ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การทำนายการใช้พลังงานของบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ผู้เขียน นางสาวชะกาแก้ว สุดสีชัง

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวดี วงษ์สุวรรณ์

บทคัดย่อ

การใช้พลังงานในที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวด้านประชากรและเศรษฐกิจของประเทศ การนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ อาทิ พลังงานรังสีอาทิตย์จะเป็นส่วนช่วยลดการใช้พลังงานในภาคที่อยู่อาศัยได้ นอกจากนี้ภาครัฐโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้สนับสนุนการจัดสร้างบ้านแบบประหยัดพลังงาน เพื่อลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล งานวิจัยนี้ได้คัดเลือกหนึ่งในสี่แบบของบ้านประหยัดพลังงานจาก พพ. มาศึกษาพฤติกรรมด้านพลังงานโดยละเอียด โดยใช้โปรแกรม Transient System Simulation Program (TRNSYS) ซึ่งมีการใช้งานในด้านการวิเคราะห์ระบบด้านพลังงานอย่างแพร่หลาย ผู้วิจัยจึงใช้วิเคราะห์ผลการติดตั้งและใช้งานระบบทำความร้อนจากรังสีอาทิตย์ 2 ระบบ ได้แก่ ระบบทำน้ำร้อนจากรังสีอาทิตย์ แบบหมุนเวียนธรรมชาติโดย หลักการเทอร์โมไซฟอน และแบบไหลเวียนโดยใช้แรงดัน

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากจังหวัดตัวแทนของ 3 ภูมิภาคของประเทศไทย (ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคกลาง) ในรูปของ Typical Meteorological Year (TMY-2) ถูกนำมาป้อนให้กับโปรแกรมเพื่อจำลองสถานการณ์ด้านพลังงานของบ้านทดสอบในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ผลการวิเคราะห์เฉพาะบ้านทดสอบ ทำให้ทราบดัชนีพลังงานไฟฟ้าและความร้อนต่อพื้นที่แต่ละบริเวณภายในบ้าน และพบว่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่บ้านในแต่ละพื้นที่ตั้งแตกต่างกัน โดยภาคเหนือมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 614 $\pm$ 33.2 kWh/เดือน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในบ้านตลอดปีแสดงว่าอุณหภูมิสูงสุดเกิดในพื้นที่ภาคกลาง คือ 28.6 $^{\circ}$C – 36.3 $^{\circ}$C สภาพความพึงพอใจของผู้อยู่อาศัยในบ้านซึ่งวัดโดย Predicted Mean Vote

(PMV) และ Predicted Percent Dissatisfied (PPD) แสดงให้เห็นว่าเดือนเมษายน ถึง เดือนพฤษภาคมในทุกภูมิภาค มีสภาพความพึงพอใจต่ำ

ผลการทำนายระบบพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดปีทำให้ทราบว่าระบบทำน้ำร้อนจากรังสีอาทิตย์แบบไหลเวียนตามธรรมชาติและแบบไหลเวียนตามแรงดัน สามารถตอบสนองความต้องการใช้น้ำร้อนของผู้อยู่อาศัยได้ โดยระบบทั้งสองทำอุณหภูมิน้ำร้อนตลอดปีได้สูงสุด 59 °C และ 62.0 °C คิดเป็นพลังงานความร้อน 1441.4 kJ/hr และ 1546.1 kJ/hr ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพเชิงความร้อนของทั้งสองระบบคิดเป็น 51.8% และ 55.6% ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์แสดงว่าระบบผลิตน้ำร้อนนี้คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่า 6.2 ปี และค่า IRR สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินฝากแสดงว่าโครงการน่าลงทุน

สรุปว่าการจำลองแบบบ้านลงในโปรแกรม TRNSYS จะทำให้สามารถทำนายสภาพการถ่ายเทความร้อนภายในบ้าน และสภาวะความสบายของบ้านที่ตั้งอยู่ในภูมิภาคต่างๆ โปรแกรม TRNSYS สามารถใช้ในการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลกระทบกับบ้าน โดยให้ผลการคำนวณที่สอดคล้องกับความเป็นจริงโดยไม่ต้องจัดสร้างบ้านทดสอบจริง และยังสามารถวิเคราะห์และแสดงผลการนำระบบพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้กับบ้านได้อย่างเป็นรูปธรรมด้วย

Thesis Title Energy Utilization Prediction of Solar House in Thailand

Author Miss. Chakakaew Sudseechang

Degree Master of Engineering (Energy Engineering)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Wipawadee Wongsuwan

ABSTRACT

Energy utilization in residence has been increased with population and economic growth. Application of renewable energy e.g. solar energy enhances reduction of the energy usage in residential sector. Thai government offices especially Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) has supported a project on energy saving houses to reduce fossil fuel consumption. This research selected one from four patterns of DEDE's energy saving houses to study energy characteristic in detail using Transient System Simulation Program (TRNSYS) software. This program has been widely used in analysis of various thermal systems. The author used its to study a house equipped with two solar water heater systems, natural-circulation type using Thermosyphon and forced-circulation type.

Meteorological data of representative provinces from three parts of Thailand (North, North-East, and Central) in Typical Meteorological Year (TMY-2) format was input into the program to model the energy characteristics of house in Thai climatic condition. Analyzed results illustrated the ratio of electrical and thermal energy per zone. It showed that energy transfer into house in each part of Thailand is different, the maximum is found in the Northern Thailand about 614 $\pm$ 33.2 kWh/month. Annual indoor temperature variation showed maximum value in Central Thailand approximately 28.6 ^{o}C – 36.3 ^{o}C. The occupant satisfaction measured by Predicted Mean Vote (PMV) and Predicted Percent Dissatisfied (PPD) illustrated low values during April to May in all locations.

Annual prediction showed that both of natural and forced solar water heating systems could supply hot water requirement of occupants. Both systems produced maximum hot water temperature about 59 ^{o}C and 62 ^{o}C, equivalent to thermal energy of 1441.4 kJ/hr and 1546.1 kJ/hr, respectively. Their thermal efficiency was 51.8% and 55.6%, respectively. Economic analysis showed that these hot water generation systems are satisfied. Their payback periods are lower than 6.2 years and IRRs are higher than MARR showing investment satisfaction.

In brief, house modeling in TRNSYS could predict indoor heat transfer, condition, and comfort of house in different locations of Thailand. TRNSYS program can be used to study influences of significant parameter with reasonable calculated results, so that actual experimental house is not necessary. The program also provides practical analysis results when the house is equipped with solar energy systems.