การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวมสำหรับอาคารขนาดใหญ่

นายกฤษกร อุตศรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OFFICE SPACE UTILIZATION: MAINTENANCE OF CENTRAL AIR CONDITION SYSTEM FOR LARGE BUILDING

Mr. Kritsakorn Utsri

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Architecture
Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม สำหรับอาคารขนาดใหญ่
โดย	นายกฤษกร อุตศรี
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสริชย์ โชติพานิช

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต จุลาลัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อวยชัย วุฒิโฆษิต)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสริชย์ โชติพานิช)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิรยศิริ)

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

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.พีรดร แก้วลาย)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กฤษกร อุตศรี : การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม สำหรับอาคารขนาดใหญ่
(MAINTENANCE OF CENTRAL AIR CONDITION FOR LARGE BUILDING.)
อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร.เสริชย์ โชติพานิช, 176 หน้า.

ระบบปรับอากาศแบบรวม เป็นระบบที่ใช้ในอาคารขนาดใหญ่ เป็นระบบที่ต้องประกอบด้วยส่วน ประกอบจากหลายผู้ผลิต โดยจัดได้เป็น 4 องค์ประกอบใหญ่ได้แก่ เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) หอทำความเย็น (Cooling Tower) เครื่องส่งน้ำ (Pump) และเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ระบบปรับอากาศแบบรวมมีราคาและต้นทุนการติดตั้งสูงการบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ จะช่วยให้ระบบการบำรุงรักษามีประสิทธิภาพการทำงานสูงมีอายุการใช้งานยาวนานและให้ความคุ้มค่าสูงสุด

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาชิ้นส่วน ช่วงระยะเวลา อายุการใช้งาน และราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เพื่อให้การบริหารจัดการด้านการบำรุงรักษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้แนวทางการศึกษาแบบสืบค้นเอกสาร จากตัวแทนผู้ผลิต เครื่องทำน้ำเย็นจำนวน 4 ราย หอทำความเย็นจำนวน 6 รายได้แก่ผู้ผลิต เครื่องส่งน้ำจำนวน 6 รายและเครื่องส่งลมเย็นจำนวน 4 ราย โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์ความเหมือน ความซ้ำ เพื่อหาปริมาณจำนวนชิ้นส่วน ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาและข้อมูลเชิงสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของอายุการใช้งานราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

จากการศึกษาพบว่า ผู้ผลิตต่างราย ให้ความสำคัญในเรื่องของการบำรุงรักษาที่เหมือนและต่างกันต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงาน ของ 4 องค์ประกอบใหญ่ จึงสามารถสรุปชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาได้ดังนี้ เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 15 ชิ้นส่วน หอทำความเย็น (Cooling Tower) ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 12 ชิ้นส่วน เครื่องส่งน้ำ (Pump) ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 11 ชิ้นส่วน และเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 11 ชิ้นส่วน

จากการศึกษาพบช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาอยู่ 2 ช่วงคือ ช่วงการใช้งานปกติ เป็นช่วงที่อัตราการชำรุดค่อนข้างคงที่ ซึ่งสามารถทำการบำรุงรักษาตามการเสื่อมสภาพได้จากช่วงระยะเวลาการทำงานเป็นชั่วโมงหรือระยะเวลาการทำงานเป็นรายปี เพื่อชะลอการเสื่อมสภาพหรือการสึกหรอของชิ้นส่วนให้มีอายุการใช้งานในช่วงนี้ ให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีและยาวนานที่สุด ซึ่งพบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ การบำรุงรักษาเบื้องต้น การบำรุงรักษาโดยใช้เครื่องมือตรวจวัด และการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพการใช้งาน ช่วงระยะการสึกหรอ เป็นช่วงที่ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานาน มักเกิดการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของชิ้นส่วน จึงจำเป็นที่จะต้องทำการบำรุงรักษาเชิงปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ชิ้นส่วนกลับคืนสู่สภาพพร้อมใช้งานดังเดิม

ข้อเสนอแนะของการศึกษานี้คือ เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) Compressorควรดำเนินการบำรุงรักษาเบื้องต้น ทุก 2 เดือน ตรวจเช็คการทำงานทุก 1ปี รวมไปถึงการเปลี่ยนชิ้นส่วน Oil Filter, Filter Drier ที่เสื่อมสภาพตามอายุการงานและเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นทุก1ปี Motor Compressor ควรตรวจเช็คการทำงาน ทุก1ปี Control &Starter Panel ควรบำรุงรักษาเบื้องต้น ทุก 2 เดือน ตรวจเช็คการทำงานทุก 6 เดือน และ Condenser ควรบำรุงรักษาเบื้องต้น ทุก 2เดือน ตรวจเช็คการทำงานทุก 1 ปี หอทำความเย็น (Cooling Tower) Motor ควรดำเนินการบำรุงรักษาเบื้องต้น ตรวจเช็คการทำงานทุก 3 เดือน Belt ควรบำรุงรักษาเบื้องต้นทุกวัน ตรวจเช็คการทำงานทุก 1 เดือน และ Filling ควรบำรุงรักษาเบื้องต้นทุก 3 เดือน เครื่องส่งน้ำ (Pump) Casing ควรดำเนินการบำรุงรักษาเบื้องต้นทุกวัน Seal ควรบำรุงรักษาเบื้องต้นทุกวัน และ Shaft ควรตรวจเช็คการทำงานทุก 3 เดือน เครื่องส่งลมเย็น (AHU) Motor ควรดำเนินการตรวจเช็คการทำงานทุก 6เดือน Fan ควรบำรุงรักษาเบื้องต้นทุกสัปดาห์ ตรวจเช็คการทำงานทุก 6เดือน Belt ควรตรวจเช็คการทำงานทุก 1เดือน และFilter ควรบำรุงรักษาเบื้องต้นทุก 1เดือน เปลี่ยนทุก 1 ปี

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรมศาสตร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....สถาปัตยกรรม.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา.....2553.....

5174284625 : MAJOR ARCHITECTURE

KEY WORDS : CENTRAL AIR CONDITION SYSTEM / MAINTENANCE

KRITSAKORN UTSRI : MAINTENANCE OF CENTRAL AIR CONDITION SYSTEM FOR LARGE BUILDING.THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SARICH CHOTIPANICH, 176 pp.

Central air conditioning systems for large buildings from different suppliers normally consist of four main components: a chiller, a cooling tower, a pump, and an air handling unit (AHU). Despite the costly installation process, the maintenance is highly cost-effective and ensures a long product life.

The purpose of this thesis is to study the parts, maintenance intervals, parts' life cycle, and maintenance costs, so as to maximize the effectiveness of system maintenance. The research comprises document analyses from four chiller manufacturers, six cooling tower manufacturers, six pump manufacturers. and four AHU manufacturers. Emphasis is placed on qualitative data, with respect to the similarity of the number of parts and maintenance intervals. The quantitative data is the average life cycle and maintenance costs.

Findings revealed that different manufacturers give attention to the system maintenance of different components. For the chiller, among the fifteen parts, For the cooling tower, among the twelve parts, for the pump, among the eleven parts and For the AHU, among the eleven parts.

Findings suggest two intervals that the air conditioner requires maintenance: calendar-based and conditioned-based maintenance. The former type is performed in an attempt to identify or prevent problems before a breakdown occurs, normally after a certain number of hours or years of running time. This preventive maintenance can be configured to include three services: basic maintenance plan, diagnostic plans using maintenance tools, and replacement of the worn parts. The latter type of maintenance interval is condition-based or corrective maintenance, which is required when an item has malfunctioned or worn out. Corrective maintenance helps the worn parts come back to working order.

It is recommended that the maintenance plans for the central air conditioning system vary from one part to another. First, the chillers' compressor needs basic maintenance every other month, an annual check, as well as replacement, and lubrication service of the oil filter and the filter drier. The motor compressor, meanwhile, needs an annual check, and the control and starter panel require basic maintenance every other month and a bi-annual check. Chillers' condensers should receive maintenance every two months and an annual check. Second, a cooling tower's motor and filling require basic maintenance every three months, whereas the belt should be maintained daily and checked monthly. Third, the pump's casing and seal needs daily basic maintenance, while its shaft should be checked every three months. For the AHU, the last component of the central air conditioner, its motor needs a bi-annual maintenance. whereas its fan needs a weekly basic maintenance and a bi-annual check. The belt needs to be checked every month and replaced every year. The cooling coil needs daily basic maintenance and an annual check, while the filter requires monthly basic maintenance and replaced every year.

Department Architecture Student's signature _____

Field of study Architecture Advisor's signature _____

Academic year 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยการสนับสนุนช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทาง ตลอดจนความอนุเคราะห์ต่างๆอย่างดียิ่งจากผู้มีพระคุณหลายท่านดังต่อไปนี้

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสริชย์ โชติพานิช ที่ได้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือเอาใจใส่จนการจัดทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ประธานและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้เกียรติและเสียสละเวลาอันมีค่าในการร่วมเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ครู อาจารย์ทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอน และประสิทธิประสาทวิชา ให้ผู้ทำวิจัยนำความรู้ที่ได้มานั้นจัดทำเป็นวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้

เพื่อน พี่ น้อง ในวงการก่อสร้างทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือ สละเวลาอันมีค่ามาช่วยให้ข้อมูล ช่วยเสนอแนะตอบคำถาม ตลอดจนอนุเคราะห์อุปกรณ์ในการทำงานต่างๆมากมาย

กลุ่มเพื่อน พี่ น้อง ร่วมเรียนทุกท่านที่คอยช่วยเหลือและคอยเป็นกำลังใจอยู่ตลอดเวลา

คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ และทุกสิ่งทุกอย่างที่มิอาจกล่าวถึงได้หมดสิ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญรูป..... ฎ

สารบัญแผนภูมิ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา..... 2

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 ขอบเขตของการศึกษา..... 2

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

บทที่ 2 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 6

2.1 แนวคิดและทฤษฎีของระบบปรับอากาศ..... 6

2.2 แนวคิดและทฤษฎีของระบบปรับอากาศแบบรวม..... 7

2.3 แนวคิดและทฤษฎีของอายุการใช้งานของเครื่องจักร..... 11

2.4 แนวคิดและทฤษฎีของการบำรุงรักษา..... 12

2.5 แนวคิดและทฤษฎีของการจัดการบำรุงรักษา..... 17

บทที่ 3 ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล..... 21

3.1 เครื่องทำน้ำเย็น..... 21

3.2 หอทำความเย็น..... 32

3.3 เครื่องส่งน้ำ..... 46

3.4 เครื่องส่งลมเย็น..... 57

3.5 สรุปข้อมูลผลการศึกษา..... 65

บทที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูลได้จากการศึกษา..... 69

4.1 วิเคราะห์ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษา..... 69

4.2 ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา..... 76

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

4.3 อายุการใช้งานของชิ้นส่วน..... 88
4.4 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา..... 92

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... **100**
5.1 สรุปผลการศึกษา..... 100
5.2 อภิปรายผลการศึกษา..... 110
5.3 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา..... 117
5.4 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป..... 122
5.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา..... 122
5.6 ปัญหา และข้อจำกัดในการศึกษา..... 122

รายการอ้างอิง..... **123**

ภาคผนวก **124**

ภาคผนวก ก ค่าเฉลี่ย อายุและราคาของสิ้นส่วนประกอบการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น หอทำความเย็น เครื่องส่งน้ำ และเครื่องส่งน้ำเย็น..... 125
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้ติดต่อของตัวแทนผู้ผลิต..... 175
.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... **176**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	สรุปการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น ทั้ง 4 ราย	65
ตารางที่ 3.2	สรุปการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตหอทำความเย็น ทั้ง 6 ราย	66
ตารางที่ 3.3	สรุปการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งน้ำ ทั้ง 6 ราย	67
ตารางที่ 3.4	สรุปการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องลมเย็น ทั้ง 4 ราย	68
ตารางที่ 4.1	ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของตัวแทนผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น	69
ตารางที่ 4.2	สรุปชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องทำน้ำเย็น	70
ตารางที่ 4.3	ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของตัวแทนผู้ผลิตหอทำความเย็น	71
ตารางที่ 4.4	สรุปชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของหอทำความเย็น	72
ตารางที่ 4.5	ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งน้ำ	73
ตารางที่ 4.6	สรุปชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องส่งน้ำ	74
ตารางที่ 4.7	ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งเย็น	75
ตารางที่ 4.8	สรุปชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องส่งลมเย็น	76
ตารางที่ 4.9	ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็นจากตัวแทนผู้ผลิต 4 ราย	77
ตารางที่ 4.10	ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น	79
ตารางที่ 4.11	ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาหอทำความเย็นจากตัวแทนผู้ผลิต 6 ราย	80
ตารางที่ 4.12	ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาหอทำความเย็น	82
ตารางที่ 4.13	ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องส่งน้ำจากตัวแทนผู้ผลิต 6 ราย	83
ตารางที่ 4.14	ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องส่งน้ำ	85
ตารางที่ 4.15	ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็นจากตัวแทนผู้ผลิต 4 ราย	86
ตารางที่ 4.16	ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็น	88
ตารางที่ 4.17	สรุปอายุและราคาค่าใช้จ่ายเครื่องทำน้ำเย็น	97
ตารางที่ 4.18	สรุปอายุและราคาค่าใช้จ่ายหอทำความเย็น	98
ตารางที่ 4.19	สรุปอายุและราคาค่าใช้จ่ายเครื่องส่งน้ำ	98
ตารางที่ 4.20	สรุปอายุและราคาค่าใช้จ่ายเครื่องส่งลมเย็น	99
ตารางที่ 5.1	ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CH 1	101
ตารางที่ 5.2	ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CH 2	101
ตารางที่ 5.3	ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CH 3	102
ตารางที่ 5.4	ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CH 4	102

หน้า

ตารางที่ 5.5 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT 1..... 103
ตารางที่ 5.6 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT 2..... 103
ตารางที่ 5.7 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT 3..... 104
ตารางที่ 5.8 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT 4..... 104
ตารางที่ 5.9 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT 5..... 105
ตารางที่ 5.10 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT 6..... 105
ตารางที่ 5.11 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P 1..... 106
ตารางที่ 5.12 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P 2..... 106
ตารางที่ 5.13 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P 3..... 107
ตารางที่ 5.14 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P 4..... 107
ตารางที่ 5.15 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P 5..... 108
ตารางที่ 5.16 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P 6..... 108
ตารางที่ 5.17 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต AHU 1..... 109
ตารางที่ 5.18 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต AHU 2..... 109
ตารางที่ 5.19 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต AHU 3..... 110
ตารางที่ 5.20 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต AHU 4..... 110
ตารางที่ 5.21 สรุปชิ้นส่วน ระยะเวลา อายุ และค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น..... 118
ตารางที่ 5.22 สรุปชิ้นส่วน ระยะเวลา อายุ และค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาหอทำความเย็น..... 119
ตารางที่ 5.23 สรุปชิ้นส่วน ระยะเวลา อายุ และค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาเครื่องส่งน้ำ..... 120
ตารางที่ 5.24 สรุปชิ้นส่วน ระยะเวลา อายุ และค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็น..... 121

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	วงจรทำความเย็น	7
รูปที่ 2.2	องค์ประกอบหลักของระบบปรับอากาศแบบรวม	8
รูปที่ 2.3	กราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub curve)	11
รูปที่ 2.4	ความสัมพันธ์ของรูปแบบการดูแลบำรุงรักษากับกราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ	14
รูปที่ 2.5	องค์ประกอบของค่าใช้จ่ายงานบำรุงรักษา	16
รูปที่ 2.6	ปัจจัยหลักในการบริหารทรัพยากรกายภาพ	19
รูปที่ 5.1	ความสำคัญของชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องทำน้ำเย็น	111
รูปที่ 5.2	ความสำคัญของชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของหอทำความเย็น	111
รูปที่ 5.3	ความสำคัญของชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องส่งน้ำ	112
รูปที่ 5.4	ความสำคัญของชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องส่งลมเย็น	112
รูปที่ 5.5	ราคาค่าใช้จ่ายตามรอบอายุการใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็น	115
รูปที่ 5.6	ราคาค่าใช้จ่ายตามรอบอายุการใช้งานของหอทำความเย็น	115
รูปที่ 5.7	ราคาค่าใช้จ่ายตามรอบอายุการใช้งานของเครื่องส่งน้ำ	116
รูปที่ 5.8	ราคาค่าใช้จ่ายตามรอบอายุการใช้งานของเครื่องส่งลมเย็น	117

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

		หน้า
แผนภูมิที่ 1.1	ขั้นตอนการศึกษา	4
แผนภูมิที่ 4.1	สรุปอายุการใช้งานของชิ้นส่วนเครื่องทำน้ำเย็น	89
แผนภูมิที่ 4.2	สรุปอายุการใช้งานของชิ้นส่วนหอทำความเย็น	90
แผนภูมิที่ 4.3	สรุปอายุการใช้งานของชิ้นส่วนเครื่องส่งน้ำ	91
แผนภูมิที่ 4.4	สรุปอายุการใช้งานของชิ้นส่วนเครื่องส่งลมเย็น	92
แผนภูมิที่ 4.5	สรุปราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วนเครื่องทำน้ำเย็น	93
แผนภูมิที่ 4.6	สรุปราคาค่าใช้จ่ายของหอทำความเย็น	94
แผนภูมิที่ 4.7	สรุปราคาค่าใช้จ่ายของเครื่องส่งน้ำ	95
แผนภูมิที่ 4.8	สรุปราคาค่าใช้จ่ายของเครื่องส่งลมเย็น	96
แผนภูมิที่ 5.1	แสดงสัดส่วนรูปแบบการบำรุงรักษาชิ้นส่วนของเครื่องทำน้ำเย็น	113
แผนภูมิที่ 5.2	แสดงสัดส่วนรูปแบบการบำรุงรักษาชิ้นส่วนของหอทำความเย็น	113
แผนภูมิที่ 5.3	แสดงสัดส่วนรูปแบบการบำรุงรักษาชิ้นส่วนของเครื่องส่งน้ำ	114
แผนภูมิที่ 5.4	แสดงสัดส่วนรูปแบบการบำรุงรักษาชิ้นส่วนของเครื่องส่งลมเย็น	114

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิต ที่ใช้สำหรับปรับอากาศเพื่อความสุขสบายของคน (สมศักดิ์ สุโมตยกุล, 2533) และกลายเป็นส่วนประกอบหลักของอาคารสมัยใหม่ไปแล้ว (เกชา ธีระโกเมน, เกียรติ อัชรพงศ์, วันชัย บัณฑิตกฤษดา, วิโรจน์ ตั้งธนาพลกุล, สุรสิทธิ์ ทองจินทรัพย์, 2540)

ระบบปรับอากาศแบบรวม หรือ แบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นระบบปรับอากาศที่เหมาะสมและนิยมใช้กับอาคารขนาดใหญ่ (สุชา อารี, 2527) สำหรับผลิตความเย็นที่มากและเพียงพอกับความต้องการ จึงมักนิยมใช้ระบบปรับอากาศแบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น เพราะพบว่ามีเครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงให้เลือกใช้ (0.62-0.75 Kw/Ton) ทำให้ได้ระบบปรับอากาศที่ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า เครื่องปรับอากาศแบบอื่น (เกชา ธีระโกเมน, เกียรติ อัชรพงศ์ , วันชัย บัณฑิตกฤษดา, วิโรจน์ ตั้งธนาพลกุล, สุรสิทธิ์ ทองจินทรัพย์, 2540) ระบบปรับอากาศแบบรวมคือการนำอุปกรณ์หลัก (Main Equipment) อันประกอบไปด้วย เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) หอทำความเย็น (Cooling Tower) เครื่องส่งน้ำ (Pump) และเครื่องส่งลมเย็น (AHU) นำมาประกอบรวมกันเพื่อการทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบประกอบอาคาร ที่สำคัญและมีความจำเป็นของทุกอาคาร

การดูแลบำรุงรักษาเป็นวิธีการที่สามารถชะลอหรือป้องกันการชำรุดฉุกเฉิน(สุรพล ราษฎร์นุ้ย, 2545) ของเครื่องจักร อันเนื่องมาจากระยะเวลาในการใช้งาน เพราะเมื่อเครื่องจักรทำงาน ชิ้นส่วนประกอบก็จะเกิดการเคลื่อนที่ เสียดสี สึกหรอ สกปรก เกิดการเสื่อมสภาพและการเสียหาย ประสิทธิภาพลดลง จึงต้องมีการบำรุงรักษา (วินัย เวชวิทยาขลัง, 2550) เพื่อป้องกันการขัดข้อง ของชิ้นส่วนในเครื่องจักร ก่อนที่จะชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากการขาดการดูแลบำรุงรักษา ซึ่งอาจส่งผลกระทบทำให้เกิดการหยุดการใช้งานกะทันหัน และเพื่อให้เครื่องจักร-อุปกรณ์ กลับคืนสู่สภาพที่มีความความพร้อมใช้งาน ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ(เสริชย์ โชติพานิช, 2553)

เนื่องจากว่าอุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศแบบรวม ดังที่กล่าวมานั้น เป็นอุปกรณ์ที่ถือได้ว่าเป็นหัวใจหลักของระบบปรับอากาศแบบรวม มีความสลับซับซ้อนในการทำงานในเชิงเทคโนโลยี และมีชิ้นส่วนมากมายที่ประกอบอยู่ในอุปกรณ์หลัก จึงทำให้เกิดความยุ่งยากในการดูแลบำรุงรักษา ผู้ปฏิบัติงานควรมีความรู้ความเข้าใจและให้ความสำคัญกับการดูแลรักษาอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ

ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการดูแลบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวมมีความจำเป็นที่สำคัญของการครอบครองและการใช้งาน (เสริชย์ โชติพานิช, 2553) ที่จะต้องมีการบำรุงรักษาองค์ประกอบหลักของระบบให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานอยู่เสมอ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของวิชาชีพการบริหารทรัพยากรกายภาพในงานด้านดูแลและรักษาอาคาร เพื่อให้ระบบปรับอากาศแบบรวมมีความพร้อมในการใช้งานอยู่ตลอดเวลาและมีประสิทธิภาพการทำงานที่ยาวนานของการครอบครองอย่างคุ้มค่า และเพื่อประโยชน์ให้กับอาคารได้ทำหน้าที่ตอบสนองความต้องการขององค์กรและผู้ปฏิบัติงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (เสริชย์ โชติพานิช, 2553)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาชิ้นส่วนที่ต้องทำการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม
2. เพื่อศึกษาช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม
3. เพื่อศึกษาอายุการใช้งานของชิ้นส่วนระบบปรับอากาศแบบรวม
4. เพื่อศึกษาราคาค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเปลี่ยนชิ้นส่วนระบบปรับอากาศแบบรวม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาเครื่องทำน้ำเย็น ชนิด Centrifugal Compressor ขนาด500 ตันความเย็น
2. ศึกษาอุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่มีจำหน่ายภายในประเทศ
3. ศึกษาการบำรุงรักษาตามคู่มือและแนวทางของตัวแทนผู้ผลิต
4. ศึกษาราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วน ไม่รวมราคาค่าแรงในการบำรุงรักษา

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา

1.4.1 แนวคิดในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการศึกษาเพื่อ ค้นหาคำตอบเกี่ยวกับการบำรุงรักษาของระบบปรับอากาศแบบรวม ในเรื่องของชิ้นส่วนที่ต้องทำการบำรุงรักษา, ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษา, อายุการใช้งานของชิ้นส่วน และราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ตามคู่มือและแนวทางการบำรุงรักษาของตัวแทนผู้ผลิต ที่มีจำหน่ายภายในประเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารและจัดการบำรุงรักษา โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์หาความเหมือน ความซ้ำ เพื่อหาปริมาณจำนวนชิ้นส่วน ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษา และข้อมูลเชิงสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของอายุการใช้งาน ราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ตามคู่มือและแนวทางการบำรุงรักษาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของอุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศแบบรวม จากตัวแทนผู้ผลิตที่มีจำหน่ายภายในประเทศ

1.4.2 ขั้นตอนในการศึกษา

ขั้นตอนในการศึกษาประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1) <u>การศึกษาจากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</u> ประกอบด้วย
   - แนวคิดและทฤษฎีของระบบปรับอากาศ
   - แนวคิดและทฤษฎีของระบบปรับอากาศแบบรวม
   - แนวคิดและทฤษฎีของอายุการใช้งานของเครื่องจักร
   - แนวคิดและทฤษฎีของการบำรุงรักษา
   - แนวคิดและทฤษฎีของการบริหารจัดการบำรุงรักษา

2) <u>การกำหนดกรอบการวิจัย</u>
   - เครื่องทำน้ำเย็น ชนิด Centrifugal Compressor ขนาด 500 ตันความเย็น
   - อุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศแบบรวมที่มีจำหน่ายภายในประเทศ
   - การบำรุงรักษาตามคู่มือและแนวทางของตัวแทนผู้ผลิต
   - ศึกษาเฉพาะค่าอะไหล่ชิ้นส่วนไม่รวมค่าแรงในการบำรุงรักษา

3) <u>การรวบรวมข้อมูล</u> แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ข้อมูลส่วนที่ 1 ผู้วิจัยจะทำการรวบรวมข้อมูลรายชื่อของตัวแทนผู้ผลิตของระบบปรับอากาศแบบรวมภายในประเทศ

- ตัวแทนผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น
- ตัวแทนผู้ผลิตหอทำความเย็น
- ตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งน้ำ
- ตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งลมเย็น

ข้อมูลส่วนที่ 2 ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมคู่มือและแนวทางการบำรุงรักษาจากตัวแทนผู้ผลิต

- คู่มือและแนวทางการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น
- คู่มือและแนวทางการบำรุงรักษาหอทำความเย็น
- คู่มือและแนวทางการบำรุงรักษาเครื่องส่งน้ำ
- คู่มือและแนวทางการบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็น

4) <u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ในส่วนของข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม ผู้วิจัยจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์หาความเหมือน ความซ้ำ เพื่อหาปริมาณจำนวนชิ้นส่วน ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษา และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการเชิงสถิติ ได้แก่ การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของอายุการใช้งาน ราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ตามคู่มือและแนวทางของผู้ผลิตในแต่ละเครื่องจักร-อุปกรณ์ เพื่อสังเคราะห์เป็นข้อค้นพบจากงานวิจัย โดยมีรายละเอียดของหัวข้อในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

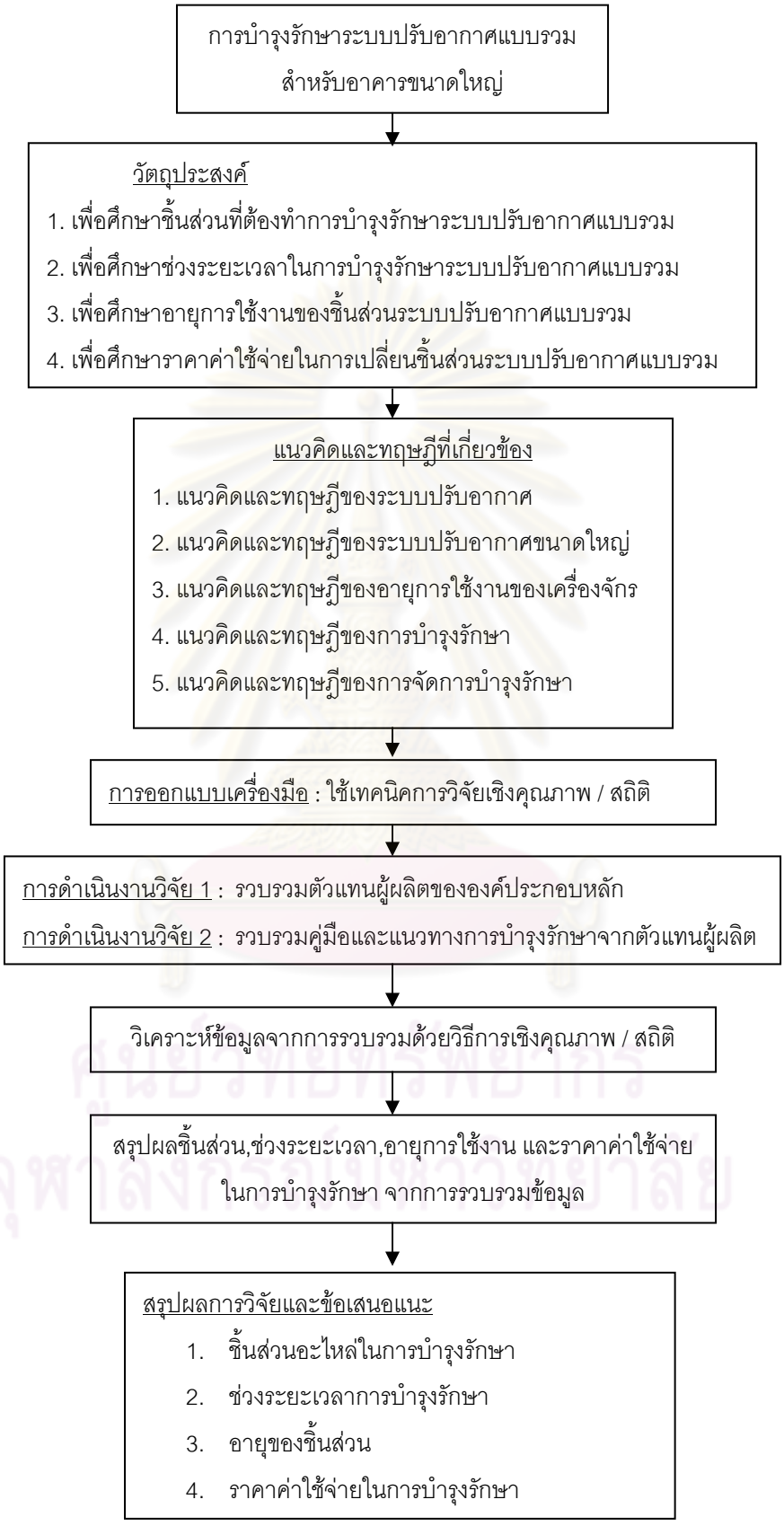
- วิเคราะห์ชิ้นส่วนที่ต้องทำการบำรุงรักษา
- วิเคราะห์ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา
- วิเคราะห์หาอายุการใช้งานของชิ้นส่วน
- วิเคราะห์ราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

5) <u>การสรุปผลและข้อเสนอแนะ</u>

สรุปประเด็นสำคัญและสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการบำรุงรักษา ระบบปรับอากาศแบบรวม ในเรื่องของชิ้นส่วนที่ต้องทำการบำรุงรักษา, ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษา, อายุการใช้งานของชิ้นส่วน และราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดโดยขั้นตอนการศึกษาดังที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น สามารถสรุปได้ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการศึกษา



1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การทราบถึงชิ้นส่วนที่จะต้องทำการบำรุงรักษาในระบบปรับอากาศแบบรวม
2. การทราบถึงช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาในระบบปรับอากาศแบบรวม
3. การทราบถึงอายุการใช้งานของชิ้นส่วนในระบบปรับอากาศแบบรวม
4. การทราบถึงราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากที่กล่าวมาแล้วในบทนำ ว่างานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวมสำหรับอาคารขนาดใหญ่ เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ อันจะส่งผลทำให้ระบบปรับอากาศแบบรวมมีอายุการใช้งานยาวนานและให้เกิดความคุ้มค่าในการครอบครองสูงสุด

ในบทนี้จะนำเสนอรายละเอียดแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ซึ่งสามารถแบ่งได้ 5 แนวคิด ดังนี้

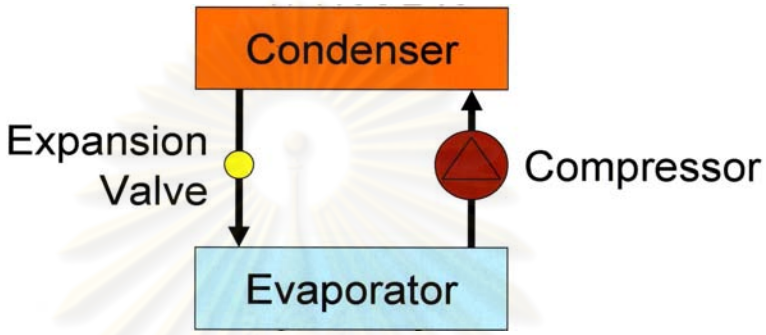
1. แนวคิดและทฤษฎีของระบบปรับอากาศ
2. แนวคิดและทฤษฎีของระบบปรับอากาศแบบรวม
3. แนวคิดและทฤษฎีของอายุการใช้งานของเครื่องจักร
4. แนวคิดและทฤษฎีของการบำรุงรักษา
5. แนวคิดและทฤษฎีของการจัดการบำรุงรักษา

2.1 แนวคิดและทฤษฎีของระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศ คือ ระบบการรักษาอุณหภูมิของสิ่งที่ต้องการทำความเย็นให้ต่ำกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศโดยรอบ (ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์, 2523) เป็นการปรับสภาพอากาศให้มีความสะอาด มีการถ่ายเทหมุนเวียน และมีความชื้นที่เหมาะสม(ชูชัย ต.ศิริวัฒนา, 2537) กับความรู้สึกสบายของผู้ที่ใช้สอยในอาคาร หรือสถานที่ที่ต้องการปรับอากาศ ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิ ระหว่าง 25 – 27 องศาเซลเซียส และค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ประมาณ 50 % (กองฝึกอบรมกระทรวงพลังงาน, 2535) นับได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์มาก (สมศักดิ์ สุโมตยกุล , 2533) และเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญสำหรับอาคารสมัยใหม่ไปแล้ว (เกชา ธีระโกเมน, เกียรติ อัชรพงศ์, วันชัย บัณฑิตกฤษดา, วิโรจน์ ตั้งธนาพลกุล, สุรสิทธิ์ ทองจินทรัพย์ , 2540)

การทำความเย็นหมายถึงกระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็น (สมศักดิ์ สุโมตยกุล, 2533) การเกิดความเย็นในเครื่องทำความเย็น รวมทั้งระบบปรับอากาศที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป มีหลักการเบื้องต้นในการทำให้เกิดความเย็นเหมือนกันหมด คือ การทำให้สารซึ่งเป็นตัวกลางในการทำความเย็น (Refrigerant) เปลี่ยนสถานะ เพราะขณะเปลี่ยนสถานะ สารทุกชนิดต้องการความร้อนแฝงเข้ามาเสมอ ดังนั้น ถ้าเราทำให้สารนี้เปลี่ยนสถานะจากของเหลวให้กลายเป็นไอ ก็จะทำให้เกิดการดูดความร้อนจากบริเวณใกล้เคียง ซึ่งทำให้บริเวณนั้นมีอุณหภูมิลดลง จึงทำให้เกิดความเย็นขึ้น (ชูชัย ต.ศิริวัฒนา, 2537) การระเหยของสารทำเย็นให้กลายเป็นไอจะอาศัยอุปกรณ์ลดแรงดันหรือที่เรียกว่า วาล์วลดแรงดัน (Expansion valve) เพื่อลดแรงดันของน้ำยาลง(ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์, 2523) จนสามารถระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นไอได้ที่อุณหภูมิต่ำ (สมศักดิ์ สุโมตยกุล, 2533) ส่งมาให้กับอีวาเพอร์เรเตอร์(Evaporator)ที่จะทำหน้าที่ดูดรับปริมาณความร้อน ขณะที่น้ำยาทำความเย็นในระบบระเหยกลายเป็นไอในบริเวณนี้จะดูดรับปริมาณความร้อนบริเวณผิวท่อทางเดินน้ำยาเข้าไปยังน้ำยาภายในระบบ ทำให้อุณหภูมิโดยรอบอีวาเพอร์เรเตอร์ลดลง หลังจากสารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอแล้ว ก็จะอาศัยหลักการควบแน่นในการอัด (Press)ไอ โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า

คอมเพลสเซอร์(Compressor) อัดจนไอให้กลายเป็นของเหลวอีกครั้ง (เกชา ธีระโกเมน, เกียรติ อัชรพงศ์, วันชัย บัณฑิตกฤษดา, วิโรจน์ ตั้งธนาพลกุล, สุรสิทธิ์ ทองจินทรัพย์, 2540) ในขณะที่อัดนี้ ไอระเหยก็จะคลายความร้อนออกมาด้วยจึงอาศัยอุปกรณ์ที่ใช้ให้สารทำความเย็นระบายความร้อนก็คือบริเวณคอนเดนเซอร์ (Condenser)จึงต้องมีวิธีการในการระบายความร้อนนี้ออกไป โดยมี 2 วิธีในการระบายความร้อน คือ อากาศ (Air Cool)หรือ น้ำ (Water Cool) เมื่อสารทำความเย็นกลายเป็นของเหลวอีกครั้ง วาล์วลดแรงดันก็จะลดแรงดันจากของเหลวให้กลายเป็นไออีก จากหลักการนี้สามารถแสดงเป็นวงจรทำความเย็นได้ ไว้ในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงวงจรทำความเย็นเบื้องต้น

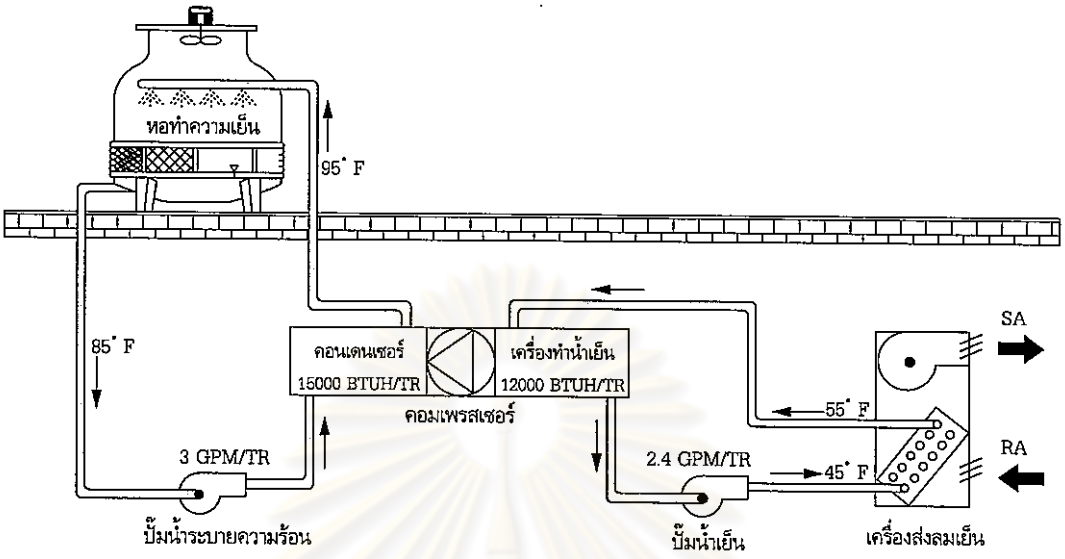
ที่มา : จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์ ,เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม(กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552)

2.2 แนวคิดและทฤษฎีของระบบปรับอากาศแบบรวม

ระบบปรับอากาศแบบรวมเป็นระบบที่อาศัยการทำงานของอุปกรณ์หลายชนิดทำงานร่วมกัน เพื่อประกอบขึ้นมาเป็นระบบ โดยอาศัยน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) แล้วส่งต่อไปยังบริเวณที่ต้องการปรับอากาศ ภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศแบบรวมนั้นดูได้จากความต้องการความเย็นของพื้นที่ในบริเวณนั้น โดยอาศัยการประมาณภาระการทำความเย็น ในการออกแบบหาขนาดของเครื่องทำน้ำเย็น ระบบปรับอากาศแบบรวมประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักดังต่อไปนี้ (จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์, 2552)

1. เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)
2. หอทำความเย็น (Cooling Tower)
3. เครื่องส่งน้ำ (Water Pump)
4. เครื่องส่งลมเย็น (Air Handing Unit)

องค์ประกอบหลักของระบบปรับอากาศแบบรวม



รูปที่2.2 องค์ประกอบหลักของระบบปรับอากาศแบบรวม

ที่มา : ชูชัย ต.ศิริวัฒนา , การทำความเย็นและการปรับอากาศ, 2546

เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

เครื่องทำน้ำเย็น ถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศแบบรวม เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตน้ำเย็นเพื่อนำน้ำเย็นไปใช้ในการปรับอากาศ การแบ่งชนิดของเครื่องทำน้ำเย็นจะอาศัยการระบายความร้อน เป็นหลัก โดยสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ(Air Cool Water Chiller) ความสามารถในการทำความเย็นอยู่ในช่วงระหว่าง 50-200 ตัน และ ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cool Water Chiller) ความสามารถในการทำความเย็นอยู่ในช่วงระหว่าง 200-1500 ตัน (จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์, 2552) สำหรับในประเทศไทยนิยมใช้น้ำเป็นตัวช่วยในการระบายความร้อน (สุชา อารี, 2527)

หน้าที่ของเครื่องทำน้ำเย็น

เครื่องทำน้ำเย็น ทำหน้าที่ผลิตน้ำเย็น โดยเครื่องทำน้ำเย็นนั้นใช้หลักการควบแน่นอาศัยการเพิ่มความดันให้กับไอระเหย หรือ อัดไอ (Press) โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า คอมเพรสเซอร์ (Compressor) จนไอระเหยนั้นกลายเป็นของเหลวอีกครั้ง ในขณะที่อัดนี้ ไอระเหยก็จะคลายความร้อนออกมาด้วย เราก็ต้องมีวิธีการในการระบายความร้อนนี้ออกไป โดยใช้น้ำเป็นตัวระบายความร้อน เมื่อสารทำความเย็นกลายเป็นของเหลวแล้ว การทำให้ของเหลวระเหยเพื่อทำความเย็นอีกครั้งจะอาศัยการลดความดันลง โดยผ่านอุปกรณ์ลดความดัน เมื่อคอมเพรสเซอร์ อัดสารทำความเย็นให้ระเหยเป็นไอเย็นแล้วจะใช้น้ำเป็นสารตัวกลางวิ่งผ่าน ทำให้เกิดน้ำเย็นไปจ่ายให้กับเครื่องส่งลมเย็นเพื่อทำความเย็นในส่วนที่ต้องการทำความเย็นปรับอากาศ

หอทำความเย็น (Cooling Tower)

หอทำความเย็นเป็นอุปกรณ์ ที่ช่วยระบายความร้อนให้กับเครื่องทำน้ำเย็นฝั่งคอนเดนเซอร์อาศัยการระเหยของน้ำที่ทำให้น้ำเย็นลง โดยการนำน้ำที่มีอุณหภูมิสูงหลังจากผ่านคอนเดนเซอร์ ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 38 องศาเซลเซียส มาฉีดสวนทางกับลมที่เกิดแรงดูดของพัดลมที่ติดอยู่บนหอทำความเย็น กระบวนการนี้จะทำให้น้ำเกิดการระเหยและคายความร้อน เมื่อน้ำตกลงมาที่อ่างรับน้ำของหอทำความเย็น ก็จะมีอุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 32 องศาเซลเซียส สามารถนำกลับไปใช้ในการระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์อีกครั้ง หอระบายความร้อนแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือแบบ Counter Flow (ตัวกลม) เป็นแบบรุ่นเก่า มีอัตราการสูญเสียที่มากและไม่ประหยัดพลังงาน ส่วนอีกแบบ คือ แบบ Cross Flow (ตัวเหลี่ยม) เป็นแบบรุ่นใหม่ มีอัตราการสูญเสียที่น้อย และที่สำคัญคือประหยัดพลังงาน (จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์, 2552) ส่วนใหญ่อาคารสมัยใหม่จึงนิยมใช้หอทำความเย็นแบบ Cross Flow (ตัวเหลี่ยม)

หน้าที่ของหอทำความเย็น

หอทำความเย็น ทำหน้าที่ เป็นหอที่มีอากาศไหลผ่านน้ำร้อนที่ฉีดลงมาในถังเพื่อทำให้เย็น (ไพบูลย์ หังสพฤกษ์, เฮอิโซ ไซโต, 2523) โดยการระบายความร้อนออกจากน้ำที่ผ่านการใช้งานที่ฝั่งคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำเย็น โดยน้ำที่อุณหภูมิสูงจากคอนเดนเซอร์จะถูกปั๊มขึ้นไปยังด้านบนของหอทำความเย็น และปล่อยให้ตกลงด้านล่างสัมผัสกับอากาศ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิต่ำลงก่อนนำกลับมาหมุนเวียนระบายความร้อนให้กับ เครื่องทำน้ำเย็น อีกครั้ง (ชูชัย ต.ศิริวัฒนา, 2546) โดยส่วนใหญ่แล้วหอทำความเย็นจะติดตั้งอยู่ชั้นบนสูงสุดของอาคารเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของการระบายความร้อน รวมไปถึงการคำนึงถึงฝุ่นละอองในอากาศที่ทำให้น้ำนั้นสกปรก, ปัญหาเรื่องเสียง และความชื้นอีกด้วย

เครื่องส่งน้ำ (Pump)

เครื่องส่งน้ำ เป็นอุปกรณ์สำหรับขับเคลื่อนของเหลวผ่านทางระบบท่อปิดไปสู่จุดมุ่งหมายโดยการเพิ่มแรงดันและเพิ่มพลังงานของ ของไหลนั้นเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยปกติแล้วน้ำจะไหลจากที่สูงกว่าลงมาที่ต่ำกว่าเสมอ หากต้องการจะนำน้ำกลับขึ้นไปที่เดิมหรือที่สูงกว่านั้น ก็ต้องทำการเพิ่มพลังงานให้กับน้ำ ซึ่งเป็นหน้าที่โดยตรงของเครื่องส่งน้ำ (อนุวัตร เชื้อพิบูลย์, 2546) และยังทำให้เกิดการหมุนเวียนน้ำภายในระบบอีกด้วย ในระบบปรับอากาศ นิยมใช้ เครื่องส่งน้ำ ชนิด เซนติฟูกอล (Centrifugal) เพราะปั๊มชนิดนี้มีความแข็งแรงทนทาน และมีประสิทธิภาพสูงและไว้ใจได้ (สุรพล พฤกษพานิช, 2529) เครื่องส่งน้ำชนิดเซนติฟูกอลที่ใช้ในระบบปรับอากาศมี 2 ประเภท คือแบบ End Suction และ Split Case (จักรพันธ์ ภวังค์คะรัตน์, 2552) ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้น้ำในปริมาณน้อยจนถึงการใช้น้ำปริมาณมากๆ หลากหลายการใช้งานตามความเหมาะสมแบ่งออกเป็นปั๊ม End Suction ซึ่งเหมาะกับการใช้น้ำในปริมาณน้อยถึงปานกลางแรงดันน้ำไม่สูงมากนัก และ Split Case เหมาะกับการใช้น้ำในปริมาณมากสามารถทำแรงดันได้สูงกว่าและมีโครงสร้างของตัวปั๊มแข็งแรงกว่า เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรม โครงการก่อสร้าง อาคารสูง เป็นต้น

หน้าที่ของเครื่องส่งน้ำ

เครื่องส่งน้ำในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ส่งน้ำเย็น และส่วนที่ส่งน้ำระบายความร้อน โดยที่ในส่วนที่ส่งน้ำเย็นนั้น เครื่องส่งน้ำจะทำหน้าที่ส่งน้ำเย็นจาก เครื่องทำน้ำเย็น ในฝั่งทำน้ำเย็น ไปยังเครื่องส่งลมเย็น และส่งกลับมาที่เครื่องทำน้ำเย็นเพื่อผลิตน้ำเย็นกลับไปสู่ระบบอีกครั้ง ในฝั่งของอีวาเพอร์เรเตอร์และส่วนที่ส่งน้ำระบายความร้อน เครื่องส่งน้ำจะทำหน้าที่ส่งน้ำจากเครื่องทำเย็น ในฝั่งระบายความร้อน ไปยัง หอทำความเย็น เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำและส่งกลับมาที่เครื่องทำเย็น เพื่อระบายความร้อนให้กับเครื่องทำเย็นในฝั่งของคอนเดนเซอร์

เครื่องส่งลมเย็น (AHU)

เครื่องส่งลมเย็น เป็นอุปกรณ์ปลายทางในระบบปรับอากาศ โดยจะรับน้ำเย็นที่ส่งมาโดยเครื่องส่งน้ำจากเครื่องทำน้ำเย็นไหลผ่านแผงคอยล์เย็น และจะมีพัดลม พาลมเย็นส่งไปยังบริเวณที่ต้องการทำความเย็น

หน้าที่ของเครื่องส่งลมเย็น

เครื่องส่งลมเย็นทำหน้าที่ รับน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นแล้วส่งต่อความเย็น กระจายไปยังบริเวณที่ต้องการทำความเย็น หากใช้ระบบท่อลมในการส่งลมเย็น ก็จะมีการต่อท่อลมมาเข้ากับเครื่อง ท่อลมที่ออกจากเครื่องส่งลมเย็น จะเรียกว่า Supply Air Duct ท่อลมที่นำลมภายในห้องกลับมาที่เครื่องส่งลมเย็น จะเรียกว่า Return Air Duct

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นถือได้ว่าเป็นระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่พบเห็นและมีใช้ในทั่วๆไปของอาคารประเภทต่างๆ มีความเหมาะสมและขนาดทำความเย็นที่เพียงพอกับความต้องการของอาคารซึ่งก็แล้วแต่ว่า ในแต่ละอาคารจะออกแบบ หรือ เลือกใช้ชนิดใด รูปแบบใด และ ประเภทใด แต่เท่าที่ได้ศึกษาข้อมูลจากตำราและเอกสารต่างๆ ก็พบการกล่าวไว้ว่า

จากตารางข้อพิจารณาเบื้องต้นในการเลือกใช้ระบบปรับอากาศ อาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่มากกว่า 10,000 ตารางเมตร ขนาดทำความเย็นประมาณ 500 – มากกว่า 1,500 ตัน แนะนำให้ใช้ระบบปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (คู่มือการวิเคราะห์การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่, กระทรวงพลังงาน)

จากตารางสรุปลักษณะการใช้งานของเครื่องปรับอากาศแบบต่างๆ ลักษณะของอาคาร คือโรงแรม โรงพยาบาล ศูนย์การค้าขนาดใหญ่ สำนักงานขนาดใหญ่ และศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ขนาดทำความเย็น 500-10,000 ตัน ลักษณะของเครื่องปรับอากาศคือ Water Cool Water Chiller (เกชา ธีระโกเมน, เกียรติ อัชรพงศ์, วันชัย บัณฑิตกฤษดา, วิโรจน์ ตั้งธนาพลกุล, สุรสิทธิ์ ทองจินทรัพย์, 2540)

ซึ่งก็พอสรุปได้ว่าระบบปรับอากาศที่เหมาะสมกับอาคารขนาดใหญ่ก็คือเครื่องปรับอากาศแบบรวมชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ที่มีองค์ประกอบหลักประกอบไปด้วย 4 ส่วน นั้นคือ เครื่องทำน้ำเย็น(Chiller) หอทำความเย็น (Cooling Tower) เครื่องส่งน้ำ (Pump) และเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ทำงานร่วมกันประกอบเป็นระบบปรับอากาศ ที่จำเป็นในระบบประกอบอาคารและเป็นส่วนหนึ่งของทรัพยากรกายภาพ (เสริชย์ โชติพานิช, 2553)

2.3 แนวคิดและทฤษฎีของอายุการใช้งานของเครื่องจักร (Life Circle)

อายุการใช้งานของเครื่องจักรนั้น เริ่มต้นจากที่ได้มีการติดตั้งเครื่องจักรเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงได้มีการเริ่มต้นการใช้งานเครื่องจักร หลังจากที่ได้มีการเริ่มต้นการใช้งานของเครื่องจักรย่อมมีการสึกหรอของเครื่องจักรเกิดขึ้น ซึ่งเป็นเรื่องปกติเพราะว่าเมื่อเครื่องจักรมีการเริ่มต้นใช้งานย่อมเกิดการเคลื่อนที่ เสียดสีกัน ทำให้มีการเริ่มต้นของการสึกหรอ ของชิ้นส่วนภายในเครื่องจักร ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรนั้นลดลง อาทิ เช่น น้ำมันหล่อลื่น, สายพาน, ลูกปืน เป็นต้น จึงเป็นจุดเริ่มต้นของอายุการใช้งานของเครื่องจักร ซึ่งหลังจากที่เราได้ครอบครองและใช้งานเครื่องจักรนั้น ควรมีการวางแผนการซ่อมและบำรุงรักษาอยู่เป็นประจำ เพื่อต้องการให้เครื่องจักรนั้นมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน (Gregory,1988)

วงจรชีวิตของเครื่องจักร สามารถจัดแบ่งช่วงชีวิตของออกเป็น 3 ช่วงใหญ่ (สุรพล ราษฎร์นุ้ย , 2545) คือ ช่วงระยะเริ่มต้น (Run-In , Infant mortality) ช่วงใช้งานปกติ (Useful life) และช่วงสึกหรอ (Wear out) โดยเป็นวิธีการที่จะนำมาอธิบายช่วงระยะเวลาต่างๆ ของสถานะภาพต่างๆ ที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรที่มีการเสื่อมสภาพ การชำรุด และการสิ้นอายุของเครื่องจักร โดยทั่วไปแล้วมีการอธิบายลักษณะดังกล่าวในรูปกราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ ซึ่งเป็นกราฟที่ใช้อธิบายลักษณะที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปของเครื่องจักรกล ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 กราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub curve)
ที่มา : สุรพล ราษฎร์นุ้ย, วิศวกรรมการบำรุงรักษา, 2545

