



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพหอระบายความร้อน
ขนาด 29.47 MW

Inspection and Performance Evaluation of a 29.47 MW
Cooling Tower

โดย

นาย เจษฎา สร้างนา

รหัส 6523100005


รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 151-495 สหกิจศึกษา
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2568


หัวข้อโครงการ : การตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพหอระบายความร้อน
ขนาด 29.47 MW
: Inspection and Performance Evaluation of a 29.47 MW
Cooling Tower
รายชื่อผู้จัดทำ : นายเจษฎา สร้างนา
หลักสูตร : วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์นิเทศ : ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

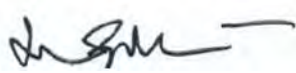
อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับ
การทำงาน หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่
1 ปีการศึกษา 2568

คณะกรรมการสอบโครงการ


.....อาจารย์นิเทศ
(อาจารย์ ดร. ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย)


.....ผู้นิเทศ
(นายสิริวุฒิ วงษ์กำภู)


.....กรรมการกลาง
(อาจารย์สมบัติ หิรัญวรรณพงษ์)


.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิ้มปะวัฒน์)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ.2568

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
เรียน อาจารย์นิเทศ หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

ตามที่ นาย เจษฎา สร้างนา คณะผู้จัดทำ นักศึกษาหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์เครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงาน สหกิจศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน ระหว่างวันที่ 25 สิงหาคม 2568 ถึง วันที่ 12 ธันวาคม 2568 ในตำแหน่ง วิศวกรควบคุมกระบวนการผลิต บริษัท แอ็ดวานซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด และได้รับมอบหมายจาก ผู้นิเทศ นาย สิริวุฒิ วงษ์กำภู ให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง การตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพหอระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW

บัดนี้การปฏิบัติสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานได้สิ้นสุดแล้ว นาย เจษฎา สร้างนา คณะผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับ คำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ



นาย เจษฎา สร้างนา
คณะผู้จัดทำ

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่คณะผู้จัดทำได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษา ในตำแหน่ง วิศวกรควบคุมกระบวนการผลิต ณ บริษัท แอ็ดวานซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 25 สิงหาคม 2568 ถึง 12 ธันวาคม 2568 ได้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดีส่งผลให้ คณะผู้จัดทำ ได้รับความรู้ ประสบการณ์ทำงานต่างๆ และความเข้าใจในอนาคต ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก บริษัท แอ็ดวานซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด ที่ให้โอกาส คณะผู้จัดทำเข้ามาปฏิบัติสหกิจศึกษา กรุณาเสียสละเวลาอบรม สอนงาน และช่วยเหลือด้านต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ จาก การสนับสนุนหลายฝ่าย ดังนี้

1. นายสิริวุฒิ วงษ์กำภู ผู้จัดการโรงงาน (Plant Manager)
3. อาจารย์ ดร. ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย อาจารย์นิเทศ

และบุคคลที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ บริษัท แอ็ดวานซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด และผู้สนใจปฏิบัติสหกิจศึกษาของโรงงาน เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการทำความเข้าใจและพัฒนาโครงการต่อไป รวมทั้งในการค้นคว้าของผู้สนใจทั่วไปด้วย หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำก็ขออภัยมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

เจษฎา สร้างนา

12 ธันวาคม 2568

ชื่อโครงการ : การตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพหอระบายความร้อน
ขนาด 29.47 MW

หน่วยกิต : 5 หน่วยกิต

ผู้จัดทำ : เจษฎา สร้างนา 6523100005

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี

หลักสูตร : วิศวกรรมเครื่องกล

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

ภาคการศึกษา/ ปีการศึกษา : 1/2568

บทคัดย่อ

หอระบายความร้อน (Cooling Tower) เป็นหัวใจสำคัญในการที่จะนำเอา น้ำซึ่งใช้ระบายความร้อน ออกจากสารทำความเย็นในคอนเดนเซอร์แล้วกลับมาใช้งานได้อีก ถูกใช้ในกระบวนการของโรงไฟฟ้า ชีวมวล ขนาดกำลังผลิต 9.9 MW โดยมีการระบายความร้อนทิ้ง ขนาด 29.47 MW (Thermal Heatload) ติดตั้งตามมาตรฐาน CTI STD-201 ซึ่งในโรงไฟฟ้ามีการใช้งานอยู่ตลอดเวลา โดยโครงการนี้จัดทำเพื่อใช้ในการตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นกับหอระบายน้ำเย็น เช่น การเกิดตะกรันเกาะ อยู่ตามอุปกรณ์ต่างๆ ปัญหาสนิมและการกัดกร่อน หรือปัญหาการเกิดตะไคร่น้ำ วิธีการบำรุงรักษาหอ ระบายความร้อนตามหลักวิศวกรรม เพื่อยืดอายุการใช้งานของหอระบายความร้อน Cooling Tower และมีประสิทธิภาพการระบายความร้อนให้ได้ตามค่ามาตรฐานของโรงงาน

คำสำคัญ : การตรวจสอบ ประสิทธิภาพ ระบายความร้อน

Project Title : Inspection and Performance Evaluation of a 29.47 MW Cooling Tower

Credit : 5 Credits

By : Jasada Sangna 6523100005

Advisor : Dr.Chanchai Wiroonritichai

Degree : Bachelor of Engineering

Major : Mechanical Engineering

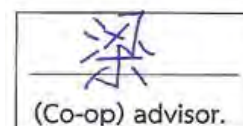
Facult : Engineering

Semester / Academic year : 1/2025

Abstract

A cooling tower is a critical component used to recirculate and reuse cooling water after it absorbs heat from the refrigerant in the condenser. In this project, the cooling tower is utilized in the process of a 9.9 MW biomass power plant, handling a thermal heat rejection load of 29.47 MW, and is installed in compliance with CTI STD-201 standards to support continuous. This project is conducted to investigate and monitor operational issues affecting the cooling tower, such as scale formation on various components, corrosion and rust, and algae growth. Furthermore, it outlines engineering-based maintenance methods designed to extend the equipment's lifespan and ensure that it's heat rejection efficiency consistently meets factory standard benchmarks.

Keywords : Cooling Performance Inspection



สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ข้อมูลของสถานประกอบการและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความหมายของการดูแลรักษาเครื่องจักร	3
2.2 จุดมุ่งหมายของการดูแลรักษาเครื่องจักรกล	3
2.3 ประเภทของการดูแลรักษาเครื่องจักรกล	4
2.4 ปัจจัยในการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร	7
2.5 Cooling Tower	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	16
3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน	17
3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร	17
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	18
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	18
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	18
3.8 แผนดำเนินงาน	19
3.9 การตรวจสอบอุปกรณ์ Cooling Tower	20
3.10 การตรวจสอบประสิทธิภาพของ Cooling Tower	31
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	
4.1 การ PM Cooling Tower Cleaning (Fill Pack Mechanical Cleaning)	42
4.2 Inspection Nozzle of Cooling Tower	45
4.3 Inspection ชุด Gear Box Cooling Fan	47
4.4 การตรวจสอบ และการบำรุงรักษา Cooling Tower	49
4.5 การ Operation Cooling Tower	61
4.6 Operation Cooling Tower Maintenance	64
บทที่ 5 บทสรุป	
5.1 สรุปผลโครงการ	67
5.2 สรุปผลการปฏิบัติสหกิจศึกษา	69
บรรณานุกรม	70
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพหอระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW	71
ภาคผนวก ข รูปภาพเพิ่มเติมของระบบ Cooling Tower	78
ภาคผนวก ค ภาพการนิเทศงานของอาจารย์	82
ประวัติผู้จัดทำ	83

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2568 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2568	19
ตารางที่ 3.1 การตรวจสอบอุณหภูมิน้ำ Hot Inlet Water Temperature	31
ตารางที่ 3.2 การตรวจสอบอุณหภูมิน้ำ Cold Outlet Water Temperature	31
ตารางที่ 3.3 ตรวจสอบอุณหภูมิ Bearing ของมอเตอร์ Cooling Fan	32
ตารางที่ 3.4 ตรวจสอบอุณหภูมิ มอเตอร์ Cooling Fan	33
ตารางที่ 3.5 ตรวจสอบกระแสไฟมอเตอร์ Cooling Fan ขณะเดินเครื่อง	34
ตารางที่ 3.6 ตรวจสอบค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan	35
ตารางที่ 4.1 การ PM Cooling Tower Cleaning (Fill Pack Mechanical Cleaning)	43
ตารางที่ 4.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น และการวิธีแก้ไข Nozzle of Cooling Tower	46
ตารางที่ 4.3 ปัญหาที่เกิดขึ้น และการวิธีแก้ไข ชุด Gear Box Cooling Fan	48
ตารางที่ 4.4 การตรวจสอบ และการบำรุงรักษา Cooling Tower	49
ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์เสียงของ Cooling Tower	64
ตารางที่ 5.1 ผลเฉลี่ยประเมินรายงานการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายความร้อน	68

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของ Cooling Tower	8
รูปที่ 2.2 แสดงหลักการทำงานของ Cooling Tower	9
รูปที่ 2.3 องค์ประกอบของ Cooling Tower ชนิดน้ำและอากาศไหลสวนทางกัน	11
รูปที่ 2.4 องค์ประกอบของ Cooling Tower ชนิดน้ำและอากาศไหลตัดขวาง	13
รูปที่ 3.1 ตราสัญลักษณ์บริษัท	16
รูปที่ 3.2 แผนที่โรงไฟฟ้าพลังงานสะอาดบ้านบึง	16
รูปที่ 3.3 บริษัท แอ็ดวานซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด	17
รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบภายนอกของ Cooling Tower ขนาด 29.47 MW	20
รูปที่ 3.5 แผ่นพัดลม	21
รูปที่ 3.6 บันไดทางขึ้นลง	22
รูปที่ 3.7 อ่างน้ำเย็น	23
รูปที่ 3.8 ท่อน้ำของ Cooling Tower	24
รูปที่ 3.9 แผงระบายความร้อน	25
รูปที่ 3.10 สายพานพัดลม Cooling Tower	27
รูปที่ 3.11 การตรวจสอบเกียร์ไดรฟ์	28
รูปที่ 3.12 การตรวจสอบพัดลม	29
รูปที่ 3.13 ฝาครอบ	30
รูปที่ 3.14 Pressure Gauge of Hot Inlet Water Temperature	31
รูปที่ 3.15 Pressure Gauge of Cold Outlet Water Temperature	31
รูปที่ 3.16 การวัดอุณหภูมิ Bearing ของมอเตอร์ Cooling Fan (DE.)	32
รูปที่ 3.17 การวัดอุณหภูมิ Bearing ของมอเตอร์ Cooling Fan (NDE.)	32
รูปที่ 3.18 การวัดวัดอุณหภูมิมอเตอร์ ของ Cooling Fan	33
รูปที่ 3.19 การวัดกระแสไฟมอเตอร์ Cooling Fan ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ขณะเดินเครื่อง (L1)	34
รูปที่ 3.20 การวัดกระแสไฟมอเตอร์ Cooling Fan ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ขณะเดินเครื่อง (L2)	34
รูปที่ 3.21 การวัดกระแสไฟมอเตอร์ Cooling Fan ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ขณะเดินเครื่อง (L3)	35
รูปที่ 3.22 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวแกน (AV)	35
รูปที่ 3.23 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวตั้งที่ตลับลูกปืน (BV)	36
รูปที่ 3.24 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวตั้งที่ตลับลูกปืน (CV)	36

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.25 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวแกน-แนวราบ (AH)	36
รูปที่ 3.26 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวราบที่ตลับลูกปืน (BH)	37
รูปที่ 3.27 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวราบที่เปลือกหุ้มลูกปืน (CH)	37
รูปที่ 4.1.1 ขีดจำกัดการรับรองด้านความร้อนตามมาตรฐาน CTI STD-201	39
รูปที่ 4.1.2 Nameplate ของมอเตอร์ Cooling Fan	42
รูปที่ 4.1.3 ค่ามาตรฐาน Thermal Healload	43
รูปที่ 4.1 Spray nozzle ของ Cooling Water	44
รูปที่ 4.2 ถอดล้างทำความสะอาด Spray Nozzle และ Fill Pack	44
รูปที่ 4.3 ทำความสะอาด Fill Pack	45
รูปที่ 4.4 ตรวจสอบความเสียหาย Fill Pack	45
รูปที่ 4.5 ทำความสะอาดบริเวณ Cooling Tower	45
รูปที่ 4.6 หัว Nozzle ที่อุดตัน	47
รูปที่ 4.7 ถอดหัว Nozzle เพื่อทำความสะอาด	47
รูปที่ 4.8 จุดที่สายน้ำมันเกียร์รั่ว	49
รูปที่ 4.9 ชั้นสายรัดท่อให้แน่น	49
รูปที่ 4.10 ตรวจสอบความสะอาดของเครื่องจักรอุปกรณ์	50
รูปที่ 4.11 ตรวจสอบความผูกพันของคอนกรีตและโครงสร้าง	50
รูปที่ 4.12 ตรวจสอบ การกระจายของน้ำ(Spray Nozzle)	50
รูปที่ 4.13 ตรวจสอบ Cooling Fill Pack และ Drift Eliminator	51
รูปที่ 4.14 ตรวจสอบความผูกพันของโครงสร้าง Level Switch	51
รูปที่ 4.15 ตรวจสอบการผูกพัน Temperature Tranmitter	51
รูปที่ 4.16 ตรวจสอบการผูกพัน Pressure Tranmitter	52
รูปที่ 4.17 ตรวจสอบราวบันได ทางเดิน	52
รูปที่ 4.18 ตรวจสอบการผูกพันของ ท่อ Main Cooling	52
รูปที่ 4.19 ตรวจสอบ Bolt-Nut ยึดฐานมอเตอร์	53
รูปที่ 4.20 ตรวจสอบการทำงานของ Drive Shaft	53
รูปที่ 4.21 ตรวจสอบการผูกพัน Gear Reducer	53

สารบัญญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.22 ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์ Oil Tank	54
รูปที่ 4.23 ตรวจสอบการทำงานของระบบ Vibration Sensor	54
รูปที่ 4.24 ตรวจสอบสภาพ Stack Fan	54
รูปที่ 4.25 ตรวจสอบการทำงานของ Coupling	55
รูปที่ 4.26 ตรวจสอบสภาพลูกปืน ของปั๊ม	55
รูปที่ 4.27 ตรวจสอบ Expansion Joint	55
รูปที่ 4.28 ตรวจสอบการผูกרון และตรวจสอบค่า Pressure Gauge	56
รูปที่ 4.29 ตรวจสอบการผูกרון Check Valve	56
รูปที่ 4.30 ตรวจสอบ Motor, Terminal Box, Extraction Fan	56
รูปที่ 4.31 ตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำ ที่บริเวณท่อ UPVC	57
รูปที่ 4.32 ตรวจสอบการผูกרון Mechanic มิเตอร์	57
รูปที่ 4.33 ตรวจสอบการผูกרון Butterfly Valve	57
รูปที่ 4.34 ตรวจสอบ Support และแคลมป์รัดท่อ	58
รูปที่ 4.35 ตรวจสอบ Chemical Tank	58
รูปที่ 4.36 ตรวจสอบการทำงานหรือการไหลของสารเคมี	58
รูปที่ 4.37 ตรวจสอบโครงสร้างไฟส่องสว่าง	59
รูปที่ 4.38 ตรวจสอบการทำงานของใบพัด หรือ Fan Blade	59
รูปที่ 4.39 ตรวจสอบเสียงใบพัด ขณะเครื่องจักรทำงาน	59
รูปที่ 4.40 ตรวจสอบความผิดปกติของ Gear Reducer	60
รูปที่ 4.41 ตรวจสอบอ่างน้ำเย็น Water Basin	60
รูปที่ 4.42 ตรวจสอบแผงดักละอองน้ำ Drift Eliminator	60
รูปที่ 4.43 ตรวจสอบโครงสร้าง Cooling Tower	61
รูปที่ 4.44 ตรวจสอบมอเตอร์ขับใบพัด	61
รูปที่ 4.45 ตรวจสอบท่อจ่ายน้ำ Water Distribution	61

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ข้อมูลของสถานประกอบการและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

บริษัท แอ็ดวานซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด ที่ตั้งของสถานประกอบการ โรงไฟฟ้าพลังงานสะอาด บ้านบึง 665 หมู่ 6 ต.หนองอิรุณ อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี 20220 นักศึกษาฝึกงานตำแหน่งวิศวกรควบคุม กระบวนการผลิต ฝึกงานตั้งแต่วันที่ 25 สิงหาคม 2568 ถึงวันที่ 12 ธันวาคม 2568

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญ

หอระบายความร้อน หรือ Cooling Tower อุปกรณ์ซึ่งช่วยลดอุณหภูมิของน้ำ เมื่ออุณหภูมิของน้ำต่ำลงเพียงพอ จะสามารถหมุนเวียนน้ำกลับไประบายความร้อนได้อีกครั้ง ทำให้เราสูญเสียน้ำไปน้อย เป็นหนึ่งในวิธีใช้น้ำในการระบายความร้อนได้อย่างมีคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ ด้วย Cooling Tower มีความสามารถในการถ่ายเทความร้อนได้สูง จึงถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย หนึ่งในนั้นคือ อุตสาหกรรมโรงไฟฟ้า ซึ่งตลอดระยะเวลาการใช้งาน ต้องมีการตรวจสอบอยู่เสมอๆ เพื่อให้ไม่ให้เกิดปัญหาที่เสี่ยงต่อกระบวนการผลิต เมื่อถึงเวลางาน Shutdown ตามวาระประจำปี ต้องรู้ถึงวิธีการบำรุงรักษา อุปกรณ์ต่างๆ ภายใน Cooling Tower เพื่อประสิทธิภาพในการใช้งานต่อไป

จากการฝึกสหกิจศึกษาตามโครงการสหกิจศึกษาของทางมหาวิทยาลัย ข้าพเจ้าได้เลือกทำในหัวข้อ เรื่อง การตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพหอระบายน้ำความร้อน ขนาด 29.47 MW โดยได้ไปฝึกสหกิจศึกษาที่ บริษัท แอ็ดวานซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด โรงไฟฟ้าพลังงานสะอาดบ้านบึง และทางบริษัทได้มอบหมายงานให้ตรวจสอบอุปกรณ์การทำงานใน Cooling Tower

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพหอระบายน้ำความร้อน ขนาด 29.47 MW

1.4 ขอบเขตของโครงการงาน

1. ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำ Hot Inlet Water Temp
2. ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำ Cold Outlet Water Temp
3. ตรวจสอบอุณหภูมิ Bearing ของมอเตอร์ Cooling Fan
4. ตรวจสอบวัตต์ อุณหภูมิมอเตอร์ Cooling Fan
5. ตรวจสอบกระแสมอเตอร์ Cooling Fan ขณะเดินเครื่อง
6. ตรวจสอบค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan
7. การคำนวณหาประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ Cooling Fan

1.5 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงวิธีการขั้นตอนในการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และเป็นการป้องกันการเสียหาย รุนแรง ที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องจักร รวมไปถึงลดค่าใช้จ่ายที่สูงในการซ่อมบำรุงรักษา
3. เพิ่มสมรรถนะของเครื่องจักรกลให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

น้ำเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่สามารถนำไปใช้ในการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อรักษาระดับอุณหภูมิของอุปกรณ์นั้นๆ ไม่ให้สูงไปและสามารถทำงานได้เป็นปกติ การระบายความร้อนด้วยน้ำมีหลักการง่ายๆ คือ การนำน้ำที่อุณหภูมิต่ำผ่านเข้าไปยังอุปกรณ์ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อน หลังจากนั้นน้ำก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและช่วยรับเอาความร้อนจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนนั้นออกมา ดังนั้นจึงมีการประดิษฐ์อุปกรณ์ที่จะช่วยในการลดอุณหภูมิของน้ำที่ผ่านตัวระบายความร้อนมาแล้วนี้ให้มีอุณหภูมิต่ำลงมากเพียงพอที่จะสามารถหมุนเวียนนำกลับไประบายความร้อนได้อีกครั้งหนึ่ง หรือก็คือหอระบายความร้อน Cooling Tower ซึ่งสามารถทำให้เราใช้น้ำในการระบายความร้อนหมุนเวียนได้โดยมีปริมาณน้ำที่สูญเสียไปน้อยมาก จึงนับว่าเป็นการใช้น้ำในการระบายความร้อนได้อย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพการช่วยในการระบายความร้อนเป็นขบวนการ ที่ทำให้ความร้อนที่มีอยู่ในน้ำ ระบายออกสู่อากาศโดยใช้วิธีการระเหยตัวของน้ำ โดยมีการสูญเสียน้ำไปส่วนหนึ่ง แต่น้ำส่วนใหญ่ยังคงนำกลับมาใช้ได้

