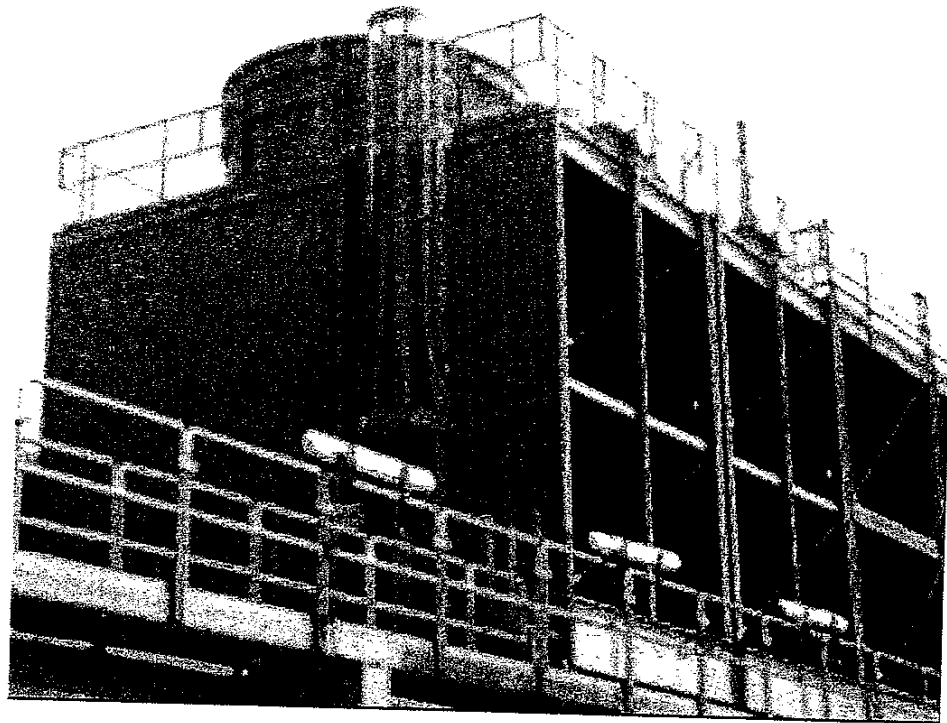


## เอกสารแนบ 10

เอกสารการดูแลหอผู้ป่วย

คู่มือ  
การซ่อมบำรุง และการใช้งาน  
คูลลิ่งทาว์นเวอร์



**TRUWATER**™

**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](mailto:Tw.Cooling@truwater.com.my)

WEBSITE: <http://www.truwater.com.my>

Kamdhapong 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	ตัวเรือนของตู้กลิ้งทาวเวอร์	
2.3	มอเตอร์	
2.4	ใบพัด	
2.5	อินฟิต	
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 ขณะที่ตู้กลิ้งทาวเวอร์ "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 ถูกล้างทาวเวอร์แก่ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ และปลอดภัยตลอดการทำงานกับถูกล้างทาวเวอร์

ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดการปฏิบัติงานอย่างละเอียด ไม่เพียงแต่ขณะที่เดินเครื่องเท่านั้น แต่ควรศึกษาถึงการซ่อมบำรุง และดูแลรักษาตามรอบให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ และปฏิบัติงานคู่ขนานกับข้อแนะนำต่างๆ และการทำงานของอุปกรณ์

## 2.0 โครงสร้าง

### 2.1 ทั่วไป

จากภาพที่ 1 แสดงชิ้นส่วนต่างๆ ที่เป็นชิ้นส่วนหลัก ของถูกล้างทาวเวอร์ ชิ้นส่วนที่สำคัญหลักในการทำงานของถูกล้างทาวเวอร์ คือ ใบพัด และ อินฟิลา

ถูกล้างทาวเวอร์ ระบายความร้อนออกจากรadiator ที่ไหลเวียนในระบบ ด้วยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำ กับอากาศ ซึ่งถูกออกแบบและสร้างด้วยแรงงานคนที่มีมาตรฐานการทำงาน และประสิทธิภาพสูง ทั้งหมดนี้ ถูกสนับสนุนด้วยประสิทธิภาพชั้นานเป็นพิเศษทางด้านอุตสาหกรรมที่มากพอของวิศวกร

### 2.2 ตัวเรือนของถูกล้างทาวเวอร์

#### 2.2.1 โครงสร้าง

โครงสร้างของถูกล้างทาวเวอร์ ถูกสร้างจากเหล็ก ซึ่งผ่านกระบวนการเคลือบผิวด้วยกัลวาไนซ์ เพื่อให้มีความสามารถสูงในการป้องกันกรัดกร่อน (corrosion)

#### 2.2.2 ผนัง บานเกร็ด และอ่าง

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

### 2.3 มอเตอร์

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

## 2.4 ใบพัด

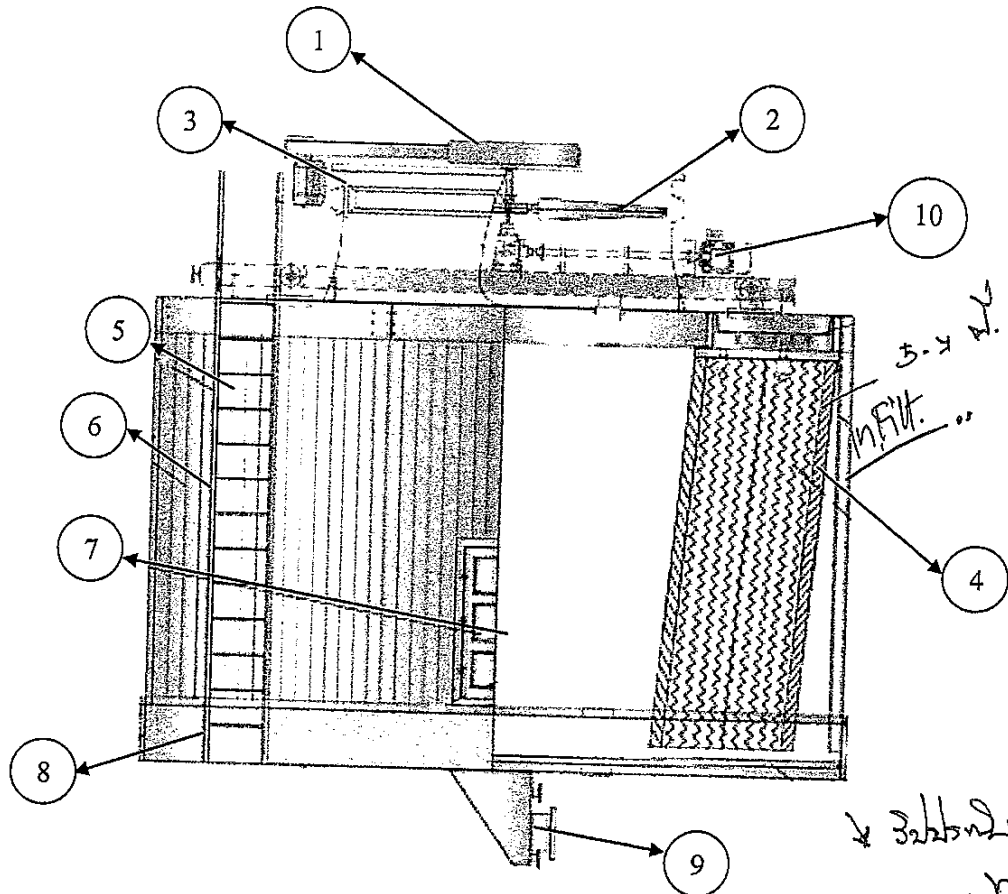
การออกแบบเป็นพิเศษสำหรับใบพัดแบบชนิดแกนหมุนที่มีเสียงรบกวนต่ำ ทำงานร่วมกับใบพัดสำหรับการใช้งานอย่างหนักที่ทำจากอลูมิเนียมผสม (Aluminum alloy) ใบพัดสามารถปรับมุมได้อย่างอิสระ โดยผู้ผลิตต้องการปรับใบพัดใหม่ เพื่อให้แน่ใจว่าพัดลมอยู่ในสมดุลที่เหมาะสม หลังจากติดตั้งแล้ว

