กรณีศึกษาการใช้ใบพัดแบบ FRP สำหรับ Cooling Tower

โดย นาย ศาณิต ศิริโรจน์

Building and Project management

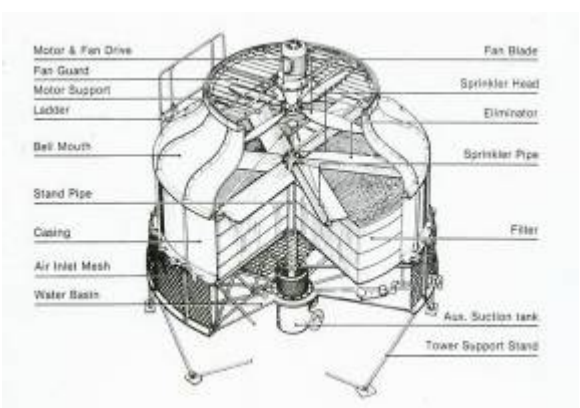
True properties Co.,Ltd

บทคัดย่อ

บทความนี้จะเป็นกล่าวถึงกรณีศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบใบพัดลมแบบ FRP fan มาใช้กับตัว cooling tower ซึ่งถือเป็นระบบหนึ่งที่ใช้ในการระบายความร้อนให้กับเครื่องปรับอากาศในอาคารทรู ทาวเวอร์ ทั้งนี้เนื่องจากใบพัด FRP นี้จะมีน้ำหนักค่อนข้างเบา เมื่อเทียบเดิมแล้วจะมีน้ำหนักโดยรวมทั้งหมด 1/3 เท่านั้น เนื่องจากโครงสร้างหลักจะเป็นแบบ Fiber glass โดยอาศัยการออกแบบตามหลัก aerofoil dynamics และเนื่องด้วยขนาดน้ำหนักที่เบากว่าใบพัดอลูมิเนียมเดิมจึงทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับชุดมอเตอร์เกียร์ของตัวใบพัด cooling tower จากผลศึกษากรณีติดตั้งใบพัด FRP ให้กับ cooling tower ขนาด 700 Ton x 3 unit , 400 Ton x 2 unit พบว่าพลังงานที่ประหยัดได้ขั้นต่ำ 20 % คิดเป็น 69.0 MWh/year หรือ 214,163 บาท/ปี และมีค่า pay back period เท่ากับ 2.6 ปี (ราคาอุปกรณ์พร้อมติดตั้ง 560,000 บาท) ทั้งนี้การติดตั้งดังกล่าวยังได้รับผลประโยชน์ทางอ้อมคือช่วยยืดอายุการใช้งานและลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาตัวอุปกรณ์ได้ อันเนื่องมาจากวัสดุที่นำมาใช้ทำนั้นจะมีคุณสมบัติที่สามารถทนต่อการกัดกร่อนของน้ำยาเคมีที่ใช้เติมใน cooling อีกทั้งยังป้องกันการจับตัวของตะกรันที่ผิวของใบพัดได้ ทำให้ค่า balancing blade เกิดการสมดุล (ลดการสั่นสะเทือน)

1. บทนำ (Introduction)

เนื่องด้วยระบบระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศแบบที่ใช้น้ำ (water cooled) เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า Cooling tower นั้น จะทำหน้าที่หลักโดยลดอุณหภูมิของสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนที่จะถูกนำไปใช้ปรับอากาศ โดยพลังงานหลักที่ใช้ในส่วนนี้จะเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการขับชุดมอเตอร์พัดลมระบายความร้อนของ



รูปที่ 1 ภาพแสดงตัว Cooling tower และใบพัดอลูมิเนียมแบบเดิมที่ใช้

ตัว Cooling tower ซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ใช้ก็จะแปรผันตามขนาดของตัว cooling tower ด้วย โดยปกติใบพัดลมส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุประเภทอลูมิเนียมผสม ซึ่งมีน้ำหนักค่อนข้างมากจึงทำให้ต้องใช้พลังงานในการขับมอเตอร์มากตามไปด้วย และหากมีการใช้งานไปซักระยะหนึ่งแล้วประสิทธิภาพในการระบายความร้อนจะต่ำลง ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศลดต่ำลงด้วย ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการนำใบพัดลมที่เป็นวัสดุแบบ FRP fan (Fiber glass reinforced plastic) มาใช้ทดแทน

รูปที่ 2 ภาพแสดงใบพัด FRP และการติดตั้ง FRP fan ที่ตัว cooling tower

แบบเดิม เนื่องจากมีขนาดน้ำหนักที่น้อยกว่า จึงมีผลทำให้สามารถประหยัดพลังงานลงได้ และมีผลทำให้อัตราการไหลของอากาศเพิ่มขึ้นด้วยอย่างน้อย 15-30% ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าวจึงมีแนวคิดในการนำระบบใบพัดแบบ FRP มาประยุกต์ใช้กับระบบระบายความร้อนของ Cooling tower เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบ FRP fan มาใช้กับตัว Cooling tower ของอาคารทรู ทาวเวอร์ ซึ่งมีขนาดและกำลังติดตั้งตามตารางที่ 1

TECHNICAL DETAILS OF EXISTING FAN

MAKE	**Thai Cooling Tower**	
MODEL NO.	400 T	700 T
RING DIA	3050 MM	3450 MM
FAN DIA	3000 MM	3400 MM
NO. OF BLADES	04	04
FAN BHP/KW	***11 KW***	***15 KW***
MOTOR POWER	15 HP	20 HP
QUANTITY	02	03

ตารางที่ 1 แสดงขนาดกำลังติดตั้งของ Cooling tower ในอาคารทรู ทาวเวอร์

2. วิธีการทดลอง และเครื่องมือทดสอบ (Method and material)

ในการวิเคราะห์ค่าพลังงานหรือผลที่ต้องการทราบนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนและเก็บข้อมูล เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์โดยในที่นี้จะแบ่งการพิจารณาเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

2.1 ข้อมูลด้านพลังงานไฟฟ้า (Electrical data) ซึ่งจะเป็นข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์เกียร์ของตัว cooling tower ซึ่งค่าดังกล่าวจะใช้เครื่องมือ Clip amp ในการวัดค่าพร้อมกับบันทึกข้อมูล

2.2 ข้อมูลด้านเครื่องกล (Mechanical data) ซึ่งจะเป็นการเก็บข้อมูลทางด้านความเร็วลมที่ใช้ในการระบายความร้อนของตัว cooling tower โดยใช้เครื่องมือวัดแบบ anemometer

รูปที่ 3 ภาพแสดงการติดตั้งเครื่องมือวัดไฟฟ้าที่ตัว cooling tower

รูปที่ 4 ภาพแสดงการค่า air flow ของตัว cooling tower

3. ผลการทดลอง (results)

จากการผลการเก็บข้อมูลทั้ง 2 ส่วนจะสามารถพิจารณาผลที่เกิดขึ้นดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับมอเตอร์ไฟฟ้าของ Cooling Tower

Cell/No.	Fan diameter (MM)	Motor Power (HP)	Power max (kW)	Power (Amps) L1	L2	L3	Power (kW) Consumption
1	3400	20	15	14.1	15.8	15.6	8.71
2	3400	20	15	14.4	15.6	15.5	8.71
3	3400	20	15	14.6	13.5	14.5	8.15
4	3000	15	11	11.4	11.2	11.4	6.37
5	3000	15	11	14.4	14.1	14.4	8.04

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ : Power = U x I x Cos Ø x $\sqrt{3}$

Cos Ø = 0.95 (ค่า power factor ของอาคาร)

ตารางที่ 3 แสดงค่า Air flow ที่ใช้ในการระบายความร้อนของ Cooling Tower

Cell/No.	Fan diameter (MM)	Air velocity (m/s)					Air flow average	
		no1	no2	no3	no4	no5	(m/s)	(m^3/min)
1	3400	3.10	4.67	5.75	5.33	4.52	4.67	2540
2	3400	3.50	5.56	6.09	5.94	5.54	5.32	2896
3	3400	2.85	4.53	5.67	4.21	3.54	4.16	2265
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	--	-	-

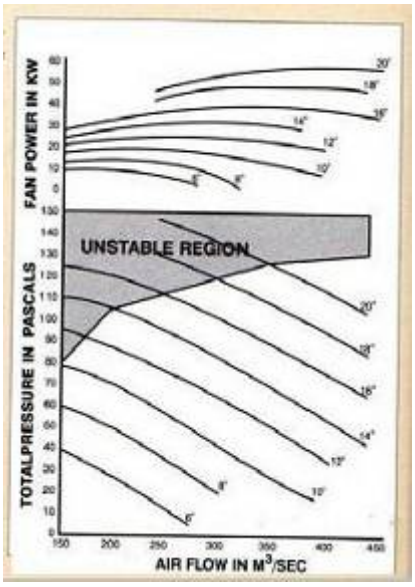
หมายเหตุ : เนื่องจาก CT#4 - 5 ไม่ได้ทำการวัดค่าเนื่องในช่วงเวลาดังกล่าวยังไม่ได้เดินเครื่อง (ตั้งเวลา)

4. การวิเคราะห์ผลการทลอง (Discussion and Analysis)

จากข้อมูลที่เก็บได้ภายหลังนำมาวิเคราะห์พบว่าค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าของ CT# 400 , 700 Ton จะอยู่ที่ 7.21 kw และ 8.43 kw ตามลำดับ และค่า Air flow ของเครื่องขนาด 700 Ton จะอยู่ที่ 2580 m^3/min

ตารางที่ 4 แสดงค่าการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้า และค่า Air flow ของ Cooling tower

Cell (Ton)	Fan diameter (MM)	Motor Power (HP)	Power max (kW)	Power (kw) average	Air flow average (m^3/min)	Air flow standard (m^3/min)	DIFF' (Actual-Standard)
700	3400	20	15	8.43	2567	3750	- 31%
400	3400	15	15	7.21	-	2600	-



รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของขนาดใบพัดแบบ FRP เมื่อเทียบกับขนาดกำลังไฟของมอเตอร์ ,ค่าpressure drop และค่าอัตราการไหลของอากาศ

ซึ่งหากเปรียบเทียบค่าอัตราการไหลของอากาศ Air flow ที่วัดได้เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของเครื่องขนาดเดียวกัน จะพบว่าค่า Air flow ของเครื่องขนาด 700 Tons จะต่ำกว่ามาตรฐานถึงเกือบ 31% (วัดค่าที่ Full load 100%) ซึ่งค่าดังกล่าวนี้จะมีผลต่ออัตราการระบายความร้อนของน้ำหล่อเย็น ซึ่งปัจจุบันค่าความแตกต่างของน้ำระบายความร้อนทางด้านขาเข้า (in let) และขาออก (out let) จะอยู่ระหว่าง 2-3 ^{0}C ซึ่งค่าดังกล่าวนี้ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (ค่าการออกแบบ 95-85 ^{0}F) ดังนั้นหากมีการติดตั้งพัดลมแบบ FRP แล้วจะช่วยให้สามารถเพิ่ม Air flow ได้อย่างน้อยอีก 260-390 m^{3}/min (minimum guarantee 10-15%)

4.1 การคำนวณค่าผลการประหยัดพลังงาน

ในที่นี้จะใช้ค่าอัตราการใช้พลังงานเฉลี่ยในการคำนวณซึ่งจะมีผลดังนี้

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงานเมื่อคิดตามค่าสัดส่วน

Energy Save (%)	Total Power (kw)	Power Save (kw)	Energy saving			Cost saving (baht/year)	Investment Cost (baht)	Pay back period (Year)
			kwh/day	kwh/month	kwh/year			
20%	39.98	7.99	191	5,757	69,085	214,163	560,000	2.6
25%	39.98	10.0	240	7,200	86,400	267,840	560,000	2.1
30%	39.98	12.0	288	8,640	103,680	321,408	560,000	1.7
35%	39.98	14.0	336	10,080	120,960	374,976	560,000	1.5

หมายเหตุ : 1. ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3.10 baht/kwh

2. ผลประหยัดที่เกิดขึ้นอยู่ในค่าเฉลี่ยระหว่าง 20-35%

3. บริษัทผู้ผลิตรับประกันผลประหยัดขั้นต่ำที่ 20%

ผลรวมค่าพลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ 39.98 kW นี้ จะได้มาจากผลรวมของกระแสกระไฟฟ้าดังตารางที่ 2 โดยทำการแยกวัดแต่ละตัวซึ่งมีทั้งหมด 5 ตัว ส่วนการคำนวณค่า energy save นี้ จะแบ่งตามค่าผลการประหยัดโดยผลการประหยัดที่ได้นี้จะมาจากการทดลองติดตั้งตัวผลิตภัณฑ์ซึ่งพบว่าจะมีผลการประหยัดระหว่าง 20-35% ดังแสดงในตารางที่ 5

5. สรุปผล (Conclusion)

จากผลการวิเคราะห์ จะพบว่าหากมีการตั้งใบพัดลมแบบ FRP Fan แล้วจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานลงได้อย่างน้อยที่ขั้นต่ำ 20 % ซึ่งคิดเป็นเงินเท่ากับ 214,163 บาท/ปี (69,085 kwh/year) และระยะเวลาการคืนทุน 2.6 ปี และยังมีผลทำให้ค่า air flow เพิ่มขึ้นตามด้วย ทั้งนี้ค่าอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้นจะแปรผันตรงกับค่าอุณหภูมิแตกต่างของน้ำหล่อเย็น ซึ่งกล่าวคือหากเพิ่มค่า range temp ของน้ำหล่อเย็นได้ 1 ^{0}C จะมีผลทำให้สามารถประหยัดค่าพลังงานของเครื่องปรับอากาศลงได้ประมาณ 3-5 % ซึ่งในการศึกษานี้ยังไม่ได้คำนวณครอบคลุมไว้ แต่โดยทั่วไปสัดส่วนของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศในอาคารจะอยู่ที่ 60% ของการใช้พลังงานทั้งหมด จึงเห็นได้ว่าหากสามารถจัดการในส่วนของระบบระบายความร้อนได้ดีนั้นจะทำให้ส่งผลการประหยัดต่อภาพรวมทั้งหมดได้

ทั้งนี้เมื่อทำการพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้โดยเทียบกับค่าอัตราการไหลของอากาศพบว่าปัจจัยส่วนหนึ่งจะมาจากตะกรันที่จับอยู่บนผิวของตัวใบพัด (วัสดุแบบอลูมิเนียม) เนื่องจากพื้นผิวของตัวใบพัดเองมีความหยาบไม่เรียบ ซึ่งจะต่างกับใบพัดแบบ FRP ที่มีคุณสมบัติเป็นผิวเรียบมันทำให้ตะกรันไม่สามารถจับรวมตัวกันบนผิวได้ ทำให้เกิดการ balancing blade

ได้ดีกว่า และทำให้การหมุนของใบพัดจะราบเรียบกว่ามาก ซึ่งทำให้เกิดผลดีต่อเนื่องลงมายังอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ดุมและลูกปืน เพลาไม่เกิดความเสียหาย ,ขณะทำงานเสียงจะเงียบ และยังสามารถลดการสั่นสะเทือนของตัว Cooling tower ลงได้ จากผลการศึกษาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าข้อดีจากการนำระบบ FRP FAN มาใช้ในระบบระบายความร้อนนอกจากจะช่วยให้สามารถประหยัดพลังงานลงได้แล้วนั้นจะยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดูแลบำรุงรักษาฯลงได้อีกทางหนึ่งด้วย

6. เอกสารอ้างอิง (Reference)

1. T.D. Eastop and A.Mc Conkey, Applied Thermodynamics, Longman,1989
2. F.C. McQuiston & J.D. parker “Heating Ventilation and Air Conditioning” Second Edition ,Mc Graw-Hill Book Company,1982
3. ระบบปรับอากาศ ชุดที่ 2 ,กรุงเทพฯ : เอ็มแอนด์อี , 2546, 248 หน้า.
4. http://www.paltechcoolingtowers.com/power-saver.html
5. http://www.thereckinematics.com/reference.php.