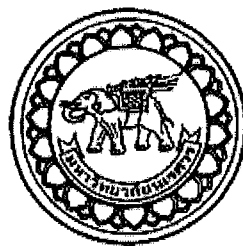


อภินันทนาการ



สำนักหอสมุด



หลักการเบื้องต้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

Preliminary Principles of Preventive Maintenance in Water Cooled Type
of Air Conditioning System

โดย

น.ส. สุพินต์ คำมา รหัส 43361773

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
- 2 เม.ย. 2557
วันลงทะเบียน.....
เลขทะเบียน..... 1.6545579
เลขเรียกหนังสือ..... TH

28929

2546

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2546

รับ 3 รด. 47

2546



ใบรับรองโครงการวิศวกรรมเครื่องกล

หัวข้อโครงการ : หลักการเบื้องต้นการบำรุงรักษาในระบบปรับอากาศแบบความเย็น
จากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ผู้ดำเนินโครงการ : น.ศ. สุพินต์ คำมา รหัส 43361773

อาจารย์ : อาจารย์ ศิษจุฑาณท์ แคนลา

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2546

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล อนุมัติให้โครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ศิษจุฑาณท์ แคนลา)

..... กรรมการ
(อาจารย์สิทธิโชค ผูกพันธุ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ภาณุ พุทธรังค์)

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงาน ณ ที่อาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ ตั้งแต่วันที่ 7 มิถุนายน พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2547 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ มากมาย และทราบถึงหลักการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้กับการทำงานในอนาคตได้ โครงการนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ดังนี้

1. อาจารย์ ศิษย์ภักดิ์	แคนดา	อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
2. คุณ ทรงพล	พันธ์สุข	หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง
3. คุณ ศราวุฒิ	สรรพพงศ์	ช่างเทคนิค
4. คุณ วงศ์ธร	สนองวงศ์	ช่างเทคนิค
5. คุณ เสริมเกียรติ	ชนิดสุขการ	วิศวกรไฟฟ้า
5. คุณ ชาทินกรินทร์	อาสนเรืองรอง	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป
5. คุณ กริธาวุฒิ	วรรณรัตน์	ช่างเทคนิค
6. คุณ พุทธชาติ	เพ็งห้าวร	ช่างเทคนิค
7. คุณ ชิตณรงค์	จันสน	ช่างเทคนิค

และบุคคลท่านอื่นๆ อีกหลายท่านที่ข้าพเจ้ามิได้กล่าวถึง ขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ได้มีส่วนร่วมในการให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้าตลอดมา

น.ส. สุพินันต์ คำมา
ผู้จัดทำรายงาน

หัวข้อโครงการ : หลักการเบื้องต้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในระบบปรับอากาศแบบ
ทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ผู้ดำเนินโครงการ : น.ส. สุพินต์ คำมา รหัส 43361773

อาจารย์ : อาจารย์ ศิษฐ์ภัณฑ์ แคนลา

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2546

บทคัดย่อ

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สำคัญในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ซึ่งจะช่วยป้องกันการหยุดระบบและป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้น เป็นผลทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี มีการใช้พลังงานต่ำและมีอายุการใช้งานที่สูงขึ้น

โครงการนี้เป็นการศึกษา วิเคราะห์ถึงหลักการเบื้องต้นและรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำของอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยเน้นในอุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น เครื่องส่งลมเย็นและหอผึ่งน้ำ ตามลำดับ

ซึ่งหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ ประกอบด้วย การจัดกำลังคน แผนการปฏิบัติงานตามช่วงเวลา การจัดทำบันทึกการและรายละเอียดของอุปกรณ์หรือเครื่องจักร รวมไปถึงการจัดทำรายงาน แต่จากการปฏิบัติงานจริงตามแผนงานนั้นยังไม่สัมฤทธิ์ผลดังที่วางแผนไว้ เนื่องจากการจัดกำลังคนในการปฏิบัติงานนั้นยังไม่สามารถปฏิบัติงานได้ตามตารางแผนงาน การบันทึกรายละเอียดก็ยังคงขาดการบันทึกรายละเอียดการซ่อมบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง และการจัดทำสรุปรายงานนั้นเป็นการสรุปรวมของทุกระบบ ซึ่งทำให้ขาดรายละเอียดข้อมูลที่สำคัญบางส่วนในการซ่อมบำรุงรักษาไป

Project Title : Preliminary Principles of Preventive Maintenance in Water
Cooled Type of Air Conditioning System

Name : Miss Supimon Kamma Code 43361773

Project Advisors : Mr. Sitphan Kanla

Department : Mechanical Engineering

Academic Year : 2003

.....

Abstract

A preventive maintenance is an important method to maintenance machines or equipments. It is helpful to prevent system break down and to prevent possible damage. It results to the system to be stability in good work. It uses low energy and has higher of lifetime of working.

This project is a studied to analize of Preliminary Principles of Preventive Maintenance in Water Cooled Type of Air Conditioning System at the building of the Health Sciences Research Institute , Naresuan University by emphasis in the important basic equipments : chiller , chilled water pump , condenser water pump , air handing unit / fan coil unit and cooling tower.

The principles of preventive maintenance of the Health Sciences Research Institute are including to man power management , practical plan according to time range , recording list and details of equipments or machines organizer , and including to writing a report. However it is not accomplished as the plan when it is done in real situation because the management of man power is on the planning table is not practical , recording list is lacked of details in some parts of maintenance when machines is breaks and moreover writing the report is summarized totally from all systems , so it lacked of important details in some parts of maintenance.

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการวิจัย	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบข่ายของปริญญานิพนธ์	2
1.4 กิจกรรมการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากปริญญานิพนธ์	2
1.6 งบประมาณในการจัดทำปริญญานิพนธ์	3
บทที่ 2 หลักการเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	
2.1 หลักการเบื้องต้นของระบบปรับอากาศ	4
2.2 ระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	5
2.3 การบำรุงรักษา	9
2.4 สาเหตุหลักของการเกิดปัญหาเครื่องจักร	10
2.5 ประเภทของการบำรุงรักษา	11
2.6 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	14
2.7 เป้าหมายหลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	16
2.8 สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาในการใช้แผนการซ่อมบำรุง	16
รักษาระบบปรับเชิงป้องกัน	
2.9 การจัดทำรายงาน การติดตามงานและการวิเคราะห์	18

2.10 ตัวอย่างการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาระบบปรับ อากาศเชิงป้องกัน	18
2.11 แนวทางของ 5 W 1 H	20
2.12 แนวทางของการจัดการความสำคัญและความ เร่งด่วนของงานที่ต้องทำเมื่อสังเกตพบสิ่งผิดปกติ	21
2.13 แนวทางลดเวลาสำหรับการดำเนินการการ บำรุงรักษาเชิงป้องกัน	21

บทที่ 3 การดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

3.1 ระบบปรับอากาศของอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ	23
3.2 รายละเอียดอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศ	24
3.3 การวางแผนและจัดตารางในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	31
3.4 การบำรุงรักษาในระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วน กลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	32
3.5 สิ่งพื้นฐานที่สำคัญในการซ่อมบำรุงรักษาในระบบปรับอากาศ	45
3.5 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการปรับอากาศ	46

บทที่ 4 สรุป วิจัย และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปการจัดทำโครงการ	54
4.2 วิจัยและข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	58

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 วงจรการทำความเย็นจากส่วนกลางแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ	6
รูปที่ 2.1 วงจรการทำความเย็นจากส่วนกลางแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ	7
รูปที่ 2.3 กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	14
รูปที่ 3.1 อาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ	23
รูปที่ 3.2 เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	24
รูปที่ 3.3 เครื่องสูบน้ำ	26
รูปที่ 3.4 หอผึ่งน้ำ	27
รูปที่ 3.5 เครื่องส่งลมเย็น	29
รูปที่ 3.6 Flow Switch ของเครื่องทำน้ำเย็น	34
รูปที่ 3.7 แกนเหล็กที่ใช้ปรับตั้งสายพาน	36
รูปที่ 3.8 การล้างทำความสะอาดแผ่นสกัดน้ำ	36
รูปที่ 3.9 การทำความสะอาดวอเตอร์เบซิน	37
รูปที่ 3.10 การถอดล้างตัวกรองเครื่องสูบน้ำ	38
รูปที่ 3.11 เครื่องไล่อากาศ	38
รูปที่ 3.12 การทำความสะอาดเครื่องส่งลมเย็น	39
รูปที่ 3.13 การทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศแบบถอดล้างได้	40
รูปที่ 3.14 การใช้ Blower เป่าท่อน้ำทิ้ง	41

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงผลกระทบที่เกิดจากการขัดข้องของเครื่องจักร	10
ตารางที่ 2.2 ข้อดี – ข้อเสียของการบำรุงรักษาแต่ละประเภท	12
ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องทำน้ำเย็น	24
ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของเครื่องสูบน้ำเย็น	26
ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น	27
ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของหอผึ่ง	28
ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของเครื่องส่งลมเย็น	29
ตารางที่ 3.6 การบำรุงรักษาตามช่วงเวลาของเครื่องทำน้ำเย็น	42
ตารางที่ 3.7 การบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ	43
ตารางที่ 3.8 การบำรุงรักษาหอผึ่งน้ำ	44
ตารางที่ 3.9 การบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็น	44
ตารางที่ 3.10 การบำรุงรักษาพัดลมระบายอากาศ	45
ตารางที่ 3.11 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็น	46
ตารางที่ 3.12 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องสูบน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น	48
ตารางที่ 3.13 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของหอผึ่งน้ำ	50
ตารางที่ 3.14 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องส่งลมเย็น	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ระบบปรับอากาศ เป็นระบบที่ทำให้อากาศบริเวณที่ต้องการปรับอากาศมีอุณหภูมิ ความชื้น การหมุนเวียนของอากาศและความบริสุทธิ์ของอากาศในบริเวณนั้นคงที่และเหมาะสมกับความต้องการ ในปัจจุบัน ระบบปรับอากาศได้เข้ามามีบทบาทในการปรับอากาศมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นที่พักอาศัย สำนักงาน อาคารพาณิชย์ หรือแม้แต่ในระบบอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งระบบการปรับอากาศในอาคารขนาดใหญ่จะเป็นระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง (Air Conditioning System) เป็นระบบที่มีการใช้พลังงานมาก และมีความจำเป็นที่ต้องมีการซ่อมบำรุงรักษาเป็นอย่างดี โดยอุปกรณ์หลักที่มีความจำเป็นที่ต้องมีการซ่อมบำรุงรักษา ได้แก่ เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น เครื่องส่งลมเย็น หอผึ่งน้ำ การละเลยในการซ่อมบำรุงรักษานั้นจะก่อให้เกิดปัญหาระบบทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้น ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ควรมีความรู้เกี่ยวกับหลักการ วิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม สามารถตรวจวิเคราะห์สภาพ สาเหตุของการเกิดปัญหาในระบบการปรับอากาศได้อย่างถูกต้อง และปรับปรุงแก้ไขให้อยู่ในสถานะที่สามารถใช้งานได้ตามปกติ

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน นับว่าเป็นแนววิธีหนึ่งในการซ่อมบำรุงรักษาที่สำคัญ ซึ่งการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนี้ จะช่วยป้องกันการหยุดระบบ (Break Down) และป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศทำให้ระบบมีเสถียรภาพในการทำงานที่ดี มีการใช้พลังงานต่ำ อายุการใช้งานที่สูงขึ้น แต่หากขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ความเสียหายต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้นจะส่งผลกระทบต่อทั้งระบบการทำความเย็น เป็นผลทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการซ่อมบำรุงรักษาและก่อให้เกิดความเสียหายต่อการดำเนินกิจการ รวมไปถึงการสิ้นเปลืองพลังงานที่ต้องนำมาใช้ในระบบ

เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหานั้นที่อาจเกิดขึ้นกับระบบการปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง โครงการนี้จึงได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักการการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางในอาคารขนาดใหญ่ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางปฏิบัติสำหรับผู้ควบคุมดูแลระบบต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ถึงหลักการของการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

1.2.2 นำหลักการซ่อมบำรุงรักษาระบบเชิงป้องกันมาวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งวางแผนสำหรับซ่อมบำรุงของระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

1.3 ขอบข่ายของปริิญญานิพนธ์

ศึกษาหลักการ รวบรวมข้อมูลและวางแผนเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยเน้นในอุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น เครื่องส่งลมเย็น หอผึ่งน้ำ ตามลำดับ

1.4 กิจกรรมการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 กิจกรรมการดำเนินงาน

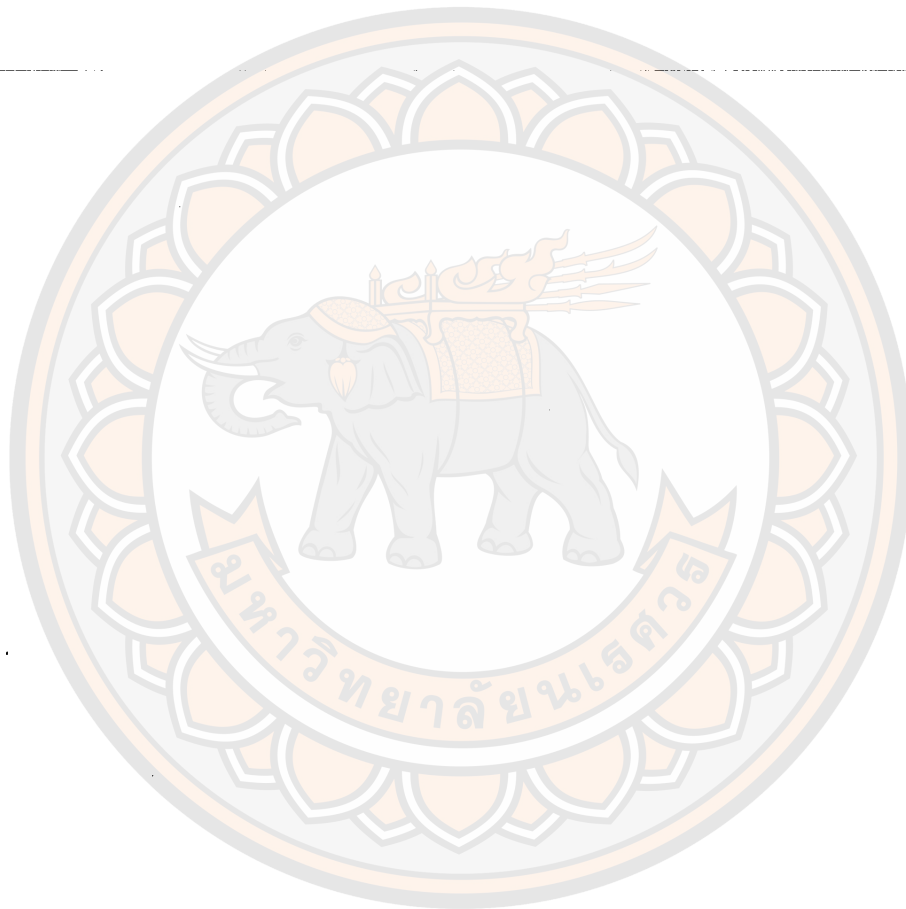
ขั้นตอนการดำเนินงานกิจกรรม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
ศึกษาการทำงานของระบบปรับอากาศในอาคาร	←→			
ศึกษาแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันภายในอาคาร		←→		
ศึกษาวิธีการตรวจสอบและการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน		←→		
รวบรวมข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการแก้ปัญหา			←→	
ประมวลผลและจัดทำรูปเล่มปริิญญานิพนธ์				←→

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากปริิญญานิพนธ์

ได้เอกสารที่รวบรวมข้อมูลและหลักการเบื้องต้นสำหรับใช้ประกอบการวางแผนและการวิเคราะห์การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

1.6 งบประมาณในการจัดทำปริยฐานิพนธ์

ค่ากระดาษ	110	บาท
ค่าเช่าเล่ม	1,200	บาท
ค่าหมึก Printer	350	บาท
รวมทั้งหมด	1,660	บาท



บทที่ 2

หลักการเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.1 หลักการเบื้องต้นของระบบปรับอากาศ

การปรับอากาศ คือ การกระทำต่ออากาศเพื่อควบคุมให้ทั้งอุณหภูมิและความชื้นของอากาศให้เป็นไปตามที่ต้องการของบริเวณนั้นๆ นอกจากนี้ยังต้องมีการควบคุมความบริสุทธิ์และการไหลเวียนของอากาศให้เหมาะสมอีกด้วย เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยเกิดความสุขสบายเมื่ออยู่ในห้องที่มีการปรับอากาศ ดังนั้นในการออกแบบระบบปรับอากาศควรคำนึงถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อสภาวะความสุขสบาย ดังนี้

2.1.1 อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature) เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญต่อกระบวนการถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายและสิ่งแวดล้อมซึ่งจะประกอบด้วย การพาความร้อนที่ผิวหนัง การถ่ายเทความร้อนด้วยการหายใจในบางส่วนของความร้อนสัมผัส

2.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เป็นตัวแปรสำคัญในการสูญเสียความร้อนของร่างกายจากการกลายเป็นไอที่ผิวหนัง ความชื้นสัมพัทธ์จึงมีความสำคัญต่อการรักษาสมดุลของร่างกาย

2.1.3 อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (Mean Radiant Temperature) คือ อุณหภูมิของห้องสมมติให้มีค่าสม่ำเสมอ ที่ทำให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยการแผ่รังสีระหว่างร่างกายกับพื้นผิวของห้องสมมติมีค่าเท่ากับพื้นผิวแวดล้อมที่มีค่าไม่สม่ำเสมอ

2.1.4 ความเร็วลม (Air Velocity) เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อความสมดุลของร่างกาย โดยมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายกับสภาวะแวดล้อม ทั้งในส่วนของพาความร้อนระหว่างผิวหนังกับอากาศและการระเหยของเหงื่อที่ผิวหนัง

2.1.5 ความดัน (Pressure) เป็นตัวแปรที่ต้องพิจารณาเพื่อสภาวะความสุขสบาย การเพิ่มความดันมีผลในการผลักดันไม่ให้อากาศสกปรกจากภายนอกเข้ามาภายในห้องได้ การควบคุมความดันภายในห้องทำได้โดยการปล่อยปริมาณอากาศเกินภายในห้องผ่านตัวตรวจวัดความดัน (Pressure Sensing) สำหรับห้องที่มีคนทำงานอยู่ อากาศหมุนเวียนภายในระบบจะต้องมีอากาศจากภายนอกเพิ่มเข้ามาเนื่องจากความต้องการทางกายภาพของคนและต้องไล่อากาศบางส่วนออกไป ต้องมีอากาศบริสุทธิ์อย่างน้อย 5.66 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อคนจึงจะเพียงพอต่อการหายใจ

2.1.6 พลังงาน (Energy) ทุกกระบวนการในการปรับอากาศต้องมีการใช้พลังงาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานจากระบบทำความเย็น การไหลเวียนของอากาศ การส่งของเหลวในกระบวนการผลิตและการใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเพื่อการควบคุมสิ่งแวดล้อม ความสะดวกและอุปกรณ์การผลิต ซึ่ง

ระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางมีการใช้พลังงานที่สูงมาก ยิ่งใช้พลังงานมากเท่าไร ก็จะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจค่าใช้จ่ายมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นควรมีการออกแบบระบบรักษาแรงดัน ความต้องการกระแสอากาศไหลเวียนที่ดีและการออกแบบระบบควบคุมที่ถูกต้องแม่นยำ หรือใช้วิธีการนำความร้อนจากระบบถ่ายเทอากาศเสียกลับมาใช้ประโยชน์อีกซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้

2.1.7 เสียง ระดับของเสียงภายในห้องควรมีการควบคุมในระดับที่เหมาะสมที่ผู้คนที่ทำงานอยู่สามารถติดต่อกันได้โดยไม่มีเสียงรบกวน ไม่เกิดความเสียหายแก่ผลผลิต กระบวนการผลิตและคนที่ทำงานอยู่

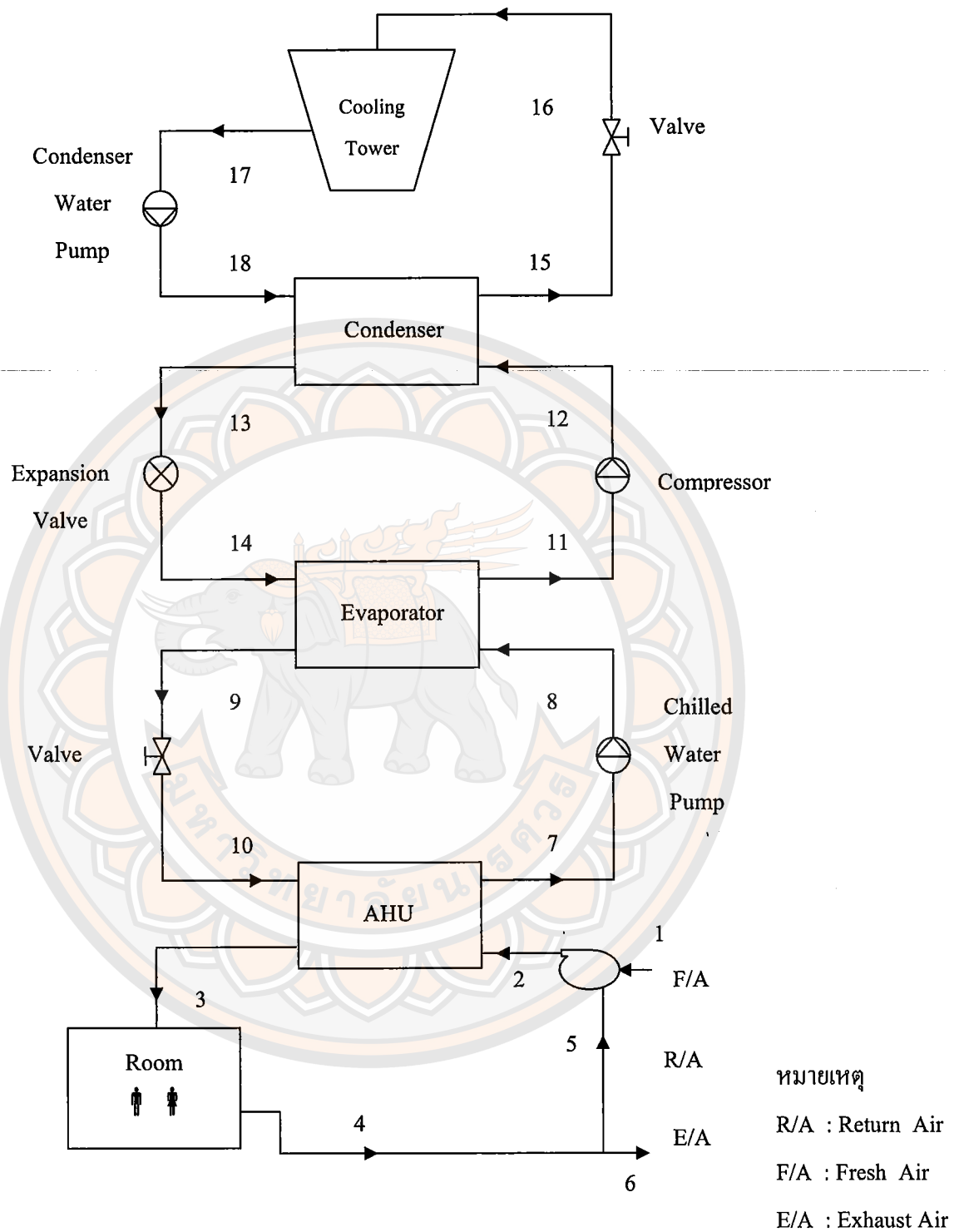
2.2 ระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

ระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง เป็นระบบปรับอากาศที่นิยมใช้ในการปรับอากาศให้กับอาคารหรือสถานที่ที่มีการใช้พื้นที่ใช้สอยจำนวนมาก และเป็นระบบที่ทำความเย็นให้กับอาคารโดยอ้อม กล่าวคือ แทนที่จะใช้น้ำยาสารทำความเย็นเป็นสารทำความเย็นปฐมภูมิแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศโดยตรงบริเวณคอยล์เย็นในห้องปรับอากาศ แต่กลับส่งน้ำยาสารทำความเย็นซึ่งเป็นสารทำความเย็นปฐมภูมิไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำเย็นอุณหภูมิสูงบริเวณอีแวปโปเรเตอร์ ทำให้น้ำเย็นอุณหภูมิสูงกลายเป็นน้ำเย็นอุณหภูมิต่ำ น้ำเย็นอุณหภูมิต่ำซึ่งถือเป็นสารทำความเย็นทุติยภูมิจะถูกส่งไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายในห้องที่มีอุณหภูมิสูงตรงบริเวณคอยล์เย็นอีกทอดหนึ่ง ซึ่งการส่งน้ำเย็นนั้นจะส่งไปตามระบบท่อ โดยอาศัยแรงดันจากเครื่องสูบน้ำ