## 2.5 อินฟิล

อินฟิล ที่ใช้มีผลกับประสิทธิภาพของทูลล์ทาวเวอร์อย่างมาก ฟิล์มอินฟิลความหนาแน่นสูง ถูกสร้างจากฟิล์มพีวีซี(PVC)ที่ถูกทำให้เป็นลูกฟูกซึ่งมีความสามารถในการเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน ให้กับทูลล์ทาวเวอร์ อินฟิลสามารถป้องกันการเน่าเปื่อย เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และ กรด และ ด่าง ที่พบได้ในทูลล์ทาวเวอร์ทั่วไป

## 2.6 ระบบการกระจายน้ำ

ระบบการกระจายน้ำที่ดีเป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้สำหรับการทำงานของทูลล์ทาวเวอร์ ระบบกระจายน้ำแบบเปิดชนิดใช้แรงโน้มถ่วงต้องการแรงดันน้ำเพียงน้อยนิด เพื่อให้สามารถกระจายน้ำให้สม่ำเสมอมากขึ้น ขนาดและการกระจายของรู 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 : โครงสร้างของหอดูดน้ำเย็น

### 3.0 การเตรียมพร้อมสำหรับการเดินเครื่อง และการใช้

#### 3.1 การทำความสะอาด

กำจัดเศษดินและขยะ ที่สะสมอยู่ภายในอ่างน้ำเย็น และอ่างน้ำร้อนออก

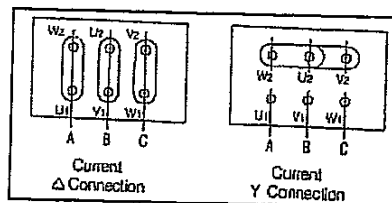
กำจัดตะกอนที่สะสมอยู่ในอ่างน้ำเย็น อ่างน้ำร้อน อ่างขั้มป์ และแผ่นกรองออกให้หมด

#### 3.2 การเชื่อมต่อสายไฟฟ้า

i.) เชื่อมต่อสายดินเข้ากับจุดเชื่อมต่อสำหรับสายดิน

ii.) มีจุดเชื่อมต่ออยู่ทั้งหมด 6 จุดบนแผงเชื่อมต่อของมอเตอร์ตามสัญลักษณ์ที่ระบุ:

Phase Order	A	B	C
หัว	U <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>
ปลาย	U <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	W <sub>2</sub>



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

*Note:* การเชื่อมต่อข้างต้นสามารถใช้ได้เฉพาะ มอเตอร์ความเร็วเดียว (single speed motor) ยี่ห้อ FEM สำหรับชนิดอื่น หรือยี่ห้ออื่นให้อ้างอิงตามคู่มือการใช้งานและการดูแลรักษาที่แนบมากับมอเตอร์

#### 3.3 การเติมน้ำ

i.) เติมน้ำในระบบให้ระดับน้ำประมาณ 92 มม. ของอ่างน้ำเย็นภายใต้อินฟิล นี่คือระดับน้ำที่แนะนำเมื่ออุณหภูมิลดลงถึง 75% ของความสูงของอ่างน้ำเย็น เติมน้ำอย่างต่อเนื่อง จนระดับน้ำต่ำกว่าปลายท่อน้ำล้น ประมาณ 3 มม.

ii.) เปิดวาล์วควบคุมปริมาณน้ำทั้งหมด สตาร์ทปั๊มและสำรวจระบบการทำงาน จนกระทั่งระบบน้ำภายนอกที่ถูกเติมให้ถึงระดับของอ่างน้ำเย็น ปริมาณที่คงที่ของน้ำที่ถูกปั๊มออกจากอ่างน้ำเย็น ระดับน้ำในอ่างน้ำเย็นจะถูกเติมให้เต็มระบบ และเริ่มต้นไหลลงสู่อินฟิล ปริมาณของน้ำที่ถูกปั๊มออกจากอ่างน้ำเย็นอาจไม่เพียงพอในครั้งแรก เป็นสาเหตุให้วาล์วกลลวยทำงาน สามารถตรวจสอบการทำงานได้โดยการกดที่คันโยกที่ติดกับก้านของบอสวาล์ว ในบางครั้งต้องใช้การลองผิดลองถูก (Trial and Error) ในการปรับสมดุลของน้ำเติม (make-up water) กับการทำงานของอุณหภูมิลดลง โดยทางอุดมคติแล้ว การปรับตั้งค่าของวาล์วกลลวยจะต้องไม่มีน้ำสูญเสียผ่านทางท่อน้ำล้น เมื่อปั๊มเริ่มทำงาน ความลึกของน้ำต้องมากพอ เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีอากาศถูกดูดเข้าไป

iii.) ถ้าอุณหภูมิลดลงถึงใช้งานร่วมกับวาล์วควบคุมปริมาณการไหล ให้ทำการปรับตั้ง โดยให้น้ำที่ไปยังอ่างกระจายน้ำให้ปริมาณให้กับอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ออกแบบอุณหภูมิลดลง โดยแต่ละอ่างน้ำร้อนควรมีความลึกของน้ำประมาณ 3 นิ้ว ถึง 5½ นิ้ว (76 mm. to 140 mm.) ซึ่งทุกอย่างต้องเท่ากัน

พิกัดตำแหน่งของวาล์วที่ความลึกที่ถูกต้องการ ทำให้ความลึกของน้ำที่ถูกกระจายเท่ากันหมดนั้นมีความสำคัญมาก เพื่อให้เพียงพอในระหว่างทำงาน

vi.) ให้ปั๊มทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นแนะนำให้ทำการระบายน้ำในระบบทั้ง ทำความสะอาด แล้วเติมน้ำเข้าไปใหม่

### 3.4 การตรวจสอบ

การตรวจสอบจำเป็นต้องอย่างมาจะต้องตรวจสอบ ตามรายการส่วนประกอบต่างๆ เพื่อให้แน่ใจก่อนเริ่มใช้งาน :

#### 3.4.1 การตรวจสอบพัดลม

- i.) หมุดพัดลมด้วยมือ เพื่อให้แน่ใจว่าปลายใบพัด ไม่ติดกับปล่องพัดลม และให้แน่ใจว่าระยะคลอน ที่ปลายใบอยู่ในช่วงที่กำหนด (15mm-40mm)
- ii.) กระตุ้นการทำงานของมอเตอร์ชั่วคราว และสังเกตการหมุนของพัดลม พัดลมควรหมุนในทิศทาง ทวนเข็มนาฬิกา หากมองจากด้านล่างขึ้นมา หากหมุนกลับทาง ให้ปิดพัดลม และสลับสายไฟ แหล่งจ่ายเข้ามาที่มอเตอร์ สองเส้น
- iii.) ตรวจสอบ และปรับมุมใบพัด (ถ้าจำเป็น) โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน  $1^\circ$  สำหรับชุดลิ่ง ทาวน์เวอร์ที่ต้องมาประกอบที่หน้างาน มุมใบพัดจะถูกปรับตั้งที่หน้างาน โดยผู้ติดตั้ง
- iv.) ถ้าหากมุมใบพัด หรือใบพัดใดใบพัดหนึ่งมีการเปลี่ยน ต้องทำการปรับตั้งบาลานซ์ชุดใบพัดใหม่
- v.) ให้มอเตอร์ทำงาน และสังเกตการทำงานของอุปกรณ์ทางเครื่องกล การทำงานควรเสถียร และต้องไม่ ควรมีร่องรอยของน้ำมันเกียร์รั่วไหล (สำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยเกียร์) และควรตรวจสอบเสียงกับการ สั่นสะเทือนที่ผิดปกติ เกิดขึ้นหรือไม่
- iv.) สตาร์ทชุดพัดลมเพียงชั่วคราว และตรวจสอบว่ามอเตอร์หมุนในทิศทางที่ถูกต้องหรือไม่ และทำ การตรวจสอบว่ามีเสียงผิดปกติ หรือการสั่นสะเทือนเกิดขึ้นหรือไม่ ชุดพัดลมไม่ควรสั่นสะเทือนเกิน 7.6mm/sec rms โดยวัดที่ลูกปืนเพลาลูก

