แนวทางการออกแบบกรอบอาคารสำนักงานโดยการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานในเขตร้อนชื้น

Design Guideline of Office Building Facade with Self-Shading for Energy Conservation in Hot-Humid Climate

Ratha Jittawisutthikul[1] and Jatuwat Varodompun[2]

รฐา จิตตวิสุทธิกุล[1] และ จตุวัฒน์ วโรดมพันธ์[2]

[1] บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร 10120
SGS (Thailand) Limited, 100 Nanglinchee Road, Chongnonsi, Yannawa, Bangkok 10120, Thailand

[2] คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12121
Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University, Pathumthani 12121, Thailand
E-mail: ratha.jittawisutthikul@sgs.com[1] , vjatuwat@umich.edu[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการลดการใช้พลังงานผ่านกรอบอาคารสำนักงานโดยใช้วิธีการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร ซึ่งตัวแปรสำคัญในการออกแบบ 4 ตัวแปร คือ ทิศทางการวางอาคาร ระยะยื่นกรอบอาคาร สัดส่วนช่องเปิดและอุปกรณ์หรี่ไฟ ทำการจำลองผ่านโปรแกรม eQUEST–3.64 โดยศึกษาค่าการใช้พลังงานของอาคารที่ใช้บังแดดด้วยรูปทรงอาคาร 1 ทิศทาง และมากกว่า 1 ทิศทาง ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบกรอบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารระยะยื่น 2.5 เมตร สามารถลดค่าการใช้พลังงานอาคารได้มากที่สุดในสัดส่วนช่องเปิด 20% –100% ซึ่งทิศที่มีความเหมาะสมที่สุดของรูปแบบอาคารดังกล่าว คือ ทิศตะวันออก นอกจากนี้ การติดตั้งอุปกรณ์หรี่ไฟฟ้าแสงสว่างทำให้ค่าการใช้พลังงานอาคารลดลงประมาณ 12% และเมื่อเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานอาคารของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารกับอาคารติดตั้งแผงบังแดดและอาคารผนังเอียง พบว่า ที่สัดส่วนช่องเปิด 20%–80% อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานมากที่สุด และจะมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากขึ้นเมื่อออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมากกว่า 1 ทิศทาง ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยนี้เป็นประโยชน์สำหรับสถาปนิกที่สนใจการออกแบบกรอบอาคาร และสามาถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารสำนักงานเพื่อประหยัดพลังงานได้

Abstract

This research aims at studying the solution for reducing energy consumption of an office building facade with self-shading applications. The four important design variables include orientations, extension self-shading length, Window to Wall Ratio (WWR) and automatic daylight dimmer. Using the simulation program called eQUEST-3.64. This study focuses on self-shading of facade with both single and multiple orientations with 4 variables including shading length, orientations, daylight dimmer, and applications comparison. For the shading length, the research results show that length of a self-shading facade affected the energy reduction most. Self-shading of 2.5 m can achieve the highest energy saving of wide WWR range from 20% - 100%. Also, the

most feasible orientation of the self-shading facade is the east, while the north is not suitable for self-shading application. For the daylight dimmer, it can reduce the energy consumption by up to 12% when WWR is optimized. When comparing the self-shading with other applications including shading device and tilted wall, it is found that the self-shading at WWR 20% - 80% is the most efficient solution. Moreover, the energy saving extends greater if using self-shading facade is applied for multiple orientations. The results from this research are useful for architects who are interested in the facade design, and can effectively use self-shading facade to maximize energy conservation benefit.

คำสำคัญ (Keywords)

การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร (Self - Shading)
ค่าการใช้พลังงาน (Energy Consumption)
การประหยัดพลังงาน (Energy Conservation)
กรอบอาคาร (Facade)
อาคารสำนักงาน (Office Building)

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การออกแบบกรอบอาคารเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดการใช้พลังงานได้ในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย สถาปนิกจึงได้เล็งเห็นความสำคัญของการออกแบบกรอบอาคารและนำมาใช้เพื่อการออกแบบอาคารสำนักงานที่มีแนวโน้มการใช้พลังงานที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ อาคารสำนักงานมีสัดส่วนประเภทอาคารมากที่สุด 38% ของประเภทอาคารทั้งหมดส่งผลให้มีปริมาณการใช้พลังงานในอัตราที่สูง จึงทำให้หลายประเทศตระหนักในเรื่องพลังงานอาคารมากขึ้น ซึ่งได้พัฒนาให้พลังงานเป็นหนึ่งในหัวข้อเกณฑ์การประเมินอาคารที่ยั่งยืน และให้ความสำคัญในช่วงการออกแบบที่เน้นการแก้ไขปัญหาด้านพลังงานมากที่สุด รองลงมาคือ สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรตามลำดับ (Luangcharoenrat & Intrachooto, 2013, pp. 1-18) โดยการใช้พลังงานอาคารแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบส่องสว่างและอื่น ๆ ซึ่งมาจากระบบปรับอากาศมากที่สุดถึง 60% (Ministry Of Energy, 2011)

สถาปนิกคำนึงถึงการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นภายในอาคารมากขึ้นและพยายามการออกแบบกรอบอาคารเพื่อให้ได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุด ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเลือกใช้วัสดุผนังและกระจก การเลือกใช้ระบบปรับอากาศที่เหมาะสม การใช้ธรรมชาติสร้างความเย็น โดยการใช้ไม้เลื้อยที่สามารถลดอุณหภูมิพื้นผิวผนังได้มากกว่า 6 องศาเซลเซียสเมื่อเทียบกับผนังธรรมดา (Laopanitchakul & Srisutapan, 2007, pp. 173-183) หรือแม้แต่การออกแบบรูปทรงของอาคารที่เหมาะสม โดยวิธีที่นิยมใช้ คือ การติดตั้งแผงบังแดด แต่เนื่องจากแผงบังแดดลำบากในการติดตั้งและยากต่อการดูแลรักษา และอีกวิธีหนึ่งที่มีการนำมาออกแบบ คือ การทำผนังเอียง เป็นวิธีที่สามารถลดผลกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์ได้ค่อนข้างมาก แต่การทำผนังเอียงก็เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของอาคาร เมื่อพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้น ความร้อนจะเข้ามามากด้วยเช่นกัน

จากปัญหาข้างต้น จึงได้นำเสนอการออกแบบกรอบอาคารที่สามารถลดค่าการใช้พลังงานลงได้ อีก 1 ทางเลือก คือ อาคารที่มีการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารซึ่งมีรูปแบบของการบังแดดแนวนอนในลักษณะที่มีระยะยื่นของชั้นด้านบนมากกว่าชั้นด้านล่าง งานวิจัยนี้จึงมุ่งนำเสนอการประหยัดพลังงานโดยการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร (self-shading) สำหรับอาคารสำนักงานเพื่อเป็นแนวทางในการ

ที่มา: http://commons.wikimedia.org/wiki/File: Prefecture_de_cergy.JPG

รูปที่ 1 Hotel de Perfecture du Val-D'Oise ประเทศฝรั่งเศส โดย Henry Bernard

ออกแบบอาคารให้สามารถประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตัวอย่างอาคารที่มีการประยุกต์ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร ดังรูปที่ 1

1.2 วัตถุประสงค์

1. ทดลองและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่เกิดจากการปรับเปลี่ยน 4 ตัวแปร คือ ทิศทางการวางอาคาร ระยะยื่น สัดส่วนช่องเปิด และอุปกรณ์หรี่ไฟ

2. ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานระหว่างการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร การติดตั้งแผงบังแดดและผนังเอียง

3. ทดลองและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร (ช่องเปิดมากกว่า 1 ทิศทาง)

4. เสนอแนวทางการออกแบบการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการออกแบบกรอบอาคารที่คำนึงถึงการประหยัดพลังงาน

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาอาคารสำนักงานความสูงไม่เกิน 23 เมตร ที่ตั้งอยู่ในภูมิอากาศร้อนชื้น ที่ละติจูด 14 องศาเหนือ (กรุงเทพฯ และปริมณฑล)

2. กำหนดให้อาคารสำนักงานเปิดทำการระหว่างเวลา 8:00 น.–17:00 น. และเวลาทำงานของระบบปรับอากาศ 7:00 น.–18:00 น.

3. ศึกษาระยะยื่นของอาคารที่มีความเป็นไปได้ทางสถาปัตยกรรม (ระยะยื่นอาจมีข้อจำกัดในเรื่องเทคโนโลยีการก่อสร้างในปัจจุบัน)

4. การจำลองขนาดสัดส่วนช่องเปิดยึดในแนวตั้งแล้วทำการขยายออกซ้ายขวาตามที่คำนวณ

5. กำหนดให้การตั้งค่ารูปแบบอาคารในการจำลองเป็นเชิงทฤษฎี ซึ่งเมื่อนำไปใช้ในการออกแบบอาคารจริงอาจทำให้รูปแบบค่าพลังงานมีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะการออกแบบ

6. อาคารจำลองไม่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมโดยรอบและอาคารข้างเคียง

7. ศึกษาเฉพาะค่าการใช้พลังงานในอาคารโดยไม่คำนึงถึงค่าก่อสร้าง

8. ไม่ได้ศึกษาสัดส่วนช่องเปิดในการนำแสงธรรมชาติมาใช้งานในอาคารสำนักงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการออกแบบสถาปัตยกรรมประเภทอาคารสำนักงานเพื่อประหยัดพลังงานโดยมีการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเป็นองค์ประกอบสามารถนำไปใช้ในการออกแบบกรอบอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น

2. ทราบถึงประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่มีองค์ประกอบแตกต่างกันในเรื่อง ระยะยื่นของกรอบอาคาร สัดส่วนช่องเปิด ทิศทางการวางตัวอาคาร เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แผงบังแดดและผนังเอียง

3. เป็นแนวทางเลือกให้กับสถาปนิกออกแบบอาคารสำนักงานเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารอย่างเหมาะสม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การประหยัดพลังงานอาคารโดยการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารได้มีการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่สำคัญ โดยอธิบายถึงหลักการและปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร ได้แก่ ภาระการทำความเย็น มุมของดวงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อการบังเงาของอาคาร การออกแบบการบังแดดและตัวอย่างงานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร

2.1 ภาระการทำความเย็น

พลังงานระบบปรับอากาศมีสัดส่วนการใช้มากกว่าระบบอื่น ๆ เป็นผลมาจากผลรวมของความร้อนทั้งหมดภายในอาคารที่ก่อให้เกิดภาระการทำความเย็น สามารถแจกแจงแหล่งที่มาของภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้ดังนี้

1. ความร้อนจากภายนอกที่ผ่านเข้ามาในบริเวณอาคารปรับอากาศ โดยผ่านผนังอาคาร

2. ความร้อนที่เข้าสู่อาคารปรับอากาศโดยตรง โดยการแผ่รังสีผ่านกระจกหรือวัสดุโปร่งแสง

3. ความร้อนที่เกิดจากการรั่วไหลของอากาศเมื่อมีการเปิดปิดประตู หรือผ่านเข้ามาตามรอยแยกของขอบประตูหรือหน้าต่าง

4. ความร้อนจากผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำความเย็น

5. ความร้อนจากผู้ใช้งานภายในอาคารปรับอากาศ

6. ความร้อนจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นตัวกำเนิดความร้อนในบริเวณที่มีการปรับอากาศ เช่น หลอดไฟ เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น

แหล่งที่มาของความร้อนในอาคารสำนักงาน พบว่า 60% มาจากความร้อนภายนอกที่ผ่านกรอบอาคารผ่านผนังทึบและผนังโปร่งแสง ส่วนที่เหลือ 40% เกิดจากความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคาร ได้แก่ ความร้อนจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลอดไฟ และผู้ที่ใช้อาคาร (Chaiwiwatworakul & Rakkwamsuk, 2008, p. B6)

การคำนวณภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจกช่องเปิด ซึ่งสามารถคำนวณได้โดย

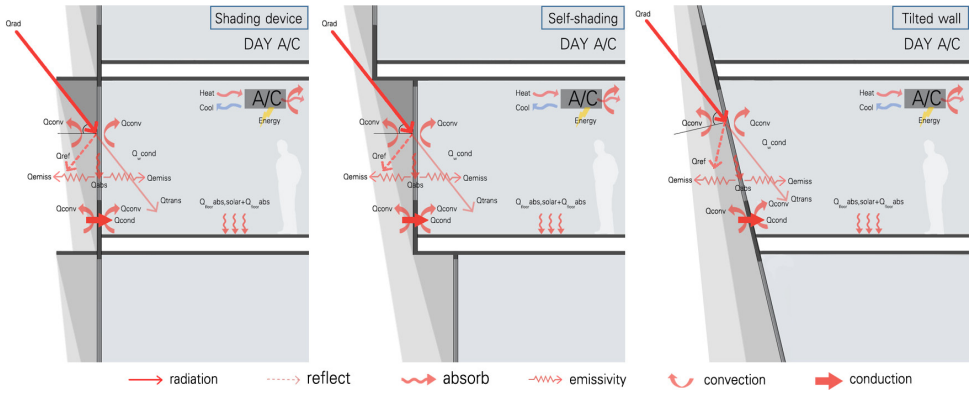
$$Q_{glass} = A \times CLF \times SC \times SHGF$$

$$SC = SHGC_{90} / SHGC_{ref}$$

เมื่อ Q = ภาระการปรับอากาศ (Watt/Btu/h)
SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของกระจก
A = พื้นที่ช่องเปิดกระจก (sq.m/sq.ft)
SHGF = ค่าปัจจัยความร้อนจากรังสีอาทิตย์
CLF = ค่าปัจจัยภาระการทำความเย็น
SHGC = ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจากดวงอาทิตย์

2.2 มุมของดวงอาทิตย์

ลักษณะมุมของดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันจะมีความสัมพันธ์กับระยะยื่นของอาคารเนื่องจากดวงอาทิตย์มีความซับซ้อน มุมต่าง ๆ จะกระทำกับอาคารทำให้เกิดเงาตกกระทบบนอาคารและการถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกันในแต่ละเวลา ส่งผลให้การใช้พลังงานเปลี่ยนไปตามลักษณะของมุมดวงอาทิตย์ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

มุมของดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับกระจกส่งผลต่อปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระยะยื่นอาคาร วัสดุกระจก ขนาดช่องเปิด ลักษณะพื้นผิว และมุมของดวงอาทิตย์ในบางมุมส่งผลให้แสงธรรมชาติที่เข้าสู่พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารลดน้อยลง ซึ่งในปัจจุบันมีเทคโนโลยีในด้านการควบคุมแสงสว่างที่ช่วยให้พื้นที่การใช้งานในอาคารสำนักงานประสิทธิภาพมากขึ้นนั่นคือ อุปกรณ์หรี่ไฟ งานวิจัยนี้จึงมีการใช้อุปกรณ์หรี่ไฟในการจำลอง เพื่อช่วยให้แสงสว่างภายในอาคารสม่ำเสมอเพียงพอต่อการใช้งานและช่วยประหยัดพลังงานอาคาร

2.3 การออกแบบการบังแดด

การออกแบบการบังแดดเป็นวิธีป้องกันความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ให้กับผนังและช่องเปิดของอาคาร ซึ่งรูปแบบการบังแดดจะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

1. ขนาดช่องเปิด เป็นปัจจัยสำคัญที่สงผลต่อพื้นที่การบังเงาให้กับอาคารซึ่งหากช่องเปิดมีขนาดใหญ่จะส่งผลให้ความร้อนเข้ามาภายในอาคารมากขึ้น

2. ตำแหน่งช่องเปิด ปัจจัยที่ส่งผลต่อมุมของแดดที่กระทำกับตำแหน่งช่องเปิด เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งช่องเปิดต่าง ๆ มีผลทำให้มุมแดดที่เกิดขึ้นกับอาคารต่างกัน

3. ทิศทางช่องเปิด ปัจจัยในการกำหนดลักษณะการบังแดดเนื่องด้วยลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์จึงทำให้รังสีตกกระทบผนังและช่องเปิดอาคารมีความแตกต่างกันในแต่ละทิศ

4. วันและเวลาที่ต้องการบังแดด เป็นผลมาจากทิศทางของแดดที่เปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี ช่วงเวลาจึงเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อให้การบังแดดมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดี

การออกแบบการบังแดดเป็นวิธีป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารโดยตรง วิธีที่นิยมในการออกแบบการบังแดด คือ การติดตั้งแผงบังแดดกับตัวอาคาร จากการศึกษาเกี่ยวกับแผงบังแดด ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการลดพลังงานที่เข้าสู่อาคาร รูปแบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้ตามลักษณะการทำงานของอุปกรณ์บังแดดเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แผงบังแดดที่สามารถปรับทิศทางได้
2. แผงบังแดดที่สามารถเคลื่อนย้ายได้
3. แผงบังแดดที่มีการกำหนดทิศทางและการจัดวางไว้อย่างตายตัว

ประเภทที่ 3 สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ได้แก่ แผงบังแดดแนวนอน แบบแนวตั้ง แบบผสม แบบตาราง และแบบบังสายตา โดยงานวิจัยนี้ทำการจำลองโดยศึกษาแผงบังแดดที่กำหนดทิศทางและการจัดวางไว้อย่างตายตัวในลักษณะแผงบังแดดแบบแนวนอน ซึ่งการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารและผนังเอียงมีลักษณะการบังแดดที่จัดวางไว้อย่างตายตัวเช่นเดียวกับการใช้แผงบังแดดแนวนอน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

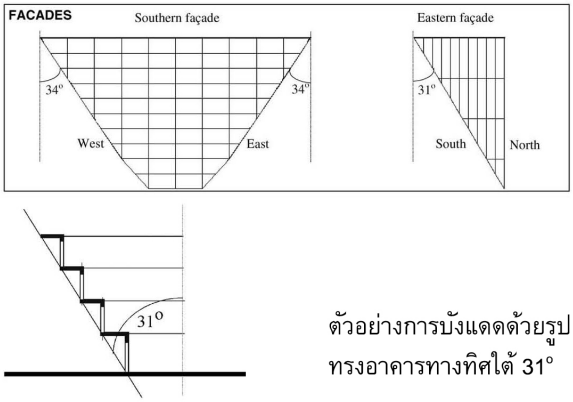
การออกแบบรูปทรงอาคารเป็นวิธีหนึ่งในการออกแบบกรอบอาคารที่สามารถลดการใช้พลังงานในอาคารได้ มีหลากหลายวิธีด้วยกัน โดยการวิจัยของ Capeluto (2003) ได้นำเสนอการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารในลักษณะขั้นบันได ผู้วิจัยศึกษาตัวอย่างของอาคาร Bank of Israel in Jerusalem ดังรูปที่ 3

ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการใช้รูปแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร โดยวิเคราะห์และกำหนดองศาของผนังเอียงเพื่อปรับเปลี่ยนเป็นระยะยื่นของกรอบอาคารที่เหมาะสมในแต่ละทิศทางแตกต่างกัน ได้แก่ ทิศตะวันตกและทิศตะวันออก 34 องศา ทิศใต้ 31 องศา และผนังทาง

ทิศเหนือไม่มีการบังแดด ซึ่งองศาที่ได้เป็นผลจากการที่ผู้วิจัยศึกษากระบวนการของ Solar Collection Envelope ช่วงเวลา 10:00 น. – 14:00 น. (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน และเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม) เพื่อกำหนดรูปทรงของอาคาร ดังรูปที่ 4

ที่มา: Capeluto, 2003

รูปที่ 3 ธนาคารอิสราเอล (Bank of Israel)



ตัวอย่างการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารทางทิศใต้ 31°

ที่มา: Capeluto, 2003

รูปที่ 4 กำหนดองศาการเอียงของผนังในแต่ละทิศ

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบพลังงานในแต่ละรูปแบบทั้งหมด 5 แบบ

1. 90 nS (ผนัง 90 องศา, no shading)
2. 90 IB (ผนัง 90 องศา, internal blind)
3. 90–nS-LE (ผนัง 90 องศา, no shading, SC 0.44, VT 69%)
4. angle-nS (self-shading, no shading)
5. angle-IB (self-shading, internal blind)

ผลการทดลองที่ได้จากการเปรียบเทียบพลังงานทั้ง 5 รูปแบบ พบว่า แบบที่ 5 สามารถประหยัดพลังงานได้มากที่สุด เนื่องจากมีการใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารร่วมกับการใช้ internal blind โดยแบบที่ 4 และ 5 ใช้รูปแบบการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารนั้นสามารถลดการใช้พลังงานลงได้มากกว่ารูปแบบอื่น ๆ ด้านทิศทางการวางอาคารก็มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร การใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารในประเทศอิสราเอล ซึ่งทิศตะวันตกและทิศตะวันออกมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน จากการศึกษาสรุปได้ว่าการออกแบบกรอบอาคารเป็นวิธีที่สามารถลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารลงได้ และตัวแปรที่สำคัญในงานวิจัย คือ ระยะยื่นของอาคาร ซึ่งระยะยื่นดังกล่าวนำมาสู่ตัวแปรในงานวิจัยนี้ รวมถึงลักษณะการปรับเปลี่ยนองศาไปเป็นการยื่นของกรอบอาคาร

3. วิธีวิจัย

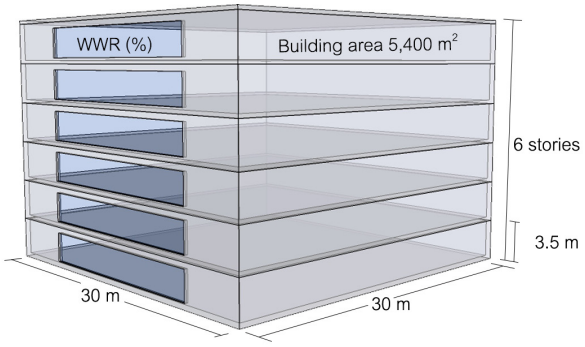
งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาอิทธิพลของการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน เมื่อมีการกำหนดระยะยื่นของกรอบอาคาร ทิศทางอาคาร อุปกรณ์หรี่ไฟ และสัดส่วนช่องเปิด นำมาเปรียบเทียบกับการใช้อาคารที่ติดตั้งแผงบังแดดและผนังเอียงในตัวแปรที่เหมือนกัน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (eQUEST-3.64) ในการจำลองโมเดลขั้นตอนงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ศึกษาพลังงานที่ใช้ในอาคารเมื่ออาคารมีการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร 1 ทิศทาง และมากกว่า 1 ทิศทาง

3.1 แบบจำลองอาคารต้นแบบ

การสร้างแบบจำลองต้นแบบ (Base Case Building) เพื่อนำไปคำนวณค่าการใช้พลังงานในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดค่าพื้นฐานของแบบจำลองในส่วนของรายละเอียดต่าง ๆ เช่น วัสดุในก่อสร้าง ขนาดเครื่องปรับอากาศรวมทั้งค่าของไฟฟ้าส่องสว่าง มีการกำหนดให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด (ASHRAE 90.1, 2007) ดังตารางที่ 1 และตัวอย่าง Base Energy Model ดังรูปที่ 5

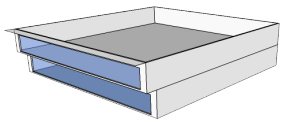
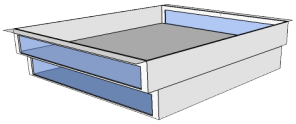
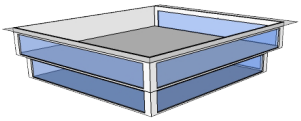
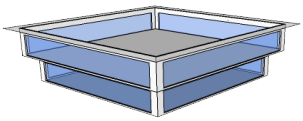
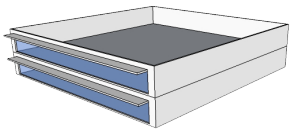
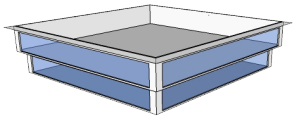
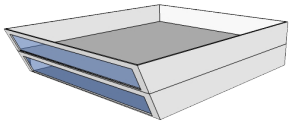
ตารางที่ 1 รายละเอียดแบบจำลองอาคาร

Type	Data
Building type	Office
Building area	58,125.6 ft^2 (5,400 m^2)
Building Height	6 stories
Floor to Floor	11.5 ft. (3.5 m)
Floor to Ceiling	9 ft. (2.74 m)
Time use	8 am. – 5 pm. (10 hrs.)
Time A/C	7 am. – 6 pm. (12 hrs.)
Roof type	Concrete Slab
Glass type	Green Tint Laminated Glass
HVAC system	Chilled water coils



รูปที่ 5 Base Energy Model

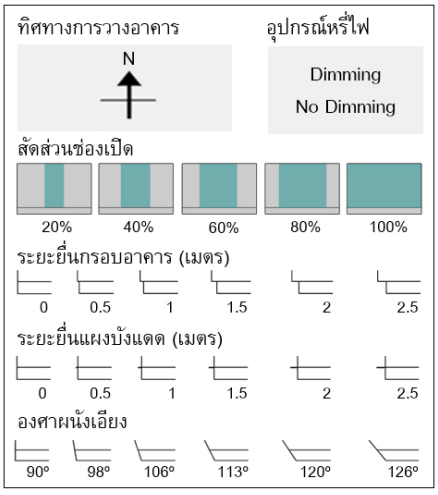
ตารางที่ 2 แสดงการจำลองอาคาร 1 ทิศทาง และมากกว่า 1 ทิศทาง

การจำลองอาคาร			
1 ทิศทาง	การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมากกว่า 1 ทิศทาง		
Self-shading	2 ทิศทาง	3 ทิศทาง	4 ทิศทาง
			
Shading device			
			
Tilted wall			
			

3.2 กำหนดตัวแปรในงานวิจัย

ตัวแปรที่เลือกศึกษาในงานวิจัย ได้แก่ ทิศทางการวางอาคาร อุปกรณ์หรี่ไฟอัตโนมัติ สัดส่วนช่องเปิด ระยะยื่นของกรอบอาคารกับแผงบังแดด และองศาของผนังเอียง ตัวแปรดังกล่าวเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในอาคาร ดังรูปที่ 6

จำนวนกรณีศึกษาในงานวิจัย สามารถแบ่งการทดลองได้ 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ออกแบบอาคาร 1 ทิศทาง จำนวน 640 กรณี และช่วงที่ 2 ออกแบบอาคารมากกว่า 1 ทิศทางจำนวน 330 กรณี ทำให้มีกรณีศึกษาในงานวิจัยทั้งสิ้น 970 กรณีศึกษาดังตารางที่ 3 และ 4



รูปที่ 6 รายละเอียดตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัย

ตารางที่ 3 ออกแบบอาคาร 1 ทิศทาง

Variable	Detail	Case	Parametric	Total
ศึกษาประสิทธิภาพ Self-Shading (1ทิศ)				
1. Daylight dimming	Dimming , No Dimming	2		
2. Orientation	N, S, W, E	4	240	
3. Self-shading	0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5	6		
4. WWR	20%, 40%, 60%, 80%, 100%	5		
เปรียบเทียบประสิทธิภาพเมื่อติดตั้ง Shading Device (1ทิศ)				
1. Daylight dimming	Dimming , No Dimming	2		**640**
2. Orientation	N, S, W, E	4	200	
3. Shading device	0.5, 1, 1.5, 2, 2.5	5		
4. WWR	20%, 40%, 60%, 80%, 100%	5		
เปรียบเทียบประสิทธิภาพ Tilted Wall (1ทิศ)				
1. Daylight dimming	Dimming , No Dimming	2		
2. Orientation	N, S, W, E	4	200	
3. Tiled wall	98°, 106°, 113°, 120°, 126°	5		
4. WWR	20%, 40%, 60%, 80%, 100%	5		

ตารางที่ 4 ออกแบบอาคารมากกว่า 1 ทิศทาง

Variable	Detail	Case	Parametric	Total
2 ทิศทาง				
1. Daylight dimming	Dimming	1		
2. Orientation	N-S, N-E, N-W, S-E, S-W, E-W	6	180	
3. Self-shading	0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5	6		
4. WWR	20%, 40%, 60%, 80%, 100%	5		
3 ทิศทาง				
1. Daylight dimming	Dimming	1		
2. Orientation	N-S-E, N-E-W, S-E-W, N-S-W	4	120	**330**
3. Self-shading	0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5	6		
4. WWR	20%, 40%, 60%, 80%, 100%	5		
4 ทิศทาง				
1. Daylight dimming	Dimming	1		
2. Orientation	N-S-E-W	1	30	
3. Self-shading	0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5	6		
4. WWR	20%, 40%, 60%, 80%, 100%	5		

4. ผลการทดลอง

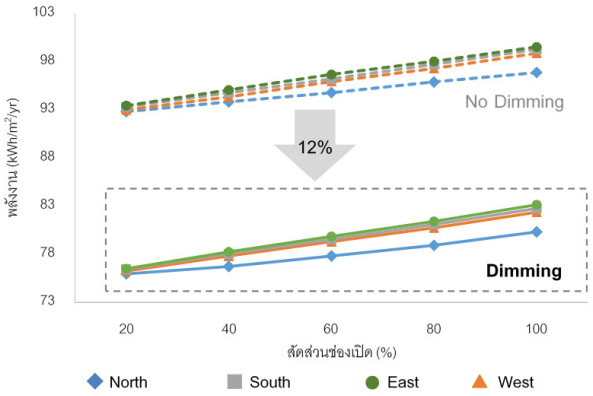
จากการคำนวณค่าการใช้พลังงานโดยใช้โปรแกรม eQUEST-3.64 ซึ่งผลการทดลองจะแสดงค่าการใช้พลังงานของอาคารจำลองที่มีการปรับเปลี่ยนตัวแปรที่แตกต่างกัน โดยระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณ คือ 1 ปี หน่วยที่ใช้ในการวัดค่าพลังงาน คือ กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี (kWh/m^2/yr) สามารถแบ่งผลการทดลองได้ 2 ช่วงวิเคราะห์ดังนี้

1) อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเมื่อช่องเปิด 1 ทิศทาง

2) อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเมื่อช่องเปิดมากกว่า 1 ทิศทาง

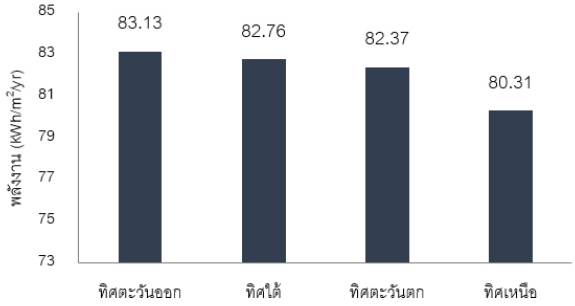
4.1 อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเมื่อเปิด 1 ทิศทาง

4.1.1 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานเมื่อติดตั้งและไม่ติดตั้งอุปกรณ์หรี่ไฟ พบว่า การติดตั้งอุปกรณ์หรี่ไฟสามารถลดพลังงานอาคารได้ในทุกทิศทางและทุกสัดส่วนช่องเปิด ซึ่งพลังงานมีค่าการใช้พลังงานลดลง 11.41 – 13.50 kWh/m^2/yr สามารถสรุปได้ว่าการติดตั้งอุปกรณ์หรี่ไฟทำให้ประหยัดพลังงานได้มากถึง 12% ต่อปี การติดตั้งอุปกรณ์หรี่ไฟจึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับอาคารสำนักงานเพื่อประหยัดพลังงาน ดังรูปที่ 7



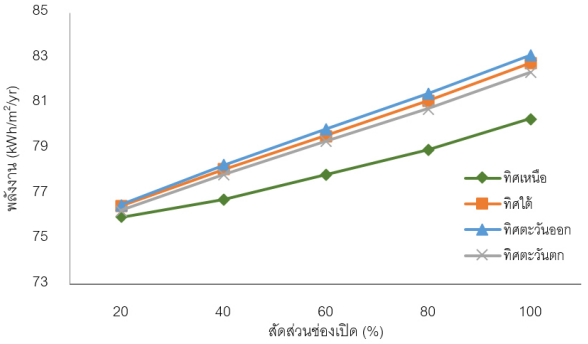
รูปที่ 7 อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารติดตั้งและไม่ติดตั้งอุปกรณ์หรี่ไฟ

4.1.2 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานในแต่ละทิศและค่าการใช้พลังงานรายชั่วโมง พบว่า ทิศที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดใน 4 ทิศ คือ ทิศตะวันออกซึ่งมีค่าการใช้พลังงานอาคาร คือ 83.13 kWh/m^2/yr มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากกว่าทิศอื่น ๆ ทิศถัดมาคือ ทิศใต้ (82.76 kWh/m^2/yr) ทิศตะวันตก (82.37 kWh/m^2/yr) และทิศเหนือ (80.31 kWh/m^2/yr) ตามลำดับ ดังรูปที่ 8

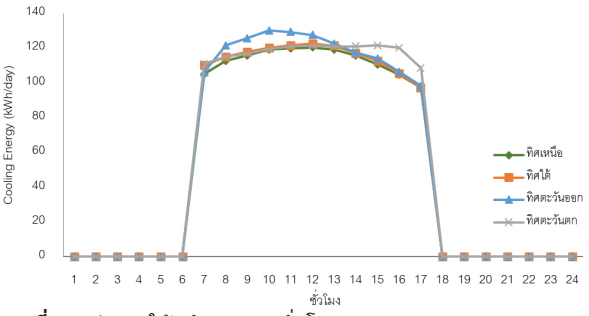


รูปที่ 8 ค่าการใช้พลังงานรวมอาคารของผนังอาคารในแต่ละทิศ

เมื่อพิจารณาสัดส่วนช่องเปิด พบว่า เมื่อผนังอาคารมีสัดส่วนช่องเปิดที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานมากขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน โดยส่งผลต่อทิศตะวันออกมากที่สุด ซึ่งมีค่าการใช้พลังงานสูงในช่วงเช้า 7:00 น. – 12:00 น. ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงในตอนเช้า ในขณะที่ช่วงบ่ายเกิดการคายความร้อนจากผนังอาคารและค่าความร้อนไม่ได้ลดลงมาก ต่างจากทิศเหนือที่ได้รับรังสีความร้อนน้อยตลอดทั้งวัน ดังรูปที่ 9 และ 10

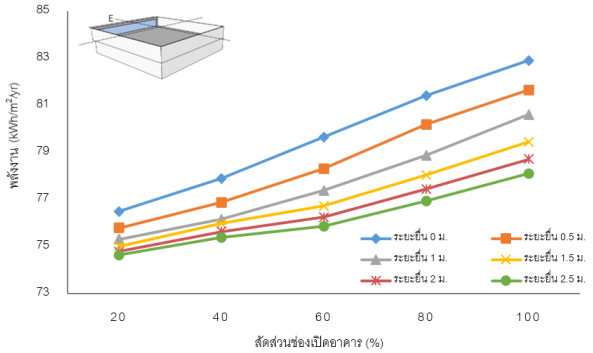


รูปที่ 9 ค่าการใช้พลังงานของอาคารทั้ง 4 ทิศ ในแต่ละสัดส่วนช่องเปิด



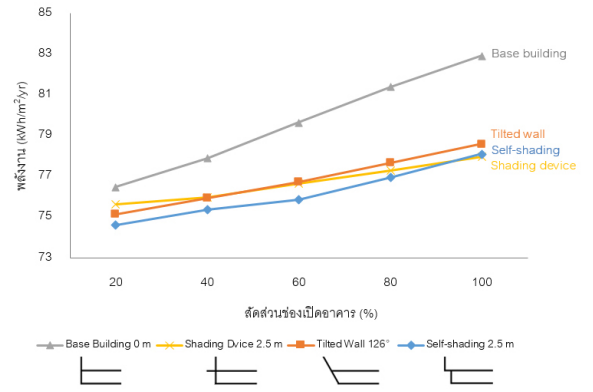
รูปที่ 10 ค่าการใช้พลังงานรายชั่วโมง (6 เมษายน)

4.1.3 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานเมื่อปรับเปลี่ยนระยะยื่น พบว่า ค่าการใช้พลังงานมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันในทุกสัดส่วนช่องเปิด โดยกรอบอาคารที่มีระยะยื่นมาก จะมีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่ากรอบอาคารที่มีระยะยื่นน้อย กล่าวคือ ระยะยื่น 2.5 เมตร เป็นระยะยื่นที่มากที่สุดในการทดลอง มีค่าการใช้พลังงานน้อยที่สุดในทุกระยะยื่น สามารถเรียงลำดับค่าการใช้พลังงานจากน้อยไปมากได้ดังนี้ ระยะยื่น 2.5, 2, 1.5, 1, 0.5 และ 0 เมตร ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่เมื่อปรับเปลี่ยนระยะยื่น (ทิศตะวันออก)

4.1.4 เปรียบเทียบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร อาคารติดตั้งแผงบังแดด และอาคารผนังเอียง พบว่า อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร อาคารติดตั้งแผงบังแดด และอาคารผนังเอียง มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากกว่าอาคารมาตรฐานทุกกรณี อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมีค่าการใช้พลังงานน้อยที่สุดที่สัดส่วนช่องเปิด 20% – 80% แต่ที่สัดส่วนช่องเปิด 100% อาคารที่มีค่าการใช้พลังงานน้อยที่สุด คือ อาคารติดตั้งแผงบังแดด ดังรูปที่ 12



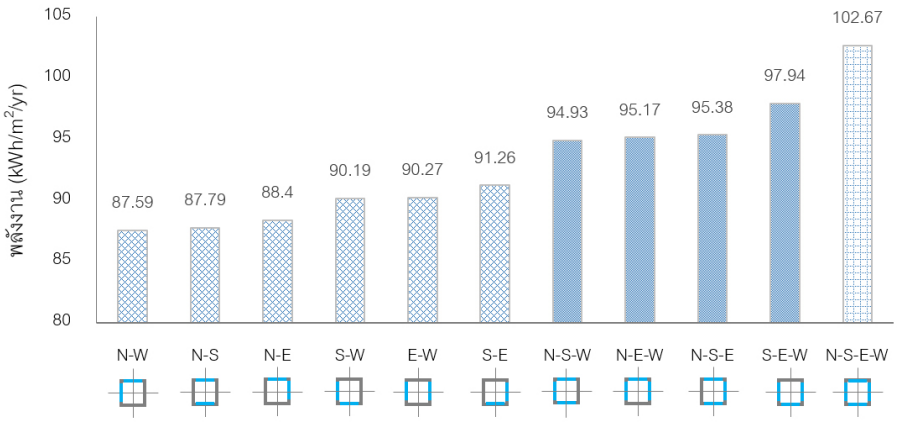
รูปที่ 12 เปรียบเทียบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร อาคารติดตั้งแผงบังแดด และอาคารผนังเอียง (ตะวันออก, ระยะยื่น 2.5 ม.)

4.2 อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเมื่อช่องเปิดมากกว่า 1 ทิศทาง

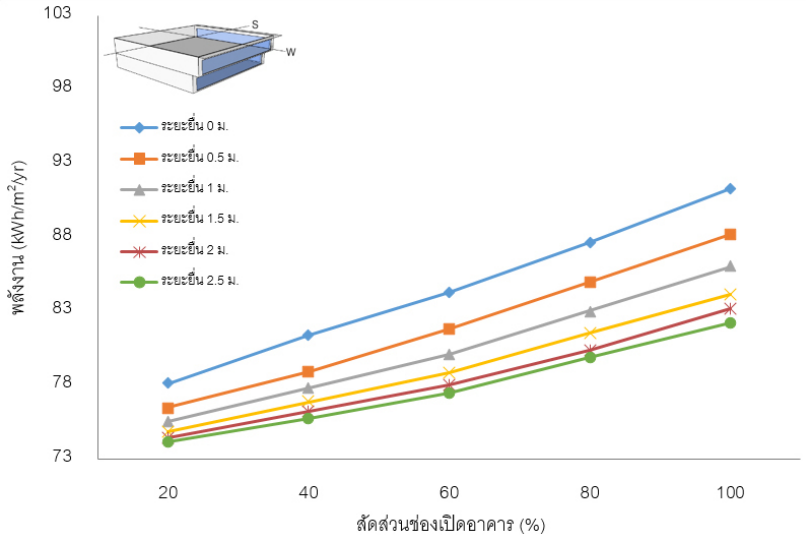
4.2.1 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของในแต่ละทิศ พบว่า จากการหาค่าการใช้พลังงานอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่มีช่องเปิดมากกว่า 1 ทิศ เพื่อหาแนวทางการนำอาคารดังกล่าวไปใช้ออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน เมื่อพิจารณาทิศของการเปิดช่องเปิด กรณีช่องเปิด 2 ทิศทาง เรียงตามค่าการใช้พลังงานมากที่สุดคือ ทิศใต้ – ทิศตะวันออก, ทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก, ทิศใต้ – ทิศตะวันตก, ทิศเหนือ – ทิศตะวันออก, ทิศเหนือ – ทิศใต้ และทิศเหนือ – ทิศตะวันออก ตามลำดับ กรณีช่องเปิด 3 ทิศ เรียงตามค่าการใช้พลังงานมากที่สุด คือ ทิศใต้ – ทิศตะวันออก– ทิศตะวันตก, ทิศเหนือ – ทิศใต้ – ทิศตะวันออก, ทิศเหนือ – ทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก และทิศเหนือ – ทิศใต้ –ทิศตะวันตก ตามลำดับ และเมื่อช่องเปิดทั้ง 4 ทิศ ค่าการใช้พลังงานจะมีค่ามากที่สุด

สรุปได้ว่า ทิศที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดในแต่ละกรณี ได้แก่ กรณีเปิดช่องเปิด 2 ทิศ คือ ทิศใต้ – ทิศตะวันออก กรณีเปิดช่องเปิด 3 ทิศ คือ ทิศใต้ – ทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก และกรณีช่องเปิด 4 ทิศ ดังรูปที่ 13

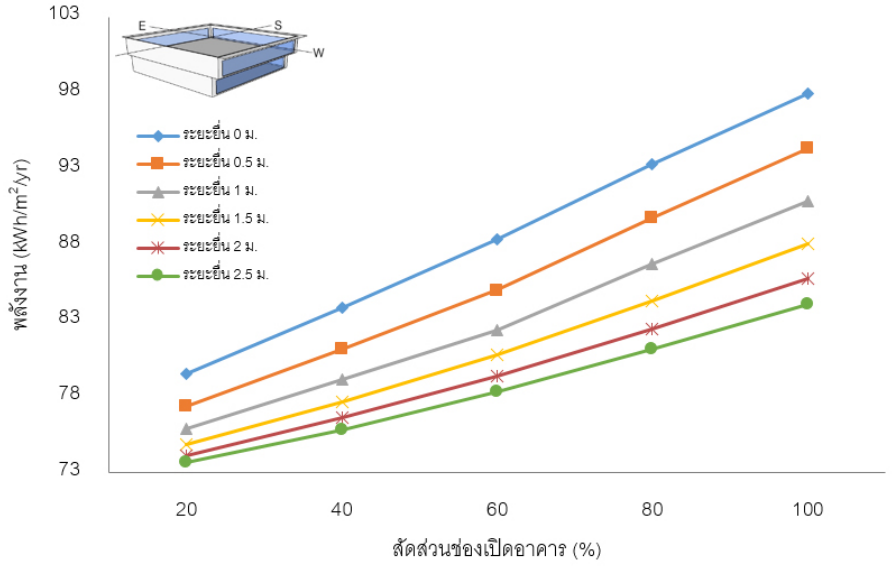
4.2.2 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานเมื่อปรับเปลี่ยนระยะยื่น พบว่า กรณีช่องเปิด 2 3 และ 4 ทิศทาง มีแนวโน้มค่าการใช้พลังงานไปในทิศทางเดียวกัน โดยการยื่นของกรอบอาคารสามารถลดการใช้พลังงานได้ในทุกสัดส่วนช่องเปิดเช่นเดียวกับกรณี 1 ทิศทาง คือ สัดส่วนช่องเปิดน้อย ค่าการใช้พลังงานมีค่าใกล้เคียงกันทุกระยะยื่น และเมื่อสัดส่วนช่องเปิดมากขึ้น ค่าความแตกต่างระหว่างระยะยื่นมีค่าเพิ่มมากขึ้น ยกตัวอย่างทิศที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากที่สุดในแต่ละกรณี ดังรูปที่ 14 15 และ 16



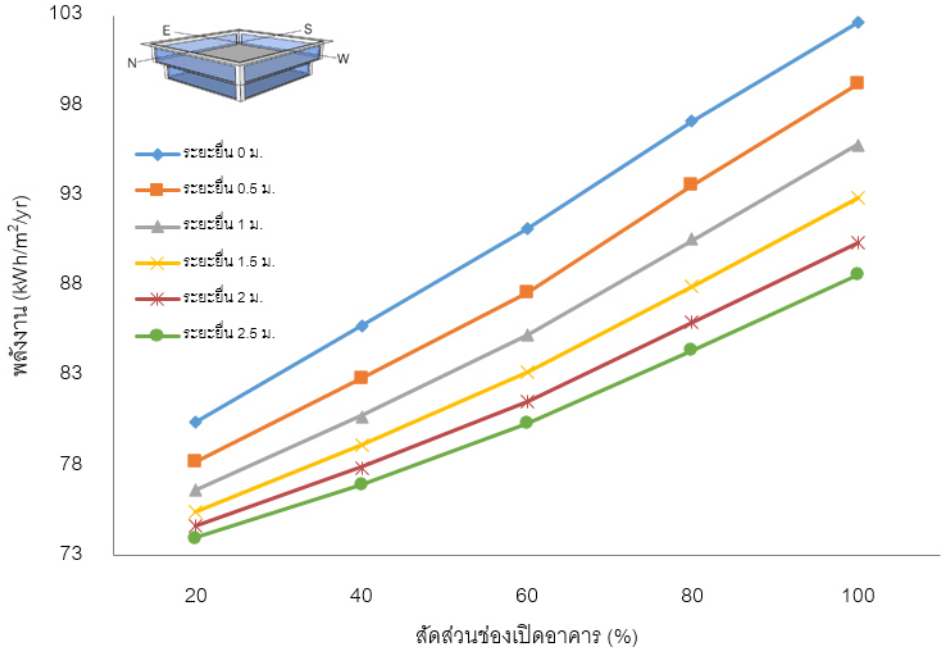
รูปที่ 13 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานในแต่ละทิศเมื่อช่องเปิดมากกว่า 1 ทิศทาง



รูปที่ 14 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงาน 2 ทิศทาง (ทิศใต้ – ทิศตะวันออก)

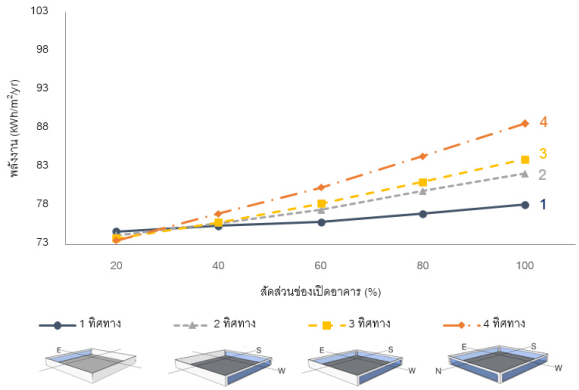


รูปที่ 15 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงาน 3 ทิศทาง (ทิศใต้ – ทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก)



รูปที่ 16 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงาน 4 ทิศทาง (ทิศเหนือ – ทิศใต้ – ทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก)

4.2.3 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานเมื่อช่องเปิด 1 ทิศทาง 2 ทิศทาง 3 ทิศทาง และ 4 ทิศทาง พบว่า สัดส่วนช่องเปิด 20% กรณี 4 ทิศทาง มีค่าการใช้พลังงานน้อยที่สุด ถัดมาคือ 3 ทิศทาง 2 ทิศทาง และ 1 ทิศทาง ตามลำดับ สัดส่วนช่องเปิด 40% ขึ้นไป กรณี 1 ทิศทางมีค่าการใช้พลังงานน้อยที่สุด ถัดมาคือ 2 ทิศทาง 3 ทิศทาง และ 4 ทิศทาง ตามลำดับ อธิบายได้ว่า เมื่อระยะยื่นที่มาก ช่องเปิดมีขนาดเล็กทำให้ตัวอาคารกรณี 1 ทิศทางไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติได้เต็มที่ ส่งผลให้ค่าพลังงานในส่วนระบบส่องสว่างมีค่ามากขึ้นส่งผลให้ภาพรวมพลังงานอาคารจึงสูงกว่ากรณี 4 ทิศทางที่ได้รับแสงธรรมชาติทั้ง 4 ด้าน และเมื่อสัดส่วนช่องเปิดมากขึ้นส่งผลกระทบต่อค่าการใช้พลังงานเมื่อช่องเปิด 4 ทิศทาง มากที่สุด ตามด้วย 3 2 และ 1 ทิศทางตามลำดับ ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงาน 1 ทิศทาง, 2 ทิศทาง, 3 ทิศทาง และ 4 ทิศทาง (ระยะยื่น 2.5 ม.)

5. สรุปผลการศึกษาวิจัย

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การติดตั้งอุปกรณ์หรี่ไฟในอาคาร

การติดตั้งอุปกรณ์หรี่ไฟมีความเหมาะสมในการใช้กับอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารประเภทอาคารสำนักงาน มีประสิทธิภาพในการลดค่าการใช้ประหยัดพลังงานได้มากถึง 12% ต่อปี แต่ในบางกรณีที่สัดส่วนช่องเปิดน้อยเกินไปจะส่งผลให้การติดตั้งอุปกรณ์หรี่ไฟทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ

5.1.2 ความเหมาะสมของทิศทางการวางอาคาร

ทิศตะวันออกมีความเหมาะสมในการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเพื่อประหยัดพลังงานมากที่สุดใน 4 ทิศ รองลงมา คือ ทิศใต้และทิศตะวันตก ส่วนทิศเหนือเป็นทิศที่สัดส่วนการใช้พลังงานลดลงน้อยที่สุด ทิศนี้จึงไม่มีความจำเป็นในการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร

5.1.3 สัดส่วนช่องเปิดอาคาร

สัดส่วนช่องเปิดที่ 20% มีการใช้พลังงานน้อยที่สุด เนื่องจากช่องเปิดมีขนาดเล็ก และค่าการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามสัดส่วนช่องเปิดที่เพิ่มขึ้นโดยค่าการใช้พลังงานมากที่สุด คือ สัดส่วนช่องเปิด 100% เมื่อออกแบบช่องปิดอาคารที่มากขึ้นทำให้การยื่นของกรอบอาคารส่งผลให้การลดใช้พลังงานอาคารชัดเจนมากขึ้น สรุปได้ว่ากรอบอาคารที่มีสัดส่วนช่องเปิดเพิ่มขึ้น การออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารจะมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากขึ้นด้วย

5.1.4 อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเปรียบเทียบกับอาคารติดตั้งแผงบังแดดและอาคารผนังเอียง

เมื่อพิจารณาค่าการใช้พลังงานของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่สัดส่วนช่องเปิด 20% – 80% การออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานมากกว่าอาคารอาคารติดตั้งแผงบังแดดและอาคารผนังเอียงในทุกระยะยื่นและทุกองศา แต่ที่สัดส่วนช่องเปิด 100% อาคารที่ติดตั้งแผงบังแดดประสิทธิภาพมากกว่าอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารและ ผนังเอียงในทุกระยะยื่นและทุกองศา

สรุปได้ว่าสัดส่วนช่องเปิดที่มีขนาดไม่ใหญ่เกินไปจะมีประสิทธิภาพกับการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเนื่องจากการบังเงาของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่มีสัดส่วนช่องเปิดขนาดเล็กจะเกิดมุมเบี่ยงของการบังเงาที่มีลักษณะการช่วยกันบังเงาซ้อนกันในแต่ละขั้นของตัวอาคารทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับอาคารดังกล่าว

ยกตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของอาคารบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1 เมตร กับอาคารติดตั้งแผงบังแดดที่ระยะยื่นต่างกันอธิบายได้ 4 กรณี ดังรูปที่ 18

กรณีที่ 1 เมื่อสัดส่วนช่องเปิด 20% – 35% อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1 เมตร มีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่าอาคารติดตั้งแผงบังแดด 2.5 เมตร

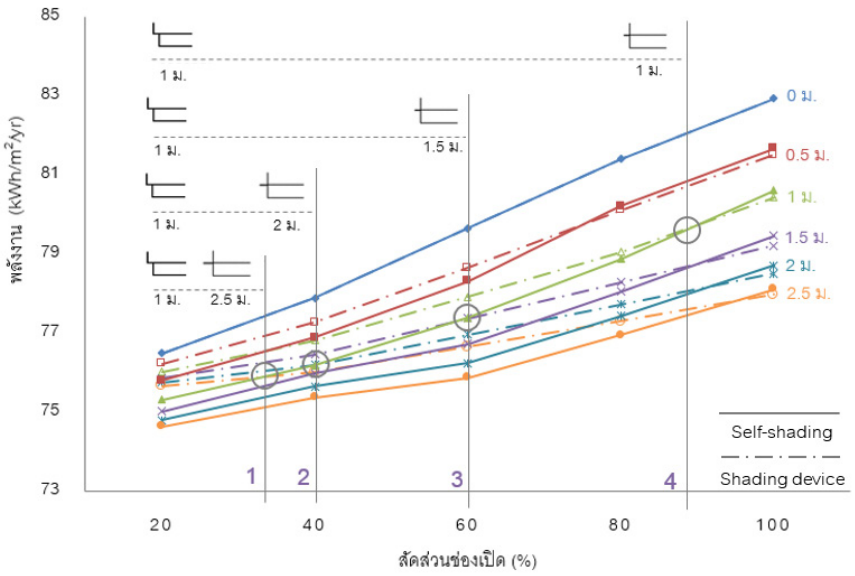
กรณีที่ 2 เมื่อสัดส่วนช่องเปิด 20% – 40% อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1 เมตร มีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่าอาคารติดตั้งแผงบังแดด 2 เมตร

กรณีที่ 3 เมื่อสัดส่วนช่องเปิด 20% – 60% อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1 เมตร มีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่าอาคารติดตั้งแผงบังแดด 1.5 เมตร

กรณีที่ 4 เมื่อสัดส่วนช่องเปิด 20% – 90% อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1 เมตร มีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่าอาคารติดตั้งแผงบังแดด 1 เมตร

สามารถออกแบบให้อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมีระยะยื่น 1 เมตร ซึ่งมีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่าการออกแบบอาคารที่ติดตั้งแผงกันแดดมีระยะยื่น 1 – 2.5 เมตร ตามรายละเอียดดังกล่าวข้างต้น

จากการเปรียบเทียบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารกับอาคารติดตั้งแผงบังแดด สรุปได้ว่า สัดส่วนช่องเปิดที่มีขนาด 20%–60% จะมีประสิทธิภาพกับการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร เนื่องจากการ



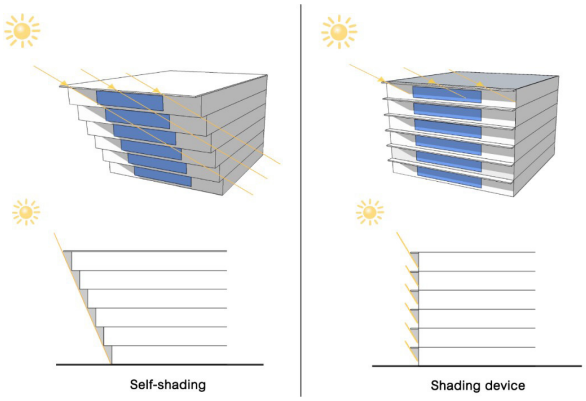
รูปที่ 18 ค่าการใช้พลังงานของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารกับอาคารติดตั้งแผงบังแดด (ทิศตะวันออก)

บังเงาของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่มีสัดส่วนช่องเปิดขนาดเล็กจะเกิดมุมเบี่ยงของการบังเงาที่มีลักษณะการช่วยกันบังเงาซ้อนกันในแต่ละขั้นของตัวอาคารทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับอาคารดังกล่าว แต่เมื่อสัดส่วนช่องเปิดมีขนาดใหญ่ขึ้นจะบังเงาได้น้อยลง จึงต้องออกแบบให้ระยะยื่นของอาคารมากยิ่งขึ้น แต่อาคารที่ติดตั้งแผงบังแดดจะมีลักษณะการบังเงาในแต่ละแผงบังแดดช่วงเวลาที่พระอาทิตย์ทำมุมเอียงต่าง ๆ ตัวแผงบังแดดจะไม่มีลักษณะช่วยกันบังเงาซ้อนกัน ลักษณะการบังเงาของทั้ง 2 รูปแบบจึงมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเส้นทางการโคจรและมุมแดดของดวงอาทิตย์ จากข้อสังเกตนี้สถาปนิกจะใช้ประโยชน์จากการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารได้มากที่สุด ดังรูปที่ 19

ยกตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของอาคารบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1.5 เมตร กับอาคารผนังเอียงที่องศาต่างกัน อธิบายได้ 2 กรณี ดังรูปที่ 20

กรณีที่ 1 เมื่อสัดส่วนช่องเปิด 20% – 35% อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1 เมตร มีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่าอาคารผนังเอียง 126 องศา (2.5 เมตร)

กรณีที่ 2 เมื่อสัดส่วนช่องเปิด 20% – 82% อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1 เมตร มีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่าอาคารผนังเอียง 120 องศา (2 เมตร) สามารถออกแบบให้อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรง

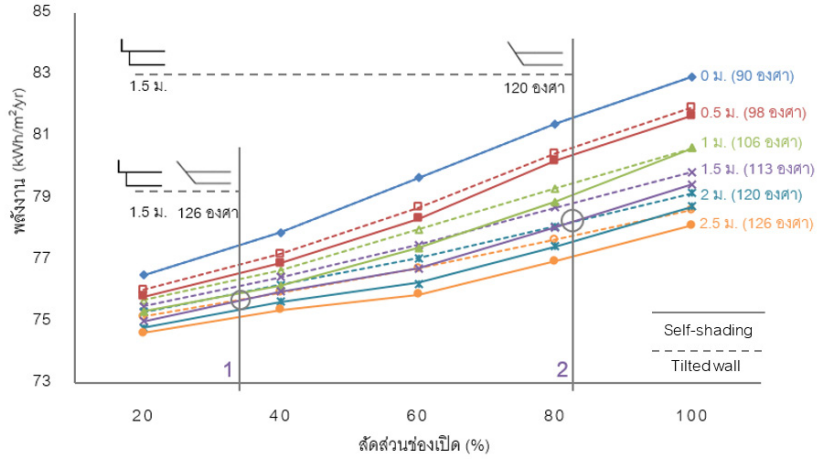


รูปที่ 19 ลักษณะการบังเงาของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารและอาคารที่ติดตั้งแผงบังแดด

อาคารมีระยะยื่นเพียง 1.5 เมตร ในขณะที่ต้องออกแบบให้อาคารผนังเอียงมีองศาถึง 120 – 126 องศา ตามรายละเอียดดังกล่าวข้างต้น

5.1.5 อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมากกว่า 1 ทิศทาง

จำนวนช่องเปิดเพิ่มขึ้นความร้อนเข้าสู่อาคารได้มากขึ้นสามารถแยกได้เป็น 3 กรณี คือ กรณี 2 ทิศทาง คือ ทิศใต้ – ทิศตะวันออก กรณี 3 ทิศทาง คือ ทิศใต้ – ทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก เห็นได้ว่าค่าการใช้พลังงานสูงเมื่อไม่มีการเปิดช่องเปิดทางทิศเหนือร่วมด้วย และกรณี 4 ทิศทาง คือ ทิศเหนือ – ทิศใต้ – ทิศตะวันออก – ทิศ



รูปที่ 20 ค่าการใช้พลังงานของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารกับอาคารผนังเอียง (ทิศตะวันออก)

ตะวันตก มีความเหมาะสมในการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร โดยทิศดังกล่าวเป็นทิศที่มีค่าการใช้พลังงานสูงในแต่ละกรณี

5.2 แนวทางการออกแบบ

วิธีการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเพื่อต้องการลดการใช้พลังงานเมื่อเทียบกับอาคารมาตรฐานมีแนวทางการนำไปใช้ คือ

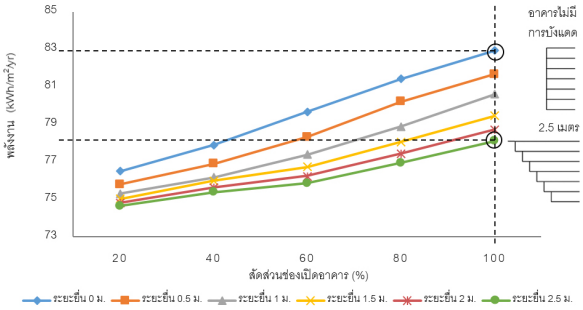
1. การลดค่าการใช้พลังงานเมื่อปรับเปลี่ยนระยะยื่นโดยมีสัดส่วนช่องเปิดเท่าเดิม

แนวทางลดค่าการใช้พลังงานอาคาร ซึ่งสามารถลดค่าการใช้พลังงานจากเดิมที่เป็นอาคารมาตรฐานได้จากการเพิ่มระยะยื่นของกรอบอาคาร ยกตัวอย่าง เช่น ออกแบบอาคารสำนักงานไม่มีการบังแดด มีการเปิดช่องเปิดทางทิศตะวันออก 100% มีค่าการใช้พลังงาน 83.13 kWh/m^2/yr ต้องการลดค่าการใช้พลังงาน จึงมีการออกแบบอาคารให้มีการยื่นของกรอบอาคารเป็น 2.5 เมตร ที่องค์ประกอบเดียวกัน จะมีค่าการใช้พลังงาน 78.11 kWh/m^2/yr

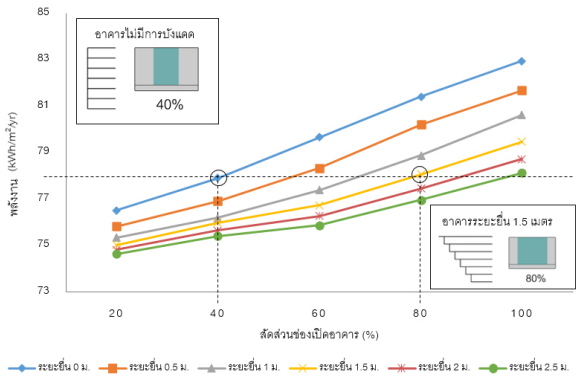
สามารถลดค่าการใช้ลงไป 5.02 kWh/m^2/yr หรือค่าการใช้พลังงานลดลง 6.04% จากอาคารสำนักงานที่ไม่มีการบังแดด ดังรูปที่ 21

2. การเพิ่มสัดส่วนช่องเปิดเมื่อปรับเปลี่ยนระยะยื่นโดยมีค่าการใช้พลังงานเท่าเดิม

แนวทางการเพิ่มสัดส่วนช่องเปิดของอาคารให้มากขึ้นเพื่อให้อาคารดูโปร่ง เพิ่มมุมมองให้กับผู้ใช้งาน โดยที่ค่าการใช้พลังงานอาคารไม่เปลี่ยนแปลง ยกตัวอย่างเช่น ออกแบบอาคารสำนักงานไม่มีการบังแดด มีการเปิดช่องเปิดทางทิศตะวันออก 40% ค่าการใช้พลังงาน 78 kWh/m^2/yr ต้องการเพิ่มสัดส่วนช่องเปิดให้มากขึ้น จึงออกแบบอาคารให้มีการยื่นของกรอบอาคารเป็น 1.5 เมตร สามารถออกแบบให้มีสัดส่วนช่องเปิดได้มากถึง 80% โดยไม่ส่งผลต่อค่าการใช้พลังงาน ดังรูปที่ 22



รูปที่ 21 การลดค่าการใช้พลังงาน



รูปที่ 22 การเพิ่มสัดส่วนช่องเปิด

6. ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทเชิงทดลองในลักษณะการจำลองและออกแบบ โดยทำการจำลองและประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณพลังงานเท่านั้น ไม่มีการศึกษาด้วยการสร้างห้องทดลองจริงในการทดสอบด้านพลังงาน จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจศึกษาด้วยสภาพการณ์จริงเพื่อเพิ่มเติมข้อมูลและได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำมากขึ้น

2. งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารในแต่ละกรณี โดยไม่ได้คำนึงถึงค่าไฟฟ้าและความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องด้วยเวลาที่จำกัด ซึ่งเป็นประเด็นที่น่าสนใจควรพิจารณาเพื่อใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมประกอบการตัดสินใจในการเปรียบเทียบรูปแบบกรอบอาคารหรือเป็นแนวทางการประหยัดพลังงานเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานอาคาร

3. การจำลองเพื่อศึกษาค่าการใช้พลังงาน มีการศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการส่งผ่านความร้อนของอาคาร 4 ตัวแปร คือ อุปกรณ์หรี่ไฟ ทิศทางการวางอาคาร สัดส่วนช่องเปิด ระยะยื่นของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร แผงบังแดดและองศาของผนังเอียง นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่น่าสนใจ เช่น วัสดุกระจก วัสดุของกรอบอาคาร ความหนา หรือติดฉนวน ฯลฯ วิธีดังกล่าวสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาหัวข้อวิจัยอื่น ๆ ได้

4. ผลการศึกษาวิจัยสามารถนำไปต่อยอดในการออกแบบกรอบอาคารรูปแบบอื่น ๆ ที่มีลักษณะการบังแดดในการลดความร้อน เพื่อให้ได้รูปแบบที่หลากหลายในการประหยัดพลังงานเป็นแนวทางเลือกให้แก่ผู้ออกแบบ และหรือเปลี่ยนแปลงจากอาคารสำนักงานเป็นอาคารประเภทอื่น ๆ เช่น อาคารเรียน อาคารที่พักอาศัย เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารกับอาคารประเภทนั้น ๆ

References

Anderson, B. (1977). *Solar energy: Fundamentals in building design*. Harrisville, New Hampshire: McGrew-Hill.

ASHRAE Standard 90.1 (2007). *Energy standard for buildings except low-rise residential buildings (I-P edition).* Atlanta: ASHRAE.

Capeluto, I.G. (2003). *Energy performance of the self-shading building envelope*. Energy and Buildings. *Energy and Buildings, 35*(3), 327-336.

Chaiwiwatworakul, P., & Rakkwamsuk, P. (2008). Energy conservation glass. *Post Today*, p. B6.

Laopanitchakul, V., & Srisutapan, A. (2007). ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร [The performance of climbing-plant panel for reducing heat transfer through solid wall]. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies, 5*(1), 173-183.

Lechner, N. (2009). *Heating, cooling, lighting: Design methods for architects (2nd ed.)*. New York: John Wiley & Sons.

Luangcharoenrat, C., & Intrachooto, S. (2013). เกณฑ์การประเมินอาคารที่ยั่งยืน: ความเหมือน ความต่าง และค่าความสำคัญที่ให้ต่อสิ่งแวดล้อม ทรัพยากร และพลังงาน [A comparative study of green building evaluation standards: identifying major/minor emphasis on environment, resource and energy issues]. *Journal of Architectural /Planning Research and Studies, 10*(1), 1-18.

Ministry of Energy. (2011). *Trend of electricity consumption in office building*. Lecture Material: Author.

Moore, F. (1993). *Environmental control system: Heating cooling lighting*. New York: McGraw-Hill.

Nikpour, M., Kandar, M. Z., & Mosavi, E. (2012). Investigating daylight quality using self- shading strategy energy commission building in Malaysia. *Indoor and Built Environment, 22*(5), 822-835.

Nikpour, M., Kandar, M., Ghasemi, M., Ghomeshi, M., & Mohammad R. S. (2012). Heat transfer reduction using self shading strategy in energy commission building in Malaysia. *Journal of Applied Sciences,12*(9), 897-901.

Nittaya, S. (2002). *การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น* [Tropical design environment] (2nd ed.). Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press.

Varodompun, J., & Asavapitayanont, A. (2012). Design guidelines of the utilization of tilted facades to enhance building energy performance. *Journal of Green Building, 7*(1), 120-142.