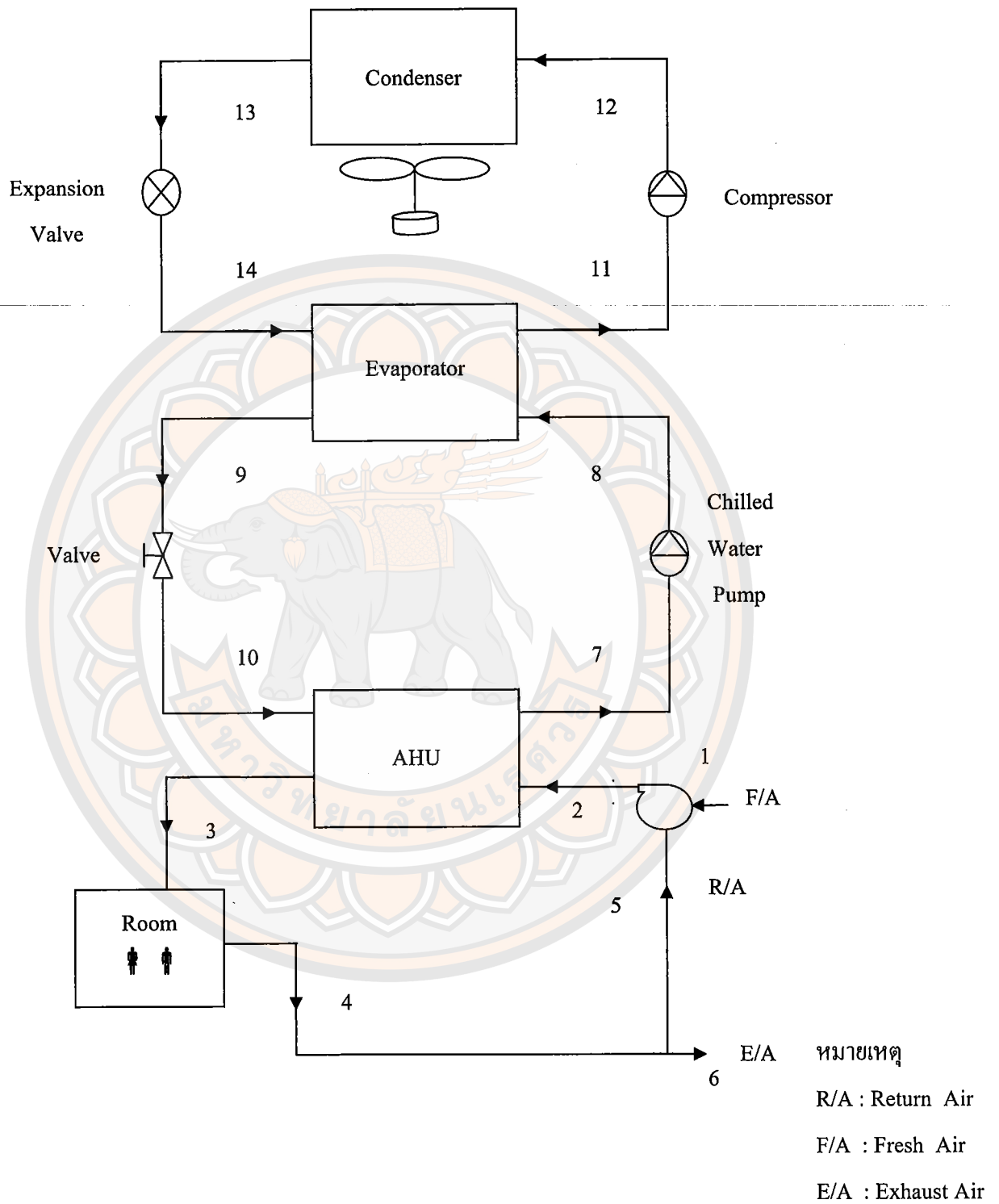
ระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง โดยทั่วๆ ไปจะมีหลักวิธีการระบายความร้อนจากเครื่องทำน้ำเย็น 2 ชนิด ดังนี้ คือ ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำและชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งอุปกรณ์หลักในระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ จะประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานที่สำคัญ คือ เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) เครื่องสูบน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น (Chilled Water Pump / Condenser Water Pump) หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit / Fan Coil Unit) ระบบท่อพร้อมอุปกรณ์ประกอบท่อ (Piping and Fitting) และฉนวน (Insulation) ดังแสดงในรูปที่

2.1

ส่วนระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ จะประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญ คือ เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) เครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit / Fan Coil Unit) ระบบท่อพร้อมอุปกรณ์ประกอบท่อ (Piping and Fitting) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 วงจรการทำความเย็นจากส่วนกลางแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ



รูปที่ 2.2 วงจรการทำความเย็นจากส่วนกลางแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

2.2.1 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

หลักการทำงานของระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำและชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ จะเป็นไปตามวงจรดังแสดงในรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2 ตามลำดับ ซึ่งแต่ละวงจรจะทำงานสัมพันธ์กัน ดังนี้

2.2.3.1 ระบบวงจรทางด้านอากาศ (Air Side Loop System : 1-2-3-4-5-6) คือ วงจรการทำความเย็นให้กับอากาศภายในห้องต่างๆ โดยมีหลักการทำงานดังนี้ อากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air) จากจุดที่ 1 ที่ถูกนำเข้ามาจากภายนอกอาคารจะเข้ามาผสมกับอากาศกลับ (Return Air) จากจุดที่ 5 และอากาศผสมนี้จะถูกส่งผ่านเข้าคอยล์เย็นที่จุดที่ 2 เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำเย็นอุณหภูมิต่ำ เป็นผลทำให้อุณหภูมิของอากาศผสมลดลง ก่อนที่จะถูกส่งเข้าไปทำความเย็นภายในห้องปรับอากาศ เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับภาระความร้อน (Heat Load) ต่างๆ ภายในห้อง อากาศในจุดที่ 6 จะถูกระบายออกไป บางส่วนถูกนำกลับเข้ามาผสมกับอากาศในจุดที่ 5 เพื่อทำความเย็นต่อไป

2.2.3.2 ระบบวงจรทางด้านการทำน้ำเย็น (Chilled Water Side Loop System : 7-8-9-10) คือ วงจรการทำน้ำเย็นอุณหภูมิต่ำเพื่อส่งไปยังคอยล์เย็น โดยมีหลักการทำงานดังนี้ เครื่องสูบน้ำเย็นจะจ่ายน้ำเย็นอุณหภูมิสูงจากคอยล์เย็นที่จุดที่ 7 มาที่จุดที่ 8 ที่อีแวปโปเรเตอร์ในเครื่องทำน้ำเย็น และที่จุดนี้เองน้ำเย็นอุณหภูมิสูงจะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็น เป็นผลทำให้น้ำเย็นอุณหภูมิลดต่ำลงก่อนที่จะถูกส่งผ่านระบบท่อน้ำไปยังคอยล์เย็นเพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับวงจรอากาศต่อไปตามเส้นที่ 9-10 และเมื่อน้ำเย็นอุณหภูมิต่ำได้แลกเปลี่ยนความร้อนให้กับอากาศภายในห้องแล้วน้ำเย็นอุณหภูมิต่ำก็จะกลายเป็นน้ำเย็นอุณหภูมิสูง และไหลเวียนกลับไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็นที่เครื่องทำน้ำเย็น

2.2.3.3 ระบบวงจรทางด้านสารทำความเย็น (Refrigeration Side Loop System : 11-12-13-14) คือ วงจรในการทำความเย็นแบบอัดไอของเครื่องทำน้ำเย็น โดยเครื่องอัด (Compressor) จะอัดสารทำความเย็นที่มาจากจุดที่ 11 ทำให้อุณหภูมิ ความดันของสารทำความเย็นเพิ่มสูงขึ้น และส่งผ่านไประบายความร้อนให้กับน้ำหล่อเย็นอุณหภูมิต่ำหรืออากาศภายนอกแล้วแต่ชนิดของการระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็นที่คอนเดนเซอร์ เป็นผลให้ไอระเหยของสารทำความเย็นเกิดการควบแน่นกลายเป็นของเหลวก่อนที่จะส่งผ่านวาล์วลดความดัน (Expansion Valve) ในจุดที่ 13 ซึ่งเมื่อสารทำความเย็นไหลผ่านวาล์วลดความดันแล้วจะทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิ ความดันลดต่ำลง พร้อมทั้งจะส่งผ่านอีแวปโปเรเตอร์เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับน้ำเย็นอุณหภูมิสูงที่มาจากอาคารต่อไป

2.2.3.4 ระบบวงจรทางด้านการหล่อเย็นหรือการระบายความร้อน (Condenser Water Side Loop System : 15-16-17-18) คือ วงจรในการระบายความร้อนให้กับเครื่องทำน้ำเย็น ซึ่งถ้าเครื่องทำน้ำเย็นเป็นชนิดที่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำจะมีหลักการทำงานดังนี้ น้ำหล่อเย็นอุณหภูมิต่ำที่มาจากจุดที่ 17 จะถูกส่งเข้าที่คอนเดนเซอร์ในจุดที่ 18 โดยอาศัยแรงดันจากเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็น เป็นผลทำให้น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น และน้ำหล่อเย็นอุณหภูมิสูงนี้จะไหลกลับไปตามท่อน้ำหล่อเย็นกลับเข้าสู่หอผึ่งน้ำในจุดที่ 16 เพื่อระบายความร้อนให้กับน้ำหล่อเย็นอุณหภูมิสูงจนอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นลดต่ำลง วงจรการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2.1

แต่สำหรับในส่วนเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ มีหลักการทำงานดังนี้ คือ ที่คอนเดนเซอร์จะมีพัดลมช่วยในการระบายความร้อน ทำให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นอุณหภูมิสูงกับอากาศโดยตรง แทนที่จะใช้น้ำในการระบายความร้อนเช่นดังการทำงานจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ วงจรการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2.2

2.3 การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาที่ดี หมายถึง การดูแลรักษา การตรวจตราสภาพ การซ่อมสภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์

การดูแลรักษา คือ การทำให้อุปกรณ์เครื่องมือ อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตลอดเวลา เช่น การเติมน้ำ เติมน้ำยา เติมน้ำมัน การทำความสะอาด

การตรวจตราสภาพ คือ ตรวจดูความผิดปกติที่อาจจะเกิดขึ้น เช่น อุณหภูมิ ความดัน ระดับเสียง การสั่น

การซ่อม คือ การทำให้อุปกรณ์ เครื่องมือที่เสียหายสามารถกลับมาใช้งานได้

2.3.1 ข้อดีของการบำรุงรักษา

2.3.1.1 มีการประหยัดพลังงานเพราะจะคงประสิทธิภาพไว้

2.3.1.2 เครื่องจักรทำงานโดยไม่หยุด ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อกิจการ

2.3.1.3 เตรียมแผนงานล่วงหน้าได้

2.3.1.4 ใช้ฝ่ายช่างอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 สาเหตุหลักของการเกิดปัญหาเครื่องจักร

ปัญหาเครื่องจักรที่เกิดขึ้นมักมีสาเหตุหลายประการที่ต้องจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการซ่อมบำรุงโดยสรุปสาเหตุได้ดังนี้

2.4.1 ความเสื่อมสภาพและการชำรุดของชิ้นส่วน เช่น เกียร์ สายพาน ลูกปืน เป็นต้น ที่ส่งผลต่อการเดินเครื่อง

2.4.2 การใช้งานที่ผิดวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปเครื่องจักรหรืออุปกรณ์จะถูกออกแบบเพื่อใช้งานในวัตถุประสงค์เฉพาะ แต่ในทางจริงมักใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในงานที่หลากหลายที่ส่งผลต่อภาระการทำงานและเป็นสาเหตุหนึ่งที่เร่งการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร

2.4.3 ขาดการบำรุงรักษาที่เป็นระบบ เช่น ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน ขาดการทำความสะอาดทำให้เกิดความสกปรกของเครื่อง

2.4.4 ขาดการปรับเงื่อนไขการทำงาน ที่มีอายุการใช้งานในสถานะที่เกินจากปัจจัยข้อกำหนดของการออกแบบ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพ ได้แก่ ความเร็ว อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น

2.4.5 ผู้ปฏิบัติงานขาดทักษะในการทำงาน โดยเฉพาะบุคลากรทางด้าน ช่างซ่อมบำรุง ช่างตั้งเครื่อง ซึ่งผู้ปฏิบัติงานความเข้าใจในมาตรฐานและวิธีปฏิบัติการ (Operating Procedure) จะส่งผลให้ไม่สามารถตรวจจับปัญหาหรือการดูแลเครื่องได้

ตารางที่ 2.1 แสดงผลกระทบที่เกิดจากการขัดข้องของเครื่องจักร

ปัญหาเครื่องจักร	ผลกระทบกับผลผลิต	ผลกระทบกับต้นทุน
1. การทำงานผิดปกติ	1. ความเสื่อมสภาพ 2. ความไร้ประสิทธิภาพของเครื่องจักร 3. ความผันแปรของงานที่ได้	1. อายุการใช้งานสั้นลง 2. ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง
2. การเกิด Breakdown	1. เกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงาน 2. เกิดการว่างงาน 3. สิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ไม่ได้ถูกใช้งาน	1. เกิดการบาดเจ็บ 2. เกิดค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น 3. เกิดความล่าช้าในการทำงาน

2.5 ประเภทของการบำรุงรักษา

2.5.1 การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ (Breakdown Maintenance) หรือ BM เป็นการใช้อุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ จนกระทั่งเกิดการขัดข้องจึงดำเนินการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งการบำรุงรักษาหลังการเกิดเหตุ จะต้องทำการตรวจสอบและวิเคราะห์สาเหตุอย่างเร่งด่วน เพื่อลดการสูญเสีย

2.5.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) หรือ PM เป็นการบำรุงก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการขัดข้องและมีการจัดทำแผนงานตามช่วงเวลา เพื่อลดโอกาสของการชำรุด โดยการมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การทำความสะอาด การหล่อลื่น การตรวจสอบสภาพเครื่อง เป็นต้น

2.5.3 การบำรุงรักษาทีละขั้น (Productive Maintenance) เป็นการผสมผสานระหว่างการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาในจุดที่เหมาะสม

2.5.4 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance) เป็นการแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักรหรือดัดแปลงชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องจักรให้ดีขึ้น เพื่อลดหรือขจัดเหตุขัดข้องที่จะเกิดขึ้น ดังนั้นกิจกรรม CM จึงเป็นงานที่มีการวางแผนล่วงหน้าและต้องมีความพร้อมของกำลังคน วัสดุและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อดำเนินการก่อนที่ความเสียหายจะเกิดขึ้น

2.5.5 การป้องกันการซ่อมบำรุง (Maintenance Preventive) โดยคำนึงถึงการพิจารณาออกแบบและเลือกใช้เครื่องจักร อุปกรณ์หรือชิ้นส่วน เพื่อให้ปราศจากการบำรุงรักษา (Maintenance free)

2.5.6 การบำรุงรักษาทีละขั้นแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance) หรือ TPM เป็นการบำรุงรักษาทีละขั้นที่มุ่งแนวคิดให้พนักงานประจำเครื่องได้ดูแลและดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง (Autonomous maintenance)

การบำรุงรักษาแต่ละประเภทย่อมมีข้อดีและข้อเสียโดยจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของแต่ละประเภท การดำเนินการที่แตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 2.2 และในที่นี้จะเลือกใช้วิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกับระบบเครื่องปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง เนื่องจากอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี ควรได้รับการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งาน เพื่อลดโอกาสการชำรุดในเครื่องจักรและการหยุดของระบบ ดังนั้น ในที่นี้จึงขอเน้นวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

ตารางที่ 2.2 ข้อดี – ข้อเสียของการบำรุงรักษาแต่ละประเภท

ประเภทการบำรุงรักษา	ข้อดี	ข้อเสีย
1. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ	1. ทำให้เข้าใจการบำรุงรักษาเมื่อเกิด การขัดข้องของเครื่องจักรอย่าง ถูกต้อง 2. ทำให้รู้จักการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า	1. การสูญเสียในการซ่อม บำรุงรักษาหรือค่าใช้จ่ายในการ เปลี่ยนอะไหล่สูง 2. ความล่าช้าในการซ่อม บำรุงรักษา 3. ส่งผลต่อกระบวนการผลิต โดยรวมมาก 4. ไม่มีการสำรองอะไหล่ 5. ขาดความปลอดภัยในการทำงาน 6. ใช้ระยะเวลานานในการหยุด ระบบเพื่อซ่อมบำรุงรักษา
2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	1. ลดการชำรุดเสียหายของ เครื่องจักรและอุปกรณ์ 2. ป้องกันการหยุดของระบบ 3. มีการสำรองอะไหล่ที่เหมาะสม 4. เครื่องจักรทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ 5. อายุการใช้งานของเครื่องจักร ยาวนานขึ้น 6. โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุแก่ ผู้ปฏิบัติงานมีน้อย	1. ต้องมีการวางแผนการ ปฏิบัติงาน 2. ต้องทำการตรวจสอบอยู่ อย่างสม่ำเสมอ 3. เสียค่าใช้จ่ายมากเนื่องจาก ความถี่ในการตรวจสอบ สภาพและการถอดเปลี่ยน ชิ้นส่วนในช่วงต้น 4. ผลกระทบต่อการผลิต ในช่วงที่มีการซ่อม บำรุงรักษา
3. การบำรุงรักษาทีละผล	1. ช่วยแก้ปัญหการบำรุงรักษาเกิน ความจำเป็น 2. มีความเตรียมพร้อมในการป้องกัน การปรับปรุงและการออกแบบเพื่อ หลีกเลี่ยงการซ่อมบำรุงรักษา	1. การสูญเสียค่าใช้จ่ายจาก ความถี่ในการซ่อม บำรุงรักษา 2. ต้องมีการวางแผนล่วงหน้า อย่างรอบคอบ

ตารางที่ 2.2 ข้อดี – ข้อเสียของการบำรุงรักษาแต่ละประเภท (ต่อ)

ประเภทการบำรุงรักษา	ข้อดี	ข้อเสีย
4. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข	1. ช่วยแก้ปัญหาในจุดที่ยากต่อการเข้าบำรุงรักษาของเครื่องจักร 2. กำจัดแหล่งที่มาของการเกิดปัญหา 3. จากอุปกรณ์ที่ดัดแปลงในระบบจะช่วยป้องกันความผิดพลาดในการทำงานและการใช้เครื่องมือ 4. เป็นการทำให้เครื่องจักรน่าบำรุงรักษา คือ สามารถทำการบำรุงรักษาด้วยความสะดวก	1. การสูญเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการดัดแปลงชิ้นส่วน 2. ทำให้ผู้ปฏิบัติงานขาดความสนใจและละเลยในการตรวจสอบเครื่องจักร 3. ต้องอาศัยความชำนาญในการดัดแปลงเครื่องจักรให้ทำงานอย่างสมบูรณ์และเกิดความปลอดภัยต่อการทำงาน
5. การป้องกันการซ่อมบำรุง	1. ขจัดปัญหาการขัดข้องในเครื่องจักรได้มาก 2. ลดความถี่ในการตรวจสอบเครื่องจักร 3. การออกแบบที่ดีช่วยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานมาก คือ ใช้งานง่าย พบความผิดปกติง่าย ป้องกันความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นได้	1. ทำให้ผู้ปฏิบัติงานขาดความสนใจและละเลยในการ 2. ความยุ่งยากในการออกแบบ 3. การสูญเสียค่าใช้จ่ายมากในการออกแบบ การติดตั้งอุปกรณ์เสริมต่างๆ 4. ขาดการวิเคราะห์อย่างถูกต้องและล่าช้าเมื่อเกิดความขัดข้องของเครื่องจักร
6. การบำรุงรักษาวิผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม	1. เครื่องจักรและอุปกรณ์มีประสิทธิภาพสูงสุด 2. อายุการใช้งานของเครื่องยาวนานขึ้น 3. ลดการขัดข้องเครื่องจักร การสูญเสียของกระบวนการผลิต 4. ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น 5. ลดเวลาการหยุดเครื่องจักร	1. การขาดความรู้ ความเข้าใจของทุกฝ่าย 2. การสูญเสียค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมพนักงาน 3. การขาดการประสานที่ดีของทุกฝ่าย 4. ต้องมีการจัดทำคู่มือแก่พนักงาน

2.6 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) หรือเรียกว่า การบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Planned maintenance) และการบำรุงรักษาตามกำหนดการ (Scheduled maintenance) โดย PM เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และการรักษาสภาพการเดินเครื่องที่เหมาะสมก่อนที่จะเกิดการขัดข้อง โดยมีการจัดทำแผนงานตามช่วงเวลาเพื่อลดโอกาสของการชำรุด ทำให้เครื่องจักรมีความน่าเชื่อถือที่สูงขึ้น โดยมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การทำความสะอาด การหล่อลื่น การตรวจสอบสภาพเครื่อง ดังนั้น PM จึงมุ่งเน้นในการระบุดันตของปัญหาและทำการแก้ไขก่อนที่จะระบบหรือเครื่องจักรจะเกิดการเสียหายจนต้องมีการปิดระบบ (Shut Down) เพื่อซ่อมบำรุงเป็นผลทำให้เกิดการสูญเสีย ความสัมฤทธิ์ผลของการดำเนินกิจกรรม PM จึงขึ้นกับความถี่ของกิจกรรมการตรวจสอบและการดำเนินแก้ไข ซึ่งความถี่ของการขัดข้องจึงเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์และการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน ซึ่งกิจกรรมการของบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถแยกตามการปฏิบัติหรือการดำเนินกิจกรรมได้เป็น 2 ทาง คือ กิจกรรมทางตรง และ กิจกรรมทางอ้อม ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.6.1 กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทางตรง มีดังนี้

2.6.1.1 การดูแลทำความสะอาดเครื่องจักรและสิ่งอำนวยความสะดวก โดยสาเหตุหนึ่งของปัญหาเครื่องจักรก็คือ ความสกปรก ซึ่งผู้ควบคุมควรจะดูแลและทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน เพื่อให้่ายต่อการค้นพบข้อบกพร่อง

2.6.1.2 การรักษาเงื่อนไขการเดินเครื่องให้อยู่ในสภาวะที่ปกติ เนื่องจากเครื่องจักรทุกชนิดได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานภายใต้ข้อกำหนด โดยมีข้อแนะนำที่ระบุในคู่มือปฏิบัติการซึ่งสภาพการใช้งานเป็นตัวแปรที่มีผลต่อการเร่งการเสื่อมสภาพและการขัดข้องของเครื่องจักร โดยมีปัจจัยที่สำคัญ เช่น ความเร็ว อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น ซึ่งกิจกรรม PM จะมุ่งรักษาสภาวะการใช้งานไม่ให้เกินจากข้อกำหนด เพื่อเป็นการรักษาสภาพเครื่องไม่ให้เสื่อมสภาพก่อนกำหนด และยังยืดอายุการใช้งาน

2.6.2 กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทางอ้อม

2.6.2.1 การตรวจสอบตามรอบเวลา การติดตามการปฏิบัติการ (Operational Monitoring) เป็นการตรวจจับอาการที่เป็นสัญญาณเตือนซึ่งผู้ปฏิบัติการจะดำเนินการตรวจเช็คทั้งภายนอกและภายใน โดยที่การตรวจภายนอกกระทำโดยการสังเกตในการใช้ความรู้สึกในการตรวจจับความผิดปกติ เช่น การสั่นสะเทือน ความร้อนที่สูงขึ้น เสียง เป็นต้น ส่วนการตรวจภายในสามารถดำเนินการโดยการตรวจสอบ ชิ้นส่วนภายใน (Internal Part) เช่น เกียร์ ลูกปืน พีกัดเฟืองของชิ้นส่วนเมื่อเกิดอาการขึ้นก็ดำเนินการแก้ไขเบื้องต้น โดยผู้ปฏิบัติการ เช่น การขันตัวยึดให้แน่น การเติมน้ำมัน หรือการเปลี่ยนชิ้นส่วน ถ้าหากไม่มีการตรวจจับอาการหรือปัญหาเบื้องต้น ก็อาจเกิดปัญหาลูกกลามจนก่อให้เกิดความเสียหายขึ้น ดังนั้นความถี่ของการตรวจจับควรจะกำหนดและพิจารณาอย่างรอบคอบ ถ้าหากทำการตรวจบ่อยครั้งก็อาจทำให้เกิดความสูญเปล่าของเวลาการเดินเครื่องและผลิตภาพทางแรงงาน ซึ่งการกำหนดระยะเวลา และความถี่ในการตรวจสอบอาจใช้ประสบการณ์และกำหนดการที่จำแนกตามประเภทเครื่องจักรดังนี้

1. เครื่องจักรที่มีความสำคัญสูงหากมีการหยุดเครื่องก็จะส่งผลกระทบต่อการผลิต และใช้เวลาในการซ่อมแซมมาก จึงต้องทำกำหนดการสำหรับการตรวจสอบการทำความสะอาด การหล่อลื่นอย่างเข้มงวดเพื่อป้องกันความผิดพลาด

2. เครื่องจักรโดยทั่วไปจะมีความถี่ในการตรวจสอบน้อย เนื่องจากเครื่องจักรดังกล่าวไม่กระทบต่อการผลิตมากนัก

2.6.2.2 การบันทึกและจัดเก็บข้อมูลเป็นกิจกรรมที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อ PM โดยเฉพาะการจัดเก็บประวัติการซ่อมบำรุงซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญที่สนับสนุนต่อการวางแผนและการจัดทำกำหนดการบำรุงรักษา

2.6.2.3 การวางแผนเพื่อกำหนดตารางการบำรุงรักษา สำหรับในทุกกิจกรรมของ PM ควรมีการวางแผนล่วงหน้าในรายละเอียด โดยใช้ข้อมูลจากประวัติการบำรุงรักษาที่ถูกบันทึก ดังนั้นการจัดทำแผนงานจะต้องทำอย่างรอบครอบ โดยมีการระบุรายละเอียดในแต่ละกิจกรรมอย่างชัดเจน

2.6.2.4 การฝึกอบรมบุคลากร ที่เป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมบำรุงรักษา โดยเฉพาะบุคลากรที่เป็นทรัพยากรที่สำคัญ เช่น ช่างเทคนิค และผู้ควบคุมงาน ควรได้รับการฝึกอบรมให้สามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ อย่างเป็นระบบ เช่น การบำรุงรักษา การตรวจติดตาม และการซ่อมแซม