ช่วงที่ 1 เป็นช่วงระยะเริ่มต้นของการใช้งาน หลังจากที่มีการติดตั้งเครื่องจักรเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะเห็นว่าเป็นลักษณะของการลดลงของอัตราการชำรุด ซึ่งสาเหตุของการชำรุดอาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ เช่น การออกแบบเครื่องจักรไม่ถูกต้องเหมาะสม วัสดุในการผลิตเครื่องจักรไม่มีคุณภาพ เทคโนโลยีการผลิตหรือประกอบที่ไม่เหมาะสม การติดตั้งเครื่องจักรผิดไปจากที่กำหนดไว้ในคู่มือเครื่องจักร และ การใช้งานไม่ถูกวิธี ดังนั้นในช่วงระยะเริ่มต้น เมื่อที่การชำรุดจากสาเหตุต่างๆ ก็ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงจนเมื่อผ่านพ้นช่วงนี้ไปโอกาสที่จะชำรุดจะลดน้อยลง หรือเรียกช่วงนี้ได้ว่าเป็นช่วงทดสอบและปรับแต่งเครื่องจักร (Test and Comissioning) ให้ได้ตาม space และเต็มประสิทธิภาพของเครื่องจักรตามที่ผู้ผลิตออกแบบได้กำหนดไว้

ช่วงที่ 2 เป็นช่วงที่ต่อเนื่องจากการผ่านระยะเริ่มต้น ซึ่งถ้าหากในช่วงปกติสามารถดำเนินการที่ถูกต้องกับเครื่องจักรเช่น การใช้งานไม่เกินภาระที่ได้รับการออกแบบไว้ การบำรุงรักษาตามระยะเวลาในคู่มือของเครื่องจักร ซึ่งโอกาสที่เครื่องจักรจะชำรุดคงมีไม่มากนัก และมักจะค่อนข้างคงที่ จึงจะเห็นได้ว่าเส้นกราฟจะขนานกับแกนของเวลา นั้นคือ อัตราการชำรุดค่อนข้างคงที่ ในคู่มือการใช้งานของบริษัทผู้ผลิตมีการแนะนำวิธีการใช้งาน รวมไปถึงวิธีการบำรุงรักษาของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ตามรอบอายุการใช้งาน โดยบางรายนั้นก็บอกไว้อย่างละเอียดว่า ควรปฏิบัติตรวจเช็คแบบใด ในช่วงใดบ้าง เช่น ควรตรวจเช็คในช่วงระยะเวลา 1 วัน, 1 สัปดาห์ , 1 เดือน หรือ 1 ปี ซึ่งแตกต่างกันออกไปแล้วแต่บริษัทผู้ผลิตนั้น จะระบุมาให้ในคู่มือ

ช่วงที่ 3 เป็นช่วงที่เครื่องจักรเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลาเป็นช่วงที่เครื่องจักรจะมีการสึกหรอและชำรุดบ่อยขึ้นจนพังไปในที่สุดและไม่สามารถใช้งานได้ จึงถือได้ว่าเป็นช่วงที่เครื่องจักรนั้นหมดสภาพการใช้งาน

2.4 แนวคิดและทฤษฎีของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา (Maintenance) หมายถึง การพยายามป้องกันและรักษาสภาพของเครื่องจักรต่างๆ ตั้งแต่มีการเริ่มต้นการใช้งานให้มีสภาพที่พร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การทำงานของเครื่องจักรนั้นสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และยังทำให้ลดสภาวะความเสี่ยงของสภาวะการเสื่อมสภาพและการหยุดการทำงานของเครื่องจักรกะทันหัน นอกเหนือจากนี้แล้วการบำรุงรักษายังหมายถึงงานซ่อมและปรับปรุงสภาพของเครื่องจักร ให้มีประสิทธิภาพและกลับคืนสู่สภาพที่พร้อมใช้ดังเดิม (สุรพล ราษฎร์นุ้ย, 2545)

ในงานบริหารทรัพยากรกายภาพ การบำรุงรักษาอาคารเป็นการดำเนินการเพื่อรักษาให้อาคารและระบบประกอบอาคารอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน และเพื่อให้อาคารและระบบประกอบอาคารมีอายุการใช้งานตามที่ควรจะเป็น (เสริชย์ โชติพานิช, 2553)

จุดมุ่งหมายของการดูแลบำรุงรักษา

ในการดูแลบำรุงรักษาเป็นงานที่จะต้องมีการควบคุมและปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายเพื่อให้เกิดสัมฤทธิ์ผลที่ดีกับเครื่องจักร ดังนี้

1. เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิผล (Effectiveness) คือ สามารถใช้เครื่องจักรได้เต็มความสามารถและตรงกับวัตถุประสงค์ที่จัดหามามากที่สุด

2. เพื่อให้เครื่องจักรมีสมรรถนะการทำงานสูง (Performance) และช่วยให้เครื่องจักรมีอายุการใช้งานยาวนาน เพราะเมื่อเครื่องจักรได้ใช้งานไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดการสึกหรอ ถ้าหากไม่มีการดูแลปรับปรุงหรือซ่อมแซมแล้ว เครื่องจักรอาจเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหายหรือ ทำงานผิดพลาด ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรลดลง

3. เพื่อให้เครื่องจักรมีความเที่ยงตรงน่าเชื่อถือ (Reliability) คือ การทำให้เครื่องจักรมีมาตรฐานในการทำงาน ไม่มีความคลาดเคลื่อนใดๆ เกิดขึ้นในขณะที่เครื่องจักรทำงาน

4. เพื่อความปลอดภัย (Safety) ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญ เครื่องจักรจะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอต่อผู้ใช้งาน ถ้าเครื่องจักรทำงานผิดพลาด ชำรุดเสียหาย ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ และการบาดเจ็บต่อผู้ใช้งานได้ การดูแลบำรุงรักษาที่ดีจะช่วยควบคุมการผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้

5. เพื่อลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อม เพราะหากเครื่องจักรที่ชำรุดเสียหาย เก่าแก่ ขาดการบำรุงรักษา จะทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น มีฝุ่นละอองหรือไอของสารเคมีออกมา มีเสียงดัง เป็นต้น ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง

6. เพื่อการประหยัดพลังงานเพราะเครื่องจักรส่วนมากจะทำงานได้ ต้องอาศัยการใช้พลังงาน เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานน้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าหากเครื่องจักรได้รับการดูแลให้อยู่ในสภาพที่ดี ทำงานราบเรียบไม่มีการรั่วไหลของน้ำมันการเผาไหม้สมบูรณ์ก็จะสิ้นเปลืองพลังงานน้อยลงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของการใช้พลังงานลงได้

รูปแบบของการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักร

รูปแบบของการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรสามารถแบ่งการบำรุงรักษาออกได้ ดังนี้ (วินัย เวชวิทยาขลัง, 2550)

1. เสียแล้วซ่อม (Break Down Maintenance : BM) หมายถึง ระบบการดูแลบำรุงรักษาที่ไม่มีแผนการบำรุงรักษา เมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้องเสียหายเมื่อใดก็ทำงานซ่อมเมื่อนั้น ซึ่งการบำรุงรักษาแบบนี้เหมาะสำหรับอุปกรณ์ที่ไม่มีผลกระทบกับการใช้งานและความปลอดภัย หรืออุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานไม่แน่นอน แต่สามารถถอดเปลี่ยนได้ในเวลาไม่นาน เช่น ชิ้นส่วนทางไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น วางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ไว้ล่วงหน้าเป็นงานซ่อมที่เกิดขึ้นจากจากการชำรุดของเครื่องจักรขณะทำงาน ซึ่งถ้าพบว่าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นๆ เกิดขัดข้องหรือชำรุดเมื่อใด ก็ซ่อมเมื่อนั้นโดยทันที

2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM) หมายถึง ระบบการดูแลบำรุงรักษาที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า เพื่อทำการบำรุงรักษาเครื่องจักร ตามช่วงระยะเวลา โดยมีลักษณะงานอยู่ 3 ลักษณะใหญ่(สุรพล ราษฎร์นุ้ย, 2545) คือ 1.การตรวจสอบการป้องกันการเสื่อมสภาพเชิงป้องกันขั้นพื้นฐาน (Basic Maintenance) เป็นกิจกรรมการบำรุงรักษาที่ทำได้ง่ายโดยไม่ต้องจำเป็นใช้อุปกรณ์เครื่องมือตรวจวัด เป็นการใช้สามัญสำนึก 4 ประการ คือ ตาดู หูฟัง มือสัมผัส จมูกดม เช่น การตรวจสอบการหล่อลื่น, การขันแน่นของสลักเกลียว การทำความสะอาด การใช้งานให้ถูกต้อง ฯลฯ 2.การตรวจวัดการเสื่อมสภาพ เป็นการตรวจเช็คโดยอาศัยพนักงานที่มีความรู้ความชำนาญทางด้านช่าง รวมไปถึงต้องใช้เครื่องมือวัดทำการตรวจวัดค่าเชิงตัวเลข เพื่อช่วยประเมินอัตราการเสื่อมสภาพ เช่น การตรวจเช็คความตึงของสายพาน การตรวจเช็คค่าความเป็นฉนวนของมอเตอร์ไฟฟ้า การตรวจสอบคุณสมบัติของสารหล่อลื่น ฯลฯ 3.งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันในการซ่อมปรับคืนสภาพ (Over haul) หลังจากพิจารณาค่าตรวจวัดการเสื่อมสภาพหรือการสึกหรอในขั้นที่ 2 แล้วเห็นว่าไม่สมควรใช้งานต่อไป หรือเป็นการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สึกหรอตามคาบเวลา(Part Replacement)เป็นกิจกรรมการบำรุงรักษาตามแผนงานที่กำหนดอายุการใช้งานของชิ้นส่วน เมื่อครบกำหนดการใช้งานแล้วจะทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่หมดอายุการใช้งาน (สุพัฒน์ เซียศิริวัฒนา, วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์, 2549) เช่น การ Over haul เครื่องยนต์ใหม่ทุก 100,000 กม. การเปลี่ยนแผงกรองอากาศทุก 1 ปี ฯลฯ

3. การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition Based Maintenance : CBM) หมายถึง ระบบการบำรุงรักษาตามการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนอะไหล่ที่มีลักษณะการบำรุงรักษาที่แก้ไขเยียวยาเครื่องจักรให้กลับมาใช้งานต่อไปได้อีกระยะหนึ่ง ซึ่งอาจใช้การวิเคราะห์ พยากรณ์ ความผิดปกติของเครื่องจักร เช่น มีเสียงดัง สั่น หรือร้อน

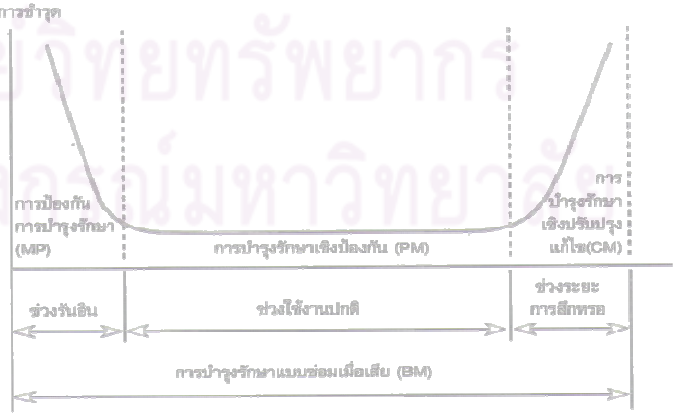
ผิดปกติ เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานต่อไปได้อีกระยะหนึ่งจนถึงช่วงที่มีเวลาเพียงพอที่จะแก้ไขอย่างถาวรต่อไป

4. การบำรุงรักษาเชิงปรับปรุงแก้ไข Corrective Maintenance : CM) หมายถึง ระบบบำรุงรักษาเชิงออกแบบแก้ไข เปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องจักร เพื่อแก้ไขความผิดปกติและยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น เช่น การใช้เครื่องจักรมีปัญหา แบริ่งเสียหาย ร้อนผิดปกติ เมื่อมีการเพิ่มรอบการใช้งาน เป็นต้น

5. การบำรุงรักษาอย่างมืออาชีพ (Proactive Maintenance : PM) หมายถึง เป็นวิธีการบำรุงรักษาที่ติดตามสภาวะของปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการชำรุด สามารถกำหนดวิธีการบำรุงรักษาที่เหมาะสมสามารถรู้ได้ถึงสาเหตุผิดปกติอย่างแท้จริงของเครื่องจักร โดนสามารถวิเคราะห์ได้ว่าทั้งก่อนการใช้งาน และขณะที่มีการใช้งานของเครื่องจักร เกิดจากสาเหตุใด เพื่อหาสาเหตุผิดปกติ และหาทางแก้ไขให้ถูกต้องอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการเริ่มต้นเสื่อมสภาพของเครื่องจักร การบำรุงรักษาแบบนี้มิใช่การติดตามสัญญาณหรือเหตุการณ์ ที่เกิดการชำรุดไปแล้ว แต่เป็นการดูแลและบำรุงรักษาตั้งแต่เริ่มต้นหรือจัดซื้อเครื่องจักร (สุรพล ราษฎร์นุ้ย, 2545)

6. การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Preventive : MP) หมายถึง ระบบการดูแลบำรุงรักษาที่ต้องการกำจัดหรือขจัดการบำรุงรักษาออกไปเพื่อให้สามารถใช้เครื่องจักรได้โดยไม่มีการขัดข้อง (สุรพล ราษฎร์นุ้ย, 2545) ซึ่งเป็นการออกแบบการประกันคุณภาพของการใช้งาน จนหมดสภาพโดยที่ไม่ต้องมีการบำรุงรักษา ซึ่งก็หมายความว่า เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ชนิดนั้นๆ จะมีการใช้งานไปโดยตลอด จนถึงหมดอายุการใช้งาน โดยไม่มีการบำรุงรักษา เมื่อถึงเวลาก็ทำการเปลี่ยนโดยทันที เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์ จากเดิมที่ลูกหมากคันส่งต้องมีการอัดจาระบี แต่ปัจจุบันมีการออกแบบแก้ไขวัสดุให้สามารถใช้งานโดยที่ไม่ต้องมีการหล่อลื่น มีออกแบบให้มีซีลปกปิด มิดชิด ก็ทำให้สามารถใช้งานโดยไม่ต้องอัดจาระบี ,แบตเตอรี่ที่ไม่ใช้น้ำกลั่น (แบตแห้ง) เป็นต้น

จากรูปแบบการบำรุงรักษานั้นสามารถนำมาสรุปเป็นรูปแบบการดูแลบำรุงรักษาแบบผสมผสาน เพื่อให้สอดคล้องกับวงจรชีวิตเครื่องจักรได้ดังแสดงเป็นกราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (สุรพล ราษฎร์นุ้ย, 2545) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ของรูปแบบการดูแลบำรุงรักษากับกราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ
ที่มา : สุรพล ราษฎร์นุ้ย, วิศวกรรมการบำรุงรักษา, 2545

ประเภทของการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักร

การดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรสามารถกำหนดประเภทของการดูแลบำรุงรักษาขั้นต้นออกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้ (สุพัฒน์ เซียศิริวัฒนา, วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์, 2549)

1. งานบำรุงรักษานอกแผนงาน (Unplanned Maintenance) หมายถึง กิจกรรมที่ครอบคลุมลักษณะของงานที่ไม่สามารถวางแผนไว้ล่วงหน้าได้ เป็นความจำเป็นในการซ่อมแซมแก้ไขข้อขัดข้องตามสภาพการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นจากความผิดปกติการใช้งาน ทำให้เกิดการหยุดการใช้งานของเครื่องจักรเพื่อทำการซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดความผลกระทบและความเสียหายตามมา ต่อเครื่องจักรและผู้ที่ใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร ลักษณะงานประเภทนี้จึงไม่ส่งผลดีมากนักต่อผู้ที่ดูแลและบำรุงรักษาเครื่องจักร

2. งานบำรุงรักษาตามแผนงาน (Planned Maintenance) หมายถึง กิจกรรมทีครอบคลุมลักษณะงานบำรุงรักษาที่สามารถวางแผนงานได้ล่วงหน้า เป็นลักษณะงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันพื้นฐาน การเปลี่ยนชิ้นส่วนตามคาบเวลา และงานบำรุงรักษาที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นงานที่เป็นการเพิ่มศักยภาพให้กับงานดูแลบำรุงรักษาให้สูงมากขึ้นไปอีกระดับหนึ่ง

จากลักษณะงานดูแลบำรุงรักษาทั้ง 2 ประเภทนั้นพบว่าในการบริหารงานดูแลบำรุงรักษาที่ดีควรมีการวางแผนการบำรุงรักษาเพื่อลด ขจัด งานดูแลบำรุงรักษานอกแผน ไม่ให้เกิดขึ้นกับเครื่องจักร อันส่งผลกระทบกับเครื่องจักร ผู้ปฏิบัติงานซ่อมบำรุง ผู้ใช้ประโยชน์ ซึ่งไม่เป็นผลดีมากนัก ในทางตรงกันข้ามหากมีการวางแผนงานบำรุงรักษาที่ดี ก็จะส่งผลดีกับการทำงานของเครื่องจักร ผู้ปฏิบัติงานก็สามารถทำงานได้อย่างสะดวก ผู้ที่ใช้ประโยชน์ก็ได้รับผลประโยชน์อย่างเต็มที่

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

ในการใช้งานของเครื่องจักรนั้นมีค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้น (สุพัฒน์ เซียศิริวัฒนา, วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์, 2549) ตั้งแต่เริ่มต้นการใช้งานจนถึงช่วงระยะเวลาการหมดสภาพของเครื่องจักร ซึ่งถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายตลอดอายุขัยของเครื่องจักร (Life Cycle Cost : LCC) ซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งค่าใช้จ่ายไว้ได้ 4 ส่วนใหญ่ ดังนี้ (สุรพล ราษฎร์นุ้ย, 2545)

- ค่าใช้จ่ายลงทุนเริ่มต้น ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นค่าใช้จ่ายที่เริ่มตั้งแต่การศึกษา การออกแบบการจัดหา และการติดตั้ง (สุพัฒน์ เซียศิริวัฒนา, วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์, 2549) การเลือกซื้อเครื่องจักรที่จะนำมาใช้งานโดยทั่วไปค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นของเจ้าของ (Onwing Cost) ที่ซื้อเครื่องจักรมาเป็นกรรมสิทธิ์ของตนเอง (Capital Cost)

- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operation Cost) ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นค่าใช้จ่ายที่ดำเนินการหลังจากที่ได้เครื่องจักรมาเป็นกรรมสิทธิ์ เป็นค่าใช้จ่ายในส่วนของการดำเนินการเพื่อใช้เครื่องจักร เช่น ค่าจ้างผู้ควบคุมเครื่องจักร ค่าพลังงานที่ใช้จากการใช้เครื่องจักร เป็นต้น

- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมและบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและเสื่อมราคา(สุพัฒน์ เซียศิริวัฒนา, วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์, 2549) เป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้ทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นการใช้งาน เริ่มต้นมีการสึกหรอของเครื่องจักรเป็นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เช่น ค่าสารหล่อลื่น ค่าไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น ค่าอุปกรณ์กันรั่ว(Seal) เป็นต้น ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเปลี่ยนชิ้นส่วน เช่น ค่าอะไหล่

ค่าแรงงานคน หรือที่เรียกกันว่า ค่าของ และค่าแรง ที่เกิดขึ้น นอกเหนือจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายที่มักจะถูกมองข้าม เช่น ค่าสูญเสียโอกาสในการหยุดการใช้งานของเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายในส่วนของค่ารักษาพยาบาลของแรงงานคน (เมื่อเกิดอุบัติเหตุ) เป็นต้น

- ค่าใช้จ่ายในการขจัดซากเครื่องจักร (Disposal Cost) ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นค่าใช้จ่ายในการกำจัด ขนย้าย เครื่องจักรที่หมดสภาพการใช้งาน ซึ่งในต่างประทศในซีกโลกตะวันตก จะมีการว่าจ้างบริษัทเอกชนมาทำการ ขนย้ายซากเครื่องจักร เพื่อไปทำลายทิ้ง แต่เท่าที่พบในประเทศไทยค่าใช้จ่ายในส่วนนี้กลับไว้ใช้เป็นประโยชน์กับส่วนลดของเครื่องจักรใหม่ ที่นำเข้ามาเปลี่ยนทดแทนเครื่องจักรเดิมที่หมดสภาพ ในกรณีที่เครื่องจักรนั้นมีมูลค่าสูงและมีขนาดใหญ่ เช่น การเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น หอทำความเย็น เป็นต้น

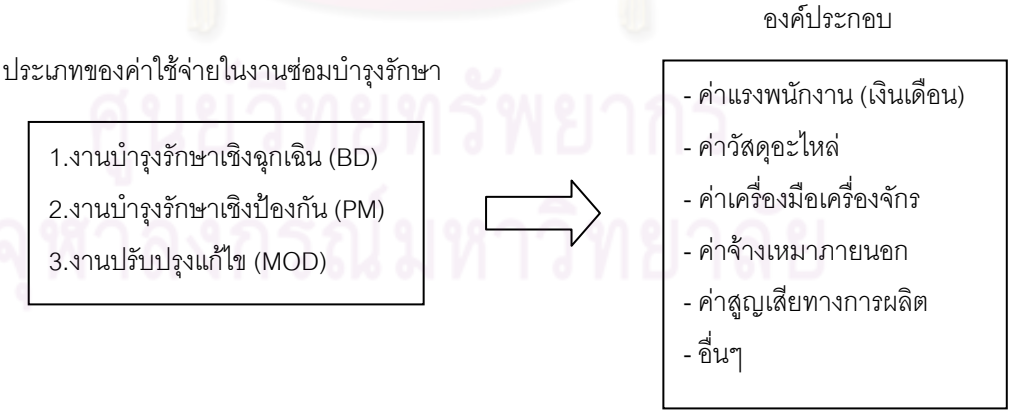
ในระหว่างที่มีการใช้งานของเครื่องจักรนั้นมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยสามารถแบ่งค่าใช้จ่ายในงานซ่อมแซมและดูแลบำรุงรักษา 2 ลักษณะดังนี้ (วินัย เวชวิทยาขลัง, 2550)

- ค่าใช้จ่ายทางตรง คือ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรตามอายุการใช้งาน เช่น การทำความสะอาด การเปลี่ยนถ่าย หรือเติมสารหล่อลื่น ซึ่งค่าใช้จ่ายเหล่านี้ ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยตรง
- ค่าใช้จ่ายทางอ้อม คือ ค่าใช้จ่ายที่ทำให้เกิดการเสียโอกาสการใช้งาน ซึ่งเกิดขึ้นโดยทำให้เครื่องจักรหรือ อุปกรณ์นั้นๆ หยุดการทำงาน ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้อาจทำให้ลูกค้าร้องเรียนค่าเสียหายได้

ประเภทของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

ประเภทของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาจะเป็นการแยกจำแนกประเภทค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากงานซ่อมบำรุงแต่ละประเภท เช่น ค่าใช้จ่ายจากงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน งานบำรุงรักษาเชิงฉุกเฉิน หรืองานแก้ไขปรับปรุง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายจากค่าวัสดุ อะไหล่ ค่าแรง ค่าดำเนินการต่างๆ เกิดเป็นองค์ประกอบของค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.5

องค์ประกอบของค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา



รูปที่ 2.5 องค์ประกอบของค่าใช้จ่ายงานบำรุงรักษา
ที่มา : วินัย เวชวิทยาขลัง , การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงปฏิบัติ , 2550

องค์ประกอบของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสามารถจำแนกประเภทของค่าใช้จ่าย ได้ดังนี้ (วินัย เวชวิทยาขลัง, 2550)

- ต้นทุนคงที่ เป็นค่าใช้จ่ายในทั้งหมดที่ใช้สำหรับความพร้อมในการซ่อมแซมและบำรุงรักษาที่คงที่ ซึ่งไม่ว่าจะบริการมากหรือน้อยเพียงใด ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ก็จะต้องคงที่เท่าเดิม ซึ่งกำหนดได้ตามสถานการณ์ ทั้งทางด้านอาคาร สำนักงาน สถานที่เก็บวัสดุ และอะไหล่ เช่น เงินเดือน สวัสดิการ ค่าภาษี การอบรม, พัฒนาทักษะการทำงาน ค่าวัสดุ เครื่องมือ เครื่องเขียน เป็นต้น
- ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ทางฝ่ายซ่อมบำรุง ได้ใช้ไปกับงาน ซ่อมบำรุง แก้ไข ปรับปรุงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ วัสดุ อะไหล่ เชื้อเพลิง วัตถุดิบ พลังงาน ค่าใช้จ่ายจ้างเหมาตามปริมาณงาน ค่าขนส่ง ขนย้ายระหว่างปฏิบัติงาน วัสดุสิ้นเปลืองในการซ่อมบำรุง เป็นต้น โดยแบ่งแยกออกได้ดังนี้
  - ค่าใช้จ่ายฉุกเฉิน (Breakdown Cost) คือค่าใช้จ่ายที่ไม่ได้คาดการไว้ล่วงหน้า
  - ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและป้องกัน (Preventive Maintenance Cost) คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นประจำในการบำรุงรักษา ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากค่าแรง ค่าวัสดุสิ้นเปลือง เพื่อใช้กับงานทำความสะอาด, งานสารหล่อลื่น, งานตรวจวัดปรับสภาพ และงานวิเคราะห์สภาพเครื่องจักร
  - ค่าใช้จ่ายในการซ่อม, แก้ไข ในกรณีที่มีการซ่อมปรับปรุงเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น อันได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการบำรุงรักษาปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักร เช่น ค่าแรงในการซ่อม ค่าวัสดุอะไหล่ที่ใช้ในการปรับแต่ง อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องวัด เป็นต้น
- ต้นทุนงบประมาณ ได้แก่ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากโครงการ การปรับปรุง การซื้อเครื่องมือเครื่องวัด ที่เป็นสินทรัพย์ถาวร ที่ใช้เงินจำนวนมาก เช่นตั้งแต่ 5,000 บาทขึ้นไป ถือว่าเป็นงบประมาณการลงทุน อาจจะแบ่งเป็น การตั้งงบประมาณระหว่างปี หรือปลายปี ขึ้นอยู่กับ องค์กร

2.5 แนวคิดและทฤษฎีของการจัดการบำรุงรักษา

การจัดการบำรุงรักษา หมายถึง การกำหนดเอาวิธีการทำงานบำรุงรักษา นำมาสร้างเป็นระบบงานให้เกิดความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สอดคล้องกัน ให้เกิดระบบการจัดการบำรุงรักษา ระบบงานบำรุงรักษาที่ดีควรมีการกำหนดเป้าหมายและการจัดทำรายงานสรุป เพื่อที่จะนำงานระบบย่อยเชื่อมโยงเข้าหากันและนำมาวิเคราะห์งานได้ถูกต้อง

การสร้างระบบบริหารงานประกอบไปด้วยระบบงานย่อยดังนี้ (สุพัฒน์ เชียศิริวัฒนา, วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์, 2549)

2.5.1 ระบบข้อมูลการบำรุงรักษา คือ การสร้างข้อมูลการบำรุงรักษาโดยเริ่มจากการสร้างระบบแฟ้มประวัติของเครื่องจักรจัดทำข้อมูลประกอบการทำงานบำรุงรักษาตามแผน ทั้งขณะเดินเครื่องและขณะหยุดเครื่อง และทำการจัดทำข้อมูลประกอบงานด้านอะไหล่ จากการสร้างข้อมูลบำรุงรักษาแล้วนั้น จะทำให้เราสามารถกำหนดระดับความสำคัญของเครื่องจักรทำให้เกิดกิจกรรมงานบำรุงรักษาตามแผนให้เหมาะสมกับระดับความสำคัญของเครื่องจักรและทำให้เกิดการกำหนดประเภทของอะไหล่ที่ใช้ในงานบำรุงรักษาให้สอดคล้องกับกิจกรรมของงานบำรุงรักษาตามแผนงานที่ได้วางไว้

2.5.2 ระบบงานบำรุงรักษาตามแผน คือ กิจกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อครอบคลุมลักษณะงานบำรุงรักษาที่สามารถวางแผนไว้ล่วงหน้า เพื่อวางแผนงานบำรุงรักษาไว้ใช้ในระหว่างที่มีการใช้งานของเครื่องจักร ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมและสะดวกกับฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา

2.5.3 ระบบควบคุมงานบำรุงรักษา คือ กิจกรรมที่สามารถควบคุมและติดตามสภาวะของงานบำรุงรักษาทั้งงานบำรุงรักษาตามแผนและงานบำรุงรักษานอกแผน เป็นการบันทึกประวัติการทำงานบำรุงรักษาทุกๆ งาน ทำให้เกิดการทำงานที่มีการวางแผนล่วงหน้า และยังทำให้สามารถประสานงานกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ ผลลัพธ์ของระบบควบคุมนั้นทำให้เราทราบได้ถึงลักษณะของงานที่ยังคงค้าง ที่ยังไม่ได้ดำเนินงาน ทำให้มีข้อมูลประวัติงานบำรุงรักษาค่าใช้จ่ายเพื่อนำข้อมูลไปจัดทำรายงาน วิเคราะห์ผลและตรวจทานค่าใช้จ่ายกับระบบบัญชีได้อย่างสอดคล้องและแม่นยำ

2.5.4 ระบบบริหารอะไหล่ คือ กิจกรรมที่จำแนกประเภทของชิ้นส่วนอะไหล่และรายการอะไหล่แต่ละประเภท เพื่อนำมาจัดทำแผนงาน กำหนดการเก็บสำรองคลังอะไหล่ ควบคุมปริมาณการสำรองคลังให้เหมาะสมกับการเบิกจ่ายในงานบำรุงรักษา และกำหนดแผนการคัดเลือก ,จัดซื้ออะไหล่ ให้เพียงพอกับการเก็บสำรองคลังอะไหล่

2.5.5 ระบบงบประมาณบำรุงรักษา คือ กิจกรรมที่กำหนดหมวดหมู่ของค่าใช้จ่ายให้ตรงกับบัญชีและยังทำให้สามารถทบทวนและปรับงบประมาณเพื่อให้สอดคล้องกันกับการควบคุมต้นทุนค่าใช้จ่ายงานบำรุงรักษา

แนวคิดในการสร้างระบบบริหารงานบำรุงรักษาในเบื้องต้นจะประกอบไปด้วยระบบงานย่อยอย่างต่ำ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบข้อมูลบำรุงรักษา ระบบบริหารงานบำรุงรักษาตามแผน และระบบควบคุมงานบำรุงรักษา (สุพัฒน์ เซียศิริวัฒนา, วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์, 2549) เพื่อที่จะได้มุ่งเน้นให้มีการทำงานตามแผนเป็นหลัก

แนวคิดในการบำรุงรักษาในวงการวิศวกรรมไม่ว่าจะเป็น การบำรุงรักษาทวีพล หรือ การบำรุงรักษาแบบทีโรเทคโนโลยี หรือ การบำรุงรักษาโดยการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือเป็นแกน พบการกล่าวถึง คำสำคัญในการบำรุงรักษา มี 3 คำที่สำคัญคือ อายุขัยหรือวงจรชีวิตเครื่องจักร การบำรุงรักษาแบบผสมผสาน และค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงที่ต่ำที่สุด (สุรพล ราษฎร์นุ้ย, 2545)

จากที่กล่าวมานั้นถือได้ว่าเป็นการบริหารและจัดการงานด้านบำรุงรักษางานเครื่องจักรที่พบมากในวงการอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ที่มุ่งเน้นกับงานบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นอย่างมากเพราะถือได้ว่าเครื่องจักรนั้นมีอิทธิพลกับการผลิตหรือการเพิ่มผลผลิต ที่จะเพิ่มรายได้ให้กับองค์กร ซึ่งแตกต่างกับงานด้านบริหารและจัดการอาคารที่ทำการบริหารและจัดการบำรุงรักษาเพื่อตอบสนองกับความต้องการ และการใช้ประโยชน์กับเครื่องจักรที่คนส่วนใหญ่มักมองว่าไม่ทำให้เกิดรายได้ เป็นเพียงต้นทุนค่าใช้จ่าย จึงไม่เห็นความสำคัญของการบริหารและจัดการงานดูแลบำรุงรักษา

อย่างไรก็ตาม หากนำแนวทางการจัดการบำรุงรักษามาใช้กับงานด้านบริหารและจัดการอาคารในส่วนของงานดูแลรักษาอาคารก็เห็นว่าจะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของงานด้านบริหารและจัดการอาคารตามแนวคิดและหลักการของการบริหารทรัพยากรกายภาพที่ว่า การบริหารจัดการให้ทรัพยากรกายภาพ (Place) ทำหน้าที่สนองตอบและสนับสนุน กิจกรรมองค์กร (Process) และ ผู้ปฏิบัติงานขององค์กร (People) ที่มุ่งเน้นให้

เกิดประสิทธิภาพสูงสุด คือ การทำให้ระบบกายภาพทรัพยากรกายภาพ ทำงานสอดคล้องและสมดุลตามเป้าหมาย พันธกิจและลักษณะกิจกรรมขององค์กรนั้น (เสริชย์ โชติพานิช, 2553) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 ปัจจัยหลักในการบริหารทรัพยากรกายภาพ ที่มา : เสริชย์ โชติพานิช, การบริหารทรัพยากรกายภาพ : หลักการและทฤษฎี, (กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553).

ปัจจัยหลักในการบริหารทรัพยากรกายกายภาพประกอบไปด้วย 3 ส่วน (เสริชย์ โชติพานิช,2553) ดังนี้

1. ทรัพยากรกายภาพ (Place) หมายถึง สิ่งก่อสร้างและวัตถุที่ประกอบรวมกันขึ้นเป็นสถานที่ จัดไว้เพื่อรองรับกิจกรรมและวัตถุประสงค์ของผู้ที่ต้องการใช้ประโยชน์ในสถานที่นั้นๆ โดยทั่วไปแล้ว ทรัพยากรกายภาพประกอบไปด้วย อาคาร, พื้นที่อาคาร, ระบบประกอบอาคาร, พื้นที่และบริเวณโดยรอบ, ภูมิทัศน์และสวน ในส่วนสุดท้ายคือ ส่วนแบ่งและตกแต่งภายในพื้นที่ซึ่งรวมไปถึงเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์ภายในอาคาร จากที่กล่าวมาทั้งหมดถือรวมเป็นทรัพยากรกายภาพ ที่มีส่วนสำคัญต่อการทำงานและสร้างผลผลิตของพนักงาน ขณะเดียวกันถือว่าเป็นทรัพย์สินที่มีค่าขององค์กรหรือเจ้าของสถานที่ ที่ทำการลงทุนเพื่อใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ระบบปรับอากาศก็ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบประกอบอาคาร ที่เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ (สมศักดิ์ สุโมตยกุล, 2533) และเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญสำหรับอาคารสมัยใหม่ไปแล้ว (เกชา ธีระโกเมน, เกียรติ อัชรพงศ์, วันชัย บัณฑิตกฤษดา, วิโรจน์ ตั้งธนาพลกุล, สุรสิทธิ์ ทองจินทรัพย์, 2540)

2. กิจกรรมองค์กร (Process) หมายถึง การประกอบกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในด้านการทำงานเพื่อตอบสนองความต้องการขององค์กร หน่วยงานหรือบริษัท ที่ใช้ทรัพยากรกายภาพเพื่อประกอบกิจกรรมและธุรกิจ

3. ผู้ปฏิบัติงาน (People) หมายถึง ผู้คนที่เข้ามาใช้ทรัพยากรกายภาพเพื่อทำงาน กิจกรรม ติดต่อหรือผู้ที่เข้ามาใช้ประโยชน์ต่างๆ เป็นกลุ่มที่ใช้ทรัพยากรกายภาพเป็นหลัก แบ่งเป็นผู้ใช้ประจำหรือถาวร มีช่วงการใช้เวลาที่ยาวนานหลายชั่วโมงหรือตลอดทั้งวัน และผู้ที่เข้ามาใช้ประโยชน์ชั่วคราวหรือระยะสั้นๆ เป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการใช้ทรัพยากรกายภาพ ความเป็นอยู่ของผู้คนที่เข้ามาใช้ทรัพยากรกายภาพจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานและความสำเร็จขององค์กร

จากที่กล่าวมาทั้งหมดถือได้ว่าเป็นภาพรวมของการบริหารทรัพยากรกายภาพที่จำเป็นต้องมีการบริหารและจัดการให้ทั้ง 3 ส่วนที่กล่าวมานั้น ทำงานสอดคล้องกัน เพื่อประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุดตามจุดประสงค์และจุดมุ่งหมายของงานด้านการบริหารทรัพยากรกายภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ในบทนี้จะแสดงข้อมูลการศึกษา เกี่ยวกับอุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศแบบรวม อันประกอบไปด้วย เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller), หอทำความเย็น (Cooling Tower), เครื่องส่งน้ำ (Pump) และเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ในเรื่อง ชิ้นส่วนและช่วงเวลาในการบำรุงรักษา, อายุในการใช้งาน และราคาค่าใช้จ่ายของแต่ละชิ้นส่วน โดยได้ข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิต เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) จำนวน 4 ราย ได้แก่ Trane York Carrier และ Mc Quay หอทำความเย็น (Cooling Tower) จำนวน 6 รายได้แก่ Shinwa Liang-Chi Marley Nihon Spindle และ Baltimore เครื่องส่งน้ำ (Pump) จำนวน 6 รายได้แก่ Aurora Paco ITT Grunfoss Electra และ Patterson และเครื่องส่งลมเย็น (AHU) จำนวน 4 รายได้แก่ Trane York Carrier และ Mc Quay ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

จากการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตจำนวน 4 ราย พบว่ามี การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลาอายุการใช้งาน และราคาค่าใช้จ่าย ดังนี้

3.1.1 เครื่องทำน้ำเย็นของตัวแทนผู้ผลิต CH1

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH1 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 13 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Compressor มีการบำรุงรักษาออกเป็น 2 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ทำการตรวจห้องน้ำมันเครื่องและเติมน้ำมัน / เมื่อจำเป็น
    - ตรวจเช็คอุณหภูมิของน้ำมัน
    - ตรวจเช็คปริมาณน้ำยาและเติมน้ำยา / เมื่อจำเป็น
    - ตรวจเช็คอุณหภูมิของ Trust Bearing Sensor
    - ตรวจสอบการทำงานของ Guide Vane
  - ช่วง 1 ปี
    - เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น
- Motor Compressor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงาน
- Evaporator มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คแรงดันของน้ำที่เข้า – ออก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Condenser มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คแรงดันของน้ำที่เข้า – ออก
- Control & Starter Panel มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คระบบควบคุมอิเล็คทรอนิคส์
    - ตรวจเช็คแรงดัน ,กระแสที่จ่ายและปรับแต่งให้ถูกต้อง
- Flow Switch มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงาน
- Thermometer มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คค่าอุณหภูมิ
- Pressure Gauge มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คแรงดันของน้ำเข้า – ออก
- Oil Pump มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คแรงดันและการทำงาน
- Oil Filter มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 1 ปี
    - เปลี่ยน Oil Filter
- Hi – Low Pressure Switch มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คแรงดันน้ำเข้า – ออก
- Oil Heater มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คการทำงานและปรับตั้งอุณหภูมิที่ต้องการให้ถูกต้อง
- Filter Drier มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 1 ปี
    - เปลี่ยน Filter Drier

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH1 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Compressor มีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี
- Motor Compressor มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี
- Evaporator มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี
- Condenser มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี
- Expansion Valve มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Control & Starter Panel มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Oil Pump มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Oil Heater มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Flow Switch มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Hi-Low Pressure Switch มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Thermometer มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Pressure Gauge มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Oil Filter มีอายุการใช้งานประมาณ 1 ปี
- Filter Drier มีอายุการใช้งานประมาณ 1 ปี
- Insulation มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH1 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน นั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Compressor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,500,000 บาท
- Motor Compressor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 250,000 บาท
- Evaporator มีค่าใช้จ่ายประมาณ 800,000 บาท
- Condenser มีค่าใช้จ่ายประมาณ 800,000 บาท
- Expansion Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 60,000 บาท
- Control & Starter Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 800,000 บาท
- Oil Pump มีค่าใช้จ่ายประมาณ 200,000 บาท
- Oil Heater มีค่าใช้จ่ายประมาณ 20,000 บาท
- Flow Switch มีค่าใช้จ่ายประมาณ 40,000 บาท
- Hi-Low Pressure Switch มีค่าใช้จ่ายประมาณ 20,000 บาท
- Thermometer มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Pressure Gauge มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Oil Filter มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,000 บาท
- Filter Drier มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,000 บาท
- Insulation มีค่าใช้จ่ายประมาณ 40,000 บาท

3.1.2 เครื่องทำน้ำเย็นของตัวแทนผู้ผลิต CH2

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH 2 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 12 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Compressor มีการบำรุงรักษาออกเป็น 2 ช่วงคือ
  - ช่วง 4 เดือน
    - ตรวจสอบระบบน้ำยาและน้ำมันในระบบ
  - ช่วง 1 ปี
    - เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น
- Motor Compressor มีการบำรุงรักษา 3 ช่วง คือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - วัดค่ากระแสที่จ่ายให้กับตัวเครื่อง
    - วัดค่ากระแสขณะที่เครื่องทำงาน
  - ช่วง 4 เดือน
    - ตรวจสอบขั้วต่อที่สายไฟที่ Motor Compressor ให้แน่นทุกจุด และทำความสะอาด
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจเช็คความต้านทานของขดลวดมอเตอร์
- Evaporator มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คแรงดันของน้ำที่เข้า – ออก
- Condenser มีการบำรุงรักษา 2 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คแรงดันของน้ำที่เข้า – ออก
    - วัดค่า Pressure Drop
  - ช่วง 1 ปี
    - ล้างท่อคอนเดนเซอร์ ด้วยน้ำยาเคมีและทำความสะอาดด้วยแปรงทุกท่อ
- Control & Starter Panel มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 4 เดือน
    - ทำความสะอาด Electronic Control Board โดยใช้สารเคมี
    - ทำความสะอาดหน้าสัมผัสของแผงควบคุมโดยฉีดล้างด้วยสารเคมี
    - ตรวจสอบการทำงานของระบบ Control
    - ทำความสะอาดหน้าสัมผัสของ Starter โดยฉีดล้างด้วยสารเคมี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตรวจสอบขันขั้วต่อสายไฟที่ Magnetic Starter

- Flow Switch มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คค่าแรงดัน
- Thermometer มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คค่าอุณหภูมิน้ำ เข้า – ออก
- Pressure Gauge มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจวัดค่า Pressure Drop
- Oil Filter มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 1 ปี
    - เปลี่ยน Oil Filter
- Filter Drier มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 1 ปี
    - เปลี่ยน Filter Drier
- Hi – Low Pressure Switch มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คค่าแรงดัน
- Insulation มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนหุ้มเปลือก

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH2 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

-	Compressor มีอายุการใช้งานประมาณ	15	ปี
-	Motor Compressor มีอายุการใช้งานประมาณ	20	ปี
-	Evaporator มีอายุการใช้งานประมาณ	20	ปี
-	Condenser มีอายุการใช้งานประมาณ	20	ปี
-	Expansion Valve มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Control & Starter Panel มีอายุการใช้งานประมาณ	8	ปี
-	Oil Pump มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Oil Heater มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Flow Switch มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี

- Hi-Low Pressure Switch มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Thermometer มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Pressure Gauge มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Oil Filter มีอายุการใช้งานประมาณ 1 ปี
- Filter Drier มีอายุการใช้งานประมาณ 1 ปี
- Insulation มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH2 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Compressor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000,000 บาท
- Motor Compressor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 300,000 บาท
- Evaporator มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,200,000 บาท
- Condenser มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,200,000 บาท
- Expansion Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 40,000 บาท
- Control & Starter Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,200,000 บาท
- Oil Pump มีค่าใช้จ่ายประมาณ 300,000 บาท
- Oil Heater มีค่าใช้จ่ายประมาณ 20,000 บาท
- Flow Switch มีค่าใช้จ่ายประมาณ 44,000 บาท
- Hi-Low Pressure Switch มีค่าใช้จ่ายประมาณ 22,000 บาท
- Thermometer มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,200 บาท
- Pressure Gauge มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,200 บาท
- Oil Filter มีค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000 บาท
- Filter Drier มีค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000 บาท
- Insulation มีค่าใช้จ่ายประมาณ 60,000 บาท

3.1.3 เครื่องทำน้ำเย็นของตัวแทนผู้ผลิต CH3

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH3 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Compressor มีการบำรุงรักษาออกเป็น 1 ช่วงคือ
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็คระบบน้ำมันและสารทำความเย็น
    - ตรวจสอบการทำงานของระบบ Vane Control
- Motor Compressor มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ช่วง 2 เดือน
  - ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์และชุดสตาร์ทเตอร์
- ช่วง 1 ปี
  - ตรวจเช็คค่าความเป็นฉนวนของ Motor Compressor

- Evaporator มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำ โดยเปรียบเทียบแรงดันตกคร่อม
- Condenser มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำ โดยเปรียบเทียบแรงดันตกคร่อม
- Control & Starter Panel มีการบำรุงรักษา 3 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจสอบการถ่ายเทความร้อน
    - ทำความสะอาดตู้คอนโทรล
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจเช็คการทำงานของตู้คอนโทรล
    - ตรวจสอบการทำงานของ Interlock
    - ตรวจเช็คแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า พร้อมบันทึกค่า
    - ตรวจสอบหน้าสัมผัสของชุดสตาร์ทเตอร์ , จุดยึดต่างๆ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบขั้วสายไฟ ด้านชุดควบคุม
    - ตรวจสอบ overload ของคอยล์ในชุด Starter หลัก
    - ตรวจสอบขั้วเทอร์มินัลของ Starter
    - ขันขั้วสายไฟด้านมอเตอร์
- Flow Switch มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงาน
- Thermometer มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คค่าอุณหภูมิน้ำ เข้า – ออก บันทึกการทำงาน
- Pressure Gauge มีการบำรุงรักษา 1 ช่วงคือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจวัดค่าแรงดันการไหลของน้ำ
    - บันทึกค่าการทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Oil Pump มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจวัดค่าความเป็นฉนวนของมอเตอร์น้ำมัน
- Filter Drier มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH3 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่า มีอายุการใช้งานดังนี้

-	Compressor มีอายุการใช้งานประมาณ	15	ปี
-	Motor Compressor มีอายุการใช้งานประมาณ	15	ปี
-	Evaporator มีอายุการใช้งานประมาณ	15	ปี
-	Condenser มีอายุการใช้งานประมาณ	15	ปี
-	Expansion Valve มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Control & Starter Panel มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Oil Pump มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Oil Heater มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Flow Switch มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Hi-Low Pressure Switch มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Thermometer มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Pressure Gauge มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Oil Filter มีอายุการใช้งานประมาณ	1	ปี
-	Filter Drier มีอายุการใช้งานประมาณ	1	ปี
-	Insulation มีอายุการใช้งานประมาณ	15	ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH3 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน นั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

-	Compressor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	3,000,000	บาท
-	Motor Compressor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	300,000	บาท
-	Evaporator มีค่าใช้จ่ายประมาณ	560,000	บาท
-	Condenser มีค่าใช้จ่ายประมาณ	580,000	บาท
-	Expansion Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ	35,000	บาท
-	Control & Starter Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ	951,000	บาท
-	Oil Pump มีค่าใช้จ่ายประมาณ	100,000	บาท

- Oil Heater มีค่าใช้จ่ายประมาณ 9,000 บาท
- Flow Switch มีค่าใช้จ่ายประมาณ 35,000 บาท
- Hi-Low Pressure Switch มีค่าใช้จ่ายประมาณ 30,000 บาท
- Thermometer มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Pressure Gauge มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Oil Filter มีค่าใช้จ่ายประมาณ 20,000 บาท
- Filter Drier มีค่าใช้จ่ายประมาณ 20,000 บาท
- Insulation มีค่าใช้จ่ายประมาณ 50,000 บาท

3.1.4 เครื่องทำน้ำเย็นของตัวแทนผู้ผลิต CH4

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH4 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Compressor มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 สัปดาห์
    - ตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำยา
    - ตรวจสอบดูสีและตรวจเช็คปริมาณของน้ำมันหล่อลื่น
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบการสั่นของ Compressor
    - วิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น
    - เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น / เมื่อจำเป็น
    - ตรวจสอบการทำงานของ Vane Control และปรับแต่งให้พร้อมใช้งาน
- Motor Compressor มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ทำการ Balance กระแสที่มอเตอร์
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็คค่าความเป็นฉนวนน้ำยาที่ขดลวดของมอเตอร์
    - ตรวจสอบขั้วต่อต่างๆ ของมอเตอร์
    - ตรวจสอบการระบายความร้อนของมอเตอร์
- Evaporator มีการบำรุงรักษา 3 ช่วงคือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจเช็คประเมินค่าของ Temp Approach
  - ช่วง 1 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตรวจสอบคุณภาพน้ำ / เมื่อจำเป็น

- Condenser มีการบำรุงรักษา 3 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจเช็คประเมินค่าของ Temp Approach
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบคุณภาพน้ำ / เมื่อจำเป็น
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็คความหนาของตะกรันที่ท่อ
- Control & Starter Panel มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงานของ Time Delay
    - ตรวจสอบการทำงานของ Pump Interlock
    - ตรวจสอบการทำงานของชุด Starter
    - ทดสอบการทำงานของ overload
    - ตรวจสอบสายไฟจุดต่อต่างๆ ให้แน่น
- Flow Switch มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงาน
- Thermometer มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบการทำงานและปรับแต่งให้พร้อมใช้งาน
- Pressure Gauge มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบการทำงานและปรับแต่งให้พร้อมใช้งาน
- Oil Pump มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจเช็คแรงดันของน้ำมัน
    - ตรวจสอบการทำงานของ โซลินอยด์
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบการควบคุมการทำงาน
- Expansion Valve มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงานและประเมินการทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH4 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

- Compressor มีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี
- Motor Compressor มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี
- Evaporator มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี
- Condenser มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี
- Expansion Valve มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี
- Control & Starter Panel มีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี
- Oil Pump มีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี
- Oil Heater มีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี
- Flow Switch มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Hi-Low Pressure Switch มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Thermometer มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Pressure Gauge มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Oil Filter มีอายุการใช้งานประมาณ 1 ปี
- Filter Drier มีอายุการใช้งานประมาณ 1 ปี
- Insulation มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CH4 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Compressor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,500,000 บาท
- Motor Compressor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 250,000 บาท
- Evaporator มีค่าใช้จ่ายประมาณ 700,000 บาท
- Condenser มีค่าใช้จ่ายประมาณ 700,000 บาท
- Expansion Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 50,000 บาท
- Control & Starter Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 900,000 บาท
- Oil Pump มีค่าใช้จ่ายประมาณ 80,000 บาท
- Oil Heater มีค่าใช้จ่ายประมาณ 4,000 บาท
- Flow Switch มีค่าใช้จ่ายประมาณ 40,000 บาท
- Hi-Low Pressure Switch มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,000 บาท
- Thermometer มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,500 บาท
- Pressure Gauge มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,500 บาท
- Oil Filter มีค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Filter Drier มีค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000 บาท
- Insulation มีค่าใช้จ่ายประมาณ 50,000 บาท

3.2 หอทำความน้ำเย็น (Cooling Tower)

จากการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตจำนวน 6 ราย พบว่ามีการบำรุงรักษาดังนี้

3.2.1 หอทำความเย็นของตัวแทนผู้ผลิต CT1

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT1 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 11 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Casing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบสภาพการทำงานทั่วไป
    - ทาสีใหม่ / เมื่อจำเป็น
- Motor มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจเช็คความร้อนของมอเตอร์
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบการทำงานทั่วไป
- Fan Motor มีการบำรุงรักษา 3 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบการสั่นของใบพัด
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงานทั่วไป
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบความแน่นหนาของ Bolt
    - ปรับตั้งใบพัด / เมื่อจำเป็น
    - ทำความสะอาด / เมื่อจำเป็น
- Hot Water Basin มีการบำรุงรักษา 3 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจเช็คระดับน้ำ
  - ช่วง 1 สัปดาห์
    - ตรวจสอบการทั่วไป
    - ตรวจสอบรอยรั่ว
  - ช่วง 6 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ทำความสะอาด

- Belt มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจเช็คการทำงานทั่วไป
    - ปรับตั้งสายพาน
- Filling มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบสภาพการทำงานทั่วไป
    - ทำความสะอาด / เมื่อจำเป็น
- Inlet Louver มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบสภาพการทำงานทั่วไป
- Cool Water Basin มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบสภาพการทำงานทั่วไป
    - ตรวจเช็คระดับน้ำ
  - ช่วง 3 เดือน
    - ทำความสะอาด
- Pulley มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจเช็คการทำงานทั่วไป
- Strainer มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 สัปดาห์
    - ตรวจสอบการทำงานทั่วไป
- Float Valve มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 สัปดาห์
    - ตรวจสอบการทำงานทั่วไป

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT1 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

- Structure มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Inlet Louver มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Fan Motor มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Belt มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Pulley มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Filling มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Hot Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Cool Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Float Valve มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Strainer มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT1 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน นั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Structure มีค่าใช้จ่ายประมาณ 250,000 บาท
- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 90,000 บาท
- Inlet Louver มีค่าใช้จ่ายประมาณ 13,230 บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 186,900 บาท
- Fan Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 114,660 บาท
- Belt มีค่าใช้จ่ายประมาณ 11,760 บาท
- Pulley มีค่าใช้จ่ายประมาณ 11,450 บาท
- Filling มีค่าใช้จ่ายประมาณ 154,350 บาท
- Hot Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 65,000 บาท
- Cool Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 85,000 บาท
- Float Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,000 บาท
- Strainer มีค่าใช้จ่ายประมาณ 6,000 บาท