2.1 ความหมายของการดูแลรักษาเครื่องจักร

การดูแลรักษาเครื่องจักรคือการดำเนินการมีเป้าหมายเพื่อรักษาสภาพและสมรรถนะของเครื่องจักรให้ใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง โดยประกอบไปด้วยการตรวจสอบ ซ่อมแซม และทำความสะอาดเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องจักรและลดการเสียหายจากการใช้งานอย่างมากมาที่อาจเกิดขึ้นได้

การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมามีคุณภาพดีและเป็นไปตามมาตรฐานนอกจากนี้การบำรุงรักษาเครื่องจักรยังช่วยลดความเสียหายจากการหยุดเครื่องจักรในระหว่างการผลิตและลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและแทนอะไหล่ในระยะยาวดังนั้นการบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและควรทำอย่างสม่ำเสมอเพื่อความปลอดภัยและเพื่อให้เครื่องจักรมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

2.2 จุดมุ่งหมายของการดูแลรักษาเครื่องจักรการผลิต

จุดมุ่งหมายหลักของการบำรุงรักษาเครื่องจักร คือ เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและนานที่สุด โดยลดความเสียหายจากการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังมีจุดมุ่งหมายเพิ่มเติมอีก เช่น

1. ประหยัดค่าใช้จ่าย การบำรุงรักษาเครื่องจักรจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องจักรใหม่หรือซ่อมแซมเครื่องจักร
2. เพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องจักร: การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นการลดความเสียหายจากการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรทำให้เครื่องจักรสามารถใช้งานได้นานขึ้น
3. เพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน: การบำรุงรักษาเครื่องจักรสามารถปรับปรุงเครื่องจักรให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทา ให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมามีคุณภาพสูงขึ้น
4. ป้องกันอุบัติเหตุ: การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาก่อนที่จะเกิดอุบัติเหตุ ลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุในการใช้งานเครื่องจักร

2.3 ประเภทของการดูแลรักษาเครื่องจักรกล

การดูแลรักษาเครื่องจักรเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในอุตสาหกรรม เพราะเครื่องจักรที่มีการดูแลรักษาอย่างเหมาะสมจะมีประสิทธิภาพการทำงานสูงและมีอายุการใช้งานนานขึ้นโดยการดูแลรักษาเครื่องจักรกลการผลิตนั้นสามารถ แบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก ดังต่อไปนี้

2.3.1 การบำรุงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีการชำรุดหรือเสียหายเกิดขึ้นแล้ว

(Breakdown Maintenance)

โดยการซ่อมบำรุงนี้เพื่อให้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ทำงานได้ในสภาพปกติอีกครั้ง โดยทั่วไปแล้ว การซ่อมบำรุงแบบ Breakdown Maintenance จะมีลักษณะเป็นการแก้ปัญหาทันทีหลังจากเกิดการชำรุด โดยไม่ได้มีการตรวจสอบและดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอก่อนเหตุการณ์เกิดขึ้นซึ่งอาจทำให้เกิดการหยุดการผลิตนานขึ้นและเสียโอกาสในการผลิตและขาดทุนในการซ่อมและบำรุงเครื่องจักรในภายหลังได้ด้วย เช่น เมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุดหรือเสียหาย โดยเฉพาะเครื่องจักรที่มีการใช้งานอย่างต่อเนื่อง เช่น เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม เมื่อเครื่องจักรมีการชำรุดทำให้เกิดความเสียหายในการผลิตโดยช่างจะต้องเข้าไปทำการซ่อมบำรุงทันทีเพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้ต่อไปซึ่งการซ่อมบำรุง

แบบ Breakdown Maintenance จะต้องมีการประเมินความเสี่ยงและการวางแผนการซ่อมบำรุงอย่างรอบคอบเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดการชำรุดในอนาคต อย่างไรก็ตามการซ่อมบำรุง Breakdown maintenance มีข้อเสียคือจะมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงและเปลี่ยนชิ้นส่วนสูงขึ้นเนื่องจากต้องแก้ไขปัญหาทันที

2.3.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

คือการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์หรือสิ่งของที่มีการใช้งานอย่างต่อเนื่องโดยทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานในระยะยาว โดยการดูแลรักษาแบบ Preventive maintenance จะเป็นการตรวจสอบเครื่องจักรเป็นประจำ เช่น การทำความสะอาด การตรวจสอบและเปลี่ยนอะไหล่ที่มีอายุการใช้งานเกินกว่าที่กำหนด การตรวจสอบและปรับแต่ง อุปกรณ์หรือเครื่องจักรให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อลดความเสียหายและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของเครื่องจักร การดูแลรักษาแบบ Preventive Maintenance เป็นการดูแลรักษาที่มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าแบบ Breakdown Maintenance เนื่องจากจะมีการตรวจสอบและประเมินความเสี่ยงอย่างต่อเนื่องและจัดทำแผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดการชำรุดในอนาคต ยกตัวอย่างเช่น

1. การทำความสะอาดเครื่องจักร การทำความสะอาดเครื่องจักรเป็นการซ่อมบำรุงแบบพื้นฐานที่ต้องทำเป็นประจำ เพื่อป้องกันการสะสมของสิ่งสกปรก ฝุ่น หรือน้ำมันที่รั่วไหลภายในเครื่องจักร ซึ่งอาจทำให้เกิดการเสียหายและลดอายุการใช้งานของเครื่องจักร
2. การตรวจสอบและเปลี่ยนอะไหล่ การตรวจสอบและเปลี่ยนอะไหล่ที่มีอายุการใช้งานเกินกว่าที่กำหนด เช่น การเปลี่ยนถ่านไฟฟ้า การเปลี่ยนสายพาน การเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งจะช่วยให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดการชำรุด
3. การปรับแต่งเครื่องจักร การตรวจสอบและปรับแต่งเครื่องจักรให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การตรวจสอบและปรับแต่งระบบการทำงานของเครื่องจักร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น และลดความเสียหายจากการชำรุด
4. การสำรวจและบำรุงรักษาเครื่องจักรในช่วงที่ไม่ได้ใช้งาน การสำรวจและบำรุงรักษาเครื่องจักรในช่วงที่ไม่ได้ใช้งาน เพื่อป้องกันการสะสมของสิ่งสกปรก

2.3.3 การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

เป็นกลยุทธ์ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลและเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เพื่อคาดการณ์และป้องกันการชำรุดของเครื่องจักรก่อนที่จะเกิดขึ้น โดยการใช้เทคนิควิเคราะห์ข้อมูลและอัลกอริทึมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร และคาดการณ์การชำรุดของเครื่องจักรในอนาคต การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์สามารถช่วยลดความเสียหายและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรได้ เนื่องจากสามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องจักร และเตรียมการสำหรับการซ่อมบำรุงล่วงหน้า นอกจากนี้ยังช่วยลดเวลาหยุดเครื่องจักรเนื่องจากการชำรุดและการซ่อมบำรุงที่ไม่คาดคิด และทำให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพสูงสุด การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์มีขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นระบบและต้องใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น

1. การใช้เซ็นเซอร์เพื่อวัดแรงดัน อุณหภูมิ และอื่นๆ เพื่อตรวจสอบสภาพของเครื่องจักร หากมีค่าที่เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ข้อมูลจะถูกส่งต่อไปยังช่างเพื่อทำการซ่อมแซมก่อนที่จะเกิดความเสียหายและหยุดการทำงาน
2. การใช้ Machine Learning เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องจักร เช่น จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเคลื่อนที่ ความถี่ที่ใช้งาน แรงดัน อุณหภูมิ และข้อมูลอื่นๆ เพื่อทำนายเวลาที่เครื่องจักรจะเสียหาย และแนะนำวิธีการบำรุงรักษาที่เหมาะสม

2.3.4 การบำรุงรักษาแบบก่อนเกิดเสียหาย (Proactive Maintenance)

คือการดำเนินการบำรุงรักษาและดูแลรักษาระบบหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ก่อนที่จะเกิดปัญหา โดยการปฏิบัติตามแนวคิดของ Proactive maintenance จะช่วยให้สามารถลดการเสียหายและของอุปกรณ์ลงได้ ลดความเสี่ยงของการหยุดเครื่องจักร ลดความเสียหายในการผลิต และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานอุปกรณ์ได้อีกด้วย

1. ตรวจสอบเครื่องจักรอยู่เสมอ การตรวจสอบเครื่องจักรอยู่เสมอเป็นเรื่องสำคัญในการดูแลรักษา เพราะจะช่วยให้สามารถตรวจพบปัญหาเล็กๆ และแก้ไขก่อนที่จะเกิดความเสียหายเพิ่มขึ้นได้
2. รักษาความสะอาดของเครื่องจักร การรักษาความสะอาดของเครื่องจักรจะช่วยลดการสะสมของฝุ่นและสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่องจักรได้

2.4 ปัจจัยในการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร

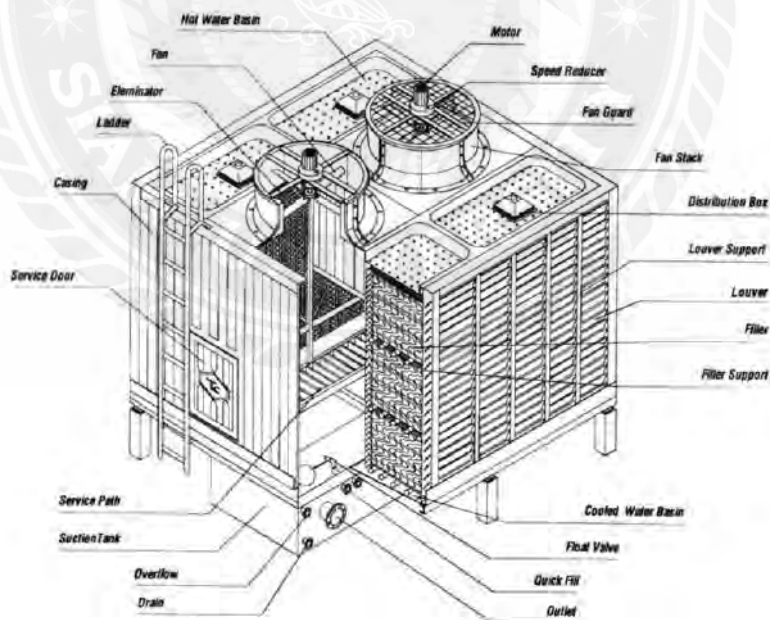
การชำรุดเสียหายของเครื่องจักรกลนั้นสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย ทั้งปัจจัยทางด้านผู้ใช้งานและปัจจัยทางด้านเครื่องจักร โดยสามารถอธิบายปัจจัยหลักที่เกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

1. การใช้งานอย่างไม่ถูกต้อง การใช้งานเครื่องจักรโดยไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำหรือการใช้งานโดยไม่คำนึงถึงการดูแลรักษาอาจทำให้เครื่องจักรเสียหายได้ง่ายขึ้น
2. สภาพแวดล้อม สภาพแวดล้อมอาจมีผลต่อการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร เช่น อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ความชื้นสูง ฝุ่นละออง การสั่นสะเทือน ฯลฯ
3. ความเสียหายจากการใช้งาน การใช้งานเครื่องจักรเป็นเวลานาน หรือการทำงานในเวลาเป็นระยะเวลายาวนาน อาจทำให้เกิดการสึกหรอแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อการเสียหายของเครื่องจักรได้
4. ชิ้นส่วนที่สึกหรอแตก การใช้งานเครื่องจักรเป็นเวลานาน หรือการใช้งานโดยไม่ถูกต้อง อาจทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องจักรเสียหายหรือแตก ซึ่งอาจจะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วน
5. สภาพความเป็นอยู่ของเครื่องจักร การเก็บรักษาเครื่องจักรโดยไม่เหมาะสม หรือการใช้งานเครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานมาก

2.5 Cooling Tower

หือหอระบายความร้อน คืออุปกรณ์ระบายความร้อนที่ใช้น้ำเพื่อถ่ายเทความร้อนเสียจากกระบวนการไปสู่ชั้นบรรยากาศ ในทำนองเดียวกัน หอคอยหล่อเย็นในอุตสาหกรรมทำงานบนหลักการระบายความร้อนออกจากน้ำโดยการระเหยน้ำส่วนเล็กน้อยซึ่งจะหมุนเวียนกลับผ่านอุปกรณ์

จุดประสงค์ของ Cooling Tower คือ หอคอยระบายความร้อนด้วยน้ำใช้ใน การระบายความร้อนของน้ำและเป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดใหญ่ที่คายความร้อนจากอาคารออกสู่ชั้นบรรยากาศ และส่งน้ำเย็นกลับไปยังเครื่องทำความเย็น หอคอยระบายความร้อนด้วยน้ำจะรับน้ำอุ่นจากเครื่องทำความเย็น น้ำอุ่นนี้เรียกว่าน้ำควบแน่นเนื่องจากได้รับความร้อนในคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำความเย็น โดยทั่วไปแล้วเครื่องทำความเย็นจะอยู่ที่ระดับที่ต่ำกว่า เช่น ในห้องใต้ดิน บทบาทของหอคอยทำความเย็นคือการทำให้น้ำเย็นลงของน้ำ เพื่อให้สามารถส่งกลับไปยังเครื่องทำความเย็นเพื่อรับความร้อนเพิ่มเติมได้



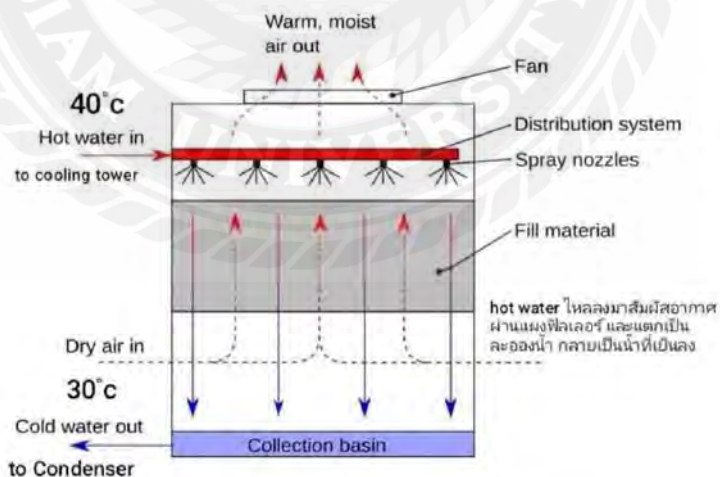
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ Cooling Tower

2.5.1 ลักษณะการทำงานของ Cooling Tower

อุปกรณ์ปรับอากาศและกระบวนการทางอุตสาหกรรมสามารถสร้างความร้อนได้ในรูปของน้ำร้อนจำนวนมากที่ต้องทำให้เย็นลง หอคอยระบายความร้อนทางอุตสาหกรรมจึงเข้ามามีบทบาท น้ำที่ร้อนเกินไปจะไหลผ่านหอคอยระบายความร้อนซึ่งจะถูกหมุนเวียนและสัมผัสกับอากาศเย็นและแห้ง ความร้อนจะออกจากน้ำที่หมุนเวียนในหอคอยระบายความร้อนด้วยการระเหย

เรียกอีกอย่างว่า การระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำที่เย็นกว่าจะกลับเข้าสู่เครื่องปรับอากาศหรือกระบวนการอื่นเพื่อให้เครื่องปรับอากาศเย็นลง และวงจรการระบายความร้อนจะทำซ้ำไปเรื่อยๆ เมื่อคอนเดนเซอร์ที่อุ่นขึ้นเข้าไปในหอคอยระบายความร้อน น้ำจะถูกส่งผ่านหัวฉีดที่ฉีดน้ำเป็นละอองเล็กๆ ทั่วบริเวณที่เติมน้ำ ซึ่งจะเพิ่มพื้นที่ผิวของน้ำและทำให้สูญเสียความร้อนได้ดีขึ้นด้วยการระเหยมากขึ้น

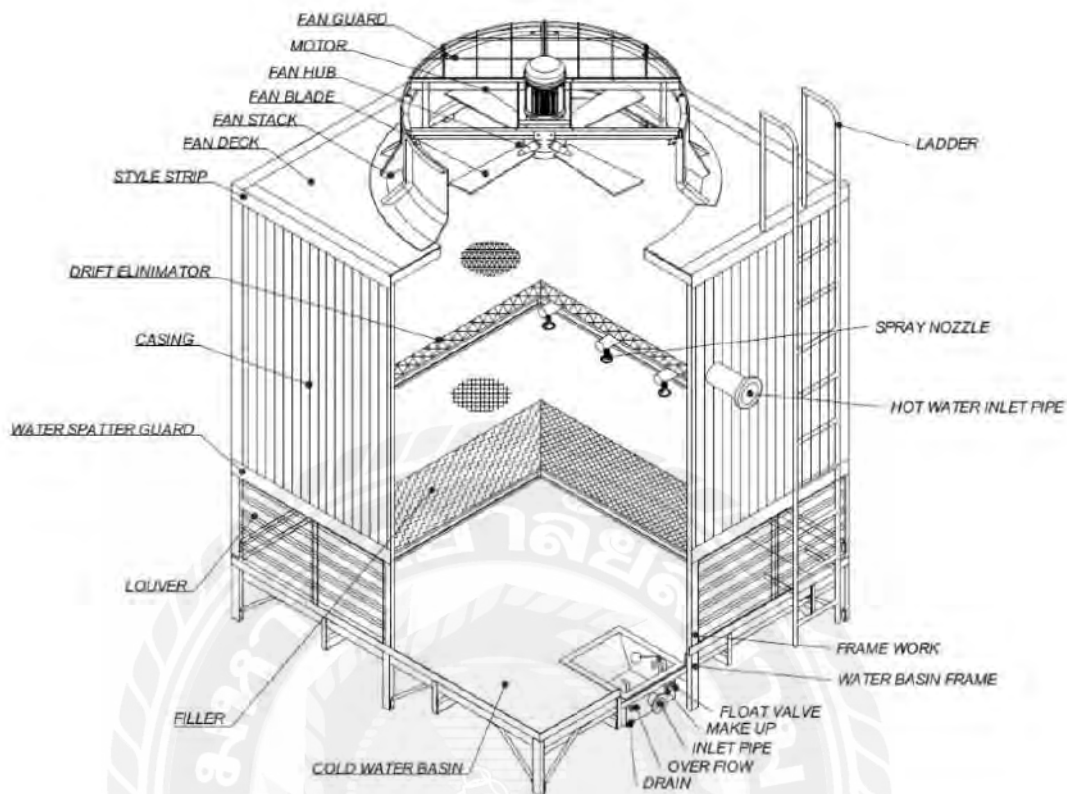
จุดประสงค์ของพัดลมที่อยู่บนหอคอยระบายความร้อนด้วยน้ำคือการนำอากาศเข้ามาจากด้านล่างของหอคอยระบายความร้อนและเคลื่อนขึ้นและออกไปในทิศทางตรงข้ามกับน้ำคอนเดนเซอร์ที่อุ่นอยู่ด้านบนของเครื่อง อากาศจะนำความร้อนโดยการระเหยน้ำจากหอคอยระบายความร้อนไปสู่ชั้นบรรยากาศ



รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของ Cooling Tower

2.5.2 องค์ประกอบของ Cooling Tower

องค์ประกอบของ Cooling Tower ชนิดน้ำและอากาศไหลสวนทางกัน (Counter Flow) คือคูลิ่งทาวเวอร์ชนิดนี้อาศัยหลักการของอากาศเคลื่อนที่สวนทางกับน้ำ หรือแบบไหลสวนทาง (Counter Flow) เหมือนกับคูลิ่งทาวเวอร์ระบบดูดลมเข้าแบบไหลสวนทาง (แบบทรงกลม) ต่างกันตรงที่น้ำร้อนจะถูกกระจาย ผ่านหัวกระจายน้ำ (Spray Nozzle) ที่ลักษณะเป็นท่อกิ่งที่อยู่ด้านข้างของท่อกระจายน้ำ (Water Distributing Pipe) โดยอาศัยแรงดันของน้ำ ท่อกระจายน้ำจะติดตั้งอยู่เหนือชั้นของฟิลเลอร์ เพื่อให้น้ำร้อนกระจายอย่างทั่วถึงเต็มพื้นที่หน้าตัดของฟิลเลอร์ อากาศเย็นจากภายนอกจะถูกดูดเข้าทางด้านล่างของตัวคูลิ่งทาวเวอร์ โดยพัดลมที่ติดตั้งอยู่ด้านบน เคลื่อนที่สวนทางขึ้นกับการเคลื่อนที่ลงของน้ำจึงทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างน้ำกับอากาศ ทำให้อุณหภูมิของน้ำลดลง น้ำเย็นที่ได้จะตกลงสู่ อ่างรับน้ำที่ทำด้วยคอนกรีตหรือ ไฟเบอร์กลาส ก่อนที่จะถูกดูดกลับไปใช้งานอีกครั้ง วัสดุที่ใช้ก่อสร้างส่วนใหญ่ จะเป็น โครงสร้างเหล็กชุบสังกะสี หรือ FRP Pultruded ในกรณีที่ต้องการให้ทนการผุกร่อนได้ดี ส่วนตัวคูลิ่งและปล่องพัดลมจะทำจากไฟเบอร์กลาสและเสริมใยแก้ว (FRP) คูลิ่งทาวเวอร์ลักษณะนี้ เหมาะสำหรับระบบน้ำหล่อเย็น ที่ต้องการระบายความร้อนปริมาณมาก และมีปริมาณอัตราไหลของน้ำสูง



