

เอกสารแนบ 7

บันทึกการทำงานของหอฝิ่งเย็น และคู่มือดูแลรักษา



แบบฟอร์ม
การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน

Cooling Tower

Building : A01 ASSET NO. : SCHAO7C1W01 Date : 10-1-67 Location : Roof Floor
Equipment Code : Model : Capacity : Period :

TASK (รายละเอียดการทำงาน)	Period	Standards	Record
General Cleaning / ทำความสะอาดโดยทั่วไป	M3	✓	✓
Check Operation All Gate Valve / ตรวจสอบการทำความสะอาดของวาล์วทั้งหมด	M3	N	2
Check Working Of Control System / ตรวจสอบการทำงานของชุดควบคุมระบบ	M3	N	2
Check Fuse & Protection Device / ตรวจสอบฟิวส์และระบบการป้องกัน	M3	N	2
Check Make Up System / ตรวจสอบระบบน้ำเติม	M3	N	2
Check Mechanic Seal For Condition / ตรวจสอบสภาพซีลต่างๆ	M3	N	2
Tightening Of All Electrical Connection / ขันต่อของจุดต่อสายไฟทั้งหมด	M3	N	2
Cleaning Control Panel, Magnetic & Accessory / ทำความสะอาดชุดควบคุมและอุปกรณ์ต่างๆ	M3	N	2
Record Voltage (V) / บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า	M3	380 - 400 V	390 389 389
Record Running Motor Current (A) / บันทึกกระแสไฟฟ้า	M3	A A A	6 5.9 6.1
Over Load Relay Set (A) / โอเวอร์โหลดเซต	M3	N	2
Check For Pipe Condition & Leak / เช็คสภาพท่อและการรั่วไหล	M3	N	2
Check Foundation & Vibration Isolators / ตรวจสอบฐานและการสั่นของเครื่องจักร	M3	N	2
Check Fan Balancing & Vibration / ตรวจสอบความสมดุลและการสั่นสะเทือนของใบพัด	M3	N	2
Check Insulation & Ground For Electric Component / ตรวจสอบสภาพของฉนวนและกราวด์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า	M3	N	2
Check for Loose Bolts & Nut / ตรวจสอบสภาพของน็อตยึดจุดต่างๆ	M3	N	2
Clean Basin & Casing & Finer & Sprinkler / ทำความสะอาดถาดรับน้ำ, โครงสร้าง, ฟิลเลอร์และสปริงเกอร์	M3	N	2
Check & Cleaning strainer / ตรวจสอบและทำความสะอาดสเตรนเนอร์	M3	✓	2
Check Ball Bearing / ตรวจสอบลูกปืน	M3	N	2
Check Cable Temperture & Condition / ตรวจสอบอุณหภูมิและสภาพของสายเคเบิล	Y	N	2
Check Rust Piant If Necessary / ตรวจสอบการเกิดสนิมและทาสีป้องกันถ้ามีความจำเป็น	Y	N	2
Replace Oil Gear Cooling Tower / เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเกียร์	Y	✓	2
Check Coupling For Condition & Adjustment / ตรวจสอบสภาพและปรับตั้งแนวศูนย์เพลลา	Y	N	2

RECOMMENDATION / REMARKS :

Description	Q'ty	Description	Q'ty
Service By		Client Comment	

Sodexo Support Service Co., Ltd. Sodexo Support Service Co., Ltd. Customer Accept :

Checked By : 6

Date : 10/1/67 Date : 10-1-67

M = MONTHLY M3 = 3 MONTHLY S = SEMIYEARLY Y = YEARLY

N = Normal AB = Normal BD = Break Down X = Don't PM '= Non Install /= Do PM



แบบฟอร์ม
การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน

Cooling Tower

Building : A01	ASSET NO. : SCHAO7C1W01	Date : 9-4-67	Location : Roof Floor
Equipment Code :	Model :	Capacity :	Period :
TASK (รายละเอียดการทำงาน)	Period	Standards	Record
General Cleaning / ทำความสะอาดโดยทั่วไป	M3	✓	✓
Check Operation All Gate Valve / ตรวจสอบการทำความสะอาดของวาล์วทั้งหมด	M3	N	2
Check Working Of Control System / ตรวจสอบการทำงานของชุดควบคุมระบบ	M3	N	2
Check Fuse & Protection Device / ตรวจสอบฟิวส์และระบบการป้องกัน	M3	N	2
Check Make Up System / ตรวจสอบระบบน้ำเติม	M3	N	2
Check Mechanic Seal For Condition / ตรวจสอบสภาพซีลต่างๆ	M3	N	2
Tightening Of All Electrical Connection / ขันน๊อตของจุดต่อสายไฟทั้งหมด	M3	N	2
Cleaning Control Panel, Magnetic & Accessory / ทำความสะอาดชุดควบคุมและอุปกรณ์ต่างๆ	M3	N	2
Record Voltage (V) / บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า	M3	380 - 400 V	388 389 389
Record Running Motor Current (A) / บันทึกกระแสไฟฟ้า	M3	A A A	5.9 6.0 6.0
Over Load Relay Set (A) / โอเวอร์โหลดเซต	M3	N	2
Check For Pipe Condition & Leak / ตรวจสอบสภาพท่อและการรั่วไหล	M3	N	2
Check Foundation & Vibration Isolators / ตรวจสอบฐานและการสั่นของเครื่องจักร	M3	N	2
Check Fan Balancing & Vibration / ตรวจสอบความสมดุลและการสั่นสะเทือนของใบพัด	M3	N	2
Check Insulation & Ground For Electric Component / ตรวจสอบสภาพของฉนวนและกราวด์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า	M3	N	2
Check for Loose Bolts & Nut / ตรวจสอบสภาพของน็อตยึดจุดต่างๆ	M3	N	2
Clean Basin & Casing & Finer & Sprinkler / ทำความสะอาดถาดรับน้ำ, โครงสร้าง, ฟิลเลอร์และสปริงเกอร์	M3	N	2
Check & Cleaning strainer / ตรวจสอบและทำความสะอาดสเตรนเนอร์	M3	✓	2
Check Ball Bearing / ตรวจสอบลูกปืน	M3	N	2
Check Cable Temperature & Condition / ตรวจสอบอุณหภูมิและสภาพของสายเคเบิล	Y	N	
Check Rust Plant If Necessary / ตรวจสอบการเกิดสนิมและทาสีป้องกันถ้ามีความจำเป็น	Y	N	
Replace Oil Gear Cooling Tower / เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเกียร์	Y	✓	
Check Coupling For Condition & Adjustment / ตรวจสอบสภาพและปรับตั้งแนวศูนย์เพลลา	Y	N	

RECOMMENDATION / REMARKS :

Description	Q'ty	Description	Q'ty
Service By		Client Comment	

Sodexo Support Service Co.,Ltd	Sodexo Support Service Co.,Ltd	Customer Accept :
Checked By :		
Date : 9/4/67	Date : 9-4-67	Date :
M = MONTHLY	M3 = 3 MONTHLY	S = SEMIYEARLY
		Y = YEARLY
N = Normal	AB = Normal	BD = Break Down
		X = Don't PM
		' = Non Install
		/ = Do PM

WATER ANALYSIS REPORT

Customer Name : โรงพยาบาลสมิติเวช ชลบุรี Report No. : C24-040004
Address : เลขที่ 888/88 หมู่ 3 ถนนสุขุมวิท ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000
Telephone No. : Fax No. :
Report to : Sampling Date : 10 ม.ค. 67

DESCRIPTION					
Sampling's name		Soft	Cooling	Chiller	
Parameter		(N/A)	(N/A)	(N/A)	
pH (at 25oC)		8.1	8.5	9.9	
Turbidity	NTU	0.55	1.07	4.91	
Electric Conductivity	µmhos/cm	481	18930	1773	
Total Dissolved Solids	mg/l as NaCl	264	10412	975	
P-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	Nil	35	65	
M-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	45	325	115	
T-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	45	360	180	
Total-Hardness	mg/l as CaCO ₃	Nil	4150	12	
Ca-Hardness	mg/l as CaCO ₃	Nil	1425	Nil	
Total – Iron	mg/l as Fe	0.05	0.14	0.82	
Chloride	mg/l as Cl	74	4550	100	
Silica	mg/l as SiO ₂	6.74	74.46	6.00	
L.S.I. (Est./Sys.)		-	3.77/2.71	0.5/2.5	
		-			
Appearance		ใส	เหลืองใส	เหลืองใส	

Standard Limited Control of Cooling Tower					
	LSI	Conductivity	Total – Iron	Total-Hardness	Ca-Hardness
Softener				< 10	<10
Cooling	< 2.0	N/A	< 1.0		
Chiller			< 1.0-1.5		

Instruction detail is on next page (May be)
ข้อควรปฏิบัติอยู่หน้าถัดไป (ถ้ามี)

Approved by



บริษัท ธารทิพย์ จำกัด

THANTHIYA Co., Ltd.

ข้อเสนอแนะ	
Softener	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ
Cooling	ค่าความเข้มข้นน้ำหมุนเวียนสูง ควรทำการถ่ายน้ำทิ้ง
Chiller	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ

WATER ANALYSIS REPORT

Customer Name : โรงพยาบาลสมิติเวช ชลบุรี Report No. : C24-040017
Address : เลขที่ 888/88 หมู่ 3 ถนนสุขุมวิท ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000
Telephone No. : Fax No. :
Report to : Sampling Date : 06 ก.พ. 67

DESCRIPTION					
Sampling's name		Soft	Cooling	Chiller	
Parameter		(N/A)	(N/A)	(N/A)	
pH (at 25oC)		8.1	8.9	10.2	
Turbidity	NTU	0.46	0.69	3.90	
Electric Conductivity	µmhos/cm	483	4080	1530	
Total Dissolved Solids	mg/l as NaCl	266	2244	842	
P-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	Nil	50	70	
M-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	55	215	110	
T-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	55	265	180	
Total-Hardness	mg/l as CaCO ₃	Nil	1155	8	
Ca-Hardness	mg/l as CaCO ₃	Nil	710	Nil	
Total – Iron	mg/l as Fe	<0.01	0.03	0.68	
Chloride	mg/l as Cl	79	820	80	
Silica	mg/l as SiO ₂	6.31	47.54	5.24	
L.S.I. (Est./Sys.)		-	0.13/1.96	0.5/2.5	
		-			
Appearance		ใส	เหลืองใส	เหลืองใส	

Standard Limited Control of Cooling Tower					
	LSI	Conductivity	Total – Iron	Total-Hardness	Ca-Hardness
Softener				< 10	<10
Cooling	< 2.0	N/A	< 1.0		
Chiller			< 1.0-1.5		

Instruction detail is on next page (May be)
ข้อควรปฏิบัติอยู่หน้าถัดไป (ถ้ามี)

Approved by



บริษัท ธารทิพย์ จำกัด

THANTHIYA Co., Ltd.

ข้อเสนอแนะ	
Softener	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ
Cooling	ควรเพิ่มการ Bleed off ให้มากขึ้น
Chiller	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ

WATER ANALYSIS REPORT

Customer Name : โรงพยาบาลสมิติเวช ชลบุรี Report No. : C24-040027
Address : เลขที่ 888/88 หมู่ 3 ถนนสุขุมวิท ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000
Telephone No. : Fax No. :
Report to : Sampling Date : 07 มี.ค. 67

DESCRIPTION					
Sampling's name		Soft	Cooling	Chiller	
Parameter		(N/A)	(N/A)	(N/A)	
pH (at 25oC)		7.4	8.8	10.0	
Turbidity	NTU	9.90	1.89	3.74	
Electric Conductivity	µmhos/cm	479	12160	1502	
Total Dissolved Solids	mg/l as NaCl	263	6688	826	
P-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	Nil	50	55	
M-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	50	275	115	
T-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	50	325	170	
Total-Hardness	mg/l as CaCO ₃	2	2400	8	
Ca-Hardness	mg/l as CaCO ₃	Nil	1090	Nil	
Total – Iron	mg/l as Fe	1.28	0.12	0.73	
Chloride	mg/l as Cl	78	2975	79	
Silica	mg/l as SiO ₂	5.49	59.02	5.54	
L.S.I. (Est./Sys.)		-	-	-	
		-	-	-	
Appearance		ขุ่น	เหลืองใส	เหลืองใส	

Standard Limited Control of Cooling Tower					
	LSI	Conductivity	Total – Iron	Total-Hardness	Ca-Hardness
Softener				< 10	<10
Cooling	< 2.0	N/A	< 1.0		
Chiller			< 1.0-1.5		

Instruction detail is on next page (May be)
ข้อควรปฏิบัติอยู่หน้าถัดไป (ถ้ามี)

Approved by



บริษัท ธารทิพย์ จำกัด

THANTHIYA Co., Ltd.

ข้อเสนอแนะ	
Softener	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ
Cooling	ควรเพิ่มการ Bleed off ให้มากขึ้นและสม่ำเสมอ
Chiller	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ

WATER ANALYSIS REPORT

Customer Name : โรงพยาบาลสมิติเวช ชลบุรี Report No. : C24-040039
Address : เลขที่ 888/88 หมู่ 3 ถนนสุขุมวิท ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000
Telephone No. : Fax No. :
Report to : Sampling Date : 02 เม.ษ. 67

DESCRIPTION					
Sampling's name		Soft	Cooling	Chiller	
Parameter		(N/A)	(N/A)	(N/A)	
pH (at 25oC)		7.6	8.8	9.9	
Turbidity	NTU	3.60	1.69	3.34	
Electric Conductivity	µmhos/cm	520	4605	1212	
Total Dissolved Solids	mg/l as NaCl	286	2533	667	
P-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	Nil	30	35	
M-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	62	255	95	
T-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	62	285	130	
Total-Hardness	mg/l as CaCO ₃	Nil	1150	6	
Ca-Hardness	mg/l as CaCO ₃	Nil	530	Nil	
Total – Iron	mg/l as Fe	0.73	0.09	0.53	
Chloride	mg/l as Cl	76	960	76	
Silica	mg/l as SiO ₂	5.19	39.79	5.41	
L.S.I. (Est./Sys.)		-	0.43/1.94	-	
		-	-	-	
Appearance		เหลืองใส	เหลืองใส	เหลืองใส	

Standard Limited Control of Cooling Tower					
	LSI	Conductivity	Total – Iron	Total-Hardness	Ca-Hardness
Softener				< 10	<10
Cooling	< 2.0	N/A	< 1.0		
Chiller			< 1.0-1.5		

Instruction detail is on next page (May be)
ข้อควรปฏิบัติอยู่หน้าถัดไป (ถ้ามี)

Approved by



บริษัท ธารทิพย์ จำกัด

THANTHIYA Co., Ltd.

