

การศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนและการระบายอากาศของบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำ
ร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศ

A study of thermal performance and ventilation of a model house equipped
with a vacuum solar water heater

ญาณกิตต์ ศิริทรัพย์^{1*}, เสฏฐวุฒิ ดวงจันทร์², ปรีดา จันทวงษ์³, จงจิตร หิรัญลาม⁴,
โจเซฟ เคดารี⁵ และ สุเมธ สติตบุญนันต์⁶

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาเทคโนโลยี
วิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร
เหนือ วิทยาเขตกรุงเทพฯ

² อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตกรุงเทพฯ

³ รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตกรุงเทพฯ

^{4,5} ศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ปทุมธานี, ปทุมธานี

⁶ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี,
ปทุมธานี

Yannakit Sirisup^{1*}, Sethavut Duangchan², Preeda Chantawong³, Jongjit Hirunlabh⁴,
Jospeh Khedari⁵ and Sumate Sathitbunanan⁶

¹ Student of Energy Engineering Technology, Department of Power Engineering Technology,
College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,
Bangkok Campus

² Lecturer Department of Industrial Physics and Medical Instrumentation, Faculty of Applied
Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok Campus

³ Assoc. Prof. of Energy Engineering Technology, Department of Power Engineering
Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North
Bangkok, Bangkok Campus

Received : 9 November 2021

Revised : 29 December 2021

Accepted : 1 January 2022

Online publication date : 3 January 2022

^{4,5} Prof. of Engineering Faculty of Engineering and Technology, Pathum Thani University,
Pathum Thani

⁶Lecturer of Engineering Faculty of Engineering and Technology, Pathum Thani University,
Pathum Thani

*Corresponding author: yannakit@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะความร้อนและการระบายอากาศของบ้านจำลองที่มีหน้าต่างด้านเดียวในการระบายอากาศ ซึ่งผลกระทบโดยตรงต่ออัตราการใช้พลังงานในการปรับอากาศ ผู้วิจัยจึงเสนอแนวคิดการลดอัตราการใช้พลังงานในการปรับอากาศของบ้านลักษณะนี้โดยใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์ทั้งการลดผลกระทบจากรังสีความร้อนโดยตรงและการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์ช่วยในการระบายอากาศไปพร้อมๆกัน การวิจัยนี้ทำขึ้นที่ชั้นดาดฟ้าของอาคาร 10 ชั้น ในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยสร้างบ้านจำลองสองหลังขนาด 1.5×1.5 ตารางเมตร สูง 2.5 เมตร หลังคาทรงจั่วมุงด้วยกระเบื้องคอนกรีตและผนังด้วยอิฐมวลเบา ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่ต่อโดยตรงกับพัดลมระบายอากาศกำลังต่ำที่บริเวณเหนือบานหน้าต่าง บ้านหลังแรกติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์บริเวณหน้าต่าง บ้านหลังที่สองไม่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนและปิดด้วยกระจกสองชั้น จากการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน (ฤดูร้อน) พบว่าอุณหภูมิภายในตัวบ้านที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนมีค่าต่ำกว่าบ้านที่ไม่ได้ติดตั้ง $\sim 1-2$ องศาเซลเซียส ค่าการไหลเวียนของอากาศภายใน $0.12-0.63$ m/s สูงกว่าบ้านจำลองหลังที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อน และมีค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหน้าต่างดีกว่าบ้านที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนร้อยละ 30

คำสำคัญ: สมรรถนะเชิงความร้อน, การระบายอากาศ, คอนโดมิเนียม

Abstract

This research aims to study the thermal and ventilation performance of a model house with a one-sided window for ventilation, which directly affects the rate of air conditioning energy consumption. The researcher thus proposed the idea for reducing air conditioning energy consumption for this category of household type. This house type would absorb incoming solar radiation in addition to the benefits of solar ventilation solutions. The experiments were conducted on the roof deck of a 10-storey building in Bangkok. Two model houses ($1.5\text{m wide} \times 1.5\text{m long} \times 2.5\text{m high}$) were built, using concrete tiled gable structures and lightweight brick walls. The solar panel was installed on the roof and it was connected directly to low-powered ventilation fans above the windowpane. A vacuum tube solar water

heater was installed by the windowpane of the first house. The second house was not equipped with a solar water heater, but a double-glazed window was set to insulate the room. From the data collected between February and April (summer season), it was found that the temperature inside the first model house was $\sim 1\text{-}2\text{ }^{\circ}\text{C}$ lower than the temperature of the second model house. The first model house's internal airflow value was $0.12\text{-}0.63\text{ m/s}$ higher than the second one (without a water heater system). By the same token, the first model house's heat transfer value through the window was found to be 30 percent better than that of the counterpart.

Keyword: Thermal Performance, Ventilation, Condominium

บทนำ

จากภาวะปัญหาโลกร้อนที่ส่งผลกระทบต่อทั่วโลก ตำแหน่งของประเทศไทยซึ่งอยู่ในตำแหน่งใกล้เส้นศูนย์สูตรตามตำแหน่งภูมิศาสตร์ จึงประสบปัญหาอุณหภูมิในฤดูร้อนสูงเพิ่มขึ้นในทุกๆปี(กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2560) ส่งผลกระทบต่อประเทศมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ(การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2561) เนื่องจากปริมาณการใช้เครื่องปรับอากาศและพัดลมระบายอากาศเพิ่มมากขึ้นกว่าอดีต

หากพิจารณาจากบ้านพักอาศัยสมัยก่อน การพิจารณาดำเนินการของบ้านกับการปลูกต้นไม้ใหญ่หรือต้นไม้สูงรอบบริเวณบ้าน การเลือกตำแหน่งทิศของหน้าบ้าน การเลือกตำแหน่งของห้องนอน การใช้เรือนที่ยกพื้นสูงหรือการวางตำแหน่งของหน้าต่าง ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นสถาปัตยกรรมของไทยที่เป็นภูมิปัญญาของไทยในการลดอุณหภูมิของบ้าน ทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ อย่างไรก็ตามสภาพแบบที่นำเสนอนี้ไม่สามารถนำมาแก้ปัญหาได้ในชุมชนเมืองของไทยในปัจจุบัน เนื่องจากพื้นที่จำกัดในชุมชนเมือง และการขยายตัวของเมือง ทำให้บ้านพักอาศัยรูปแบบใหม่จะแก้ปัญหาการใช้พลังงานแบบดั้งเดิมด้วยการทำบ้านเรือนไทยทรงสูงไม่ได้ บ้านพักอาศัยของคนในชุมชนเมืองปัจจุบัน ส่วนใหญ่จึงเป็นคอนโดมิเนียม ซึ่งมีพื้นที่จำกัดและจำเป็นต้องพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าเป็นหลักในการลดอุณหภูมิในสภาพอากาศร้อน ดังนั้นหากสามารถสร้างอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า สามารถใช้งานได้ภายในพื้นที่จำกัด จึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับการลดอัตราการใช้พลังงาน

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติ ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์สูงโดยมีค่าระหว่าง $4.5\text{-}5.5$ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน(kWh/sq.m./day) ซึ่งรายงานผลโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(พพ, 2552) จึงเหมาะแก่การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งาน โดยจากข้อมูลมีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนเพื่อการผลิตความร้อนในปี 2558-2561(

กระทรวงพลังงาน, 2562) อยู่ในช่วง 5.7-10.10 ktoe ซึ่งถือว่าน้อยมากถ้าเทียบกับเป้าหมายที่ AEDP (Alternative Energy Development Plan) ได้วางแผนไว้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำพลังงานที่ได้จากแสงของดวงอาทิตย์มาเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านในชุมชนเมืองโดยใช้เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ในการทดลองนี้เป็นขนาดที่ทำขึ้นเพียงพอที่จะสามารถติดตั้งได้บริเวณหน้าต่างของคอนโดมิเนียม ทำหน้าที่ในการเก็บพลังงานความร้อนของแสงอาทิตย์และป้องกันการตกกระทบรังสีของอาทิตย์โดยตรงกับกระจก ในขณะที่แผงโซลาร์เซลล์ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในควบคุมการทำงานของพัดลมระบายอากาศ(จำลองโดยใช้พัดลมไฟฟ้ากระแสตรง) ช่วยในการระบายความร้อน ส่งผลให้ลดอุณหภูมิของบ้านพักอาศัย และลดอัตราการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศได้ ผู้วิจัยคาดหวังว่าวิธีการดังกล่าวจะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการระบายความร้อนภายในอาคาร คอนโดมิเนียม หรือตามที่พักอาศัยที่ไม่มีหลังคาในการช่วยระบายความร้อน ซึ่งจะส่งผลโดยรวมต่อการลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยได้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพัดลมระบายอากาศ
2. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการระบายอากาศภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งและไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์
3. เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการระบายอากาศตามคอนโดมิเนียม หรือที่อยู่อาศัยที่ไม่มีหลังคาช่วยในการรับความร้อน

สมมติฐานการวิจัย

1. การติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงร่วมกับการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สามารถช่วยในการลดอุณหภูมิในบ้านจำลองได้
2. บ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิภายในตัวบ้านต่ำกว่าบ้านจำลองที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการรีโนเวตบ้านจำลองขึ้น2หลัง โดยจะทำการทดลองและนำผลที่ได้มาศึกษาเปรียบเทียบกับว่าบ้านจำลองหลังไหนจะมีอัตราการระบายความร้อนและการระบายอากาศได้มีประสิทธิภาพดีกว่ากัน ระหว่างบ้านจำลองหลังที่หนึ่ง(Home1) บ้านจำลองที่มีหลังคาคอนกรีตทั่วไปติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่มีขนาดกำลังไฟฟ้า30วัตต์จำนวน1แผงโดยจะทำงานร่วมกับพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงและจะทำการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศบริเวณขอบบานหน้าต่างของตัวบ้าน และบ้านจำลองหลังที่สอง(Home2)บ้านจำลองที่มีลักษณะเหมือนบ้านจำลองหลังที่หนึ่ง เป็นบ้านจำลองที่มีหลังคาคอนกรีตทั่วไปติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่มีขนาดกำลังไฟฟ้า30วัตต์จำนวน1แผงโดยจะทำงานร่วมกับพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากตัวบ้าน



HOME 1



HOME 2

ภาพที่ 1 บ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศ

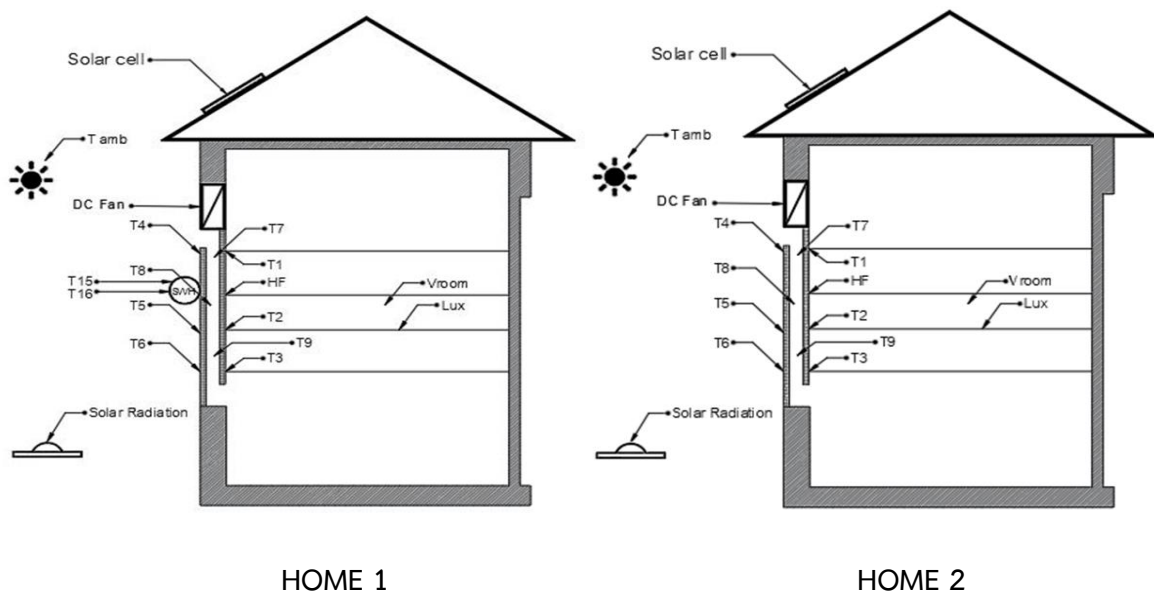
ภาพที่ 2 บ้านจำลองที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อน

ในการทดลองผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองไว้ 7 แบบ

1. ค่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มของแสงรังสีอาทิตย์ขณะทำการทดลอง
2. การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศ (Home1) และไม่ได้ติดตั้ง (Home2)
3. การเปรียบเทียบอุณหภูมิหน้าต่างของบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศ(Home1) และไม่ได้ติดตั้ง(Home2)

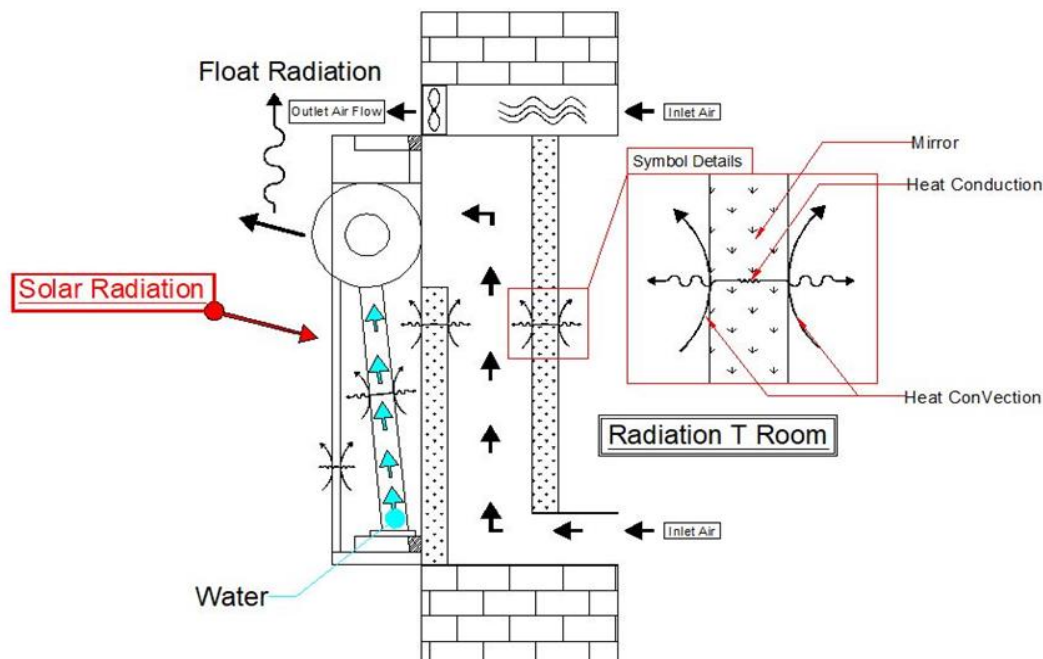
4. อัตราการไหลเวียนอากาศของบ้านจำลองทั้งสองหลัง
5. ผลการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมสิ่งแวดล้อมและลมภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง
6. การเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศ(Home1) และไม่ได้ติดตั้ง(Home2)
7. ผลของอุณหภูมิของน้ำร้อนที่อยู่ในเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศโดยวัดจากจุดบนและจุดล่างของหลอดแก้ว

สำหรับโครงสร้างของบ้านจำลองทั้ง2หลัง โครงสร้างของตัวบ้านจะประกอบด้วย ผนังมวลเบาฉาบปูน ด้านนอกทั้ง 4 ด้าน ผนังทาสีภายนอกเป็นสีขาว มีขนาดแต่ละด้านของพื้นที่ผนังเท่ากับ $1.5 \times 2.14 \times 0.10$ เมตร มีประตูพลาสติก PVC ขนาด $1.6 \times 0.75 \times 0.035$ เมตร อยู่ทางทิศใต้ มีหน้าต่างเป็นกระจกใสสองชั้น ขนาด $0.5 \times 0.8 \times 0.006$ เมตร การติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออก การติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิของบ้านจำลองทั้ง2หลังบริเวณหน้าต่างบานเกล็ดด้านในจำนวน 4 จุด (T1,T2,T3,HF) บริเวณบานเกล็ดหน้าต่างด้านนอกจำนวน 3 จุด (T4,T5,T6) บริเวณช่องลมหน้าต่างบานเกล็ด 3 จุด (T7,T8,T9) บริเวณกลางห้องของตัวบ้านจำลอง 2 จุด (V room,Lux) บริเวณนอกบ้านจำลอง 2 จุด (Solar Radiation,Tamb) และ จุดวัดอุณหภูมิบริเวณทางเข้าและทางออกบริเวณถังน้ำร้อนบ้านจำลองหลังที่1 (Home1) 2 จุด (T15,T16)



ภาพที่ 3 แบบจำลองแสดงการติดตั้งจุดวัดอุณหภูมิของบ้านจำลองทั้งสองหลัง

หลักการถ่ายเทความร้อนของบ้านจำลอง (Heat Transfer)

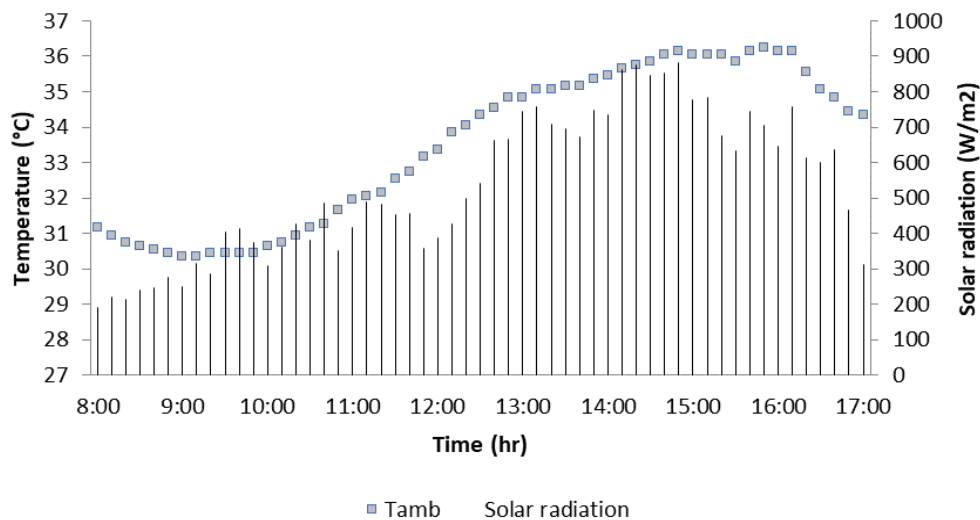


ภาพที่ 4 หลักการถ่ายเทความร้อนของบ้านจำลอง

ในช่วงเวลากลางวันดวงอาทิตย์จะแผ่รังสีความร้อนไปสู่บริเวณผนังของตัวบ้านที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยแสงบางส่วนจะไปตกกระทบบนที่ท่อหลอดแก้วสุญญากาศของเครื่องทำน้ำร้อน แล้วเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนไปสู่ น้ำในท่อ เมื่อน้ำในท่อบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นน้ำก็จะลอยขึ้นไปถูกเก็บไว้ที่ถังกักเก็บ และเมื่อเกิดการใช้น้ำร้อนในระบบน้ำเย็นก็จะไหลเข้ามาแทนที่ ความร้อนที่ผ่านเครื่องทำน้ำร้อนบางส่วนก็จะเกิดการตกกระทบบนที่บริเวณผนังชั้นนอก เกิดการสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนผ่านผนังเข้าสู่ช่องว่างของผนัง เมื่อเวลาผ่านไปจะทำให้อากาศรอบข้างมีความหนาแน่นลดลง และเกิดแรงลอยตัวออกสู่ภายนอกบริเวณด้านบนของปล่องสุ่งสิ่งแวดล้อมทำให้ภายในบ้านมีอุณหภูมิลดลง นอกจากนี้ไฟฟ้กระแสตรงที่ติดตั้งบริเวณด้านบนของบานหน้าต่างของตัวบ้าน และต่อเข้ากับหลังคาโซลาร์เซลล์ก็จะทำงานเมื่อได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยจะช่วยดูดอากาศออกจากตัวบ้านทำให้อุณหภูมิภายในบ้านลดลงได้เร็วยิ่งขึ้น

ผลการวิจัย

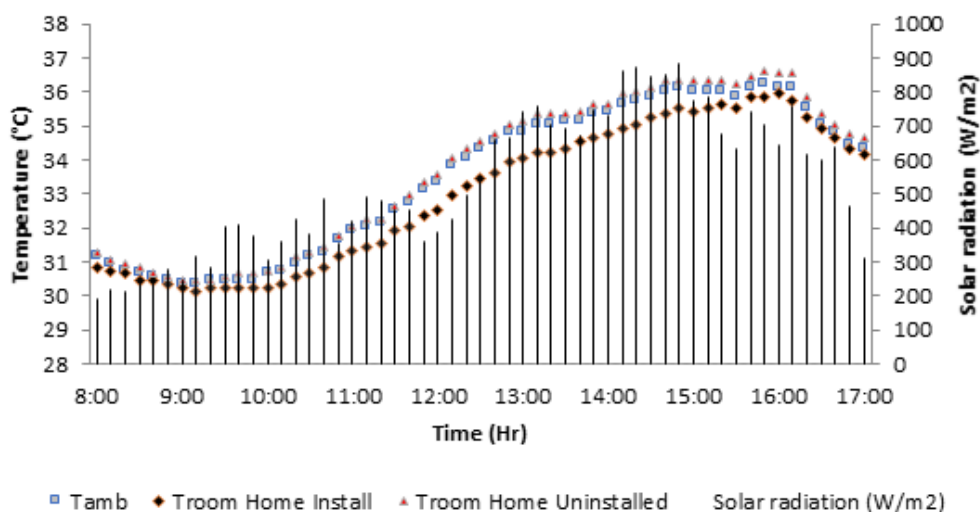
20/3/2020 08.00-17.00 น.



ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มของแสงรังสีอาทิตย์ขณะทำการทดลอง

ค่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมของอากาศบริเวณด้านนอกของบ้านจำลองทั้งสองหลังมีอุณหภูมิอยู่ที่ 30.35 - 36.25°C และมีค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์เท่ากับ 882.44 W/m²

20/3/2020 08.00-17.00 น.

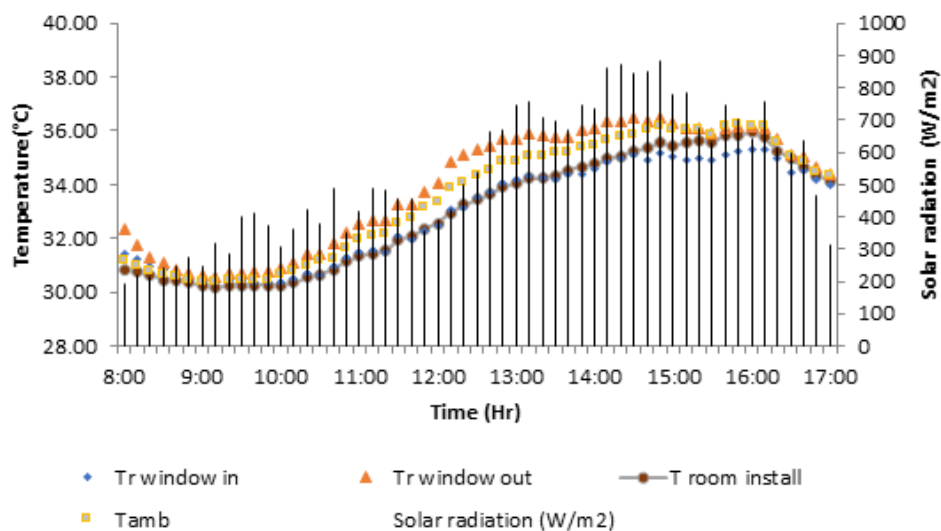


ภาพที่ 6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง

จากภาพที่ 6 อุณหภูมิภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศ (Home1) และอุณหภูมิบ้านหลังที่สองบ้านจำลองที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (Home2)

ทำการทดลองโดยการเปิดพัดลมเซลล์แสงอาทิตย์ในบ้านจำลอง ในช่วงเวลา 8.00 - 17.00 น. จะสังเกตได้ว่า อุณหภูมิของบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนจะมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 35.95°C อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 30.15°C และบ้านจำลองที่ไม่ติดตั้งมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 36.65°C ต่ำสุดอยู่ที่ 30.45°C โดยหลังจากเวลา 12.00 น. ไปจนถึงเวลา 16.00 น. จะเห็นได้ชัดว่าอุณหภูมิภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนจะมีอุณหภูมิภายในบ้านต่ำกว่าบ้านจำลองหลังที่ไม่ได้ติดตั้ง $1-2^{\circ}\text{C}$ โดยประมาณ

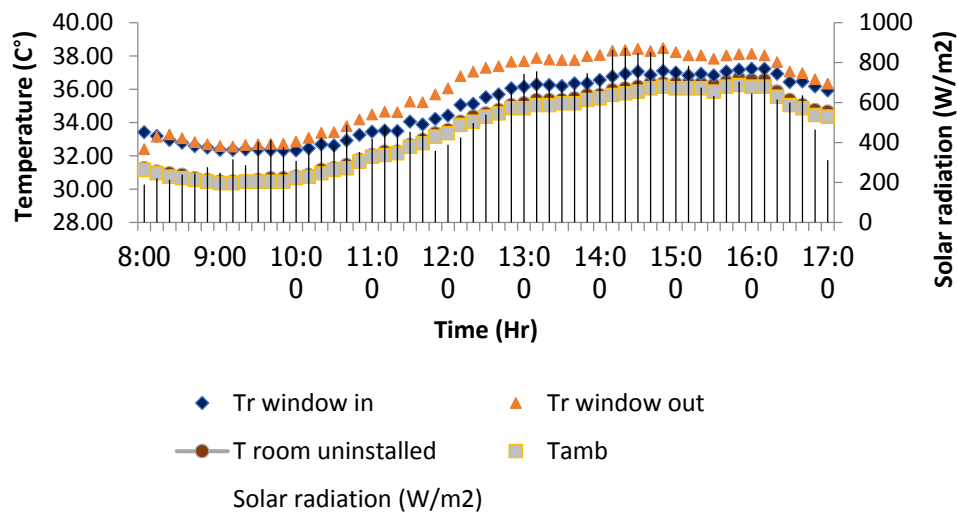
20/3/2020 08.00-17.00 น.



ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิหน้าต่างของบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิด
สุญญากาศ(Home1)

จากภาพที่ 7 อุณหภูมิเฉลี่ยบริเวณหน้าต่างของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์ทำงานร่วมกับพัดลมกระแสตรงและเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศ(Home1) ทำการทดลองโดยการเปิดพัดลมเซลล์แสงอาทิตย์ในบ้านจำลอง ในช่วงเวลา 8.00 - 17.00 น. โดยติดจุดวัดอุณหภูมิด้านในหน้าต่างทั้งหมด 6 จุด กระจกด้านในตัวบ้าน(T_1, T_2, T_3)มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 35.28°C ต่ำสุดอยู่ที่ 30.35°C กระจกด้านนอกตัวบ้าน(T_4, T_5, T_6)มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 36.52°C ต่ำสุดอยู่ที่ 30.58°C ในขณะที่อุณหภูมิห้องของบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนจะมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 35.95°C อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 30.15°C

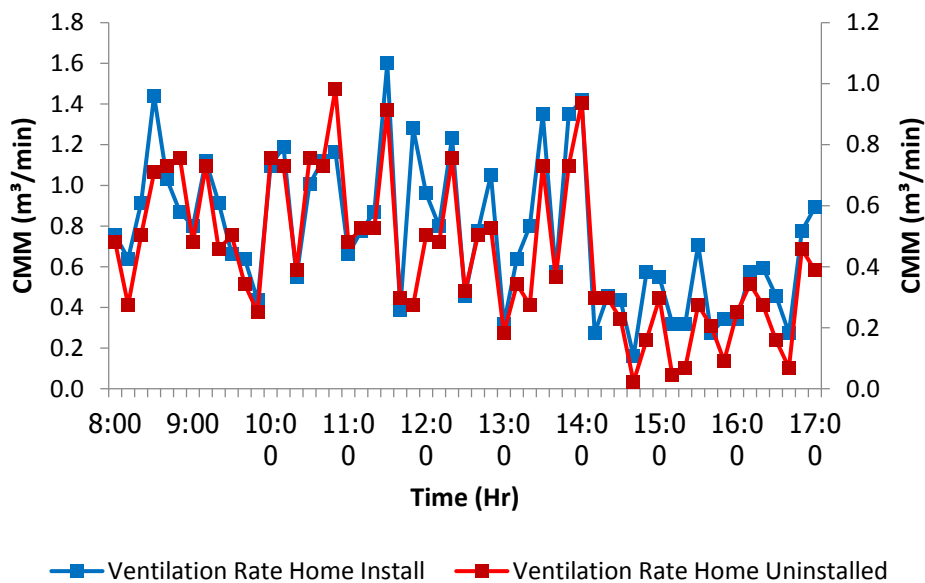
20/03/2020 08.00-17.00 น.



ภาพที่ 8 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิหน้าต่างของบ้านจำลองที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิด
สุญญากาศ(Home2)

จากภาพที่ 8 อุณหภูมิเฉลี่ยบริเวณหน้าต่างของบ้านจำลองที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อน(Home2) ทำ
การทดลองโดยทำการทดลองโดยการเปิดพัดลมเซลล์แสงอาทิตย์ในบ้านจำลอง ในช่วงเวลา 8.00 - 17.00 น.
โดยติดจุดวัดอุณหภูมิด้านในหน้าต่างทั้งหมด 6 จุด กระจกด้านในตัวบ้าน(T1,T2,T3)มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่
37.23°C ต่ำสุดอยู่ที่ 32.32°C กระจกด้านนอกตัวบ้าน(T4,T5,T6)มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 38.47°C ต่ำสุดอยู่ที่
32.40°C ในขณะที่อุณหภูมิห้องของบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนจะมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 36.55°C
อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 30.45°C

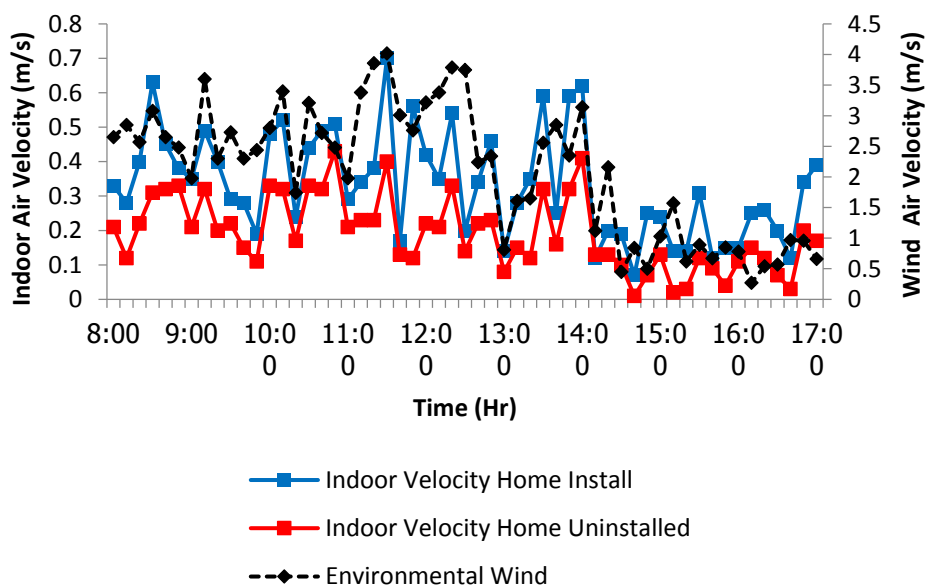
20/3/2020 8.00-17.00น.



ภาพที่ 9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการไหลเวียนของอากาศของบ้านจำลองทั้งสองหลัง

จากภาพที่ 9 ผลการเปรียบเทียบอัตราการไหลเวียนของอากาศระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งและไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศพบว่า บ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศ(Home1) จะมีค่าการไหลเวียนของอากาศอยู่ที่ 0.16-1.60 m³/min ซึ่งดีกว่าบ้านจำลองที่ไม่ได้ติดตั้งมีค่าการไหลเวียนของอากาศ(Home2)อยู่ที่ 0.02-0.98 m³/min

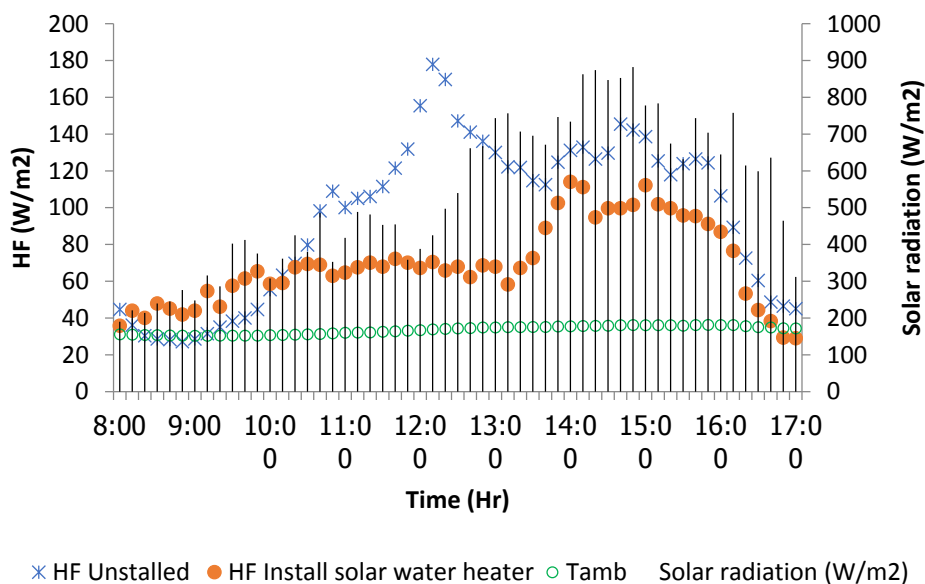
20/3/2020 8.00-17.00น.



ภาพที่ 10 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมสิ่งแวดล้อมและลมภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง

จากภาพที่ 10 จะพบว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์ทำงานร่วมกับพัดลมกระแสตรงและเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศ(Home1)มีการไหลเวียนของอากาศในห้องอยู่ที่ 0.12-0.63m/s ขณะที่อากาศภายนอกบ้านจำลองมีความเร็วลมอยู่ที่ 0.27-4.02m/s ซึ่งสูงกว่าห้องของบ้านจำลองที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อน(Home2)มีการไหลเวียนของอากาศในห้องอยู่ที่ 0.01-0.43m/s และอากาศภายนอกบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศมีความเร็วลมประมาณ 0.51-4.12m/s จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์ทำงานร่วมกับพัดลมกระแสตรงและเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์(Home1) มีการไหลเวียนของอากาศในห้องดีกว่าบ้านจำลองที่ไม่ได้ติดตั้ง(Home2)

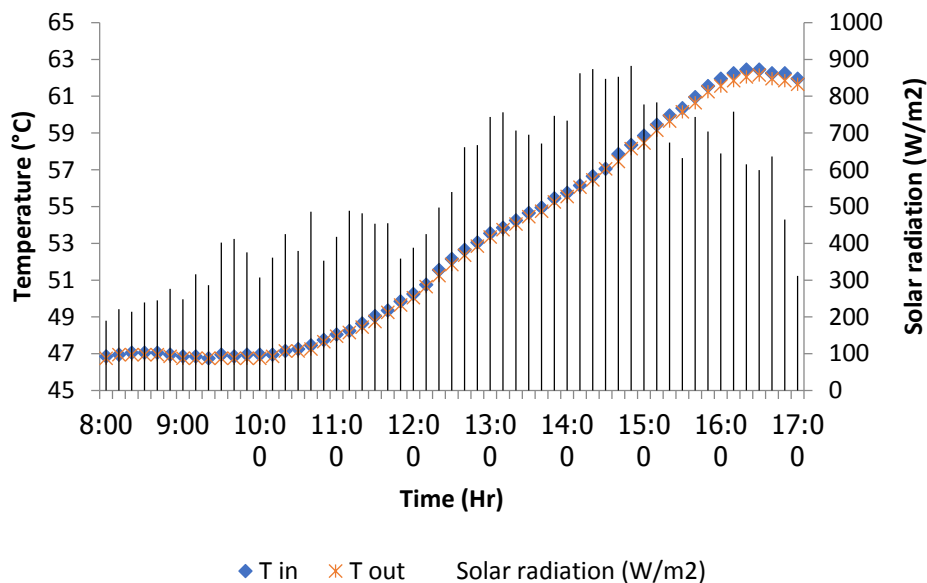
20/3/2020 8.00-17.00น.



ภาพที่ 11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหน้าต่างเข้าสู่ภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง

จากภาพที่ 11 ผลการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านบานกระจกหน้าต่างระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งและไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศพบว่า บ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์(Home1)มีค่าการนำความร้อนผ่านหน้าต่าง $HF=28.93-112.14 \text{ W/m}^2$ ต่ำกว่าบานหน้าต่างของบ้านจำลองที่ไม่ได้ติดตั้ง(Home2)ซึ่งมีค่าการนำความร้อน $HF=27.14-177.85 \text{ W/m}^2$ จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์ทำงานร่วมกับพัดลมกระแสตรงและเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์(Home1) สามารถลดความร้อนผ่านหน้าต่างเข้าสู่ตัวบ้านได้ดีกว่าบ้านที่ไม่ได้ติดตั้ง(Home2)คิดเป็นร้อยละ 31.67

20/3/2020 08.00-17.00 น.



ภาพที่ 12 กราฟแสดงอุณหภูมิของน้ำร้อนที่อยู่ในเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศของบ้านจำลองหลังที่หนึ่ง โดยวัดจากจุดบนและจุดล่างของหลอดแก้ว

จากภาพที่ 12 น้ำร้อนในถังน้ำร้อนวัดจากด้านบนมีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 46.75°C อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 62.45°C ด้านล่างมีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 46.75°C อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 62.15°C

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนและการระบายอากาศของบ้านจำลองที่ติดตั้งและไม่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีการเปิดและปิดพัดลมเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 8.00-17.00 น. จากการศึกษาทดลองพบว่าค่ารังสีอาทิตย์และค่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์ต่ออุณหภูมิของบ้านจำลองทั้งสองหลังในขณะทำการทดลอง เนื่องจากรังสีอาทิตย์ที่แผ่รังสีผ่านชั้นบรรยากาศมายังพื้นผิวโลกจะถูกชั้นบรรยากาศดูดกลืนไปบางส่วน และบางส่วนก็ถูกพื้นผิวโลกดูดกลืน จากนั้นก็จะกระจายผ่านบรรยากาศก่อนเดินทางออกสู่ภายนอกอีกครั้งหนึ่ง จากการถ่ายเทพลังงานของรังสีอาทิตย์จะเห็นได้ว่าปริมาณของรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบมายังพื้นผิวโลกจึงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม สังเกตได้จากในขณะทำการเก็บค่าบันทึกผลการทดลองของบ้านจำลองทั้งสองหลังในวันที่ท้องฟ้าปลอดโปร่ง มีเมฆน้อย รังสีอาทิตย์และค่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุดในเวลาประมาณเที่ยงวัน แล้วจะค่อยๆ ลดลงจนถึงค่าต่ำสุดเมื่อช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์เริ่มตก

สำหรับผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและการถ่ายเทความร้อนของบ้านจำลองทั้งสองหลังพบว่า บ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดสุญญากาศจะมีอุณหภูมิภายในบ้านต่ำกว่าบ้านจำลองที่ไม่ได้ติดตั้งประมาณ $1-2^{\circ}\text{C}$ (ในช่วงเวลากลางวัน) โดยมีค่าการไหลเวียนของอากาศภายใน

บ้านอยู่ระหว่าง 0.12-0.63 m/s ซึ่งมีค่าการไหลเวียนของอากาศสูงกว่าบ้านจำลองหลังที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อน และมีค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหน้าต่าง(ค่าHF)ดีกว่าบ้านจำลองหลังที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนถึงร้อยละ 30 สำหรับบ้านจำลองที่ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานร่วมกับพัดลมไฟฟ้ากระแสตรง สามารถผลิตอุณหภูมิน้ำร้อนได้ 47-62°C (ในช่วงเวลากลางวันที่มีแสงแดด)

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เหมาะที่จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่จะช่วยในการระบายอากาศตามอาคาร คอนโดมิเนียม หรือที่พักอาศัยที่ไม่มีหลังคาคอยช่วยในการรับความร้อนและระบายความร้อนออกจากตัวห้อง นอกจากนี้จะได้อุณหภูมิอากาศภายในห้องที่ลดลงแล้วเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ยังช่วยประหยัดพลังงานในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าจากการใช้เครื่องทำน้ำร้อน การลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ การระบายอากาศ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการทดสอบโดยมีการ เปิด และ ปิด เครื่องปรับอากาศด้วย
2. งานวิจัยนี้ไม่ได้มีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ก่อนการเก็บข้อมูลจริง จึงควรมีการจำลองเปรียบเทียบผลการทดลองจริงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
3. เนื่องจากงานวิจัยมีเป้าหมายต้องการสร้างระบบนี้กับที่อยู่อาศัยในชุมชนเมือง เน้นคอนโดมิเนียม ดังนั้นผู้วิจัยควรศึกษารูปแบบของคอนโดมิเนียมในชุมชนเมือง เพื่อศึกษาปัจจัยกระทบจากทิศทางลม และความเร็วลมต่อการระบายอากาศภายในตัวบ้าน

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณความช่วยเหลือของท่าน อ.ดร.เสกฐวุฒิ ดวงจันทร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.ปรีดา จันทวงษ์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาร่วมในการควบคุมการทำวิจัยในครั้งนี้ ที่ให้แนวคิดและคอยแนะนำช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ อีกทั้งช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานในการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ ตลอดจนการเก็บค่าบันทึกผลการทดลองอีกด้วย ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.โจเซฟ เคดารี ศ.ดร.จงจิตร หิรัญลาภ และ ดร.สุเมธ สติบุญอนันต์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, (2552). [ออนไลน์]. ศักยภาพรังสีรวม ปี 2552. [สืบค้น วันที่ 3 มีนาคม 2563]. จาก

https://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=42135&filename=index

กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, (2560). [ออนไลน์]. แผนที่ศักยภาพรังสีอาทิตย์ของเดือนต่างๆ.

[สืบค้นวันที่ 29 ธันวาคม 2562]. จาก http://www.dede.go.th/article_attach

กระทรวงพลังงาน, (2562). [ออนไลน์]. สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน. [สืบค้นวันที่ 26 ธันวาคม 2562].

จาก https://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=48247

Chantawong, P., Hirunlabh, J., and Khedari, J. (2012). **Experimental study of a glass block double – facade with integrated photovoltaic panels with house model**. SEGA 03 March 14-16, Chaopraya Park Hotel, Bangkok, Thailand, BT11.

P. G. Loutzenhiser, et al. (2008). **Empirical validations of solar gain models for a glazing unit with exterior and interior blind assemblies**, Journal of Energy and Buildings, vol. 40, pp.330-340,

P. Chantawong. **Study of Glazed Solar Chimney with Venetian Blind Under Hot Humid Climate of Bangkok**, Engineering Journal of Siam University, vol. 11, Issue 2, no. 21, pp. 288-297, July – December, 2010 (in Thai).

R. Levinson, et al. (2007).: **Cool tile-roofed buildings with near-infrared-reflective non-white Coatings**. Journal of Building and Environment. Vol.42, 2591-2605.