การบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ กรณีศึกษาอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

ธรรมรัตน์ สมพืช

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2564

Preventive Maintenance Management for the Large Air Conditioning System Case Study of Data Center Building in Bangkok

Thammarat Sompuech

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2021

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ กรณีศึกษาอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

เสนอโดย ธรรมรัตน์ สมพืช

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพร วงศ์พิศาล)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ ...28..... เดือน ...พฤษภาคม..... พ.ศ. ...2564...

หัวข้อสารนิพนธ์	การบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ กรณีศึกษาอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร
ชื่อผู้เขียน	ธรรมรัตน์ สมพืช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงระบบทำความเย็นอันได้แก่ หอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น(Chiller) โดยใช้หลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครเป็นกรณีศึกษา เบื้องต้นพบว่าที่อาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้ไม่มีการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงที่ได้ตามมาตรฐานและพอเพียงกับความต้องการของระบบ งานซ่อมบำรุงรักษาจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นกับระบบเท่านั้น ส่งผลให้อุปกรณ์ต้องหยุดการทำงานเพื่อแก้ไข ไม่สามารถประเมินค่าใช้จ่ายและงบประมาณที่ต้องใช้ในแต่ละปีได้ งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอแผนงานประจำปีและขั้นตอนสำหรับงานซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาระบบทำความเย็นให้พอเพียง สามารถประเมินและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงระบบได้

จากผลงานวิจัยพบว่าเมื่อนำเอาหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ในการดูแลระบบ ทำให้มีการซ่อมบำรุงรักษาที่เพียงพอและได้ตามมาตรฐาน มีการตรวจสอบที่ครอบคลุมในแต่ละส่วนของระบบ ส่งผลให้สามารถพบปัญหาหรือสิ่งที่จะก่อให้เกิดปัญหากับระบบ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ก่อน มีอัตราการเสียของระบบน้อยลง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในปี 2562 ลดลงจากในปี 2561 ดังนี้ ระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) สามารถลดลงได้ร้อยละ 37.15 ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) สามารถลดลงได้ร้อยละ 42.92 และระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) สามารถลดลงได้ร้อยละ 37.77

คำสำคัญ : ลดค่าใช้จ่าย , การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน , อาคารศูนย์ข้อมูล

Thematic Paper Title	Preventive Maintenance Management for the Large Air Conditioning System : Case Study of Data Center Building in Bangkok
Author	Thammarat Sompuech
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Dr. Suparatchai Vorarat (Ph.D.)
Department	Engineering Management
Academic Year	2020

ABSTRACT

This research is aimed at managing the maintenance of the cooling system which are the Cooling tower, Cooling water pump system, and Water chiller system by using the principles of preventive maintenance for a data center building in Bangkok as a case study. Initially, it was found that there was no maintenance management standard and adequate system requirements. Maintenance work will occur only when a problem happens with the system, which leads to stopping the service of equipment to correct it makes the company unable to estimate expenses and budgets required in each year. This research presents an annual plan and procedures for adequate preventive maintenance work of cooling systems. It leads to system maintenance costs reduction by comparing the results before operation and after the operation, which can be summarized as follows.

When measuring performance, it found that when the preventive maintenance principles had been applied in the administration of the system, the system had adequate maintenance, meeting the standard and a comprehensive audit of each part of the system. As a result, it enables to find a problem or something that will cause problems with the system and makes it is able to be fixed before the problem happens. The study result shows that by doing this, the waste rate in 2019 decreased from 2018 as follows cooling tower systems reduced by 37.15%, cooling water pump systems reduced by 42.92% and chiller systems reduced by 37.77%.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์การบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ กรณีศึกษาอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนแก้ไขตรวจทานข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้สารนิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ ครอบครัว และเพื่อนปริญญาโท การจัดการทางวิศวกรรม สำหรับคำปรึกษา และ กำลังใจที่คอยมอบให้ตลอดมา ขอบพระคุณคณาอาจารย์ทุกท่านรวมถึงเพื่อนร่วมงานในองค์กรที่ช่วยในการดำเนินการเก็บข้อมูลและผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้ ด้วยประโยชน์อันใดที่จะก่อเกิดจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกๆท่านที่ได้กล่าวมา

ธรรมรัตน์ สมพืช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

1.5 แผนการดำเนินการ..... 3

2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษา..... 4

2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)..... 8

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับอาคารศูนย์ข้อมูล (Data Center)..... 9

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 11

3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 14

3.1 ขั้นตอนระเบียบวิธีการศึกษาและพัฒนางานซ่อมบำรุงรักษา..... 14

3.2 ขั้นตอนในการวิจัย..... 15

4. ผลการวิจัย..... 39

4.1 ดำเนินการซ่อมบำรุงตามระยะเวลาเชิงป้องกัน..... 39

4.2 ผลดำเนินการทำการซ่อมบำรุงตามระยะเวลาเชิงป้องกัน..... 49

4.3 ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานซ่อมบำรุงระบบ..... 57

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 60

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	61
บรรณานุกรม……..	62
ภาคผนวก……..……..	64
ประวัติผู้เขียน ……..……..	78

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 ข้อมูลระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower)..... 15

3.2 ข้อมูลระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump)..... 16

3.3 ข้อมูลระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)..... 16

3.4 ข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบที่ทำการวิจัย..... 17

3.5 มาตรฐานการบำรุงรักษาระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump)..... 39

3.6 มาตรฐานการบำรุงรักษาระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower)..... 40

3.7 มาตรฐานการบำรุงรักษาระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)..... 41

3.8 แสดงแผนการซ่อมบำรุงประจำปี 2562..... 42

4.1 เปรียบเทียบปัญหาของระบบปั๊มน้ำระบายความร้อนที่เกิดขึ้นในปี 2561 และ ปี 2562..... 50

4.2 ผลการบำรุงรักษาของระบบปั๊มน้ำระบายความร้อนในปี 2562..... 50

4.3 เปรียบเทียบปัญหาของระบบหอระบายความร้อนที่เกิดขึ้นในปี 2561 และ ปี 2562..... 52

4.4 ผลการบำรุงรักษาระบบหอระบายความร้อนในปี 2562..... 53

4.5 เปรียบเทียบปัญหาที่เกิดขึ้นของระบบเครื่องทำน้ำเย็นในปี 2561 และ ปี 2562.. 54

4.6 ผลการบำรุงรักษาของระบบเครื่องทำน้ำเย็นในปี 2562..... 55

4.7 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นในปี 2561..... 57

4.8 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นในปี 2562..... 57

4.9 ค่าใช้จ่ายในปี 2562 ที่ลดลงจากปี 2561..... 59

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การออกแบบอาคาร Data Center..... 9

3.1 หอระบายความร้อนขนาด 633 ตัน จำนวน 3 ระบบ..... 23

3.2 สภาพแผงฟิลเลอร์ที่สกปรก..... 23

3.3 สภาพน้ำระบายความร้อนที่สกปรก..... 24

3.4 สภาพสายพานที่ชำรุด..... 25

3.5 สภาพวาล์วที่ไม่ได้รับการดูแล..... 25

3.6 สภาพหน้าแปลนท่อน้ำชำรุดเกิดน้ำรั่วซึม..... 25

3.7 สภาพขาอิเล็กโทรดแสดงระดับน้ำชำรุดเสียหายผุกร่อน..... 26

3.8 สภาพท่อน้ำเติมชำรุดเกิดการผุกร่อน..... 26

3.9 ลักษณะปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์ขนาด 75 แรงม้า..... 27

3.10 ลักษณะปั๊มน้ำชิลเลตขนาด 75 แรงม้า..... 27

3.11 สภาพน้ำรั่วจาก Seal ที่ชำรุดของปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์..... 28

3.12 สภาพเกจวัดแรงดันน้ำชำรุด..... 28

3.13 สภาพท่อน้ำเข้าปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์รั่ว..... 29

3.14 สภาพท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้าของปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์ชำรุด..... 29

3.15 ลักษณะเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ขนาด 500 ตัน..... 30

3.16 สภาพฉนวนหุ้มเครื่องทำน้ำเย็นชำรุด..... 31

3.17 สภาพวาล์วที่เสียหายเนื่องจากฉนวนเครื่องทำความเย็นชำรุด..... 31

3.18 สภาพท่อคอนเดนเซอร์อุดตันจากคราบตะกรัน..... 32

3.19 สภาพอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคในตู้คอนโทรลชำรุดเกิดการไหม้..... 32

3.20 สภาพการเกิดคอนเด้นที่บริเวณชุดคอนเดนเซอร์..... 33

3.21 แผนการดำเนินงานซ่อมบำรุงระบบในรูปแบบเดิมของทางอาคาร..... 34

3.22 การนำหลักการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมาประยุกต์ใช้งาน..... 35

3.23 แผนการดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาตามระยะเวลาเชิงป้องกัน..... 36

3.24 แผนการดำเนินการบำรุงรักษาเมื่อมีการชำรุดเสียหาย..... 37

4.1 การตรวจเช็คระบบใบพัดดูการคลายตัวของกรูน๊อต..... 40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.2 การตรวจเช็คเติมจาระบีชุด Speed Reducer..... 40

4.3 การตรวจเช็คปรับตั้งความตึงสายพาน..... 41

4.4 การตรวจเช็คความเร็วของพัดลมระบายอากาศ..... 41

4.5 การตรวจเช็คโครงสร้างของหอระบายความร้อน..... 42

4.6 การตรวจเช็คการรั่วซึมของท่อน้ำเติม..... 42

4.7 การตรวจเช็คการรั่วของท่อน้ำเข้าออก..... 43

4.8 การตรวจเช็คลูกลอยเติมน้ำอัตโนมัติและความสะอาดฟิลเลอร์..... 43

4.9 การตรวจเช็คระบบไฟฟ้าขณะอุปกรณ์ทำงาน..... 44

4.10 การตรวจเช็คค่าแรงดันของปั๊มด้านเข้าและออก..... 44

4.11 การตรวจเช็ค Alignment ของปั๊ม..... 45

4.12 การตรวจเช็คเติมจาระบีที่ชุดปั๊มในจุดที่มีการหมุน..... 45

4.13 การตรวจเช็คระบบไฟฟ้าและกระแสขณะปั๊มทำงาน..... 46

4.14 การตรวจเช็คสภาพโดยทั่วไปของปั๊ม..... 46

4.15 การตรวจเช็คชุดคอนโทรลปั๊มต้องปกติ..... 47

4.16 การตรวจเช็คทำความสะอาด ความเรียบร้อย ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ในตู้ไฟฟ้า..... 47

4.17 การตรวจเช็คค่าความเป็นฉนวนของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์..... 48

4.18 การตรวจเช็คปรับแก้เซนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็น นส่วนของฝั่งคอนเดนเซอร์และฝั่งอีแวปโปเรเตอร์..... 48

4.19 การตรวจเช็คทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์..... 49

4.20 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงปี 2561 และ 2562..... 58

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เครือข่ายไมโครชิพ ให้มีประสิทธิภาพและการทำงานที่ยอดเยี่ยม หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนได้นำระบบไอทีเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาการให้บริการและการพัฒนาธุรกิจเพื่อตอบสนองความต้องการในการดำเนินงานที่มากขึ้นซึ่งระบบต่างๆเหล่านั้นทำงานอยู่ภายใต้ศูนย์ข้อมูลหรือที่เรียกว่าดาต้าเซ็นเตอร์ คือห้องที่ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นที่อาศัยและพักพิงของเครื่องแม่ข่ายหรือเซิร์ฟเวอร์

หน่วยงานซ่อมบำรุงเป็นหน่วยงานหนึ่งของอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซ็นเตอร์ โดยในการปฏิบัติและดำเนินงานซ่อมบำรุงมีเจ้าหน้าที่ประกอบด้วย หัวหน้าหน่วยซ่อมบำรุง วิศวกรไฟฟ้า ช่างไฟฟ้า วิศวกรเครื่องกล ช่างเครื่องกล โดยลักษณะงานที่ปฏิบัติเป็นการให้บริการดูแลบำรุงรักษาและซ่อมบำรุงระบบพื้นฐานต่างๆ เช่น ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบไฟฟ้าสื่อสาร ระบบปรับอากาศ ระบบดับเพลิง ระบบสุขาภิบาล ควบคุมดูแลงานซ่อมบำรุงรักษาระบบภายในอาคาร ซึ่งในปัจจุบันการดำเนินงานไม่ได้มีการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบ ไม่มีการวางแผนงานทำการซ่อมบำรุงตามมาตรฐานของแต่ละระบบ ส่งผลให้เกิดปัญหาขึ้นกับระบบเป็นจำนวนมากทำให้ต้องใช้งบประมาณในการดูแลระบบที่สูงมาก

ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะมีการปรับปรุงและพัฒนารูปแบบการบริหารเพื่อดำเนินงานซ่อมบำรุงของอาคารศูนย์ข้อมูลให้สมบูรณ์เหมาะสมยิ่งขึ้น อีกทั้งยังไม่เคยมีผู้ใดศึกษาเรื่องนี้ในอาคารศูนย์ข้อมูลมาก่อน จึงเลือกที่จะศึกษาพัฒนาเพื่อประโยชน์แก่องค์กรโดยผู้วิจัยจะทำการศึกษาระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ซึ่งเป็นระบบที่เป็นหัวใจหลักของอาคารดาต้าเซ็นเตอร์หรืออาคารศูนย์ข้อมูลที่ต้องการน้ำเย็นสำหรับจ่ายให้กับเครื่องปรับอากาศทั้งอาคาร เช่น Air Handing Unit, Fan Coil Unit, Precision Air Unit เป็นต้น

ระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นระบบที่สำคัญและจำเป็นสำหรับอาคารศูนย์ข้อมูลหรืออาคารดาต้าเซ็นเตอร์ที่เป็นสถานที่เก็บข้อมูลขนาดใหญ่ของสถานประกอบการแต่ละเจ้าที่มา

ฝากข้อมูลต่างๆรวมถึงระบบเซิฟเวอร์เอาไว้ ซึ่งเดิมทีระบบเหล่านี้ไม่มีการซ่อมบำรุงดูแลรักษาทั้งแบบเชิงป้องกันและการบำรุงรักษาเชิงรุก เมื่อเกิดการเสียของอุปกรณ์แล้วถึงมีการจ้างซ่อมเข้ามา มีการเรียกซ่อมบ่อยครั้ง ใช้งบประมาณเกินจากงบที่ได้ตั้งไว้ในแต่ละปี จึงได้หาวิธีเพื่อที่จะเข้ามาจัดการบริหารงานซ่อมบำรุงให้ได้ตามมาตรฐาน เพื่อยืดอายุการใช้งาน ลดการเสื่อมสภาพก่อนเวลา และลดค่าใช้จ่ายในงานดูแลและซ่อมบำรุงของระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ที่สำคัญสำหรับอาคารศูนย์ข้อมูลนี้

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาข้อมูลและคิดแนวทางในการดูแลและซ่อมบำรุงรักษาระบบให้ได้มาตรฐาน เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างเสถียรหรืออยู่ในสภาพที่ใช้งานอย่างสม่ำเสมอ สามารถรองรับความต้องการน้ำเย็นของอาคารได้ตลอดเวลา และ ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้มากที่สุด ดังนั้นจึงเล็งเห็นความสำคัญของการจัดทำงานบำรุงรักษาตามทฤษฎีการบำรุงรักษา ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเสื่อมสภาพก่อนเวลา และลดเวลาการหยุดการทำงานของอุปกรณ์ที่สำคัญ และได้มีการพัฒนาการซ่อมบำรุงในรูปแบบของงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันให้มีความชัดเจนและเป็นระบบมากขึ้นโดยอาศัยทีมงานบริหารของฝ่ายอาคารและทีมงานผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทผู้ผลิต มาร่วมในการดำเนินการและในแผนงานให้ได้ตามรอบการซ่อมบำรุง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนางานซ่อมบำรุงหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ให้ได้มาตรฐานและเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ
2. เพื่อให้องค์กรสามารถลดค่าใช้จ่ายการดูแลซ่อมบำรุงรักษาระบบและสามารถประหยัดงบประมาณขององค์กรได้มากขึ้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาและพัฒนางานซ่อมบำรุงหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) สำหรับอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซนเตอร์แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยใช้หลักการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันเข้ามาดำเนินการเพิ่มเติมในงานซ่อมบำรุงระบบเก่าที่ทำอยู่ จัดทำแผนการทำงานประจำปีและขั้นตอนการดำเนินงานให้ได้ตามมาตรฐานของทางผู้ผลิต ดำเนินการทำตามแผนและขั้นตอนที่ได้วางไว้และเก็บผลเป็นระยะเวลา 1 ปี เพื่อนำมาวิเคราะห์สรุปผลการวิจัย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การวางแผนงานซ่อมบำรุงที่ดีสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นและสามารถใช้งบประมาณได้คุ้มที่สุด

2. ระบบงานซ่อมบำรุงที่ดีส่งผลให้อุปกรณ์สามารถใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอและมีเสถียรภาพ

1.5 แผนการดำเนินการ

1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอาคารสถานที่จากฐานข้อมูลที่หน่วยงานนี้ได้เก็บเอาไว้

2. ศึกษาความหมายและความสำคัญของอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซ็นเตอร์

3. ศึกษาระบบงานซ่อมบำรุงระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

4. ศึกษาหลักการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนางานซ่อมบำรุงในอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซ็นเตอร์

5. รวบรวมข้อมูลงานซ่อมบำรุงในระบบเก่าเพื่อนำมาวิเคราะห์และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ

6. ใช้หลักการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเข้ามาพัฒนาระบบและปรับใช้ให้เหมาะสม

7. ทำการเก็บข้อมูลที่ได้จากการพัฒนาระบบแล้ว นำมาวัดผล และ นำไปปรับปรุงใช้งานกับอุปกรณ์อื่นๆในอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซ็นเตอร์ได้

8. สรุปผลและจัดทำรายงานการศึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้นำหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) มาพัฒนางานซ่อมบำรุงระบบต่างๆในอาคารศูนย์ข้อมูลเพื่อไม่ให้เกิดการเสียโดยไม่จำเป็น สามารถทำงานได้ตามปกติตามที่ต้องการ ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ซึ่งผู้ค้นคว้าได้ทบทวนทฤษฎี แนวคิด และผลงานค้นคว้าอิสระที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาดังนี้

2.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษา (Maintenance)

2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับอาคารศูนย์ข้อมูล (Data Center)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษา

ในอดีตการบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นไปอย่างง่ายๆ และมีผลกระทบไม่มากต่อคุณภาพและการผลิต แต่ในปัจจุบันเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ มีความซับซ้อนมากขึ้น และมีผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตและคุณภาพของสินค้า ความสำคัญของการบำรุงรักษาจึงเพิ่มสูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณและคุณภาพของการผลิตมาจากการบำรุงและการจัดการที่ดี ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเพิ่มสูงขึ้นและค่าใช้จ่ายในการผลิตลดลง

(รัชศักดิ์ สารนอก, ม.ป.ป.) **การบำรุงรักษา (Maintenance)** หมายถึง การพยายามรักษาสภาพของเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ ให้มีสภาพที่พร้อมจะใช้งานอยู่ตลอดเวลา การบำรุงรักษานั้นครอบคลุมไปถึงการซ่อมแซมด้วย ในงานบริหารการผลิตหรือการบริการมักจะหลีกเลี่ยงงานเพิ่มเติมที่สำคัญงานหนึ่งคือการซ่อมและบำรุงรักษาไปไม่ได้ถึงแม้ว่างานซ่อมและบำรุงรักษาไม่ใช่งานผลิตโดยตรงแต่งานซ่อมและบำรุงรักษาก็มีบทบาทช่วยให้การผลิตและการบริการขององค์กรนั้นเป็นไปอย่างราบรื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกปัจจุบันที่การผลิตและการบริการจำเป็นที่จะต้องอาศัยอุปกรณ์และเครื่องจักรมากขึ้นการที่เครื่องจักรเกิดขัดข้องขึ้นมากะทันหันหรือไม่สามารถใช้งานได้จะทำให้มีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพการผลิตและการบริการนั้น

ประเภทของงานบำรุงรักษา

1. การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาตามกำหนดตามระบบที่วางไว้ เป็นงานที่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า สามารถเตรียมการไว้ล่วงหน้า กำหนดระยะวัน เวลา สถานที่และจำนวนผู้ปฏิบัติงานที่จะเข้าไปดำเนินการ การบำรุงรักษาประเภทนี้จะมีปัญหาน้อย เพราะมีเวลาเตรียมการล่วงหน้าได้ทุกขั้นตอน

2. การบำรุงรักษานอกแผน (Unplanned Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหายอย่างกระทันหัน ต้องรีบเร่งทำการบำรุงรักษาทันทีให้เสร็จเรียบร้อยทันการใช้งาน การบำรุงรักษาประเภทนี้จะเกิดปัญหามากกว่าการบำรุงรักษาตามแผนชนิดของงานบำรุงรักษา

ตามปกตินั้นมักจะรู้จักคำว่า การซ่อมแซม หรือ การซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหายขึ้นมา แต่งานบำรุงรักษาไม่ได้มีเฉพาะการซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรขัดข้องเพียงอย่างเดียวซึ่งสามารถแบ่งการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ออกเป็น 6 ชนิด คือ

1. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) คือ การบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อป้องกันเหตุขัดข้อง หรือการชำรุดของ เครื่องมือเครื่องใช้โดยฉุกเฉิน ทำได้ด้วยการตรวจสภาพเครื่อง การทำความสะอาด และการหล่อลื่นอย่าง ถูกวิธี การปรับแต่งให้เครื่องทำงานตามวัตถุประสงค์ตามคำแนะนำของคู่มือรวมทั้งการตรวจสอบและเปลี่ยนอะไหล่ตามกำหนดเวลา

2. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Break down Maintenance) คือ เป็นการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเกิดการชำรุดและต้องหยุดโดยฉุกเฉิน เป็นวิธีการดั้งเดิมในการบำรุงรักษา แต่ยังจำเป็นต้องนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากเครื่องทั้งหลาย แม้ว่าจะได้รับการบำรุงรักษาป้องกันเยี่ยมเพียงใด ก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุขัดข้อง ต้องหยุดใช้เครื่องโดยฉุกเฉินได้ตลอดเวลา

3. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) คือ เป็นการดำเนินการเพื่อดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือ เครื่องใช้หรือ ส่วนประกอบของเครื่อง เพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื้อรังของเครื่องให้หมดไป และปรับปรุงสภาพของเครื่องให้สามารถทำงานได้อย่างมีคุณภาพ

4. การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention) คือความต้องการให้มีงานบำรุงรักษาน้อยที่สุดและไม่มีงานบำรุงรักษาเพิ่มขึ้น เป็นแนวคิดที่จะพยายามออกแบบเครื่องจักรให้มีการบำรุงรักษาน้อยที่สุด หรือไม่มีเลยหากจำเป็นต้องทำได้โดยง่ายและสิ้นเปลืองเวลาน้อยลง

5. การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance) คือ เป็นกรรมวิธีการบำรุงรักษาที่นำเอาการบำรุงรักษาที่ 1-4 มาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมการปฏิบัติงานขององค์กรให้เกิดผลสูงสุด การบำรุงรักษาที่ดีจะใช้ชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิด การ “ทวีผล” และมีสัมฤทธิภาพสูงสุด