รูปที่ 2.3 องค์ประกอบของ Cooling Tower ชนิดน้ำและอากาศไหลสวนทางกัน แบ่งชิ้นส่วนเป็น ดังนี้

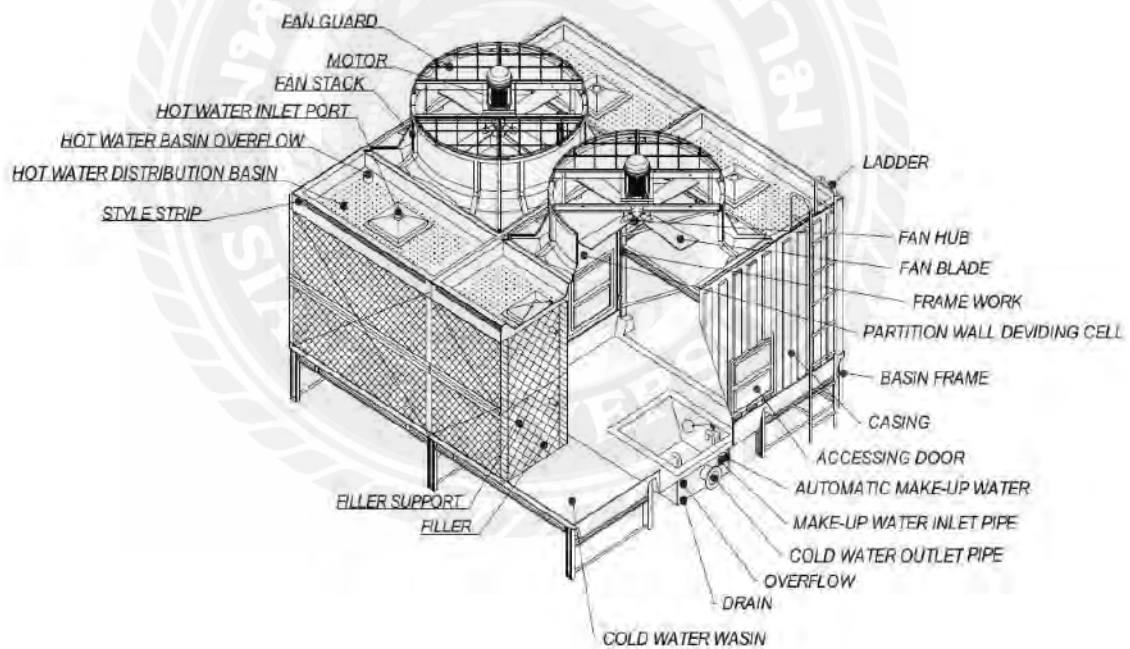
1. Structure ทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized) , โครงสร้าง ไฟเบอร์กลาส FRP Pultruded (HDG,SUS,FRP,Wood)
2. Air Inlet วัสดุที่ใช้ ทำจากพลาสติก PE มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้วัตถุแปลกปลอมชิ้นใหญ่ ถูกดูดเข้าไปในคูลลิ่งทาวเวอร์
3. Fan Stack วัสดุที่ใช้ ทำด้วยไฟเบอร์กลาสและเสริมแรงด้วยเส้นใย (FRP) ติดตั้งอยู่ส่วนบนสุด มีลักษณะเป็นกรวยเล็กน้อยเพื่อให้อากาศร้อนไหลออกได้สะดวก
4. Motor วัสดุที่ใช้ เป็นต้นกำลังที่ใช้ขับเคลื่อนใบพัด เนื่องจากลักษณะการทำงานต้องอยู่ในสถานที่เปียกชื้นจึงต้องเป็นมอเตอร์แบบปิด (Rating IP55) และกันน้ำได้สมบูรณ์ ชิ้นส่วนมอเตอร์ต้องทนต่อความชื้นได้ดี
5. Gear Reducer วัสดุที่ใช้ คูลลิ่งทาวเวอร์ขนาดใหญ่ ต้องการอัตราการไหลของอากาศสูง ใบพัดจึงมีขนาดใหญ่ ความเร็วปลายใบพัดสูง เกิดเสียงรบกวนมาก จึงต้องมีการลดความเร็ว

รอบของใบพัด โดยทั่วไปมักใช้ระบบเกียร์ทดรอบหรือสายพานเป็นตัวทดรอบ ระบบเกียร์ทดรอบจะมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า และบำรุงรักษาน้อยกว่า

6. Drive Shaft วัสดุที่ใช้ เพิ่มระยะห่างระหว่างมอเตอร์และเกียร์ วัสดุเป็น Composite และ Stainless
7. Support Motor ทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized, Stainless) ทำหน้าที่รองรับมอเตอร์และชุดเกียร์ให้สามารถทำงานได้อย่างมั่นคง ติดตั้งอยู่ด้านบนของปล่องลมออก และต้องมีตะแกรง (Fan Guard) ติดตั้งอยู่ด้วยเพื่อป้องกันอันตรายจากใบพัดลม
8. Fan Blade วัสดุเป็น Fiber Glass Composite และ อลูมิเนียมหล่อ (Aluminium Alloy) และมีหน้าที่ทำให้อากาศไหลผ่านตัวคูลลิ่งทาวเวอร์ เพื่อให้ น้ำ ได้สัมผัสกับอากาศในปริมาณมากๆ จะทำให้การระบายความร้อนด้วยน้ำมีประสิทธิภาพสูงพัดลมที่เหมาะสมกับงานลักษณะนี้คือ พัดลมแบบอากาศไหลผ่านตามแนวแกน (Axial Flow Fan) พัดลมที่ดีจะต้องมีประสิทธิภาพสูง ไม่สั่นมาก แข็งแรงทนทาน ใช้งานได้เป็นอย่างดี
9. Filler วัสดุที่ใช้ ทำด้วยพลาสติก PVC และ PP เป็นแผ่นบางและผ่านการขึ้นรูปเป็นลอนเล็ก ๆ น้ำที่ไหลผ่าน Filler จะถูกแผ่ขยายออกเป็นพื้นที่กว้างและไหลช้าลง ทำให้อากาศกับน้ำมีโอกาสสัมผัสกันได้เต็มที่และนานพอพอที่จะให้อากาศพาความร้อนออกไปได้มากที่สุด
10. Cold Water Basin วัสดุที่ใช้ ทำจากไฟเบอร์กลาสและเสริมแรงด้วยใย (FRP) หรือ Concrete ทำหน้าที่รองรับน้ำเย็นที่ผ่านจากฟิลเลอร์มาแล้วอ่างรับน้ำเย็นต้องจุน้ำได้มากพอเมื่อเริ่มเดินเครื่องระดับน้ำจะต้องไม่ต่ำกว่าปากท่อน้ำออกและเมื่อหยุดเครื่องน้ำจะไม่ล้นออกมา

11. องค์ประกอบของ Cooling Tower ชนิดน้ำและอากาศไหลตัดขวาง (Cross Flow)

쿨링ทาวเวอร์ชนิดอากาศและน้ำเคลื่อนที่ตัดกัน หรือแบบไหลตัดขวาง (Cross Flow) น้ำร้อนจะถูกส่งเข้า쿨링ทาวเวอร์ ผ่านทางอ่างน้ำร้อนที่อยู่ด้านบนทั้งสองข้างของ คูลิ่งทาวเวอร์ หลังจากนั้นน้ำร้อนจะถูกกระจายลงบน พิลเลอร์ที่อยู่ด้านล่างของอ่างน้ำร้อน ในขณะที่อากาศจากภายนอกจะถูกดูดโดยพัดลม ที่ติดตั้งอยู่ด้านบนของคูลิ่งทาวเวอร์ เข้าทางด้านข้าง เคลื่อนที่ตัดขวางกับการไหลลงของน้ำผ่านลงมาตาม พิลเลอร์ ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างน้ำกับอากาศ น้ำเย็นที่ได้จะไหลลงสู่ อ่างน้ำเย็นก่อนที่จะถูกดูดกลับไปใช้เพื่อการหล่อเย็นอีกครั้ง ส่วนอากาศร้อนจะถูกปล่อยออกสู่ภายนอกและระบายออกไป ข้อดีคือเกิดความต้านทานการเคลื่อนที่ของอากาศน้อยกว่า และใช้แรงม้าของพัดลมน้อยกว่า



รูปที่ 2.4 องค์ประกอบของ Cooling Tower ชนิดน้ำและอากาศไหลตัดขวาง

แบ่งชิ้นส่วนเป็น ดังนี้

1. Structure ทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี (Hot Dip Galvanized) เหล็กแต่ละชิ้นยึดติดต่อกันด้วยน็อตชุบ เช่นเดียวกันผนังสองด้านทำด้วยไฟเบอร์กลาสเสริมแรงด้วยเส้นใย (FRP) มีช่องประตูสำหรับเปิดเข้าไปตรวจสอบสภาพภายในได้สะดวก
2. Fan Stack ทำด้วยไฟเบอร์กลาสและเสริมแรงด้วยเส้นใย (FRP) ติดตั้งอยู่ส่วนบนสุด มีลักษณะเป็นกรวยเล็กน้อยเพื่อให้อากาศร้อนไหลออกได้สะดวก
3. Motor เป็นต้นกำลังที่ใช้ขับเคลื่อนปั๊ม เนื่องจากลักษณะการทำงานต้องอยู่ในสถานที่เปียกชื้น จึงต้องเป็นมอเตอร์แบบปิด (Rating IP55) และกันน้ำได้สมบูรณ์ ชิ้นส่วนมอเตอร์ต้องทนต่อความชื้นได้ดี
4. Fan Blade วัสดุเป็น Fiber Glass Composit และ อลูมิเนียมหล่อ (Aluminium Alloy) และมีหน้าที่ทำให้อากาศไหลผ่านตัวคูลลิ่งทาวเวอร์ เพื่อให้ น้ำ ได้สัมผัสกับอากาศในปริมาณมากๆ จะทำให้การระบายความร้อนด้วยน้ำมีประสิทธิภาพสูงพัดลมที่เหมาะสมกับงานลักษณะนี้คือ พัดลมแบบอากาศไหลผ่านตามแนวแกน (Axial Flow Fan) พัดลมที่ดีจะต้องมีประสิทธิภาพสูง ไม่สั่นมาก แข็งแรงทนทาน ใช้งานได้อย่างอย่างปลอดภัย
5. Filler ทำด้วยพลาสติก PVC และ PP เป็นแผ่นบางและผ่านการขึ้นรูปเป็นลอนเล็กๆ น้ำที่ไหลผ่าน Filler จะถูกแผ่ขยายออกเป็นพื้นที่กว้างและไหลช้าลง ทำให้อากาศกับน้ำมีโอกาสสัมผัสกันได้ดีเต็มที่และนานพอ พอที่จะให้อากาศพาความร้อนออกไปได้มากที่สุด
6. Cold Water Basin ทำจากไฟเบอร์กลาสและเสริมแรงด้วยใย (FRP) หรือ Concrete ทำหน้าที่รองรับน้ำเย็นที่ผ่านจากฟิลเลอร์มาแล้วอ่างรับน้ำเย็นต้องจุน้ำได้มากพอ เมื่อเริ่มเดินเครื่องระดับน้ำจะต้องไม่ต่ำกว่าปากท่อน้ำออกและเมื่อหยุดเครื่องน้ำจะไม่ล้นออกมา
7. Hot Water Basin ทำจากไฟเบอร์กลาสและเสริมแรงด้วยใย (FRP) เป็นถาดรับน้ำร้อนเพื่อให้ น้ำ ไหลผ่านรูระบายน้ำ ลงมาสู่ชั้นฟิลล์

2.5.3 ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

ก่อนเริ่มการตรวจสอบหอระบายน้ำเย็น สิ่งสำคัญคือต้องระบุอันตรายด้านความปลอดภัยและสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับงาน และระบุวิธีที่จะกำจัดหรือควบคุมอันตรายแต่ละอย่าง การวางแผนล่วงหน้าจะช่วยเตือนคนงานถึงอันตรายด้านความปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้น และดำเนินการป้องกันที่เหมาะสม ปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัยและสุขภาพที่ประกาศโดยหน่วยงานท้องถิ่นเสมอ ใช้แนวทางทั่วไปต่อไปนี้เพื่อการคุ้มครองคนงานขั้นพื้นฐาน

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ปฏิบัติตามข้อบังคับด้านความปลอดภัยและสุขภาพในท้องถิ่นเกี่ยวกับอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) เสมอ อย่างน้อยที่สุด ผู้ปฏิบัติงานในหอหล่อเย็นควรสวมหมวกนิรภัย แวนตาหรือแว่นนิรภัย ถุงมือทำงาน และรองเท้าหนังหุ้มข้อที่มีพื้นกันลื่น ควรจัดหาอุปกรณ์ป้องกันการตกจากที่สูงตามความจำเป็น เมื่อต้องปีนโครงสร้างหอหล่อเย็น ผู้ปฏิบัติงานควรสวมสายรัดตัวแบบเต็มตัวและเชือกกันกระแทก 2 เส้น ยาวอย่างน้อย 6 ฟุต เชือกนิรภัย 2 เส้นช่วยให้เคลื่อนไหวได้และป้องกันการตกจากที่สูงได้ตลอดเวลา เข็มขัดนิรภัยหรือระบบเชือกนิรภัยเส้นเดียวไม่สามารถป้องกันการตกจากที่สูงได้เพียงพอ

สุขอนามัยของหอระบายน้ำเย็น หอระบายน้ำเย็นที่ไม่สะอาดอาจเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวภาพที่ไม่ดีต่อสุขภาพ การตรวจสอบหอระบายน้ำเย็นที่ใช้งานได้เป็นระยะๆ เป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้มีการควบคุมทางชีวภาพที่ดี และมีแผนการบำบัดน้ำเชิงรุกตามมาตรฐาน ANSI/ASHRAE 188 และแนวทาง 12 การตรวจสอบควรครอบคลุมถึงการประเมินสภาพน้ำและแองจายน้ำด้วยสายตาเป็นอย่างน้อย การควบคุมทางชีวภาพที่ดีจะบ่งชี้ด้วยน้ำสะอาดใสไม่มีสาหร่ายสีเขียวหรือสีน้ำตาลได้ระดับน้ำ การควบคุมที่ไม่ดีจะตรวจพบได้จากน้ำขุ่น สกปรก หรือมีกลิ่นเหม็น นอกจากนี้ ควรมองหา "โพรง" ของการกัดกร่อนสีสนิม โพรงเหล่านี้อาจเต็มไปด้วยของเหลวสีดำที่มีกลิ่นเหมือนไขเน่า หากสภาพที่สังเกตพบบ่งชี้ว่ามีการควบคุมทางชีวภาพที่ไม่ดี ควรทำความสะอาดหอหล่อเย็นอย่างทั่วถึงและประเมินระบบบำบัดน้ำ หอระบายน้ำเย็นที่สะอาดเกิดจากการทดสอบทางชีวภาพและการใช้ขั้นตอนการควบคุมทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งยังช่วยลดการกัดกร่อนและการเกิดตะกอนได้อีกด้วย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท แอ็ดวานซ์ คลีน พาวเวอร์ จำกัด

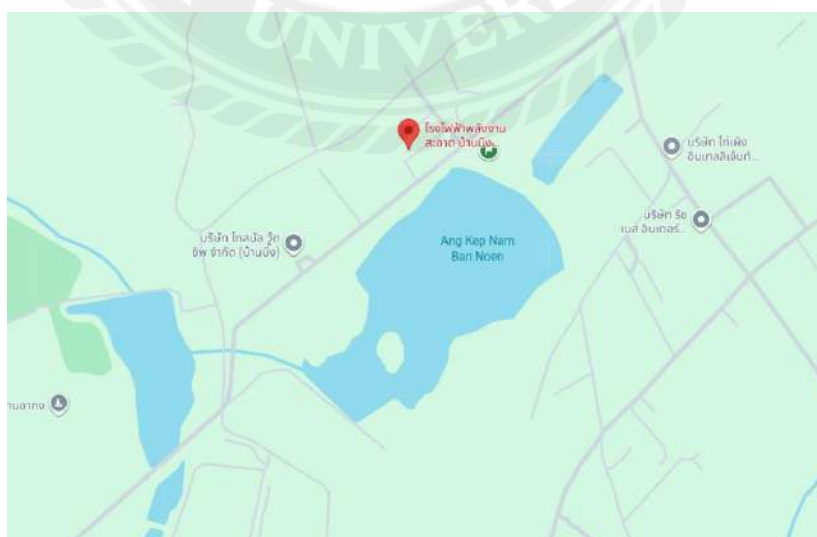
ที่ตั้งของสถานประกอบการ เลขที่ 665 หมู่ 6 โรงไฟฟ้าพลังงานสะอาดบ้านบึง ต.หนองอิรุณ

อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี 20220

โทรศัพท์ 088 255 8216



รูปที่ 3.1 ตราสัญลักษณ์บริษัท



รูปที่ 3.2 แผนที่โรงไฟฟ้าพลังงานสะอาดบ้านบึง

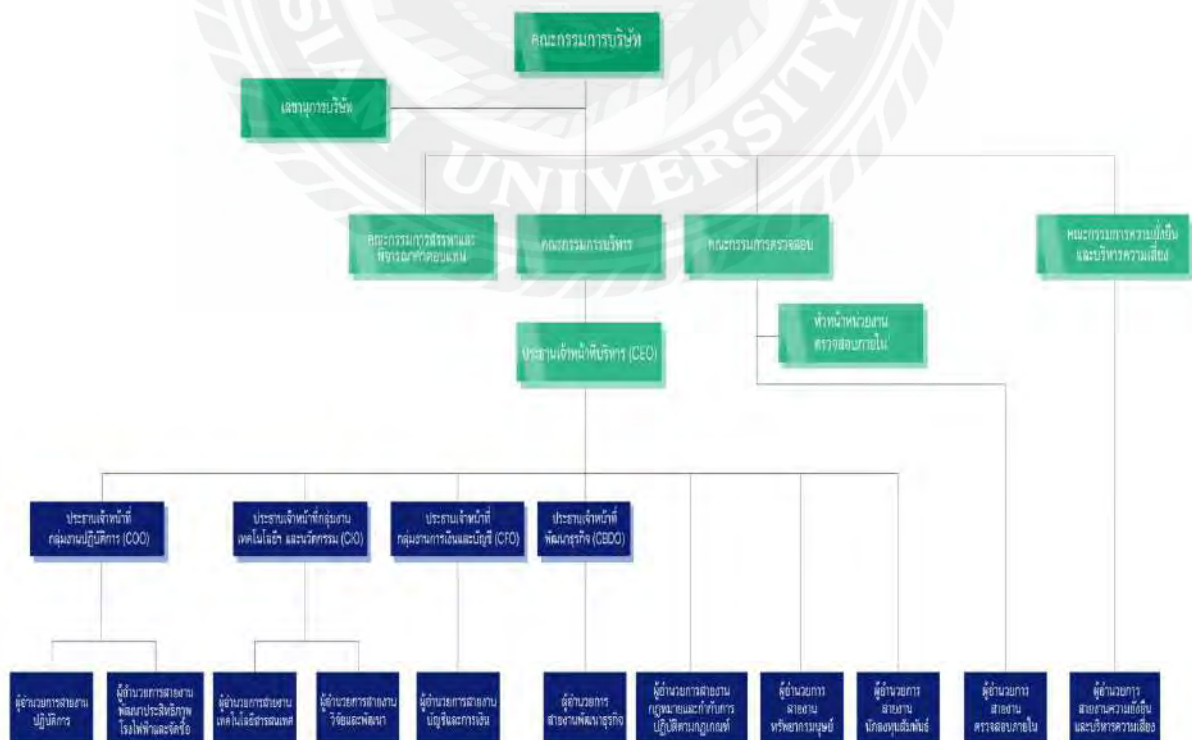
3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน

บริษัท แอ็ดวานซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด ประกอบกิจการผลิตและจำหน่ายกระแสไฟฟ้าและไอน้ำจากเชื้อเพลิงชีวมวล



รูปที่ 3.3 บริษัท แอ็ดวานซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด

3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร



3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งที่นักศึกษารับผิดชอบ	: วิศวกรควบคุมการผลิต
ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	: ตรวจสอบระบบการทำงาน Cooling Tower

