม 2547	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		3 กรกฎาคม 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	52,000	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**52,400**	**2**
	37A-01A	21 มิถุนายน 2550	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		6 ตุลาคม 2550	Motor	Turn Ground	**34,000**	1
		7 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	26,400	1
		18 มิถุนายน 2553	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1
		5 สิงหาคม 2553	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	34,775	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**101,075**	**5**
	38A-01A	20 กันยายน 2552	Motorize Valve	ชำรุด	8,500	84
		28 มกราคม 2550	Temperature Sensor	Error	5,500	1
				รวมค่าซ่อมแซม	**14,000**	**85**

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	38BA-01A	7 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 16 Cell	26,400	1
		10 กุมภาพันธ์ 2552	Motor	Bearing	9,600	1
		3 กรกฎาคม 2552	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	52,000	1
		29 มีนาคม 2549	Motorize Valve	ชำรุด	16,000	12
	รวมค่าซ่อมแซม				**104,000**	**15**
	39A-01A	9 มิถุนายน 2550	Temperature Sensor	Error	5,500	12
	รวมค่าซ่อมแซม				**5,500**	**12**
	39BA-01A	28 มกราคม 2550	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		7 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	44,000	1
		10 กุมภาพันธ์ 2552	Motor	Bearing	9,600	1
		10 กุมภาพันธ์ 2553	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**104,100**	**4**
	40A-01A	11 กันยายน 2550	Temperature Sensor	Error	5,500	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**5,500**	**1**
	40BA-01A	18 มิถุนายน 2553	Variable Speed Drive (VSD)	Exhaust Fan	400	1

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
		6 ตุลาคม 2552	Power and Control	Magnetic	1,800	1
		7 มกราคม 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	44,000	1
		10 กุมภาพันธ์ 2552	Motor	Bearing	9,600	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**55,800**	**4**
	41A-01A	6 มิถุนายน 2548	Motorize Valve	ชำรุด	16,000	84
		12 เมษายน 2550	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		7 กรกฎาคม 2551	Power and Control	Magnetic	1,800	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**23,300**	**86**
	41A-02A	9 พฤษภาคม 2549	Temperature Sensor	Error	5,500	1
		20 ตุลาคม 2552	Motorize Valve	ชำรุด	16,000	84
	รวมค่าซ่อมแซม				**21,500**	**85**
	41BA-01A	7 กุมภาพันธ์ 2552	Filter	เปลี่ยน Medium fillter จำนวน 20 Cell	44,000	1
		10 กุมภาพันธ์ 2552	Motor	Bearing	9,600	1
		10 กุมภาพันธ์ 2553	Variable Speed Drive (VSD)	Card Control ชำรุด	45,000	1
	รวมค่าซ่อมแซม				**98,600**	**3**
	รวมค่าซ่อมแซม Air Handling Unit (AHU) ทั้งหมด				**6,113,655**	**2,799**
Fan Coil Unit	GF-01A	22 กรกฎาคม 2550	Coil	ผุกร่อน	54,000	180
		11 กุมภาพันธ์ 2552	Motor Blower	ชำรุด	2,800	36

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการซ่อมบำรุง			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	รวมค่าซ่อมแซม				**56,800**	**216**
	GF-02A	2 พฤษภาคม 2549	Coil	ผุกร่อน	54,000	180
		8 กรกฎาคม 2550	Motor Blower	ชำรุด	2,800	36
	รวมค่าซ่อมแซม				**56,800**	**216**
	GF-03A	18 มกราคม 2549	Motor Blower	ชำรุด	2,800	60
		12 สิงหาคม 2550	Temperature Sensor	ชำรุด	2,400	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**5,200**	**120**
	GF-04A	11 พฤษภาคม 2549	Temperature Sensor	ชำรุด	2,400	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**2,400**	**60**
	GF-05A	3 มีนาคม 2550	Motor Blower	ชำรุด	2,800	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**2,800**	**60**
	GF-06A	8 กันยายน 2550	Motor Blower	ชำรุด	2,800	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**2,800**	**60**
	GF-07A	7 กันยายน 2550	Temperature Sensor	ชำรุด	2,400	60
		21 กุมภาพันธ์ 2552	Motor Blower	ชำรุด	2,800	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**5,200**	**120**
	GF-08A	24 สิงหาคม 2549	Motor Blower	ชำรุด	2,800	60
	รวมค่าซ่อมแซม				**2,800**	**60**
	GF-09A	6 มีนาคม 2550	Motor Blower	ชำรุด	2,800	60

เครื่องจักร	รหัส	ประวัติการชำรุด			ค่าซ่อมแก้ไข	ระยะเวลาในการซ่อมแก้ไข
		วันที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	หน่วย : บาท	หน่วย : ชั่วโมง
	รวมค่าซ่อมแซม				2,800	60
	GF-10A	28 ตุลาคม 2549	Temperature Sensor	ชำรุด	2,400	60
	รวมค่าซ่อมแซม				2,400	60
	GF-11A	4 กุมภาพันธ์ 2549	Temperature Sensor	ชำรุด	2,400	60
		25 พฤศจิกายน 2551	Motor Blower	ชำรุด	2,800	60
	รวมค่าซ่อมแซม				5,200	120
	รวมค่าซ่อมแซม Fan Coil Unit (FCU)ทั้งหมด				145,200	1,152
	รวมค่าซ่อมแซมระบบปรับอากาศทั้งหมด				26,035,561	32,990

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายภคิน เอกอธิคม จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในสาขาวิศวกรรมเครื่องกลการเกษตร เมื่อศึกษาจบได้ เข้าทำงานในบริษัท แสงประดิษฐ์ จำกัด ในตำแหน่งวิศวกรระบบสุขาภิบาล โดยรับผิดชอบในติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรระบบสุขาภิบาล และระบบป้องกันอัคคีภัย ซึ่งมีอาคารที่รับผิดชอบในขณะนั้น คือ

- อาคารเมืองไทยภัทร คอนโดมิเนียม
- อาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ
- อาคารสำนักงานต้นสน 2

หลังจากนั้นในปี 2543 ได้ย้ายมาทำงานในบริษัท โพรเกรส ฟาซิลิตีส์ แมเนจเมนต์ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทกลุ่มสนับสนุนงานของเครือธนาคารกสิกรไทย ในตำแหน่งผู้จัดการแผนกสาธารณูปโภค ประจำอาคารธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ ราษฎร์บูรณะ และได้เลื่อนตำแหน่งเป็นผู้จัดการอาคาร จนกระทั่งในปัจจุบัน.