6. การบำรุงรักษาทวีผลรวม (Total Productive Maintenance) คือ เป็นการระดมคนทุกคนที่เกี่ยวข้อง (เจ้าของเครื่อง, ผู้รับผิดชอบเครื่อง, ผู้ใช้เครื่อง) และผู้ที่ทำหน้าที่บำรุงรักษาโดยตรงให้มีส่วนรับผิดชอบใน การบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆให้สามารถใช้งานได้

(นายช่างมาแชร์, ม.ป.ป.) ดัชนีชี้วัดคุณภาพของงานซ่อมและการบำรุงรักษา (Maintenance KPI's)

ตัวแปรสำคัญที่มีผลกระทบต่องานซ่อมบำรุงจะมี 5 ตัวแปรสำคัญๆคือ

1. การชำรุดของเครื่องจักรแบบไม่พึงประสงค์ (Efficiency & Downtime) ในตัวแปรแรกเป็นตัวแปรที่บ่งชี้ว่า การชำรุดของเครื่องจักรมีมากน้อยแค่ไหน ซึ่งเวลาเราใช้งานเครื่องจักรอยู่นั้น หากเกิดการชำรุดเสียหายขึ้นมา เครื่องจักรทำการผลิตต่อไม่ได้ แล้วทีมซ่อมต้องไปซ่อมกลับมา เวลาที่สูญเสียไปนั้น เราจะเรียกว่า "Down time" ซึ่ง downtime จะเป็นค่าที่บอกเปอร์เซ็นว่าตลอดเวลาที่เราเดินเครื่องจักรมามีการหยุดซ่อมโดยที่ไม่พึงประสงค์ โดยค่าทั่วๆไป โดยมาตรฐานจะกำหนดประมาณ 10% หรือน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

2. การบริหารจัดการประเภทของใบงานซ่อม (Maintenance work order management) ในหัวข้อนี้จะเป็นการพยายามบริหารงานซ่อมบำรุงรักษา ในแต่ละประเภท เช่น PM (Preventive Maintenance), CM (Corrective Maintenance) หรือแบบอื่นๆ นัยสำคัญของหัวข้อนี้คืองานซ่อมประเภท CM (Corrective Maintenance) หรือการเข้าไปซ่อมเมื่อเครื่องจักรเกิดความผิดปกติขึ้นแล้วจะต้องน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยค่านี้จะไปสัมพันธ์กับจำนวนแผนงานซ่อมที่เราเข้าไปบำรุงรักษาอุปกรณ์หรือการวางแผนเข้าไปซ่อมก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดความผิดปกติ หรือ PM (Preventive Maintenance) โดยจะกำหนดสัดส่วน PM/CM จะอยู่ที่ประมาณ 2.5 เท่า

3. การตอบสนองของทีมซ่อม (Maintenance responsible ability) การตอบสนองที่ดีของทีมงานซ่อมสามารถลดระยะเวลา downtime ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยการนับเวลางานซ่อมบำรุงหรือ Repairing Time จะนับตั้งแต่เมื่อเครื่องจักรเสียหาย หลังจากนั้นจะเป็นขั้นตอนการออกใบแจ้งซ่อม (Maintenance notification) ⟶ วางแผนและเตรียมของสำหรับงานซ่อม (spare parts and planning) ⟶ เข้าไปทำการซ่อม (Repairing and corrective action) ⟶ เดินเครื่องจักรกลับมาเป็นปกติ (Start-up and operation) โดยขั้นตอนในแต่ละ step เช่น กระบวนการในการวางแผนงาน กระบวนการบริหารจัดเก็บคงคลัง (warehouse & stock management) กระบวนการจัดซื้อจัดจ้าง ตลอดจนความสามารถของช่างซ่อมของเรา โดยเวลาที่ใช้จะมากหรือจะน้อยจะสามารถบ่งบอกประสิทธิภาพในการตอบสนองของทีมงานซ่อมและการบำรุงรักษา โดยตัวแปรที่วัดจะเป็นค่า MTBF (Mean Time Between Failure), MTBR (Mean Time Between Repair), MTTR (Mean Time To Repair), MTTD (Mean Time To Discovery)

4. ประสิทธิภาพและอายุการใช้งานเครื่องจักร (Asset life cycle & performance) ในการวัดประสิทธิภาพรวมถึงอายุการใช้งานเครื่องจักร ทางโรงงานจะต้องมีการลงทะเบียน รวมถึงรายละเอียดของเครื่องจักรนั้นๆให้ครบถ้วน เช่น ชนิดของเครื่องจักร รุ่น คุณสมบัติและกำลังการผลิตต่างๆ รวมไปถึงการลงทะเบียนอะไหล่สำหรับงานซ่อมของเครื่องจักรตัวนั้นๆให้ชัดเจน และครบถ้วน เพื่อที่จะสามารถนำมาวิเคราะห์ถึงอายุการใช้งานของแต่ละช่วงเวลา ลักษณะการเสียหาย (failure mode) หรือ การให้ความสำคัญต่อเครื่องจักรในโรงงานนั้นๆมากน้อยแค่ไหนโดยประสิทธิภาพการวัดเครื่องจักรจะมีหลายตัวแปรที่วัด เช่น ค่าของ ค่าความพร้อมในการเดินเครื่องจักร (Availability), ดัชนีการใช้พลังงาน (EI; Energy index) หรือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์

5. ค่าใช้จ่ายในงานซ่อมและการบำรุงรักษา (Maintenance cost and budget) ในส่วนของงานซ่อมและการบำรุงรักษา บางโรงงานที่มีสเกลขนาดใหญ่จะมีงบในการใช้จ่ายสำหรับงานซ่อมบำรุงสูงมาก ดังนั้นในการควบคุมค่าใช้จ่ายในงานซ่อมแต่ละครั้ง หากมีประวัติงานซ่อมที่ดี เราก็สามารถทำนายล่วงหน้าได้ หรือประเมินค่าบริการงานซ่อมและค่าบริการได้ โดยการตั้งตัวแปรที่ใช้ในการบ่งบอกประสิทธิภาพในการใช้งบประมาณ ทำเป็นในลักษณะของการใช้งบประมาณให้พอดีกับที่ตั้งไว้ เช่น การใช้งบดำเนินการเทียบกับงบที่ได้ตั้งไว้ (Budget usage utilization), โดยอาจจะแยกเป็นหมวดหมู่ต่อไป เช่น ค่า Service, ค่า spare-parts และ ค่า man-power ต่างๆครับ เพื่อดูลักษณะการใช้และบริหารงบประมาณ

(ENCO, n.d.) ผลจากการจัดมาตรฐานการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง

การจัดการให้มีการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันความเสียหายอย่างมีระบบนี้ ทำให้เกิดผลต่อเนื่องที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินงานของโครงการดังต่อไปนี้

1. ทำให้สามารถซ่อมเครื่องจักรอุปกรณ์และเครื่องมือที่ชำรุดได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ผู้ซ่อมไม่ต้องเสียเวลาวินิจฉัยสาเหตุและวิธีแก้ไขอาการที่ปรากฏออกมาและยังช่วยให้ซ่อมได้ถูกจุด

2. สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานซ่อมและบำรุงรักษา โดยยกสาเหตุและวิธีแก้ไขแต่ละเรื่องไปเป็นหัวข้อเรื่องสำหรับพิจารณาการเขียนคู่มือปฏิบัติงาน

3. ใช้วางแผนหรือกำหนดแผนงานบำรุงรักษา โดยการนำเอาผลการวิเคราะห์แนวโน้มว่าเครื่องจักรจะถึงกำหนดการชำรุดเมื่อใด

4. ใช้เป็นแนวทางของการจัดเตรียมอะไหล่สำหรับการซ่อม และบำรุงตลอดจนการจัดเตรียมงานเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องอีกด้วย

5. ใช้เป็นข้อมูลในการวินิจฉัยเครื่องจักรนั้น เพื่อพิจารณาว่าสมควรจะใช้ต่อไปหรือสมควรเลิกใช้หรือควรจะปรับปรุงอย่างไรให้มีประสิทธิภาพดังเดิม

2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

(วิกิพีเดีย, 2562) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นการวางแผนโดยกำหนดระยะเวลาในการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่หรือการโอเวอร์ฮอลเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น จะเป็นการวางแผนการป้องกันไว้ล่วงหน้าทำให้ไม่ต้องหยุดการใช้งานสินทรัพย์หรืออุปกรณ์แบบฉุกเฉิน โดยทั่วไประยะเวลาในการทำงานสามารถหาข้อมูลอ้างอิงได้จากคู่มือของผู้ผลิตหรือจากแผนการบำรุงรักษาที่ใช้งานอยู่ เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องและกรองน้ำมัน, การเปลี่ยนกรองอากาศรถยนต์ ข้อดีของการดำเนินการคือสามารถทำการวางแผนการบำรุงรักษาและแผนการใช้สินทรัพย์ได้ง่าย โดยทั่วไปมักจะปฏิบัติตามคู่มือผู้ผลิต ทำให้สามารถใช้งานสินทรัพย์ได้มากกว่าการบำรุงรักษาแบบแก้ไข ข้อสังเกต โดยทั่วไปไม่สามารถรู้หรือขาดข้อมูลที่จะประมาณอายุการใช้งานสินทรัพย์ เพิ่มความเสี่ยงความเสียหายที่เกิดขึ้นหลังงานบำรุงรักษา (ถ้าไม่ทำการบำรุงรักษาสินทรัพย์ก็จะไม่ชำรุด หรืออาจกล่าวได้ว่าการบำรุงรักษาเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการชำรุดของสินทรัพย์) ประสิทธิภาพและประสิทธิผลิตของแผนการบำรุงรักษาตามคู่มือผู้ผลิต

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) มีความสำคัญดังนี้

1. ลดปัญหาความขัดข้องระหว่างการผลิต การป้องกันด้วยแนวคิด Preventive Maintenance ช่วยลดปัญหาความขัดข้องระหว่างการผลิตได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องจักรในชิ้นส่วนต่างๆ ที่อาจเกิดความเสียหาย จะทำให้เราสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดในเบื้องต้นได้อย่างทันท่วงที และไม่ก่อให้เกิดปัญหาการผลิตล่าช้า จนทำให้เกิดการค้างสต๊อกหรือการสูญเสียรายได้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

2. ยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น Preventive Maintenance คือ การป้องกันความเสียหายที่สามารถยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรให้ยาวนานมากยิ่งขึ้นด้วยการรักษาชิ้นส่วนต่างๆ และสภาพของเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่ดี โดยการหมั่นตรวจเช็คอย่างสม่ำเสมอ

3. สร้างผลผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเมื่อเรามีมาตรการป้องกันความเสียหายของเครื่องจักรเป็นอย่างดีแล้ว แน่นอนว่าจะช่วยทำให้เครื่องจักรสามารถสร้างผลผลิตและสินค้าต่างๆ ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้อย่างแน่นอน อีกทั้งยังช่วยในการลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ที่เกิดจากปัญหาขาดการบำรุงรักษาได้อีกเช่นกัน

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับอาคารศูนย์ข้อมูล (Data Center)

(พงศ์สุข หิรัญพฤกษ์ , 2559) การสร้างศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ตหรือ Data Center นั้น มีมาตรฐานที่เรียกว่า ANSI/TIA-942 กำหนดระดับคุณภาพของ Data Center ออกเป็น 4 ระดับ หรือที่เรียกในวงการว่า Tier ซึ่งแค่ Tier 1 มาตรฐานขั้นต่ำสุดสำหรับการเป็น IDC กำหนดว่าระบบต้องทำงานได้อย่างน้อย 99.671% หรือในหนึ่งปีระบบล่มได้ไม่เกิน 28.83 ชั่วโมง ส่วน Tier 4 ที่เป็นมาตรฐานสูงสุดกำหนดให้ระบบต้องทำงานได้ 99.995% หรือปีหนึ่งล่มได้ไม่เกิน 26.28 นาที และต้องมีระบบสำรองพร้อมทำงานเสมอ โดยมาตรฐานทั้ง 4 มีรายละเอียดคร่าวๆ ดังนี้

Tier 1 ระบบต้องทำงานได้อย่างน้อย 99.671% หรือในหนึ่งปีระบบล่มได้ไม่เกิน 28.8 ชั่วโมง แต่ไม่มีระบบทำงานสำรอง

Tier 2 ระบบต้องทำงานได้อย่างน้อย 99.741% หรือในหนึ่งปีระบบล่มได้ไม่เกิน 22 ชั่วโมง ต้องมีระบบทำงานสำรองด้วย

Tier 3 ระบบต้องทำงานได้อย่างน้อย 99.982% หรือในหนึ่งปีระบบล่มได้ไม่เกิน 1.6 ชั่วโมง ต้องมีระบบทำงานสำรอง มีไฟฟ้าสำรอง และช่องทางเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสำรอง

Tier 4 ระบบต้องทำงานได้อย่างน้อย 99.995% หรือในหนึ่งปีระบบล่มได้ไม่เกิน 24 นาที ต้องมีระบบทำงานสำรอง มีไฟฟ้าสำรอง ช่องทางเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสำรอง และทุกอย่างที่เกี่ยวกับระบบใน IDC ก็ต้องมีตัวสำรอง เช่นระบบแอร์ ระบบดับเพลิง ฯลฯ

ภาพที่ 2.1 การออกแบบอาคาร Data Center

ที่มา: https://www.beartai.com/article/tech-article/94524

การออกแบบเฉพาะของ Data Center

(ศิริวรรณ ภิรมย์ฤทธิ์, ม.ป.ป.) ระดับของศูนย์ข้อมูลหรือ Data Center Tiers แบ่งออกเป็น 4 ระดับ เริ่มตั้งแต่ระดับ Tier I ถึง Tier IV ทั้งนี้ในการประเมินศูนย์ข้อมูลของแต่ละองค์กรจะต้องมีข้อกำหนดที่ชัดเจน (Turner, 2010) ดังต่อไปนี้

1. Redundancy คือ การเตรียมระบบสำรอง เพื่อทดแทนระบบหลักที่อาจจะเกิดความบกพร่อง โดย Redundancy ที่เป็น “N” ก็หมายถึงมีเพียงระบบเดียว ไม่มีระบบสำรอง ส่วน “N+1” จะหมายถึง ระบบต้องการ จำนวนอุปกรณ์เท่ากับ N ตัว ก็เตรียมไว้ N+1 ตัว กรณีที่ อุปกรณ์ในระบบ N+1 เสียไปเพียงหนึ่งตัวระบบจะสามารถ ทำงานต่อไปได้ตามปกติ ดังนั้น ระบบต้องเป็น “N after any failure” คือ ถ้าระบบใดระบบหนึ่งล่มต้องมีระบบหนึ่งทดแทนทันทีระบบจะไม่หยุดทำงาน

2. Distribution Paths คือ จำนวนสายป้อนที่ เตรียมไว้ให้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ Tier III และ Tier IV ต้องการอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่สามารถรับไฟฟ้าได้ 2 สายคู่กันหรือที่เรียกว่า dual cord equipment

3. Concurrently Maintainable คือ ระบบ สามารถทำการบำรุงรักษาตามที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าได้ โดยไม่มีผลกระทบใดกับระบบโดยรวม ซึ่งผู้ดูแลระบบ สามารถซ่อมบำรุงระบบไปพร้อมกับมีการทำงานตามปกติ

4. Fault Tolerance to Worst Event ยอมรับความผิดพลาดที่เลวร้ายที่สุดกับเหตุการณ์ระบบต้องมีเสถียรภาพสูงสุด สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องไม่ว่าอะไรจะเกิดขึ้น รวมไปถึงความผิดพลาดของผู้ใช้ การออกแบบศูนย์ข้อมูล (Data Center) ลักษณะนี้จะเป็นระบบที่ active ทั้ง 2 ด้าน

5. Compartmentalization คือ การแบ่งพื้นที่ ที่ติดตั้งอุปกรณ์ที่มีความสำคัญกับระบบออกเป็นสัดส่วน เมื่อเกิดเหตุการณ์ความผิดปกติกับอุปกรณ์หนึ่งจะไม่ กระทบกับอุปกรณ์ตัวอื่นที่เหลือ

6. Continuous Cooling คือ ระบบทำความเย็นที่สามารถทำความเย็นให้กับ data center อย่างต่อเนื่องซึ่งมี Tier IV เท่านั้นต้องการ Higher tier

คุณสมบัติของ Data Center

ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบของการใช้บริการ Web Hosting หรือจะเป็นระดับ Super Computer ก็ตามต่างก็จำเป็นต้องใช้ Data Center กันทั้งนั้น โดย Data Center หมายถึงพื้นที่ห้องที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อเป็นที่ตั้งของ Server ซึ่งจะส่งเสริมให้การทำงานของเครื่อง server ให้มีความเสถียรมากที่สุด ในประเทศไทยได้มีผู้ให้บริการ Data Center อยู่หลายรายขึ้นอยู่กับคุณภาพและราคาที่ต่างกันออกไป โดยผู้ให้บริการ Data Center จะแบ่งพื้นที่สำหรับการนำ Server ไปตั้งวางไว้ได้ บางแห่งก็อาจจะนำเสนอเป็นห้อง ๆ ให้เช่า ส่วนอัตราการให้บริการสำหรับการเช่าพื้นที่วาง

เครื่อง Server ขนาด Rack 1 U จะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,000 – 5,000 บาท ทั้งนี้ ปัจจัยหลัก ๆ ที่จำเป็นต่อการพิจารณา Data Center ที่ดี ผู้สนใจสามารถเลือกจากองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น

1. Network ความเร็วสูง เพื่อดูแลทุกการติดต่อสื่อสารระหว่าง Server กับ Data Center ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ, รวดเร็วและเสถียรมากที่สุด เครื่อง Server แต่ละเครื่องจะต้องเชื่อมต่อกับ ISP ผ่านสาย Gigabit ที่มีช่องสัญญาณ (Bandwidth) มากและมีความเร็วสูงสุด ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญอันดับต้น ๆ ที่ Data Center ที่ดีต้องมี

2. ระบบสำรองไฟ Server ที่ตั้งอยู่ในห้อง Data Center เป็นอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ที่ใช้ไฟควบคุมการทำงาน และเป็นลักษณะการทำงานของ Server นั้นจะเดินเครื่องตลอด 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง ดังนั้นเพื่อป้องกันความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นกับ Server ในกรณีที่ไฟตก หรือ ไฟดับ Data Center ที่ดีจึงต้องมีการติดตั้งระบบสำรองไฟที่ได้มาตรฐานและได้รับการตรวจสอบเป็นประจำว่าสามารถใช้งานทดแทนได้ทันที หากเกิดปัญหากับระบบไฟหลักไม่ว่าจากกรณีใด ๆ ก็ตาม

3. ทีมวิศวกรดูแล 24 ชั่วโมง เพราะเครื่อง Server คือแหล่งเก็บรวบรวมข้อมูลสำคัญที่เป็นความลับของกิจการ ดังนั้น Data Center ที่ดีจึงต้องได้รับการดูแลและตรวจเช็คสถานะของเครื่อง Server ต่าง ๆ ภายในห้อง Data Center ว่ามีการทำงานที่ผิดปกติบ้างหรือไม่

4. ควบคุมอุณหภูมิให้เย็นคงที่ตลอดเวลา ด้วยลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าหากใช้ทำงานต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน เครื่องจะมีความร้อนสะสม เช่นเดียวกันกับเครื่อง Server หลาย ๆ เครื่องที่ตั้งวางอยู่รวมกันและต้องทำงานประมวลผลตลอดเวลา ก็ย่อมต้องแผ่ความร้อนออกมาภายในห้อง Data Center ดังนั้น อุณหภูมิภายในห้อง Data Center จึงควรตั้งไว้ที่ 25 องศาเป็นปกติและต้องมอนิเตอร์ให้ความเย็นคงที่ในระดับนี้ตลอดเวลา ในกรณีที่ Sever อยู่ในห้องที่มีความร้อนสูงก็จะมีความเสี่ยงทำให้ระบบการทำงานของเว็บไซต์ล่ม หรือ เครื่อง Server พังได้เช่นกัน

5. ระบบรักษาความปลอดภัย นอกจากการดูแลรักษา Data Center ให้ทำงานตอบสนองได้ฉับไวแล้ว ต้องยอมรับว่าสถานะของ Data Center ก็คือศูนย์การเก็บข้อมูลที่เป็นความลับของกิจการ ดังนั้นการเข้าออกห้อง Data Center จึงจำเป็นต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยที่เข้มงวด เช่น ระบบสแกนม่านตา หรือ ระบบสแกนลายนิ้วมือ เป็นต้น

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สืบพงษ์ มาลี (2554) ได้ศึกษาปรับปรุงงานซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศและระบบน้ำประปาภายในอาคารสถาบันแห่งชาติเพื่อการพัฒนาเด็กและครอบครัวมหาวิทยาลัยมหิดล โดยกำหนดรูปแบบในการดำเนินงานซ่อมบำรุง อาศัยหลักการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน การจัดทำฐานข้อมูลงานซ่อมบำรุงระบบต่างๆเชิงป้องกัน ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบ และความสัมพันธ์

เกี่ยวกับระบบบำรุงรักษาการจัดทำแผนบำรุงรักษาทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศลงได้ 46,611 บาท คิดเป็นร้อยละ 83 จากปีก่อนที่จะทำการปรับปรุงระบบการทำงาน

กำพล ไหวดี (2560) ได้ศึกษาและปรับปรุงงานซ่อมบำรุงระบบรถไฟฟ้า ได้มีการพัฒนางานซ่อมบำรุงโดยใช้หลักการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเข้ามาประยุกต์ใช้กับงาน ได้กำหนดมาตราฐานการซ่อมบำรุงให้ชัดเจนและดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ ให้พนักงานและผู้ปฏิบัติงานตามขั้นตอน ทำให้สามารถลดอัตราการเสียของอุปกรณ์ ลดเวลาการทำงานซ่อมบำรุง และ ลดค่าใช้จ่ายสำหรับงานซ่อมบำรุงลงได้ 7,692,842.27 บาท คิดเป็นร้อยละ15 จากปีก่อนที่จะทำการปรับปรุง

วรรณวิสา ถาวร (2560) ได้ศึกษาและปรับปรุงงานซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า ระบบสุขภัณฑ์ ระบบน้ำทิ้ง ได้มีการพัฒนางานซ่อมบำรุงโดยใช้หลักการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเข้ามาประยุกต์ใช้กับงาน และได้ใช้ระบบ CMMS เข้ามาเก็บข้อมูลช่วยวางแผนการทำงานซ่อมบำรุงรักษาระบบ ได้กำหนดมาตราฐานการซ่อมบำรุงให้ชัดเจนและดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ ให้สามารถลดอัตราการเสียของอุปกรณ์ ลดเวลาการทำงานซ่อมบำรุง และ ลดค่าใช้จ่ายสำหรับงานซ่อมบำรุงลงได้ ระบบปรับอากาศร้อยละ 65.48 ระบบไฟฟ้าร้อยละ 55.57 ระบบสุขภัณฑ์ร้อยละ 36.48 และ ระบบน้ำทิ้งร้อยละ 39.29 จากปีก่อนที่จะทำการปรับปรุงระบบการทำงาน

