

โปรแกรมจำลองการทำงานของระบบน้ำร้อนโรงแรม

ปรเมธ ประเสริฐยิ่ง วท.485

บริษัทเอ็นเนอจีมาสเตอร์จำกัด

บทนำ

ผู้เขียนได้ทำโปรแกรมจำลองการทำงานของระบบทำน้ำร้อนโรงแรมขึ้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาขึ้นกับระบบทำน้ำร้อนของโรงแรมแห่งหนึ่ง ซึ่งโรงแรมนี้ใช้เครื่องฮีทปั๊มแบบ AIR TO WATER และเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้เขียนเห็นว่าโปรแกรมนี้มีประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นแก่ระบบทำน้ำร้อนและทำให้ทราบปัญหาที่จะเกิดขึ้นในกรณีที่เลือกเครื่องฮีทปั๊มและถังเก็บน้ำร้อนไม่เหมาะสม หรือการทำงานของระบบทำน้ำร้อนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมต่างๆ ในบทความนี้จะอธิบายถึงสมมุติฐาน หลักการทำงานของโปรแกรม วิธีการใช้โปรแกรม การดูผลการคำนวณ และการเปลี่ยนค่าตัวประกอบต่างๆ

โปรแกรมนี้ได้ใช้ในการแก้ปัญหาในระบบทำน้ำร้อนของโรงแรมขนาด 102 ห้องมาแล้ว จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อ ผู้สนใจทุกท่านทั้งด้านการออกแบบ การจัดซื้อ การติดตั้ง และการแก้ปัญหาในระบบทำน้ำร้อน ซึ่งทางผู้เขียนยินดีที่จะให้คำแนะนำเพื่อการแก้ปัญหาต่างๆเกี่ยวกับระบบทำน้ำร้อนและการใช้โปรแกรม

รายละเอียดของโปรแกรม

โปรแกรมนี้เขียนขึ้นโดยใช้โปรแกรมกระต่ายทอดซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไป การเขียนใช้ Mathematic function และ Logic function ง่ายๆ เพื่อใช้คำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนที่ง่าย และค่าอื่นๆ ที่จะอธิบายต่อไป

โปรแกรมมี 2 หน้า หน้าแรกตามรูปที่ 1. ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูลการใช้น้ำร้อนที่ทำการวัดจริง ซึ่งได้แก่อัตราการใช้น้ำร้อนทุกครั้งชั่วโมงหน่วยเป็น ลบ.ม.(Column B) อุณหภูมิน้ำเย็นที่ใช้ผสมซึ่งสมมุติให้เท่ากับอุณหภูมิน้ำเย็นที่ใช้เดิมให้ระบบทำน้ำร้อน (Column C) และอุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายเข้าสู่ระบบท่อ (Column D) อัตราการใช้น้ำร้อนที่ใช้จริงจากการวัดจะถูกเปลี่ยนเป็นอัตราการใช้น้ำร้อน (Column E) ที่อุณหภูมิน้ำเย็นที่ใช้ผสม 30 เซลเซียส และอุณหภูมิน้ำร้อน 60 เซลเซียส ซึ่งทั้งหมดนี้มีอุณหภูมิน้ำผสม 39 เซลเซียส (Cell B2) อัตราการใช้น้ำร้อนที่ได้นี้จะนำไปใช้ในโปรแกรมหน้าที่ 2

โปรแกรมหน้าที่ 2 ตามรูปที่ 2.แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจาก Column C-H ใช้คำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายเข้าระบบท่อจ่ายในแต่ละช่วงเวลา (Column H) อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายเข้าระบบท่อจ่ายต่ำสุดและสูงสุด (Cell F55, F66) อุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ยที่จ่ายเข้าระบบท่อจ่าย (Cell H56) อัตราการใช้น้ำร้อนรวม (Cell H55) ซึ่งค่าต่างๆเหล่านี้เป็นสิ่งที่แสดงผลการทำงานของระบบน้ำร้อนและคุณภาพของน้ำร้อนที่ผลิตได้โดยการติดตั้งระบบท่อน้ำร้อนตามรูปที่ 3. ซึ่งเป็นการติดตั้งมาตรฐานของบริษัทและจะเรียกว่าการติดตั้งแบบขนานกับถังเก็บน้ำร้อน

โปรแกรมหน้าที่ 2. ส่วนที่ 2. จาก Column H-L ใช้คำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายเข้าระบบท่อจ่ายในแต่ละช่วงเวลา (Column K) อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายเข้าระบบท่อจ่ายต่ำสุดและสูงสุด (Cell J55, J66) อุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ยที่จ่ายเข้าระบบท่อจ่าย (Cell L56) อัตราการใช้ น้ำร้อนรวม (Cell L55) ซึ่งค่าต่างๆเหล่านี้เป็นสิ่งที่ จะแสดงผลการทำงานของระบบน้ำร้อนและคุณภาพของน้ำร้อนที่ผลิตได้โดยการติดตั้งระบบท่อ น้ำร้อนแบบที่ใช้อยู่ทั่วไป คือดึงน้ำร้อนจากถังเก็บน้ำร้อนมาผ่านเครื่องฮีทปั๊มทำให้ร้อนขึ้นแล้วกลับไปถังเก็บน้ำร้อน น้ำร้อนที่จ่ายไปใช้ต่อออก จากถังเก็บน้ำร้อนตามรูปที่ 4.

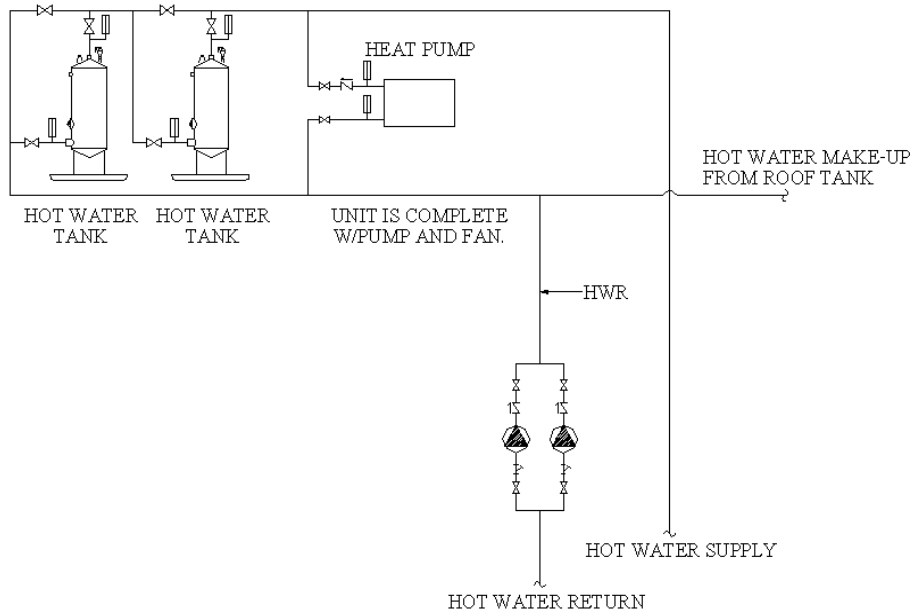
รูปที่ 1. โปรแกรมส่วนที่ 1. แก้ไขข้อมูลอัตราการใช้ น้ำร้อนจากการวัด