#### 3.4.2 การตรวจสอบมอเตอร์

- i) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าความสามารถของแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพียงพอ พร้อมทั้ง แรงม้า เฟส แรงดัน และความถี่ ต้องตรงกับที่ระบุไว้ที่เนมเพลทของมอเตอร์
- ii) ตรวจสอบให้แน่ใจว่า สวิตช์ ฟิวส์ และสายไฟ เหมาะสมกับขนาดของมอเตอร์
- iii) ดูแลให้พื้นผิวของมอเตอร์สะอาดอยู่เสมอ และให้แน่ใจว่าพัดลมระบายความร้อนหมุนได้ อย่างอิสระ
- iv) ตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟ โป๊ตที่ใช้ติดตั้ง และประกอบ
- v) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าตัวเรือนของมอเตอร์ และกล่องเทอร์มินอล ถูกเชื่อม กับสายดินเรียบร้อยแล้ว
- vi) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าแกนของมอเตอร์สามารถหมุนได้อิสระ โดยไม่ติดขัด
- vii) ตรวจสอบให้แน่ใจว่ามอเตอร์ถูกติดตั้งอย่างเหมาะสม และได้ตั้งแนว (alignment) แล้ว
- viii) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าลูกปืนมอเตอร์มีจารบีอยู่เพียงพอ ก่อนจะเริ่มทำงาน
- ix) ตรวจสอบอย่างละเอียดว่ามอเตอร์ต้อง ไม่มีทั้งร่องรอยความเสียหาย และการเสีรูปของมอเตอร์ น็อตที่ยึดอยู่ในสภาพไม่สามารถใช้งานได้ หรือตกหล่นจากการขนส่ง หมุนมอเตอร์ด้วยมือเพื่อดู ว่าสามารถหมุนได้ต่อเนื่องหรือไม่



- x) วัดความเป็นฉนวนความต้านทานด้วยแรงดันไฟฟ้า 500 เมกกะโวลต์ และความต้านทานต้องไม่น้อยกว่า 1 เมกกะโอม

*Note: มอเตอร์ที่ขจัดลวดขาด ควรถูกถอดออกโดยทันทีหลังจากที่ตรวจสอบ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้า*



ต้องตัดกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ลูกลิ่งทาวเวอร์ทุกครั้งก่อนเข้าไปในลูกลิ่งทาวเวอร์ หรือเข้าไปปฏิบัติงานต่างๆ กับลูกลิ่งทาวเวอร์ สวิตช์ไฟฟ้าทุกตัวควรใช้แท็กล็อก แท็กเอ้าท์ 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 (2ชั้น) และปรับน็อต (4ชั้น) และเคลื่อนที่ฐานมอเตอร์ให้ขนานกับแกนเพลลา (อ้างอิงรูปภาพที่ 2)
- v.) ให้แน่ใจว่าจารบี และน้ำมัน จะไม่ติดกับสายพาน หรือ
- vi.) ให้ความสนใจกับ ส่วนที่ 5.1 สำหรับการตึงสายพาน

*Note: สายพานที่ตึงเกินไป สามารถทำให้ลูกปืนเสียหาย และเพลลาหักได้*

### (B) การตรวจสอบสำหรับระบบเกียร์ครอบ เป็นดังนี้

- i) ไม่มีเสียงผิดปกติ เมื่อหมุนด้วยมือเปล่า
- ii) มีน้ำมันเกียร์เพียงพอ
- iii) ความแน่นของน็อต
- iv) ตรวจสอบ alignment ของเพลลาขับ
- iv) ตรวจสอบสวิตช์ตรวจจบการสั่นสะเทือน และสวิตช์ตรวจจบระดับน้ำมัน

3.4.4 ตรวจสอบความแน่นของน็อตที่ยึดอุปกรณ์เครื่องกล กับโครงของลูกลิ่งทาวเวอร์ ตรวจสอบความแน่นของน็อตยึดข้อต่อปล่องใบพัด และโครงสร้าง ทำการขันให้แน่นถ้าจำเป็น.

3.4.5 ตรวจสอบความแน่นของน็อตยึดหลักกันโครงกับเสา และชิ้นส่วนต่างๆ กับเสาในพื้นที่ระหว่างใบพัดกับอ่างน้ำเย็น

3.4.5 ตรวจสอบความแน่นของน็อตยึดต่อระหว่างพัดลมและอุปกรณ์ขับตามรายการดังนี้:

- i.) น็อตยึดดุมใบพัด

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

#### 3.4.6 ตรวจสอบการทำงานของวาล์วลูกลอยเติมน้ำ

3.4.7 สำหรับระบบเกียร์ครอบ ให้ตรวจสอบน้ำมันเกียร์มีตะกอน หรือน้ำ ถ้ามีให้ระบายออก ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์ของเกียร์ครอบ ให้อยู่ที่ระดับที่ระบุไว้ด้านข้างตัวเรือน เติมน้ำมันเกียร์ ถ้าจำเป็น ตรวจสอบสายน้ำมันเกียร์ให้แน่ใจว่าไม่มีการรั่วไหล และข้อต่อต่างๆ แน่นเรียบร้อย

#### 3.4.8 วัดความเป็นฉนวน และความต่อเนื่องของมอเตอร์

#### 3.4.9 หล่อลื่นลูกปืนมอเตอร์ (หากสามารถทำได้)

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

#### 3.4.11 ตรวจสอบการเติมน้ำของระบบเติมน้ำ

#### 4.0 การใช้งาน

- i.) เดินปั๊มน้ำไหลเวียนผ่านตุลิ่งทาวเวอร์ ปรับอัตราการไหลด้วยวาล์วควบคุมปริมาณน้ำ  
ตรวจสอบระบบกระจายน้ำโดยเข้าไปทางประตูซ่อมบำรุงและดูให้แน่ใจว่าน้ำถูกกระจายอย่างสม่ำเสมอ
- ii.) ตรวจสอบเพื่อให้เห็นว่าระดับน้ำในอ่างน้ำเย็นอยู่ในระดับปกติในระหว่างตุลิ่งทาวเวอร์ถูกใช้งาน
- iii.) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าตุลิ่งทาวเวอร์ไม่สกปรก และไม่มีสิ่งผิดปกติเจือปนอยู่ ถ้าพบให้ระบายน้ำออกจากตุลิ่งทาวเวอร์ และเติมน้ำเข้าไปใหม่ด้วยน้ำสะอาด
- iv.) มอเตอร์ควรหมุนพัดลมให้ได้ความเร็วคงที่ ไม่ควรเกิน 15 วินาที ถ้าหากเกิน ให้ตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟ มอเตอร์ ฟิวส์ โอเวอร์โหลด และแรงดันที่มอเตอร์ขณะเริ่มเดินเครื่อง
- v.) ห้ามเดินมอเตอร์ และหยุดมากเกิน 10 นาที หากไม่จำเป็น โดยทั่วไปแล้วไม่ควรเกิน 120 ครั้งใน 1 ชม. การทำเปิดปิด ที่เกินไปจะทำให้ขดลวดมอเตอร์ไหม้ และขาดได้
- vi.) เดินพัดลมและตรวจสอบตามรายการดังนี้
  - พัดลมหมุนในทิศทางปกติ (ตามเข็มนาฬิกา หากมองจากด้านบนลงมา)
  - ต้องไม่พบเสียง หรือการสั่นผิดปกติ
  - มอเตอร์พัดลมต้องทำงานด้วย ค่าต่างๆ ทางไฟฟ้าต้องไม่เกินที่เนมเพลทของมอเตอร์กำหนด เช่น ค่ากระแสไฟฟ้าเกิน อาจเกิดจากแรงดันไฟฟ้าต่ำ
  - แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์เหมาะสม

#### 4.1 ข้อควรระวังในการใช้งาน

- i.) หลังจากเริ่มใช้งานตุลิ่งทาวเวอร์ได้ระยะเวลาหนึ่ง ให้ตรวจสอบความตึงของสายพาน แล้วปรับตั้งใหม่ หากจำเป็น
- ii.) ความสามารถในการทำงานของตุลิ่งทาวเวอร์ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำที่ไหลเวียน ตรวจสอบให้สอดคล้องกับข้อกำหนดการออกแบบ
- iii.) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระดับน้ำของอ่างน้ำเย็น อยู่ในระดับที่เหมาะสมทุกครั้ง ถ้าระดับน้ำต่ำเกินไป แสดงว่าปั๊มอาจเสียหาย
- iv.) ให้ความสนใจ เสียงรบกวน การสั่นสะเทือน อุณหภูมิที่หล่อเย็น กระแสไฟฟ้า และอื่นๆ หากพบปัญหา ให้แก้ไขโดยอ้างอิงตามปัญหาที่พบบ่อย เพื่อการแก้ไขที่ถูกต้อง
- v.) ตรวจสอบสภาพลูกปืนมอเตอร์โดยการฟังเสียงรบกวนที่ผิดปกติ วัดการสั่นสะเทือน อุณหภูมิของลูกปืน จารบีที่ใช้ หรือใช้ SPM (Shock Pulse Monitoring) ตรวจสอบลูกปืน
- vi.) อินฟิวด์มีความสามารถต้านทานความร้อนได้ถึง 50°C สำหรับแบบมาตรฐาน ต้องดูแลให้อุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนด
- vii.) อุณหภูมิทำงานปกติของมอเตอร์ไม่ควรร้อนเกินไปเป็นสาเหตุให้มอเตอร์ไหม้ได้ เพื่อป้องกันการสัมผัสจากการปฏิบัติงาน โดยไม่มีการป้องกันที่พื้นผิวของมอเตอร์
- viii.) ดูแลคุณภาพน้ำให้อยู่เสมอ 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 ( $\mu\text{s} / \text{cm}$ )	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		○

ตารางที่ 1: คุณภาพน้ำหล่อเย็นที่แนะนำ สำหรับน้ำที่ไหลเวียนในระบบ

	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

ตารางที่ 2: คุณภาพน้ำหล่อเย็นที่แนะนำสำหรับน้ำดื่ม

#### 4.2 การหยุดใช้งานในฤดูกาลต่างๆ

- ระบายน้ำออกจากระบบ ทำความสะอาด และทำการซ่อมแซมหากจำเป็น
- ปฏิบัติตามข้อปฏิบัติสำหรับปิดเครื่อง และทำความสะอาดรายปี ตรวจสอบพื้นผิวที่เป็นโลหะของตุลิ่งทาว์เนอร์ ว่าต้องการการเคลือบเพื่อป้องกันผิวหรือไม่
- ตรวจสอบการประกอบพัดลม ขันน็อตให้แน่นหากจำเป็น
- ทำความสะอาด และหล่อลื่น เมื่อปิดการทำงานในแต่ละฤดูกาล ตรวจสอบมอเตอร์ ฟังก์ชัน และขันให้แน่น หากจำเป็น
- ในการสตาร์ทการทำงานในฤดูกาลใหม่ ต้องให้แน่ใจว่าลูกปืนมีการหล่อลื่นอย่างเพียงพอ ก่อนกลับมาใช้งาน
- สำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยเกียร์รอบ มีคำแนะนำพิเศษที่สำคัญในระหว่างที่ไม่ได้ใช้งาน ในกรณีที่มากกว่า 1 สัปดาห์ คือ ต้องปล่อยให้ระบบขับเคลื่อนลงเป็นเวลาประมาณ 4 ชม. หลังจากปิดเครื่องแล้ว สตาร์ทพัดลม และปล่อยให้ทำงานประมาณ 5 นาที เพื่อเป็นการเคลือบชิ้นส่วนภายในระบบ

ขับเคลื่อนด้วยน้ำมันที่เย็น ดังนั้นควรเปิดใช้งานพัลลม 5 นาที 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ในระหว่างที่ไม่ได้ใช้งาน

#### 4.3 การดูแลสำหรับการหยุดใช้งานเป็นเวลานาน

- i.) ในสภาพอากาศหนาว ท่อน้ำอาจมีรอยแตกเนื่องจากการแข็งในฤดูหนาว สำหรับเงื่อนไขข้างต้น และการหยุดใช้งานเป็นเวลานาน สำคัญมากที่ต้องถ่ายน้ำออกจากระบบน้ำไหลเวียนออกให้หมด
- ii.) ถ่ายน้ำในอ่างน้ำเย็น และทำความสะอาดภายในคูลลิ่งทาว์เวอร์ ดูให้จุกและปลั๊กเปิดออก เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้น้ำแข็ง
- iii.) ตรวจสอบความแน่นของน็อตทั้งหมด
- iv.) คลายน็อตตึงสายพาน ถ้าหากตึงเกินไป
- v.) หากเป็นไปได้ ให้ทำการคลุมคูลลิ่งทาว์เวอร์ โดยเฉพาะท่อน้ำดูดและท่อน้ำออก
- vi.) ตรวจสอบสิ่งสกปรก และคราบอื่นๆที่ติดบนใบพัด โดยเฉพาะคราบที่ติดบนใบพัดจะทำให้ใบพัดเสียสมดุล
- vii.) สำหรับระบบเกียร์หล่อลื่น แนะนำให้เครื่องนั้นถูกเติมให้เต็มด้วยน้ำมัน สามารถเติมได้ทางรูระบายอากาศ แล้วปิดด้วยฝักก้นน้ำ หรือฝาปิดอื่นๆ ระบายน้ำมันที่เกินออก ก่อนทำการเดินเครื่องอีกครั้ง
- viii.) สำหรับการเก็บไว้นาน (เกิน 6 เดือน) จำเป็นต้องตรวจสอบสภาพพื้นผิวที่ทำการเคลือบเพื่อป้องกันสนิม และการกัดกร่อน ขอบพัลลม ทาสีหรือซ่อมที่ที่จำเป็น โดยใช้น้ำมันกันสนิม ESSO Rust ban 397 หรือเทียบเท่า
- ix.) มอเตอร์ควรรันอย่างน้อยครั้งละ 3 ชั่วโมงใน 1 เดือน เพื่อป้องกันขดลวดมอเตอร์ขาด และเพื่อเป็นการหล่อลื่นพื้นผิวของลูกปืน
- x.) เมื่อเดินเครื่องคูลลิ่งทาว์เวอร์ใหม่อีกครั้ง ตรวจสอบให้แน่ใจว่าลูกปืนมีการหล่อลื่นเพียงพอ ก่อนที่จะกลับมาใช้มอเตอร์อีกครั้งหนึ่ง

#### 5.0 การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

- i.) แนะนำให้มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ใช้ไหลเวียนในระบบทุกๆ เดือน
- ii.) ตรวจสอบลูกปืนพัลลม และเติมจารบีทุกๆ 3 เดือน หรือใกล้เคียง (สำหรับ 8-10 ชั่วโมงการทำงานต่อวัน ใช้งานทุกวัน) แนะนำให้ใช้จารบี Shell Alvania Grease No.2 หรือเทียบเท่า ปริมาณ 10 กรัมต่อ 1 ลูกปืน
- iii.) ตรวจสอบแรงบิดของน็อตยึดพัลลม หยุดพัลลมและตรวจสอบด้วยสายตาว่ามีคราบสกปรก หรือความเสียหายเกิดขึ้นที่ใบพัดหรือไม่ ทรายสกปรกควรเอาออกจากพัลลม และตัวเรือนลูกปืนพัลลมให้ใช้แปรงขัด หรือน้ำแรงดันไม่เกิน 3 บาร์ หรือ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- iv.) อ้างอิงตามตารางที่ 3 สำหรับตารางการตรวจสอบตามรอบ
- v.) หากสายพานยืด ให้ปรับน็อตยึดตำแหน่งมอเตอร์ออกให้เพื่อให้แรงตึงเหมาะสมกับการใช้งาน ถ้าต้องการ สายพานทั้งหมดควรเปลี่ยนพร้อมกัน

