

การพัฒนาและประสิทธิภาพชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System Development and Efficiency of the Shading Device with Passive and Active Mixed Cooling System

อภิชัย ไพรสินธุ์^{1*} นิคม ลนขุนทด², อรุณ อุ๋นไธสง³,
อัษฎา วรรณกายนต์¹, เทียงธรรม สิทธิจันทเสน¹

Praisin, A.^{1*}, Lonkuntosh, N.², Aunthaisong, A.³, Wannakayont, A.¹
& Sittichantasen, T.¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ คือ เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดแผงกันแดดโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้อง และเพื่อเปรียบเทียบอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศและหาจุดคุ้มทุนชุดแผงกันแดด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ 2) แบบประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ 3) ตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้อง 4) ตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

Faculty of Industrial Technology, Surin Rajabhat University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

Assistant Professor, Dr. Faculty of Industrial Technology, Surin Rajabhat University

³ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus

*Corresponding author. E-mail: praisin.ap@gmail.com

ผลการวิจัย พบว่า การออกแบบชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System มีองค์ประกอบร่วมกัน 7 ด้านและได้นำมาใช้ประยุกต์เพื่อพัฒนาแบบร่างชุดแผงกันแดดผลการออกแบบและพัฒนาแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ในการประมวลผล พบว่า ระยะยื่นของหลังคาแผงกันแดดที่ดีที่สุด คือ ระยะ 1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างระแนงที่ดีที่สุด คือ ระยะ 5 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแนวระแนงและอาคาร ระยะที่เลือก คือ ระยะ 40 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการสร้างระแนงแผงกันแดด วัสดุที่เลือก คือ อะลูมิเนียม สีของวัสดุที่ใช้ในการสร้างแผงกันแดด สีของวัสดุที่เลือก คือ สีน้ำตาล ความกว้างของระแนง ขนาดที่ดีที่สุด คือ ระยะ 10 เซนติเมตร ผลการประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ จากผู้เชี่ยวชาญ ในภาพรวมอยู่ในระดับที่ดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.45 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.69 ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้อง พบว่า ผลต่างค่าเฉลี่ยระหว่างอุณหภูมิผนังห้องภายนอกทั้ง 2 ห้อง เท่ากับ 3.4 องศาเซลเซียส ผลต่างค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 1.2 kWh/ครั้ง และมีจุดคุ้มทุนในการติดตั้งชุดแผงกันแดดอยู่ที่ประมาณ 8 ปี

คำสำคัญ : การพัฒนาและหาประสิทธิภาพ, ชุดแผงกันแดด, ระบบธรรมชาติ, ระบบทางกล, จุดคุ้มทุน

Abstract

This research aimed to study the designing methodology of the shading device as Passive & Active Mixed Cooling System (P&A), to design and develop the shading device by Autodesk Revit program, to study the efficiency in temperature decreasing of the wall, and to study the electricity consumption rates of air-conditioners in order to find out the break-even point for installing the shading device. The tools used in this research included: 1) the draft of 3 dimensions model of the shading device, 2) the quality assessment form of the draft of 3 dimensions model, 3) the record table for the experiments that compared the efficiency in temperature decreasing of the wall in 2 rooms, 4) the record table for the experiments about electricity consumption rates of air-conditioners to find out the break-even point. This research used the statistics to analyze the data including Mean and Standard Deviation.

The results showed that the concept of P&A was the application of those 7 components to develop the shading device draft, the result of 3 dimensions model of

the shading device showed that the best extension of the shading device was 1.5 meters, while the optimum space between battens was 5 centimeters and space between the building was designed by 40 centimeters. The batten was built by using aluminum with the brown color and 10 centimeters width. The overall result of quality assessment from the experts was in a good level. The mean value was 4.45 and the standard deviation was 0.69. The result from comparing the efficiency in temperature decreasing of the 2 types rooms showed that the difference of the average temperature within the 2 rooms was 3.4 Celsius. The difference of electricity consumption of the air conditioners was 1.2 kWh. Besides, the break-even point of the installation of the shading device was 8 years.

Keywords: Development and Efficiency, Shading Device, Passive Cooling System, Active Cooling System, break-even point

บทนำ

ในปัจจุบันสภาพปัญหาโลกร้อนซึ่งเกิดจากการที่มีก๊าซเรือนกระจกลอยตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศของโลกมากเกินไป ทำให้แสงอาทิตย์ที่สาดส่องเข้ามาสู่โลกไม่สามารถที่สะท้อนกลับไปได้ด้านนอกได้ เมื่อสะท้อนกลับไม่ได้ ความร้อนต่างๆ ที่เกิดขึ้นก็วนเวียนอยู่ในโลก ก่อให้เกิดอุณหภูมิที่สูงขึ้นทั่วโลก โดยองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization (WMO), (2560) ระบุว่าช่วงระหว่างปี 2015-2018 อุณหภูมิโลกโดยเฉลี่ยมีความร้อนสูงสุดเท่าที่เคยบันทึกสถิติ ด้วยเหตุจากสภาพปัญหาข้างต้น ส่งผลกระทบต่อการอยู่อาศัย หรือปัญหาด้านสภาวะความน่าสบาย (Comfort Zone) โดยเฉพาะการอยู่อาศัยใน