2.7 เป้าหมายหลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีดังนี้ คือ

- 2.7.1 เพื่อให้เครื่องจักรมีความพร้อมใช้งานสูงสุด (Maximum availability) โดยหลีกเลี่ยงปัญหาการเกิด Breakdown และลดเวลาการหยุดของเครื่อง
- 2.7.2 รักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งาน
- 2.7.3 ลดอัตราการชำรุดและเสื่อมสภาพของเครื่องจักร
- 2.7.4 เพื่อให้เครื่องจักรมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ในขณะที่เดินเครื่อง
- 2.7.5 เพื่อให้เครื่องจักรสามารถเดินเครื่องอย่างเต็มประสิทธิภาพ
- 2.7.6 ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและการจัดอุปกรณ์สำรองให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

2.8 สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาในการใช้แผนการซ่อมบำรุงรักษาระบบปรับอากาศเชิงป้องกัน

แผนการซ่อมบำรุงรักษาจัดเป็นงานที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะต้องมีการทำงานตามช่วงเวลา เพื่อลดการเกิดเหตุขัดข้อง การเสียหายในเครื่องจักร ดังนั้นควรที่จะมีการจัดแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรอย่างเหมาะสม โดยลำดับ ขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญในการจัดแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน มีดังนี้

2.8.1 ความสำคัญในการจัดแผนการซ่อมบำรุงรักษาระบบปรับอากาศเชิงป้องกัน

กระบวนการจัดแผนงานการซ่อมบำรุงรักษาเป็นส่วนหนึ่งของแนวทางบรรลุเป้าหมาย ในการเพิ่มประสิทธิภาพและหลีกเลี่ยงความล่าช้าในการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งการจัดแผนงานที่ดีจะส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

2.8.1.1 วัตถุประสงค์ที่สำคัญในการจัดแผนงานการซ่อมบำรุงรักษา ก็คือ

1. เพื่อป้องกันการเสียหายของเครื่องจักรและอุปกรณ์จากการเกิด Break Down Maintenance

2. เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ
3. เพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด
4. เพื่อใช้ในการวางแผนการจัดทำงบประมาณในแต่ละปี
5. เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาและค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

2.8.2 โปรแกรมในการซ่อมบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ

2.8.2.1 นโยบายในการจัดการบำรุงรักษา เช่น งบประมาณในการบำรุงรักษา การดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาโดยผู้เป็นเจ้าของอาคารจะดำเนินการเองหรือการว่าจ้างผู้อื่นเป็นคนดำเนินการ

2.8.2.2 เอกสารที่จำเป็น เช่น แบบการติดตั้ง คู่มือในการบำรุงรักษา รายการข้อกำหนดทางเทคนิคของอุปกรณ์ รายการอะไหล่ (Spare part) และอายุการใช้งานจากผู้ผลิต

2.8.2.3 ความรู้ ความสามารถ ในการดำเนินการตามแผนการซ่อมบำรุงรักษาของพนักงาน

2.8.3 ขั้นตอนในการจัดทำแผนการซ่อมบำรุงรักษาระบบปรับอากาศเชิงป้องกัน

2.8.3.1 สํารวจรายการและรายละเอียดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบ

1. ชื่ออุปกรณ์ เช่น เครื่องทำน้ำเย็น หอผึ่งน้ำ เครื่องสูบน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น
2. รายละเอียด (Specification) ของอุปกรณ์นั้นๆ เช่น บริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่าย รุ่นหรือ Model No. ของเครื่องจักร ชนิด ขนาด ราคาเครื่องจักร การติดตั้ง
3. สถานที่ตั้งของอุปกรณ์ ว่าตั้งอยู่ในบริเวณใด
4. อายุของเครื่องจักร
5. รายการอะไหล่ (Spare Part) ในระยะเวลาต่างๆ และราคาประมาณ

2.8.3.2 จัดทำบันทึกรายการและรายละเอียดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ในระบบปรับอากาศทั้งหมด โดยแยกตามประเภทของเครื่องจักร

2.8.3.3 กำหนดแผนการซ่อมบำรุงในแต่ละอุปกรณ์ ในแต่ละช่วงเวลา คือ

1. การตรวจเช็คเป็นรายวัน
2. การตรวจเช็คเป็นรายสัปดาห์
3. การตรวจเช็คเป็นรายเดือน ซึ่งจะแยกเช็คทุกๆ 3 เดือน 6 เดือน
4. การตรวจเช็คเป็นรายปี

โดยตัวอย่างในการซ่อมบำรุงในแต่ละอุปกรณ์ ในแต่ละช่วงเวลา ดังแสดงในภาคผนวก ข

2.8.3.4 กำหนดแผนงานในการ Overhaul เครื่องจักรหรืออุปกรณ์

2.9 การจัดทำรายงาน การติดตามงานและการวิเคราะห์

การจัดทำรายงานเป็นการจัดเก็บ การรวบรวมข้อมูลทางการบำรุงรักษาอย่างหนึ่งที่สามารถเก็บไว้เพื่อเป็นข้อมูลในการตรวจสอบหาปัญหา การขัดข้องของเครื่องจักรในแต่ละครั้งที่ผ่านมา ทำให้ง่ายต่อการติดตามงานการซ่อมบำรุงรักษาว่าบรรลุผลอย่างไร รวมถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้นและเป็นไปอย่างรวดเร็ว

2.9.1 ขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.9.1.1 กำหนดรูปแบบของแบบฟอร์มการบันทึกการตรวจสอบตามช่วงเวลาของเครื่องจักรต่าง ๆ หรืออาจใช้คอมพิวเตอร์ในการบันทึก

2.9.1.2 ตรวจสอบใบงานและติดตามการทำงานของผู้รับผิดชอบ

2.9.1.3 วิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจวัดและการทำงานตามแผนงานซ่อมบำรุงรักษา

1. เพื่อป้องกันการเสียหายซ้ำซ้อนหรือการเสียหายต่อเนื่องของอุปกรณ์
2. เพื่อใช้ในการปรับแผนงานใหม่ให้สอดคล้องกับเครื่องจักรนั้น ๆ

2.9.1.4 การศึกษาข้อมูลหรือรายการขัดข้องของเครื่องจักร เช่น Alarm ต่าง ๆ และการแก้ไข

2.10 ตัวอย่างการจัดแผนการซ่อมบำรุงรักษาระบบปรับอากาศเชิงป้องกัน

2.10.1 แบบฟอร์มที่ใช้ในการทำงานตามแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.10.1.1 แบบฟอร์มบันทึกการตรวจสอบรายวัน (Daily check list)

2.10.1.2 แบบฟอร์มการตรวจสอบงานตามตารางการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.10.1.3 แบบฟอร์มการบันทึกประวัติเครื่องจักร

โดยตัวอย่างแบบฟอร์มใช้ในการทำงานตามแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันดังแสดงใน

ภาคผนวก ข

2.10.2 การใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการบันทึกและวิเคราะห์เครื่องจักร

2.10.3 ตัวอย่างการทำงานตามแผนการซ่อมบำรุงรักษา

2.10.3.1 การทำความสะอาดในอุปกรณ์การทำความเย็น เช่น

1. การทำความสะอาดท่อด้านน้ำหล่อเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น
2. การทำความสะอาดเครื่องจ่ายลมเย็น
3. การบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น
4. การทำความสะอาดห่อฉนวน
5. ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ ฉนวน

2.10.3.2 การตรวจสอบและบันทึกค่าต่าง ๆ ของเครื่องทำน้ำเย็น

การเดินเครื่อง ระหว่างการเดินเครื่องและหลังการเดินเครื่อง ผู้ที่มีหน้าที่ควบคุมดูแลการใช้ งานทุกคนควรที่จะหมั่นสังเกตตรวจตราเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อที่จะได้ทราบว่ามีสิ่งผิดปกติ อะไรเกิดขึ้นบ้างในการใช้งานแต่ละครั้ง โดยสามารถแบ่งหมวดหลัก ๆ ในการสังเกต ดังนี้

1. สภาพภายนอกทั่วไปของเครื่องจักรและอุปกรณ์

1.1 ความสะอาด / ความสกปรก เช่น ของแผงกรองอากาศ (Filter)

น้ำมันหล่อลื่นและอื่น ๆ

1.2 การรั่วซึม เช่น ของน้ำ อากาศ สารทำความเย็นและอื่น ๆ

1.3 การแตกร้าว เช่น ของสายพาน ฉนวนและอื่น ๆ

1.4 มีกลิ่นไหม้ เช่น มอเตอร์ไหม้ และอื่น ๆ

1.5 ความร้อน / ความเย็นที่สัมผัสได้ เช่น ที่ขดท่อทำความเย็นของ

AHU FCU และอื่น ๆ

2.10.4 มาตรวัดต่าง ๆ ที่ติดตั้งไว้บนเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.10.4.1 มาตรวัดอุณหภูมิ (Thermometer) ใช้ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น

2.10.4.2 มาตรวัดความดัน (Pressure Gage) ใช้ตรวจวัดความดันของน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น

2.10.4.3 มาตรวัดอัตราการไหล (Flow Meter) เป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

2.10.4.5 มาตรวัดทางเดินไฟฟ้า เช่น ใช้ตรวจวัดปริมาณกระแสไฟฟ้า (Amp Meter) วัด แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Volt Meter) เป็นต้น

2.10.4.6 ข้อมูลวัดจากเครื่อง Microcomputer control ของเครื่องทำน้ำเย็น จะมีค่าอุณหภูมิ ความดัน และค่ากระแสไฟฟ้า เป็นต้น

2.10.5 การทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดและอุปกรณ์ควบคุมในระบบควบคุม ดังนี้

2.10.5.1 สวิตช์ความร้อนหรือเทอร์โมสแตท (Thermal Switch or Thermostat) เป็นตัวควบคุม อุณหภูมิในระบบปรับอากาศ โดยเทอร์โมสแตทจะตรวจวัดอุณหภูมิในห้องปรับอากาศ แล้วไปสั่งการ ทำงานของวาล์วควบคุมปริมาณน้ำเย็น

2.10.5.2 สวิตช์ความดัน (Pressure Switch) จะจับค่าการเปลี่ยนแปลงของความดัน และเปิด หน้าสัมผัสของสวิตช์ การควบคุมความดันจึงทำโดยอัตโนมัติ

2.10.5.3 สวิตช์ควบคุมการไหล (Flow Switch) จะติดตั้งในแนวคังบนท่อน้ำเย็นและท่อน้ำ หล่อเย็น ใบพายของสวิตช์จะเคลื่อนไปตามทิศทางการไหลของน้ำ และสวิตช์ทำงานควบคุมการไหล ของน้ำ ในการปิดและลดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเครื่องทำน้ำเย็น

2.10.5.4 สวิตช์ลากลอย (Float Switch) ใช้สำหรับควบคุมระดับของเหลวในเครื่องทำน้ำเย็น เมื่อสารทำความเย็นเหลวในห้องลากลอยสูงขึ้นและลากลอยขึ้นตาม ก้านลากลอยที่ถูกทำให้เป็นแม่เหล็ก ก็ลอยขึ้นและเคลื่อนออกจากสนามแม่เหล็กถาวรบนรีเลย์ ในสถานะนี้อามาเตอร์ (Armature) ทำให้

สวิตช์ปรอททำงานตัดวงจรไฟฟ้า เมื่ออุณหภูมิของตัวลงวงจรจะต่อใหม่ นั่นคือการเปิดหรือปิดหน้าสัมผัสสามารถทำได้โดยการให้ลูกกลิ้งขึ้นหรือลดต่ำลง

2.10.5.5 สวิตช์ความชื้น (Humidity Switch) เป็นสวิตช์ที่ทำงานตามการขยายตัวและการหดตัวของริบบอนไนลอน เนื่องจากความชื้นในอากาศ เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นหน้าสัมผัสจะเปิด และเมื่อความชื้นลดลงหน้าสัมผัสจะปิด สำหรับในวัฏจักรการลดความชื้น ส่วนในวัฏจักรการเพิ่มความชื้นนั้นหน้าสัมผัสจะเปิดเมื่อความชื้นลดลงและจะปิดเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น

2.10.5.6 วาล์วควบคุมต่างๆ เช่น วาล์วควบคุมปริมาณน้ำเย็น จะมีแบบทำงานด้วยความดันและอุณหภูมิ วาล์วควบคุมความดันระเหยทำหน้าที่ควบคุมความดันระเหยของสารทำความเย็นในอีแวปโปเรเตอร์คงที่ วาล์วลูกกลิ้งทำหน้าที่ควบคุมรูวาล์วให้เป็นไปตามระดับลูกกลิ้งในสารทำความเย็นและควบคุมอัตราการไหลของสารทำความเย็น เป็นต้น

2.10.5.7 Magnetic Relay Contactor

2.10.6 เสียงและความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรและอุปกรณ์

ค่าการทำงานควรมีการจดบันทึกไว้ทุกครั้ง เพื่อที่จะได้ทราบเป็นประวัติข้อมูลการใช้งานที่ผ่านมาและสามารถเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมได้ โดยข้อมูลที่บันทึกไว้ควรมีข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบครั้งต่อไป

2.11 แนวทางของ 5 W 1 H

คือ แนวทางในการสำรวจตรวจสอบเครื่องจักร ให้ทราบถึงความผิดปกติ การชำรุดเสียหายของเครื่องจักรได้ หาหนทางในการแก้ไขได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง แนวทาง 5 W 1 H เป็นแนวความคิดที่จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างถูกต้อง โดยมีแนวทางการปฏิบัติ ดังนี้

2.11.1 ใครสังเกตตรวจตรา (Who) เช่น ชื่อของช่างที่ตรวจพบ จัดกำลังคนเพื่อตรวจตรา

2.11.2 สังเกตเห็นอะไร (What) เช่น ลักษณะอาการ ปัญหาที่พบ

2.11.3 สังเกตเห็นที่ไหน (Where) เช่น เครื่องตัวไหน บริเวณส่วนไหนของเครื่อง

2.11.4 สังเกตเห็นเมื่อไร (When) เช่น วันที่พบหรือสังเกตเห็น ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง วันที่เปิด - ปิดเครื่อง

2.11.5 ทำไมจึงเกิดสิ่งผิดปกติ (Why) เช่น การหาสาเหตุถึงการเกิดปัญหาหรือการขัดข้องของเครื่องจักร

2.11.6 ทำอย่างไรกับสิ่งผิดปกติ (How) เช่น วิธีการแก้ไข ค่าใช้จ่ายที่ใช้จ่ายไป บันทึกข้อมูลเก็บไว้

ทั้งนี้อาจบันทึกข้อมูลเป็นรูปของตาราง สมุดจดบันทึก หรือใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในการบันทึก จัดการและวิเคราะห์ผลที่ต้องการ

2.12 แนวทางของการจัดการความสำคัญและความเร่งด่วนของงานที่ต้องทำเมื่อสังเกตพบสิ่งผิดปกติ

2.12.1 ความสำคัญและความเร่งด่วนของงาน

2.12.1.1 มีความสำคัญและเร่งด่วน จะต้องรีบดำเนินการทันที เช่น ท่อน้ำเย็นส่วน Header แตกรั่ว

2.12.1.2 มีความสำคัญแต่ไม่เร่งด่วน จะได้สามารถจัดสรรทรัพยากรคนและเวลานั้นได้อย่างเหมาะสม เช่น การทำความสะอาดแผงกรองอากาศ

2.12.1.3 ไม่มีความสำคัญแต่ไม่เร่งด่วน ควรขจัดออกจากกระบวนการทำงานให้ได้ เช่น เวลาที่ใช้ในการค้นหาเครื่องมือสำหรับตรวจวัด

2.12.2 การกำหนดเป้าหมายและแผนในการปฏิบัติ เมื่อสังเกตพบถึงความผิดปกติในเครื่องจักรว่าจะทำอย่างไรต่อไปดังนี้ คือ

2.12.2.1 ตัดสินใจหยุดการใช้งานเครื่องปรับอากาศทันที เพื่อซ่อมแซมและบำรุงรักษา

2.12.2.2 ตัดสินใจการใช้งานเครื่องปรับอากาศไปพร้อมๆ กับขณะที่เครื่องปรับอากาศกำลังทำงาน

2.12.2.3 ตัดสินใจปรับปรุงแก้ไขเครื่องปรับอากาศ หลังจากหยุดการใช้งานแล้ว

2.13 แนวทางลดเวลาสำหรับการดำเนินการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ความสำเร็จของการดำเนินการ PM มักขึ้นกับความถี่ของการตรวจสอบและแก้ไข ดังนั้นความสามารถในการบำรุงรักษา คือ

2.13.1 ลดความซับซ้อนของเครื่องจักรด้วยการออกแบบเพื่อลดจำนวนชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบ

2.13.2 ปรับปรุงการทำงานด้วยการวางแผนลำดับขั้นตอน เพื่อเกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน

2.13.3 การจัดเตรียมชิ้นส่วนอะไหล่ วัสดุเครื่องมือต่างๆ ให้พร้อมต่อการใช้งาน

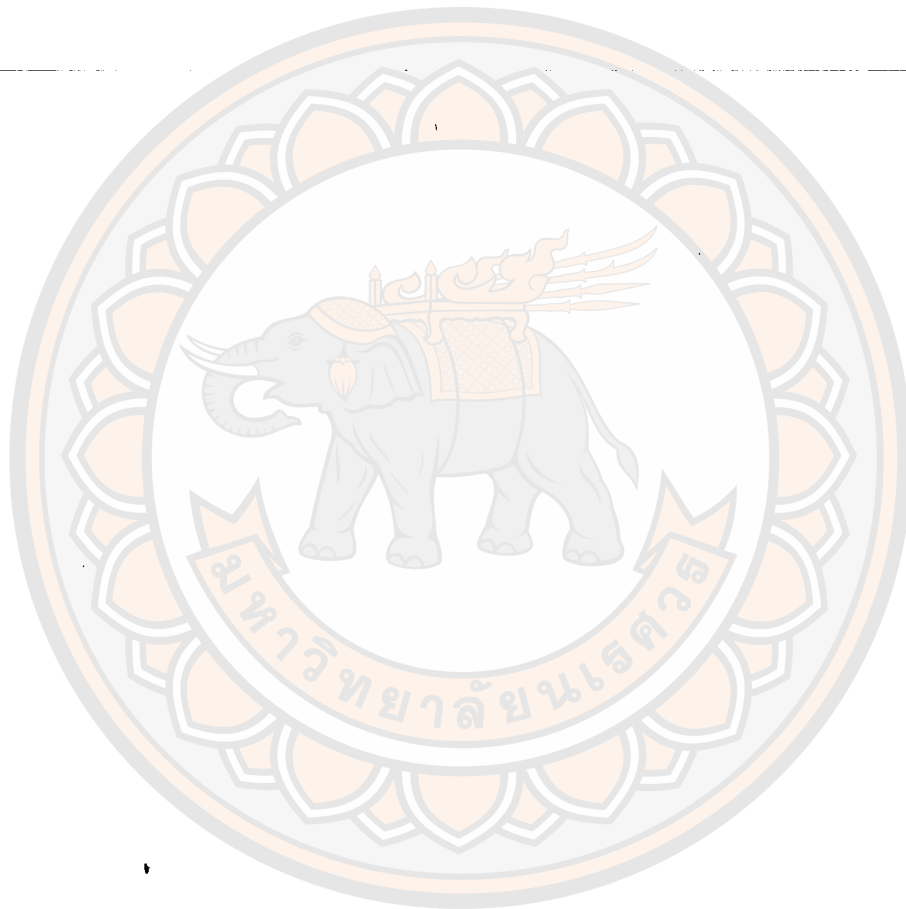
2.13.4 ควรมีการจัดเตรียมอุปกรณ์สำรอง เพื่อใช้ในขณะทำการถอดเปลี่ยน

2.13.5 ปรับปรุงการออกแบบโดยเน้นความน่าเชื่อถือ เพื่อยืดอายุการใช้งาน

2.13.6 ให้การฝึกอบรมแก่พนักงาน เพื่อยกระดับความสามารถในการบำรุงรักษา

2.13.7 จัดการประชุมแลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างบุคลากรอย่างสม่ำเสมอ

2.13.8 จัดให้มีการนำเสนอกรณีศึกษา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างทั่วถึง



บทที่ 3

การดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

3.1 ระบบปรับอากาศของอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ

โครงการนี้เป็นการนำแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ในการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศของอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ ซึ่งระบบปรับอากาศที่ใช้ภายในอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพจะประกอบไปด้วยระบบปรับอากาศ 2 แบบ คือ

3.1.1. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

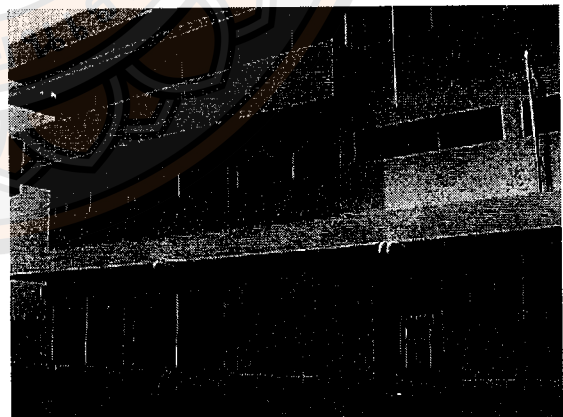
3.1.2. ระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ในที่นี้จะกล่าวถึงระบบที่สองเป็นสำคัญ เนื่องจากเป็นระบบหลักของอาคารสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ

อาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ จะแบ่งเป็นส่วนของ อาคารสิรินธร โดยที่ในส่วนของอาคารสิรินธรจะมีทั้งหมด 9 ชั้น และแบ่งออกเป็นโซนตั้งแต่ชั้นที่ 1 – 3 คือ โซน A B C และ D ชั้นที่ 4 เป็นห้องพักผู้ป่วย ชั้น 5 – 9 เป็นหอพักนิสิต รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ง ส่วนของอาคารบริการ จะมีทั้งหมด 2 ชั้น ชั้นแรกมีห้องเครื่อง (Machine Room) ห้องซ่อมบำรุง ห้องเก็บศพ ชั้นที่ 2 เป็นห้องปฏิบัติการทั่วไป และห้องเก็บเครื่องมือ



ก) อาคารสิรินธร



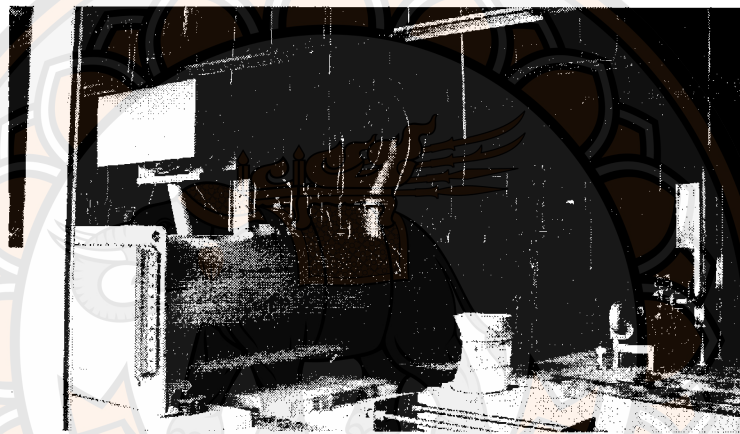
ข) อาคารบริการ

รูปที่ 3.1 อาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ

3.2 รายละเอียดอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศ

รายละเอียดอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

3.2.1 เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ : เครื่องทำน้ำเย็นของบริษัท York รุ่น YTJ 302 E 35-CPJ จำนวน 3 ชุด ขนาดการทำความเย็น 600 ตัน การทำความเย็นสูงสุด 0.67 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น ใช้สารทำความเย็น R 123 ติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องส่วนของอาคารบริการ โดยทำหน้าที่ผลิตน้ำเย็นให้ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และรายละเอียดอุปกรณ์ของเครื่องทำน้ำเย็น ดังแสดงในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.2 เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องทำน้ำเย็น

รายละเอียด		พิกัดขนาด	
สแควบโพเรเตอร์	อัตราการไหลของน้ำเย็น	1,440	แกลลอนต่อนาที
	อุณหภูมิน้ำเย็นด้านเข้า	54	องศาฟาเรนไฮด์
	อุณหภูมิน้ำเย็นด้านออก	44	องศาฟาเรนไฮด์
	ความดันลด	20	ฟุตน้ำ
	ความดันที่ใช้งาน	150	ปอนด์ต่อนิ้ว



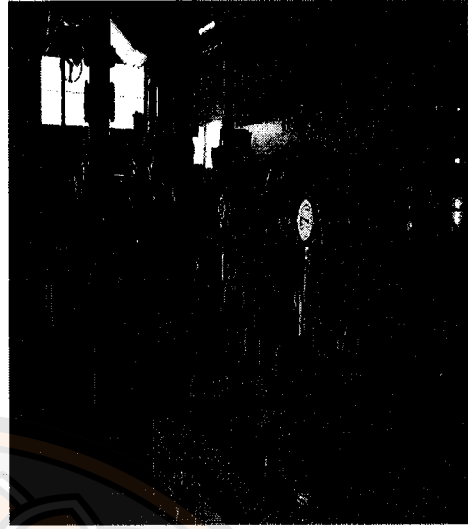
ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องทำน้ำเย็น (ต่อ)

รายละเอียด		พิกัดขนาด	
คอนเดนเซอร์	อัตราการไหลของน้ำเย็น	1,800	แกลลอนต่อนาที
	อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นด้านเข้า	100	องศาฟาเรนไฮด์
	อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นด้านออก	90	องศาฟาเรนไฮด์
	ความดันลด	20	ฟุตน้ำ
	ความดันที่ใช้งาน	150	ปอนด์ต่อนิ้ว
แรงดันไฟฟ้า		380	โวลต์
Phase		3	เฟส
ความถี่		50	เฮิรตซ์

3.2.2 เครื่องสูบน้ำ จะแบ่งออกเป็น

เครื่องสูบน้ำเย็น : เครื่องสูบน้ำเย็นเป็นของบริษัท Paco เป็นชนิด Horizontal Split Case Centrifugal Pump จำนวน 3 เครื่อง ทำหน้าที่ส่งน้ำเย็นเข้าเครื่องทำน้ำเย็นในส่วนห้องอีวาโพเรเตอร์ เพื่อจ่ายน้ำเย็นไปแลกเปลี่ยนความร้อนที่ชุดคอยล์เย็นในอาคารแล้วหมุนเวียนน้ำเย็นอุณหภูมิสูงกลับมายังเครื่องทำน้ำเย็น

เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น : เครื่องสูบน้ำเย็นเป็นของบริษัท Paco เป็นชนิด Horizontal Split Case Centrifugal Pump จำนวน 3 เครื่อง ทำหน้าที่ส่งน้ำหล่อเย็นเข้าเครื่องทำน้ำเย็น เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็น แล้วส่งน้ำหล่อเย็นอุณหภูมิสูงกลับไประบายความร้อนที่หอผึ่งน้ำ ซึ่งเครื่องสูบน้ำเย็นและ เครื่องสูบน้ำหล่อเย็นติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องส่วนของอาคารบริการ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ก และรูปที่ 3.3 ข ตามลำดับ ส่วนรายละเอียดอุปกรณ์ของเครื่องสูบน้ำดังกล่าวแสดงในตารางที่ 3.2 และตารางที่ 3.3 ตามลำดับ



ก) เครื่องสูบน้ำเย็น

ข) เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น

รูปที่ 3.3 เครื่องสูบน้ำ

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของเครื่องสูบน้ำเย็น

รายละเอียด	พิกัด	พิกัด
อัตราการไหล	1,440	แกลลอนต่อนาที
เฮด	150	ฟุตน้ำ
ความถี่	50	เฮิร์ตซ
Phase	3	เฟส
แรงดันไฟฟ้า	380	โวลต์
ความดัน	150	ปอนด์ต่อนิ้ว
ขนาดมอเตอร์	100	แรงม้า
ความเร็วรอบมอเตอร์	1,450	รอบต่อนาที
ประสิทธิภาพ	80	%

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น

รายละเอียด	พิกัดขนาด
ขนาดปริมาณการสูบ	1,800 แกลลอนต่อนาที
เฮด	100 ฟุตน้ำ
ความถี่	50 เฮิร์ตซ
Phase	3 เฟส
แรงดันไฟฟ้า	380 โวลต์
ความดัน	150 ปอนด์ต่อนิ้ว
ขนาดมอเตอร์	75 แรงม้า
ความเร็วรอบมอเตอร์	1,450 รอบต่อนาที
ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ	80 %

3.2.3 หอผึ่งน้ำ : หอผึ่งน้ำเป็นของบริษัท เหลียงซี เป็นชนิดที่มีการไหลแบบ Counter Flow รุ่น LBC – 700 ขนาด 600 ตัน จำนวน 3 ชุด ทำหน้าที่ในการระบายความร้อนให้กับน้ำหล่อเย็น อุณหภูมิสูง หอผึ่งน้ำจะอยู่แยกจากตัวอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 3.4 รายละเอียดอุปกรณ์ของหอผึ่งน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 3.4

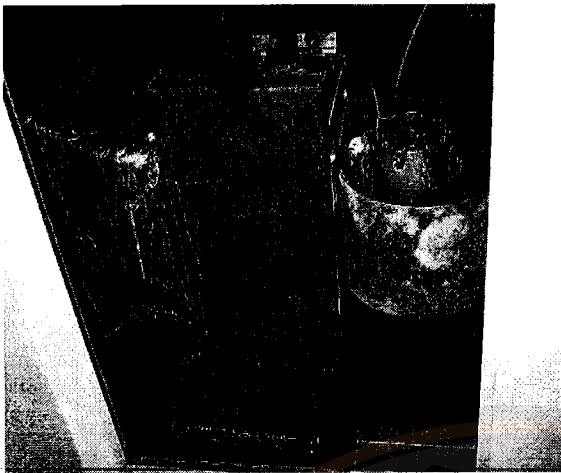


รูปที่ 3.4 หอผึ่งน้ำ

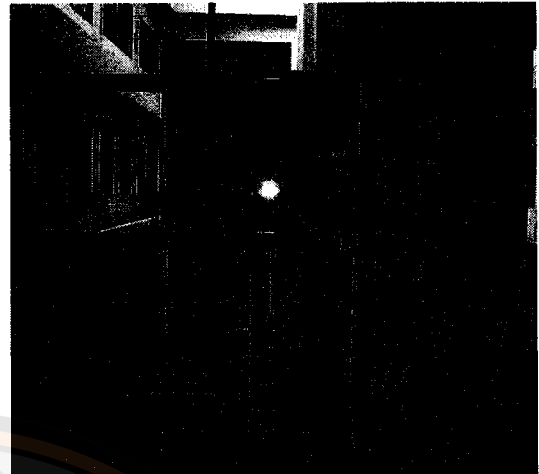
ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของหอฝักน้ำ

รายละเอียด	หน่วย
อัตราการไหล	1,800 แกลลอนต่อนาที
อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นไหลออก	90 องศาฟาเรนไฮด์
อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นไหลเข้า	100 องศาฟาเรนไฮด์
เฮดปั๊ม	5.5 เมตร
เส้นผ่านศูนย์กลางของพัคลม	3,380 มิลลิเมตร
จำนวนของใบพัด	4
ความเร็วของพัคลม	234 รอบต่อนาที
ความเร็วอากาศ	3,750 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที
อัตราทดของสายพาน	6.2 : 1
ความเร็วของมอเตอร์	1,450 รอบต่อนาที
ขนาดของมอเตอร์	20 แรงม้า*4 Pole
แรงดันไฟฟ้า	380 โวลต์
Phase	3
ความถี่	50 เฮิร์ตซ

3.2.4 ชุดเครื่องส่งลมเย็นหรือคอยล์น้ำเย็น : ประกอบด้วยแผงคอยล์เย็นกับชุดพัคลม ขนาดตัน การทำความเย็นประมาณ 225 ตัน ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความเย็น โดยชุดพัคลมจะดึงอากาศภายใน ห้องมาผ่านแผงคอยล์เย็นที่มีน้ำเย็นไหลผ่าน อากาศรับความเย็นจากคอยล์ถ่ายเทสู่พื้นที่ปรับอากาศ โดยควบคุมปริมาณน้ำเย็นที่ไหลผ่านคอยล์ด้วยอุปกรณ์ 2 Way Valve ซึ่งควบคุมการทำงานจากชุด เทอร์โมสตัท



ก) FCU



ข) AHU

รูปที่ 3.5 เครื่องส่งลมเย็น

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของเครื่องส่งลมเย็น

ชื่ออุปกรณ์	ผู้ผลิต	รุ่น	ขนาดความจุความร้อน (BTU/hr)	จำนวน (เครื่อง)
FCU	Trane	CFEA – 04	11,060	4
			13,060	3
		CFEA – 08	26,020	4
		CFEA – 10	30,840	3
		CFEA – 12	37,080	4
		HFCB – 06EA	20,220	47
		HFCB – 08EA	24,760	15
		HFCB – 10EA	30,260	16
		HFCB – 12EA	35,490	1
		HFCB – 14EA	38,700	9
			42,760	3
		HFCB – 16EA	52,360	10

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของเครื่องส่งลมเย็น (ต่อ)

ชื่ออุปกรณ์	ผู้ผลิต	รุ่น	ขนาดความจุความร้อน (BTU/hr)	จำนวน (เครื่อง)
FCU	Trane	HFCC – 06B	14,770	5
		HFCC – 04	11,520	37
		HFCC – 06EA	14,770	10
FCU	York	CC	18,798	1
		CC - 044	10,739	12
		CC – 064	18,798	193
		DC – 066	24,133	30
		DC – 084	25,463	12
		DC – 104	30,778	42
		DC – 124	40,501	25
		DC – 164	52,849	6
AHU	Trane	BDHA - 20	55,530	12
			57,700	1
			59,900	5
		BDHA – 25	60,370	24
			71,140	1
			73,140	8
			75,090	1
			77,400	5
			81,110	6
		BDHA - 34	97,640	12
			101,500	1
			101,550	11
			106,240	16
			110,360	3

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของเครื่องส่งลมเย็น (ต่อ)

ชื่ออุปกรณ์	ผู้ผลิต	รุ่น	ขนาดความจุความร้อน (BTU/Hr)	จำนวน (เครื่อง)
AHU	Trane	BDCB – 40	114,000	2
			117,170	2
			120,000	8
			129,380	1
	York	C06W – S - HDT	48,000	2
			54,000	2
			54,960	8
			60,000	5
			72,000	6
			102,600	4
รวม			2,701,599	639

3.3 การวางแผนและจัดตารางในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

อาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพเป็นอาคารที่มีขนาดใหญ่ ใช้พื้นที่ใช้สอยเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ก็ยังเป็นสถานพยาบาล ต้องเน้นทางด้านความสะอาด ถูกสุขลักษณะอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคต่างๆ ระบบปรับอากาศจึงมีส่วนสำคัญในการปรับสภาพอากาศที่เหมาะสมแก่ห้องต่างๆ ภายในอาคาร ทำให้มีการใช้งานของเครื่องปรับอากาศอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการใช้งานไปนานๆ โดยขาดการดูแล การตรวจสอบอุปกรณ์ การบำรุงรักษาระบบอาจทำให้อุปกรณ์เกิดการเสียหายได้ จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของระบบ ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ จึงควรมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาเป็นระยะตามความเหมาะสม โดยการวางแผนและจัดตารางในการบำรุงรักษาที่ชัดเจน เกี่ยวกับ

3.3.1 บุคลากรหรือผู้ปฏิบัติงาน ต้องให้เหมาะกับงานเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว และสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ โดยทางอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพได้จัด

ผู้ปฏิบัติงานในการดูแลระบบปรับอากาศทั้งหมด 5 คน คือ ผู้ที่รับผิดชอบในส่วนเครื่องส่งลมเย็น 3 คน และในส่วนห้องเครื่อง 2 คน ซึ่งในส่วนห้องเครื่องจะดูแลทั้งเครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำและหอผึ่งน้ำด้วย

3.3.2 เวลา ควรมีการจัดสรรและแบ่งช่วงการทำงานอย่างเหมาะสม โดยจะจัดทำเป็นตารางแผนการปฏิบัติงานตามช่วงเวลา การปฏิบัติงานของผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลระบบปรับอากาศอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพจะปฏิบัติงานตามแผนงานที่จัดทำขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3.6 โดยการจัดทำแผนจะต้องคำนึงความสะดวกต่อการเข้าไปบำรุงรักษาและที่สำคัญคือการใช้งานของแต่ละห้อง

3.3.3 จัดทำบันทึกการและรายละเอียดในเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยแยกตามประเภท หลังทำการตรวจสอบเพื่อจะได้ทราบถึงความผิดปกติ การชำรุดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยจะมีแบบฟอร์มการบันทึกหลังการตรวจสอบในอุปกรณ์แต่ละประเภท

3.3.4 จัดทำรายงาน ติดตามงาน การวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากใบงานและจากผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการบำรุงรักษาโดยตรง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปรายงานผล

3.4 การบำรุงรักษาในระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

การบำรุงรักษาในระบบปรับอากาศจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำจะแบ่งออกเป็น

3.4.1. การบำรุงรักษาทั่วไป โดยแยกตามส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญ คือ

3.4.1.1 เครื่องทำน้ำเย็น

1. การหล่อลื่นในคอมเพรสเซอร์ ใช้ น้ำมันที่ถูกต้อง ตรวจสอบระดับทุกวัน เติมให้ได้ระดับ ดูความดันน้ำมันและอุณหภูมิอย่างสม่ำเสมอ ตรวจสอบ Cutout ที่เกี่ยวกับความดันทุก 6 เดือน เปลี่ยนน้ำมันทุกปี ถ้าสกปรกปนเปื้อนให้เปลี่ยน ถ้าเป็นเครื่องความดันต่ำกว่าบรรยากาศ ระวังอย่าให้อากาศเข้าเครื่องได้

2. แบรีจ ตรวจสอบว่าน้ำมันหล่อลื่นสะอาด ตรวจสอบแบรีจทุกปี ระวังอย่าให้อุณหภูมิแบรีจสูงขึ้น

3. อีเตอร์น้ำมัน จะต้องให้ความร้อนเมื่อหยุดเครื่อง

4. การทดสอบหารอยรั่ว ตรวจสอบข้อต่อหารอยรั่วของน้ำยา

5. ตรวจสอบระบบ Purg ว่ามีอากาศและน้ำรั่วหรือไม่

6. น้ำยา ควรเปลี่ยนทุก 2 ปี และควรมีการนำตัวอย่างไปตรวจสอบคุณภาพ

ตารางแผนงานบำรุงรักษาประจำปี อากาศสถานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

[illegible]

หมายเหตุ ■ วันที่ปฏิบัติงาน
■ วันหยุดเสาร์ - อาทิตย์

7. ท่อในเครื่องทำน้ำเย็นด้านคอนเดนเซอร์ มักมีคราบตะกรัน คราบสกปรก ควรทำความสะอาด ด้วยการใช้สารเคมี และใช้แปรงทำความสะอาด

การทำความสะอาดท่อตรงอาจใช้ทางกายภาพหรือสารเคมี วิธีที่ง่ายที่สุด คือ ถูท่อด้วยแปรงแล้วล้างน้ำ แปรงที่ใช้ควรมีขนาดและขนที่แข็งแรงเหมาะสม ไม่ทำเกิดรอยขีดข่วน ผิวท่อที่มีการต้านทานการกัดกร่อนสูง เพราะที่ผิวท่อมีการเคลือบผิวบางๆ ถ้าผิวเคลือบหลุด เสียหายจะเกิดการกร่อนจนกว่าการเคลือบจะเกิดขึ้นใหม่ แปรงหมุนที่จะกัดพื้นผิวท่อไม่ควรใช้กับท่อโลหะ

8. เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำ ควรที่จะมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ เพราะการอ่อนตัวของใบพายมากเกินไปหรือแข็งเกินไป จะทำให้เครื่องทำน้ำเย็นตัดการทำงาน จึงควรมีการปรับตั้งและเปลี่ยนหากเกิดการสึกหรบของใบพาย



รูปที่ 3.6 Flow Switch ของเครื่องทำน้ำเย็น

9. ส่วนด้านอีแวปโปเรเตอร์ จะมีการเติมน้ำเมื่อปริมาณไม่เพียงพอ ซึ่งถ้าน้ำมีการบำบัดมาอย่างถูกต้องแล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดบ่อยๆ ควรมีการตรวจสอบสภาพท่อเพื่อหาจุดบกพร่อง จะได้แก้ไขก่อนเสียหาย

ฉนวนหุ้มท่อต้องซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ ดูแลซ่อมรอยรั่วน้ำยา ตรวจสอบ Float Chamber ที่มีลูกลอยควบคุมน้ำยาจากคอนเดนเซอร์เข้าส่วนทำน้ำเย็นให้แน่ใจว่า Float Valve ทำงานได้อย่างอิสระตลอดช่วงเคลื่อนที่

ส่วนการทำน้ำเย็นที่ใช้เครื่องอัดแบบปั๊มหอยโข่ง มักจะมีน้ำไหลอยู่ในท่อและน้ำยาอยู่ใน Shell น้ำมันที่หายไปจากคอมเพรสเซอร์อาจจะสะสมอยู่ในส่วนการทำน้ำเย็นและการลดการแลกเปลี่ยนความร้อน ต้องใช้ขบวนการกลั่นในการนำออก ให้จดบันทึกข้อมูลน้ำมันที่เติมทุกครั้ง

10. ระบบควบคุม จัดว่าเป็นระบบประสาทของระบบปรับอากาศทีเดียว และต้องดูแลด้วยความเอาใจใส่ อย่าให้คอนแทกทางไฟฟ้าและวาล์วทางนิวแมติกใช้การไม่ได้ เพราะความ

สกปรกน้ำมันจับ มีน้ำข้างใน ฯลฯ อุปกรณ์ควบคุมมีมากมายและชิ้นส่วนประกอบมักบอบบาง ประกอบกับการทำงานของเครื่องควบคุมค่อนข้างยุ่งยาก ฝ่ายช่างควรขอคำแนะนำ วิธีการใช้จากผู้ขาย

3.4.1.2 หอผึ่งน้ำ

ประสิทธิภาพของหอผึ่งน้ำขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ที่ดีของอากาศและน้ำ โดยจำเป็นที่จะต้องมีการให้น้ำให้เป็นฟอยละเอียดกระจายสัมผัสกับอากาศที่ไหลผ่าน การวางเครื่องต้องเป็นบริเวณที่อากาศไหลผ่านได้สะดวก

เนื่องหอผึ่งมักจะถูกติดตั้งไว้ให้อยู่กลางแจ้ง ควรป้องกันชิ้นส่วนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นตัวถังมอเตอร์ สตาร์ทมอเตอร์ สวิตช์ตัดไฟ และอุปกรณ์ขับ เพื่อไม่ให้เกิดการชำรุด พังเสียหายได้

1. ตัวโครงสร้าง ที่มักจะเป็นสนิมหรือเกิดการกัดกร่อนได้ง่ายนั้น จะต้องหาสื่ออย่างสม่ำเสมอ ระยะเวลาในการทาสีใหม่ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมของหอผึ่งน้ำที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน เช่น มีฤทธิ์เป็นกรด น้ำสกปรก เป็นต้น

2. เคสซิง (Casing) ทำความสะอาดด้วยสบู่และล้างด้วยน้ำ

3. พัดลม ควรหมุนได้อย่างดี พัดลมแบบใบ Propeller ที่สามารถปรับมุมใบพัดได้ จะต้องปรับให้เท่ากันทุกใบ และต้องไม่ใช่กำลังเกินขนาดมอเตอร์ ควรหมั่นตรวจใบพัดและอย่าปล่อยให้มีความสกปรกใส่ใบพัด โดยเฉพาะตอนที่ใบพัดกำลังทำงาน เพราะอาจจะแตกหักและหลุดตกลงไปทำความเสียหายให้ส่วนอื่นๆ หรือแม้กระทั่งสิ่งที่อยู่รอบๆ ตัวหอผึ่งน้ำ

4. สปริงเกอร์ไปป์ (Sprinkler Pipe) จะต้องทำความสะอาดเสมออย่าปล่อยให้สิ่งสกปรกอุดตัน

5. สปริงเกอร์เฮด (Sprinkler Head) ให้ถอดล้างทำความสะอาดพร้อมกับสปริงเกอร์ไปป์ ถ้าสึกหรอมากต้องเปลี่ยนตัวใหม่

6. พัดลมที่ขับผ่านชุดเพื่องตรวจสอบการตั้งศูนย์เพลลา โดยปรับให้อยู่ในเกณฑ์ของคัปปลิง ระดับน้ำมันในเกียร์ควรตรวจสอบทุกอาทิตย์ เปลี่ยนน้ำมันเมื่อถึงเวลา

7. สายพาน (Belt) ควรทำความสะอาดภายในสม่ำเสมอ ตรวจสอบความตึงหย่อนของสายพาน ปรับให้ได้ศูนย์ สายพานต้องไม่ตึงจนเกินไปเพราะจะเป็นภาระสูงต่อตลับลูกปืน และต้องไม่หย่อนจนเกิดการสลิป หรือมีรอยฉีก หรือฉีกแตก ก็ให้เปลี่ยนสายพานใหม่ได้ ถ้าต้องปรับด้วยระยะสายพานที่มากเกินไป แสดงว่าสายพานนั้นหย่อนมากให้เปลี่ยนใหม่ทั้งชุด ทั้งชุดบนและชุดล่าง ตรวจวัดค่าความต้านทานในมอเตอร์จะต้องมากกว่า 1 เมกะโอห์มจึงจะใช้ได้ ทำการอัดจาระบีที่ลูกปืนต่างๆ ประจำปีหรือเมื่อมีเวลา จะทำให้อายุการใช้งานของลูกปืนยาวนานขึ้น

การปรับความตึงสายพาน ถ้าเปิดฝาที่ปิดสปริงรีดิวซ์เซอร์ออก จะเห็นน็อตปรับตั้งความตึงของสายพาน ดังรูป จะต้องปรับให้แหวนมาสม่่าเสมอกับแกนเหล็กตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.7 แกนเหล็กที่ใช้ปรับตั้งสายพาน

8. การกระจายของน้ำ ต้องตรวจสอบให้มีกระจายของน้ำอย่างสม่ำเสมอ หัวฉีด (Nozzle) ต้องสะอาดและความดันต้องได้ตามที่ระบุไว้

9. แผ่นสกัคน้ำ (Filling) ตรวจสอบอย่าให้มีตะไคร่น้ำ หินปูนและสิ่งสกปรกอุดตันต่างๆ เนื่องจากจะทำให้ประสิทธิภาพของหอผึ่งน้ำลดลง ดังนั้นต้องล้างตะไคร่และหินปูนออกจากทุกส่วน และบำบัดน้ำเพื่อป้องกันการเจริญเติบโต ถ้าเป็นโลหะให้ทำความสะอาดและทาสี



รูปที่ 3.8 การล้างทำความสะอาดแผ่นสกัคน้ำ

10. วอเตอร์เบซิน (Water Basin) ควรล้างทำความสะอาดภายในตลอดจนบริเวณข้อต่อต่างๆ และตะแกรงกรองเอาพวกตะกอนและตะไคร่น้ำออก



รูปที่ 3.9 การทำความสะอาดวอเตอร์เบซิน

11. ปรับลูกลอยให้ได้ระดับที่เหมาะสม สูงเกินกว่าที่จะเกิด Vortex ที่ทางด้านน้ำออก การเติมน้ำต้องพอที่จะชดเชยการระเหยและการกระเซ็นหายไป

3.4.1.3. เครื่องสูบน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น

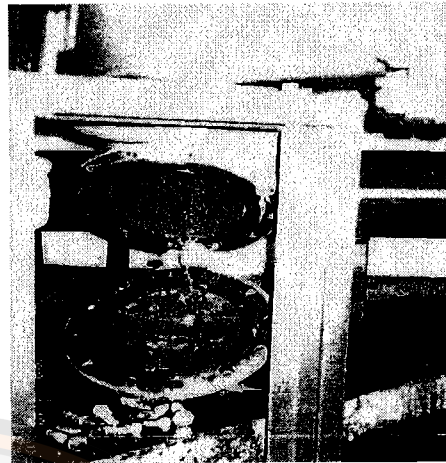
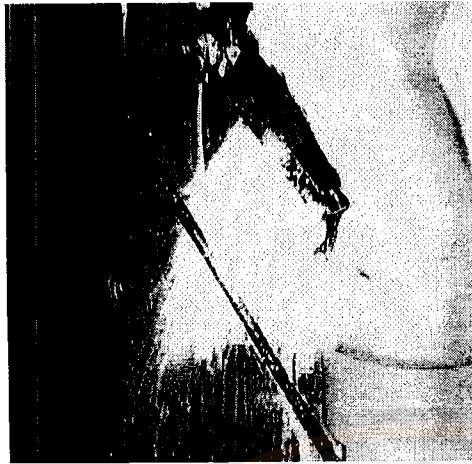
เพื่อให้เครื่องสูบน้ำ มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น โดยที่ไม่ต้องหยุดการทำงานเพื่อซ่อมแซมบ่อยครั้ง เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องควรมีสมาคมบันทึกประวัติการใช้งานและบำรุงรักษา ตลอดจนมีตารางเวลาสำหรับตรวจสอบและบำรุงรักษาที่แน่นอน

1. อย่าเดินปัมในขณะที่ไม่มีน้ำในระบบ เนื่องจากจะทำให้เกิดความร้อนที่ปัมมาก ซึ่งทำให้เพลลาและซีลสึกหรอ

2. ไม่ควรปรับอัตราการไหลของปัม โดยการหรีวลวทางด้านดูด เพราะจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องสูบลดลง อัตราการไหลของน้ำสามารถปรับได้โดยการหรีวลวทางด้านส่ง

3. ตรวจสอบเนื้อตกรูของฐานปัม ว่าขันยึดแน่นดีหรือไม่ เพราะการยึดไม่แน่นจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนและเสียงดัง

4. ควรมีการถอดตัวกรอง (Strainer) ท่อด้านดูดมาล้างทำความสะอาด โดยปกติ 3 เดือนต่อครั้ง เพื่อไม่ให้เกิดการอุดตัน



ก) ตัวกรองเครื่องสูบน้ำเย็น

ข) ตัวกรองเครื่องสูบน้ำเย็น

รูปที่ 3.10 การถอดล้างตัวกรองเครื่องสูบน้ำ

5. การไล่อากาศ เนื่องจากมีการติดตั้งอุปกรณ์ Automatic Air Vent ไว้ที่ Main ในกรณีที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันในระบบ Automatic Air Vent จะทำให้การไล่อากาศโดยอัตโนมัติ



ก) เครื่องไล่อากาศของเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น

ข) เครื่องไล่อากาศของเครื่องสูบน้ำเย็น

รูปที่ 3.11 เครื่องไล่อากาศ

6. การหล่อลื่น การอัดจาระบีลูกปืนปั๊ม ลูกปืนมอเตอร์เป็นประจำทุกเดือน โดยใช้จาระบีชนิดการทนความร้อนและไม่ละลายน้ำ

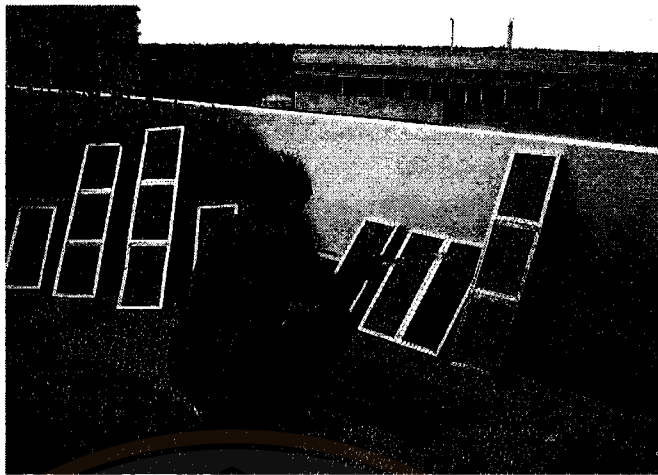
3.4.1.4. เครื่องส่งลมเย็น

1. ตัวเครื่อง การทำความสะอาดตัวเครื่อง ทำโดยการเช็ดตัวเครื่องให้สะอาดและส่วนประกอบอื่นๆ โดยใช้ผ้าเปียกหมาดๆ เช็ดโดยทั่วๆ ไป และตามด้วยผ้าแห้ง



