

วิเคราะห์การติดตั้งฮีทปั๊มของโรงแรม102ห้อง

ปรเมธ ประเสริฐยิ่ง

วก.485

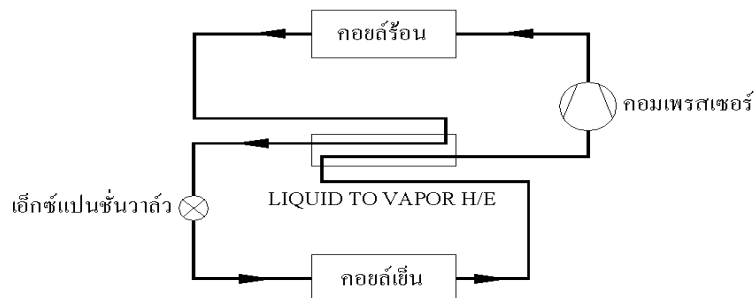
บทนำ

ผู้เขียนมีโอกาสได้เข้าไปดูระบบทำน้ำร้อนที่โรงแรมแห่งหนึ่งในอำเภอหาดใหญ่ซึ่งมีจำนวนห้องพักทั้งสิ้น 102 ห้อง ใช้เครื่องฮีทปั๊มแบบ AIR TO WATER ของบริษัท ENERGY MASTER จำนวน 1 เครื่องสามารถให้ความร้อนได้ 25kW และมีถังเก็บน้ำร้อน 2 ถัง มีความจุของถังรวม 6 ลบ.ม. ใช้งานมาแล้ว 1 ปี ปัญหาที่เริ่มเกิดขึ้นคือ หลังจากช่วงตรุษจีนที่ผ่านมา มีผู้เข้าพักมากจนเกือบเต็มมาตลอด ไม่สามารถบริการน้ำร้อนได้ หลังจากทำการปรับตั้งเครื่องฮีทปั๊ม ในขณะที่เครื่องฮีทปั๊มทำงาน อุณหภูมิน้ำที่ถังเก็บน้ำร้อนไม่สูงขึ้น แต่ผู้เขียนสามารถใช้น้ำร้อนได้ ในขั้นต้นได้ตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำร้อนจากมิเตอร์น้ำที่เดิมเข้าระบบทำน้ำร้อนพบว่าในช่วงที่ผ่านมา น้ำที่เดิมเข้าระบบน้ำร้อนอยู่ระหว่าง 20-50 ลบ.ม. ซึ่งสูงกว่าความสามารถในการผลิตน้ำร้อนของเครื่องมาก จึงน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

อย่างไรก็ดีเมื่อเกิดปัญหานั้น ถึงแม้จะทราบสาเหตุขั้นต้นแล้วก็ตาม แต่ก็ทำให้เกิดข้อสงสัยไปถึงสมรรถนะของเครื่องและวิธีการติดตั้งเมื่อเทียบกับเครื่องทำน้ำร้อนแบบอื่นๆ และวิธีการติดตั้งที่ใช้อยู่ทั่วไป ผู้เขียนจึงจะอธิบายการทำงานของเครื่องฮีทปั๊มของ บริษัท ENERGY MASTER รวมทั้งวิเคราะห์วิธีการติดตั้ง เพื่อให้ทราบถึงข้อดี ข้อเสีย วิธีการปรับตั้ง และแนวทางการแก้ปัญหาซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อโรงแรมและผู้ที่เกี่ยวข้อง ที่กำลังจะติดตั้งเครื่องฮีทปั๊มซึ่งอาจประสบปัญหาเช่นเดียวกันนี้ในอนาคต

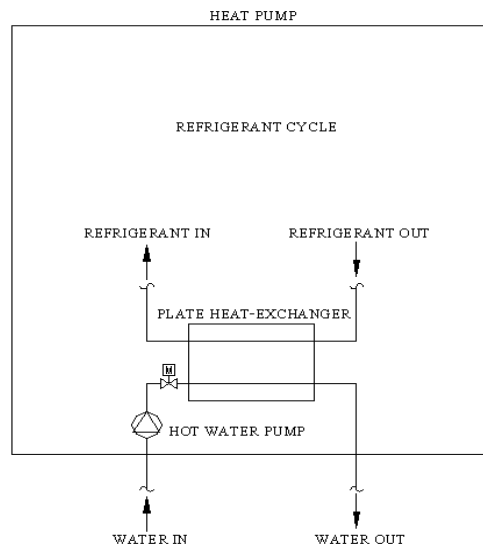
เครื่องฮีทปั๊ม

เครื่องฮีทปั๊มขนาด 25kW ความร้อนนี้มีวงจรการทำงานต่างไปจากวงจรทั่วไป 2 อย่างคือ ในเรื่องประสิทธิภาพของเครื่องฮีทปั๊ม มีการติดตั้ง TUBE-IN-TUBE HEAT EXCHANGER เพิ่มขึ้นอีก 1 ชุด เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นเหลวที่ออกจากคอยล์ร้อนกับไอสารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์เย็น ตามรูปที่ 1 และการติดตั้งวาล์วควบคุมอุณหภูมิน้ำตามรูปที่ 2 เพื่อให้สามารถทำน้ำร้อนได้นานและสม่ำเสมอ



รูปที่ 1. วงจรการทำงานของฮีทปั๊มแบบที่ใช้ LIQUID TO VAPOR HEAT EXCHANGER

TUBE-IN-TUBE HEAT EXCHANGER ทำหน้าที่เป็น LIQUID TO VAPOR HEAT EXCHANGER ใช้เป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นในสภาพของเหลวอุณหภูมิสูงที่ออกจากคอยล์ร้อน กับไอสารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์เย็น ซึ่งยังมีอุณหภูมิต่ำกว่าทำให้สามารถทำความเย็นให้สารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์ร้อนให้มีอุณหภูมิต่ำลงและเมื่อเข้าสู่เอ็กซ์แพนดิชั่นวาล์วจะทำให้คอยล์เย็นดูดความร้อนจากอากาศได้เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจึงสูงขึ้นประมาณ 7%



รูปที่ 2. การติดตั้งวาล์วควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อน

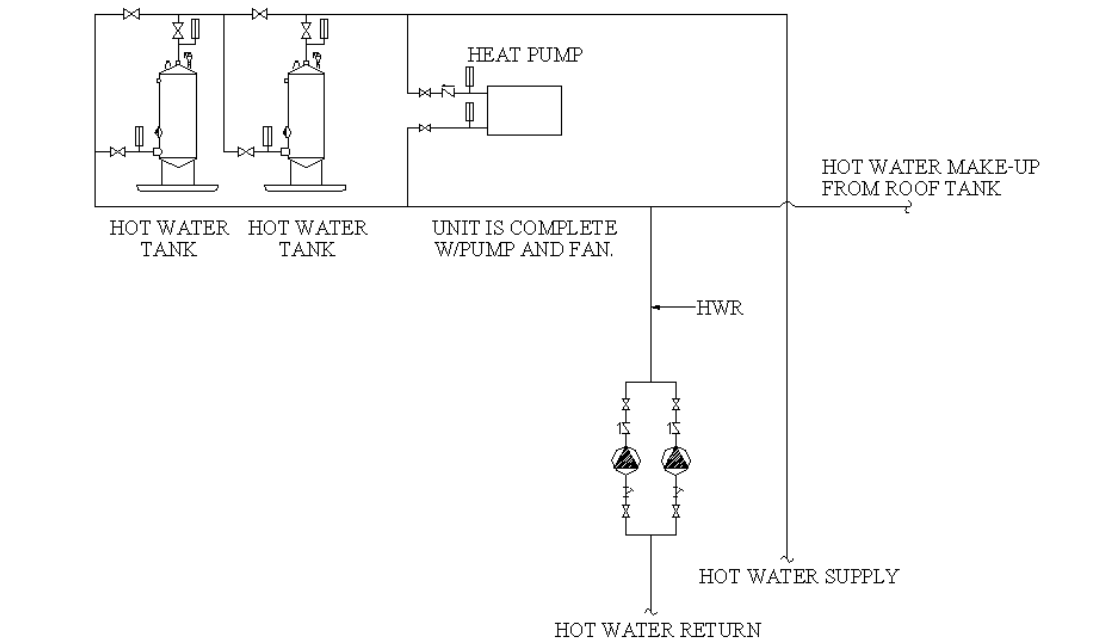
วาล์วควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อนทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลของน้ำผ่าน PLATE HEAT EXCHANGER เพื่อให้ น้ำที่ออกจากเครื่องฮีทปั๊มมีอุณหภูมิคงที่ตามที่ตั้งไว้ที่ชุดควบคุมของเครื่องฮีทปั๊ม เมื่อน้ำเข้าเครื่องมีอุณหภูมิ 30 เซลเซียส น้ำจะออกจากเครื่องที่ 60 เซลเซียส อัตราการไหลของน้ำจะเท่ากับ 714 ลิตร/ชั่วโมง เมื่อน้ำเข้าเครื่องมี อุณหภูมิสูงขึ้นวาล์วควบคุมอุณหภูมิจะเปิดให้น้ำไหลผ่านเครื่องได้มากขึ้นทำให้สามารถให้ความร้อนได้เท่าเดิมคือ 25kW ตลอดเวลาการทำงานของเครื่อง

ถ้าในเครื่องฮีทปั๊มไม่ปรับอัตราการไหลของน้ำให้มากขึ้นตามอุณหภูมิของน้ำเข้าเครื่องจะทำให้อุณหภูมิน้ำออกสูงขึ้นเรื่อยๆ และเครื่องจะตัดเร็วกว่าที่ควรเพราะเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่คอยล์ร้อนก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย เมื่อระยะเวลาการทำงานน้อยปริมาณน้ำร้อนที่ผลิตก็จะน้อยไปด้วย

การติดตั้ง

การติดตั้งระบบท่อน้ำร้อนของโรงแรมนี้ เป็นแบบขนานเครื่องฮีทปั๊มกับถังเก็บน้ำร้อนตามรูปที่ 3. ต่างไปจากระบบทั่วไปซึ่งจะทำน้ำร้อนนวนเวียนในถังเก็บน้ำร้อน จ่ายน้ำร้อน และเติมน้ำจากถังเก็บน้ำร้อนโดยตรง

วิธีการติดตั้งฮีทปั๊มของโรงแรมนี้เหมาะสำหรับเครื่องฮีทปั๊มที่มีวาล์วควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อนตามที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น โดยขณะที่การใช้น้ำร้อนน้อยกว่าอัตราการผลิตน้ำร้อนของฮีทปั๊ม น้ำร้อนจะจ่ายจากฮีทปั๊มโดยตรง และเมื่อใช้น้ำร้อนเกินอัตราการผลิตน้ำร้อนของฮีทปั๊ม น้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนจะถูกไล่ด้วยน้ำเติมออกมาผสมกับน้ำร้อนจากฮีทปั๊มเนื่องจากวาล์วควบคุมอัตราการไหลนี้จะควบคุมอัตราการไหลของน้ำผ่านเส้นท่อของเครื่องฮีทปั๊มให้คงที่ น้ำที่เกินจากการผลิตจึงถูกไล่ออกมาจากถังเก็บน้ำร้อนโดยอัตโนมัติ แม้อุณหภูมิในถังเก็บน้ำร้อนจะลดลงเนื่องจากสูญเสียความร้อนไปตามเวลาที่น้ำอยู่ในถังเก็บน้ำร้อน แต่เมื่อผสมกับน้ำร้อนที่ผลิตจากฮีทปั๊ม อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายไปใช้ก็จะไม่ตกมากเหมือนกับแบบที่จ่ายจากถังเก็บน้ำร้อนอย่างร้อนเดียว



รูปที่ 3 การติดตั้งเครื่องฮีทปั๊มถังเก็บน้ำร้อนและระบบท่อน้ำร้อน

การเติมน้ำร้อนกลับเข้าถังเก็บน้ำร้อนทำโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการใช้น้ำร้อนหรือเมื่ออัตราการใช้น้ำร้อนน้อยกว่าอัตราการผลิตน้ำร้อนของเครื่องฮีทปั๊ม ทั้งนี้เพราะในเครื่องฮีทปั๊มมีปั๊มน้ำสร้างความดันให้น้ำร้อนที่จ่ายออกจากเครื่องฮีทปั๊มทำให้ความดันน้ำร้อนนี้สามารถส่งน้ำร้อนที่ผลิตได้กลับเข้าถังเก็บน้ำร้อนหรือจ่ายไปใช้ได้ตามอัตราการใช้ที่ต้องการ

เพื่อแสดงการทำงานของระบบทำน้ำร้อนแบบขนานเครื่องฮีทปั๊มกับถังเก็บน้ำร้อน เพื่อให้เห็นตัวเลขของอุณหภูมิน้ำร้อนภายในระบบทำน้ำร้อน ผู้เขียนจึงทำรายการคำนวณเพื่อวิเคราะห์ในหัวข้อต่อไป

การคำนวณวิเคราะห์

เนื่องจากเครื่องฮีทปั๊มทำน้ำร้อนได้คงที่ตลอดการทำงาน ซึ่งเครื่องฮีทปั๊มที่ใช้สำหรับโรงแรมนี้ทำความร้อนได้ 25kW ความร้อนที่ให้กับระบบทำน้ำร้อนจะทำให้หน้าที่เก็บในถังเก็บน้ำร้อนและน้ำที่เติมมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยมีสมมุติฐานว่าไม่มีความร้อนสูญเสียจากระบบน้ำร้อน

สมการที่ 1. เมื่อไม่มีการใช้น้ำร้อน ความร้อนที่ให้จะทำให้น้ำในถังเก็บน้ำร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้น

$$Dt = 25 / 4.187 \times T / S \quad (1)$$

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

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

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

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

สมการที่ 2. เมื่อมีการใช้น้ำร้อน น้ำร้อนจะจ่ายออกที่อุณหภูมิ 60 เซลเซียส และน้ำจะเติมเข้าระบบที่ 30 เซลเซียส

ในกรณีที่ใช้น้ำน้อยกว่าอัตราการผลิตน้ำร้อน จะมีน้ำวนเวียนเข้าเก็บในถังเก็บน้ำร้อนด้วยซึ่งเมื่อคิดรวมทั้งระบบจะเป็นสมการดังต่อไปนี้

$$25 / 4.187 \times T = 60 \times Q - 30 \times Q + S \times Dt$$

$$Dt = (25 / 4.187 \times T - 30 \times Q) / S \quad (2)$$

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

$\text{อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายมาจากเครื่องโดยตรง} = 60 \text{ C}$

สมการที่ 3. และ 4. ในกรณีที่ใช้น้ำร้อนมากกว่าอัตราการผลิตน้ำร้อนจะใช้น้ำร้อนจากถังเก็บน้ำร้อนด้วย ดังนั้นน้ำที่ผ่าน ฮีทปั๊มจึงมีอัตราการผลิตที่ 25kW หรือ 714 ลิตร/ชั่วโมง และน้ำที่ใช้จากถังเก็บน้ำร้อนจะเท่ากับน้ำที่เติมเข้าไปอุณหภูมิในถังเก็บน้ำร้อนลดลง

$$Dt = ((S - (Q - 714) \times T) \times t + (Q - 714) \times T) \times 30 / S$$

$$= (S \times t - (Q - 714) \times T \times (t - 30)) / S \quad (3)$$

เมื่อ $t = \text{อุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนเริ่มต้น}$

$$\text{อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่าย} = (714 \times T \times 60 + (Q - 714) \times t) / Q \quad (4)$$

สมการที่ 5. และ 6. สำหรับกรณีที่ติดตั้งเครื่องฮีทปั๊มทำน้ำร้อนวนเก็บเข้าถัง

$$Dt = ((S - Q) \times t + Q \times 30) / S \quad (5)$$

$$\text{อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่าย} = t \quad (6)$$

การคำนวณการทำงานของระบบทำน้ำร้อน

การคำนวณใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโดยใช้สมการที่ 1-6 เพื่อคำนวณอุณหภูมิในถังเก็บน้ำร้อนตอนท้ายวัน วนกลับมาเป็นอุณหภูมิเริ่มต้นของอีกวันหนึ่งเพื่อดูว่าอุณหภูมิในถังเก็บน้ำร้อนและอุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายว่าจะคงที่ที่ค่าใดโดยทำงานไม่เกิน 100 ครั้ง หรือจนกว่าค่าจะไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 1. สมมุติอัตราการใช้น้ำร้อนที่เวลาต่างๆให้ได้การใช้น้ำร้อนรวม 10 ลบ.ม./วัน อัตราการใช้น้ำร้อนที่สมมุติขึ้นเป็นลักษณะที่การใช้ค่อนข้างมากในเวลา 3 ชั่วโมง อุณหภูมิน้ำในถังเริ่มที่ 55 เซลเซียส ขนาดถังเก็บน้ำร้อน 6000 ลิตร ตั้งให้เครื่องฮีทปั๊มปิดเมื่ออุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนสูงกว่า 60 เซลเซียส

Case 1. การติดตั้งแบบขนานและ Case 2. เป็นการติดตั้งทำน้ำร้อนวนในถังเก็บน้ำร้อน จากตาราง Case 1. มีอุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ยในถังเก็บต่ำกว่า Case 2. แต่ Case 1. จ่ายน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50.6- 60.6 เซลเซียส เฉลี่ยสูงกว่า Case 2.

ตารางที่ 2. สภาพการทำงานเหมือนตารางที่ 1. แต่สมมุติให้อัตราการใช้น้ำร้อนกระจายมากยิ่งขึ้น

จะเห็นว่าอุณหภูมิน้ำร้อนในถังเก็บสูงขึ้นทั้ง 2 Case และ Case 1. ยังคงจ่ายน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 51.8-61.2 เซลเซียส สูงกว่า Case 2. ข้อสังเกตคือ ชั่วโมงการทำงานของฮีทปั๊ม Case 1. มากกว่า Case 2. แสดงว่าใช้ทำน้ำร้อนได้มากกว่า

ตารางที่ 3. เพิ่มอัตราการใช้น้ำร้อนเป็น 14 ลบ.ม./วัน โดยให้อัตราการใช้น้ำร้อนที่เวลาต่างๆมีรูปแบบตามแบบตารางที่ 1. เพราะมีผลต่ออุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายมากกว่า(เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตารางที่ 1. กับตารางที่ 2.)

Case 1. มีอุณหภูมิน้ำร้อนเฉลี่ยในถังเก็บต่ำกว่า Case 2. แต่ Case 1. จ่ายน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46.7-61.3 เซลเซียส เฉลี่ยสูงกว่า Case 2. ชั่วโมงการทำงานของฮีทปั๊ม Case 1. มากกว่า Case 2. แสดงว่าใช้ทำน้ำร้อนได้มากกว่า แต่การที่จ่ายน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 50 เซลเซียสในทั้ง 2 Case จะทำให้การผสมน้ำร้อนใช้มีอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอ และต้องใช้น้ำร้อนมากขึ้นในการผสม

ได้เพิ่มอัตราการใช้น้ำร้อนเป็น 18 22 และ 28 ลบ.ม./วัน ตามลำดับ ผลการคำนวณเป็นไปในแบบเดียวกับตารางที่ 1-3 สรุปได้ว่าการติดตั้งระบบท่อน้ำร้อนโดยให้เครื่องฮีทปั๊มพขนานกับถังเก็บน้ำร้อนจ่ายน้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงกว่าแบบที่ติดตั้งทำน้ำร้อนวนในถังเก็บน้ำร้อน ทำให้การผสมน้ำร้อนใช้น้ำร้อนน้อยกว่า และทำให้เครื่องฮีทปั๊มทำงานได้นานกว่า จึงทำน้ำร้อนได้มากกว่า

การวิเคราะห์ปัญหา

เครื่องฮีทปั๊มมีการออกแบบให้ทำงานที่ประสิทธิภาพสูงและสามารถให้ความร้อนได้สม่ำเสมออย่างที่อธิบายไว้แล้วข้างต้น และขณะที่ผู้เขียนอยู่ที่โรงแรมนั้นเครื่องฮีทปั๊มก็สามารถจ่ายน้ำร้อนได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 58 เซลเซียส ปัญหาที่ไม่สามารถบริการน้ำร้อนได้จึงไม่ได้เกิดจากการทำงานของเครื่องฮีทปั๊ม และจากการคำนวณการทำงานของระบบทำน้ำร้อนจะเห็นได้ว่าวิธีการติดตั้งเครื่องฮีทปั๊มพขนานกับถังเก็บน้ำร้อนที่ติดตั้งที่โรงแรมนี้ให้ผลดีกว่าวิธีการติดตั้งแบบทำน้ำร้อนวนเข้าถังเก็บน้ำร้อนที่ใช้กันอยู่ทั่วไป การติดตั้งจึงไม่ใช่สาเหตุปัญหาที่เกิดขึ้นเหมือนกัน

ตารางที่ 1. ใช้น้ำร้อน 10 ลบ.ม./วัน

	Storage temp	6.00 57.74277	m3 C				temp	58.36105	C	
	CASE1						CASE2			
Time	use m3	to Storage.	from Storage.	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	
00.30	0.000	0.36	0.000	59.53403	60.0	0	60.15231	58.36	0	
1.00	0.000	0.36	0.000	61.32529	60.0	0.5	60.15231	60.15	0	
1.30	0.000	0.00	0.000	61.32529	60.0	0	60.15231	60.15	0	
2.00	0.000	0.00	0.000	61.32529	60.0	0	60.15231	60.15	0	
2.30	0.000	0.00	0.000	61.32529	60.0	0	60.15231	60.15	0	
3.00	0.000	0.00	0.000	61.32529	60.0	0	60.15231	60.15	0	
3.30	0.000	0.00	0.000	61.32529	60.0	0	60.15231	60.15	0	
4.00	0.000	0.00	0.000	61.32529	60.0	0	60.15231	60.15	0	
4.30	0.000	0.00	0.000	61.32529	60.0	0	60.15231	60.15	0	
5.00	0.000	0.00	0.000	61.32529	60.0	0	60.15231	60.15	0	
5.30	0.025	0.00	0.025	61.19477	61.2	0	60.02668	60.15	0	
6.00	0.025	0.00	0.025	61.06479	61.1	0	59.90157	60.03	0	
6.30	0.025	0.00	0.025	60.93536	60.9	0	61.56823	59.90	0.5	
7.00	0.025	0.00	0.025	60.80646	60.8	0	61.4367	61.57	0	
7.30	1.100	0.00	1.100	55.15861	55.2	0	55.67331	61.44	0	
8.00	1.500	0.00	1.143	50.36589	56.3	0.5	51.04624	55.67	0.5	
8.30	1.800	0.00	1.443	45.4679	52.3	0.5	46.52362	51.05	0.5	
9.00	0.025	0.33	0.000	47.13415	60.0	0.5	48.24604	46.52	0.5	
9.30	0.025	0.33	0.000	48.80041	60.0	0.5	49.96127	48.25	0.5	
10.00	0.025	0.33	0.000	50.46667	60.0	0.5	51.66936	49.96	0.5	
10.30	0.000	0.36	0.000	52.25793	60.0	0.5	53.46061	51.67	0.5	
11.00	0.025	0.33	0.000	53.92419	60.0	0.5	55.15412	53.46	0.5	
11.30	0.000	0.36	0.000	55.71545	60.0	0.5	56.94538	55.15	0.5	
12.00	0.025	0.33	0.000	57.38171	60.0	0.5	58.62436	56.95	0.5	
12.30	0.000	0.36	0.000	59.17296	60.0	0.5	60.41562	58.62	0.5	
13.00	0.025	0.33	0.000	60.83922	60.0	0.5	60.28889	60.42	0	
13.30	0.000	0.00	0.000	60.83922	60.0	0	60.28889	60.29	0	
14.00	0.000	0.00	0.000	60.83922	60.0	0	60.28889	60.29	0	
14.30	0.025	0.00	0.025	60.71073	60.7	0	60.16269	60.29	0	
15.00	0.025	0.00	0.025	60.58277	60.6	0	60.03701	60.16	0	
15.30	0.000	0.00	0.000	60.58277	60.0	0	60.03701	60.04	0	
16.00	0.025	0.00	0.025	60.45534	60.5	0	59.91186	60.04	0	
16.30	0.000	0.00	0.000	60.45534	60.0	0	61.70311	59.91	0.5	
17.00	0.025	0.00	0.025	60.32844	60.3	0	61.57102	61.70	0	
17.30	0.000	0.00	0.000	60.32844	60.0	0	61.57102	61.57	0	
18.00	0.000	0.00	0.000	60.32844	60.0	0	61.57102	61.57	0	
18.30	0.050	0.00	0.050	60.0757	60.1	0	61.30793	61.57	0	
19.00	1.600	0.00	1.600	52.05552	52.1	0	52.95915	61.31	0	
19.30	1.700	0.00	1.343	47.11876	53.7	0.5	48.24531	52.96	0.5	
20.00	1.800	0.00	1.443	43.0017	49.7	0.5	44.56298	48.25	0.5	
20.30	0.025	0.33	0.000	44.66795	60.0	0.5	46.29356	44.56	0.5	
21.00	0.000	0.36	0.000	46.45921	60.0	0.5	48.08482	46.29	0.5	
21.30	0.025	0.33	0.000	48.12547	60.0	0.5	49.80072	48.08	0.5	
22.00	0.000	0.36	0.000	49.91673	60.0	0.5	51.59198	49.80	0.5	
22.30	0.025	0.33	0.000	51.58299	60.0	0.5	53.29327	51.59	0.5	
23.00	0.000	0.36	0.000	53.37425	60.0	0.5	55.08453	53.29	0.5	
23.30	0.000	0.36	0.000	55.16551	60.0	0.5	56.87579	55.08	0.5	
24.00	0.025	0.33	0.000	56.83176	60.0	0.5	58.55507	56.88	0.5	
	10.000			56.37447	49.7	11	56.79714	44.6	11	
					61.2			61.7		

Case 1 สมมุติปริมาณการใช้น้ำร้อนที่เป็นไปได้รวม 10 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบขนาน
 Case 2 สมมุติปริมาณการใช้น้ำร้อนที่เป็นไปได้รวม 10 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบทำน้ำร้อนใส่ถัง

ตารางที่ 2 ใช้น้ำร้อน 10 ลบ.ม./วัน

	Storage temp	6.00 58.622	m3 C				temp	61.1832	C	
	CASE1						CASE2			
Time	use m3	to Storage.	from Storage.	Storge. C	Supply C	Operate hrs.	Storge. C	Supply C	Operate hrs.	
00.30	0.025	0.33	0.000	60.28826	60.0	0	61.05327	61.18	0	
1.00	0.025	0.00	0.025	60.16206	60.2	0	60.92388	61.05	0	
1.30	0.000	0.00	0.000	60.16206	60.0	0	60.92388	60.92	0	
2.00	0.000	0.00	0.000	60.16206	60.0	0	60.92388	60.92	0	
2.30	0.000	0.00	0.000	60.16206	60.0	0	60.92388	60.92	0	
3.00	0.000	0.00	0.000	60.16206	60.0	0	60.92388	60.92	0	
3.30	0.000	0.00	0.000	60.16206	60.0	0	60.92388	60.92	0	
4.00	0.000	0.00	0.000	60.16206	60.0	0	60.92388	60.92	0	
4.30	0.000	0.00	0.000	60.16206	60.0	0	60.92388	60.92	0	
5.00	0.000	0.00	0.000	60.16206	60.0	0	60.92388	60.92	0	
5.30	0.025	0.00	0.025	60.03638	60.0	0	60.79504	60.92	0	
6.00	0.025	0.00	0.025	59.91123	59.9	0	60.66672	60.80	0	
6.30	0.050	0.31	0.000	61.45249	60.0	0.5	60.41117	60.67	0	
7.00	0.050	0.00	0.050	61.19039	61.2	0	60.15774	60.41	0	
7.30	1.000	0.00	1.000	55.99199	56.0	0	55.13145	60.16	0	
8.00	1.000	0.00	0.643	53.20651	57.4	0.5	52.73413	55.13	0.5	
8.30	1.000	0.00	0.643	50.71955	55.6	0.5	50.73637	52.73	0.5	
9.00	1.000	0.00	0.643	48.4991	54.0	0.5	49.07157	50.74	0.5	
9.30	0.025	0.33	0.000	50.16536	60.0	0.5	50.78336	49.07	0.5	
10.00	0.025	0.33	0.000	51.83162	60.0	0.5	52.48802	50.78	0.5	
10.30	0.000	0.36	0.000	53.62288	60.0	0.5	54.27928	52.49	0.5	
11.00	0.025	0.33	0.000	55.28914	60.0	0.5	55.96938	54.28	0.5	
11.30	0.000	0.36	0.000	57.0804	60.0	0.5	57.76063	55.97	0.5	
12.00	0.025	0.33	0.000	58.74666	60.0	0.5	59.43622	57.76	0.5	
12.30	0.000	0.36	0.000	60.53791	60.0	0.5	61.22748	59.44	0.5	
13.00	0.025	0.00	0.025	60.41067	60.4	0	61.09737	61.23	0	
13.30	0.000	0.00	0.000	60.41067	60.0	0	61.09737	61.10	0	
14.00	0.000	0.00	0.000	60.41067	60.0	0	61.09737	61.10	0	
14.30	0.025	0.00	0.025	60.28396	60.3	0	60.9678	61.10	0	
15.00	0.025	0.00	0.025	60.15778	60.2	0	60.83876	60.97	0	
15.30	0.000	0.00	0.000	60.15778	60.0	0	60.83876	60.84	0	
16.00	0.025	0.00	0.025	60.03212	60.0	0	60.71027	60.84	0	
16.30	0.000	0.00	0.000	60.03212	60.0	0	60.71027	60.71	0	
17.00	0.025	0.00	0.025	59.90699	59.9	0	60.58231	60.71	0	
17.30	0.500	0.00	0.143	59.1942	60.0	0.5	58.03378	60.58	0	
18.00	0.500	0.00	0.143	58.49841	59.8	0.5	57.48889	58.03	0.5	
18.30	1.000	0.00	0.643	55.44433	59.0	0.5	54.69867	57.49	0.5	
19.00	1.000	0.00	0.643	52.71755	57.1	0.5	52.37348	54.70	0.5	
19.30	1.000	0.00	0.643	50.28298	55.3	0.5	50.43583	52.37	0.5	
20.00	1.000	0.00	0.643	48.10932	53.8	0.5	48.82112	50.44	0.5	
20.30	0.400	0.00	0.043	47.97954	58.7	0.5	49.35763	48.82	0.5	
21.00	0.025	0.33	0.000	49.6458	60.0	0.5	51.06823	49.36	0.5	
21.30	0.025	0.33	0.000	51.31206	60.0	0.5	52.77171	51.07	0.5	
22.00	0.025	0.33	0.000	52.97831	60.0	0.5	54.46809	52.77	0.5	
22.30	0.025	0.33	0.000	54.64457	60.0	0.5	56.15739	54.47	0.5	
23.00	0.025	0.33	0.000	56.31083	60.0	0.5	57.83966	56.16	0.5	
23.30	0.025	0.33	0.000	57.97709	60.0	0.5	59.51492	57.84	0.5	
24.00	0.025	0.33	0.000	59.64335	60.0	0.5	61.1832	59.51	0.5	
	10.000			57.01186	53.8	12.5	57.56604	48.8	11.5	
					61.2			61.2		

Case 1 สมมุติปริมาณการใช้น้ำร้อนที่เป็นไปได้รวม 10 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบขนาน
Case 2 สมมุติปริมาณการใช้น้ำร้อนที่เป็นไปได้รวม 10 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบทำน้ำร้อนใส่ถัง

ตารางที่ 3. การใช้น้ำร้อน 14 ลบ.ม./วัน

	Storage temp	6.00 52.59533	m3 C				temp	55.16903	C	
	CASE1						CASE2			
Time	use m3	to Storage.	from Storage.	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	
00.30	0.000	0.36	0.000	54.38658	60.0	0	56.96029	55.17	0	
1.00	0.000	0.36	0.000	56.17784	60.0	0.5	58.75155	56.96	0.5	
1.30	0.000	0.36	0.000	57.9691	60.0	0.5	60.5428	58.75	0.5	
2.00	0.000	0.36	0.000	59.76036	60.0	0.5	60.5428	60.54	0	
2.30	0.000	0.36	0.000	61.55162	60.0	0.5	60.5428	60.54	0	
3.00	0.000	0.00	0.000	61.55162	60.0	0	60.5428	60.54	0	
3.30	0.000	0.00	0.000	61.55162	60.0	0	60.5428	60.54	0	
4.00	0.000	0.00	0.000	61.55162	60.0	0	60.5428	60.54	0	
4.30	0.000	0.00	0.000	61.55162	60.0	0	60.5428	60.54	0	
5.00	0.000	0.00	0.000	61.55162	60.0	0	60.5428	60.54	0	
5.30	0.050	0.00	0.050	61.28869	61.3	0	60.28828	60.54	0	
6.00	0.050	0.00	0.050	61.02795	61.0	0	60.03588	60.29	0	
6.30	0.050	0.00	0.050	60.76938	60.8	0	59.78558	60.04	0	
7.00	0.075	0.00	0.075	60.38477	60.4	0	61.20452	59.79	0.5	
7.30	2.100	0.00	2.100	49.7501	49.8	0	50.28294	61.20	0	
8.00	2.100	0.00	1.743	44.01269	51.5	0.5	44.97517	50.28	0.5	
8.30	2.100	0.00	1.743	39.94201	46.7	0.5	41.52512	44.98	0.5	
9.00	0.075	0.28	0.000	41.35827	60.0	0.5	43.17231	41.53	0.5	
9.30	0.050	0.31	0.000	42.89952	60.0	0.5	44.8538	43.17	0.5	
10.00	0.050	0.31	0.000	44.44078	60.0	0.5	46.52128	44.85	0.5	
10.30	0.025	0.33	0.000	46.10704	60.0	0.5	48.2437	46.52	0.5	
11.00	0.050	0.31	0.000	47.6483	60.0	0.5	49.88293	48.24	0.5	
11.30	0.000	0.36	0.000	49.43956	60.0	0.5	51.67419	49.88	0.5	
12.00	0.050	0.31	0.000	50.98082	60.0	0.5	53.28483	51.67	0.5	
12.30	0.000	0.36	0.000	52.77208	60.0	0.5	55.07608	53.28	0.5	
13.00	0.025	0.33	0.000	54.43833	60.0	0.5	56.76286	55.08	0.5	
13.30	0.050	0.31	0.000	55.97959	60.0	0.5	58.33109	56.76	0.5	
14.00	0.050	0.31	0.000	57.52085	60.0	0.5	59.88626	58.33	0.5	
14.30	0.050	0.31	0.000	59.06211	60.0	0.5	61.42847	59.89	0.5	
15.00	0.025	0.33	0.000	60.72837	60.0	0.5	61.29752	61.43	0	
15.30	0.025	0.00	0.025	60.60033	60.6	0	61.16711	61.30	0	
16.00	0.050	0.00	0.050	60.34533	60.3	0	60.90738	61.17	0	
16.30	0.000	0.00	0.000	60.34533	60.0	0	60.90738	60.91	0	
17.00	0.050	0.00	0.050	60.09245	60.1	0	60.64982	60.91	0	
17.30	0.050	0.00	0.050	59.84168	59.8	0	60.39441	60.65	0	
18.00	0.050	0.31	0.000	61.38294	60.0	0.5	60.14112	60.39	0	
18.30	0.075	0.00	0.075	60.99066	61.0	0	59.76436	60.14	0	
19.00	2.100	0.00	2.100	50.14393	50.1	0	51.13809	59.76	0.5	
19.30	2.100	0.00	1.743	44.29212	51.8	0.5	45.53102	51.14	0.5	
20.00	2.100	0.00	1.743	40.14026	47.0	0.5	41.88642	45.53	0.5	
20.30	0.075	0.28	0.000	41.55651	60.0	0.5	43.5291	41.89	0.5	
21.00	0.050	0.31	0.000	43.09777	60.0	0.5	45.20761	43.53	0.5	
21.30	0.050	0.31	0.000	44.63903	60.0	0.5	46.87214	45.21	0.5	
22.00	0.050	0.31	0.000	46.18029	60.0	0.5	48.5228	46.87	0.5	
22.30	0.050	0.31	0.000	47.72155	60.0	0.5	50.1597	48.52	0.5	
23.00	0.050	0.31	0.000	49.26281	60.0	0.5	51.78296	50.16	0.5	
23.30	0.000	0.36	0.000	51.05407	60.0	0.5	53.57422	51.78	0.5	
24.00	0.050	0.31	0.000	52.59533	60.0	0.5	55.16903	53.57	0.5	
	14.000			53.59244	46.7	15	54.70566	41.5	14	
					61.3			61.4		

Case 1 สมมุติปริมาณการใช้น้ำร้อนที่เป็นไปได้รวม 14 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบขนาน
 Case 2 สมมุติปริมาณการใช้น้ำร้อนที่เป็นไปได้รวม 14 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบทำน้ำร้อนใส่ถัง

โดยทั่วไปโรงแรมที่มีขนาดเดียวกันนี้จะใช้เครื่องฮีทปั๊มพีขนาดเท่ากับที่โรงแรม ใช้อยู่และอัตราการใช้น้ำร้อนไม่ควรจะมากเท่าที่วัดได้คือ 20-50 ลบ.ม./วัน น่าจะเกิดจากที่พบว่ามิวาล์วน้ำทิ้งเปิดอยู่ และเมื่อผู้เข้าพักเปิดน้ำร้อนไม่ได้ก็อาจเปิดใช้โดยตรงไม่ได้ปิด จึงทำให้ปริมาณน้ำร้อนที่ผ่านระบบสูงมากได้ จากตารางที่ 3. จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาที่ใช้้น้ำมาก อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายจะลดลงมาก ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิน้ำร้อนลดลงนี้ประกอบกับการที่มีน้ำร้อนรั่วไหลอาจเป็นจุดเริ่มต้นของปัญหาได้

เพื่อให้แน่ใจถึงสาเหตุควรตรวจหาจุดที่รั่วไหลและซ่อมแซมให้แน่ใจว่าไม่มีน้ำร้อนรั่วไหล จากนั้นหยุดการใช้น้ำจนทำน้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อนให้ได้อุณหภูมิแล้วจึงเริ่มจ่ายน้ำร้อนเพื่อวัดอัตราการใช้น้ำร้อนที่แท้จริง ถ้าใช้น้ำร้อนเกิน 14 ลบ.ม./วัน มาก(ตารางที่ 2.) แสดงว่าเป็นลักษณะพิเศษของผู้เข้าพักที่ใช้น้ำร้อนมาก จำเป็นจะต้องเพิ่มเครื่องฮีทปั๊มพีเพื่อให้สามารถทำน้ำร้อนได้เพิ่มขึ้นและจะต้องพิจารณาเพิ่มถังเก็บน้ำร้อนให้เหมาะสมด้วย ในกรณีที่อัตราการใช้น้ำร้อนใกล้เคียง 14 ลบ.ม./วัน อาจปรับแต่งระบบทำน้ำร้อนด้วยวิธีการที่จะอธิบายต่อไป

อีกสาเหตุหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้คือการทำงานของ RECIRCULATING PUMP ซึ่งจะทำงานเมื่ออุณหภูมิน้ำร้อนในท่อน้ำกลับลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ RECIRCULATING PUMP นี้จึงทำงานในระยะเวลาสั้นๆและมีเวลาให้น้ำร้อนที่จ่ายจากเครื่องฮีทปั๊มพีกลับเข้าถังเก็บน้ำร้อนได้ ถ้า RECIRCULATING PUMP ทำงานตลอดเวลาเนื่องจาก AQUASTAT ที่ใช้ควบคุม บกพร่องหรือตั้งค่าผิดพลาด น้ำร้อนที่จ่ายจากเครื่องฮีทปั๊มพีจึงถูกส่งหมุนเวียนทำให้ไม่มีโอกาสกลับเข้าถังเก็บน้ำร้อนได้ ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบการทำงานและการควบคุม RECIRCULATING PUMP ด้วย และแก้ไขทันทีที่พบว่าการมีการทำงานบกพร่อง

แนวทางการปรับแต่งระบบน้ำร้อน

แนวทางแรกไม่ต้องใช้การลงทุน ได้แก่การตั้ง AQUASTAT ที่ถังเก็บน้ำร้อนให้สูงขึ้นเพื่อให้เครื่องฮีทปั๊มพีทำงานได้นานขึ้นและทำน้ำร้อนได้มากขึ้น ตารางที่ 4. ปรับให้ฮีทปั๊มพีทำงานจนกว่าอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อนจะสูงกว่า 65 เซลเซียส ผลคือทำให้อุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่าย สูงขึ้น (Case 1. จ่ายน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 48.7-66.0) เมื่อเทียบกับตารางที่ 3. (Case 1. จ่ายน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46.7-61.3) แต่อุณหภูมิน้ำร้อนยังแตกต่างกันมาก และอุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายสูงสุดถึง 66 เซลเซียสซึ่งอาจเป็นอันตรายกับผู้เข้าพักได้ จึงไม่แนะนำให้ปรับปรุงโดยวิธีนี้

แนวทางที่ 2. คือการเพิ่มขนาดถังเก็บน้ำร้อนเป็น 12 ลบ.ม. ตารางที่ 5. เปลี่ยนขนาดถังเก็บน้ำร้อนเป็น 12 ลบ.ม. โดยตั้ง AQUASTAT ที่ถังน้ำร้อนที่ 60 เซลเซียส เหมือนตารางที่ 3. ผลการคำนวณอุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายคือ 52.9-60.6 เซลเซียส ดีกว่าแนวทางแรกมาก

แนวทางที่ 3. คือการปรับตั้งอุณหภูมิที่ฮีทปั๊มพี ถ้าตั้งให้ฮีทปั๊มพีทำน้ำร้อนที่อุณหภูมิลดลง 5 เซลเซียส อัตราการผลิตน้ำร้อนของเครื่องฮีทปั๊มพีจะมากขึ้น 20% แต่น้ำร้อนที่ใช้ผสมจะมากขึ้นทำให้ต้องน้ำร้อนมากขึ้น 20% ด้วย ตารางที่ 6. เพิ่มการใช้น้ำร้อนจากตารางที่ 3. 20% และตั้งอุณหภูมิน้ำร้อนที่ผลิตที่ฮีทปั๊มพีเป็น 55 เซลเซียส ผลการคำนวณปรากฏว่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่จ่ายลดลงจากตารางที่ 3. เป็น 43.9-61.1 เซลเซียส จึงไม่แนะนำ ตารางที่ 7. เพิ่มถังเก็บน้ำร้อนเป็น 12 ลบ.ม. อุณหภูมิน้ำร้อนจ่ายเท่ากับ 50.6-60.4 เซลเซียส ซึ่งยังน้อยกว่าตารางที่ 5

ตารางที่ 4. ปรับให้ฮีทปั๊มทำงานจนว่าอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำร้อนจะสูงกว่า 65 เซลเซียส

	Storage temp	6.00 54.28423	m3 C				temp	56.05961	C	
	CASE1						CASE2			
Time	use m3	to Storage.	from Storage.	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	Storage. C	Supply C	Operate hrs.	
00.30	0.000	0.36	0.000	56.07549	60.0	0	57.85087	56.06	0	
1.00	0.000	0.36	0.000	57.86675	60.0	0.5	59.64213	57.85	0.5	
1.30	0.000	0.36	0.000	59.65801	60.0	0.5	61.43339	59.64	0.5	
2.00	0.000	0.36	0.000	61.44927	60.0	0.5	63.22464	61.43	0.5	
2.30	0.000	0.36	0.000	63.24052	60.0	0.5	65.0159	63.22	0.5	
3.00	0.000	0.36	0.000	65.03178	60.0	0.5	65.0159	65.02	0	
3.30	0.000	0.00	0.000	65.03178	60.0	0	65.0159	65.02	0	
4.00	0.000	0.00	0.000	65.03178	60.0	0	65.0159	65.02	0	
4.30	0.000	0.00	0.000	65.03178	60.0	0	65.0159	65.02	0	
5.00	0.000	0.00	0.000	65.03178	60.0	0	65.0159	65.02	0	
5.30	0.050	0.00	0.050	64.73985	64.7	0	64.7241	65.02	0	
6.00	0.050	0.31	0.000	66.28111	60.0	0.5	66.226	64.72	0.5	
6.30	0.050	0.00	0.050	65.97877	66.0	0	65.92411	66.23	0	
7.00	0.075	0.00	0.075	65.52903	65.5	0	65.47506	65.92	0	
7.30	2.100	0.00	2.100	53.09387	53.1	0	53.05879	65.48	0	
8.00	2.100	0.00	1.743	46.3851	54.3	0.5	46.77947	53.06	0.5	
8.30	2.100	0.00	1.743	41.62523	48.7	0.5	42.69792	46.78	0.5	
9.00	0.075	0.28	0.000	43.04149	60.0	0.5	44.33045	42.70	0.5	
9.30	0.050	0.31	0.000	44.58275	60.0	0.5	46.00229	44.33	0.5	
10.00	0.050	0.31	0.000	46.12401	60.0	0.5	47.66019	46.00	0.5	
10.30	0.025	0.33	0.000	47.79026	60.0	0.5	49.37787	47.66	0.5	
11.00	0.050	0.31	0.000	49.33152	60.0	0.5	51.00765	49.38	0.5	
11.30	0.000	0.36	0.000	51.12278	60.0	0.5	52.7989	51.01	0.5	
12.00	0.050	0.31	0.000	52.66404	60.0	0.5	54.40017	52.80	0.5	
12.30	0.000	0.36	0.000	54.4553	60.0	0.5	56.19143	54.40	0.5	
13.00	0.025	0.33	0.000	56.12156	60.0	0.5	57.87356	56.19	0.5	
13.30	0.050	0.31	0.000	57.66282	60.0	0.5	59.43254	57.87	0.5	
14.00	0.050	0.31	0.000	59.20407	60.0	0.5	60.97852	59.43	0.5	
14.30	0.050	0.31	0.000	60.74533	60.0	0.5	62.51163	60.98	0.5	
15.00	0.025	0.33	0.000	62.41159	60.0	0.5	64.16742	62.51	0.5	
15.30	0.025	0.33	0.000	64.07785	60.0	0.5	65.81632	64.17	0.5	
16.00	0.050	0.31	0.000	65.61911	60.0	0.5	65.51785	65.82	0	
16.30	0.000	0.00	0.000	65.61911	60.0	0	65.51785	65.52	0	
17.00	0.050	0.00	0.050	65.32228	65.3	0	65.22187	65.52	0	
17.30	0.050	0.00	0.050	65.02793	65.0	0	64.92835	65.22	0	
18.00	0.050	0.00	0.050	64.73603	64.7	0	66.42854	64.93	0.5	
18.30	0.075	0.28	0.000	66.15229	60.0	0.5	65.97318	66.43	0	
19.00	2.100	0.00	2.100	53.49899	53.5	0	53.38257	65.97	0	
19.30	2.100	0.00	1.743	46.67253	54.6	0.5	46.98993	53.38	0.5	
20.00	2.100	0.00	1.743	41.82916	48.9	0.5	42.83471	46.99	0.5	
20.30	0.075	0.28	0.000	43.24542	60.0	0.5	44.46554	42.83	0.5	
21.00	0.050	0.31	0.000	44.78668	60.0	0.5	46.13625	44.47	0.5	
21.30	0.050	0.31	0.000	46.32794	60.0	0.5	47.79304	46.14	0.5	
22.00	0.050	0.31	0.000	47.8692	60.0	0.5	49.43602	47.79	0.5	
22.30	0.050	0.31	0.000	49.41046	60.0	0.5	51.06531	49.44	0.5	
23.00	0.050	0.31	0.000	50.95171	60.0	0.5	52.68103	51.07	0.5	
23.30	0.000	0.36	0.000	52.74297	60.0	0.5	54.47229	52.68	0.5	
24.00	0.050	0.31	0.000	54.28423	60.0	0.5	56.05961	54.47	0.5	
	14.000			56.26069	48.7	17	57.26218	42.7	16	
					66.0			66.4		

Case 1 สมมุติปริมาณการใช้น้ำร้อนที่เป็นไปได้รวม 14 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบขนาน
 Case 2 สมมุติปริมาณการใช้น้ำร้อนที่เป็นไปได้รวม 14 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบทำน้ำร้อนใส่ถัง

ตารางที่ 5. เพิ่มถังเก็บน้ำร้อนเป็น 12 ลบ.ม.

	Storage temp	12.00 54.70339	m3 C				temp	55.1029	C	
	CASE1						CASE2			
Time	use m3	to Storage.	from Storage.	Storge. C	Supply C	Operate hrs.	Storge. C	Supply C	Operate hrs.	
00.30	0.000	0.36	0.000	55.59902	60.0	0	55.99853	55.10	0	
1.00	0.000	0.36	0.000	56.49465	60.0	0.5	56.89416	56.00	0.5	
1.30	0.000	0.36	0.000	57.39028	60.0	0.5	57.78979	56.89	0.5	
2.00	0.000	0.36	0.000	58.28591	60.0	0.5	58.68542	57.79	0.5	
2.30	0.000	0.36	0.000	59.18154	60.0	0.5	59.58105	58.69	0.5	
3.00	0.000	0.36	0.000	60.07717	60.0	0.5	60.47668	59.58	0.5	
3.30	0.000	0.00	0.000	60.07717	60.0	0	60.47668	60.48	0	
4.00	0.000	0.00	0.000	60.07717	60.0	0	60.47668	60.48	0	
4.30	0.000	0.00	0.000	60.07717	60.0	0	60.47668	60.48	0	
5.00	0.000	0.00	0.000	60.07717	60.0	0	60.47668	60.48	0	
5.30	0.050	0.00	0.050	59.95185	60.0	0	60.34969	60.48	0	
6.00	0.050	0.31	0.000	60.72248	60.0	0.5	60.22323	60.35	0	
6.30	0.050	0.00	0.050	60.59447	60.6	0	60.0973	60.22	0	
7.00	0.075	0.00	0.075	60.40325	60.4	0	59.9092	60.10	0	
7.30	2.100	0.00	2.100	55.08268	55.1	0	55.57072	59.91	0.5	
8.00	2.100	0.00	1.743	51.43942	55.9	0.5	51.99147	55.57	0.5	
8.30	2.100	0.00	1.743	48.32535	52.9	0.5	49.03859	51.99	0.5	
9.00	0.075	0.28	0.000	49.03348	60.0	0.5	49.81523	49.04	0.5	
9.30	0.050	0.31	0.000	49.80411	60.0	0.5	50.6283	49.82	0.5	
10.00	0.050	0.31	0.000	50.57474	60.0	0.5	51.43797	50.63	0.5	
10.30	0.025	0.33	0.000	51.40786	60.0	0.5	52.28894	51.44	0.5	
11.00	0.050	0.31	0.000	52.17849	60.0	0.5	53.0917	52.29	0.5	
11.30	0.000	0.36	0.000	53.07412	60.0	0.5	53.98733	53.09	0.5	
12.00	0.050	0.31	0.000	53.84475	60.0	0.5	54.78301	53.99	0.5	
12.30	0.000	0.36	0.000	54.74038	60.0	0.5	55.67864	54.78	0.5	
13.00	0.025	0.33	0.000	55.57351	60.0	0.5	56.52077	55.68	0.5	
13.30	0.050	0.31	0.000	56.34414	60.0	0.5	57.3059	56.52	0.5	
14.00	0.050	0.31	0.000	57.11477	60.0	0.5	58.08775	57.31	0.5	
14.30	0.050	0.31	0.000	57.8854	60.0	0.5	58.86635	58.09	0.5	
15.00	0.025	0.33	0.000	58.71853	60.0	0.5	59.70184	58.87	0.5	
15.30	0.025	0.33	0.000	59.55166	60.0	0.5	60.53559	59.70	0.5	
16.00	0.050	0.31	0.000	60.32229	60.0	0.5	60.40836	60.54	0	
16.30	0.000	0.00	0.000	60.32229	60.0	0	60.40836	60.41	0	
17.00	0.050	0.00	0.050	60.19594	60.2	0	60.28166	60.41	0	
17.30	0.050	0.00	0.050	60.07013	60.1	0	60.15549	60.28	0	
18.00	0.050	0.00	0.050	59.94484	59.9	0	60.02984	60.16	0	
18.30	0.075	0.28	0.000	60.65296	60.0	0.5	59.84215	60.03	0	
19.00	2.100	0.00	2.100	55.2887	55.3	0	55.5154	59.84	0.5	
19.30	2.100	0.00	1.743	51.61551	56.1	0.5	51.94584	55.52	0.5	
20.00	2.100	0.00	1.743	48.47586	53.0	0.5	49.00095	51.95	0.5	
20.30	0.075	0.28	0.000	49.18399	60.0	0.5	49.77782	49.00	0.5	
21.00	0.050	0.31	0.000	49.95462	60.0	0.5	50.59104	49.78	0.5	
21.30	0.050	0.31	0.000	50.72525	60.0	0.5	51.40087	50.59	0.5	
22.00	0.050	0.31	0.000	51.49588	60.0	0.5	52.20733	51.40	0.5	
22.30	0.050	0.31	0.000	52.26651	60.0	0.5	53.01043	52.21	0.5	
23.00	0.050	0.31	0.000	53.03714	60.0	0.5	53.81018	53.01	0.5	
23.30	0.000	0.36	0.000	53.93277	60.0	0.5	54.70581	53.81	0.5	
24.00	0.050	0.31	0.000	54.70339	60.0	0.5	55.4985	54.71	0.5	
	14.000			55.74772	52.9	17	56.2465	49.0	16.5	
					60.6			60.5		

Case 1 สมมุติปริมาณการใช้ความร้อนที่เป็นไปได้รวม 14 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบขนาน
 Case 2 สมมุติปริมาณการใช้ความร้อนที่เป็นไปได้รวม 14 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบทำน้ำร้อนได้ถัง

ตารางที่ 6. ตั้งอุณหภูมิเครื่องฮีทปั๊มพีให้ผลิตน้ำร้อนที่ 55 เซลเซียส ถึงเก็บน้ำร้อน 6 ลบ.ม.

Storage		6.00 m3							
temp		49.51502 C				temp		52.10849 C	
Time	CASE1						CASE2		
	use m3	to Storge.	from Storge.	Storge. C	Supply C	Operate hrs.	Storge. C	Supply C	Operate hrs.
00.30	0.000	0.43	0.000	51.30628	55.0	0	53.89975	52.11	0
1.00	0.000	0.43	0.000	53.09754	55.0	0.5	55.69101	53.90	0.5
1.30	0.000	0.43	0.000	54.8888	55.0	0.5	57.48227	55.69	0.5
2.00	0.000	0.43	0.000	56.68005	55.0	0.5	59.27352	57.48	0.5
2.30	0.000	0.43	0.000	58.47131	55.0	0.5	61.06478	59.27	0.5
3.00	0.000	0.43	0.000	60.26257	55.0	0.5	61.06478	61.06	0
3.30	0.000	0.00	0.000	60.26257	55.0	0	61.06478	61.06	0
4.00	0.000	0.00	0.000	60.26257	55.0	0	61.06478	61.06	0
4.30	0.000	0.00	0.000	60.26257	55.0	0	61.06478	61.06	0
5.00	0.000	0.00	0.000	60.26257	55.0	0	61.06478	61.06	0
5.30	0.060	0.00	0.060	59.95995	60.0	0	60.75413	61.06	0
6.00	0.060	0.37	0.000	61.45121	55.0	0.5	60.44659	60.75	0
6.30	0.060	0.00	0.060	61.13669	61.1	0	60.14213	60.45	0
7.00	0.090	0.00	0.090	60.66964	60.7	0	59.69	60.14	0
7.30	2.520	0.00	2.520	47.78839	47.8	0	49.01146	59.69	0.5
8.00	2.520	0.00	2.092	41.58736	49.0	0.5	42.8179	49.01	0.5
8.30	2.520	0.00	2.092	37.54801	43.9	0.5	39.22564	42.82	0.5
9.00	0.090	0.34	0.000	38.88926	55.0	0.5	40.87852	39.23	0.5
9.30	0.060	0.37	0.000	40.38052	55.0	0.5	42.56099	40.88	0.5
10.00	0.060	0.37	0.000	41.87178	55.0	0.5	44.22664	42.56	0.5
10.30	0.030	0.40	0.000	43.51304	55.0	0.5	45.94676	44.23	0.5
11.00	0.060	0.37	0.000	45.0043	55.0	0.5	47.57856	45.95	0.5
11.30	0.000	0.43	0.000	46.79556	55.0	0.5	49.36981	47.58	0.5
12.00	0.060	0.37	0.000	48.28682	55.0	0.5	50.96737	49.37	0.5
12.30	0.000	0.43	0.000	50.07807	55.0	0.5	52.75863	50.97	0.5
13.00	0.030	0.40	0.000	51.71933	55.0	0.5	54.4361	52.76	0.5
13.30	0.060	0.37	0.000	53.21059	55.0	0.5	55.983	54.44	0.5
14.00	0.060	0.37	0.000	54.70185	55.0	0.5	57.51442	55.98	0.5
14.30	0.060	0.37	0.000	56.19311	55.0	0.5	59.03054	57.51	0.5
15.00	0.030	0.40	0.000	57.83437	55.0	0.5	60.67665	59.03	0.5
15.30	0.030	0.40	0.000	59.47563	55.0	0.5	60.52326	60.68	0
16.00	0.060	0.37	0.000	60.96689	55.0	0.5	60.21803	60.52	0
16.30	0.000	0.00	0.000	60.96689	55.0	0	60.21803	60.22	0
17.00	0.060	0.00	0.060	60.65722	60.7	0	59.91585	60.22	0
17.30	0.060	0.00	0.060	60.35064	60.4	0	61.40795	59.92	0.5
18.00	0.060	0.00	0.060	60.04714	60.0	0	61.09387	61.41	0
18.30	0.090	0.00	0.090	59.59643	59.6	0	60.62746	61.09	0
19.00	2.520	0.00	2.092	49.27912	58.8	0.5	47.76393	60.63	0
19.30	2.520	0.00	2.092	42.55842	50.3	0.5	42.09434	47.76	0.5
20.00	2.520	0.00	2.092	38.18055	44.7	0.5	38.80597	42.09	0.5
20.30	0.090	0.34	0.000	39.52181	55.0	0.5	40.46514	38.81	0.5
21.00	0.060	0.37	0.000	41.01307	55.0	0.5	42.15175	40.47	0.5
21.30	0.060	0.37	0.000	42.50433	55.0	0.5	43.82149	42.15	0.5
22.00	0.060	0.37	0.000	43.99559	55.0	0.5	45.47454	43.82	0.5
22.30	0.060	0.37	0.000	45.48685	55.0	0.5	47.11105	45.47	0.5
23.00	0.060	0.37	0.000	46.9781	55.0	0.5	48.7312	47.11	0.5
23.30	0.000	0.43	0.000	48.76936	55.0	0.5	50.52246	48.73	0.5
24.00	0.060	0.37	0.000	50.26062	55.0	0.5	52.10849	50.52	0.5
				51.77053	43.9	17	53.12096	38.8	15.5
					61.1			61.4	

Case 1 สมมุติปริมาณการใช้น้ำร้อนที่เป็นไปได้รวม 16.8 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบขนาน

Case 2 สมมุติปริมาณการใช้น้ำร้อนที่เป็นไปได้รวม 16.8 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบทำน้ำร้อนได้ตั้ง

ตารางที่ 7. ตั้งอุณหภูมิเครื่องฮีทปั๊มพีให้ผลิตน้ำร้อนที่ 55 เซลเซียส ถังเก็บน้ำร้อน 12 ลบ.ม.

	Storage temp	12.00 52.29704	m3 C		temp	53.31459	C		
	CASE1						CASE2		
Time	use m3	to Storage.	from Storage.	Storge. C	Supply C	Operate hrs.	Storge. C	Supply C	Operate hrs.
00.30	0.000	0.43	0.000	53.19267	55.0	0	54.21022	53.31	0
1.00	0.000	0.43	0.000	54.08829	55.0	0.5	55.10585	54.21	0.5
1.30	0.000	0.43	0.000	54.98392	55.0	0.5	56.00148	55.11	0.5
2.00	0.000	0.43	0.000	55.87955	55.0	0.5	56.89711	56.00	0.5
2.30	0.000	0.43	0.000	56.77518	55.0	0.5	57.79274	56.90	0.5
3.00	0.000	0.43	0.000	57.67081	55.0	0.5	58.68837	57.79	0.5
3.30	0.000	0.43	0.000	58.56644	55.0	0.5	59.584	58.69	0.5
4.00	0.000	0.43	0.000	59.46207	55.0	0.5	60.47963	59.58	0.5
4.30	0.000	0.43	0.000	60.3577	55.0	0.5	60.47963	60.48	0
5.00	0.000	0.00	0.000	60.3577	55.0	0	60.47963	60.48	0
5.30	0.060	0.00	0.060	60.20591	60.2	0	60.32723	60.48	0
6.00	0.060	0.00	0.060	60.05488	60.1	0	60.17559	60.33	0
6.30	0.060	0.00	0.060	59.90461	59.9	0	60.02471	60.18	0
7.00	0.090	0.34	0.000	60.57524	55.0	0.5	59.79953	60.02	0
7.30	2.520	0.00	2.520	54.15444	54.2	0	54.43726	59.80	0.5
8.00	2.520	0.00	2.092	49.94432	54.3	0.5	50.20106	54.44	0.5
8.30	2.520	0.00	2.092	46.46802	50.8	0.5	46.85447	50.20	0.5
9.00	0.090	0.34	0.000	47.13865	55.0	0.5	47.62369	46.85	0.5
9.30	0.060	0.37	0.000	47.88428	55.0	0.5	48.4312	47.62	0.5
10.00	0.060	0.37	0.000	48.62991	55.0	0.5	49.23467	48.43	0.5
10.30	0.030	0.40	0.000	49.45054	55.0	0.5	50.08222	49.23	0.5
11.00	0.060	0.37	0.000	50.19617	55.0	0.5	50.87743	50.08	0.5
11.30	0.000	0.43	0.000	51.0918	55.0	0.5	51.77306	50.88	0.5
12.00	0.060	0.37	0.000	51.83743	55.0	0.5	52.55983	51.77	0.5
12.30	0.000	0.43	0.000	52.73306	55.0	0.5	53.45546	52.56	0.5
13.00	0.030	0.40	0.000	53.55369	55.0	0.5	54.29245	53.46	0.5
13.30	0.060	0.37	0.000	54.29932	55.0	0.5	55.06661	54.29	0.5
14.00	0.060	0.37	0.000	55.04495	55.0	0.5	55.83691	55.07	0.5
14.30	0.060	0.37	0.000	55.79058	55.0	0.5	56.60336	55.84	0.5
15.00	0.030	0.40	0.000	56.61121	55.0	0.5	57.43248	56.60	0.5
15.30	0.030	0.40	0.000	57.43183	55.0	0.5	58.25952	57.43	0.5
16.00	0.060	0.37	0.000	58.17746	55.0	0.5	59.01386	58.26	0.5
16.30	0.000	0.43	0.000	59.07309	55.0	0.5	59.90949	59.01	0.5
17.00	0.060	0.37	0.000	59.81872	55.0	0.5	60.65557	59.91	0.5
17.30	0.060	0.37	0.000	60.56435	55.0	0.5	60.50229	60.66	0
18.00	0.060	0.00	0.060	60.41153	60.4	0	60.34978	60.50	0
18.30	0.090	0.00	0.090	60.18344	60.2	0	60.12216	60.35	0
19.00	2.520	0.00	2.520	53.84492	53.8	0	53.7965	60.12	0
19.30	2.520	0.00	2.092	49.68875	54.0	0.5	49.69487	53.80	0.5
20.00	2.520	0.00	2.092	46.257	50.6	0.5	46.45457	49.69	0.5
20.30	0.090	0.34	0.000	46.92763	55.0	0.5	47.22679	46.45	0.5
21.00	0.060	0.37	0.000	47.67326	55.0	0.5	48.03629	47.23	0.5
21.30	0.060	0.37	0.000	48.41889	55.0	0.5	48.84174	48.04	0.5
22.00	0.060	0.37	0.000	49.16452	55.0	0.5	49.64316	48.84	0.5
22.30	0.060	0.37	0.000	49.91015	55.0	0.5	50.44057	49.64	0.5
23.00	0.060	0.37	0.000	50.65578	55.0	0.5	51.234	50.44	0.5
23.30	0.000	0.43	0.000	51.55141	55.0	0.5	52.12963	51.23	0.5
24.00	0.060	0.37	0.000	52.29704	55.0	0.5	52.91461	52.13	0.5
	16.800			54.14486	50.6	19.5	54.66736	46.5	18.5
					60.4			60.7	

Case 1 สมมุติปริมาณการใช้ น้ำร้อนที่เป็นไป ได้รวม 16.8 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบขนาน

Case 2 สมมุติปริมาณการใช้ น้ำร้อนที่เป็นไป ได้รวม 16.8 ลบ.ม./วัน คิดตั้งแบบทำน้ำร้อนได้ตั้ง

สรุป

สมรรถนะของเครื่องฮีทปั๊มและวิธีการติดตั้งระบบทำน้ำร้อนไม่มีปัญหาเนื่องจากได้ใช้งานมาแล้วประมาณ 1 ปี และเมื่อเริ่มใช้งานได้ผ่านการทดสอบโดยสถาบันที่เชื่อถือได้เรียบร้อยแล้ว โดยเฉพาะในบทความนี้ได้อธิบายถึงการออกแบบเครื่องฮีทปั๊ม และการติดตั้งซึ่งทำให้ระบบทำน้ำร้อนมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบทั่วไป ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออยู่ที่อัตราการใช้น้ำร้อนและการสูญเสียน้ำร้อนจากการรั่วไหลและการทำงานของระบบน้ำกลับ ซึ่งในขณะที่เขียนบทความนี้อาจจะพบข้อบกพร่องแล้วก็เป็นได้ การปรับปรุงระบบน้ำร้อนของโรงแรมควรพิจารณาสาเหตุที่เกิดขึ้นโดยการวัดอัตราการใช้น้ำร้อนที่แท้จริงก่อนตามวิธีการที่แนะนำไว้

ถ้าอัตราการใช้น้ำร้อนที่แท้จริงประมาณ 14 ลบ.ม./วัน ควรเพิ่มถังเก็บน้ำร้อนให้มีความจุน้ำร้อนรวม 12 ลบ.ม. ตั้ง AQUASTAT ที่ถังน้ำร้อนที่ 60 เซลเซียส และตั้งเครื่องฮีทปั๊มให้ผลิตน้ำร้อนที่ 60 เซลเซียส ตั้ง AQUASTAT ที่ควบคุม RECIRCULATING PUMP ให้ทำงานที่ 50 เซลเซียส และปิดที่อุณหภูมิ 55 เซลเซียส เพื่อให้ระบบทำน้ำร้อนทำงานได้ดีที่สุดและไม่ทำให้เกิดปัญหาขึ้นอีกในอนาคต

ถ้าอัตราการใช้น้ำร้อนสูงกว่า 14 ลบ.ม./วัน ควรศึกษาพฤติกรรมการใช้น้ำร้อนเพื่อลดการใช้น้ำร้อน หากไม่สามารถควบคุมการใช้น้ำร้อนได้ก็จำเป็นต้องเพิ่มเครื่องฮีทปั๊มและถังเก็บน้ำร้อนให้เหมาะสมกับอัตราการใช้น้ำร้อนของโรงแรม