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา	: นายสิริวุฒิ วงษ์กำภู
ตำแหน่ง	: ผู้จัดการโรงงาน

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มปฏิบัติงาน	: วันที่ 25 สิงหาคม 2568
สิ้นสุดปฏิบัติงาน	: วันที่ 12 ธันวาคม 2568

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.7.1 ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและพนักงานพี่เลี้ยง

ปรึกษาลงหัวข้อโครงการในเรื่องต่างๆที่ได้ฝึกปฏิบัติและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้

3.7.2 ตั้งชื่อหัวข้อโครงการ

นำชื่อหัวข้อโครงการไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและพนักงานที่ปรึกษา

3.7.3 รวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ในการจัดทำคู่มือซ่อมบำรุง

3.7.4 ลงปฏิบัติงานสถานที่จริง

ศึกษารายละเอียดของเครื่องจักรกล จัดทำเป็นคู่มือซ่อมบำรุงและทำการถ่ายภาพขณะทำงานเพื่อใช้แนบในโครงการสหกิจศึกษา

3.8 แผนดำเนินงาน

การศึกษานี้มีระยะเวลาการดำเนินงาน ตั้งแต่วันที่ 25 สิงหาคม ถึงวันที่ 12 ธันวาคม 2568

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 25 สิงหาคม ถึงวันที่ 12 ธันวาคม 2568

ขั้นตอนการดำเนินงาน	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
1.กำหนดหัวข้อ โครงการ	↔				
2.ศึกษาข้อมูล		↔			
3.รวบรวมข้อมูล ของโครงการ			↔		
4.วิเคราะห์ข้อมูล ของโครงการ			↔		
5.เรียบเรียงข้อมูล และจัดทำ โครงการ			↔		
6.สรุปและ ปรับปรุง				↔	

3.9 การตรวจสอบอุปกรณ์ Cooling Tower



รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบภายนอกของ Cooling Tower ขนาด 29.47 MW

3.9.1 โครงสร้าง Cooling Tower

ตรวจสอบโครงสร้างของหอคอยเหล็กว่ามีร่องรอยของการกัดกร่อนหรือไม่ โดยเฉพาะการสูญเสียโลหะใดๆ ตรวจสอบความแน่นของข้อต่อที่ยึดด้วยสลักเกลียวโดยสุ่มตรวจ มองหาสัญญาณการกัดกร่อนอย่างใกล้ชิดใกล้กับข้อต่อที่เชื่อมบนหอคอยเหล็กอบสังกะสี มองหาสัญญาณการเสื่อมสภาพของไม้ รวมถึงรอยแตก ร้าว รอยร้าว หรือการผุพังในส่วนประกอบไม้ ตรวจสอบส่วนประกอบไม้ทั้งด้วยสายตาและการเคาะด้วยค้อน เสียงทุ้มต่ำบ่งชี้ว่ามีความนิ่ม ในขณะที่เสียงแหลมสูงบ่งชี้ว่าไม้เนื้อแข็งมีคุณภาพดี หากพบจุดที่อ่อน ให้เจาะน้ำแข็งหรืออุปกรณ์ที่คล้ายกันอย่างระมัดระวัง ให้ความสนใจเป็นพิเศษกับไม้รอบๆ ตัวยึดและตัวเชื่อมต่อเหล็กหรือเหล็กหล่อ รวมถึงฐานของเสา ตรวจสอบความแน่นของข้อต่อโครงสร้างที่ยึดด้วยสลักเกลียวโดยสุ่มตรวจ ตรวจสอบตัวเชื่อมต่อข้อต่อว่ามีร่องรอยของการกัดกร่อนหรือสัญญาณการเสื่อมสภาพอื่นๆ หรือไม่ ตรวจสอบข้อต่อที่ประกอบแล้วของหอคอยไฟเบอร์กลาสหรือพลาสติกเพื่อให้แน่ใจว่าฮาร์ดแวร์แน่นและอยู่ในสภาพดี มองหาหลักฐานของการฉีกขาดหรือรอยแตก ร้าวในโครงสร้าง

3.9.2 ตรวจสอบสภาพทั่วไปของแผ่นพัดลม Cooling Tower

โดยสังเกตรูปร่างมีการกัดกร่อนของเหล็กหรือไม่ ผู้หรือไม่ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าส่วนรองรับของแผ่นพัดลมอยู่ในสภาพดี และการเชื่อมต่อระหว่างแผ่นพัดลมกับส่วนรองรับแน่นหนา มองหารอยรั่วของอากาศระหว่างแผงแผ่นพัดลมที่อยู่ติดกัน แผ่นปิดแผ่นพัดลมที่หลวมอาจทำให้เกิดการสะดุดล้มได้ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าแผ่นปิดติดแน่นและวัสดุปิดแผ่นอยู่ในสภาพดี



รูปที่ 3.5 แผ่นพัดลม

3.9.3 ตรวจสอบทางเดินบนอาคาร Cooling Tower

ตรวจสอบสภาพทั่วไปของวัสดุและตรวจสอบให้แน่ใจว่าการเชื่อมต่อทั้งหมดระหว่างบันไดและหอคอยแน่นหนาและอยู่ในสภาพดี ตรวจสอบรอยเชื่อมบนบันไดเหล็กและอลูมิเนียม ตรวจสอบว่ามีบันไดและราวบันไดที่ชำรุดหรือเสื่อมสภาพบนทางเดินไม้หรือไฟเบอร์กลาสหรือไม่ ตรวจสอบทางเดินเหล็กว่ามีร่องรอยการกัดกร่อนหรือไม่ ตรวจสอบความแน่นของจุดเชื่อมต่อระหว่างทางเดินและโครงสร้างเสา ให้ความสนใจเป็นพิเศษกับความเสียหายหรือการเสื่อมสภาพใดๆ ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อความปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานและบำรุงรักษา



รูปที่ 3.6 บันไดทางขึ้นลง

3.9.4 ตรวจสอบอ่างน้ำเย็น (Water Basin)

ตรวจสอบว่ามีตะกอนและเศษวัสดุที่สะสมมากเกินไปหรือไม่ ซึ่งอาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แบคทีเรียได้ ตรวจสอบสภาพของบ่อพักน้ำ ตะแกรงบ่อพักน้ำ และอุปกรณ์ป้องกันการเกิดโพรงอากาศ (ถ้ามีการใช้งาน) ตะแกรงบ่อพักน้ำไม่ควรมีขยะ สังเกตการกัดกร่อนหรือการสูญเสียโลหะใน ส่วนประกอบของอ่างน้ำเย็นโดยเฉพาะ ตรวจสอบอ่างไม้ เหล็ก และไฟเบอร์กลาสอย่างระมัดระวังเพื่อดูว่ามีสัญญาณของการรั่วไหลหรือการชำรุดของวัสดุปิดผนึกหรือไม่

ตรวจสอบการเสื่อมสภาพของวัสดุพื้นฐานในอ่างจ่ายน้ำ ตรวจสอบการผุกร่อนของไม้ และตรวจสอบการกัดกร่อนของเหล็ก ตรวจสอบการรั่วซึมระหว่างแผงที่อยู่ติดกัน ตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นส่วนรองรับอ่าง ตรวจสอบความแน่นของข้อต่อที่ยึดด้วยสลักเกลียวในอ่างเหล็กหรือไฟเบอร์กลาส ส่วนบนและส่วนล่างทั้งหมดทำจาก FRP ผิวด้านในเรียบ โดยขนาดความจุ ความสูงจะต้องมากพอที่จะไม่ทำให้อากาศถูกดูดตามออกไปทางท่อดูดของ Condenser Pump ขณะใช้งาน



รูปที่ 3.7 อ่างน้ำเย็น

3.9.5 ตรวจสอบท่อน้ำของระบบภายใน Cooling Tower

ตรวจสอบว่ามีการกัดกร่อนหรือวัสดุเคลือบหลุดร่อนหรือไม่ ตรวจสอบตัวรองรับทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่ามีความสมบูรณ์สำหรับการใช้งานอย่างต่อเนื่อง ตรวจสอบจุดรั่วและความแน่นของข้อต่อที่ยึดด้วยสลักเกลียว ตรวจสอบความเสื่อมสภาพบนท่อ PVC



รูปที่ 3.8 ท่อน้ำของ Cooling Water

3.9.6 ตรวจสอบวาล์วควบคุมการไหลของอ่างน้ำเย็น Cooling Tower

ตรวจสอบส่วนประกอบของวาล์วว่ามีการกักร้อนหรือสัญญาณการสีกหรือหรือไม่ ควบคุมวาล์วด้วยมือตลอดช่วงการเคลื่อนที่และรีเซ็ตวาล์วเพื่อให้การไหลของน้ำไปยังส่วนอ่างทั้งหมดสมดุล

3.9.7 ตรวจสอบหัวฉีดสเปรย์ Nozzle

ตรวจสอบว่ามีการอุดตันหรือสัญญาณการสีกหรือภายในหรือไม่ หากจำเป็น ให้ถอดหัวฉีดออกชั่วคราวและถอดประกอบเพื่อตรวจหาการอุดตันภายใน ตรวจสอบให้แน่ใจว่าส่วนประกอบของหัวฉีดทั้งหมด เช่น แผ่นกันน้ำกระเซ็นที่ถอดออกได้ อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและทำงานได้อย่างถูกต้อง ตรวจสอบว่ามีวัสดุที่หลุดออกอันเป็นผลมาจากการกักร้อนหรือการสีกหรือหรือไม่ ตรวจสอบว่าการเชื่อมต่อที่เหมาะสมกับท่อสาขาหรือพื้นอ่างจ่ายน้ำหรือไม่

3.9.8 ตรวจสอบการใช้วัสดุกันน้ำกระเซ็นของ Fill Pack

วัสดุอุดกระเซ็นประกอบด้วยแท่งไม้หรือพลาสติกในรูปทรงต่างๆ รองรับด้วยระยะห่างและทิศทางที่แน่นอน โดยปกติจะใช้ลวดหรือตะแกรงไฟเบอร์กลาส อิฐเซรามิกเป็นวัสดุอุดกระเซ็นอีกประเภทหนึ่ง สำหรับการอุดกระเซ็นแต่ละครั้ง ให้ตรวจสอบสภาพของแท่งกันกระเซ็นเอง ดูว่าแท่งกันกระเซ็นหย่อน หัก หรือผุพังหรือไม่ หรือมีตะกอนสะสมมากเกินไปหรือไม่ นอกจากนี้ ให้มองหาแท่งกันกระเซ็นที่หล่นหรือวางผิดที่ด้วย ตรวจสอบให้แน่ใจว่าตะแกรงรองรับทั้งหมดอยู่ในตำแหน่งและเว้น

ระยะห่างเท่ากันในหอคอย ตรวจสอบการเคลือบบนตะแกรงเหล็ก สภาพของรอยเชื่อมบนตะแกรง ลวดสแตนเลส และสภาพทั่วไปของตะแกรงไฟเบอร์กลาส หากส่วนหนึ่งของตะแกรงเสื่อมสภาพมากเกินไป ควรเปลี่ยนใหม่ นอกจากนี้ ให้ตรวจสอบชิ้นส่วนหอคอยที่รองรับตะแกรง มีรายการดังนี้

1. วัสดุของแถบสาดน้ำและกริด
2. ระยะห่างระหว่างแถบสาดน้ำที่อยู่ติดกันในแนวนอนและแนวตั้ง
3. ไม่ว่าแถบกันน้ำจะติดตั้งนานหรือตั้งฉากกับหน้าบานเกล็ด
4. รูปทรงของสแปลชบาร์ เช่น ไม้ระแนง, ทีบาร์, วีบาร์, เอ็มบาร์, ครึ่งวงกลม ฯลฯ

วัสดุอุดฟิล์มประกอบด้วยแผ่นโลหะหลายแผ่นที่ขึ้นรูปขนานกัน โดยแขวนไว้ในหอคอยหรือวางบนชิ้นส่วนรองรับที่ยึดแน่น ตรวจสอบว่ามีตะกรัน ตะไคร่น้ำ หรือสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ สะสมอยู่บนพื้นผิวของแผ่นโลหะหรือไม่ นอกจากนี้ ให้ตรวจสอบว่ามีกรัดกร่อน การหย่อนตัว แผ่นโลหะฉีกขาด หรือหลักฐานของความเสียหายจากน้ำแข็งหรือไม่ ตรวจสอบสภาพของชิ้นส่วนรองรับ



รูปที่ 3.9 แผงระบายความร้อน

3.9.9 การกำจัดละอองน้ำ (Drift Eliminator)

ความสะอาดและประสิทธิภาพของการกำจัดละอองน้ำจะช่วยเพิ่มการกักเก็บน้ำและลดการปล่อยละอองน้ำได้อย่างมาก ตรวจสอบให้แน่ใจว่าช่องระบายอากาศทั้งหมดไม่มีเศษขยะและสะอาดที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ตรวจสอบว่าติดตั้งส่วนประกอบทั้งหมดอย่างถูกต้อง ตรวจสอบสภาพของซีลเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำไม่สามารถไหลผ่านตัวกำจัดละอองน้ำได้เนื่องจากซีลที่เสื่อมสภาพหรือหายไป ใบมีดและโครงไม้ต้องทนต่อสภาวะที่รุนแรง และควรตรวจสอบการผูก ในกรณีที่您需要สั่งซื้อชิ้นส่วนทดแทน โปรดสังเกตรหัสและกำหนดค่าของตัวกำจัดละอองน้ำ ประเภทหลักๆ ได้แก่ ใบมีดไม้ ใบมีดพลาสติก และการกำหนดค่าเซลล์ลูการ์ PVC รวมถึงตัวกำจัดละอองน้ำที่ขึ้นรูปบนแผ่นเติม

3.9.10 ช่องระบายอากาศ ภายในอาคาร cooling Tower

ตรวจสอบให้แน่ใจว่าช่องระบายอากาศทั้งหมดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ตรวจสอบว่าวัสดุฐานเสื่อมสภาพหรือไม่ เช่น ไม้ผุหรือเหล็กกร่อน ตรวจสอบว่ามีตะกรันเกาะหรือการเจริญเติบโตทางชีวภาพมากเกินไปหรือไม่ ตรวจสอบสภาพของส่วนประกอบรองรับช่องระบายอากาศ และการเชื่อมต่อระหว่างช่องระบายอากาศ (ส่วนรองรับ) และตัวหอคอย สังเกตวัสดุ การจัดเรียง และระยะห่างแนวตั้งของช่องระบายอากาศ ช่องระบายอากาศแบบทั่วไป ได้แก่ ไม้อัด เหล็ก ACB ไฟเบอร์กลาส และโครงสร้างแบบเซลล์ลูการ์ที่ขึ้นรูปบนแผ่นเติม ควรพิจารณาเปลี่ยนช่องระบายอากาศ ACB ทันทีไม่ว่าจะอยู่ในสภาพใดก็ตาม

3.9.11 ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ด้วยสายพานพัดลม Cooling Fan

ตรวจสอบสภาพของรอก โดยดูว่ามีการกัดกร่อนหรือโลหะหลุดออกในร่องของรอกหรือบนสายพานหรือไม่ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าบูชที่ยึดรอกบนเพลลาชันแน่นและอยู่ในสภาพดี ตรวจสอบความตึงและการจัดตำแหน่งของสายพานให้เหมาะสม ตรวจสอบสัญญาณการสึกหรอ เช่น มีรอยและร่อง ซึ่งบ่งชี้ว่าควรเปลี่ยนสายพาน ตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่นลูกปืนเพลลาพัดลม และหล่อลื่นใหม่หากจำเป็น ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเพลลาและซีลอยู่ในสภาพดี ตรวจสอบว่ามีตลับลูกปืนหลวมหรือชำรุดหรือไม่ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าการเชื่อมต่อทั้งหมดระหว่างตัวเรือนตลับลูกปืนและตัวรองรับชันแน่นและอยู่ในสภาพดี ตรวจสอบตัวรองรับว่ามีการกัดกร่อนหรือความเสียหายอื่นๆ หรือไม่ และตรวจสอบความแน่นของการเชื่อมต่อระหว่างตัวรองรับและโครงสร้างหอคอย



รูปที่ 3.10 สายพานพัดลม Cooling Tower

3.9.12 ระบบขับเคลื่อนเกียร์ Gear Reducer

ปิดพัดลม ตรวจสอบระดับน้ำมัน และเติมหรือเปลี่ยนน้ำมันตามความจำเป็น ถ่ายน้ำมัน ตัวอย่างออกและมองหาหลักฐานของวัสดุแปลกปลอม เช่น น้ำ เศษโลหะ หรือตะกอน ตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำมันรอบซีล โดยเฉพาะซีลเฟืองท้ายอินพุต และเปลี่ยนซีลหากการรั่วไหลดูเหมือนจะมากเกินไป ตรวจสอบการตีกลับโดยหมุนเพลลาเฟืองท้ายไปข้างหน้าและข้างหลัง สังเกตปริมาณการหมุนฟรี ก่อนที่ฟันเฟืองจะเข้าที่อย่างเต็มที่ ตรวจสอบการตีกลับโดยดึงขึ้นและลงที่ปลายใบพัด สังเกตปริมาณการเคลื่อนไหวในเพลลาส่งออกของเฟืองขับเคลื่อน จำเป็นต้องมีการตีกลับและตีกลับในระดับหนึ่ง เพื่อให้เฟืองมีอายุการใช้งานที่เหมาะสม



รูปที่ 3.11 การตรวจสอบเกียร์ไดรฟ์ ของระบบขับเคลื่อนเกียร์

3.9.13 ระบบพดลมขับเคลื่อนตรง

ตรวจสอบให้แน่ใจว่าบุชพดลมชั้นเข้ากับเพลามอเตอร์แนม และบุชและฮาร์ดแวร์อยู่ในสภาพดี ตรวจสอบข้อต่อระหว่างตัวยึดมอเตอร์และตัวรองรับ

3.9.14 เพลาขับและข้อต่อ

ตรวจสอบการจัดตำแหน่งโดยใช้วิธีที่ได้รับการอนุมัติ เช่น ตัวบ่งชี้แบบหน้าปิดหรืออุปกรณ์อปติค มองหาหลักฐานของการกัดกร่อนหรือความเสียหายอื่น ๆ บนท่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใกล้กับรอยเชื่อม ตรวจสอบการเชื่อมต่อทั้งหมดระหว่างท่อและองค์ประกอบที่ยึดหยุ่น และระหว่างครึ่งหนึ่งของข้อต่อและเพลาขับมอเตอร์และเกียร์ ตรวจสอบองค์ประกอบที่ยึดหยุ่นของโลหะอย่างระมัดระวังเพื่อหาสัญญาณของการกัดกร่อนหรือความล้า ตรวจสอบองค์ประกอบที่ยึดหยุ่นของอีลาสโตเมอร์เพื่อหารอยแตก ร้าว ความเปราะบาง หรือสัญญาณการสึกหรออื่น ๆ เพลาขับหลาย ๆ อันประกอบด้วยช่วงเดียว อย่างไรก็ตาม บางอันยังประกอบด้วยเพลาสองอันพร้อมกับตัวรองรับตลับลูกปืนกลาง หากเพลาขับของคุณมีตลับลูกปืนช่วงกลาง ให้ตรวจสอบตลับลูกปืนอย่างระมัดระวังโดยเติมน้ำมันหล่อลื่นตามความจำเป็น ตรวจสอบการจัดตำแหน่งของเพลาทิ้งสองอันและตรวจสอบให้แน่ใจว่าฮาร์ดแวร์ยึดตลับลูกปืนแน่นและอยู่ในสภาพดี

3.9.15 พัดลม Cooling Fan

หากพัดลมแบบแรงเหวี่ยง มีใบพัดที่หักหรือหายไป ตรวจสอบว่าใบพัดมีการกักร้อนหรือการสึกกร่อนหรือไม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณใกล้รอยเชื่อมระหว่างใบพัดและแผ่นปลาย ตรวจสอบสภาพและความแน่นของคูลล์และบูชระหว่างคูลล์และเพลลา พัดลมใบพัดอาจมีระยะพิทซ์คงที่ โดยมีการเชื่อมหรือหมุดยึดระหว่างใบพัดและคูลล์ หรือระยะพิทซ์ปรับได้ โดยมีการเชื่อมต่อด้วยสลักเกลียวระหว่างใบพัดและคูลล์ และมีวิธีการปรับมุมพิทซ์ใบพัดใหม่ ตรวจสอบใบพัดที่มีระยะพิทซ์คงที่ว่ามี การกักร้อนหรือการสึกกร่อนหรือไม่ ตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างใบพัดและคูลล์อย่างระมัดระวัง ตรวจสอบสภาพและความแน่นของบูชระหว่างคูลล์และเพลลา ตรวจสอบใบพัดและคูลล์พัดลมที่มี ระยะพิทซ์ปรับได้ว่ามีสัญญาณของการกักร้อน การสึกกร่อน หรือมีตะกอนสะสมมากเกินไปหรือไม่ วัดมุมพิทซ์ของใบพัดแต่ละใบอย่างระมัดระวัง และปรับใบพัดใหม่ตามมุมพิทซ์ที่ผู้ผลิตแนะนำภายใน $+1/2^{\circ}$ ตรวจสอบความแน่นและสภาพของฮาร์ดแวร์ที่ยึดใบพัดเข้ากับคูลล์ ชันให้แน่นตามความจำเป็นโดยใช้ขันตอนทีผู้ผลิตแนะนำ ตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างฝาครอบคูลล์ (หากมี) และคูลล์พัดลม