ข้อเสนอแนะ	
Softener	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ
Cooling	ควรเพิ่มการ Bleed off ให้มากขึ้น
Chiller	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ

WATER ANALYSIS REPORT

Customer Name	: โรงพยาบาลสมิติเวช ชลบุรี	Report No.	: C24-040057
Address	เลขที่ 888/88 หมู่ 3 ถนนสุขุมวิท ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000		
Telephone No.	:	Fax No.	:
Report to	:	Sampling Date	: 08 พ.ค. 67

DESCRIPTION					
Sampling's name		Soft	Cooling	Chiller	
Parameter		(N/A)	(N/A)	(N/A)	
pH (at 25oC)		7.6	8.7	9.6	
Turbidity	NTU	0.35	0.83	4.45	
Electric Conductivity	µmhos/cm	493	4230	794	
Total Dissolved Solids	mg/l as NaCl	271	2326	437	
P-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	Nil	20	25	
M-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	50	195	75	
T-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	50	215	100	
Total-Hardness	mg/l as CaCO ₃	4	915	8	
Ca-Hardness	mg/l as CaCO ₃	Nil	495	Nil	
Total – Iron	mg/l as Fe	0.06	0.08	0.48	
Chloride	mg/l as Cl	80	920	78	
Silica	mg/l as SiO ₂	4.89	47.21	5.11	
L.S.I. (Est./Sys.)		-	-2.14/0.64	-	
		-	-	-	
Appearance		ใส	เหลืองใส	เหลืองใส	

Standard Limited Control of Cooling Tower					
	LSI	Conductivity	Total – Iron	Total-Hardness	Ca-Hardness
Softener				< 10	<10
Cooling	< 2.0	N/A	< 1.0		
Chiller			< 1.0-1.5		

Instruction detail is on next page (May be)
ข้อควรปฏิบัติอยู่หน้าถัดไป (ถ้ามี)

Approved by



บริษัท ธารทิพย์ จำกัด

THANTHIYA Co., Ltd.

ข้อเสนอแนะ	
Softener	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ
Cooling	ควรเพิ่มการ Bleed off ให้มากขึ้น
Chiller	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ

WATER ANALYSIS REPORT

Customer Name : โรงพยาบาลสมิติเวช ชลบุรี Report No. : C24-040068
 Address : เลขที่ 888/88 หมู่ 3 ถนนสุขุมวิท ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000
 Telephone No. : Fax No. :
 Report to : Sampling Date : 07 มิ.ย. 67

DESCRIPTION					
Sampling's name		Soft	Cooling	Chiller	
Parameter		(N/A)	(N/A)	(N/A)	
pH (at 25oC)		7.5	8.8	8.0	
Turbidity	NTU	0.68	1.72	0.89	
Electric Conductivity	µmhos/cm	451	4400	468	
Total Dissolved Solids	mg/l as NaCl	248	2420	257	
P-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	Nil	40	Nil	
M-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	45	255	50	
T-Alkalinity	mg/l as CaCO ₃	45	295	50	
Total-Hardness	mg/l as CaCO ₃	106	1020	94	
Ca-Hardness	mg/l as CaCO ₃	52	620	54	
Total – Iron	mg/l as Fe	0.04	0.08	0.07	
Chloride	mg/l as Cl	74	735	81	
Silica	mg/l as SiO ₂	4.25	44.21	2.75	
L.S.I. (Est./Sys.)		-	2.85/2.06	-	
		-	-	-	
Appearance		ใส	เหลืองใส	ใส	

Standard Limited Control of Cooling Tower					
	LSI	Conductivity	Total – Iron	Total-Hardness	Ca-Hardness
Softener				< 10	<10
Cooling	< 2.0	N/A	< 1.0		
Chiller			< 1.0-1.5		

Instruction detail is on next page (May be)
 ข้อควรปฏิบัติยู่หน้าถัดไป (ถ้ามี)

Approved by

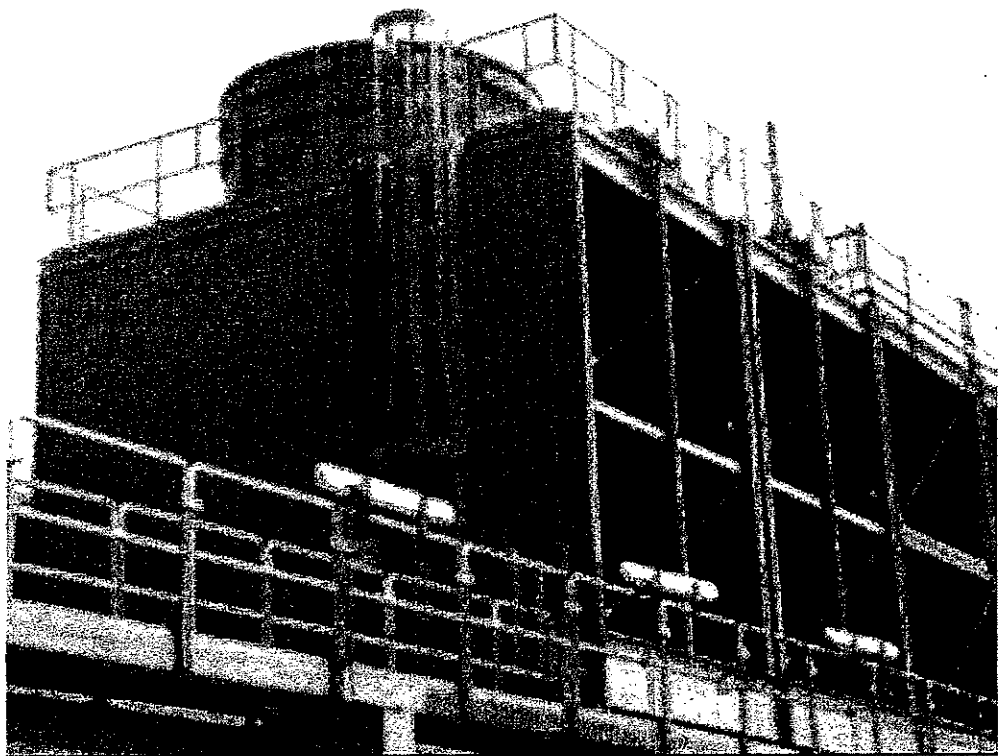


บริษัท ธารทิพย์ จำกัด

THANTHIYA Co., Ltd.

ข้อเสนอแนะ	
Softener	ค่ากระด้างสูงแสดงว่าควรรอบการกรอง
Cooling	ควรเพิ่มการ Bleed off ให้มากและสม่ำเสมอ
Chiller	คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ

คู่มือ
การซ่อมบำรุง และการใช้งาน
คูลลิ่งทาว์นเวอร์



TRUWATER COOLING TOWERS SDN BHD

(Company No: 188113-A)

EXECUTIVE SUITE 702, BLOCK B,
KELANA BUSINESS CENTRE
NO.97, JALAN SS7/2 KELANA JAYA,
47301 PETALING JAYA, SELANGOR DARUL EHSAN
TEL: +603 7880 8800 FAX: +603-7804 5519
EMAIL: Tw.Cooling@truwater.com.my
WEBSITE: <http://www.truwater.com.my>

Kamdhapang Pongsaram. CE.

COOLING TOWER

คู่มือการซ่อมบำรุง และการปฏิบัติงาน

<u>หัวข้อ</u>	<u>หน้า</u>
1.0 บทนำ	1
2.0 โครงสร้าง	1
2.1 ทิวไป	
2.2 ตัวเรือนของคูลลิ่งทาวเวอร์	
2.3 มอเตอร์	
2.4 ใบพัด	
2.5 อินฟิล	
2.6 ระบบกระจายน้ำ	
3.0 การเตรียมการสำหรับการเดินเครื่อง และการใช้งาน	4
3.1 การทำความสะอาด	
3.2 การเชื่อมต่อสายไฟฟ้า	
3.3 การเติมน้ำครั้งแรก	
3.4 การตรวจสอบ	
4.0 การใช้งาน	8
4.1 ข้อควรระวังระหว่างการใช้งาน	
4.1 การดูรักษา ขณะที่คูลลิ่งทาวเวอร์ ไม่ได้ใช้งาน	
5.0 การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	10
6.0 การเติมน้ำ	12
6.1 การสูญเสียน้ำจากการระเหิด	
6.2 การสูญเสียน้ำจากน้ำกระเด็น	
6.3 การสูญเสียจากการระบายทิ้งโดยระบบบำบัดน้ำ	
6.4 อัตราการเติมน้ำ	
7.0 ปัญหาที่พบบ่อย	14

1.0 บทนำ

เรียนท่านลูกค้า,

ทางบริษัท ขอขอบพระคุณ ที่ท่านได้ไว้วางใจ เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ของเรา

คู่มือการใช้งานนี้ ถูกจัดทำขึ้นเพื่อให้รายละเอียด และข้อมูลในการใช้งาน ถูลิ่งทาวน์เวอร์แก่ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และปลอดภัยตลอดการทำงานกับถูลิ่งทาวน์เวอร์

ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดการปฏิบัติงานอย่างละเอียด ไม่เพียงแต่ขณะที่เดินเครื่องเท่านั้น แต่ควรศึกษาถึงการซ่อมบำรุง และดูแลรักษาตามรอบให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ และปฏิบัติงานขึ้นเคยกับข้อแนะนำต่างๆ และการทำงานของอุปกรณ์

2.0 โครงสร้าง

2.1 ทั่วไป

จากภาพที่ 1 แสดงชิ้นส่วนต่างๆ ที่เป็นชิ้นส่วนหลัก ของถูลิ่งทาวน์เวอร์ ชิ้นส่วนที่สำคัญหลักในการทำงานของถูลิ่งทาวน์เวอร์ คือ ใบพัด และ อินฟิลา

ถูลิ่งทาวน์เวอร์ ระบายความร้อนออกจากน้ำที่ไหลเวียนในระบบ ด้วยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่าง น้ำ กับอากาศ ซึ่งถูกออกแบบและสร้างด้วยแรงงานคนที่มีมาตรฐานการทำงาน และประสิทธิภาพสูง ทั้งหมดนี้ ถูกสนับสนุนด้วยประสบการณ์ชำนาญเป็นพิเศษทางด้านอุตสาหกรรมที่มากพอของวิศวกร

2.2 ตัวเรือนของถูลิ่งทาวน์เวอร์

2.2.1 โครงสร้าง

โครงสร้างของถูลิ่งทาวน์เวอร์ ถูกสร้างจากเหล็ก ซึ่งผ่านกระบวนการเคลือบผิวด้วยกัลวาไนซ์ เพื่อให้มีความสามารถสูงในการป้องกันการกัดกร่อน (corrosion)

2.2.2 ผนัง บานเกร็ด และอ่าง

ผนังและบานเกร็ดทำจากพีวีซี (PVC) ในขณะที่อ่างสร้างจาก พลาสติกเสริมใยแก้ว (FRP) ซึ่งมีความสามารถในการป้องกันการกัดกร่อนสูง จากทั้งสารเคมี และสภาพอากาศ

2.3 มอเตอร์

มอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ สามเฟส รูปทรงกรงกระรอก พัดลมระบายความร้อนแบบปิดทั้งหมด (TEFC) ถูกติดตั้งอยู่ภายนอกกระแสลมชื้นและร้อน ที่ระบายออกจากปล่องพัดลมของถูลิ่งทาวน์เวอร์ ความสามารถในการป้องกันสิ่งแปลกปลอมภายนอกตัวเรือนคือ IP55 และสามารถทำงานภายใต้สภาพอากาศภายนอกที่อุณหภูมิ -20°C ถึง + 40°C และระดับความสูงที่ 1000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล

2.4 ใบพัด

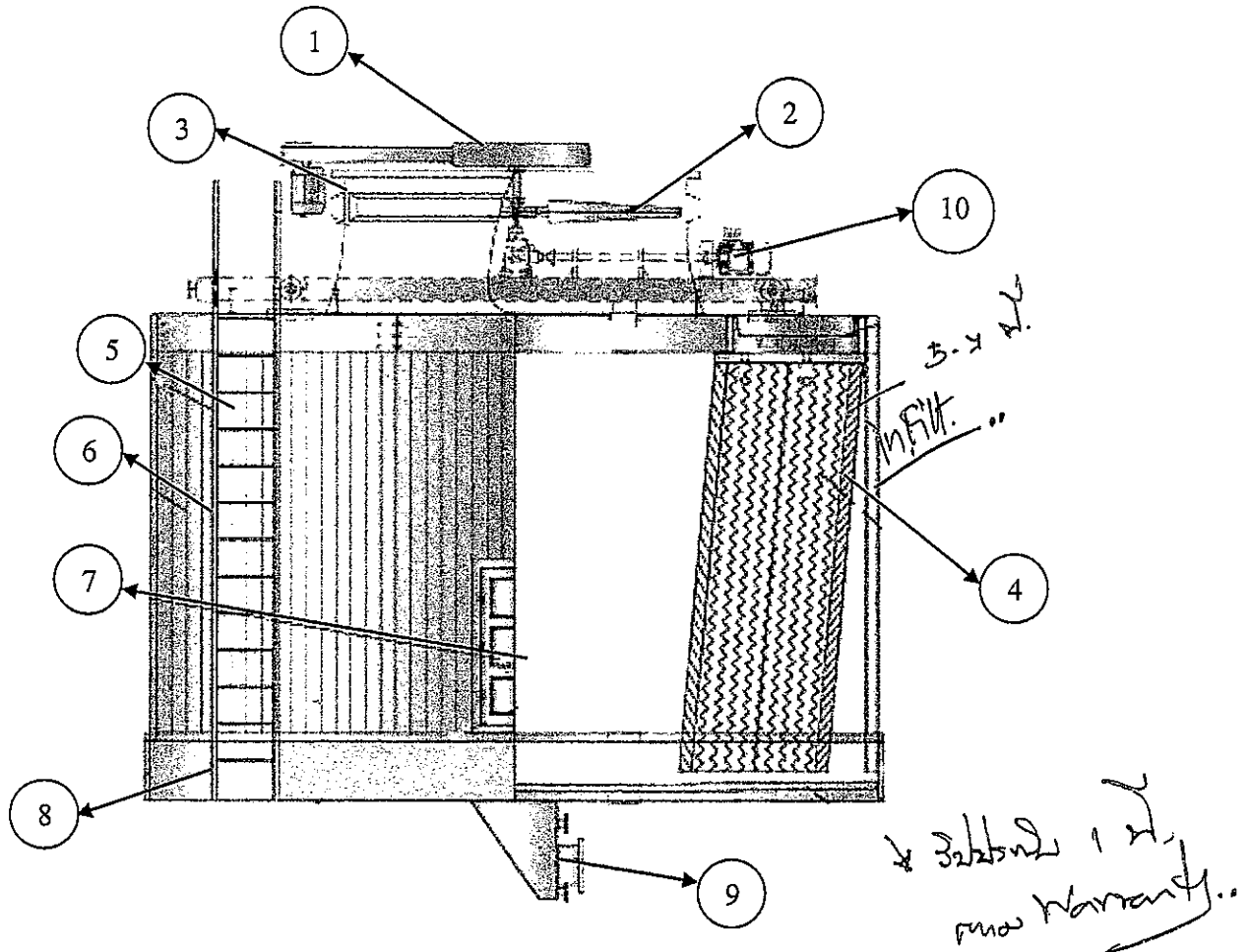
การออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใบพัดแบบชนิดแกนหมุนที่มีเสียงรบกวนต่ำ ทำงานร่วมกับใบพัดสำหรับการใช้งานอย่างหนักที่ทำจากอลูมิเนียมผสม (Aluminum alloy) ใบพัดสามารถปรับมุมได้อย่างอิสระ โดยผู้ผลิตต้องทำการปรับใบพัดใหม่ เพื่อให้แน่ใจว่าพัดลมอยู่ในสมดุลที่เหมาะสม หลังจากติดตั้งแล้ว

2.5 อินฟิล

อินฟิล ที่ใช้มีผลกับประสิทธิภาพของชุดลึงทาว์เนอร์อย่างมาก ฟิล์มอินฟิลความหนาแน่นสูง ถูกสร้างจากฟิล์มพีวีซี(PVC)ที่ถูกทำให้เป็นลูกฟูกซึ่งมีความสามารถในการเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน ให้กับชุดลึงทาว์เนอร์ อินฟิลสามารถป้องกันการเน่าเปื่อย เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และ กรด และ ด่าง ที่พบได้ในชุดลึงทาว์เนอร์ทั่วไป

2.6 ระบบการกระจายน้ำ

ระบบการกระจายน้ำที่ดีเป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้สำหรับการทำงานของชุดลึงทาว์เนอร์ ระบบกระจายน้ำแบบเปิดชนิดใช้แรงโน้มถ่วงต้องการแรงดันน้ำเพียงน้อยนิด เพื่อให้สามารถกระจายน้ำให้สม่ำเสมอมากขึ้น ขนาด และการกระจายของรู ถูกกำหนดไว้เพื่อไม่ให้เกิดการอุดตันเกิดขึ้น



No.	Parts
1	V-Belt & Pulley System (if applicable)
2	Fan Assembly
3	Motor
4	Infill
5	Ladder
6	FRP Casing
7	Inspection Door
8	Cold Water Basin
9	Sump
10	Gearbox

รูปภาพที่ 1 : โครงสร้างของตู้ตลิ่งทาว์นเวอร์

3.0 การเตรียมพร้อมสำหรับการเดินเครื่อง และการใช้

3.1 การทำความสะอาด

กำจัดเศษดินและขยะ ที่สะสมอยู่ภายในอ่างน้ำเย็น และอ่างน้ำร้อนออก

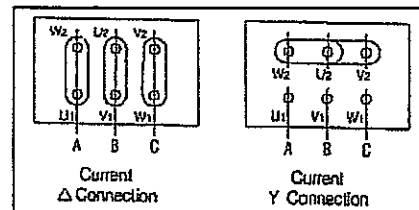
กำจัดตะกอนที่สะสมอยู่ในอ่างน้ำเย็น อ่างน้ำร้อน อ่างซัมป์ และแผ่นกรองออกให้หมด

3.2 การเชื่อมต่อสายไฟฟ้า

i.) เชื่อมต่อสายดินเข้ากับจุดเชื่อมต่อสำหรับสายดิน

ii.) มีจุดเชื่อมต่ออยู่ทั้งหมด 6 จุดบนแผงเชื่อมต่อของมอเตอร์ตามสัญลักษณ์ที่ระบุ:

Phase Order	A	B	C
หัว	U ₁	V ₁	W ₁
ปลาย	U ₂	V ₂	W ₂



iii.) สำหรับมอเตอร์ขนาด 4 แรงม้าลงมา การเชื่อมต่อสายไฟฟ้า ให้เป็นแบบ Y และสำหรับมอเตอร์ขนาด 4 แรงม้าขึ้นไป การเชื่อมต่อสายไฟฟ้า ให้เป็นแบบ Δ ดังที่แสดงในรูปด้านบน

Note: การเชื่อมต่อข้างต้นสามารถใช้ได้เฉพาะ มอเตอร์ความเร็วเดียว (single speed motor) ยี่ห้อ FEM สำหรับชนิดอื่น หรือยี่ห้ออื่น ให้อ้างอิงตามคู่มือการใช้งานและการดูแลรักษาที่แนบมากับมอเตอร์

3.3 การเติมน้ำ

i.) เติมน้ำในระบบให้ระดับน้ำประมาณ 92 มม. ของอ่างน้ำเย็นภายใต้อินฟิล นี่คือระดับน้ำที่แนะนำเมื่ออุณหภูมิล้างตัวเวอร์ ถูกใช้งาน ปรับวาล์วลูกลอยให้อยู่ที่ 75% ของความสูงของอ่างน้ำเย็น เติมน้ำอย่างต่อเนื่อง จนระดับน้ำต่ำกว่าปลายท่อน้ำล้น ประมาณ 3 มม.

ii.) เปิดวาล์วควบคุมปริมาณน้ำทั้งหมด สตาร์ทปั๊มและสำรวจระบบการทำงาน จนกระทั่งระบบน้ำภายนอกที่ถูกเติมให้ถูกล้างตัวเวอร์ ถึงระดับของอ่างน้ำเย็น ปริมาณที่คงที่ของน้ำที่ถูกปั๊มออกจากอ่างน้ำเย็น ระดับน้ำในอ่างน้ำเย็นจะถูกเติมให้เต็มระบบ และเริ่มต้นไหลลงสู่อินฟิล ปริมาณของน้ำที่ถูกปั๊มออกจากอ่างน้ำเย็นอาจไม่เพียงพอในครั้งแรก เป็นสาเหตุให้วาล์วลูกลอยทำงาน สามารถตรวจสอบการทำงานได้โดยการกดที่คันโยกที่ติดกับก้านของบอลวาล์ว ในบางครั้งต้องใช้การลองผิดลองถูก (Trial and Error) ในการปรับสมดุลของน้ำเติม (make-up water) กับการทำงานของถูกล้างตัวเวอร์ โดยทางอุดมคติแล้ว การปรับตั้งค่าของวาล์วลูกลอยจะต้องไม่มีน้ำสูญเสียผ่านทางท่อน้ำล้น เมื่อปั๊มเริ่มทำงาน ความลึกของน้ำต้องมากพอ เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีอากาศถูกดูดเข้าไป

iii.) ถ้าวาล์วลูกลอยถูกติดตั้งใช้งานร่วมกับวาล์วควบคุมปริมาณการไหล ให้ทำการปรับตั้ง โดยให้น้ำที่ไปยังอ่างกระจายน้ำให้ปริมาณให้กับอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ออกแบบถูกล้างตัวเวอร์ โดยแต่ละอ่างน้ำร้อนควรมีความลึกของน้ำประมาณ 3 นิ้ว ถึง 5½ นิ้ว (76 mm. to 140 mm.) ซึ่งทุกอ่างต้องเท่ากัน

ฝึกตำแหน่งของวาล์วที่ความลึกที่ถูกต้อง การทำให้ความลึกของน้ำที่ถูกกระจายเท่ากันหมดนั้นมีความสำคัญมาก เพื่อให้เพียงพอในระหว่างทำงาน

vi.) ให้ปั๊มทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นแนะนำให้ทำการระบายน้ำในระบบทั้ง ทำความสะอาด แล้วเติมน้ำเข้าไปใหม่

3.4 การตรวจสอบ

การตรวจสอบจำเป็นต้องอย่างมากจะต้องตรวจสอบ ตามรายการส่วนประกอบต่างๆ เพื่อให้แน่ใจก่อนเริ่มใช้งาน :

3.4.1 การตรวจสอบพัลลม

- i.) หมุดพัลลมด้วยมือ เพื่อให้แน่ใจว่าปลายใบพัด ไม่ติดกับปล่องพัลลม และให้แน่ใจว่าระยะคลอนที่ปลายใบอยู่ในช่วงที่กำหนด (15mm-40mm)
- ii.) กระตุ้นการทำงานของมอเตอร์ชั่วคราว และสังเกตการหมุนของพัลลม พัลลมควรหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา หากมองจากด้านล่างขึ้นมา หากหมุนกลับทาง ให้ปิดพัลลม และสลับสายไฟแหล่งจ่ายเข้ามาที่มอเตอร์ สองเส้น
- iii.) ตรวจสอบ และปรับมุมใบพัด (ถ้าจำเป็น) โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1° สำหรับชุดลึงทาวน์เวอร์ที่ต้องมาประกอบที่หน้างาน มุมใบพัดจะถูกปรับตั้งที่หน้างาน โดยผู้ติดตั้ง
- iv.) ถ้าหากมุมใบพัด หรือใบพัดใดใบพัดหนึ่งมีการเปลี่ยน ต้องทำการปรับตั้งบาลานซ์ชุดใบพัดใหม่
- v.) ให้มอเตอร์ทำงาน และสังเกตการทำงานของอุปกรณ์ทางเครื่องกล การทำงานควรเสถียร และต้องไม่ควรมีร่องรอยของน้ำมันเกียร์รั่วไหล (สำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยเกียร์) และควรตรวจสอบเกี่ยวกับการสั่นสะเทือนที่ผิดปกติ เกิดขึ้นหรือไม่
- iv.) สตาร์ทชุดพัลลมเพียงชั่วคราว และตรวจสอบว่ามอเตอร์หมุนในทิศทางที่ถูกต้องหรือไม่ และทำการตรวจสอบว่ามีเสียงผิดปกติ หรือการสั่นสะเทือนเกิดขึ้นหรือไม่ ชุดพัลลมไม่ควรสั่นสะเทือนเกิน 7.6mm/sec rms โดยวัดที่ลูกปืนเพลาคับ

3.4.2 การตรวจสอบมอเตอร์

- i) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าความสามารถของแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพียงพอ พร้อมทั้ง แรงม้า เฟส แรงดัน และความถี่ ต้องตรงกับที่ระบุไว้ที่เนมเพลทของมอเตอร์
- ii) ตรวจสอบให้แน่ใจว่า สวิตช์ ฟิวส์ และสายไฟ เหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์
- iii) ดูแลให้พื้นผิวของมอเตอร์สะอาดอยู่เสมอ และให้แน่ใจว่าพัลลมระบายความร้อนหมุนได้อย่างอิสระ
- iv) ตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟ โป๊ทที่ใช้ติดตั้ง และประกอบ
- v) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าตัวเรือนของมอเตอร์ และกล่องเทอร์มินอล ถูกเชื่อมกับสายดินเรียบร้อยแล้ว
- vi) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าแกนของมอเตอร์สามารถหมุนได้อิสระ โดยไม่ติดขัด
- vii) ตรวจสอบให้แน่ใจว่ามอเตอร์ถูกติดตั้งอย่างเหมาะสม และได้ตั้งแนว (alignment) แล้ว
- viii) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าลูกปืนมอเตอร์มีจารบีอยู่เพียงพอ ก่อนจะเริ่มทำงาน
- ix) ตรวจสอบอย่างละเอียดว่ามอเตอร์ต้องไม่มีทั้งร่องรอยความเสียหาย และการเสียรูปของมอเตอร์ น็อตที่ยึดอยู่ในสภาพไม่สามารถใช้งานได้ หรือตกหล่นจากการขนส่ง หมุนมอเตอร์ด้วยมือเพื่อดูว่าสามารถหมุนได้ต่อเนื่องหรือไม่

- x) วัดความเป็นฉนวนความต้านทานด้วยแรงดันไฟฟ้า 500 เมกกะโวลต์ และความต้านทานต้องไม่น้อยกว่า 1 เมกกะโอม

Note: มอเตอร์ที่ขดลวดขาด ควรถอดออกโดยทันทีหลังจากที่ตรวจพบ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้า



ต้องตัดกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ชุดลึงทาว์เนอร์ทุกครั้งก่อนเข้าไปในชุดลึงทาว์เนอร์ หรือเข้าไปปฏิบัติงานต่างๆ กับชุดลึงทาว์เนอร์ สวิตช์ไฟฟ้าทุกตัวควรใช้แท็กล็อก แท็กเข้า เพื่อป้องกันผู้อื่นเข้ามาเปิดกำลังไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ

3.4.3 (A) การตรวจสอบสำหรับระบบสายพาน V เป็นดังนี้

- i) ตรวจสอบชนิด จำนวน และความยาวของสายพาน ทั้งหมดเหมือนกันหรือไม่
- ii) สายพาน V และพูลลี ควรได้ alignment อย่างเหมาะสม (อ้างอิงภาพที่ 2)
- iii) ความตึงของสายพาน V ควรเหมาะสม (อ้างอิงภาพที่ 3)
- iv) เพื่อปรับสายพานให้ตึง หรือหย่อน ให้หมุนน็อตกันมอเตอร์สไลด์ออก (2 ชั้น) และปรับน็อต (4 ชั้น) และเคลื่อนที่ฐานมอเตอร์ให้ขนานกับแกนเพลลา (อ้างอิงรูปภาพที่ 2)
- v.) ให้แน่ใจว่าจารบี และน้ำมัน จะไม่ติดกับสายพาน หรือ
- vi.) ให้ความสนใจกับ ส่วนที่ 5.1 สำหรับการตึงสายพาน

Note: สายพานที่ตึงเกินไป สามารถทำให้ลูกปืนเสียหาย และเพลลาหักได้

(B) การตรวจสอบสำหรับระบบเกียร์ลครอบ เป็นดังนี้

- i) ไม่มีเสียงผิดปกติ เมื่อหมุนด้วยมือเปล่า
- ii) มีน้ำมันเกียร์เพียงพอ
- iii) ความแน่นของน็อต
- iv) ตรวจสอบ alignment ของเพลลาขับ
- iv) ตรวจสอบสวิตช์ตรวจจับการสั่นสะเทือน และสวิตช์ตรวจจับระดับน้ำมัน

3.4.4 ตรวจสอบความแน่นของน็อตที่ยึดอุปกรณ์เครื่องกล กับโครงของชุดลึงทาว์เนอร์ ตรวจสอบความแน่นของน็อตยึดข้อต่อปล่องใบพัด และโครงสร้าง ทำการขันให้แน่นถ้าจำเป็น.