3.2.2 หอทำความเย็นของตัวแทนผู้ผลิต CT2

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT2 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 11 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Casing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจสอบรูปทรง , การแตกร้าว และความสกปรก
- Motor มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบความผิดปกติของเสียงการทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ช่วง 1 ปี
  - ตรวจสอบฉนวนและการกัดกร่อนของสนิม

- Fan Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 3 เดือน
    - ตรวจสอบการแตกร้าว , การเสียรูป , การสึกหรอ และการเสื่อมสภาพ
    - ตรวจสอบสิ่งผิดปกติที่ติดกับใบพัด
    - ตรวจสอบการคลายตัวของ Bolt

- Cool Water Basin มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจเช็คระดับน้ำ
  - ช่วง 1 สัปดาห์
    - ตรวจสอบรอยรั่ว และทำความสะอาด

- Belt มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจเช็คความชำรุดของสายพาน
    - ตรวจเช็คความตึงของสายพาน

- Filling มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 3 เดือน
    - ตรวจสอบปริมาณของสิ่งสกปรก (โคลน) ที่ทับถม
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบทำความสะอาดสิ่งที่อุดตันไส้ใน

- Inlet Louver มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 3 เดือน
    - ตรวจสอบการแตกร้าว , การเสียรูป , การสึกหรอ และการเสื่อมสภาพ

- Hot Water Basin มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจเช็คระดับน้ำ
    - ตรวจสอบการอุดตันของการจ่ายน้ำ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบทำความสะอาด

- Pulley มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็คการสึก และ Alignment ของแกน Pulley

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Strainer มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ เดรนสิ่งอุดตัน
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ทำความสะอาด
- Structure มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจสอบการกัดกร่อนของสนิม และการคลายตัวของ Bol

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT2 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่า มีอายุการใช้งานดังนี้

- Structure มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Inlet Louver มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Fan Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Belt มีอายุการใช้งานประมาณ	2	ปี
- Pulley มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Filling มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Hot Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Cool Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Float Valve มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Strainer มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT2 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน นั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Structure มีค่าใช้จ่ายประมาณ	300,000	บาท
- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ	120,000	บาท
- Inlet Louver มีค่าใช้จ่ายประมาณ	15,000	บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	120,000	บาท
- Fan Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	100,000	บาท
- Belt มีค่าใช้จ่ายประมาณ	9,000	บาท
- Pulley มีค่าใช้จ่ายประมาณ	20,000	บาท
- Filling มีค่าใช้จ่ายประมาณ	120,000	บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Hot Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 60,000 บาท
- Cool Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 75,000 บาท
- Float Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 18,000 บาท
- Strainer มีค่าใช้จ่ายประมาณ 12,000 บาท

3.2.3 หอทำความเย็นของตัวแทนผู้ผลิต CT3

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT3 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Casing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบสถานะทั่วไป
- Motor มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบลิ่มและตัวหนอนที่เพลาขับพัดลม
    - ตรวจสอบสถานะทั่วไป
    - ตรวจสอบความหนาแน่นของ Bolt
    - ทำความสะอาด , ทาสีใหม่ และ หยอดน้ำมัน,จาระบี / เมื่อจำเป็น
- Fan Motor มีการบำรุงรักษา 4 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบสถานะทั่วไป
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบลิ่มและตัวหนอนที่เพลาขับพัดลม
    - ตรวจสอบความหนาแน่นของ Bolt
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบซ่อมแซมใหม่เพื่อการใช้งานที่ปลอดภัย
    - ทำความสะอาด และ ทาสีใหม่ / เมื่อจำเป็น
- Cool Water Basin มีการบำรุงรักษา 3 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจเช็คระดับน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ช่วง 6 เดือน
  - ตรวจสอบรอยรั่ว และทำความสะอาด
- ช่วง 1 ปี
  - ตรวจสอบสถานะทั่วไป

- Belt มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบเสียงการทำงาน
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจเช็คสถานะทั่วไป
- Filling มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 สัปดาห์
    - ตรวจสอบการอุดตัน
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบสถานะทั่วไป
    - ทำความสะอาด / เมื่อจำเป็น
- Pulley มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบเสียง และการสั่น
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบสถานะทั่วไป
    - ตรวจสอบความหนาแน่นของ Bolt
    - ทำความสะอาด , ทาสีใหม่ / เมื่อจำเป็น
- Strainer มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 สัปดาห์
    - ตรวจสอบการอุดตัน , ทำความสะอาด
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบสถานะทั่วไป
- Structure มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบสถานะทั่วไป
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน
    - ตรวจซ่อมแซมใหม่เปิดการใช้งานที่ปลอดภัย
- Float Valve มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตรวจสอบการรั่ว

➢ ช่วง 1 ปี

- ตรวจสอบสถานะทั่วไป , ทำความสะอาด / เมื่อจำเป็น

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT3 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่า มีอายุการใช้งานดังนี้

-	Structure มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Casing มีอายุการใช้งานประมาณ	20	ปี
-	Inlet Louver มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Fan Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Belt มีอายุการใช้งานประมาณ	2	ปี
-	Pulley มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Filling มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Hot Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	20	ปี
-	Cool Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	20	ปี
-	Float Valve มีอายุการใช้งานประมาณ	3	ปี
-	Strainer มีอายุการใช้งานประมาณ	3	ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT3 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน นั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

-	Structure มีค่าใช้จ่ายประมาณ	280,000	บาท
-	Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ	120,000	บาท
-	Inlet Louver มีค่าใช้จ่ายประมาณ	40,000	บาท
-	Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	105,000	บาท
-	Fan Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	150,000	บาท
-	Belt มีค่าใช้จ่ายประมาณ	13,500	บาท
-	Pulley มีค่าใช้จ่ายประมาณ	30,000	บาท
-	Filling มีค่าใช้จ่ายประมาณ	315,000	บาท
-	Hot Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ	90,000	บาท
-	Cool Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ	150,000	บาท
-	Float Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ	13,500	บาท
-	Strainer มีค่าใช้จ่ายประมาณ	7,500	บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.4 หอทำความเย็นของตัวแทนผู้ผลิต CT4

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT4 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 8 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Casing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจสอบการทำงานทั่วไป
- Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบจาระบีหล่อลื่น และปรับน๊อต มอเตอร์ให้แน่น
    - ▪ ตรวจสอบเสียงการทำงานของมอเตอร์
- Fan Motor มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 วัน
    - ▪ ตรวจสอบเสียงและการสั่น ของใบพัด
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบจาระบีลูกปืน
- Cool Water Basin มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็คระดับน้ำ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ล้างทำความสะอาดถาดน้ำ
- Belt มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็คสภาพสายพาน
    - ▪ ปรับตั้งสายพาน
- Filling มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบสถานะทั่วไป
    - ▪ ทำความสะอาด
- Inlet Louver มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบและทำความสะอาด
- Hot Water Basin มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตรวจสอบระดับน้ำ

➢ ช่วง 3 เดือน

- ตรวจสอบความสะอาด

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT4 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่า มีอายุการใช้งานดังนี้

-	Structure มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Casing มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Inlet Louver มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	4	ปี
-	Fan Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Belt มีอายุการใช้งานประมาณ	4	ปี
-	Pulley มีอายุการใช้งานประมาณ	4	ปี
-	Filling มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Hot Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Cool Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Float Valve มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Strainer มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT4 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน นั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

-	Structure มีค่าใช้จ่ายประมาณ	300,000	บาท
-	Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ	80,000	บาท
-	Inlet Louver มีค่าใช้จ่ายประมาณ	12,000	บาท
-	Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	65,000	บาท
-	Fan Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	150,000	บาท
-	Belt มีค่าใช้จ่ายประมาณ	17,000	บาท
-	Pulley มีค่าใช้จ่ายประมาณ	25,000	บาท
-	Filling มีค่าใช้จ่ายประมาณ	90,000	บาท
-	Hot Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ	60,000	บาท
-	Cool Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ	80,000	บาท
-	Float Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ	12,000	บาท
-	Strainer มีค่าใช้จ่ายประมาณ	10,000	บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.5 หอทำความเย็นของตัวแทนผู้ผลิต CT5

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT5 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 12 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Casing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ทำความสะอาด
- Motor มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบจาระบีลูกปืน
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจสอบฐานของมอเตอร์และปรับน๊อตให้แน่น
- Fan Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบการแตกร้าวของใบพัด
    - ▪ ตรวจสอบการสั่นสะเทือน
    - ▪ ตรวจสอบจาระบีลูกปืนของเพลาขับพัดลม
- Cool Water Basin มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็คระดับน้ำ
- Belt มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็คความตึงของสายพานและปรับตั้ง
- Filling มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบการอุดตัน
- Inlet Louver มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบสถานะทั่วไปและทำความสะอาด
- Hot Water Basin มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบระบบการจ่ายน้ำ
- Pulley มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตรวจสอบสถานะทั่วไป
- ทำความสะอาด

- Strainer มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ทำความสะอาด
- Structure มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ปรับแต่งให้พร้อมใช้งาน / เมื่อจำเป็น
- Float Valve มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงาน

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT5 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่า มีอายุการใช้งานดังนี้

- Structure มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Inlet Louver มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	4	ปี
- Fan Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Belt มีอายุการใช้งานประมาณ	4	ปี
- Pulley มีอายุการใช้งานประมาณ	4	ปี
- Filling มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Hot Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Cool Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Float Valve มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Strainer มีอายุการใช้งานประมาณ	3	ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT5 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน นั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Structure มีค่าใช้จ่ายประมาณ	250,000	บาท
- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ	80,000	บาท
- Inlet Louver มีค่าใช้จ่ายประมาณ	30,000	บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	160,000	บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Fan Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 150,000 บาท
- Belt มีค่าใช้จ่ายประมาณ 7,500 บาท
- Pulley มีค่าใช้จ่ายประมาณ 36,000 บาท
- Filling มีค่าใช้จ่ายประมาณ 200,000 บาท
- Hot Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 100,000 บาท
- Cool Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 175,000 บาท
- Float Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 15,000 บาท
- Strainer มีค่าใช้จ่ายประมาณ 8,000 บาท

3.2.6 หอทำความเย็นของตัวแทนผู้ผลิต CT6

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT6 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Casing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบการทำงานทั่วไปของเสียง และการสั่นสะเทือน
- Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบจาระบีลูกปืน
    - ▪ ตรวจสอบปรับน๊อตยึดมอเตอร์ให้แน่น
    - ▪ ตรวจสอบสภาพภายนอกของมอเตอร์
- Fan Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบการทำงานทั่วไปของพัดลม
    - ▪ ตรวจสอบระดับเสียงการทำงานของพัดลม
    - ▪ ตรวจสอบสิ่งกีดขวางการทำงานของพัดลม
- Cool Water Basin มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็คระดับน้ำและปรับตั้ง
- Belt มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็คสภาพสายพานและปรับตั้ง
- Filling มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบการอุดตัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Inlet Louver มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบช่องทางลมเข้า
- Hot Water Basin มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจเช็คระดับน้ำ
    - ตรวจสอบระบบการจ่ายน้ำ
- Pulley มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็ค Alignment ของเพลาขับ
- Structure มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบการทำงานโดยรวม

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT6 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

- Structure มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ	20	ปี
- Inlet Louver มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Fan Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Belt มีอายุการใช้งานประมาณ	2	ปี
- Pulley มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Filling มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Hot Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	20	ปี
- Cool Water Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	20	ปี
- Float Valve มีอายุการใช้งานประมาณ	3	ปี
- Strainer มีอายุการใช้งานประมาณ	3	ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต CT6 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน นั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Structure มีค่าใช้จ่ายประมาณ	224,000	บาท
- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ	96,000	บาท
- Inlet Louver มีค่าใช้จ่ายประมาณ	32,000	บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 84,000 บาท
- Fan Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 120,000 บาท
- Belt มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,800 บาท
- Pulley มีค่าใช้จ่ายประมาณ 24,000 บาท
- Filling มีค่าใช้จ่ายประมาณ 252,000 บาท
- Hot Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 72,000 บาท
- Cool Water Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 120,000 บาท
- Float Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,800 บาท
- Strainer มีค่าใช้จ่ายประมาณ 6,000 บาท

3.3 เครื่องส่งน้ำ (Pump)

จากการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตจำนวน 6 ราย พบว่ามีการบำรุงรักษาดังนี้

3.3.1 เครื่องส่งน้ำของตัวแทนผู้ผลิต P1

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P1 พบว่า มีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 6 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Shaft มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็ค Alignment
- Seal มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 วัน
    - ▪ ตรวจสอบการชำรุดของกันรั่ว
- Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็ควัดแรงดัน , กระแสไฟฟ้า และ อุณหภูมิ
- Bearing มีการบำรุงรักษา 3 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบและเติมจาระบีที่เครื่องส่งน้ำและมอเตอร์
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ เปิดฝาห้องตลับลูกปืนเพื่อตรวจสภาพจาระบีภายใน
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ เปลี่ยนจาระบีตลับลูกปืน
- EE Panel มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ช่วง 1 วัน
  - ตรวจเช็ควัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า
- ช่วง 1 ปี
  - ตรวจสอบทำความสะอาดชุดสตาร์ทเตอร์

- Casing มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบการสั่นสะเทือน

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P1 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้นพบว่า มีอายุการใช้งานดังนี้

-	Casing มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Impeller มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Shaft Sleeve มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Shaft มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Bearing มีอายุการใช้งานประมาณ	2	ปี
-	Wearing Ring มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Seal มีอายุการใช้งานประมาณ	3	ปี
-	Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	2	ปี
-	EE Panel มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Pressure Gauge มีอายุการใช้งานประมาณ	2	ปี
-	Check Valve มีอายุการใช้งานประมาณ	2	ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P1 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นพบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

-	Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ	100,000	บาท
-	Impeller มีค่าใช้จ่ายประมาณ	75,000	บาท
-	Shaft Sleeve มีค่าใช้จ่ายประมาณ	13,000	บาท
-	Shaft มีค่าใช้จ่ายประมาณ	9,500	บาท
-	Bearing มีค่าใช้จ่ายประมาณ	7,600	บาท
-	Wearing Ring มีค่าใช้จ่ายประมาณ	7,500	บาท
-	Seal มีค่าใช้จ่ายประมาณ	19,900	บาท
-	Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	14,000	บาท
-	EE Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ	50,000	บาท
-	Pressure Gauge มีค่าใช้จ่ายประมาณ	2,500	บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Check Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 4,500 บาท

3.3.2 เครื่องส่งน้ำของตัวแทนผู้ผลิต P2

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P2 พบว่า มีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Shaft มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 6 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็คการได้ศูนย์ระหว่างปั๊มและต้นกำลัง
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจสอบการรั่วซึมของเพลา
- Seal มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 วัน
    - ▪ ตรวจสอบการรั่วซึม
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ซ่อมบำรุง
- Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 วัน
    - ▪ ตรวจเช็ควัดแรงดัน , กระแสไฟฟ้า และ อุณหภูมิ
- Wearing Ring มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจเช็คระยะห่างระหว่างใบพัดกับแหวนกันสึก
- Bearing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบีตลับลูกปืน
- EE Panel มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 วัน
    - ▪ ตรวจเช็ควัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า
- Casing มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 วัน
    - ▪ ตรวจสอบระดับเสียงและการสั่นสะเทือน
  - ➢ ช่วง 6 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบขันน็อตยึดแต่ละจุด
- Shaft Sleeve มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ตรวจเช็คการสึกหรอของปลอกเพลา

- Pressure Gauge มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจเช็คความดันของท่อดูด – ส่ง
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบและปรับแก้เกวัด
- Impeller มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็คระยะห่างระหว่างใบพัดกับแหวนกันสึก

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P2 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้นพบว่า มีอายุการใช้งานดังนี้

- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
- Impeller มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Shaft Sleeve มีอายุการใช้งานประมาณ	3	ปี
- Shaft มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Bearing มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Wearing Ring มีอายุการใช้งานประมาณ	2	ปี
- Seal มีอายุการใช้งานประมาณ	2	ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- EE Panel มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี
- Pressure Gauge มีอายุการใช้งานประมาณ	3	ปี
- Check Valve มีอายุการใช้งานประมาณ	5	ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P2 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นพบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ	100,000	บาท
- Impeller มีค่าใช้จ่ายประมาณ	30,000	บาท
- Shaft Sleeve มีค่าใช้จ่ายประมาณ	4,000	บาท
- Shaft มีค่าใช้จ่ายประมาณ	10,000	บาท
- Bearing มีค่าใช้จ่ายประมาณ	4,000	บาท
- Wearing Ring มีค่าใช้จ่ายประมาณ	6,000	บาท
- Seal มีค่าใช้จ่ายประมาณ	13,000	บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	50,000	บาท

- EE Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 50,000 บาท
- Pressure Gauge มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,200 บาท
- Check Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 6,000 บาท

3.3.3 เครื่องส่งน้ำของตัวแทนผู้ผลิต P3

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P3 พบว่า มีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 6 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Shaft มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 6 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็คการได้ศูนย์ระหว่างปั๊มและต้นกำลัง
- Seal มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบการรั่วซึม
- Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็ควัดแรงดัน , กระแสไฟฟ้า และ อุณหภูมิ
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจเช็คค่าความต้านทานของฉนวนมอเตอร์
- EE Panel มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจเช็คแรงดันและกระแสไฟฟ้า
    - ▪ ตรวจเช็คโอเวอร์โหลดและทดสอบการทำงาน
    - ▪ ตรวจเช็คฟิวส์
    - ▪ ตรวจสอบฟังค์ชั่นการทำงานของตู้ควบคุม
    - ▪ ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟจามจุดต่อต่างๆ
- Casing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบการสั่นสะเทือน
    - ▪ ตรวจสอบระดับเสียงการทำงาน
    - ▪ ทำความสะอาด
    - ▪ ตรวจสอบรอยรั่ว
- Pressure Gauge มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 3 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบการทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P3 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้นพบว่า มีอายุการใช้งานดังนี้

- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Impeller มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Shaft Sleeve มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Shaft มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Bearing มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Wearing Ring มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Seal มีอายุการใช้งานประมาณ 3 ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- EE Panel มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Pressure Gauge มีอายุการใช้งานประมาณ 3 ปี
- Check Valve มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P3 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นพบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 62,000 บาท
- Impeller มีค่าใช้จ่ายประมาณ 25,000 บาท
- Shaft Sleeve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Shaft มีค่าใช้จ่ายประมาณ 8,000 บาท
- Bearing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000 บาท
- Wearing Ring มีค่าใช้จ่ายประมาณ 6,200 บาท
- Seal มีค่าใช้จ่ายประมาณ 9,500 บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 31,000 บาท
- EE Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 30,000 บาท
- Pressure Gauge มีค่าใช้จ่ายประมาณ 800 บาท
- Check Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 7,500 บาท

3.3.4 เครื่องส่งน้ำของตัวแทนผู้ผลิต P4

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P4 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Shaft มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ช่วง 1 วัน
  - ตรวจสอบการเชื่อมต่อของเพลา
- ช่วง 3 เดือน
  - ตรวจเช็คการได้ศูนย์ระหว่างปั๊มและต้นกำลัง

- Seal มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบการรั่วซึม
- Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบอุณหภูมิการทำงาน
- Wearing Ring มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็คการสึกหรอ
- Bearing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 3 เดือน
    - เติมจาระบีตลับลูกปืน
- EE Panel มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจเช็คการทำงาน
- Casing มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบระดับเสียงและการสั่นสะเทือน
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงานทั่วไป
- Shaft Sleeve มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็คและวัดค่าการสึกหรอ
- Pressure Gauge มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจเช็คและอ่านค่าเกวัด
  - ช่วง 1 ปี
    - ปรับแต่งให้พร้อมใช้งาน
- Impeller มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบคราบสนิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P4 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Impeller มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Shaft Sleeve มีอายุการใช้งานประมาณ 3 ปี
- Shaft มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Bearing มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Wearing Ring มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Seal มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- EE Panel มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Pressure Gauge มีอายุการใช้งานประมาณ 3 ปี
- Check Valve มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P4 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 170,000 บาท
- Impeller มีค่าใช้จ่ายประมาณ 100,000 บาท
- Shaft Sleeve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Shaft มีค่าใช้จ่ายประมาณ 8,000 บาท
- Bearing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,000 บาท
- Wearing Ring มีค่าใช้จ่ายประมาณ 18,000 บาท
- Seal มีค่าใช้จ่ายประมาณ 18,500 บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 40,000 บาท
- EE Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 40,000 บาท
- Pressure Gauge มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Check Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,000 บาท

3.3.5 เครื่องส่งน้ำของตัวแทนผู้ผลิต P5

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P5 พบว่า มีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 7 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Shaft มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ

- ช่วง 6 เดือน
  - ตรวจเช็ค Alignment
  - ตรวจเช็คและวัดค่าการสึกหรอ

- Seal มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบการชำรุดของกันรั่ว
- Wearing Ring มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็คการสึกหรอ
- Bearing มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 3 เดือน
    - ตรวจสอบจาระบีลูกปืน
- Casing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบความแน่นของน๊อตที่ยึดหน้าแปลนระหว่างท่อดูด,ท่อส่งกับเรือนปั๊ม
- Shaft Sleeve มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจเช็คและวัดค่าการสึกหรอ
- Check Valve มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบ Check Valve

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P5 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี
- Impeller มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Shaft Sleeve มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Shaft มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Bearing มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Wearing Ring มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Seal มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี
- EE Panel มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี

- Pressure Gauge มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Check Valve มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P5 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 150,000 บาท
- Impeller มีค่าใช้จ่ายประมาณ 170,000 บาท
- Shaft Sleeve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,000 บาท
- Shaft มีค่าใช้จ่ายประมาณ 12,000 บาท
- Bearing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 4,000 บาท
- Wearing Ring มีค่าใช้จ่ายประมาณ 13,000 บาท
- Seal มีค่าใช้จ่ายประมาณ 19,000 บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 45,000 บาท
- EE Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 50,000 บาท
- Pressure Gauge มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,000 บาท
- Check Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 4,500 บาท

3.3.6 เครื่องส่งน้ำของตัวแทนผู้ผลิต P6

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P6 พบว่า มีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 6 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Shaft มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 6 เดือน
    - ▪ ตรวจสอบการรั่วซึมของเพลา
    - ▪ ตรวจเช็คการได้ศูนย์ของเพลา
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจเช็คการได้ศูนย์ของเพลา
- Seal มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 วัน
    - ▪ ตรวจสอบการรั่วซึม
- Motor มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ➢ ช่วง 1 วัน
    - ▪ ตรวจเช็คแรงดันและกระแสไฟฟ้า
  - ➢ ช่วง 1 ปี
    - ▪ ตรวจเช็คค่าความต้านทานของฉนวน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Wearing Ring มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบการหมุนของแหวนรอง
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็คการสึกหรอ
- Casing มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจสอบการสั่นสะเทือน
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบสภาพการเกิดสนิมภายในเรือนปั๊ม
- Pressure Gauge มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 วัน
    - ตรวจเช็คแรงดัน

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P6 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Impeller มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Shaft Sleeve มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Shaft มีอายุการใช้งานประมาณ 3 ปี
- Bearing มีอายุการใช้งานประมาณ 1 ปี
- Wearing Ring มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Seal มีอายุการใช้งานประมาณ 1 ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- EE Panel มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Pressure Gauge มีอายุการใช้งานประมาณ 3 ปี
- Check Valve มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต P6 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น พบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 40,000 บาท
- Impeller มีค่าใช้จ่ายประมาณ 20,000 บาท
- Shaft Sleeve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 15,000 บาท
- Shaft มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,000 บาท

- Bearing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 6,000 บาท
- Wearing Ring มีค่าใช้จ่ายประมาณ 6,000 บาท
- Seal มีค่าใช้จ่ายประมาณ 17,500 บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 80,000 บาท
- EE Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 30,000 บาท
- Pressure Gauge มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,000 บาท
- Check Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท

3.4 เครื่องส่งลมเย็น (AHU)

จากการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิต จำนวน 4 ราย พบว่ามีการบำรุงรักษาดังนี้

3.4.1 เครื่องส่งลมเย็นของตัวแทนผู้ผลิต AHU1

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU1 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 6 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Fan มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบสภาพและทำความสะอาด
    - ตรวจเช็คแบริ่งที่เพลาของชุดพัดลม
- Cooling Coil มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบสภาพและทำความสะอาด
- Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจเช็คแบริ่งที่เพลาของชุดมอเตอร์
- Filter มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ทำความสะอาดแผงกรองอากาศ
- Belt มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจเช็คความตึงของสายพาน
- Pulley มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบ น๊อตล๊อค Pulley

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU1 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

- Fan มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Cooling Coil มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Drain Basin มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Filter มีอายุการใช้งานประมาณ 1 ปี
- Belt มีอายุการใช้งานประมาณ 3 ปี
- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Pulley มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- EE Panel มีอายุใช้งานประมาณ 10 ปี
- Room Thermostat มีอายุใช้งานประมาณ 10 ปี
- Control Valve มีอายุใช้งานประมาณ 10 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU1 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นพบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Fan มีค่าใช้จ่ายประมาณ 16,400 บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 17,300 บาท
- Cooling Coil มีค่าใช้จ่ายประมาณ 64,700 บาท
- Drain Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 4,000 บาท
- Filter มีค่าใช้จ่ายประมาณ 7,300 บาท
- Belt มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,600 บาท
- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 60,000 บาท
- Pulley มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,000 บาท
- EE Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 10,000 บาท
- Room Thermostat มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,000 บาท
- Control Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000 บาท

3.4.2 เครื่องส่งลมเย็นของตัวแทนผู้ผลิต AHU2

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU2 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 11 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Fan มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ช่วง 6 เดือน
  - ปรับตั้งศูนย์ของพัดลม
  - ตรวจสอบและอัดจาระบีลูกปืน

- Cooling Coil มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบการรั่วไหลของระบบน้ำที่เข้าแผงคอยล์
  - ช่วง 1 ปี
    - ทำความสะอาดแผงคอยล์
- Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ปรับตั้งศูนย์ของมอเตอร์
    - ตรวจสอบขั้นขั้วต่อสายไฟที่ มอเตอร์และ Magnetic
- Filter มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ทำความสะอาดแผงกรองอากาศ
- Drain Basin มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ทำความสะอาดถาดน้ำและท่อน้ำทิ้ง
- Casing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบสภาพของเครื่อง
- Belt มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 2 เดือน
    - ตรวจเช็คและปรับตั้ง
- EE Panel มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจเช็ควัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า
    - ตรวจสอบและทำความสะอาดหน้าสัมผัสของ สตาร์ทเตอร์และแผงควบคุม
- Control Valve มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงาน
- Room Thermostat มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU 2 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

- Fan มีอายุการใช้งานประมาณ 8 ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Cooling Coil มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Drain Basin มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Filter มีอายุการใช้งานประมาณ 3 ปี
- Belt มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ 8 ปี
- Pulley มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- EE Panel มีอายุใช้งานประมาณ 8 ปี
- Room Thermostat มีอายุใช้งานประมาณ 5 ปี
- Control Valve มีอายุใช้งานประมาณ 8 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU 2 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นพบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Fan มีค่าใช้จ่ายประมาณ 15,000 บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Cooling Coil มีค่าใช้จ่ายประมาณ 25,000 บาท
- Drain Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,000 บาท
- Filter มีค่าใช้จ่ายประมาณ 35,000 บาท
- Belt มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,000 บาท
- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 60,000 บาท
- Pulley มีค่าใช้จ่ายประมาณ 4,000 บาท
- EE Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Room Thermostat มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,200 บาท
- Control Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท

3.4.3 เครื่องส่งลมเย็นของตัวแทนผู้ผลิต AHU3

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU3 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 8 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Fan มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ

- ช่วง 1 ปี
  - ตรวจสอบระดับเสียงการทำงานของลูกปืน
  - ตรวจสอบการรั่วไหลจาระบี

- Cooling Coil มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบความสะอาดที่แผงหน้าคอยล์ ทำความสะอาด / เมื่อจำเป็น
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบหน้าแผงคอยล์
    - ทำความสะอาดแผงคอยล์
- Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบระดับเสียงการทำงานของลูกปืน
    - ตรวจสอบการรั่วไหลของจาระบี
- Filter มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบคุณสมบัติของแผงกรองอากาศ
  - ช่วง 1 ปี
    - เปลี่ยนแผงกรองอากาศ
- Drain Basin มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบสภาพภายในถาด
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบสิ่งอุดตันที่ระบายน้ำทิ้ง
- Casing มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบการสั่นสะเทือน
- Belt มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจเช็คสายพาน เปลี่ยนสายพาน / เมื่อจำเป็น
- EE Panel มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบความหนาแน่นของจุดต่อสายไฟ
    - ตรวจเช็คค่าความเป็นฉนวนของสายไฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU3 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

- Fan มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Motor มีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี
- Fan Coil มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Drain Basin มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Filter มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Belt มีอายุการใช้งานประมาณ 2 ปี
- Casing มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- Pulley มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี
- EE Panel มีอายุใช้งานประมาณ 10 ปี
- Room Thermostat มีอายุใช้งานประมาณ 8 ปี
- Control Valve มีอายุใช้งานประมาณ 8 ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU3 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นพบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

- Fan มีค่าใช้จ่ายประมาณ 15,000 บาท
- Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ 12,000 บาท
- Fan Coil มีค่าใช้จ่ายประมาณ 50,000 บาท
- Drain Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Filter มีค่าใช้จ่ายประมาณ 25,000 บาท
- Belt มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,500 บาท
- Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ 50,000 บาท
- Pulley มีค่าใช้จ่ายประมาณ 3,000 บาท
- EE Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 8,000 บาท
- Room Thermostat มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,500 บาท
- Control Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 6,500 บาท

3.4.4 เครื่องส่งลมเย็นของตัวแทนผู้ผลิต AHU4

การบำรุงรักษาชิ้นส่วนต่อช่วงระยะเวลา

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU4 พบว่ามีชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษาทั้งหมดจำนวน 8 ชิ้น โดย มีการดูแลบำรุงรักษา ดังนี้

- Fan มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ช่วง 1 สัปดาห์
  - ตรวจสอบและทำความสะอาดพัดลม
  - ตรวจสอบการสั่น
- ช่วง 6 เดือน
  - ตรวจสอบการสึกหรอ และเสียงของลูกปืน
  - ตรวจสอบจาระบีลูกปืน

- Cooling Coil มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 สัปดาห์
    - ตรวจสอบการรั่วไหลของคอยล์
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบแผงคอยล์
    - ทำความสะอาดแผงคอยล์
- Motor มีการบำรุงรักษา 1 ช่วง คือ
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบการสึกหรอ และเสียงของลูกปืน
    - ตรวจสอบจาระบีลูกปืน
    - ตรวจเช็คการทำงาน และอุณหภูมิของมอเตอร์
- Filter มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจเช็ค Pressure Drop
    - ล้างทำความสะอาด / เมื่อจำเป็น
  - ช่วง 3 เดือน
    - ตรวจสอบคุณสมบัติของแผงกรองอากาศ , เปลี่ยน / เมื่อจำเป็น
- Drain Basin มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบระบบน้ำทิ้ง
  - ช่วง 1 ปี
    - ตรวจสอบสิ่งอุดตันที่รูระบายน้ำทิ้ง
- Casing มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบการสั่นสะเทือน
  - ช่วง 3 เดือน
    - ตรวจสอบการรั่วของตัวถัง
    - ทำความสะอาดตัวถัง / เมื่อจำเป็น
    - ตรวจสอบความเสียหายของงานสี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Belt มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 1 เดือน
    - ตรวจสอบการทำงาน
    - ตรวจเช็คการสึกหรอ
- EE Panel มีการบำรุงรักษา 2 ช่วง คือ
  - ช่วง 3 เดือน
    - ตรวจเช็คการทำงานของระบบคอนโทรล
  - ช่วง 6 เดือน
    - ตรวจสอบความปลอดภัยของจุดต่อสายไฟ

อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU 4 ในเรื่องของอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น พบว่ามีอายุการใช้งานดังนี้

-	Fan มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Motor มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Fan Coil มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Drain Basin มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Filter มีอายุการใช้งานประมาณ	1	ปี
-	Belt มีอายุการใช้งานประมาณ	2	ปี
-	Casing มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	Pulley มีอายุการใช้งานประมาณ	10	ปี
-	EE Panel มีอายุใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Room Thermostat มีอายุใช้งานประมาณ	5	ปี
-	Control Valve มีอายุใช้งานประมาณ	5	ปี

ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน

จากการศึกษาข้อมูลของตัวแทนผู้ผลิต AHU 4 ในเรื่องของราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นพบว่า มีราคาค่าใช้จ่ายดังนี้

-	Fan มีค่าใช้จ่ายประมาณ	14,000	บาท
-	Motor มีค่าใช้จ่ายประมาณ	16,000	บาท
-	Fan Coil มีค่าใช้จ่ายประมาณ	60,000	บาท
-	Drain Basin มีค่าใช้จ่ายประมาณ	4,000	บาท
-	Filter มีค่าใช้จ่ายประมาณ	8,000	บาท
-	Belt มีค่าใช้จ่ายประมาณ	1,200	บาท
-	Casing มีค่าใช้จ่ายประมาณ	40,000	บาท
-	Pulley มีค่าใช้จ่ายประมาณ	1,000	บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- EE Panel มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,000 บาท
- Room Thermostat มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,000 บาท
- Control Valve มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,000 บาท

3.5 สรุปผลข้อมูลผลการศึกษา

3.5.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

ตารางที่ 3.1 สรุปการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น ทั้ง 4 ราย

ตัวแทนผู้ผลิต	ชิ้นส่วน (ชิ้น)	อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา					
				1 สัปดาห์	1 เดือน	2 เดือน	4เดือน	6เดือน	1 ปี
CH 1	13	1 - 20	2,000-2,500,000			X			X
CH 2	12	1 - 20	1,200-3,000,000			X		X	X
CH 3	10	1 - 20	2,000-3,000,000			X	X	X	X
CH 4	10	1 - 20	2,000-2,500,000	X	X			X	X

ผลการรวบรวมข้อมูล จากตัวแทนผู้ผลิตทั้งหมด 4 รายนั้นพบว่า

ตัวแทนผู้ผลิต CH1 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 13 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 2 ช่วง ได้แก่ ช่วง 2 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 1-20 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอยู่ในช่วงระหว่าง 2,000 – 2,500,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต CH2 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 12 ช่วงการบำรุงรักษา 4 ช่วง ได้แก่ ช่วง 2 เดือน 4 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 1-20 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 1,200 – 3,000,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต CH3 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 2 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 1-20 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 2,000 – 3,000,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต CH4 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ช่วงการบำรุงรักษา 4 ช่วง คือ ช่วง 1 สัปดาห์ 1 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 1-20 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 2,000 – 2,500,000 บาท

3.5.2 หอทำความเย็น (Cooling Tower)

ตารางที่ 3.2 สรุปการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตหอทำความเย็น ทั้ง 6 ราย

ตัวแทนผู้ผลิต	ชิ้นส่วน (ชิ้น)	อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา					
				1 วัน	1 สัปดาห์	1 เดือน	3 เดือน	6เดือน	1 ปี
CT 1	11	2 - 10	6,000-250,000	x	x	x	x	x	x
CT 2	11	2 - 10	9,000-300,000	x		x	x	x	x
CT 3	10	3 - 20	7,500-315,000	x	x	x		x	x
CT 4	8	5 - 10	10,000-300,000	x		x	x	x	x
CT 5	12	3 - 10	7,500-250,000			x	x	x	x
CT 6	10	2 - 20	6,000-252,500			x	x	x	x

ผลการรวบรวมข้อมูล จากตัวแทนผู้ผลิตทั้งหมด 6 รายนั้นพบว่า

ตัวแทนผู้ผลิต CT1 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 11 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 5 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 วัน 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 2-10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 6,000 – 250,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต CT2 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 11 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 6 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 วัน 1 สัปดาห์ 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 2-10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 9,000 – 300,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต CT3 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 5 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 วัน 1 สัปดาห์ 1 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 3-20 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 7,500 – 310,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต CT4 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 8 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 5 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 วัน 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 5-10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 10,000 – 300,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต CT5 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 12 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 4 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 3 -10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 7,500 – 250,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต CT6 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 4 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 2 -10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 6,000 – 252,500 บาท

3.5.3 **เครื่องส่งน้ำ** (Pump)

ตารางที่ 3.3 สรุปการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งน้ำ ทั้ง 6 ราย

ตัวแทนผู้ผลิต	ชิ้นส่วน (ชิ้น)	อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา				
				1 วัน	1 เดือน	3 เดือน	6เดือน	1 ปี
P 1	6	2 -10	2,500-100,000	x	x	x		x
P 2	10	2 -10	1,200-100,000	x			x	x
P 3	6	3 -10	800-62,000			x	x	x
P 4	10	2 -10	5,000-170,000	x		x		x
P 5	7	2 -15	1,000-150,000			x	x	x
P 6	6	1 -5	1,000-80,000	x			x	x

ผลการรวบรวมข้อมูล จากตัวแทนผู้ผลิตทั้งหมด 6 รายนั้นพบว่า

ตัวแทนผู้ผลิต P1 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 6 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 4 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 วัน 1 เดือน 3 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 2 -10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 2,500 – 100,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต P2 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ช่วงการบำรุงรักษา 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 วัน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 2 -10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 1,200 – 100,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต P3 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 6 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 3 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 3 -10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 800 – 60,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต P4 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ช่วงการบำรุงรักษา 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 วัน 3 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 2 -10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 5,000 – 170,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต P5 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 7 ช่วงการบำรุงรักษา 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 3 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 2 -15 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 1,000 – 150,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต P6 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 6 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 วัน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 1-5 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 1,000 – 80,000 บาท

3.5.4 **เครื่องส่งลมเย็น** (AHU)

ตารางที่ 3.4 สรุปการรวบรวมข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องลมเย็น ทั้ง 4 ราย

ตัวแทนผู้ผลิต	ชิ้นส่วน (ชิ้น)	อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา					
				1 สัปดาห์	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	6เดือน	1 ปี
AHU 1	6	1 -10	1,000-64,700		x			x	
AHU 2	10	2 -10	1,000-60,000			x		x	x
AHU 3	8	2 -10	1,500-50,000		x				x
AHU 4	8	1 -10	1,000-60,000	x	x		x	x	x

ผลการรวบรวมข้อมูล จากตัวแทนผู้ผลิตทั้งหมด 4 รายนั้นพบว่า

ตัวแทนผู้ผลิต AHU1 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 6 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 2 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 เดือน และ 6 เดือน อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 1-10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอยู่ในช่วงระหว่าง 1,000 – 64,700 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต AHU2 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 10 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง 2 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 2 -10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 1,000 – 60,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต AHU3 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 8 ชิ้นส่วน ช่วงการบำรุงรักษา 2 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 2 -10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 1,500 – 50,000 บาท

ตัวแทนผู้ผลิต AHU4 พบชิ้นส่วนในการดูแลรักษาทั้งหมดจำนวน 8 ช่วงการบำรุงรักษา 5 ช่วง ได้แก่ ช่วง 1 วัน 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน และ 1 ปี อายุการใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 1 -10 ปี และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา อยู่ในช่วงระหว่าง 1,000 – 60,000 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

จากบทที่ 3 เป็นการนำเสนอข้อมูลของการบำรุงรักษา อายุการใช้งาน และราคาค่าใช้จ่าย ในการบำรุงรักษา ในบทนี้จะนำเสนอในรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ ความเหมือน ความซ้ำ เพื่อหา 1.ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษา 2.ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย เพื่อหา 3.อายุการใช้งานของชิ้นส่วน และ 4.ราคาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน ของอุปกรณ์หลัก อันประกอบไปด้วย เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller), หอทำความเย็น(Cooling Tower), เครื่องส่งน้ำ (Pump) และเครื่องส่งลมเย็น(AHU) ดังแสดงตามหัวข้อดังนี้

4.1 วิเคราะห์ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษา

4.1.1 **เครื่องทำน้ำเย็น** (Chiller)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาชิ้นส่วนในการบำรุงรักษา โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ความเหมือน ความซ้ำของชิ้นส่วน จากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นทั้ง 4 ราย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของตัวแทนผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น

ลำดับ	ตัวแทนผู้ผลิต	ชิ้นส่วน														
		Compressor	Motor Compressor	Evaporator	Condenser	Control & Starter Panel	Flow Switch	Thermometer	Pressure Gauge	Oil Pump	Filter Drier	Oil Filter	Hi - Low Pressure Switch	Expansion Valve	Oil Heater	Insulation
1	ตัวแทนผู้ผลิต CH 1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√	-
2	ตัวแทนผู้ผลิต CH 2	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√	-	-	√
3	ตัวแทนผู้ผลิต CH 3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-	-
4	ตัวแทนผู้ผลิต CH 4	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	√	-	-

จากการศึกษา พบว่าผู้ผลิตต่างราย ให้ความสำคัญในเรื่องของการบำรุงรักษาที่เหมือนและต่างกันต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงาน จึงสามารถจำแนกความสำคัญออกได้ 4 ลำดับ ดังนี้

ลำดับที่ 1 ผู้ผลิตทุกรายให้ความสำคัญเหมือนกัน พบ 8 ชิ้นส่วน ได้แก่ Compressor, Motor Compressor, Evaporator, Condenser, Control&Starter Panel, Flow Switch, Thermometer และ Pressure Gauge

ลำดับที่ 2 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 3 ใน 4 ราย พบ 2 ชิ้นส่วน ได้แก่ Oil Pump และ Oil Filter

ลำดับที่ 3 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 2 ใน 4 พบ 2 ชิ้นส่วน ได้แก่ Oil Filter และ Hi – Low Pressure Switch

ลำดับที่ 4 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 1 ใน 4 พบ 3 ชิ้นส่วน ได้แก่ Expansion Valve, Oil Heater และ Insulation

จากการวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น สามารถสรุปผลไว้ในตางรางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องทำน้ำเย็น

อุปกรณ์	ชิ้นส่วน
เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	1 Compressor 2 Motor Compressor 3 Evaporator 4 Condenser 5 Fiiter Drier 6 Contron & Starter Panel 7 Flow Switch 8 Thermometer 9 Pressure Gauge 10 Oil Pump 11 Oil Filter 12 Hi - Low Pressure Switch 13 Expansion Valve 14 Oil Heater 15 Insulation

4.1.2 **หอทำความเย็น** (Cooling Tower)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาชิ้นส่วนในการบำรุงรักษา โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ความเหมือน ความซ้ำของชิ้นส่วน จากตัวแทนผู้ผลิตหอทำความเย็นทั้ง 6 ราย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของตัวแทนผู้ผลิตหอทำความเย็น

ลำดับ	ตัวแทนผู้ผลิต	ชิ้นส่วน										
		Casing	Motor	Fan Motor	Cool Water Basin	Belt	Filling	Inlet Louver	Hot Water Basin	Pulley	Strainer	Structure Part	Float Valve
1	ตัวแทนผู้ผลิต CT 1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√
2	ตัวแทนผู้ผลิต CT 2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-
3	ตัวแทนผู้ผลิต CT 3	√	√	√	√	√	√	-	-	√	√	√	√
4	ตัวแทนผู้ผลิต CT 4	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-
5	ตัวแทนผู้ผลิต CT 5	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
6	ตัวแทนผู้ผลิต CT 6	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√	-

จากการศึกษา พบว่าผู้ผลิตต่างราย ให้ความสำคัญในเรื่องของการบำรุงรักษาที่เหมือนและต่างกันต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงาน จึงสามารถจำแนกความสำคัญออกได้ 4 ลำดับ ดังนี้

ลำดับที่ 1 ผู้ผลิตทุกรายให้ความสำคัญเหมือนกัน พบ 6 ชิ้นส่วน ได้แก่ Casing, Motor, Fan Motor, Cool Water Basin, Belt และ Filling

ลำดับที่ 2 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 5 ใน 6 ราย พบ 3 ชิ้นส่วน ได้แก่ Inlet Louver, Hot Water Basin และ Pulley

ลำดับที่ 3 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 4 ใน 6 ราย พบ 2 ชิ้นส่วน ได้แก่ Strainer และ Structure Part

ลำดับที่ 4 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 3 ใน 6 ราย พบ 1 ชิ้นส่วน ได้แก่ Float Valve

จากการวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนที่ใช้ในการบำรุงรักษาหอทำความเย็น สามารถสรุปผลไว้ในตางรางที่ 4.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 สรุปชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของหอทำความเย็น

อุปกรณ์	ชิ้นส่วน
หอทำความเย็น (Cooling Tower)	1 Casing 2 Motor 3 Fan Motor 4 Cool Water Basin 5 Belt 6 Filling 7 Inlet Louver 8 Hot Water Basin 9 Pulley 10 Strainer 11 Structure Part 12 Float Valve

4.1.3 **เครื่องส่งน้ำ** (Pump)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาชิ้นส่วนในการบำรุงรักษา โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ความเหมือน ความซ้ำของชิ้นส่วน จากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งน้ำทั้ง 6 ราย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งน้ำ

ลำดับ	ตัวแทนผู้ผลิต	ชิ้นส่วน										
		Shaft	Seal	Casing	Motor	Wearing Ring	Bearing	EE Panel	Pressure Gauge	Shaft Sleeve	Impeller	Valve
1	ตัวแทนผู้ผลิต P1	√	√	√	√	-	√	√	-	-	-	-
2	ตัวแทนผู้ผลิต P2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-
3	ตัวแทนผู้ผลิต P3	√	√	√	√	-	-	√	√	-	-	-
4	ตัวแทนผู้ผลิต P4	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	-
5	ตัวแทนผู้ผลิต P5	√	√	√	-	√	√	-	-	√	-	√
6	ตัวแทนผู้ผลิต P6	√	√	√	√	√	-	-	√	-	-	-

จากการศึกษา พบว่าผู้ผลิตต่างราย ให้ความสำคัญในเรื่องของการบำรุงรักษาที่เหมือนและต่างกันต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงาน จึงสามารถจำแนกความสำคัญออกได้ 6 ลำดับ ดังนี้

ลำดับที่ 1 ผู้ผลิตทุกรายให้ความสำคัญเหมือนกัน พบ 3 ชิ้นส่วน ได้แก่ Shaft, Seal, และ Casing

ลำดับที่ 2 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 5 ใน 6 ราย พบ 1 ชิ้นส่วน ได้แก่ Motor

ลำดับที่ 3 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 4 ใน 6 ราย พบ 4 ชิ้นส่วน ได้แก่ Wearing Ring, Bearing, EE Panel และ Pressure Gauge

ลำดับที่ 4 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 3 ใน 6 ราย พบ 1 ชิ้นส่วน ได้แก่ Shaft Sleeve

ลำดับที่ 5 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 2 ใน 6 ราย พบ 1 ชิ้นส่วน ได้แก่ Impeller

ลำดับที่ 6 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 1 ใน 6 ราย พบ 1 ชิ้นส่วน ได้แก่ Valve

จากการวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องส่งน้ำ สามารถสรุปผลไว้ในตางรางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 สรุปชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องส่งน้ำ

อุปกรณ์	ชิ้นส่วน	
เครื่องส่งน้ำ (Pump)	1	Shaft
	2	Seal
	3	Motor
	4	Bearing
	5	Wearing Ring
	6	EE Panel
	7	Casing
	8	Shaft Sleeve
	9	Pressure Gauge
	10	Impeller
	11	Valve

4.1.4 **เครื่องส่งลมเย็น** (AHU)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาชิ้นส่วนในการบำรุงรักษา โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ความเหมือน ความซ้ำของชิ้นส่วน จากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งลมเย็นทั้ง 4 ราย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งลมเย็น

ลำดับ	ตัวแทนผู้ผลิต	ชิ้นส่วน										
		Fan	Cooling Coil	Motor	Filter	Belt	Drain Basin	Casing	EE Panel	Pulley	Control Valve	Room Thermostat
1	ตัวแทนผู้ผลิต AHU 1	√	√	√	√	√	-	-	-	√	-	-
2	ตัวแทนผู้ผลิต AHU 2	√	√	√	√	√	√	√	√	-	√	√
3	ตัวแทนผู้ผลิต AHU 3	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-
4	ตัวแทนผู้ผลิต AHU 4	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-

จากการศึกษา พบว่าผู้ผลิตต่างราย ให้ความสำคัญในเรื่องของการบำรุงรักษาที่เหมือนและต่างกันต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงาน จึงสามารถจำแนกความสำคัญออกได้ 3 ลำดับ ดังนี้

ลำดับที่ 1 ผู้ผลิตทุกรายให้ความสำคัญเหมือนกัน พบ 5 ชิ้นส่วน ได้แก่ Fan, Cooling Coil, Motor, Filter และ Belt

ลำดับที่ 2 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 3 ใน 4 ราย พบ 3 ชิ้นส่วน ได้แก่ Drain Basin, Casing, และ EE Panel

ลำดับที่ 3 ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่างกัน จาก 1 ใน 4 ราย พบ 3 ชิ้นส่วน ได้แก่ Pulley, Control Valve และ Room Thermostat

จากการวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็น สามารถสรุปผลไว้ในตารางที่ 4.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 สรุปชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องส่งลมเย็น

อุปกรณ์	ชิ้นส่วน
เครื่องส่งลมเย็น (AHU)	1 Fan 2 Cooling Coil 3 Motor 4 Filter 5 Drain Basin 6 Casing 7 Belt 8 EE Panel 9 Pulley 10 Control Valve 11 Room Thermostat

4.2 วิเคราะห์ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา

4.2.1 **เครื่องทำน้ำเย็น** (Chiller)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ความเหมือน ความซ้ำ จากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นทั้ง 4 ราย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็นจากตัวแทนผู้ผลิต 4 ราย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็นจากตัวแทนผู้ผลิต 4ราย

ลำดับ	ชิ้นส่วน	วิธีการบำรุงรักษา	1 สัปดาห์				2 เดือน				4เดือน				6เดือน				1ปี			
			CH1	CH2	CH3	CH4	CH1	CH2	CH3	CH4	CH1	CH2	CH3	CH4	CH1	CH2	CH3	CH4	CH1	CH2	CH3	CH4
1	Compressor	- ตรวจเช็คระบบน้ำมันและสารทำความเย็น				x	x	x													x	
		- ตรวจสอบการทำงาน					x														x	x
		- เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น																	x	x		x
2	Motor Compressor	- ตรวจสอบการทำงาน					x	x	x													x
		- บาลานซ์กระแสไฟฟ้าและขันขั้วต่อให้แน่น														x		x				
3	Evaporator	- ตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำเข้า - ออก				x	x	x	x													
		- ตรวจสอบคุณภาพของน้ำ																				x
4	Condenser	- ตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำเข้า - ออก				x	x	x	x													
		- ตรวจสอบคุณภาพของน้ำ																x				
		- ตรวจเช็คความหนาของตะกรันภายในท่อ																		x		
5	Expansion Valve	- ตรวจสอบการทำงานและประเมินการทำงาน																x				
6	Oil Pump	- ตรวจเช็คการทำงาน																x				x
7	Oil Filter	- เปลี่ยน Oil Filter																	x	x		x/o
8	Oil Heater	- ตรวจสอบการทำงาน ขันขั้วต่อให้แน่น					x														x	
9	Filter Drier	- เปลี่ยน Filter Drier																	x	x		
10	Control&Starter Panel	- ตรวจเช็คการทำงาน										x			x		x	x				
		- ตรวจเช็คแรงดันและกระแสไฟฟ้า					x		x													
		- ตรวจสอบขั้วสายไฟต่างๆ ให้แน่น					x					x					x	x				
		- ทำความสะอาด					x		x			x										
11	Flow Switch	- ตรวจเช็คอัตราการไหลของการทำงาน					x					x					x	x				
12	Hi - Low Pressure Switch	- ตรวจเช็คแรงดันการทำงาน						x	x									x				
13	Thermometer	- ตรวจเช็ควัดค่าอุณหภูมิเข้า - ออก					x	x	x													
14	Pressure Gauge	- ตรวจเช็ควัดค่าแรงดันน้ำเข้า - ออก					x	x	x													
15	Insulation	- ตรวจสอบสภาพของฉนวน																		x		

จากการศึกษา พบว่าผู้ผลิตต่างราย ให้ความสำคัญในเรื่องช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาที่เหมือนและต่างกันต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงาน จึงสามารถจำแนกช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้ดังนี้

ทุก 2 เดือน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คระบบน้ำมันและสารทำความเย็นของ Compressor
- จาก 3 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจสอบการทำงานของ Motor Compressor
- จาก 3 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำเข้า – ออก ของ Evaporator
- จาก 3 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำเข้า – ออกของ Condenser
- จาก 1 ใน 2 บอกว่าควรทำการตรวจสอบการทำงาน ขันขั้วต่อให้แน่นของ Oil Heater
- จาก 2 ใน 2 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คแรงดัน, กระแสไฟ และทำความสะอาดของ Control&Starter Panel
- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรตรวจเช็คแรงดันการทำงาน Hi – Low Pressure Switch
- จาก 3 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจวัดอุณหภูมิเข้า – ออกของ Thermometer
- จาก 3 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจวัดแรงดันเข้า – ออก Pressure Gauge