รูปที่ 3.12 การตรวจสอบพัดลม

3.9.16 ครอบงอบสูบพัตลล (ฝาครบ)

ตรวรสอบสภาพโดยรวมของวัสดุ โดยให้ความสนใจเป็นพิเศษกับรอยเชื่อมใดๆ บนฝาครบ เหล็ก ตรวรสอบสภาพและความแน่นของชุดประกอบและอุปกรณ์ยึดทั้งหมด มองหาการรั่วไหล ระหว่างส่วนปล่องที่อยู่ติดกัน วัตรยะห่างปลายใบพัตพัตลลโดยรอบครอบงอบสูบโดยใช่ใบพัตที่ยาว ที่สุด ปรับระยะห่างปลายใบพัตโดยปรับครอบงอบสูบหรือตัวรองรับตามคำแนะนำของผู้ผลิต



รูปที่ 3.13 ฝาครบ

3.9.17 โครงยึดอุปกรณ์เครื่องกล

ตรวรสอบส่วนประกอบเหล็กทั้งหมดว่ามีการกัดกร่อนหรือโลหะหลุดร่อนหรือไม่ โดยเฉพาะ บริเวณใกล้รอยเชื่อมและพื้นผิวรับน้ำหนัก ตรวรสอบความแน่นของการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ เครื่องกลและโครงยึด และระหว่างโครงยึดกับโครงสร้างหอคอย ตรวรสอบการเชื่อมต่อด้วยสลักเกลียว ทั้งหมดในโครงยึดเองว่ามีความแน่นและสภาพฮาร์ดแวร์เหมาะสมหรือไม่ สำหรับหอคอยไม้ ให้มองหา หลักฐานการผุกร่อนของเหล็กตรงจุดที่โครงยึดสัมผัสกับโครงสร้าง สำหรับหอคอยเหล็กและไฟเบอร์ กลาส ให้ตรวรสอบการเชื่อมต่อด้วยสลักเกลียวทั้งหมดระหว่างโครงยึดกับโครงสร้าง

3.9.18 วาล์วแต่งหน้า


ใช้งานวาล์วลูกกลอยหรือสวิตซ์ลูกกลอยด้วยมือเพื่อให้แน่ใจว่าเปิดและปิดอย่างถูกต้อง

3.10 การตรวจสอบประสิทธิภาพของ Cooling Fan


ตารางที่ 3.1 การตรวจสอบอุณหภูมิน้ำ Hot Inlet Water Temperature

<p>รูปที่ 3.14 Pressure Guage of Hot Inlet</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานของอุณหภูมิน้ำ Inlet to Condenser ไม่เกิน 42 °C 2. ตรวจสอบดูว่ามีน้ำรั่วซึมบริเวณข้อต่อ (Connector) หรือหน้าปิดหรือไม่ 3. หน้าปิดต้องสะอาด กระจกไม่ฝ้าหรือแตกร้าว จนอ่านค่าไม่ได้ 4. ค่าที่แสดงบน Temperature Gauge อยู่ที่ 40 °C
--	---

ตารางที่ 3.2 การตรวจสอบอุณหภูมิน้ำ Cold Outlet Water Temperature

<p>รูปที่ 3.15 Pressure Guage of Cold Outlet</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานของอุณหภูมิน้ำ Outlet to Cooling Tower ไม่เกิน 32 °C 2. ตรวจสอบดูว่ามีน้ำรั่วซึมบริเวณข้อต่อ (Connector) หรือหน้าปิดหรือไม่ 3. หน้าปิดต้องสะอาด กระจกไม่ฝ้าหรือแตกร้าว จนอ่านค่าไม่ได้ 4. ค่าที่แสดงบน Temperature Gauge อยู่ที่ 30 °C
--	--

ตารางที่ 3.3 ตรวจสอบอุณหภูมิ Bearing ของมอเตอร์ Cooling Fan


<p>รูปที่ 3.16 การวัดอุณหภูมิ Bearing ของมอเตอร์ Cooling Fan (DE.)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานของอุณหภูมิ Bearing ไม่มากกว่า 70 °C 2. ใช้ Temperature Gun ในการตรวจสอบวัดความร้อนของมอเตอร์ 3. วัดอุณหภูมิ ฝั่งเพลลาขับ (DE.) วัดค่าได้ 52.7 °C
<p>รูปที่ 3.17 การวัดอุณหภูมิ Bearing ของมอเตอร์ Cooling Fan (NDE.)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานของอุณหภูมิ Bearing ไม่มากกว่า 70 °C 2. ใช้ Temperature Gun ในการตรวจสอบวัดความร้อนของมอเตอร์ 3. วัดอุณหภูมิ ฝั่งท้ายมอเตอร์ (NDE.) วัดค่าได้ 49.9 °C

ตารางที่ 3.4 ตรวจสอบวัดอุณหภูมิ มอเตอร์ Cooling Fan


<p>รูปที่ 3.18 การวัดอุณหภูมิมอเตอร์ ของ Cooling Fan</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none">1. ค่ามาตรฐานของอุณหภูมิมอเตอร์ Cooling Fan ไม่มากกว่า 90 °C2. ทำการวัดอุณหภูมิตรงบริเวณ Casing ของมอเตอร์3. อุณหภูมิมอเตอร์ Cooling Fan ที่จุด Casing วัดค่าได้ 43.1 °C
---	--

ตารางที่ 3.5 ตรวจสอบกระแสมอเตอร์ Cooling Fan ขณะเดินเครื่อง

<p>รูปที่ 3.19 การวัดกระแสมอเตอร์ Cooling Fan ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ขณะเดินเครื่อง (L1)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานของกระแสมอเตอร์ Cooling Fan ขณะเดินเครื่อง ไม่มากกว่า 40 Amp. 2. หาจุดที่เป็นสายไฟขาออกจาก Magnetic Contactor หรือ Overload Relay ที่วิ่งไปหามอเตอร์ 3. ใช้แคลมป์มิเตอร์ในการตรวจวัด ใช้ก้ามปูของมิเตอร์ คล้องสายไฟเพียงเส้นเดียว 4. วัดกระแสมอเตอร์ L1 ได้ค่า 37.9 Amp.
<p>รูปที่ 3.20 การวัดกระแสมอเตอร์ Cooling Fan ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ขณะเดินเครื่อง (L2)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานของกระแสมอเตอร์ Cooling Fan ขณะเดินเครื่อง ไม่มากกว่า 40 Amp. 2. หาจุดที่เป็นสายไฟขาออกจาก Magnetic Contactor หรือ Overload Relay ที่วิ่งไปหามอเตอร์ 3. ใช้แคลมป์มิเตอร์ในการตรวจวัด ใช้ก้ามปูของมิเตอร์ คล้องสายไฟเพียงเส้นเดียว 4. วัดกระแสมอเตอร์ L2 ได้ค่า 37.6 Amp.

<p>รูปที่ 3.21 การวัดกระแสมอเตอร์ Cooling Fan ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ขณะเดินเครื่อง (L3)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานของกระแสมอเตอร์ Cooling Fan ขณะเดินเครื่อง ไม่มากกว่า 40 Amp. 2. หาจุดที่เป็นสายไฟขาออกจาก Magnetic Contactor หรือ Overload Relay ที่วิ่งไปหามอเตอร์ 3. ใช้แคลมป์มิเตอร์ในการตรวจวัด ใช้ก้ามปูของมิเตอร์ คล้องสายไฟเพียงเส้นเดียว 4. วัดกระแสมอเตอร์ L2 ได้ค่า 39.6 Amp.
--	--

ตารางที่ 3.6 ตรวจสอบค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan

<p>รูปที่ 3.22 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวแกน (AV)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานการตรวจวัด Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ตามมาตรฐาน ISO 10816 ไม่มากกว่า 4 mm/s 2. วางหัววัดให้ ขนานกับแนวเพลลา จี้เข้าไปที่หน้าตรงของมอเตอร์ หรือด้านท้ายมอเตอร์ในทิศทางเดียวกับเพลลา 3. วัดค่า Vibration ในแนวแกน Axial Vertical ได้ค่า 0.44 mm/s
---	---

<p>รูปที่ 3.23 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวตั้งที่ตลับลูกปืน (BV)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานการตรวจวัด Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ตามมาตรฐาน ISO 10816 ไม่มากกว่า 4 mm/s 2. วางหัววัดไว้ที่ด้านบนสุด ของเสื้อลูกปืน จี๋หัววัดลงในแนวตั้ง ทำมุม 90 องศา กับเพลามอเตอร์ 3. วัดค่า Vibration ในแนว Bearing Vertical ได้ค่า 0.29 mm/s
<p>รูปที่ 3.24 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวตั้งที่ตลับลูกปืน (CV)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานการตรวจวัด Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ตามมาตรฐาน ISO 10816 ไม่มากกว่า 4 mm/s 2. วางหัววัดไว้ที่ด้านบนสุด ของเสื้อลูกปืน จี๋หัววัดลงในแนวตั้ง ทำมุม 90 องศา กับเพลามอเตอร์ 3. วัดค่า Vibration ที่จุด Casing Vertical ได้ค่า 0.19 mm/s
<p>รูปที่ 3.25 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวแกน-แนวราบ (AH)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานการตรวจวัด Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ตามมาตรฐาน ISO 10816 ไม่มากกว่า 4 mm/s 2. วางหัววัดที่ หน้าแปลนหรือเสื้อลูกปืน ขนานกับเพล่า จี๋เข้าที่ด้านหน้าหรือด้านท้ายของมอเตอร์ในทิศทางเดียวกับเส้นเพล่า 3. วัดค่า Vibration ที่จุด Axial Horizontal ได้ค่า 0.23 mm/s

<p>รูปที่ 3.26 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวราบที่ตลับลูกปืน (BH)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานการตรวจวัด Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ตามมาตรฐาน ISO 10816 ไม่มากกว่า 4 mm/s 2. วางหัววัดที่ ด้านข้างของเสื้อลูกปืน ขนานกับพื้น ทำมุม 90 องศา กับแนวตั้ง และตั้งฉากกับเพลามอเตอร์ 3. วัดค่า Vibration ที่จุด Bearing Horizontal ได้ค่า 0.39 mm/s
<p>รูปที่ 3.27 วัดค่า Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ในแนวราบที่เปลือกหุ้มลูกปืน (CH)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ค่ามาตรฐานการตรวจวัด Vibration ของมอเตอร์ Cooling Fan ตามมาตรฐาน ISO 10816 ไม่มากกว่า 4 mm/s 2. วางหัววัดที่ ด้านข้างของเสื้อลูกปืน ขนานกับพื้น ทำมุม 90 องศา กับแนวตั้ง และตั้งฉากกับเพลามอเตอร์ 3. วัดค่า Vibration ที่จุด Casing Horizontal ได้ค่า 0.03 mm/s

บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงาน

การตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower ของโรงไฟฟ้า มีดังนี้

- 4.1 การ PM Cooling Tower Cleaning (Fill Pack Mechanical Cleaning)
- 4.2 Inspection nozzle of Cooling Tower
- 4.3 Inspection ชุด Gear Box Cooling Fan
- 4.4 การตรวจสอบ และการบำรุงรักษา Cooling Tower
- 4.5 การ Operation Cooling Tower
- 4.6 Operation Cooling Tower Maintenance
- 4.7 การ Start Up Plant Cooling Tower

การบำรุงรักษา Cooling Tower ตามมาตรฐาน CTI STD-201 Cooling Technology Institute เน้นการรับรองประสิทธิภาพการระบายความร้อนที่สม่ำเสมอ โดยต้องตรวจสอบระบบการกระจายน้ำ (Water Distribution), ทำความสะอาดแผงฟิล์ม (Fill Pack) เพื่อป้องกันตะกรัน, ดูแลระบบพัดลมและสายพานให้ทำงานปกติ, และตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องทำงานได้ตามค่าที่กำหนด

ข้อกำหนดทางเทคนิคของเครื่อง Cooling Tower ตามมาตรฐาน CTI STD-201

- ชนิดของ Cooling Tower : INDUCED DRAFT COUNTER FLOW
- Thermal Heat Load : 29.47 MW (29,470 kW)
- Condenser Water Flowrate : ~ 600 GPM.
- Condenser Water Temp. In/Out : 100/90 F (41/32 C)
- Ambient Condition : 95/84 F (28.9 C)
- Fan Guard & Frame : Hot Dipped Gavanize
- Casing/Cover : Fibre Glass Reinforced Polyester/FRP
- Filling : PVC
- Inlet Louver : PVC
- Fan Speed : ไม่มากกว่า 485 RPM.
- Fan Drive : Belt Drive
- Power Supply : 380/3/50
- Motor : High Efficiency 1450 rpm (Eff. > 87.5%)

- Cold Water Basin : Fibre Glass ในตัว ไม่ก่อ Concrete Sump
- Sound Pressure Level : ไม่เกิน 90 dBA

For Cooling Towers and Closed-Circuit Coolers:

	SI Units	IP Units
Wet Bulb Temperature	10°C to 32.2°C	50°F to 90°F
Maximum Process Fluid Temperature	51.7°C	125°F
Minimum Range	2.2°C	4°F
Minimum Approach	2.8°C	5°F
Barometric Pressure (Cooling Towers)	77.8 kPa to 105 kPa	23 in Hg to 31 in Hg
Barometric Pressure (Closed-Circuit Coolers)	91.4 kPa to 105 kPa	27 in Hg to 31 in Hg

For Evaporative Refrigerant Condensers:

	SI Units	IP Units
Wet Bulb Temperature	10°C to 32.2°C	50°F to 90°F
Maximum Condensing Temperature	43.3°C	110°F
Barometric Pressure	91.4 kPa to 105 kPa	27 in Hg to 31 in Hg

For Dry Coolers:

	SI Units	IP Units
Dry Bulb Temperature	5°C to 50°C	41°F to 122°F
Maximum Process Fluid Temperature	100°C	212°F
Minimum Range	2.2°C	4°F
Minimum Approach	2.8°C	5°F
Barometric Pressure	91.4 kPa to 105 kPa	27 in Hg to 31 in Hg

รูปที่ 4.1.1 ชีตจำกัดการรับรองด้านความร้อนตามมาตรฐาน CTI STD-201

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ตามมาตรฐาน Liangchi (CTI STD-201)				
Data	ค่ามาตรฐาน	ค่าที่วัดได้	หน่วย SI	ผู้ตรวจสอบ
Circulating Water Flow	2,840	2,831	m ³ /hr	Maintenance
Hot inlet Water Temp	42	40	°C	เจษฎา
Cold outlet Water Temp	32	30	°C	เจษฎา
Wet Bulb Temp. Inlet	29	28.8	°C	Maintenance
Cooling Load	6,703	6,703	tonRT	Maintenance
ประสิทธิภาพมอเตอร์ Cooling Fan	100	92.6	%	เจษฎา

วิเคราะห์ค่า Hot Inlet Water Temp

ค่ามาตรฐาน (Design) = 42 °C

ค่าที่วัดได้จริง (Actual) = 40 °C

ผลต่าง (Difference) = ต่ำกว่ามาตรฐานอยู่ 2 °C

การสรุปผล

ภาระความร้อน (Heat Load) ต่ำกว่าที่ออกแบบ การที่น้ำไหลเข้ามีอุณหภูมิต่ำกว่าค่ามาตรฐาน แสดงว่ากระบวนการผลิตหรือเครื่องจักรที่ส่งน้ำมายัง Cooling Tower ปลดปล่อยความร้อนออกมาน้อยกว่าขีดความสามารถสูงสุดที่ระบบออกแบบไว้ เมื่อน้ำเข้าเย็นกว่าที่กำหนดไว้ จะทำให้ Cooling Tower ทำงานได้ง่ายขึ้น และมีโอกาสที่อุณหภูมิน้ำออก (Cold Outlet) จะทำได้ต่ำลงตามไปด้วย แม้ค่า Cooling Load ในตารางจะระบุเท่ากันที่ 6,703 tonRT แต่การที่อุณหภูมิน้ำเข้าต่ำลงในขณะที่อัตราการไหลใกล้เคียงเดิม บ่งบอกว่าระบบในขณะที่วัดค่า ไม่ได้ทำงานหนักเต็มที่

วิเคราะห์ค่า Cold Outlet Water Temp

ค่ามาตรฐาน (Design) = 32 °C

ค่าที่วัดได้จริง (Actual) = 30 °C

ผลต่าง (Difference) = เย็นกว่าค่ามาตรฐานอยู่ 2 °C

การสรุปผล

การที่อุณหภูมิน้ำขาออกทำได้ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน แสดงว่า Cooling Tower ชุดนี้สามารถดึงความร้อนออกจากน้ำได้ดีมากในสภาวะแวดล้อมขณะที่วัดค่า โดยมีความสัมพันธ์กับ Wet Bulb Temperature (อุณหภูมิกระเปาะเปียก) ที่วัดได้คือ 28.8 °C ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย (29 °C) ส่งผลบวกให้หอหล่อเย็นทำอุณหภูมิน้ำให้เย็นลงได้ง่ายขึ้น โดยน้ำเย็นที่ 30 °C จะถูกส่งกลับไปหล่อเย็นเครื่องจักรหรือคอนเดนเซอร์ได้มีประสิทธิภาพมากกว่าน้ำที่ 32 °C ช่วยให้เครื่องจักรปลายทางทำงานได้เสถียรขึ้นและประหยัดพลังงาน ส่งผลดีต่อระบบโดยรวม

วิเคราะห์หาประสิทธิภาพมอเตอร์ Cooling Fan

$$I_1 = 38.3 \text{ A}$$

$$I_2 = 39.6 \text{ A}$$

$$I_3 = 37.6 \text{ A}$$

ค่าเฉลี่ยกระแส $I_{avg} = \frac{38.3+39.6+37.6}{3} = 38.5 \text{ A}$

แรงดัน (V) = 400 V

Power Factor (PF) = 0.85 P_{in}

สูตรหากำลังไฟฟ้าเข้า (P_{in})

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V \times I_{avg} \times PF$$

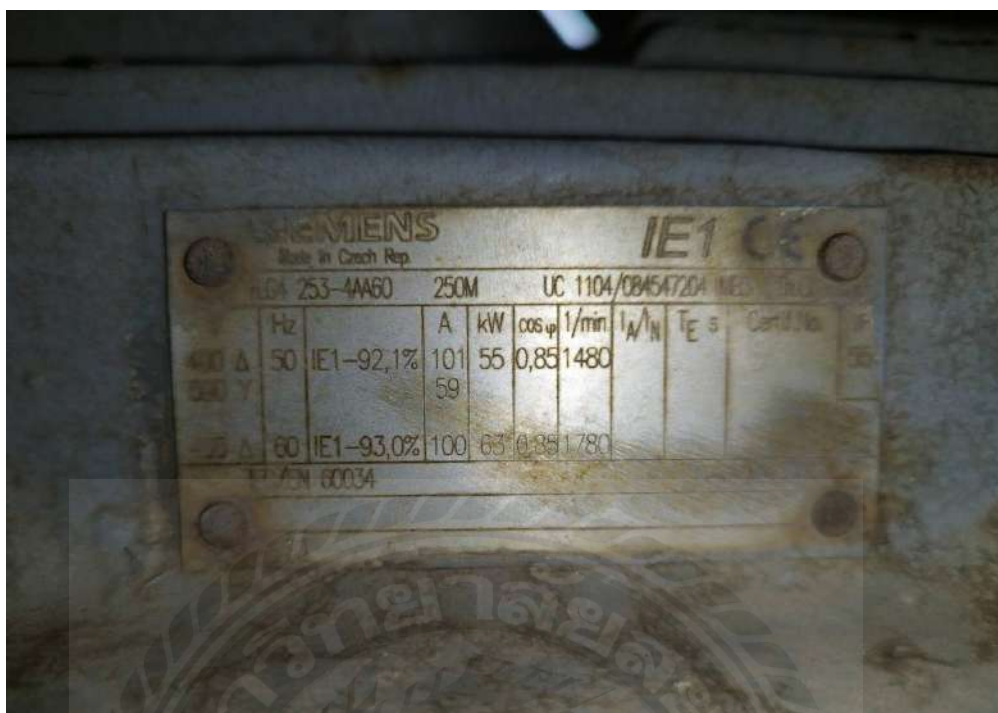
แทนค่า

$$P_{in} = 1.732 \times 400 \times 38.5 \times 0.85$$

$$= 22,671.88 \text{ W}$$

คำนวณหา Efficiency ขณะมอเตอร์ทำงาน P_{out}

$$P_{out(actual)} = P_{rated} \times \frac{I_{avg}}{I_{rated}}$$



รูปที่ 4.1.2 Nameplate ของมอเตอร์ Cooling Fan

กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ = 55 kW

กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ แบบเต็มโหลด = 101 A

$$P_{\text{out(actual)}} = 55 \times \frac{38.5}{101} = 21.0 \text{ kW}$$

Efficiency ของมอเตอร์ Cooling Fan ขณะเดินเครื่อง

$$n = \frac{21.0}{22.67} \times 100$$

$$= 92.6 \%$$

สรุป ประสิทธิภาพของมอเตอร์ Cooling Fan ในปัจจุบัน เท่ากับ 92.6 % ยังสามารถใช้งานได้ดี มอเตอร์ไฟฟ้าเสียพลังงานไปกับความร้อน แรงแเสียดทาน และการสูญเสียในแกนเหล็ก ระดับ 92.6% ถือว่าใกล้เคียงกับมาตรฐานมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงพิเศษ (IE3 หรือ IE4) โดยพลังงานที่สูญเสียไปเพียง 7.4% ซึ่งเกิดจากความร้อนสะสมในตัวมอเตอร์เอง