นิพนธ์ วัฒนาพูนชัย (2551) การศึกษาข้อมูลเดิมพบว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากงานซ่อมที่ไม่ได้วางแผนเป็น 3.2 เท่าของสัญญาบริการ คิดเป็นเงิน 633,970 บาท มีสาเหตุมาจากรอบการให้บริการในแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเดิมไม่สอดคล้องกับสภาพการใช้งานของเครื่องปรับอากาศนั้นๆ จึงมีการพัฒนาระบบการบำรุงรักษากระทำโดยการประยุกต์แนวทางการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลที่จะได้รับกับข้อมูลการชำรุดในส่วนประกอบต่างๆ ค้นหาสาเหตุ และหามาตรการป้องกันเพื่อให้ครอบคลุมการทำงานมากขึ้น อัตราการเกิดข้อขัดข้องลดลง ความเสียหายถูกจำกัดลง มีการปรับรอบเวลาการให้บริการ จัดทำแผน ปฏิบัติงานใหม่ และเพิ่มการตรวจสอบความเป็นฉนวน ความต้านทานขดลวด ในแผ่นตรวจสอบ ผลที่ได้จากการปฏิบัติงาน 4 เดือน พบว่าค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาโดยรวมลดลงเป็น 140,557.24 บาท หรือลดลงร้อยละ 53.13

ธวัชชัย สุวรรณประสม (2559) ทำการศึกษาแนวการลดความสูญเสียในการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของมอเตอร์กลุ่มที่มีความสำคัญจำนวน 239 ตัว จากมอเตอร์ในโรงงานทั้งหมด 350 ตัว มีการกำหนดขั้นตอนการซ่อมบำรุงรักษามอเตอร์ใหม่ โดยผลการดำเนินการสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงได้ร้อยละ 73.74 และได้นำผลการปรับปรุงไปใช้ในโรงงาน

สุขุม จันทร์ตรี (2539) การวิจัยนี้ได้มีการนำเอาหลักการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาปรับปรุงใช้กับโรงงานผลิตคอนกรีตเพื่อให้เกิดความเสียหายระหว่างการผลิตน้อยลง ให้มีความพร้อมในการทำการผลิตมากขึ้นและสามารถลดค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุงระบบลงได้ ผลของการวิจัยพบว่าสามารถลดต้นทุนในการซ่อมบำรุงจากเดิมลงได้ 204,688 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 20 ต่อปีของโรงงานผลิตคอนกรีตแห่งนี้

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนางานซ่อมบำรุงรักษาระบบหอระบายความร้อน(Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ในอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซ็นเตอร์แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครในช่วงปี 2561 พบว่าการบำรุงรักษาในรูปแบบเดิมของทางอาคารแห่งนี้มีการเสียของอุปกรณ์หลักและอุปกรณ์ประกอบบ่อยครั้ง มีการดำเนินการซ่อมบำรุงเมื่อมีการเสียหรือปัญหาเกิดขึ้น โดยจะทำการซ่อมเป็นกรณีไป ส่งผลให้ไม่สามารถประเมินหรือควบคุมงบประมาณได้และทำให้มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูงเกินงบประมาณประจำปีที่ได้ตั้งไว้

การดำเนินงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาพัฒนาระบบงานซ่อมบำรุงในอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซ็นเตอร์ ได้มีการจัดทำฐานข้อมูลงานซ่อมบำรุงระบบต่างๆในอาคาร จัดทำขั้นตอนการซ่อมบำรุงระบบ จัดทำแผนงานซ่อมบำรุง รวมถึงการลดค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุงรักษาระบบให้ได้ตามงบประมาณประจำปีที่ได้กำหนดไว้ของหน่วยงาน เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถรองรับความต้องการของลูกค้าที่สำคัญของทางอาคาร โดยได้ทำการศึกษาวิจัยตามวิธีดังนี้

3.1 ขั้นตอนระเบียบวิธีการศึกษาและพัฒนางานซ่อมบำรุงรักษา

3.1.1 ศึกษาข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอาคารสถานที่จากฐานข้อมูลที่หน่วยงานนี้ได้เก็บเอาไว้

3.1.2 ศึกษาความหมายและความสำคัญของอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซ็นเตอร์

3.1.3 ศึกษาระบบงานซ่อมบำรุงระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

3.1.4 ศึกษาหลักการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนางานซ่อมบำรุงในอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซ็นเตอร์

3.1.5 รวบรวมข้อมูลงานซ่อมบำรุงในระบบเก่าเพื่อนำมาวิเคราะห์และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ

3.1.6 ใช้หลักการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเข้ามาพัฒนาระบบและปรับใช้ให้เหมาะสม

3.1.7 ทำการเก็บข้อมูลที่ได้จากการพัฒนาระบบแล้ว นำมาวัดผล และ นำไปปรับปรุงใช้งานกับอุปกรณ์อื่นๆในอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซ็นเตอร์ได้

3.1.8 สรุปผลและจัดทำรายงานการศึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ

3.2 ขั้นตอนในการวิจัย

ผู้ทำวิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลทั่วไปและข้อมูลงานซ่อมบำรุงระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้จากฐานข้อมูลของอาคารที่เก็บไว้ พบว่าทั้ง 3 ระบบนี้ มีการใช้งานอุปกรณ์สลับกันในช่วง 24 ชั่วโมง โดยมีจำนวนอุปกรณ์และรายละเอียดการทำงานดังข้อมูลในตารางที่ 3.1 , 3.2 และ 3.3

3.2.1 ขั้นตอนการศึกษาการทำงานของระบบ

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower)

ระบบหอระบายความร้อน	สถานที่	ระยะเวลาการทำงาน	รอบการทำงาน
Cooling Tower-01	ดาดฟ้าชั้น 2	00:00 – 12:00	สลับทุกสัปดาห์
Cooling Tower-02	ดาดฟ้าชั้น 2	12:00 – 24:00	สลับทุกสัปดาห์
Cooling Tower-03	ดาดฟ้าชั้น 2	เป็นตัวเสริมการทำงาน	สลับทุกสัปดาห์

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump)

ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน	สถานที่	ระยะเวลาการทำงาน	รอบการทำงาน
CDP-01	ห้อง Pump	00:00 – 12:00	สลับทุกสัปดาห์
CDP-02	ห้อง Pump	12:00 – 24:00	สลับทุกสัปดาห์
CDP-03	ห้อง Pump	เป็นตัวเสริมการทำงาน	สลับทุกสัปดาห์
CHP-01	ห้อง Pump	00:00 – 12:00	สลับทุกสัปดาห์
CHP-02	ห้อง Pump	12:00 – 24:00	สลับทุกสัปดาห์
CHP-03	ห้อง Pump	เป็นตัวเสริมการทำงาน	สลับทุกสัปดาห์

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

ระบบเครื่องทำน้ำเย็น	สถานที่	ระยะเวลาการทำงาน	รอบการทำงาน
Chiller no.1	ห้อง Chiller	00:00 – 12:00	สลับทุกสัปดาห์
Chiller no.2	ห้อง Chiller	12:00 – 24:00	สลับทุกสัปดาห์
Chiller no.3	ห้อง Chiller	เป็นตัวเสริมการทำงาน	สลับทุกสัปดาห์

ตารางที่ 3.1 ได้แสดงข้อมูลการทำงานของระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) โดยที่อาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้มีอุปกรณ์จำนวน 3 ชุด คือ Cooling Tower-01 , Cooling Tower-02 และ Cooling Tower-03 มีการทำงานสลับกันในแต่ละวันจำนวน 2 ชุด และ มี 1 ชุด เป็นตัวเสริมการทำงานกรณีฉุกเฉินหรือเมื่อการทำงานของอุปกรณ์หลักมีปัญหาเกิดขึ้นหรือไม่สามารถทำอุณหภูมิน้ำ Cooling ได้ตามที่เครื่องทำน้ำเย็นต้องการได้ ในแต่ละสัปดาห์จะมีการสลับตำแหน่งหน้าที่การทำงานกันทั้ง 3 ตัว วนไปให้ได้ชั่วโมงการทำงานของแต่ละชุดใกล้เคียงกัน ไม่ใช้ชุดใดชุดหนึ่งหนักจนเกินไป

ตารางที่ 3.2 ได้แสดงข้อมูลการทำงานของระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) โดยที่อาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้มีอุปกรณ์อยู่จำนวน 3 ชุด โดย 1 ชุดประกอบด้วย CDP และ CHP อย่างละ 1 ตัว ดังนี้ ชุดที่ 1 คือ CDP-01 และ CHP-01 ชุดที่ 2 คือ CDP-02 และ CHP-02 ชุดที่ 3 คือ CDP-03 และ CHP-03 มีการทำงานสลับกันในแต่ละวันจำนวน 2 ชุด และ มี 1 ชุด เป็นตัวเสริมการทำงานกรณีฉุกเฉินหรือเมื่อการทำงานของอุปกรณ์หลักมีปัญหาเกิดขึ้นหรือไม่สามารถทำ Flow ของน้ำได้ตามที่ระบบ

ต้องการ ในแต่ละสัปดาห์จะมีการสลับตำแหน่งหน้าที่การทำงานกันทั้ง 3 ชุด วนไปให้ได้ชั่วโมงการทำงานของแต่ละชุดใกล้เคียงกัน ไม่ใช้ชุดใดชุดหนึ่งหนักจนเกิดไป

ตารางที่ 3.3 ได้แสดงข้อมูลการทำงานของระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) โดยที่อาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้มีอุปกรณ์จำนวน 3 ชุด คือ Chiller-01 , Chiller-02 และ Chiller-03 มีการทำงานสลับกันในแต่ละวันจำนวน 2 ชุด และ มี 1 ชุด เป็นตัวเสริมการทำงานกรณีฉุกเฉินหรือเมื่อการทำงานของอุปกรณ์หลักมีปัญหาเกิดขึ้นหรือไม่สามารถทำอุณหภูมิน้ำ Chilled ได้ตามที่อุปกรณ์กระจายความเย็นต้องการได้ ในแต่ละสัปดาห์จะมีการสลับตำแหน่งหน้าที่การทำงานกันทั้ง 3 ตัว วนไปให้ได้ชั่วโมงการทำงานของแต่ละชุดใกล้เคียงกัน ไม่ใช้ชุดใดชุดหนึ่งหนักจนเกินไป

3.2.2 ขั้นตอนการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ

จากการที่ผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลในฐานข้อมูลของอาคารที่เก็บไว้เกี่ยวกับระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) พบว่าทุกระบบมีความสำคัญกับอาคารศูนย์ข้อมูลเป็นอย่างมากและการใช้งานระบบที่ผ่านมาพบปัญหาในหลายๆกรณี สามารถจำแนกได้ตามรายละเอียดดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบที่ทำการวิจัย

ลำดับ	ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
1	พบปัญหา Cooling Tower-01 มีเสียงดัง	พบว่าสายพานของมอเตอร์พัดลมหย่อน	ปรับตั้งสายพานใหม่
2	พบปัญหาสายพาน Cooling Tower-01 ชำรุด	สายพานเสื่อมสภาพและฉีกขาด	เปลี่ยนสายพานชุดใหม่
3	พบปัญหา Cooling Tower-01 มี Alarm water high level หลายครั้ง	พบว่าขา Electrode วัดค่าระดับน้ำชำรุด	ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ขา Electrode ใหม่
4	พบปัญหา Cooling Tower-02 มีเสียงดัง	พบว่าสายพานของมอเตอร์พัดลมหย่อน	ปรับตั้งสายพานใหม่
5	พบปัญหา Cooling Tower-03 high alarm	พบว่าลูกลอยกำหนดระดับน้ำชำรุดมีน้ำเข้า	ทำการเปลี่ยนลูกลอยชุดใหม่

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ลำดับ	ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
6	พบปัญหา Valve ท่อ CDS Cooling Tower 02 ค้าง เมื่อสั่งปิดจาก CMS	พบว่า Motorize valve ค้าง , ชำรุด	ทำการเปลี่ยน Motorize valve ชุดใหม่
7	พบปัญหา Cooling Tower 02 มีน้ำซึมเข้าลูกลอยและก้านลูกลอยงอ	พบว่าลูกลอยกำหนดระดับน้ำชำรุดมีน้ำเข้า	ทำการเปลี่ยนลูกลอยชุดใหม่
8	พบปัญหา Cooling Tower-01 มีเสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	พบว่า Pulley ของชุดมอเตอร์พัดลมชำรุด	ทำการกลึง Pulley ที่ชำรุดให้ได้ขนาด ใช้งานได้ปกติ
9	พบปัญหา Pulley Cooling Tower-03 ตอนทำงานมีอาการแกว่ง	พบว่าลูกปืนของชุด Pulley ชำรุด	ทำการเปลี่ยนลูกปืนใหม่ให้กับชุด Pulley
10	พบปัญหา Cooling Tower-03 Alarm Low Level	ขา Normal Electrode หัก	ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ขา Electrode ใหม่
11	พบปัญหา ท่อเติมน้ำ Cooling Tower-03 แตก ทำให้น้ำเติมตลอดเวลา	พบท่อน้ำผุกร่อน เสื่อมสภาพ	ทำการเปลี่ยนท่อน้ำใหม่
12	พบปัญหาอุปกรณ์ Diff Pressure Switch ปั๊ม CDP-03 ไม่ทำงาน	พบว่า Diff Pressure Switch ชำรุด	ทำการเปลี่ยนท่อ Diff Pressure Switch ใหม่
13	พบปัญหา Pressure gauge ฝั่งท่อ Discharge ของปั๊ม CDP-03 แสดงค่าได้ Pressure 12-15 Psi ต่ำกว่าปกติ	พบว่ามีการอุดตันที่ท่อทองแดงและ Filter ของอุปกรณ์ Pressure Gauge	ทำการถอดท่อทองแดงและ Pressure Gauge ออกมาทำความสะอาดและทำการทดสอบใช้งาน
14	พบปัญหาตู้ Control Panel ของ CDP-02 แสดงสถานะ Overload	พบว่าสาย Ground มีรอยบาดและมีจุดที่มีรอยไหม้ มีการลง Ground ทางไฟฟ้า	ทำการเปลี่ยนสาย Ground ใหม่ และ ทำการทดสอบระบบ สามารถทำงานได้ปกติ

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ลำดับ	ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
15	พบปัญหา pressure Gauge ท่อ CDS ของ CDP-02 ค่าไม่ขึ้น	พบว่า Pressure Gauge ชำรุด	ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ชุดใหม่ ทำการทดสอบระบบสามารถทำงานได้ปกติ
16	พบปัญหาหน้าแปลนท่อน้ำ CDS ก่อนเข้า CDP-02 มีน้ำรั่วซึม	พบว่าท่อ CDS มีรอยรั่ว	ทำการเชื่อมรอยรั่วบริเวณปั๊ม และทำการทดสอบระบบสามารถทำงานได้ปกติ
17	พบปัญหา CHP-01 ไม่สามารถ Control ON/OFF ชุดปั๊มได้	พบว่าแผงวงจรสำหรับ Control ปั๊มชำรุด ทำให้ไม่สามารถสั่งงานจากระบบ BAS ได้	ทำการเปลี่ยนแผงวงจรสำหรับชุด VSD ใหม่ ทำการทดสอบระบบสามารถทำงานได้ปกติ
18	พบปัญหา น้ำ Condense ที่ท่อ Chiller Supply บริเวณ ปั๊ม CHP-03	พบว่าฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นชำรุดฉีกขาดทำให้อากาศเข้าไปสัมผัสความเย็นของท่อน้ำได้	ทำการกรีดฉนวนและหุ้มใหม่ เพื่อไม่ให้อากาศเข้าไปสัมผัสท่อได้
19	พบปัญหาน้ำรั่วที่ CDP-01	พบว่ามีตระกรันเข้าไปจับชุด Seal ของปั๊ม ทำให้เกิดช่องว่างขึ้นทำให้มีน้ำผ่านออกมาได้	ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ชุดใหม่ ทดสอบระบบสามารถทำงานได้ปกติ
20	Chiller no.1 มี Alarm (NO ACTION-Software Problem(Unit)	พบว่าชุด Control ของ Chiller มีอาการ Error ก่อนหน้านี้มีไฟของการไฟฟ้าตก	ทำการ Reset ระบบใหม่ทดสอบระบบสามารถทำงานได้ปกติ
21	พบปัญหา ท่อ CHR บริเวณฝั่งเข้า Evaporator Chiller no.1 หุ้มฉนวนไม่ดีทำให้เกิด Condense	พบว่าฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็นชำรุดฉีกขาดทำให้อากาศเข้าไปสัมผัสความเย็นของท่อน้ำได้	ทำการกรีดฉนวนและหุ้มใหม่ เพื่อไม่ให้อากาศเข้าไปสัมผัสท่อได้

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ลำดับ	ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
22	พบปัญหา chiller ไม่ Rotate ตามเวลาที่กำหนด	พบว่าปฏิทินในระบบ CMS ไม่ตรงกับปัจจุบัน	แก้ไขโดยการตั้งค่าปฏิทินใน CMS เพื่อให้ตรงตามเวลาที่กำหนดใหม่
23	พบปัญหา Chiller no.3 ไม่ได้ Run แต่เกิด Alarm Communications fault (Unit or VFD)	พบว่าสาย LAN ที่เชื่อมต่อระหว่าง Chiller และ BAS ขาดการติดต่อ	ทำการเปลี่ยนสาย LAN ใหม่ ทดสอบระบบสามารถทำงานได้ปกติ
24	พบปัญหา วาล์ว MV3/4 หน้าเครื่อง Chiller no.3 หลอดไฟไม่แสดงสถานะ Close	พบว่าน็อตของขา Stopper สถานะหลอดไฟหลวม ทำให้สถานะไม่โชว์ จึงไม่สามารถสั่งให้ Chiller ทำงานได้	ทำการเปิดวาล์วและทำการขันกรวดน็อตยึดภายในตัววาล์วใหม่อีกครั้ง ทำการทดสอบระบบทำงานได้ตามปกติ
25	พบปัญหา Chiller no.2 Chiller no.2 alarm - Com stop surge Temperature	พบว่าท่อ Condensing Tube สกปรก ไม่ได้รับการบำรุงรักษาประจำปี	ทำการ Cleaning Tube ตามรอบประจำปีของทางเจ้าของผลิตภัณฑ์ ระบบทำงานได้ตามปกติ
26	พบปัญหา Chiller no.1 ขณะ Run โหลดสูงมากผิดปกติ	พบว่าท่อ Condensing Tube สกปรก ไม่ได้รับการบำรุงรักษาประจำปี	ทำการ Cleaning Tube ตามรอบประจำปีของทางเจ้าของผลิตภัณฑ์ ระบบทำงานได้ตามปกติ
27	พบปัญหา มีน้ำรั่วซึมที่ฝา Condenser Tube ของ Chiller no.3	พบว่าประเก็นของฝา Condenser Tube ชำรุด	ถอดออกมาทำความสะอาดและเปลี่ยนประเก็นใหม่ ระบบทำงานได้ตามปกติ

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ลำดับ	ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
28	พบปัญหา Chiller no.1 บริเวณ Service Valve มีคราบน้ำยา เหมือนมีการรั่วซึม	พบมีรอยรั่วบริเวณ Service Valve ท่อ Discharge 1 จุด	ทำการแก้ไขเชื่อมบริเวณที่ชำรุด ทำการทดสอบระบบทำงานได้ตามปกติ
29	พบปัญหา Chiller no.2 Switch to Chiller no.3 ตามคำสั่ง Rotate แต่ Chiller no.3 ไม่ทำงาน	พบว่าที่ตู้ Control Panel มีความสกปรก จากฝุ่น และ คราบน้ำมันในห้อง Chiller และที่ขั้ว Terminal ของชุด Control สกปรกด้วย	ทีมงานได้ทำการ Cleaning ตู้ Control Panel , Terminal , Socket สายไฟฟ้า ได้ทำการทดสอบระบบอีกครั้งปกติ
30	พบปัญหา Chiller no.2 ไม่สามารถทำงานได้ เมื่อมีการสั่งงานจากระบบ BAS	พบว่า Controller ของ Chiller รวน ไม่เชื่อมต่อกับระบบ BAS ของอาคาร	ทีมผู้ดูแลได้ทำการลงโปรแกรมใหม่ให้กับ Chiller เมื่อทำการทดสอบแล้วระบบทำงานปกติ
31	พบปัญหา Chiller no.1 หยุดทำงาน Alarm COMPR STOP - VFD Motor Overload	พบว่าโซลนอยด์ของชุดมอเตอร์แก๊ปชำรุด	ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ตัวใหม่ ทดสอบระบบทำงานได้ปกติ
32	พบปัญหา Temp ของ Chiller no.1 หน้าเครื่องกับ BAS แสดงค่าไม่ตรงกัน	พบว่าเทอร์โมเซ็นเซอร์ทำงานเพี้ยน ผิดปกติ	ทำการเปลี่ยนเทอร์โมเซ็นเซอร์ชุดใหม่ ทดสอบระบบเทียบกับ BAS พบว่าระบบทำงานปกติ
33	พบปัญหา Chiller no.01 Communication Fault (Unit or VFD)	พบว่า VFD Board ไม่ตอบสนองการทำงาน ไม่เชื่อมต่อกับระบบ BAS	ทำการเปลี่ยน VFD Board ลง Software ใหม่ ระบบทำงานได้ตามปกติ

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ลำดับ	ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
34	พบปัญหา Chiller no.3 Cap Bank ไหม้ ขณะทำการ Run ระบบ	พบว่าสายที่เชื่อมต่อเข้า Cap Bank ในตู้ Power ของ Chiller หลวม ไม่ได้รับการตรวจสอบดูแล	ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุด Capacity 2 ตัว PCB Thyristor 3 ตัว Copper IGBT 3 ตัว

ตารางที่ 3.4 ได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ทั้ง 3 ระบบในอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้มาแสดงให้เห็นปัญหา สาเหตุ และ วิธีการแก้ไขปัญหา โดยรายการที่ 1 ถึงรายการที่ 11 เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) รายการที่ 12 ถึงรายการที่ 19 เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน(Water Pump) และ รายการที่ 20 ถึงรายการที่ 34 เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ปัญหาทั้งหมดนี้เป็นปัญหาที่เคยเกิดขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมาจากฐานข้อมูลของทางฝ่ายอาคารที่ได้เก็บเอาไว้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาในแต่ละกรณี เพื่อนำมาหาวิธีที่จะบริหารงานดูแลและซ่อมบำรุงระบบให้เหมาะสม ตรงจุด ลดปัญหาที่เกิดขึ้นและลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานให้ได้ตามงบประมาณที่ตั้งไว้

3.2.3 ขั้นตอนการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ที่ขาดการบำรุงรักษา

ผู้วิจัยได้นำเสนอภาพอุปกรณ์ที่มีการชำรุดเสียหายและไม่ได้ทำการซ่อมบำรุงตามระยะเวลาเชิงป้องกัน อาศัยเพียงทำการบำรุงรักษาเมื่อมีการเสียหายของอุปกรณ์เกิดขึ้น ของอุปกรณ์ทั้ง 3 ระบบ คือ ระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เพื่อให้ได้เห็นภาพหน้างาน ได้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้งาน และ การดูแลอุปกรณ์ของอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้