ทุก 6 เดือน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 2 ใน 2 บอกว่าควรทำการบาลานซ์กระแสไฟฟ้าและขันขั้วต่อต่างๆ ให้แน่นของ Motor Compressor
- จาก 1 ใน 1 บอกว่าควรทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำของ Condenser
- จาก 1 ใน 1 บอกว่าควรทำการตรวจสอบและประเมินการทำงานของ Expansion Valve
- จาก 1 ใน 2 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คการทำงานของ Oil Pump
- จาก 3 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คการทำงานและตรวจสอบขั้วต่อสายต่างๆให้แน่นของ Control& Starter Panel
- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำของ Flow Switch

ทุก 1 ปี ชิ้นส่วนที่จะต้องทำการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรตรวจสอบการทำงานของ Compressor
- จาก 3 ใน 3 บอกว่าควรเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นของ Compressor
- จาก 1 ใน 1 บอกว่าควรตรวจคุณภาพน้ำของ Evaporator
- จาก 1 ใน 1 บอกว่าควรตรวจความหนาของตะกรันภายในท่อของ Condenser
- จาก 3 ใน 3 บอกว่าควรเปลี่ยน Oil Filter
- จาก 2 ใน 2 บอกว่าควรเปลี่ยน Filter Drier
- จาก 1 ใน 1 บอกว่าควรตรวจสภาพของ Insulation

จากการศึกษาพบในเรื่องช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาจึงสามารถจำแนกช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงานได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลา		
		ทุก 2 เดือน	ทุก 6 เดือน	ทุก 1 ปี
1	Compressor	- ตรวจเช็คระบบน้ำมันและสารทำความเย็น		- ตรวจสอบการทำงาน - เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น
2	Motor Compressor	- ตรวจสอบการทำงาน	- บาลานซ์กระแสไฟฟ้าและขันขั้วต่อให้แน่น	
3	Evaporator	- ตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำเข้า - ออก		- ตรวจสอบคุณภาพน้ำ
4	Condenser	- ตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำเข้า - ออก	- ตรวจสอบคุณภาพน้ำ	- ตรวจเช็คความหนาของตะกรันภายในท่อ
5	Expansion Valve		- ตรวจสอบและประเมินการทำงาน	
6	Control & Starter Panel	- ตรวจเช็คแรงดันและกระแสไฟฟ้า - ทำความสะอาด	- ตรวจเช็คการทำงาน	
7	Oil Pump		- ตรวจเช็คการทำงาน	
8	Oil Heater	- ตรวจสอบการทำงาน ขันขั้วต่อให้แน่น		
9	Flow Switch		- ตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำ	
10	Hi - Low Pressure Switch	- ตรวจเช็คแรงดันการทำงาน		
11	Thermometer	- ตรวจวัดอุณหภูมิเข้า - ออก		
12	Pressure Gauge	- ตรวจวัดแรงดันเข้า - ออก		
13	Oil Filter			- เปลี่ยน
14	Filter Drier			- เปลี่ยน
15	Insulation			- ตรวจสอบสภาพ

4.2.2 **หอทำความเย็น** (Cooling Tower)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ความเหมือน ความซ้ำ จากตัวแทนผู้ผลิตหอทำความเย็นทั้ง 6 ราย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาหอทำความเย็นจากตัวแทนผู้ผลิต 6 ราย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่4.11 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาหอทำความเย็นจากตัวแทนผู้ผลิต 6ราย

ลำดับ	ชิ้นส่วน	วิธีการบำรุงรักษา	ทุกวัน						ทุกสัปดาห์						ทุก 1 เดือน						ทุก 3 เดือน						ทุก 6 เดือน						ทุก 1 ปี					
			CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6
1	Casing	- ตรวจเช็คการทำงาน, การสั่นสะเทือน																		x													x	x	x	x	x	
		และความสะอาด,การแตกร้าว																		x													x	x	x	x	x	
2	Motor	- ตรวจเช็คการทำงาน ,เสียงและการสั่นสะเทือน			x																		x		x					x								
		- ตรวจจาระบีหล่อลื่นลูกปืน														x							x		x													
		- ตรวจเช็คแรงดันและกระแสไฟฟ้า																					x										x					
		- ตรวจเช็คการระบายความร้อน													x																							
		- ตรวจทำความสะอาด																							x													
3	FanMotor	- ตรวจความหนาแน่นของ Bolt และความสะอาด														x											x		x								
		- ตรวจเช็คการทำงาน,เสียงและการสั่นสะเทือน			x	x									x		x					x			x	x											
		- ตรวจเช็คจาระบีลูกปืน																x							x												
4	CoolWater	- ตรวจเช็ควัดระดับน้ำ	x	x	x													x	x	x																		
	Basin	- ตรวจเช็คการรั่ว													x													x	x	x								
		- ทำความสะอาด														x											x			x								
5	Belt	- ตรวจเช็คเสียงการทำงาน			x																																	
		- ตรวจเช็คสภาพและความตึง													x	x			x	x					x		x			x								
6	Filling	- ตรวจเช็คสิ่งอุดตัน									x				x				x			x			x						x			x				
		- ทำความสะอาด																							x									x					
7	Inlet Louver	- ตรวจเช็คสภาพการใช้งาน																x	x	x																		
		- ทำความสะอาด																x	x																			
8	HotWater	- ตรวจเช็คการอุดตันของการจ่ายน้ำ													x				x												x						
	Basin	- ตรวจเช็คระดับน้ำ		x	x										x			x												x							
		- ตรวจเช็คความสะอาด														x					x				x													
9	Pulley	- ตรวจเช็คการทำงานทั่วไป			x										x				x															x				x
10	Strainer	- ตรวจสอบสภาพทั่วไป							x		x					x			x/o			x															
11	Structure Part	- ตรวจเช็คสภาพ,เสียงและการสั่นสะเทือน							x																									x	x		x	x
12	FloatValve	- ตรวจเช็คการทำงาน , ความสะอาด							x																				x	x								

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษา พบว่าผู้ผลิตต่างราย ให้ความสำคัญในเรื่องช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาที่เหมือนและต่างกันต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงาน จึงสามารถจำแนกช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาออกเป็น 6 ช่วงเวลา ได้ดังนี้

ทุกวัน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 3 ใน 3 บอกว่าทำการตรวจเช็คระดับน้ำของ Cool Water Basin
- จาก 3 ใน 3 บอกว่าทำการตรวจเช็คระดับน้ำของ Hot Water Basin

ทุกสัปดาห์ พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 2 ใน 5 บอกว่าควร ทำการตรวจสอบสภาพทั่วไปของ Strainer

ทุก 1 เดือน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 4 ใน 6 บอกว่าควร ทำการตรวจเช็คสภาพความตึงของ Belt
- จาก 3 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คสภาพการใช้งานของ Inlet Louver
- จาก 2 ใน 2 บอกว่าควรทำความสะอาดของ Inlet Louver
- จาก 2 ใน 3 บอกว่าควรตรวจเช็คสิ่งอุดตันของ Hot Water Basin
- จาก 2 ใน 5 บอกว่าควรตรวจสภาพการทำงานทั่วไปของ Pulley

ทุก 3 เดือน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คการทำงานของ Motor
- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจสอบจาระบีหล่อลื่นลูกปืนของ Motor
- จาก 3 ใน 5 บอกว่าตรวจเช็คการทำงานของ Fan Motor
- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรทำความสะอาดของ Hot Water Basin

ทุก 6 เดือน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 2 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คความแน่นหนาของ Bolt และทำความสะอาดของ Fan Motor
- จาก 2 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจสอบการรั่วของ Cool water Basin
- จาก 2 ใน 3 บอกว่าควรทำความสะอาดของ Cool water Basin
- จาก 2 ใน 3 บอกว่าควรทำตรวจเช็คของ Float Valve

ทุก 1 ปี พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 5 ใน 6 บอกว่าควรตรวจเช็คสภาพการทำงานของ Casing
- จาก 5 ใน 6 บอกว่าควรทำความสะอาดของ Casing
- จาก 4 ใน 5 บอกว่าควรทำตรวจสภาพการทำงานของ Structure Part

จากการศึกษาพบในเรื่องช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาจึงสามารถจำแนกช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงานได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาหอทำความเย็น

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลา					
		ทุกวัน	ทุกสัปดาห์	ทุก 1 เดือน	ทุก 3 เดือน	ทุก 6 เดือน	ทุก 1 ปี
1	Structure Part						- ตรวจสภาพการทำงาน
2	Casing						- ตรวจสภาพการทำงาน - ทำความสะอาด
3	Inlet Louver			- ตรวจเช็คสภาพทั่วไป - ทำความสะอาด			
4	Motor				- ตรวจเช็คการทำงาน - ตรวจสอบจาระบีลูกปืน		
5	Fan Motor				- ตรวจเช็คการทำงาน	-ตรวจเช็คความแน่นหนา -ทำความสะอาด	
6	Belt			- ตรวจเช็คความตึง			
7	Pulley			- ตรวจสภาพการทำงาน			
8	Filling			- ตรวจเช็คสิ่งอุดตัน			
9	Hot Water Basin	- ตรวจเช็คระดับน้ำ			- ทำความสะอาด		
10	Cool Water Basin	- ตรวจเช็คระดับน้ำ				- ตรวจการรั่ว - ทำความสะอาด	
11	Float Valve					- ตรวจเช็คการทำงาน	
12	Strainer		- ตรวจสอบสภาพทั่วไป				

4.2.3 **เครื่องส่งน้ำ** (Pump)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ความเหมือน ความซ้ำ จากตัวแทนผู้ผลิตหอเครื่องส่งน้ำทั้ง 6 ราย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องส่งน้ำจากตัวแทนผู้ผลิต 6 ราย

ตารางที่4.13 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องส่งน้ำจากตัวแทนผู้ผลิต 6ราย

ลำดับ	ชิ้นส่วน	วิธีการบำรุงรักษา	ทุกวัน						1เดือน						3เดือน						6เดือน						1ปี					
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	Casing	- ตรวจเช็คระดับเสียง,การสั่นสะเทือน	x	x		x		x									x															
2	Impeller	- ตรวจเช็คช่องว่างใบพัดกับแหวนกันสึก																										x				
3	Shaft	- ตรวจเช็คการรั่วซึม - ตรวจเช็ค Alignment													x			x				x	x		x	x		x				
4	Shaft Sleeve	- ตรวจเช็คการสึกหรอ																							x			x		x		
5	Bearing	- ตรวจและเติมจาระบี - เปลี่ยนจาระบี							x									x	x								x	x				
6	Wearing Ring	- ตรวจเช็คช่องว่างใบพัดกับแหวนกันสึก																										x			x	x
7	Seal	-ตรวจการรั่ว	x	x		x		x									x								x							
8	Motor	- ตรวจวัดแรงดัน,กระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิ - ตรวจวัดค่าความเป็นฉนวน		x				x	x								x												x			x
9	EE Panel	- ตรวจเช็คแรงดัน,กระแสไฟฟ้า - ตรวจเช็คสถานะการทำงาน,ฟังค์ชันการทำงาน - ตรวจเช็คขั้วต่อสายไฟตามจุดข้อต่อต่างๆ	x	x													x x x															
10	Pressure Gauge	- ตรวจเช็คแรงดัน - ตรวจเช็คและปรับตั้ง		x		x		x									x						x					x	x	x		
11	Valve	- ตรวจเช็คการทำงาน Check Valve																													x	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษา พบว่าผู้ผลิตต่างราย ให้ความสำคัญในเรื่องช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาที่เหมือนและต่างกันต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงาน จึงสามารถจำแนกช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาออกเป็น 4 ช่วงเวลา ได้ดังนี้

ทุกวัน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 4 ใน 5 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คสภาพการทำงานของ Casing
- จาก 4 ใน 5 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คสภาพการทำงานของ Seal
- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจวัดแรงดัน,กระแสไฟ และอุณหภูมิของ Motor
- จาก 2 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คการทำงานและขั้วต่อต่างๆ ของ EE Panel
- จาก 3 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คแรงดันท่อดูด – ท่อส่งของ Pressure Gauge

ทุก 3 เดือน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 3 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจและเติมจาระบีของ Bearing

ทุก 6 เดือน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 4 ใน 6 บอกว่าควรทำการตรวจเช็ค Alignment ของ Shaft

ทุก 1 ปี พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 1 ใน 1 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คสภาพการทำงานของ Impeller
- จาก 2 ใน 3 บอกว่าควรตรวจเช็คการสึกหรอของ Shaft Sleeve
- จาก 2 ใน 2 บอกว่าควรทำการเปลี่ยนจาระบีของ Bearing
- จาก 3 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คสภาพการสึกหรอของ Wearing Ring
- จาก 2 ใน 2 บอกว่าควรทำการตรวจวัดค่าความเป็นฉนวนของ Motor
- จาก 3 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คและปรับตั้ง Pressure Gauge
- จาก 1 ใน 1 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คการทำงานของ Check Valve

จากการศึกษาพบในเรื่องช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาจึงสามารถจำแนกช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงานได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องส่งน้ำ

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลา			
		ทุกวัน	ทุก 3 เดือน	ทุก 6 เดือน	ทุก 1 ปี
1	Casing	- ตรวจเช็คสภาพทั่วไป			
2	Impeller				- ตรวจสภาพการทำงาน
3	Shaft Sleeve				- ตรวจเช็คการสึกหรอ
4	Shaft			- ตรวจเช็ค Alignment	
5	Bearing		- ตรวจและเติมจาระบี		- เปลี่ยนจาระบี
6	Wearing Ring				- ตรวจเช็คสภาพการสึกหรอ
7	Seal	- ตรวจเช็คสภาพการทำงาน			
8	Motor	- ตรวจวัดแรงดัน,กระแสไฟ และอุณหภูมิ			- ตรวจวัดค่าความเป็นฉนวน
9	EE Panel	- ตรวจเช็คการทำงาน และขั้วต่อสายไฟ			
10	Pressure Gauge	- ตรวจเช็คแรงดัน			- ตรวจเช็คและปรับตั้ง
11	CheckValve				- ตรวจเช็คการทำงาน

4.2.4 **เครื่องส่งลมเย็น** (AHU)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ความเหมือน ความซ้ำ จากตัวแทนผู้ผลิตหอเครื่องส่งลมเย็นทั้ง 4 ราย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็นจากตัวแทนผู้ผลิต 4 ราย

ตารางที่ 4.15 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็นจากตัวแทนผู้ผลิต 4ราย

ลำดับ	ชิ้นส่วน	วิธีการบำรุงรักษา	ทุกสัปดาห์				1 เดือน				2 เดือน				3 เดือน				6 เดือน				1ปี			
			A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
1	Fan	- ตรวจเช็คการทำงานและทำความสะอาด - ตรวจเช็คการลึกหรอ,เสียงและจาระบีลูกปืน																	X X	X X		X X			X X	
2	Cooling Coil	- ตรวจเช็คการรั่วและทำความสะอาด				X													X	X					X	
3	Motor	- ตรวจเช็คการทำงาน ขั้วต่อสายไฟและทำความสะอาด - ตรวจเช็คสภาพการลึกหรอและจาระบีของลูกปืน																	X	X 		X X			 X	
4	Fillter	- ทำความสะอาด - ตรวจเช็คคุณสมบัติของแผงกรอง					X		X	X/O		X						X							 X	
5	Drain Tray	- ตรวจเช็คทำความสะอาด - ตรวจเช็คสิ่งอุดตัน							X	X		X													 X	 X
6	Casing	- ตรวจเช็คสภาพการทำงานและทำความสะอาด								X								X						X	X	
7	Belt	- ตรวจเช็คการการลึกหรอและความตึง								X		X							X						X	
8	EE Panel	- เช็คการทำงานของระบบคอนโทรลและจุดต่อสายไฟ - ทำความสะอาด																X		X		X			X X	
9	Pulley	- ตรวจเช็คการทำงาน,การลึกหรอ และตรวจสกรูขันล็อค								X								X	X							
10	Control Valve	- ตรวจสอบการทำงาน																		X						
11	Thermostat	- ตรวจสอบการทำงาน																		X						

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษา พบว่าผู้ผลิตต่างราย ให้ความสำคัญในเรื่องช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาที่เหมือนและต่างกันต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงาน จึงสามารถจำแนกช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้ดังนี้

ทุก 1 เดือน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 3 ใน 4 บอกว่าควรทำความสะอาดของ Filter
- จาก 3 ใน 4 บอกว่าควรทำความสะอาดของ Drain Basin
- จาก 1 ใน 4 บอกว่าควรตรวจเช็คการสึกหรอและความตึงของ Belt
- จาก 1 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คสภาพการทำงานและตรวจความแน่นหนาของ Pulley

ทุก 6 เดือน พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 3 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คการทำงานและทำความสะอาดของ Fan
- จาก 3 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คสภาพการสึกหรอและจาระบีลูกปืนของ Fan
- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คการรั่วและทำความสะอาดของ Cooling Coil
- จาก 2 ใน 2 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คการทำงาน,ขั้วต่อสายไฟ และทำความสะอาดของ Motor
- จาก 2 ใน 3 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คสภาพการสึกหรอและจาระบีลูกปืนของ Motor
- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรตรวจเช็คการทำงานของระบบ Control และจุดต่อสายไฟของ EE Panel
- จาก 1ใน1 บอกว่าควรตรวจสอบการทำงานของ control Valve
- จาก 1 ใน 1 บอกว่าควรตรวจสอบการทำงานของ Thermostat

ทุก 1 ปี พบการบำรุงรักษา ดังนี้

- จาก 2 ใน 2 บอกว่าควรทำการตรวจเช็คสิ่งอุดตันของ Drain Basin
- จาก 2 ใน 4 บอกว่าควรตรวจเช็คสภาพและทำความสะอาดของ Casing
- จาก 1 ใน 2 บอกว่าควรเปลี่ยน Filter
- จาก 1 ใน 1 บอกว่าควรทำความสะอาดของ EE Panel

จากการศึกษาพบในเรื่องช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาจึงสามารถจำแนกช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาต่อชิ้นส่วนประกอบการทำงานได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.16 ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็น

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลา		
		ทุก 1 เดือน	ทุก 6 เดือน	ทุก 1 ปี
1	Fan		- ตรวจเช็คสภาพการทำงาน และความสะอาด - ตรวจเช็คการสึกหรอ และจาระบีลูกปืน	
2	Motor		- ตรวจเช็คการทำงาน, ขั้วต่อสายไฟ และทำความสะอาด - ตรวจเช็คการสึกหรอ และจาระบีลูกปืน	
3	Cooling Coil		- ตรวจเช็คการรั่วและทำความสะอาด	
4	Drain Basin	- ทำความสะอาด		- ตรวจเช็คสิ่งอุดตัน
5	Fillter	- ทำความสะอาด		- เปลี่ยน
6	Belt	- ตรวจเช็คการสึกหรอ และความตึง		
7	Casing			- ตรวจเช็คสภาพ และทำความสะอาด
8	Pulley	- ตรวจสภาพการทำงาน - ตรวจความแน่นหนา		
9	EE Panel		- ตรวจเช็คการทำงานระบบ Control และจุดต่อสายไฟ	- ทำความสะอาด
10	Room Thermostat		- ตรวจสอบการทำงาน	
11	Control Valve		- ตรวจสอบการทำงาน	

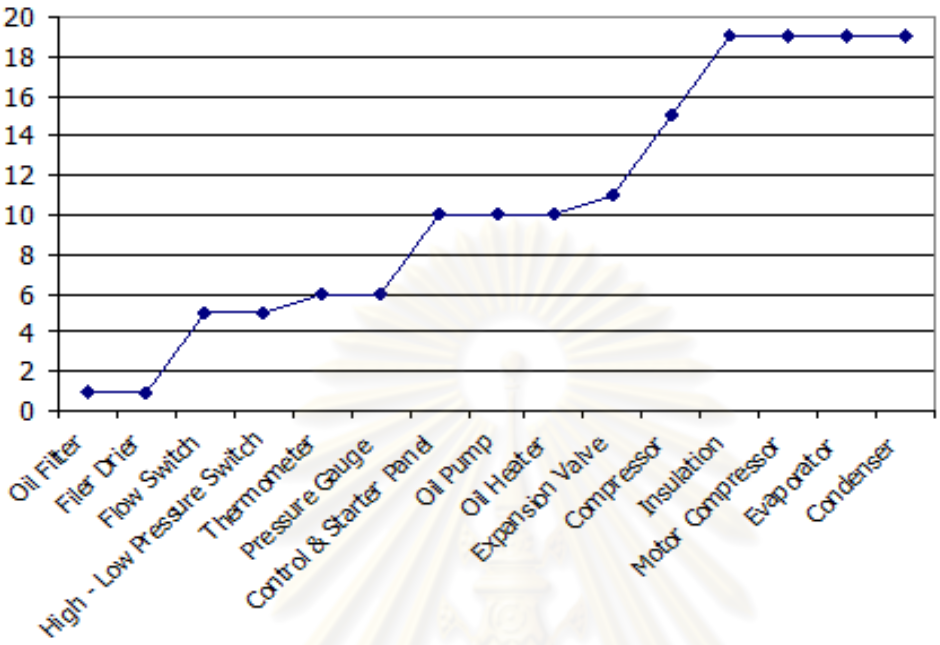
4.3 วิเคราะห์อายุการใช้งาน

4.3.1 **เครื่องทำน้ำเย็น** (Chiller)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าอายุการใช้งานของชิ้นส่วน โดยเน้นข้อมูลเชิงสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยอายุการใช้งานของชิ้นส่วน จากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นทั้ง 4 ราย สามารถสรุปค่าอายุการใช้งานได้ดังแสดงไว้ในแผนภูมิที่ 4.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4.1 สรุปอายุการใช้งานของชิ้นส่วนเครื่องทำน้ำเย็น



จากการศึกษาพบว่า อายุการใช้งานของชิ้นส่วนสูงที่สุด คือ 19 ปี พบ4 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Motor Compressor, Evaporator, Condenser และ Insulation และอายุการใช้งานของชิ้นส่วนน้อยที่สุดคือ 1 ปี พบ 2 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Oil Filter และ Filter Drier โดยสามารถแบ่งอายุการใช้งานออกได้เป็น 4 ช่วง คือ

ช่วงที่1 ช่วงอายุการใช้งาน 1-5 ปี พบ 4 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Oil Filter และ Filter Drier มีอายุการใช้งาน 1 ปี Flow Switch และ Hi-low Pressure Switch มีอายุการใช้งาน 5 ปี

ช่วงที่ 2 ช่วงอายุการใช้งาน 6-10 ปี พบ 5 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Pressure Gauge และ Thermometer มีอายุการใช้งาน 6 ปี Control&Starter Panel, Oil Pump, Oil Herter และ Oil Filter มีอายุการใช้งาน 10 ปี

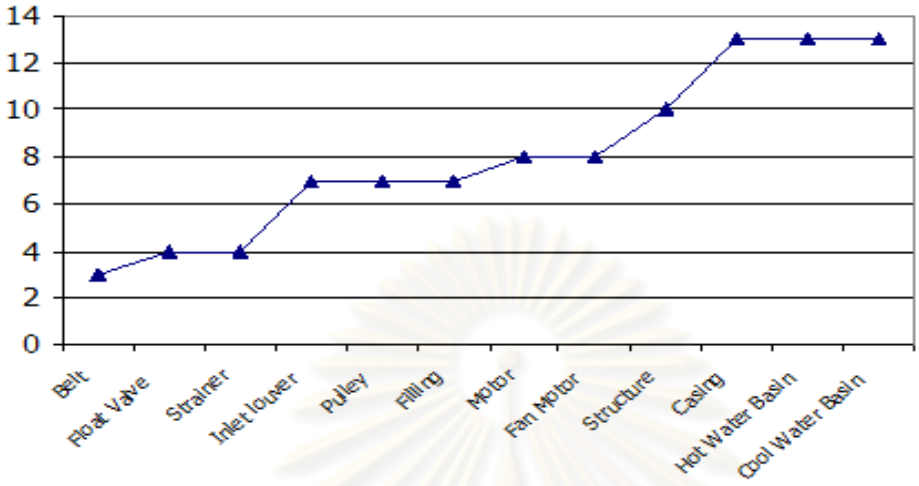
ช่วงที่ 3 ช่วงอายุการใช้งาน 11-15 ปี พบ 2 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Expansion Valve มีอายุการใช้งาน 11 ปี และ Compressor มีอายุการใช้งาน 15 ปี

ช่วงที่ 4 ช่วงอายุการใช้งาน 19 ปี พบ 4 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Motor Compressor, Evaporator, Condenser และ Insulation

4.3.2 **หอทำความเย็น** (Cooling Tower)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าอายุการใช้งานของชิ้นส่วน โดยเน้นข้อมูลเชิงสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยอายุการใช้งานของชิ้นส่วน จากตัวแทนผู้ผลิตหอทำความเย็นทั้ง 6 ราย สามารถสรุปค่าอายุการใช้งานได้ ดังแสดงไว้ในแผนภูมิที่ 4.2

แผนภูมิที่ 4.2 สรุปอายุการใช้งานของชิ้นส่วนหอทำความเย็น



จากการศึกษาพบว่า อายุการใช้งานของชิ้นส่วนสูงที่สุด คือ 13 ปี พบ 3 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Casing Hot Water Basin และ Cool Water Basin และอายุการใช้งานของชิ้นส่วนน้อยที่สุดคือ 3 ปี พบ 1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Belt โดยสามารถแบ่งอายุการใช้งานออกได้เป็น 3 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 ช่วงอายุการใช้งาน 3 - 4 ปี ประกอบด้วย Belt มีอายุการใช้งาน 3 ปี Strainer มีอายุการใช้งาน 4 ปี และ Float Valve มีอายุการใช้งาน 4 ปี

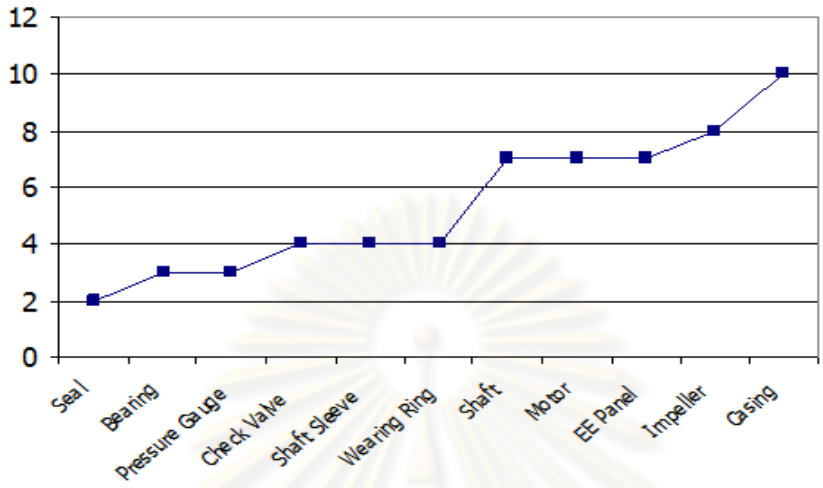
ช่วงที่ 2 ช่วงอายุการใช้งาน 7-10 ปี ประกอบด้วย Filling มีอายุการใช้งาน 7 ปี Pulley มีอายุการใช้งาน 7 ปี Inlet Louver มีอายุการใช้งาน 7 ปี Fan Motor มีอายุการใช้งาน 8 ปี Motor มีอายุการใช้งาน 8 ปี และ Structure Part มีอายุการใช้งาน 10 ปี

ช่วงที่ 3 ช่วงอายุการใช้งาน 13 ปี ประกอบด้วย Casing, Hot Water Basin และ Cool Water Basin

4.3.3 เครื่องส่งน้ำ (Pump)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าอายุการใช้งานของชิ้นส่วน โดยเน้นข้อมูลเชิงสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยอายุการใช้งานของชิ้นส่วน จากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งน้ำทั้ง 6 ราย สามารถสรุปค่าอายุการใช้งานได้ดังแสดงไว้ในแผนภูมิที่ 4.3

แผนภูมิที่ 4.3 สรุปอายุการใช้งานของชิ้นส่วนเครื่องส่งน้ำ



จากการศึกษาพบว่า อายุการใช้งานของชิ้นส่วนสูงที่สุด คือ 10 ปี พบ 1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Casing และอายุการใช้งานของชิ้นส่วนน้อยที่สุดคือ 2 ปี พบ 1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Seal โดยสามารถแบ่งอายุการใช้งานออกได้เป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 ช่วงอายุการใช้งาน 2 - 4 ปี ประกอบด้วย Seal มีอายุการใช้งาน 2 ปี Pressure Gauge มีอายุการใช้งาน 3 ปี Shaft Sleeve มีอายุการใช้งาน 4 ปี Wearing Ring และ Shaft มีอายุการใช้งาน 4 ปี

ช่วงที่ 2 ช่วงอายุการใช้งาน 7 - 8 ปี ประกอบด้วย EE Panel มีอายุการใช้งาน 7 ปี, Motor มีอายุการใช้งาน 7 ปี และ Impeller มีอายุการใช้งาน 8 ปี

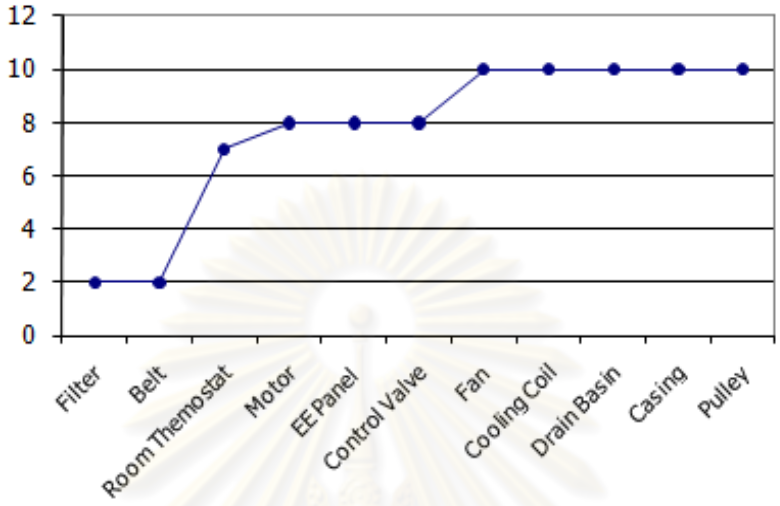
ช่วงที่ 3 ช่วงอายุการใช้งาน 10 ปี ประกอบด้วย Casing

4.3.4 **เครื่องส่งลมเย็น** (AHU)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าอายุการใช้งานของชิ้นส่วน โดยเน้นข้อมูลเชิงสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยอายุการใช้งานของชิ้นส่วน จากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งลมเย็นทั้ง 4 ราย สามารถสรุปค่าอายุการใช้งานได้ ดังแสดงไว้ในแผนภูมิที่ 4.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4.4 สรุปอายุการใช้งานของชิ้นส่วนเครื่องส่งลมเย็น



จากการศึกษาพบว่า อายุการใช้งานของชิ้นส่วนสูงที่สุด คือ 10 ปี พบ 5 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Fan, Cooling Coil, Drain Basin, Casing และ Pulley อายุการใช้งานของชิ้นส่วนน้อยที่สุดคือ 2 ปี พบ 2 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Filter และ Belt โดยสามารถแบ่งอายุการใช้งานออกได้เป็น 3 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 ช่วงอายุการใช้งาน 2 ปี ประกอบด้วย Filter และ Belt

ช่วงที่ 2 ช่วงอายุการใช้งาน 7- 8 ปี ประกอบด้วย Room thermostat 5 ปี, Motor, EE Panel และ Control Valve 8 ปี

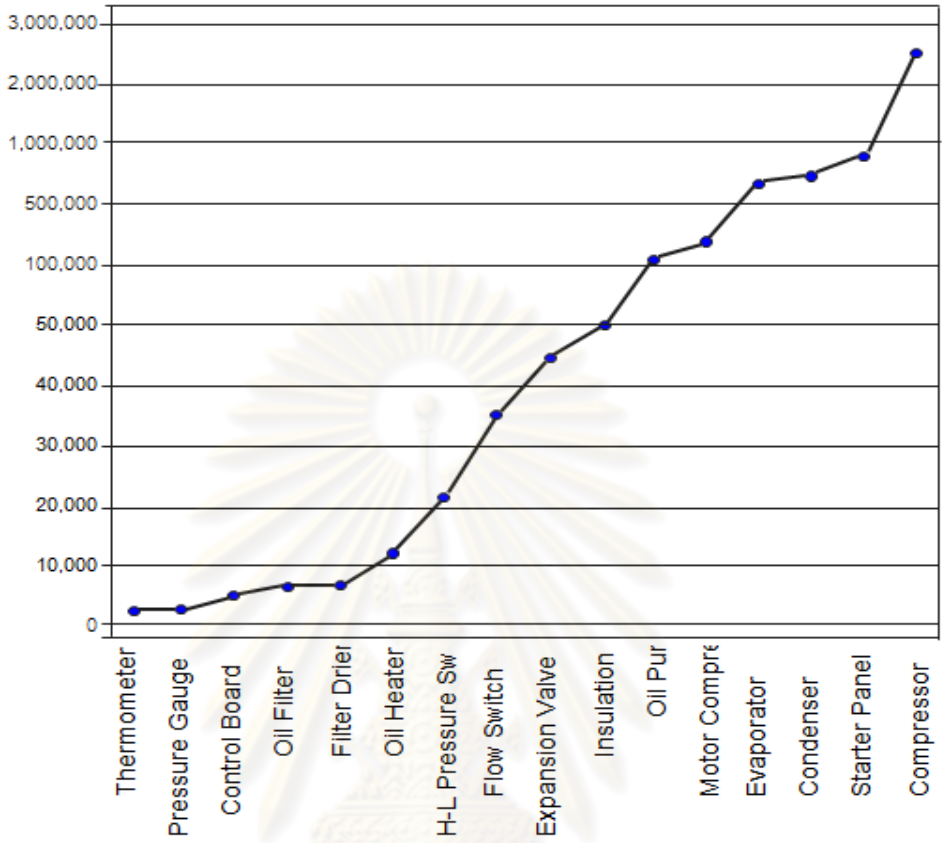
ช่วงที่ 3 ช่วงอายุการใช้งาน 10 ปี ประกอบด้วย Fan, Cooling Coil, Drain Basin, Casing และ Pulley

4.4 วิเคราะห์ราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

4.4.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วน โดยเน้นข้อมูลเชิงสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยราคาค่าใช้จ่าย จากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นทั้ง 4 ราย สามารถสรุปราคาค่าใช้จ่าย ดังแ สดงไว้ในแผนภูมิที่ 4.5

แผนภูมิที่ 4.5 สรุปราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วนเครื่องทำน้ำเย็น



จากการศึกษาพบว่า ราคาของชิ้นส่วนสูงที่สุด คือ 2,750,000 บาท พบ 1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Compressor และราคาของชิ้นส่วน น้อยที่สุด คือ 3,675 บาท พบ 2 ชิ้นส่วนประกอบไปด้วย Thermometer และ Pressure Gauge โดยสามารถแบ่งราคาออกได้เป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 ช่วงราคาของชิ้นส่วน ต่ำกว่า 20,000 บาท พบ 5 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Thermometer และ Pressure Gauge ราคา 3,675 บาท Oil Filter และ Filter Drier ราคา 9,000 บาท และ Oil Heater ราคา 13,250 บาท

ช่วงที่ 2 ช่วงราคาของชิ้นส่วน 20,001-50,000 บาท พบ 4 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Hi-Low Pressure Switch ราคา 20,500 บาท Flow Switch ราคา 39,750 บาท Expansion Valve ราคา 46,250 บาท และ Insulation ราคา 50,000 บาท

ช่วงที่ 3 ช่วงราคาของชิ้นส่วน 50,001- 500,000 บาท พบ 2 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Oil Pump ราคา 170,000 บาท และ Motor Compressor ราคา 275,000 บาท

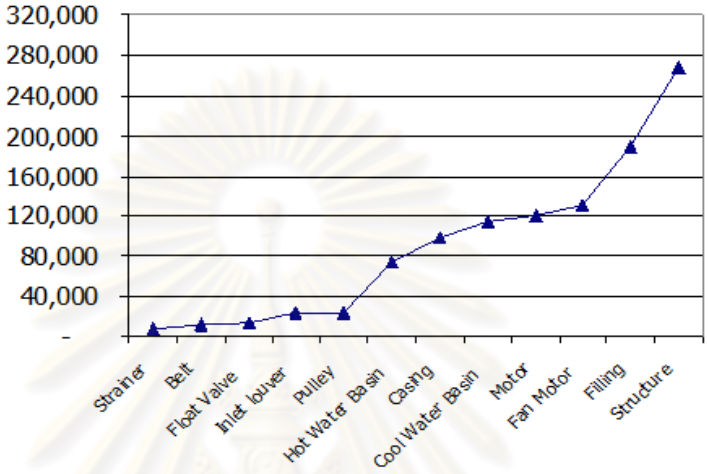
ช่วงที่ 4 ช่วงราคาของชิ้นส่วน 500,001–1,000,000 บาท พบ 3 ชิ้นส่วน ประกอบด้วย Evaporator ราคา 815,000 Condenser ราคา 820,000 บาท และ Control &Starter Panel ราคา 962,750 บาท

ช่วงที่ 5 ช่วงราคาของชิ้นส่วนมากกว่า 1,000,000 บาท พบ1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Compressor ราคา 2,750,000 บาท

4.4.2 **หอทำความเย็น** (Cooling Tower)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วน โดยเน้นข้อมูลเชิงสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยราคาค่าใช้จ่าย จากตัวแทนผู้ผลิตหอทำความเย็นทั้ง 6 ราย สามารถสรุปราคาค่าใช้จ่าย ดังแสดงไว้ในแผนภูมิที่ 4.6

แผนภูมิที่ 4.6 สรุปราคาค่าใช้จ่ายของหอทำความเย็น



จากการศึกษาพบว่า ราคาของชิ้นส่วนสูงที่สุด คือ 267,333 บาท พบ 1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Strcture และราคาของชิ้นส่วน น้อยที่สุด คือ 8,250 บาท พบ 1 ชิ้นส่วนประกอบไปด้วย Strainer โดยสามารถแบ่งราคาออกได้เป็น 4 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 ช่วงราคาของชิ้นส่วน ต่ำกว่า 50,000 บาท พบ 5 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Strainer ราคา 8,250 บาท Belt ราคา 11,593 บาท Float Valve ราคา 13,217 บาท Inlet Louver ราคา 23,705 บาท และ Pulley ราคา 24,408 บาท

ช่วงที่ 2 ช่วงราคาของชิ้นส่วน 50,001–100,000 บาท พบ 2 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Hot water Basin ราคา 74,500 บาท และ Casing ราคา 97,667 บาท

ช่วงที่ 3 ช่วงราคาของชิ้นส่วน ต่ำกว่า 100,001–200,000 บาท พบ 4 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Cool Water Basin ราคา 114,167 บาท Motor ราคา 120,150 บาท Fan Motor ราคา 130,777 บาท และ Filling ราคา 188,558 บาท

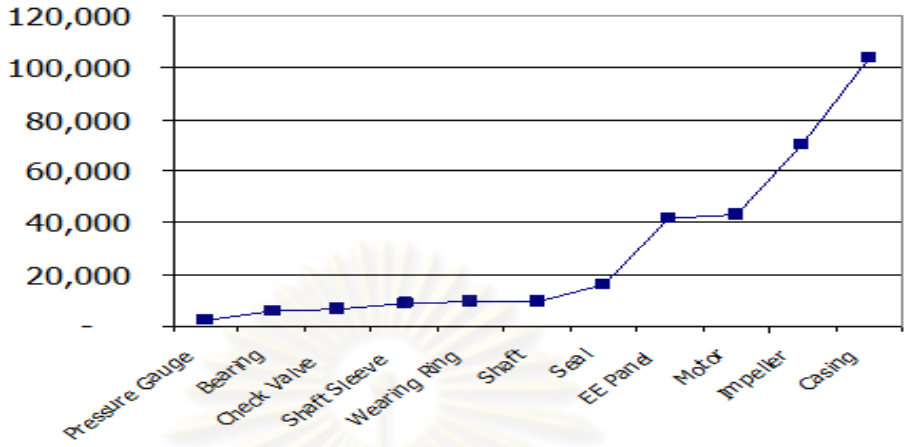
ช่วงที่ 4 ช่วงราคาของชิ้นส่วน มากกว่า 200,000 บาท พบ 1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Structure ราคา 267,333 บาท

4.4.3 **เครื่องส่งน้ำ** (Pump)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วน โดยเน้นข้อมูลเชิงสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยราคาค่าใช้จ่าย จากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งน้ำทั้ง 6 ราย สามารถสรุปราคาค่าใช้จ่าย ดังแสดงไว้ในแผนภูมิที่ 4.7

แผนภูมิที่ 4.7 สรุปราคาค่าใช้จ่ายของหอทำความเย็น

แผนภูมิที่ 4.7 สรุปราคาค่าใช้จ่ายของเครื่องส่งน้ำ



จากการศึกษาพบว่า ราคาของชิ้นส่วนสูงที่สุด คือ 103,667บาท พบ 1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Casing และราคาของชิ้นส่วน น้อยที่สุด คือ 1,917 บาท พบ 1 ชิ้นส่วนประกอบไป Pressure Gauge โดยสามารถแบ่งราคาออกได้เป็น 4 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 ช่วงราคาของชิ้นส่วน ต่ำกว่า 10,000 บาท พบ 6 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Pressure Gauge ราคา 1,917 บาท Bearing ราคา 5,767 บาท Check Valve ราคา 6,250 บาท Shaft Sleeve ราคา 8,667 บาท Wearing Ring ราคา 9,450 บาท และ Shaft ราคา 9,583 บาท

ช่วงที่ 2 ช่วงราคาของชิ้นส่วน 10,001–50,000 บาท พบ 3 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Seal ราคา 16,233 บาท EE Panel ราคา 41,667 บาท Motor ราคา 43,333 บาท

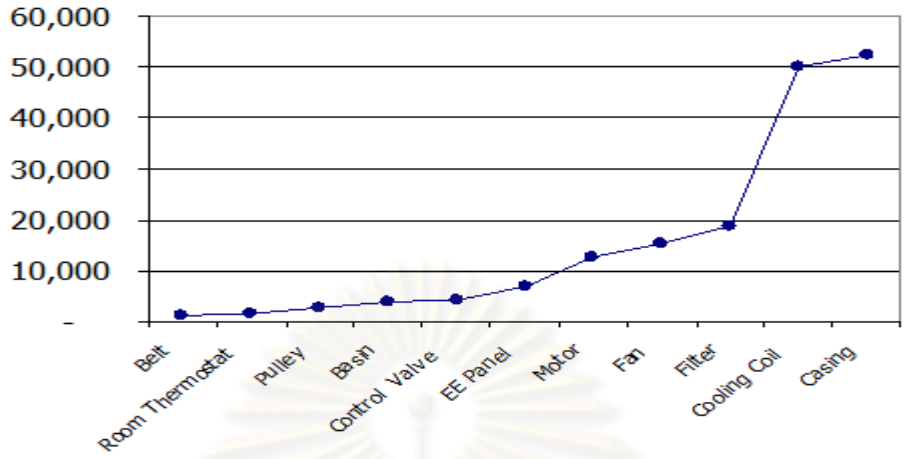
ช่วงที่ 3 ช่วงราคาของชิ้นส่วน ต่ำกว่า 50,001–100,000 บาท พบ 1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Impeller ราคา 70,000 บาท

ช่วงที่ 4 ช่วงราคาของชิ้นส่วน มากกว่า 100,000 บาท พบ 1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Casing ราคา 103,667 บาท

4.4.4 เครื่องส่งลมเย็น (AHU)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วน โดยเน้นข้อมูลเชิงสถิติวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยราคาค่าใช้จ่าย จากตัวแทนผู้ผลิตเครื่องส่งลมเย็นทั้ง 4 ราย สามารถสรุปราคาค่าใช้จ่าย ดังแสดงไว้ในแผนภูมิที่ 4.8

แผนภูมิที่ 4.8 สรุปราคาค่าใช้จ่ายของเครื่องส่งลมเย็น



จากการศึกษาพบว่า ราคาของชิ้นส่วนสูงที่สุด คือ 52,500บาท พบ 1 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Casing และราคาของชิ้นส่วน น้อยที่สุด คือ 1,325 บาท พบ 1 ชิ้นส่วนประกอบไป Belt โดยสามารถแบ่งราคาออกได้เป็น 3 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 ช่วงราคาของชิ้นส่วน ต่ำกว่า 5,000 บาท พบ 5 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Belt ราคา 1,325 บาท Room Thermostat ราคา 1,425 บาท Pulley ราคา 2,500 บาท Drain Basin ราคา 3,750 บาท และ Control Valve ราคา 4,125 บาท

ช่วงที่ 2 ช่วงราคาของชิ้นส่วน 5,001–20,000 บาท พบ 4 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย EE Panel ราคา 7,000 บาท Motor ราคา 12,575 บาท Fan ราคา 15,100 บาท และ Filter ราคา 18,825 บาท

ช่วงที่ 3 ช่วงราคาของชิ้นส่วน ต่ำกว่า 20,000 บาท พบ 2 ชิ้นส่วน ประกอบไปด้วย Cooling Coil ราคา 49,925 บาท และ Casing ราคา 52,500 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 สรุปอายุและราคาค่าใช้จ่ายเครื่องทำน้ำเย็น

อุปกรณ์	ชิ้นส่วน	อายุการใช้งาน(ปี) / ราคา(บาท)						
		1	5	6	10	11	15	19
เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	1 Compressor						2,750,000	
	2 Motor Compressor							275,000
	3 Evaporator							815,000
	4 Condenser							820,000
	5 Filter Drier	9,000						
	6 Control & Starter Panel				962,750			
	7 Flow Switch		39,750					
	8 Thermometer			3,675				
	9 Pressure Gauge			3,675				
	10 Oil Pump				170,000			
	11 Oil Filter	9,000						
	12 Hi - Low Pressure Switch		20,500					
	13 Expansion Valve					46,250		
	14 Oil Heater				13,250			
	15 Insulation							50,000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.18 สรุปอายุและราคาค่าใช้จ่ายหอทำความเย็น

อุปกรณ์	ชิ้นส่วน	อายุการใช้งาน(ปี) / ราคา(บาท)					
		3	4	7	8	10	13
หอทำความเย็น (Cooling Tower)	1 Casing						97,667
	2 Motor				120,150		
	3 Fan Motor				130,777		
	4 Cool Water Basin						114,167
	5 Belt	11,593					
	6 Filling			188,558			
	7 Inlet Louver			23,705			
	8 Hot Water Basin			74,500			74,500
	9 Pulley			24,408			
	10 Strainer	8,250					
	11 Structure Part					267,333	
	12 Float Valve		13,274				

ตารางที่ 4.19 สรุปอายุและราคาค่าใช้จ่ายเครื่องส่งน้ำ

อุปกรณ์	ชิ้นส่วน	อายุการใช้งาน(ปี) / ราคา(บาท)					
		2	3	4	7	8	10
เครื่องส่งน้ำ (Pump)	1 Shaft			9,583			
	2 Seal	16,233					
	3 Motor				43,333		
	4 Bearing		5,767				
	5 Wearing Ring			9,450			
	6 EE Panel				41,667		
	7 Casing						103,667
	8 Shaft Sleeve			8,667			
	9 Pressure Gauge		1,917				
	10 Impeller					70,000	
	11 Valve				6,250		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 สรุปอายุและราคาค่าใช้จ่ายเครื่องส่งลมเย็น

อุปกรณ์	ชิ้นส่วน	อายุการใช้งาน(ปี) / ราคา(บาท)			
		2	7	8	10
เครื่องส่งลมเย็น (AHU)	1 Fan				15,100
	2 Cooling Coil				49,925
	3 Motor			12,575	
	4 Filter	18,825			
	5 Drain Basin				3,750
	6 Casing				52,500
	7 Belt	1,325			
	8 EE Panel			7,000	
	9 Pulley				2,500
	10 Control Valve			4,125	
	11 Room Thermostat		1,425		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในบทที่ 5 เป็นการสรุปผลการศึกษาที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากการศึกษา และการวิเคราะห์ผลการศึกษาจากบทก่อนหน้า พร้อมทั้งอภิปรายผลในเรื่องการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม สำหรับอาคารขนาดใหญ่ รวมไปถึงแสดงข้อเสนอแนะ แนวทางการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาและข้อจำกัดในการศึกษานี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

ระบบปรับอากาศแบบรวม เป็นระบบประกอบอาคารที่มีความจำเป็นและนิยมใช้ในอาคารขนาดใหญ่ เพื่อความสะดวกสบายของคนที่ใช้ประโยชน์ภายในอาคาร ระบบปรับอากาศแบบรวมเป็นระบบที่มีอุปกรณ์หลักประกอบการทำงานอยู่ 4 ส่วน คือ เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) หอทำความเย็น (Cooling Tower) เครื่องส่งน้ำ (Pump) และเครื่องลมเย็น (AHU) อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการปรับอากาศนั้น มาจากแหล่งที่มาหลายผู้ผลิต แต่ละผู้ผลิตต่างก็มีเทคโนโลยีในการพัฒนาอุปกรณ์ เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน จึงมีความสลับซับซ้อนในการทำงานเป็นอย่างมาก ทำให้มีราคาต้นทุนในการติดตั้งสูง การใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพและยาวนานถือเป็นประโยชน์ที่คุ้มค่าจากการลงทุน การดูแลบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ จะช่วยให้ระบบนั้นมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานและให้ความคุ้มค่ากับการลงทุนสูงสุด

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาชิ้นส่วน ช่วงระยะเวลา อายุการใช้งาน และราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เพื่อให้การบริหารจัดการด้านการบำรุงรักษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้แนวทางการศึกษาแบบสืบค้นเอกสาร จากตัวแทนผู้ผลิต เครื่องทำน้ำเย็นจำนวน 4 ราย ได้แก่ผู้ผลิต Trane York Carrier และ Mc Quay หอทำความเย็นจำนวน 6 รายได้แก่ผู้ผลิต Shinwa Liang-Chi Marley Nihon Spindle และ Baltimore เครื่องส่งน้ำจำนวน 6 รายได้แก่ผู้ผลิต Aurora Paco ITT Grundfos Electra และ Patterson เครื่องส่งลมเย็นจำนวน 4 รายได้แก่ผู้ผลิต Trane York Carrier และ Mc Quay โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์ความเหมือนความซ้ำ เพื่อหาปริมาณจำนวนชิ้นส่วน ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษา และข้อมูลเชิงสถิติ วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของอายุการใช้งานราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลในเรื่องของ จำนวนชิ้นส่วนอุปกรณ์ ระยะเวลาในการบำรุงรักษา อายุการใช้งาน และราคาค่าใช้จ่าย จากตัวแทนผู้ผลิตได้ของ 4 องค์ประกอบหลักสามารถแสดงผลได้ดังต่อไปนี้

1.เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล จากตัวแทนผู้ผลิตทั้ง 4 ราย สามารถสรุปผลไว้ในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CH1

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษา			อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		2 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Compressor	x		x	15	2,500,000
2	Motor Compressor	x			20	250,000
3	Evaporator	x			20	800,000
4	Condenser	x			20	800,000
5	Control & Starter Panel	x	x		10	800,000
6	Oil Pump	x			10	200,000
7	Oil Heater	x		x	10	20,000
8	Flow Switch	x			5	40,000
9	Hi - Low Pressure Sw	x			5	20,000
10	Thermometer	x			5	5,000
11	Pressure Gauge	x			5	5,000
12	Oil Filter			x	1	10,000
13	Filter Drier			x	1	10,000

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CH2

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา				อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		2 เดือน	4เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Compressor		x		x	15	3,000,000
2	Motor Compressor	x	x	x		20	300,000
3	Evaporator	x				20	1,200,000
4	Condenser	x			x	20	1,200,000
5	Control & Starter Panel		x			8	1,200,000
6	Flow Switch	x				5	44,000
7	Hi - Low Pressure Sw	x				5	22,000
8	Thermometer	x				10	2,200
9	Pressure Gauge	x				10	2,200
10	Oil Filter				x	1	3,000
11	Filter Drier				x	1	3,000
12	Insulation				x	20	60,000

ตารางที่ 5.3 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CH3

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา			อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		2 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Compressor			x	15	3,000,000
2	Motor Compressor	x		x	15	300,000
3	Evaporator	x			15	560,000
4	Condenser	x			15	580,000
5	Control & Starter Panel	x	x	x	5	951,000
6	Oil Pump			x	5	100,000
7	Flow Switch		x		5	35,000
8	Thermometer	x			5	5,000
9	Pressure Gauge	x			5	5,000
10	Filter Drier	x			1	20,000

ตารางที่ 5.4 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CH4

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา				อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		สัปดาห์	1 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Compressor	x			x	15	2,500,000
2	Motor Compressor			x	x	20	250,000
3	Evaporator		x		x	20	700,000
4	Condenser		x	x	x	20	700,000
5	Expansion Valve			x		20	50,000
6	Control & Starter Panel			x		15	900,000
7	Oil Pump			x	x	15	80,000
8	Flow Switch			x		5	40,000
9	Thermometer				x	2	2,500
10	Pressure Gauge				x	2	2,500

2.หอทำความเย็น (Cooling Tower)

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล จากตัวแทนผู้ผลิตทั้ง 6 ราย สามารถสรุปผลไว้ในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.5 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT1

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา						อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 วัน	1 สัปดาห์	1 เดือน	3 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Structure						x	10	250,000
2	Inlet Louver						x	5	13,230
3	Motor			x			x	5	186,900
4	Fan Motor	x		x		x		5	114,660
5	Belt			x				2	11,760
6	Pulley			x				5	11,450
7	Filling			x				5	154,350
8	Hot Water Basin	x	x			x		10	65,000
9	Cool Water Basin			x	x			10	85,000
10	Float Valve		x					5	10,000
11	Strainer		x					5	6,000

ตารางที่ 5.6 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT2

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา					อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 วัน	1 สัปดาห์	1 เดือน	3 เดือน	1 ปี		
1	Structure					x	10	300,000
2	Casing					x	10	120,000
3	Inlet Louver				x		10	15,000
4	Motor			x		x	10	120,000
5	Fan Motor				x		10	100,000
6	Belt			x			2	9,000
7	Pulley					x	10	20,000
8	Filling				x	x	10	120,000
9	Hot Water Basin	x		x			10	60,000
10	Cool Water Basin	x	x				10	75,000
11	Strainer			x	x		5	12,000

ตารางที่ 5.7 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT3

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา					อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 วัน	1 สัปดาห์	1 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Structure				x	x	10	280,000
2	Casing					x	20	120,000
3	Motor	x			x		10	105,000
4	Fan Motor	x		x	x	x	10	150,000
5	Belt	x			x		2	13,500
6	Pulley	x			x		5	30,000
7	Filling		x		x		5	315,000
8	Cool Water Basin	x			x	x	20	150,000
9	Float Valve				x	x	3	13,500
10	Strainer		x		x		3	7,500

ตารางที่ 5.8 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT4

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา				อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 วัน	1 เดือน	3 เดือน	1 ปี		
1	Casing				x	10	80,000
2	Inlet Louver		x			5	12,000
3	Motor			x		4	65,000
4	Fan Motor	x		x		5	150,000
5	Belt			x		4	17,000
6	Filling			x		5	90,000
7	Hot Water Basin		x	x		5	60,000
8	Cool Water Basin		x	x		5	80,000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.9 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT5

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา				อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 เดือน	3 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Structure				x	10	250,000
2	Casing				x	10	80,000
3	Inlet Louver	x				5	30,000
4	Motor		x		x	4	160,000
5	Fan Motor		x			5	150,000
6	Belt	x				4	7,500
7	Pulley	x				4	36,000
8	Filling	x				5	200,000
9	Hot Water Basin	x				5	100,000
10	Cool Water Basin	x				5	175,000
11	Float Valve			x		5	15,000
12	Strainer	x				3	8,000

ตารางที่ 5.10 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต CT6

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา				อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 เดือน	3 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Structure				x	10	224,000
2	Casing	x				20	96,000
3	Inlet Louver	x				5	32,000
4	Motor		x			10	84,000
5	Fan Motor		x			10	120,000
6	Belt	x				2	10,800
7	Pulley				x	5	24,000
8	Filling	x				5	252,000
9	Hot Water Basin			x		20	72,000
10	Cool Water Basin	x				20	120,000

3.เครื่องส่งน้ำ (Pump)

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล จากตัวแทนผู้ผลิตทั้ง 6 ราย สามารถสรุปผลไว้ในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.11 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P1

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา				อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 วัน	1 เดือน	3 เดือน	1 ปี		
1	Casing	x				10	100,000
2	Shaft Sleeve	x				5	13,000
3	Shaft			x		5	9,500
4	Bearing		x	x	x	2	7,600
5	Motor		x			2	14,000
6	EE Panel	x			x	5	50,000

ตารางที่ 5.12 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P2

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา			อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 วัน	6 เดือน	1 ปี		
1	Casing	x	x		10	100,000
2	Impeller			x	5	30,000
3	Shaft Sleeve			x	3	4,000
4	Shaft		x	x	5	10,000
5	Bearing			x	5	4,000
6	Wearing Ring			x	2	6,000
7	Seal	x		x	2	13,000
8	Motor	x			5	50,000
9	EE Panel	x			5	50,000
10	Pressure Gauge	x		x	3	1,200

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.13 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P3

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา			อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		3 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Casing	x			10	62,000
2	Shaft		x		10	8,000
3	Seal	x			3	9,500
4	Motor	x		x	10	31,000
5	EE Panel	x			10	30,000
6	Pressure Gauge	x			3	800

ตารางที่ 5.14 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P4

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา				อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 วัน	1 เดือน	3 เดือน	1 ปี		
1	Casing	x	x			10	170,000
2	Impeller				x	10	100,000
3	Shaft Sleeve				x	3	5,000
4	Shaft	x		x		10	8,000
5	Bearing			x		2	10,000
6	Wearing Ring				x	2	18,000
7	Seal	x				2	18,500
8	Motor	x				5	40,000
9	EE Panel	x				5	40,000
10	Pressure Gauge	x			x	3	5,000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.15 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P5

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา			อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		3 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Casing		x		15	150,000
2	Shaft Sleeve		x		5	10,000
3	Shaft		x		10	12,000
4	Bearing	x			2	4,000
5	Wearing Ring			x	10	13,000
6	Seal		x		2	19,000
7	CheckValve			x	5	4,500

ตารางที่ 5.16 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต P6

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา			อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 วัน	6 เดือน	1 ปี		
1	Casing	x		x	5	40,000
2	Shaft		x	x	3	10,000
3	Wearing Ring	x		x	2	6,000
4	Seal	x			1	17,500
5	Motor	x		x	5	80,000
6	Pressure Gauge	x			3	1,000

4.เครื่องส่งลมเย็น (AHU)

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล จากตัวแทนผู้ผลิตทั้ง 4 ราย สามารถสรุปผลไว้ในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.17 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต AHU1

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา		อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 เดือน	6 เดือน		
1	Fan		x	10	16,400
2	Motor		x	10	17,300
3	Cooling Coil		x	10	64,700
4	Filter	x		1	7,300
5	Belt		x	3	1,600
6	Pulley		x	10	2,000

ตารางที่ 5.18 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต AHU2

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา			อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		2 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Fan		x		8	15,000
2	Motor		x		5	5,000
3	Cooling Coil		x	x	10	25,000
4	Drain Basin	x			10	2,000
5	Filter	x			3	35,000
6	Belt	x			2	1,000
7	Casing			x	8	60,000
8	EE Panel		x		8	5,000
9	Room Thermostat		x		5	1,200
10	Control Valve		x		8	5,000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.19 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต AHU3

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา		อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 เดือน	1 ปี		
1	Fan		x	10	15,000
2	Motor		x	5	12,000
3	Cooling Coil	x	x	10	50,000
4	Drain Basin	x	x	10	5,000
5	Filter	x	x	2	25,000
6	Belt		x	2	1,500
7	Casing		x	10	50,000
8	EE Panel		x	10	8,000

ตารางที่ 5.20 ข้อมูลการศึกษาจากตัวแทนผู้ผลิต AHU4

ลำดับ	ชิ้นส่วน	ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา					อายุการใช้งาน (ปี)	ราคา (บาท)
		1 สัปดาห์	1 เดือน	3 เดือน	6 เดือน	1 ปี		
1	Fan	x			x		10	14,000
2	Motor				x		10	16,000
3	Cooling Coil	x				x	10	60,000
4	Drain Basin		x			x	10	4,000
5	Filter		x	x			1	8,000
6	Belt		x	x			2	1,200
7	Casing		x	x			10	40,000
8	EE Panel			x	x		5	5,000

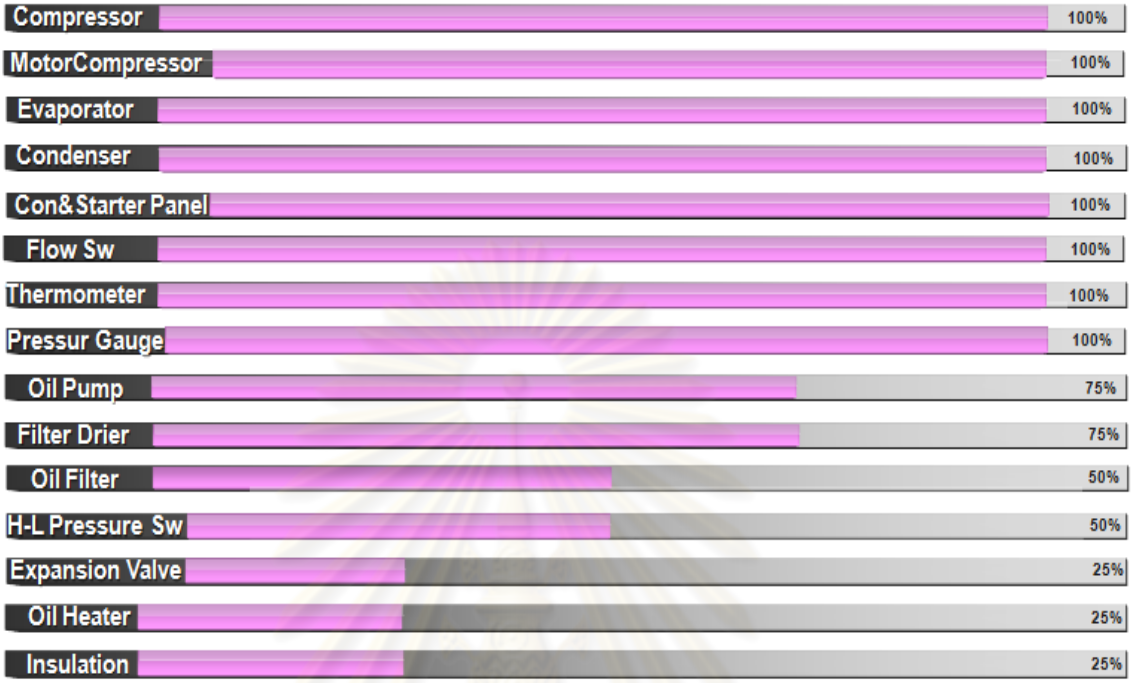
5.2 อภิปรายผลการศึกษา

ข้อค้นพบที่ได้จากการศึกษา การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม ในเรื่องของชิ้นส่วนที่ทำการบำรุงรักษา และช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษา อายุการใช้งานของชิ้นส่วน และราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.1ความสำคัญของชิ้นส่วนในการบำรุงรักษา

จากแนวคิดในเรื่องของการหาชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศแบบรวม พบว่าสามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของตัวแทนผู้ผลิตต่างรายที่ให้ความสำคัญของชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาที่เหมือนและแตกต่างกันนำมาจัดกลุ่มเรียงลำดับความสำคัญ ดังแสดงไว้ในรูปต่อไปนี้

รูปที่ 5.1 ความสำคัญของชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องทำน้ำเย็น



รูปที่ 5.2 ความสำคัญของชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของหอทำความเย็น

รูปที่ 5.3 ความสำคัญของชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องส่งน้ำ

รูปที่ 5.4 ความสำคัญของชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาของเครื่องส่งลมเย็น

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นพบว่าผู้ผลิตต่างรายได้ให้ความสำคัญที่เหมือนกันและแตกต่างกันเพราะเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญกับการทำงานของอุปกรณ์หลักตามลำดับ หากชิ้นส่วนสำคัญที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นเกิดความชำรุดทำงานบ่งพร่องก็จะส่งผลทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ทั้งในระยะสั้นและในระยะยาว ในระยะสั้นนั้นจะทำให้เกิดการขัดข้องในการทำงานอันจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานต่ำลงหรืออาจทำให้อุปกรณ์ชำรุดหยุดการทำงานโดยทันทีอันจะส่งผลกับระบบและผู้ใช้งาน ในระยะยาวจะส่งผลทำให้อายุในการใช้งานสั้นลงกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งทำให้เกิดความไม่คุ้มค่าในการลงทุน ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรให้ความสำคัญกับชิ้นส่วนที่ควรดูแลบำรุงรักษาอย่างเป็นประจำด้วยความสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์

5.2.2 รูปแบบการบำรุงรักษา

จากแนวคิดในการหาช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาพบว่าการบำรุงรักษาในช่วงการใช้งานปกติของระบบปรับอากาศแบบรวมเป็นช่วงที่อัตราการชำรุดค่อนข้างคงที่ ซึ่งสามารถทำการบำรุงรักษาตามการเสื่อมสภาพได้จากช่วงระยะเวลาการทำงานเป็นชั่วโมงหรือระยะเวลาการทำงานเป็นรายปีพบรูปแบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอยู่ 3 รูปแบบ ดังนี้

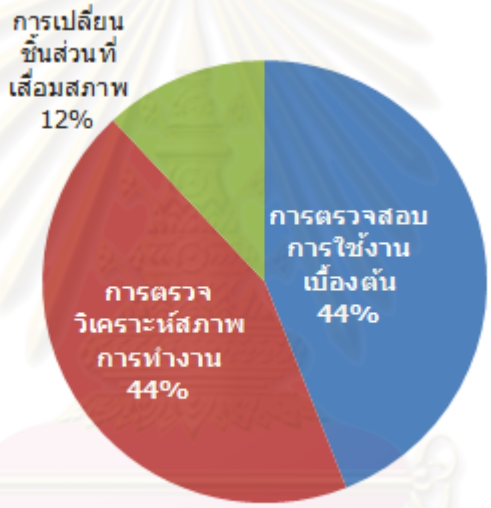
1.การตรวจสอบการใช้งานเบื้องต้น

2.การตรวจเช็คการทำงานเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์สภาพการทำงาน

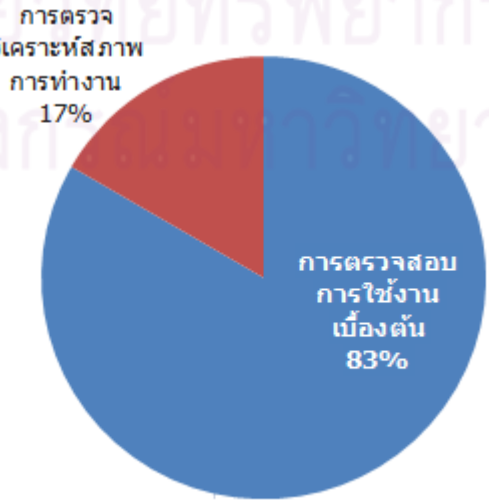
3.การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพหมดอายุในการใช้งาน

โดยสามารถสรุปผลสัดส่วนในการบำรุงรักษากับอุปกรณ์หลักได้ดังนี้

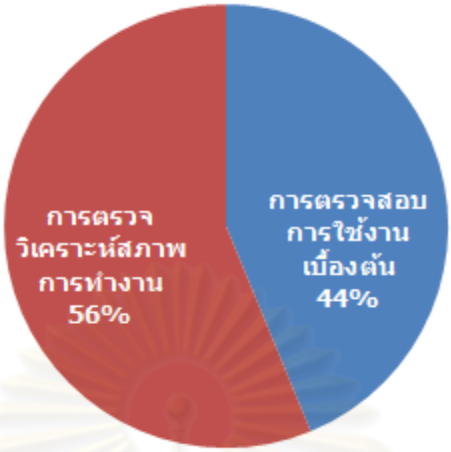
แผนภูมิที่ 5.1 แสดงสัดส่วนรูปแบบการบำรุงรักษาชิ้นส่วนของเครื่องทำน้ำเย็น



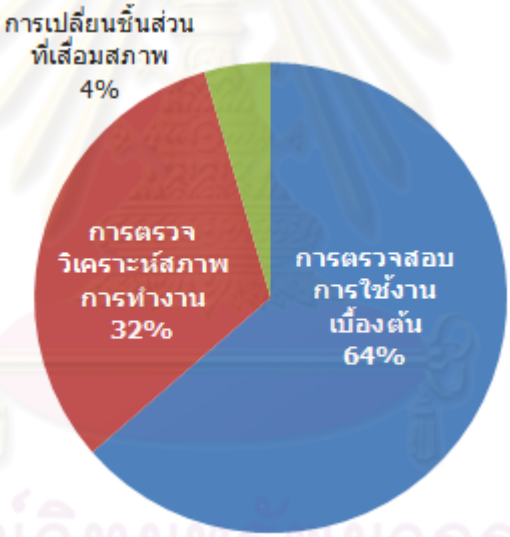
แผนภูมิที่ 5.2 แสดงสัดส่วนรูปแบบการบำรุงรักษาชิ้นส่วนของหอทำความเย็น



แผนภูมิที่ 5.3 แสดงสัดส่วนรูปแบบการบำรุงรักษาชิ้นส่วนของเครื่องส่งน้ำ



แผนภูมิที่ 5.4 แสดงสัดส่วนรูปแบบการบำรุงรักษาชิ้นส่วนเครื่องส่งลมเย็น



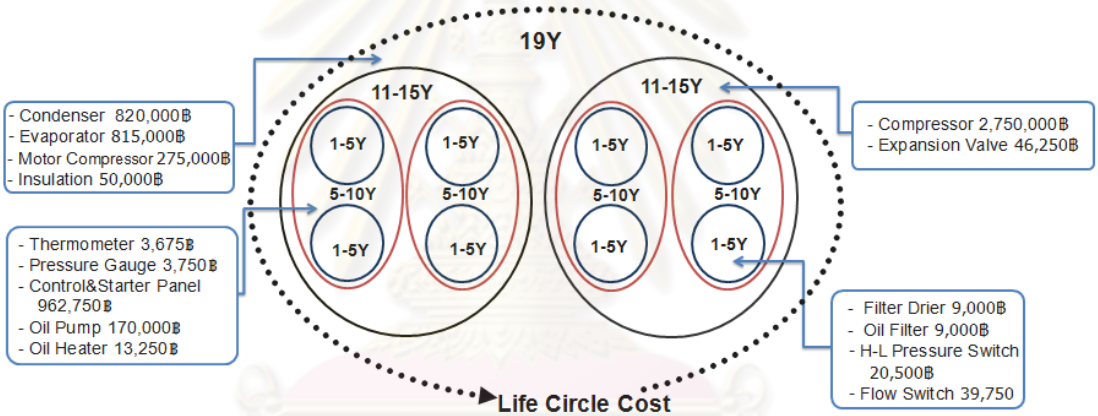
จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นพบว่าส่วนใหญ่พบการบำรุงรักษาเบื้องต้นมากที่สุด อาทิเช่น การตรวจสอบและเติมจาระบีลูกปืน การทำความสะอาด และการขัวขั้วต่อสายไฟให้แน่น เป็นต้น การบำรุงรักษารูปแบบนี้สามารถใช้ผู้ปฏิบัติที่อยู่ประจำอาคารทำการบำรุงรักษาได้ ซึ่งไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มในการบำรุงรักษา การบำรุงรักษารูปแบบวิเคราะห์สภาพการทำงาน อาทิเช่น การตรวจสอบการทำงานของ Compressor การตรวจสอบคุณภาพของน้ำ การตรวจความหนาของตะกรันภายในท่อ Condenser เป็นต้น การบำรุงรักษารูปแบบนี้ จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญจากภายนอกไม่ว่าจะเป็นจากตัวแทนผู้ผลิต จากผู้รับเหมาภายนอก ซึ่งจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการบำรุงรักษา การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่หมดสภาพ อายุการใช้งาน อาทิเช่น การเปลี่ยน Oil Filter Filter Drier น้ำมันหล่อลื่นของ Compressor เป็นต้น เป็นการเปลี่ยนตามอายุการใช้งาน การปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิง

ป้องกันทั้ง 3 รูปแบบควรปฏิบัติอยู่เป็นประจำด้วยความสม่ำเสมอเพื่อชะลอการเสื่อมสภาพหรือการสึกหรอของชิ้นส่วนให้มีอายุการใช้งานในช่วงการใช้งานปกติ ให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีและยาวนานที่สุด

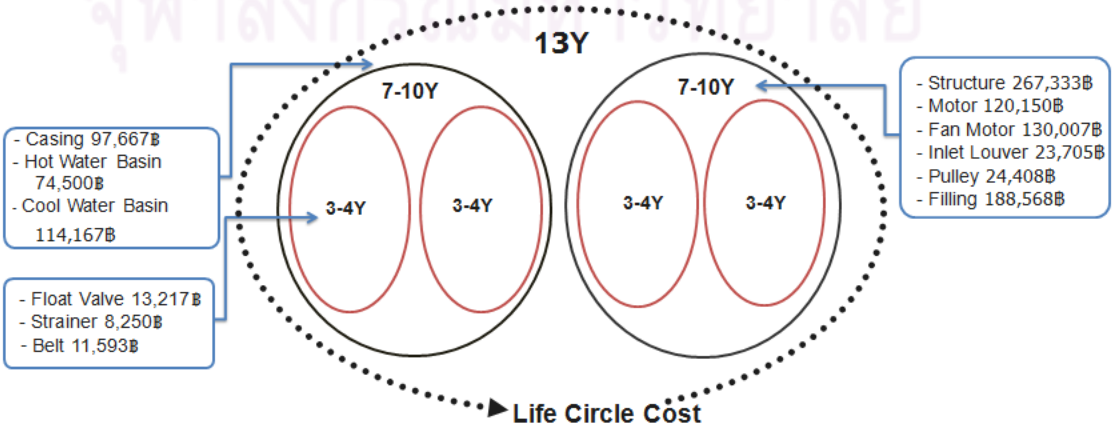
5.2.3 อายุการใช้งานและค่าใช้จ่าย

จากแนวคิดในการหาอายุและราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาพบว่าสามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยอายุการใช้งานของชิ้นส่วน นำมากำหนดรอบของการบำรุงรักษาเชิงปรับปรุงแก้ไขเพื่อป้องกันการเกิดการชำรุดล่วงหน้าของชิ้นส่วนประกอบการทำงานของอุปกรณ์ รวมไปถึงการนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยของชิ้นส่วน เพื่อเป็นนำมาเป็นแนวทางในการวางแผนการบำรุงรักษาล่วงหน้าในการบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของการทำงาน และอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ดังแสดงไว้ในรูปต่อไปนี้

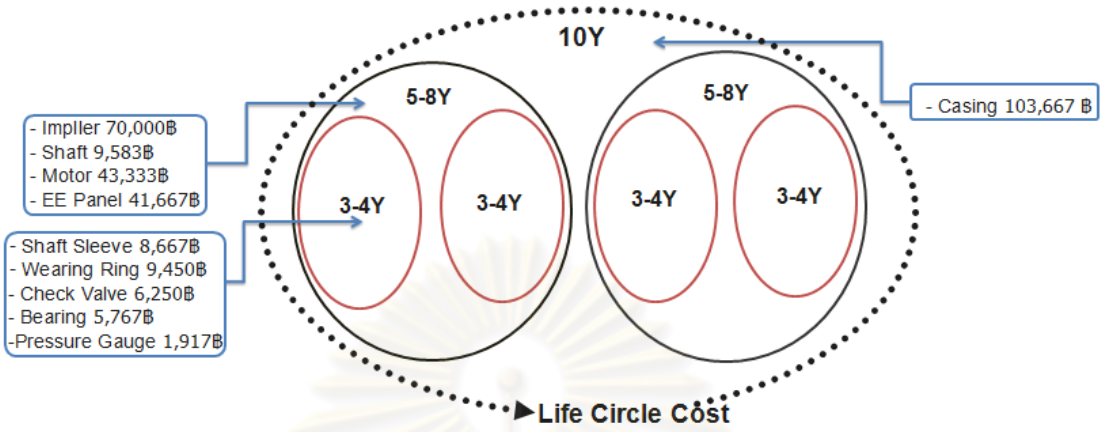
รูปที่ 5.5 ราคาค่าใช้จ่ายตามรอบอายุการใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็น



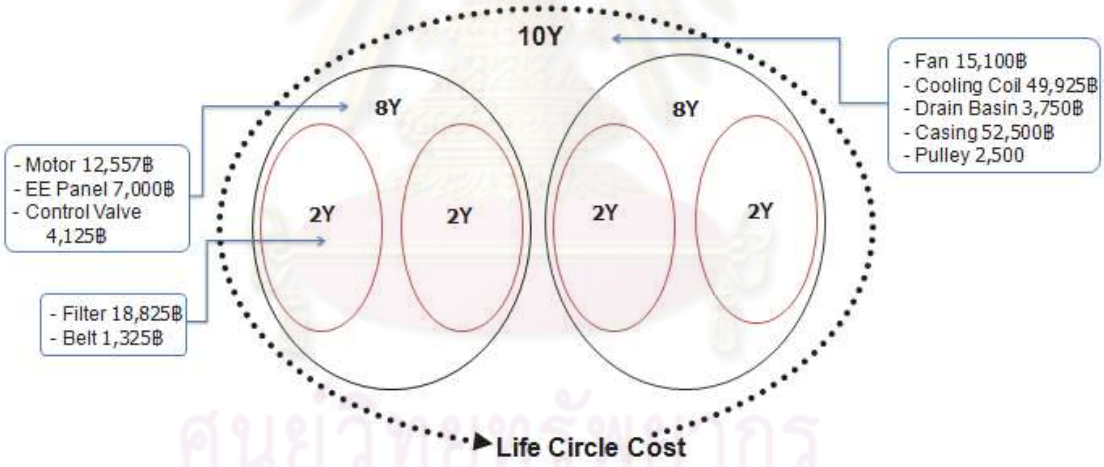
รูปที่ 5.6 ราคาค่าใช้จ่ายตามรอบอายุการใช้งานของหอทำความเย็น



รูปที่ 5.7 ราคาค่าใช้จ่ายตามรอบอายุการใช้งานของเครื่องส่งน้ำ



รูปที่ 5.8 ราคาค่าใช้จ่ายตามรอบอายุการใช้งานของเครื่องส่งลมเย็น



จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นพบว่าอายุการใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็น(Chiller) มีอายุการใช้งานที่นานที่สุด คือ 19 ปี หอทำความเย็น(Cooling Tower) มีอายุการใช้งาน 13 ปี เครื่องส่งน้ำ (Pump)มีอายุการใช้งาน 10 ปี และเครื่องส่งลมเย็น (AHU)มีอายุการใช้งาน 10 ปี ทำให้สรุปได้ว่าใน 1 รอบใหญ่ของระบบปรับอากาศแบบรวม จะต้องมีการเปลี่ยนอุปกรณ์หลักทั้ง 3 ส่วนประมาณ 2 รอบ ทำให้เกิดการลงทุนของอุปกรณ์ที่กล่าวมา ซึ่งพบว่ามีราคาที่สูงในการลงทุน แต่อย่างไรก็ตาม หากมีการวางแผนการบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ เพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ดังกล่าว ก็จะทำให้สามารถลดต้นทุนในส่วนนี้ลงได้ และทำให้เกิดการใช้งานของอุปกรณ์ได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

จากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษามีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1.ผู้ศึกษาพบว่าผู้ผลิตแต่ละรายนั้น ทำการผลิต เครื่องจักร-อุปกรณ์ ของตนเอง ที่แตกต่างกัน ทั้งในเรื่องของชิ้นส่วน ,อายุการใช้งาน เพราะฉะนั้นผู้บริหารอาคารควรให้ความสำคัญกับคู่มือและแนวทางของผู้ผลิตในแต่ละราย มากกว่าประสบการณ์ของตนเอง

2.ผู้ศึกษานั้นพบว่าราคาของชิ้นส่วนของผู้ผลิตแต่ละราย มีความแตกต่างกันที่ค่อนข้างสูง เพราะฉะนั้นผู้บริหารอาคารควรให้ความสำคัญกับแผนการบำรุงรักษาและประวัติของการบำรุงรักษา เพื่อที่จะนำประวัติมาประกอบกับแผนงานในการจัดตั้งงบประมาณ

โดยสามารถสรุปผลการศึกษา ดังแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.21 สรุปชิ้นส่วน ระยะเวลา อายุการใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น

ชิ้นส่วน	วิธีการบำรุงรักษา			ช่วงระยะเวลา			อายุการใช้งานชิ้นส่วน (ปี) : ราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วน (บาท)						
	การตรวจสอบการใช้งานเบื้องต้น	การตรวจวิเคราะห์สภาพการทำงาน	การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพ	2 เดือน	6เดือน	1 ปี	1	5	6	10	11	15	19
Compressor	ตรวจเช็คระบบน้ำมันและสารทำความเย็น	ตรวจสอบการทำงาน	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น	X		X X						2,750,000	
Motor Compressor	ขันขั้วต่อต่างๆให้แน่น	ตรวจสอบการทำงาน บาลานซ์กระแสไฟฟ้า		X	X X								275,000
Evaporator	ตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำเข้า - ออก	ตรวจคุณภาพของน้ำ		X	X								815,000
Condenser	ตรวจเช็คอัตราการไหลของน้ำเข้า - ออก	ตรวจคุณภาพของน้ำ ตรวจความหนาของตะกรันภายในท่อ		X	X	X							820,000
Expansion Valve		ตรวจสอบและประเมินการทำงาน			X							46,250	
Oil Pump		ตรวจเช็คการทำงาน			X						170,000		
Oil Filter			เปลี่ยน Oil Filter			X	9,000						
Oil Heater	ขันขั้วต่อต่าง ๆ ให้แน่น	ตรวจสอบการทำงาน		X X							13,250		
Filter Drier			เปลี่ยน Filter Drier			X	9,000						
Control & Starter Panel	ทำความสะอาด	ตรวจเช็คแรงดันและกระแสไฟ ตรวจเช็คการทำงาน		X X	X						962,750		
Flow Switch	ตรวจสอบอัตราการไหลน้ำ				X		39,750						
Hi - Low Pressure Switch	ตรวจสอบแรงดันการทำงาน			X			20,500						
Thermometer	ตรวจวัดค่าอุณหภูมิเข้า - ออก			X							14,700		
Pressure Gauge	ตรวจวัดค่าแรงดันน้ำเข้า - ออก			X							16,700		
Insulation	ตรวจสอบสภาพของฉนวน					X							50,000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.22 สรุปชิ้นส่วน ระยะเวลา อายุการใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาหอทำความเย็น

ชิ้นส่วน	วิธีการบำรุงรักษา			ระยะเวลาการบำรุงรักษา						อายุการใช้งานชิ้นส่วน (ปี) : ราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วน (บาท)					
	การตรวจสอบการใช้งานเบื้องต้น	**การตรวจวิเคราะห์สภาพการทำงาน**	**การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพ**	ทุกวัน	ทุกสัปดาห์	1 เดือน	3 เดือน	6เดือน	1 ปี	3	4	7	8	10	13
Casing	ทำความสะอาด ตรวจสอบสภาพการทำงาน								X X						97,667
Motor	ตรวจจาระบีหล่อลื่นลูกปืน	ตรวจเช็คการทำงาน					X X						120,150		
Fan Motor	ทำความสะอาด ตรวจเช็คความแน่นหนา	ตรวจเช็คการทำงาน					X X	X					130,777		
Filling	ตรวจเช็คการอุดตันของการจ่ายน้ำ					X						188,558			
Inlet Louver	ตรวจเช็คสภาพการใช้งาน ทำความสะอาด					X X						23,705			
Hot Water Basin	ตรวจเช็คระดับน้ำ ตรวจเช็คความสะอาด			X			X					74,500			
Cool Water Basin	ตรวจเช็คการรั่วของถาด ทำความสะอาด							X X							114,167
Belt		ตรวจเช็คความตึงและปรับตั้งสายพาน				X				11,593					
Pulley	ตรวจเช็คสภาพการทำงาน					X						24,408			
Strainer		ตรวจสอบสภาพทั่วไป			X					8,250					
Structure Part	ตรวจสภาพการทำงาน								X					267,333	
Float Valve		ตรวจเช็คการทำงาน , ความสะอาด						X		13,217	13,217				

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.23 สรุปชิ้นส่วน ระยะเวลา อายุการใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องส่งน้ำ

ชิ้นส่วน	วิธีการบำรุงรักษา			ระยะเวลาการบำรุงรักษา				อายุการใช้งานชิ้นส่วน (ปี) : ราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วน (บาท)					
	การตรวจสอบการใช้งานเบื้องต้น	การตรวจวิเคราะห์สภาพการทำงาน	การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพ	ทุกวัน	3 เดือน	6เดือน	1 ปี	2	3	4	7	8	10
Casing	ตรวจเช็คสภาพทั่วไป			X									103,667
Impeller	ตรวจสอบสภาพการทำงาน						X					70,000	
Shaft		ตรวจเช็ค Alignment				X				9,583			
Shaft Sleeve		ตรวจเช็ดการสึกหรอ					X			8,667			
Bearing	ตรวจและเติมจาระบีลูกปืน เปลี่ยนจาระบี				X		X		5,765				
Wearing Ring		ตรวจเช็คสภาพการสึกหรอ					X			9,450			
Seal	ตรวจเช็คสภาพการทำงาน			X				16,233					
Motor		ตรวจวัดแรงดัน,กระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิ ตรวจเช็คค่าความเป็นฉนวน		X			X				43,333		
EE Panel		ตรวจเช็คแรงดัน,กระแสไฟฟ้าและ อุณหภูมิ		X							41,667		
Pressure Gauge	ตรวจเช็คแรงดันของน้ำ	ตรวจเช็คและปรับตั้ง		X			X		1,917				
Valve	ตรวจเช็คการทำงาน										6,250		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.24 สรุปชิ้นส่วน ระยะเวลา อายุการใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็น

ชิ้นส่วน	วิธีการบำรุงรักษา			ระยะเวลาการบำรุงรักษา			อายุการใช้งานชิ้นส่วน (ปี) : ราคาค่าใช้จ่ายของชิ้นส่วน (บาท)			
	การตรวจสอบการใช้งานเบื้องต้น	การตรวจวิเคราะห์สภาพการทำงาน	การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพ	1 เดือน	6 เดือน	1ปี	2	7	8	10
Fan	ทำความสะอาด	ตรวจเช็คสภาพการทำงาน ตรวจเช็คสภาพการสึกหรอและจารบีของลูกปืน			X X X					15,100
Cooling Coil	ตรวจการรั่วไหล ทำความสะอาด				X X					49,925
Motor	ตรวจขั้วต่อสายไฟ ทำความสะอาด	ตรวจเช็คการทำงาน			X X X				12,575	
Fillter	ทำความสะอาด		เปลี่ยน	X		X	18,825			
Drain Basin	ตรวจเช็คทำความสะอาด - ตรวจเช็คสิ่งอุดตัน					X				3,750
Casing	ตรวจเช็คสภาพและทำความสะอาด					X				52,500
Belt		ตรวจเช็คการสึกหรอและความตึงของสายพาน		X			1,325			
EE Panel	ทำความสะอาด ตรวจเช็คความปลอดภัยของจุดต่อสายไฟ	เช็คการทำงานของระบบคอนโทรล			X X	X			7,000	
Pulley	ตรวจสภาพการทำงานและทำความสะอาด			X						2,500
Control Valve	ตรวจสอบการทำงาน				X				4,125	
Room Thermostat	ตรวจสอบการทำงาน				X			1,425		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

การศึกษานี้ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาเฉพาะการบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็นชนิด Centrifugal Compressor ขนาด 500 ตัน ซึ่งส่วนใหญ่พบมากในการใช้งานกับอาคารทั่วไป แต่อย่างไรก็ตามยังมีเครื่องทำน้ำเย็นชนิดอื่นอีกเช่น ชนิด Screw Compressor ที่มีขนาดต่ำกว่า 500 ตัน แต่มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีตามการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิต ผู้ศึกษาจึงเสนอแนะให้ผู้ที่สนใจได้ทำการศึกษาเครื่องทำน้ำเย็นชนิดนี้ต่อไป

5.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1.ได้รับการรวบรวมข้อมูลที่มาจากตัวแทนผู้ผลิตหลายรายในระบบปรับอากาศแบบรวม เพื่อนำมาจัดเป็นหมวดหมู่ในเรื่องของชิ้นส่วน ระยะเวลาการบำรุงรักษา อายุการใช้งาน และราคาค่าใช้จ่าย ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำมาใช้งานได้ ที่ผู้บริหารอาคารสามารถนำไปใช้เป็นคู่มือในการดูแลบำรุงรักษา

2.เป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจ เพื่อนำไปต่อยอดองค์ความรู้ในการศึกษาระบบปรับอากาศประเภทอื่นๆ

5.6 ปัญหา และข้อจำกัดในการศึกษา

1.การศึกษาในครั้งนี้ ศึกษาจากคู่มือและแนวทางการบำรุงรักษาจากตัวแทนผู้ผลิต ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลที่จัดทำไว้เพื่อลูกค้าที่ใช้ผลิตภัณฑ์ของตัวแทนผู้ผลิตเท่านั้น

2.การศึกษาในครั้งนี้ต้องเก็บข้อมูลจากตัวแทนผู้ผลิต ซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องขอความอนุเคราะห์จากตัวแทนจำหน่ายที่ไม่สามารถขอให้ครบตามความจุดประสงค์การวิจัยภายในครั้งเดียว ทำให้ต้องขอความอนุเคราะห์ 2 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างนานเพราะเป็นข้อมูลบางข้อมูลต้องได้รับการอนุญาตจากบุคคลที่มีตำแหน่งระดับสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกชา ธีระโกเมน. เกียรติ อัชรพงศ์. วันชัย บัณฑิตกฤษดา. วิโรจน์ ตั้งธนาพลกุล. และ สุรสิทธิ์ ทองจินทรัพย์. **ความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ**. กรุงเทพ : เอ็มแอนด์อี, 2540.

จักรพันธ์ ภวังค์คะรัตน์. งานระบบในอาคารสำนักงาน. **เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม คณะสถาปัตกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 19 มกราคม 2552**. เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่.

ชูชัย ต.ศิริวัฒนา. **การทำความเย็นและการปรับอากาศ**. พิมพ์ครั้งที่ 9, กรุงเทพ : ส.ส.ท, 2548.

ชัยสวัสดิ์ เทียนวิบูลย์. **การทำความเย็นและปรับอากาศ**. นนทบุรี : โรงพิมพ์ ก.วิวรรธน์, 2523.

ไพบูลย์ หังสพฤกษ์. ดร.เฮอิโซ ไซโต. **การปรับอากาศ**. กรุงเทพ : สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ, 2523.

วินัย เวชวิทยาขลัง. **ระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงปฏิบัติ**. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพ : เอ็มแอนด์อี, 2550.

สมศักดิ์ สุโมตยกุล. **เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ**. กรุงเทพ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น , 2533.

สุชา อารี.ความรู้เรื่องระบบปรับอากาศสำหรับสถาปนิก 2. **บทความประกอบหนังสือเครื่องปรับอากาศ**. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2527.

สุพัฒน์ เซียศิริวัฒนา. วัฒนา เชียงกูล. และเกรียงไกร ดำรงรัตน์. **สัมฤทธิผลของงานบำรุงรักษา**. กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น 2549.

สุรพล ราษฎร์นุ้ย. **วิศวกรรมการบำรุงรักษา**. กรุงเทพ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2545.

เสริชย์ โชติพานิช. **การบริหารทรัพยากรกายภาพ : หลักการและทฤษฎี**. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

สุรพล พฤกษพานิช. **การปรับอากาศ : หลักการและระบบ**. กรุงเทพ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์, 2529.

อนุวัตร เชื้อพิบูลย์. **ระบบท่อ วาล์ว ปั๊ม**. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพ : เอ็มแอนด์อี, 2546.

ภาษาอังกฤษ

Gregory H.Magee. **Facility Maintenance Management**. USA : R.S. Mean Company,1988

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ค่าเฉลี่ย อายุ และราคาของชิ้นส่วนประกอบการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น หอทำความเย็น เครื่องส่งน้ำ และเครื่องส่งลมเย็น

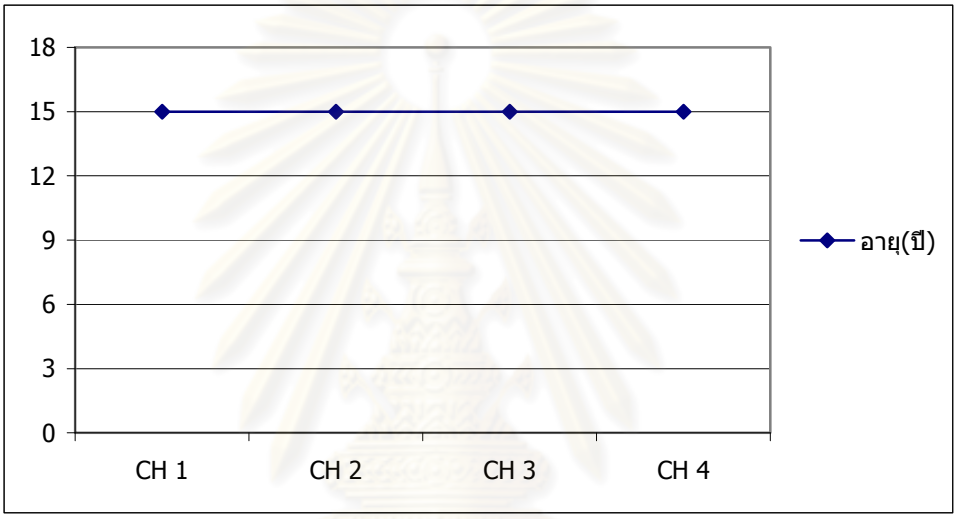
1. วิเคราะห์อายุการใช้งานของชิ้นส่วน

1.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

ชิ้นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

Compressor

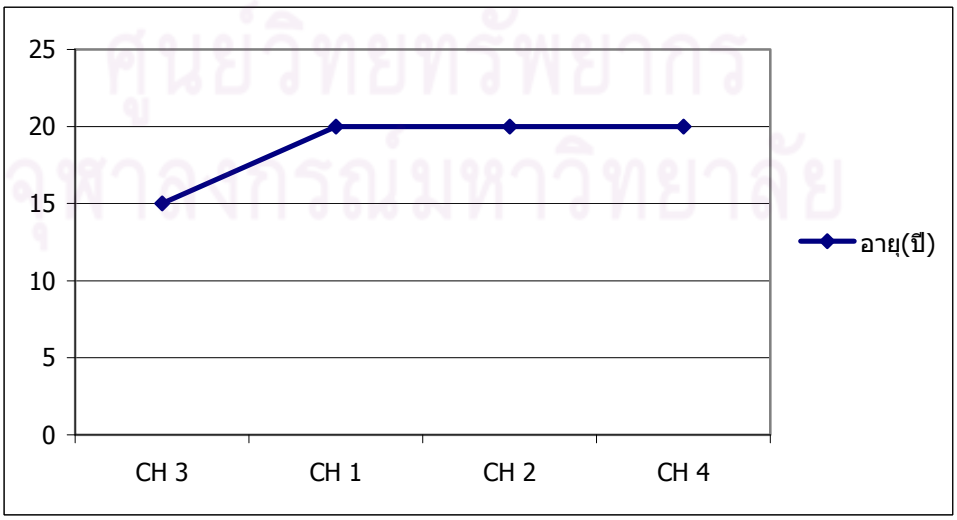
ข้อมูลอายุการใช้งาน Compressor จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 15 ปี

Motor Compressor

ข้อมูลอายุการใช้งาน Motor Compressor จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต

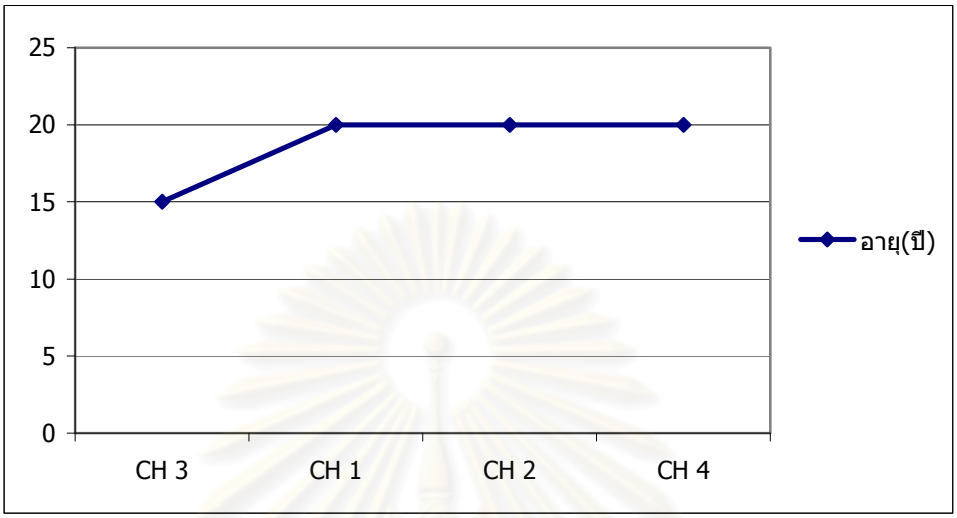


จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 19 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Evaporator

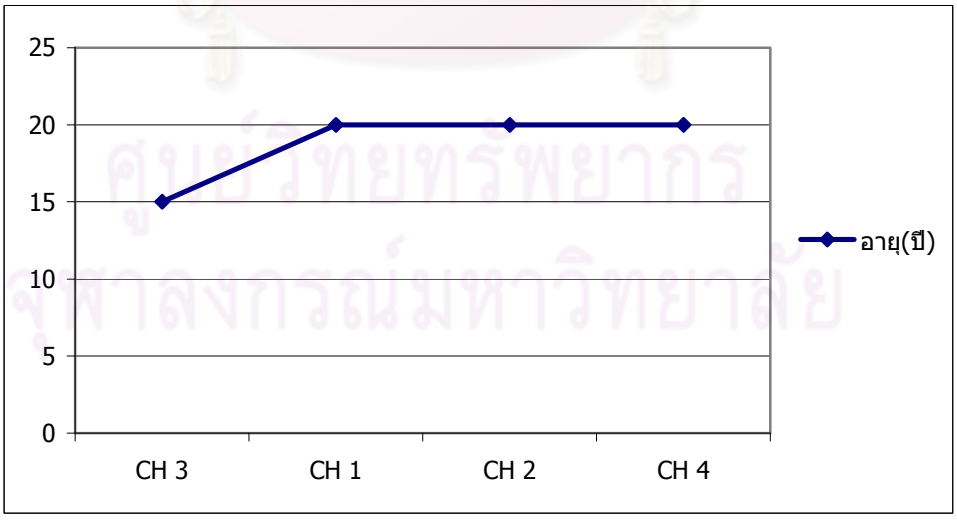
ข้อมูลอายุการใช้งาน Evaporator จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 15 ปี

Condenser

ข้อมูลอายุการใช้งาน Condenser จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต

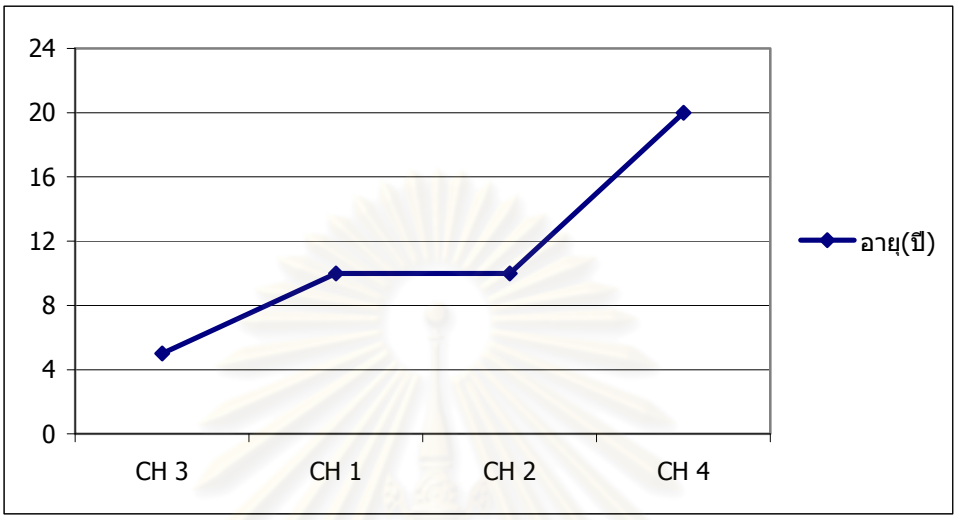


จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 19 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วาล์วลดแรงดัน (Expansion Valve)

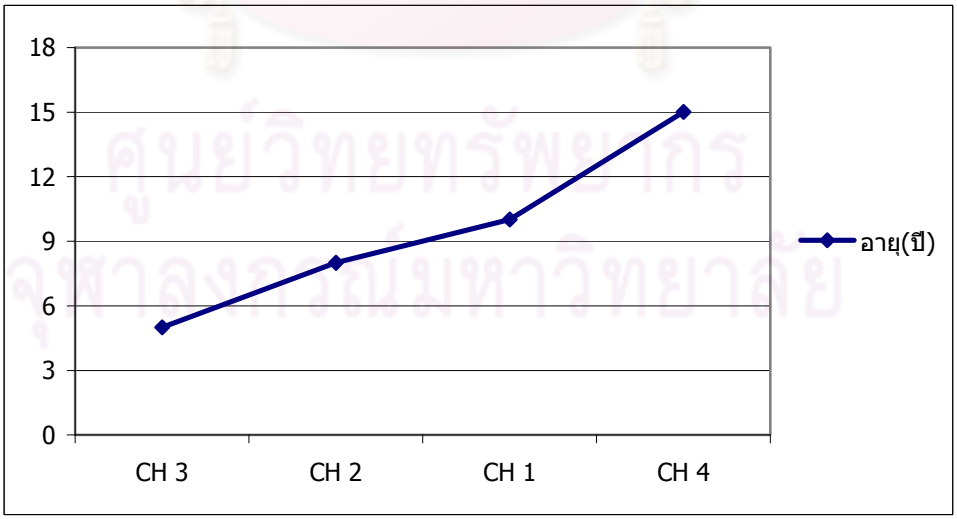
ข้อมูลอายุการใช้งาน Expansion Valve จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 11 ปี

Control & Starter Panel

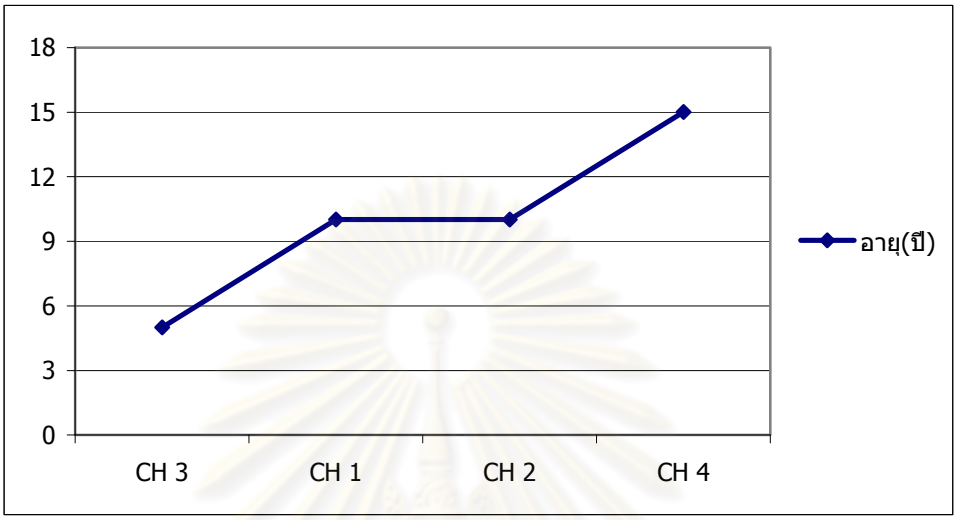
ข้อมูลอายุการใช้งาน Control & Starter Panel จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี

Oil Pump

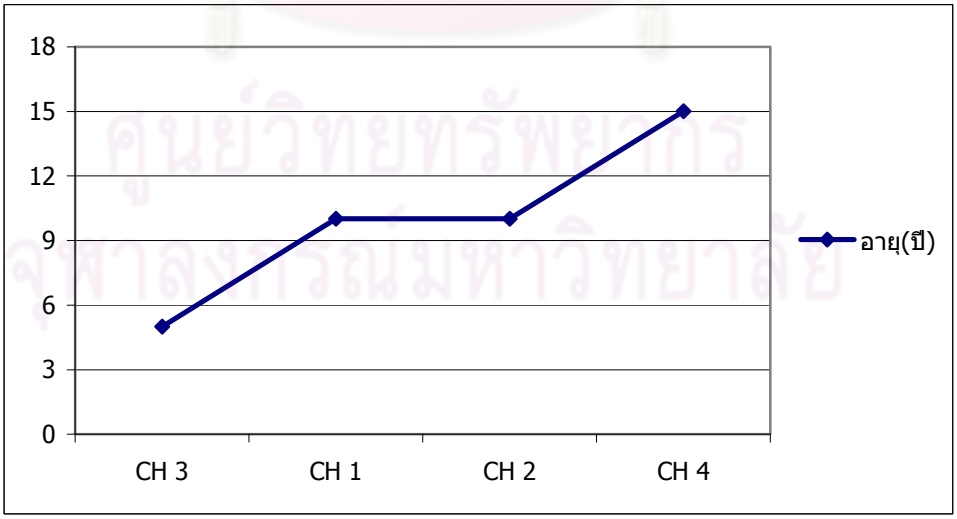
ข้อมูลอายุการใช้งาน Oil Pump จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี

Oil Heater

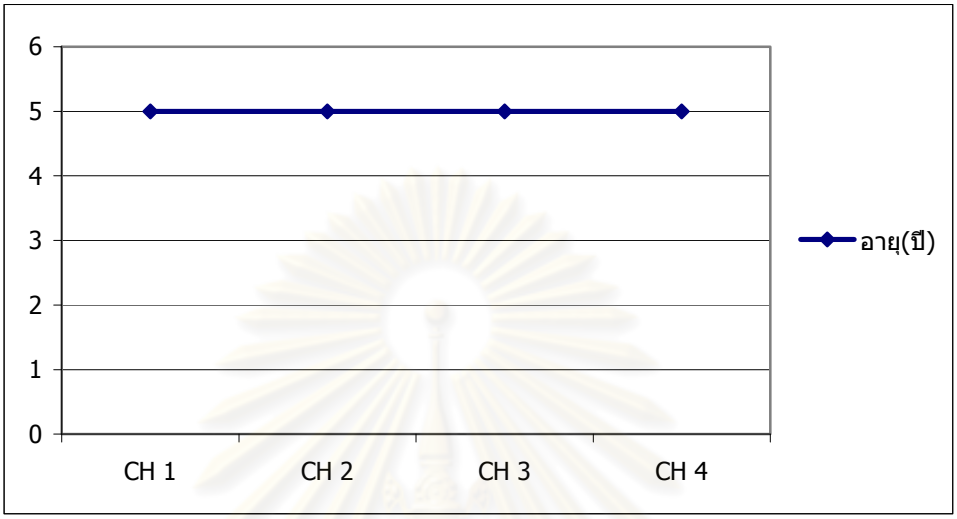
ข้อมูลอายุการใช้งาน Oil Heater จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี

Flow Switch

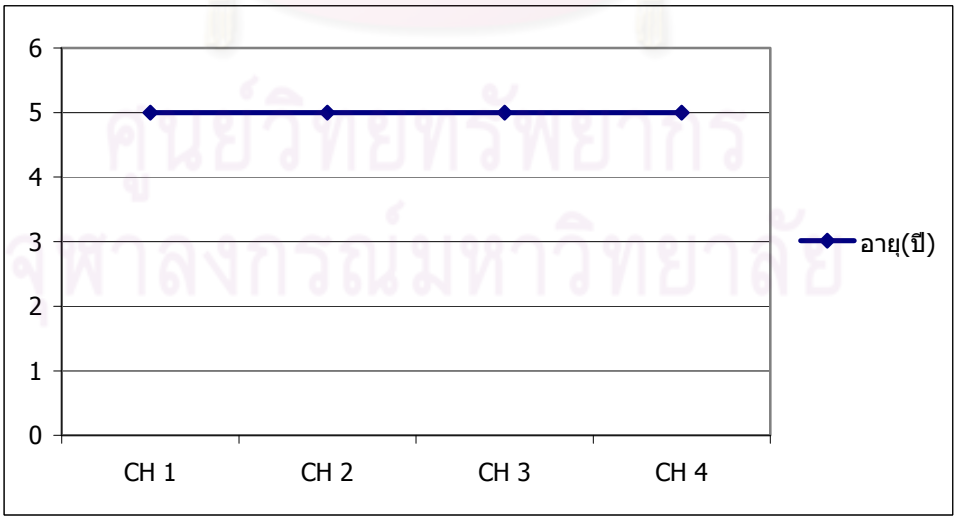
ข้อมูลอายุการใช้งาน Flow Switch จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 5 ปี

High - Low Pressure Switch

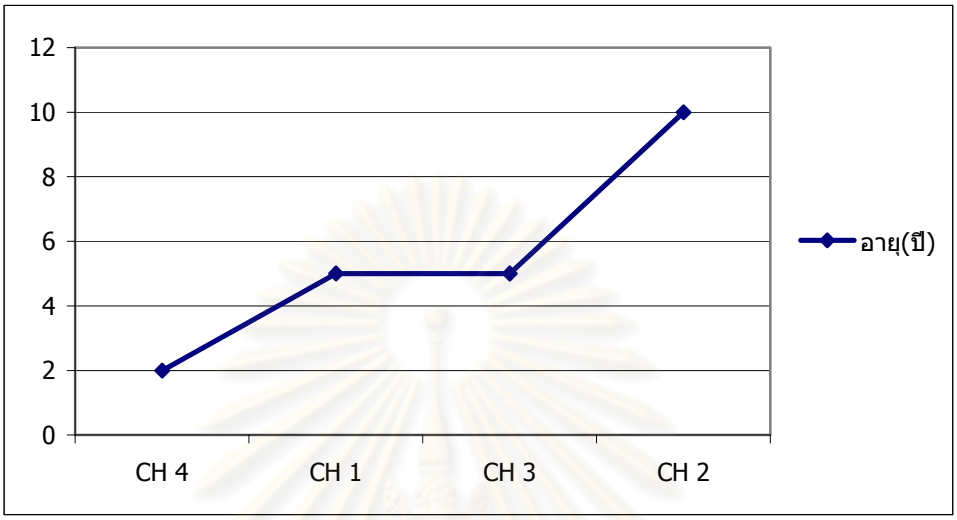
ข้อมูลอายุการใช้งาน High - Low Pressure Switch จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 5 ปี

Thermometer

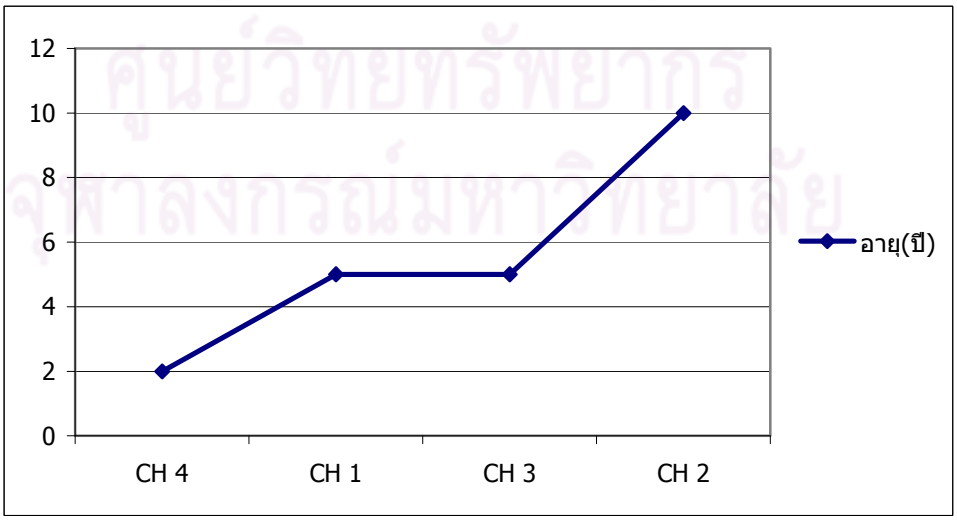
ข้อมูลอายุการใช้งาน Thermometer จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 6 ปี

Pressure Gauge

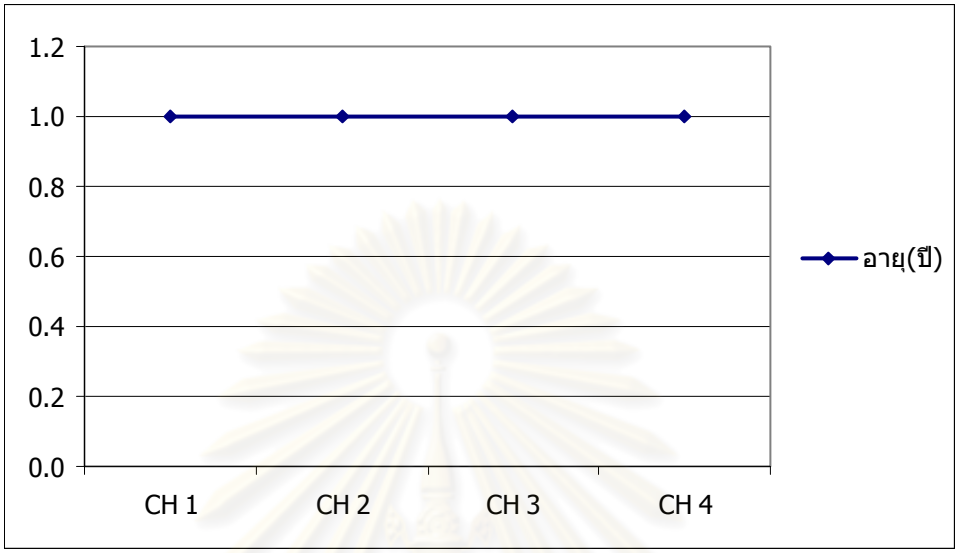
ข้อมูลอายุการใช้งาน Pressure Gauge จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 6 ปี

Oil Filter

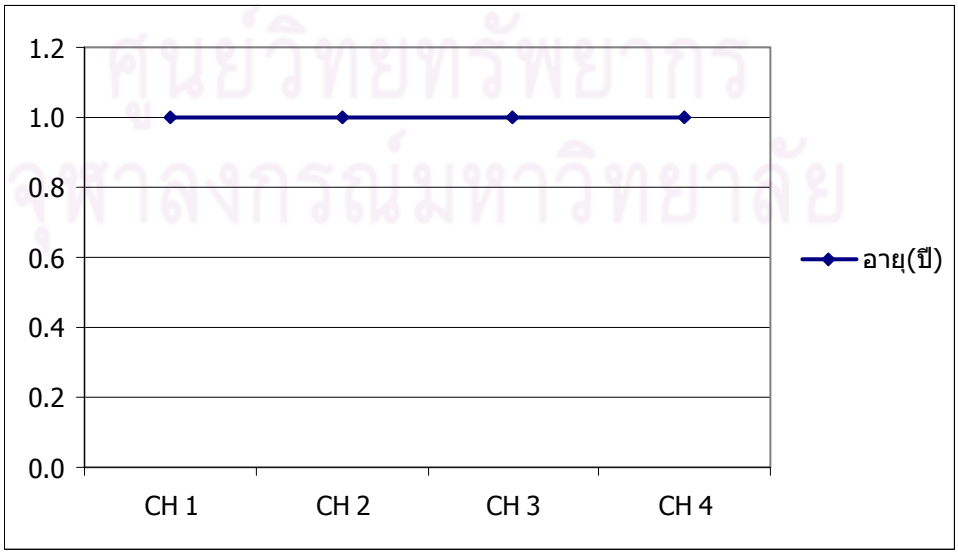
ข้อมูลอายุการใช้งาน Oil Filter จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 1 ปี

อุปกรณ์กรองความชื้น (Filer Drier)

ข้อมูลอายุการใช้งาน Filer Drier จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต

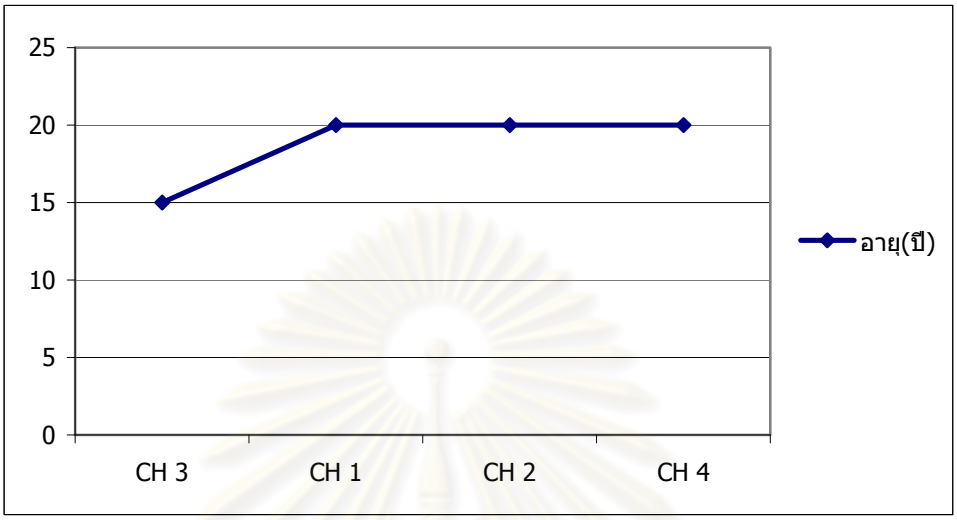


จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 1 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉนวนหุ้มตัวเครื่อง (Insulation)

ข้อมูลอายุการใช้งาน ฉนวนหุ้มตัวเครื่อง จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



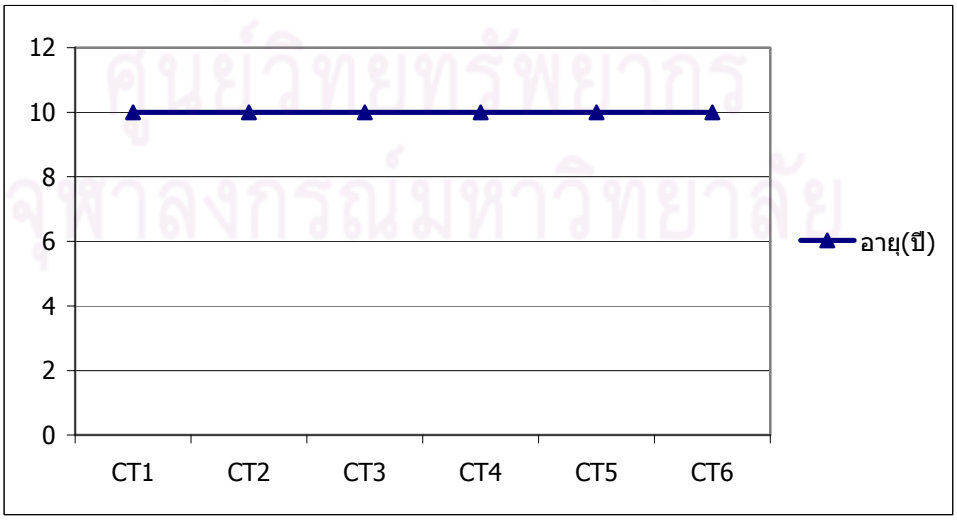
จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 19 ปี

1.2 **หอทำความเย็น** (Cooling Tower)

ชิ้นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

โครงสร้าง (Structure)

ข้อมูลอายุการใช้งาน โครงสร้าง จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต

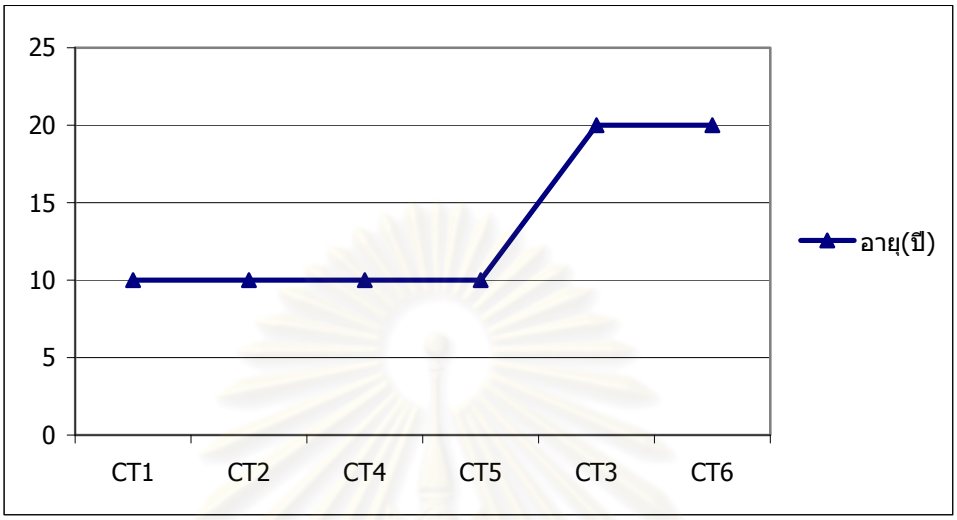


จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวถัง (Casing)

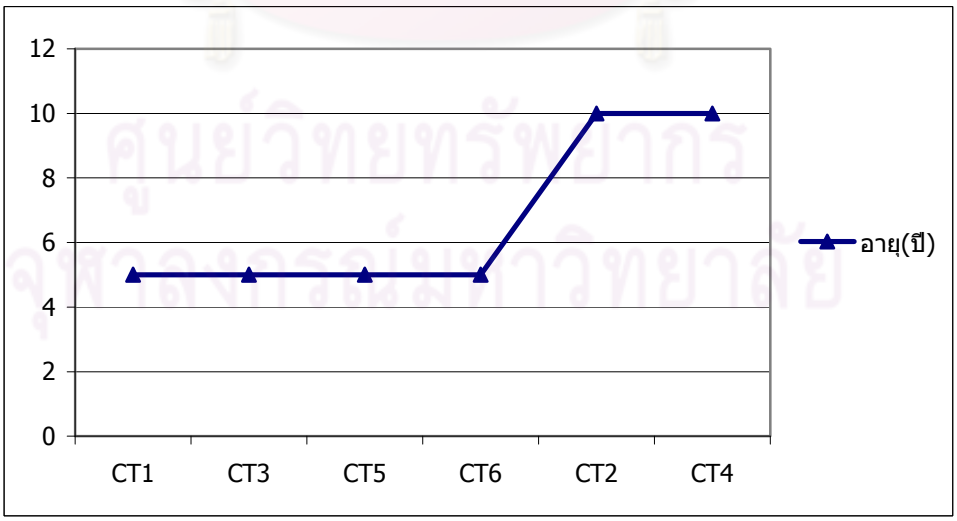
ข้อมูลอายุการใช้งาน ตัวถัง จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 13 ปี

ช่องลมเข้า (Inlet Louver)

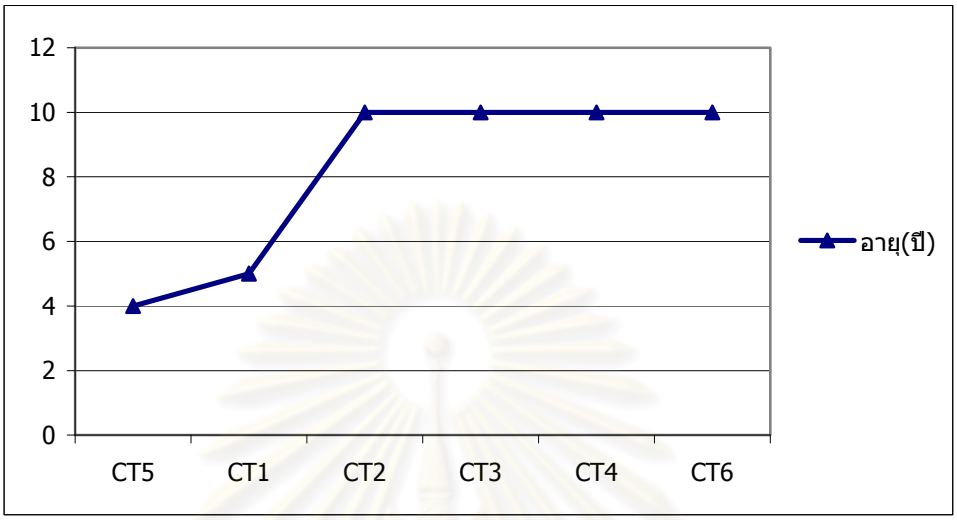
ข้อมูลอายุการใช้งาน ช่องลมเข้า จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 7 ปี

มอเตอร์(Motor)

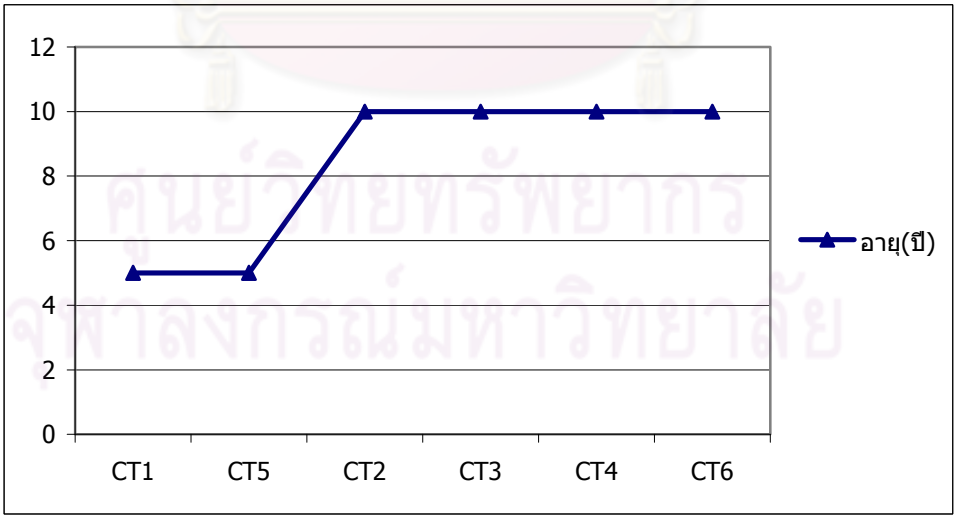
ข้อมูลอายุการใช้งาน มอเตอร์ จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 8 ปี

ใบพัดลม (Fan Motor)

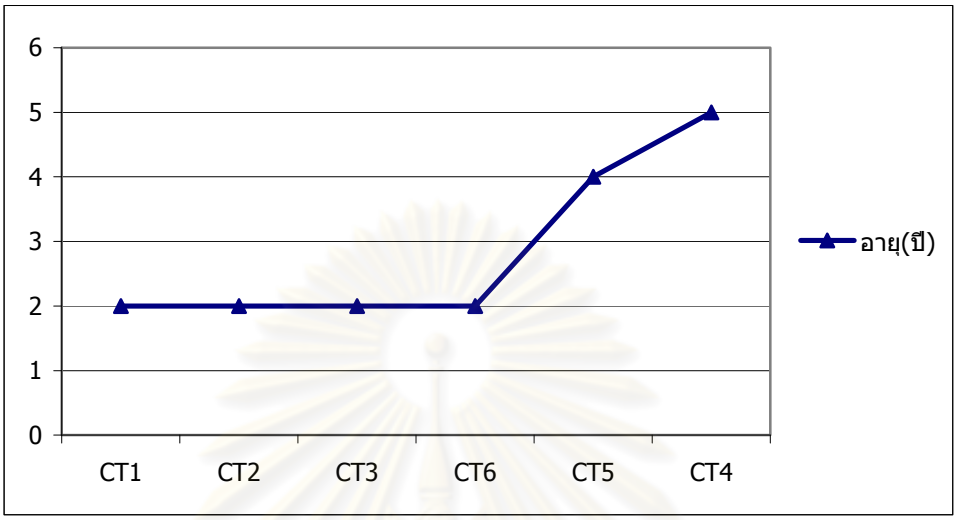
ข้อมูลอายุการใช้งาน ใบพัดลม จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 8 ปี

สายพาน (Belt)

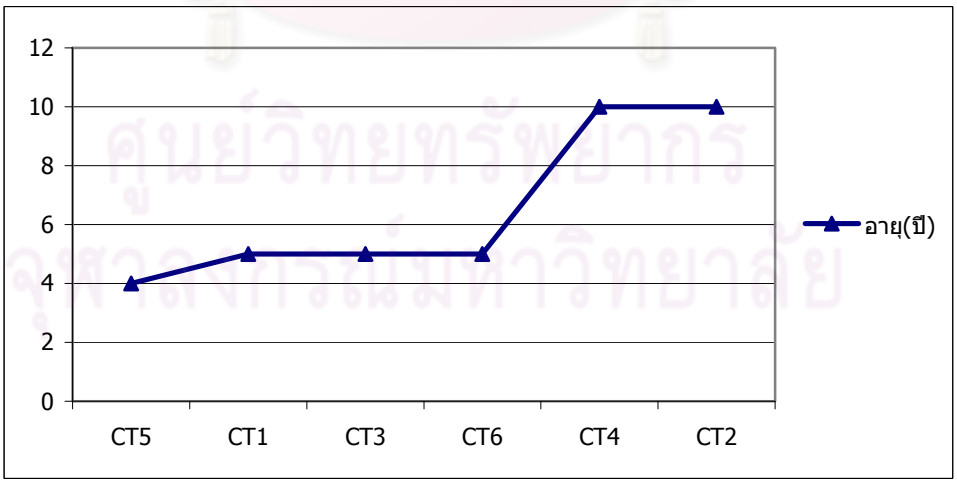
ข้อมูลอายุการใช้งาน สายพาน จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 3 ปี

พู่เล่ย์ (Pulley)

ข้อมูลอายุการใช้งาน พู่เล่ย์ จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต

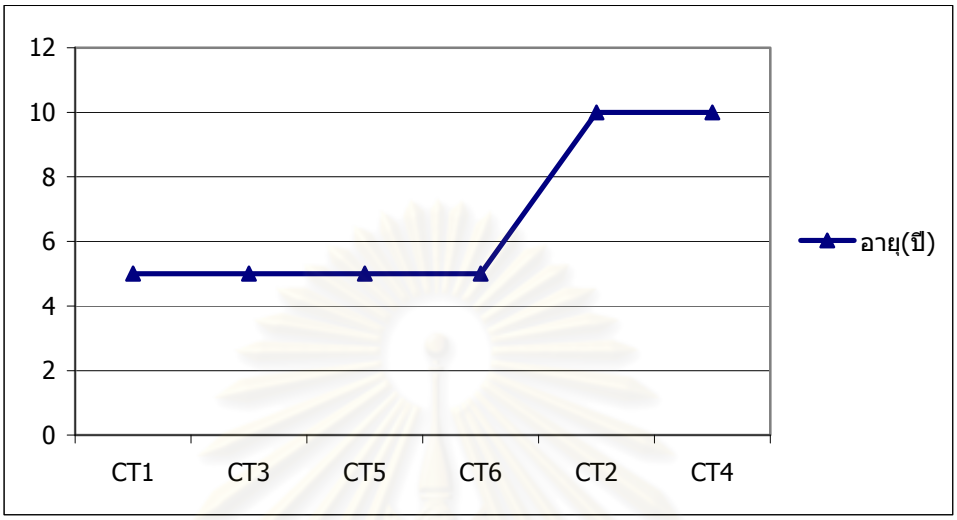


จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 7 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไส้ใน (Filling)

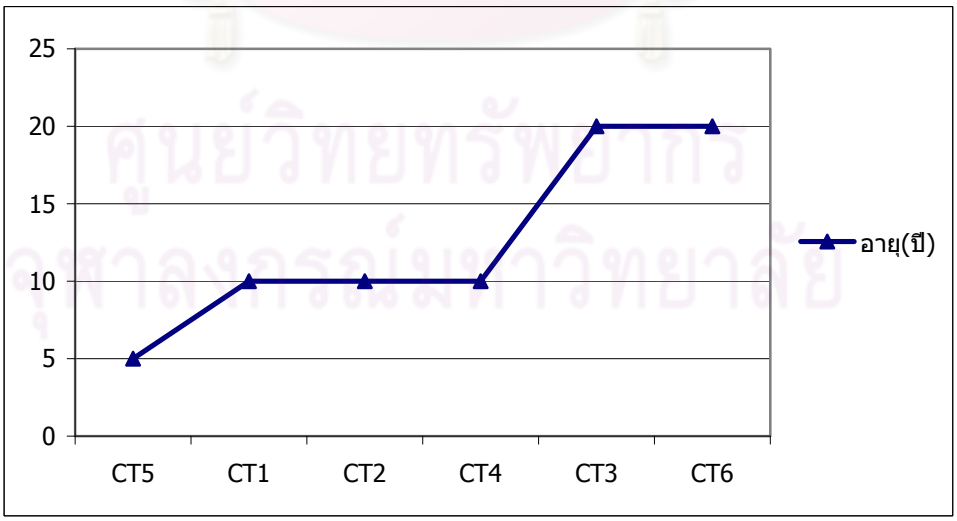
ข้อมูลอายุการใช้งาน ไส้ใน จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 7 ปี

ถาดรองน้ำร้อน (Hot Water Basin)

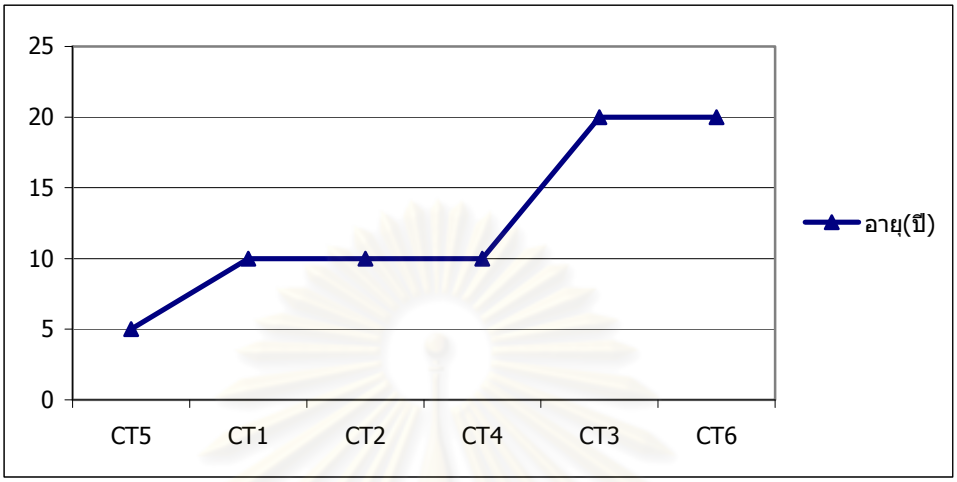
ข้อมูลอายุการใช้งานถาดรองน้ำร้อน จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 13 ปี

ถาดรองน้ำเย็น (Cool Water Basin)

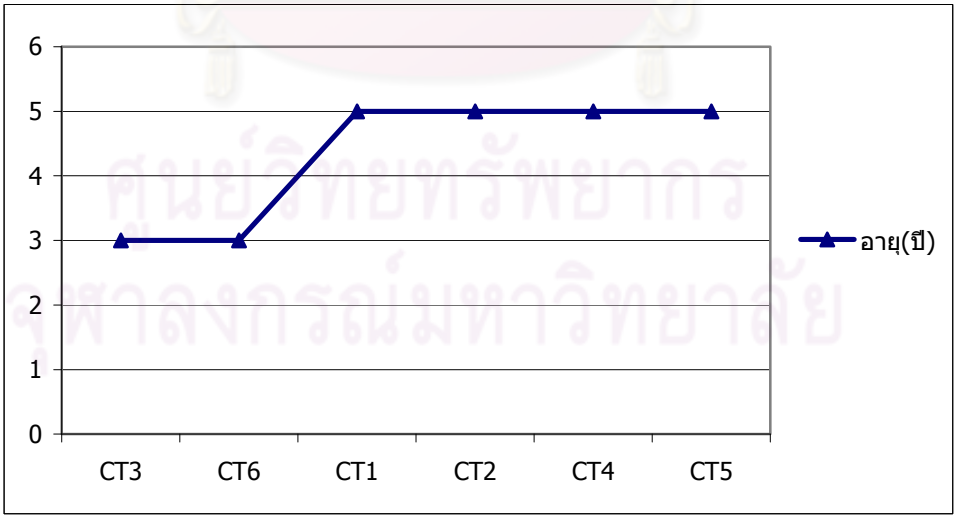
ข้อมูลอายุการใช้งาน ถาดรองน้ำเย็น จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 13 ปี

Float Valve

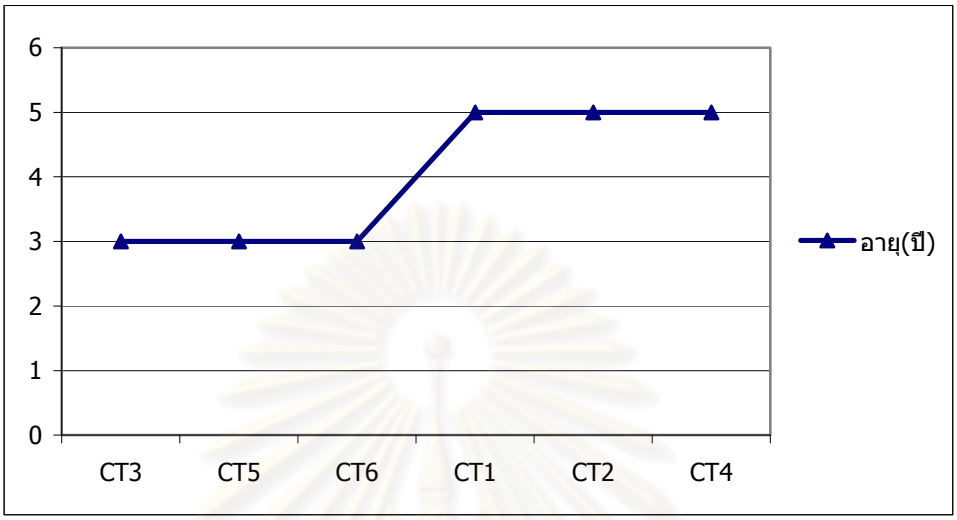
ข้อมูลอายุการใช้งาน Float Valve จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 4 ปี

Strainer

ข้อมูลอายุการใช้งาน Strainer จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



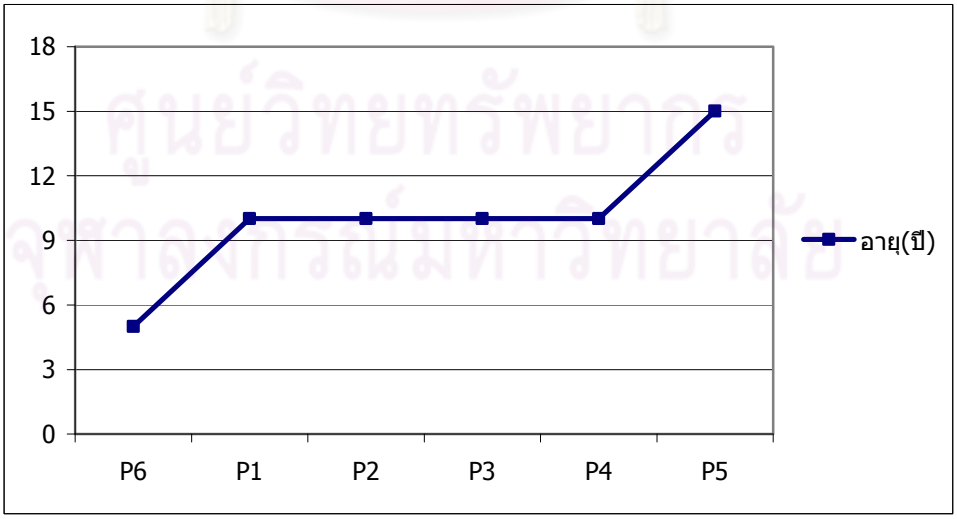
จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 4 ปี

1.3 **เครื่องส่งน้ำ** (Pump)

ชิ้นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

เรือนปั๊ม (Casing)

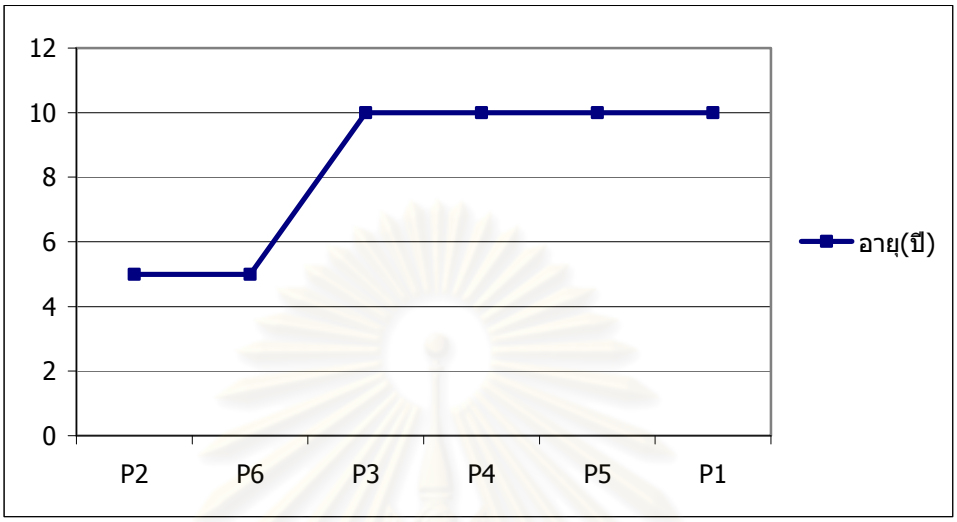
ข้อมูลอายุการใช้งาน เรือนปั๊ม จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี

ใบพัด (Impeller)

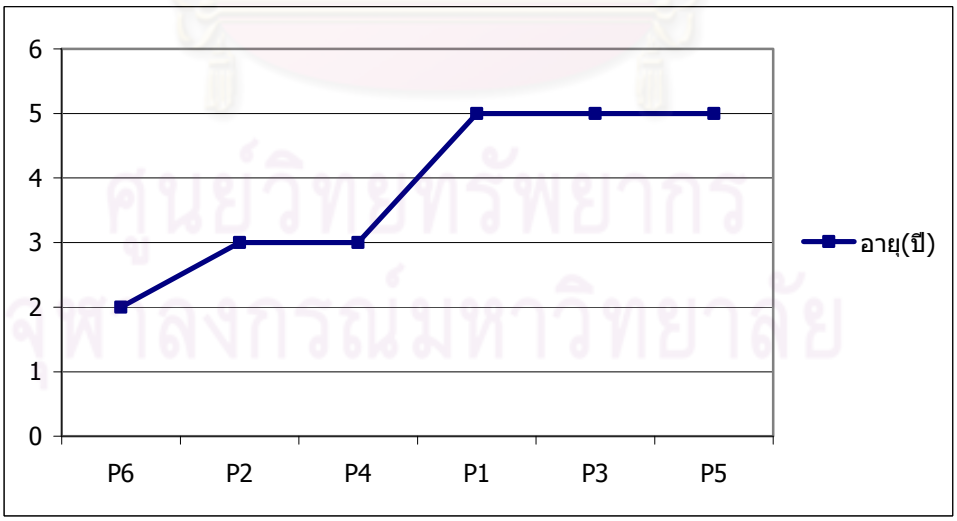
ข้อมูลอายุการใช้งาน ใบพัด จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 8 ปี

ปลอกหุ้มเพลา (Shaft Sleeve)

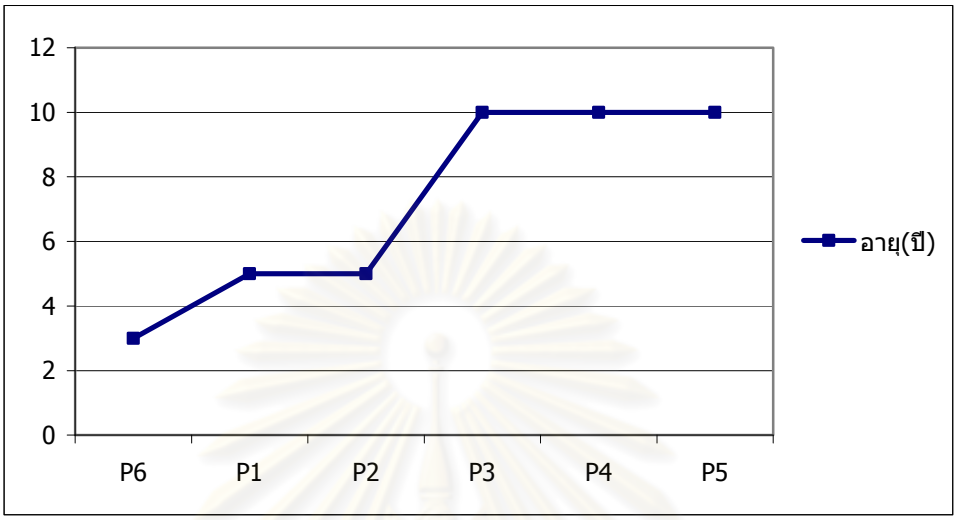
ข้อมูลอายุการใช้งาน ปลอกหุ้มเพลา จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 4 ปี

เพลา (Shaft)

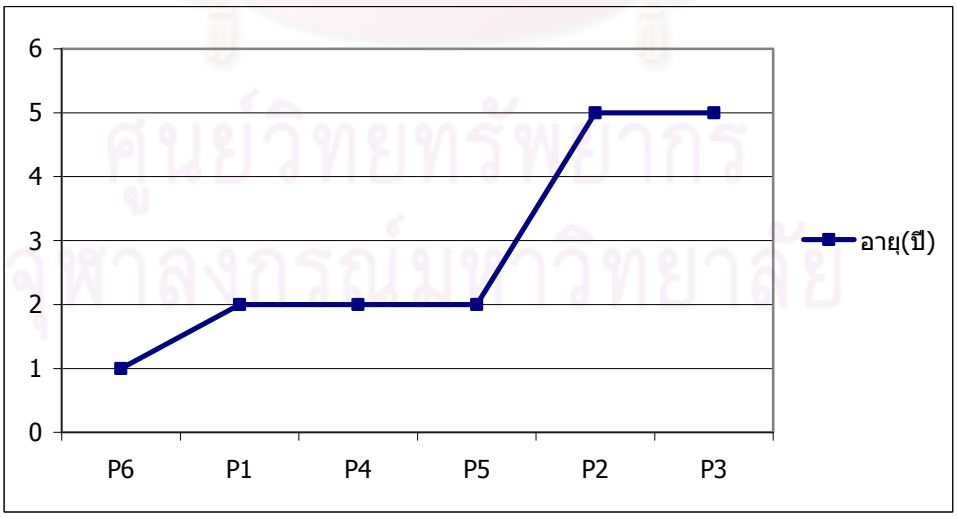
ข้อมูลอายุการใช้งาน เพลา จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 7 ปี

แบริ่ง (Bearing)

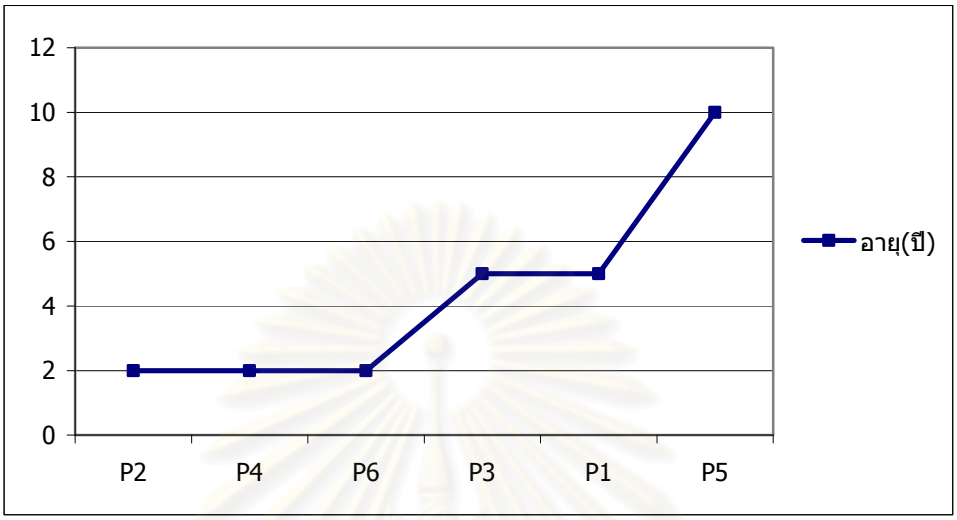
ข้อมูลอายุการใช้งาน แบริ่ง จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 3 ปี

แหวนกันสึก

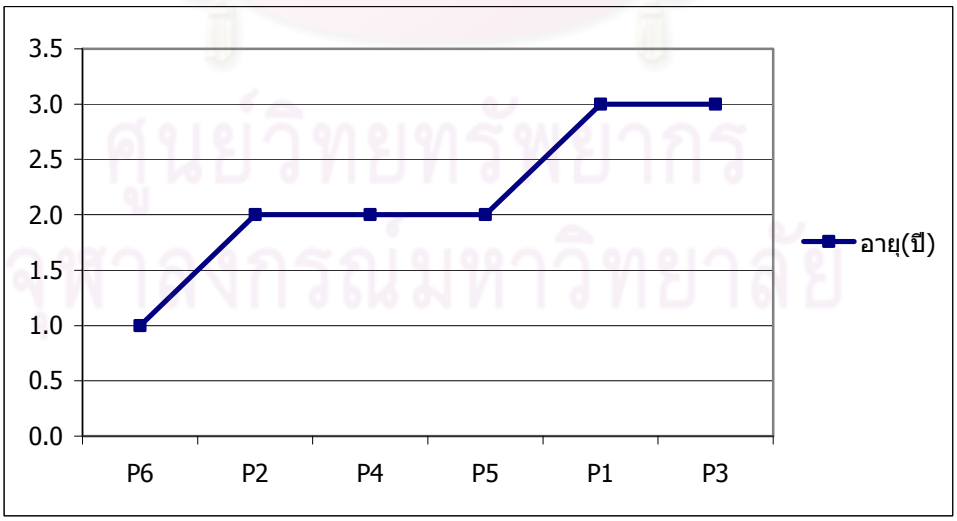
ข้อมูลอายุการใช้งาน แหวนกันสึก จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 4 ปี

อุปกรณ์กันรั่ว (Seal)

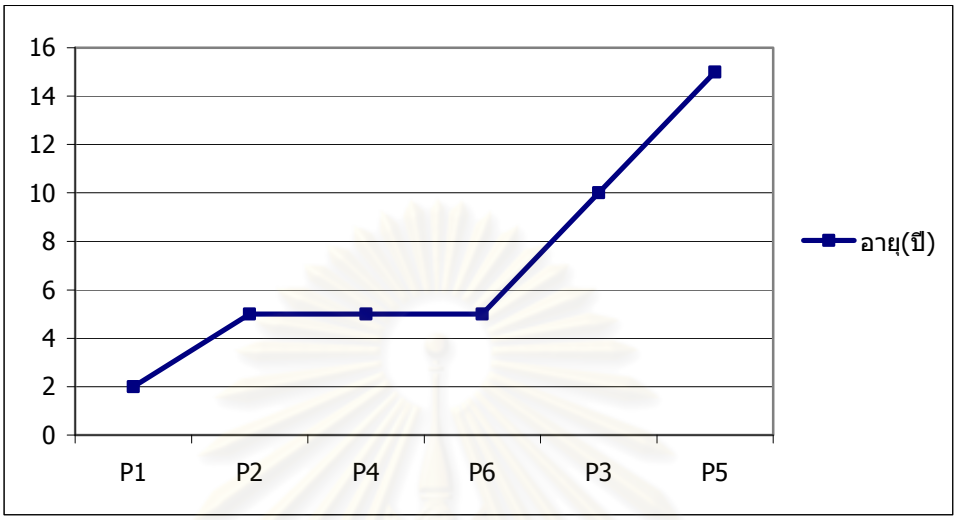
ข้อมูลอายุการใช้งาน อุปกรณ์กันรั่ว จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 2 ปี

มอเตอร์ (Motor)

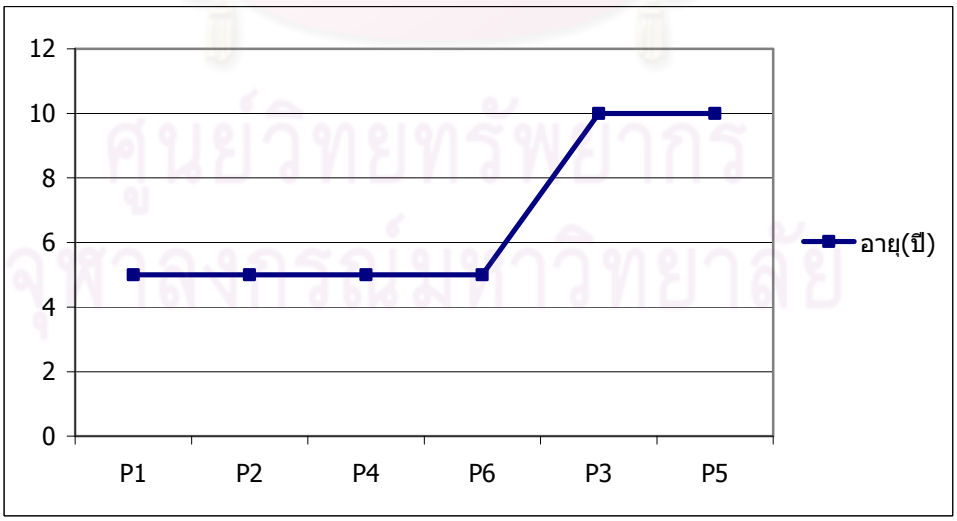
ข้อมูลอายุการใช้งาน มอเตอร์ จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 7 ปี

ระบบไฟฟ้าควบคุม,คอนโทรล (EE Panel)

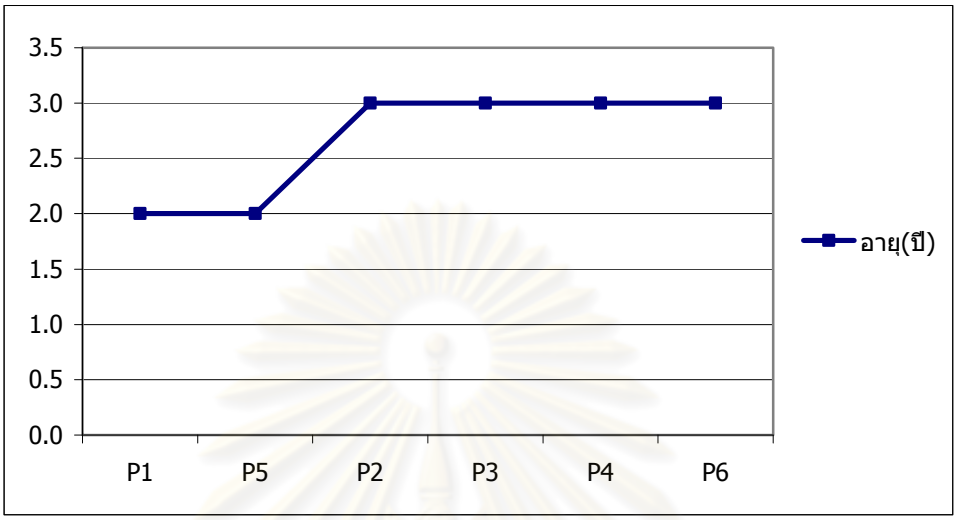
ข้อมูลอายุการใช้งาน ระบบไฟฟ้าควบคุม,คอนโทรล จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า การใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 7 ปี

Pressure Gauge

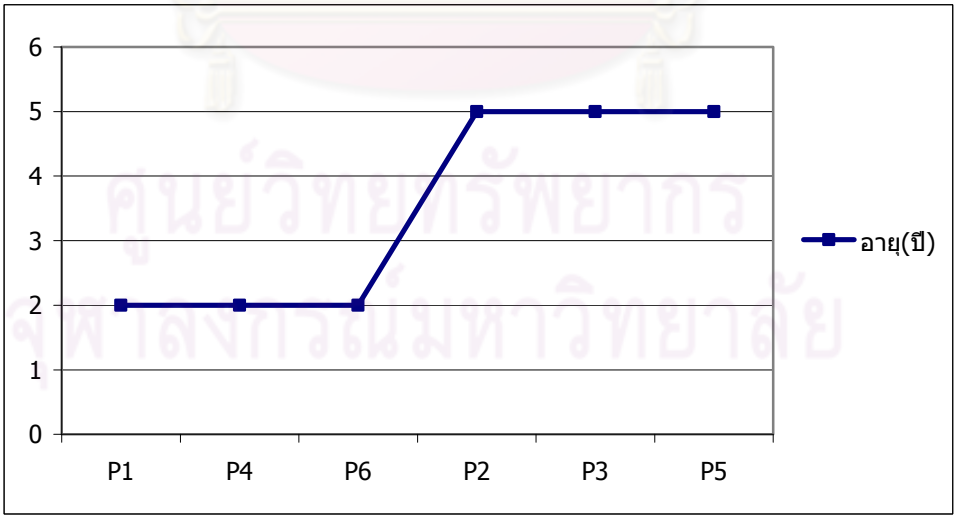
ข้อมูลอายุการใช้งาน Pressure Gauge จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 3 ปี

Check Valve

ข้อมูลอายุการใช้งาน Check Valve จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



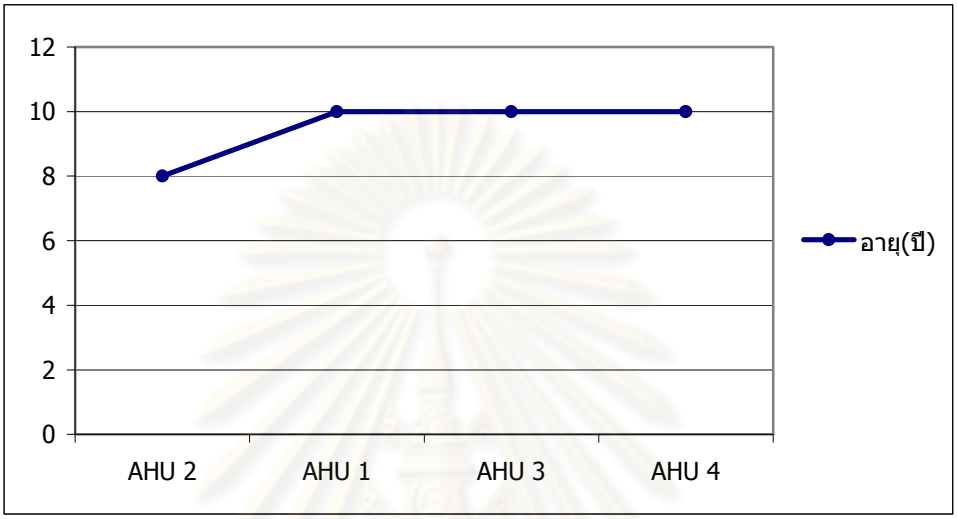
จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 4 ปี

1.4 **เครื่องส่งลมเย็น** (AHU)

ชิ้นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

พัดลม (Fan)