* Hot (inlet) Water Temp.	°C	Nor. 41.0 °C
* Cold (outlet) Water Temp.	°C	Nor. 32.0 °C
* Wet Bulb Temp. Inlet	°C	29.0 °C
Total Pumping Head	mm	6738
Distance from top Drift to Fan Deck	mm	1950 Min (Plenum Height)
Total Fan B.H.P (Driver Output)	kW	92.8 (46.4 kWx2)
Drift Loss % of circulating flow@ 0.5 ppm Residue chlorine		0.001 % (0.0284 Cu.m/Hr)
Evaporation Loss (at design)		1.38% (39.11 Cu.m/Hr) @ 76.8 % RH
Thermal heatload	MW	29.47
	Million kcal/Hr	25.34
Total coling Load	tonRT	6,703
Cooling Tower cell Size	tonRT	3,400
Number of Cell	Cell	2
* Design Wind Load	Kg/m2	150
* Design Seismic Load		As per UBC
* Tower Site (ground level, roof, etc.)		Ground Level
* Elevation Above sea Level	m	About MSL +5
* Tower Exposure		All around the cell

รูปที่ 4.1.3 ค่ามาตรฐาน Thermal Healload

วิเคราะห์หาประสิทธิภาพทางความร้อน ของ Cooling Tower

$$T_{in} \text{ (Hot Water Temperature)} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{out} \text{ (Cold Water Temperature)} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{wb} \text{ (Wet Bulb Temperature)} = 28.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{พิสัยความเย็น (Range)} = T_{in} - T_{out} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C} - 30 \text{ }^{\circ}\text{C} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{ระยะเข้าใกล้ (Approach)} = T_{out} - T_{wb} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} - 28.8 \text{ }^{\circ}\text{C} = 1.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Efficiency (\%)} = \frac{\text{Range}}{\text{Range} + \text{Approach}} \times 100$$

$$\text{Efficiency (\%)} = \frac{10}{10 + 1.2} \times 100$$

$$= 89.29 \%$$

สรุป ประสิทธิภาพทางความร้อนของ Cooling Tower ที่คำนวณได้คือ 89.29 % อยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม แผงระบายความร้อน ไม่มีตะกรันหรือสิ่งสกปรกอุดตัน ที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ไม่ดี และหัว Nozzle ยังทำงานได้ดี สามารถกระจายน้ำได้ทั่วถึง และพัดลมระบายอากาศสามารถทำปริมาณลมได้เต็มประสิทธิภาพ และ Cooling Tower ยังคงสามารถใช้งานได้เป็นระยะเวลาเกิน 10 ปีขึ้นไป

4.1 การ PM Cooling Tower Cleaning (Fill Pack Mechanical Cleaning)

4.1.1 มาตรฐานการล้างแผงระบายความร้อน (Fill Pack) ในคูลลิ่งทาวเวอร์ ประกอบด้วย

1. ความปลอดภัยและเตรียมการ ปิดระบบคูลลิ่งทาวเวอร์และระบบไฟฟ้า ปิดพัดลม และระบายน้ำออกจากอ่างพักน้ำ
2. การล้างด้วยน้ำแรงดันสูง (Pressure Washer) ใช้ปืนฉีดน้ำแรงดันสูงฉีดล้างคราบตะกอน สิ่งสกปรก และเศษตะกอนออกจากพื้นผิว Fill pack ทั้งด้านบนและด้านล่าง
3. การใช้สารเคมี (Chemical Cleaning) หากมีตะกอนแข็งเกาะ ให้ใช้สารเคมี กำจัดตะกอนที่ปลอดภัย และใช้น้ำอุ่นผสมเพื่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้น
4. การฆ่าเชื้อ (Disinfection) เติมสารฆ่าเชื้อราและสาหร่ายเพื่อกำจัดแบคทีเรียและจุลินทรีย์ที่สะสมอยู่
5. ตรวจสอบและทำความสะอาด ทำความสะอาดภายในและภายนอกหอคูลลิ่งทาวเวอร์ ล้างน้ำสะอาดซ้ำอีกครั้ง และตรวจสอบความสะอาดก่อนใช้งาน

ตารางที่ 4.1 การ PM Cooling Tower Cleaning (Fill Pack Mechanical Cleaning)

<p>รูปที่ 4.1 Spray nozzle ของ Cooling water</p> 	<p>1. ตรวจสอบความเสียหาย และสภาพของ Spray Nozzle ของ Cooling Water Return และหากพบว่าเกิด ความเสียหายให้ดำเนินการแก้ไข</p>
<p>รูปที่ 4.2 ถอดล้างทำความสะอาด Spray Nozzle และ Fill Pack</p> 	<p>2. ทำการล้างทำความสะอาด Spray Nozzle และดำเนินการติดตั้งกลับ</p> <p>3. ดำเนินการรื้อถอด Fill Pack และ Drift Eliminator ด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้ชิ้นงานเกิดความเสียหาย ด้วยวิธีการหย่อนด้วยเชือก หรือวิธีการลำเลียงตั้งนั้งร้านเป็นแนวทแยงเพื่อนำเอา Fill Pack และ Drift Eliminator ออกมายังพื้นที่ล้าง</p>

<p>รูปที่ 4.3 ทำความสะอาด Fill Pack</p> 	<p>4. ทำการล้างทำความสะอาด Fill Pack และ Drift eliminator ให้สะอาดโดยใช้ High Pressure Water Jet และจัดเตรียม High Pressure Water Jet ให้เพียงพอกับการล้าง Fill Pack และ Drift Eliminator จำนวนหลายชิ้น</p>
<p>รูปที่ 4.4 ตรวจสอบความเสียหาย Fill Pack</p> 	<p>5. ตรวจสอบความเสียหาย และสภาพของ Fill Pack และ Drift Eliminator เพื่อที่จะดำเนินการเปลี่ยนจำนวนทั้งหมดที่เสียหาย</p> <p>6. จัดเตรียมวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการปฏิบัติงาน</p>
<p>รูปที่ 4.5 ทำความสะอาดบริเวณ Cooling Tower</p> 	<p>7. ดำเนินการทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติให้เรียบร้อย</p>

4.2 Inspection Nozzle of Cooling Tower

มาตรฐานการตรวจสอบหัวฉีดน้ำ (Nozzle) ของ Cooling Tower เน้นการตรวจสอบความสะอาด การกระจายน้ำที่สม่ำเสมอ และความแข็งแรงของอุปกรณ์เป็นสำคัญ เพื่อป้องกันการอุดตันจากคราบตะกอนและสิ่งสกปรก ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการระบายความร้อน โดยควรทำความสะอาดเป็นประจำด้วยการถอดล้างหรือแปรงขัด

ขั้นตอนการตรวจสอบ

4.2.1. ตรวจสอบการอุดตัน หัวฉีดมักเกิดตะกอน, สนิม หรือสิ่งสกปรกอุดตัน ทำให้การกระจายน้ำไม่ทั่วถึง

4.2.2 ตรวจสอบการแตกหักและสึกหรอ ตรวจสอบหัวฉีดมีรอยแตก รู หรือการสึกหรอที่ผิดปกติหรือไม่ ซึ่งอาจเกิดจากการกัดกร่อนหรือการสั่นสะเทือน

4.2.3 ประเมินการกระจายน้ำ สังเกตรูปแบบการฉีดน้ำ (Spray Pattern) หากมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ หรือเป็นเส้น หยดใหญ่เกินไป แสดงว่ามีปัญหา

4.2.4 ตรวจสอบความสะอาด ทำความสะอาดหัวฉีดและบริเวณใกล้เคียงเพื่อลดการสะสมของตะกอน

4.2.5 ตรวจสอบการติดตั้ง ตรวจสอบหัวฉีดติดตั้งแน่นหนาดีหรือไม่ และท่อส่งน้ำ (Distribution System) มีการรั่วซึมหรือเสียหายหรือไม่

4.2.6 ทดสอบการไหล (Flow Rate) หากจำเป็น อาจต้องวัดอัตราการไหลของน้ำผ่านหัวฉีดแต่ละตัว เพื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน

4.2.7 การปรับปรุงหรือเปลี่ยน หากพบหัวฉีดที่มีปัญหา ให้พิจารณาทำความสะอาด ปรับแต่งหรือเปลี่ยนหัวฉีดใหม่ที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน (เช่น แบบ Air Atomizing หรือ Full Cone) เพื่อการกระจายน้ำที่ดีที่สุด

ตารางที่ 4.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น และการวิธีแก้ไข Nozzle of Cooling Tower

<p>รูปที่ 4.6 หัว Nozzle ที่อุดตัน</p> 	<p>ปัญหาที่เกิดขึ้น</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. น้ำ Cooling เข้า Header ได้ไม่เต็มท่อ ทำให้ไม่มีน้ำออกจาก Nozzle เนื่องจาก หัว Nozzle ตันจากมีเศษปูนอุดตัน จากเศษปูนก้อนเล็ก 2. ท่ออุดตัน จากเศษปูน ทำให้น้ำ Cooling ออกไปยัง Fill Pack ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ
<p>รูปที่ 4.7 ถอดหัว Nozzle เพื่อทำความสะอาด</p> 	<p>วิธีดำเนินการแก้ไข</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำการถอดหัว Nozzle ออกมาทำความสะอาด และเคลียร์เศษปูนที่ติดค้าง 2. ทำการเปิดหัวของท่อน้ำ แล้วเดินน้ำ Cooling เพื่อไล่เอาปูนที่ติดค้างออกจากท่อ

4.3 Inspection ชุด Gear Box Cooling Fan

มาตรฐานการตรวจสอบ (Inspection) ชุดเกียร์บ็อกซ์พัดลมคูลิ่งทาวเวอร์ (Gear Box Cooling Fan) ที่สำคัญคือการตรวจสอบระดับและคุณภาพน้ำมันหล่อลื่น, วัดระดับความสั่นสะเทือน (Vibration), ฟังเสียงผิดปกติ, ตรวจสอบอุณหภูมิเสื้อเกียร์, และตรวจสอบความแน่นหนาของน็อตยึดเกียร์-มอเตอร์ เพื่อป้องกันเกียร์พังจากการซ่อมผิดมาตรฐาน

การตรวจสอบเบื้องต้น และการบำรุงรักษา

- 4.3.1 ความสะอาด ตรวจสอบภายนอกตัวเรือนเกียร์ว่ามีสิ่งสกปรกมากเกินไปหรือไม่ ซึ่งอาจขัดขวางการระบายความร้อน
- 4.3.2 การรั่วซึม ตรวจสอบรอยรั่วของน้ำมันรอบซีล
- 4.3.3 ความแน่นหนา ตรวจสอบฮาร์ดแวร์ (น็อต สลัก) ต่างๆ ว่าแน่นดีหรือไม่
- 4.3.4 คุณภาพน้ำมัน ถ่ายน้ำมันออกมาตรวจสอบดูว่ามีสิ่งแปลกปลอม เช่น น้ำ เศษโลหะ หรือตะกอนปนเปื้อนหรือไม่
- 4.3.5 การเปลี่ยนแปลงสี น้ำมันที่เปลี่ยนสีแสดงถึงความร้อนสูงเกินไป หรือน้ำมันเสื่อมสภาพ
- 4.3.6 ระยะฟันเฟือง (Gear Play) หมุนเพลลาเกียร์เพื่อสังเกตระยะฟรี (Backlash) ของฟันเฟือง และตรวจสอบการขบกันของฟันเฟืองว่าปกติหรือไม่
- 4.3.7 การเคลื่อนที่ของเพลลา (End Float) ดึงปลายใบพัดขึ้นลงเพื่อดูการเคลื่อนที่ของเพลลาขับเฟืองท้าย
- 4.3.8 เสียง (Noise) ฟังเสียงผิดปกติขณะเครื่องทำงาน
- 4.3.9 ความสั่นสะเทือน (Vibration) วัดระดับการสั่นสะเทือน โดยใช้เครื่องมือวัด Vibration Meter
- 4.3.10 อุณหภูมิ (Temperature) วัดอุณหภูมิที่ตัวเรือนเกียร์และส่วนประกอบอื่นๆ ว่าร้อนเกินมาตรฐานหรือไม่

ตารางที่ 4.3 ปัญหาที่เกิดขึ้น และการวิธีแก้ไข ชุด Gear Box Cooling Fan

<p>รูปที่ 4.8 จุดที่สายน้ำมันเกียร์รั่ว</p> 	<p>ปัญหาที่เกิดขึ้น</p> <p>ชุด Gear Box ตรงบริเวณสายน้ำมันเกียร์ มีน้ำมันซึมหยุด สาเหตุเกิดจาก เข็มขัดรัดสายท่อน้ำมันเกียร์ หลวม ไม่แน่น</p>
<p>รูปที่ 4.9 ชนสายรัดท่อให้แน่น</p> 	<p>วิธีการแก้ไข</p> <p>ทำการชนสายรัดท่อน้ำมันเกียร์ให้แน่น</p>

4.4 การตรวจสอบ และการบำรุงรักษา Cooling Tower

ตารางที่ 4.4 การตรวจสอบ และการบำรุงรักษา Cooling Tower

<p>รูปที่ 4.10 ตรวจสอบความสะอาดของเครื่องจักรและอุปกรณ์</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบความสะอาดของเครื่องจักรและอุปกรณ์</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำความสะอาด</p>
<p>รูปที่ 4.11 ตรวจสอบ ความผูกกร่อนของคอนกรีตและโครงสร้าง</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบ ความผูกกร่อนของคอนกรีตและโครงสร้าง</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำการแจ้งซ่อม</p>
<p>รูปที่ 4.12 ตรวจสอบ การกระจายของน้ำ (Spray Nozzle)</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบ การกระจายของน้ำ(Spray Nozzle) โดยน้ำที่ออก จะต้องกระจายสม่ำเสมอ</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำการแจ้งซ่อม ล้างหัวฉีด Nozzle หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>

<p>รูปที่ 4.13 ตรวจสอบ Cooling Fill Pack และ Drift Eliminator</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ดูการชำรุดและความเสื่อมสภาพ</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำการแจ้งซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.14 ตรวจสอบความผิดปกติของโครงสร้าง Level Switch</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบความผิดปกติของโครงสร้าง Level Switch หรือ Proximity Sensor Switch</p> <p>วิธีการแก้ไข ประเมินสภาพเพื่อทำการแจ้งซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.15 ตรวจสอบการผิดปกติ Temperature Transmitter</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการผิดปกติ Temperature Transmitter และอุณหภูมิ น้ำ Inlet กับ Outlet อยู่ในเกณฑ์ที่เดินเครื่องได้ ดู Diff Temp 7-8 °C (Design 35-43 °C)</p> <p>วิธีการแก้ไข ประเมินสภาพเพื่อทำการแจ้งซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>

<p>รูปที่ 4.16 ตรวจสอบการผูกרון Pressure Transmitter</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการผูกרון Pressure Transmitter ต้องไม่ชำรุด</p> <p>วิธีการแก้ไข ประเมินสภาพเพื่อทำการแจ้งซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.17 ตรวจสอบราวบันได ทางเดิน</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบ ความผูกרון ของ บันไดและราวกันตก</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำการเปลี่ยนราวและบันไดใหม่ให้พร้อมใช้งาน</p>
<p>รูปที่ 4.18 ตรวจสอบ ความผูกרוןของ ท่อ Main Cooling</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบ ความผูกרוןของ ด้าน Suction และ ด้าน Discharge ต้องไม่มีน้ำ Cooling Water รั่วไหลออกมา</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำการแจ้งซ่อม อุดรอยรั่ว หรือเปลี่ยนท่อใหม่</p>

<p>รูปที่ 4.19 ตรวจสอบ Bolt-Nut ยึดฐานมอเตอร์</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบ Bolt-Nut ยึดฐานมอเตอร์หลวมคลอนหรือไม่</p> <p>วิธีการแก้ไข แก้ไขเบื้องต้นโดยการขันอัด</p>
<p>รูปที่ 4.20 ตรวจสอบการทำงานของ Drive Shaft</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการทำงานของ Drive Shaft LRF 450.275SS DBSE 2100 mm. และ Coupling ว่ามีการเหวียงหรือไม่</p> <p>วิธีการแก้ไข หยุดการทำงานของเครื่องจักร และทำการแจ้งซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.21 ตรวจสอบการผูกרון Gear Reducer</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการผูกרון Gear Reducer การรั่วไหลของน้ำมันบริเวณเครื่องจักร และ ตามจุดต่างๆ</p> <p>วิธีการแก้ไข หาจุดรั่วไหล แก้ไขเบื้องต้นโดยการขันอัด</p>

<p>รูปที่ 4.22 ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์ Oil Tank</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์ ที่ Oil Tank ต้องไม่ต่ำกว่า 50% และ การรั่วไหลของน้ำมัน บริเวณเครื่องจักร และ ตามจุดต่างๆ</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำความสะอาด หาจุดรั่วไหล แก้ไขเบื้องต้น โดยการขันอัด</p>
<p>รูปที่ 4.23 ตรวจสอบการทำงานของระบบ Vibration Sensor</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการผูกเรือนของและการทำงานของระบบ Vibration Sensor (ค่าไม่เกิน 4 mm/s)</p> <p>วิธีการแก้ไข หากค่าเกินผิดปกติให้ทำการแจ้งซ่อม หรือ เปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.24 ตรวจสอบสภาพ Stack Fan</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบสภาพ Stack Fan ไม่มีการคลายตัวของน็อตยึดโครงสร้าง</p> <p>วิธีการแก้ไข แก้ไขเบื้องต้นโดยการขันอัด</p>

<p>รูปที่ 4.25 ตรวจสอบการทำงานของ Coupling</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการทำงานของ Coupling ต้องไม่มีเสียงดัง</p> <p>วิธีการแก้ไข Switching เครื่องจักร ตัดแยกระบบ และทำการซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.26 ตรวจสอบสภาพลูกปืน ของปั๊ม</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ การฟังเสียงลูกปืนหอน วัดอุณหภูมิแบร์ริง ตรวจสอบการสั่นสะเทือน และสอบการโยกของเพลลา</p> <p>วิธีการแก้ไข เปลี่ยนลูกปืนใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.27 ตรวจสอบ Expansion joint</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบ Expansion Joint ต้องไม่มีจุดรั่วไหล ของน้ำ Cooling Water ออกมา</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำการแจ้งซ่อม อุดรอยรั่ว</p>


<p>รูปที่ 4.28 ตรวจสอบการผูกกรณ์ และตรวจสอบค่า Pressure Gauge</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการผูกกรณ์ และค่าที่อ่านได้ Pressure Gauge ด้าน Suction (0.5 Bar) และ Discharge (2.5 Bar)</p> <p>วิธีการแก้ไข หากค่าเพี้ยน ทำการเปลี่ยน Pressure Gauge ใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.29 ตรวจสอบ การผูกกรณ์ Check Valve</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบ การผูกกรณ์ Check Valve ต้องไม่มีจุดรั่วไหล ของน้ำ Cooling water ออกมา</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำการแจ้งซ่อม อุดรอยรั่ว</p>
<p>รูปที่ 4.30 ตรวจสอบ Motor, Terminal box, Extraction Fan</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบเสียง และการทำงานของ Motor, Terminal Box, Extraction Fan</p> <p>วิธีการแก้ไข ประเมินสภาพเพื่อแก้ไขเบื้องต้น และทำการซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>