3.4.5 ตรวจสอบความแน่นของน็อตยึดเหล็กกันโครงกับเสา และชิ้นส่วนต่างๆ กับเสาในพื้นที่ระหว่างใบพัดกับอ่างน้ำเย็น

3.4.5 ตรวจสอบความแน่นของน็อตยึดต่อระหว่างพัดลมและอุปกรณ์จับตามรายการดังนี้:

- i.) น็อตยึดคุมใบพัด

- ii.) น็อตล็อกแกนใบพัด
- iii.) น็อตยึดมอเตอร์
- iv.) น็อตยึดเกียร์ครอบ และจุดยึดมอเตอร์
- v.) คัทปลั๊กเฟลาซ์ และการัด

3.4.6 ตรวจสอบการทำงานของวาล์วลูกกลอยเติมน้ำ

3.4.7 สำหรับระบบเกียร์ครอบ ให้ตรวจสอบน้ำมันเกียร์มีตะกอน หรือน้ำ ถ้ามีให้ระบายออก ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์ของเกียร์ครอบ ให้อยู่ที่ระดับที่ระบุไว้ด้านข้างตัวเรือน เติมน้ำมันเกียร์ ถ้าจำเป็น ตรวจสอบสายน้ำมันเกียร์ให้แน่ใจว่าไม่มีการรั่วไหล และข้อต่อต่างๆขันแน่นเรียบร้อย

3.4.8 วัดความเป็นฉนวน และความต่อเนื่องของมอเตอร์

3.4.9 หล่อลื่นลูกปืนมอเตอร์ (หากสามารถทำได้)

3.4.10 เปิดใช้งานมอเตอร์ แต่ละตัวโดยแยกกัน เป็นเวลาสั้นๆ แล้วตรวจสอบการสั่นสะเทือนว่าเกินหรือไม่ หรือมีเสียงผิดปกติหรือไม่ หักลมต้องหมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อมองจากด้านบน ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์อีกครั้ง (สำหรับระบบเกียร์ครอบ)

3.4.11 ตรวจสอบการเติมน้ำของระบบเติมน้ำ

4.0 การใช้งาน

- i.) เดินปั้มน้ำไหลเวียนผ่านตุลิ่งทาวเวอร์ ปรับอัตราการไหลด้วยวาล์วควบคุมปริมาณน้ำ
ตรวจสอบระบบกระจายน้ำโดยเข้าไปทางประตูซ่อมบำรุงและดูให้แน่ใจว่าน้ำถูกกระจายอย่างสม่ำเสมอ
- ii.) ตรวจสอบเพื่อให้เห็นว่าระดับน้ำในอ่างน้ำเย็นอยู่ในระดับปกติในระหว่างตุลิ่งทาวเวอร์ถูกใช้งาน
- iii.) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าตุลิ่งทาวเวอร์ไม่สกปรก และไม่มีสิ่งผิดปกติเจือปนอยู่ ถ้าพบให้ระบายน้ำออกจากตุลิ่งทาวเวอร์ และเติมน้ำเข้าไปใหม่ด้วยน้ำสะอาด
- iv.) มอเตอร์ควรหมุนพัลคมให้ได้ความเร็วคงที่ ไม่ควรเกิน 15 วินาที ถ้าหากเกิน ให้ตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟ มอเตอร์ ฟิวส์ โอเวอร์โหลด และแรงดันที่มอเตอร์ขณะที่เริ่มเดินเครื่อง
- v.) ห้ามเดินมอเตอร์ และหยุดมากเกินไปหากไม่จำเป็น โดยทั่วไปแล้วไม่ควรเกิน 120 ครั้งใน 1 ชม. การทำเปิดปิด ที่เกินไปจะทำให้ขดลวดมอเตอร์ไหม้ และขาดได้
- vi.) เดินพัลคมและตรวจสอบตามรายการดังนี้
 - พัลคมหมุนในทิศทางปกติ (ตามเข็มนาฬิกา หากมองจากด้านบนลงมา)
 - ต้องไม่พบเสียง หรือการสั่นผิดปกติ
 - มอเตอร์พัลคมต้องทำงานด้วย ค่าต่างๆ ทางไฟฟ้าต้องไม่เกินที่เนมเพลทของมอเตอร์กำหนด เช่น ค่ากระแสไฟฟ้าเกิน อาจเกิดจากแรงดันไฟฟ้าต่ำ
 - แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์เหมาะสม

4.1 ข้อควรระวังในการใช้งาน

- i.) หลังจากเริ่มใช้งานตุลิ่งทาวเวอร์ได้ระยะเวลาหนึ่ง ให้ตรวจสอบความตึงของสายพาน แล้วปรับตั้งใหม่ หากจำเป็น
- ii.) ความสามารถในการทำงานของตุลิ่งทาวเวอร์ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำที่ไหลเวียน ตรวจสอบให้สอดคล้องกับข้อกำหนดการออกแบบ
- iii.) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระดับน้ำของอ่างน้ำเย็น อยู่ในระดับที่เหมาะสมทุกครั้ง ถ้าระดับน้ำต่ำเกินไป แสดงว่าปั้มน้ำอาจเสียหาย
- iv.) ให้ความสนใจ เสียงรบกวน การสั่นสะเทือน อุณหภูมิ น้ำหล่อเย็น กระแสไฟฟ้า และอื่นๆ หากพบปัญหา ให้แก้ไขโดยอ้างอิงตามปัญหาที่พบบ่อย เพื่อการแก้ไขที่ถูกต้อง
- v.) ตรวจสอบสภาพลูกปืนมอเตอร์โดยการฟังเสียงรบกวนที่ผิดปกติ วัดการสั่นสะเทือน อุณหภูมิของลูกปืน จารบีที่ใช้ หรือใช้ SPM (Shock Pulse Monitoring) ตรวจสอบลูกปืน
- vi.) อินฟิเลมีความสามารถด้านทานความร้อนได้ถึง 50°C สำหรับแบบมาตรฐาน ต้องดูแลให้อุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนด
- vii.) อุณหภูมิทำงานปกติของมอเตอร์ไม่ควรร้อนเกินไปเป็นสาเหตุให้มอเตอร์ไหม้ได้ เพื่อป้องกันการสัมผัสจากการปฏิบัติงาน โดยไม่มีการป้องกันที่พื้นผิวของมอเตอร์
- viii.) ดูแลคุณภาพน้ำให้ได้อยู่เสมอ ดูตารางที่ 1 และเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่แนะนำของตุลิ่งทาวเวอร์
- ix.) ตรวจสอบ หากผนังข้าง โครงสร้าง และบานเกร็ด สกปรก ต้องทำความสะอาด

	รายการ	ค่าที่ควบคุม	การดูแล	
			การกักกรอง	สะสม
รายการที่ต้องควบคุม	pH (at 25°C)	6.5 ~ 8.0	○	○
	Electric conductivity (μs / cm)	below 800	○	○
	Chloride ion (mg Cl ⁻ / l)	below 200	○	
	Sulfate ion (mg SO ₄ ²⁻ / l)	below 200	○	
	M-alkalinity (mg CaCO ₃ / l)	below 100		○
	Total hardness (mg CaCO ₃ / l)	below 200		○
รายการที่ใช้อ้างอิง	Iron (mg Fe / l)	below 1.0	○	○
	Sulfide ion (mg S ²⁻ / l)	not detectable	○	
	Ammonium ion (mg NH ₄ ⁺ / l)	below 1.0	○	
	Silica ion (mg SiO ₂ / l)	below 50		○

ตารางที่ 1: คุณภาพน้ำหล่อเย็นที่แนะนำ สำหรับน้ำที่ไหลเวียนในระบบ

	รายการ	ค่าควบคุม
รายการที่ต้องควบคุม	pH (at 25°C)	6.5 ~ 8.0
	Electric conductivity (μs / cm)	below 200
	Chloride ion (mg Cl ⁻ / l)	below 50
	Sulfate ion (mg SO ₄ ²⁻ / l)	below 50
	M-alkalinity (mg CaCO ₃ / l)	below 50
	Total hardness (mg CaCO ₃ / l)	below 50
รายการที่ใช้อ้างอิง	Iron (mg Fe / l)	below 0.3
	Sulfide ion (mg S ²⁻ / l)	not detectable
	Ammonium ion (mg NH ₄ ⁺ / l)	below 0.2
	Silica ion (mg SiO ₂ / l)	below 30

ตารางที่ 2: คุณภาพน้ำหล่อเย็นที่แนะนำสำหรับน้ำดื่ม

4.2 การหยุดใช้งานในฤดูกาลต่างๆ

- ระบายน้ำออกจากระบบ ทำความสะอาด และทำการซ่อมแซมหากจำเป็น
- ปฏิบัติตามข้อปฏิบัติสำหรับปิดเครื่อง และทำความสะอาดรายปี ตรวจสอบพื้นผิวที่เป็นโลหะของตุลิ่งทาว์นเวอร์ ว่าต้องการการเคลือบเพื่อป้องกันผิวนหรือไม่
- ตรวจสอบการประกอบพัดลม ชันน็อตให้แน่นหากจำเป็น
- ทำความสะอาด และหล่อลื่น เมื่อปิดการทำงานในแต่ละฤดูกาล ตรวจสอบมอเตอร์ ฟังก์ชัน และขันให้แน่น หากจำเป็น
- ในการสตาร์ทการทำงานในฤดูกาลใหม่ ต้องให้แน่ใจว่าตู้ป้อนมีการหล่อลื่นอย่างเพียงพอ ก่อนกลับมาใช้งาน
- สำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยเกียร์รอบ มีคำแนะนำพิเศษที่สำคัญในระหว่างที่ไม่ได้ใช้งาน ในกรณีที่มากกว่า 1 สัปดาห์ คือ ต้องปล่อยให้ระบบขับเคลื่อนลงเป็นเวลาประมาณ 4 ชม. หลังจากปิดเครื่องแล้ว สตาร์ทพัดลม และปล่อยให้ทำงานประมาณ 5 นาที เพื่อเป็นการเคลือบชิ้นส่วนภายในระบบ

ขับเคลื่อนด้วยน้ำมันที่เย็น ดังนั้นควรเปิดใช้งานพัดลม 5 นาที 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ในระหว่างที่ไม่ได้ใช้งาน

4.3 การดูแลสำหรับการหยุดใช้งานเป็นเวลานาน

- i.) ในสภาพอากาศหนาว ท่อน้ำอาจมีรอยแตกเนื่องจากการเยือกแข็งในฤดูหนาว สำหรับเงื่อนไขข้างต้น และการหยุดใช้งานเป็นเวลานาน สำคัญมากที่ต้องถ่ายน้ำออกจากระบบน้ำไหลเวียนออกทั้งหมด
- ii.) ถ่ายน้ำในอ่างน้ำเย็น และทำความสะอาดภายในตู้ลึงทาวน์เวอร์ ดูให้จุกและปลั๊กเปิดออก เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้น้ำแข็ง
- iii.) ตรวจสอบความแน่นของน็อตทั้งหมด
- iv.) คลายน็อตตึงสายพาน ถ้าหากตึงเกินไป
- v.) หากเป็นไปได้ ให้ทำการคลุมตู้ลึงทาวน์เวอร์ โดยเฉพาะท่อน้ำดูดและท่อน้ำออก
- vi.) ตรวจสอบสิ่งสกปรก และคราบอื่นๆที่ติดบนใบพัด โดยเฉพาะคราบที่ติดบนใบพัดจะทำให้ใบพัดเสียสมดุล
- vii.) สำหรับระบบเกียร์ครอบ แนะนำให้เครื่องนั้นถูกเติมให้เต็มด้วยน้ำมัน สามารถเติมได้ทางรูระบายอากาศ แล้วปิดด้วยผ้ากันน้ำ หรือฝาปิดอื่นๆ ระบายน้ำมันที่เกินออก ก่อนทำการเดินเครื่องอีกครั้ง
- viii.) สำหรับการเก็บไว้นาน (เกิน 6 เดือน) จำเป็นต้องตรวจสอบสภาพพื้นผิวที่ทำการเคลือบเพื่อป้องกันสนิม และการกัดกร่อน ขอบพัดลม ทาสีหรือซ่อมที่ที่จำเป็น โดยใช้น้ำมันกันสนิม ESSO Rust ban 397 หรือเทียบเท่า
- ix.) มอเตอร์ควรรันอย่างน้อยครั้งละ 3 ชั่วโมงใน 1 เดือน เพื่อป้องกันขดลวดมอเตอร์ขาด และเพื่อเป็นการหล่อลื่นพื้นผิวของลูกปืน
- x.) เมื่อเดินเครื่องตู้ลึงทาวน์เวอร์ใหม่อีกครั้ง ตรวจสอบให้แน่ใจว่าลูกปืนมีการหล่อลื่นเพียงพอ ก่อนที่จะกลับมาใช้มอเตอร์อีกครั้งหนึ่ง