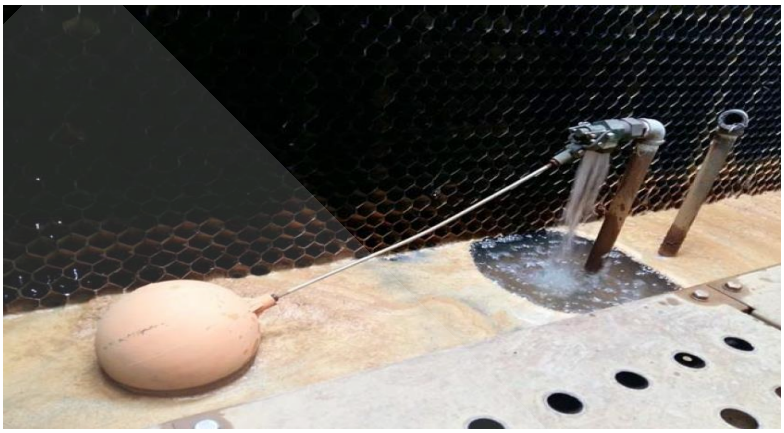
ระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower)

เป็นหอระบายความร้อนจำนวน 3 เครื่อง ขนาด 633 ตัน ดังภาพที่ 3.1 ตั้งอยู่บริเวณดาดฟ้าชั้น 2 ของอาคารศูนย์ข้อมูล ทำหน้าที่ระบายความร้อนของน้ำที่ได้แลกเปลี่ยนความร้อนจากเครื่องทำน้ำเย็นในอาคาร เพื่อส่งน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำลงกลับไปอีกครั้ง หอระบายความร้อนมีตำแหน่งการติดตั้งอยู่ด้านนอกอาคาร จึงได้เจอกับสภาพแวดล้อมภายนอก ฝุ่นควัน สิ่งสกปรกต่างๆ ตลอดเวลา ส่งผลให้มีอุปกรณ์เกิดความสกปรกขึ้นกับชุดหอระบายความร้อน ส่งผลให้การระบายความร้อนทำได้ไม่เต็ม

ประสิทธิภาพอาจทำให้ระบบทำความเย็นผิดปกติได้ โดยสามารถพิจารณาได้จากภาพที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าฟิลลิ่งมีคราบตะกรันสกปรก เนื่องจากระบบที่ไม่ได้รับการดูแลบำรุงรักษาตามระยะเวลา ไม่มีการล้างทำความสะอาด มีผลกับการระบายความร้อนของหอระบายความร้อน และ ภาพที่ 3.3 เป็นสภาพน้ำในระบบมีความสกปรกเนื่องจากไม่มีการทำความสะอาดระบบท่อน้ำ และ หอระบายความร้อน ตามกำหนดเวลาที่เหมาะสมทำให้เกิดสิ่งสกปรกขึ้นในระบบ อาจจะก่อให้เกิดการอุดตันในระบบและการระบายความร้อนที่มีปัญหา

ภาพที่ 3.1 หอระบายความร้อนขนาด 633 ตัน จำนวน 3 ระบบ

ภาพที่ 3.2 สภาพแผงฟิลเลอร์ที่สกปรก



ภาพที่ 3.3 สภาพน้ำระบายความร้อนที่สกปรก

เมื่อไม่มีการดูแลรักษาระบบที่ได้ตามมาตราฐานจึงส่งผลกับอุปกรณ์ประกอบหลายๆส่วนที่เกิดปัญหา และ ทำงานผิดปกติ ดังภาพตัวอย่างที่ได้แสดงอยู่ ดังภาพที่ 3.4 สภาพสายพานพัดลมระบายอากาศชำรุด ด้วยที่มีการใช้งานมาเป็นเวลานาน ไม่ได้มีการปรับตั้งสายพาน ทำให้สายพานสึกหรอ มีเสียงดังขณะมีการทำงานของพัดลมระบายความร้อน ภาพที่ 3.5 สภาพวาล์วน้ำเข้าชำรุดเปิดและปิดไม่ได้ อันเนื่องมาจากไม่ได้รับการดูแลบำรุงรักษา ไม่มีการอัดจารบีที่ตัววาล์ว เมื่อมีน้ำเข้าไปขังภายในเป็นเวลานานทำให้เกิดสนิม ส่งผลให้กลไกการทำงานของวาล์วทำงานผิดปกติ ภาพที่ 3.6 เป็นสภาพหน้าแปลนท่อน้ำชำรุดเกิดน้ำรั่วซึม เนื่องจากขาดการตรวจสอบและดูแลสภาพของอุปกรณ์ ทำให้เกิดการรั่วซึมของท่อน้ำในหอระบายความร้อน ภาพที่ 3.7 เป็นสภาพขาอิเล็กโทรดแสดงระดับน้ำชำรุดเสียหายผุกร่อน ไม่ได้รับการดูแลและตรวจสอบอุปกรณ์ตามกำหนด เมื่ออุปกรณ์ชำรุดเสียหายแล้วจึงแสดงความผิดปกติจากระดับน้ำที่ผิดเพี้ยนไป และ ภาพที่ 3.8 เป็นสภาพท่อน้ำเติมชำรุดเกิดการผุกร่อนเปิดปิดไม่สนิท เนื่องจากท่อเหล็กใช้งานมาเป็นเวลานาน และ ไม่ได้มีการดูแล ทำให้เกิดการเสียหายไม่สามารถเปิดปิดได้ตามที่ต้องการ

ภาพที่ 3.4 สภาพสายพานที่ชำรุด

ภาพที่ 3.5 สภาพวาล์วที่ไม่ได้รับการดูแล

ภาพที่ 3.6 สภาพหน้าแปลนท่อน้ำชำรุดเกิดน้ำรั่วซึม

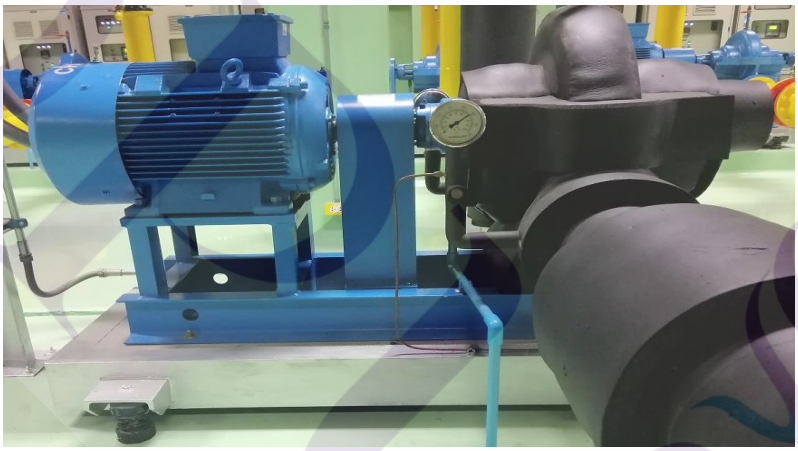
ภาพที่ 3.7 สภาพขาอิเล็กโทรดแสดงระดับน้ำชำรุดเสียหายผุกร่อน

ภาพที่ 3.8 สภาพท่อน้ำเติมชำรุดเกิดการผุกร่อน

ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump)

เป็นปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์ (CDP) มอเตอร์ขนาด 75 แรงม้า มีอัตราการไหลของน้ำ 106.3 L/S ที่อาคารแห่งนี้มีปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์อยู่จำนวน 3 เครื่อง ทำงานสลับกันตามฟังก์ชั่นที่ทางดูแลระบบได้วางแผนไว้ และ ปั๊มน้ำชิลเลต (CHP) มอเตอร์ขนาด 75 แรงม้า มีอัตราการไหลของน้ำ 106.3 L/S ที่อาคารแห่งนี้มีปั๊มน้ำชิลเลตอยู่จำนวน 3 เครื่อง ทำงานสลับกันตามฟังก์ชั่นที่ทางดูแลระบบได้วางแผนไว้เช่นกัน ตามภาพที่ 3.9 และ 3.10

ภาพที่ 3.9 ลักษณะปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์ขนาด 75 แรงม้า



ภาพที่ 3.10 ลักษณะปั๊มน้ำชิลเลตขนาด 75 แรงม้า

เมื่อไม่มีการดูแลรักษาระบบที่ได้ตามมาตราฐานจึงส่งผลกับอุปกรณ์ประกอบหลายๆส่วน ที่เกิดปัญหา และ ทำงานผิดปกติ ดังภาพตัวอย่างที่ได้แสดงอยู่ ดังภาพที่ 3.11 เป็นสภาพน้ำรั่วจาก Seal ที่ชำรุด ด้วยที่มีการล้างระบบท่อในอาคารศูนย์ข้อมูล มีตระกรันจำนวนมากหลุดร่อนออกจากภายในตัวท่อและมาติดค้างที่ชุด Strainer และบางส่วนหลุดเข้ามาในตัวปั๊ม ส่งผลให้เศษตระกรันเข้ามาอุดตัน ส่งผลกระทบกับชุด Mechanical Seal ชำรุดเกิดรอยรั่วขึ้น มีอากาศเข้าไปในระบบ รวมถึงมีน้ำรั่วจากเพลา ภาพที่ 3.12 เป็นเกจวัดแรงดันน้ำชำรุด พบว่าท่อน้ำที่เข้ามาที่อุปกรณ์มีตระกรันจำนวนมาตกค้าง

ส่งผลให้เครื่องวัดแรงดันน้ำมีสิ่งแปลกปลอมอุดตัน ค้างและไม่สามารถทำงานอ่านค่าแรงดันการทำงานของปั๊มน้ำ

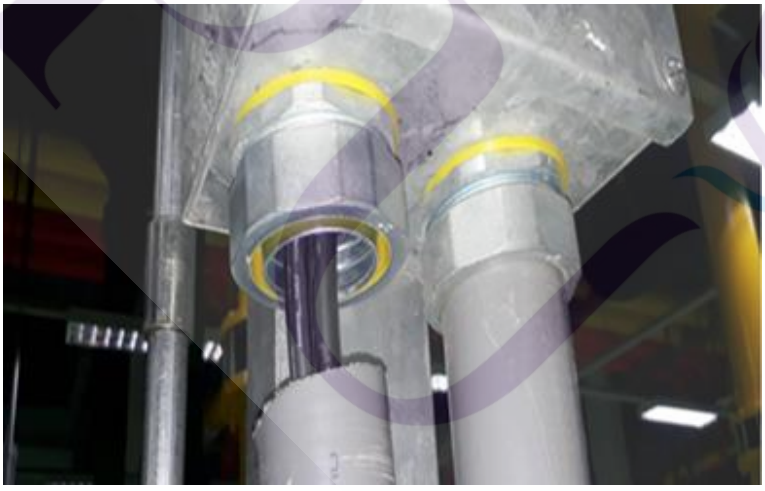
ภาพที่ 3.11 สภาพน้ำรั่วจาก Seal ที่ชำรุดของปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์

ภาพที่ 3.12 สภาพเกจวัดแรงดันน้ำชำรุด

ในส่วนของท่อน้ำเย็นและท่อไฟฟ้า หรือสภาพโดยรวมของอุปกรณ์ประกอบที่เกี่ยวข้องต้องมีการตรวจสอบอยู่อย่างสม่ำเสมอหากปล่อยผ่านไม่ตรวจสอบอาจเกิดความผิดปกติขึ้นได้ ส่งผลกับการทำงานของระบบ ดังตัวอย่างที่ได้แสดงตาม ภาพที่ 3.13 เป็นท่อน้ำเข้าปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์รั่ว ตรวจสอบแล้วพบว่าท่อมีจุดรั่วอาจจะเกิดจากแนวเชื่อมไม่ดีในระหว่างการติดตั้ง ผู้ดูแลพบปัญหาเมื่อมี

น้ำรั่วเป็นวงกว้างแล้ว ต้องหยุดระบบทำการแก้ไขเป็นเวลากว่า 6 ชั่วโมง และ ภาพที่ 3.14 เป็นท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้าของปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์ชำรุด เนื่องจากการทำงานของปั๊มมีการสั่นสะเทือนตลอดเวลา ไม่ได้มีการปรับตั้งศูนย์ของปั๊มทำให้เกิดการสั่นของปั๊มมากกว่าปกติทำให้เกิดการคลายตัวของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าได้ ควรทำการตรวจสอบอุปกรณ์ตามระยะเวลา

ภาพที่ 3.13 สภาพท่อน้ำเข้าปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์รั่ว



ภาพที่ 3.14 สภาพท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้าของปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์ชำรุด

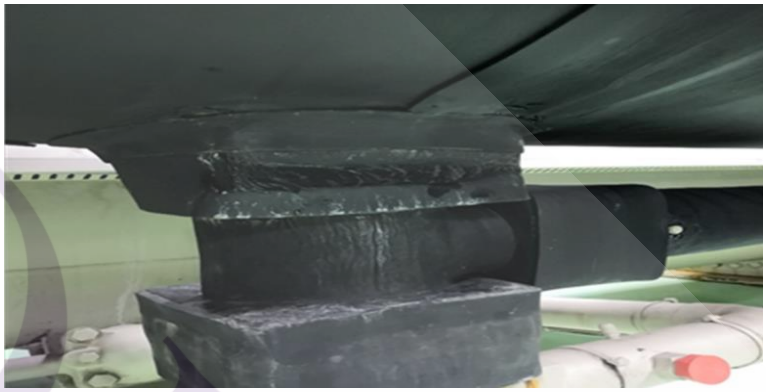
ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

เป็นเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ขนาด 500 ตัน มีการใช้งานระบบอยู่จำนวน 3 เครื่อง ทำงานสลับกันตามฟังก์ชั่นที่ได้จัดการไว้เพื่อส่งต่อน้ำเย็นให้กับอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศที่อยู่ในห้องต่างๆ เช่น ห้อง Server ห้องไฟฟ้า ห้องแบตเตอรี่ และ อื่นๆ เพื่อรักษาอุณหภูมิของห้องให้ได้ตามความต้องการของอุปกรณ์ในแต่ละห้องในอาคารดังภาพที่ 3.15

ภาพที่ 3.15 ลักษณะเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ขนาด 500 ตัน

เมื่อไม่มีการดูแลรักษาระบบที่ได้ตามมาตราฐานจึงส่งผลกับอุปกรณ์ประกอบหลายๆส่วนที่เกิดปัญหา และ ทำงานผิดปกติ ดังภาพตัวอย่างที่ได้แสดงอยู่ ดังภาพที่ 3.16 เป็นฉนวนหุ้มเครื่องทำน้ำเย็นชำรุด เนื่องมาจากการติดตั้งใช้งานมาเป็นเวลานาน ไม่มีการตรวจสอบดูแลอย่างสม่ำเสมอ การที่ฉนวนชำรุดทำให้เกิดหยดน้ำขึ้นรวมตัวเป็นน้ำขังจำนวนมาก จะส่งผลให้เกิดสนิมที่อุปกรณ์หรือตัวเครื่องเกิดความเสียหายได้ในอนาคต ภาพที่ 3.17 เป็นผลจากการที่ฉนวนหุ้มเครื่องทำความเย็นชำรุดทำให้อากาศเข้าไปกระทบความเย็นจนเกิดน้ำขังบริเวณอุปกรณ์ส่งผลให้เซอร์วิสวาล์วฝั่งอิแวปโปเรเตอร์เกิดสนิมชำรุด ไม่สามารถใช้งานเปิดปิดได้ปกติตามฟังก์ชั่น ภาพที่ 3.18 เป็นท่อคอนเดนเซอร์อุดตันจากคราบตะกรัน เนื่องจากไม่ได้มีการทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบตามเวลา ทำให้มีสิ่งสกปรกจากคราบตระกรันจำนวนมากเกาะภายในท่อ ส่งผลให้การระบายความร้อนของเครื่องทำงานได้อย่างไม่เต็มความสามารถ ภาพที่ 3.19 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคในตู้คอนโทรลชำรุดเกิดการไหม้ อันเนื่องมาจากไม่มีการตรวจสอบระบบไฟฟ้าในตู้คอนโทรลอย่างสม่ำเสมอ เมื่อได้ตรวจสอบปัญหาแล้วพบว่ามีจุดเชื่อมต่อทางไฟฟ้าหลวมไม่ได้มีการขันกรวด ตรวจสอบ เมื่อทำการใช้งานมาเป็นระยะ

เวลานาน และ ภาพที่ 3.20 มีการเกิดคอนเด้นที่บริเวณชุดคอนเดนเซอร์ เนื่องจากวาล์วน้ำเข้าออกของเครื่องทำความเย็นปิดไม่สนิท เมื่อได้ทำการตรวจสอบพบว่าลิมิตสวิทช์ของมอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนวาล์วหลวมและเปลี่ยนตัวแหน่งส่งผลให้ตำแหน่งการเปิดปิดวาล์วผิดเพี้ยนไปต้องทำการปรับตั้งใหม่ให้ได้ตามตำแหน่งเดิม



ภาพที่ 3.16 สภาพฉนวนหุ้มเครื่องทำน้ำเย็นชำรุด

ภาพที่ 3.17 สภาพวาล์วที่เสียหายเนื่องจากฉนวนเครื่องทำความเย็นชำรุด

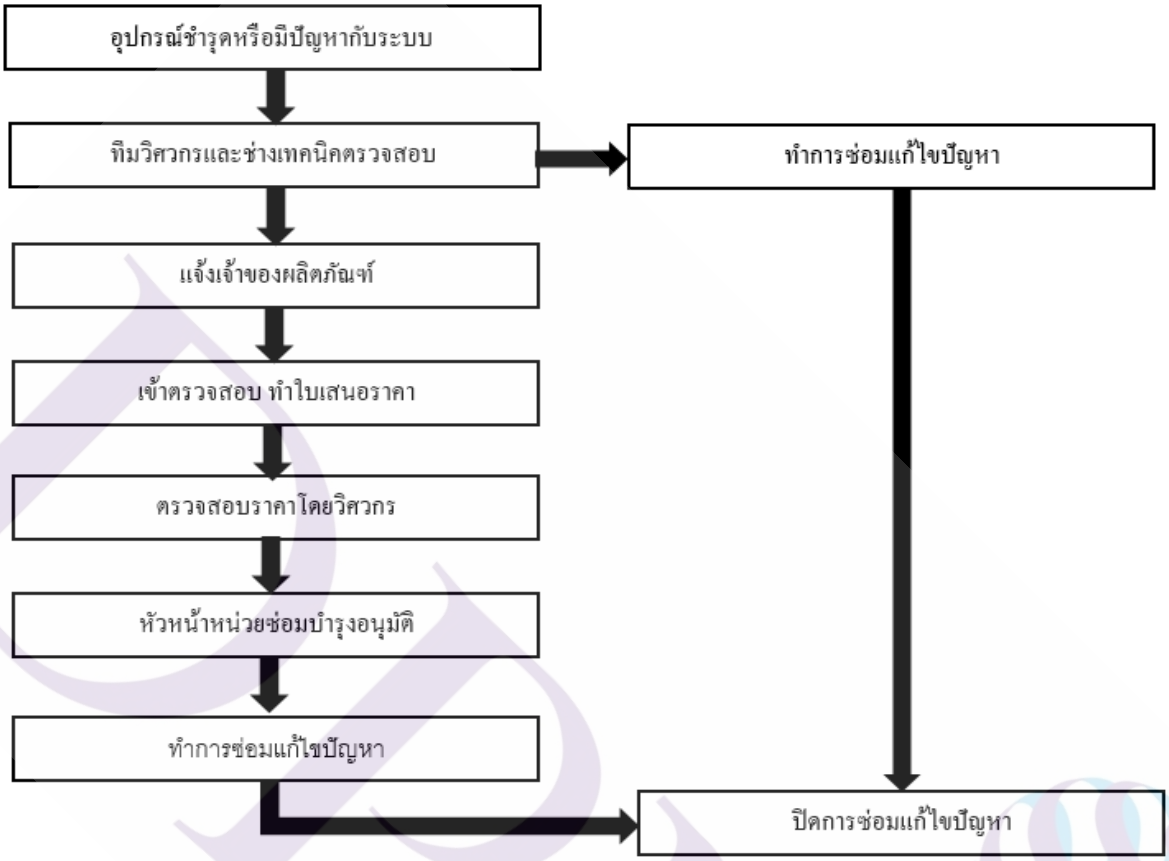
ภาพที่ 3.18 สภาพท่อคอนเดนเซอร์อุดตันจากคราบตะกรัน

ภาพที่ 3.19 สภาพอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคในตู้คอนโทรลชำรุดเกิดการไหม้

ภาพที่ 3.20 สภาพการเกิดคอนเด้นที่บริเวณชุดคอนเดนเซอร์

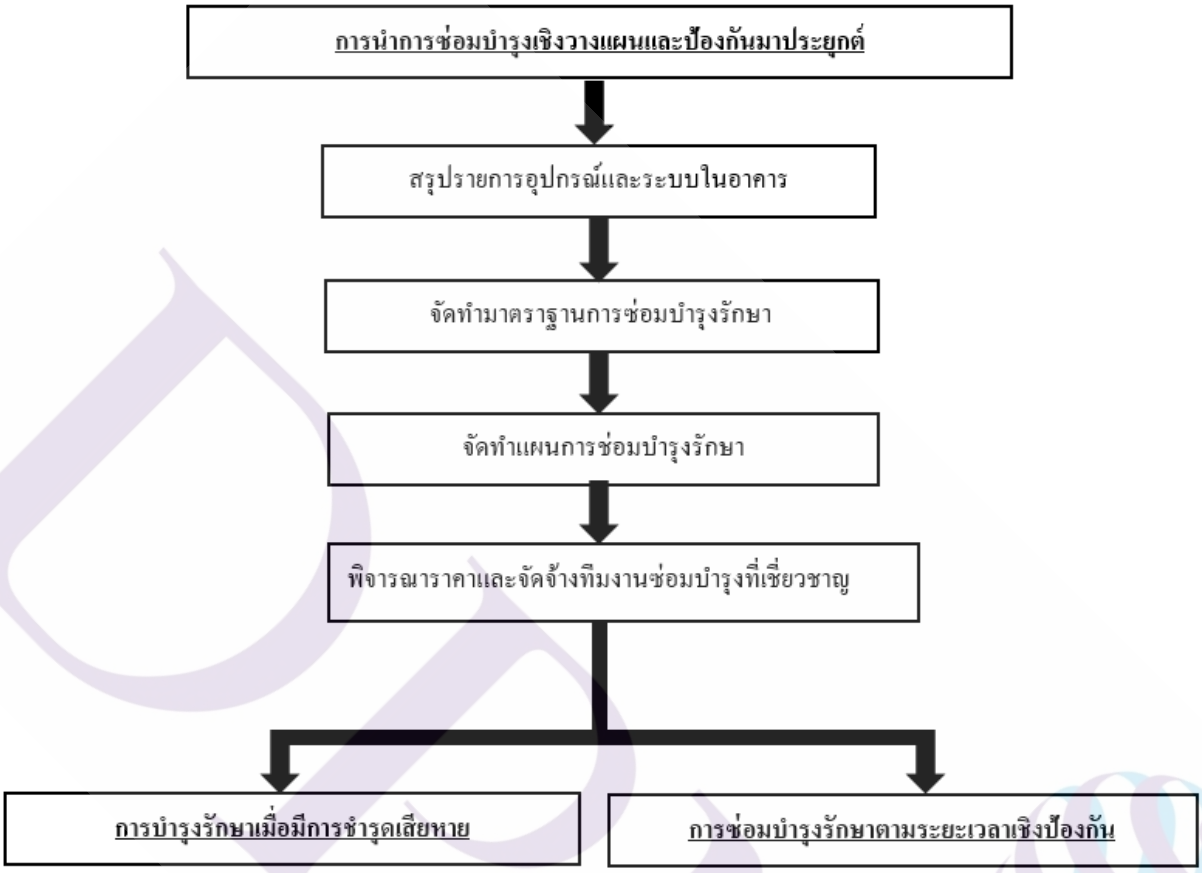
3.2.4 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้หลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ในการใช้งานและงานซ่อมบำรุงระบบที่ดำเนินการโดยทีมงานวิศวกรและช่างเทคนิค มีการซ่อมบำรุงระบบในรูปแบบเฉพาะส่วนที่ชำรุดคือมีการซ่อมบำรุงเมื่อมีการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ มีการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่น้อยกว่ามาตราฐานของทางเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ระบุไว้ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบฐานข้อมูลที่เก็บไว้ในระบบมีรายละเอียดขั้นตอนการดูแลซ่อมบำรุงรักษาดังภาพที่ 3.21