<p>รูปที่ 4.31 ตรวจสอบ การรั่วไหลของน้ำที่บริเวณท่อ UPVC</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบ ดูการรั่วไหลของน้ำที่บริเวณท่อ UPVC และหน้าแปลน</p> <p>วิธีการแก้ไข แก้ไขเบื้องต้นโดยการขันอัด</p>
<p>รูปที่ 4.32 ตรวจสอบ การผูกרון Mechanic มิเตอร์</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการผูกרון และการทำงานของ Mechanic มิเตอร์</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำความสะอาด และประเมินสภาพ หากผิดปกติให้ทำการแจ้งซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.33 ตรวจสอบการผูกרון Butterfly Valve</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการผูกרון Butterfly Valve ด้าน Discharge Valve</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำความสะอาด และประเมินสภาพ หากผิดปกติให้ทำการแจ้งซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>

<p>รูปที่ 4.34 ตรวจสอบ Support และ แคลมป์รัดท่อ</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการผุกร่อนของ Support และ แคลมป์รัดท่อ</p> <p>วิธีการแก้ไข ประเมินสภาพเพื่อแก้ไขเบื้องต้น โดยการ เปลี่ยน Support ใหม่ และแคลมป์รัดท่อใหม่ ให้พร้อมใช้งาน</p>
<p>รูปที่ 4.35 ตรวจสอบ Chemical Tank</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบ Chemical Tank เพื่อดูการรั่วไหล ของสารเคมี</p> <p>วิธีการแก้ไข แก้ไขเบื้องต้นโดยการใช้แผ่นกาวปิด</p>
<p>รูปที่ 4.36 ตรวจสอบการทำงานหรือการไหล ของสารเคมี</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการทำงานหรือการไหลของสารเคมี</p> <p>วิธีการแก้ไข แก้ไขเบื้องต้นโดยการไล่อากาศ</p>

<p>รูปที่ 4.37 ตรวจสอบโครงสร้างไฟส่องสว่าง</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <p>ตรวจสอบสภาพความพร้อมใช้งานของไฟส่องสว่าง ต้องไม่มีไฟดับ สามารถติดใช้งานได้ตลอดเวลา</p> <p>วิธีการแก้ไข</p> <p>เปลี่ยนไฟส่องสว่างใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.38 ตรวจสอบการทำงานของ ใบพัด หรือ Fan blade</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <p>ตรวจสอบการทำงานของ ใบพัด หรือ Fan blade ว่ายังปกติหรือไม่</p> <p>วิธีการแก้ไข</p> <p>ทำการแจ้งซ่อม เพื่อเปลี่ยนใบพัดใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.39 ตรวจสอบเสียงใบพัด ขณะเครื่องจักรทำงาน</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ</p> <p>ประเมินเสียงจากหน้างาน หากมีเสียงดังผิดปกติ</p> <p>วิธีการแก้ไข</p> <p>ตั้งศูนย์ถ่วงใบพัดใหม่</p>

<p>รูปที่ 4.40 ตรวจสอบความผิดปกติของ Gear Reducer</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ฟังเสียงผิดปกติของเกียร์ ดูการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์ ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์ว่ามีน้ำผสมหรือไม่</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำการแจ้งซ่อม และเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.41 ตรวจสอบอ่างน้ำเย็น Water Basin</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบสนิม หรือสิ่งเจือปนภายในอ่างน้ำเย็น</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำความสะอาด โดยใช้แปรงขัด รวมถึงบริเวณข้อต่อต่างๆ และใช้น้ำฉีดล้าง</p>
<p>รูปที่ 4.42 ตรวจสอบแผงดักละอองน้ำ Drift Eliminator</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบสิ่งสกปรกที่ติดภายในแผงดักละอองน้ำ</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำความสะอาดโดยการฉีดล้าง โดยทำการฉีดล้างในขณะที่τριฟท์แห้ง</p>

<p>รูปที่ 4.43 ตรวจสอบโครงสร้าง Cooling Tower</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบโครงสร้างในส่วนที่เป็นเหล็ก มีสนิมหรือไม่ และตรวจสอบการผูกมัดของน็อตที่ใช้ยึดส่วนต่างๆ ของโครงสร้าง</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำความสะอาด และทาสีใหม่กันสนิม</p>
<p>รูปที่ 4.44 ตรวจสอบมอเตอร์ขับเคลื่อน</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ฟังเสียงผิดปกติของมอเตอร์ และสังเกตการสั่นของมอเตอร์</p> <p>วิธีการแก้ไข ตรวจสอบกระแสไฟที่ส่งไปยังมอเตอร์ หากพบสิ่งผิดปกติ ให้ทำการแจ้งซ่อม และเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่</p>
<p>รูปที่ 4.45 ตรวจสอบท่อจ่ายน้ำ Water Distribution</p> 	<p>วิธีการตรวจสอบ ตรวจสอบการรั่วที่รอยต่อที่หัวจ่ายน้ำ ปริมาณการไหล ดูความหนาแน่นของน้ำที่ตกลงผิวน้ำ ควรกระจายสม่ำเสมอทั่วของ Cooling Tower</p> <p>วิธีการแก้ไข ทำความสะอาดอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ</p>

4.5 การ Operation Cooling Tower

4.5.1 การ Operation Cooling Tower ก่อนการ Start Up Cooling Tower มีดังนี้

1. ให้ทำความสะอาดสิ่งสกปรกหรือขยะออกจาก Water Basin / Sump / Screen
2. เริ่มเปิดน้ำให้หมุนเวียนน้ำเพิ่มขึ้นทีละน้อยจนถึง Flow ที่ออกแบบไว้และหมุนเวียนไปเรื่อยๆ หลายๆ วันก่อนที่จะเริ่ม Start Mechanical Equipment
3. ทำการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกอุปกรณ์ก่อนที่จะเริ่ม Start Up Mechanical Equipment
4. ตรวจสอบ Alignment Gear / Drive Shaft / Motor
5. ตรวจสอบ Tighten Bolt ของ Fan Stack Joint
6. ตรวจสอบ Tighten Bolt ทั้งหมดโดยเฉพาะฐานเกียร์ ฐานมอเตอร์ พัดลม Coupling และ Coupling Guard
7. ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์และสอบท่อน้ำมันว่ามีการรั่วซึมหรือไม่
8. ลองหมุนพัดลมด้วยมือเพื่อตรวจสอบว่ามีการติดขัดหรือไม่
9. ทำการตรวจสอบ Motor Insulation ด้วยเครื่องมือวัดความต้านทานฉนวน
10. ทำการเติมจารบีหรือน้ำมันหล่อลื่นของมอเตอร์ตามที่ระบุในคู่มือของมอเตอร์ที่ได้มาจากผู้ผลิต
11. ลองสตาร์ทพัดลมทีละชุดด้วยเวลาสั้นๆ เพื่อตรวจสอบว่ามี Vibration หรือเสียงอะไรผิดปกติหรือไม่
12. ตรวจสอบระบบ Make-Up Water ว่าทำงานหรือไม่
13. ตรวจสอบให้มั่นใจว่าระบบ Blow Down จะ Blow Down ปริมาณน้ำที่เหมาะสม

4.5.2 ข้อควรระวังระหว่างการ Operation มีดังนี้

1. น้ำที่เข้า Cooling Tower จะต้องไม่เกิน 60 °C เพราะทำให้ Fill Pack เสียรูปได้
2. เพื่อให้ Cooling Tower คงประสิทธิภาพการทำงาน ควรรักษาให้ Cooling Tower สะอาดและระบบการกระจายน้ำ Uniform
3. ไม่ควรเดินพัดลม Cooling Fan หมุนกลับทาง

Cold Water Collection Basin

ความลึกของน้ำในบ่อที่เหมาะสมคือจะต้องรักษาระดับน้ำ จะต้องไม่ตึงอากาศเข้าสู่บ่อ ควรปรึกษาคู่มือผู้ผลิตบ่อและปริมาณน้ำ Make-Up จะต้องเพียงพอที่จะรักษาระดับน้ำที่ระดับข้างต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณ Evaporation Loss , Drift Loss และ Blow Down

หากอุณหภูมิ Wet-Bulb เปลี่ยนก็จะส่งผลให้อุณหภูมิ Cold Water เปลี่ยนไปด้วย แต่อุณหภูมิน้ำเย็นจะไม่เปลี่ยนเป็นสัดส่วนแปรผัน ตรงแบบ Linear กับอุณหภูมิ Wet-Bulb

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์เสียงของ Cooling Tower

อาการ	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
มีตะกอน และสาหร่าย เจริญเติบโตได้ดี	<ul style="list-style-type: none"> - ถายน้ำทิ้งน้อยเกินไป - น้ำที่เติมมีความกระด้างสูง - ตะไคร่และสาหร่าย เจริญเติบโตได้ดี กรณีได้รับแดด	<ul style="list-style-type: none"> - ให้ถายน้ำทิ้งเพิ่มขึ้น - ตรวจสอบการทำงานของ Softener - ใช้ฝาปิดถาดน้ำร้อน
พัดลมสั่น และเสียงดัง	<ul style="list-style-type: none"> - ใบพัดสัมผัสสิ่งกีดขวาง หรือ บิดงอ - ปรับมุมใบพัดไม่เท่ากัน - มีการหลุดหลวมของหัวน็อต - ใบพัดไม่สมดุล 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบใบพัด และสิ่งกีดขวาง - ปรับมุมใบพัดใหม่ - ตรวจสอบหัวน็อตและขันให้แน่น - ถอดออกมาถ่วงให้สมดุล
เกียร์มีเสียงดัง	<ul style="list-style-type: none"> - มีการขยับตำแหน่งมอเตอร์ - น้ำมันแห้ง - ลูกปืนมอเตอร์หลวม 	<ul style="list-style-type: none"> - ขยับตำแหน่งมอเตอร์ให้ถูกต้อง - ตรวจสอบระดับและเติมน้ำมันเกียร์ - ตรวจสอบลูกปืนมอเตอร์
สิ้นเปลืองน้ำมันเกียร์มาก	<ul style="list-style-type: none"> - ซีลบกพร่อง - รั่วซึมหน้าท่อน้ำแปลน มอเตอร์ หรือรอยต่อของเสื้อเกียร์	<ul style="list-style-type: none"> - เปลี่ยนซีลใหม่ - ถอดออก ทาสีลกันรั่ว และประกอบกลับเข้าไปใหม่

4.6 Operation Cooling Tower Maintenance

4.6.1 การปฏิบัติงานบำรุงรักษาหอระบายความร้อน มีดังนี้

1. Hot Water Distribution System

ควรรักษาท่อกระจายน้ำ และท่อเมนให้สะอาดปราศจากสิ่งสกปรก สาหร่าย หรือสิ่งแปลกปลอมซึ่งจะทำให้เกิดการตันในหัวกระจายน้ำ Drift Eliminators, Fill Pack และท่อ ที่จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของ Cooling Tower ลดลง

2. Gear Reducer

ให้ตรวจสอบระดับน้ำมันรายสัปดาห์และรายเดือนควรตรวจสอบส่วนประกอบภายในทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำมัน หรืออ้างอิงตามคู่มือของผู้ผลิต Gear Reducer Service Manual

3. Cold Water Collection Basin

ให้ตรวจสอบบ่อเก็บน้ำตามโอกาสที่มีการ Shutdown เพื่อตรวจสอบว่ามีรอยรั่วแตก ร้าว หรือไม่ และให้รีบทำการซ่อมแซมรักษาท่อทางออก Cold Water ให้สะอาดปราศจากสิ่งแปลกปลอม ท่อ Makeup จะต้องมีการทำงานเติมน้ำในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อรักษาระดับน้ำของระบบให้คงที่

4. Electric Motor

ให้ทำการหล่อลื่นหรือดูแลรักษา Motor ตามที่ระบุไว้ในคู่มือของมอเตอร์ หากต้องการซ่อมหรือแก้ไข ควรติดต่อตัวแทนผู้ผลิตที่อยู่ใกล้ที่สุด

5. Cooling Fan

ให้ตรวจสอบสภาพผิวใบพัดทุกๆ 6 เดือน ส่วนรายละเอียดให้ดูในคู่มือจากบริษัทผู้ผลิต

6. Paining

ควรทำความสะอาดเป็นระยะ และหากพบการผุกร่อน ควรทำการทาสีส่วนที่เป็นเหล็กที่เริ่มมีการผุกร่อน

7. Maintenance Of Fill Performance

การอุดตันใน Fill Pack (Fill Clogging) เป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพของ Tower ลดลง จึงควรทำความสะอาดโดยการฉีดล้าง

8. Drift Eliminators

ควรรักษาให้สะอาดเพื่อไม่ให้เกิดการตันส่งผลถึง Pressure Drop ในระบบสูงขึ้น

9. Drive Shaft

ให้ตรวจสอบ Alignment และสภาพทุกๆ 6 เดือนหรือดูจากคู่มือของ Drive Shaft เพื่อที่จะแก้ไขการ Misalignment, Balancing, หรือเปลี่ยน Parts



4.7 การ Start Up Plant Cooling Tower

4.7.1 ขั้นตอนการดำเนินการ Start Up Plant Cooling Tower หลังจากการ Shutdown มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. เติมน้ำเย็นในบ่อ Basin ทำการหมุนเวียนน้ำในระบบจนถึงระดับที่ออกแบบไว้
2. ทำการล่อน้ำที่ปั๊ม Main Cooling
3. ให้อ่อนๆ เพิ่มปริมาณการหมุนเวียนน้ำทีละน้อยจนถึงปริมาณน้ำที่ออกแบบไว้เพื่อป้องกัน Water Hammer ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ระบบได้
4. ทำความสะอาด Sump Screens หลากๆ ครั้งช่วงสัปดาห์แรกของการเริ่มทำงาน
5. เริ่ม Start พัดลมประมาณ 30 นาที เพื่อรอให้น้ำมันเกียร์ถึงจุด Operate Temperature
6. หลังจากนั้นตรวจสอบ Motor Load, Amp แล้วคำนวณ Motor HP และเปรียบเทียบกับ FAN Design HP
7. เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยดี ไม่มี Vibration และเสียงที่ผิดปกติ ให้เริ่ม Operate Cooling Tower ได้เลย

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงการ

ผู้จัดทำได้ทำการประเมินเนื้อหาในรายงานการตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพ หอระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW จากหัวหน้าช่างเทคนิคประจำกะ 5 ท่าน ได้จัดทำ หัวข้อประเมิน 10 หัวข้อ เพื่อประเมินความครบถ้วนของเนื้อหาในรายงานการตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพหอระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW ผลเฉลี่ย แสดงดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 5.1 ผลเฉลี่ยการประเมินรายงานการตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพหอระบาย ความร้อน ขนาด 29.47 MW

หัวข้อการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (จาก 5)
ความชัดเจนและความเข้าใจเนื้อหา	4.0
ความง่ายในการค้นหาข้อมูล	3.8
ความถูกต้องของข้อมูล	4.4
รูปแบบในการนำเสนอ	4.0
ความครบถ้วนของข้อมูล	4.0
การจัดเรียงเนื้อหาและหัวข้อ	4.2
การใช้ตาราง , กราฟ หรือสัญลักษณ์	3.8
การใช้ภาษา	4.0
การอ้างอิงและเชื่อมโยงข้อมูล	3.6
ประสพการณ์โดยรวม	4.4

ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ

ภาพรวม:

ความครบถ้วนของข้อมูล: ให้เพิ่มรูปภาพในแต่ละขั้นตอน

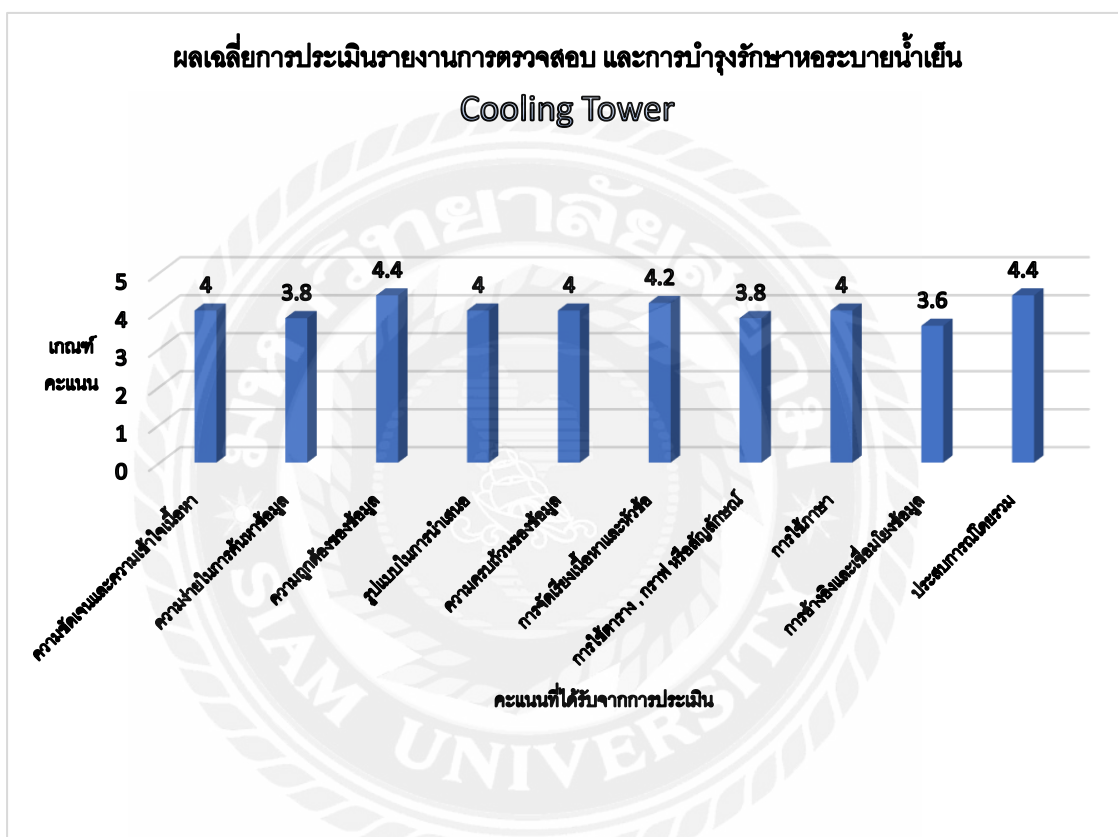
การจัดเรียงเนื้อหาและหัวข้อ: เพิ่มการอ้างอิงในรายงาน

การใช้ภาษา: ภาษาที่ใช้ ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายในการเขียน

ความถูกต้องของข้อมูล: หัวข้อนี้ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่ 4.4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหัวหน้าช่างเทคนิคประจำกะ มีความเชื่อมั่นในความถูกต้องของข้อมูลขั้นตอนการซ่อมบำรุงที่ระบุไว้

ประสบการณ์โดยรวม: ผู้ประเมินมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดี

กราฟสรุปผลเฉลี่ย



รูปที่ 5.1 ผลเฉลี่ยการประเมิน

5.2 สรุปผลการปฏิบัติสหกิจศึกษา

การตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพของระบบระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW ที่ได้จัดทำขึ้นนั้น เป็นหนึ่งในรายงานการตรวจสอบที่ทำให้ผู้ใช้งาน นำไปใช้ในการบำรุงรักษา Cooling Tower แล้วยังเป็นการทำให้อุปกรณ์เครื่องจักร Cooling Tower อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมใช้งานและเป็นหนึ่งในการตรวจสอบสาเหตุของปัญหาที่พบ และนำไปสู่การซ่อมแซมได้ทันเวลา ก่อนที่จะเกิดการเสียหายใหญ่ของเครื่องจักร ซึ่งเป็นสาเหตุให้เครื่องจักรไม่สามารถใช้งานได้ อุปกรณ์และระบบภายใน Cooling Tower หากได้มีการปฏิบัติในการดูแลตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้อุปกรณ์ที่ใช้ มีอายุในการใช้งานที่ยาวนานขึ้น รวมถึงการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง และการ Operation อย่างถูกวิธี จะทำให้สามารถดำเนินการใช้งาน Cooling Tower ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



บรรณานุกรม

ณัฐพงษ์ สร้อยศรี. (2565). การตรวจสอบ Cooling Tower. AAA.

อุทัย วงศ์เชื่อนแก้ว. (2563). คู่มือ Cooling Towers Operation and Maintenance. APT.

SPX Cooling Tech, (2565). หอระบายความร้อนคืออะไร?.

<https://spxcooling.com/coolingtowers/>

Square Cooling Tower, (2566). ทฤษฎีคูลลิ่งทาวเวอร์.

<https://squarecooling.co.th/index.php/th/2018-06-26-04-48-39>

Spacco Cooling Tower, (2566). หลักการทำงานของคูลลิ่งทาวเวอร์. <https://shorturl.at/9xob0>





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมินการตรวจสอบ ทอระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW

แบบประเมินการตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพทอระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการปรับปรุงและพัฒนาคู่มือซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพ และการ Maintenance อย่างถูกต้อง

โปรดให้คะแนนความพึงพอใจในรายงานการตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพทอระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW โดยให้คะแนน 1 ถึง 5 (1 = ไม่พึงพอใจอย่างยิ่ง, 5 = พึงพอใจอย่างยิ่ง)

ตารางอ้างอิงแบบประเมินการตรวจสอบ ทอระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW

หัวข้อการประเมิน	คำอธิบาย	คะแนน (1-5)	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
1. ความชัดเจนและความเข้าใจเนื้อหา	เนื้อหาในรายงานเข้าใจง่ายหรือไม่		
2. ความง่ายในการค้นหาข้อมูล	สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและง่ายดายหรือไม่ (เช่น สารบัญชี่, ดัชนี)		
3. ความถูกต้องของข้อมูล	ความถูกต้องของข้อมูลในรายงาน (เช่น ขั้นตอนการซ่อมบำรุง) ท่านคิดว่าถูกต้องและเชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหน?		
4. รูปแบบในการนำเสนอ	รูปแบบการจัดหน้า, การใช้ภาพประกอบ, และแผนผังมีความชัดเจนและช่วยให้เข้าใจง่ายหรือไม่		

หัวข้อการประเมิน	คำอธิบาย	คะแนน (1-5)	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
5. ความครบถ้วนของข้อมูล	ข้อมูลในรายงานมีความครบถ้วนเพียงพอสำหรับการซ่อมบำรุงหรือไม่		
6. การจัดเรียงเนื้อหาและหัวข้อในรายงาน	ท่านคิดว่าการจัดเรียงเนื้อหาเป็นระบบและเป็นระเบียบดีหรือไม่		
7. การใช้ตาราง , กราฟ หรือสัญลักษณ์	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่		
8. การใช้ภาษา	ท่านคิดว่าภาษาในรายงาน (เช่น คำศัพท์เฉพาะทาง, รูปประโยค) เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับการใช้งานของช่างซ่อมบำรุงหรือไม่		
9. การอ้างอิงและเชื่อมโยงข้อมูล	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่		
10. ประสิทธิภาพโดยรวม	ความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานคู่มือเล่มนี้		

ข้อมูลหัวหน้าช่างเทคนิค ชื่อ.....

บริษัท.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม หากท่านมีข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงรายงานการตรวจสอบ และบำรุงรักษาฉบับนี้ให้ดีขึ้น (เช่น ควรเพิ่มหัวข้ออะไร, ควรปรับปรุงส่วนไหน)

.....

รูปแสดงผลการประเมินการตรวจสอบ หอระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW

แบบประเมินการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower			
แบบประเมินการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการปรับปรุง และพัฒนาคู่มือซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพ และการ Maintenance อย่างถูกต้อง			
โปรดให้คะแนนความพึงพอใจ ในรายงานการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower โดยให้คะแนนจาก 1 ถึง 5 (1 - ไม่พึงพอใจอย่างยิ่ง, 5 - พึงพอใจอย่างยิ่ง)			
หัวข้อการประเมิน	คำอธิบาย	คะแนน (1-5)	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
1. ความชัดเจนและความเข้าใจเนื้อหา	เนื้อหาในรายงานเข้าใจง่ายหรือไม่	5	
2. ความง่ายในการค้นหาข้อมูล	สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และง่ายดายหรือไม่ (เช่น สารบัญ, ดัชนี)	4	ควรจัดหมวดหมู่ให้ค้นหาได้ง่าย
3. ความถูกต้องของข้อมูล	ความถูกต้องของข้อมูลในรายงาน (เช่น ขั้นตอนการซ่อมบำรุง) ท่านคิดว่าถูกต้องและเชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหน?	5	
4. รูปแบบใบการนำเสนอ	รูปแบบการจัดหน้า, การถ่ายภาพประกอบ, และแผนผังมีความชัดเจนและช่วยให้เข้าใจง่าย	4	
5. ความครบถ้วนของข้อมูล	ข้อมูลในรายงานมีความครบถ้วนเพียงพอ สำหรับการซ่อมบำรุงหรือไม่	4	
6. การจัดเรียงเนื้อหาและหัวข้อในรายงาน	ท่านคิดว่าการจัดเรียงเนื้อหาเป็นระบบและเป็นระเบียบดีหรือไม่	4	
7. การใช้ตาราง, กราฟ หรือสัญลักษณ์	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่	3	ไม่มีอ้างอิง
8. การใช้ภาษา	พาดพิงภาษาในรายงาน (เช่น คำศัพท์เฉพาะทาง, รูปประโยค) เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับการใช้งานของช่างซ่อมบำรุงหรือไม่	3	บางคำศัพท์ยังไม่ถูกต้อง
9. การอ้างอิงและเชื่อมโยงข้อมูล	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่	3	
10. ประสบการณ์โดยรวม	ความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานคู่มือเล่มนี้	4	
<p>ข้อมูลหัวหน้าช่างเทคนิค ชื่อ ภาณุพล บริษัท เทนเวอร์ สัฟพลาย แอนด์ เมนเทนแนนซ์ เซอร์วิสเซส จำกัด</p> <p>ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p> <p>หากท่านมีข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงรายงานการตรวจสอบ และบำรุงรักษาฉบับนี้ให้ดีขึ้น (เช่น ควรเพิ่มหัวข้ออะไร, ควรปรับปรุงส่วนไหน) การจัดการเนื้อหาจะไม่สมบูรณ์แบบ ควรใส่คำศัพท์ที่เข้าใจง่ายกว่านี้</p>			

รูปภาคผนวกที่ ก.1 ผลการประเมิน (1)

แบบประเมินการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower			
แบบประเมินการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการปรับปรุง และพัฒนาข้อมูลซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพ และการ Maintenance อย่างถูกต้อง			
โปรดให้คะแนนความพึงพอใจ ในรายงานการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower โดยให้คะแนนจาก 1 ถึง 5 (1 – ไม่พึงพอใจอย่างยิ่ง, 5 – พึงพอใจอย่างยิ่ง)			
หัวข้อการประเมิน	คำอธิบาย	คะแนน (1-5)	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
1. ความชัดเจนและความเข้าใจเนื้อหา	เนื้อหาในรายงานเข้าใจง่ายหรือไม่	3	บางคำศัพท์เข้าใจง่าย
2. ความง่ายในการค้นหาข้อมูล	สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และง่ายดายหรือไม่ (เช่น สารบัญชี่, ดัชนี)	3	ควรเพิ่มหมวดหมู่ของหัวข้อ ในการค้นหา
3. ความถูกต้องของข้อมูล	ความถูกต้องของข้อมูลในรายงาน (เช่น ขึ้นตอนการซ่อมบำรุง) ท่านคิดว่าถูกต้องและ เชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหน?	4	
4. รูปแบบในการนำเสนอ	รูปแบบการจัดหน้า, การใช้ภาพประกอบ, และ แผนผังมีความชัดเจนและช่วยให้เข้าใจง่ายหรือไม่	4	
5. ความครบถ้วนของข้อมูล	ข้อมูลในรายงานมีความครบถ้วนเพียงพอ สำหรับการซ่อมบำรุงหรือไม่	3	
6. การจัดเรียงเนื้อหาและหัวข้อใน รายงาน	ท่านคิดว่าการจัดเรียงเนื้อหาเป็นระบบและเป็น ระเบียบดีหรือไม่	5	
7. การใช้ตาราง , กราฟ หรือสัญลักษณ์	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่	3	
8. การใช้ภาษา	ทำดีว่าภาษาในรายงาน (เช่น คำศัพท์เฉพาะ ทาง, รูปประโยค) เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับ การใช้งานของช่างซ่อมบำรุงหรือไม่	3	
9. การอ้างอิงและเชื่อมโยงข้อมูล	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่	3	
10. ประสิทธิภาพโดยรวม	ความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานคู่มือเล่มนี้	4	รายงานตรงตามวิธีปฏิบัติงานจริง
<p>ข้อมูลหัวหน้าช่างเทคนิค ชัย กฤษกร บริษัท เทาเวอร์ อีพพลาย แอนด์ เมเนจเม้นท์ เซอร์วิส จำกัด</p> <p>ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p> <p>หากท่านมีข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงรายงานการตรวจสอบ และบำรุงรักษาฉบับนี้ให้ดีขึ้น (เช่น ควรเพิ่มหัวข้ออะไร, ควรปรับปรุงส่วนไหน) ควรปรับปรุงในส่วนของ การ Start Up Plant Cooling Tower ให้ละเอียดกว่านี้</p>			

รูปภาคผนวกที่ ก.2 ผลการประเมิน (2)

แบบประเมินการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower			
แบบประเมินการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการปรับปรุง และพัฒนาคู่มือซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพ และการ Maintenance อย่างถูกต้อง			
โปรดให้คะแนนความพึงพอใจ ในรายงานการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower โดยให้คะแนนจาก 1 ถึง 5 (1 = ไม่พึงพอใจอย่างยิ่ง, 5 = พึงพอใจอย่างยิ่ง)			
หัวข้อการประเมิน	คำอธิบาย	คะแนน (1-5)	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
1. ความชัดเจนและความเข้าใจเนื้อหา	เนื้อหาในรายงานเข้าใจง่ายหรือไม่	5	
2. ความง่ายในการค้นหาข้อมูล	สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และง่ายดายหรือไม่ (เช่น สารบัญชี้, ค้างมี)	5	
3. ความถูกต้องของข้อมูล	ความถูกต้องของข้อมูลในรายงาน (เช่น ขั้นตอนการซ่อมบำรุง) ท่านคิดว่าถูกต้องและเชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหน?	5	
4. รูปแบบในการนำเสนอ	รูปแบบการจัดหน้า, การใช้ภาพประกอบ, และแผนผังมีความชัดเจนและช่วยให้เข้าใจง่ายหรือไม่	5	
5. ความครบถ้วนของข้อมูล	ข้อมูลในรายงานมีความครบถ้วนเพียงพอ สำหรับคำร้องซ่อมบำรุงหรือไม่	5	
6. การจัดเรียงเนื้อหาและหัวข้อใน รายงาน	ท่านคิดว่าการจัดเรียงเนื้อหาเป็นระบบและเป็นระเบียบดีหรือไม่	4	
7. การใช้ตาราง, กราฟ หรือสัญลักษณ์	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่	4	
8. การใช้ภาษา	ท่านคิดว่าภาษาในรายงาน (เช่น คำศัพท์เฉพาะทาง, รูปประโยค) เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับการใช้งานของช่างซ่อมบำรุงหรือไม่	5	
9. การอ้างอิงและเชื่อมโยงข้อมูล	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่	5	
10. ประสิทธิภาพโดยรวม	ความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานคู่มือเล่มนี้	5	
<p>ข้อมูลหัวหน้าช่างเทคนิค ชื่อ สมหมาย บริษัท เพาเวอร์ ซัพพลาย แอนด์ เมเนจเม้นท์ เซอร์วิส จำกัด</p> <p>ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p> <p>หากท่านมีข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงรายงานการตรวจสอบ และบำรุงรักษาฉบับนี้ให้ดีขึ้น (เช่น ควรเพิ่มหัวข้ออะไร, ควรปรับปรุงส่วนไหน) รายงานเนื้อหาถูกต้อง และเข้าใจง่าย</p>			

รูปภาคผนวกที่ ก.3 ผลการประเมิน (3)

แบบประเมินการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower			
แบบประเมินการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการปรับปรุงและพัฒนาคู่มือซ่อมบำรุงใหม่ประสิทธิภาพ และการ Maintenance อย่างถูกต้อง			
โปรดให้คะแนนความพึงพอใจ ในรายงานการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower โดยให้คะแนนจาก 1 ถึง 5 (1 - ไม่พึงพอใจอย่างยิ่ง, 5 - พึงพอใจอย่างยิ่ง)			
หัวข้อการประเมิน	คำอธิบาย	คะแนน (1-5)	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
1. ความชัดเจนและความเข้าใจเนื้อหา	เนื้อหาในรายงานเข้าใจง่ายหรือไม่	5	เข้าใจง่าย
2. ความง่ายในการค้นหาข้อมูล	สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และง่ายตายหรือไม่ (เช่น สารบัญชี่, ดัชนี)	4	ค้นหาได้
3. ความถูกต้องของข้อมูล	ความถูกต้องของข้อมูลในรายงาน (เช่น ขั้นตอนการซ่อมบำรุง) ท่านคิดว่าถูกต้องและเชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหน?	4	น่าเชื่อถือ
4. รูปแบบในการนำเสนอ	รูปแบบการวิพากษ์, การถ่ายภาพประกอบ, และแผนผังมีความชัดเจนและช่วยให้เข้าใจง่ายหรือไม่	3	เข้าใจปานกลาง
5. ความครบถ้วนของข้อมูล	ข้อมูลในรายงานมีความครบถ้วนเพียงพอ สำหรับการซ่อมบำรุงหรือไม่	5	เพียงพอต่อการซ่อมบำรุง
6. การจัดเรียงเนื้อหาและหัวข้อในรายงาน	ท่านคิดว่าการจัดเรียงเนื้อหาเป็นระบบและเป็นระเบียบดีหรือไม่	4	ดูเนื้อหาได้ง่าย
7. การใช้ตาราง, กราฟ หรือสัญลักษณ์	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่	5	อ้างอิงได้สะดวก
8. การใช้ภาษา	ทำคิควาภาษาในรายงาน (เช่น คำศัพท์เฉพาะทาง, รูปประโยค) เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับการใช้งานของช่างซ่อมบำรุงหรือไม่	4	เข้าใจง่ายและใช้ในงานซ่อมบำรุงได้
9. การอ้างอิงและเชื่อมโยงข้อมูล	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่	4	ไม่มีอ้างอิง
10. ประสบการณ์โดยรวม	ความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานคู่มือเล่มนี้	4	รายงานสามารถใช้งานได้ ตามข้อปฏิบัติจริง
<p>ข้อมูลหัวหน้าช่างเทคนิค ชื่อ ไซยพุด นริชัช เพาเวอ์ ศัพพทาย แอนต์ เมธแทนนจ์ เซอร์วิซ จำกัด ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p> <p>หากท่านมีข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงรายงานการตรวจสอบ และบำรุงรักษาฉบับนี้ให้ดีขึ้น (เช่น การเพิ่มหัวข้ออะไร, ควรปรับปรุงส่วนไหน) ตัวรายงานนี้ สามารถนำไปอ้างอิงตามคู่มือการปฏิบัติภายในโรงงานได้</p>			

รูปภาคผนวกที่ ก.4 ผลการประเมิน (4)

แบบประเมินการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower			
แบบประเมินการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการปรับปรุง และพัฒนาคู่มือซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพ และการ Maintenance อย่างถูกต้อง			
โปรดให้คะแนนความพึงพอใจ ในรายงานการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาหอระบายน้ำเย็น Cooling Tower โดยให้คะแนนจาก 1 ถึง 5 (1 = ไม่พึงพอใจอย่างยิ่ง, 5 = พึงพอใจอย่างยิ่ง)			
หัวข้อการประเมิน	คำอธิบาย	คะแนน (1-5)	ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
1. ความชัดเจนและความเข้าใจเนื้อหา	เนื้อหาในรายงานเข้าใจง่ายหรือไม่	3	
2. ความง่ายในการค้นหาข้อมูล	สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และง่ายตายหรือไม่ (เช่น สารบัญชี่, คีย์มี)	3	
3. ความถูกต้องของข้อมูล	ความถูกต้องของข้อมูลในรายงาน (เช่น ขั้นตอนการซ่อมบำรุง) ท่านคิดว่าถูกต้องและเชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหน?	4	
4. รูปแบบในการนำเสนอ	รูปแบบการจัดหน้า, การใช้ภาพประกอบ, และแผนผังมีความชัดเจนและช่วยให้เข้าใจง่ายหรือไม่	4	
5. ความครบถ้วนของข้อมูล	ข้อมูลในรายงานมีความครบถ้วนเพียงพอสําหรับการซ่อมบำรุงหรือไม่	3	เพิ่มรูปภาพในรายงาน
6. การจัดเรียงเนื้อหาและหัวข้อในรายงาน	ท่านคิดว่าการจัดเรียงเนื้อหาเป็นระบบและเป็นระเบียบดีหรือไม่	4	
7. การใช้ตาราง , กราฟ หรือสัญลักษณ์	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่	4	
8. การใช้ภาษา	พาคิดว่าภาษาในรายงาน (เช่น คำศัพท์เฉพาะทาง, รูปประโยค) เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับการใช้งานของช่างซ่อมบำรุงหรือไม่	5	ยังมีบางคำที่ใช้ไม่ถูกต้อง
9. การอ้างอิงและเชื่อมโยงข้อมูล	การอ้างอิงระหว่างส่วนต่างๆ (เช่น หน้า, หัวข้อ) ทำได้ง่ายและสะดวกหรือไม่	3	
10. ประสบการณ์โดยรวม	ความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานคู่มือเล่มนี้	5	
<p>ข้อมูลหัวหน้าช่างเทคนิค คือ ณัฐพงศ์ บริษัท เทาเวอร์ ซัพพลาย แอนด์ เมนเทนแนนซ์ เซอร์วิส จำกัด ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม หากท่านมีข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงรายงานการตรวจสอบ และบำรุงรักษาฉบับนี้ให้ดีขึ้น (เช่น ควรเพิ่มหัวข้ออะไร, ควรปรับปรุงส่วนไหน) ควรเพิ่มรูปภาพในรายงาน ตามแต่ละขั้นตอนการ Maintenance ให้มากกว่านี้</p>			

รูปภาคผนวกที่ ก.5 ผลการประเมิน (5)

ภาคผนวก ข

รูปภาพเพิ่มเติมของระบบ Cooling Tower

ส่วนที่ 1 สารเคมีที่เกี่ยวข้องกับ Cooling Tower ในการเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำให้สามารถใช้งานได้



รูปภาคผนวกที่ ข.1 สารเคมี Carboxylic Acid Polymer



รูปภาคผนวกที่ ข.2 สารเคมี Haite Sodium Hypochlorite

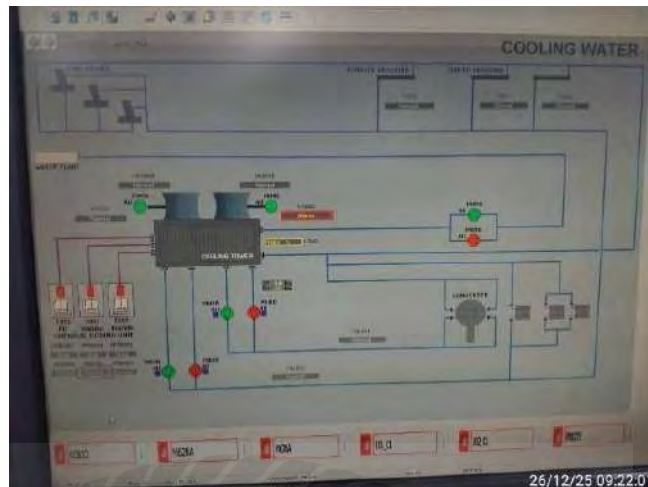


รูปภาพผนวกที่ ข.3 สารเคมี Sulfuric acid (pH adjustment)

ส่วนที่ 2 ระบบควบคุมการทำงานระบบ Cooling Tower



รูปภาพผนวกที่ ข.4 ตู้ควบคุมปั๊ม ในระบบ Cooling Tower



รูปภาคผนวกที่ ข.5 จอมอนิเตอร์แสดงผล และควบคุม

ส่วนที่ 3 ระบบตรวจสอบสิ่งผิดปกติ ภายใน Cooling Tower



รูปภาคผนวกที่ ข.6 Corrosion Inhibitor Tank



รูปภาคผนวกที่ ข.7 Coupong ตรวจสอบ material ภายในท่อ



ภาคผนวก ค การนิเทศงานของอาจารย์



รูปภาคผนวกที่ ค.1 อาจารย์นิเทศ ณ โรงไฟฟ้าพลังงานสะอาดบ้านบึง

ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล	เจษฎา สร้างนา
รหัสนักศึกษา	6523100005
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ที่อยู่	50 ม.14 แขวงบางด้วน เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร
อีเมล	jasadasangna@gmail.com
เบอร์	0628850866
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) : วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) : วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม ปริญญาตรี : มหาวิทยาลัยสยาม



https://drive.google.com/drive/folders/1UWPzk8HjPwWljw1b7y_z94nqYZfkG0CF

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การตรวจสอบ และการหาประสิทธิภาพหอระบายความร้อน ขนาด 29.47 MW
Inspection and Performance Evaluation of a 29.47 MW Cooling Tower

โดย

นาย เจษฎา สร้างนา

รหัส 6523100005

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 151-495 สหกิจศึกษา
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2568