พื้นที่เมืองที่มีความหนาแน่นสูงและมีพื้นที่สีเขียวไม่เพียงพอ

สืบเนื่องจากทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติและสังคมฉบับที่ 12 (2560-2564) (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สำนักงานนายกรัฐมนตรี, 2558) ที่แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ชนบทมาเป็นพื้นที่เมืองมากขึ้น อันเป็นผลมาจากการเตรียมรองรับการพัฒนาเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน สอดคล้องกับแนวโน้มราคาประเมินที่ดินในปี 2559-2562 ที่ทั่วประเทศจะสูงขึ้น 25% โดยเฉพาะในพื้นที่ใจกลางเมืองอย่างกรุงเทพมหานคร พื้นที่ตามแนวเส้นทางรถไฟความเร็วสูง และพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษ ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นกว่า 30-40% โดยเฉลี่ย (กรมธนารักษ์, 2558) ผลกระทบจากบริบทที่เปลี่ยนแปลงอย่าง

รวดเร็วของประเทศ ก่อให้เกิดสภาพปัญหาต่างๆ และหนึ่งในประเด็นปัญหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะในเขตเมืองใหญ่ และบริเวณโดยรอบคือ พื้นที่สีเขียวของเมืองที่ลดลง ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เคยเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ที่อยู่อาศัย กลายเป็นพื้นที่พาณิชยกรรม และพื้นที่รองรับเขตอุตสาหกรรมมากขึ้น จากการที่พื้นที่สีเขียวลดลง โดยเฉพาะในเขตเมือง ได้ส่งผลกระทบต่อทางด้านสภาพภูมิอากาศที่มีแนวโน้มที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยจากสภาพปัญหาโลกร้อนที่เกิดขึ้นทั่วโลกในปัจจุบัน ทำให้เครื่องปรับอากาศกลายเป็นปัจจัยสำคัญในการอยู่อาศัยภายในอาคาร ซึ่งยิ่งกลายเป็นการเพิ่มการใช้พลังงานทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น จากประเด็นปัญหาจะเห็นได้ถึงข้อจำกัดในการออกแบบอาคารให้ เป็นไปตามหลักการออกแบบโดยการพึ่งพาธรรมชาติ (Passive Design) ดังนั้นการออกแบบ ตึกแถว อาคารพาณิชย์หรือห้องพักในอาคารสูง จึงได้นำเอาหลักการออกแบบโดยการพึ่งพาเทคโนโลยี (Active Design) เข้ามาช่วยในการ ออกแบบให้อาคารเป็นระบบปิดและอาศัยการทำงาน ของระบบปรับอากาศในการสร้างสภาวะ น่าสบายให้กับอาคารเป็นหลัก ซึ่งในปัจจุบันได้มีการศึกษาแนวทางในการสร้างกรอบอาคารเพื่อ เป็นองค์ประกอบในการช่วยลดความร้อนเข้าสู่ ตัวอาคารทั้งในระบบที่เป็นแบบ Passive Cooling System และ Active Cooling System โดยทั้งสองระบบต่างมีประสิทธิภาพในการลด

ความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร และมีหนึ่งแนวคิดในการออกแบบกรอบอาคาร นอกจากการ ออกแบบช่องเจาะ ที่เหมาะสมในการรับแสงแดด และระบายอากาศแล้ว การสร้างแผงกันแดด ของอาคารยังเป็นทางเลือกหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการออกแบบเพื่อลดความร้อนเข้าสู่ภายใน อาคาร แต่ในปัจจุบัน การสร้างแผงกันแดด โดยทั่วไปนั้น เป็นการออกแบบแผงกันแดดที่ ไม่ได้ นำหลักการหรือแนวคิดทางด้าน สถาปัตยกรรมมาช่วยวิเคราะห์ จึงทำให้แผงกัน แดดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่มีประสิทธิภาพ เท่าที่ควร (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ อนุรักษ์พลังงาน, 2560)

จากเหตุผลดังกล่าวในข้างต้น ผู้วิจัยจึงมี แนวความคิดที่จะพัฒนาชุดแผงกันแดด โดย นำเอาแนวคิด Passive Design และ Active Design ซึ่งเป็นแนวคิดทางด้านสถาปัตยกรรมมา ผสมผสานกันระหว่าง การพึ่งพาธรรมชาติและ การพึ่งพาเทคโนโลยี รวมถึงการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ที่สามารถ ประมวลผลหาค่าอัตราการใช้พลังงานของตัว แปรที่เหมาะสม เพื่อช่วยในการออกแบบชุดแผง กันแดดที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการ ออกแบบชุดแผงกันแดดที่เหมาะสมกับตึกแถว อาคารพาณิชย์หรือห้องพักในอาคารสูง ซึ่งมี ข้อจำกัดในด้านพื้นที่ภายในเมือง ชุดแผงกันแดด นี้จะช่วยในการลดความร้อนที่จะเข้าสู่อาคาร ลด การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ และช่วย ประหยัดค่าใช้จ่าย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System
2. เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้อง
4. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศและหาจุดคุ้มทุนชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบชุดแผงกันแดดด้วย Passive Cooling System และ Active Cooling System เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังภายนอกของห้อง และหาอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศควบคู่กันไป โดยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ด้านการออกแบบและการพัฒนา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและการพัฒนาชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 การออกแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วย Passive & Active Mixed Cooling System ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Autodesk Revit ในการประมวลผลหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมในการสร้างชุดแผงกันแดด

1.2 การพัฒนาชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบให้สอดคล้องกับทิศทางเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ซึ่งในการทดลองนี้ ห้องทดสอบหันหน้าไปทางด้านทิศตะวันตกซึ่งแดดมีการสะสมความร้อนตลอดทั้งวัน จึงจำเป็นต้องออกแบบแผงกันแดดที่มีระแนงแนวตั้ง มีความถี่ และออกแบบโดยอาศัยเทคโนโลยีของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อมาขับเคลื่อนพัดลมระบายอากาศถูกติดตั้งในตัวชุดแผงกันแดดเพื่อป้องกันความร้อนสะสมที่จะเข้าสู่ผนังและช่องหน้าต่าง

1.3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตัวแปรที่เหมาะสมในการสร้างชุดแผงกันแดด ได้แก่

1.3.1 ระยะยื่นของหลังคาชุดแผงกันแดด

1.3.2 ระยะห่างระหว่างระแนง

1.3.3 ระยะห่างระหว่างแนวระแนงกับอาคาร

1.3.4 วัสดุที่ใช้ในการสร้างชุดแผงกันแดด

1.3.5 สีของวัสดุที่ใช้ในการสร้างชุดแผงกันแดด

1.3.6 ความกว้างของระแนง

1.4 โปรแกรม Autodesk Revit ผู้วิจัยได้ใช้ในการออกแบบและประมวลผลหาค่าตัวแปรต่างๆที่เหมาะสม โดยใช้ Autodesk Revit 2019 Student Version

2. ด้านการศึกษาแผงกันแดด

ด้านการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพและอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศในการลดอุณหภูมิผนังภายนอกของห้องที่ติดตั้งชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System

2.1 ใช้ชั้นสามของอาคารพาณิชย์ 2 คูหา ได้แก่ เลขที่ 29/6 และเลขที่ 29/5 ถ.สุริยราช ต.ในเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์ เป็นห้องทดลอง

2.2 ช่วงเวลาในการทดลองประสิทธิภาพ ได้แก่ เดือนตุลาคม 2561 เวลา 13.00-17.00 น. รวมเป็นระยะเวลา 31 วัน

2.3 อุณหภูมิห้องที่ใช้ในการทดลองประสิทธิภาพ ได้แก่ 25 องศาเซลเซียส

2.4 ขนาดห้องที่ใช้ในการทดลองประสิทธิภาพ ได้แก่ กว้าง 4.6 เมตร ยาว 6.2 เมตร (พื้นที่ 28.52 ตารางเมตร)

2.5 ขนาดของเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ 17,000 บีทียู จำนวน 2 เครื่อง

2.6 เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิห้อง ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิผนังห้องภายนอก ได้แก่ อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์

2.7 เครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ กิโลวัตต์อาร์มิเตอร์

3. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การออกแบบและพัฒนาชุดแผงกันแดด ด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System

3.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

3.2.1 คุณภาพจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

3.2.2 ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังภายนอกของห้อง

3.2.3 อัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

3.2.4 จุดคุ้มทุนในการออกแบบและติดตั้งชุดแผงกันแดด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

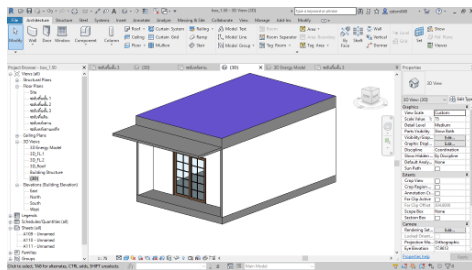
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ แบบประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ชุดแผงกันแดด ตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้องที่ติดตั้งชุดแผงกันแดดกับห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกันแดด และตารางบันทึกผลการทดลองอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาจุดคุ้มทุนในการติดตั้งชุดแผงกันแดดและห้องที่ไม่ติดตั้ง

1.1 การสร้างแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วย Passive & Active Mixed Cooling System

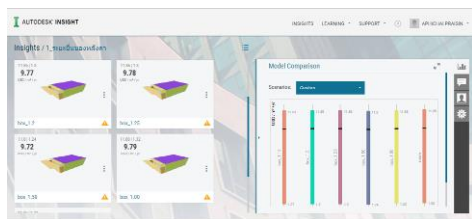
1.1.1 ร่างแบบชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System ลงกระดาดด้วยมือ

1.1.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนแบบในแต่ละตัวแปร ทดสอบ และเลือกตัวแปรในการสร้างชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System ที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้ โปรแกรม Autodesk Revit ในการประมวลผล

1) ทดสอบระยะยื่นของหลังคาชุดแผงกันแดด ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบระยะยื่นของหลังคาชุดแผงกันแดดที่เหมาะสมเพื่อประมวลผลหาค่าอัตราการใช้พลังงาน



ภาพที่ 1 การทดสอบระยะยื่นของหลังคาชุดแผงกันแดดที่เหมาะสม

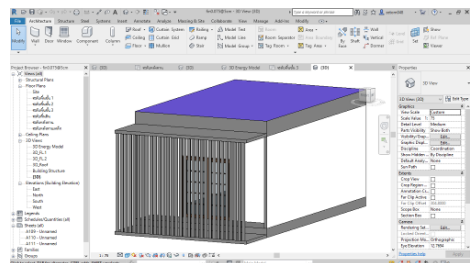


ภาพที่ 2 ผลการทดสอบระยะยื่นของหลังคาชุดแผงกันแดดที่เหมาะสม

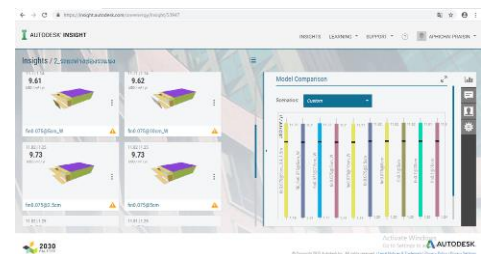
การทดสอบระยะยื่นของหลังคาแผงกันแดด โดยใช้ โปรแกรม Autodesk Revit ในการประมวลผลพบว่า ระยะยื่นของหลังคาแผงกัน

แดดที่ลดค่าอัตราการใช้พลังงานที่ดีที่สุด คือ ระยะ 1.5 เมตร

2) ทดสอบระยะห่างระหว่างระแนง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบระยะห่างระหว่างระแนงที่เหมาะสมเพื่อประมวลผลหาค่าอัตราการใช้พลังงาน



ภาพที่ 3 การทดสอบระยะห่างระหว่างระแนงที่เหมาะสม

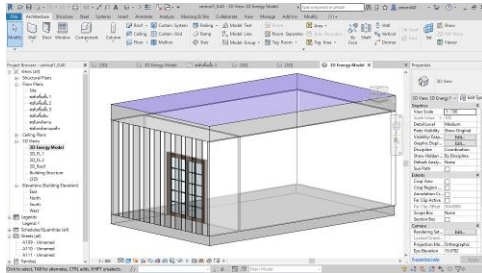


ภาพที่ 4 ผลการทดสอบระยะห่างระหว่างระแนงที่เหมาะสม

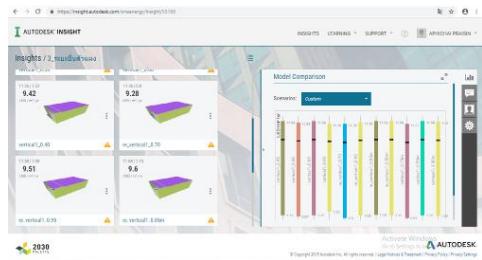
การทดสอบระยะห่างระหว่างระแนง โดยใช้ โปรแกรม Autodesk Revit ในการประมวลผลพบว่า ระยะห่างระหว่างระแนงที่ลดค่าอัตราการใช้พลังงานที่ดีที่สุด คือ ระยะ 5 เซนติเมตร

3) ทดสอบระยะห่างระหว่างแนวระแนงและอาคาร ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบระยะห่าง

ระหว่างแนวระแนงและอาคารที่เหมาะสมเพื่อ
ประมวลผลหาค่าอัตราการใช้พลังงาน



ภาพที่ 5 การทดสอบระยะห่างระหว่างแนวระแนงและ
อาคารที่เหมาะสม

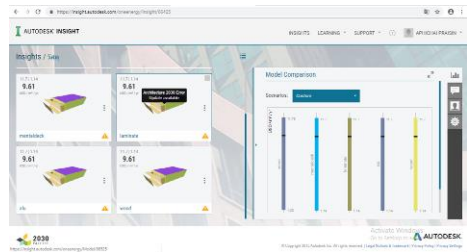


ภาพที่ 6 ผลการทดสอบระยะห่างระหว่างแนวระแนง
และอาคารที่เหมาะสม

การทดสอบระยะห่างระหว่างแนวระแนง
กับอาคาร โดยใช้ โปรแกรม Autodesk Revit
ในการประมวลผลพบว่า ระยะห่างระหว่างแนว
ระแนงกับอาคารที่ลดค่าอัตราการใช้พลังงานที่ดี
ที่สุด คือ ระยะ 70 เซนติเมตร แต่จากการติดตั้ง
จริงนั้น จะเกิดปัญหาในการเลื่อนเปิด-ปิด แผง
กันแดด เนื่องจากเป็นระยะที่ไกลเกินเอื้อมมือถึง
ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการยศาสตร์ (Ergonomics)
มาใช้ในการเลือกระยะห่างระหว่างแนวระแนง
กับอาคาร ที่เหมาะสมกับร่างกายที่ผู้ใช้งาน
สามารถเลื่อน เปิด-ปิด แผงกันแดดได้อย่าง

สะดวกสบาย คือ ระยะ 40 เซนติเมตร ซึ่งมีอัตรา
การใช้พลังงานที่ีตรงลงมา

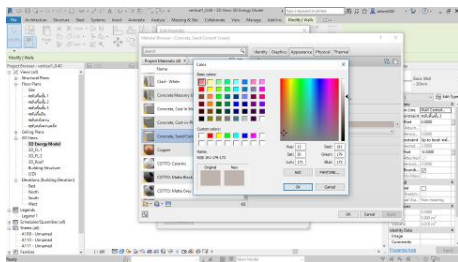
4) ทดสอบวัสดุที่ใช้ในการสร้างแผงกัน
แดด ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบวัสดุที่ใช้ในการ
สร้างแผงกันแดดที่เหมาะสมเพื่อประมวลผลหา
ค่าอัตราการใช้พลังงาน



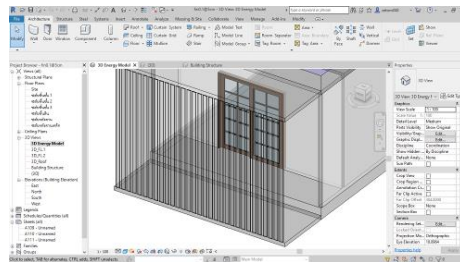
ภาพที่ 7 การทดสอบวัสดุที่ใช้ในการสร้างแผงกันแดด

การทดสอบวัสดุที่ใช้ในการสร้างระแนง
แผงกันแดด โดยใช้ โปรแกรม Autodesk Revit
ในการประมวลผล พบว่า วัสดุต่างๆที่นำมา
ทดสอบมีค่าอัตราการใช้พลังงานไม่แตกต่างกัน
ดังนั้น การนำวัสดุมาใช้ในการทำแผงกันแดด จึง
ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ที่จะนำวัสดุมาใช้
ในการสร้างแผงกันแดด ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย
ได้เลือกใช้ อะลูมิเนียม มาใช้ในการทำระแนง
แผงกันแดด เนื่องจากมีความทนทานจึงทำให้มี
อายุการใช้งานที่ยาวนาน และมีน้ำหนักเบาทำให้
การออกแบบโครงสร้างมีน้ำหนักเบา ประหยัด
ปลอดภัย

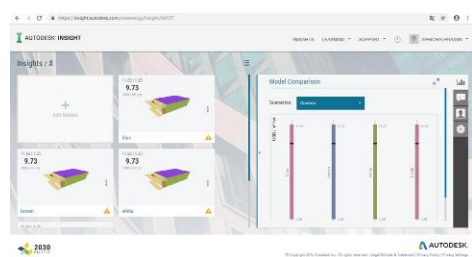
5) ทดสอบสีของวัสดุที่ใช้ในการสร้างแผง
กันแดด ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบสีของวัสดุที่
ใช้ในการสร้างแผงกันแดดที่เหมาะสมเพื่อ
ประมวลผลหาค่าอัตราการใช้พลังงาน



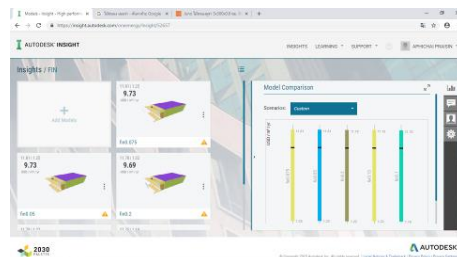
ภาพที่ 8 การทดสอบสีของวัสดุที่ใช้ในการสร้างแผงกันแดด



ภาพที่ 10 การทดสอบความกว้างของระแนง



ภาพที่ 9 ผลการทดสอบสีของวัสดุที่ใช้ในการสร้างแผงกันแดด



ภาพที่ 11 ผลการทดสอบความกว้างของระแนง

การทดสอบสีของวัสดุที่ใช้ในการสร้างแผงกันแดด โดยใช้ โปรแกรม Autodesk Revit ในการประมวลผล พบว่า สีต่าง ๆ ที่นำมาทดสอบมีค่าอัตราการใช้พลังงาน ไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การนำสีของวัสดุมาใช้ในการทำแผงกันแดด จึงขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้และสีของวัสดุที่มีขายในท้องตลาด ในที่นี้ผู้วิจัยได้เลือกสีของวัสดุ ได้แก่ สีน้ำตาล เพราะกลมกลืนเหมาะสมกับอาคาร

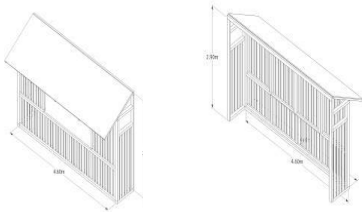
6) ทดสอบความกว้างของระแนง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบความกว้างของระแนงที่เหมาะสมเพื่อประมวลผลหาค่าอัตราการใช้พลังงาน

ตารางที่ 1 สรุปการทดสอบตัวแปรทั้ง 6 ตัวแปร

ลำดับ	รายการตัวแปร	ค่าที่ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุด	อัตราการใช้พลังงาน (คอลลาเรสหรัฐ ต่อตารางเมตร ต่อปี)
1	ระยะยื่นของหลังคาชุดแผงกันแดด	1.50 ม.	9.72
2	ระยะห่างระหว่างระแนง	5 ซม.	9.61
3	ระยะห่างระหว่างแนวระแนงกับอาคาร	40 ซม.	9.42
4	วัสดุที่ใช้ในการสร้างแผงกันแดด	อะลูมิเนียม	9.61
5	สีของวัสดุที่ใช้ในการสร้างแผงกันแดด	สีน้ำตาล	9.73
6	ความกว้างของระแนงแผงกันแดด	10 ซม.	9.67

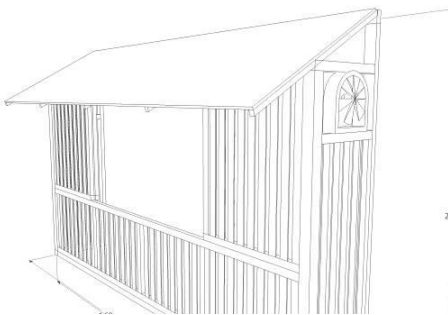
การทดสอบความกว้างของระแนงแผงกันแดด โดยใช้ โปรแกรม Autodesk Revit ในการประมวลผลพบว่า ความกว้างของระแนงแผงกันแดดที่ลดค่าอัตราการใช้พลังงานที่ดีที่สุด คือ ขนาดความกว้างเท่ากับ 10 เซนติเมตร

1.1.3 ร่างแบบชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System 3 มิติ ในโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการเขียนแบบ 3 มิติ เพื่อให้เห็นภาพบรรยากาศเสมือนจริง



ภาพที่ 12 แบบร่างชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System 3 มิติ

1.1.4 ออกแบบแนวทางการใช้พัดลมมาช่วยในการระบายความร้อนของชุดแผงกันแดด



ภาพที่ 13 แบบร่างชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System 3 มิติ

ผู้วิจัยได้เลือกใช้พัดลมขนาด 14 นิ้ว 90 วัตต์ จำนวน 2 ตัว ซึ่งเป็นพัดลมระบายอากาศให้กับหม้อน้ำของรถยนต์ เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย ตามท้องตลาด ราคาถูก และไม่ต้องตัดแปลงวงจรไฟฟ้า สามารถนำมาใช้กับเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อขับเคลื่อนพัดลมในการระบายความร้อนของชุดแผงกันแดด เป็นการลดการใช้พลังงานอีกทางหนึ่ง

1.1.5 ได้แบบร่างชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System นำแบบร่างมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.1.6 ได้แบบร่างชุดแผงกันแดด ด้วย Passive & Active Mixed Cooling System ที่สมบูรณ์เพื่อนำไปพัฒนาต่อไป



ภาพที่ 14 แบบร่างชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System 3 มิติที่สมบูรณ์

1.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วย Passive & Active Mixed Cooling System

แบบสอบถามประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วย Passive & Active Mixed Cooling System ผู้วิจัยได้ดำเนินการ

สร้าง โดยมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือตามลำดับต่อไปนี้

1.2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างแบบสอบถาม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System

1.2.2 กำหนดประเด็น เนื้อหา และขอบเขตที่จะทำการแบบสอบถามตามวัตถุประสงค์ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการ

1.2.3 สร้างแบบสอบถามประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System ฉบับร่าง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดรายการแบบสอบถามในด้านต่าง ๆ ไว้ แบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ

1) ตอนที่ 1 การแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพของแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System ที่ออกแบบขึ้น ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบด้านวัสดุอุปกรณ์, ด้านการใช้งาน และด้านการติดตั้งและการบำรุงรักษา

2) ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่นๆจากผู้เชี่ยวชาญ

1.2.4 แบบสอบถามประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System เป็นแบบสอบถาม ชนิดมาตราส่วนประเมินค่า

(Rating Scale) แบ่งระดับออกเป็น 5 ระดับการพิจารณา มีดังนี้ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

1.2.5 นำแบบสอบถามประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System ฉบับร่างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาสาระสำคัญ ประเด็นข้อคำถามในเรื่องที่ต้องการศึกษา ภาษาที่ใช้ชัดเจนหรือไม่ พิมพ์ผิดหรือสะกดผิดหรือไม่ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข

1.2.6 นำแบบสอบถามประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System ฉบับร่างเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา สาระสำคัญ ประเด็นข้อคำถามในเรื่องที่ต้องการศึกษาอีกครั้งและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข

1.2.7 นำแบบสอบถามประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแล้ว จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System ต่อไป ดังแสดงในภาคผนวก

1.3 การสร้างชุดแผงกันแดด ด้วย Passive & Active Mixed Cooling System

1.3.1 นำแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ ด้วย Passive & Active Mixed Cooling System ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ไปประมาณราคาค่าก่อสร้าง

1.3.2 จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์

1.3.3 ดำเนินการสร้างชุดแผงกันแดดด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System



ภาพที่ 15 ดำเนินการสร้างชุดแผงกันแดด

1.3.4 ทดสอบชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System และมีการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์

1.3.5 ได้ชุดแผงกันแดดด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System เพื่อใช้ในการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้องและคำนวณอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ นำมาเปรียบเทียบเพื่อหาจุดคุ้มทุนในการติดตั้งชุดแผงกันแดดแบบ Passive & Active Mixed Cooling System กับห้องที่ไม่ติดตั้งแผงกันแดด



ภาพที่ 16 ชุดแผงกันแดดด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System ที่สมบูรณ์

1.4 การสร้างตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้อง

1.4.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของหลักการ Passive Cooling System และ หลักการ Active Cooling System เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้อง

1.4.2 สร้างตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้อง ฉบับร่าง

1.4.3 นำตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้อง เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาสาระสำคัญ ประเด็นในการทดลองและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข

1.4.4 นำตารางตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้องฉบับร่างมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแล้ว จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลการทดลองต่อไป

1.5 การสร้างตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

1.5.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลักการ Passive Cooling System และ หลักการ Active Cooling System เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

1.5.2 สร้างตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศฉบับร่าง

1.5.3 นำตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาสาระสำคัญ ประเด็นในการทดลองและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข

1.5.4 นำตารางบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศฉบับร่าง มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลการทดลองต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาแนวทางการออกแบบชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังนี้

1.รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร ตำรา เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับทางการออกแบบชุดแผงกันแดดแบบ Passive Cooling System และ Active Cooling System

2.ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทางการออกแบบชุดแผงกันแดดแบบ Passive Cooling System และ Active Cooling System

3.นำข้อมูลจากเอกสาร ตำรา เอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทางการออกแบบชุดแผงกันแดดแบบ Passive Cooling System และ Active Cooling System เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบที่เหมาะสมในการออกแบบชุดแผงกันแดดแบบ Passive & Active Mixed Cooling System

4.ร่างแบบชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System ลงกระดาษด้วยมือ

5. ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบหาตัวแปรที่เหมาะสมโดยใช้ โปรแกรม Autodesk Revit ในการประมวลผล

6.ร่างแบบชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System 3 มิติ

7. ประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ จากผู้เชี่ยวชาญ

8. นำมาแบบร่างชุดแผงกันแดด 3 มิติ มาดำเนินการสร้างและติดตั้ง

9. จัดเตรียมสถานที่ในการทดลองเพื่อทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้องและหาอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ นำมาเปรียบเทียบเพื่อหาจุดคุ้มทุน ระหว่างห้องที่ติดตั้งชุดแผงกันแดดกับห้องที่ไม่ติดตั้ง

10. ผู้วิจัยทำการทดลอง ตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ ดังนี้

10.1 ผู้วิจัยได้ทดลองในช่วงเวลา 13.00-17.00 น. จำนวน 31 วัน

10.2 ผู้วิจัยได้ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้มีอุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส

10.3 ผู้วิจัยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิห้อง ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ อุณหภูมิผนังห้องภายนอก ได้แก่ อินฟราเรด เทอร์โมมิเตอร์ และอัตราการใช้ไฟฟ้า ได้แก่ กิโลวัตต์อวาร์มิเตอร์

11. ทำการจดบันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้อง และอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ นำมาเปรียบเทียบเพื่อหาจุดคุ้มทุน ระหว่างห้องที่ติดตั้งชุดแผงกันแดด กับผนังห้องที่ไม่ติดตั้ง

12. ผู้วิจัยทำการสรุปผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้องและอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

นำมาเปรียบเทียบเพื่อหาจุดคุ้มทุน ระหว่างห้องที่ติดตั้งชุดแผงกันแดดกับผนังห้องที่ไม่ติดตั้ง



ภาพที่ 17 ชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System ที่ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาและประสิทธิภาพชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System สามารถสรุปผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ผลการศึกษาแนวทางออกแบบชุดแผงกันแดดด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System พบว่า การออกแบบชุดแผงกันแดดด้วยหลักการ Passive Cooling System เป็นการออกแบบเพื่อให้เกิดความเย็นโดยการพึ่งพาธรรมชาติ มีองค์ประกอบ 6 ด้าน และการออกแบบแผงกันแดดด้วยหลักการ Active Cooling System มีองค์ประกอบเดียว คือ ด้านการใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการระบายอากาศ ดังนั้น หลักการออกแบบชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System จึงนำองค์ประกอบทั้ง 7 ด้านมาใช้ร่วมกันเพื่อพัฒนาชุดแผงกันแดดให้สามารถพึ่งพาธรรมชาติและ

เทคโนโลยี ป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่อาคาร และก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการระบายความร้อนได้ดีขึ้น

2. ผลการออกแบบและพัฒนาชุดแผงกันแดดแบบ Passive & Active Mixed Cooling System ด้วยโปรแกรม Autodesk Revit พบว่า ระยะยื่นของหลังคาแผงกันแดดที่ดีที่สุด คือ ระยะ 1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างระแนงที่ดีที่สุด คือ ระยะ 5 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแนวระแนงและอาคาร ระยะที่เลือก คือ ระยะ 40 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการสร้างระแนงแผงกันแดด วัสดุที่เลือก คือ อะลูมิเนียม สีของวัสดุที่ใช้ในการสร้างแผงกันแดด สีของวัสดุที่เลือก คือ สีน้ำตาล ความกว้างของระแนง ระยะที่ดีที่สุด คือ ระยะ 10 เซนติเมตร และ ใช้พัดลมขนาด 14 นิ้ว 90 วัตต์ จำนวน 2 ตัว และนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตพลังงานเพื่อขับเคลื่อนพัดลมในการระบายความร้อนของแผงกันแดด และผลการประเมินคุณภาพแบบร่างชุดแผงกันแดดด้วยหลักการ Passive & Active Mixed Cooling System จากผู้เชี่ยวชาญ ในภาพรวมอยู่ในระดับที่ดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.45 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.69

3. ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผนังห้องระหว่างห้องที่ติดตั้งชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System กับห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกันแดด หลังการทดลอง อุณหภูมิผนังห้องภายนอกที่ไม่ใช้ชุดแผงกันแดด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 37.0 องศาเซลเซียส ส่วน อุณหภูมิผนังห้อง

ภายนอกที่ใช้ชุดแผงกันแดดนั้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 33.6 องศาเซลเซียส ผลต่างของอุณหภูมิผนังห้องภายนอกทั้ง 2 ห้อง หลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.4 องศาเซลเซียส

4. ผลการทดลองหาอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ นำมาเปรียบเทียบเพื่อหาจุดคุ้มทุนระหว่างห้องที่ติดตั้งชุดแผงกันแดดด้วย Passive & Active Mixed Cooling System กับห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกันแดด พบว่า ผลต่างอัตราการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 ห้อง มีค่าเท่ากับ 1.2 kWh/ครั้ง และจุดคุ้มทุนในการติดตั้งชุดแผงกันแดด Passive & Active Mixed Cooling System อยู่ที่ประมาณ 8 ปี

เอกสารอ้างอิง

- กรมธนารักษ์. (2558). “การเปลี่ยนแปลงของราคาประเมินที่ดิน รอบบัญชีปี พ.ศ. 2559 –2562.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :<http://thaitribune.org/contents/detail/>. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2558.
- กรมอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน. (2560). *คู่มือแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.
- ตรึงใจ บูรณสมภพ. (2539). *การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน*. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและ

สังคมแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรี.

(2558). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ*

และสังคมฉบับที่ 12 (2560-

2564). สำนักงานสถิติแห่งชาติ.

(2560). *สารสถิติ: ปีที่ 28 ฉ.1*

(มกราคม-มีนาคม). กรุงเทพฯ:

สำนักงานสถิติพยากรณ์.. (8-9)

Comfort Zone. (2018). [online]. Available

: [http://www.air-conditioner-](http://www.air-conditioner-selection.com/comfort-zone-air-conditioner-sizing.html)

[selection.com/comfort-zone-air-](http://www.air-conditioner-selection.com/comfort-zone-air-conditioner-sizing.html)

[conditioner-sizing.html](http://www.air-conditioner-selection.com/comfort-zone-air-conditioner-sizing.html) Retrieved

February 2 , 2018.

World Meteorological Organization

(WMO). (2018). *Climate change*

report is a “wake-up” call on

1.5°C global

warming, December, 1, 2018.

[https://public.wmo.int/en/media](https://public.wmo.int/en/media/press-release/climate-change-report-global-warming)

[/press-release/climate-change-](https://public.wmo.int/en/media/press-release/climate-change-report-global-warming)

[report-global-warming](https://public.wmo.int/en/media/press-release/climate-change-report-global-warming)