ฑีรพรรษฎ์ ศรีอ่อน : การออกแบบและกลยุทธ์การควบคุมฮีตปั๊มที่ใช้ดินร่วมกับหอทำความเย็นเป็นแหล่งทิ้งความร้อน (DESIGN AND CONTROL STRATEGY FOR HYBRID GROUND SOURCE HEAT PUMPS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ คูณศรีสุข, 200 หน้า

การปรับอากาศด้วยระบบฮีตปั๊มที่ใช้ดินเป็นแหล่งทิ้งความร้อน (Ground Source Heat Pump) เป็นเทคโนโลยีทางเลือกที่ควรค่าแก่การศึกษาเพราะเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับระบบปรับอากาศที่ใช้วัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอทั่วไป จากลักษณะการทำงานที่ว่า ความร้อนถูกถ่ายเทจากอาคารลงสู่ดินในฤดูร้อนและถูกดูดซับเพื่อถ่ายเทให้อาคารในฤดูหนาว ซึ่งหากใช้งานระบบในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิอากาศร้อนชื้นอย่างเช่นประเทศไทยจะเห็นได้ว่าปริมาณความร้อนที่ดินได้รับในฤดูร้อนจะมีค่าสูงกว่าปริมาณความร้อนที่ถูกดูดซับเพื่อถ่ายเทให้อาคารในช่วงฤดูหนาวและเป็นผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบในระยะยาวมีค่าต่ำลง จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงนำไปสู่การใช้งานระบบควบคู่กับหอทำความเย็นเพื่อลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทลงสู่ดิน ระบบดังกล่าวเรียกว่า ระบบฮีตปั๊มที่ใช้ดินร่วมกับหอทำความเย็นเป็นแหล่งทิ้งความร้อน (Hybrid Ground Source Heat Pump) นอกจากนี้ สภาวะอากาศ ณ ที่ตั้งระบบเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่ส่งอิทธิพลต่อลักษณะการออกแบบ กลยุทธ์ควบคุมการทำงาน ความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานของระบบ การศึกษานี้จึงทำการออกแบบและเลือกอุปกรณ์เพื่อใช้งานในระบบ รวมถึงทำการศึกษาพฤติกรรมและประสิทธิภาพการทำงานระบบฮีตปั๊มที่ใช้ดินร่วมกับหอทำความเย็นเป็นแหล่งทิ้งความร้อน ที่ใช้งานเพื่อการปรับอากาศในอาคารร้าน 7-Eleven ขนาด 111.6 m^2 ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้ ผ่านแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่สร้างโดยโปรแกรม TRNSYS 17 เพื่อให้ได้มาซึ่งกลยุทธ์ควบคุมการทำงานที่มีความเหมาะสมต่อสภาวะอากาศของประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า ระบบฮีตปั๊มที่ใช้ดินร่วมกับหอทำความเย็นเป็นแหล่งทิ้งความร้อนต้องมีขนาดฮีตปั๊มเท่ากับ 10.1 RT โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใต้ดินความยาวรวมทั้งสิ้น 1,692.46 m. ร่วมกับหอทำความเย็นขนาด 5 RT และพบว่ารูปแบบวงจรน้ำหล่อเย็นในลักษณะที่กำหนดให้น้ำหล่อเย็นไหลผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใต้ดินก่อนจึงไหลผ่านหอทำความเย็นมีประสิทธิภาพสูงกว่ารูปแบบที่กำหนดให้น้ำหล่อเย็นผ่านหอทำความเย็นก่อนจึงไหลเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใต้ดิน นอกจากนี้ยังพบว่ากลยุทธ์ควบคุมการทำงานในรูปแบบที่กำหนดให้หอทำความเย็นทำงานและหยุดทำงานพร้อมกับ Compressor ของฮีตปั๊มเป็นกลยุทธ์ควบคุมการทำงานที่ส่งผลให้ระบบมีปริมาณการใช้พลังงานต่ำที่สุด โดยมีปริมาณการใช้พลังงานเฉลี่ยใน 20 ปี เท่ากับ 62,386.93 kWh./Yr. โดยแยกเป็นพลังงานที่ฮีตปั๊มใช้เท่ากับ 57,267.65

kWh./Yr. คิดเป็นร้อยละ 91.79 ของปริมาณการใช้พลังงานรวมของระบบ Circulating Pump No.1 ใช้พลังงานเท่ากับ 3,375.96 kWh./Yr. คิดเป็นร้อยละ 5.41 ของปริมาณการใช้พลังงานรวมของระบบ Circulating Pump No.2 ใช้พลังงานเท่ากับ 1,065.52 kWh./Yr. คิดเป็นร้อยละ 1.7 ของปริมาณการใช้พลังงานรวมของระบบและ Cooling Tower Fan ใช้พลังงานเท่ากับ 677.81 kWh./Yr. คิดเป็นร้อยละ 1.08 ของปริมาณการใช้พลังงานรวมของระบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2560 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

THEERAPHAT SRI-ON : DESIGN AND CONTROL STRATEGY FOR HYBRID-GROUND SOURCE HEAT PUMPS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. ATIT KOONSRISUK, Ph.D., 200 PP.

HYBRID GROUND SOURCE HEAT PUMP/CONTROL STRATEGY/TRNSYS SIMULATION

It has been proved that the ground source heat pump is an energy-efficient alternative to conventional vapor-compression air conditioning systems. Heat is removed from buildings and rejected to the ground in the summer, and then removed from the ground and rejected to the house in the winter. However, there is a large unbalance between the amount of energy removed from the ground during the winter and added to the ground during the summer in cooling-dominant regions like Thailand. A hybrid ground source heat pump can effectively mitigate this unbalanced ground thermal load by adding cooling towers into the ground source heat pump system. It was found that the weather conditions of installation locations have a significant impact on the design, optimal control strategy, and performance of hybrid ground source heat pump systems. The major objective of the current study is to investigate the performance of a hybrid ground source heat pump for a standard size 7-Eleven store, the largest chain of convenience stores in Thailand. The detailed design is conducted. In addition, the optimal control strategy and performance are determined by using the TRNSYS simulation program. A model of a 7-Eleven store with an area of 111.6 m^2 was developed and simulated using the weather conditions of Bangkok. The results shows that the required heat pump capacity is 10.1 RT with a length of 1,692.46 m of

the ground heat exchanger and a 5 RT cooling tower. It was found that a configuration with the flow direction of the cooling water from the ground heat exchanger to the cooling tower provides a better performance than that of a configuration with the flow direction from the cooling tower to the ground heat exchanger. Among several different control strategies studied, the one with the operation period of the cooling tower synchronizing with that of the heat pump compressor provides the least amount of annual energy consumption. The predicted energy consumption of the whole system is 62,386.93 kWh/year while the heat pump consumes 57,267.65 kWh/year (91.79% of the whole), the circulating pump No.1 consumes 3,375.96 kWh/year (5.41%), the circulating pump No.2 consumes 1,065.52 kWh/year (1.76 %), and the cooling tower fan consumes 677.81 kWh/year (1.08 %).

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Mechanical Engineering

Academic Year 2017

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____