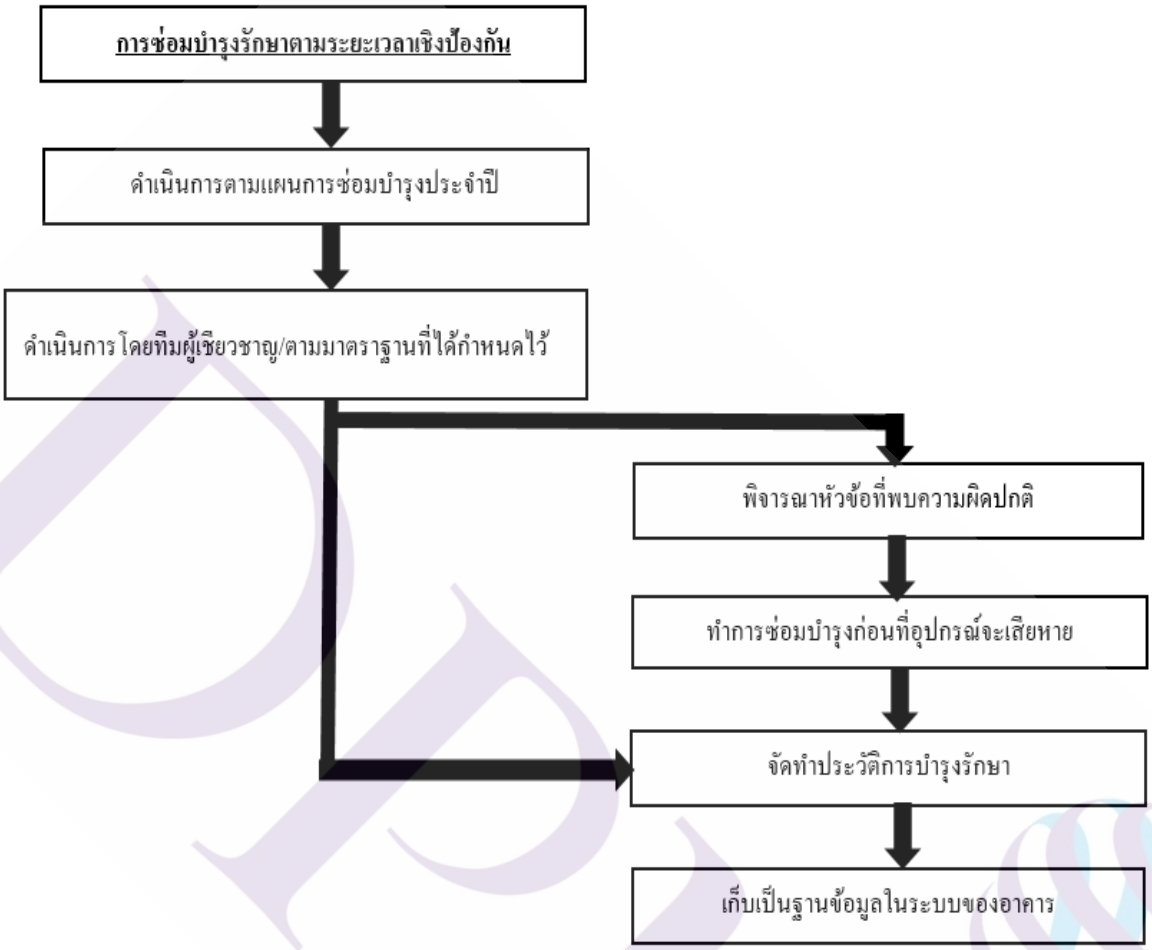


ภาพที่ 3.21 แผนการดำเนินงานซ่อมบำรุงระบบในรูปแบบเดิมของทางอาคาร

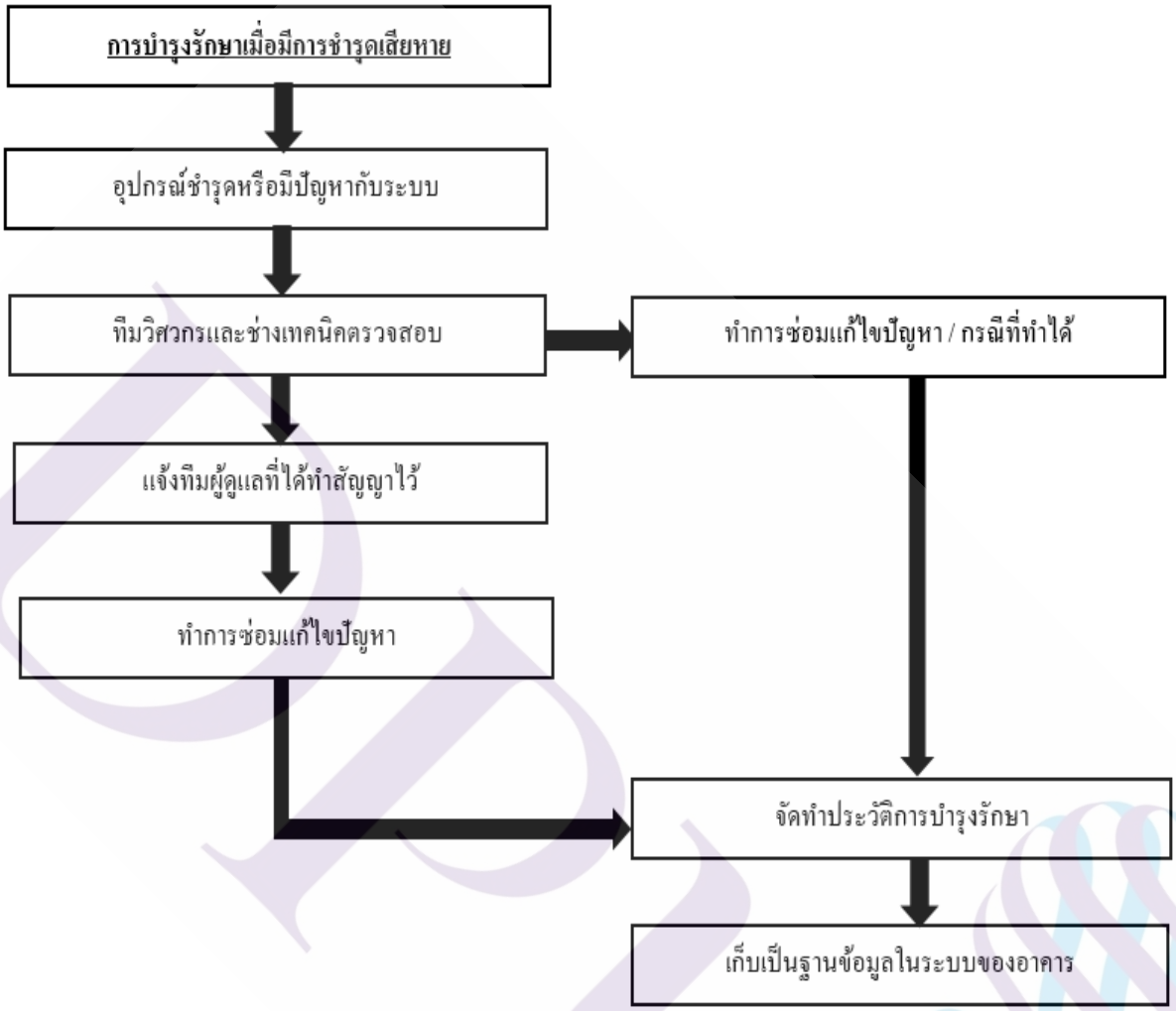
จากภาพที่ 3.21 ผู้วิจัยพบว่าการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์และระบบในรูปแบบเดิมของทางอาคารเป็นระบบที่ไม่เพียงพอที่จะดูแลระบบพื้นฐานของการทำความเย็นของอาคารศูนย์ข้อมูลหรือดาต้าเซ็นเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่สามารถคาดการณ์จำนวนปัญหา รวมถึงค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นให้ได้ตามงบประมาณรายปีได้ ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงรักษาโดยใช้หลักการซ่อมบำรุงเชิงวางแผนและป้องกันเข้ามาประยุกต์ใช้กับอาคารแห่งนี้ สามารถพิจารณาได้จากภาพที่ 3.22 ภาพที่ 3.23 และภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.22 การนำหลักการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมาประยุกต์ใช้งาน



ภาพที่ 3.23 แผนการดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาตามระยะเวลาเชิงป้องกัน



ภาพที่ 3.24 แผนการดำเนินการบำรุงรักษาเมื่อมีการชำรุดเสียหาย

ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการทำงานในระบบเก่าตามภาพที่ 3.21 ของทางฝ่ายอาคารศูนย์ข้อมูล มาทำการปรับปรุงโดยการเพิ่มเติมการทำงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามระยะเวลาเข้าไป จึงทำให้มีงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันและงานซ่อมบำรุงเชิงแก้ไขควบคู่กันไปตามภาพที่ 3.22 มีการจัดจ้างผู้เชียวชาญในแต่ละระบบเข้ามาดูแลงานทั้ง 2 ส่วน รวมกับทางวิศวกรและช่างของทางฝ่ายอาคารศูนย์ข้อมูล และสามารถแสดงขั้นตอนการทำงานของทั้ง 2 ส่วนได้ตามภาพที่ 3.23 และ 3.24 โดยในการทำงานของ

ทีมงานผู้เชียวชาญและทีมงานของฝ่ายอาคารจะอ้างอิงตามมาตราฐานการทำงานของแต่ละระบบที่ได้จัดทำขึ้น

3.2.5 ขั้นตอนการจัดทำขั้นตอนและแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้ จึงได้นำหลักการบำรุงรักษาตามระยะเวลาเชิงป้องกันมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม เพื่อปรับปรุงการดำเนินงานของฝ่ายซ่อมบำรุง และ ได้ศึกษามาตราฐานการตรวจเช็คระบบ รวมถึงได้จัดทำเอกสารสำหรับดำเนินงานของทีมซ่อมบำรุงได้อ้างอิงในการทำการซ่อมบำรุงตามระยะเวลาเชิงป้องกัน สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3.5 3.6 3.7 และ 3.8 ดังนี้

ทางผู้วิจัยได้นำมาตราฐานการดำเนินงานซ่อมบำรุงในแต่ละระบบเข้ามาปฏิบัติงานในอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้ โดยใช้มาตรฐานการบำรุงรักษาระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) ตามตารางที่ 3.5 เพื่อดำเนินการกับปั๊มน้ำระบายความร้อนจำนวน 6 ตัว ที่ใช้สำหรับระบายความร้อนของชุดหอระบายความร้อนจำนวน 3 ชุด ที่อยู่บริเวณดาดฟ้า และ ใช้แลกเปลี่ยนความร้อนจากชุดเครื่องทำน้ำเย็นจำนวน 3 เครื่อง ในห้องชิลเลอร์ ขั้นตอนการทำงานได้มีการตรวจสอบในส่วนของอุปกรณ์หลักของตัวปั๊ม ตู้ไฟฟ้าที่จ่ายให้กับปั๊ม ตรวจสอบการหล่อลื่นและเติมจารบี ตรวจสอบอุปกรณ์ประกอบของปั๊มรวมถึงตรวจสอบลักษณะภายนอกของระบบการแตกหักชำรุดเสียหายต่างๆ เพื่อความพร้อมในการใช้งานและแก้ไขทันทีหากพบปัญหาที่จะส่งผลต่อการใช้งาน ตารางที่ 3.6 เป็นมาตรฐานการบำรุงรักษาระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) เพื่อดำเนินการกับระบบหอระบายความร้อนจำนวน 3 ชุด บริเวณดาดฟ้าชั้น 2 ของอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้ ขั้นตอนการทำงานมีการตรวจสอบในส่วนของอุปกรณ์หลักของหอระบายความร้อน การอุดตันของระบบ โครงสร้างภายนอกภายใน การหล่อลื่นของพัดลมระบายอากาศ ระดับน้ำ วาล์วน้ำ การสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ สายพาน มอเตอร์ รวมไปถึงลักษณะภายนอกของอุปกรณ์ การแตกหักชำรุดเสียหายต่างๆ เพื่อความพร้อมในการใช้งานและแก้ไขทันทีหากพบปัญหาที่จะส่งผลต่อการใช้งาน ตารางที่ 3.7 มาตรฐานการบำรุงรักษาระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เพื่อดำเนินการกับเครื่องทำน้ำเย็นจำนวน 3 เครื่องในอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้ ขั้นตอนการตรวจสอบในงานซ่อมบำรุง ตรวจสอบ Log History เพื่อดูการทำงานของเครื่องหรือปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นเพื่อนำมาวิเคราะห์ ตรวจสอบการทำงานของ Compressor การเชื่อมต่อสายไฟฟ้า การวัดค่าความเป็นฉนวนทางไฟฟ้า การทำความสะอาดและทดสอบชุด Sensor ต่างๆ ตรวจสอบคุณภาพของน้ำ ตรวจสอบการรั่วซึมของท่อทองแดง ตรวจสอบความสะอาด ทำการทดลอง Run ระบบ รวมถึง

ตรวจสอบระบบภายนอกของอุปกรณ์ การแตกหักชำรุดเสียหายต่างๆ เพื่อความพร้อมในการใช้งานและแก้ไขทันที

ตารางที่ 3.5 มาตรฐานการบำรุงรักษาระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump)

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
1	ตรวจวัดค่า Suction/Discharge Pressure ขณะปั๊มทำงาน				
2	ตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ขณะทำงาน				
3	ตรวจสอบและปรับตั้ง Pump Alignment ให้อยู่ในเกณฑ์มาตราฐาน				
4	เติมจารบีบริเวณลูกปืนของเครื่องสูบน้ำ และ มอเตอร์ (ใช้จารบีตรงรุ่นที่แนะนำ)				
5	ตรวจสอบสภาพลูกปืนในแต่ละตำแหน่งดูจากสภาพภายนอกที่มองเห็น				
6	ตรวจสอบสภาพของชุด Mechanical Seal ของชุดปั๊มจากสภาพภายนอกที่มองเห็น				
7	ตรวจสอบสภาพของชุด Flexible Coupling ของชุดปั๊มจากสภาพภายนอกที่มองเห็น				
8	ตรวจสอบชุด Pressure Gauge ที่เป็นอุปกรณ์ประกอบของปั๊ม				
9	ตรวจสอบชุด Diff Pressure Switch ที่เป็นอุปกรณ์ประกอบของปั๊ม				
10	ตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ Control Panel ของปั๊มต้องไม่มีรอยไหม้หรือชำรุด				
11	ตรวจสอบสายไฟฟ้าตู้ Control Panel ของปั๊มต้องไม่มีรอยไหม้หรือชำรุด				
12	ตรวจสอบจุดต่อ Terminal ของตู้ Control Panel ของปั๊มต้องแน่นไม่หลวมสมบูรณ์				
13	ตรวจสอบส่วนประกอบของระบบทั่วๆไป				
14	ทำการบันทึกผลและรายงานการซ่อมบำรุง				

ตารางที่ 3.6 มาตรฐานการบำรุงรักษาระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower)

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
1	ตรวจสอบการอุดตัน ต้องไม่มีการอุดตัน				
2	ตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน ต้องอยู่ในเกณฑ์ปกติ				
3	ตรวจสอบลิ่มและตัวหนอนล๊อคที่เพลาขับพัดลม ต้องยึดแน่นแข็งแรง				
4	หยอดน้ำมันหรือจารบีบริเวณมอเตอร์				
5	ตรวจสอบตัวซีลน้ำมัน ต้องไม่มีจุดรั่ว				
6	ตรวจสอบระดับน้ำ ต้องอยู่ในระดับปกติ				
7	ตรวจสอบการรั่วของน้ำ ต้องไม่มีจุดรั่ว				
8	ตรวจสอบความแน่นของ Bolt กับ Nut ต้องแข็งแรง				
9	ตรวจสอบและทำความสะอาด				
10	ตรวจสอบโครงสร้างภายนอกและภายใน ต้องไม่มีจุดชำรุด				
11	ตรวจสอบดูวาล์ว ลูกลอย ต้องไม่ชำรุด				
12	ตรวจสอบท่อน้ำเข้าน้ำออกต้องไม่ชำรุด				
13	ตรวจสอบฝาครอบอ่างน้ำร้อนต้องไม่ชำรุด				
14	ตรวจสอบสายพานต้องไม่ชำรุด ไม่หย่อน ปรับตั้งให้เหมาะสมกับการทำงาน				
15	ตรวจสอบพู่เล่ย์ทำงานได้ศูนย์หรือไม่				
16	ตรวจสอบชุดสปีด มีเสียงดังผิดปกติหรือไม่				
17	ตรวจสอบใบพัดลมระบายอากาศชำรุดเสียหายหรือไม่ มีเสียงดัง สั่นสะเทือนหรือไม่				
18	ตรวจสอบมอเตอร์พัดลมทำงานที่อุณหภูมิปกติหรือไม่				
19	ตรวจสอบมอเตอร์พัดลมมีการสั่นสะเทือนหรือมีเสียงดังเกินไปหรือไม่				
20	ตรวจสอบการทำงานทั่วไปของระบบ ต้องไม่พบสิ่งผิดปกติ				
21	ทำการบันทึกผลและรายงานการซ่อมบำรุง				

ตารางที่ 3.7 มาตรฐานการบำรุงรักษาระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
1	ตรวจสอบ Log การทำงานหรือข้อมูลที่แจ้งเตือนของระบบ Chiller แต่ละเครื่อง				
2	ตรวจสอบการทำงานของชุด IGV ในส่วนของ Compressor				
3	ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อสายไฟฟ้าของชุด Compressor				
4	ตรวจสอบความเที่ยงตรงของอุปกรณ์ Transducer และ Sensor				
5	ตรวจสอบความถูกต้องของ Water Flow Sensor และ Pressure Drop ของชุด Condenser				
6	ตรวจสอบคุณภาพน้ำของชุด Condenser				
7	ตรวจสอบความสะอาดและการรั่วของท่อทองแดงของชุด Condenser				
8	ตรวจสอบทำความสะอาด Flow Sensor ฝั่งชุด Condenser				
9	ตรวจสอบความถูกต้องของ Water Flow Sensor และ Pressure Drop ของชุด Evaporator				
10	ตรวจสอบคุณภาพน้ำของชุด Evaporator				
11	ตรวจสอบความสะอาดและการรั่วของท่อทองแดงของชุด Evaporator				
12	ตรวจสอบทำความสะอาด Flow Sensor ฝั่งชุด Evaporator				
13	ตรวจสอบฉนวนหุ้มตัวเครื่องต้องไม่ชำรุด ไม่มีอากาศเข้า เกิดน้ำขัง เป็นสนิมที่ตัวเครื่อง				
14	ตรวจสอบการทำงาน ทดสอบ Run เครื่อง				
15	ตรวจสอบจุดรั่วในตำแหน่งต่างๆ เมื่อทำการ Run เครื่อง				
16	ตรวจสอบจุดต่อทางไฟฟ้าของเครื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิค ขันกรวดในแน่น				
17	ทำการบันทึกผลและรายงานการซ่อมบำรุง				

ตารางที่ 3.8 แสดงแผนการซ่อมบำรุงประจำปี 2562

ลำดับที่	ระบบ	แผนการดำเนินงาน PM ปี 2562			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
1	หอระบายความร้อน	กุมภาพันธ์ 2562	พฤษภาคม 2562	สิงหาคม 2562	พฤศจิกายน 2562
2	ปั๊มน้ำระบายความร้อน	กุมภาพันธ์ 2562	พฤษภาคม 2562	สิงหาคม 2562	พฤศจิกายน 2562
3	เครื่องทำน้ำเย็น	มกราคม 2562	เมษายน 2562	กรกฎาคม 2562	ตุลาคม 2562

3.2.6 ขั้นตอนดำเนินการซ่อมบำรุงตามขั้นตอนและแผนประจำปี

ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนตามมาตรฐานดำเนินการในช่วงปี 2562 โดยวางแผนการซ่อมบำรุงในราย 3 เดือน และดำเนินการเป็นเวลา 1 ปี โดยทีมงานผู้เชียวชาญร่วมกับทางหน่วยงานซ่อมบำรุง ผู้วิจัยได้ทำการเก็บผลการทำงานซ่อมบำรุงในปี 2562 เพื่อเทียบกับปี 2561 ที่ผ่านมา เพื่อนำไปวิเคราะห์และทำการสรุปผลการทำงานวิจัยในบทที่ 4 และ บทที่ 5 ในอันดับถัดไป

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการวิจัยกรณีศึกษาเรื่องการบริหารงานซ่อมบำรุงภายในอาคารเชิงป้องกันอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ทางผู้วิจัยได้นำหลักการซ่อมบำรุงตามระยะเวลาเชิงป้องกันเข้ามาประยุกต์ใช้กับระบบระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) มีการทำมาตรฐานงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน มีการทำการซ่อมบำรุงตามระยะเวลาตามที่ผู้เชียวชาญระบบแนะนำ มีการจัดจ้างผู้เชี่ยวชาญทำการดูแลระบบทั้งในงานซ่อมบำรุงเมื่อเกิดการชำรุดและซ่อมบำรุงตามระยะเวลาเชิงป้องกัน โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองปรับปรุงการทำงานเป็นระยะเวลา 1 ปี มีรายละเอียดในการดำเนินงานและผลจากการดำเนินงานดังนี้

4.1 ดำเนินการซ่อมบำรุงตามระยะเวลาเชิงป้องกัน

ได้มีการดำเนินงานตามมาตรฐานและระยะเวลาที่กำหนดไว้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต เป็นการพัฒนางานซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพ ลดปัญหาการเสียของอุปกรณ์ที่สำคัญของอาคารและสามารถดำเนินการได้ตามงบประมาณ 600,000 บาท ที่ได้กำหนดไว้ โดยในปี 2562 ได้เริ่มดำเนินการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามขั้นตอนและแผนที่ได้วางเอาไว้ ผลของการดำเนินงานซ่อมบำรุงของทั้ง 3 ระบบ สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาหอระบายความร้อน (Cooling Tower)

การบำรุงรักษาระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) จำนวน 3 ชุด บริเวณดาดฟ้าชั้น 2 ของอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้ ขั้นตอนการทำงานมีการตรวจสอบในส่วนของระบบใบพัด ดูการคลายตัวของสกรูน๊อตที่ยึดต้องแข็งแรง ไม่หลวม ไม่ชำรุดเสียหาย เพื่อความพร้อมในการใช้งานรายละเอียดตามภาพที่ 4.1 ทำการตรวจเช็คเติมจาระบีชุด Speed Reducer ต้องเติมจาระบีในทุกๆการตรวจสอบรอบ 3 เดือน เพื่อให้มีการหล่อลื่นตลอดเวลาในระหว่างการใช้งาน หากจาระบีแห้งไม่มีการหล่อลื่นส่งผลให้เกิดความร้อนทำให้เกิดการชำรุดได้ในอนาคต ตามภาพที่ 4.2 และ ตรวจเช็คปรับตั้งความตึงสายพานให้

ได้ตามค่าที่ถูกต้องไม่ตึงหรือหย่อนเกินไป หากไม่ได้มีการปรับตั้งจะส่งผลให้สายพานสึกหรอเสียหายไว มีเสียงดัง และ ส่งผลให้การหมุนของใบพัดไม่ได้เต็มประสิทธิภาพตามภาพที่ 4.3

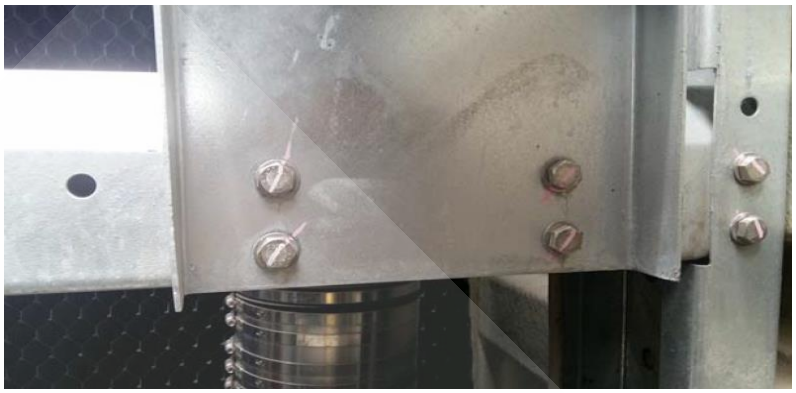
ภาพที่ 4.1 การตรวจเช็คระบบใบพัดดูการคลายตัวของกรูน๊อต

ภาพที่ 4.2 การตรวจเช็คเติมจาระบีชุด Speed Reducer

ภาพที่ 4.3 การตรวจเช็คปรับตั้งความตึงสายพาน

ดำเนินการตรวจเช็คความเร็วของพัดลมระบายอากาศ ต้องได้ค่าตามที่ได้ทำการออกแบบเอาไว้ เพื่อให้หอระบายความร้อนสามารถระบายอากาศ สามารถทำอุณหภูมิของน้ำส่งกลับไปยังเครื่องทำน้ำเย็นได้ตามความต้องการของระบบตามภาพที่ 4.4 และทำการตรวจเช็คโครงสร้างของหอระบายความร้อนต้องแข็งแรงต้องไล่ตรวจสอบทุกครั้งระหว่างการซ่อมบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ตามตารางซ่อมบำรุงประจำปีตามภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.4 การตรวจเช็คความเร็วของพัดลมระบายอากาศ



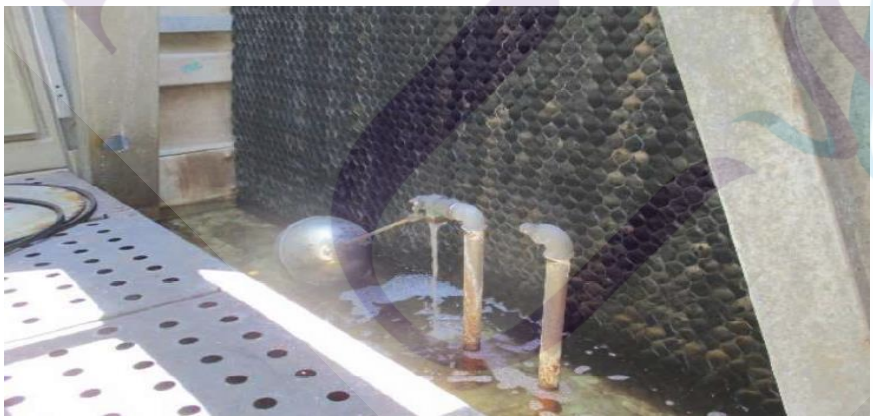
ภาพที่ 4.5 การตรวจเช็คโครงสร้างของหอระบายความร้อน

ดำเนินการตรวจเช็คการรั่วซึมของท่อน้ำเติม จะต้องไม่ชำรุด ไม่รั่วไม่ซึม เพราะท่อนี้เป็นน้ำที่ต้องเติมเข้าระบบตลอดเวลาหากมีการชำรุดจะส่งผลกับปริมาณน้ำในหอระบายความร้อน ส่งผลกับระบบทำความเย็นในอาคารได้ตามภาพที่ 4.6 และ ตรวจเช็คการรั่วของท่อน้ำเข้าออก ต้องสมบูรณ์ไม่มีรอยรั่ว ซึม แตกร้าว เพราะระบบต้องทำงานตลอดหากมีท่อชำรุดจะต้องทำการแก้ไขโดยเร่งด่วนและทันทีทันใด เพื่อให้ระบบสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลาตามภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.6 การตรวจเช็คการรั่วซึมของท่อน้ำเติม

ภาพที่ 4.7 การตรวจเช็คการรั่วของท่อน้ำเข้าออก

ดำเนินการตรวจเช็คลูกลอยเติมน้ำอัตโนมัติและความสะอาดฟิลเลอร์ ต้องสมบูรณ์ สะอาด เพื่อให้มีการเติมน้ำ และ การระบายความร้อนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพตามที่ได้ทำการออกแบบระบบไว้ตามภาพที่ 4.8 และ ตรวจเช็คระบบไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ขณะทำงาน ระบบไฟฟ้าต้องไม่มีจุดที่ชำรุดเสียหาย ไม่มีจุดหลวม ไม่มีรอยไหม้ หรือ สายไฟฟ้าชำรุด ค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าต้องได้ตามข้อมูลที่เคยตรวจวัดไว้ ต้องได้ค่าที่ใกล้เคียงกันตามภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.8 การตรวจเช็คลูกลอยเติมน้ำอัตโนมัติและความสะอาดฟิลเลอร์

ภาพที่ 4.9 การตรวจเช็คระบบไฟฟ้าขณะอุปกรณ์ทำงาน

ดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump)

การบำรุงรักษาระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) จำนวน 6 ตัว ที่ใช้สำหรับระบายความร้อนของชุดหอระบายความร้อนจำนวน 3 ชุด ที่อยู่บริเวณดาดฟ้า และ ใช้แลกเปลี่ยนความร้อนจากชุดเครื่องทำน้ำเย็นจำนวน 3 เครื่อง ในห้องชิลเลอร์ ขั้นตอนการทำงานได้มีการตรวจเช็คค่าแรงดันของปั๊มด้านเข้าและออก จะต้องอยู่ในช่วงที่ปกติของปั๊ม ด้านขาเข้าอยู่ที่ประมาณ 100 kPa และด้านขาออกอยู่ที่ประมาณ 300 kPa หากค่าที่ได้อยู่แตกต่างจากปกติมาก ต้องตรวจสอบการทำงานของปั๊มก่อนใช้งานตามภาพที่ 4.10 และ ตรวจเช็ค Alignment ของปั๊ม ทุกๆครั้งที่มีการซ่อมบำรุงรักษาระบบในรอบ 3 เดือน เนื่องจากการทำงานของปั๊มมีการสั่นสะเทือน ทำให้อุปกรณ์ขยับคลาดเคลื่อนจากที่เราได้ทำการติดตั้งระบบไว้ ต้องมีการสอบเทียบตามระยะเวลาตามภาพที่ 4.11

ภาพที่ 4.10 การตรวจเช็คค่าแรงดันของปั๊มด้านเข้าและออก

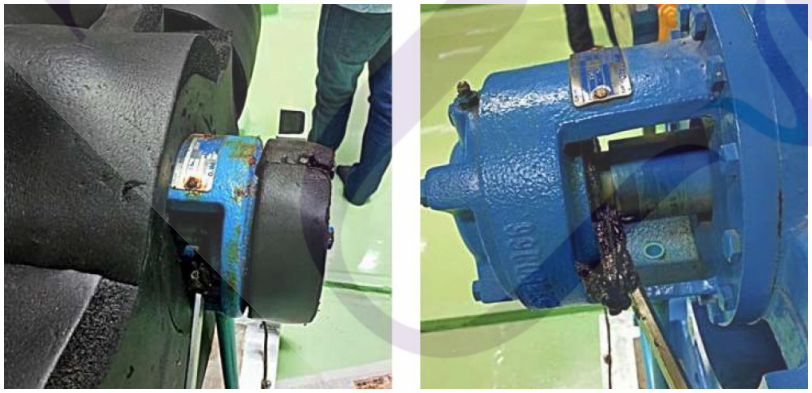
ภาพที่ 4.11 การตรวจเช็ค Alignment ของปั๊ม

ดำเนินการตรวจเช็คเติมจาระบีที่ชุดปั๊ม ในจุดที่มีการหมุน โดยปั๊มจะมีจุดเติมจาระบีอยู่ 2 จุด ต้องตรวจสอบปริมาณให้มีหล่อลื่นอยู่เสมอ หากขาดต้องเติมให้ได้ตามปริมาณที่ผู้ผลิตแนะนำไว้ตามภาพที่ 4.12 และ ตรวจเช็คระบบไฟฟ้าและกระแสขณะปั๊มทำงาน ตู้คอนโทรลไฟฟ้าต้องสมบูรณ์ ไม่มีรอยไหม้ของอุปกรณ์ สายไฟฟ้า และ มีการระบายความร้อนได้ตามปกติ หากพบความผิดปกติ ต้องทำการตรวจสอบแก้ไขก่อนการใช้งานจริงตามภาพที่ 4.13

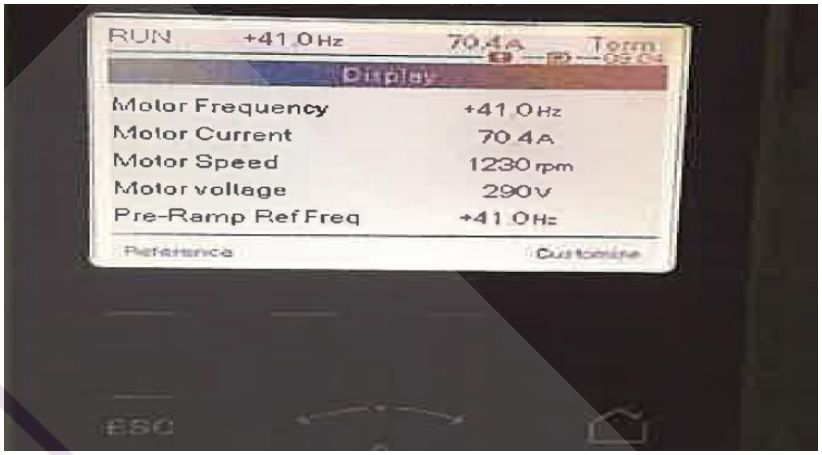
ภาพที่ 4.12 การตรวจเช็คเติมจาระบีที่ชุดปั๊มในจุดที่มีการหมุน

ภาพที่ 4.13 การตรวจเช็คระบบไฟฟ้าและกระแสขณะปั๊มทำงาน

ดำเนินการตรวจเช็คสภาพโดยทั่วไปของปั๊ม ต้องไม่มีจุดชำรุด แตกหัก หรือมีเสียงดังผิดปกติ หากพบต้องทำการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงก่อนการใช้งาน เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายอื่นๆ ตามมาจากความผิดปกติจากจุดเล็กๆตามภาพที่ 4.14 และ ตรวจเช็คชุดคอนโทรลปั๊มต้องปกติ ค่าที่ได้ปรับตั้งไว้ต้องได้ตามที่ทำการทดสอบส่งงาน หากพบว่าผิดปกติ ต้องตรวจสอบชุดคอนโทรลและแก้ไขทดสอบก่อนใช้งานจริง เพราะจะส่งผลกับอัตราการไหลของน้ำในระบบตามภาพที่ 4.15



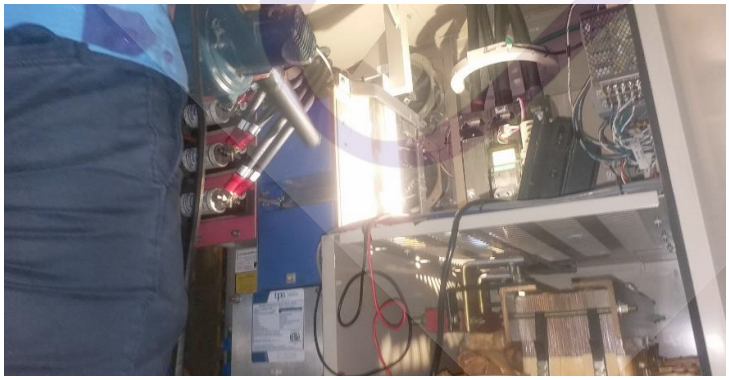
ภาพที่ 4.14 การตรวจเช็คสภาพโดยทั่วไปของปั๊ม



ภาพที่ 4.15 การตรวจเช็คชุดคอนโทรลปั๊มต้องปกติ

ดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

การบำรุงรักษาระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) จำนวน 3 เครื่องในอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้ ขั้นตอนการตรวจเช็คทำความสะอาด ความเรียบร้อย ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ต่างในตู้ไฟฟ้า ต้องสมบูรณ์พร้อมใช้งาน ขันกรวดในแต่ละจุดต่อทางไฟฟ้าให้แน่นแข็งแรง หากพบว่ามีความผิดปกติต้องตรวจสอบและแก้ไขก่อนการใช้งานระบบตามภาพที่ 4.16 และ ตรวจเช็คค่าความเป็นฉนวนของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ในแต่ละเฟสของมอเตอร์จะต้องมีค่าความเป็นฉนวนอยู่ในระดับที่มากกว่า 550 MOhm เป็นการยืนยันว่ามอเตอร์จะไม่มีการลัดวงจรทางไฟฟ้า ไม่ทำให้อุปกรณ์เสียหายหากมีการจ่ายไฟฟ้ากลับเข้าไปในระบบเครื่องทำน้ำเย็นตามภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.16 การตรวจเช็คทำความสะอาด ความเรียบร้อย ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ในตู้ไฟฟ้า

ภาพที่ 4.17 การตรวจเช็คค่าความเป็นฉนวนของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์

ดำเนินการตรวจเช็คปรับแก้เซนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็น ทั้งในส่วนของฝั่งคอนเดนเซอร์ และ ฝั่งอีแวปโปเรเตอร์ มีการเปรียบเทียบค่าต่างๆในบันทึกของงานซ่อมบำรุงในครั้งที่ผ่านมา รวมถึงตรวจสอบร่วมกับระบบ Building Automation System ของทางฝ่ายอาคาร ต้องใกล้เคียงและเที่ยงตรงตามภาพที่ 4.18 และ ตรวจเช็คทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์ โดยจะทำการล้างปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้สิ่งสกปรกไม่อุดตันในระบบ ทำให้การแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นไปอย่างเต็มประสิทธิภาพตามภาพที่ 4.19

ภาพที่ 4.18 การตรวจเช็คปรับแก้เซนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็น นส่วนของฝั่งคอนเดนเซอร์และฝั่งอีแวปโปเรเตอร์

ภาพที่ 4.19 การตรวจเช็คทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์

4.2 ผลดำเนินการทำการซ่อมบำรุงตามระยะเวลาเชิงป้องกัน

ทางผู้วิจัยได้สร้างแผนงานซ่อมบำรุงรักษาประจำปี 2562 สำหรับดูแลระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) และ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) โดยมีความถี่ในการดำเนินงานทุกๆ 3 เดือน ซึ่งเพียงพอตามมาตราฐานของผู้ผลิตที่ได้แนะนำเอาไว้ ทั้งนี้สามารถพิจารณาแผนงานและผลการดำเนินงานที่ผ่านมาได้ตามรายละเอียดดังนี้

ผลการบำรุงรักษาระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) ในปี 2562 ตามแผนการที่ได้วางไว้ในเดือน กุมภาพันธ์ 2562, พฤษภาคม 2562, สิงหาคม 2562 และ พฤศจิกายน 2562 โดยทีมงานได้ดำเนินการตรวจสอบระบบตามมาตราฐานทั้ง 14 หัวข้อ พบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นกับอุปกรณ์เป็นจำนวน 5 ครั้ง และได้ดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์และแก้ไขทันทีในระหว่างดำเนินการซ่อมบำรุงตามแผน เมื่อเปรียบเทียบกับในปี 2561 ที่พบปัญหาเกิดขึ้นกับระบบเป็นจำนวน 18 ครั้ง สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.1 และ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบปัญหาของระบบปั๊มน้ำระบายความร้อนที่เกิดขึ้นในปี 2561 และ ปี 2562

ลำดับ	ปัญหา	ปี 2561	ปี 2562
1	พบปัญหาอุปกรณ์ Diff Pressure Switch ปั๊ม CDP-CHP ไม่ทำงาน	5 ครั้ง	1 ครั้ง
2	พบปัญหา Pressure gauge ฝั่งท่อ Discharge ของปั๊ม CDP-CHP ชำรุด	2 ครั้ง	1 ครั้ง
3	พบปัญหาตู้ Control Panel ของปั๊ม CDP-CHP แสดงสถานะ Overload	4 ครั้ง	-
4	พบปัญหาหน้าแปลนท่อน้ำ CDS ก่อนเข้า CDP มีน้ำรั่วซึม	1 ครั้ง	1 ครั้ง
5	พบปัญหาปั๊ม CDP-CHPไม่สามารถ Control ได้	1 ครั้ง	1 ครั้ง
6	พบปัญหา น้ำ Condense ที่ท่อ Chiller Supply บริเวณ ปั๊ม CHP-03	4 ครั้ง	1 ครั้ง
7	พบปัญหาน้ำรั่วที่ CDP-01 Mechanical Seal ชำรุด	1 ครั้ง	-

ตารางที่ 4.2 ผลการบำรุงรักษาของระบบปั๊มน้ำระบายความร้อนในปี 2562

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
1	ตรวจวัดค่า Suction/Discharge Pressure ขณะปั๊มทำงาน	⁄			
2	ตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ขณะทำงาน	⁄			
3	ตรวจสอบและปรับตั้ง Pump Alignment ให้อยู่ในเกณฑ์มาตราฐาน	⁄			
4	เติมจารบีบริเวณลูกปืนของเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ (ใช้จารบีตรงรุ่นที่แนะนำ)	⁄			

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
5	ตรวจสอบสภาพลูกปืนในแต่ละตำแหน่งดูจากสภาพภายนอกที่มองเห็น	⁄			
6	ตรวจสอบสภาพของชุด Mechanical Seal ของชุดปั๊มจากสภาพภายนอกที่มองเห็น	⁄			
7	ตรวจสอบสภาพของชุด Flexible Coupling ของชุดปั๊มจากสภาพภายนอกที่มองเห็น	⁄			
8	ตรวจสอบชุด Pressure Gauge ที่เป็นอุปกรณ์ประกอบของปั๊ม			⁄	1 ครั้ง
9	ตรวจสอบชุด Diff Pressure Switch ที่เป็นอุปกรณ์ประกอบของปั๊ม			⁄	1 ครั้ง
10	ตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ Control Panel ของปั๊มต้องไม่มีรอยไหม้หรือชำรุด	⁄			
11	ตรวจสอบสายไฟฟ้าตู้ Control Panel ของปั๊มต้องไม่มีรอยไหม้หรือชำรุด			⁄	1 ครั้ง
12	ตรวจสอบจุดต่อ Terminal ของตู้ Control Panel ของปั๊มต้องแน่นไม่หลวมสมบูรณ์	⁄			
13	ตรวจสอบส่วนประกอบของระบบทั่วๆไป			⁄	2 ครั้ง
14	ทำการบันทึกผลและรายงานการซ่อมบำรุง	⁄			

ผลการบำรุงรักษาระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) ในปี 2562 ตามแผนการที่ได้วางไว้ในเดือน กุมภาพันธ์ 2562, พฤษภาคม 2562, สิงหาคม 2562 และ พฤศจิกายน 2562 โดยทีมงานได้ดำเนินการตรวจสอบระบบตามมาตราฐานทั้ง 21 หัวข้อ พบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นกับอุปกรณ์เป็นจำนวน 6 ครั้ง และได้ดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์และแก้ไขทันทีในระหว่างดำเนินการซ่อมบำรุงตามแผน เมื่อ

เปรียบเทียบกับในปี 2561 ที่พบปัญหาเกิดขึ้นกับระบบเป็นจำนวน 23 ครั้ง สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.3 และ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบปัญหาของระบบหอระบายความร้อนที่เกิดขึ้นในปี 2561 และ ปี 2562

ลำดับ	ปัญหา	ปี 2561	ปี 2562
1	พบปัญหา Cooling Tower มีเสียงดัง	4 ครั้ง	1 ครั้ง
2	พบปัญหา Cooling Tower มี Alarm water high level	3 ครั้ง	1 ครั้ง
3	พบปัญหา Cooling Tower มี Alarm water Low level	3 ครั้ง	-
4	พบปัญหา Valve ท่อ CDS Cooling Tower ค้าง เมื่อสั่งปิดจาก CMS	3 ครั้ง	-
5	พบปัญหา Cooling Tower มีน้ำซึมเข้าลูกลอยและก้านลูกลอยงอ	3 ครั้ง	1 ครั้ง
6	พบปัญหาสายพาน Cooling Tower ชำรุด	3 ครั้ง	1 ครั้ง
7	พบปัญหา ท่อเติมน้ำ Cooling Tower แตก ทำให้น้ำเติมตลอดเวลา	3 ครั้ง	1 ครั้ง
8	พบปัญหา Cooling Tower สกปรก มีคราบตระกรัน	1 ครั้ง	1 ครั้ง