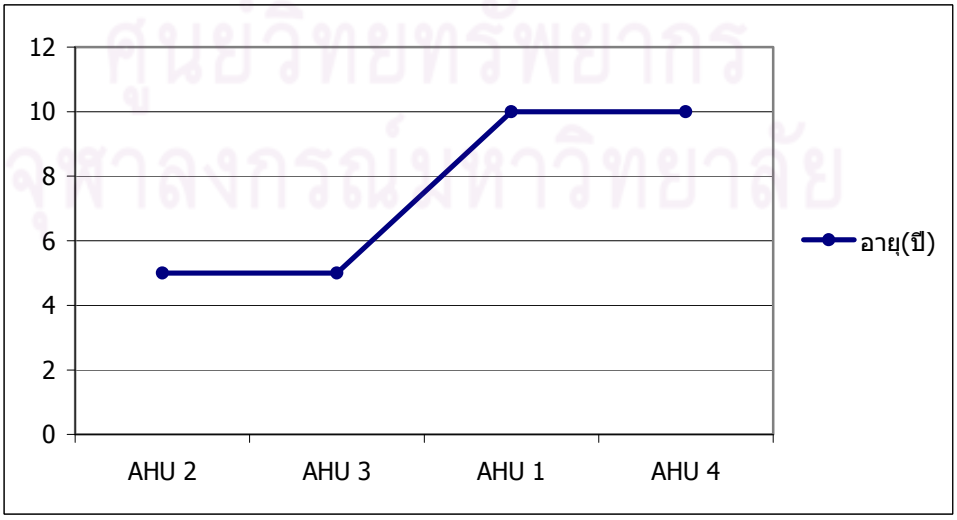
ข้อมูลอายุการใช้งาน พัดลม จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี

มอเตอร์ (Motor)

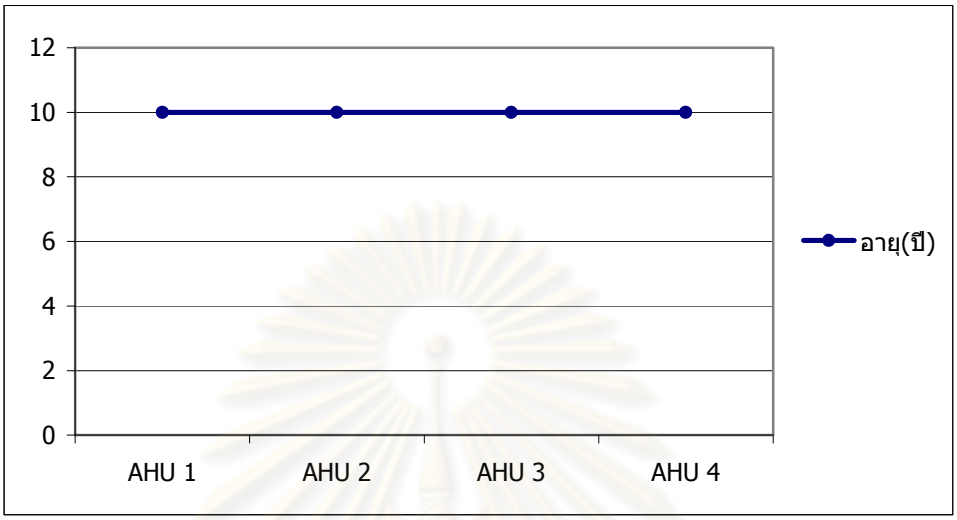
ข้อมูลอายุการใช้งาน มอเตอร์ จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 8 ปี

คอยล์เย็น (Cooling Coil)

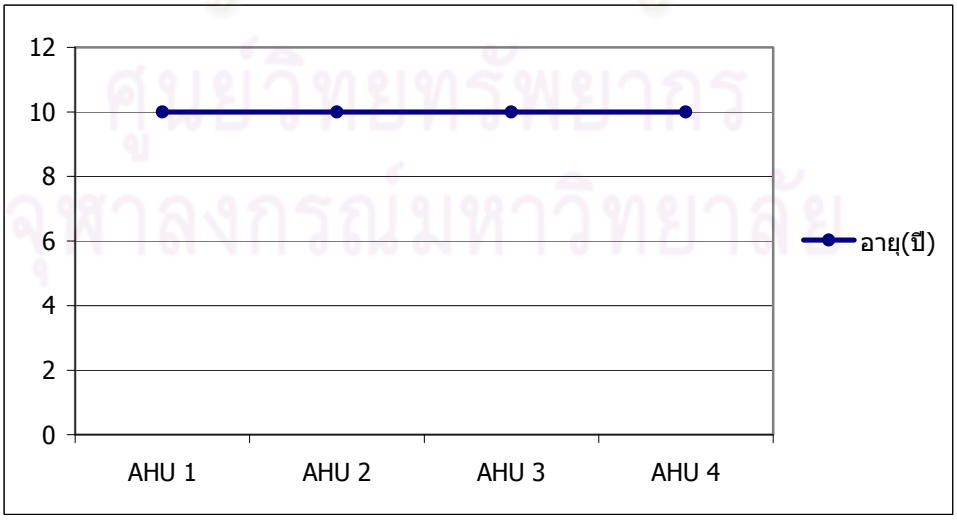
ข้อมูลอายุการใช้งาน คอยล์เย็น จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี

ถาดน้ำทิ้ง (Basin)

ข้อมูลอายุการใช้งาน ถาดน้ำทิ้ง จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต

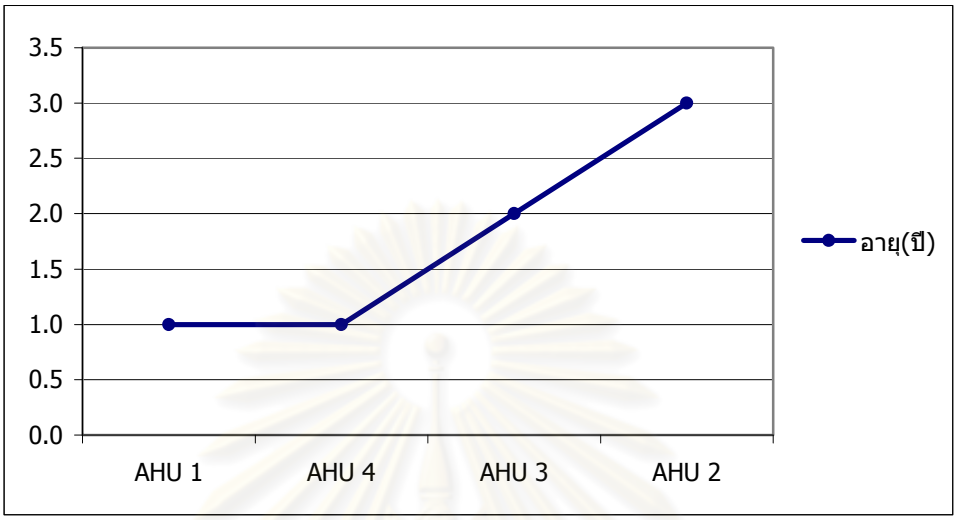


จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผงกรองอากาศ (Filter)

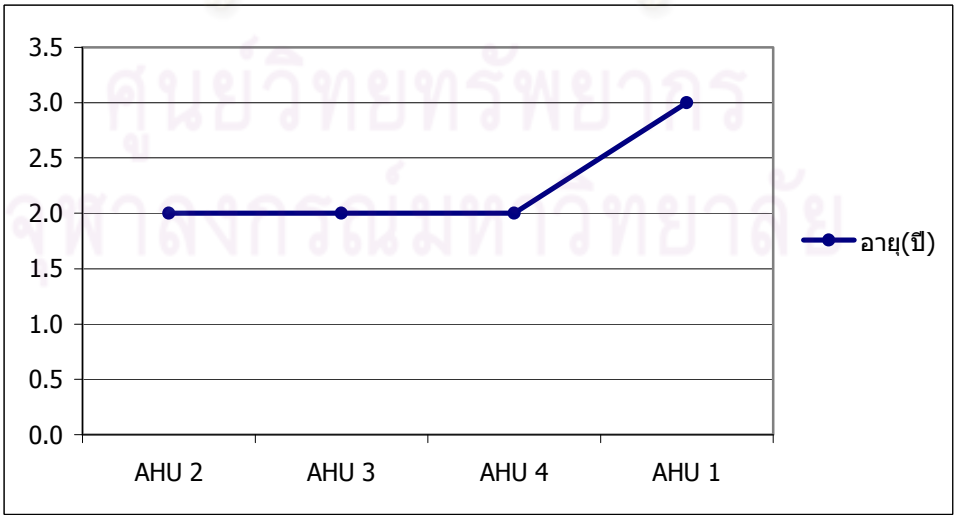
ข้อมูลอายุการใช้งาน แผงกรองอากาศ จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 2 ปี

สายพาน (Belt)

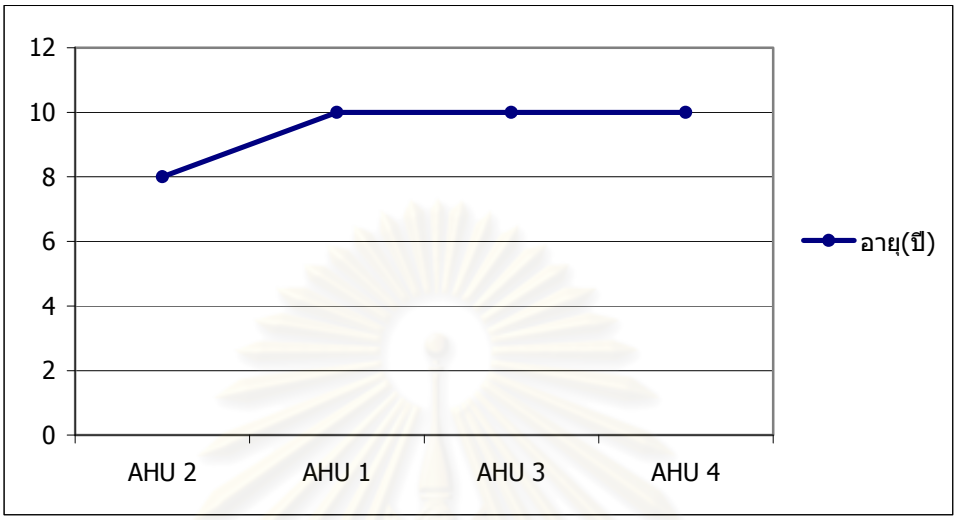
ข้อมูลอายุการใช้งาน สายพาน จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 2 ปี

ตัวถัง (Casing)

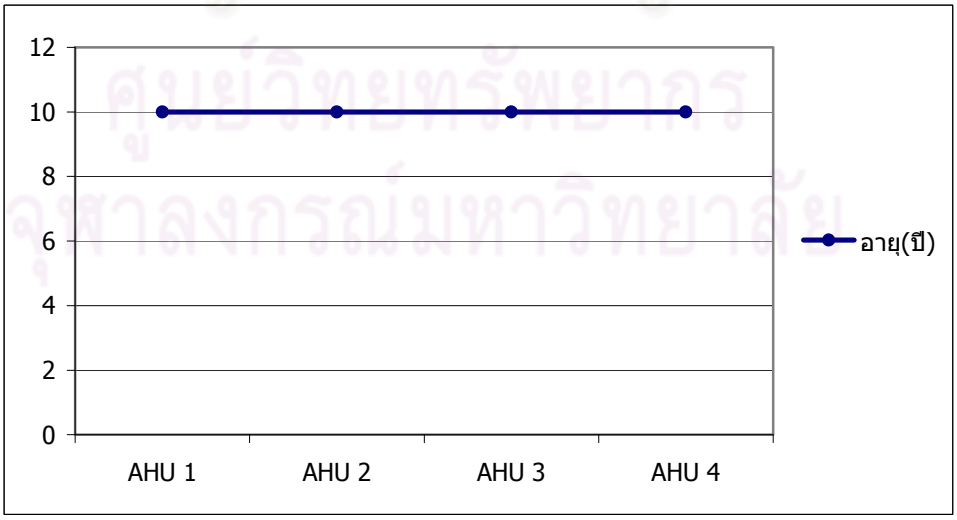
ข้อมูลอายุการใช้งาน ตัวถัง จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี

พู่เล่ย์ (Pulley)

ข้อมูลอายุการใช้งาน พู่เล่ย์ จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต

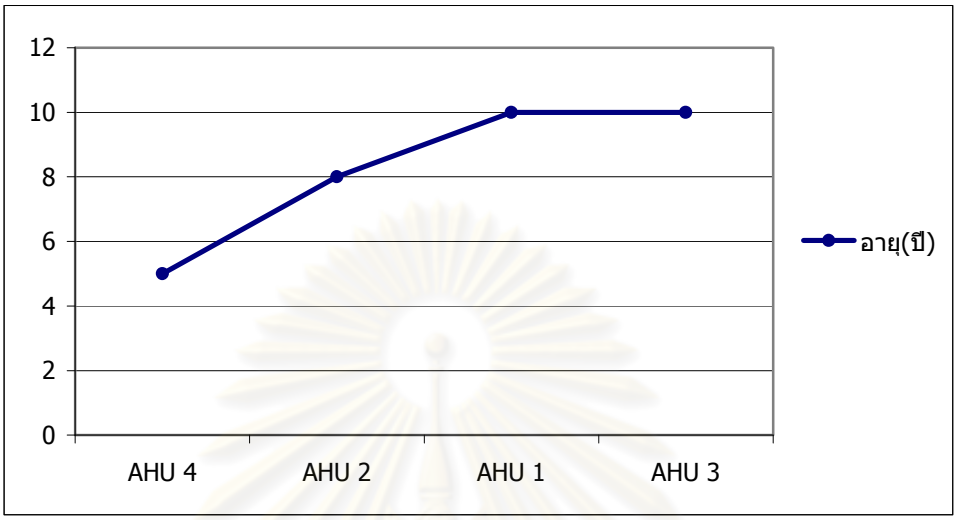


จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 10 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบไฟฟ้าควบคุม (EE Panel)

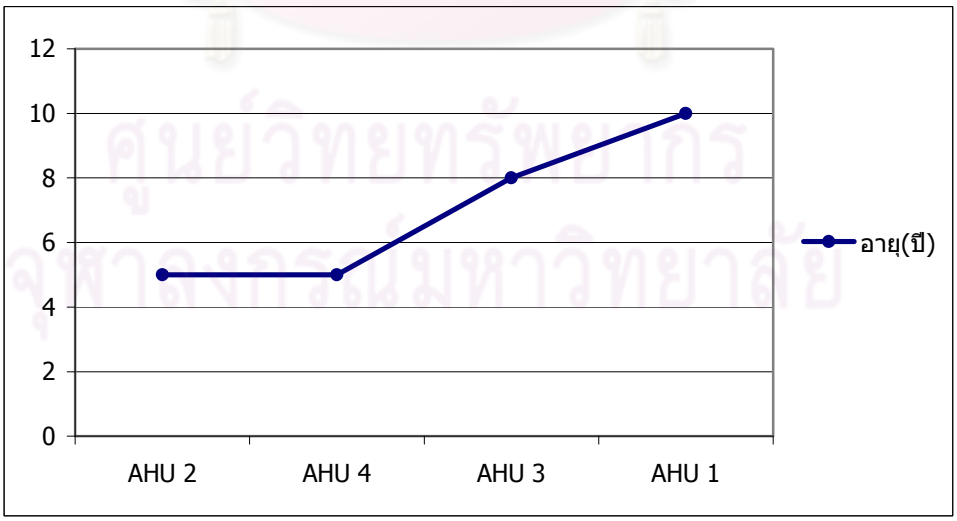
ข้อมูลอายุการใช้งาน ระบบไฟฟ้าควบคุม จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 8 ปี

Room Thermostat

ข้อมูลอายุการใช้งาน Room Thermostat จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต

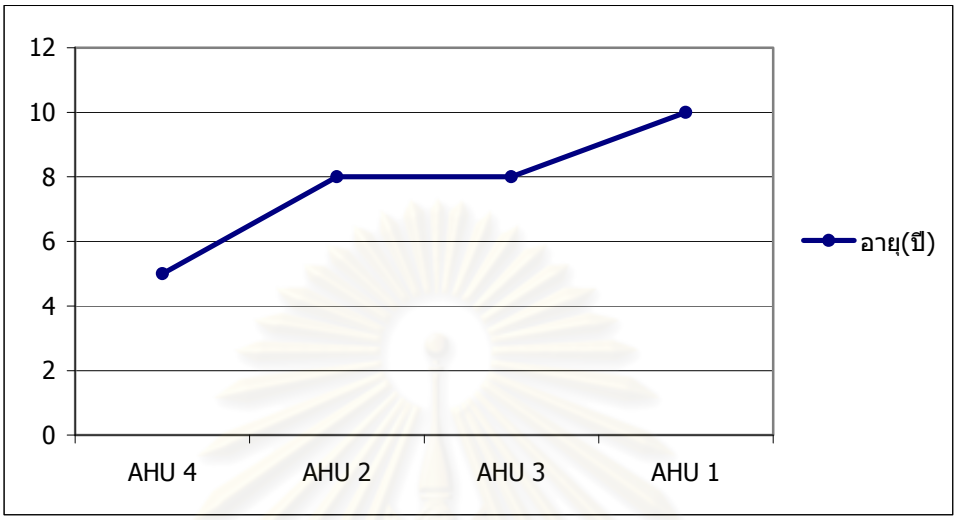


จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 7 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Control Valve

ข้อมูลอายุการใช้งาน Control Valve จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า อายุการใช้งานเฉลี่ย เท่ากับ 8 ปี

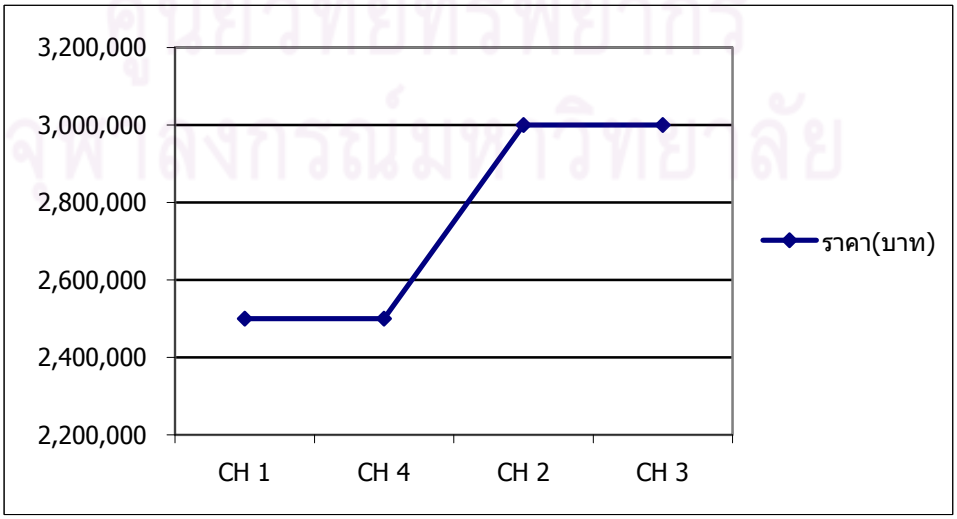
2. วิเคราะห์ราคาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

2.1 เครื่องทำน้ำเย็น

ชิ้นส่วนที่ใช้ในการเคราะห์ มีดังนี้

Compressor

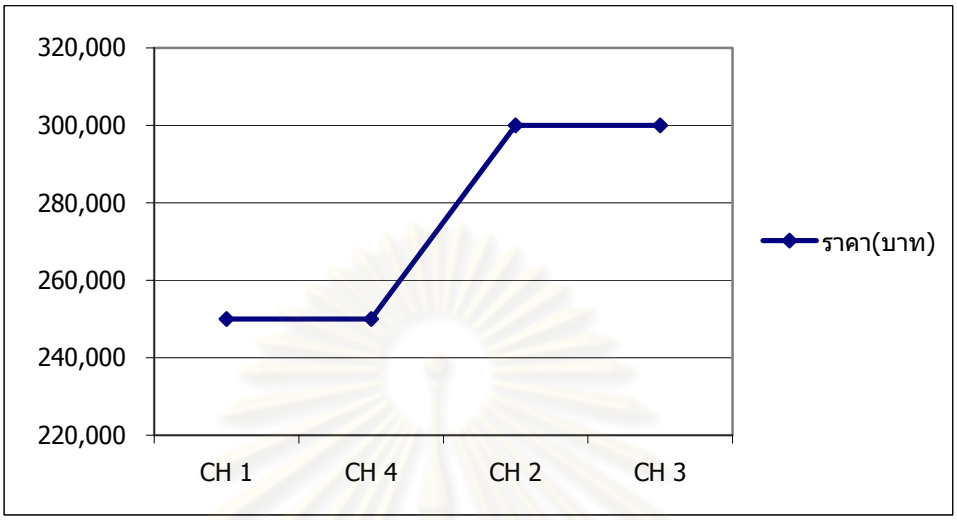
ข้อมูล Compressor จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 2,750,000 บาท

Motor Compressor

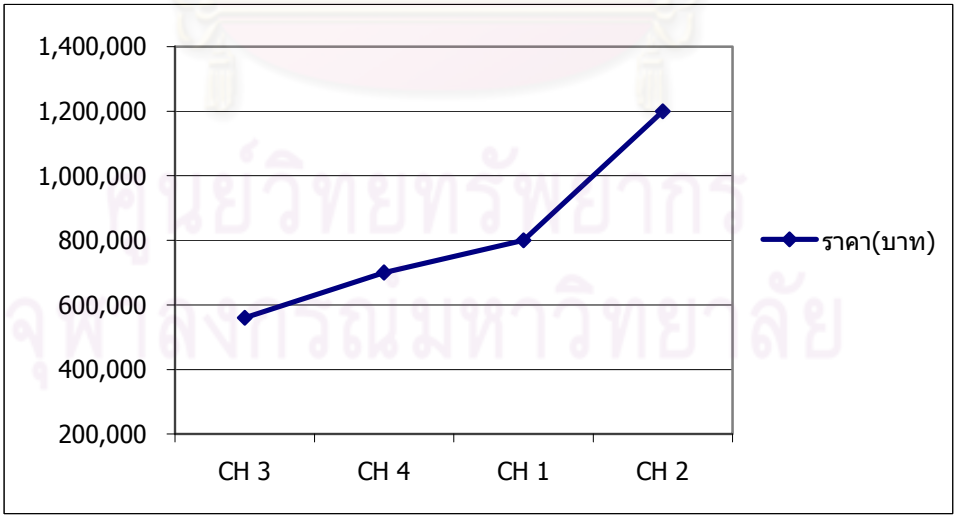
ข้อมูล Motor Compressor จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 275,000 บาท

Evaporator

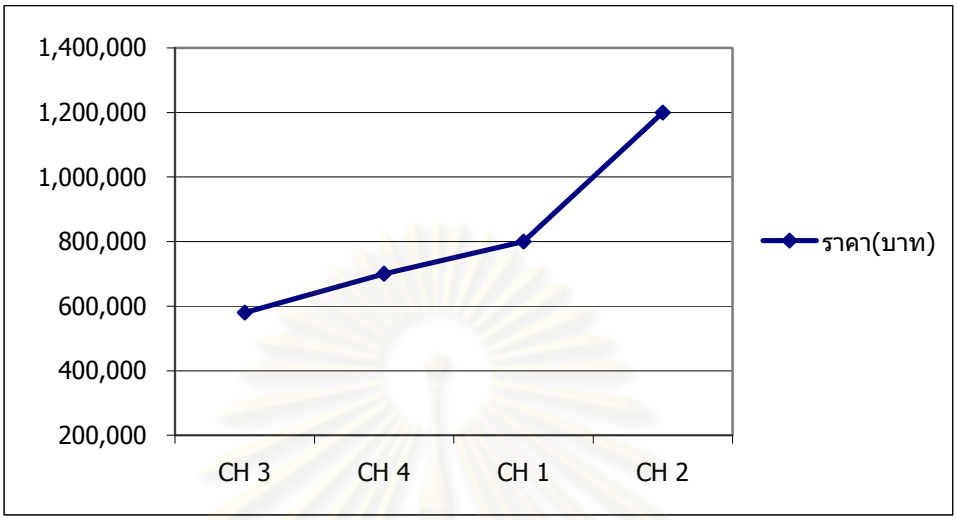
ข้อมูล Evaporator จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 815,000 บาท

Condenser

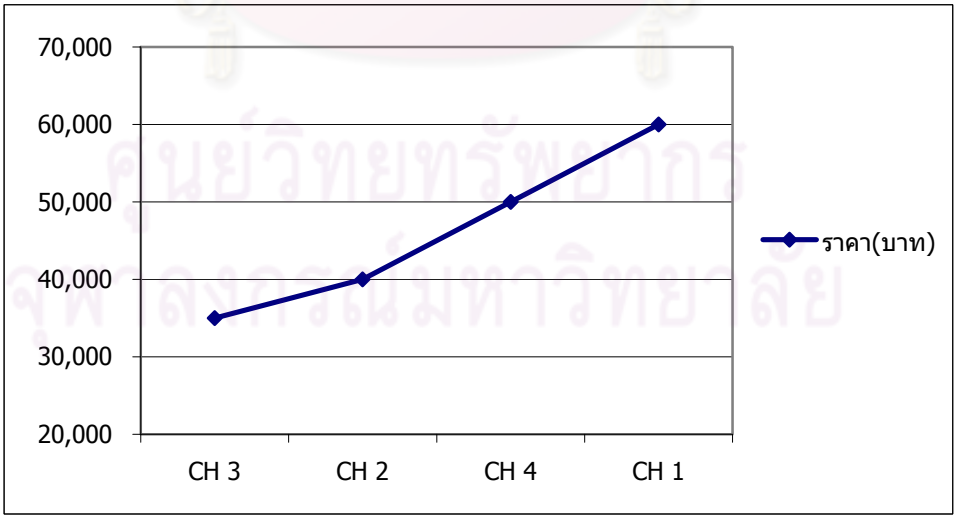
ข้อมูล Condenser จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 820,000 บาท

วาล์วลดแรงดัน (Expansion Valve)

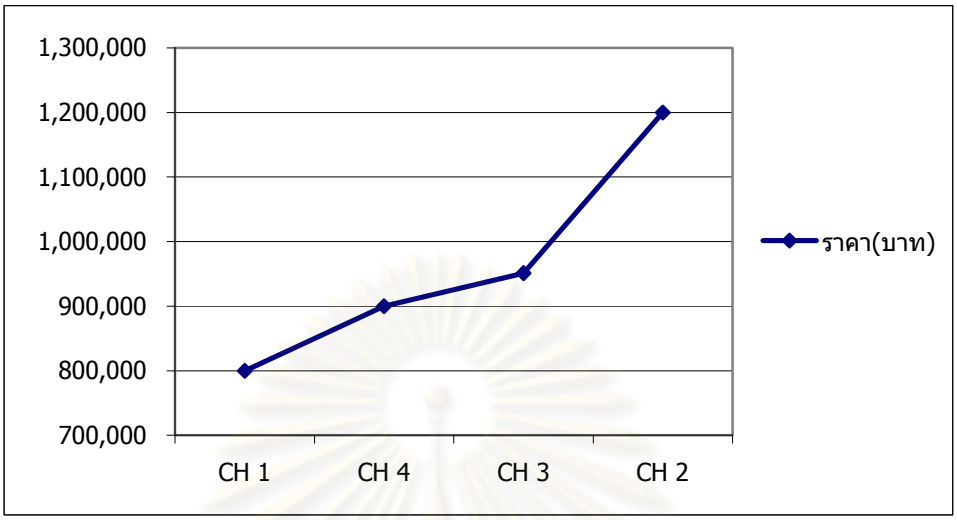
ข้อมูล วาล์วลดแรงดัน จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 46,250 บาท

Control & Starter Panel

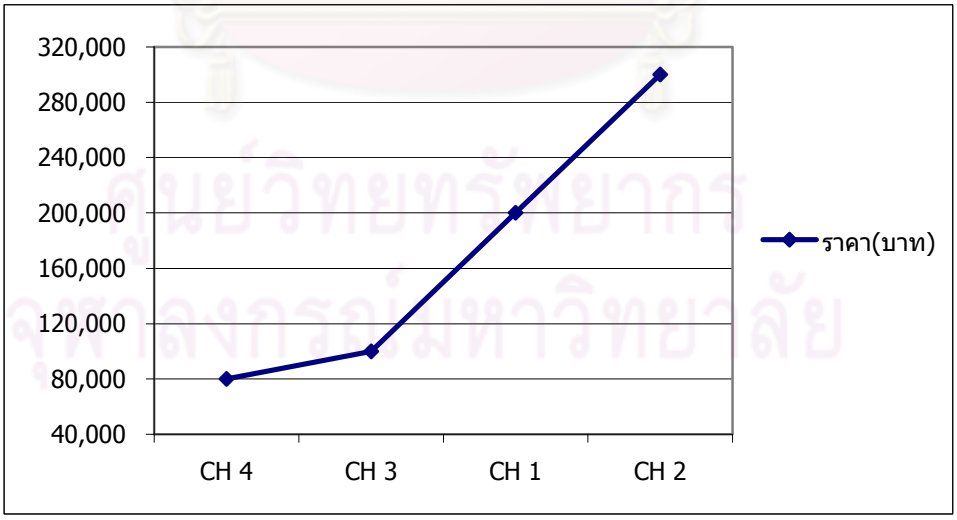
ข้อมูล Control & Starter Panel จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 962,750 บาท

Oil Pump

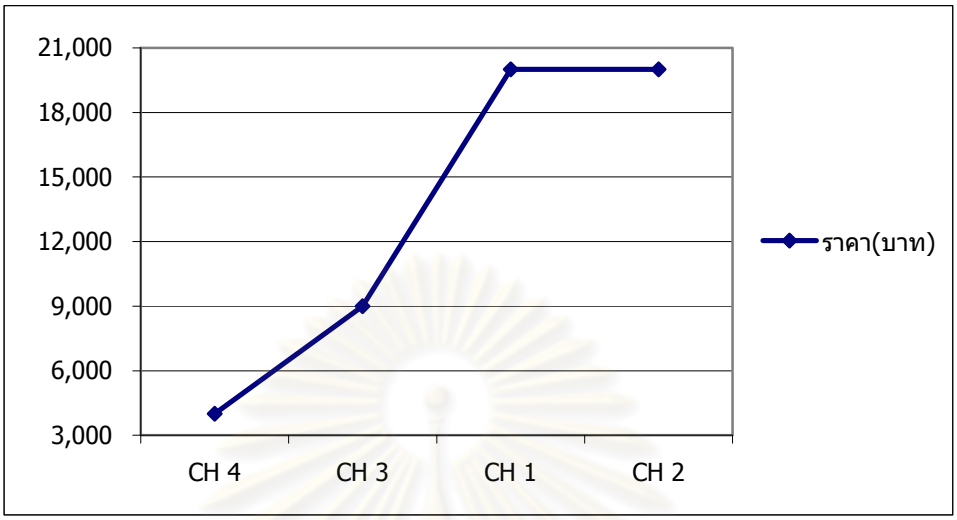
ข้อมูล Oil Pump จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 170,000 บาท

Oil Heater

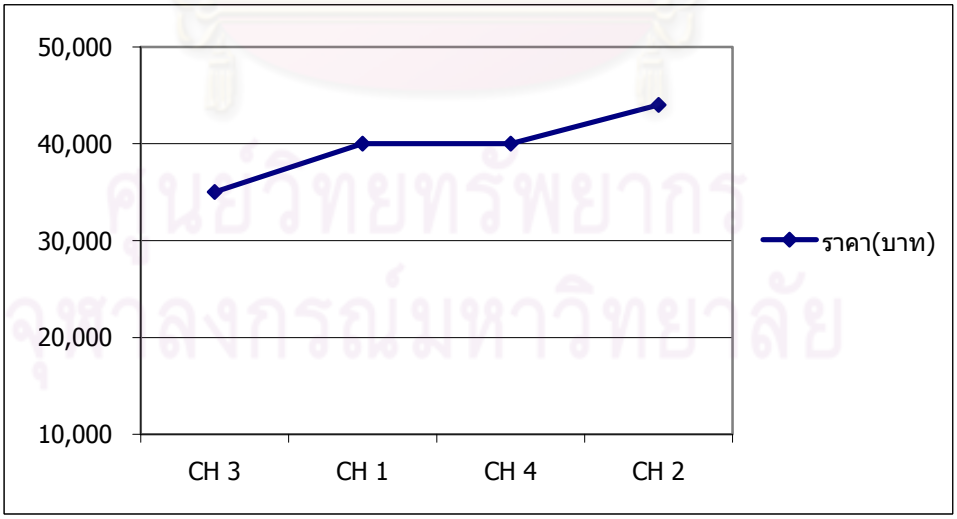
ข้อมูล Oil Heater จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 13,250 บาท

Flow Switch

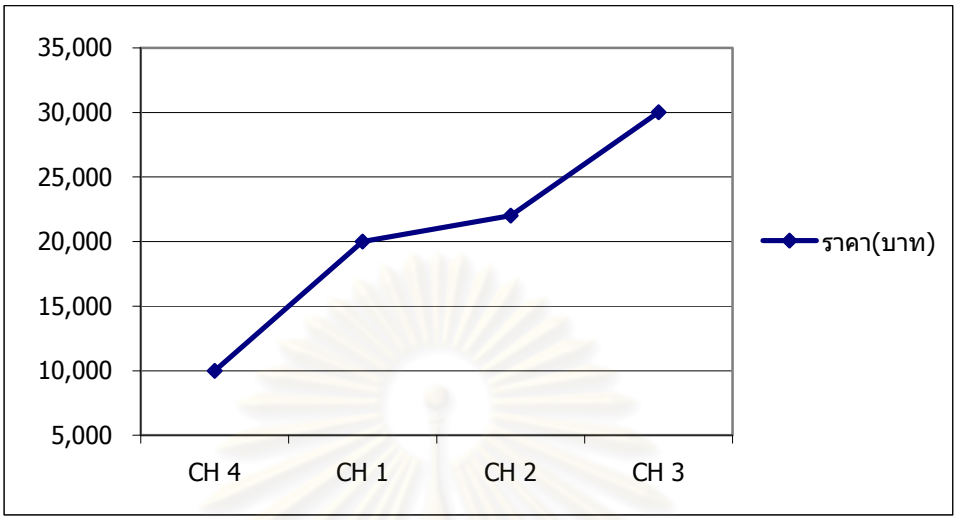
ข้อมูล Flow Switch จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 39,750 บาท

Hi - Low Pressure Switch

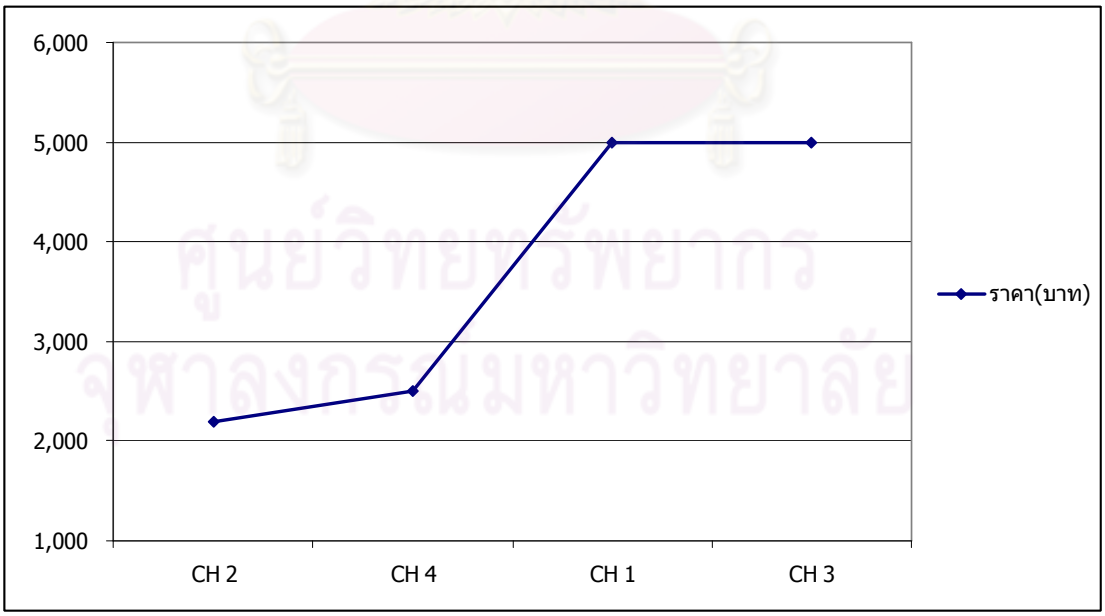
ข้อมูล Hi - Low Pressure Switchจาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 20,500 บาท

Thermometer

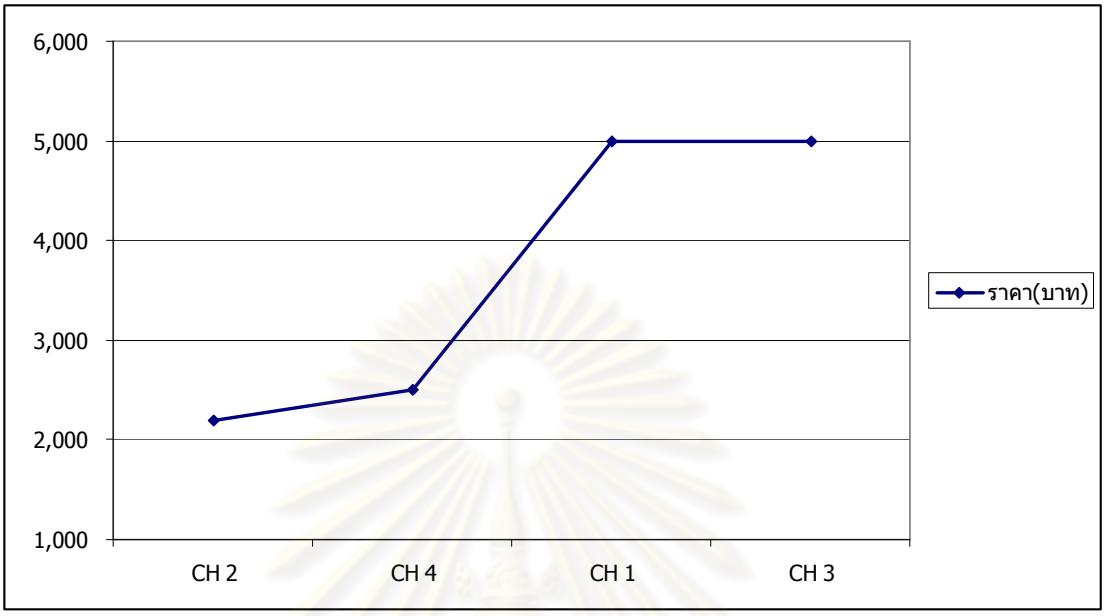
ข้อมูล Thermometer จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 3,675 บาท

Pressure Gauge

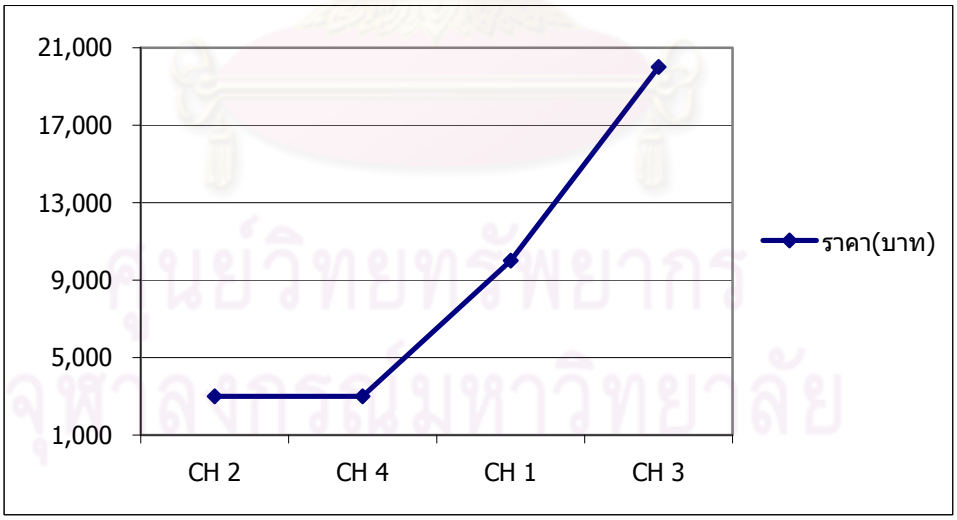
ข้อมูล Pressure Gauge จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 3,675 บาท

Oil Filter

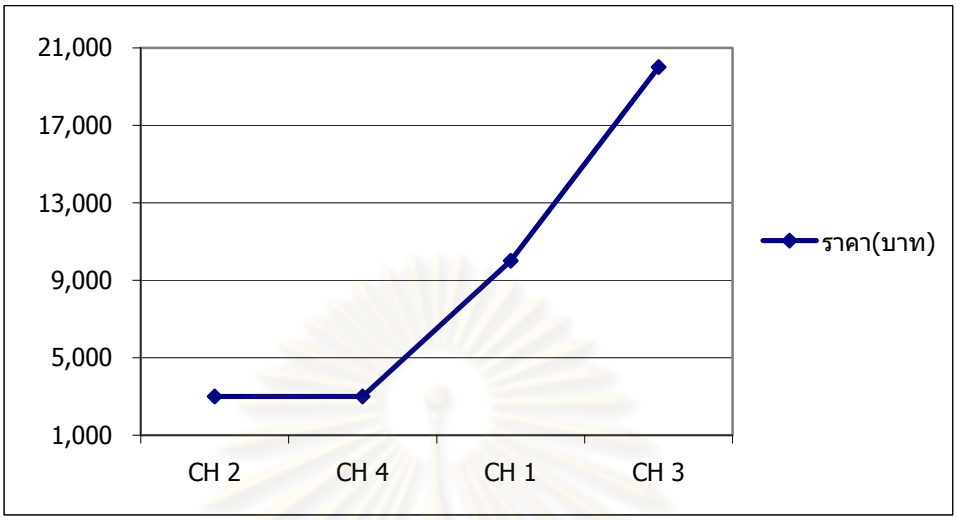
ข้อมูล Oil Filter จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 9,000 บาท

อุปกรณ์กรองความชื้น (Filter Drier)

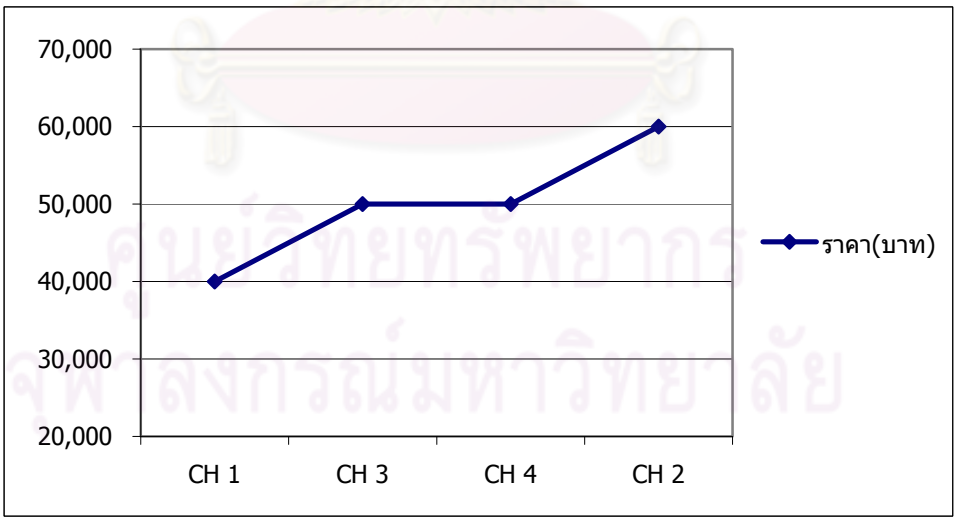
ข้อมูล อุปกรณ์กรองความชื้น จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 9,000 บาท

ฉนวนหุ้มตัวเครื่อง (Insulation)

ข้อมูล ฉนวนหุ้มตัวเครื่อง จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



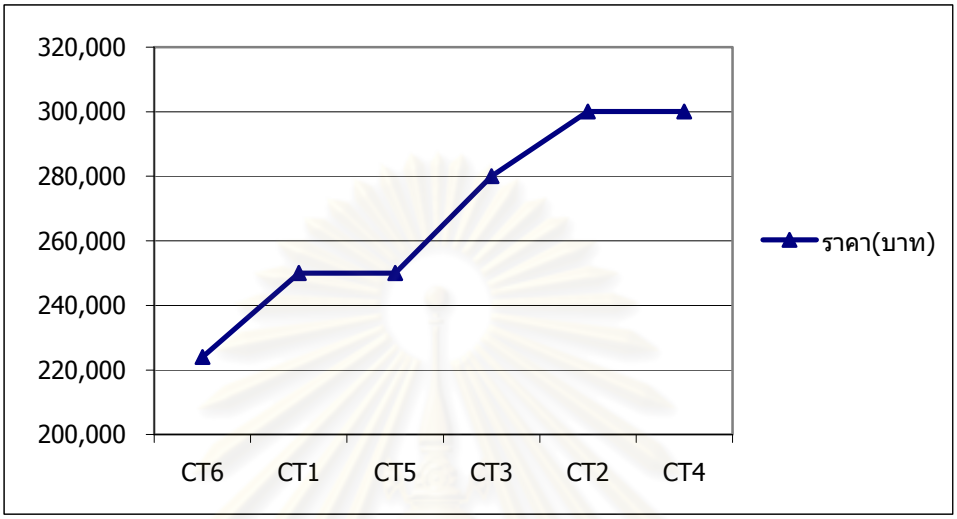
จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 50,000 บาท

2.2 **หอทำความเย็น** (Cooling Tower)

ชิ้นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

โครงสร้าง (Structure)

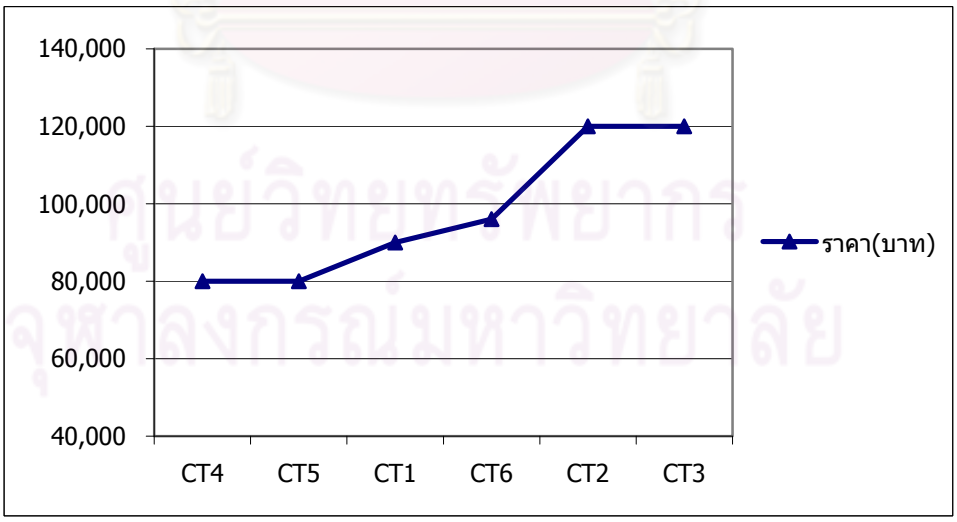
ข้อมูล โครงสร้าง จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 267,333 บาท

ตัวถัง (Casing)

ข้อมูล ตัวถัง จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต

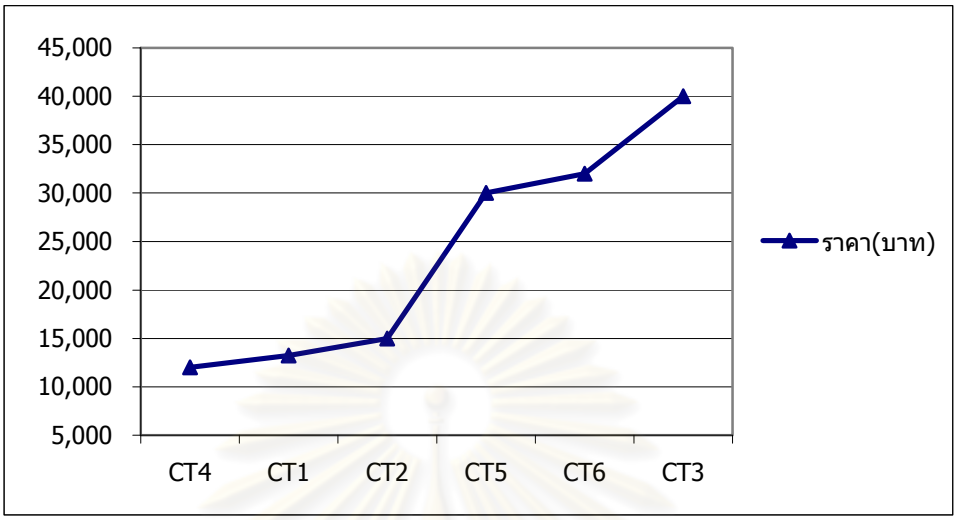


จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 97,667 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ช่องลมเข้า (Inlet Louver)

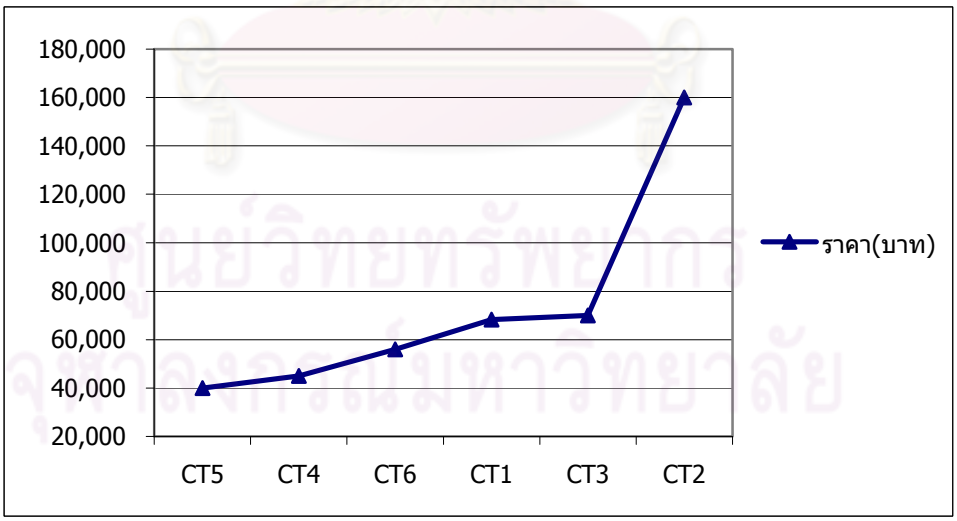
ข้อมูล ช่องลมเข้า จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 23,705 บาท

แผงดักละอองน้ำ (Eliminator)

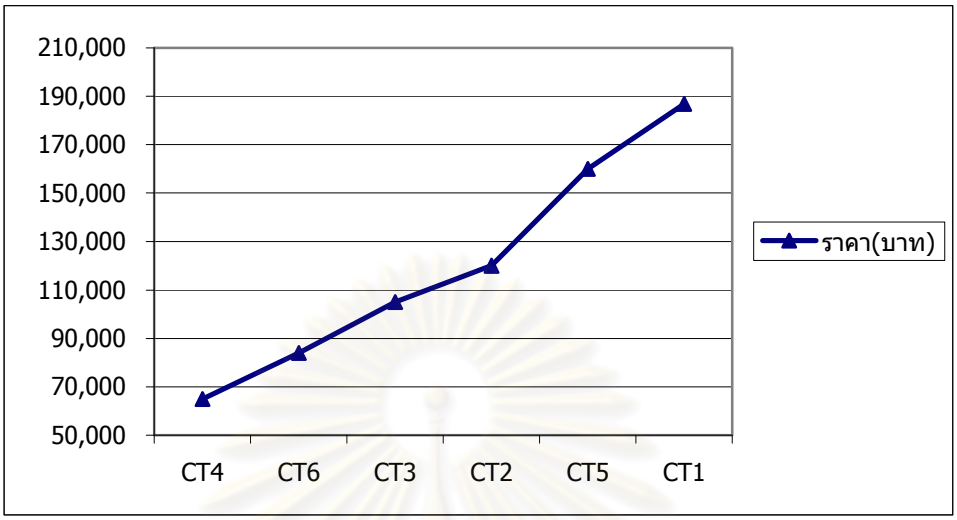
ข้อมูล แผงดักละอองน้ำ จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 73,227 บาท

มอเตอร์ (Motor)

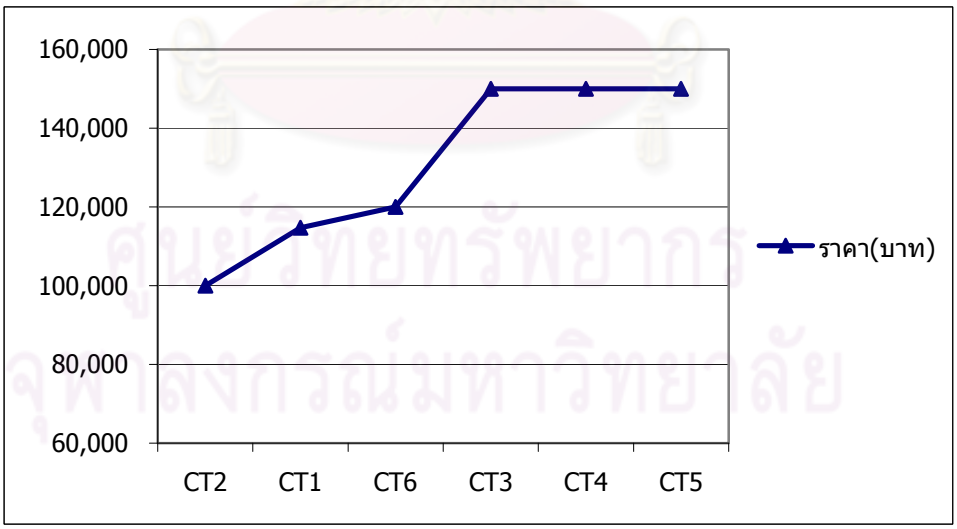
ข้อมูล มอเตอร์ จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 120,150 บาท

พัดลมมอเตอร์ (Fan Motor)

ข้อมูล พัดลมมอเตอร์ จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต

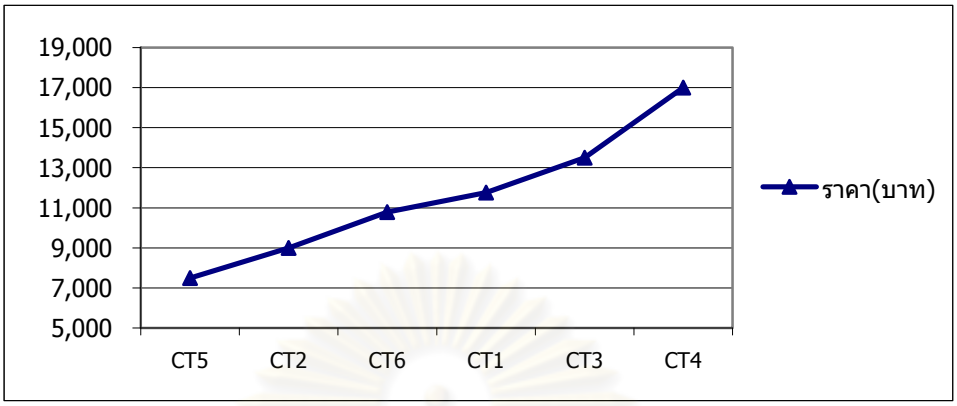


จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 130,777 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สายพาน (Belt)

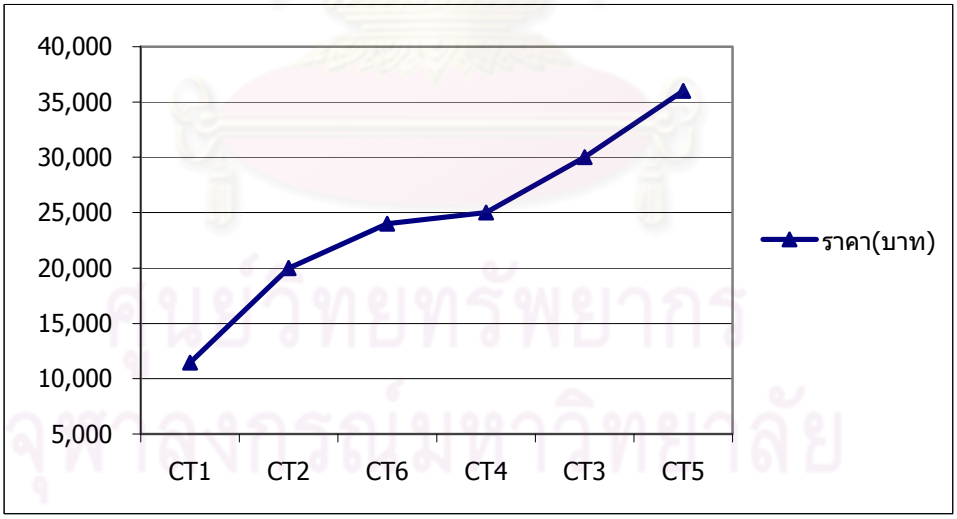
ข้อมูล สายพาน จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 11,593 บาท

พู่เล่ย์ (Pulley)

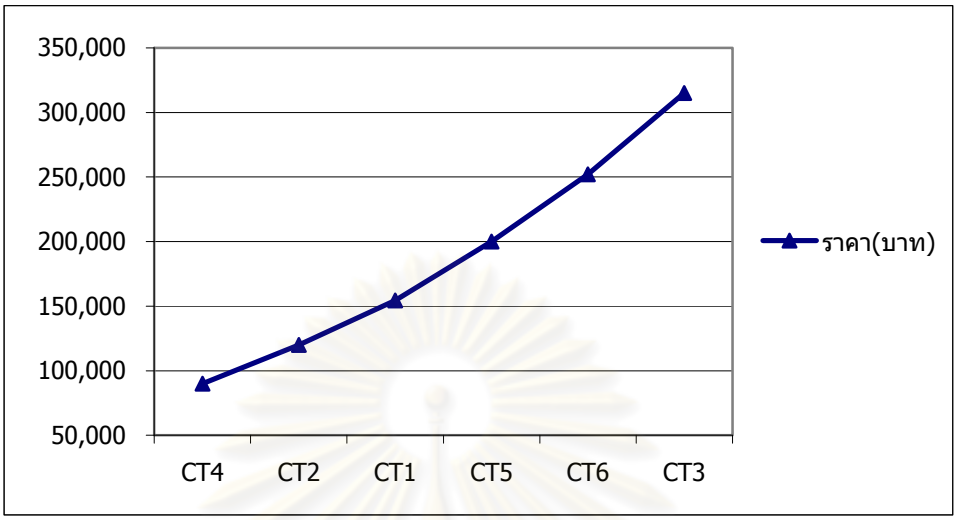
ข้อมูล พู่เล่ย์ จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 24,408 บาท

ไส้ใน (Filling)

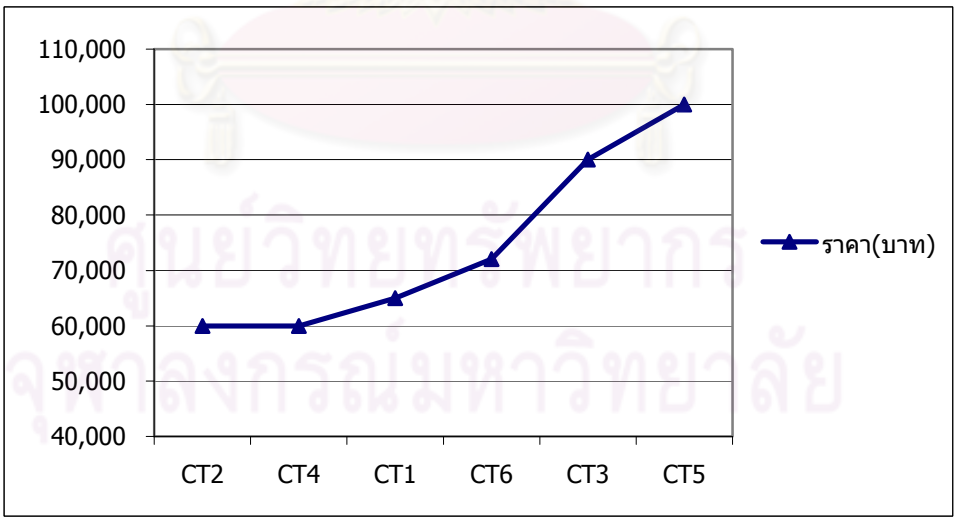
ข้อมูล ไส้ใน จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 188,558 บาท

ถาดรองน้ำร้อน (Hot Water Basin)

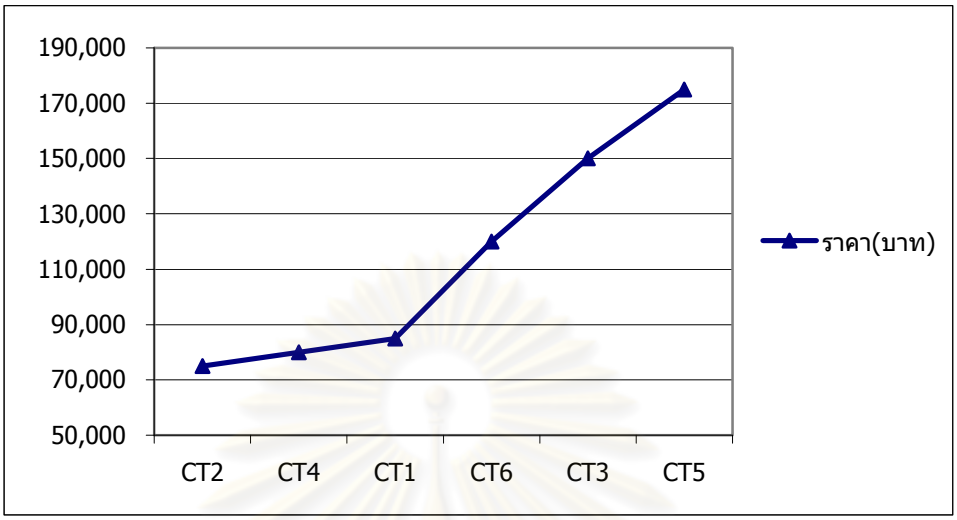
ข้อมูล ถาดรองน้ำร้อน จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 74,500 บาท

ถาดรองน้ำเย็น (Cool Water Basin)

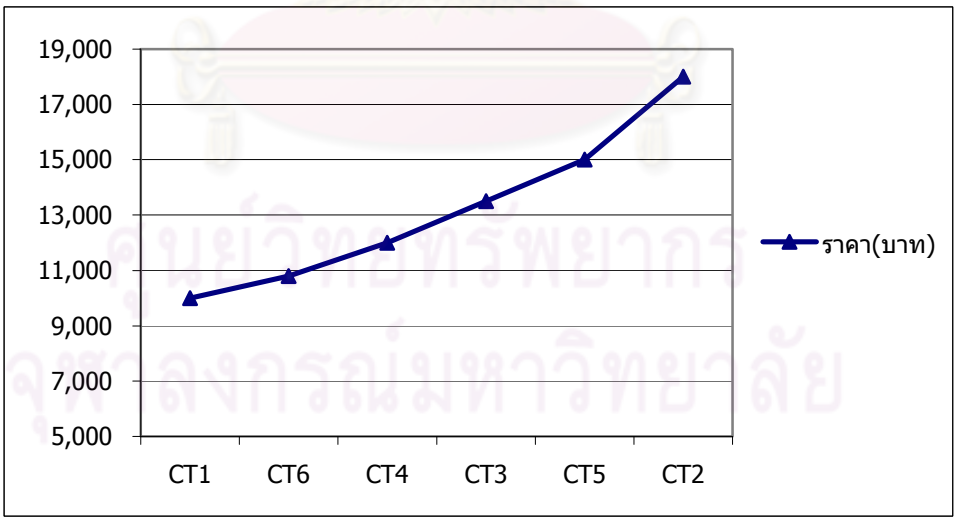
ข้อมูล ถาดรองน้ำเย็น จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 114,167 บาท

Float Valve

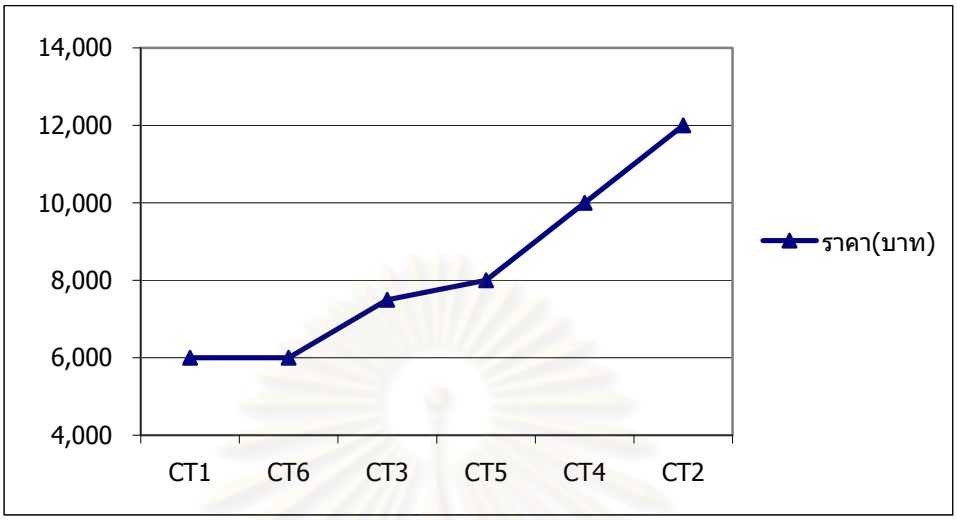
ข้อมูล Float Valve จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 13,217 บาท

Strainer

ข้อมูล Strainer จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



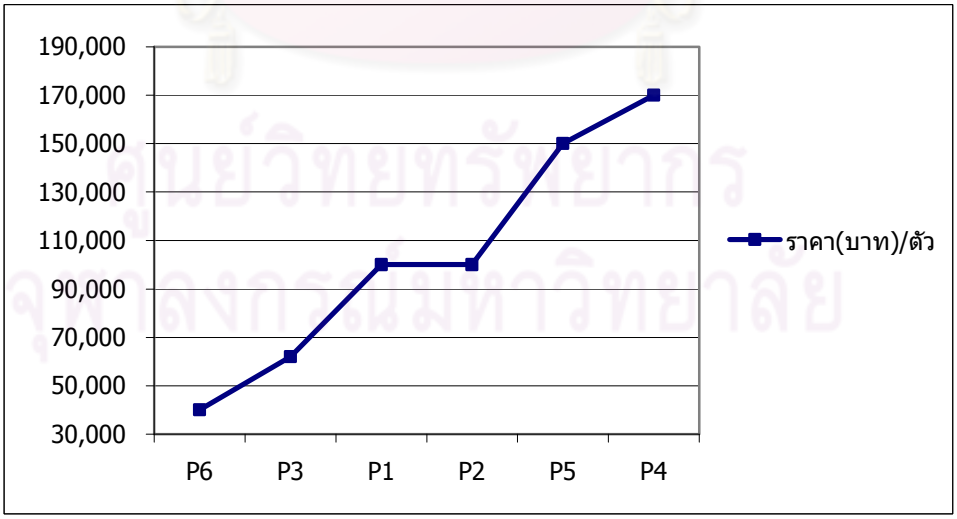
จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 8,250 บาท

2.3 **เครื่องส่งน้ำ** (Pump)

ชิ้นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

เรือนปั๊ม (Casing)

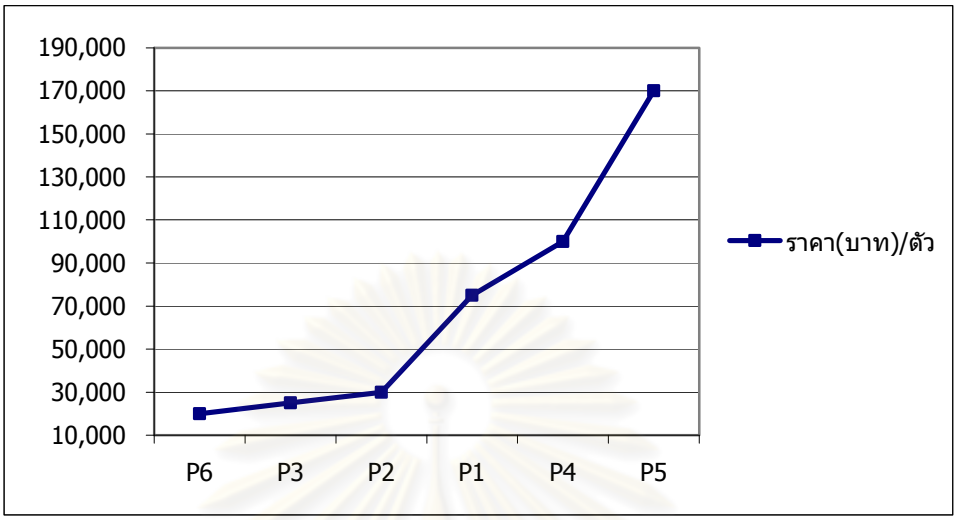
ข้อมูล เรือนปั๊ม จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 103,667 บาท

ใบพัด (Impeller)

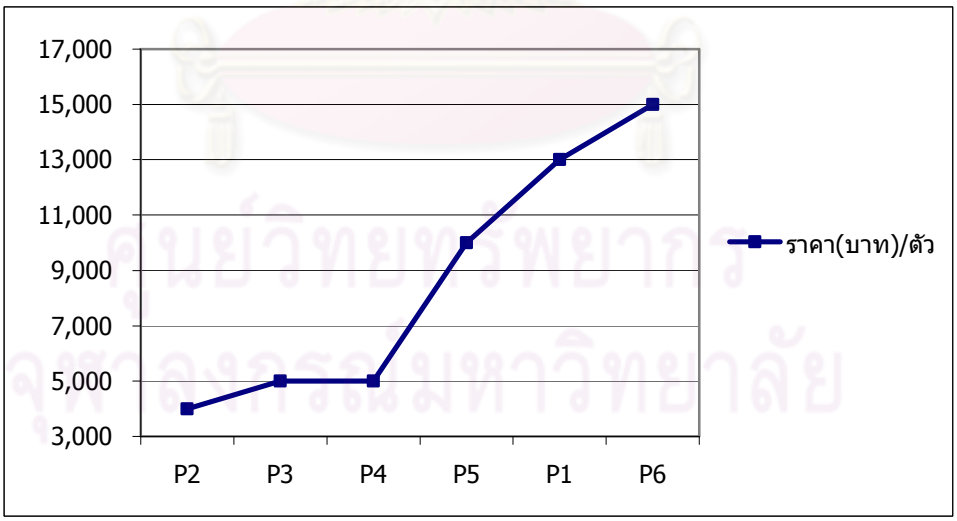
ข้อมูล ใบพัด จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 70,000 บาท

ปลอกหุ้มเพลา (Shaft Sleeve)

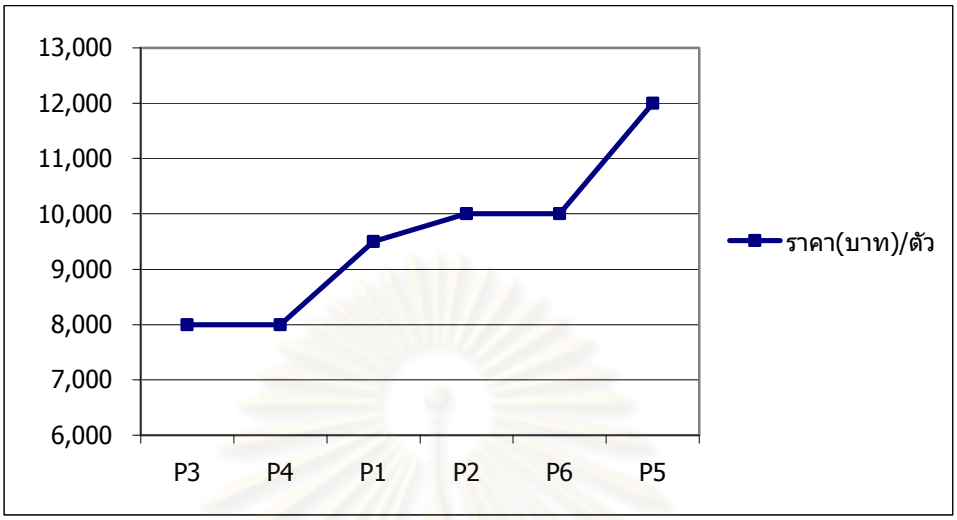
ข้อมูล ปลอกหุ้มเพลา จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 8,667 บาท

เพลา (Shaft)

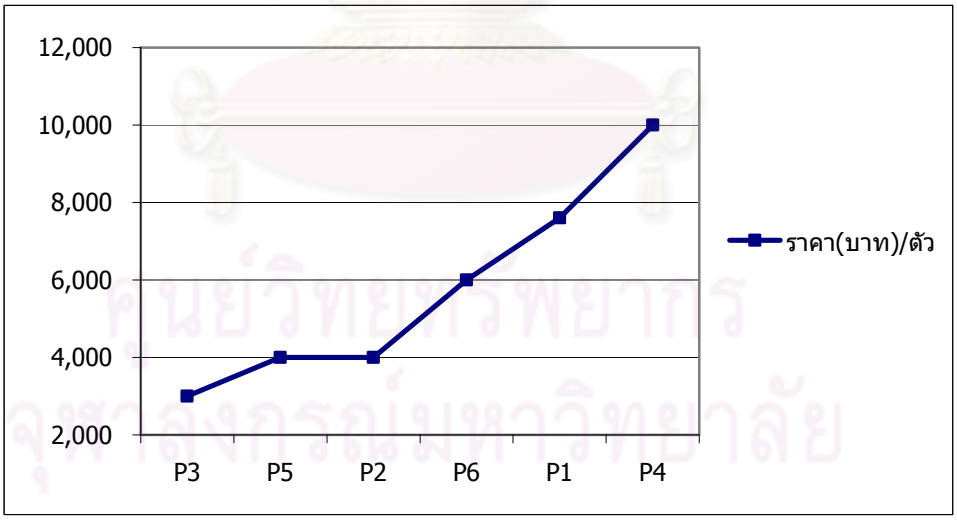
ข้อมูล เพลา จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 9,583 บาท

แบริ่ง (Bearing)

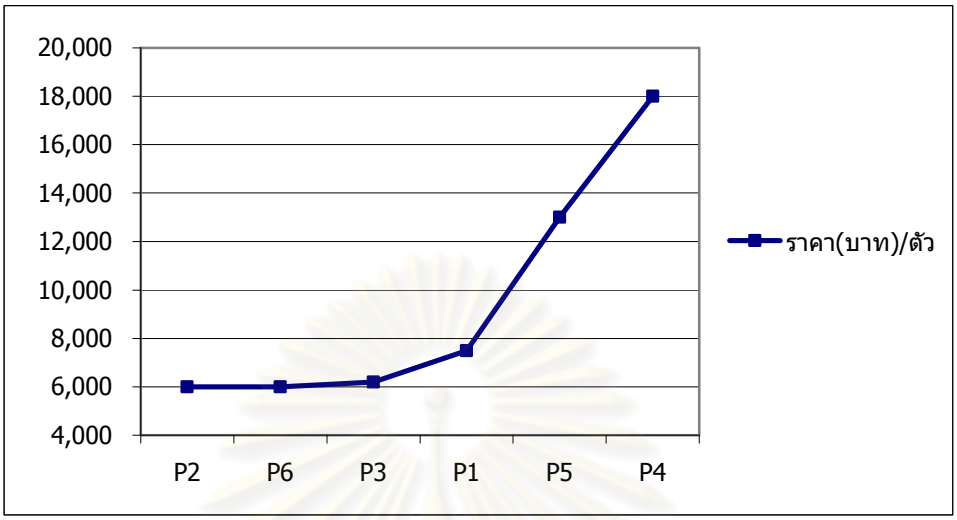
ข้อมูล แบริ่ง จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 5,767 บาท

แหวนกันสึก

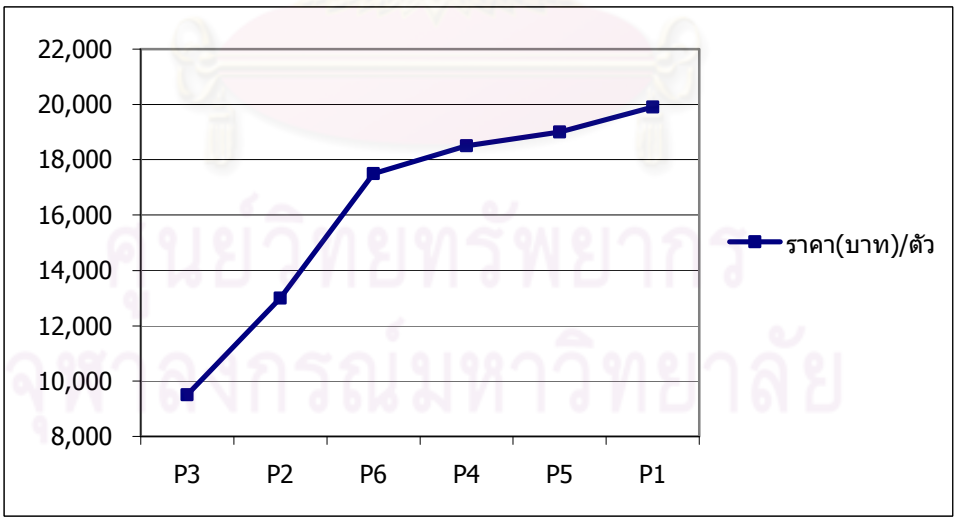
ข้อมูล แหวนกันสึก จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 9,450 บาท

อุปกรณ์กันรั่ว (Seal)

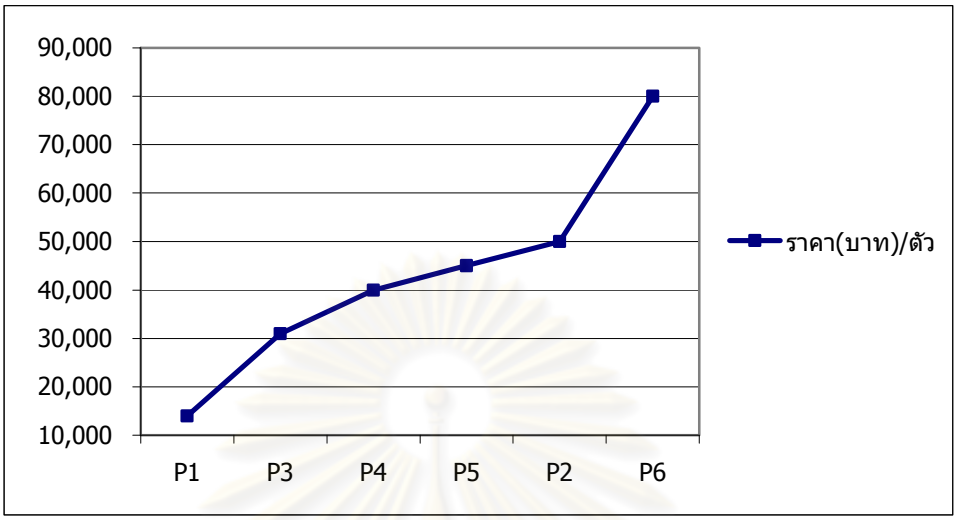
ข้อมูล อุปกรณ์กันรั่ว จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 16,233 บาท

มอเตอร์ (Motor)

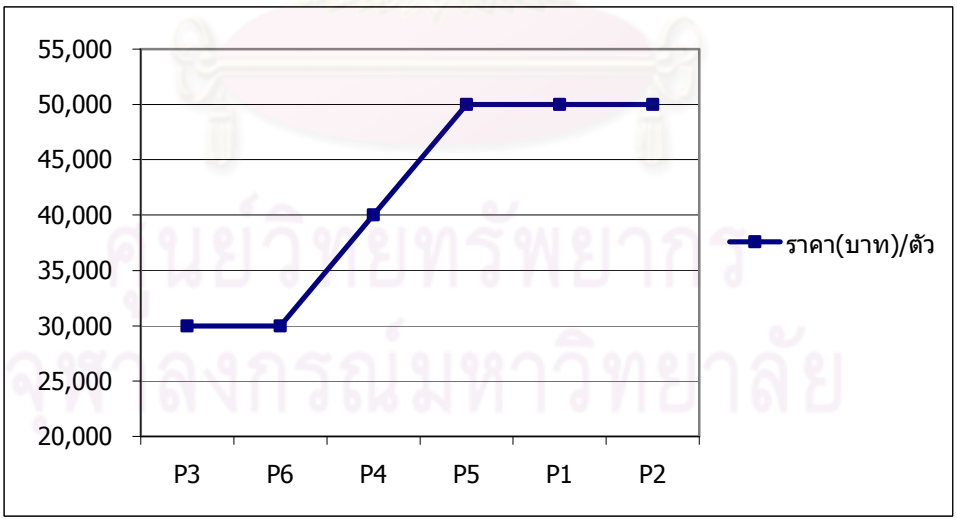
ข้อมูล มอเตอร์ จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 43,333 บาท

ระบบไฟฟ้าควบคุม,คอนโทรล (EE Panel)

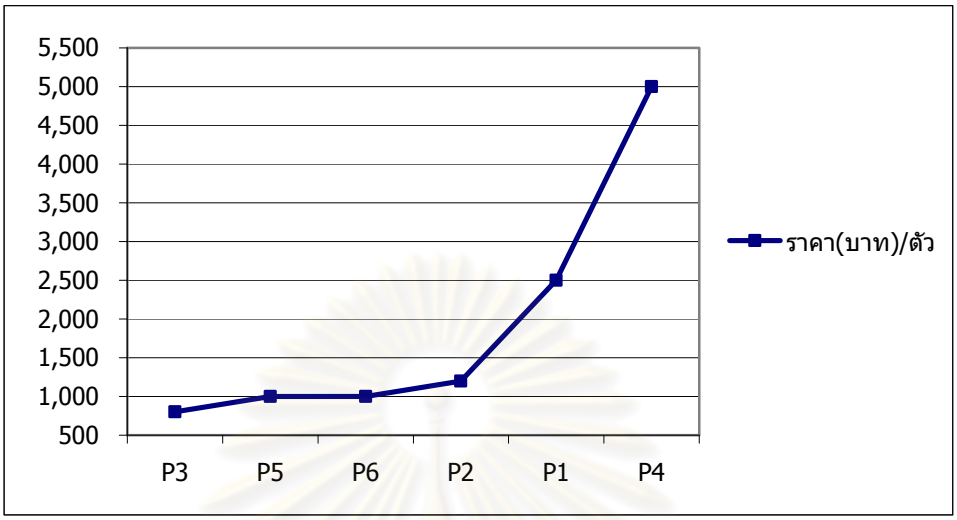
ข้อมูล ระบบไฟฟ้าควบคุม,คอนโทรล จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 41,667 บาท

Pressure Gauge

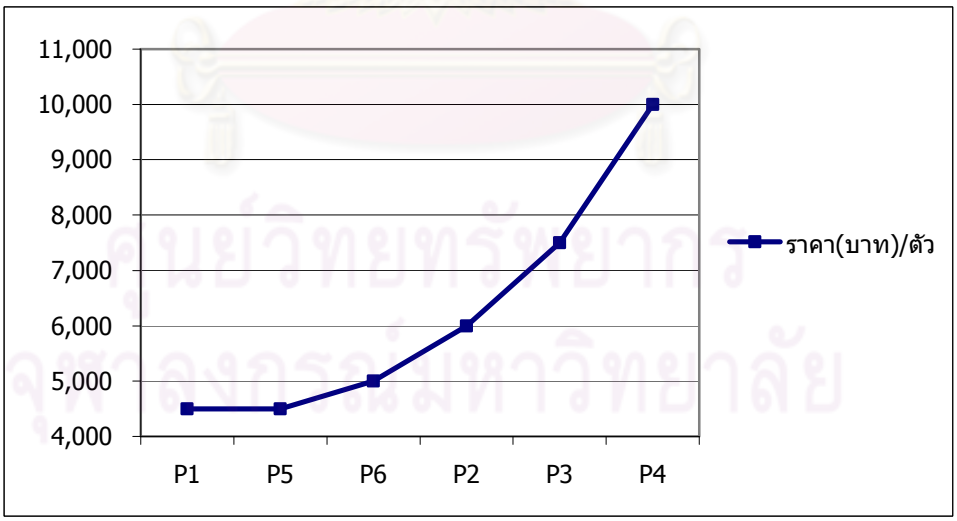
ข้อมูล Pressure Gauge จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 1,917 บาท

Check Valve

ข้อมูล Check Valve จาก 6 ตัวแทนผู้ผลิต



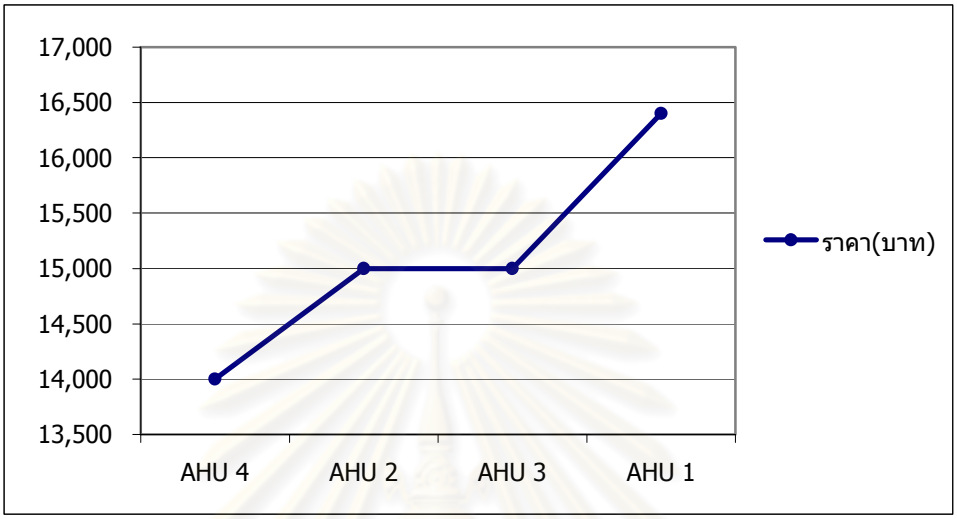
จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 6,250 บาท

2.4 **เครื่องส่งลมเย็น** (AHU)

ชิ้นส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

พัดลม (Fan)

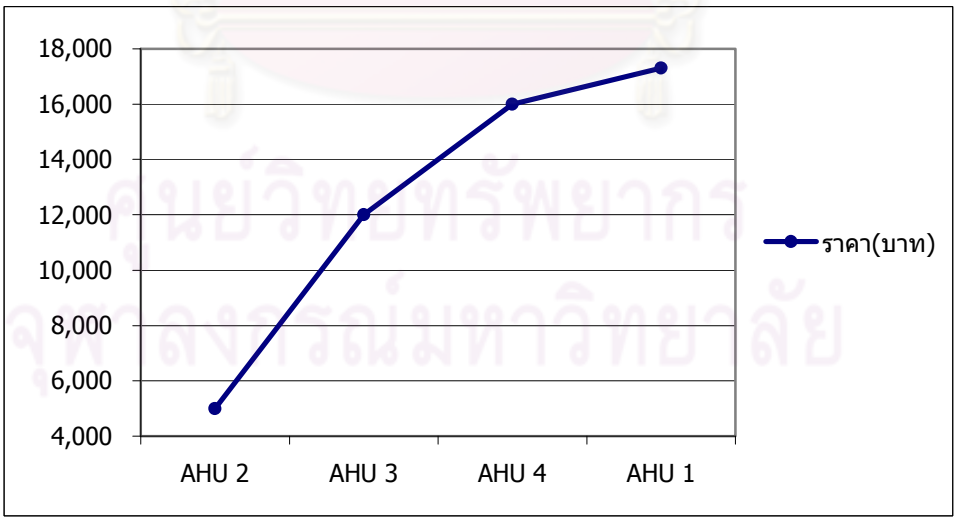
ข้อมูล พัดลม จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 15,100 บาท

มอเตอร์ (Motor)

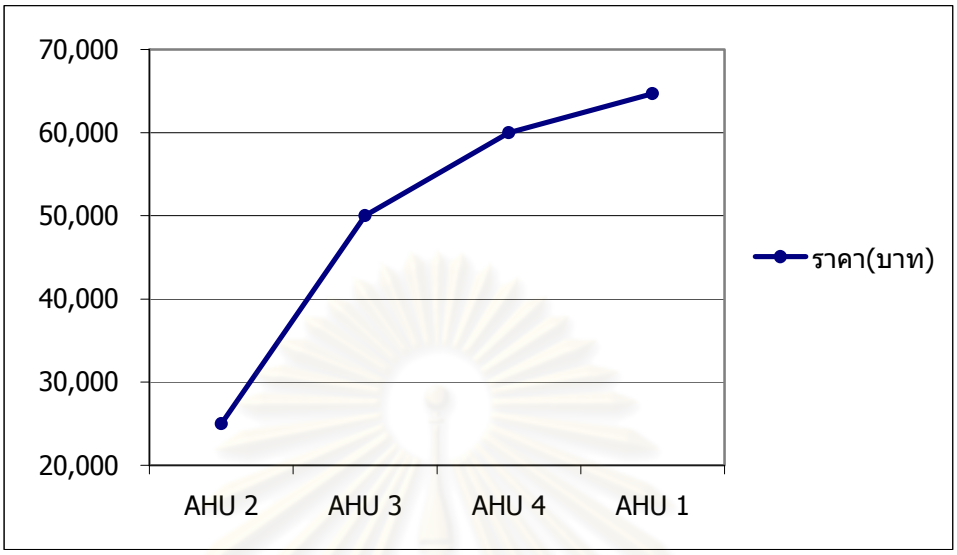
ข้อมูล มอเตอร์ จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 12,575 บาท

คอยล์เย็น (Cooling Coil)

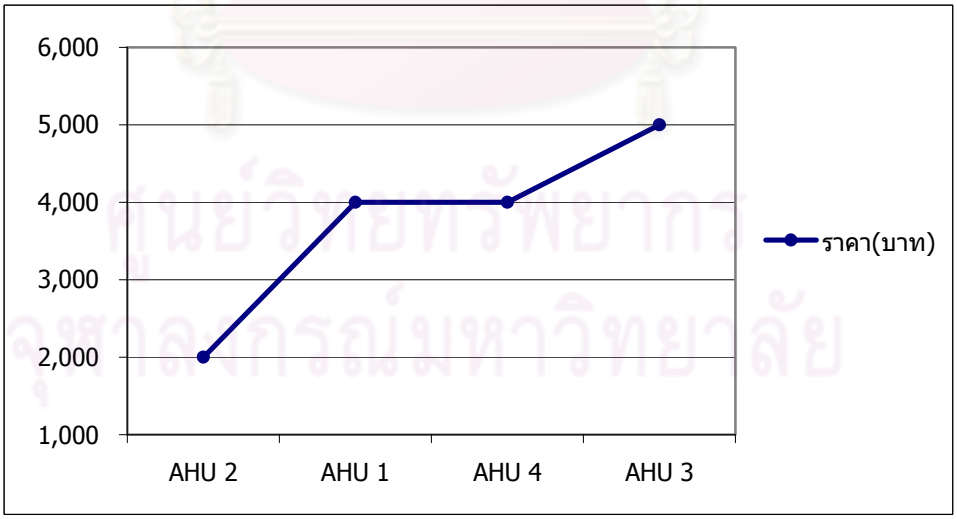
ข้อมูล คอยล์เย็น จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 49,925 บาท

ถาดน้ำทิ้ง (Basin)

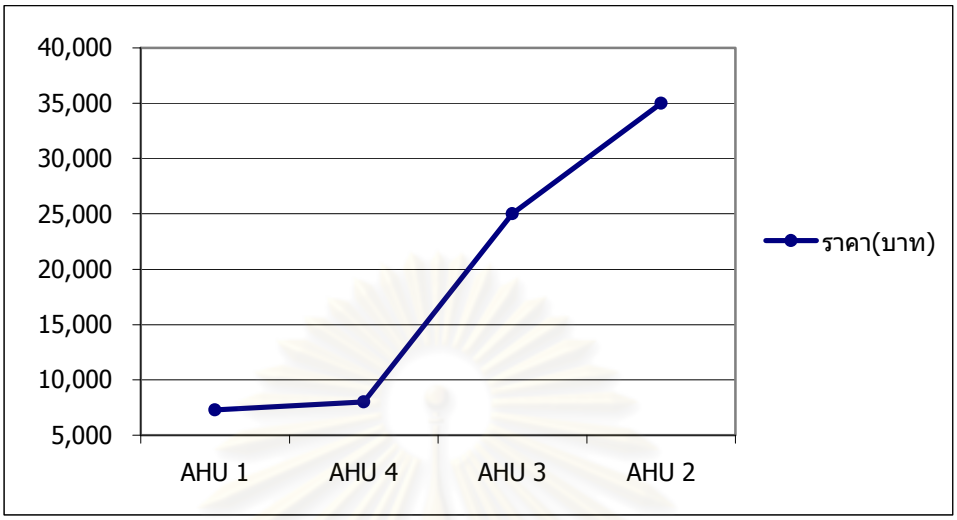
ข้อมูล ถาดน้ำทิ้ง จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 3,750 บาท

แผงกรองอากาศ (Filter)

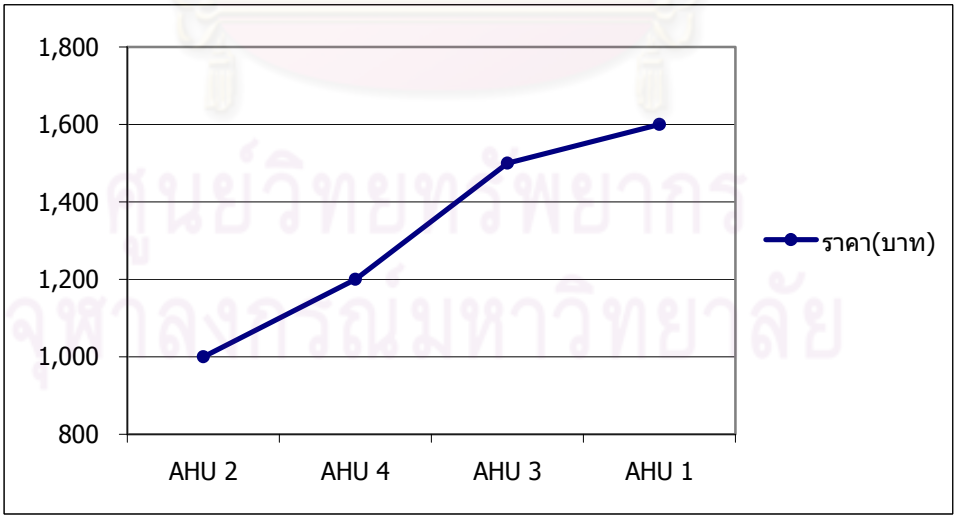
ข้อมูล แผงกรองอากาศ จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 18,825 บาท

สายพาน (Belt)

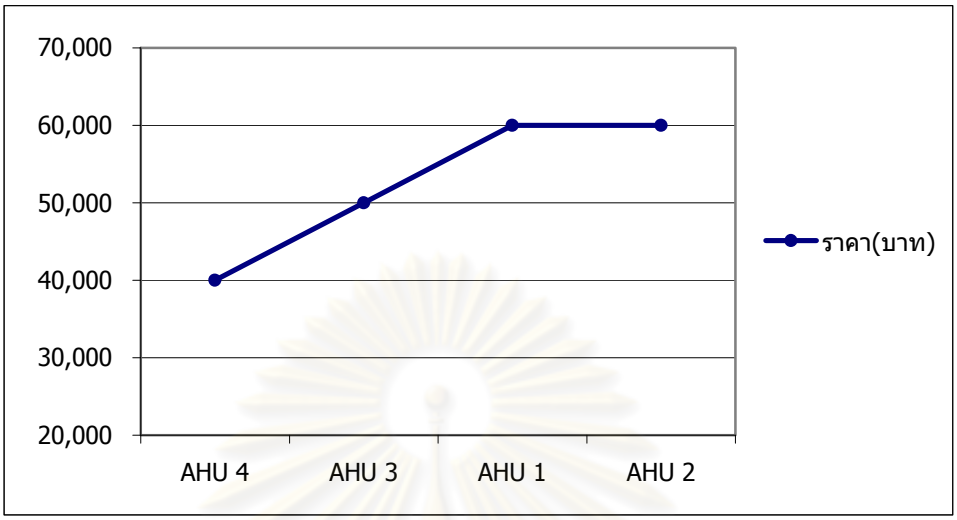
ข้อมูล สายพาน จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 1,325 บาท

ตัวถัง (Casing)

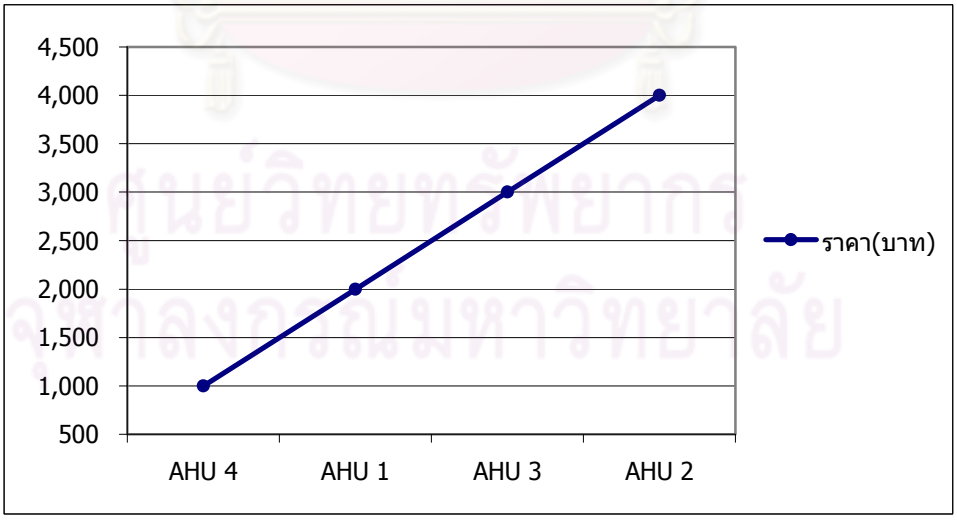
ข้อมูล ตัวถัง จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 52,500 บาท

พู่เล่ย์ (Pulley)

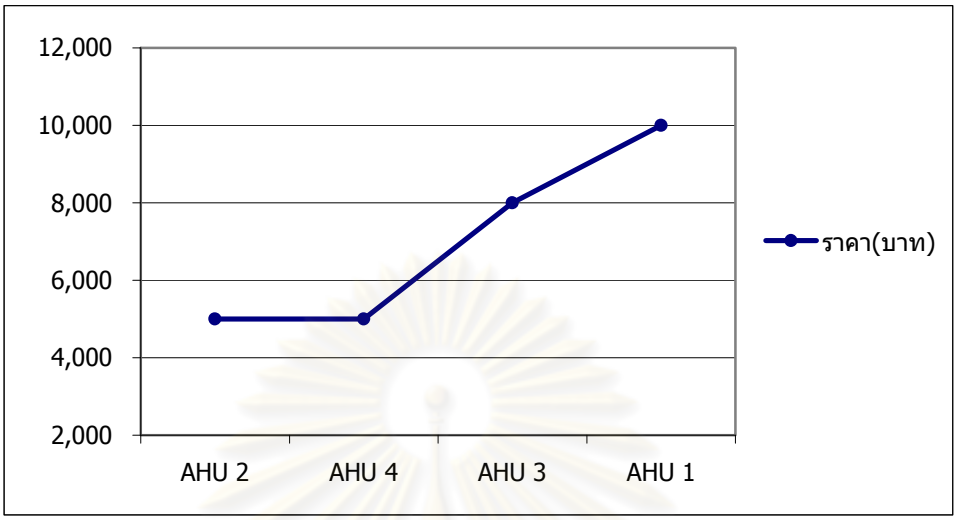
ข้อมูล พู่เล่ย์ จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 2,500 บาท

ระบบไฟฟ้าควบคุม (EE Panel)

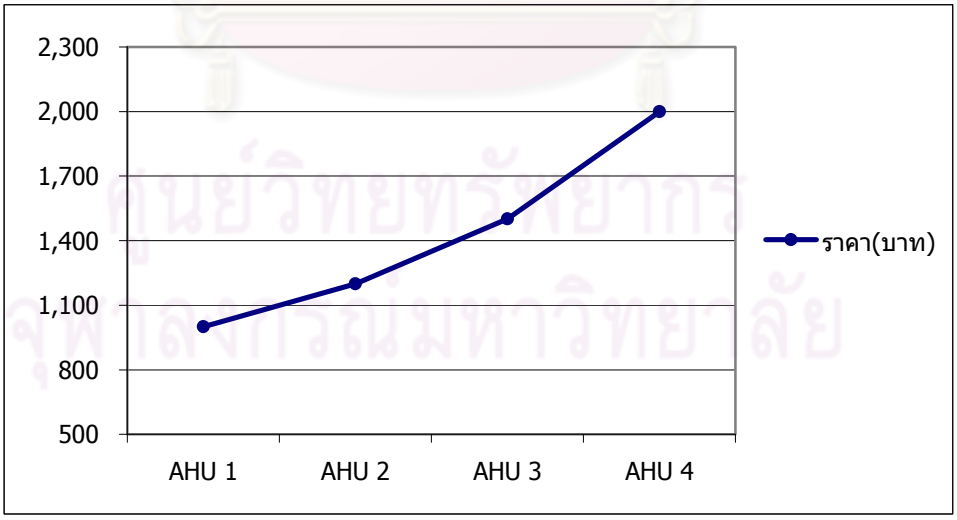
ข้อมูล ระบบไฟฟ้า จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 7,000 บาท

Room Thermostat

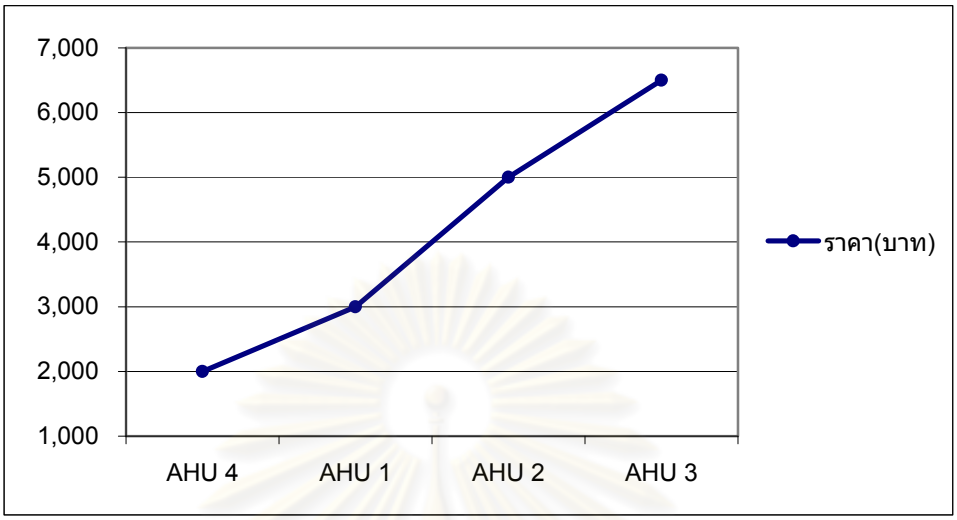
ข้อมูล Room Thermostat จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 1,425 บาท

Control Valve

ข้อมูล Control Valve จาก 4 ตัวแทนผู้ผลิต



จากแผนภูมิพบว่า ราคาเฉลี่ย เท่ากับ 4,125 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.
รายชื่อผู้ติดต่อ ของตัวแทนผู้ผลิต

เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) และเครื่องส่งลมเย็น (AHU)

ผู้ผลิต	บริษัท	ชื่อ	ตำแหน่ง	เบอร์ติดต่อ
TRANE	TRANE (Thailand)	คุณ ประพันธ์ หวังพึ่งตระกูล	Assistants Sale Manager	02-704 9999
YORK	Johnson Controls	คุณ อุทัย โลหชิตรานนท์	Country ESG Manager	02-717 1260-70
Carrier	Carrier (Thailand)	คุณ อำนาจ ศรีศิริรัตน์	Sale Manager	02-762 9222
Mc Quay	Mc Quay siam	คุณ ทศพล ลือชาพัฒนพร	General Manager	02-980 6600-5

หอทำความเย็น (Cooling Tower)

ผู้ผลิต	บริษัท	ชื่อ	ตำแหน่ง	เบอร์ติดต่อ
Liang Chi	Liang Chi (Thailand)	คุณ เจษ ทาแสน	Manager	02-738 7188
Shinwa	ACME	คุณ สุรเวช ดีสวัสดิ์	Sale Engineer	02-216 4920
Maley	The Brilliant Technology	คุณ พิษณุ ภู่เกิด	Sale Engineer	02-553 2637-9
Nihon Spindle	แอพโพรช เอนจิเนี่ยริ่ง จำกัด	คุณ ทนุพงษ์ จันทะภู	Sale Engineer	02-553 2641
EVAPCO	Sahapie Engineering	คุณ สุกัญญา บำรุง	Sale Executive	02-216 9081-3
BA.C	Thai Waterline System	คุณ รุ่งนภา อังสนานุวุฒิ	Sale Manager	02-717 8058

เครื่องส่งน้ำ (Pump)

ผู้ผลิต	บริษัท	ชื่อ	ตำแหน่ง	โทร
Paco	Sahapie Engineering	คุณ ครรชิต วิเศษสมภาคย์	Managing Director	02-216 9081-3
AURORA	United Power	คุณ อิสรีย์ บุญเพ็ง	Sale Engineer	02-742 5366
Grunfoss	Grunfoss Thailand	คุณ วีระ ดีทองอ่อน	Sale Engineer	02-725 8957
ITT	Amarin Technology	คุณ วิชา สิทธิรังสรรค์	Managing Director	02-734 7436-42
Patterson	B-Grimm Power Engineering	คุณ ป้อมเพชร วิศยาทักษิณ	Product Manager	02-710 3211
ELECTRA	Jebsen & Jessen	คุณ กิตติพันธ์ มุนินตรังกุล	Sale Engineer	02-787 8118

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย กฤษกร อุตศรี เกิดเมื่อวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2525 ที่ จ.สระบุรี

การศึกษา

-	ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านสว่างวัฒนา
-	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศรีเทพประชาสรรค์
-	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี
-	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี
-	ระดับปริญญาตรี	ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต วิชาเอก วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศน์

- เข้าศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคปลาย ปีการศึกษา พ.ศ. 2551

การทำงาน

- พ.ศ. 2549-2550	บริษัท เพาเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด มหาชน
- พ.ศ. 2550-2552	บริษัท อีเอ็มซี จำกัด มหาชน
- พ.ศ. 2552-2553	บริษัท จอร์นสัน คอนโทรล อินเตอร์เนชั่นแนล
- พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน	บริษัท รังสิต พลาซ่า บริษัท อัคโซ่ โนเบล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย