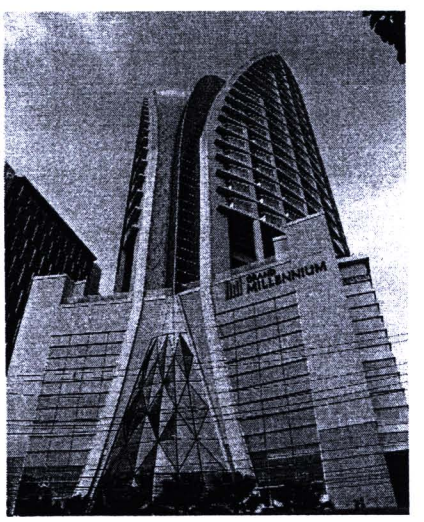
บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษา

ระบบทำน้ำร้อนที่ใช้สำหรับโรงแรมในปัจจุบันนี้มีหลายระบบ โดยอาคารโรงแรมจะใช้งานระบบทำความร้อนชนิดใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในด้านต่างๆ ได้แก่ มูลค่าลงทุนเริ่มต้น และการดำเนินการของระบบทำน้ำร้อน ผลตอบแทนการลงทุนและจุดคุ้มทุน ของระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิด ซึ่งอาคารส่วนใหญ่ในปัจจุบันจะนิยมติดตั้งระบบทำน้ำร้อนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลและระบบไฟฟ้า ได้แก่ ระบบทำน้ำร้อนจากน้ำมันเตา แก๊สปิโตเลียมเหลว(LPG) ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์และปั๊มความร้อน (Heat pump) เป็นต้น

ในการศึกษานี้ศึกษาระบบทำน้ำร้อนของอาคารประเภทโรงแรมขนาด 325 ห้อง ที่มีการความต้องการปริมาณน้ำร้อนอุณหภูมิไม่เกิน 60 ^{0}C ที่ โดยจะทำการออกแบบรูปแบบการติดตั้งปั๊มความร้อน ขนาดปั๊มความร้อน และศึกษาประสิทธิภาพของระบบปั๊มความร้อนเมื่อสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงโดยทำการศึกษาที่สภาวะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิน้ำร้อนใช้งาน พร้อมทั้งตรวจวัดสมรรถนะการทำงานของระบบปั๊มความร้อนเมื่อใช้งานจริงหลังจากติดตั้งเปรียบเทียบกับมาตรฐาน รวมถึงการศึกษาความคุ้มค่าทางการเงินสำหรับโรงแรมอื่นที่มีเงื่อนไขการผลิตน้ำร้อนเดียวกันในการนำระบบปั๊มความร้อนมาใช้แทนระบบผลิตน้ำร้อนจากระบบอื่น ได้แก่ ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบหม้อไอน้ำ และระบบขดลวดไฟฟ้า



รูปที่ 3.1 อาคารประเภทโรงแรมกรณีศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษานี้ประกอบด้วยขั้นตอนในการทำงาน 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการศึกษาระบบปั๊มความร้อนที่ใช้กับโรงแรมกรณีศึกษา

3.2 ขั้นตอนการประเมินสมรรถนะของปั๊มความร้อนเมื่อสภาวะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิน้ำร้อนใช้งาน

3.3 ขั้นตอนตรวจวัดสมรรถนะระบบปั๊มความร้อนที่ใช้กับโรงแรมกรณีศึกษา

3.4 ขั้นตอนการศึกษาความคุ้มค่าทางการเงินของการติดตั้งระบบปั๊มความร้อนแทนเครื่องทำน้ำร้อนแต่ละชนิด

3.1 ขั้นตอนการศึกษาระบบปั๊มความร้อนที่ใช้กับโรงแรมกรณีศึกษา

ในการศึกษาระบบปั๊มความร้อนให้กับโรงแรมกรณีศึกษาเพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานผลิตน้ำร้อนของอาคารโรงแรมโรงแรมขนาด 325 ห้อง ที่มีความต้องการปริมาณน้ำร้อนตามมาตรฐานจาก Heating, Ventilating, Air Conditioning Guides ซึ่งมีค่าเท่ากับ 48,750 L/day ที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 ^{0}C โดยมีปัจจัยพื้นฐานต่างๆที่ต้องพิจารณาสำหรับการติดตั้งระบบปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษา ดังนี้

3.1.1 ขนาดการทำความร้อนของปั๊มความร้อน

3.1.2 ขนาดถังเก็บน้ำร้อน

3.1.3 รูปแบบการจ่ายน้ำร้อนให้แก่ห้องพักภายในโรงแรม

3.1.4 ข้อจำกัดและข้อได้เปรียบในการติดตั้งปั๊มความร้อน

โดยจะทำการศึกษาข้อมูลจากคุณสมบัติของระบบปั๊มความร้อนยี่ห้อ Colorex ซึ่งเป็นระบบปั๊มความร้อนที่เลือกมาใช้ในการติดตั้ง ทั้งนี้จะทำการศึกษา ขนาดการทำความร้อนของปั๊มความร้อน ขนาดของถังเก็บน้ำร้อน และรูปแบบการจ่ายน้ำร้อนให้แก่ห้องพักภายในโรงแรม พร้อมทั้งศึกษาข้อจำกัดและข้อได้เปรียบในการติดตั้งปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษาจากระบบปั๊มความร้อนดังกล่าว ซึ่งในการศึกษาส่วนนี้จะทำการแปลผลในลักษณะเชิงบรรยายผลของการศึกษาระบบปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษา

3.2 ขั้นตอนการประเมินสมรรถนะของปั๊มความร้อนเมื่อสภาวะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิน้ำร้อนใช้งาน

การประเมินสมรรถนะของปั๊มความร้อนจากสูตรการคำนวณทางทฤษฎีโดยใช้ P-h Diagram ของสารทำความเย็น R-22 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CoolPack เป็นเครื่องมือใน

การศึกษา การพิจารณาค่าสัมประสิทธิสมรรถนะของระบบ (COP) จะศึกษาภายใต้สมมุติฐานให้ตัวแปรที่มีความเกี่ยวของกับสมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนทุกค่าคงที่ ทั้งนี้ให้มีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะอุณหภูมิสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิน้ำร้อนใช้งานโดยพิจารณาที่สภาวะดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้ระบบปั๊มความร้อนภายใต้สภาวะที่เป็นปกติในการเปรียบเทียบ ดังนี้

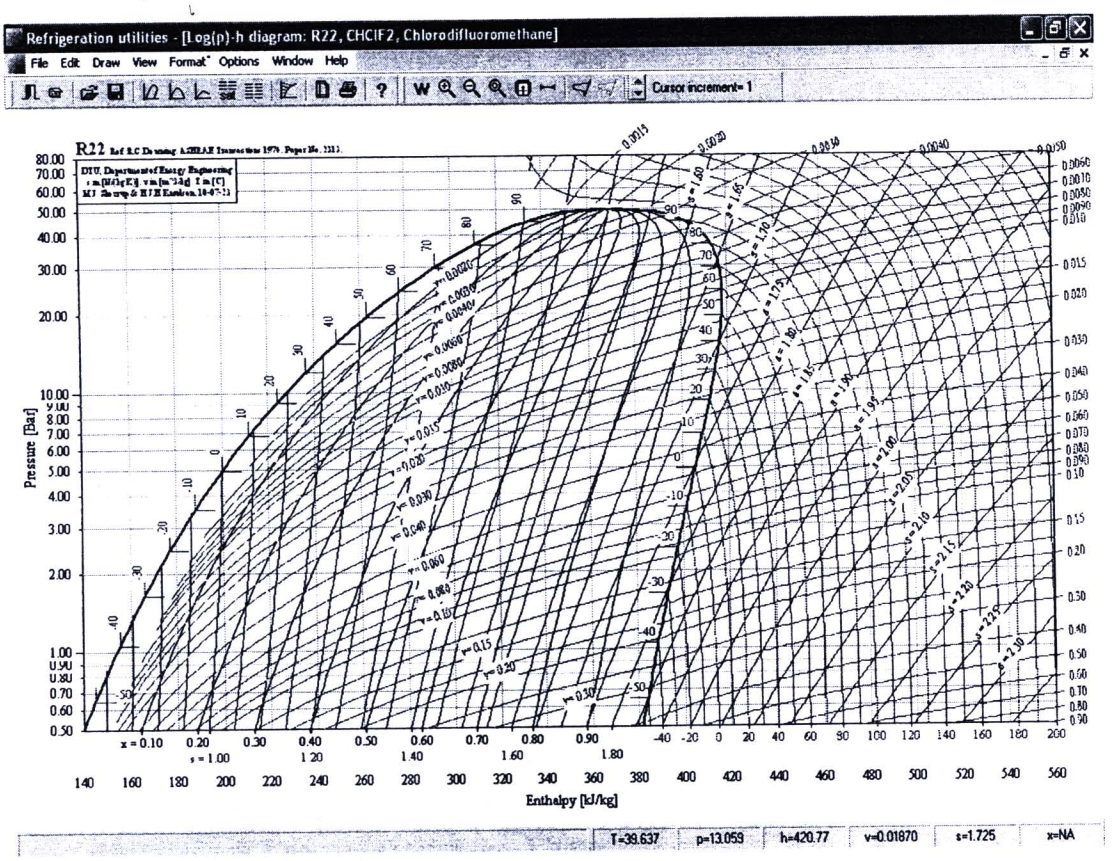
   อุณหภูมิที่ Evaporator (T_E) = 29 ^{0}C (อุณหภูมิสภาพแวดล้อม)

   อุณหภูมิที่ Condense (T_C) = 60 ^{0}C (อุณหภูมิน้ำร้อน)

2. ดำเนินการเปลี่ยนแปลงสภาวะการทำงานต่างๆของระบบปั๊มความร้อน ดังนี้

   อุณหภูมิที่ Evaporator (T_E) = 25 - 40 ^{0}C (อุณหภูมิสภาพแวดล้อม)

   อุณหภูมิที่ Condense (T_C) = 50 - 60 ^{0}C (อุณหภูมิน้ำร้อน)



รูปที่ 3.2 P-h Diagram ของสารทำงาน R-22 สำหรับปั๊มความร้อน

สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของระบบปั๊มความร้อนจากสูตรการคำนวณทางทฤษฎีนั้นจะทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบจากสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความร้อน (COP) ของระบบโดยเปรียบเทียบจากตารางและรูปกราฟ จากความสัมพันธ์ระหว่าง

1. อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความร้อน (COP)
2. อุณหภูมิน้ำร้อนใช้งานที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความร้อน (COP)

3.3 ขั้นตอนตรวจวัดระบบปั๊มความร้อนที่ใช้กับโรงแรมกรณีศึกษา

การตรวจวัดระบบปั๊มความร้อนที่ใช้กับโรงแรมกรณีศึกษาจำนวน 325 มีขั้นตอนในการตรวจวัดระบบปั๊มความร้อน 2 ขั้นตอน คือ

3.3.1 ขั้นตอนการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

ในการหาค่าประสิทธิภาพและความสิ้นเปลืองของสภาวะการทำงานของระบบทำน้ำร้อนของอาคารประเภทโรงแรมขนาด 325 ห้อง ที่มีการความต้องการปริมาณน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 ^{0}C ที่ 863 L/hr เครื่องมือเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการเก็บข้อมูล โดยเครื่องมือที่นำมาใช้ในการตรวจวัดต้องมีความแม่นยำสูงและมีค่าความผิดพลาดต่ำ โดยต้องมีการนำเครื่องมือที่ใช้ไปทำการสอบเทียบหรือรับรองมาตรฐานจากผู้ผลิตก่อนการตรวจวัด ประกอบด้วย

1. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกและเก็บข้อมูลกำลังไฟฟ้าของระบบทำน้ำร้อนที่ใช้งานในอาคารประเภทโรงแรมที่ซึ่งใช้ระบบทำน้ำร้อนจากปั๊มความร้อน รุ่น DM 887 ใช้วัดค่ากำลังไฟฟ้ารวมของระบบปั๊มความร้อน เพื่อนำมาประกอบการคำนวณและวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบทำน้ำร้อน ซึ่งมีคุณสมบัติของเครื่อง คือสามารถวัดที่ย่านการวัด 1,000VDC / 750VAC / 10ADC / 10AAC / วัดแรงดันไฟฟ้า และวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระเสสลับ

รูปที่ 3.3 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

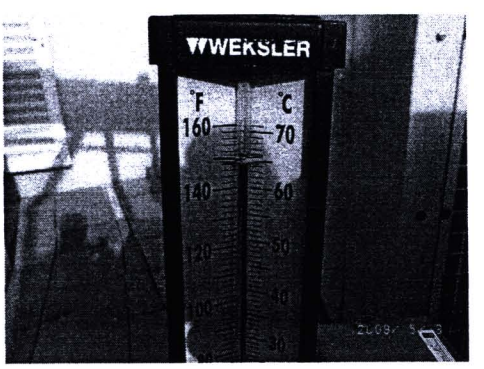
2. เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศ (Thermometer)

เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศ (Thermometer) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิของสภาพอากาศแวดล้อมบริเวณระบบปั๊มความร้อนของอาคารโรงแรมกรณีศึกษา มีคุณสมบัติคือสามารถวัดอุณหภูมิที่ย่านการวัด -199.99~+1770 ^{0}C (-199.99~+3218 ^{0}F) สามารถใช้กับเทอร์โมคัพเปิ้ลประเภท K,J,R,E,T และสามารถต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน RS -232 Temperature Accuracy+/-1°C

รูปที่ 3.4 เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศ (Thermometer)

3. เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำ (Thermometer)

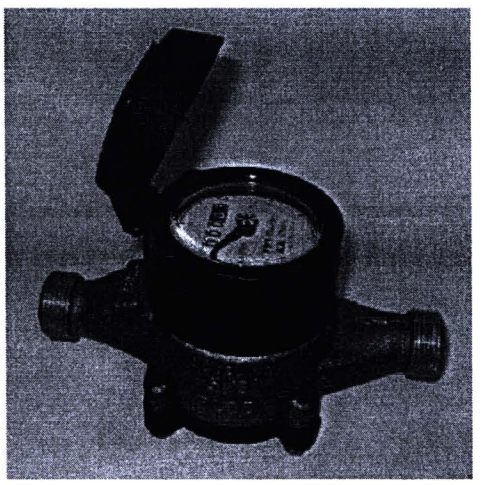
เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำ (Thermometer) ยี่ห้อ WEKSLER ใช้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังเข้าระบบปั๊มความร้อนของอาคารโรงแรมกรณีศึกษา มีคุณสมบัติคือย่านการวัดอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0-70 ^{0}C พร้อม RTD Temperature Accuracy +/- 1 °C ทั้งนี้เครื่องวัดอุณหภูมิดังกล่าวเป็นประเภทติดตั้งอยู่กับที่โดยจะติดตั้งไว้ที่ท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออกเพื่อวัดอุณหภูมิของน้ำ



รูปที่ 3.5 เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำ (Thermometer)

4. เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow meter)

เครื่องมือวัดอัตราการไหลของน้ำเป็นเครื่องมือวัดความเร็วน้ำเพื่อหาปริมาณการไหลของน้ำในการทำงานของระบบ Heat Pump มีคุณสมบัติคือสามารถวัดปริมาณที่ไหลเข้า-ออกระบบทำน้ำร้อนจากปั๊มความร้อน



รูปที่ 3.6 เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow meter)

เนื่องจากการศึกษาทดลองได้ดำเนินการวัดอุณหภูมิของน้ำป้อน อุณหภูมิน้ำร้อนที่เครื่องสามารถทำได้ อุณหภูมิของสภาพอากาศแวดล้อมบริเวณปั๊มความร้อน อัตราการไหลของน้ำที่ไหลเข้าเครื่อง ซึ่งใช้เป็นตัวแปรในการคำนวณพลังงานความร้อนที่น้ำป้อนได้รับจริงพร้อมทั้งวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าของเครื่องขณะทำงานเพื่อคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าประสิทธิสมรรถนะ (COP) ของเครื่องปั๊มความร้อนที่ติดตั้งใช้งานโดยใช้อัตราส่วนระหว่างพลังงานความร้อนที่ป้อนได้รับจริงและวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง

3.3.2 ขั้นตอนและวิธีการจัดเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาสมรรถนะระบบปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษานั้นเป็นการเก็บข้อมูลเพื่อหาสภาวะเงื่อนไขการทำงานของระบบทำน้ำร้อนจริงหลังจากการติดตั้ง เพื่อใช้ในการศึกษาสมรรถนะระบบปั๊มความร้อนเมื่อมีการใช้งานจริง โดยมีรายละเอียดคือ

การตรวจวัดข้อมูลจากระบบทำน้ำร้อนของอาคารโรงแรมกรณีศึกษา ซึ่งใช้ระบบทำน้ำร้อนด้วยปั๊มความร้อน(Heat Pump) ที่ติดตั้งทั้งหมด 10 เครื่อง โดยการเก็บข้อมูลเพื่อให้ได้ผลที่ได้จากการตรวจวัดมีความแม่นยำและถูกต้อง ต้องทำการเก็บข้อมูลให้มีความละเอียด และมีการบันทึก

ข้อมูลหลายครั้ง เพื่อนำไปใช้โดยการหาค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัด ในการตรวจวัดจะทำการตรวจวัดเครื่องปั๊มความร้อน โดยตรวจวัดแต่ละค่าต่อไปนี้

3.3.1.1 อุณหภูมิของน้ำป้อนและอุณหภูมิน้ำร้อนที่ได้ (^{0}C)

3.3.1.2 อุณหภูมิของอากาศเข้าและอุณหภูมิของอากาศออก (^{0}C)

3.3.1.3 อัตราการไหลของน้ำที่ไหลเข้าเครื่อง (L/hr)

3.3.1.4 กระแสไฟฟ้า (A)

3.3.1.5 ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)

3.3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลในส่วนนี้จะทำการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิการทำความร้อนของเครื่องปั๊มความร้อนแต่ละเครื่องทั้งหมด 10 เครื่อง กับมาตรฐานกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 2 (2550)

3.4 ขั้นตอนการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางการเงินของการติดตั้งระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิดกับปั๊มความร้อน

โดยจะทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมทางการเงินของการติดตั้งระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิดกับปั๊มความร้อน(Heat pump) ซึ่งมีรายละเอียดการศึกษาดังนี้

1. เปรียบเทียบต้นทุนของระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิด โดยต้นทุนจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นและต้นทุนขณะดำเนินการ ได้แก่ ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นครั้งแรกและต้นทุนเงินประกันที่เพิ่มขึ้นต่อปีเมื่อเปลี่ยนมาใช้ระบบปั๊มความร้อนแทนระบบผลิตน้ำร้อนชนิดอื่น

2. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิด

3. เปรียบเทียบผลตอบแทนการลงทุนของระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิดกับปั๊มความร้อน โดยใช้มูลค่าผลประโยชน์จากการเลือกใช้ปั๊มความร้อนแทนระบบทำน้ำร้อนชนิดอื่นๆ ได้แก่ผลประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อปี ผลประหยัดค่าซ่อมบำรุงต่อปี และมูลค่าซากที่จำหน่ายได้เพิ่มขึ้นหลังจากหมดอายุการใช้งาน

4. เปรียบเทียบจุดคุ้มทุนโครงการของระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิดกับปั๊มความร้อน โดยใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio : BCR)อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) และระยะเวลาในการคืนทุน (Simple Payback Period : SPP) เป็นตัวชี้วัด