5.0 การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

- i.) แนะนำให้มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ใช้ไหลเวียนในระบบทุกๆ เดือน
- ii.) ตรวจสอบลูกปืนพัดลม และเติมจารบีทุกๆ 3 เดือน หรือใกล้เคียง (สำหรับ 8-10 ชั่วโมงการทำงานต่อวัน ใช้งานทุกวัน) แนะนำให้ใช้จารบี Shell Alvania Grease No.2 หรือเทียบเท่า ปริมาณ 10 กรัมต่อ 1 ลูกปืน
- iii.) ตรวจสอบแรงบิดของน็อตยึดพัดลม หยุดพัดลมและตรวจสอบด้วยสายตาว่ามีคราบสกปรก หรือความเสียหายเกิดขึ้นที่ใบพัดหรือไม่ คราบสกปรกควรเอาออกจากพัดลม และตัวเรือนลูกปืนพัดลมให้ใช้แปรงขัด หรือน้ำแรงดันไม่เกิน 3 บาร์ หรือ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- iv.) อ้างอิงตามร่างที่ 3 สำหรับตารางการตรวจสอบตามรอบ
- v.) หากสายพานยืด ให้ปรับน็อตยึดตำแหน่งมอเตอร์ออกให้เพื่อให้แรงตึงเหมาะสมกับการใช้งาน ถ้าต้องการ สายพานทั้งหมดควรเปลี่ยนพร้อมกัน

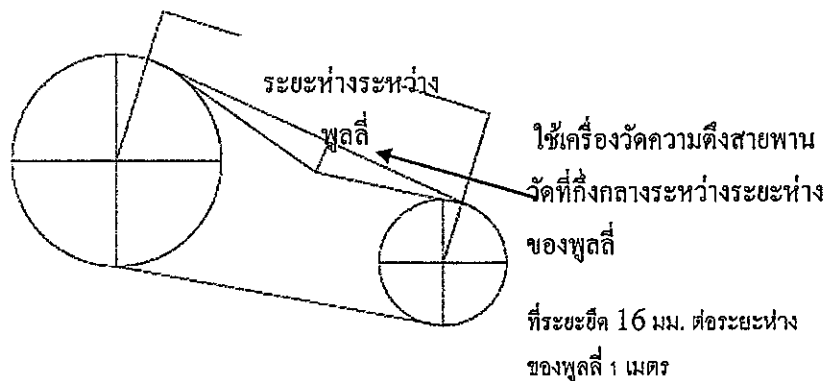
- vi.) สำหรับทุกๆ 5000 ชั่วโมงการทำงาน จารบีหล่อลื่นของมอเตอร์ควรเติม หรือเปลี่ยน (สำหรับลูกปืนแบบปิด ไม่ควรเปลี่ยนจารบีในขณะที่อยู่ในอายุการใช้งาน) แนะนำให้ใช้จารบีที่มี Lithium เป็นสารประกอบพื้นฐาน กรุณาอ้างอิง ส่วนที่ 5.3 สำหรับวิธีการหล่อลื่นมอเตอร์

Note: ข้อมูลข้างต้นสามารถใช้ได้สำหรับมอเตอร์ FEM เท่านั้น สำหรับมอเตอร์ยี่ห้ออื่น กรุณาอ้างอิงข้อมูลตามคู่มือการใช้งานที่แนบมากับผลิตภัณฑ์

5.1 การตึงสายพาน V-Belt

- i.) เปิดที่ครอบสายพานและพูลลี
- ii.) วัดระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางพูลลีพัดลม และพูลลีมอเตอร์
- iii.) ตรวจสอบชนิดของสายพาน (SPZ, SPA, SPB หรือ SPC)
- iv.) ตรวจสอบขนาดของพูลลีเล็ก (พูลลีมอเตอร์) และหาแรงกดสำหรับระยะยึด 16 มม. ต่อระยะห่าง 1 เมตรต่อระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางพูลลี 1 เมตร
- vii.) ใช้เครื่องวัดแรงตึงสายพานวัดระยะยึดของสายพาน
- viii.) ตรวจสอบความตึงสายพาน และเช็คค่าใหม่อีกครั้งให้ได้ตามค่าที่ออกแบบไว้ ถ้าจำเป็น

- a. ตัวอย่างการคำนวณของระยะยึดสายพาน
- b.



ระยะยึดสายพาน

ระยะห่างของพูลลี (เมตร) x 16 มม.(ระยะยึด) = ระยะยึดจริง

ถ้าระยะห่างของพูลลี = 1000 มม. = 1 เมตร

ระยะยึด (1) = 16 มม.

ตัวอย่าง:

สายพานหน้าตัด SPA, เส้นผ่านศูนย์กลางพูลลีเล็ก = 150 มม.

ค่าแรงกดควรเป็น 36 นิวตัน (อ้างอิงตามตารางที่ 2)

ถ้า แรงกดน้อยกว่า 36 นิวตัน แสดงว่ายืดเกินไป

แรงกดมากกว่า 36 นิวตัน แสดงว่าตึงเกินไป

หน้าตัดสายพาน	แรงกดที่ต้องการที่ทำให้สายพานยืดไป 16 มม. ต่อระยะห่างพูลลี 1 เมตร		
	เส้นผ่านศูนย์กลางพูลลีเล็ก (mm)	นิวตัน (N)	Kilogram-force (kg-f)
SPZ	56 to 71	16	1.6
	75 to 90	18	1.8
	95 to 125	20	2.0
	over 125	22	2.2
SPA	80 to 100	22	2.2
	106 to 140	30	3.0
	150 to 200	36	3.7
	over 200	40	4.0
SPB	112 to 160	40	4.0
	170 to 224	50	5.1
	236 to 355	62	6.3
	over 355	65	6.6
SPC	224 to 250	70	7.1
	265 to 355	92	9.4
	Over 375	115	12

ตารางที่ 2: ตารางแรงตึงสายพาน

หัวข้อที่ตรวจสอบ	อุปกรณ์	สภาพโดยทั่วไป	ความถี่ของงาน	ความสะอาด	ระดับของเหลว	ปรับสมดุล	ระดับน้ำ	การรั่วไหลของน้ำ	การสัมผัสเพื่อหนีผลิตภัณฑ์	ความร้อน และกลิ่นผิดปกติ
พัดลม	M	S	R		R				D	
มอเตอร์	M	S	R	R					D	D
อินฟิวด์	M		M							
อ่างน้ำเย็น	Y		M	R		D	Q			
วาล์วกลอย	W									
ระบบกระจายน้ำ	W		S				Y	Y		
วาล์ว	S									
ซิมป์	S		M				Q	D		
สเตนเนอร์	M		M							
โครงสร้าง	S	Y		R					Y	
ผนังข้าง	Y									
บานเกร็ด	Y									

Notes:

 D: รายวัน
Y: รายปี

 W: รายสัปดาห์ M: รายเดือน O: ราย 3 เดือน
R: ตามสภาพ

S: ราย 6 เดือน

Table 3: ตารางแผนการตรวจสอบ

6.0 การเติมน้ำ

ในส่วนของคุณลิ่งทาวเวอร์ ปริมาณน้ำไหลเวียนในระบบที่ลดลงขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยด้วยกัน ดังนั้นการเติมน้ำจึงมีความจำเป็นเพื่อทดแทนปริมาณน้ำที่ลดลง

- i.) น้ำร้อนที่ถูกทำให้เย็นลงในคุณลิ่งทาวเวอร์ ส่วนหนึ่งของน้ำไหลเวียนในระบบสูญเสียไปโดยการระเหยของน้ำบางส่วน
- ii.) น้ำที่สูญเสียจากการถูกแรงลมดึงออกจากคุณลิ่งทาวเวอร์ เรียกว่าการสูญเสียดังกล่าวว่าดริฟท์ (Drift loss) หรือ Carry-over
- iii.) เนื่องจากการสูญเสียจากการระเหยของน้ำ ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายในน้ำเพิ่มขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยต้องถ่ายน้ำออก (blow-down) บางส่วนออกจากน้ำที่ไหลวนภายในระบบ

6.1 การสูญเสียจากการระเหย

การสูญเสียจากการระเหย (E), สามารถคาดการณ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} E(\text{kg/h}) &= Q/575 = CR.L/575 \\ E(\%) &= 100.CR/575 \end{aligned}$$

- ซึ่ง,
- Q : ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากน้ำ (Kcal/h).
 - CR : Cooling range (ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิน้ำเข้าและน้ำออก)
 - L : อัตราการไหลของมวลน้ำ (kg/h).

ค่าความร้อนแฝงของการระเหยของน้ำ คือ 575 Kcal/kg ซึ่ง อุณหภูมิน้ำเข้า และออก ต่างกัน 6°C ทำให้อัตราการสูญเสียจากการระเหยประมาณ 1% ของอัตราการไหลของน้ำ

6.2 การสูญเสียจากการกระเซ็นของน้ำ

การสูญเสียจากการกระเซ็นของน้ำ หรือดริฟท์ (C) ขึ้นอยู่กับชนิดของคุณลิ่งทาวเวอร์ และตัวกั้นน้ำกระเซ็น (drift eliminator) มีค่าประมาณ 0.02% ของอัตราการไหลของน้ำ

6.3 การสูญเสียจากการระบายทิ้ง

การสูญเสียจากการระบายทิ้ง (D) สามารถประเมินได้ตามวิธีการดังนี้

- i.) วาล์วระบายน้ำถูกเปิดออกเล็กน้อยในระหว่างที่ใช้งาน
- ii.) ระดับน้ำถูกตั้งไว้อย่างคงตัว ที่ตำแหน่งสูงกว่าระดับท่อน้ำล้น
- iii.) น้ำไหลวนในระบบทั้งหมดถูกแทนที่ด้วยการเติมน้ำเข้ามาใหม่ ปริมาณของน้ำที่ระบายออกขึ้นอยู่กับปริมาณ และความเข้มข้นของสารละลายในน้ำ โดยปกติแล้วจะประมาณ 0.2 ถึง 2% ของอัตราการไหลของน้ำไหลวนในระบบ

6.4 อัตราการเติมน้ำ

ปริมาณของน้ำที่เติมเข้ามาในระบบ

$$L = E + C + D$$

ตามตัวอย่างข้างต้น :

การสูญเสียจากการระเหย	:	$E = 1\%$
การสูญเสียจากน้ำกระเซ็น	:	$C = 0.02\%$
ปริมาณน้ำที่ระบายออก	:	$D = 0.5\%$

ดังนั้น ปริมาณน้ำเติมได้ 1.52% ซึ่งเพียงพอ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อความปลอดภัย ในกรณีนี้เป็น 2% ของอัตราการไหลซึ่งเพียงพอ

7.0 ปัญหาที่พบบ่อย

บางปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ ดังนั้นสาเหตุที่เป็นไปได้ และวิธีการแก้ไข ดังนี้

ปัญหา	สาเหตุที่เป็นไปได้	วิธีการแก้ไข
เสียงและ การสั่นสะเทือนผิดปกติ	ปลาสไบลพัด และปล่องพัดลมสัมผัสกัน	จัดให้แกนใบพัดอยู่ตรงกลาง
	น็อตหลวม	ขันน็อตให้แน่น
	มอเตอร์ หรือลูกปืน มีปัญหา	เปลี่ยนมอเตอร์ หรือลูกปืน
	พัดลมเสียหาย	เปลี่ยนพัดลม
	สายพานหลวม	ตึงสายพาน
กระแสไฟฟ้าเกิน	แรงดันไฟฟ้าตก	วัดแรงดันไฟฟ้า แล้วติดต่อการไฟฟ้า
	มอเตอร์ใบพัดเปลี่ยนไป	ปรับมอเตอร์ใบพัดใหม่
	มอเตอร์มีปัญหา	ซ่อม หรือเปลี่ยนมอเตอร์
	ภาระเกินจากปริมาณลมเกินกำหนด	ปรับมอเตอร์ใบพัดใหม่
ปริมาณน้ำไหลวนลดลง	ระดับน้ำในอ่างน้ำเย็นต่ำเกินไป	ตรวจสอบและปรับระดับวาล์วลูกกลอยให้เหมาะสม
	สเตนเนอร์ตัน	ทำความสะอาด
	ปั๊มน้ำไหลวนมีปัญหา หรือมีขนาดเล็กเกินไป	ซ่อม หรือเปลี่ยนปั๊มน้ำ
อุณหภูมิ น้ำไหลวนเพิ่มขึ้น	ปริมาณน้ำไหลวนมากเกินไป	ปรับอัตราการไหลให้เป็นตามค่าออกแบบ
	การกระจายน้ำไม่เหมาะสม	ทำความสะอาดหัวฉีด
	ปริมาณลมไม่เพียงพอ	ตรวจสอบและปรับมอเตอร์ใบพัด และสายพาน
	อากาศทั้ง ไนวนวนกลับเข้ามา	ปรับปรุงสภาวะการไหลเวียนของลม
	ทางลมเข้าถูกหักเห	ปรับปรุงสภาวะการไหลเวียนของลม
	อินฟิลล์ตัน	ทำความสะอาดอินฟิลล์ส่วนนั้นๆ
น้ำกระเด็นมากเกินไป	ปริมาณน้ำไหลวนมากเกินไป	ปรับวาล์วใหม่เพื่อให้ได้ปริมาณที่เหมาะสม
	ชุดกันน้ำกระเด็นมีปัญหา	ซ่อม หรือเปลี่ยน ชุดกันน้ำกระเด็น
	ปริมาณลมมากเกินไป	ปรับมอเตอร์ใบพัดใหม่
การสตาร์ทมอเตอร์ล้มเหลว	กำลังไฟฟ้าไม่เหมาะสมกับมอเตอร์	1) ตรวจสอบกำลังไฟฟ้าที่ชุดสตาร์ท แก้ไขการเชื่อมต่อที่ไม่ถูกต้องระหว่างชุดควบคุม และมอเตอร์ 2) ตรวจสอบหน้าสัมผัสชุดสตาร์ท และวงจรควบคุม รีเลย์ โอเวอร์โหลดรีเลย์ รีเลย์ทรีฟาส์ หรือเปลี่ยนสวิสช์ควบคุมที่เสียหาย 3) ถ้ากำลังไฟฟ้าไม่มายังชุดสตาร์ท ตรวจสอบให้แน่ใจว่าพบโอเวอร์โหลด หรือการสัควงจรของอุปกรณ์หรือไม่
	การเชื่อมต่อผิด	ตรวจสอบมอเตอร์ และการเชื่อมต่อของระบบควบคุมว่าถูกต้องหรือไม่
	ฟิวส์ขาด	เปลี่ยนฟิวส์ ที่มีขนาดที่เหมาะสม
	โอเวอร์โหลด ทรีป	ตรวจสอบ และรีเซ็ตโอเวอร์โหลดที่สตาร์ทเตอร์
	แรงดันไฟฟ้าต่ำ	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่เนมเพลทมอเตอร์ว่าขัดแย้งกับแหล่งจ่ายหรือไม่ ตรวจสอบแรงดันที่ขั้วของมอเตอร์

	วงจรเปิดจากขดลวดมอเตอร์ขาด	ตรวจสอบวงจรเปิด สำหรับขดลวดสเตเตอร์
	การลัดวงจรของขดลวดสเตเตอร์ เกิดโอเวอร์โหลดจาก ขดลวดที่บกพร่อง	บ่งชี้จากฟิวส์ที่ขาด มอเตอร์ต้องถูกพันขดลวดใหม่ ถอดท้าย มอเตอร์ แล้วตรวจสอบด้วยไขควงวัดไฟ
	มอเตอร์ หรือชุดขับใบพัดติด	ปลดสายพาน หรือชุดเกียร์ ออกจากมอเตอร์ แล้วตรวจสอบ ชุดเกียร์ และมอเตอร์ เพื่อหาสาเหตุ
	โรเตอร์บกพร่อง	ตรวจสอบหารอบแตกที่เพลลา และวงแหวน
รันมอเตอร์ แล้วหยุด	แหล่งจ่ายไฟล้มเหลว	ตรวจสอบหารอยรั่วตามสายไฟ เพื่อแก้ไข และควบคุม
เสียงมอเตอร์ ผิดปกติ	มอเตอร์รันด้วยเฟสเดียว	หยุดมอเตอร์ และไม่ให้พยายามจะใช้งาน มอเตอร์ต้องไม่สตาร์ทหากไฟที่มีแค่เฟสเดียว ตรวจสอบการเข้าสายไฟชุดควบคุมมอเตอร์
	สายไฟกำลังเข้ามอเตอร์ เชื่อมต่อผิด	ตรวจสอบการเชื่อมต่อมอเตอร์ ให้เป็นไปตามแบบ
	ลูกปืนมอเตอร์	ตรวจสอบการหล่อลื่น ทำการเปลี่ยนลูกปืนที่เสียหาย
	ความไม่สมดุลทางไฟฟ้า	ตรวจสอบแรงดัน และกระแสไฟฟ้า ทั้งสามเส้น และทำการ แก้ไขถ้าจำเป็น
	ช่องว่างระหว่าง Stator และ Housing ไม่ สม่ำเสมอ	ตรวจสอบ และ แก้ไข จุดยึด หรือลูกปืน
	โรเตอร์ ไม่สมดุล	ทำการปรับสมดุลใหม่
	พัดลมระบายอากาศชนกับฝาครอบ	ทำการติดตั้งใบพัดใหม่ หรือเปลี่ยนใบพัดใหม่
มอเตอร์ที่รันอยู่ ร้อน	มอเตอร์โอเวอร์โหลด เพราะแรงดันไฟฟ้าไม่ถูกต้อง หรือแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล	ตรวจสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้าของทั้งสามเส้น ให้เป็น ไฟตามปริมาณที่เนมเพลท
	ลูกปืนมีจารบีมากเกินไป	เอาจารบีออกจากลูกปืน รันมอเตอร์ให้ความเร็วเหวี่ยงจารบี ที่เกินออก
	สารหล่อลื่นภายในลูกปืนผิด	เปลี่ยนสารหล่อลื่นให้เหมาะสม อ้างอิงตามคู่มือของ มอเตอร์
	เฟสใดเฟสหนึ่งไม่มีไฟฟ้า	หยุดมอเตอร์ และไม่ให้พยายามจะใช้งาน มอเตอร์ต้องไม่สตาร์ทหากไฟที่มีแค่เฟสเดียว ตรวจสอบการเข้าสายไฟชุดควบคุมมอเตอร์
	การระบายอากาศไม่ดี	ทำความสะอาดมอเตอร์ และตรวจสอบการระบายอากาศ ต้องมีการไหลเวียนของอากาศที่เพียงพอ รอบๆมอเตอร์
	การพันขดลวดเสียหาย	ตรวจสอบด้วยโอห์มมิเตอร์
	เพลลามอเตอร์เบี้ยว	ทำให้ตรง หรือเปลี่ยนใหม่
	จารบีไม่เพียงพอ	เอาปลั๊กออก และอัดจารบีใหม่
	สตาร์ทบ่อยเกินไป	จำกัดการจำนวนการสตาร์ทที่เหมาะสม ต้องไม่เกินต่ำกว่า 30 วินาทีใน 1 ชั่วโมง
	จารบีหมดสภาพ	นำจารบีออก และเติมสารหล่อลื่นเข้าไปใหม่
	ลูกปืนเสียหาย	เปลี่ยนลูกปืน
	มุมใบพัดไม่ถูกต้อง	วัดมุมใบพัดจริง แวเปรียบเทียบกับค่าที่แนะนำ ทำการแก้ไขถ้าจำเป็น
	แรงดันตกคร่อมหัวหลักไม่สมดุล	ตรวจสอบความผิดปกติที่สายไฟมอเตอร์ การเชื่อมต่อ และ หม้อแปลงไฟฟ้า

มอเตอร์ ไม่รับด้วย ความเร็วปกติ	แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ต่ำ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าตก	ตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้า และทำการตั้งค่า หากมีเสียง หอน ใช้แรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น บนหม้อแปลงไฟฟ้า หรือลด ภาระ เพิ่มขนาดสายไฟ หรือลดแรงเลี้ยงลง
	ภาระคอนสแตนท์สูงเกินไป	ตรวจสอบภาระของมอเตอร์ ที่ถูกใช้งานจริงเมื่อสแตนท์
	แกนโรเตอร์เสียหาย	ตรวจสอบรอยแตกใกล้ๆ กับแหวน เปลี่ยนโรเตอร์ใหม่
	วงจรหลักเปิด	ระบอบการผิดปกติด้วยเครื่องมือ แล้วทำการแก้ไข
มอเตอร์หมุนผิดทาง	ลำดับของเฟสผิด	สลับสายไฟ 2 เส้น แล้วทดสอบอีกครั้ง
มอเตอร์สั้น	มอเตอร์ ไม่ได้ระดับ	ตั้งระดับใหม่
	ซีพอร์ทอ่อน	ทำให้แข็งแรงขึ้น
	คัปปลิงไม่ได้สมดุล	ตั้งสมดุลใหม่
	ชุดขับไม่ได้สมดุล	ตั้งสมดุลชุดขับใหม่
	ลูกปืนผิดปกติ	เปลี่ยนลูกปืนใหม่
	ลูกปืนไม่ได้ระดับ	ตั้งระดับใหม่เหมาะสม
	สมดุลน้ำหนักเพลลา	ตั้งสมดุลมอเตอร์ใหม่
	ความแตกต่างระหว่างสมดุลของโรเตอร์ และคัปปลิง (half key – full key)	ตั้งสมดุลของคัปปลิง หรือมอเตอร์
	มอเตอร์มากกว่า 1 เฟส รันเพียงเฟสเดียว	ตรวจสอบวงจรเปิด
	ปลายเพลลาถ่ายเกินไป	ปรับสมดุล หรือหนุนด้วยแผ่นซึม
ลูกปืนร้อน	เพลลาติด หรือเพลลาเบี้ยว	ทำให้ตรง หรือเปลี่ยนเพลลา
	สายพานตึงมากเกินไป	ลดแรงตึงสายพาน
	พูลลีห่างเกินไป	เคลื่อนที่พูลลีให้เข้าใกล้ลูกปืนมอเตอร์ให้มากขึ้น
	เส้นผ่านศูนย์กลางกลวงพูลลีมอเตอร์เล็กเกินไป	ใช้พูลลีขนาดใหญ่ขึ้น
	แนวระดับไม่ตรง	แก้ไขโดยตั้งแนวระดับใหม่
	จารบีไม่เพียงพอ	เติมจารบีด้วยปริมาณที่เหมาะสม
	จารบีเสื่อมสภาพ หรือสารหล่อลื่นมีการปนเปื้อน	นำจารบีเก่าออก และทำการล้างลูกปืนด้วยน้ำมันก๊าด และทำการเติมจารบีใหม่เข้าไป
	สารหล่อลื่นมากเกินไป	ลดปริมาณของจารบีลง ไม่ควรมากกว่าครึ่งหนึ่งของที่เติม เข้าไป
	ลูกปืนรับภาระมากเกินไป	ตรวจสอบแนวระดับ ทั้งด้านข้าง ด้านท้าย และแนวแกน
	ลูกปืนแตก หรือร่องลูกปืนไม่เรียบ	เปลี่ยนลูกปืน ทำความสะอาดทั้งตัวเรือน
เสียงผิดปกติปกติ	ใบพัดถูกกับภายในปล่องพัดลม	ปรับระยะระหว่างปลายใบพัด กับปล่องพัดลม โดยการจัด ปล่องพัดลม
	น็อตยึดใบพัดหลวม	ตรวจสอบ และขันให้แน่นถ้าจำเป็น และตรวจสอบมุม ใบพัด

Samitivej Chonburi Hospital

Operation and Maintenance

24/02/2563

TRUWATER®

TOPIC

- ▶ Cooling tower is ?
- ▶ Component of Cooling Tower
- ▶ Theory for cooling tower
- ▶ Samitivej Chonburi Hospital's COOLING Tower and specification

TRUWATER®

TOPIC

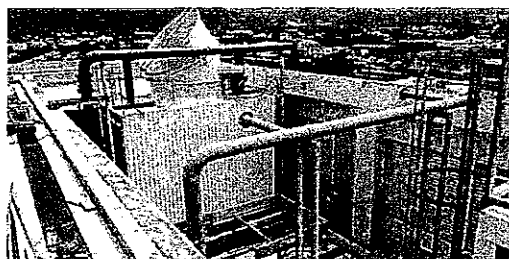
- ▶ Maintenance for cooling tower
 - ▶ Inspection
 - ▶ Preventive
 - ▶ Cleaning
 - ▶ Recommended water quality
- ▶ Trouble shooting
- ▶ Service contact

TRUWATER®

COOLING TOWER IS ?

- ▶ Cooling tower คือ ?

อุปกรณ์ที่ใช้เพื่อระบายความร้อนออกจากน้ำชนิดหนึ่ง โดยใช้หลักการระเหย(Evaporation) ของน้ำส่วนหนึ่ง และการแลกเปลี่ยนความร้อน(Heat exchange)ระหว่างน้ำ กับอากาศ



TRUWATER®

COOLING TOWER IS ?

► มี 2 ชนิด

➢ ชนิดไหลตัดกัน (Cross flow)

ทิศทางการไหลของน้ำ และอากาศ ไหลตัดกัน

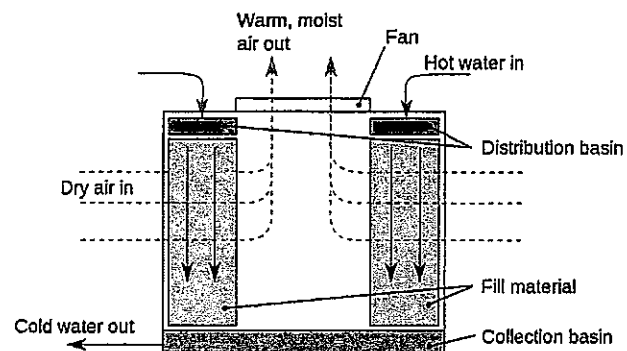
➢ ชนิดไหลสวนกัน (Counter flow)

ทิศทางการไหลของน้ำ และอากาศ ไหลสวนทางกัน

TRUWATER®

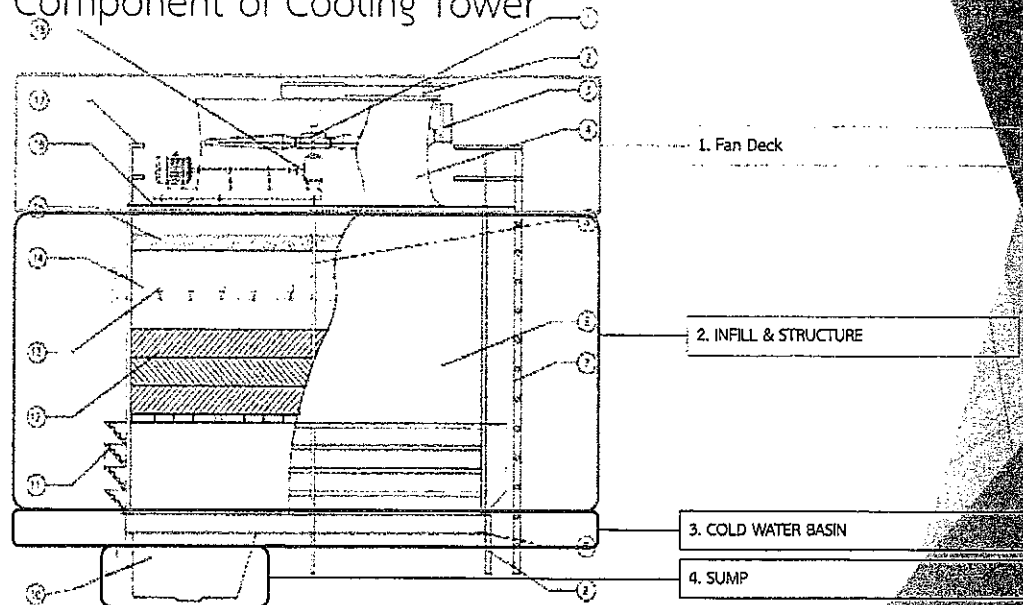
COOLING TOWER IS ?

➢ ชนิดไหลตัดกัน (Cross flow)



TRUWATER®

Component of Cooling Tower



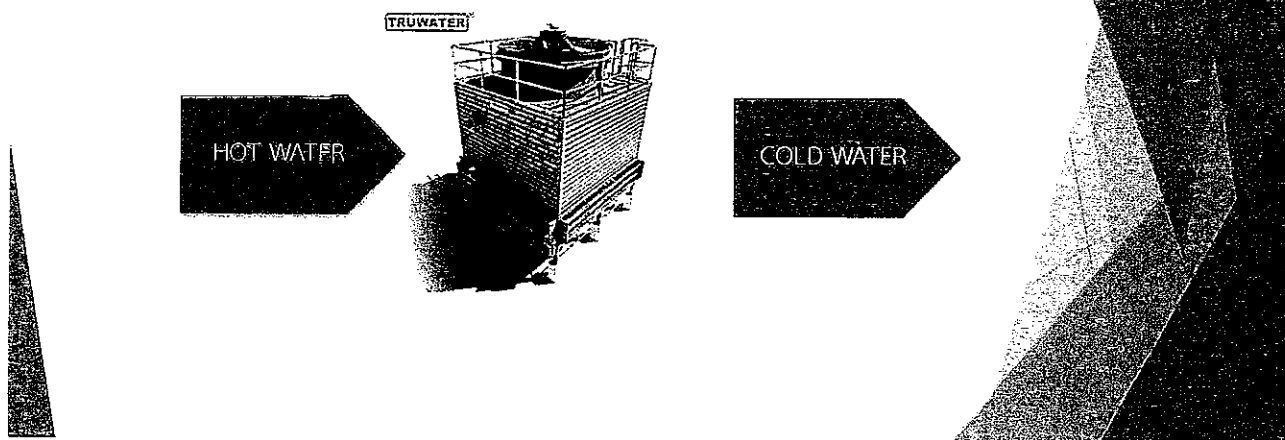
THEORY FOR COOLING TOWER

► HEAT EXCHANGE

► EVAPORATION

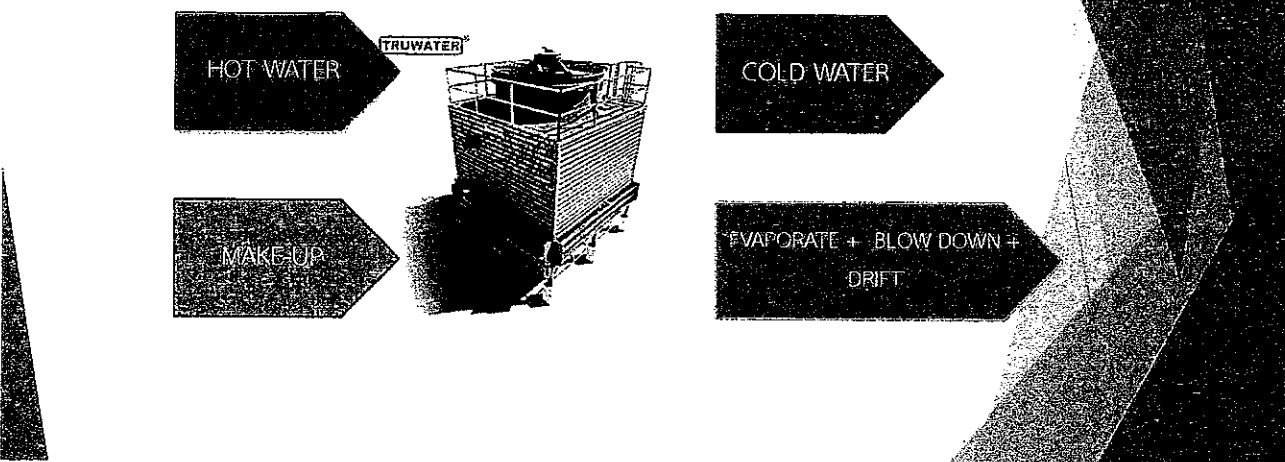
TRUWATER®

HEAT EXCHANGE



EVAPORATION

0.43.4/s.

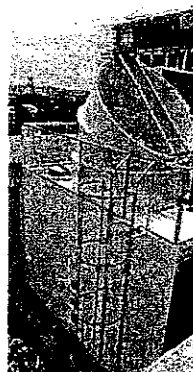


THEORY FOR COOLING TOWER

- ▶ ปริมาณน้ำเข้า – ปริมาณน้ำออก = ปริมาณน้ำที่สูญเสียไป (WATER LOSSES)
- ▶ น้ำที่สูญเสียไปจากระบบ
 - ▶ สูญเสียจากการระเหย จากการแลกเปลี่ยนความร้อน (EVAPORATION LOSSES : E)
 - ▶ สูญเสียจากการระบายน้ำ เพื่อปรับสภาพสารเคมีภายในระบบ (BLOW DOWN LOSSES : B)
 - ▶ สูญเสียจากการกระเซ็น และอื่นๆ (DRIFT LOSSES : D)
- ▶ ปริมาณน้ำที่สูญเสีย (WATER LOSSES) = ปริมาณน้ำที่เติม (MAKE-UP WATER)
 - ▶ MAKE-UP WATER = E + B + D = ~1% ของอัตราการไหลของน้ำ

Samitivej Chonburi Hospital's COOLING TOWER

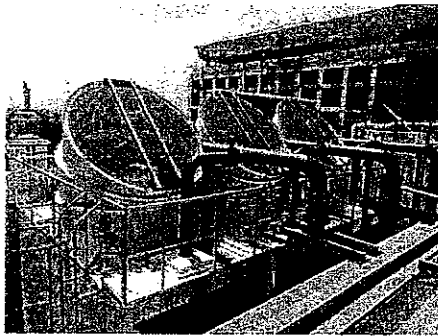
- ▶ Model : VXS 2230C-1L
- ▶ Quantity : 2 set
- ▶ Inlet temp. : 37.8 °C
- ▶ Outlet temp. : 32.2 °C
- ▶ WB temp. : 28.5 °C
- ▶ Water flow rate : 43.5 L/s



TRUWATER®

Samitivej Chonburi Hospital's COOLING TOWER

- ▶ Model : VXS 2230D-2L
- ▶ Quantity : 1 set
- ▶ Inlet temp. : 37.8 °C
- ▶ Outlet temp. : 32.2 °C
- ▶ WB temp. : 29.0 °C
- ▶ Water flow rate : 88 L/s



TRUWATER®

MAINTENANCE FOR COOLING TOWER

- ▶ Inspection
- ▶ Preventive
- ▶ Cleaning
- ▶ RECOMMENDED WATER QUALITY

TRUWATER®

INSPECTION

อุปกรณ์	เข็มนาฬิกา	ความถี่ของเสียง	การสั่นสะเทือน	การเปลี่ยนแปลง	การเปลี่ยนแปลง	การเปลี่ยนแปลง	การเปลี่ยนแปลง	การเปลี่ยนแปลง	การเปลี่ยนแปลง
ใบพัด	M	S	R		R			D	D ทุกวัน
มอเตอร์	M	S	R	R				D D	W ทุกสัปดาห์
อินพุต	M		M						M ทุกเดือน
สายพาน	M		M						Q ทุก 3 เดือน
ระบบกระจายน้ำ	W	S				Y	Y		S ทุก 6 เดือน
วาล์ว	S								Y ทุกปี
จุ่ม	S		M				Q	D	R ตามความเหมาะสม
สแตนดาร์ด	M		M						
โครงสร้าง	S	Y		R			Y		
แผ่นกันน้ำ	Y								
บานประตู	Y								

TRUWATER®

PREVENTIVE

- ▶ การเติมจารบี (Replenishing of grease)
- ▶ ความตึงสายพาน (Belt tightening)

TRUWATER®

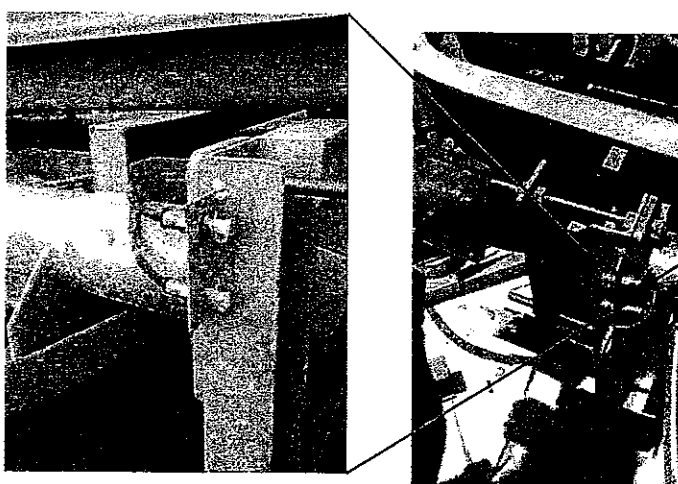
PREVENTIVE

► การเติมจารบี

- เติมจารบี ทุกๆ 3 เดือน
- เติมจารบี ที่หัวอัดจารบี อยู่บริเวณมอเตอร์
- ปริมาณจารบีที่เติม คือ 10 กรัม
- ชนิดของจารบี
 - Shell Alvania Grease No.2
 - หรือ เทียบเท่า

TRUWATER®

PREVENTIVE



*ตำแหน่งของหัวเติมจารบี

TRUWATER®

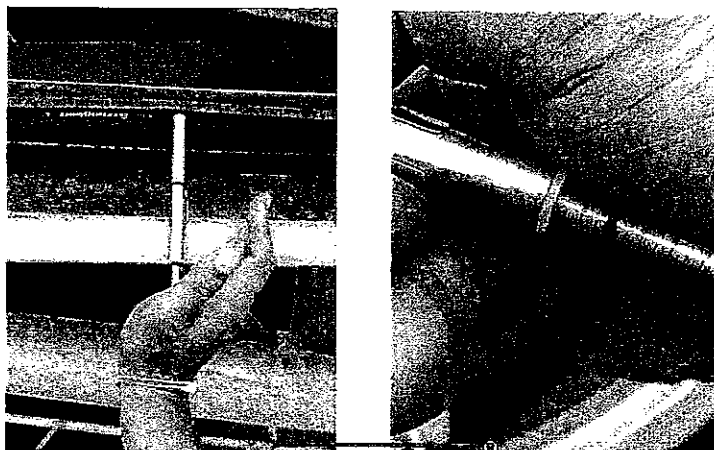
PREVENTIVE

► การปรับตั้งสายพาน

- ตรวจสอบความตึงของสายพาน ทุกๆ 3 เดือน
- ค่าความตึงสายพานควรอ้างอิงตามผล Test&Commissioning

TRUWATER®

PREVENTIVE



TRUWATER®

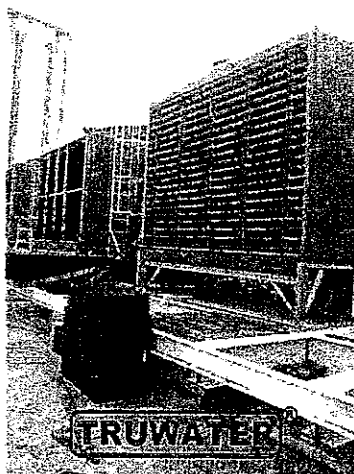
CLEANING

- ▶ อินฟิล (Infil)
- ▶ ดรอฟ อีลิมีเนเตอร์ (Drift Eliminator)
- ▶ อ่างน้ำเย็น (Cold water basin)
- ▶ ชั้ม (Sump)
 - ▶ แนะนำให้ล้างในส่วนข้างต้น ทุกๆ 3 เดือน

TRUWATER®

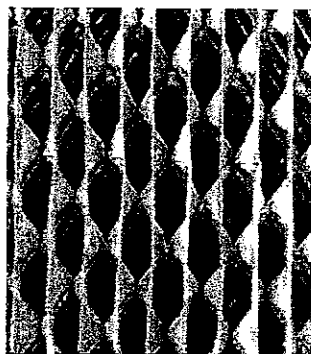
CLEANING

- ▶ อินฟิล (Infil)

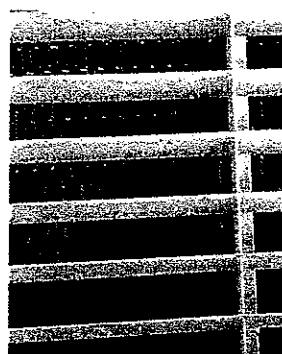


CLEANING

► อินฟิล (Infill)



ก่อนล้าง



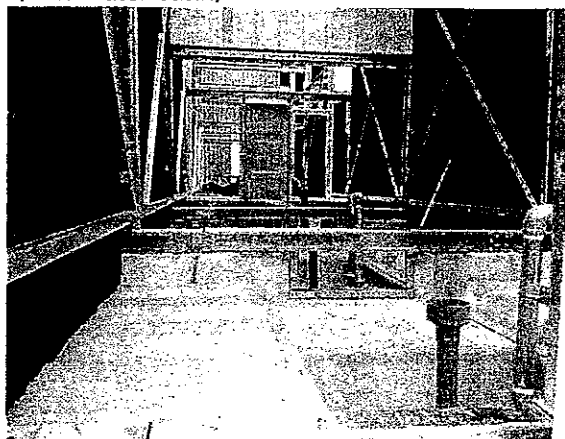
หลังล้าง

*ตัวอย่างการล้างอินฟิล จาก โรงพยาบาลกรุงเทพ เยาวราช

TRUWATER®

CLEANING

► อ่างน้ำเย็น (Cold water basin)



TRUWATER®

CLEANING

▶ อ่างน้ำเย็น (Cold water basin)



ก่อนล้าง



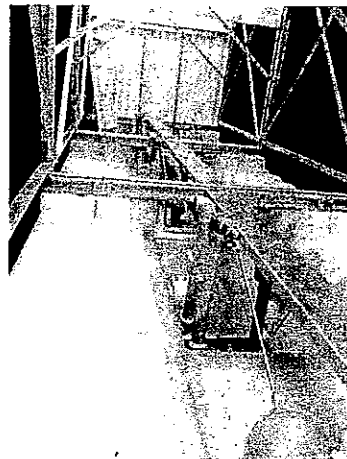
หลังล้าง

* ตัวอย่างการล้างอ่างน้ำเย็น จาก โรงพยาบาลกรุงเทพ เยาวราช

TRUWATER®

CLEANING

▶ ซัมป์ (Sump)



TRUWATER®

CLEANING

▶ อ่างซึมป์ (Sump)



ก่อนล้าง



หลังล้าง

*ตัวอย่างการล้างอ่างซึมป์ จาก โรงพยาบาลกรุงเทพฯ เยาวราช

TRUWATER®

RECOMMENDED WATER QUALITY

▶ Circulating water

▶ Make-up water

TRUWATER®

CIRCULATING WATER

	รายการ	ค่าที่ควบคุม	การดูแล	
			การกักครอน	สะสม
รายการที่ต้องควบคุม	pH (at 25°C)	6.5 ~ 8.0	○	○
	Electric conductivity ($\mu\text{s} / \text{cm}$)	below 800	○	○
	Chloride ion ($\text{mg Cl}^- / \text{l}$)	below 200	○	
	Sulfate ion ($\text{mg SO}_4^{2-} / \text{l}$)	below 200	○	
	M-alkalinity ($\text{mg CaCO}_3 / \text{l}$)	below 100		○
	Total hardness ($\text{mg CaCO}_3 / \text{l}$)	below 200		○
รายการที่ใช้อ้างอิง	Iron ($\text{mg Fe} / \text{l}$)	below 1.0	○	○
	Sulfide ion ($\text{mg S}^{2-} / \text{l}$)	not detectable	○	
	Ammonium ion ($\text{mg NH}_4^+ / \text{l}$)	below 1.0	○	
	Silica ion ($\text{mg SiO}_2 / \text{l}$)	below 50		○

**Refer to TRUWATER's O&M, table no.1, page 7

MAKE-UP WATER

	รายการ	ค่าควบคุม
รายการที่ต้องควบคุม	pH (at 25°C)	6.5 ~ 8.0
	Electric conductivity ($\mu\text{s} / \text{cm}$)	below 200
	Chloride ion ($\text{mg Cl}^- / \text{l}$)	below 50
	Sulfate ion ($\text{mg SO}_4^{2-} / \text{l}$)	below 50
	M-alkalinity ($\text{mg CaCO}_3 / \text{l}$)	below 50
	Total hardness ($\text{mg CaCO}_3 / \text{l}$)	below 50
รายการที่ใช้อ้างอิง	Iron ($\text{mg Fe} / \text{l}$)	below 0.3
	Sulfide ion ($\text{mg S}^{2-} / \text{l}$)	not detectable
	Ammonium ion ($\text{mg NH}_4^+ / \text{l}$)	below 0.2
	Silica ion ($\text{mg SiO}_2 / \text{l}$)	below 30

**Refer to TRUWATER's O&M, table no.2, page 7

TROUBLE SHOOTING

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	การแก้ไข
เสียง และกลิ่น ผิดปกติ	ใบพัด และปลั๊กใบพัด ชนกัน	ตั้งเซ็นเซอร์เหลาพัดลม
	บ๊อคหลวม	ขันน็อตให้แน่น
	มอเตอร์ หรือลูกปืนมีปัญหา	เปลี่ยนมอเตอร์ หรือลูกปืน
	ใบพัดเสียหาย	เปลี่ยนใบพัด
	ใบพัดลมไม่ได้สมดุล	ทำการปรับตั้งสมดุลใบพัดใหม่
กระแสไฟฟ้าเกิน	สายพานหลวม	ตึงสายพานใหม่
	แรงดันไฟฟ้าตก	วัดแรงดันไฟฟ้า แล้วติดต่อผู้รับผิดชอบ
	องค์ประกอบพัดเปลี่ยน	ปรับองค์ประกอบใบพัดใหม่
	มอเตอร์มีปัญหา	ซ่อม หรือเปลี่ยนมอเตอร์
	ใบพัดกับสายพานเกินไป	ปรับองค์ประกอบใบพัดใหม่
น้ำในระบบลดลง	ระดับน้ำเย็นต่ำเกินไป	ตรวจสอบ และปรับตั้งระดับลูกลอย
	สวิตช์แออร์ตัน	ทำความสะอาดสวิตช์แออร์
	มีน้ำในระบบมีปัญหา หรือไม่สามาร	ตรวจสอบเบื้องต้น แล้วแจ้งผู้รับผิดชอบ
	มีน้ำเข้าเข้ามาได้ให้เพียงพอ	
อุณหภูมิน้ำในระบบสูงขึ้น	น้ำในระบบมากเกินไปจนความจำเป็น	ปรับปริมาณน้ำใหม่
	การกระจายน้ำไม่สม่ำเสมอ	ทำความสะอาดระบบกระจายน้ำ
	ใบพัดกับลมไม่เพียงพอ	ตรวจสอบ และปรับตั้งองค์ประกอบใบพัด และสายพานใหม่
	ลมร้อนมากเกินไป	ติดต่อผู้แทนผู้ผลิต
	สมดุลมีปัญหา	ติดต่อผู้แทนผู้ผลิต
	มีส่วนที่อุดตัน	ทำความสะอาด
ผลเนื่องมาจากความเกิน	น้ำในระบบมากเกินไปจนความจำเป็น	ปรับปริมาณน้ำใหม่
	ชุดป้องกันน้ำกระเด็นมีปัญหา	แก้ไข หรือเปลี่ยนชุดป้องกันน้ำกระเด็น
	อัตราการของอากาศมากเกินไป	ปรับลมใบพัดใหม่

TRUWATER®

TROUBLE SHOOTING

มอเตอร์เริ่มแล้ว อุณหภูมิสูง	มอเตอร์โอเวอร์โหลด แรงดันไฟฟ้าผิด หรือแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล	ตรวจสอบแรงดัน และกระแสไฟฟ้าของทั้งสามเฟส ว่าเป็นไป ตามเนมเพลทหรือไม่ แล้วแจ้งให้ผู้รับผิดชอบทำการแก้ไข
	จารบีที่ลูกปืนมากเกินไป	นำจารบีที่ถูกระบายออก รันมอเตอร์ขึ้นมาเพื่อให้ความเร็วด้าน จารบีที่เกินออกมา
	ใช้สารหล่อลื่นผิดในลูกปืน	เปลี่ยนสารหล่อลื่นให้ถูกต้อง ตามคู่มือของมอเตอร์
	มีเฟสหนึ่งหายไป	หยุดมอเตอร์ แล้วทดลองสตาร์ทอีกครั้ง มอเตอร์จะไม่สตาร์ทถ้า เป็นไฟฟ้าเฟสเดียว ตรวจสอบการต่อสายไฟ ระบบควบคุม และ มอเตอร์
	การไหลเวียนของอากาศไม่ดี	ทำความสะอาดมอเตอร์ และตรวจสอบการเปิดระบบไหลเวียน อากาศ ว่ายอมให้อากาศไหลเวียนรอบมอเตอร์มากพอ
	ขดลวดมอเตอร์	ตรวจสอบด้วยโอห์มมิเตอร์
	เพลาของมอเตอร์ติด	เปลี่ยนเพลา
	จารบีไม่เพียงพอ	เติมจารบี
	สตาร์ทบ่อยเกินไป	จำกัดการสตาร์ทอย่างต่อเนื่อง 30 วินาที ในแต่ละชั่วโมง
	การเสื่อมสภาพ หรือมีสิ่งปนเปื้อนในจารบี	ล้างลูกปืน แล้วอัดจารบีใหม่
	ลูกปืนเสียหาย	เปลี่ยนลูกปืนใหม่
	มุมใบพัดไม่ถูกต้อง	วัดมุมใบพัดจริง แล้วเปรียบเทียบกับค่าที่โรงงานแนะนำ ปรับแก้มให้ถูกต้องถ้าจำเป็น
	แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเทอร์มินัลไม่สมดุล	ตรวจสอบ การบัดกรี การเชื่อมต่อ และหมอบปรัง ว่าผิดปกติ หรือไม่

TRUWATER®

TROUBLE SHOOTING

มอเตอร์ไม่สามารถทำงาน ความเร็วได้	แรงดันตกคร่อมที่เทอร์มินัลของมอเตอร์ ดำเนินไปเพราะแรงดันในเฟสตก	ตรวจสอบเบื้องต้น แล้วให้แจ้งกับผู้รับผิดชอบ
	ไฟตัดคอนสแตนท์ลงเกินไป	ตรวจสอบบนในฟีด และความถี่ของสายพาน
มอเตอร์หมุนผิดทาง	เพลาในมอเตอร์	มองหามอเตอร์กลับกันหรือเปลี่ยนเฟส ตรวจสอบ
	ลำดับการต่อเฟสผิด	สลับสายไฟเข้ามอเตอร์ให้สลับกันได้ สองเฟส จากทั้งหมด สาม เฟส
มอเตอร์สั่น	มอเตอร์ไม่ได้รับแรงดัน (alignment)	ปรับแรงดันใหม่ (Realign)
	ตัวพอร์ชของมอเตอร์ไม่แข็งแรง	เสริมให้แข็งแรง
	อุปกรณ์ขับเคลื่อนไม่ได้สมดุล	ปรับสมดุลใหม่
	ลูกปืนมีข้อบกพร่อง	เปลี่ยนลูกปืนใหม่
	ลูกปืนไม่ได้เข้าเตา	ปรับตั้งเข้าเตาให้เหมาะสม
	น้ำมันหล่อลื่นไม่เพียงพอ	ปรับสมดุลมอเตอร์ใหม่
	มอเตอร์สั่นเพราะแรงดันเฟสเดียว	ตรวจสอบเบื้องต้น แล้วให้แจ้งกับผู้รับผิดชอบ
ลูกปืนร้อน	ระดมความร้อนที่มอเตอร์มากเกินไป	ปรับลูกปืน หรือใส่แผ่นรองเพิ่ม
	เพลา หรือเป็นสนิม	เปลี่ยนเพลา
	สายพานสั่นมากเกินไป (ยึดมากเกินไป)	ลดแรงสั่นของสายพาน
	หุ้ดเค้นกับหุ้ดเค้นไม่ได้ระดับ (ไม่ สมบูรณ์)	ปรับตั้งใหม่
	จารบีไม่เพียงพอ	เติมจารบี
	การสั่นสะเทือน หรือมีสิ่งปนเปื้อนในจารบี	ล้างลูกปืน แล้วใส่จารบีใหม่
	จารบีที่ลูกปืนมากเกินไป	นำจารบีที่เกินออก โดยที่มอเตอร์ยังทำงานเพื่อให้ความเร็วในการ บีบที่เกินออกมา
เสียงรบกวนจากในฟีด	ลูกปืนมีการเสียดสี	ตรวจสอบระดับของหุ้ดเค้นและแรงเค้นตาม แรงสั่นผิดปกติ
	ลูกปืนแตก หรือรางลูกปืนไม่เรียบ	เปลี่ยนลูกปืนใหม่ ทำความสะอาดตัวเรือนทั้งหมด
	ใบพัดขัดกับปล้อง	ปรับช่องว่างระหว่างใบพัดกับปล้อง
	ข้อผิดพลาดในฟีดความเร็ว	ตรวจสอบบนในฟีด แล้วปรับใหม่

TRUWATER®

TROUBLE SHOOTING

เสียงผิดปกติของมอเตอร์	มอเตอร์ร้อนด้วยไฟฟ้าเฟสเดียว	หยุดมอเตอร์ แล้วทดสอบอีกครั้ง มอเตอร์จะไม่สตาร์ทถ้า เป็นไฟฟ้าเฟสเดียว ตรวจสอบการต่อสายไฟ ระบบควบคุม และ มอเตอร์
	การต่อสายไฟผิด	ตรวจสอบการต่อสายไฟกับมอเตอร์ให้ไปในตามแบบ
	ลูกปืน	ตรวจสอบการหล่อลื่น เปลี่ยนลูกปืนใหม่
	สายพานไม่สมดุลทางไฟฟ้า	ตรวจสอบแรงดัน และกระแสไฟฟ้าของทั้งสามเฟส แล้วแก้ไข
	ช่องว่างระหว่างมอเตอร์กับสเตเตอร์ไม่	ตรวจสอบ และแก้ไขการประกอบตัวเรือนมอเตอร์ หรือลูกปืน
	โรเตอร์ไม่สมดุล	ตั้งสมดุลของโรเตอร์ใหม่
	หุ้ดเค้นระบายอากาศชนกับฝาครอบ	ถอดประกอบใหม่ หรือเปลี่ยนหุ้ดเค้น

TRUWATER®

SERVICE CONTACT

Department	Name	Tel.
Call Center	-	02-002-1652
Fax	-	02-002-1625
Project sales	Pirisa S.	085-329-6003
Project sales	Kittiphong T.	084-141-0747
Service Operation & Sales	Pondee P.	062-959-6516
Admin. & Purchasing	Apinya A.	083-011-5587

TRUWATER®

TRUWATER®

Thank you

24/02/2563