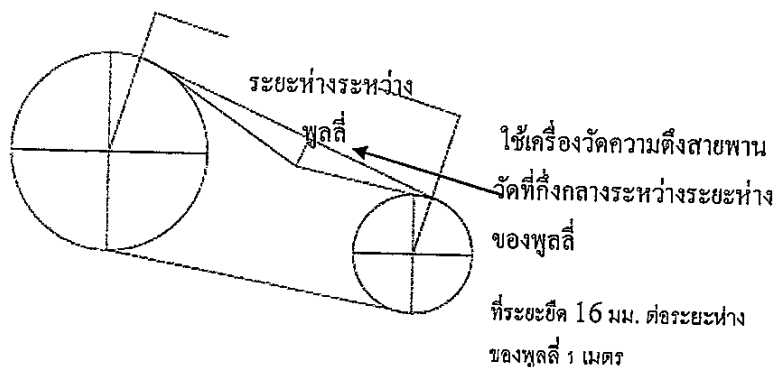
- vi.) สำหรับทุกๆ 5000 ชั่วโมงการทำงาน จารบีหล่อลื่นของมอเตอร์ควรเติม หรือเปลี่ยน (สำหรับลูกปืนแบบปิด ไม่ควรเปลี่ยนจารบีในขณะที่อยู่ในอาการใช้งาน) แนะนำให้ใช้จารบีที่มี Lithium เป็นสารประกอบพื้นฐาน กรุณาอ้างอิงส่วนที่ 5.3 สำหรับวิธีการหล่อลื่นมอเตอร์

*Note:* ข้อมูลข้างต้นสามารถใช้ได้สำหรับมอเตอร์ FEM เท่านั้น สำหรับมอเตอร์ยี่ห้ออื่น กรุณาอ้างอิงข้อมูลตามคู่มือการใช้งานที่แนบมากับผลิตภัณฑ์

## 5.1 การติดตั้งสายพาน V-Belt

- i.) เปิดที่ครอบสายพานและพูลลี
- ii.) วัดระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางพูลลีหัดลม และพูลลีมอเตอร์
- iii.) ตรวจสอบชนิดของสายพาน (SPZ, SPA, SPB หรือ SPC)
- iv.) ตรวจสอบขนาดของพูลลีเล็ก (พูลลีมอเตอร์) และหาแรงกดสำหรับระยะยึด 16 มม. ต่อระยะห่าง 1 เมตรต่อระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางพูลลี 1 เมตร
- vii.) ใช้เครื่องตรวจวัดแรงดึงสายพานวัดระยะยึดของสายพาน
- 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	20
	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	ความแน่นของน็อต	ความสะอาด	เกลียวผิวใหม่	ปรับสมดุล	ระดับน้ำ	การรั่วของน้ำ	การสันตะเทียนผิดปกติ	ความร้อน และเกนขึ้นผิดปกติ
พัดลม	M	S	R		R				D	
มอเตอร์	M	S	R	R					D	D
อินฟิลล์	M		M							
อ่างน้ำเย็น	Y		M	R		D	Q			
วาล์วถูกลอย	W									
ระบบกระจายน้ำ	W		S				Y	Y		
วาล์ว	S									
ซัมป์	S		M				Q	D		
สแตนด์	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 เรียกการสูญเสียดังกล่าวว่าดริฟท์ (Drift loss) หรือ Carry-over
- iii.) เนื่องจากการสูญเสียจากการระเหยของน้ำ ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายในน้ำเพิ่มขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยต้องถ่ายน้ำออก (blow-down) บางส่วนออกจากน้ำที่ไหลวนภายในระบบ

### 6.1 การสูญเสียจากการระเหย

การสูญเสียจากการระเหย ( E ), สามารถคาดการณ์ได้ดังนี้

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

- 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 การ สั่นสะเทือน ผิดปกติ	ปลายใบพัด และปล่องพัดลมสัมผัสกัน	จัดให้แกนใบพัดอยู่ตรงกลาง
	น็อตหลวม	ขันน็อตให้แน่น
	มอเตอร์ หรือลูกปืน มีปัญหา	เปลี่ยนมอเตอร์ หรือลูกปืน
	พัดลมเสียหาย	เปลี่ยนพัดลม
	สายพานหลวม	ตึงสายพาน
กระแสไฟฟ้าเกิน	แรงดันไฟฟ้าตก	วัดแรงดันไฟฟ้า แล้วติดต่อการไฟฟ้า
	มุมใบพัดเปลี่ยนไป	ปรับมุมใบพัดใหม่
	มอเตอร์มีปัญหา	ซ่อม หรือเปลี่ยนมอเตอร์
	ภาระเกินจากปริมาณลมเกินกำหนด	ปรับมุมใบพัดใหม่
ปริมาณน้ำ ไหลวนลดลง	ระดับน้ำในอ่างน้ำเย็นต่ำเกินไป	ตรวจสอบและปรับระดับว่าตัวลูกลอยให้เหมาะสม
	สเตนเนอร์ตัน	ทำความสะอาด
	ปั๊มน้ำไหลวนมีปัญหา หรือมีขนาดเล็กเกินไป	ซ่อม หรือเปลี่ยนปั๊มน้ำ
อุณหภูมิ น้ำไหลวนเพิ่มขึ้น	ปริมาณน้ำไหลวนมากเกินไป	ปรับอัตราการไหลให้เป็นตามค่าออกแบบ
	การกระจายน้ำไม่เหมาะสม	ทำความสะอาดหัวฉีด
	ปริมาณลมไม่เพียงพอ	ตรวจสอบและปรับมุมใบพัด และสายพาน
	อากาศทั้ง ไหลวนกลับเข้ามา	ปรับปรุงสภาวะการไหลเวียนของลม
	ทางลมเข้าถูกหักเห	ปรับปรุงสภาวะการไหลเวียนของลม
	อินฟิลล์ตัน	ทำความสะอาดอินฟิลล์ส่วนนั้นๆ
น้ำกระเด็นมาก เกินไป	ปริมาณน้ำไหลวนมากเกินไป	ปรับวาล์วใหม่เพื่อให้ได้ปริมาณที่เหมาะสม
	จุดกั้นน้ำกระเด็นมีปัญหา	ซ่อม หรือเปลี่ยน จุดกั้นน้ำกระเด็น
	ปริมาณลมมากเกินไป	ปรับมุมใบพัดใหม่
การสตาร์ทมอเตอร์ ล้มเหลว	กำลังไฟฟ้าไม่เหมาะสมกับมอเตอร์	1) ตรวจสอบกำลังไฟฟ้าที่จุดสตาร์ท แก้ไขการเชื่อมต่อที่ไม่ถูกต้องระหว่างชุดควบคุม และมอเตอร์ 2) ตรวจสอบหน้าสัมผัสจุดสตาร์ท และวงจรควบคุม รีเลย์ โอเวอร์โหลด รีเลย์เทอร์มิสทิสต์ หรือเปลี่ยนสวิทช์ควบคุมที่เสียหาย 3) ถ้ากำลังไฟฟ้าไม่มายังจุดสตาร์ท ตรวจสอบให้แน่ใจว่าพบโอเวอร์โหลด หรือการลัดวงจรของอุปกรณ์หรือไม่
	การเชื่อมต่อผิด	ตรวจสอบมอเตอร์ และการเชื่อมต่อของระบบควบคุมว่าถูกต้องหรือไม่
	ฟิวส์ขาด	เปลี่ยนฟิวส์ ที่มีขนาดที่เหมาะสม
	โอเวอร์โหลด ทริป	ตรวจสอบ และรีเซ็ต โอเวอร์โหลดที่สตาร์ทเตอร์
	แรงดันไฟฟ้าต่ำ	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่เนมเพลทมอเตอร์ว่าขัดแย้งกับแหล่งจ่ายหรือไม่ ตรวจสอบแรงดันที่ขั้วของมอเตอร์

	วงจรเปิดจากขดลวดมอเตอร์ขาด	ตรวจสอบวงจรเปิด สำหรับขดลวดสเตเตอร์
	การลัดวงจรของขดลวดสเตเตอร์ เกิดโอเวอร์โหลดจาก ขดลวดที่บกพร่อง	บ่งชี้จากฟิวส์ที่ขาด มอเตอร์ต้องถูกพันขดลวดใหม่ ถอดท้าย มอเตอร์ แล้วตรวจสอบด้วยไขควงวัดไฟ
	มอเตอร์ หรือชุดขับใบพัดติด	ปลดสายพาน หรือชุดเกียร์ ออกจากมอเตอร์ แล้วตรวจสอบ ชุดเกียร์ และมอเตอร์ เพื่อหาสาเหตุ
	โรเตอร์บกพร่อง	ตรวจสอบรอบแตกที่เพลลา และวงแหวน
รันมอเตอร์ แล้วหยุด	แหล่งจ่ายไฟล้มเหลว	ตรวจสอบหารอยรั่วตามสายไฟ เพื่อแก้ไข และควบคุม
เสียงมอเตอร์ ผิดปกติ	มอเตอร์รันด้วยเฟสเดียว	หยุดมอเตอร์ และไม่ให้พยายามจะใช้งาน มอเตอร์ต้องไม่สตาร์ทหากไฟฟ้ามีแค่เฟสเดียว 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
มอเตอร์ที่ร้อนอยู่ ร้อน	มอเตอร์โอเวอร์โหลด เพราะแรงดันไฟฟ้าไม่ถูกต้อง หรือแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล	ตรวจสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้าของทั้งสามเส้น ให้เป็น ไปตามปริมาณที่เนมเพลท
	ลูกปืนมีจารบีมากเกินไป	เอาจารบีออกจากลูกปืน รันมอเตอร์ให้ความเร็วเชิงจารบี ที่เกินออก
	สารหล่อลื่นภายในลูกปืนผิด	เปลี่ยนสารหล่อลื่นให้เหมาะสม อ้างอิงตามคู่มือของ มอเตอร์
	เฟสใดเฟสหนึ่งไม่ไฟฟ้า	หยุดมอเตอร์ และไม่ให้พยายามจะใช้งาน มอเตอร์ต้องไม่สตาร์ทหากไฟฟ้ามีแค่เฟสเดียว ตรวจสอบการเข้าสายไฟชุดควบคุมมอเตอร์
	การระบายอากาศไม่ดี	ทำความสะอาดมอเตอร์ และตรวจสอบการระบายอากาศ ต้องมีการไหลเวียนของอากาศที่เพียงพอ รอบๆมอเตอร์
	การพันขดลวดเสียหาย	ตรวจสอบด้วยโอห์มมิเตอร์
	เพลตามอเตอร์เบี้ยว	ทำให้ตรง หรือเปลี่ยนใหม่
	จารบี ไม่เพียงพอ	เอาปลั๊กออก และอัดจารบีใหม่
	สตาร์ทบล็อกลื่นไถล	จำกัดการจำนวนการสตาร์ทสะสม ต้องไม่เกินค่ากว่า 30 วินาทีใน 1 ชั่วโมง
	จารบีหมดสภาพ	นำจารบีออก และเติมสารหล่อลื่นเข้าไปใหม่
	ลูกปืนเสียหาย	เปลี่ยนลูกปืน
	มุมใบพัด ไม่ถูกต้อง	วัดมุมใบพัดจริง แปรเทียบกับค่าที่แนะนำ ทำการแก้ไขถ้าจำเป็น
	แรงดันตกคร่อมหัวหลักไม่สมดุล	ตรวจสอบความผิดปกติที่สายไฟมอเตอร์ การเชื่อมต่อ และ หม้อแปลงไฟฟ้า

มอเตอร์ ไม่รันด้วย ความเร็วปกติ	แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ต่ำ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าตก	ตรวจสอบหม้อแปลงไฟฟ้า และทำการตั้งค่า หากมีเสียงหอน ใช้แรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น บนหม้อแปลงไฟฟ้า หรือลดภาระ เพิ่มขนาดสายไฟ หรือลดแรงเฉื่อยลง
	ภาระตอนสตาร์ทสูงเกินไป	ตรวจสอบภาระของมอเตอร์ ที่ถูกใช้งานจริงเมื่อสตาร์ท
	แกนโรเตอร์เสียหาย	ตรวจสอบรอยแตกใกล้ๆ กับแหวน เปลี่ยนโรเตอร์ใหม่
	วงจรหลักเปิด	ระบุอาการผิดปกติด้วยเครื่องมือ แล้วทำการแก้ไข
มอเตอร์หมุนผิดทาง	ลำดับของเฟสผิด	สลับสายไฟ 2 เส้น แล้วทดสอบอีกครั้ง
มอเตอร์สั่น	มอเตอร์ไม่ได้ระดับ	ตั้งระดับใหม่
	ซัพพอร์ทอ่อน	ทำให้แข็งแรงขึ้น
	กัปปลิงไม่ได้สมดุล	ตั้งสมดุลใหม่
	ชุดขับไม่ได้สมดุล	ตั้งสมดุลชุดขับใหม่
	ลูกปืนผิดปกติ	เปลี่ยนลูกปืนใหม่
	ลูกปืนไม่ได้ระดับ	ตั้งระดับใหม่เหมาะสม
	สมดุลน้ำหนักเพลา	ตั้งสมดุลมอเตอร์ใหม่
	ความแตกต่างระหว่างสมดุลของโรเตอร์ และกัปปลิง (half key – full key)	ตั้งสมดุลของกัปปลิง หรือมอเตอร์
	มอเตอร์มากกว่า 1 เฟส รันเพียงเฟสเดียว	ตรวจสอบวงจรเปิด
	ปลายเพลาส่ายเกินไป	ปรับสมดุล หรือหนุนด้วยแผ่นซีม
ลูกปืนร้อน	เพลาบิด หรือเพลาเบี้ยว	ทำให้ตรง หรือเปลี่ยนเพลา
	สายพานตึงมากเกินไป	ลดแรงตึงสายพาน
	พูลลีห่างเกินไป	เคลื่อนที่พูลลีให้เข้าใกล้ลูกปืนมอเตอร์ให้มากขึ้น
	เส้นผ่านศูนย์กลางพูลลีมอเตอร์เล็กเกินไป	ใช้พูลลีขนาดใหญ่ขึ้น
	แนวระดับไม่ตรง	แก้ไขโดยตั้งแนวระดับใหม่
	จารบีไม่เพียงพอ	เติมจารบีด้วยปริมาณที่เหมาะสม
	จารบีเสื่อมสภาพ หรือสารหล่อลื่นมีการปนเปื้อน	นำจารบีเก่าออก และทำการล้างลูกปืนด้วยน้ำมันก๊าด และทำการเติมจารบีใหม่เข้าไป
	สารหล่อลื่นมากเกินไป	ลดปริมาณของจารบีลง ไม่ควรมากกว่าครึ่งหนึ่งของที่เดิมเข้าไป
	ลูกปืนรับภาระมากเกินไป	ตรวจสอบแนวระดับ ทั้งด้านข้าง ด้านท้าย และแนวแกน
	ลูกปืนแตก หรือร่องลูกปืนไม่เรียบ	เปลี่ยนลูกปืน ทำความสะอาดทั้งตัวเรือน
เสียงผิดปกติ	ใบพัดถูกกับภายในปล่องพัดลม	ปรับระยะระหว่างปลายใบพัด กับปล่องพัดลม โดยการจัดปล่องพัดลม
	น๊อตยึดใบพัดหลวม	ตรวจสอบ และขันให้แน่นถ้าจำเป็น และตรวจสอบมุมใบพัด

# 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

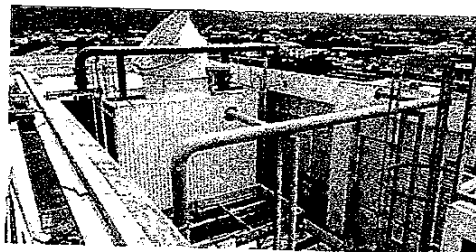
- ▶ Maintenance for cooling tower
  - ▶ Inspection
  - ▶ Preventive
  - ▶ Cleaning
  - ▶ Recommended water quality
- ▶ Trouble shooting
- ▶ Service contact

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

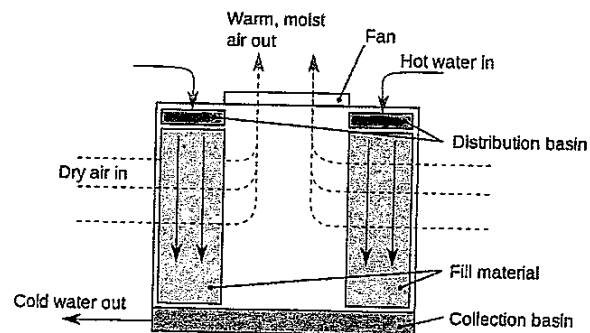
➢ ชนิดไหลสวนกัน (Counter flow)

ทิศทางการไหลของน้ำ และอากาศ ไหลสวนทางกัน

TRUWATER®

## COOLING TOWER IS ?

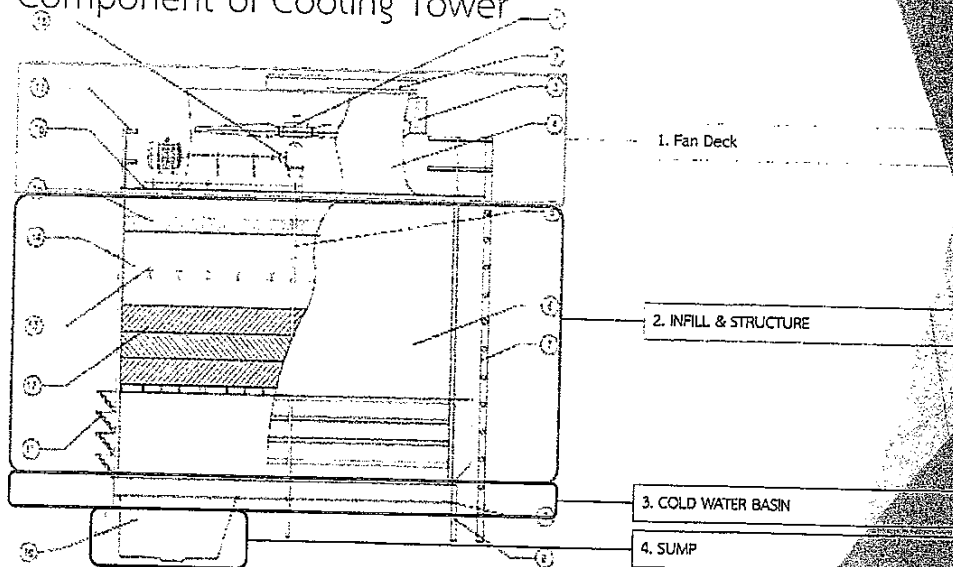
➢ ชนิดไหลตัดกัน (Cross flow)



TRUWATER®



## Component of Cooling Tower



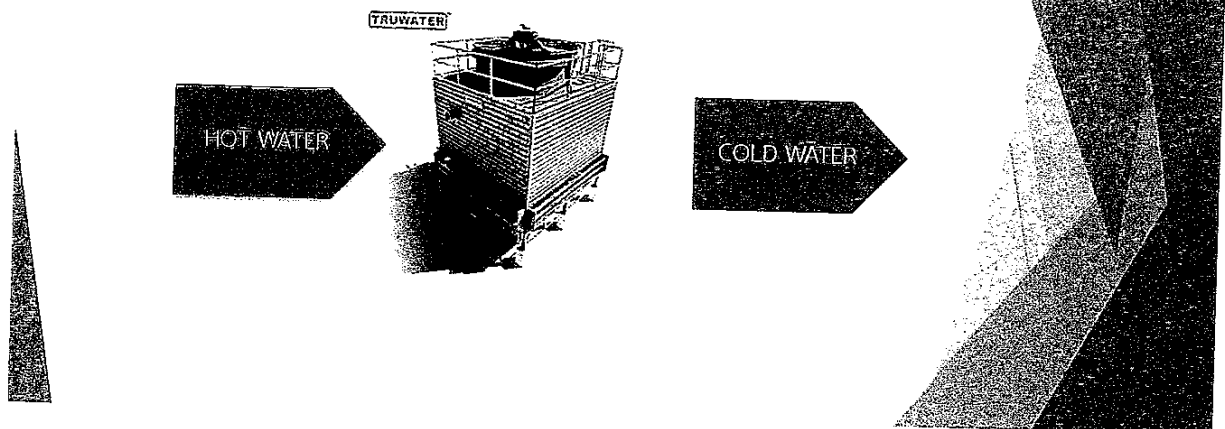
## THEORY FOR COOLING TOWER

► HEAT EXCHANGE

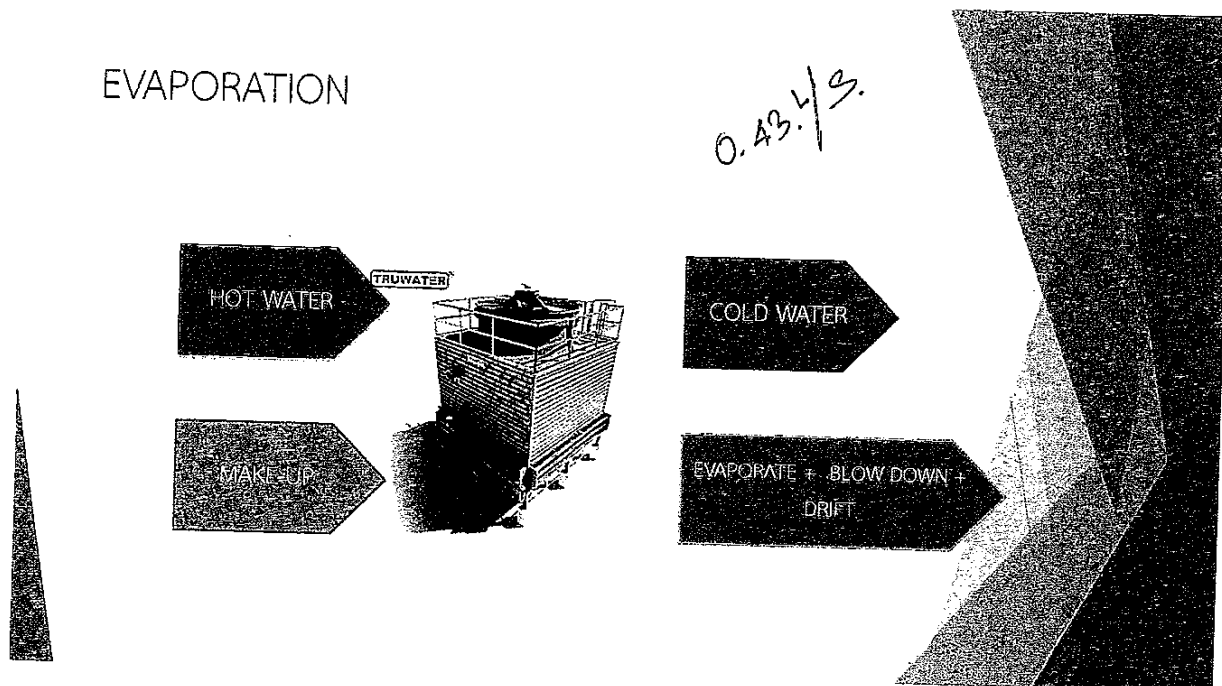
► EVAPORATION

**TRUWATER®**

## HEAT EXCHANGE



## EVAPORATION

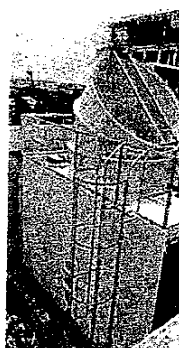


## THEORY FOR COOLING TOWER

- ▶ 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

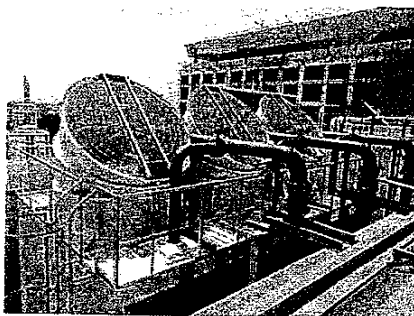
- ▶ Model : VXS 2230C-1L
- ▶ Quantity : 2 set
- ▶ Inlet temp. : 37.8 °C
- ▶ Outlet temp. : 32.2 °C
- ▶ WB temp. : 28.5 °C
- ▶ Water flow rate : 43.5 L/s



**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	สภาพทั่วไป	ความแข็งแรง	ความสะอาด	เคลื่อนงานไหม	ปรับสมดุล	ตรวจสอบระดับน้ำ	ตรวจสอบน้ำมัน	การรั่วซึม	การสึกหรบ	การขึ้น	การขึ้น	การขึ้น
ใบพัด	M	S	R		R			D				D: ทุบทิ้ง
มอเตอร์	M	S	R	R				D	D			W: ทุบทิ้ง
อินพุต	M		M									M: ทุบทิ้ง
อ่างน้ำ	M		M									Q: ทุบ 3 เดือน
ระบบกระจายน้ำ	W		S				Y	Y				S: ทุบ 6 เดือน
วาล์ว	S											Y: ทุบทิ้ง
ซีม	S		M					Q	D			R: ทุบทิ้ง
สกรู	M		M									R: ทุบทิ้ง
โครงสร้าง	S	Y		R				Y				
ฝาปิด	Y											
บานเกร็ด	Y											

TRUWATER®

## PREVENTIVE

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

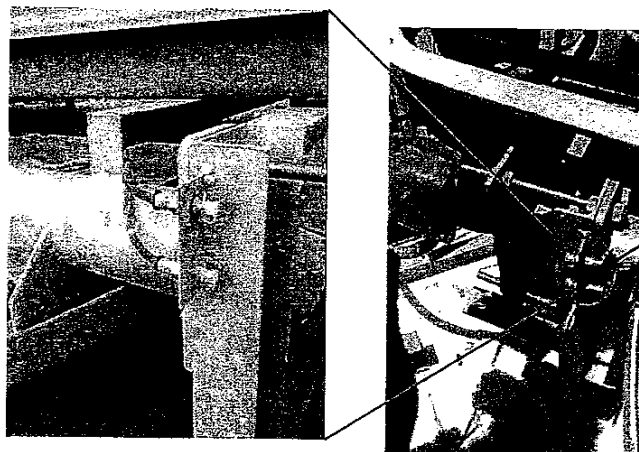
TRUWATER®

## 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

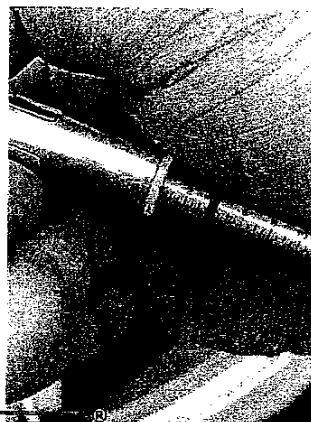
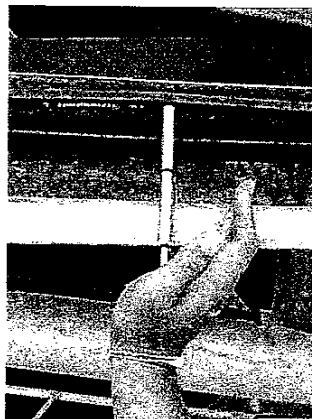
### ► การปรับตั้งสายพาน

► ตรวจสอบความตึงของสายพาน ทุกๆ 3 เดือน

► ค่าความตึงสายพานควรอ้างอิงตามผล Test&Commissioning

TRUWATER®

## PREVENTIVE



TRUWATER®

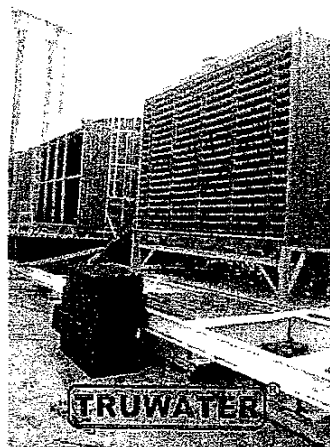
## CLEANING

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

TRUWATER®

## CLEANING

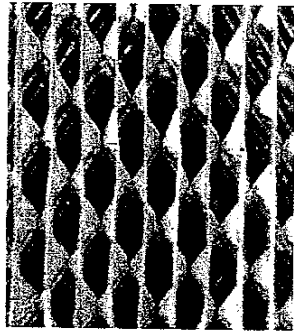
- ▶ อินฟิล (InfilU)



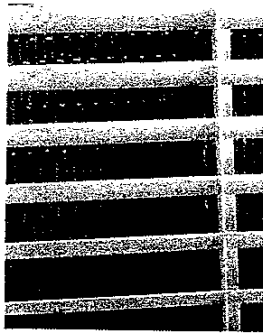


## CLEANING

### ► อินฟิล (Infill)



ก่อนล้าง



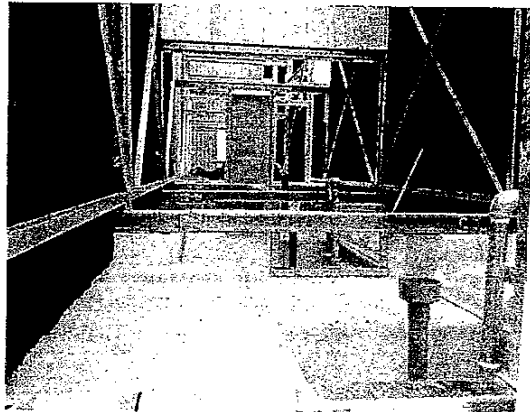
หลังล้าง

\*ตัวอย่างการล้างอินฟิล จาก โรงพยาบาลกรุงเทพ เยาวราช

**TRUWATER®**

## CLEANING

### ► อ่างน้ำเย็น (Cold water basin)



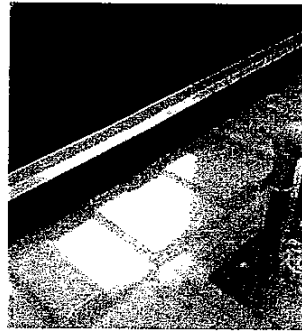
**TRUWATER®**

## CLEANING

### ▶ ช่างน้ำเย็น (Cold water basin)



ก่อนล้าง



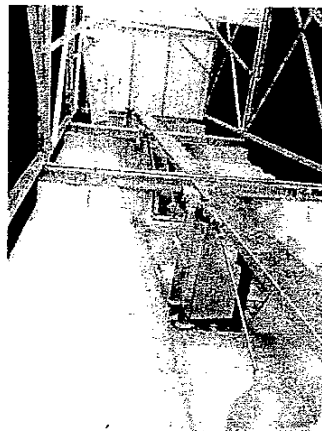
หลังล้าง

\* ตัวอย่างการล้างอ่างน้ำเย็น จาก โรงพยาบาลกรุงเทพ เยาวราช

**TRUWATER®**

## CLEANING

### ▶ ชั๊มป์ (Sump)



**TRUWATER®**

## CLEANING

### ▶ อ่างซึมป์ (Sump)



ก่อนล้าง



หลังล้าง

\*ตัวอย่างการล้างอ่างซึมป์ จาก โรงพยาบาลกรุงเทพเอวราชม

**TRUWATER®**

## RECOMMENDED WATER QUALITY

▶ Circulating water

▶ Make-up water

**TRUWATER®**