รูปที่ 3.12 การทำความสะอาดเครื่องส่งลมเย็น

2. แผงกรองอากาศ (Filter) มีไว้ดักสิ่งแปลกปลอม ดังนั้น ตัวมันเองจะสกปรกจึงต้องได้รับการดูแล มีอยู่ด้วยกันหลายแบบ คือ แบบถอดล้างได้ แบบล้างต่อเนื่อง และแบบอิเล็กทรอนิกส์ แต่ทั้งนี้ถ้าแผงกรองอากาศสกปรกมากๆ แล้ว จะทำให้เกิดความรู้สึกว่าไม่มีความเย็นเลย เพราะลมไม่สามารถผ่านคอยล์เย็นออกมาเลยและส่งผลกระทบต่อเนืองไปแผงครีบคอยล์และพัดลม เนื่องจากฝุ่นที่สกปรกจะทะลุเข้าไปจับที่คอยล์เย็นและที่ใบพัด แผงกรองอากาศสามารถทำความสะอาดได้โดยการนำไปเคาะเบาๆ หรือใช้เครื่องดูดฝุ่นและถ้าสกปรกมากๆ ก็นำไปเคาะแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง อย่างนำแผงกรองอากาศไปถูกความร้อนสูงๆ จะทำให้เสียหายได้



รูปที่ 3.13 การทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศแบบถอดล้างได้

3. การทำความสะอาดครีบลอยและคอยล์เย็น ในกรณีที่ใช้งานไปนานๆ ครีบลอยเย็นไม่ปกติ อาจจำเป็นต้องเรียกช่างมาล้างทำความสะอาดให้ หรือหากทำความสะอาดเองก็หาซื้อน้ำยาล้างฝุ่น (ซึ่งต้องพิจารณาให้ดีว่าไม่กัดกร่อนแผ่นครีบลอย) เติมน้ำที่คอยล์เย็นเพื่อล้างคราบสกปรกออกได้เอง มีจำหน่ายอยู่ตามบริษัทที่บริการเครื่องปรับอากาศ

4. การทำความสะอาดพัดลมเป่าลมเย็น มักจะสกปรกมากและจะอุดตันได้ ถ้าหากขาดดูแลแผงกรองอากาศและคอยล์เย็นให้สะอาดอยู่เสมอ ซึ่งถ้าอุดตันแล้วก็จะทำให้ไม่มีลมเย็นจ่ายออกมาทีเดียว การทำความสะอาดก็ต้องใช้เครื่องดูดฝุ่นหรือเครื่องเป่าลม ซึ่งบางครั้งก็ไม่สามารถเป่าออกได้ ถึงขั้นนี้คงจะต้องเสียเงินเพื่อจ้างช่างล้างทำความสะอาด เนื่องจากต้องทำความสะอาดคอยล์เย็นด้วย

5. ถาดน้ำทิ้ง จะต้องรักษาให้สะอาดไว้ เพื่อป้องกันการอุดตัน การมีเมือกติดค้าง เพราะจะทำให้ น้ำทิ้งไหลผ่านท่อ น้ำทิ้งได้ไม่สะดวก



รูปที่ 3.14 การใช้ Blower เป่าท่อน้ำทิ้ง

6. ระบบควบคุม ควรมีการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิที่ตั้งไว้บ้าง เพื่อให้การทำงานของเทอร์โมสแตทเปลี่ยนจุดบ้าง จะได้ไม่ค้างที่จุดเดียว

7. ระบบไฟฟ้า ควรมีการตรวจสอบแนวสายไฟที่จ่ายไฟให้กับชุดคอยล์เย็น ว่ามีการฉีกขาด เสียหายหรือไม่ จุดต่อสายไฟฟ้ากับอุปกรณ์จะต้องขันกวดให้แน่นใหม่ การตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้า ปริมาณกระแสไฟฟ้า

3.4.1.5. ท่อ ส่วนประกอบท่อ ฉนวน

1. หมั่นตรวจท่อน้ำว่ามีการไหลของน้ำตามปกติหรือไม่ โดยสังเกตได้จากอุณหภูมิ ความเย็นในห้องว่ามีความเย็นหรือไม่ หากเกิดการอุดตันในท่อน้ำให้ทำความสะอาดท่อ โดยการถอดล้างตัวกรองถ้าเกิดการอุดตันที่ตัวกรอง

2. ฉนวน ควรตรวจดูว่าฉนวนมีการฉีกขาดหรือไม่ ถ้าเกิดการฉีกขาดของฉนวนให้นำฉนวนมาหุ้มใหม่ ทาด้วยกาวดำเพื่อให้ยึดติดกัน

3.4.2 การบำรุงรักษาตามช่วงเวลา

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นต้องมีการกำหนดแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อลดการเสียหาย ความขัดข้องของเครื่องจักรที่อาจเกิดขึ้นได้ หลักการในการแบ่งช่วงเวลาในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยคำนึงถึงอายุการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์แต่ละประเภท สภาพการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ว่ามีการใช้งานหนักมากน้อยแค่ไหน และสภาวะแวดล้อมรอบด้านหรือสถานที่ในการติดตั้งเครื่องจักรว่ามีผลที่จะทำให้เครื่องจักรนั้นเสื่อมสภาพได้

ตารางที่ 3.6 การบำรุงรักษาตามช่วงเวลาของเครื่องทำน้ำเย็น

ช่วงเวลา	การตรวจสอบ
ทุกวัน	1. อุณหภูมิของน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น
	2. ความดันของน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น
ทุก 4 เดือน	1. ตรวจสอบทำความสะอาดเครื่องและอุปกรณ์อื่นๆ
	2. ตรวจสอบขั้นตอนการทำงานของ Starter
	3. ตรวจสอบสภาพสาย Main Control
	4. ปรับแต่งค่า Overload
	5. ตรวจสอบสภาพของ Condenser
	6. ตรวจสอบความดันน้ำเข้า – ออก ของ Cooler
	7. ตรวจสอบความดันน้ำยา ของ Cooler
	8. ตรวจสอบความดันน้ำยาเข้า – ออก ของ Cooler
	9. ตรวจสอบสภาพเครื่อง ของ Cooler
	10. ตรวจสอบสายหัวหลักของ Compressor
	11. ตรวจสอบ Voltage Supply ของ Control Box
	12. ตรวจสอบกระแสของ Compressor
	13. ตรวจสอบหน้าสัมผัสของ Magnetic
	14. ตรวจสอบขั้วสายไฟ
	15. ตรวจสอบ Safety ต่างๆ ของ Compressor ใน Control Box
	16. ตรวจสอบระบบ Control ทั้งหมด

ตารางที่ 3.7 การบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ

ช่วงเวลา	การบำรุงรักษา
ทุกวัน	1. อุณหภูมิของเบร้ง 2. ความดันที่ดูดและที่จ่าย 3. การรั่วจาก Mechanical Seal 4. โหลด (Load) ของมอเตอร์ไฟฟ้า 5. สังเกตการสั่นสะเทือนและเสียงดังผิดปกติของมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำ
ทุกเดือน	1. ตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่นร่องรับเพลลา 2. ตรวจสอบเชือกอัดแกลนด์
ทุก 2 เดือน	1. ตรวจสอบทำความสะอาดมอเตอร์ 2. ตรวจสอบการได้ศูนย์ของ Coupling 3. ตรวจสอบสภาพลูกยางของ Coupling 4. ตรวจสอบสภาพฉนวนของเครื่องสูบน้ำเย็น
ทุก 3 เดือน	1. การตรวจสอบและปรับ Alignment ตามสมควร 2. การเติมน้ำมันหรือจาระบีให้กับเบร้ง
ทุก 6 เดือน	1. ตรวจสอบเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นร่องรับเพลลา 2. ตรวจสอบเปลี่ยนผ้าอัดแกลนด์ ขึ้นมือดให้แน่น 3. ตรวจสอบอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ
ทุกปี	1. การรื้อตามเพลลาและการบำรุงซีล 2. การสีกหราชอาณาจักรของปลอกหุ้มเพลลา 3. การสีกหราชอาณาจักรของแหวนกันสีก 4. ทดสอบและปรับมาตรวัดต่างๆ ที่ใช้วัดความดันน้ำและกระแสไฟฟ้า 5. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นและจาระบีที่เบร้ง 6. การยึดแท่นเครื่องสูบน้ำและการถ่วงน้ำหนักของท่อน้ำลงบนเครื่องสูบน้ำ

ตารางที่ 3.8 การบำรุงรักษาหอผึ่งน้ำ

ช่วงเวลา	การตรวจสอบ
ทุกวัน	1. อุณหภูมิน้ำ 2. ระดับน้ำในหอผึ่งน้ำ 3. สังเกตเสียงดังที่อาจเกิดจากการสลิปของสายพาน
ทุกเดือน	1. ตรวจสอบตะกรัน คราบสกปรกต่างๆ 2. ล้างทำความสะอาดหอผึ่งน้ำ 3. ล้างทำความสะอาดฟิลล์ 4. ตรวจสอบสภาพของสายพาน 5. การอัดจาระบี
ทุก 2 ปี	1. เปลี่ยนสายพานใหม่

ตารางที่ 3.9 การบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็น

ช่วงเวลา	การตรวจสอบ
ทุก 2 สัปดาห์	1. ตรวจสอบสกปรกของแผ่นกรองอากาศ ถ้าสกปรกให้ถอดออกทำความสะอาด ด้วยการ ล้างเบาๆ ในน้ำ เสริมแล้วผึ่งให้แห้งก่อนใส่คืน ไม่ควรใช้น้ำมัน ทินเนอร์ เบนซินหรือน้ำยาทางเคมี 2. ตรวจสอบตัวเครื่องส่งลมเย็น ถ้าสกปรกให้ทำความสะอาด รวมทั้งช่องจ่ายลมและช่องลมกลับด้วยผ้าชุบน้ำหรือน้ำสบู่ แล้วเช็ดให้แห้ง ไม่ควรใช้น้ำมัน ทินเนอร์ เบนซินหรือน้ำยาทางเคมี เพราะจะทำให้ผิวของพลาสติกและสีของเครื่องชำรุด
ทุกเดือน	1. ตรวจสอบฝาครอบเครื่อง ถ้าสกปรกมีฝุ่น ให้ปิดฝุ่นออกหรือเช็ดด้วยผ้าหมาดที่ผสมสบู่อ่อนๆ ห้ามทำความสะอาดด้วยน้ำมัน แอลกอฮอล์หรือน้ำยาเคมีใดๆ

ตารางที่ 3.9 การบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็น (ต่อ)

ช่วงเวลา	การตรวจเช็ค
ทุก 2 เดือน	1. ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความเรียบร้อยของสายไฟ 2. ตรวจสอบความแน่นเรียบร้อยของข้อต่อสายไฟฟ้าหลวมหรือไม่ มีสิ่งสกปรกไปเกาะหรือไม่
ทุก 3 เดือน	1. ตรวจสอบว่าถาดน้ำทิ้งและท่อทิ้งอุดตันหรือไม่และทำความสะอาด หากมีเมือกและน้ำในถาดน้ำทิ้งให้ใช้ Blower ดูดน้ำออกจากถาดและใช้ผ้าเช็ดเมือกออก

ตารางที่ 3.10 การบำรุงรักษาพัดลมระบายอากาศ

ช่วงเวลา	การตรวจเช็ค
ทุก 1 เดือน	1. ทำความสะอาดหน้ากากทางลมเข้า - ออก 2. ทำความสะอาดใบพัดลม 3. ตรวจสอบขันหัวสายไฟฟ้า
ทุก 3 เดือน	1. บรรจุน้ำมันหล่อลื่นแบริ่งที่มีหัวอัดสารหล่อลื่น 2. ตรวจสอบสภาพและปรับตั้งความตึงของ สายพาน 3. ปรับตั้งศูนย์พูลเลย์ 4. ตรวจสอบแท่นเครื่องและขันน็อตสกรูทุกตัว 5. ตรวจสอบท่อส่งลมและจุดต่อท่อลมอ่อน

3.5 สิ่งพื้นฐานที่สำคัญในการซ่อมบำรุงรักษาในระบบปรับอากาศ

ในระบบปรับอากาศแบบการทำความเย็นจากส่วนกลาง จะมีสิ่งสำคัญพื้นฐาน 4 ประการที่จะละเลยไม่ได้เลย ก็คือ

3.5.1 ความสะอาด ต้องเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ ทั้งในห้องเครื่องและตัวอุปกรณ์เอง ถือได้ว่าเป็นดัชนีระบุความสามารถในการจัดการโดยทั่วๆ ไป ของแต่ละบุคคล ฝ่ายช่างทุกคนต้องมีทัศนคติในการสร้างนิสัยให้หมั่นทำความสะอาดสิ่งสกปรก ทำให้การถ่ายเทพลังงานลดลง

3.5.2 จุดต่อต่างๆ ต้องไม่รั่วซึม (Tightness) เป็นสิ่งสำคัญเพื่อป้องกันการสูญเสียสารทำความเย็น น้ำมัน และป้องกันน้ำ ความชื้น และอากาศ รวมทั้งก๊าซไม่กลั่นตัวต่างๆ เข้าเครื่อง ทั้งนี้เพราะความชื้น อากาศ อาจเปลี่ยนคุณสมบัติของสารทำความเย็นให้กลายเป็นสารกัดกร่อนได้ หรือไปลดประสิทธิภาพการทำงานได้

3.5.3 การหล่อลื่น เป็นสิ่งสำคัญสำหรับอุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนไหว เช่น มอเตอร์ พัดลม เครื่องสูบน้ำ ลูกปืน เพื่อไม่ก่อให้เกิดความเสียหายมากเกินไป เครื่องที่เกิดความร้อนมากๆ จะทำให้ประสิทธิภาพลดลง

3.5.4 Operational Safety device อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยจะต้องใช้งานได้อย่างตลอดเวลา เพราะสามารถป้องกันไม่ให้ปัญหาเล็กน้อยขยายผลจนเกิดเป็นปัญหาใหญ่ได้

3.6 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการปรับอากาศ

3.6.1 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็น

เครื่องทำน้ำเย็นเป็นส่วนสำคัญในระบบการทำงานเย็น เพราะเป็นส่วนในการผลิตความเย็นเพื่อส่งไปยังส่วนต่างๆ ในอาคาร การเกิดปัญหากับส่วนของเครื่องทำน้ำเย็นจะส่งผลกระทบต่อระบบการทำงานเย็นทั้งหมด และเกิดการสูญเสียพลังงาน การสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.11 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็น

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ปัญหา
1. การล้มเหลวในการเดินเครื่อง	1. ปริมาณของน้ำหล่อเย็นไม่เพียงพอในการเดินเครื่องหรือปริมาณน้ำเย็นไม่พอเพียงในการเดินเครื่อง	1. ตรวจสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำว่าการทำงานของเครื่องสูบน้ำสามารถทำงานได้เต็มกำลังหรือไม่
		2. ตรวจสอบว่าในท่อมีอากาศหรือไม่ ถ้ามีอากาศให้ทำการไล่อากาศในท่่ออก
		3. ตรวจสอบกำลังของเครื่องสูบน้ำ

ตารางที่ 3.11 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็น (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ปัญหา
1. การลัดวงจรใน การเดินเครื่อง (ต่อ)		4. ตรวจสอบการทำงานของ Flow Switch ว่า ใบของ Flow Switch อ่อนหรือแข็ง เกินไปหรือไม่ ถ้าแข็งหรืออ่อนเกินไป ให้ทำการปรับตั้งใหม่ หากเกิดการ เสียหายให้เปลี่ยนใบใหม่
2. การตัดการ ทำงานของเครื่อง	1. ตัวเซนเซอร์ไม่ทำงาน	1. ให้ตรวจสอบระบบควบคุมเพื่อ ตรวจสอบ จุดบกพร่องของค่าปรับตั้ง Set Point ของ Potentiometer หรือวงจรของ เซนเซอร์เปิดลัดวงจร / ตรวจสอบค่าความ ต้านทานของเซนเซอร์
	2. แรงเคลื่อนไฟฟ้าตก	2. แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผู้ควบคุมน้อยกว่า 57.5 VAC ให้กดปุ่ม Reset และ เดินเครื่องใหม่
	3. ไฟฟ้าดับ	3. ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผู้ควบคุม 4. ตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้าควบคุม 5. ตรวจสอบการะไฟฟ้าของเซอร์กิตที่ต่อให้ ผู้ควบคุม

3.4.3. ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องสูบน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น

เครื่องสูบน้ำหรือปั๊มคือเครื่องที่เพิ่มความดันให้แก่ น้ำ เพื่อให้สามารถไหลจากที่หนึ่งไปยังอีก
ที่ หรือเพื่อส่งไปยังเครื่องส่งลมเย็นให้ทำความเย็นภายในอาคารอีกทีหนึ่ง หากเกิดปัญหขึ้นกับ
เครื่องสูบน้ำระบบการทำความเย็นก็จะหยุดการทำงาน ทำให้เกิดผลเสียที่ตามมา การหมั่นตรวจสอบ
การทำงานของเครื่องสูบน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรปฏิบัติเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งหากเกิดปัญหาจะทำให้
สามารถแก้ไขได้ทันท่วงที

ตารางที่ 3.12 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องสูบน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ปัญหา
1. เครื่องสูบน้ำจ่ายน้ำได้น้อยกว่าปกติหรือไม่จ่ายน้ำเลย	1. มีอากาศปนอยู่ในน้ำมากเกินไป	1. ถอด Automatic Air Vent มาทำความสะอาด
	2. มอเตอร์ที่ขับหมุนไม่ได้หมุนด้วยความเร็วรอบตามที่ต้องการ	2. ตรวจสอบมอเตอร์ด้านขั้ววอร์มการหมุนนั้นถูกต้องและระบบกระแสไฟฟ้าถูกต้อง (Correct Volt and Amp)
	3. เครื่องสูบน้ำหมุนกลับทิศทาง	3. ตรวจสอบทิศทางการหมุนของเครื่องสูบน้ำ อย่าให้ความดันด้านส่ง (Discharge Head) สูงกว่าที่กำหนดไว้
	4. การอุดตันของ Impeller หรือ Discharge Line	4. ควรแกะท่อและนำสิ่งกีดขวางออก
	5. มีอากาศรั่วเข้าระบบทางด้านดูด (Suction Line)	5. ให้ทำการตรวจสอบว่าไม่มีอากาศรั่วเข้าระบบทางด้านดูดในขณะที่เดินเครื่องสูบน้ำ
	6. การอุดตันของตัวกรอง (Strainer)	6. ถอดตัวกรองออกมาล้างทำความสะอาดสิ่งอุดตัน
2. มอเตอร์ขับใช้กระแสไฟฟ้าเกินหรือร้อนผิดปกติ	1. แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์สูงเกินไป	1. ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์
	2. ระบบเสดในระบบต่ำกว่าที่กำหนดไว้	2. ตรวจสอบระบบเสดให้ได้ตามค่าที่กำหนด
	3. Alignment ของเครื่องสูบน้ำไม่ถูกต้อง เผลาขัดคอง	3. ตรวจสอบ Alignment ของเครื่องสูบน้ำ เผลาขัดที่คองให้ทำการเปลี่ยนเพลานใหม่

ตารางที่ 3.12 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องสูบน้ำเย็นและน้ำหล่อเย็น (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ปัญหา
2. มอเตอร์จับใช้กระแสไฟฟ้าเกินหรือร้อนผิดปกติ (ต่อ)	4. การเสียดสีของใบสูบกับตัวเรือนใบสูบไม่ได้ขนาดที่ถูกต้อง	4. ลดขนาดของใบสูบโดยการตัด /เปลี่ยนใบสูบหรือไม่ก็ทำการตัดใบสูบ
	5. รอบการหมุนเร็วเกินไป	5. ตรวจสอบ Wiring ของ Motor
	6. การสึกของแหวน	6. ทำการเปลี่ยนแหวนใหม่
3. มอเตอร์ร้อนจัด	1. เนื่องจากการระบายอากาศไม่เพียงพอ	1. ตรวจสอบพัดลมที่ติดตั้งอยู่ตรงท้ายมอเตอร์ว่าทำงานตามปกติ
	2. Overload	2. ตรวจสอบการใช้กระแสไฟฟ้าด้วย Amp Meter
	3. Voltage แต่ละ Phase ไม่เท่ากัน	3. ตรวจ Voltage แต่ละ Phase ด้วย Voltage Meter
4. มอเตอร์เสียงดัง	1. Thrust Bearing สึก	1. ตรวจสอบด้วยการหมุนมอเตอร์ด้วยมือและดูร่องของลูกปืนในตลับมอเตอร์ (Motor Box) ทั้ง 3 Phase
5. การสึกหรอเร็วผิดปกติหรือมีการสั่นและเสียงดังของ Flexible Coupling ในขณะที่ใช้งาน	1. Alignment ของเครื่องสูบน้ำ ไม่ถูกต้อง	1. ตรวจสอบ Alignment ของเครื่องสูบน้ำให้ถูกต้อง
	2. การไม่ได้ศูนย์ของ Coupling	2. ถอด Coupling ออกมาเพื่อตั้งศูนย์ใหม่

หมายเหตุ : ถ้าสาเหตุของเสียงดังและการสั่นสะเทือนผิดปกติเกิดขึ้นจากภายในเครื่องสูบน้ำ ให้ติดต่อตัวแทนจำหน่ายเพื่อทำการตรวจสอบ

3.4.2. ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของหอฝิ่งน้ำ

หอฝิ่งน้ำเป็นส่วนในการระบายความร้อนของน้ำที่ถูกนำไปหล่อเย็นในส่วนของคนเดนเซอร์ ดังนั้นหากการระบายความร้อนในส่วนนี้เกิดปัญหาก็จะส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่ระบบหรือการเสียหายในอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังเกี่ยวเนื่องถึงการหยุดการทำงานของระบบอีกด้วย

ตารางที่ 3.13 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของหอฝิ่งน้ำ

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ปัญหา
1. มอเตอร์มีเสียงดังผิดปกติ	1. เสียงดังเนื่องจากลูกปืนของมอเตอร์บกพร่อง	1. ทำการเปลี่ยนลูกปืนของมอเตอร์ใหม่
	2. การขัดข้องในตัวมอเตอร์	2. ให้ปรึกษาช่างที่ชำนาญการซ่อมในกรณีที่ไม่สามารถทำการแก้ปัญหาได้
2. น้ำออกจากหอฝิ่งน้ำมีอุณหภูมิสูง	1. น้ำที่มาจากกระบายความร้อนในส่วนคอนเดนเซอร์ไหลมาที่หอฝิ่งน้ำมากเกินไป	1. ปรับวาล์วน้ำเข้าหอฝิ่งน้ำให้น้อยลง
	2. อากาศในการระบายความร้อนไหลน้อยเกินไป	2. ตรวจสอบมุมใบพัดและแก้ไขการอุดตันของร่องอากาศ
	3. ฟিলเลอร์อุดตัน	3. ทำความสะอาดฟিলเลอร์ โดยการใช้ น้ำฉีดเพื่อขจัดสิ่งอุดตันออกจากฟিলเลอร์
3. พัดลมสั่นและเสียงดัง	1. มีการหลุด การหลวมของน็อตยึด	1. ตรวจสอบหัวน็อตและขันให้แน่น
	2. การสั่นไถลของสายพาน	2. ปรับตั้งสายพานให้ตึงพอประมาณ หากสายพานเกิดความเสียหายมากให้ทำการเปลี่ยนสายพานใหม่

ตารางที่ 3.13 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของหอผึ่งน้ำ (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไขปัญหา
4. อัตราการไหลของน้ำน้อย	1. การอุดตันของไส้กรอง	1. นำไส้กรองออกมาทำความสะอาด โดยใช้น้ำฉีดล้างสิ่งอุดตันออก
	2. ระดับน้ำในบ่อเติมต่ำ	2. ตรวจสอบการทำงานของลูกลอยและระดับ ลูกลอย
5. การสูญเสียน้ำมาก ในระบบ	1. น้ำไหลในระบบไหลมาก เกินไป	1. ปรับวาล์วน้ำเข้าให้มีอัตราการไหลที่ เหมาะสม
	2. ระบบลูกลอยบกพร่องทำ ให้น้ำล้น	2. ปรับระดับลูกลอยใหม่ ถ้าลูกลอยไม่ สามารถทำงานได้ตามปกติก็ให้ทำการ เปลี่ยนลูกลอยใหม่
6. มีตะกอนมากและ สาหร่าย	1. การถ่ายเทน้ำทิ้งในระบบ น้อยเกินไป	1. เปิดวาล์วเพื่อระบายน้ำทิ้งในปริมาณที่ เหมาะสม
	2. น้ำที่เดิมมีความกระด้าง สูง	2. เติมน้ำเพื่อลดความกระด้างของน้ำ

3.4.4. ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องส่งลมเย็น

เครื่องส่งลมเย็นเป็นอุปกรณ์สำคัญในระบบปรับอากาศแบบ Chilled Water System โดยทำหน้าที่ส่งลมเย็นไปตามระบบท่อให้กับส่วนต่าง ๆ ของอาคาร มีการควบคุมอุณหภูมิในการทำความเย็นเนื่องมาจากการสั่งการของเทอร์โมสแตท ซึ่งจะเป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิ ขับ 2 – Way Control Valve ให้ปริมาณน้ำเย็นไหลเข้า Cooling Coil แล้วแต่ความต้องการการทำความเย็นมากหรือน้อย

ตารางที่ 3.14 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องส่งลมเย็น

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ปัญหา
1. กดปุ่มสตาร์ทแล้ว พัดลมไม่ทำงาน	1. วงจรควบคุมไม่ทำงาน ฟิวส์ควบคุมขาด	1. ตรวจสอบเปลี่ยนฟิวส์ใหม่
	2. ไม่มีการจ่ายไฟให้แผง ไฟฟ้า	2. ตรวจสอบ Circuit Breaker (CB)
	3. Overload ของมอเตอร์ ตัด	3. ตรวจสอบปรับหรือเปลี่ยนใหม่
2. พัดลมทำงานแต่ อุณหภูมิไม่เย็น เพียงพอ	1. น้ำเย็นไม่ผ่านคอยล์เย็น	1. ตรวจสอบว่าลิ้นประตูน้ำเปิดหรือไม่ และ ตรวจสอบว่ามีสิ่งสกปรกอุดตันในคอยล์ เย็น ให้เปิดหน้าแปลนท่อน้ำด้านนอก แล้วค่อยเปิดวาล์วปล่อยน้ำเข้าคอยล์ เย็นและปล่อยทางหน้าแปลนที่เปิดไว้
	2. ปรับตั้งเทอร์โมสตัทสูงไป	2. ปรับตั้งเทอร์โมสตัทใหม่
	3. มีอากาศในระบบท่อน้ำ เย็น	3. ไล่อากาศออกโดยเปิด Air Vent ที่ Header ของคอยล์เย็น
	4. 2 – Way Control Valve ไม่ทำงาน	4. ก้านชักของ 2 – Way Control Valve ติด ให้ถอดปรับล้างสิ่งสกปรกออกที่ ติดก้านวาล์ว
3. เสียงดังผิดปกติ	1. ใบพัดกระแทกกับโครง	1. ปรับตั้งใบพัดใหม่ ตรวจสอบตัวยึดโครง และตรวจสอบตัวยึดเพลลา
	2. สายพานตึงเกินไป	2. ปรับตั้งสายพานใหม่ควรมีการหย่อน พอประมาณ

ตารางที่ 3.14 ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานของเครื่องส่งลมเย็น (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	ผลกระทบ
3. เสียงดังผิดปกติ (ต่อ)	3. การเลือกใช้สายพานผิด	3. เลือกใช้สายพานที่มีขนาดเหมาะสมกับการทำงาน ร่องสายพานพอดี มีความยืดหยุ่น
	4. สายพานเปื่อย	4. ทำการเปลี่ยนสายพานใหม่
	5. ขาดการหล่อลื่น Bearing	5. หล่อลื่น Bearing
	6. การโค้งงอของเพลลา ไม่ได้สมดุลย์	6. เปลี่ยนเพลลาใหม่ และปรับตั้งศูนย์ใหม่ เพื่อให้เกิดการสมดุลย์
4. ปริมาณลมน้อยเกินไป	1. ฟিলเตอร์ตันหรือสกปรก	1. ถอดฟिलเตอร์ออก แล้วนำไปทำความสะอาด
	2. การอุดตันของตัวกรอง (Strainer)	2. ถอดล้างเศษสิ่งสกปรก (Slag) ในไส้กรองของตัวกรองให้สะอาด
5. ปริมาณลมมากเกินไป	1. การ Bypass Valve	1. ปรับให้การทำงานของวาล์วเป็นไปตามปกติ มีการเปิด - ปิดให้น้ำเย็นไหลผ่านตามที่ปรับตั้งตามเทอร์โมสแตท
	2. พัดลมรอบจัดเกิน	2. ปรับตั้งค่ารอบการหมุนของพัดลมใหม่

บทที่ 4

สรุป วิจัย และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปการจัดทำโครงการ

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือ PM เป็นระบบในการดูแลรักษา การตรวจสภาพ การซ่อมสภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ ก่อนที่จะเกิดการขัดข้องและมีการจัดทำแผนงานการบำรุงตามช่วงเวลา ทั้งนี้เพื่อลดโอกาสในการชำรุดเสียหาย การขัดข้องของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ในระบบปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำจะมีส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญได้แก่ เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น หอผึ่งน้ำ เครื่องส่งลมเย็น

โครงการที่จัดทำเป็นโครงการเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยผู้ดำเนินโครงการได้มีโอกาสดูแลหลักการและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ ซึ่งระบบปรับอากาศในอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพนั้นใช้ระบบการทำความเย็นจากส่วนกลางชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยโครงการนี้สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1.1 การบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็น มีการตรวจสอบอุณหภูมิ ความดัน การใช้กระแสไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นเป็นประจำทุกวัน และทุก 4 เดือนจะต้องทำความสะอาดเครื่องและอุปกรณ์ การตรวจสอบสภาพเครื่อง ตรวจสอบความดันน้ำยา

4.1.2 การบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำหล่อเย็น จะมีการตรวจสอบอุณหภูมิแรงดัน ความดันของน้ำ การสั่นสะเทือนของเครื่องสูบน้ำทุกวัน ทุก 2 เดือน ก็จะทำทำความสะอาดมอเตอร์ ตรวจสอบคัปปลิงและฉนวน ทุก 3 เดือนจะปรับ Alignment เติมน้ำมันหรืออัดจารบีแบริ่ง ทุก 6 เดือน เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น ตรวจผ้าอัดเกลนด์ และทุกปีจะมีการตรวจสอบซีล การสึกหรองของปลอกเพลลาและแหวนกันสึก การบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ เช่น การอัดจารบี การถอดล้างตัวกรอง จะมีการหยุดระบบทั้งหมดก่อนทำการบำรุงรักษา

4.1.3 การบำรุงรักษาหอผึ่งน้ำ ทุกๆ วันจะมีการตรวจสอบระดับน้ำ อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นของหอผึ่งน้ำ สังเกตเสียงดังผิดปกติของสายพาน ในช่วงปลายเดือนมีการตรวจคราบสกปรกต่างๆ และล้างทำความสะอาดหอผึ่งน้ำ การเปลี่ยนสายพานจะเปลี่ยนทุกๆ 2 ปีสัปดาห์ การล้างทำความสะอาดหอผึ่งน้ำ ทุกครั้งจะมีการหยุดระบบทั้งหมดก่อนทำการบำรุงรักษาเช่นเดียวกับเครื่องสูบน้ำ

4.1.4 การบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็น ทุกๆ 2 สัปดาห์จะถอดแผ่นกรองอากาศมาทำความสะอาดโดยการล้างด้วยน้ำ ทำความสะอาดเครื่องส่งลมเย็น ทุก 2 เดือน จะตรวจสอบแรงดัน กระแสไฟ

ความแน่นของข้อต่อและเรียบร้อยของสายไฟ และทุก 3 เดือนจะทำความสะอาดถาดน้ำทิ้ง ท่อน้ำทิ้งเพื่อป้องกันการอุดตัน

4.1.5 บุคลากรหรือผู้ปฏิบัติงาน โดยทางอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพได้จัดผู้ปฏิบัติงานในการดูแลระบบปรับอากาศทั้งหมด 5 คน คือ ผู้ที่รับผิดชอบในส่วนเครื่องส่งลมเย็น 3 คน และในส่วนห้องเครื่อง 2 คน ซึ่งในส่วนห้องเครื่องจะดูแลทั้งเครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำและหอผึ่งน้ำด้วย

4.1.6 เวลา การปฏิบัติงานของผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลระบบปรับอากาศอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพจะปฏิบัติงานตามแผนงานที่จัดทำขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3.6 โดยการจัดทำแผนจะต้องคำนึงความสะดวกต่อการเข้าไปบำรุงรักษาและที่สำคัญคือการใช้งานของแต่ละห้อง ในบางครั้งก็ไม่สามารถเข้าปฏิบัติงานได้ตามตารางแผนการปฏิบัติงานที่ได้วางแผนไว้

4.1.7 จัดทำบันทึกการและรายละเอียดในเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยจะมีแบบฟอร์มการบันทึกหลังการตรวจสอบในอุปกรณ์แต่ละประเภท ยกเว้นแบบฟอร์มในการตรวจสอบเครื่องสูบน้ำนั้นไม่มี และเมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรนั้นจะขาดการบันทึกเก็บไว้ เพื่อเป็นประวัติการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร

4.1.8 จัดทำรายงาน ติดตามงาน การวิเคราะห์ปัญหา จะมีตรวจสอบจากแบบฟอร์มการบันทึกหลังการตรวจสอบงานและจากผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการบำรุงรักษาโดยตรง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปรายงานผล ซึ่งรายงานประจำปีจะเป็นการสรุปโดยรวมของทุก ๆ ระบบ และในส่วนระบบปรับอากาศนั้นยังไม่ละเอียดและก็ขาดข้อมูลที่ไม่ถูกบันทึกเมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อที่ 4.1.7

และจากการที่ใช้วิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกับอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ ทำให้ลดปัญหาการขัดข้อง การชำรุดของเครื่องจักรให้เกิดขึ้นน้อยลง ส่งผลทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาลดลงตามไปด้วย อีกทั้งยังสามารถจัดเตรียมอะไหล่สำรองไว้ได้อย่างเหมาะสมและใช้เวลาไม่มากในการซ่อมบำรุงรักษา

4.2 วิจัยและข้อเสนอแนะ

4.2.1 การเพิ่มบุคลากรในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เนื่องจากการจัดบุคลากรในการบำรุงรักษาในปัจจุบันยังน้อยเกินไป ซึ่งทำให้การควบคุมดูแลไม่ทั่วถึง ดังนั้น ควรจะเพิ่มบุคลากรในส่วนห้องเครื่องให้มากขึ้นเพราะมีอุปกรณ์หลักที่สำคัญที่ต้องดูแลเป็นพิเศษ คือ เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องสูบน้ำและหอผึ่งน้ำ

4.2.2 การบันทึกและจัดเก็บข้อมูลในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การจัดทำแบบฟอร์มควรทำแบบบันทึกการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเมื่อการขัดข้องไว้ด้วยในแต่ละครั้ง ซึ่งหากเกิดการขัดข้องของ

เครื่องจักรอีกก็จะสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ถึงสาเหตุการขัดข้องได้ ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็ว และถูกต้อง

4.2.3 การเพิ่มอุปกรณ์ในการตรวจวัดค่าต่างๆ อย่างเช่น เครื่องวัดค่าความชื้น เครื่องมือตรวจวัดและวิเคราะห์น้ำทางเคมี เครื่องมือวัดเสียงและความสั่นสะเทือน

4.2.4 การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ ไม่ควรที่จะทำการซ่อมบำรุงรักษาพร้อมกันทั้ง 3 เครื่อง แต่ควรที่จะมีการวางแผนในการซ่อมบำรุงรักษาทีละเครื่อง ส่วนเครื่องสูบน้ำที่เหลือก็ให้มีการทำงานตามปกติ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการไม่ให้เกิดการหยุดของระบบ

4.2.5 การจัดการฝึกอบรมให้บุคลากรสามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ อย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เช่น การบำรุงรักษา การตรวจติดตาม และการซ่อมแซม เป็นต้น ให้กับบุคลากรที่เป็นทรัพยากรที่สำคัญ เช่น ช่างเทคนิค และผู้ควบคุมงาน ให้สามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ อย่างเป็นระบบ

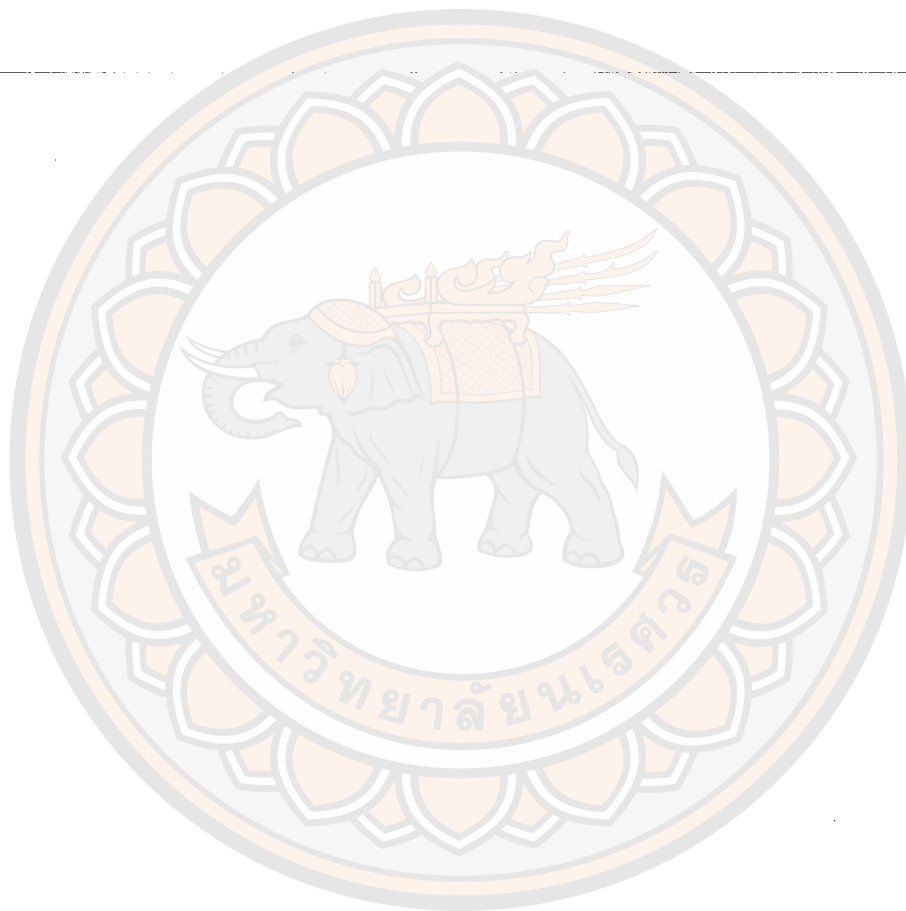
4.2.6 การจัดการฝึกอบรมเบื้องต้นให้ผู้ใช้ เป็นการเน้นให้ทุกคนในอาคารทุกคนได้ช่วยกันในการสังเกตความผิดปกติที่เกิดขึ้น ซึ่งเมื่อสังเกตพบถึงความผิดปกติก็ให้รีบแจ้งฝ่ายที่มีหน้าที่รับผิดชอบทันที

4.2.7 การจัดทำฐานข้อมูล ฐานข้อมูลจะเป็นส่วนสำคัญต่อการซ่อมบำรุงเป็นอย่างยิ่ง เพราะเมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรจะช่วยให้สามารถตรวจสอบจากข้อมูลเก่าๆ ได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการสามารถดำเนินการวางแผนในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

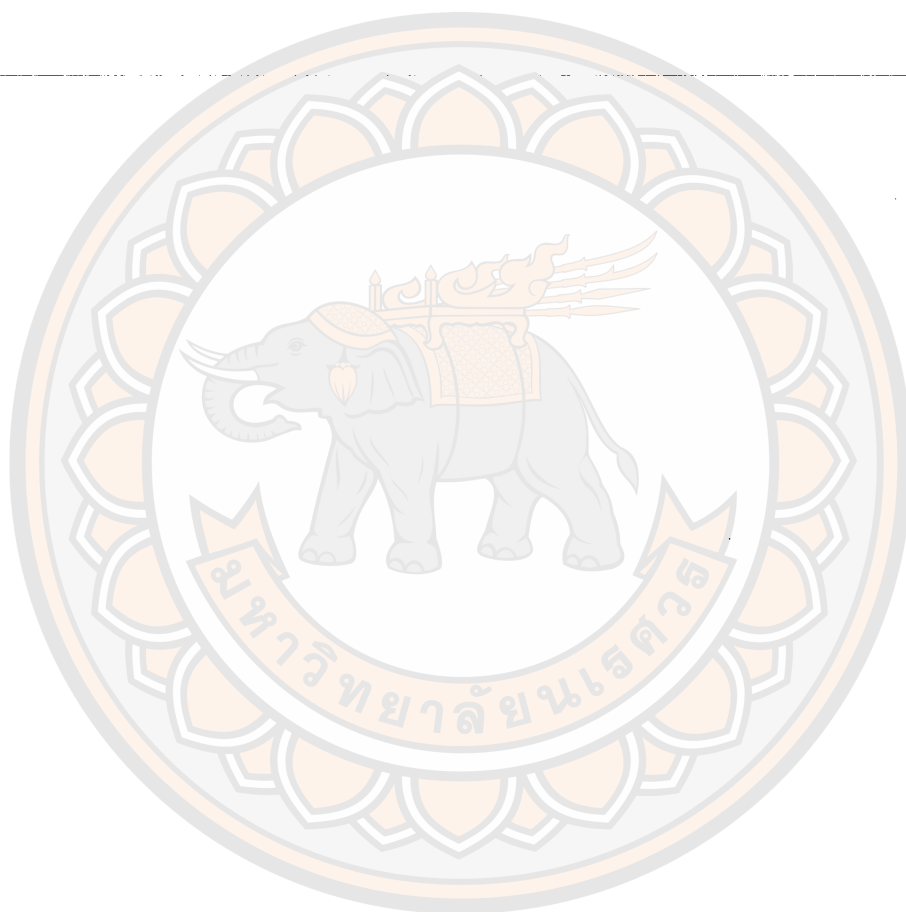
บรรณานุกรม

คู่มือระบบปรับอากาศ สถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยนเรศวร
 การจัดการบำรุงรักษา, บริษัท เอ็มแอนด์อี จำกัด, 2547, กรุงเทพฯ
 การบำรุงรักษาวิผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม, บริษัท พีค บลูส์ จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 2, 2547, กรุงเทพฯ
 การปรับอากาศ โดย ดร. ไพบุลย์ หังสพฤกษ์และ ดร. เฮอร์โซโต, บริษัท ศูนย์การพิมพ์ดวงกมล จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 3, 2533, กรุงเทพฯ
 รายงานการศึกษาความเหมาะสมของการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศอาคารพาณิชย์, บริษัท มิตรเทคนิคคอนซัลแตนท์ จำกัด ร่วมกับศูนย์ประหยัดและอนุรักษ์พลังงาน



ภาคผนวก**ภาคผนวก ก****ภาคผนวก ข****ภาคผนวก ค****ภาคผนวก ง**

ภาคผนวก ก
ข้อกำหนดทางเทคนิคของอุปกรณ์



ข้อกำหนดทางเทคนิคของอุปกรณ์

1. เครื่องทำน้ำเย็น (Water Cooled Centrifugal Chillers)

ต้องมีขนาดความสามารถในการทำความเย็นได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบและจะต้องเป็นเครื่องที่ประกอบสำเร็จ และได้รับการทดสอบการใช้งานจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน AIR (Air Conditioning And Refrigeration Institute) และต้องมีผลการทดสอบของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่องแนบมาพร้อมในวันส่งมอบ เครื่องทำน้ำเย็นต้องออกแบบมาเพื่อใช้กับสารทำความเย็น R123 หรือ R134a โดยเฉพาะ

เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลักต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

1.1 Centrifugal Compressor เป็นชนิด Centrifugal Type และขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 PH/380V/50Hz โดยเฉพาะ

1.1.1 ตัวเรือนของคอมเพรสเซอร์ต้องทำด้วยเหล็กหล่อและสามารถใช้งานที่ 250 Psig Work Pressure เป็นอย่างน้อย และต้องทดสอบ Hydrostatically Pressure Tested ที่ 375 Psig เป็นอย่างน้อย

1.1.2 Impeller ต้องทำจากวัสดุ High Strength Cast Aluminum Alloy และต้องเป็นชนิด Fully Shrouded Impeller และต้องได้รับการทดสอบทั้ง Static and Dynamic Balanced เพื่อไม่ให้เกิดการสั่นสะเทือนในขณะที่ใช้งานทุกสภาวะ

1.1.3 Bearing ต้องเป็นชนิด Thrust Bearing และได้รับการหล่อลื่นอย่างเหมาะสม

1.1.4 มอเตอร์ ต้องมีกำลังขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์โดยไม่เกิดสภาวะ Overload ที่มอเตอร์

1.2 Evaporator ต้องเป็นแบบ Shell and Tubes ตัว Shell จะต้องเป็น Carbon Steel Plates สร้างและทดสอบตามมาตรฐาน ASME Pressure Vessel Code โดยต้องสามารถใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 250 Psig Work Pressure ที่ด้านน้ำยาทำความเย็น (Refrigerant Side)

1.3 Condenser ต้องเป็นแบบ Shell and Tubes ตัว Shell จะต้องเป็น Copper Alloy Tubes และยึดติดกับ Carbon Steel Plates อย่างมั่นคง

1.4 Lubrication System ระบบการหล่อลื่นต้องมี Oil Pump เพื่อจ่ายน้ำมันหล่อลื่นไปยัง Bearing , Gears และส่วนอื่นๆ Oil Heater จะต้องควบคุมอุณหภูมิน้ำมันโดยอัตโนมัติ เพื่อให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้งานตลอดเวลา

1.5 Purge System จะต้องประกอบด้วย Compressor และ Purge Drum โดยต้องสามารถทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อแยก Non – Condensable Gases ออกจากระบบ

1.6 Capacity Control System

1.7 Refrigerant Flow Controller การควบคุมอัตราการไหลของ Refrigerant ที่จะเข้าไปยังอีแวปโปเรเตอร์ต้องเป็นชนิด Fixed - Orific

1.8 Control Panel and Starter

1.9 Operating Controls and Safety Controls System ระบบควบคุมและแสดงผลควรเป็นแบบ Micro – Processor และต้องประกอบไปด้วยการควบคุมต่อไปนี้อย่างน้อย

1.9.1 Leaving Chilled Water Temperature Control

1.9.2 Motor Current Limiting Control

1.9.3 System Cycling Control

1.9.4 System Shutdown Control ประกอบด้วย Low Chilled Water Temperature Shutdown , No - Flow Shutdown , Low and High Oil Temperature Shutdown , Low and High Pressure Temperature Shutdown , Low Evaporator Pressure Shutdown , High Condenser Pressure Shutdown , Motor Over Current Shutdown

เครื่องทำน้ำเย็นต้องเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง Power – Consumption ของเครื่องทำน้ำเย็นต้องไม่ต่ำกว่า 0.67 KW/ Ton และต้องสามารถใช้งานที่ 40 % Part Load ได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดการเสียหายแก่เครื่องทำน้ำเย็น

2. เครื่องส่งลมเย็น

2.1 เครื่องจ่ายลมเย็น จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น จะต้องประกอบด้วย Metal Housing , Fan Section , Fan Motor , Cooling Coil , Drain Pan , Filter , Modulate Control Valve , Proportional Thermostat

2.2 สำหรับ Fan Coil Unit ทุกเครื่องจะต้องมีถาดรองรับน้ำ Condensate จากวาล์วและอุปกรณ์ต่างๆ ถาดรองรับน้ำให้ทำด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีเบอร์ 20 และหุ้มได้ถาดด้วยฉนวน (Flexible Closed Cell Insulation) หนา ½ นิ้ว และให้มีท่อน้ำทิ้งจากถาดต่อเข้ากับท่อน้ำทิ้งของระบบ (Condensate Pipe)

2.3 พัดลมของ Fan Coil Unit และ Air Handling Unit จะต้องได้มาตรฐานของ AMCA

2.4 ในการติดตั้ง Air Handling Unit หรือ Fan Coil Unit กับอาคารจะต้องมี Vibration Isolator กันไม่ให้เกิดการสั่นสะเทือน

2.5 แผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องส่งลมเย็นทั่วไป จะต้องเป็นชนิด Cleanable Aluminium หนาไม่ต่ำกว่า 2 นิ้ว เว้นแต่จะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

2.6 ทางลมเข้าและออกจะต้องต่อด้วย Flexible Connection เครื่องส่งลมเย็น(AHU) แต่ละเครื่องจะต้องมี Automatic Air Vent ขนาดไม่ต่ำกว่า 3/4 นิ้ว พร้อม Isolate Valve ปลดปล่อยให้อากาศในท่อน้ำเย็นออกได้ที่เครื่องส่งลมเย็นแต่ละเครื่อง

2.7 ความเร็วลมกลับที่หน้าเครื่อง (Face Velocity) จะต้องไม่สูงกว่า 500 FPM

2.8 อุปกรณ์ที่ประกอบที่ท่อน้ำเข้าและออกจากเครื่องส่งลมเย็นให้เป็นไปตามแบบ

2.9 มอเตอร์ต้องเป็นชนิด TEFC (Totally Enclosed Fan Cool Motor) โดยต้องเลือกให้มีขนาดเหมาะสมกับภาระการใช้งาน และต้องไม่ก่อให้เกิดการ Over Load ที่มอเตอร์

2.10 ที่ท่อน้ำเย็นทั้งทางเข้าและออกจากเครื่องส่งลมเย็นทุกเครื่องให้มี P/T Connectors เพื่อสามารถตรวจวัดความดันและอุณหภูมิของน้ำเย็นในเส้นท่อได้

2.11 เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น เครื่องส่งลมเย็นทุกชุดต้องได้รับการจัดหาและติดตั้งใช้งานอยู่ในเกณฑ์ Noise Criteria ตามมาตรฐาน ASHRAE Standard

2.12 สำหรับเครื่องส่งลมเย็นที่มีขนาดตั้งแต่ 40,000 Btu/Hr ขึ้นไป ต้องจัดให้ Fire Stat เพื่อตัดวงจรควบคุมการทำงานของพัดลม ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ Fire Stat จะต้องมีส่วนอุณหภูมิทำงานประมาณ 125 องศาฟาเรนไฮต์ ติดตั้งที่ช่องทางลมกลับหรือหน้าแผงกรองอากาศของเครื่องจ่ายลมเย็นและจะต้องมี Manual Reset เพื่อต่อวงจรควบคุมการทำงานของ

3. เครื่องสูบน้ำ (Centrifugal Water Pump)

3.1 เครื่องสูบน้ำ Chilled Water Pump and Condenser Water Pump

3.1.1 ต้องเป็นแบบ Horizontal Split Case Double Suction Centrifugal Pump ใช้งานที่ 1,450 รอบต่อนาที แกนเพลลาเครื่องสูบน้ำต่อตรงกับแกนเพลลาของมอเตอร์ โดยใช้ Flexible Coupling ที่เหมาะสมติดตั้งบนแท่นโลหะที่แข็งแรง (Structural Steel Bed Plate) และติดตั้งบนแท่นคอนกรีต (Inertia Block) ตรงข้อต่อมีกระบังเหล็กครอบส่วนที่หมุนป้องกันอุบัติเหตุ

3.1.2 ตัวเรือน (Casing) ต้องเป็นเหล็กหล่อ ออกแบบเพื่อสามารถใช้งานได้ถึงความดันใช้งาน (Case Working Pressure) ไม่ต่ำกว่า 175 Psig ต้องได้รับการทดสอบ (Hydrostatic Test) และการประกันว่าสามารถทนความดันได้สูงไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งานที่กำหนด

3.1.3 ใบสูบ (Impeller) ต้องเป็นโลหะบรอนซ์หล่อเป็นชิ้นเดียวและได้รับทดสอบสมดุลแรงเหวี่ยงทั้งทาง Static และ Dynamic

3.1.4 แหวนรอง (Wearing Rings) ต้องเป็นโลหะบรอนซ์สามารถถอดเปลี่ยนได้

3.1.5 Seal ของเครื่องสูบน้ำต้องเป็นชนิด Mechanical Seal และสามารถรับภาระความดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่าความดันใช้งานของตัวเรือน

3.1.6 แบริ่ง (Bearing) เป็นแบบลูกปืนกลม (Heavy Duty Ball Bearing) ติดอยู่กับวงแหวน หล่อขึ้นด้วยจาระบี

3.1.7 เพลาเครื่องสูบน้ำ (Pump Shaft) ต้องเป็น Stainless Steel

3.1.8 Flexible Coupling ต้องเป็นชนิดที่ได้รับการออกแบบให้รับแรงส่งต่อได้สูงทุกสภาวะความเร็ว ไม่ชำรุดเสียหายเนื่องจากน้ำ น้ำมัน ฝุ่นละอองและสภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลง การเลือกขนาดให้ใช้ค่า Service Factor ไม่ต่ำกว่า $SF = 1.5$

3.1.9 ให้ติดตั้ง Flexible Pipe Connector สำหรับท่อน้ำด้าน Suction และ Discharge พร้อมทั้งให้มี Inertia Block และ Spring Isolator ขนาดที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการถ่ายทอดการสั่นสะเทือนของชุดเครื่องสูบน้ำไปที่อาคาร

3.1.10 มอเตอร์เครื่องสูบน้ำเป็นชนิด Squirrel Cage Induction และเป็นแบบ Totally Enclosed Fan Cooled ออกแบบใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ 1,450 รอบต่อนาทีโดยเฉพาะ และได้ตามมาตรฐานของ NEMA , BS

3.1.11 ขนาดของมอเตอร์ ต้องมีขนาดกำลังเพียงพอตลอดช่วงการใช้งานจากจุด Shut Off จนถึงปลาย Performance Curve (Non – Over Loading) และต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.15 เท่าของ Design Capacity Break Horse Power

3.1.12 เครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้ต้องมี Characteristic Curve ขึ้นอย่างต่อเนื่องจากจุดที่ออกแบบจนถึง Shut Off และ Shut Off Head ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 10 % ที่มากกว่าความดันออกแบบ การเลือกใช้เครื่องสูบน้ำต้องเลือกรุ่นที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยให้ส่ง Performance Curve ประกอบการพิจารณา

3.2 End Suction Centrifugal Pump

เครื่องสูบน้ำที่มีขนาดต่ำกว่า 500 US.GPM ให้ใช้เป็นแบบ End Suction Centrifugal Pump ใช้งานที่ 1,450 รอบต่อนาที ตัวเรือนต้องเป็นเหล็กหล่อ ออกแบบเพื่อสามารถใช้งานได้ที่ความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 150 Psig และเป็นชนิด Back Pull Out Design รายละเอียดอื่นๆ ให้เป็นไปตามข้อ

3.1

หมายเหตุ : รับจ้างจะต้องส่งรายการคำนวณ Total Head ของเครื่องสูบน้ำทุกชุดประกอบการขออนุมัติอุปกรณ์ โดยต้องคำนวณตามค่า Pressure Drop ของอุปกรณ์ที่ขออนุมัติใช้และแนวท่อน้ำตาม Shop Drawings

4. หอระบายความร้อน (Cooling Tower)

4.1 หอระบายความร้อนเป็นแบบ Induced Draft , Counter Flow มี Compacted Film Type Fill เป็น Basic Heat Transfer Surface มี Rotating Sprinkler Pipe เป็นอุปกรณ์จ่ายน้ำ (Distributor) และประกอบด้วยอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการใช้งานปกติครบถ้วน

4.2 ตัวถัง (Casing) สร้างและประกอบจากวัสดุ Fiber Glass Reinforced Polyester สามารถทนต่อแรงลมธรรมชาติและทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

4.3 Filler ทำด้วยวัสดุ Rigid PVC สามารถถอดหรือทำความสะอาดได้ง่าย มี Drift Eliminator ทำด้วยวัสดุ Rigid PVC สามารถลดการสูญเสียน้ำ (Drift Loss) ไม่เกิน 0.2 % Of Rate Flow

4.4 พัดลมเป็นชนิด Axial Flow Type ใบพัดแบบ Aerofoil ทำด้วยวัสดุที่ต้านทานการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี มีน้ำหนักเบา เช่น Aluminum Alloy ติดตั้งอยู่บนแผ่นยางรองรับการสั่นสะเทือนและจะต้องมีตะแกรงอย่างหนาที่ปิดอยู่ที่ด้านบนของพัดลม

4.5 มอเตอร์ที่ใช้ขับพัดลมเป็นแบบ Induction Motor 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ ชนิด Totally Enclosed Fan Cooled และขับผ่านอุปกรณ์ทดสอบแบบ Geared or Drive Speed Reduction ตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.6 Basin ทำด้วยวัสดุ Fiber Glass Reinforced Polyester มีขนาดความจุมากพอที่จะกักน้ำไม่ให้อากาศถูกดูดตามออกไปทางท่อขาออกในขณะที่ใช้งาน

4.7 อุปกรณ์ประกอบต่างๆ เช่น Outlet and Inlet Connections , Over Flow , Drain Valve , Float Controlled Make Up Water Connection , Inlet Air Screen และ Suction Strainer เป็นต้น จะต้องประกอบมาพร้อมครบถ้วนและภาคทั้งหมดจะต้องทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน

4.8 ฐานขาตั้งและโครงรับหอระบายความร้อน พัดลมและมอเตอร์ จะต้องทำด้วย Galvanized Steel โดยที่ชิ้นส่วนเป็นโลหะทั้งหมดจะต้องชุบกันสนิมด้วยวิธี Hot Dip Galvanized ฐานคอนกรีตรับตัวหอระบายความร้อนจะมีลักษณะตามที่ผู้ผลิตแนะนำ และผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบระดับและแนวท่อเดินน้ำเข้าและออกในลักษณะที่จะไม่ทำให้มีอากาศขังอยู่ภายในท่อ เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดระดับความสูง สำหรับการติดตั้งหอระบายความร้อน

4.9 สมรรถนะของหอระบายความร้อนจะต้องสามารถระบายความร้อนของย៉าได้ในอัตราการไหล (Flow Rate) และสภาวะตามที่กำหนดไว้ในแบบ

4.10 ที่ Basin ของหอระบายความร้อนทุกตัวต้องถึงกันด้วย Equalizer ขนาดตามที่ระบุในแบบเพื่อปรับระดับน้ำใน Basin ของหอระบายความร้อนแต่ละชุด ขณะใช้งานให้ใกล้เคียงกัน

4.11 ติดตั้งบันไดโลหะที่ปลอดภัยติดข้างตัวถังภายนอก ให้พนักงานบำรุงรักษาขึ้นไปตรวจสอบมอเตอร์และพัดลมได้สะดวก

4.12 หอระบายความร้อนทุกชุดต้องติดตั้งอยู่บน Vibration Isolator ชนิดที่เหมาะสม

5. ถังน้ำขยายตัว (Water Expansion Tank)

ถังน้ำขยายตัวของระบบปรับอากาศเป็นแบบ Close Type ทำด้วยเหล็กแผ่นเชื่อม ตัวถังต้องมีความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 150 Psig และทดสอบความดันมาตรฐาน ASME ไม่น้อยกว่า 225 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ภายในมีถุงยาง (Bladder) เพื่อแยกส่วนที่บรรจุน้ำและอากาศออกจากกัน มีวาล์วทางเดียว (Check Valve) สำหรับอัดอากาศเข้ามาภายในถังและเชื่อมต่อท่อน้ำจากระบบท่อน้ำเย็น ติดตั้งเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต ภายนอกถังทาสีกันสนิมและสีทาภายนอกทับอีกชั้นหนึ่ง อุปกรณ์ ท่อน้ำและควบคุมความดัน ประกอบด้วย

5.1 Make up water pump

5.2 Pressure relief valve

5.3 Pressure gage

5.4 Isolating valve

5.5 Strainer

5.6 Check valve

5.7 Bypass valve

5.8 ชุดควบคุมความดันระดับน้ำในระบบ (2 Way motorize valve และ Limit pressure control หรือ Multipurpose valve แบบตั้งความดันน้ำออกได้)

5.9 Air Purger สำหรับไล่อากาศออกจากระบบ ติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ

5.10 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการใช้งานของระบบ

6. ท่อน้ำและอุปกรณ์

6.1 ท่อน้ำและอุปกรณ์จะต้องมีคุณสมบัติได้ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASNE ASME ASA และ MSS

6.2 วัสดุที่ใช้ทำท่อน้ำ (Piping Material) ท่อน้ำสำหรับระบบปรับอากาศเป็นท่อเหล็กดำมีตะเข็บถัดตามมาตรฐานท่อดังต่อไปนี้ ASTM A – 120 และ ASTM A – 53 ชนิด Schedule 40 สำหรับข้อต่อต่างๆ ที่ใช้จะต้องทนความดันและทนต่อการกัดกร่อน การสีกร่อนได้ไม่ต่ำกว่าท่อน้ำที่ใช้ ห้ามใช้ Miter Joints ในระบบท่อน้ำ

6.3 ท่อน้ำเติม (Make Up Water Piping) เป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี BS1387/1967 Class : Medium

6.4 ท่อระบายน้ำ Condensate (Condensate Drain Piping) ท่อระบายน้ำจากเครื่องส่งลมเย็นต้องเป็นท่อ PVC Class 8.5 ตาม ม.อ.ก. 17 – 2532

6.5 ข้อต่อต่าง ๆ (Fitting)

6.5.1 Welded Piping : ข้อต่อเหล็กชนิดเชื่อมให้ใช้ความหนาเท่าท่อที่ใช้ และให้ถือตามมาตรฐาน ASA B- 16.9 และ ASTM A -234

6.5.2 Screw Piping : ข้อต่อเกลียวเป็นเหล็กหล่อเหนียวตามมาตรฐาน ASA B- 16.4 Standard Weight และ Extra Heavy Weight ตามข้อกำหนดสำหรับท่อเหล็กชุบสังกะสี (GSP)

6.5.3 ใช้ Eccentric Reducer สำหรับบริเวณที่มีการเปลี่ยนขนาดท่อในแนวระดับ

6.5.4 สำหรับท่อที่ต่อเข้าเครื่องส่งลมเย็น ให้ใช้ Flexible Connector ระหว่างเครื่องส่งลมเย็นและท่อน้ำ

6.6 ตัวกรอง (Strainer) จะต้องขึ้นกับความดันไม่ต่ำกว่า 150 Psig จะต้องเป็นตัวกรองตรงทางเข้าของเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่องและที่ AHU และ FCU แต่ละเครื่องเป็นตัวกรองชนิด Y With Screen ทำด้วยเหล็กสแตนเลสช่องภายในตัวกรองต้องมีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า 4 เท่าของพื้นที่ภายในท่อ

6.7 เกจวัดความดัน (Pressure Gage) เป็นแบบ Bourdon Tube , Bronze or Stainless Steel Movement สำหรับวัดความดันน้ำทางเข้า – ออกของเครื่อง อุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทมกลม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลหน้าปัทมอยู่ในช่วง 15 % ถึง 200 % ของความดันใช้งานในตำแหน่งที่ติดตั้งเกจนั้นตามปกติ Accuracy With In 3% ของสเกลบนหน้าปัทม มีอุปกรณ์ที่ปรับค่าที่ถูกต้องได้ สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็น Psig หรือมิลลิเมตรปรอท สำหรับวัดความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ เกจวัดความดันแต่ละชุดต้องมี Shut Off Needle Valve ทำด้วย Brass พร้อม Snubber

6.8 ที่ทางออกและเข้าเครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมี Flexible Pipe Connection เป็นแบบ Reinforced Neoprene (Bellow Type Double Sphere) ซึ่งทนความดันได้ไม่ต่ำกว่า 150 Psig

6.9 จะต้องมี Union อย่างน้อย 2 ตัว สำหรับท่อช่วงสุดท้ายที่ต่อเข้า AHU , FCU หรืออุปกรณ์ (Equipment) ที่ใช้ท่อแบบต่อเกลียวทุกจุด เพื่อสะดวกแก่การถอดซ่อม

6.10 จะต้องมี Trap สำหรับท่อน้ำทิ้งจากเครื่องส่งลมเย็นทุกเครื่องท่อน้ำทิ้งจะต้องเอียงพอที่น้ำจะไหลได้สะดวก

6.11 จะต้องมีการวัดความดันที่ทางเข้า – ออกของเครื่องสูบน้ำทุกเครื่องและที่ท่อน้ำเข้า – ออกที่เครื่องทำน้ำเย็นทุกเครื่อง

6.12 หน้าแปลนให้ใช้แบบ Slip On Type เป็นไปตามมาตรฐานของ ANSI Class 150 และให้ใช้ปะเก็นท่อน้ำแบบแผ่นยาง Neoprene หนา 1/8 นิ้ว

6.13 ทุกครั้งที่มีการตัดต่อต้องมีการ Ream ให้เรียบร้อย

6.14 สำหรับการต่อท่อที่เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ½ นิ้ว และใหญ่กว่าให้ใช้วิธีเชื่อม ในการเชื่อมจะต้อง Bevel ทั้ง 2 ด้าน และ Weld Metal และ Base Metal จะต้องละลายผสมกันโดยตลอดรอยเชื่อมและ Penetration ของ Weld จะต้องลงไปถึงด้านในของท่อและนูนขึ้นมาเหนือผิวของท่อปกติ จะต้องทำ

ความสะอาดปลายท่อก่อนจะลงมือเชื่อม จะต้อง Track Weld ท่อก่อนเชื่อม เพื่อมิให้เกิด Lapping และ Disalignment ขณะเชื่อม

6.15 จะต้องต่อท่อโดยมิให้มีการขยายตัวหรือการหดตัวของท่อ ทำความเสียหายแก่ระบบท่อหรือตัวอาคาร

6.16 การวางแนวท่อ การยึดรัดท่อกับอาคารจะต้องอยู่ในแนวตรงเรียบร้อยและมั่นคงตามวิธีที่กำหนด ระยะห่างของจุดให้เป็นที่ระบุในแบบ ท่อในแนวตั้งจะต้องยึดให้สามารถรับน้ำหนักของท่อและน้ำในท่อ โดยไม่ก่อให้เกิดความเค้นกับอุปกรณ์ต่างๆ จุดยึดของท่อในแนวตั้งต้องมียกอย่างน้อย 1 จุดต่อชั้นของอาคารที่ท่อผ่าน

6.17 ในการวางท่อน้ำคู่ขนานกันจะต้องให้มีระยะห่างระหว่างผิวท่อหรือผิวฉนวนหุ้มท่อน้ำไม่ต่ำกว่า 6 นิ้ว

6.18 Hangers , Anchor และ Supports ให้ติดตั้ง Hangers และ Supports สำหรับท่อน้ำโดยมีระยะห่างระหว่าง Hangers และ Supports ไม่เกิน 10 ฟุต หรือตามกำหนดไว้ในแบบ จะต้องเผื่อระยะการปรับ Hangers และ Supports ไว้ประมาณ 2 นิ้ว ตามแนวดิ่ง ในบางกรณีอาจจะต้องทำโครงสร้างเหล็ก สำหรับการติดตั้ง Supports , Hangers และอื่นๆ

6.19 การทาสี

6.19.1 ท่อเหล็กดำต่างๆ ทาสีรองพื้นชนิด Red Oxide 2 และสี Enamel ทับอีกครั้ง สีที่ใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล เว้นแต่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

6.19.2 ท่อที่หุ้มด้วยฉนวนให้ใช้สีพลาสติก โดยทาเฉพาะส่วนที่อยู่ในอาคาร บริเวณที่มองเห็นได้ หรือเฉพาะส่วนของท่อที่ไม่อยู่ในฝ้าเพดานหรือในช่องท่อ

6.19.3 ต้องทำเครื่องหมายบนท่อน้ำ เพื่อแสดงถึงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ ลูกศรแสดงทิศทางการไหลของน้ำในท่อให้ถูกต้องและเรียบร้อยสมบูรณ์

6.19.4 Hangers และ Supports ให้ทาสีด้วย Red Oxide 2 ครั้ง ก่อนทำการติดตั้ง

6.20 ท่อระบายน้ำ ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งท่อระบายน้ำ เพื่อระบายน้ำจากเครื่องส่งลมเย็นทุกเครื่องลงยังท่อระบายน้ำภายนอกอาคารให้มีระบบระบายน้ำ Condensate โดยเฉพาะ ส่วนการระบายน้ำในอาคารของระบบสุขาภิบาลต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร

ขนาดของท่อระบายน้ำให้เป็นไปตามนี้

Connected Cooling Load For FCU/AHU (Tons)	Pipe Size (Inches)
Up To 5	1
Up To 30	1 ¼
Up To 50	1 ½
Up To 160	2
Up To 300	3
Up To 450	4

ทั้งนี้การติดตั้งท่อรับน้ำ Condensate ในแนวนอนต้องเอียงไม่ต่ำกว่า 1 นิ้วต่อ 15 ฟุต

7. ฉนวนสำหรับท่อน้ำเย็นและอุปกรณ์

7.1 ให้หุ้มท่อน้ำเย็นด้วยฉนวนแบบ Flexible Closed cell Insulation ท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 4 นิ้ว และเล็กกว่าให้หุ้มด้วยฉนวนแบบท่อหนา 1 นิ้ว และให้หุ้มปิดทับรอยต่อด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 1 ½ นิ้ว และหนา 1/8 นิ้ว สำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-8 นิ้ว ให้หุ้มด้วยฉนวน 1 นิ้ว และให้หุ้มปิดทับอีกครั้งด้วยฉนวนหนา ½ นิ้ว โดยไม่ให้รอยต่ออยู่ในแนวเดียวกัน และให้หุ้มปิดทับรอยต่อด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า ½ นิ้วและหนา 1/8 นิ้ว และท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว และใหญ่กว่า ให้หุ้มด้วยฉนวน 1 นิ้ว และให้หุ้มปิดทับอีกครั้งด้วยฉนวนหนา ¾ นิ้ว โดยไม่ให้รอยต่ออยู่ในแนวเดียวกันและให้หุ้มปิดทับรอยต่อด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 2 นิ้วและหนา 1/8 นิ้ว

ในการหุ้มฉนวนต้องพยายามให้มีรอยต่อน้อยที่สุด รอยต่อจะต้องใช้กาวยางดีทาเชื่อมต่อกันให้สนิท ท่อน้ำเย็นที่ภายนอกอาคาร จะต้องหุ้มด้วยฉนวนที่ระบุข้างต้นและให้หุ้มทับด้วยแผ่นอลูมิเนียม เบอร์ 26 หุ้มทับให้เรียบร้อยอีกครั้ง

7.2 ฉนวนหุ้มท่อน้ำทิ้ง ให้หุ้มท่อน้ำทิ้งทั้งหมดด้วยฉนวนแบบ Flexible Closed Cell Insulation หนา ½ นิ้ว

7.3 เครื่องสูบน้ำเย็น วาล์ว และอุปกรณ์ที่ติดตั้งต่อเนื่องในเส้นท่อน้ำเย็นหุ้มด้วยฉนวนแบบ Flexible Closed Cell Insulation หนา ½ นิ้ว ขนาดความหนาของฉนวนให้ใช้ตามเกณฑ์ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อน้ำที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น การหุ้มฉนวนของอุปกรณ์ต้องหุ้มให้เรียบร้อย

7.4 การทาสี ใช้สีน้ำตาลพลาสติกหรือสีที่ผู้ผลิตฉนวนแนะนำ โดยต้องทาไม่น้อยกว่า 2 ชั้น สีให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลหรือตามที่วิศวกรกำหนดและให้มีเครื่องหมายแสดงชื่อท่อ ขนาดท่อ และทิศทางไหลอย่างชัดเจน

7.5 Pipe Hangers and Supports ให้มีที่ยึดแขวนท่อน้ำเย็น โดยที่จุดรองรับท่อต้องให้มีฉนวนยางแข็งรูปวงแหวนกว้าง 2 นิ้วรองรับ ให้หุ้มจุดรองรับและตัวรองรับด้วยฉนวนหนา ½ นิ้ว เพื่อป้องกันการ Condensation

8. วาล์ว (Valve)

8.1 วาล์วทั้งหมดจะต้องใช้กับความดันไม่ต่ำกว่า 150 Psi

8.2 วาล์วขนาดต่ำกว่า 2 ½ นิ้ว ให้ใช้ประเภท Screwed Ends ทำด้วยบรอนซ์ วาล์วขนาด 2 ½ นิ้ว และใหญ่กว่าให้ใช้ประเภท Flanged Ends ทำด้วยเหล็กหล่อ

8.3 วาล์วที่มีขนาด 1 นิ้ว เล็กกว่าต้องใช้เป็น Ball Valve วาล์วที่มี 1 ¼ นิ้ว - 2 ½ นิ้ว ที่มีต้องปรับอัตราการไหลต้องใช้ Gate Valve วาล์วที่มีขนาด 1 ¼ นิ้ว - 2 ½ นิ้ว ใช้สำหรับปรับอัตราการไหลของน้ำให้เป็นแบบ Globe Valve วาล์วขนาด 3 นิ้วและใหญ่กว่าให้ใช้ Butterfly Valve

8.4 Butterfly Valve ต้องเป็นชนิด Water Type Body ตัวเรือนต้องเป็น Ductile Iron โดยสามารถใช้ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 150 Psi Disc ต้องเป็น Aluminum Bronze ; Stem ต้องเป็นชนิด Stainless Steel , Seat ต้องเป็น Buna-N หรือ EPDM วาล์วที่มีขนาดตั้งแต่ 3 นิ้ว - 6 นิ้ว ให้ใช้ Throttling Handle พร้อม Locking Lug วาล์วที่มีขนาดตั้งแต่ 8 นิ้ว - 24 นิ้ว ให้ใช้ Gear Operator ใช้ได้ทั้งภายในอาคารและกลางแจ้ง ทนสภาวะอากาศได้ดี ทำงานได้ด้วยชุดเฟืองขับเคลื่อน มีขีดบอกตำแหน่งที่วาล์ว

8.5 ที่ทางออกของstubน้ำแต่ละเครื่องต้องมี Silent Check Valve ต้องประกอบด้วย Silent Spring Loaded Check Valve , Cast Iron Body , Bronze Trim ก้านวาล์วใช้เหล็ก Stainless ใช้งานที่ทนความดันไม่ต่ำกว่า 150 Psi และผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับชอบในการติดตั้ง เพื่อมิให้เกิดเสียงดังจาก Water Hammer

8.6 Automatic Air Vent Valve ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Automatic Air Vent Valve ไว้ที่จุดสูงสุดของแต่ละ Riser และในท่อแนวนอนตามความเหมาะสมหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ เพื่อระบายอากาศที่ตกค้างภายในระบบออก และต้องเป็นชนิดลูกกลอยขนาดไม่ต่ำกว่า 1 นิ้ว และประกอบด้วย Isolating Valve เพื่อสามารถถอดออกซ่อมแซมได้

8.7 วาล์วปรับอัตราการไหล (Automatic Balancing Valve) ผู้รับจ้างต้องเตรียมวาล์วปรับอัตราการไหลไว้ที่ทางออกของเครื่องส่งลมเย็นทุกเครื่องเพื่อปรับสมดุลของระบบน้ำเย็น ให้ใช้แบบที่สามารถปรับอัตราการไหลได้โดยอัตโนมัติ เพื่อให้ได้อัตราการไหลที่คงที่ตลอดช่วงการใช้งาน มีความดันในระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงไป ที่ตัวเรือนให้มี Measuring Port (P/T Connection) เพื่อตรวจวัดความดันและอุณหภูมิทั้งด้าน Up Stream ตัวเรือนให้ทำด้วยบรอนซ์ หรือเหล็กหล่อ ชุดปรับอัตราการ

ไหลภายในให้เป็น Stainless Steel และต้องสามารถใช้งานที่ความดันไม่ต่ำกว่า 150 Psi ให้เป็นแบบที่สามารถถอดชุดปรับอัตราการไหลออกจากตัวเรือนได้โดยสะดวก

8.8 Proportional 2 – Way Motorized Control Valve เป็นวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำเย็นที่จะเข้าเครื่องส่งลมเย็นชนิด Air Handling Unit ขนาด 60,000 Btu/Hr และใหญ่กว่า ควบคุมการทำงานด้วย Thermostat ชนิด Proportional ตัววาล์วทำด้วยบรอนซ์หรือเหล็กหล่อ สามารถใช้งานที่ความดันไม่ต่ำกว่า 150 Psi Actuator ต้องเป็นชนิด Non – Spring Return Type โดยเลือกให้มีขนาดที่เพียงพอที่จะเปิดและปิดวาล์วได้สนิท

8.9 On – Off 2 – Way Motorized Control Valve เป็นวาล์วที่ใช้สำหรับ Fan Coil Unit ที่มีขนาดต่ำกว่า 60,000 Btu/Hr ตัววาล์วทำด้วยทองเหลืองหรือบรอนซ์ และสามารถใช้งานได้ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 150 Psi Actuator ต้องเป็นชนิด Motorized Action โดยมี Timing ในการปิดจาก Fully Open ถึง Fully Close ไม่ต่ำกว่า 10 วินาที เพื่อป้องกันการเกิด Water Hammer ในเส้นท่อ การทำงานของวาล์วจะถูกควบคุมโดย Thermostat With 3 – Speed Fan Selector

8.10 Pressure Relief Valve เป็นวาล์วที่ควบคุมความดันด้านส่งของระบบท่อน้ำเย็น (Main Chilled Water Supply Pipe) ให้ไม่สูงกว่าที่กำหนด วาล์วเป็นชนิด Hydraulically Operated , Pilot Controlled , Modulating Type , Globe Pattern ตัววาล์วทำด้วยเหล็กหล่อชนิด Ductile Iron สามารถใช้งานที่ความดันไม่ต่ำกว่า 150 Psi

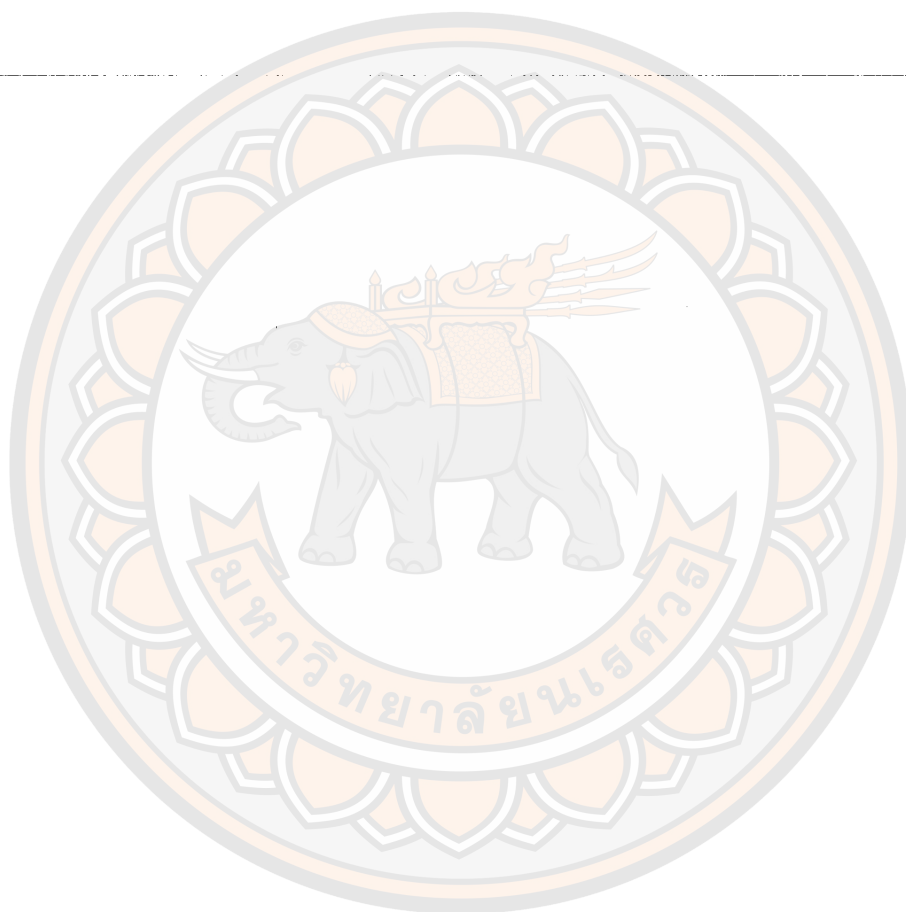
8.11 Balancing With Remoted On – Off Valve (BOF) เป็นวาล์วชนิด Hydraulically Operated , Globe Pattern , Solinoid Control ตัววาล์วทำด้วยเหล็กหล่อชนิด Ductile Iron สามารถใช้งานที่ความดันไม่ต่ำกว่า 175 Psi และประกอบด้วย Flow Limiter เพื่อสามารถปรับอัตราการไหลให้ได้ตามต้องการ

ตัววาล์วสามารถใช้ปรับอัตราการไหลของน้ำในระบบ พร้อมทั้งสามารถต่อพ่วงการเปิด – ปิดของเครื่องทำน้ำเย็นหรือหอผึ่งน้ำได้โดยอัตโนมัติ

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบฟอร์มการตรวจสอบอุปกรณ์

แบบฟอร์มการตรวจสอบตามช่วงเวลา



Liquid Chiller (Daily Report)

Chiller No.....

Date

Parameter		00:00	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
Compressor	Oil Sump Temperature	°F											
	Oil Pressure	Psi											
	Discharge Temperature	°F											
Motor	Volts	Volt											
	% FLA	%											
	Evaporator Pressure	Psi											
Chiller	Chilled Liquid Temperature - Leaving	°F											
	Chilled Liquid Temperature - Return	°F											
	Chilled Liquid Temperature - Suction	°F											
	Evaporator Saturation Temperature	°F											
	Trifet Pressure	Psig											
	Outlet Pressure	Psig											
Condenser	Condenser Pressure	Psi											
	Condenser Liquid Temperature - Leaving	°F											
	Condenser Liquid Temperature - Return	°F											
	Condenser Liquid Temperature - Suction	°F											
	Inlet Pressure	Psig											
	Outlet Pressure	Psig											
รวมรวมทั้งหมด													

แบบฟอร์มบันทึกการตรวจสอบรายวัน

รายงานผลการตรวจสอบ บำรุงรักษา และซ่อมแซม เครื่องเป่าลมเย็น

ชื่อ.....
นามสกุล.....

อาจารย์

อาคาร

Unit No.

Manufacturer

Model

Serial Number
4-020 - 001

Control

Load Panel

No.

Ground

Capacity
(Tons / Hrs)

Motor & Blower

Volts

Phase

2-Way Control Valve

Model

Size

Control Type

Thermostat Model

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายงานการตรวจสอบประจำวัน (Daily Report)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

สถานที่ปฏิบัติงาน.....

ชื่อเครื่องจักร.....

รุ่น..... หมายเลขเครื่องจักร.....

[illegible]

รายการวัสดุที่ใช้ในการซ่อมแซม — บำรุงรักษา

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	รวม	หมายเหตุ
					N = Normal (ปกติ)
					C = Cleaned (ทำความสะอาด)
					A = Adjusted (ปรับแต่ง)
					L = Lubricated (หล่อลื่น)
					R = Replaced (เปลี่ยน)
					T = To Be Corrected (ต้องแก้ไข)
		รวม			

ผู้ปฏิบัติงาน

1.

2.

3.

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน

.....//.....

ความคิดเห็นของผู้ตรวจสอบ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน

.....//.....//.....

รายงานการตรวจสอบประจำสัปดาห์ (Weekly Report)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

สถานที่ปฏิบัติงาน.....

ชื่อเครื่องจักร.....

รุ่น..... หมายเลขเครื่องจักร.....

[illegible]

รายการวัสดุที่ใช้ในการซ่อมแซม – บำรุงรักษา

ลำดับที่	รายการตรวจ	จำนวน	หมายเหตุ	รวม
		รวม		

หมายเหตุ N = Normal (ปกติ)

C = Cleaned (ทำความสะอาด)

A = Adjusted (ปรับแต่ง)

L = Lubricated (หล่อลื่น)

R = Replaced (เปลี่ยน)

T = To Be Corrected (ต้องแก้ไข)

ผู้ปฏิบัติงาน

1.

2.

3.

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน

.....//.....//.....

ความคิดเห็นของผู้ตรวจสอบ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน

.....//.....//.....

รายงานการตรวจสอบประจำเดือน (Monthly Report)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

สถานที่ปฏิบัติงาน.....

ชื่อเครื่องจักร.....

รุ่น..... หมายเลขเครื่องจักร.....

[illegible]

รายการวัสดุที่ใช้ในการซ่อมแซม – บำรุงรักษา

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	รวม	หมายเหตุ
					N = Normal (ปกติ)
					C = Cleaned (ทำความสะอาด)
					A = Adjusted (ปรับแต่ง)
					L = Lubricated (หล่อลื่น)
					R = Replaced (เปลี่ยน)
					T = To Be Corrected (ต้องแก้ไข)
		รวม			

ผู้ปฏิบัติงาน

1.

2.

3.

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน

.....//.....//.....

ความคิดเห็นของผู้ตรวจสอบ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน

...../...../.....

รายงานการตรวจสอบประจำปี (Yearly Report)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

สถานที่ปฏิบัติงาน.....

ชื่อเครื่องจักร.....

รุ่น..... หมายเลขเครื่องจักร.....

[illegible]

รายการวัสดุที่ใช้ในการซ่อมแซม – บำรุงรักษา

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	รวม	หมายเหตุ
					N = Normal (ปกติ)
					C = Cleaned (ทำความสะอาด)
					A = Adjusted (ปรับแต่ง)
					L = Lubricated (หล่อลื่น)
					R = Replaced (เปลี่ยน)
					T = To Be Corrected (ต้องแก้ไข)
		รวม			

ผู้ปฏิบัติงาน

1.

2.

3.

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน

...../...../.....

ความคิดเห็นของผู้ตรวจสอบ

.....

.....2502

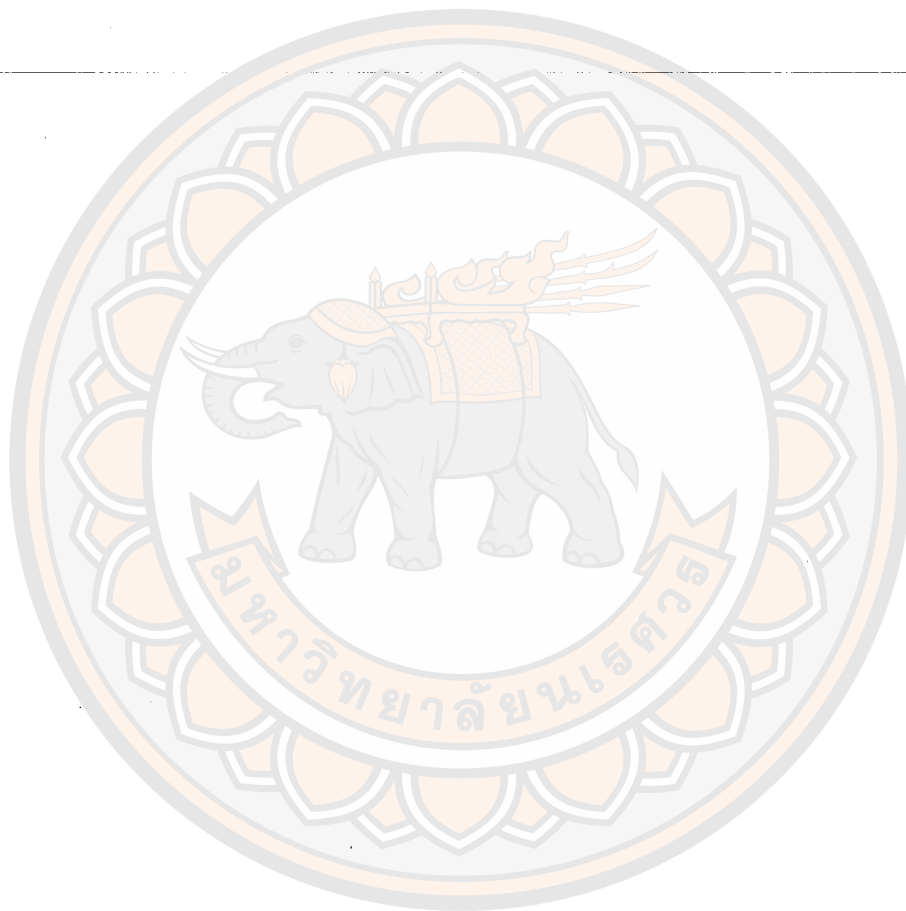
.....

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน

.....//.....//.....

ภาคผนวก ก

ข้อเสนอแนะในการตรวจสอบการทำงานของระบบปรับอากาศ



ข้อแนะนำในการตรวจสอบการทำงานของระบบปรับอากาศ

1. เครื่องทำน้ำเย็นมีแนวทางเบื้องต้นในการตรวจสอบดังนี้

ตารางที่ 1 รายการตรวจสอบเครื่องทำน้ำเย็น

ลำดับที่	รายละเอียดการตรวจสอบ	High	Normal	Low	Remarks
1	คอมเพรสเซอร์ (Compressor)				
1.1	ตรวจสอบความดันน้ำมันหล่อลื่นด้าน High		●		
1.2	ตรวจสอบความดันน้ำมันหล่อลื่นด้าน Low		●		
1.3	ตรวจสอบ Cutout Setting ของความดันน้ำมันหล่อลื่น		●		
1.4	ตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น		●		
1.5	ตรวจสอบ Oil Heater			●	
1.6	ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นเพื่อตรวจเติม			●	
1.7	ตรวจสอบระบบการไหลกลับของน้ำมันหล่อลื่นจากคอมเพรสเซอร์		●		
1.8	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น		●		
1.9	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น			●	
1.10	ตรวจสอบความดันของสารทำความเย็นใน Evaporator	●			
1.11	ตรวจสอบความดันของสารทำความเย็นใน Condenser	●			
1.12	ตรวจสอบอุณหภูมิของสารทำความเย็นใน Evaporator	●			
1.13	ตรวจสอบอุณหภูมิของสารทำความเย็นใน Condenser	●			
1.14	ตรวจสอบกระแสไฟป้อนแต่ละเฟส	●			
1.15	ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเฟส	●			

ตารางที่ 1 รายการตรวจสอบเครื่องทำน้ำเย็น (ต่อ)

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	ผู้ดำเนินการ	หน่วยวัด	หน่วยวัด	หน่วยวัด
1.16	ตรวจสอบกำลังไฟฟ้า	•			
1.17	ตรวจสอบ Power Factor	•			
1.18	ตรวจสอบอุณหภูมิขดลวด	•			
1.19	ตรวจสอบชั่วโมงการทำงาน		•		
1.20	ตรวจสอบ % Load	•			
2.	เครื่องควบแน่น				
2.1	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นด้านเข้า	•			
2.2	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นด้านออก	•			
2.3	ตรวจสอบความดันน้ำหล่อเย็นด้านเข้า	•			
2.4	ตรวจสอบความดันน้ำหล่อเย็นด้านออก	•			
2.5	ตรวจสอบสวิตช์ควบคุมการไหล (Flow Switch)		•		
2.6	ตรวจสอบ Pipe Connection		•		
2.7	ทำความสะอาด Strainer			•	
3.	Evaporator				
3.1	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเย็นด้านเข้า	•			
3.2	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเย็นด้านออก	•			
3.3	ตรวจสอบความดันน้ำเย็นด้านเข้า	•			
3.4	ตรวจสอบความดันน้ำเย็นด้านออก	•			
3.5	ตรวจสอบสวิตช์ควบคุมการไหล (Flow Switch)		•		
3.6	ตรวจสอบ Pipe Connection		•		
3.7	ทำความสะอาด Strainer			•	
3.8	ตรวจสอบ Frost Devices			•	
3.9	ตรวจสอบ Sight Glass			•	

ตารางที่ 1 รายการตรวจสอบเครื่องทำน้ำเย็น (ต่อ)

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 3 เดือน	ทุกปี
3.10	เปลี่ยน Refrigerant Dryer				●
4.	ระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม				
4.1	ตรวจสอบ Fuse		●		
4.2	ตรวจสอบ Control Relay		●		
4.3	ตรวจสอบและกดขันขั้วสายไฟ		●		
4.4	ตรวจสอบ Current Limiting Control		●		
4.5	ตรวจสอบ Compressor Winding				●
5.	อื่นๆ				
5.1	ตรวจสอบข้อมูลใน Log Sheet ที่บันทึกไว้	●			
5.2	ตรวจสอบสภาพภายนอก เช่น ระดับแท่นเครื่อง สปริง กันสะเทือน ฉนวนกันความร้อน สายไฟ		●		
5.3	ตรวจสอบการทำงานของ Valve ต่างๆ หน้าเครื่อง			●	

2. เครื่องสูบน้ำ มีแนวทางเบื้องต้นในการตรวจสอบดังนี้
ตารางที่ 2 รายการตรวจสอบเครื่องสูบน้ำ

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 3 เดือน	ทุกปี
1.	ตรวจสอบ Coupling และ Aligment			●	
2.	ตรวจสอบ Bearings เพื่อตรวจเต็มจาระบี		●		
3.	ตรวจสอบ Mechanical Seal		●		
4.	ตรวจสอบ Flexible Joint		●		
5.	ตรวจสอบการทำงานของ Valve หน้า		●		

ตารางที่ 2 รายการตรวจสอบเครื่องสูบน้ำ (ต่อ)

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกสัปดาห์	ทุก 3 เดือน	ทุกปี
(ต่อ)	เครื่องสูบน้ำ				
6.	ทำความสะอาด Strainer			•	
7.	ตรวจสอบการทำงานอัตโนมัติของวาล์ว ลูกลอย		•		
8.	ตรวจสอบและกดขันข้อต่อสายไฟ			•	
9.	ทำความสะอาดถังเก็บน้ำที่เครื่องสูบน้ำ สูบน้ำขึ้นมา				•
10.	ตรวจสอบแผงไฟฟ้าควบคุม			•	
11.	ตรวจสอบความดันด้านดูด	•			
12.	ตรวจสอบความดันด้านส่ง	•			
13.	ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าป้อนแต่ละเฟส	•			
14.	ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเฟส	•			
15.	ตรวจสอบชั่วโมงการทำงาน	•			
16.	ตรวจสอบข้อมูลใน Log Sheet ที่บันทึกไว้	•			
17.	ตรวจสอบสภาพภายนอก เช่น ระดับ แท่นเครื่อง สปริง กันสะเทือน สายไฟ		•		

3. หอฝึ่งน้ำ มีแนวทางเบื้องต้นในการตรวจสอบดังนี้
ตารางที่ 3 รายการตรวจสอบหอฝึ่งน้ำ

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 3 เดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
1.	พีดลม					
1.1	ตรวจสอบเสียงดังผิดปกติ	•				
1.2	ตรวจสอบการสั่นสะเทือน	•				

ตารางที่ 3 รายการตรวจสอบหอพักน้ำ (ต่อ)

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 3 เดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
1.3	กวดน้ำ				•	
1.4	ทำความสะอาด				•	
1.5	ตรวจสอบลิ้ม				•	
2.	มอเตอร์ขับ					
2.1	ตรวจสอบเสียงดังผิดปกติ	•				
2.2	กวดน้ำ				•	
2.3	ทำความสะอาด				•	
2.4	ตรวจสอบข้อสายไฟ				•	
2.5	วัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้		•			
2.6	วัดแรงดันไฟฟ้า		•			
3.	เกียร์					
3.1	ตรวจสอบเสียงดังผิดปกติ	•				
3.2	ตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์	•				
3.3	ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์		•			
3.4	ตรวจน้ำในน้ำมันเกียร์			•		
3.5	กวดน้ำ				•	
3.6	ทำความสะอาด				•	
3.7	เปลี่ยนน้ำมันเกียร์					•
4.	ฟิลเตอร์					
4.1	ทำความสะอาด				•	
5.	ระบบจ่ายน้ำ					
5.1	ตรวจสอบการอุดตัน	•				
5.2	ทำความสะอาด			•		
5.3	ตรวจสอบความเร็วรอบ	•				

ตารางที่ 3 รายการตรวจสอบหอผึ่งน้ำ (ต่อ)

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 3 เดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
6.	เปลือกนอก/ตัวถัง					
6.1	กวัดน้ำ					•
6.2	ทำความสะอาด					•
7.	ลูกลอย					
7.1	ตรวจการรั่วซึม	•				
8.	ฐานมอเตอร์					
8.1	ตรวจความแข็งแรง					•
9.	ช่องลมเข้า					
9.1	ทำความสะอาด				•	
10.	ระบบน้ำทิ้ง					
10.1	ตรวจระบายน้ำทิ้ง	•				

4. เครื่องส่งลมเย็น มีแนวทางเบื้องต้นในการตรวจสอบดังนี้
ตารางที่ 4 ตารางการตรวจสอบเครื่องส่งลมเย็น

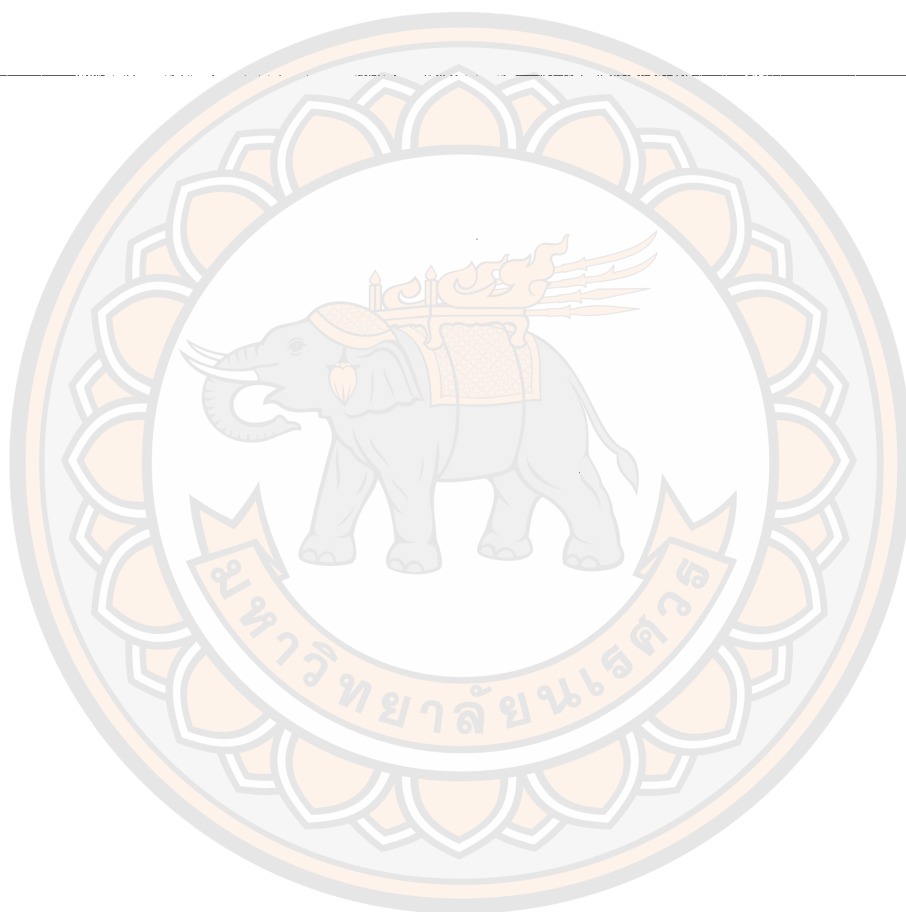
ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 3 เดือน	ทุกปี
1.	ทำความสะอาด Air Filter		•		
2.	ตรวจสอบ Bearings เพื่อตรวจเต็มจาระบี		•		
3.	ตรวจสอบความตึงของสายพาน		•		
4.	ตรวจสอบอุปกรณ์ Thermostat			•	
5.	ตรวจสอบการทำงานของ Control Valve			•	
6.	ตรวจสอบการทำงานของ Balancing Valve			•	
7.	ตรวจสอบการทำงานของ Air Damper			•	

ตารางที่ 4 ตารางการตรวจสอบเครื่องส่งลมเย็น (ต่อ)

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	พฤษภาคม	พฤษภาคม	พฤษภาคม	พฤษภาคม
8.	ตรวจสอบรอยรั่วของ Cooling Coil				
9.	ทำความสะอาด Cooling Coil		•		
10.	ทำความสะอาดถาดรองรับน้ำทิ้ง			•	
11.	ตรวจสอบและกดขันข้อต่อสายไฟ				•
12.	ตรวจสอบแผงไฟฟ้าควบคุม			•	
13.	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเย็นเข้า			•	
14.	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเย็นออก	•			
15.	ตรวจสอบอุณหภูมิ/ความชื้นของลมจ่าย	•			
16.	ตรวจสอบอุณหภูมิ/ความชื้นของลมกลับ	•			
17.	ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าป้อนแต่ละเฟส	•			
18.	ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเฟส	•			
19.	ตรวจสอบชั่วโมงการทำงาน		•		
20.	ตรวจสอบข้อมูลใน Log Sheet ที่บันทึกไว้	•			
21.	ตรวจสอบสภาพภายนอก เช่น ระดับแท่นเครื่อง สปริง กันสะเทือน สายไฟ	•			

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงรายละเอียดอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ



ตารางแสดงรายละเอียดอาคารสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ชั้น	โซน	ห้อง
1	A	ห้องเก็บเวชภัณฑ์ คลังยา ห้องทันตกรรม
1	B	ห้องบำบัด ห้องธาราบำบัด ห้องออกกำลังกาย
1	C	ห้อง X-Ray
1	D	ปฏิบัติการผู้ป่วยนอก ห้องฉุกเฉิน ห้องเวชระเบียน ห้องงานประกันสังคม
2	A	ห้องล้างเครื่องมือ ห้องผ่าตัด
2	B	ห้อง ICU ห้องสวนหัวใจ ห้องล้างไต
2	C	แผนกสูติกรรม
2	D	ห้องพักแพทย์และพยาบาล
3	A	ศูนย์วิจัยรหัสจีโนม
3	B	ห้องปฏิบัติการทางเชื้อรา ไวรัส ทางไมโคร
3	C	ห้องประชุม
3	D	ห้องควบคุมแสงเสียง ห้องเตรียมการสอน ประชาสัมพันธ์ สารสนเทศ
4	-	ห้องพักรักษา
5	-	หอพักนิสิต
6	-	หอพักนิสิต
7	-	หอพักนิสิต
8	-	หอพักนิสิต
9	-	หอพักนิสิต