ตารางที่ 4.4 ผลการบำรุงรักษาระบบหอระบายความร้อนในปี 2562

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
1	ตรวจสอบการอุดตัน ต้องไม่มีการอุดตัน	⁄			
2	ตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน ต้องอยู่ในเกณฑ์ปกติ			⁄	1 ครั้ง
3	ตรวจสอบลิ่มและตัวหนอนล๊อคที่เพลาขับพัดลม ต้องยึดแน่นแข็งแรง	⁄			
4	หยอดน้ำมันหรือจารบีบริเวณมอเตอร์	⁄			
5	ตรวจสอบตัวซีลน้ำมัน ต้องไม่มีจุดรั่ว	⁄			
6	ตรวจสอบระดับน้ำ ต้องอยู่ในระดับปกติ	⁄			
7	ตรวจสอบการรั่วของน้ำ ต้องไม่มีจุดรั่ว				
8	ตรวจสอบความแน่นของ Bolt กับ Nut ต้องแข็งแรง	⁄			
9	ตรวจสอบและทำความสะอาด			⁄	1 ครั้ง
10	ตรวจสอบโครงสร้างภายนอกและภายใน ต้องไม่มีจุดชำรุด	⁄			
11	ตรวจสอบดูวาล์ว ลูกลอย ต้องไม่ชำรุด			⁄	1 ครั้ง
12	ตรวจสอบท่อน้ำเข้าน้ำออกต้องไม่ชำรุด			⁄	1 ครั้ง
13	ตรวจสอบฝาครอบอ่างน้ำร้อนต้องไม่ชำรุด	⁄			
14	ตรวจสอบสายพานต้องไม่ชำรุด ไม่หย่อน ปรับตั้งให้เหมาะสมกับการทำงาน			⁄	1 ครั้ง
15	ตรวจสอบพู่เล่ย์ทำงานได้ศูนย์หรือไม่	⁄			
16	ตรวจสอบชุดสปีด มีเสียงดังผิดปกติหรือไม่	⁄			
17	ตรวจสอบใบพัดลมระบายอากาศชำรุดเสียหายหรือไม่ มีเสียงดัง สั่นสะเทือนหรือไม่	⁄			

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
18	ตรวจสอบมอเตอร์พัดลมทำงานที่อุณหภูมิปกติหรือไม่	⁄			
19	ตรวจสอบมอเตอร์พัดลมมีการสั่นสะเทือนหรือมีเสียงดังเกินไปหรือไม่	⁄			
20	ตรวจสอบการทำงานทั่วไปของระบบ ต้องไม่พบสิ่งผิดปกติ			⁄	1 ครั้ง
21	ทำการบันทึกผลและรายงานการซ่อมบำรุง	⁄			

ผลการบำรุงรักษาระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ในปี 2562 ตามแผนการที่ได้วางไว้ในเดือน มกราคม 2562, เมษายน 2562, กรกฎาคม 2562 และ ตุลาคม 2562 โดยทีมงานได้ดำเนินการตรวจสอบระบบตามมาตราฐานทั้ง 17 หัวข้อ พบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นกับอุปกรณ์เป็นจำนวน 6 ครั้ง และได้ดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์และแก้ไขทันทีในระหว่างดำเนินการซ่อมบำรุงตามแผน เมื่อเปรียบเทียบกับในปี 2561 ที่พบปัญหาเกิดขึ้นกับระบบเป็นจำนวน 15 ครั้ง สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 4.5 และ 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบปัญหาที่เกิดขึ้นของระบบเครื่องทำน้ำเย็นในปี 2561 และ ปี 2562

ลำดับ	ปัญหา	ปี 2561	ปี 2562
1	พบปัญหาค่า Flow ของฝั่งอีแวปโปเรเตอร์ มีค่าผิดเพี้ยน ต่ำกว่าปกติ ระบบไม่ทำงาน	2 ครั้ง	1 ครั้ง
2	พบปัญหา Chiller COMPR STOP- surge Temperature	2 ครั้ง	1 ครั้ง
3	พบปัญหา Chiller Communication Fault (Unit or VFD)	1 ครั้ง	-

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ลำดับ	ปัญหา	ปี 2561	ปี 2562
4	พบปัญหา ท่อ CHR บริเวณฝั่งเข้า Evaporator หุ้มฉนวนไม่ดีทำให้เกิด Condense	2 ครั้ง	1 ครั้ง
5	พบปัญหา Chiller หยุดทำงาน Alarm COMPR STOP - VFD Motor Overload	1 ครั้ง	-
6	พบปัญหา Chiller บริเวณ Service Valve มีคราบน้ำยา เหมือนมีการรั่วซึม	1 ครั้ง	-
7	พบปัญหา มีน้ำรั่วซึมที่ฝา Condenser Tube ของ Chiller	2 ครั้ง	1 ครั้ง
8	พบปัญหา Chiller ขณะ Run โหลดสูงมากผิดปกติ	2 ครั้ง	1 ครั้ง
9	พบปัญหา chiller ไม่ Rotate ตามเวลาที่กำหนด	2 ครั้ง	1 ครั้ง

ตารางที่ 4.6 ผลการบำรุงรักษาของระบบเครื่องทำน้ำเย็นในปี 2562

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
1	ตรวจสอบ Log การทำงานหรือข้อมูลที่แจ้งเตือนของระบบ Chiller แต่ละเครื่อง	⁄			
2	ตรวจสอบการทำงานของชุด IGV ในส่วนของ Compressor	⁄			
3	ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อสายไฟฟ้าของชุด Compressor	⁄			
4	ตรวจสอบความเที่ยงตรงของอุปกรณ์ Transducer และ Sensor			⁄	1 ครั้ง
5	ตรวจสอบความถูกต้องของ Water Flow Sensor และ Pressure Drop ของชุด Condenser	⁄			
6	ตรวจสอบคุณภาพน้ำของชุด Condenser			⁄	1 ครั้ง

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
7	ตรวจสอบความสะอาดและการรั่วของท่อทองแดงของชุด Condenser			⁄	1 ครั้ง
8	ตรวจสอบทำความสะอาด Flow Sensor ฝั่งชุด Condenser	⁄			
9	ตรวจสอบความถูกต้องของ Water Flow Sensor และ Pressure Drop ของชุด Evaporator			⁄	1 ครั้ง
10	ตรวจสอบคุณภาพน้ำของชุด Evaporator	⁄			
11	ตรวจสอบความสะอาดและการรั่วของท่อทองแดงของชุด Evaporator	⁄			
12	ตรวจสอบทำความสะอาด Flow Sensor ฝั่งชุด Evaporator	⁄			
13	ตรวจสอบฉนวนหุ้มตัวเครื่องต้องไม่ชำรุด ไม่มีอากาศเข้า เกิดน้ำขัง เป็นสนิมที่ตัวเครื่อง			⁄	1 ครั้ง
14	ตรวจสอบการทำงาน ทดสอบ Run เครื่อง			⁄	1 ครั้ง
15	ตรวจสอบจุดรั่วในตำแหน่งต่างๆ เมื่อทำการ Run เครื่อง	⁄			
16	ตรวจสอบจุดต่อทางไฟฟ้าของเครื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิค ขันกรวดในแน่น	⁄			
17	ทำการบันทึกผลและรายงานการซ่อมบำรุง	⁄			

4.3 ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานซ่อมบำรุงระบบ

หลังจากที่ได้นำหลักการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันเข้ามาใช้ในอาคารศูนย์ข้อมูลแห่งนี้แล้ว ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายสำหรับงานซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นในปี 2561 ตามตารางที่ 4.7 และในปี 2562 ตามตารางที่ 4.8 ดังนี้

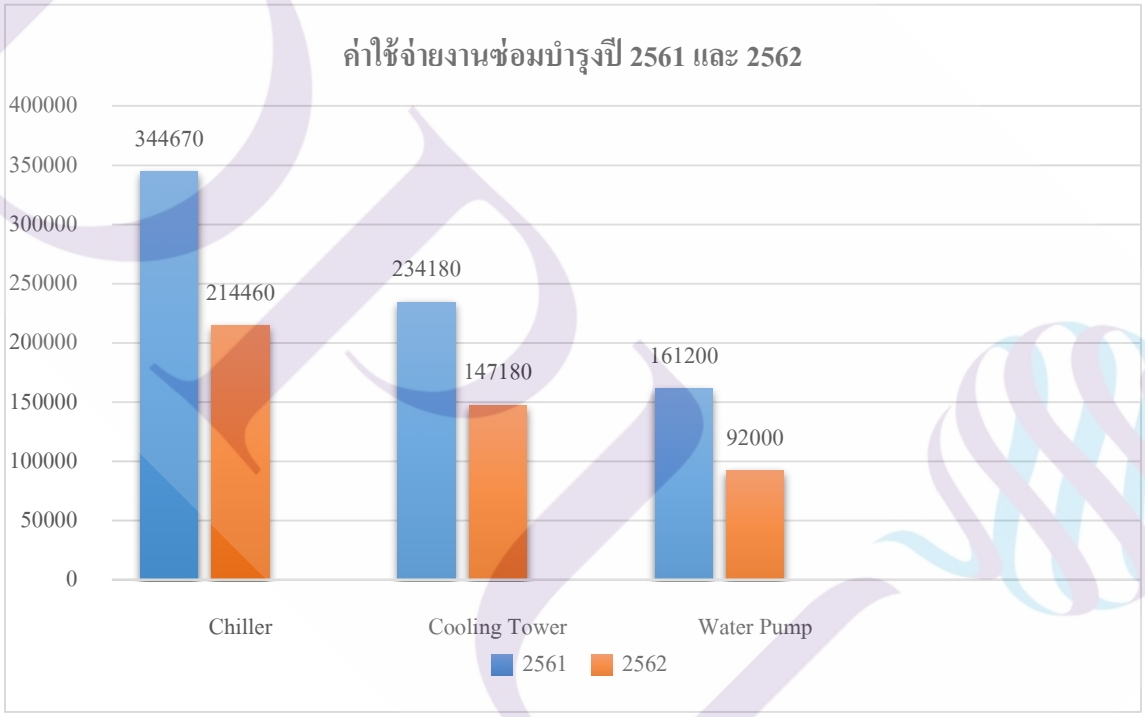
ตารางที่ 4.7 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นในปี 2561

ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบปี 2561				
ลำดับที่	**รายการใช้จ่าย**	**เครื่องทำน้ำเย็น**	**หอระบายความร้อน**	**ปั๊มน้ำระบายความร้อน**
1	ค่าสัญญาจ้างงานประจำปี	-	-	-
2	ค่าแรงเรียกซ่อมรายครั้งรวม	90,000	115,000	90,000
3	ค่าอะไหล่สำหรับงานซ่อมรวม	254,670	119,180	71,200
	รวม	344,670	234,180	161,200

ตารางที่ 4.8 ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นในปี 2562

ค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงระบบปี 2562				
ลำดับที่	**รายการใช้จ่าย**	**เครื่องทำน้ำเย็น**	**หอระบายความร้อน**	**ปั๊มน้ำระบายความร้อน**
1	ค่าสัญญาจ้างงานประจำปี	160,000	120,000	80,000
2	ค่าแรงเรียกซ่อมรายครั้งรวม	-	-	-
3	ค่าอะไหล่สำหรับงานซ่อมรวม	54,460	27,180	12,000
	รวม	214,460	147,180	92,000

จากตารางที่ 4.7 และ 4.8 จะเห็นได้ว่าในปี 2561 ทางอาคารไม่ได้มีการจัดจ้างงานซ่อมบำรุงประจำปีตามมาตรฐานของระบบที่ควรจะเกิดขึ้น ทำให้เกิดปัญหากับอุปกรณ์และระบบเป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องเสียค่าเรียกซ่อมและค่าอะไหล่เกินจากงบประมาณประจำปีที่ตั้งไว้ที่ 600,000 บาทต่อปี เมื่อสังเกตุข้อมูลค่าใช้จ่ายในปี 2562 ที่ทางผู้วิจัยได้ทำการจัดจ้างเพื่อทำการซ่อมบำรุงประจำปี มีการดำเนินการทุกๆ 3 เดือน ตามขั้นตอนที่ผู้ผลิตได้กำหนดไว้ พบว่าทางองค์กรสามารถประหยัดค่าเรียกซ่อมได้ทั้งหมด ซึ่งทางผู้รับเหมาถือว่ารวมอยู่ในสัญญาแล้ว และ มีปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบลดน้อยลง เสียค่าอะไหล่ในการซ่อมน้อยลงจากปี 2561 ทางผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่เกิดขึ้นมาเปรียบเทียบเป็นแผนภูมิแท่งที่ 4.1 เพื่อให้เห็นความแต่งต่างในปี 2561 และ ปี 2562 ได้ดังนี้



ภาพที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงปี 2561 และ 2562

จากแผนภูมิที่ทางผู้วิจัยได้แสดงนี้ จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงในปี 2562 ลดลงจากปี 2561 คิดเป็นเปอร์เซ็นตามตารางที่ 4.9 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.9 ค่าใช้จ่ายในปี 2562 ที่ลดลงจากปี 2561

ลำดับที่	ระบบ	ปี 2561	ปี 2562	ลดลง (บาท)	ลดลง (%)
1	ระบบเครื่องทำน้ำเย็น	344,670	214,460	130,210	37.77
2	ระบบหอระบายความร้อน	234,180	147,180	87,000	37.15
3	ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน	161,200	92,000	69,200	42.92

ผลการทดลองที่ได้ในปี 2562 หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงการดำเนินงานซ่อมบำรุงระบบของอาคารศูนย์ข้อมูล มีการจัดจ้างผู้เชียวชาญเข้ามาดูแลระบบตามมาตราฐานตามขั้นตอนที่ได้วางไว้ทุกๆ 3 เดือน มีการแก้ไขปัญหาทันทีเมื่อพบจุดที่ผิดปกติ ไม่รอให้เกิดการหยุดและต้องซ่อมระหว่างการใช้งาน ทำให้ระบบมีเสถียรภาพและสามารถลดอัตราการเสียและค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุงที่ลดลงจากปี 2561 และสามารถดำเนินงานได้ตามงบประมาณของหน่วยงานที่ได้วางไว้ที่ 600,000 บาทต่อปี โดยผลที่ได้รับจากการทดลองนี้สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้กับอีกหลายๆระบบในอาคารศูนย์ข้อมูลเพื่อให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุงรักษาระบบต่อไปได้ในอนาคต

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเอาหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเข้ามาทำการปรับปรุงงานซ่อมบำรุงรักษาภายในอาคารศูนย์ข้อมูล ได้มีการวางแผนงาน ทำมาตรฐานการซ่อมบำรุงกับระบบทำความเย็นในอาคารทั้ง 3 ระบบ คือ ระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) และระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) โดยผู้วิจัยได้จัดจ้างผู้เชี่ยวชาญระบบมาดูแลงานซ่อมบำรุงประจำปี มีการดำเนินงานทุกๆ 3 เดือน หรือ มีการดำเนินงานปีละ 4 ครั้ง รวมงานซ่อมเมื่ออุปกรณ์เกิดการเสียหาย

เมื่อได้ทำการวัดผลการดำเนินงาน พบว่าเมื่อนำเอาหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ในการดูแลระบบในปี 2562 นั้น ทำให้มีการซ่อมบำรุงรักษาที่เพียงพอและได้ตามมาตรฐาน มีการตรวจสอบที่ครอบคลุมในแต่ละส่วนของระบบ ส่งผลให้สามารถพบปัญหาหรือสิ่งที่จะก่อให้เกิดปัญหากับระบบและสามารถแก้ไขปัญหาได้ก่อน ทำให้อัตราการเสียของระบบน้อยลง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในปี 2562 ลดลงจากในปี 2561 ดังนี้ ระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower) สามารถลดลงได้ร้อยละ 37.15 ระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump) สามารถลดลงได้ร้อยละ 42.92 และระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) สามารถลดลงได้ร้อยละ 37.77 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ของผู้ทำการวิจัย ที่ต้องการจะพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงสำหรับอาคารศูนย์ข้อมูล เพื่อให้ลดอัตราการเสีย ให้ระบบทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพ และ สามารถลดค่าใช้จ่ายในองค์กรลงได้ในแต่ละปี สามารถดำเนินงานได้ตามงบประมาณที่หน่วยงานได้ตั้งเอาไว้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 สามารถนำเอาหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้กับระบบอื่นๆที่สำคัญในอาคารศูนย์ข้อมูลหรืออาคารต่างๆได้ จะส่งผลให้ระบบมีเสถียรภาพ ลดปัญหาของเสีย และ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายขององค์กรได้

5.2.2 ในการกำหนดมาตรฐานขั้นตอนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไว้ในแต่ละระบบ จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้ในทิศทางเดียวกัน ถึงแม้จะเปลี่ยนคนดูแลระบบแล้ว ก็ยังสามารถอ้างอิงเอกสารชุดเดียวกันได้ จึงเป็นสิ่งที่ควรปรับปรุงให้เกิดขึ้นในแต่ละองค์กรในแต่ละอาคาร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

สืบพงษ์ มาลี. (2554).*การบริหารงานซ่อมบำรุงระบบภายในอาคารเชิงป้องกัน กรณีศึกษาสถาบันแห่งชาติเพื่อการพัฒนาเด็กและครอบครัว*.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากร

กำพล ไหวดี. (2560).*การลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการว่าจ้างผู้รับเหมาซ่อมบำรุงระบบรถไฟฟ้า*. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยสยาม

วรรณวิสา ถาวร. (2560).*การวางแผนบำรุงรักษาอาคารด้วยระบบ CMMS กรณีศึกษาสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท.*สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และการจัดการเชิงธุรกิจ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

นิพนธ์ วัฒนาพูนชัย. (2551).*การลดค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศด้วยการพัฒนาระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน*.สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัยมาหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ธวัชชัย สุวรรณประสม. (2559).*การลดความสูญเสียในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมอเตอร์ กรณีศึกษาโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ*.สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สุขุม จันทร์ตรี. (2539).*การลดต้นทุนงานซ่อมบำรุงในโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาคผนวก

แผนการซ่อมบำรุงประจำปี 2559-2562

ตารางซ่อมบำรุงระบบประจำปี 2559-2562

เป็นแผนการที่ยังกำหนดการแล้ว

เป็นงานที่ได้ดำเนินการแล้ว

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์ / ระบบ	ระยะเวลา ครั้ง / ต่อปี	ความคืบหน้า	แผน / ผลงาน	เดือน ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	**ระบบ Cooling Tower**	4														
	รอบปี 2559		1/1	แผน											2 พ.ย. 2559	
				ผลงาน											9 พ.ย. 2559	
	รอบปี 2560		1/1	แผน											25 พ.ย.	
				ผลงาน											20 พ.ย.	
	รอบปี 2561		2/2	แผน			15 มี.ค. 2561						18 ก.ย. 2561			
				ผลงาน			22 มี.ค. 2561						19 ก.ย. 2561			
	รอบปี 2562		4/4	แผน		17 ก.พ. 2562			17 พ.ค. 2562			18 ต.ค. 2562			10 พ.ย.	
				ผลงาน		27 ก.พ. 2562			19 พ.ค. 2562			19 ต.ค. 2562			10 พ.ย.	
2	**ระบบ Water Pump (CDP,CHP)**	4														
	รอบปี 2559		1/1	แผน							10 ก.ค. 2559					
				ผลงาน							10 ก.ค. 2559					
	รอบปี 2560		1/1	แผน											25 พ.ย.	
				ผลงาน											25 พ.ย.	
	รอบปี 2561		2/2	แผน		23 ก.พ. 2561							25 ก.ย. 2561			
				ผลงาน		23 ก.พ. 2561							28 ก.ย. 2561			
	รอบปี 2562		4/4	แผน		1 ก.พ. 2562			13 พ.ค. 2562			4 ต.ค. 2562			3 พ.ย. 2562	
				ผลงาน		7 ก.พ. 2562			15 พ.ค. 2562			4 ต.ค. 2562			4 พ.ย. 2562	
3	**ระบบ Chiller**	4														
	รอบปี 2560		1/1	แผน									15 ก.ย. 2560			
				ผลงาน									17 ก.ย. 2560			
	รอบปี 2561		2/2	แผน			18 มี.ค. 2561			22 มิ.ย. 2561						
				ผลงาน			19 มี.ค. 2561			23 มิ.ย. 2561						
	รอบปี 2562		4/4	แผน		5 ม.ค. 2562		4 เม.ย. 2562			3 ก.ค. 2562			10 ต.ค. 2562		
				ผลงาน		10 ม.ค. 2562		8 เม.ย. 2562			3 ก.ค. 2562			14 ต.ค. 2562		

ขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบปั๊มน้ำระบายความร้อน (Water Pump)

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
1	ตรวจวัดค่า Suction/Discharge Pressure ขณะปั๊มทำงาน				
2	ตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ขณะทำงาน				
3	ตรวจสอบและปรับตั้ง Pump Alignment ให้อยู่ในเกณฑ์มาตราฐาน				
4	เติมจารบีบริเวณลูกปืนของเครื่องสูบน้ำ และ มอเตอร์ (ใช้จารบีตรงรุ่นที่แนะนำ)				
5	ตรวจสอบสภาพลูกปืนในแต่ละตำแหน่งดูจากสภาพภายนอกที่มองเห็น				
6	ตรวจสอบสภาพของชุด Mechanical Seal ของชุดปั๊มจากสภาพภายนอกที่มองเห็น				
7	ตรวจสอบสภาพของชุด Flexible Coupling ของชุดปั๊มจากสภาพภายนอกที่มองเห็น				
8	ตรวจสอบชุด Pressure Gauge ที่เป็นอุปกรณ์ประกอบของปั๊ม				
9	ตรวจสอบชุด Diff Pressure Switch ที่เป็นอุปกรณ์ประกอบของปั๊ม				
10	ตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้ Control Panel ของปั๊มต้องไม่มีรอยไหม้หรือชำรุด				
11	ตรวจสอบสายไฟฟ้าตู้ Control Panel ของปั๊มต้องไม่มีรอยไหม้หรือชำรุด				
12	ตรวจสอบจุดต่อ Terminal ของตู้ Control Panel ของปั๊มต้องแน่นไม่หลวมสมบูรณ์				
13	ตรวจสอบส่วนประกอบของระบบทั่วๆไป				
14	ทำการบันทึกผลและรายงานการซ่อมบำรุง				

ขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบหอระบายความร้อน (Cooling Tower)

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
1	ตรวจสอบการอุดตัน ต้องไม่มีการอุดตัน				
2	ตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน ต้องอยู่ในเกณฑ์ปกติ				
3	ตรวจสอบลิ่มและตัวหนอนล๊อคที่เพลาขับพัดลม ต้องยึดแน่นแข็งแรง				
4	หยอดน้ำมันหรือจารบีบริเวณมอเตอร์				
5	ตรวจสอบตัวซีลน้ำมัน ต้องไม่มีจุดรั่ว				
6	ตรวจสอบระดับน้ำ ต้องอยู่ในระดับปกติ				
7	ตรวจสอบการรั่วของน้ำ ต้องไม่มีจุดรั่ว				
8	ตรวจสอบความแน่นของ Bolt กับ Nut ต้องแข็งแรง				
9	ตรวจสอบและทำความสะอาด				
10	ตรวจสอบโครงสร้างภายนอกและภายใน ต้องไม่มีจุดชำรุด				
11	ตรวจสอบดูวาล์ว ลูกลอย ต้องไม่ชำรุด				
12	ตรวจสอบท่อน้ำเข้าน้ำออกต้องไม่ชำรุด				
13	ตรวจสอบฝาครอบอ่างน้ำร้อนต้องไม่ชำรุด				
14	ตรวจสอบสายพานต้องไม่ชำรุด ไม่หย่อน ปรับตั้งให้เหมาะสมกับการทำงาน				
15	ตรวจสอบพู่เล่ย์ทำงานได้ศูนย์หรือไม่				
16	ตรวจสอบชุดสปีด มีเสียงดังผิดปกติหรือไม่				
17	ตรวจสอบใบพัดลมระบายอากาศชำรุดเสียหายหรือไม่ มีเสียงดัง สั่นสะเทือนหรือไม่				
18	ตรวจสอบมอเตอร์พัดลมทำงานที่อุณหภูมิปกติหรือไม่				
19	ตรวจสอบมอเตอร์พัดลมมีการสั่นสะเทือนหรือมีเสียงดังเกินไปหรือไม่				
20	ตรวจสอบการทำงานทั่วไปของระบบ ต้องไม่พบสิ่งผิดปกติ				
21	ทำการบันทึกผลและรายงานการซ่อมบำรุง				

ขั้นตอนการบำรุงรักษาระบบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

รายการ	รายละเอียดการบำรุงรักษา	ผลการตรวจเช็ค			หมายเหตุ
		ปกติ	ผิดปกติ	แก้ไข	
1	ตรวจสอบ Log การทำงานหรือข้อมูลที่แจ้งเตือนของระบบ Chiller แต่ละเครื่อง				
2	ตรวจสอบการทำงานของชุด IGV ในส่วนของ Compressor				
3	ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อสายไฟฟ้าของชุด Compressor				
4	ตรวจสอบความเที่ยงตรงของอุปกรณ์ Transducer และ Sensor				
5	ตรวจสอบความถูกต้องของ Water Flow Sensor และ Pressure Drop ของชุด Condenser				
6	ตรวจสอบคุณภาพน้ำของชุด Condenser				
7	ตรวจสอบความสะอาดและการรั่วของท่อทองแดงของชุด Condenser				
8	ตรวจสอบทำความสะอาด Flow Sensor ฝั่งชุด Condenser				
9	ตรวจสอบความถูกต้องของ Water Flow Sensor และ Pressure Drop ของชุด Evaporator				
10	ตรวจสอบคุณภาพน้ำของชุด Evaporator				
11	ตรวจสอบความสะอาดและการรั่วของท่อทองแดงของชุด Evaporator				
12	ตรวจสอบทำความสะอาด Flow Sensor ฝั่งชุด Evaporator				
13	ตรวจสอบฉนวนหุ้มตัวเครื่องต้องไม่ชำรุด ไม่มีอากาศเข้า เกิดน้ำขัง เป็นสนิมที่ตัวเครื่อง				
14	ตรวจสอบการทำงาน ทดสอบ Run เครื่อง				
15	ตรวจสอบจุดรั่วในตำแหน่งต่างๆ เมื่อทำการ Run เครื่อง				
16	ตรวจสอบจุดต่อทางไฟฟ้าของเครื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิค ขันกรวดในแน่น				
17	ทำการบันทึกผลและรายงานการซ่อมบำรุง				

TA SERVICE & CONSTRUCTION
ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
31/131 หมู่ที่ 3 ต. บึงทำพร้อย อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12150
Tel: 02-577-5593 Fax: 02-577-5593
E-mail: taservice2006@gmail.com

Quotation

ลูกค้า :		QT. No.	QT1061-161
		วันที่:	
		พนง. ขาย :	กิตติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์
ติดต่อ:	คุณเธรรมรัตน์ สงเพ็ช	โทรศัพท์ :	088-952-4146
โทรศัพท์ : 097-291-9103		Project :	

No.	Description	Qty	Unit	Material	
				Unit	Amount
1	**Preventive Maintenance (PM) รายปี** PM 4 ครั้ง / ปี ตามขั้นตอนพื้นฐานของระบบ Chiller 3 เครื่อง **Corrective Maintenance (CM) รายปี** CM กรณีเกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบ Chiller 3 เครื่อง หมายเหตุ : เข้าทำการ Service ไม่รวมอุปกรณ์ที่ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยน	1	Job	160,000.00	160,000.00

กำหนดยื่นราคา	30 วัน นับจากวันเสนอราคา	รวมทั้งสิ้น	160,000.00
กำหนดแล้วเสร็จ	ภายใน 30 วัน หลังจากได้รับใบสั่งซื้อ	Discount	
กำหนดชำระเงิน	30% down payment, 70% PCD 15 Days after delivery	รวมเงินสุทธิ	160,000.00
		VAT 7%	11,200.00
ราคานี้ส่งสินค้าถึงหน้างานกรุงเทพและปริมณฑลพร้อม Test & Commissioning		เป็นเงินทั้งสิ้น	171,200.00

หนึ่งแสนเจ็ดหมื่นหนึ่งพันสองร้อยบาทถ้วน

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด	ข้าพเจ้าตอบตกลงซื้อสินค้าตามรายการและเงื่อนไขที่ปรากฏในที่นี้
ผู้อนุมัติ กิตติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์ วันที่ 16 / 11 / 2561	ผู้ซื้อ ..... วันที่ .....

TA SERVICE & CONSTRUCTION
ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
31/131 หมู่ที่ 3 ต. บึงคำพร้อย อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12150
Tel: 02-577-5593 Fax: 02-577-5593
E-mail: taservice2006@gmail.com

Quotation

ลูกค้า :		QT. No.	QT1061-162
		วันที่:	
		พนง. ขาย :	กิติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์
ติดต่อ: คุณธรรมรัตน์ สมพีร		โทรศัพท์ :	088-952-4146
โทรศัพท์ : 097-291-9103		Project :	

No.	Description	Qty	Unit	Material	
				Unit	Amount
1	**Preventive Maintenance (PM) รายปี** PM 4 ครั้ง / ปี ตามขั้นตอนพื้นฐานของระบบ Cooling Tower 3 เครื่อง **Corrective Maintenance (CM) รายปี** CM กรณีเกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบ Cooling Tower 3 เครื่อง หมายเหตุ 1.เข้าทำการ Service ไม่รวมอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนหรือเปลี่ยน	1	Job	120,000.00	120,000.00

กำหนดยื่นราคา	30 วัน นับจากวันเสนอราคา	รวมทั้งสิ้น	120,000.00
กำหนดแล้วเสร็จ	ภายใน 30 วัน หลังจากได้รับใบสั่งซื้อ	Discount	
กำหนดชำระเงิน	30% down payment, 70% PCD 15 Days after delivery	รวมเงินสุทธิ	120,000.00
		VAT 7%	8,400.00
รวมนี้ส่งสินค้าถึงหน้างานกรุงเทพและปริมณฑลพร้อม Test & Commissioning		เป็นเงินทั้งสิ้น	128,400.00

หนึ่งแสนสองหมื่นแปดพันสี่ร้อยบาทถ้วน

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด — ข้าพเจ้าตอบตกลงซื้อสินค้าตามรายการและเงื่อนไขที่ปรากฏในที่นี้

ผู้อนุมัติ กิติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์ วันที่ 16/ 11 / 2561 ผู้ซื้อ ..... วันที่ .....

TA SERVICE & CONSTRUCTION
ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
31/131 หมู่ที่ 3 ต. บึงคำพร้อย อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12150
Tel: 02-577-5593 Fax: 02-577-5593
E-mail: taservice2006@gmail.com

Quotation

ลูกค้า :		QT. No.	QT1061-163
		วันที่:	
		พนง. ขาย :	กิตติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์
ติดต่อ: คุณธรรมรัตน์ สงฟัช		โทรศัพท์ :	088-952-4146
โทรศัพท์ : 097-291-9103		Project :	

No.	Description	Qty	Unit	Material	
				Unit	Amount
1	**Preventive Maintenance (PM) รายปี** PM 4 ครั้ง / ปี ตามขั้นตอนพื้นฐานของระบบ water Pump 6 เครื่อง **Corrective Maintenance (CM) รายปี** CM กรณีเกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบ Water Pump 6 เครื่อง หมายเหตุ 1.ค่าเดินทาง Service ไม่รวมอุปกรณ์ที่ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยน	1	Job	80,000.00	80,000.00

กำหนดยื่นราคา	30 วัน นับจากวันเสนอราคา	รวมทั้งสิ้น	80,000.00
กำหนดแล้วเสร็จ	ภายใน 30 วัน หลังจากได้รับใบสั่งซื้อ	Discount	
กำหนดชำระเงิน	30% down payment, 70% PCD 15 Days after delivery	รวมเงินสุทธิ	80,000.00
		VAT 7%	5,600.00
ราคานี้ส่งสินค้าถึงหน้างานกรุงเทพและปริมณฑลพร้อม Test & Commissioning		เป็นเงินทั้งสิ้น	85,600.00

แปดหมื่นห้าพันหกร้อยบาทถ้วน

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด	ข้าพเจ้าตอบตกลงซื้อสินค้าตามรายการและเงื่อนไขที่ปรากฏในที่นี้
ผู้อนุมัติ กิตติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์ วันที่ 16/ 11 / 2561	ผู้ซื้อ ..... วันที่ .....

TA SERVICE & CONSTRUCTION
ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
31/131 หมู่ที่ 3 ต. บึงคำพร้อย อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12150
Tel: 02-577-5593 Fax: 02-577-5593
E-mail: taservice2006@gmail.com

Quotation

ลูกค้า :

ติดต่อ: คุณธรรมรัตน์ สมพีร
โทรศัพท์ : 097-291-9103

QT. No. QT1061-164
วันที่:
พนง. ขาย : กิติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์
โทรศัพท์ : 088-952-4146
Project :

No.	Description	Qty	Unit	Material	
				Unit	Amount
1	รายการอะไหล่สำหรับงานซ่อมบำรุงแก้ไข				
	Cooling Water Pump				
	1. Differential Pressure switch	1	Set	5,000.00	5,000.00
	2. Pressure Gauge	1	Set	1,000.00	1,000.00
	3. Magnetic contactor	1	Set	3,000.00	3,000.00
	4. Piping Flange	1	Set	2,000.00	2,000.00
	5. Controller Board	1	Set	12,000.00	12,000.00
	6. Insulation	1	Set	2,000.00	2,000.00
	7. Mechanical Seal	1	Set	20,200.00	20,200.00
	8. Motor Bearing	1	Set	4,000.00	4,000.00
	9. Communication cable	1	Set	2,000.00	2,000.00
	10. Pump Ovechaul	1	Set	50,000.00	50,000.00
	11. Pump Alignment	1	Set	15,000.00	15,000.00
	12. Greases&Lubricants 20kg	1	Set	2,500.00	2,500.00
	13. Overtime / 1hr / person	1	Set	500.00	500.00
	หมายเหตุ : เป็นเพียงอะไหล่พื้นฐานที่ทางบริษัทแนะนำ				

กำหนดยืนราคา	30 วัน นับจากวันเสนอราคา	รวมทั้งสิ้น	-
กำหนดแล้วเสร็จ	ภายใน 30 วัน หลังจากได้รับใบสั่งซื้อ	Discount	
กำหนดชำระเงิน	30% down payment, 70% PCD 15 Days after delivery	รวมเงินสุทธิ	-
		VAT 7%	-
ราคานี้ส่งสินค้าถึงหน้างานกรุงเทพและปริมณฑลพร้อม Test & Commissioning		เป็นเงินทั้งสิ้น	-

ศูนย์บาทถ้วน

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด — ข้าพเจ้าตอบตกลงซื้อสินค้าตามรายการและเงื่อนไขที่ปรากฏในที่นี้

ผู้อนุมัติ กิติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์ วันที่ 16/ 11 / 2561 ผู้ซื้อ ..... วันที่ .....

TA SERVICE & CONSTRUCTION
ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
31/131 หมู่ที่ 3 ต. บึงคำพร้อย อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12150
Tel: 02-577-5593 Fax: 02-577-5593
E-mail: taservice2006@gmail.com

Quotation

ลูกค้า :		QT. No.	QT1061-165
		วันที่:	
		พนง. ขาย :	กิตติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์
ติดต่อ:	คุณธรรมรัตน์ สมศรี	โทรศัพท์ :	088-952-4146
โทรศัพท์ : 097-291-9103		Project :	

No.	Description	Qty	Unit	Meterial	
				Unit	Amount
1	รายการอะไหล่สำหรับงานซ่อมบำรุงแก้ไข				
	Chiller Unit				
	1. Flow Sensor	1	Set	23,040.00	23,040.00
	2. Temperature Sensor	1	Set	4,520.00	4,520.00
	3. Communication Cable	1	Set	2,000.00	2,000.00
	4. Insulation	1	Set	6,000.00	6,000.00
	5. Transducer Sensor high	1	Set	9,050.00	9,050.00
	6. Angle valve	1	Set	7,750.00	7,750.00
	7. Oring condensor unit	1	Set	10,000.00	10,000.00
	8. LAN communication cable	1	Set	2,850.00	2,850.00
	9. Refrigerant 134A 56kg	1	Set	17,500.00	17,500.00
	10. Leakage problem solve	1	Set	40,000.00	40,000.00
	11. Transducer Sensor pressure	1	Set	9,050.00	9,050.00
	12. In-Out water Valve	1	Set	12,500.00	12,500.00
	13 Overtime / 1hr / person	1	Set	500.00	500.00
	หมายเหตุ : เป็นเพียงอะไหล่พื้นฐานที่ทางบริษัทแนะนำ				

กำหนดยืนราคา	30 วัน นับจากวันเสนอราคา	รวมทั้งสิ้น	-
กำหนดแล้วเสร็จ	ภายใน 30 วัน หลังจากได้รับใบสั่งซื้อ	Discount	
กำหนดชำระเงิน	30% down payment, 70% PCD 15 Days after delivery	รวมเงินสุทธิ	-
		VAT 7%	-
ราคานี้ส่งสินค้าถึงหน้างานวางเทพและบริเวณหลังพร้อม Test & Commissioning		เป็นเงินทั้งสิ้น	-
ศูนย์บาทถ้วน			

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด — ข้าพเจ้าตอบตกลงซื้อสินค้าตามรายการและเงื่อนไขที่ปรากฏในที่นี้

ผู้อนุมัติ กิตติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์ วันที่ 16 / 11 / 2561 ผู้ซื้อ ..... วันที่ .....

TA SERVICE & CONSTRUCTION
ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด
31/131 หมู่ที่ 3 ต. บึงคำพร้อย อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12150
Tel: 02-577-5593 Fax: 02-577-5593
E-mail: taservice2006@gmail.com

Quotation

ลูกค้า :
ติดต่อ: คุณธรรมรัตน์ สมเพียร
โทรศัพท์ : 097-291-9103

QT. No. QT1061-166
วันที่:
พนง. ขาย : กิติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์
โทรศัพท์ : 088-952-4146
Project :

No.	Description	Qty	Unit	Material	
				Unit	Amount
1	รายการอะไหล่สำหรับงานซ่อมบำรุงแก้ไข				
	Cooling Tower				
	1. Fan Bearing	1	Set	3,500.00	3,500.00
	2. Electrode	1	Set	1,000.00	1,000.00
	3. In-Out water Valve	1	Set	12,500.00	12,500.00
	4. Floating water level	1	Set	2,000.00	2,000.00
	5. Fan Belt	1	Set	3,560.00	3,560.00
	6. Water pipe+Accessories	1	Set	10,000.00	10,000.00
	7. Cooling Tower Cleaning	1	Set	15,000.00	15,000.00
	8. Speed motror bearing	1	Set	12,000.00	12,000.00
	9. Butterfly valve for drain pipe	1	Set	8,000.00	8,000.00
	10. Electrictrode socket	1	Set	2,500.00	2,500.00
	11. Pressure Switch	1	Set	5,000.00	5,000.00
	12. Safety Switch	1	Set	4,000.00	4,000.00
	13. Fan motor	1	Set	30,000.00	30,000.00
	14. Overtime / 1hr / person	1	Set	500.00	500.00
	หมายเหตุ : เป็นเพียงอะไหล่พื้นฐานที่ทางบริษัทแนะนำ				

กำหนดยื่นราคา 30 วัน นับจากวันเสนอราคา
กำหนดแล้วเสร็จ ภายใน 30 วัน หลังจากได้รับใบสั่งซื้อ
กำหนดชำระเงิน 30% down payment, 70% PCD 15 Days after delivery

รวมทั้งสิ้น -
Discount
รวมเงินสุทธิ -
VAT 7% -
เป็นเงินทั้งสิ้น -

ราคานี้ส่งสินค้าถึงหน้างานกรุงเทพและปริมณฑลพร้อม Test & Commissioning

ศูนย์บาทถ้วน

บริษัท ทีเอ เซอร์วิส แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด — ข้าพเจ้าตอบตกลงซื้อสินค้าตามรายการและเงื่อนไขที่ปรากฏในที่นี้

ผู้อนุมัติ กิติคุณ วิจารณ์อักษรสิทธิ์ วันที่ 16/ 11 / 2561 ผู้ซื้อ ..... วันที่ .....

Chiller cost calculation

Maintenance cost in 2561

Total incident : 15 times , Service cost / time : 6,000 baht

Item	Spare Part/Problem	Amount	Material/Unit	Material cost	Service/Unit	Service cost	Cost	Remark
1	Flow Sensor	2.00	23040.00	46080.00	6000.00	12000.00	58080.00	
2	Temperature	2.00	4520.00	9040.00	6000.00	12000.00	21040.00	
3	Communication Cable	1.00	2000.00	2000.00	6000.00	6000.00	8000.00	
4	Insulation	2.00	5000.00	10000.00	6000.00	12000.00	22000.00	
5	Transducer Sensor high	1.00	9050.00	9050.00	6000.00	6000.00	15050.00	
6	Angle valve	1.00	7750.00	134700.00	6000.00	6000.00	140700.00	Special cost : 126950 baht
7	Oring condensor unit	2.00	10000.00	20000.00	6000.00	12000.00	32000.00	
8	Transducer Sensor pressure	2.00	9050.00	18100.00	6000.00	12000.00	30100.00	
9	LAN communication cable	2.00	2850.00	5700.00	6000.00	12000.00	17700.00	
Total							**344670.00**	

Maintenance cost in 2562

Total incident : 6 times , PM-CM contract : 160,000 baht

Item	Spare Part/Problem	Amount	Material/Unit	Material cost	Service/Unit	Service cost	Cost	Remark
1	Flow Sensor	1.00	23040.00	23040.00	0.00	0.00	23040.00	
2	Temperature	1.00	4520.00	4520.00	0.00	0.00	4520.00	
3	Insulation	1.00	5000.00	5000.00	0.00	0.00	5000.00	
4	Oring condensor unit	1.00	10000.00	10000.00	0.00	0.00	10000.00	
5	Transducer Sensor pressure	1.00	9050.00	9050.00	0.00	0.00	9050.00	
6	LAN communication cable	1.00	2850.00	2850.00	0.00	0.00	2850.00	
7	PM-CM contract	1.00	0.00	0.00	160000.00	160000.00	160000.00	
Total							**214460.00**	

Result 2561-2562

Item	Maintenance Chiller	Cost	Cost Saving	Saving %
1	Maintenance 2561	344670.00	130210.00	37.77
2	Maintenance 2562	214460.00		

Cooling tower cost calculation

Maintenance cost in 2561

Total incident : 23 times , Service cost / time : 5,000 baht

Item	Spare Part/Problem	Amount	Material/Unit	Material cost	Service/Unit	Service cost	Cost	Remark
1	Fan Bearing	4.00	3500.00	14000.00	5000.00	20000.00	34000.00	
2	Electrode High	3.00	1000.00	3000.00	5000.00	15000.00	18000.00	
3	Electrode Low	3.00	1000.00	3000.00	5000.00	15000.00	18000.00	
4	In-Out water Valve	3.00	12500.00	37500.00	5000.00	15000.00	52500.00	
5	Floating water level	3.00	2000.00	6000.00	5000.00	15000.00	21000.00	
6	Fan Belt	3.00	3560.00	10680.00	5000.00	15000.00	25680.00	
7	Pipe&Accessories	3.00	10000.00	30000.00	5000.00	15000.00	45000.00	
8	Cooling Tower Cleaning	1.00	15000.00	15000.00	5000.00	5000.00	20000.00	
Total							234180.00	

Maintenance cost in 2562

Total incident : 6 times , PM-CM contract : 120,000 baht

Item	Spare Part/Problem	Amount	Material/Unit	Material cost	Service/Unit	Service cost	Cost	Remark
1	Fan Bearing	1.00	3500.00	3500.00	0.00	0.00	3500.00	
2	Electrode High	1.00	1000.00	1000.00	0.00	0.00	1000.00	
3	Floating water level	1.00	2000.00	2000.00	0.00	0.00	2000.00	
4	Fan Belt	1.00	3560.00	10680.00	0.00	0.00	10680.00	Change 3 units
5	Pipe&Accessories	1.00	10000.00	10000.00	0.00	0.00	10000.00	
6	Cooling Tower Cleaning	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Scope in contract
7	PM-CM contract	1.00	0.00	0.00	120000.00	120000.00	120000.00	
Total							147180.00	

Result 2561-2562

Item	Maintenance Chiller	Cost	Cost Saving	Saving %
1	Maintenance 2561	234180.00	87000.00	37.15
2	Maintenance 2562	147180.00		

Water pump cost calculation

Maintenance cost in 2561

Total incident : 18 times , Service cost / time : 5,000 baht

Item	Spare Part/Problem	Amount	Material/Unit	Material cost	Service/Unit	Service cost	Cost	Remark
1	Differential Pressure switch	5.00	5000.00	25000.00	5000.00	25000.00	50000.00	
2	Pressure Gauge	2.00	1000.00	2000.00	5000.00	10000.00	12000.00	
3	Magnetic contactor	4.00	3000.00	12000.00	5000.00	20000.00	32000.00	
4	Piping Flange	1.00	2000.00	2000.00	5000.00	5000.00	7000.00	
5	Communication cable	1.00	2000.00	2000.00	5000.00	5000.00	7000.00	
6	Insulation	4.00	2000.00	8000.00	5000.00	20000.00	28000.00	
7	Mechanical Seal	1.00	20200.00	20200.00	5000.00	5000.00	25200.00	
Total							161200.00	

Maintenance cost in 2562

Total incident : 5 times , PM-CM contract : 80,000 baht

Item	Spare Part/Problem	Amount	Material/Unit	Material cost	Service/Unit	Service cost	Cost	Remark
1	Differential Pressure switch	1.00	5000.00	5000.00	0.00	0.00	5000.00	
2	Pressure Gauge	1.00	1000.00	1000.00	0.00	0.00	1000.00	
3	Piping Flange	1.00	2000.00	2000.00	0.00	0.00	2000.00	
4	Communication cable	1.00	2000.00	2000.00	0.00	0.00	2000.00	
5	Insulation	1.00	2000.00	2000.00	0.00	0.00	2000.00	
6	PM-CM contract	1.00	0.00	0.00	80000.00	80000.00	80000.00	
7								
Total							92000.00	

Result 2561-2562

Item	Maintenance Chiller	Cost	Cost Saving	Saving %
1	Maintenance 2561	161200.00	69200.00	42.92
2	Maintenance 2562	92000.00		

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายธรรมรัตน์ สมพืช
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องค์รักษ์
ประวัติการทำงาน	วิศวกรโรงงาน บริษัทฟูจิคูระอิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด วิศวกรระบบ บริษัทฮัทชิสันซีเอทีไวเลส (ประเทศไทย) จำกัด วิศวกรระบบ บริษัททรูคอเปอเรชั่น จำกัด วิศวกรโครงการ บริษัทอิเมอร์สัน (ประเทศไทย) จำกัด วิศวกรโครงการ บริษัทเวอทีฟ (ประเทศไทย) จำกัด
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิศวกรไฟฟ้า บริษัทหัวเว่ยเทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด