

แนวทางการออกแบบกรอบอาคารสำนักงานโดยการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร เพื่อการประหยัดพลังงานในเขตร้อนชื้น

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

Ratha Jittawisutthikul¹ and Jatuwat Varodompun²

รฐา จิตตวิสุทธิกุล¹ และ จตุวัฒน์ วโรดมพันธ์²

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.com¹, vjatuwat@umich.edu²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการลดการใช้พลังงานผ่านกรอบอาคารสำนักงานโดยใช้วิธีการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร ซึ่งตัวแปรสำคัญในการออกแบบ 4 ตัวแปร คือ ทิศทางการวางอาคาร ระยะยื่นกรอบอาคาร สัดส่วนช่องเปิด และอุปกรณ์หรี่ไฟ ทำการจำลองผ่านโปรแกรม eQUEST-3.64 โดยศึกษาค่าการใช้พลังงานของอาคารที่ใช้บังแดดด้วยรูปทรงอาคาร 1 ทิศทาง และมากกว่า 1 ทิศทาง ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบกรอบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร ระยะยื่น 2.5 เมตร สามารถลดค่าการใช้พลังงานอาคารได้มากที่สุดในส่วนช่องเปิด 20% -100% ซึ่งทิศที่มีความเหมาะสมที่สุดของรูปแบบอาคารดังกล่าว คือ ทิศตะวันออก นอกจากนี้ การติดตั้งอุปกรณ์หรี่ไฟแสงสว่างทำให้ค่าการใช้พลังงานอาคารลดลงประมาณ 12% และเมื่อเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานอาคารของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารกับอาคารติดตั้งแผงบังแดดและอาคารผนังเอียง พบว่า ที่สัดส่วนช่องเปิด 20%-80% อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานมากที่สุด และจะมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากขึ้นเมื่อออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมากกว่า 1 ทิศทาง ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยนี้เป็นประโยชน์สำหรับสถาปนิกที่สนใจการออกแบบกรอบอาคาร และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารสำนักงานเพื่อประหยัดพลังงานได้

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 สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรตามลำดับ (Luangcharoenrat & Intrachooto, 2013, pp. 1-18) โดยการใช้พลังงานอาคารแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบส่องสว่างและอื่น ๆ ซึ่งมาจาก ระบบปรับอากาศมากที่สุดถึง 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 เป็นวิธีที่สามารถลดผลกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์ได้ค่อนข้างมากแต่การทำผนังเอียงก็เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของอาคารเมื่อพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้น ความร้อนจะเข้ามามากด้วยเช่นกัน

จากปัญหาข้างต้น จึงได้นำเสนอการออกแบบกรอบอาคารที่สามารถลดค่าการใช้พลังงานลงได้ อีก 1 ทางเลือกคือ อาคารที่มีการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารซึ่งมีรูปแบบของการบังแดดแน่นอนในลักษณะที่มีระยะยื่นของชั้นด้านบนมากกว่าชั้นด้านล่าง งานวิจัยนี้จึงมุ่งนำเสนอการประหยัดพลังงานโดยการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร (self-shading) สำหรับอาคารสำนักงานเพื่อเป็นแนวทางในการ



Hotel de Prefecture du Val-D'Oise, France

ที่มา: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File: Prefecture_de_cergy.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prefecture_de_cergy.JPG)

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

ออกแบบอาคารให้สามารถประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตัวอย่างอาคารที่มีการประยุกต์ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร ดังรูปที่ 1

1.2 วัตถุประสงค์

1. ทดลองและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่เกิดจากการปรับเปลี่ยน 4 ตัวแปร คือ ทิศทางการวางอาคาร ระยะยื่นสัดส่วนช่องเปิด และอุปกรณ์หรีไฟ
2. ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานระหว่างการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร การติดตั้งแผงบังแดดและผนังเอียง
3. ทดลองและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร (ช่องเปิดมากกว่า 1 ทิศทาง)
4. เสนอแนวทางการออกแบบการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการออกแบบกรอบอาคารที่คำนึงถึงการประหยัดพลังงาน

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาอาคารสำนักงานความสูงไม่เกิน 23 เมตรที่ตั้งอยู่ในภูมิอากาศร้อนชื้น ที่ละติจูด 14 องศาเหนือ (กรุงเทพฯ และปริมณฑล)
2. กำหนดให้อาคารสำนักงานเปิดทำการระหว่างเวลา 8:00 น.–17:00 น. และเวลาทำงานของระบบปรับอากาศ 7:00 น.–18:00 น.
3. ศึกษาระยะยื่นของอาคารที่มีความเป็นไปได้ทางสถาปัตยกรรม (ระยะยื่นอาจมีข้อจำกัดในเรื่องเทคโนโลยีการก่อสร้างในปัจจุบัน)

4. การจำลองขนาดสัดส่วนช่องเปิดยึดในแนวตั้ง แล้วทำการขยายออกซ้ายขวาตามที่คำนวณ

5. กำหนดให้การตั้งค่ารูปแบบอาคารในการจำลอง เป็นเชิงทฤษฎี ซึ่งเมื่อนำไปใช้ในการออกแบบอาคารจริง อาจทำให้รูปแบบค่าพลังงานมีการเปลี่ยนแปลงตาม ลักษณะการออกแบบ

6. อาคารจำลองไม่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม โดยรอบและอาคารข้างเคียง

7. ศึกษาเฉพาะค่าการใช้พลังงานในอาคารโดยไม่คำนึง ถึงค่าก่อสร้าง

8. ไม่ได้ศึกษาสัดส่วนช่องเปิดในการนำเสนอธรรมชาติ มาใช้งานในอาคารสำนักงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการออกแบบสถาปัตยกรรม ประเภทอาคารสำนักงานเพื่อประหยัดพลังงานโดยมีการ บังแดดด้วยรูปทรงอาคารเป็นองค์ประกอบสามารถนำไป ใช้ในการออกแบบกรอบอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพใน ภูมิภาคเขตร้อนชื้น

2. ทราบถึงประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน ของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่มีองค์ ประกอบแตกต่างกันในเรื่อง ระยะเวลาของกรอบอาคาร สัดส่วนช่องเปิด ทิศทางการวางตัวอาคาร เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้แผงบังแดดและผนังเอียง

3. เป็นแนวทางเลือกให้กับสถาปนิกออกแบบ อาคารสำนักงานเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารอย่าง เหมาะสม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การประหยัดพลังงานอาคารโดยการบังแดดด้วยรูป ทรงอาคารได้มีการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่สำคัญ โดย อธิบายถึงหลักการและปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานใน อาคาร ได้แก่ ภาระการทำความเย็น มุมของดวงอาทิตย์ที่ ส่งผลต่อการบังเงาของอาคาร การออกแบบการบังแดด และตัวอย่างงานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับอาคารที่ใช้การ บังแดดด้วยรูปทรงอาคาร

2.1 ภาระการทำความเย็น

พลังงานระบบปรับอากาศมีสัดส่วนการใช้มากกว่า ระบบอื่น ๆ เป็นผลมาจากผลรวมของความร้อนทั้งหมด ภายในอาคารที่ก่อให้เกิดภาระการทำความเย็น สามารถ

แจกแจงแหล่งที่มาของภาระการทำความเย็นของเครื่อง ปรับอากาศได้ดังนี้

1. ความร้อนจากภายนอกที่ผ่านเข้ามาในบริเวณ อาคารปรับอากาศ โดยผ่านผนังอาคาร

2. ความร้อนที่เข้าสู่อาคารปรับอากาศโดยตรง โดย การแผ่รังสีผ่านกระจกหรือวัสดุโปร่งแสง

3. ความร้อนที่เกิดจากการรั่วไหลของอากาศเมื่อมี การเปิดปิดประตู หรือผ่านเข้ามาตามรอยแยกของขอบ ประตูหรือหน้าต่าง

4. ความร้อนจากผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำความเย็น

5. ความร้อนจากผู้ใช้งานภายในอาคารปรับอากาศ

6. ความร้อนจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นตัวกำเนิด ความร้อนในบริเวณที่มีการปรับอากาศ เช่น หลอดไฟ เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น

แหล่งที่มาของความร้อนในอาคารสำนักงาน พบว่า 60% มาจากความร้อนภายนอกที่ผ่านกรอบอาคารผ่าน ผนังทึบและผนังโปร่งแสง ส่วนที่เหลือ 40% เกิดจากความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคาร ได้แก่ ความร้อนจาก อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลอดไฟ และผู้ที่ใช้อาคาร (Chai-wiwatworakul & Rakkwamsuk, 2008, p. B6)

การคำนวณภาระการทำความเย็นที่เกิดจาก การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจกช่องเปิด ซึ่ง สามารถคำนวณได้โดย

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

$$\text{SC} = \text{SHGC}_{90} / \text{SHGC}_{\text{ref}}$$

เมื่อ Q = ภาระการปรับอากาศ (Watt/Btu/h)

SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของกระจก

A = พื้นที่ช่องเปิดกระจก (sq.m/sq.ft)

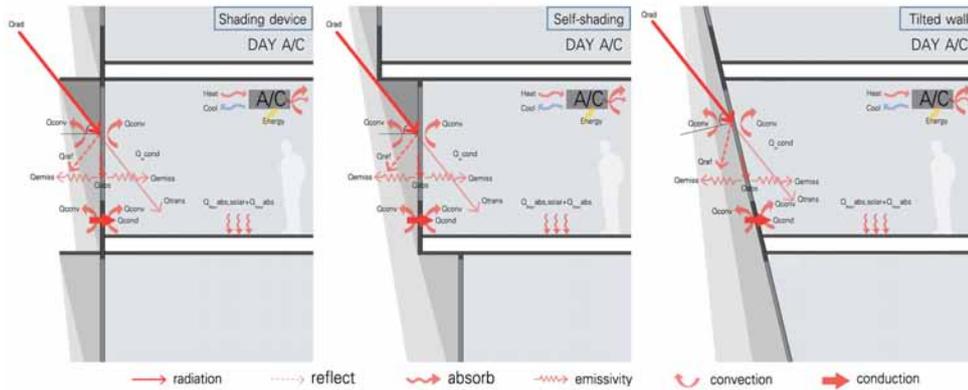
SHGF = ค่าปัจจัยความร้อนจากรังสีอาทิตย์

CLF = ค่าปัจจัยภาระการทำความเย็น

SHGC = ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจาก ดวงอาทิตย์

2.2 มุมของดวงอาทิตย์

ลักษณะมุมของดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันจะมีความ สัมพันธ์กับระยะยื่นของอาคารเนื่องจากดวงอาทิตย์มี ความซับซ้อน มุมต่าง ๆ จะกระทำกับอาคารทำให้เกิดเงา ตกกระทบบนอาคารและการถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกัน ในแต่ละเวลา ส่งผลให้การใช้พลังงานเปลี่ยนแปลงตาม ลักษณะของมุมดวงอาทิตย์ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

มุมของดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับกระจกส่งผลต่อปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระยะยื่นอาคาร วัสดุกระจก ขนาดช่องเปิด ลักษณะพื้นผิว และมุมของดวงอาทิตย์ในบางมุมส่งผลให้แสงธรรมชาติที่เข้าสู่พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารลดน้อยลง ซึ่งในปัจจุบันมีเทคโนโลยีในการควบคุมแสงสว่างที่ช่วยให้พื้นที่การใช้งานในอาคารสำนักงานประสิทธิภาพมากขึ้นนั่นคือ อุปกรณ์หรือไฟ งานวิจัยนี้จึงมีการใช้อุปกรณ์หรือไฟในการจำลอง เพื่อช่วยให้แสงสว่างภายในอาคารสม่ำเสมอเพียงพอต่อการใช้งานและช่วยประหยัดพลังงานอาคาร

2.3 การออกแบบการบังแดด

การออกแบบการบังแดดเป็นวิธีป้องกันความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ให้กับผนังและช่องเปิดของอาคาร ซึ่งรูปแบบการบังแดดจะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

1. ขนาดช่องเปิด เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อพื้นที่การบังเงาให้กับอาคารซึ่งหากช่องเปิดมีขนาดใหญ่จะส่งผลให้ความร้อนเข้ามาภายในอาคารมากขึ้น
2. ตำแหน่งช่องเปิด ปัจจัยที่ส่งผลต่อมุมของแดดที่กระทำกับตำแหน่งช่องเปิด เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งช่องเปิดต่าง ๆ มีผลทำให้มุมแดดที่เกิดขึ้นกับอาคารต่างกัน
3. ทิศทางช่องเปิด ปัจจัยในการกำหนดลักษณะการบังแดดเนื่องด้วยลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์จึงทำให้รังสีตกกระทบผนังและช่องเปิดอาคารมีความแตกต่างกันในแต่ละทิศ
4. วันและเวลาที่ต้องการบังแดด เป็นผลมาจากทิศทางของแดดที่เปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี ช่วงเวลาจึงเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อให้การบังแดดมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดี

การออกแบบการบังแดดเป็นวิธีป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารโดยตรง วิธีที่นิยมในการออกแบบการบังแดดคือการติดตั้งแผงบังแดดกับตัวอาคาร 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 โดยการศึกษาของ Capeluto (2003) ได้นำเสนอการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารในลักษณะขั้นบันได ผู้วิจัยศึกษาตัวอย่างของอาคาร Bank of Israel in Jerusalem ดังรูปที่ 3

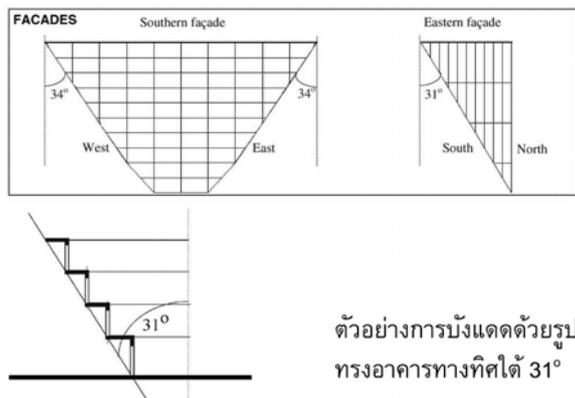
ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการใช้รูปแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร โดยวิเคราะห์และกำหนดองศาของผนังเอียงเพื่อปรับเปลี่ยนเป็นระยะยื่นของกรอบอาคารที่เหมาะสมในแต่ละทิศทางแตกต่างกัน ได้แก่ ทิศตะวันตกและทิศตะวันออก 34 องศา ทิศใต้ 31 องศา และผนังทาง

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)



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 เนื่องจากมีการใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร ร่วมกับการใช้ internal blind โดยแบบที่ 4 และ 5 ใช้รูปแบบการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารนั้นสามารถลดการใช้พลังงานลงได้มากกว่ารูปแบบอื่น ๆ ด้านทิศทางการวางอาคารก็มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร การใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารในประเทศอิสราเอล ซึ่งทิศตะวันตกและทิศตะวันออกมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน จากการศึกษาสรุปได้ว่าการออกแบบกรอบอาคารเป็นวิธีที่สามารถลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารลงได้ และตัวแปรที่สำคัญในงานวิจัย คือ ระยะเวลาของอาคาร ซึ่งระยะยี่นดังกล่าวนำมาสู่ตัวแปรในงานวิจัยนี้ รวมถึงลักษณะการปรับเปลี่ยนองศาไปเป็นการยี่นของกรอบอาคาร

3. วิจัย

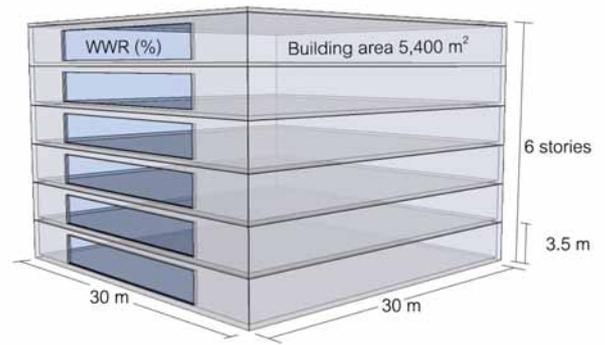
งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาอิทธิพลของการบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน เมื่อมีการกำหนดระยะยี่นของกรอบอาคาร ทิศทางอาคาร อุปกรณ์หีไฟ และสัดส่วนช่องเปิด นำมาเปรียบเทียบกับการใช้อาคารที่ติดตั้งแผงบังแดดและผนังเอียงในตัวแปรที่เหมือนกัน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์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

3.1 แบบจำลองอาคารต้นแบบ

การสร้างแบบจำลองต้นแบบ (Base Case Building) เพื่อนำไปคำนวณค่าการใช้พลังงานในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดค่าพื้นฐานของแบบจำลองในส่วนของการรายละเอียดต่าง 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

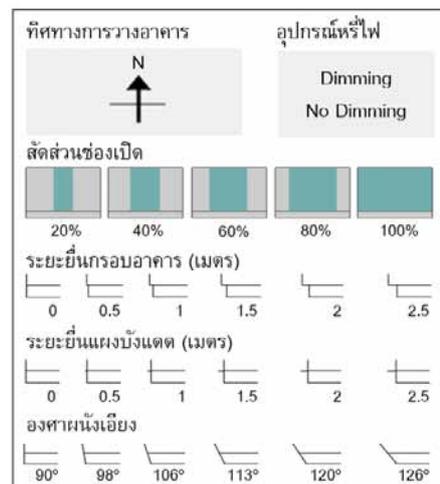
ตารางที่ 2 แสดงการจำลองอาคาร 1 ทิศทาง และมากกว่า 1 ทิศทาง

การจำลองอาคาร			
1 ทิศทาง	การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมากกว่า 1 ทิศทาง		
	2 ทิศทาง	3 ทิศทาง	4 ทิศทาง
Self-shading			
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		240
2. Orientation	N, S, W, E	4		
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		200
2. Orientation	N, S, W, E	4		
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		200
2. Orientation	N, S, W, E	4		
3. Tiled wall	98°, 106°, 113°, 120°, 126°	5		
4. WWR	20%, 40%, 60%, 80%, 100%	5		

4. ผลการทดลอง

จากการคำนวณค่าการใช้พลังงานโดยใช้โปรแกรม eQUEST-3.64 ซึ่งผลการทดลองจะแสดงค่าการใช้พลังงานของอาคารจำลองที่มีการปรับเปลี่ยนตัวแปรที่แตกต่างกัน โดยระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณ คือ 1 ปี หน่วยที่ใช้ในการวัดค่าพลังงาน คือ กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี (kWh/m²/yr) สามารถแบ่งผลการทดลองได้ 2 ช่วงวิเคราะห์ดังนี้

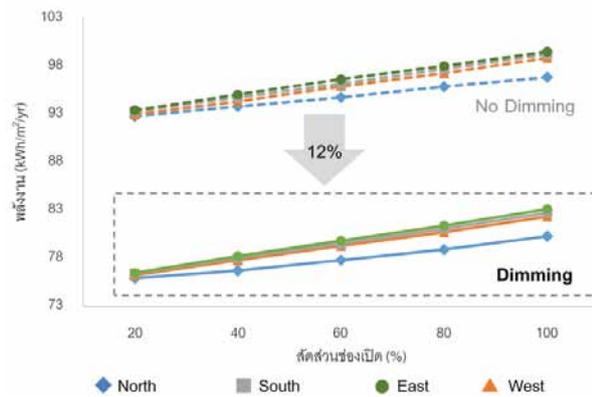
- 1) อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเมื่อช่องเปิด 1 ทิศทาง
- 2) อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเมื่อช่องเปิดมากกว่า 1 ทิศทาง

4.1 อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเมื่อเปิด 1 ทิศทาง

4.1.1 **เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานเมื่อติดตั้งและไม่ติดตั้งอุปกรณ์หรีไฟ** พบว่า การติดตั้งอุปกรณ์หรีไฟสามารถลดพลังงานอาคารได้ในทุกทิศทางและทุกสัดส่วนช่องเปิด ซึ่งพลังงานมีค่าการใช้พลังงานลดลง 11.41 – 13.50 kWh/m²/yr สามารถสรุปได้ว่าการติดตั้งอุปกรณ์หรีไฟทำให้ประหยัดพลังงานได้มากถึง 12% ต่อปี การติดตั้งอุปกรณ์หรีไฟจึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับอาคารสำนักงานเพื่อประหยัดพลังงาน ดังรูปที่ 7

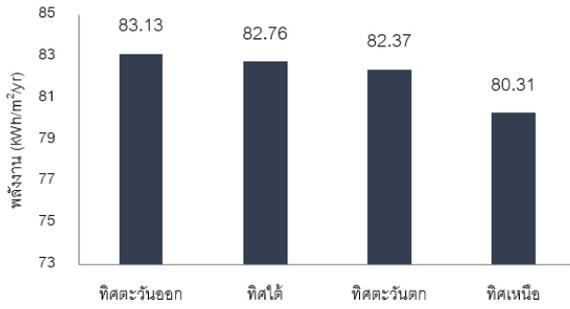
ตารางที่ 4 ออกแบบอาคารมากกว่า 1 ทิศทาง

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



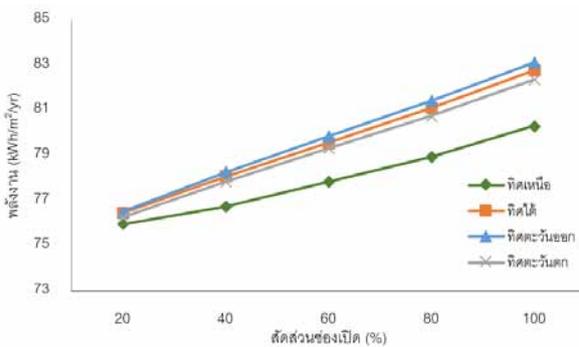
รูปที่ 7 อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารติดตั้งและไม่ติดตั้งอุปกรณ์หรีไฟ

4.1.2 **เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานในแต่ละทิศและค่าการใช้พลังงานรายชั่วโมง** พบว่า ทิศที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดใน 4 ทิศ คือ ทิศตะวันออกซึ่งมีค่าการใช้พลังงานอาคาร คือ 83.13 kWh/m²/yr มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากกว่าทิศอื่น ๆ ทิศถัดมาคือทิศใต้ (82.76 kWh/m²/yr) ทิศตะวันตก (82.37 kWh/m²/yr) และทิศเหนือ (80.31 kWh/m²/yr) ตามลำดับ ดังรูปที่ 8

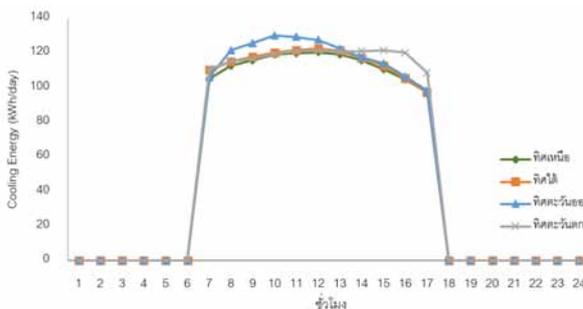


รูปที่ 8 ค่าการใช้พลังงานรวมอาคารของผนังอาคารในแต่ละทิศ

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

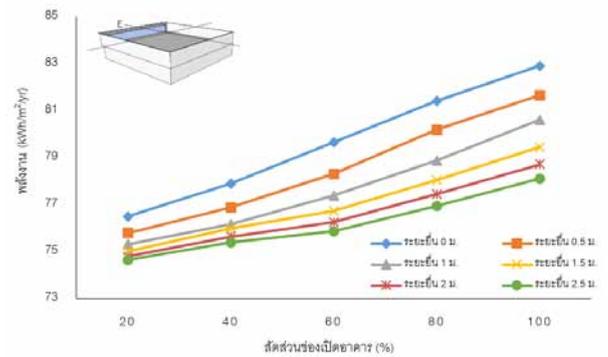


รูปที่ 9 ค่าการใช้พลังงานของอาคารทั้ง 4 ทิศ ในแต่ละสัดส่วนช่องเปิด



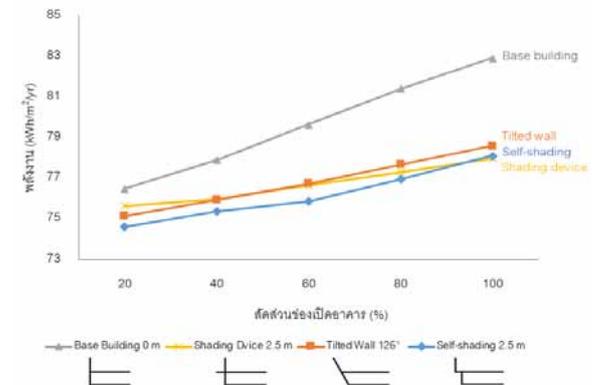
รูปที่ 10 ค่าการใช้พลังงานรายชั่วโมง (6 เมษายน)

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



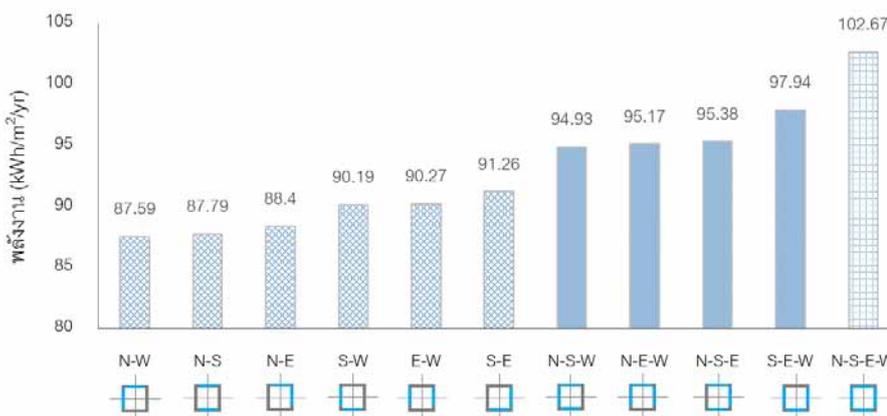
รูปที่ 12 เปรียบเทียบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร อาคารติดตั้งแผงบังแดด และอาคารผนังเอียง (ตะวันออก, ระยะยื่น 2.5 ม.)

4.2 อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเมื่อช่องเปิดมากกว่า 1 ทิศทาง

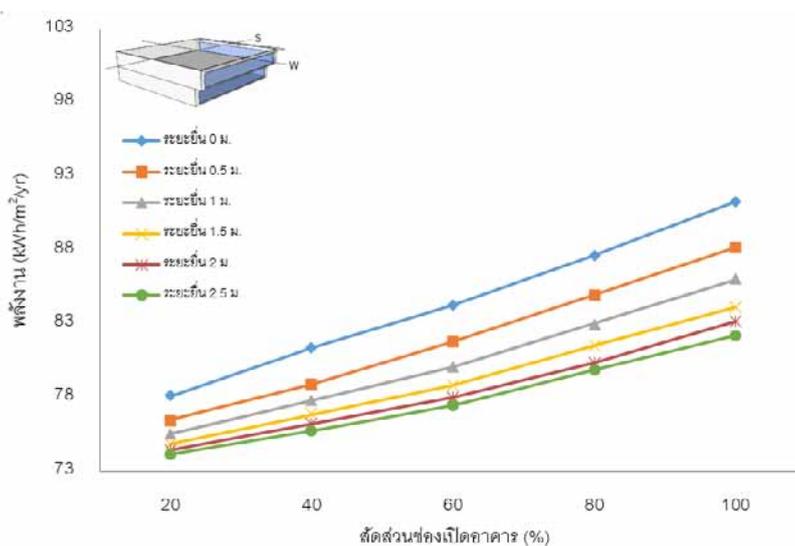
4.2.1 *เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของในแต่ละทิศ* พบว่า จากการหาค่าการใช้พลังงานอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่มีช่องเปิดมากกว่า 1 ทิศ เพื่อหาแนวทางการนำอาคารดังกล่าวไปใช้ออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน เมื่อพิจารณาทิศของการเปิดช่องเปิดกรณีช่องเปิด 2 ทิศทาง เรียงตามค่าการใช้พลังงานมากที่สุดคือ ทิศใต้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

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

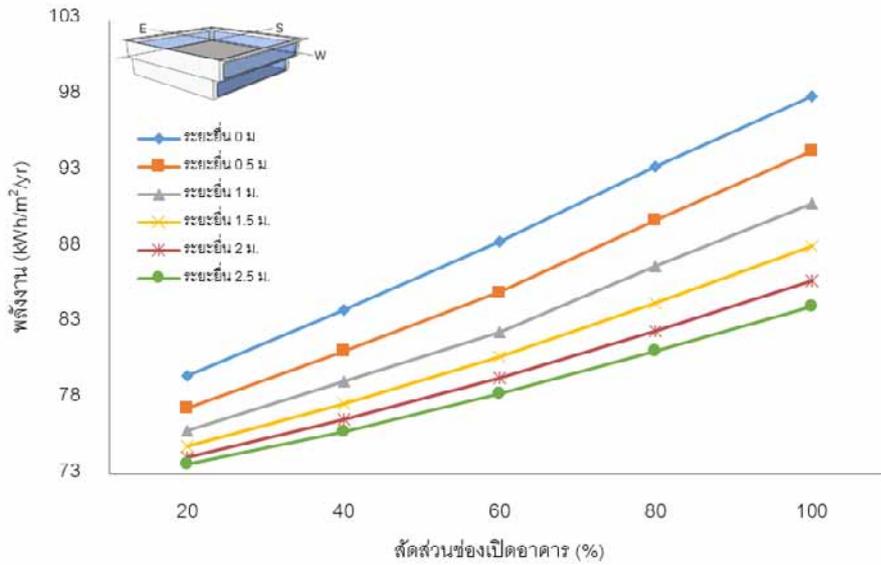
4.2.2 *เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานเมื่อปรับเปลี่ยนระยะยื่น* พบว่า กรณีช่องเปิด 2 3 และ 4 ทิศทาง มีแนวโน้มค่าการใช้พลังงานไปในทิศทางเดียวกัน โดยการยื่นของกรอบอาคารสามารถลดการใช้พลังงานได้ในทุกสัดส่วนช่องเปิดเช่นเดียวกับกรณี 1 ทิศทาง คือ สัดส่วนช่องเปิดน้อย ค่าการใช้พลังงานมีค่าใกล้เคียงกันทุกระยะยื่น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



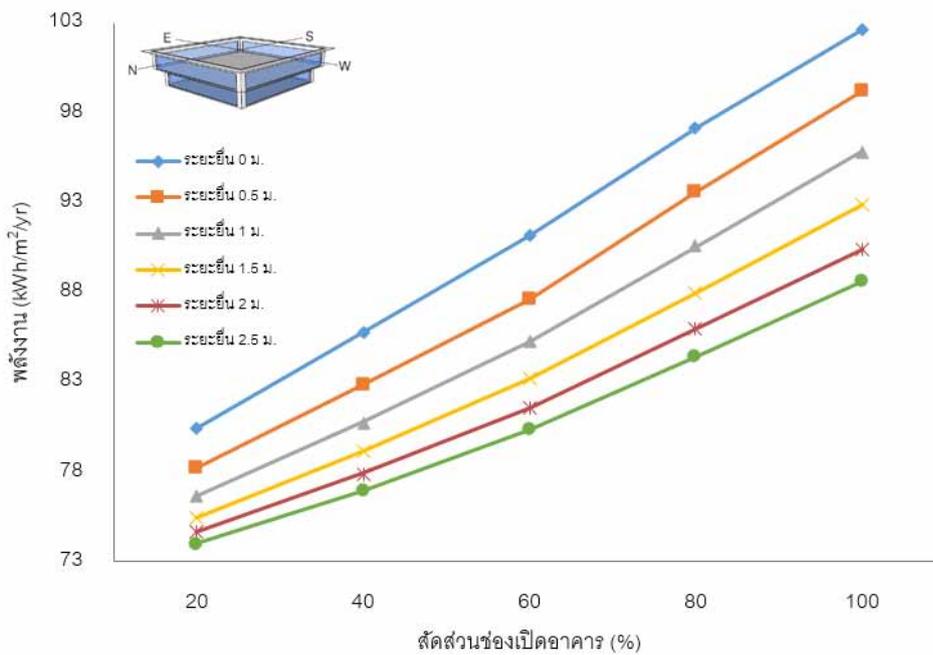
รูปที่ 13 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานในแต่ละทิศเมื่อช่องเปิดมากกว่า 1 ทิศทาง



รูปที่ 14 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงาน 2 ทิศทาง (ทิศใต้ – ทิศตะวันออก)



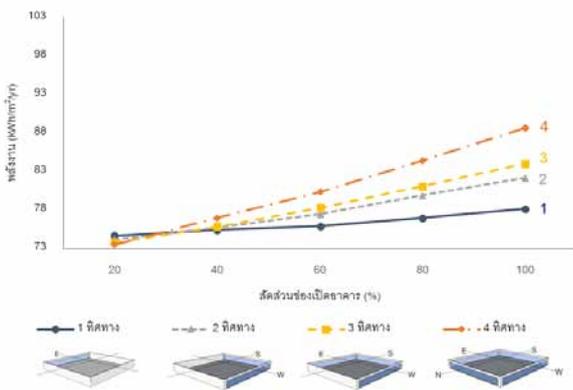
รูปที่ 15 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงาน 3 ทิศทาง (ทิศใต้ - ทิศตะวันออก - ทิศตะวันตก)



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 ช่องเปิดมีขนาดเล็ก

ทำให้ตัวอาคารกรณี 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 การติดตั้งอุปกรณ์หรือไฟในอาคาร

การติดตั้งอุปกรณ์หรือไฟมีความเหมาะสมในการใช้กับอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารประเภทอาคารสำนักงาน มีประสิทธิภาพในการลดค่าการใช้ประหยัดพลังงานได้มากถึง 12% ต่อปี แต่ในบางกรณีที่สัดส่วนช่องเปิดน้อยเกินไปจะส่งผลให้การติดตั้งอุปกรณ์หรือไฟทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ

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% เมื่อออกแบบช่องเปิดอาคารที่มากขึ้นทำให้การยื่นของกรอบอาคารส่งผลให้การลดใช้พลังงานอาคารชัดเจนมากขึ้น สรุปได้ว่ากรอบอาคารที่มีสัดส่วนช่องเปิดเพิ่มขึ้น การออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารจะมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากขึ้นด้วย

5.1.4 อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเปรียบเทียบกับอาคารติดตั้งแผงบังแดดและอาคารผนังเอียง

เมื่อพิจารณาค่าการใช้พลังงานของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่สัดส่วนช่องเปิด 20% - 80% การออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมีประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานมากกว่าอาคารอาคารติดตั้งแผงบังแดดและอาคารผนังเอียงในทุกกระยะยื่นและทุกองศา แต่ที่สัดส่วนช่องเปิด 100% อาคารที่ติดตั้งแผงบังแดดมีประสิทธิภาพมากกว่าอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารและ ผนังเอียงในทุกกระยะยื่นและทุกองศา

สรุปได้ว่าสัดส่วนช่องเปิดที่มีขนาดไม่ใหญ่เกินไป จะมีประสิทธิภาพกับการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารเนื่องจากการบังเงาของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่มีสัดส่วนช่องเปิดขนาดเล็กจะเกิดมุมเบี่ยงของการบังเงาที่มีลักษณะการช่วยกันบังเงาซ้อนกันในแต่ละชั้นของตัวอาคารทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับอาคารดังกล่าว

ยกตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของอาคารบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1 เมตร กับอาคารติดตั้งแผงบังแดดที่ระยะยื่นต่างกันอธิบายได้ 4 กรณี ดังรูปที่ 1 8

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

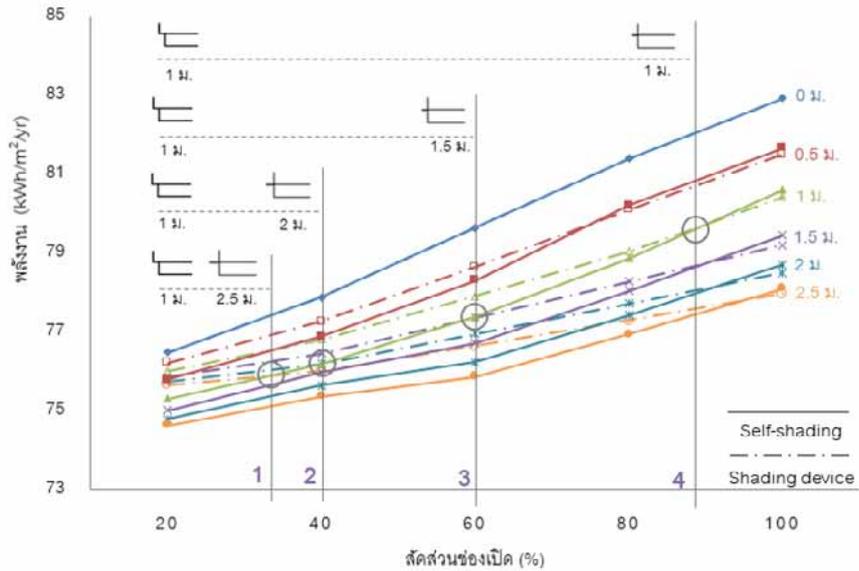
กรณีที่ 2 เมื่อสัดส่วนช่องเปิด 20% - 40% อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1 เมตร มีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่าอาคารติดตั้งแผงบังแดด 2 เมตร

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

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

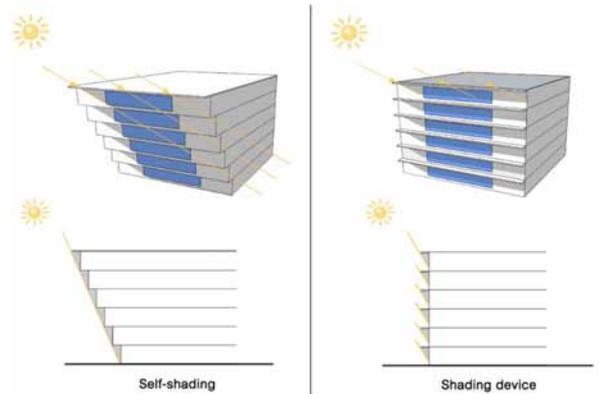
สามารถออกแบบให้อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารมีระยะยื่น 1 เมตร ซึ่งมีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่าการออกแบบอาคารที่ติดตั้งแผงบังแดดมีระยะยื่น 1 - 2.5 เมตร ตามรายละเอียดดังกล่าวข้างต้น

จากการเปรียบเทียบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารกับอาคารติดตั้งแผงบังแดด สรุปได้ว่า สัดส่วนช่องเปิดที่มีขนาด 20%-60% จะมีประสิทธิภาพกับการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร เนื่องจากการ



รูปที่ 18 ค่าการใช้พลังงานของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารกับอาคารติดตั้งแผงบังแดด (ทิศตะวันออก)

บังเงาของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่มีสัดส่วนช่องเปิดขนาดเล็กจะเกิดมุมมองเบี่ยงของการบังเงาที่มีลักษณะการช่วยกันบังเงาซ้อนกันในแต่ละชั้นของตัวอาคารทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับอาคารดังกล่าว แต่เมื่อสัดส่วนช่องเปิดมีขนาดใหญ่ขึ้นจะบังเงาได้น้อยลง จึงต้องออกแบบให้ระยะยื่นของอาคารมากยิ่งขึ้น แต่อาคารที่ติดตั้งแผงบังแดดจะมีลักษณะการบังเงาในแต่ละแผงบังแดดช่วงเวลาที่พระอาทิตย์ทำมุมเอียงต่าง ๆ ตัวแผงบังแดดจะไม่มีลักษณะช่วยกันบังเงาซ้อนกัน ลักษณะการบังเงาของทั้ง 2 รูปแบบจึงมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเส้นทางการโคจรและมุมมองของดวงอาทิตย์ จากข้อสังเกตนี้ สถาปนิกจะใช้ประโยชน์จากการออกแบบอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารได้มากที่สุด ดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 ลักษณะการบังเงาของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารและอาคารที่ติดตั้งแผงบังแดด

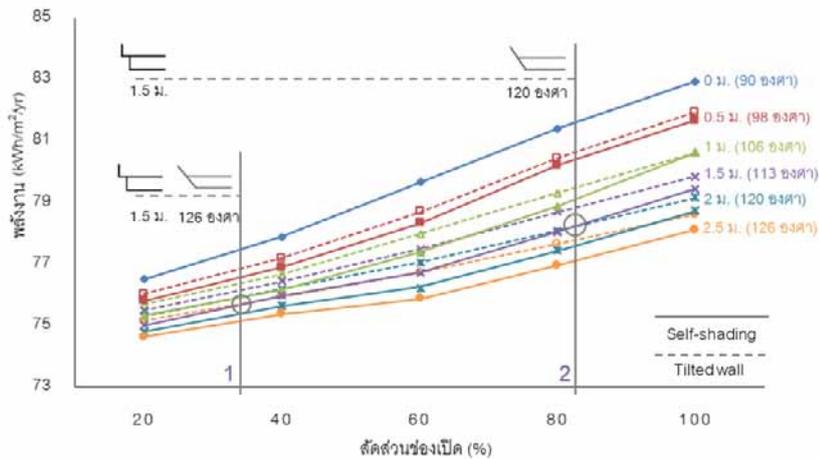
ยกตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของอาคารบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1.5 เมตร กับอาคารผนังเอียงที่องศาต่างกัน อธิบายได้ 2 กรณี ดังรูปที่ 20 กรณีที่ 1 เมื่อสัดส่วนช่องเปิด 20% - 35% อาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคารที่ระยะยื่น 1 เมตร มีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่าอาคารผนังเอียง 126 องศา (2.5 เมตร)

อาคารมีระยะยื่นเพียง 1.5 เมตร ในขณะที่ต้องออกแบบให้อาคารผนังเอียงมีองศาถึง 120 - 126 องศา ตามรายละเอียดดังกล่าวข้างต้น

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

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. การลดค่าการใช้พลังงานเมื่อปรับเปลี่ยนระยะยื่น โดยมีสัดส่วนช่องเปิดเท่าเดิม

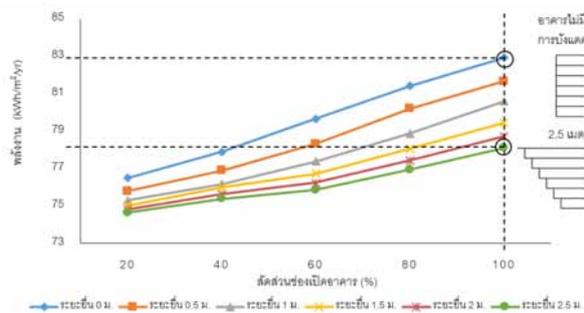
แนวทางลดค่าการใช้พลังงานอาคาร ซึ่งสามารถลดค่าการใช้พลังงานจากเดิมที่เป็นอาคารมาตรฐานได้จากการเพิ่มระยะยื่นของกรอบอาคาร ยกตัวอย่าง เช่น ออกแบบอาคารสำนักงานไม่มีการบังแดด มีการเปิดช่องเปิดทางทิศตะวันออก 100% มีค่าการใช้พลังงาน 83.13 kWh/m²/yr ต้องการลดค่าการใช้พลังงาน จึงมีการออกแบบอาคารให้มีการยื่นของกรอบอาคารเป็น 2.5 เมตร ที่องค์ประกอบเดียวกัน จะมีค่าการใช้พลังงาน 78.11 kWh/m²/yr

สามารถลดค่าการใช้ลงไป 5.02 kWh/m²/yr หรือค่าการใช้พลังงานลดลง 6.04% จากอาคารสำนักงานที่ไม่มีการบังแดด ดังรูปที่ 21

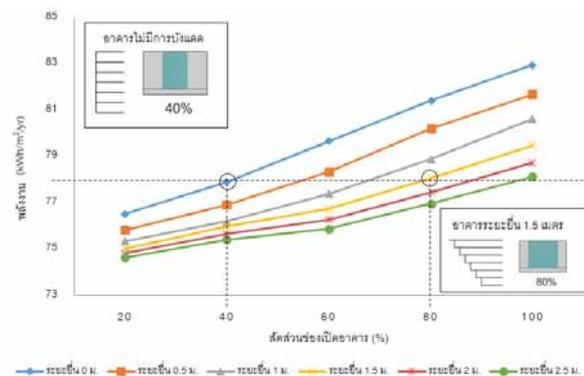
2. การเพิ่มสัดส่วนช่องเปิดเมื่อปรับเปลี่ยนระยะยื่น โดยมีค่าการใช้พลังงานเท่าเดิม

แนวทางการเพิ่มสัดส่วนช่องเปิดของอาคารให้มากขึ้น เพื่อให้อาคารดูโปร่ง เพิ่มมุมมองให้กับผู้ใช้งาน โดยที่ค่าการใช้พลังงานอาคารไม่เปลี่ยนแปลง ยกตัวอย่างเช่น

ออกแบบอาคารสำนักงานไม่มีการบังแดด มีการเปิดช่องเปิดทางทิศตะวันออก 40% ค่าการใช้พลังงาน 78 kWh/m²/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 อุปกรณ์หรือไฟ ทิศทางการวางอาคาร สัดส่วนช่องเปิด ระยะเวลาของอาคารที่ใช้การบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร แผงบังแดดและองศาของผนังเอียง นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่น่าสนใจ เช่น วัสดุกระจก วัสดุของกรอบอาคาร ความหนา หรือติดตั้งนวน 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: McGraw-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). เภณฑ์การประเมินอาคารที่ยั่งยืน: ความเหมือน ความต่าง และค่าความสำคัญที่ให้อัตถุสิ่งแวดล้อม 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.

