

อิทธิพลของรูปแบบทางกายภาพของอุปกรณ์บังแดดต่อค่าสัมประสิทธิ์ การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดในประเทศไทย

An Influence of Physical Appearance of Shading Devices to Shading Coefficient in Thailand

ศุภกฤต พงษ์อุดมกุล* พรสวรรค์ นิริยะศรีธธา** และ ชูพงษ์ ทองคำสมุทร**

Suphakrit Phongudomkul* Pornsawat Piriyasatta** and Choopong Thongkamsamut**

Received: December 8, 2020

Revised: April 5, 2021

Accepted: April 8, 2021

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น รังสีอาทิตย์ในเวลากลางวันสามารถเข้ามาในอาคารผ่านทางช่องเปิด จึงได้รับทั้งแสงสว่างและความร้อน ทำให้ผู้ใช้งานในอาคารส่วนใหญ่ใช้เครื่องปรับอากาศลดอุณหภูมิในอาคาร ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน อุปกรณ์บังแดดจึงมีความสำคัญในการลดรังสีอาทิตย์เข้าสู่ภายในอาคารเพื่อภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิแก่ผู้ใช้งาน และลดภาระของเครื่องปรับอากาศ งานวิจัยนี้ทำการศึกษาอิทธิพลของรูปแบบทางกายภาพของอุปกรณ์บังแดดเพื่อลดรังสีอาทิตย์เข้าสู่อาคาร ส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) ลดลง เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) โดยรวบรวมขนาดหน้าต่างมาตรฐานในประเทศไทย โดยเลือกขนาดหน้าต่าง 60×120 เซนติเมตร ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดขนาด 90×150 เซนติเมตร เป็นตัวแทนการทดสอบทดสอบ 4 ระยะยื่น คือ 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร ทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ อุปกรณ์บังแดดแนวนอน แนวตั้ง และแบบผสม จากนั้นคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ทั้ง 8 ทิศ ผ่านโปรแกรมเสริม SC Calculation ใน SketchUp Pro 2019

ผลการทดสอบพบว่า การเพิ่มระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนมีอิทธิพลในการบังแดดมากที่สุดในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศใต้ โดยมีค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) คือ 0.70, 0.70, 0.79 ตามลำดับ การเพิ่มระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดแนวตั้งมีอิทธิพลในการบังแดดมากที่สุดในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศใต้ โดยมีค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) คือ

* นักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002 (บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง อุปกรณ์บังแดดสำเร็จรูปสำหรับประเทศไทย)

** อาจารย์ประจำหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

* Master of Architecture Program in Building Technology, Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002

** Master of Architecture Program in Building Technology, Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002

Corresponding author E-mail: suphakrit.bnk@kkumail.com

0.76, 0.76, 0.81 ตามลำดับ ส่วนการเพิ่มระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดแบบผสมมีอิทธิพลในการบังแดดมากที่สุด
ทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC)
คือ 0.60, 0.64, 0.64 ตามลำดับ

Abstract

Thailand has a tropical climate. Solar radiation in daytime can enter the building through the building fenestration causing too much light and heat. Most indoor users use air conditioners to reduce indoor temperatures, which is a waste of energy. Therefore, shading devices are important in reducing the solar radiation into the building for thermal comfort and load reduction of air conditioner. This research aims to study an influence of physical appearance of shading devices to reduce solar radiation into the building. Resulting in the Overall Thermal Transfer Value (OTTV) to decreased because the Shading Coefficient (SC) is one of the factors affecting the Overall Thermal Transfer Value (OTTV). By compiling standard windows size in Thailand, then choosing a window size 60x120 centimeters with shading device 90x150 centimeters as a test representative. Test 4 overhangs are 30, 60, 90 and 120 centimeters, 3 patterns are horizontal, vertical and combined shading devices. Then calculate the Shading Coefficient (SC) in 8 directions via SC Calculation plugin in SketchUp Pro 2019 software.

The test results showed that increasing the overhang of horizontal shading device is the most influential in the southwest, southeast and south, with the average Shading Coefficient (SC) is 0.70, 0.70, 0.79 respectively. Increasing the overhang of vertical shading device is the most influential in the southwest, southeast and south, with the average Shading Coefficient (SC) is 0.76, 0.76, 0.81 respectively. And increasing the overhang of combined shading device is the most influential in the south, southwest and southeast, with the average Shading Coefficient (SC) is 0.60, 0.64, 0.64 respectively.

คำสำคัญ: อุปกรณ์บังแดด, สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด, ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง
ด้านนอกของอาคาร, ภาชนะระบายทางอุณหภาพ

Keywords: Shading Devices, Shading Coefficient, Overall Thermal Transfer Value, Thermal Comfort

บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่เขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้ภูมิอากาศของประเทศไทยมีลักษณะเป็นแบบร้อนชื้น โดยในเวลากลางวัน แสงแดดสามารถเข้ามาในอาคารในรูปแบบของแสงสว่างและความร้อนผ่านทางช่องเปิดของผนังอาคาร ทำให้ได้รับทั้งแสงสว่างและความร้อนในเวลาเดียวกัน ซึ่งอาคารในปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมใช้ช่องเปิดเป็นกระจกมากขึ้นกว่าในอดีตเพื่อรับมุมมองจากภายนอกสู่ภายในและเพื่อความโปร่งโล่งของอาคาร ทำให้แสงแดด

จากดวงอาทิตย์สามารถเข้ามาในอาคารได้ง่าย โดยมีทั้งแสงสว่างและความร้อนที่ในช่วงเวลาอาจจะเข้ามามากเกินไป ความต้องการของผู้ใช้งานอาคาร ทำให้ไม่ก่อให้เกิดภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ (Thermal comfort) และภาวะน่าสบายทางสายตา (Visual comfort) ของผู้ใช้งานอาคาร ขัดแย้งกับภูมิอากาศในประเทศไทย โดยเมื่อพิจารณาจากภาวะน่าสบายในประเทศไทย จะเห็นว่าเราต้องการบังแดดให้กับอาคารตลอดทั้งปี (ตรึงใจ บุณสมภพ, 2521)

นอกจากแสงสว่างและความร้อนที่เข้ามาในอาคารมากเกินไปทำให้ไม่ก่อให้เกิดภาวะน่าสบายของผู้ใช้งานอาคารแล้วยังทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักในการทำความเย็นให้กับอาคาร เนื่องจากหากอาคารที่มีพื้นที่ช่องเปิดมากเกินไปจะทำให้ค่าภาระการทำความเย็นของระบบอากาศมากขึ้น (วิโรดา ตีราษฎ์วิเศษ และ ชูพงษ์ ทองคำสมุทร, 2556) เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายโดยเกินความจำเป็น ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวนี้นี้สามารถแก้ปัญหาได้หลายวิธี เช่น การเลือกใช้ผ้าม่านบังแดดเข้าสู่ภายในอาคาร การชิงช้าใบ การต่อเติมกันสาด การเลือกใช้กระจกลดความร้อน และการใช้อุปกรณ์บังแดด โดยในบทความนี้เลือกใช้วิธีติดตั้งอุปกรณ์บังแดดเพื่อลดความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้าสู่อาคารผ่านทางหน้าต่างโปร่งแสง เนื่องจากอุปกรณ์บังแดดสามารถทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) และขนาดต้นความเย็นของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด (กัญจน์ ญาณะชัย, ธีรวุฒิ คุหาเปรมะ และ พวงมุกดา วายุกักตร์, 2552)

ดังนั้นในบทความนี้จึงทำการศึกษาอุปกรณ์บังแดดสำหรับประเทศไทย เพื่อศึกษาอิทธิพลของรูปแบบทางกายภาพของอุปกรณ์บังแดดต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดให้มีประสิทธิภาพสูงเมื่อเทียบกับความคุ้มค่าในการลงทุนกับขนาดอุปกรณ์บังแดด เพื่อไม่ให้ขนาดอุปกรณ์บังแดดเล็กหรือใหญ่จนเกินไป โดยใช้ซอฟต์แวร์ในการคำนวณ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (Shading coefficient, SC) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของรังสีอาทิตย์ที่ลอดผ่านอุปกรณ์บังแดดไปตกกระทบยังส่วนโปร่งแสงหรือกระจกของหน้าต่างต่อรังสีอาทิตย์ทั้งหมดที่ตกกระทบยังส่วนโปร่งแสงหรือกระจกที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดด โดยที่อุปกรณ์บังแดดที่มีประสิทธิภาพจะมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ต่ำ ตามประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ในการทดสอบนี้เลือกใช้โปรแกรมเสริม SC Calculation ของโปรแกรม SketchUp Pro 2019 แทนโปรแกรม BEC ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เนื่องจากโปรแกรม BEC ต้องกรอกข้อมูลเป็นตัวเลขทั้งหมด ไม่สามารถใช้แบบจำลอง 3 มิติในการคำนวณได้ ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดในการกรอกข้อมูลของอุปกรณ์บังแดดเป็นตัวเลข ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) คลาดเคลื่อนได้ จึงเลือกใช้โปรแกรมเสริม SC Calculation ของโปรแกรม SketchUp Pro 2019 ซึ่งพัฒนาโดยดร.ณรงค์วิทย์ อารัมมิตร สถาปนิกจากบริษัท สถาปนิก 49 จำกัด (A49) โดยเลือกใช้ค่า SC without diffuse shading ในโปรแกรมเสริม SC Calculation เนื่องจากเป็นค่าตามสมการที่ประกาศกระทรวงพลังงานกำหนดไว้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาอิทธิพลของรูปแบบทางกายภาพของอุปกรณ์บังแดดต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ขั้นตอนการศึกษา

1) ศึกษารวบรวมข้อมูลขนาดหน้าต่างมาตรฐานในประเทศไทย

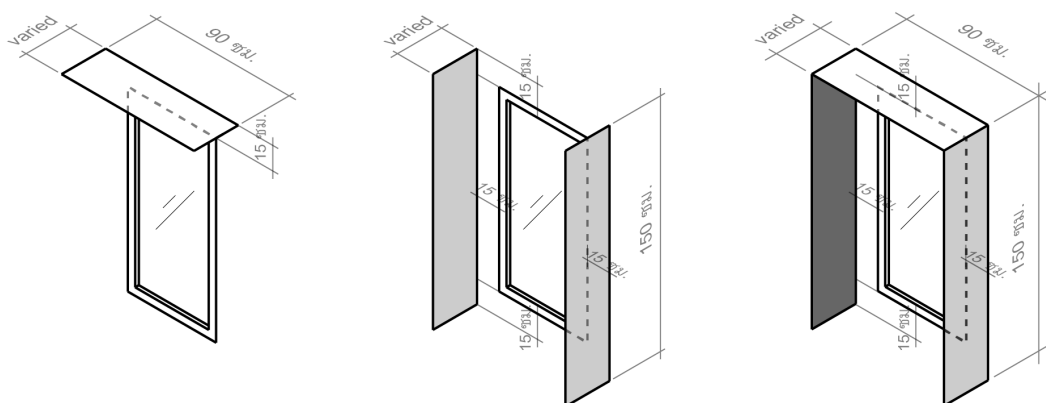
ศึกษาขนาดหน้าต่างมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทยจาก การจัดทำประตูหน้าต่างมาตรฐานของประเทศไทย (โสธิตา งามวิวัฒน์สว่าง, 2551) โดยเลือกศึกษาเฉพาะขนาดหน้าต่างมาตรฐานของประเทศไทย

ในการทดสอบนี้เลือกหน้าต่างขนาด กว้าง 60 เซนติเมตร สูง 120 เซนติเมตร เป็นตัวทดสอบ เนื่องจากขนาดเริ่มต้นของหน้าต่างคือ ความกว้าง 60 เซนติเมตร และความสูงโดยส่วนใหญ่คือ 120 เซนติเมตร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดหน้าต่างมาตรฐานในประเทศไทย

ประเภท	หน้าต่าง	
	กว้าง (เซนติเมตร)	สูง (เซนติเมตร)
บานเปิดข้าง (Casement)	60	120
	120	120
บานติดตาย (Fix)	60	120
	90	120
	120	120
	150	120
บานเลื่อนข้าง (Slide)	120	120
	240	120
บานกระทุ้ง (Awning)	45	45
	45	60

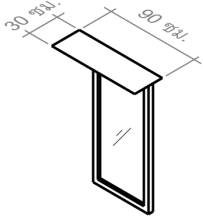
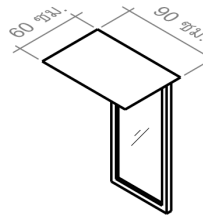
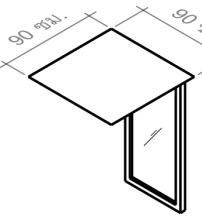
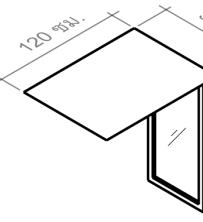
เมื่อกำหนดขนาดหน้าต่างที่ใช้ในการทดสอบแล้ว จากนั้นกำหนดขนาดอุปกรณ์บังแดดเพื่อใช้ในการทดสอบ โดยระยะระยะออกจากหน้าต่างด้านซ้าย-ขวาฝั่งละ 15 เซนติเมตร และด้านบน-ล่างฝั่งละ 15 เซนติเมตร จึงได้อุปกรณ์บังแดดขนาดกว้าง 90 เซนติเมตร สูง 150 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1



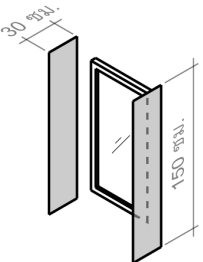
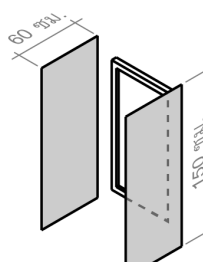
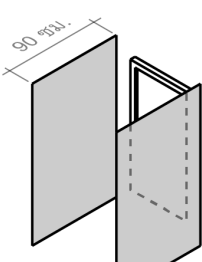
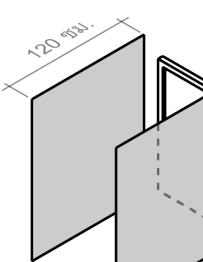
ภาพที่ 1 จำลองการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดบนหน้าต่าง ขนาด 60×120 ซม.

2) การกำหนดรูปแบบทางกายภาพสำหรับการทดสอบ

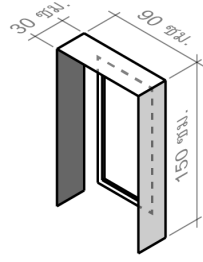
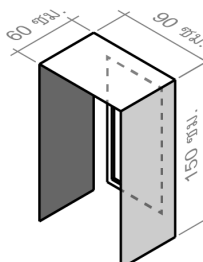
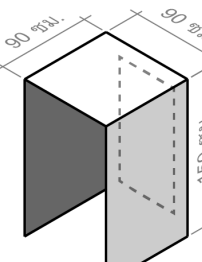
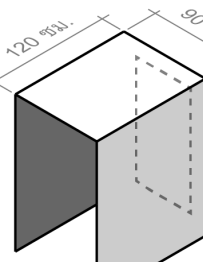
จำลองภาพ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SketchUp Pro 2019 กำหนดพื้นที่ในการทดสอบคือ กรุงเทพมหานคร ละติจูด $13^{\circ}45'$ เหนือ ลองจิจูด $100^{\circ}31'$ ตะวันออก โดยกำหนดวัสดุของอุปกรณ์บังแดดเป็นวัสดุทึบแสงในการป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบยังส่วนโปร่งแสง และเลือกประเภทหน้าต่างที่ใช้เป็นตัวแทนในการทดสอบครั้งนี้ คือ หน้าต่างบานเปิดข้าง ขนาด 60×120 เซนติเมตร และได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 รูปแบบ รูปแบบละ 4 ระยะยื่น ได้แก่ (1) หน้าต่างบานเปิดข้างขนาด 60×120 เซนติเมตร ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแนวนอน (Horizontal shading device) ระยะยื่น 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร (2) หน้าต่างบานเปิดข้างขนาด 60×120 เซนติเมตร ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (Vertical shading device) ระยะยื่น 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร (3) หน้าต่างบานเปิดข้างขนาด 60×120 เซนติเมตร ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบผสม (Horizontal and Vertical shading device) ระยะยื่น 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร ดังภาพที่ 2-4

อัตราส่วน ความกว้างหน้าต่าง : ความสูงหน้าต่าง : ระยะยื่นอุปกรณ์บังแดด			
1 : 2 : 0.5	1 : 2 : 1	1 : 2 : 1.5	1 : 2 : 2
			

ภาพที่ 2 หน้าต่างบานเปิดข้างขนาด 60×120 ซม. ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแนวนอน

อัตราส่วน ความกว้างหน้าต่าง : ความสูงหน้าต่าง : ระยะยื่นอุปกรณ์บังแดด			
1 : 2 : 0.5	1 : 2 : 1	1 : 2 : 1.5	1 : 2 : 2
			

ภาพที่ 3 หน้าต่างบานเปิดข้างขนาด 60×120 ซม. ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง

อัตราส่วน ความกว้างหน้าต่าง : ความสูงหน้าต่าง : ระยะยื่นอุปกรณ์บังแดด			
1 : 2 : 0.5	1 : 2 : 1	1 : 2 : 1.5	1 : 2 : 2
			

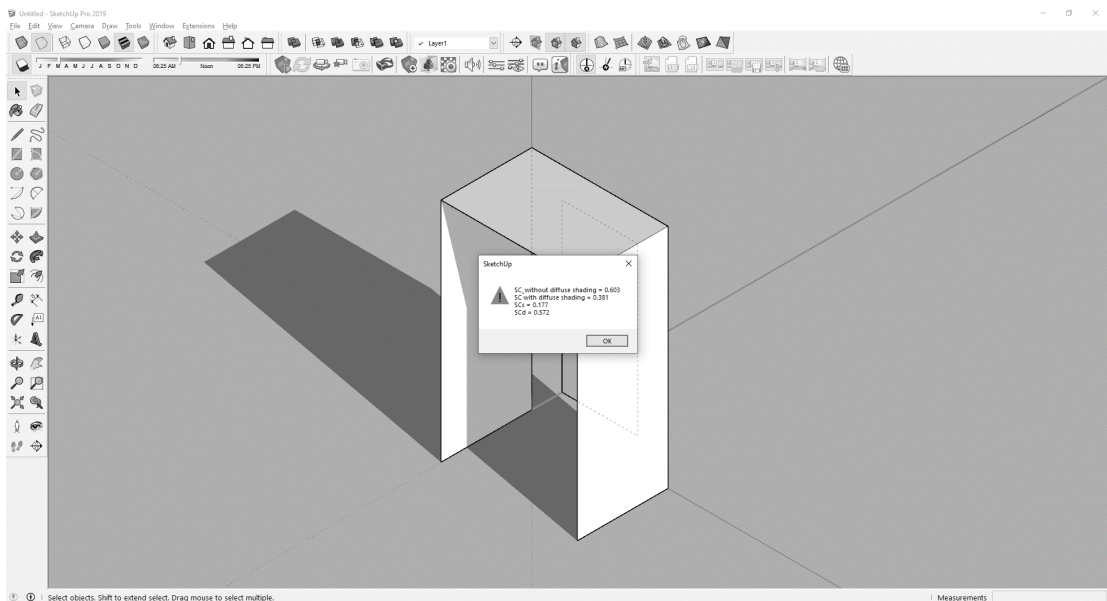
ภาพที่ 4 หน้าต่างบานเปิดข้างขนาด 60x120 ซม. ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบผสม

3) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (Shading coefficient, SC)

คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของภาพจำลอง 3 มิติที่ได้จำลองขึ้นทั้งหมด โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ทั้ง 4 ทิศหลัก ได้แก่ ทิศเหนือ (N), ทิศใต้ (S), ทิศตะวันออก (E), ทิศตะวันตก (W) และ 4 ทิศรอง ได้แก่ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE), ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE), ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW), ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) ผ่านโปรแกรมเสริม SC Calculation ของ SketchUp Pro 2019 ดังภาพที่ 5 ซึ่งคำนวณจากค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีของสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) หาได้จากอัตราส่วนของรังสีอาทิตย์ที่ลอดผ่านอุปกรณ์บังแดดไปตกกระทบยังส่วนโปร่งแสงหรือกระจกของหน้าต่างต่อรังสีอาทิตย์ทั้งหมดที่ตกกระทบยังส่วนโปร่งแสงหรือกระจกที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดด โดยใช้วันอ้างอิง 4 วันในการคำนวณคือ วันที่ 21 มีนาคม วันที่ 22 มิถุนายน วันที่ 23 กันยายน และวันที่ 22 ธันวาคม ดังสมการ

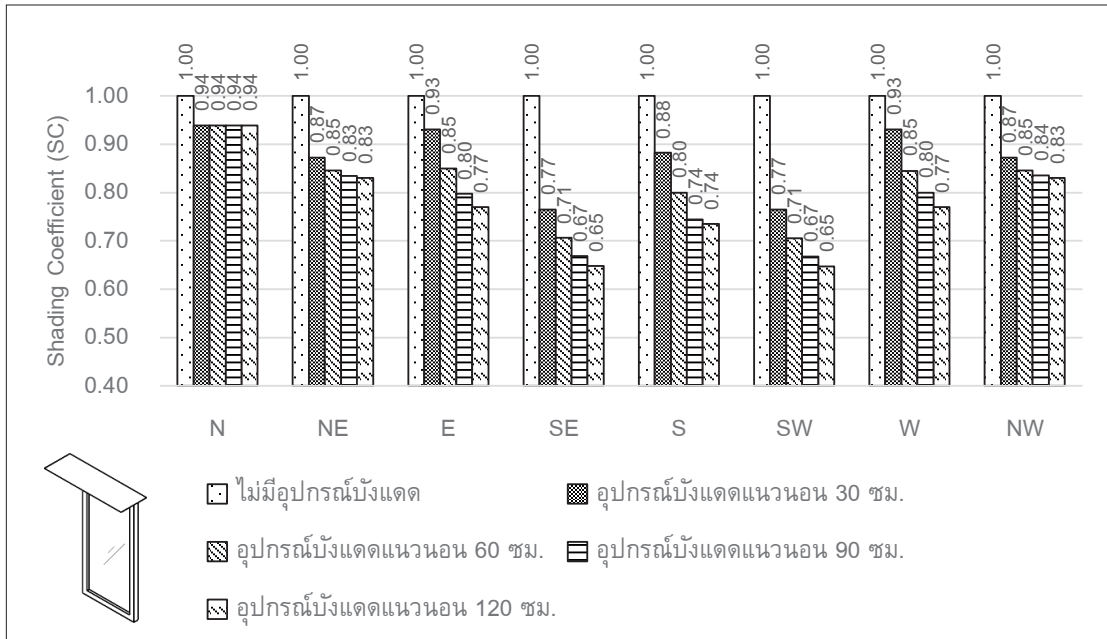
$$(SC)_y = \frac{\left(\sum_{h=i}^n E_{ew} \right)_{21\text{March}} + \left(\sum_{h=i}^n E_{ew} \right)_{22\text{June}} + \left(\sum_{h=i}^n E_{ew} \right)_{23\text{September}} + \left(\sum_{h=i}^n E_{ew} \right)_{22\text{December}}}{\left(\sum_{h=i}^n E_{et\theta} \right)_{21\text{March}} + \left(\sum_{h=i}^n E_{et\theta} \right)_{22\text{June}} + \left(\sum_{h=i}^n E_{et\theta} \right)_{23\text{September}} + \left(\sum_{h=i}^n E_{et\theta} \right)_{22\text{December}}}$$

- เมื่อ $(SC)_y$ คือ ค่าเฉลี่ยตลอดปีของค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC)
- i และ n คือ ชั่วโมงที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและตก
- E_{ew} คือ รังสีอาทิตย์ที่ผ่านอุปกรณ์บังแดดมาตกกระทบบนหน้าต่างที่พิจารณา มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)
- $E_{et\theta}$ คือ รังสีรวมของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่ตกกระทบบนหน้าต่างที่พิจารณาเสมือนหนึ่งไม่มีอุปกรณ์บังแดด มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

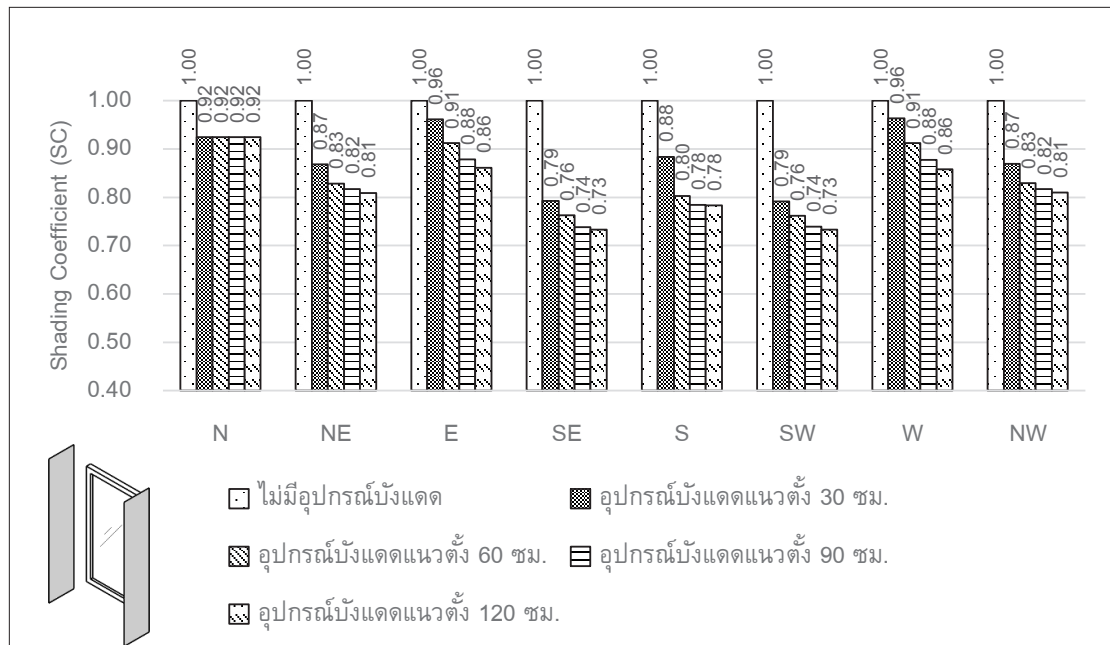


ภาพที่ 5 ตัวอย่างการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ในโปรแกรมเสริม SC Calculation

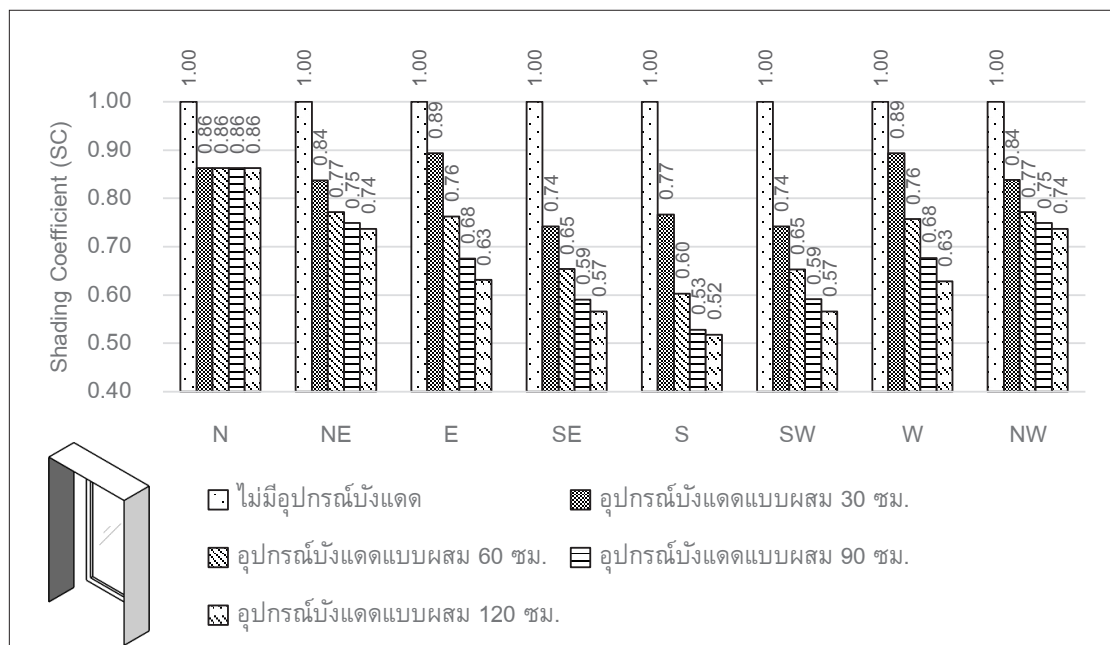
ผลการศึกษา



แผนภูมิที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน



แผนภูมิที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง



แผนภูมิที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดแบบผสม

จากแผนภูมิที่ 1 เมื่อติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแนวอนที่มีระยะยื่น 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลงแบบอัตราถดถอยในทุกทิศทาง ยกเว้นทิศเหนือ

ที่ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ไม่เปลี่ยนแปลงที่ระยะยื่นตั้งแต่ 30 เซนติเมตรขึ้นไปเนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตซีกโลกเหนือ ทำให้หน้าต่างทางทิศเหนือจะได้รับแสงแดดในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม โดยมีมุมแดดค่อนข้างสูง ส่งผลให้หน้าต่างทางทิศเหนือได้รับอิทธิพลจากแสงแดดค่อนข้างน้อย และเปรียบเทียบระหว่างหน้าต่างที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดด กับอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 30 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 6.9-23.5%, ระหว่างอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 30 เซนติเมตร กับ 60 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 2.6-8.6%, ระหว่างอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 60 เซนติเมตร กับ 90 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 1.1-5.6% และระหว่างอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 90 เซนติเมตร กับ 120 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 0.4-2.7% ทั้งนี้ทิศที่อุปกรณ์บังแดดแนวนอนมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ต่ำที่สุดคือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ที่เท่ากันเฉลี่ย 0.70 และทิศใต้มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) เฉลี่ย 0.79 ตามลำดับ

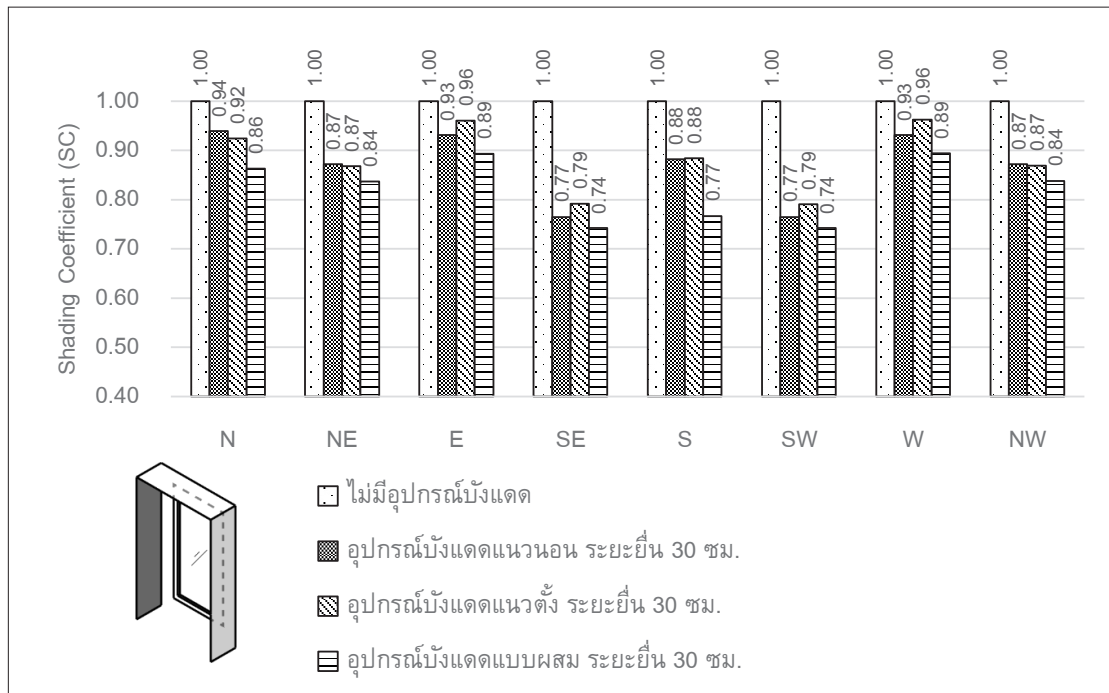
จากแผนภูมิที่ 2 เมื่อติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแนวตั้งที่มีระยะยื่น 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลงแบบอัตราถดถอยในทุกทิศทาง ยกเว้นทิศเหนือที่ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ไม่เปลี่ยนแปลงที่ระยะยื่นตั้งแต่ 30 เซนติเมตรขึ้นไปเนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตซีกโลกเหนือ ทำให้หน้าต่างทางทิศเหนือจะได้รับแสงแดดในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม โดยมีมุมแดดค่อนข้างสูง ส่งผลให้หน้าต่างทางทิศเหนือได้รับอิทธิพลจากแสงแดดค่อนข้างน้อย และเปรียบเทียบระหว่างหน้าต่างที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดด กับอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 30 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 3.7-20.9%, ระหว่างอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 30 เซนติเมตร กับ 60 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 2.9-8.1%, ระหว่างอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 60 เซนติเมตร กับ 90 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 1.1-3.5% และระหว่างอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 90 เซนติเมตร กับ 120 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 0.1-1.9% ทั้งนี้ทิศที่อุปกรณ์บังแดดแนวนอนมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ต่ำที่สุดคือทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ที่เท่ากันเฉลี่ย 0.76 และทิศใต้มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) เฉลี่ย 0.81 ตามลำดับ

จากแผนภูมิที่ 3 เมื่อติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบผสมที่มีระยะยื่น 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลงแบบอัตราถดถอยในทุกทิศทาง ยกเว้นทิศเหนือที่ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ไม่เปลี่ยนแปลงที่ระยะยื่นตั้งแต่ 30 เซนติเมตรขึ้นไปเนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตซีกโลกเหนือ ทำให้หน้าต่างทางทิศเหนือจะได้รับแสงแดดในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม โดยมีมุมแดดค่อนข้างสูง ส่งผลให้หน้าต่างทางทิศเหนือได้รับอิทธิพลจากแสงแดดค่อนข้างน้อย และเปรียบเทียบระหว่างหน้าต่างที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดด กับอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 30 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 10.6-25.8%, ระหว่างอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 30 เซนติเมตร กับ 60 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 6.5-16.4%, ระหว่างอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 60 เซนติเมตร กับ 90 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 2.3-8.7% และระหว่างอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 90 เซนติเมตร กับ 120 เซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีค่าลดลง 1-4.9% ทั้งนี้ทิศที่อุปกรณ์บังแดดแบบผสมมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ต่ำที่สุดคือทิศใต้มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) เฉลี่ย 0.60 ส่วนทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ที่เท่ากันเฉลี่ย 0.64 ตามลำดับ

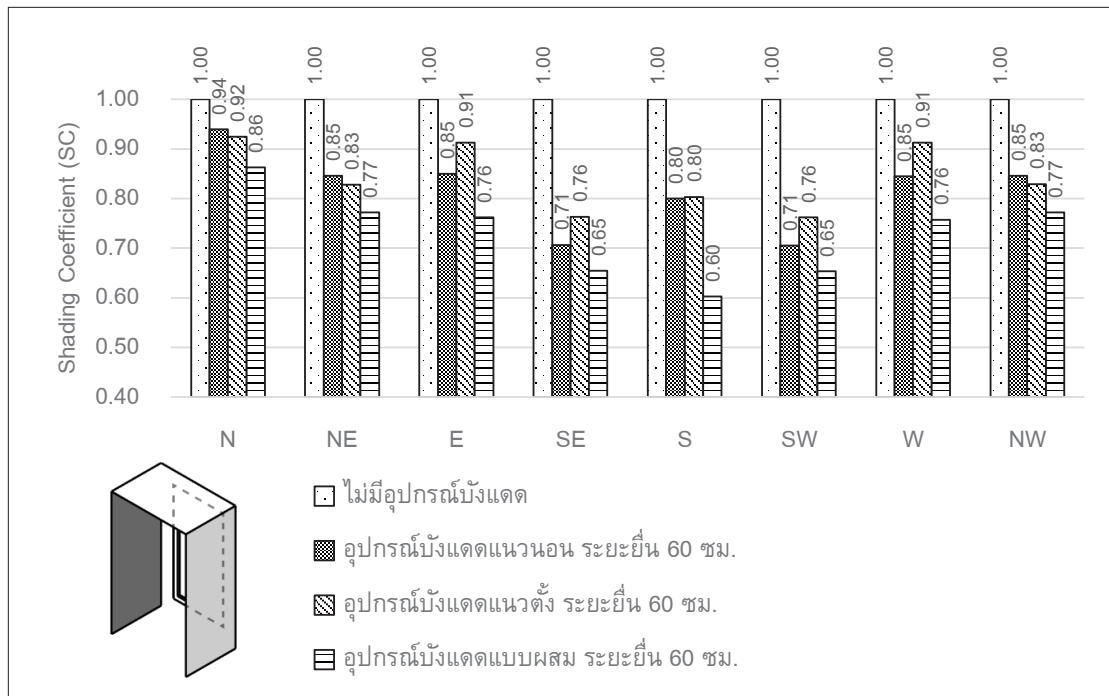
เมื่อพิจารณาจากทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน และอุปกรณ์บังแดดแนวตั้งที่มีระยะยื่น 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร พบว่า การเพิ่มระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ลดลงมากกว่าการเพิ่มระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง แต่เมื่อพิจารณาจากทุกทิศทางของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน แนวตั้ง และแบบผสมที่มีระยะยื่น 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร พบว่า การเพิ่มระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดแบบผสมส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ลดลงมากกว่าการเพิ่มระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้ง

เมื่อพิจารณาจากทิศใต้ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง และอุปกรณ์บังแดดแบบผสมที่มีระยะยื่น 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร พบว่าอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้มีค่าต่ำกว่าทิศใต้ แต่อุปกรณ์บังแดดแบบผสมมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของทิศใต้ต่ำกว่าทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องจากการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบผสมในทิศใต้เป็นการรวมจุดเด่นของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนซึ่งสามารถป้องกันแสงแดดมูมสูงในช่วงเที่ยง และอุปกรณ์บังแดดแนวตั้งซึ่งสามารถป้องกันแสงแดดแนวทแยงมุมในช่วงเช้าและช่วงเย็น ทำให้การติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบผสมในทิศใต้มีอิทธิพลในการลดค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มากกว่าทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้

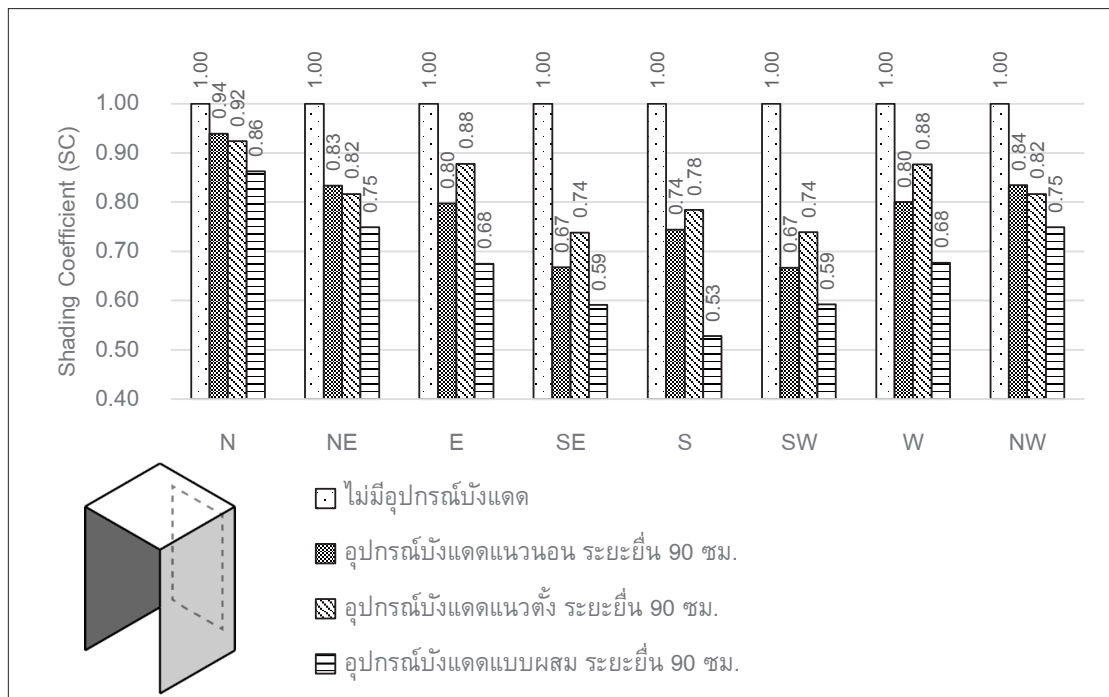
จากนั้นแปลงแผนภูมิที่ 1-3 เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ระหว่างอุปกรณ์บังแดดแนวนอน อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง และอุปกรณ์บังแดดแบบผสม ที่ระยะยื่นเดียวกัน ดังแผนภูมิที่ 4-7



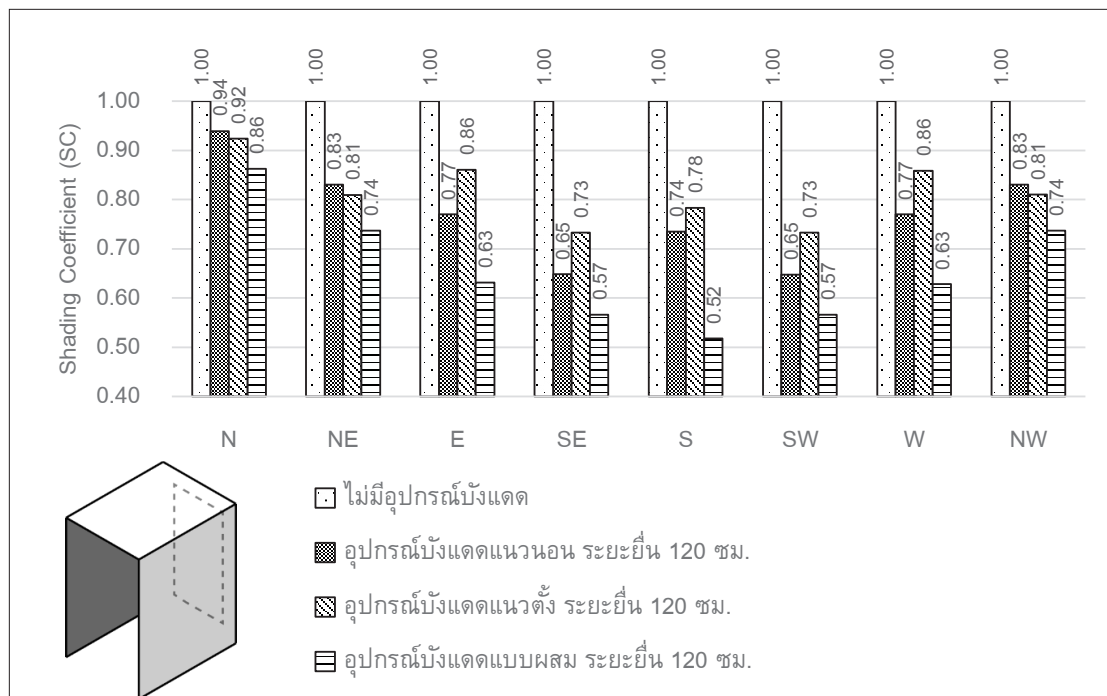
แผนภูมิที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 30 เซนติเมตร



แผนภูมิที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 60 เซนติเมตร



แผนภูมิที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 90 เซนติเมตร



แผนภูมิที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 120 เซนติเมตร

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของแผนภูมิที่ 4-7 โดยเปรียบเทียบระหว่างหน้าต่างที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดกับหน้าต่างที่ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแนวนอน แนวตั้ง และแบบผสม ที่มีระยะยื่น 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน คือ อุปกรณ์บังแดดแนวนอนมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ต่ำกว่าอุปกรณ์บังแดดแนวตั้งในทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ แต่อุปกรณ์บังแดดแนวตั้งมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ต่ำกว่าอุปกรณ์บังแดดแนวนอนในทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทั้งนี้ อุปกรณ์บังแดดแบบผสมมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ต่ำกว่าอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งในทุกทิศทาง

การอภิปรายผล

1. การเพิ่มระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน แนวตั้ง และแบบผสม มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ลดลงแบบอัตราถดถอย กล่าวคือ เมื่อระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดมากขึ้น อุปกรณ์บังแดดจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นในอัตราที่ลดลง โดยระยะยื่นตั้งแต่ 90 เซนติเมตรขึ้นไป ประสิทธิภาพในการบังแดดจะมีค่าสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับระยะยื่นที่ต่ำกว่า 90 เซนติเมตร ทำให้ไม่จำเป็นในการลงทุนกับอุปกรณ์บังแดดที่มีระยะยื่นเกิน 90 เซนติเมตร

2. การติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแนวนอน แนวตั้ง และแบบผสมสำหรับทิศเหนือ ควรมีระยะยื่นไม่เกิน 30 เซนติเมตร เนื่องจากอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 60, 90 และ 120 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพในการบังแดดเท่ากับกับอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 30 เซนติเมตร

3. สำหรับทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ควรเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดนอน เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบังแดดดีกว่าอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง
4. สำหรับทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ควรเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบังแดดดีกว่าอุปกรณ์บังแดดแนวนอน
5. อุปกรณ์บังแดดแบบผสม มีประสิทธิภาพในการบังแดดดีกว่าอุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งในทุกทิศทางและทุกระยะยื่น

ข้อเสนอแนะ

1. การทดสอบครั้งนี้เลือกใช้หน้าต่างขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร สูง 120 เซนติเมตร เป็นตัวแทนในการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน แนวตั้ง และแบบผสม หากมีขนาดความกว้างและความสูงของหน้าต่างที่ต่างไปจากนี้จะส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (SC) ในแต่ละทิศทางเปลี่ยนแปลงไปจากการทดสอบครั้งนี้
2. การนำข้อมูลจากการทดสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ควรพิจารณาถึงสัดส่วนของอุปกรณ์บังแดดที่มีความสวยงามและเหมาะสมกับขนาดของหน้าต่าง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.ณรงค์วิทย์ อาริมิตร สถาปนิกจากบริษัท สถาปนิก 49 จำกัด (A49) ที่ให้คำแนะนำหลักการทำงานของโปรแกรมเสริม SC Calculation ของโปรแกรม SketchUp Pro 2019 ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด (Shading coefficient, SC)

เอกสารอ้างอิง

- กัญจน์ ญาณะชัย, อีรวุฒิ คูหาเปรมะ, และพวงมุกดา วายุกักตร์. (2552). การศึกษาการลดภาระความร้อนจากอุปกรณ์กันแดดภายนอกอาคารในพื้นที่หน้าต่างกระจกเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ : กรณีศึกษา ห้องสมุด ชั้นสอง อาคารสันตนาการ สถาบันพระเครื่องแห่งชาติ. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 1(2), 40-59.
- ตรึงใจ บุณสมภพ. (2521). *การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิธดา ธีราษฎ์วิเศษ, และชูพงษ์ ทองคำสมุทร. (2556). อิทธิพลของช่องเปิดและวัสดุอาคารต่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ. *วารสารวิชาการ สิ่งแวดล้อมสรรค์สร้างวินิจฉัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 12(2), 60-73.
- โสธิดา งามวิวัฒนสว่าง. (2551). *การจัดทำประตูหน้าต่างมาตรฐานของประเทศไทย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