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Measured Data Correction									
2	Mixing C	39								
3										
4	Time	HW used m3	CW Temp. C	HW Temp. C	Corrected used m3					
5	00.30	0.675	25	60	0.506		$C \times tc + H \times th = (H + C) \times tm$			
6	1.00	0.675	25	60	0.506		$T \times tc + H \times (th - tc) = T \times tm$			
7	1.30	0.675	25	60	0.506		$H \times (th - tc) = T \times (tm - tc)$			
8	2.00	0.675	25	60	0.506		$T = H \times (th - tc) / (tm - tc)$			
9	2.30	0.138	25	60	0.103		$H \times (th - tc) / (tm - tc) = Hc \times (60 - 30) / (39 - 30)$			
10	3.00	0.138	25	60	0.103		$Hc = H \times (th - tc) / 30 \times 9 / (tm - tc)$			
11	3.30	0.138	25	60	0.103					
12	4.00	0.138	25	60	0.103					
13	4.30	0.175	25	60	0.131					
14	5.00	0.175	25	60	0.131					
15	5.30	0.175	25	60	0.131					
16	6.00	0.175	25	60	0.131					
47	21.30	0.600	25	60	0.450					
48	22.00	0.600	25	60	0.450					
49	22.30	0.775	25	60	0.581					
50	23.00	0.775	25	60	0.581					
51	23.30	0.775	25	60	0.581					
52	24.00	0.775	25	60	0.581					
53		28.800			21.600					

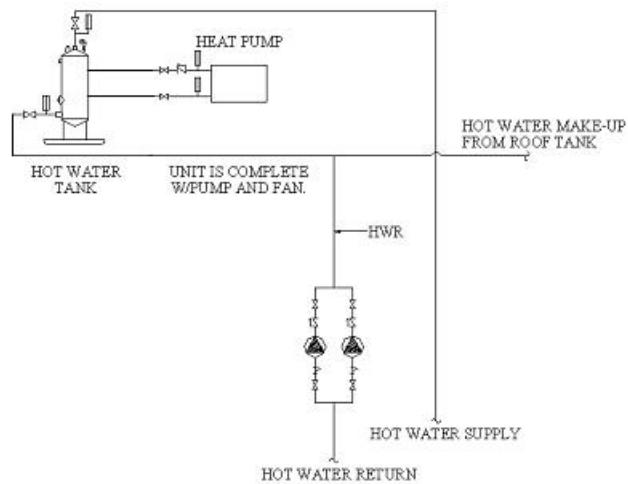
รูปที่ 2. โปรแกรมส่วนที่ 2. จำลองการทำงานระบบน้ำร้อน

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	HOT WATER SIMULATION						Designed by	<i>Parameth Prasertying</i>		25/2/2006		
2	PROJECT	Sample Hotel 300 rooms				Calculated by			11/3/2006			
3	Storage Tank	36.00 m3	Set C	60	Make-up water	30 C	Mixing C	39				
4	Heat pump	75.0 kW	Set C	60	Hot water supply	2.150 m3/h						
5		CASE1	temp C	60.1				CASE2	temp	55.00		
6	Time	HW used m3	to Storage.	from Storage.	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Actual used m3	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Actual used m3
7	00.30	0.675	0.00	0.689	59.5	60.1	0	0.689	55.4	55.0	0.5	0.685
8	1.00	0.675	0.40	0.000	59.9	60.0	0.5	0.673	55.7	55.4	0.5	0.810
43	18.30	1.500	0.00	0.426	59.6	60.0	0.5	1.501	59.1	60.4	0	1.475
44	19.00	1.500	0.00	0.426	59.3	59.9	0.5	1.500	58.8	59.1	0.5	1.481
45	19.30	1.500	0.00	0.431	58.9	59.8	0.5	1.505	58.5	58.8	0.5	1.544
46	20.00	1.500	0.00	0.436	58.6	59.7	0.5	1.510	58.2	58.5	0.5	1.560
47	20.30	0.600	0.47	0.000	59.0	60.0	0.5	0.606	58.6	58.2	0.5	0.631
48	21.00	0.600	0.47	0.000	59.4	60.0	0.5	0.600	59.0	58.6	0.5	0.639
49	21.30	0.600	0.47	0.000	59.8	60.0	0.5	0.600	59.3	59.0	0.5	0.630
50	22.00	0.600	0.47	0.000	60.2	60.0	0.5	0.600	59.7	59.3	0.5	0.622
51	22.30	0.775	0.00	0.775	59.6	59.6	0	0.775	60.0	59.7	0.5	0.792
52	23.00	0.775	0.29	0.000	59.8	60.0	0.5	0.787	60.2	60.0	0.5	0.782
53	23.30	0.775	0.30	0.000	60.1	60.0	0.5	0.775	59.6	60.2	0	0.776
54	24.00	0.775	0.00	0.775	59.4	59.4	0	0.775	59.8	59.6	0.5	0.769
55		28.800			59.8	59.1	13	28.936	59.3	55.0	16	29.498
56						60.5	Sup. avg	59.8		60.7	Sup. avg	59.1
57	Case 1	ปริมาณการใช้ความร้อนทั้งหมด				28.9	ลบ.ม./วัน ติดตั้งแบบขนาน					
58	Case 2	ปริมาณการใช้ความร้อนทั้งหมด				29.5	ลบ.ม./วัน ติดตั้งแบบทำน้ำร้อนใส่ถัง					

รูปที่ 3. การติดตั้งระบบท่อน้ำร้อนมาตรฐานบริษัทเอ็นเนอยีมาสเตอร์จำกัด



รูปที่ 4. การติดตั้งระบบท่อน้ำร้อนทั่วไป

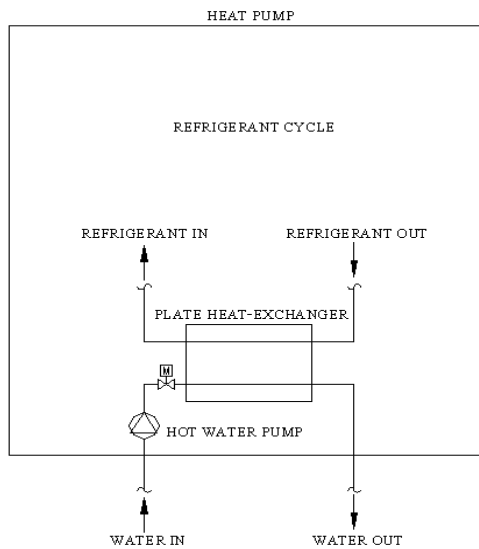


ข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมหน้าที่ 2 นั้นนอกจากอัตราการใช้น้ำร้อน (Column B) จากหน้าแรกแล้ว ยังสามารถใส่ข้อมูลของขนาดฮีทปั๊มเป็นกิโลวัตต์ความร้อนที่ผลิตได้ (Cell C4) อุณหภูมิน้ำร้อนที่ตั้งที่เครื่องฮีทปั๊ม (Cell F4) ขนาดของถังเก็บน้ำร้อน (Cell C3) อุณหภูมิที่ตั้งที่ถังเก็บน้ำร้อน (Cell F3) ซึ่งจะควบคุมการปิดเปิดของเครื่องฮีทปั๊ม อุณหภูมิน้ำผสมที่ใช้ (Cell L3) ซึ่งค่าเหล่านี้สามารถปรับเปลี่ยนเพื่อดูผลการทำงานของระบบทำน้ำร้อน และคุณภาพน้ำร้อนข้างต้นได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการออกแบบ และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบทำน้ำร้อน

สมมติฐานของโปรแกรม

โปรแกรมนี้ใช้สำหรับคำนวณเครื่องฮีทปั๊มแบบที่มีวาล์วควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อนทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลของน้ำผ่าน PLATE HEAT EXCHANGER เพื่อให้หน้าที่ออกจากเครื่องฮีทปั๊มมีอุณหภูมิคงที่ตามที่ตั้งไว้ที่ชุดควบคุมของเครื่องฮีทปั๊ม เมื่อน้ำเข้าเครื่องมีอุณหภูมิ 30 เซลเซียส น้ำจะออกจากเครื่องที่ 60 เซลเซียส อัตราการไหลของน้ำจะเท่ากับ 714 ลิตร/ชั่วโมง เมื่อน้ำเข้าเครื่องมีอุณหภูมิสูงขึ้นวาล์วควบคุมอุณหภูมิจะเปิดให้น้ำไหลผ่านเครื่องได้มากขึ้นทำให้สามารถให้ความร้อนได้เท่าเดิมคือ 25kW ตลอดเวลาการทำงานของเครื่อง

รูปที่ 5. การติดตั้งวาล์วควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อน



ถ้าในเครื่องฮีทปั๊มไม่ปรับอัตราการไหลของน้ำให้มากขึ้นตามอุณหภูมิของน้ำเข้าเครื่องจะทำให้อุณหภูมิน้ำออกสูงขึ้นเรื่อยๆ และเครื่องจะตัดเร็วกว่าที่ควรเพราะเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่คอยล์ร้อนก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย เมื่อระยะเวลาการทำงานน้อยปริมาณน้ำร้อนที่ผลิตก็จะน้อยไปด้วย

นอกจากนี้วาล์วควบคุมยังทำให้เครื่องฮีทปั๊มสามารถส่งน้ำร้อนได้อัตราคงที่ค่าหนึ่งๆในแต่ละค่าของอุณหภูมิน้ำที่เข้าเครื่องฮีทปั๊มตามสมการที่ 1. ที่อุณหภูมิน้ำเข้าเครื่องค่าหนึ่งจะได้ค่าอัตราการส่งน้ำค่าหนึ่งเสมอเนื่องจากค่าอื่นๆ ในสมการที่ 1. ถูกควบคุมให้คงที่

	Heat	=	$M \times SH \times Dth$	(1)
เมื่อ	Heat	=	ความร้อนที่เครื่องฮีทปั๊มผลิตได้ซึ่งเป็นค่าคงที่	
	M	=	อัตราการผลิตน้ำร้อน	
	SH	=	ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำซึ่งเป็นค่าคงที่เช่นเดียวกัน	
	Dth	=	อุณหภูมิแตกต่างของน้ำ	
		=	ค่าอุณหภูมิที่ตั้งที่เครื่องฮีทปั๊ม - อุณหภูมิน้ำเข้าเครื่อง	

อัตราการผลิตน้ำร้อนที่คงที่ตามอุณหภูมิน้ำเดิมนี้ทำให้การติดตั้งฮีทปั๊มแบบขนานกับถังเก็บน้ำร้อนสามารถทำให้การเติมน้ำร้อนกลับเข้าถังเก็บน้ำร้อนทำได้โดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการใช้น้ำร้อนหรือเมื่ออัตราการใช้น้ำร้อนน้อยกว่าอัตราการผลิตน้ำร้อนของเครื่องฮีทปั๊ม ทั้งนี้เพราะในเครื่องฮีทปั๊มมีปั๊มน้ำสร้างความดันให้น้ำร้อนที่จ่ายออกจากเครื่องฮีทปั๊มทำให้ความดันน้ำร้อนนี้สามารถส่งน้ำร้อนที่ผลิตได้กลับเข้าถังเก็บน้ำร้อนหรือจ่ายไปใช้ได้ตามอัตราการใช้ที่ต้องการ

เนื่องจากเครื่องฮีทปั๊มทำน้ำร้อนให้ความร้อนได้คงที่ตลอดการทำงาน ความร้อนที่ให้กับระบบทำน้ำร้อนจะทำให้ น้ำที่เก็บในถังเก็บน้ำร้อนและน้ำที่เติมมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยมีสมมุติฐานว่าไม่มีความร้อนสูญเสียจากระบบน้ำร้อน

สมการที่ 2. เมื่อไม่มีการใช้น้ำร้อน ความร้อนที่ให้จะทำให้ น้ำในถังเก็บน้ำร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้น

$$Dt = \text{HEAT} / 4.187 \times T / S \quad (2)$$

เมื่อ

$$1\text{kW} = 1\text{kJ/s} = 1 / 4.187\text{kcal/s} = 1 / 4.187\text{kg C/s}$$

$$T = \text{Time interval(s)}$$

$$S = \text{Storage Tank(l)}$$

$$Dt = \text{Temp Rise (C) ในถังเก็บน้ำร้อน}$$

เมื่อติดตั้งระบบทำน้ำร้อนโดยเครื่องฮีทปั๊มขนานกับถังเก็บน้ำร้อน ใช้สมการที่ 3. เมื่อมีการใช้น้ำร้อน แต่ใช้น้ำร้อนน้อยกว่าอัตราการผลิตน้ำร้อนของเครื่องฮีทปั๊ม จะมีน้ำร้อนนวนเวียนเข้าเก็บในถังเก็บน้ำร้อนด้วยซึ่งเมื่อคิดรวมทั้งระบบจะเป็นสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Heat} / 4.187 \times T = th \times Q - tc \times Q + S \times Dt$$

$$Dt = (\text{Heat} / 4.187 \times T - (th - tc) \times Q) / S \quad (3)$$

เมื่อ

$$Q = \text{อัตราการใช้น้ำร้อน} = \text{อัตราการเติมน้ำ}$$

$$th = \text{อุณหภูมิน้ำร้อนจากเครื่องฮีทปั๊ม}$$

$$tc = \text{อุณหภูมิน้ำเติมเข้าระบบ}$$

สมการที่ 4. และ 5. ในกรณีที่ใช้น้ำร้อนมากกว่าอัตราการผลิตน้ำร้อนจะใช้น้ำร้อนจากถังเก็บน้ำร้อนด้วย อัตราการผลิตน้ำร้อนของฮีทปั๊มคงที่ตามสมการที่ 1. เท่ากับ M ลิตร/ชั่วโมง และน้ำที่ใช้จากถังเก็บน้ำร้อนจะเท่ากับน้ำที่เติมเข้าไปอุณหภูมิในถังเก็บน้ำร้อนลดลง

$$Dt = ((S - (Q - M)) \times t + (Q - M) \times tc) / S$$

$$= (S \times t - (Q - M) \times (t - tc)) / S \quad (4)$$

เมื่อ

$$t = \text{อุณหภูมิของน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อน}$$

$$\text{อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่าย} = (M \times T \times th + (Q - M) \times t) / Q \quad (5)$$

สำหรับกรณีที่ติดตั้งเครื่องฮีทปั๊มทำน้ำร้อนจนเก็บเข้าถัง ใช้สมการที่ 2 เมื่อไม่มีการใช้น้ำร้อน และ ใช้สมการที่ 6. เมื่อมีการใช้น้ำร้อน

$$Dt = (\text{Heat} / 4.187 \times T - (t-t_c) \times Q) / S \quad (6)$$

ในกรณีที่เครื่องฮีทปั๊มไม่ทำงานแต่มีการใช้น้ำร้อนใช้สมการที่ 7. เมื่อและ 8.

$$Dt = ((S-Q) \times t + Q \times t_c) / S \quad (7)$$

$$\text{อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่าย} = t \quad (8)$$

หลักการคำนวณของโปรแกรม

การคำนวณของโปรแกรมใช้สมการที่ 1-8 โดยที่อุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อนตอนท้ายวันจะถูกวนกลับมาเป็นอุณหภูมิเริ่มต้นของอีกวันหนึ่งเพื่อดูว่าอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนและอุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายจะคงที่ที่ค่าใด โดยทำงานไม่เกิน 100 รอบ หรือจนกว่าค่าจะไม่เปลี่ยนแปลง

รูปที่ 2. จากการวัดอัตราการใช้น้ำร้อนที่เวลาต่างๆของโรงแรมแห่งหนึ่งซึ่งมีห้องพัก 300 ห้อง อัตราการใช้น้ำร้อนมีลักษณะที่การใช้ค่อนข้างมากรวมเวลา 4 ชั่วโมงใน 1 วัน อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มที่ 60.1 เซลเซียส ขนาดถังเก็บน้ำร้อน 36000 ลิตร ตั้งให้เครื่องฮีทปั๊มเปิดเมื่ออุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนต่ำกว่า 60 เซลเซียส ตั้งอุณหภูมิน้ำร้อนจากเครื่องฮีทปั๊ม 60 เซลเซียส อุณหภูมิน้ำเติม 30 เซลเซียส อุณหภูมิน้ำผสม 39 เซลเซียส ใช้เครื่องฮีทปั๊มที่ให้ความร้อน 75 kW

ส่วนที่ 1. การติดตั้งแบบขนาน(Column C-H)

ที่อุณหภูมิน้ำเติม 30 เซลเซียส เครื่องฮีทปั๊มสามารถทำน้ำร้อนได้ 2.15 ลบ.ม./ชั่วโมง (สมการที่ 1.)

แถวที่ 7.

Column C แสดงว่าไม่มีน้ำร้อนเติมเข้าถังเก็บน้ำร้อน เนื่องจากอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนสูงกว่า 60 เซลเซียส (Cell D5) เครื่องฮีทปั๊มจึงไม่ทำงาน

Column D แสดงว่าน้ำร้อนที่ใช้ทั้งหมดจ่ายออกมาจากถังเนื่องจากเครื่องฮีทปั๊มไม่ทำงาน

Column E อุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนลดลงเนื่องจากน้ำเติมที่ 30 เซลเซียสเข้าไปผสมในถังเก็บน้ำร้อน (สมการที่ 3.)

Column F อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายเท่าอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อน (Cell D5)

Column G แสดงเวลาการทำงานของเครื่องฮีทปั๊ม เนื่องจากเครื่องฮีทปั๊มไม่ทำงานเวลาจึงเป็นศูนย์

Column H แสดงปริมาณการใช้น้ำร้อนที่แท้จริง จากสมการที่แสดงในรูปที่ 1.

แถวที่ 8.

Column C แสดงว่ามีน้ำร้อนเติมเข้าถังเก็บน้ำร้อน 0.4 ลบ.ม. เนื่องจากอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนต่ำกว่า 60 เซลเซียส (Cell E7) เครื่องฮีทปั๊มจึงเริ่มทำงาน

Column D แสดงว่าน้ำร้อนที่ใช้ทั้งหมดจ่ายจากเครื่องฮีทปั๊ม จึงไม่มีน้ำร้อนออกมาจากถังเก็บน้ำร้อน

Column E อุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำเติมที่ 30 เซลเซียสและน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนอีกส่วนหนึ่งถูกดึงมาผ่านเครื่องฮีทปั๊มทั้งหมดแล้วจึงจ่ายไปใช้และเติมเข้าเก็บในถังเก็บน้ำร้อน (สมการที่ 3.)

Column F อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายเท่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่ออกจากเครื่องฮีทปั๊ม (Cell F4)

Column G แสดงเวลาการทำงานของเครื่องฮีทปั๊ม ในช่วงเวลา 0.5 ชั่วโมง

Column H แสดงปริมาณการใช้น้ำร้อนที่แท้จริง จากสมการที่แสดงในรูปที่ 1.

แถวที่ 45.

Column C แสดงว่าไม่มีน้ำร้อนเติมเข้าถังเก็บน้ำร้อน ถึงแม้อุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนต่ำกว่า 60 เซลเซียส (Cell E7) เครื่องฮีทปั๊มทำงานอยู่ แต่การใช้น้ำร้อนมากกว่าที่เครื่องฮีทปั๊มผลิตได้

Column D แสดงว่าน้ำร้อนที่จ่ายมาจากเครื่องฮีทปั๊ม ผสมกับน้ำร้อนจากถังเก็บน้ำร้อน 0.426 ลบ.ม.

Column E อุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนลดลงเนื่องจากน้ำเติมที่ 30 เซลเซียสจะเข้าไปผสมกับน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนอีก (สมการที่ 4.)

Column F อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายเท่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่ออกจากเครื่องฮีทปั๊ม (Cell F4) ผสมกับน้ำร้อนจากถังเก็บน้ำร้อน (Cell E44) โดยใช้สมการที่ 5

Column G แสดงเวลาการทำงานของเครื่องฮีทปั๊ม ในช่วงเวลา 0.5 ชั่วโมง

Column H แสดงปริมาณการใช้น้ำร้อนที่แท้จริง จากสมการที่แสดงในรูปที่ 1. สำหรับในกรณีนี้มีค่ามากกว่าใน Column B เนื่องจากอุณหภูมิน้ำร้อนจ่าย (Cell F44) ลดลงเล็กน้อย ทำให้ต้องใช้น้ำร้อนมากขึ้น

สรุป

การติดตั้งฮีทปั๊มขนานกับถังเก็บน้ำร้อน จ่ายน้ำร้อนที่อุณหภูมิเฉลี่ย 59.8 เซลเซียส (Cell H56) อุณหภูมิ น้ำร้อนต่ำสุด 59.1 เซลเซียส (Cell F55) และอุณหภูมิน้ำร้อนสูงสุด 60.5 เซลเซียส เครื่องฮีทปั๊มทำงาน 13 ชั่วโมง (cell G55) และใช้น้ำร้อนรวม 28.936 ลบ.ม./วัน (Cell H55)

ส่วนที่ 2. เป็นการติดตั้งทำน้ำร้อนวนในถังเก็บน้ำร้อน (Column I-L)

แถวที่ 7.

Column I อุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนลดลงเนื่องจากน้ำเติมที่ 30 เซลเซียสเข้าไปผสมในถังเก็บน้ำ ร้อน (สมการที่ 6.)

Column J อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายเท่าอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อน (Cell K5)

Column K แสดงเวลาการทำงานของเครื่องฮีทปั๊ม

Column L แสดงปริมาณการใช้น้ำร้อนที่แท้จริง จากสมการที่แสดงในรูปที่ 2

สรุป

การติดตั้งฮีทปั๊มเพื่อวนน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อน จ่ายน้ำร้อนที่อุณหภูมิเฉลี่ย 59.1 เซลเซียส (Cell L56) อุณหภูมิ น้ำร้อนต่ำสุด 55 เซลเซียส (Cell J55) และอุณหภูมิน้ำร้อนสูงสุด 60.7 เซลเซียส (Cell J56) เครื่องฮีทปั๊ม ทำงาน 16 ชั่วโมง (cell K55) และใช้น้ำร้อนรวม 29.498 ลบ.ม./วัน (Cell L55)

คุณภาพน้ำร้อน

ระบบน้ำร้อนที่ดีจะต้องมีคุณภาพน้ำร้อนที่ดี ได้แก่อุณหภูมิน้ำร้อนที่สม่ำเสมอ จ่ายน้ำร้อนได้พอเพียง ใน กรณีที่คำนวณตามรูปที่ 2. การติดตั้งระบบน้ำร้อนแบบที่เครื่องฮีทปั๊มขนานกับถังเก็บน้ำร้อน (รูปที่ 3.) ดีกว่าการ ติดตั้งแบบวนน้ำร้อนเก็บในถังเก็บน้ำร้อน (รูปที่ 4.) เนื่องจากอุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ย อุณหภูมิน้ำร้อนต่ำสุด และสูงสุด ของการติดตั้งแบบขนานดีกว่าการติดตั้งแบบวนเวียน และเมื่ออุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ยสูงกว่าก็จะทำให้ความต้องการ น้ำร้อนน้อยกว่าตามที่เห็น ทำให้เครื่องฮีทปั๊มทำงานน้อยกว่าจึงเสียค่าไฟฟ้าน้อยกว่าอีกด้วย

เนื่องจากอุณหภูมิน้ำเติมเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและฤดูกาลได้คุณภาพของน้ำร้อนจึงอาจเปลี่ยนแปลงไป ได้ จึงจะต้องทำการวิเคราะห์การทำงานของระบบน้ำร้อนโดยการใช้โปรแกรมจำลองการทำงานซึ่งจะอธิบายต่อไป

การวิเคราะห์การทำงาน

การออกแบบระบบน้ำร้อนมีตัวแปรที่มีผลต่อการออกแบบได้หลายตัว ได้แก่ ขนาดของเครื่องฮีทปั๊มพี ขนาดของถังเก็บน้ำร้อน การตั้งอุณหภูมิน้ำร้อนของเครื่องฮีทปั๊มพี การตั้งอุณหภูมิที่ถังเก็บน้ำร้อน และ อุณหภูมิน้ำเติม ซึ่งโปรแกรมจำลองการทำงานจะช่วยให้สามารถตัดสินใจเลือกระบบและคาดเดาปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้สะดวกขึ้น โดยเพียงแต่เปลี่ยนค่าในโปรแกรมและดูผลการคำนวณของโปรแกรมเท่านั้น

รูปที่ 6. อุณหภูมิน้ำเติมลดลง

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	HOT WATER SIMULATION						Designed by	Parameth Prasertying		25/2/2006			
2	PROJECT	Sample Hotel 300 rooms				Calculated by			18/3/2006				
3	Storage Tank	36.00 m3	Set C	60	Make-up water	22 C	Mixing C	39					
4	Heat pump	75.0 kW	Set C	60	Hot water supply	1.697	m3/h						
5		CASE1	temp C	49.5				CASE2	temp	55.00			
6	Time	HW used m3	to Storage	from Storage	Storage C	Supply C	Operate hrs.	Actual used m3	Storage C	Supply C	Operate hrs.	Actual used m3	
7	00.30	0.675	0.00	0.256	49.3	57.6	0.5	1.104	54.7	55.0	0.5	1.252	
8	1.00	0.675	0.00	0.227	49.1	57.7	0.5	1.076	54.6	54.7	0.5	1.159	
43	18.30	1.500	0.00	1.388	55.2	57.8	0.5	2.237	57.7	60.1	0	2.269	
44	19.00	1.500	0.00	1.523	53.8	56.9	0.5	2.372	56.4	57.7	0.5	2.230	
45	19.30	1.500	0.00	1.587	52.4	55.9	0.5	2.435	55.0	56.4	0.5	2.380	
46	20.00	1.500	0.00	1.655	51.0	55.0	0.5	2.504	53.7	55.0	0.5	2.471	
47	20.30	0.600	0.00	0.183	50.8	58.4	0.5	1.032	53.6	53.7	0.5	1.029	
48	21.00	0.600	0.00	0.086	50.8	59.2	0.5	0.934	53.6	53.6	0.5	1.074	
49	21.30	0.600	0.00	0.066	50.7	59.3	0.5	0.915	53.5	53.6	0.5	1.074	
50	22.00	0.600	0.00	0.062	50.7	59.4	0.5	0.911	53.5	53.5	0.5	1.076	
51	22.30	0.775	0.00	0.327	50.4	57.4	0.5	1.175	53.2	53.5	0.5	1.392	
52	23.00	0.775	0.00	0.392	50.1	57.0	0.5	1.240	52.9	53.2	0.5	1.394	
53	23.30	0.775	0.00	0.407	49.8	56.8	0.5	1.256	52.6	52.9	0.5	1.408	
54	24.00	0.775	0.00	0.414	49.5	56.6	0.5	1.262	52.2	52.6	0.5	1.423	
55		28.800			52.1	53.9	24	45.346	56.2	52.6	23.5	47.263	
56							60.0	Sup.avg	57.5		60.1	Sup.avg	56.2
57	Case 1	ปริมาณการใช้ความร้อนทั้งหมด				45.3	ลบ.ม./วัน	ติดตั้งแบบขนาน					
58	Case 2	ปริมาณการใช้ความร้อนทั้งหมด				47.3	ลบ.ม./วัน	ติดตั้งแบบทำน้ำร้อนไส้สัง					

รูปที่ 6. เปลี่ยนอุณหภูมิน้ำเติม(Cell I3)ลดลงเรื่อยๆ และขณะที่ลดอุณหภูมิให้สังเกตที่ชั่วโมงการทำงานของเครื่องฮีทปั๊มพี (Cell G55) ซึ่งจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเช่นกัน และที่อุณหภูมิน้ำเติม 22 เซลเซียสเครื่องฮีทปั๊มพีทำงานถึง 24 ชั่วโมง ถ้าในฤดูหนาวมีอุณหภูมิน้ำเย็นต่ำกว่า 22 เซลเซียสจะมีผลให้ระบบน้ำร้อนไม่สามารถทำอุณหภูมิได้ ซึ่งผลการคำนวณจากรูปที่ 6. จะเห็นว่าอุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ยเหลือเพียง 57.5 เซลเซียส และอุณหภูมิน้ำร้อนต่ำสุด 53.9 เซลเซียส และทำให้การใช้ความร้อนเพิ่มขึ้นเป็น 45.346 ลบ.ม./วันซึ่งเท่ากับเกือบ 2 เท่าของรูปที่ 2. ดังนั้นในฤดูหนาวควรแก้ไขโดยการเพิ่มฮีทปั๊มพีเป็น 100 kW ซึ่งเมื่อแทนค่าลงในโปรแกรม (Cell C4) รูปที่ 7. เปลี่ยนอุณหภูมิน้ำเติม (Cell I3)ลดลงเรื่อยๆ และขณะที่ลดอุณหภูมิให้สังเกตที่ชั่วโมงการทำงานของเครื่องฮีทปั๊มพี (Cell G55) ซึ่งจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเช่นกัน ที่อุณหภูมิน้ำเติม 16 เซลเซียสเครื่องฮีทปั๊มพีทำงาน 24 ชั่วโมง ถ้าในฤดูหนาวมีอุณหภูมิน้ำเย็นต่ำสุด 18 เซลเซียส ควรติดตั้งเครื่องฮีทปั๊มพีเพิ่มขึ้นหรือพิจารณาใช้ Auxiliary heater ทดแทนเนื่องจากเครื่องฮีทปั๊มพีมีราคาสูง หรือทั้งสองอย่างเพื่อใช้เป็นเครื่องทดแทนเมื่อมีเครื่องฮีทปั๊มพีชำรุด

รูปที่ 7. เพิ่มเครื่องฮีทปั๊มเป็น 100kW

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	HOT WATER SIMULATION						Designed by	<i>Parameth Prasertying</i>		25/2/2006			
2	PROJECT	Sample Hotel 300 rooms				Calculated by						12/3/2006	
3	Storage Tank	36.00 m3	Set C	60	Make-up water	16 C	Mixing C	39					
4	Heat pump	100.0 kW	Set C	60	Hot water supply	1.954 m3/h							
5		CASE1	temp C	45.0				CASE2	temp	55.00			
6	Time	HW used m3	to Storage.	from Storage.	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Actual used m3	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Actual used m3	
7	00.30	0.675	0.00	0.356	44.8	56.0	0.5	1.334	54.5	55.0	0.5	1.532	
8	1.00	0.675	0.00	0.317	44.5	56.3	0.5	1.294	54.3	54.5	0.5	1.327	
43	18.30	1.500	0.00	1.637	52.9	56.7	0.5	2.614	56.8	60.1	0	2.661	
44	19.00	1.500	0.00	1.850	51.0	55.4	0.5	2.827	55.1	56.8	0.5	2.608	
45	19.30	1.500	0.00	1.944	49.1	54.0	0.5	2.921	53.2	55.1	0.5	2.816	
46	20.00	1.500	0.00	2.047	47.3	52.7	0.5	3.024	51.4	53.2	0.5	2.944	
47	20.30	0.600	0.00	0.278	47.0	57.2	0.5	1.255	51.3	51.4	0.5	1.236	
48	21.00	0.600	0.00	0.140	46.9	58.4	0.5	1.117	51.3	51.3	0.5	1.301	
49	21.30	0.600	0.00	0.109	46.8	58.7	0.5	1.086	51.2	51.3	0.5	1.302	
50	22.00	0.600	0.00	0.100	46.7	58.8	0.5	1.078	51.1	51.2	0.5	1.305	
51	22.30	0.775	0.00	0.412	46.4	56.1	0.5	1.389	50.6	51.1	0.5	1.689	
52	23.00	0.775	0.00	0.506	45.9	55.3	0.5	1.483	50.2	50.6	0.5	1.693	
53	23.30	0.775	0.00	0.533	45.5	55.0	0.5	1.510	49.8	50.2	0.5	1.715	
54	24.00	0.775	0.00	0.545	45.0	54.8	0.5	1.522	49.3	49.8	0.5	1.737	
55		28.800			48.6	51.1	24	53.986	55.3	49.8	23	55.855	
56							60.0	Sup. avg	56.2		60.7	Sup. avg	55.1
57	Case 1	ปริมาณการใช้ความร้อนทั้งหมด				54.0	ลบ.ม./วัน ติดตั้งแบบขนาน						
58	Case 2	ปริมาณการใช้ความร้อนทั้งหมด				55.9	ลบ.ม./วัน ติดตั้งแบบทำน้ำร้อนใส่ถัง						

การเลือกขนาดถังเก็บน้ำร้อนที่ถูกต้อง ทดลองเปลี่ยนขนาดถังเก็บน้ำร้อน (Cell C3) ในรูปที่ 6. ลดลงทีละน้อยพบว่าลดขนาดถังเก็บน้ำร้อนลงเหลือ 13 ลบ.ม. ตามรูปที่ 8. มีอุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ยเหลือเพียง 55.5 เซลเซียส และอุณหภูมิน้ำร้อนต่ำสุด 49.1 เซลเซียส และทำให้การใช้ความร้อนเพิ่มขึ้นเป็น 47.933 ลบ.ม./วัน ซึ่งคุณภาพน้ำร้อนด้อยกว่าในรูปที่ 6. มาก

รูปที่ 8. ลดขนาดถังเก็บน้ำร้อนลงจนเหลือ 13 ลบ.ม.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	HOT WATER SIMULATION						Designed by	<i>Parameth Prasertying</i>		25/2/2006			
2	PROJECT	Sample Hotel 300 rooms				Calculated by						12/3/2006	
3	Storage Tank	13.00 m3	Set C	60	Make-up water	22 C	Mixing C	39					
4	Heat pump	75.0 kW	Set C	60	Hot water supply	1.697 m3/h							
5		CASE1	temp C	38.8				CASE2	temp	55.00			
6	Time	HW used m3	to Storage.	from Storage.	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Actual used m3	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Actual used m3	
7	00.30	0.675	0.00	0.450	38.2	52.6	0.5	1.298	52.7	55.0	0.5	1.875	
8	1.00	0.675	0.00	0.400	37.7	53.0	0.5	1.248	52.5	52.7	0.5	1.159	
43	18.30	1.500	0.00	2.237	54.3	54.3	0	2.237	54.7	61.6	0	2.250	
44	19.00	1.500	0.00	1.782	49.9	56.2	0.5	2.630	51.8	54.7	0.5	2.148	
45	19.30	1.500	0.00	1.640	46.4	53.3	0.5	2.489	48.3	51.8	0.5	2.597	
46	20.00	1.500	0.00	1.864	42.9	50.6	0.5	2.713	45.0	48.3	0.5	2.852	
47	20.30	0.600	0.00	0.339	42.3	55.1	0.5	1.187	45.2	45.0	0.5	1.292	
48	21.00	0.600	0.00	0.178	42.1	56.9	0.5	1.027	45.1	45.2	0.5	1.476	
49	21.30	0.600	0.00	0.125	41.9	57.7	0.5	0.973	44.9	45.1	0.5	1.464	
50	22.00	0.600	0.00	0.104	41.7	58.0	0.5	0.952	44.8	44.9	0.5	1.474	
51	22.30	0.775	0.00	0.371	41.1	54.4	0.5	1.219	43.9	44.8	0.5	1.914	
52	23.00	0.775	0.00	0.505	40.4	53.0	0.5	1.354	43.2	43.9	0.5	1.924	
53	23.30	0.775	0.00	0.570	39.6	52.1	0.5	1.419	42.4	43.2	0.5	2.001	
54	24.00	0.775	0.00	0.609	38.8	51.5	0.5	1.458	41.6	42.4	0.5	2.074	
55		28.800			47.1	49.1	23.5	47.933	52.3	42.4	22	54.618	
56							60.0	Sup. avg	55.1		61.6	Sup. avg	51.2
57	Case 1	ปริมาณการใช้ความร้อนทั้งหมด				47.9	ลบ.ม./วัน ติดตั้งแบบขนาน						
58	Case 2	ปริมาณการใช้ความร้อนทั้งหมด				54.6	ลบ.ม./วัน ติดตั้งแบบทำน้ำร้อนใส่ถัง						

การเปลี่ยนการตั้งอุณหภูมิที่ถังเก็บน้ำร้อน และอุณหภูมิน้ำร้อนจากเครื่องฮีทปั๊ม เพียงเปลี่ยนค่าที่ Cell F3 และ F4 เท่านั้น ควรตั้งอุณหภูมิไว้สูงสุดที่จะทำได้ ดังนั้นอุณหภูมิทั้งสองที่แนะนำคือ 60 เซลเซียส เนื่องจากการติดตั้งฮีทปั๊มแบบขนานกับถังเก็บน้ำร้อนจะทำให้อุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บต่ำ รูปที่ 9. ทดลองตั้งอุณหภูมิน้ำร้อนที่ถังเก็บน้ำร้อนเป็น 65 เซลเซียส ผลทำให้มีอุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ย 57.4 เซลเซียส อุณหภูมิน้ำร้อนต่ำสุด 51.5 เซลเซียส อุณหภูมิน้ำร้อนสูงสุด 62 เซลเซียส และทำให้การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเป็น 45.294 ลบ.ม./วัน. ซึ่งคุณภาพน้ำร้อนดีขึ้นกว่าในรูปที่ 8. มาก

รูปที่ 9. ตั้งอุณหภูมิที่ถังเก็บน้ำร้อนเป็น 65 เซลเซียส

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	HOT WATER SIMULATION						Designed by	<i>Parameth Prasertying</i>			25/3/2006	
2	PROJECT	Sample Hotel 300 rooms				Calculated by				12/3/2006		
3	Storage Tank	13.00 m3	Set C	65	Make-up water	22 C	Mixing C	39				
4	Heat pump	75.0 kW	Set C	60	Hot water supply	1.697 m3/h						
5		CASE1	temp C	43.9				CASE2	temp	55.00		
6	Time	HW used m3	to Storage.	from Storage.	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Actual used m3	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Actual used m3
7	00.30	0.675	0.00	0.331	43.3	55.5	0.5	1.179	53.7	55.0	0.5	1.499
8	1.00	0.675	0.00	0.294	42.9	55.7	0.5	1.142	53.3	53.7	0.5	1.159
43	18.30	1.500	0.00	1.388	58.8	62.0	0.5	2.237	60.6	64.5	0.5	1.967
44	19.00	1.500	0.00	1.277	55.2	59.3	0.5	2.125	57.1	60.6	0.5	1.999
45	19.30	1.500	0.00	1.431	51.5	57.0	0.5	2.280	53.6	57.1	0.5	2.204
46	20.00	1.500	0.00	1.581	47.9	54.5	0.5	2.430	50.2	53.6	0.5	2.420
47	20.30	0.600	0.00	0.198	47.6	57.7	0.5	1.046	50.4	50.2	0.5	1.074
48	21.00	0.600	0.00	0.103	47.3	58.6	0.5	0.952	50.2	50.4	0.5	1.204
49	21.30	0.600	0.00	0.079	47.2	58.9	0.5	0.928	50.1	50.2	0.5	1.198
50	22.00	0.600	0.00	0.072	47.1	59.0	0.5	0.921	50.0	50.1	0.5	1.204
51	22.30	0.775	0.00	0.339	46.4	56.3	0.5	1.187	49.1	50.0	0.5	1.562
52	23.00	0.775	0.00	0.432	45.6	55.4	0.5	1.280	48.3	49.1	0.5	1.569
53	23.30	0.775	0.00	0.466	44.7	54.9	0.5	1.314	47.5	48.3	0.5	1.620
54	24.00	0.775	0.00	0.487	43.9	54.4	0.5	1.335	46.7	47.5	0.5	1.669
55		28.800			51.1	51.5	24	45.294	56.7	47.5	23	46.868
56						62.0	Sup. avg	57.4		66.6	Sup. avg	55.9
57	Case 1	ปริมาณการใช้ความร้อนทั้งหมด				45.3	ลบ.ม./วัน	ติดตั้งแบบขนาน				
58	Case 2	ปริมาณการใช้ความร้อนทั้งหมด				46.9	ลบ.ม./วัน	ติดตั้งแบบทำน้ำร้อนใส่ถัง				

การวิเคราะห์ปัญหาในระบบน้ำร้อน

เมื่อมีปัญหาเรื่องระบบน้ำร้อนและจำเป็นต้องใช้โปรแกรมจำลองการทำงาน ควรวัดอัตราการใช้น้ำร้อน พร้อมทั้งอุณหภูมิน้ำร้อนจ่ายและอุณหภูมิน้ำเต็มทุกๆ ชั่วโมง เพื่อใส่ในโปรแกรมหน้าที่ 1. ปรับค่าการใช้น้ำร้อนเพื่อนำมาใส่ในโปรแกรมหน้าที่ 2. เปลี่ยนค่าต่างๆ ที่เปลี่ยนได้ และตรวจสอบผลการคำนวณของโปรแกรมที่เกี่ยวกับคุณภาพของน้ำร้อน หาวิธีแก้ไขที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละงาน

เวลาการทำงานของเครื่องเป็นค่าที่จะบอกว่าเครื่องฮีทปั๊มทำงานเต็มที่แล้วจึงควรตรวจสอบในทุกครั้งที่ทำการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ นอกจากนี้ค่าอุณหภูมิน้ำเต็มและอุณหภูมิอากาศขณะที่เกิดปัญหาก็เป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะทำให้ต้องใช้น้ำร้อนมากและมีผลต่อการทำงานของเครื่องฮีทปั๊มด้วย

เนื่องจากต้องใช้อัตราการใช้น้ำร้อน พร้อมทั้งอุณหภูมิน้ำร้อนจ่ายและอุณหภูมิน้ำเต็ม ในการติดตั้งระบบทำน้ำร้อนจึงจะต้องติดตั้งมิเตอร์วัดการใช้น้ำเต็มระบบทำน้ำร้อน เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิน้ำร้อนจ่ายและ

อุณหภูมิน้ำเต็มระบบทำน้ำร้อนด้วย ในขณะที่มีปัญหาเรื่องการใช้ความร้อน อาจวัดค่าการใช้ความร้อนที่แท้จริงไม่ได้ เพราะอัตราการผสมอาจผิดไปมาก การใช้โปรแกรมอาจต้องอาศัยวิจารณ์จากผู้ที่ใช้โปรแกรม

สรุป

โปรแกรมจำลองการทำงานของระบบน้ำร้อนนี้ ใช้กับเครื่องฮีทปั๊มพีแบบที่มีระบบควบคุมให้น้ำร้อนที่จ่ายออกจากเครื่องฮีทปั๊มพีมีอุณหภูมิคงที่ตลอดเวลาการทำงาน สามารถใช้ในการช่วยออกแบบระบบน้ำร้อน และการแก้ปัญหาของระบบทำน้ำร้อนที่ใช้อยู่ โดยเฉพาะในบทความนี้ได้อธิบายถึงการออกแบบโปรแกรม สมมุติฐานและสมการที่ใช้ในการคำนวณ ตัวอย่างพร้อมทั้งอธิบายการทำงานของโปรแกรม เรื่องคุณภาพของน้ำร้อน การวิเคราะห์การทำงานของระบบน้ำร้อนพร้อมตัวอย่าง ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้สามารถใช้โปรแกรมจำลองการทำงานของระบบน้ำร้อนได้อย่างถูกต้อง และจะเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะเขียนโปรแกรมสำหรับฮีทปั๊มพีแบบอื่นๆต่อไป

และถ้ามีปัญหาเรื่องระบบน้ำร้อน ผู้เขียนยินดีที่จะให้คำปรึกษาและใช้โปรแกรมจำลองการทำงานของระบบน้ำร้อนนี้ เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม