

การพัฒนาสมบัติและนวัตกรรม ของระแนงบังแดดภายในอาคาร ที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ

The Development of the Properties and Innovation of the
Sunshade Slats inside the Building that Responds to the Climate

พรรณี พุทธเจริญทอง¹ ภาณุเดช ชัดเงางาม² ฐิติชญา ศรีสุข³ พรกนก พวงมาลา⁴ ศราวุฒิ กลัดประเสริฐ⁵
Phanee Phutcharoentong¹ Phanudej Kudngaongarm² Thitichaya Srisuk³ Ponkanok Puangmala⁴
Sarawut Kladprasert⁵

^{1,2,3,4}อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร

E-mail: sur25pannee@gmail.com

⁵นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร

E-mail: b_upbtc@hotmail.com

Received: 2020-05-08 Revised: 2020-08-20 Accepted: 2020-09-20

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อออกแบบและสร้างระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ (2) เพื่อศึกษาสมบัติของระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ โดยการวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างระแนงบังแดดต้นแบบจากนั้นนำไปทดสอบคุณสมบัติการตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ และนำไปหาค่าความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการเลือกโดยเจาะจง จำนวน 30 คน จากประชาชนในพื้นที่เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ระแนงบังแดดต้นแบบที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีคุณสมบัติการตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศตามวัตถุประสงค์ และผลการศึกษาระดับความพึงพอใจพบว่าทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสามารถของระบบการทำงาน 2) ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน 3) ด้านการรักษาความปลอดภัยของชิ้นงาน มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในค่าระดับพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

คำสำคัญ: ระแนงบังแดดภายในอาคาร



Abstract

The research aimed (1) to design and make sunshade slats inside the building that responds to the climate, (2) to investigate the properties of the sunshade slats inside the building that responds to the climate, and, (3) to study the people's satisfaction towards the sunshade slats inside the building that responds to the climate. The researchers studied the concepts, theories and related researches and then designed and made the prototype of the sunshade slats in which their properties were tested to find out the satisfaction. The sample were 30 people in Klong-Sam-Wa area in Bangkok by using the purposive sampling technique. The research instruments included the sunshade slats inside the building that responds to the climate, and the questionnaire for satisfaction. The statistics used were mean and standard deviation (S.D.).

The findings were as followed: the prototype of the sunshade slats designed and made had the properties that could be responded to the climate, and regarding to the satisfaction, it was found that in overall all the three aspects i.e. (1) the ability of work system, (2) the convenience and ease to be used, and, (3) the security of the work pieces were at the high satisfactory with the mean of 4.45 and the S.D. of 0.52.

Keyword: the sunshade slats inside the building

1. บทนำ

จากปัญหาวิกฤตการณ์พลังงานและภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน ผลักดันให้เกิดการค้นคว้าวิจัยถึงแนวทางการ ออกแบบสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน (Sustainable Architecture) ประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ การประยุกต์อุปกรณ์บังแดด (Shading Device) และเปลือกอาคารสองชั้นเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการลดแสงเข้าสู่อาคาร การออกแบบอุปกรณ์บังแดดจำเป็นต้องคำนวนหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์ และระยะเวลาที่ใช้งานเพื่อกำหนดมุมวิกฤติที่นำไปใช้ออกแบบอุปกรณ์บังแดด ซึ่งมุมวิกฤติมี 2 ประเภท ได้แก่ มุมในแนวราบและมุมในแนวตั้ง [1] ส่วนเปลือกอาคารที่ดีควรสามารถป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้าภายในอาคารมากเกินไปเพื่อลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศสู่การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน [2] ซึ่งเป็นแนวทางการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้กันแดดนอกอาคาร

อุปกรณ์ที่ใช้กันแดดนอกอาคาร (exterior shading device) มีหลายคำ ที่มีความหมายใกล้เคียงกัน ตั้งแต่บานเกล็ดบังแดด (Sun louvers or Shading louvers) ผนังเกล็ดบังสายตา (Venetian blind) ผนังกรุแผ่นประกอบ (Slats façade) และส่วนกันแดดนอกอาคาร (Brise Soleil) ไปจนถึงชิ้นส่วนภายนอกอาคารที่ตอบรับกับสภาพแวดล้อมที่กำลังพัฒนากันอยู่ในปัจจุบัน ด้วยปัจจัยเทคโนโลยีอันทันสมัยทั้งวัสดุกลไกและ

ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ในงานวิจัยนี้จึงทำการทบทวนเนื้อหาและพัฒนาระบบการของอุปกรณ์กันแดดที่ขึ้นส่วนภายนอกอาคารเหล่านี้สำหรับเป็นข้อมูลในการคิดค้นนวัตกรรมระบบกันแดด

ผู้วิจัยมีบ้านพักอาศัยเป็นแบบอาคารชุดของการเคหะแห่งชาติ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีระบบปรับอากาศ จึงเกิดแนวคิดและเสนอนวัตกรรมลดความร้อนเข้าสู่ห้องพักอาศัยด้วยการออกแบบขึ้นส่วนภายนอกอาคาร ที่ตอบสนองกับสภาพภูมิอากาศ (climate responsive building skins) ในรูปแบบระบบกันแดดภายนอกอาคาร ให้สามารถปรับได้อัตโนมัติตามทิศทางแสงอาทิตย์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนสูงสุดและรับแสงธรรมชาติทางอ้อมได้ ในขณะเดียวกันนวัตกรรมการออกแบบระบบระบบกันแดดนี้เป็นการผสมผสานระบบอุปกรณ์ควบคุม (active system) ด้วยการใช้พลังงานไฟฟ้า กับกลวิธีการออกแบบชนิดพึ่งพาธรรมชาติ (passive design) ที่เข้าไปควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบกันแดดภายนอกอาคารให้ปรับองศาได้ตามทิศทางแสงอาทิตย์โดยสั่งการจากอุปกรณ์เซนเซอร์แบบทันที (real-time) และระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้ระบบกันแดดปรับได้อัตโนมัติสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพทิศทางแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบจริงบนขึ้นส่วนภายนอกอาคารและที่สำคัญคือวัสดุอุปกรณ์ และระบบกลไกประกอบขึ้นจากเทคโนโลยีการผลิตต้นทุนต่ำ เพื่อให้ระบบกันแดดนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอาคารชุดประเภทแนวราบที่ในแต่ละปีมีแนวโน้มการก่อสร้างปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี [3] ให้สามารถนำไปติดตั้งได้กับทั้งอาคารเดิม อาคารก่อสร้างใหม่

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบกันแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ
- 2.2 เพื่อศึกษาสมบัติของระบบกันแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ
- 2.3 เพื่อศึกษาค่าระดับความพึงพอใจที่มีต่อระบบกันแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ

3. ขอบเขตของการวิจัย

- 3.1 ระบบกันแดด ทำจากไม้พลาสติก ขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร x ยาว 1.20 เมตร x หนา 20 มิลลิเมตร
- 3.2 ระบบควบคุมระบบกันแดดใช้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware)

เลือกใช้บอร์ด Arduino UNO

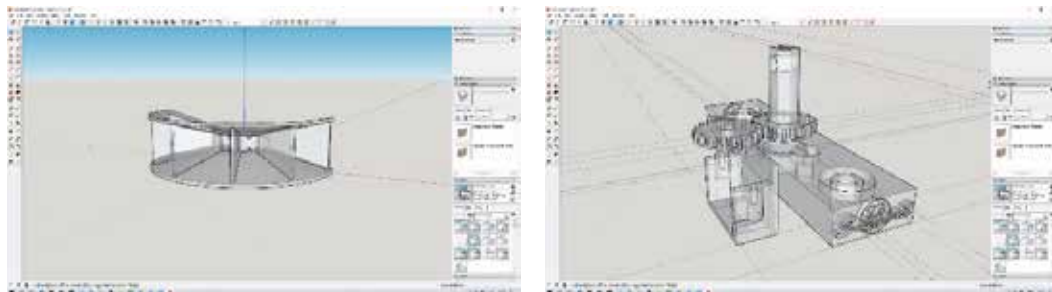
3.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้หาค่าความพึงพอใจได้จากการเลือกโดยเจาะจง จำนวน 30 คน จากประชากรในพื้นที่เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร

4. วิธีดำเนินการวิจัย

- 4.1 การสร้างชิ้นงานต้นแบบและระบบควบคุม

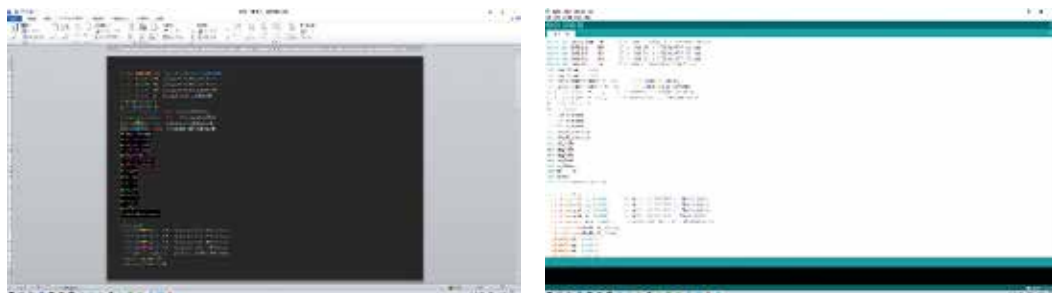
4.1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง[4,5,6] โดยผู้วิจัยได้ศึกษาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำความรู้ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ซอฟต์แวร์ (Software) ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย

4.1.2 ออกแบบและเขียนแบบระแนงบังแดดฉบับร่าง นำพบผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอรับคำแนะนำและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบและเขียนแบบระแนงบังแดด พร้อมกันนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบชิ้นส่วนของอุปกรณ์เซ็นเซอร์รับแสงเพื่อให้สามารถอ่านค่าแสงได้ 5 ทิศทาง และชิ้นส่วนอุปกรณ์บังคับการหมุนแผ่นระแนงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบชิ้นส่วนของอุปกรณ์เซ็นเซอร์รับแสง และแบบชิ้นส่วนของอุปกรณ์บังคับการหมุนแผ่นระแนง

4.1.3 สร้างชิ้นงานในส่วนระบบควบคุม นำความรู้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเขียนคำสั่ง (code) สำหรับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นอัปโหลดคำสั่งที่เขียนโดยโปรแกรม Arduino IDE ลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ดังภาพที่ 2



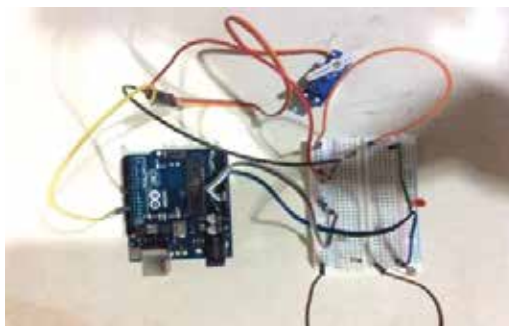
ภาพที่ 2 คำสั่ง (code) สำหรับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และอัปโหลดคำสั่งที่เขียนโดยโปรแกรม Arduino IDE

4.1.4 สร้างเซ็นเซอร์อ่านค่าแสงแล้วนำมาต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 สร้างเซ็นเซอร์อ่านค่าแสง

4.1.5 นำ Servo motor มาต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 Servo motor ที่ต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4.1.6 นำชิ้นงานต้นแบบส่วนระบบควบคุม เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอรับคำแนะนำเพิ่มเติมและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4.1.7 ทดสอบการทำงานในส่วนของระบบควบคุม เมื่อนำเซ็นเซอร์อ่านค่าแสงที่สร้างไว้ Servo motor ต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และอัพโหลดคำสั่งลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 เซ็นเซอร์อ่านค่าแสง และServo motor ต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4.1.8 ทดสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของระบบควบคุม โดยการนำอุปกรณ์ส่องสว่าง (ไฟฉาย) มาจำลองทิศทางของแสง เพื่อเป็นอุปกรณ์ในการเพิ่มความสว่างของแสงในทิศทางตามที่ผู้วิจัยกำหนด ทั้ง 5 ทิศทาง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ทดสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ในส่วนของระบบควบคุมในทิศทางที่ 5

4.1.9 สร้างต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดด ตามขอบเขตที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 สร้างต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดด

4.1.10 ทดสอบการทำงานของต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดด โดยทำการประกอบชิ้นงานในส่วนควบคุมเข้ากับต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดด เพื่อทดสอบการทำงานในส่วนอุปกรณ์บังคับการหมุนแผ่นระแนงบังแดด และทดสอบการรูดเก็บแผ่นระแนงบังแดดของรางแขวนแผ่นระแนงบังแดด ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ทดสอบการทำงานของต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดด

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการหาความพึงพอใจ

4.2.1 ประชากร เป็น ประชาชนในพื้นที่เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร

4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการเลือกตัวอย่างโดยเจาะจง จำนวน 30 คน จากประชากรในพื้นที่เขตคลองสามวา

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.3.1 ต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ ที่นำมาติดตั้งเข้ากับผนังจำลอง และสามารถทำงานได้ตามที่ผู้วิจัยออกแบบไว้

4.3.2 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ จำนวน 3 ข้อ

ตอนที่ 2 สอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ โดยวัดระดับความสำคัญจะใช้มาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert's Scale) [7] ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

4.3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

1) ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง



- 2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ
- 3) เสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องและเสนออาจารย์ที่ปรึกษาขอคำแนะนำเพิ่มเติม
- 4) ปรับแก้แบบสอบถามตามคำแนะนำ จนได้ต้นแบบของแบบสอบถามความพึงพอใจ
- 5) นำแบบสอบถามไปทดลองใช้โดยใช้กับผู้อาศัยในอาคารชุดจำนวน 5 คนซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.847
- 6) นำแบบสอบถามที่นำไปทดลองใช้เสนอผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ ปรับแก้ไข
- 7) ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำ จนได้แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำแบบสอบถามไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

- 4.4.1 ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร นัดหมายวันเวลาในการติดตั้งระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ
- 4.4.2 ดำเนินการติดตั้งระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศและเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ในพื้นที่เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง
- 4.4.3 ให้กลุ่มตัวอย่างทดลองต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ ให้เห็นถึงคุณสมบัติและหลักการทำงาน ตลอดจนการนำอุปกรณ์มาประยุกต์ใช้
- 4.4.4 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ
- 4.4.5 เก็บรวบรวมแบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้ประเมิน เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล และให้ได้ครบจำนวนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการออกแบบและสร้างระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ พบว่าผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของการออกแบบโครงสร้างและระบบควบคุมของชิ้นงานต้นแบบได้ค่าเท่ากับ 0.92 และระบบบังคับการหมุนแผ่นระแนงบังแดด และสามารถรูดเก็บแผ่นระแนงบังแดดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้ออกแบบไว้

5.2 ผลการศึกษาสมบัติของระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ พบว่าระบบการทำงานในส่วนการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถอ่านค่าจากตัวต้านทานไวแสง (Light Independent Resistor: LDR) ได้ 5 ทิศทาง และสามารถสั่งการทำงานของ Servo motor ให้หมุนไปตามทิศทางตามคำสั่ง (code) ด้วยโปรแกรม Arduino IDE ได้ได้อย่างถูกต้อง

5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศโดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อประเมินความพึงพอใจ สามารถสรุปผลจากแบบประเมินความพึงพอใจได้ ดังนี้

5.3.1 ผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ เป็นเพศชายจำนวน 22 คน และเพศหญิงจำนวน 8 คน

มีช่วงอายุ 20 – 29 ปี จำนวน 9 คน ช่วงอายุ 30 -39 ปี จำนวน 14 คน และช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไป จำนวน 7 คน
มีอาชีพทั่วไป จำนวน 26 คน รับราชการ จำนวน 4 คน

5.3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบชิ้นงานระบบแจ้งเตือนภัยในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบชิ้นงานระบบแจ้งเตือนภัยในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านความสามารถของระบบการทำงาน			
1.1 ความสามารถของระบบในการอ่านค่าแสง	4.49	0.56	พอใจมาก
1.2 ความสามารถของระบบในการประมวลผลของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	4.74	0.44	พอใจมากที่สุด
1.3 ความสามารถของระบบในการตอบสนองของ Servo motor	4.69	0.53	พอใจมากที่สุด
1.4 ความสามารถของระบบในการตอบสนองต่อทิศทางของแสง	4.26	0.56	พอใจมาก
ภาพรวม	4.55	0.52	พอใจมากที่สุด
2. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน			
2.1 ความสะดวกและง่ายในการใช้งาน	4.66	0.54	พอใจมากที่สุด
2.2 ความสะดวกรวดเร็วในการติดตั้ง	4.26	0.56	พอใจมาก
2.3 ความเหมาะสมของการเลือกใช้วัสดุ	4.71	0.46	พอใจมากที่สุด
2.4 ความเหมาะสมของการใช้รูปแบบ และขนาดของชิ้นงาน	4.69	0.47	พอใจมากที่สุด
2.5 ความเหมาะสมของตำแหน่งในการติดตั้ง	4.26	0.56	พอใจมาก
2.6 ความเหมาะสมของคำแนะนำในการใช้งานระบบ	4.51	0.61	พอใจมากที่สุด
2.7 ความเหมาะสมของการออกแบบชิ้นงานโดยภาพรวม	4.63	0.49	พอใจมากที่สุด
ภาพรวม	4.53	0.53	พอใจมากที่สุด



รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
3. ด้านการรักษาความปลอดภัยของชิ้นงานต่อผู้ใช้งาน			
3.1 ความปลอดภัยของชิ้นงานที่ท่านใช้งานอยู่	4.69	0.47	พอใจมากที่สุด
3.2 ความปลอดภัยของชิ้นงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน	3.49	0.56	พอใจปานกลาง
3.3 ความเหมาะสมในการรักษาความปลอดภัยของระบบในภาพรวม	4.66	0.54	พอใจมากที่สุด
ภาพรวม	4.28	0.52	พอใจมาก
ภาพรวมเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน	4.45	0.52	พอใจมาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ รวม 3 ด้าน เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละด้านมาผ่านวิธีการทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ยอีกครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้านเท่ากับ 4.45 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมเท่ากับ 0.52 ดังนั้นต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาได้ผลการประเมินจากกลุ่มตัวอย่างมีระดับความพึงพอใจ โดยรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับพอใจมาก

6. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลและอภิปรายผล

6.1.1 ผลการพัฒนาสมบัติและนวัตกรรมของระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ โดยใช้คุณสมบัติพื้นฐานของฮาร์ดแวร์ (Hardware) เช่น บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวต้านทานไวแสง (Light Independent Resistor: LDR) Servo Motor กับซอฟต์แวร์ (Software) Arduino IDE และอุปกรณ์ระแนงบังแดดภายในอาคาร สามารถสร้างต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดดที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศได้จริง การทดสอบการทำงานของชิ้นงานต้นแบบสามารถทำงานได้จริงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ ซึ่งผลการวิจัยเกิดจากกลไกของระบบควบคุมไม่ได้สลับซับซ้อนสามารถใช้คุณสมบัติพื้นฐานของ Servo Motor และโปรแกรม Arduino IDE ทำให้ระบบกลไกและเทคโนโลยีต้นทุนต่ำเท่านั้น ทำให้สามารถหมุนระแนงบังแดดที่มีน้ำหนักไม่มากได้ สอดคล้องกับผลวิจัย [4] นวัตกรรมมุ่งเน้นให้สามารถประกอบขึ้นจากระบบและกลไกเทคโนโลยีต้นทุนต่ำ แต่มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันความร้อนและสามารถนำไปติดตั้งได้กับอาคารเดิมหรืออาคารที่จะก่อสร้างใหม่ในอนาคต

6.1.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่เขตคลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่มีต่อต้นแบบชิ้นงานระแนงบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ โดยการ

วิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งผลจากการประเมินโดยรวมทั้ง 3 ด้าน มีค่าระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 ซึ่งผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับผลวิจัย [4] เพราะเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน ราคาถูกแต่มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันความร้อนและสามารถนำไปติดตั้งได้กับอาคารเดิมได้

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศมาเพื่อศึกษาสมบัติของระบบบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศด้วยระบบกลไกและเทคโนโลยีต้นทุนต่ำ วัสดุและขนาดของหน้าต่างเป็นขนาดมาตรฐานทั่วไปที่มีในท้องตลาด แต่หากหน้าต่างถูกออกแบบเฉพาะ วัสดุและขนาดอื่น ๆ ที่แตกต่างกันไปจากนี้ ต้องทำการออกแบบระบบควบคุมใหม่

6.2.2 ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรนำระบบบังแดดภายในอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศไปพัฒนาในด้านชิ้นส่วนอุปกรณ์ระบบที่แข็งแรงยิ่งขึ้น และนำไปพัฒนาในส่วนของ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) กับซอฟต์แวร์ (Software) ให้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพตลอดจนอายุการใช้งานที่ยาวนานยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] เฉลิมวัฒน์ ต้นสวัสดิ์. (2554). การออกแบบที่พึงพาธรรมชาติเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ โรงเรียนอนุรักษ์พลังงานแห่งอนาคต. ปทุมธานี : หน่วยวิจัยเฉพาะทางสถาปัตยกรรมเพื่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมยั่งยืน.
- [2] ศูนย์ประสานงานออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. (2556). เทคโนโลยีการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- [3] สำนักส่งเสริมธุรกิจอสังหาริมทรัพย์. (2556). [ออนไลน์]. สถิติการจดทะเบียนอาคารชุดทั่วประเทศ. [สืบค้นเมื่อ 24 พฤศจิกายน 2562]. จาก <http://www.dol.go.th/dol/index.php>
- [4] ศรัศกดิ์ พัฒนาคิน และพฤตพร ลพเกิด. 2016. พัฒนาการและนวัตกรรมของอุปกรณ์แผงกันแดดภายนอกอาคารเพื่อสถาปัตยกรรมที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ. สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาสถาปัตยกรรม. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [5] นิยดา หวังวิวัฒน์ศิลป์. (2562). [ออนไลน์]. ทำความรู้จักกับไม้ระแนง. [สืบค้นเมื่อ 24 พฤศจิกายน 2562]. จาก <https://www.scgbuildingmaterials.com/th/HomeConsult/Blog/new-home/ทำความรู้จักกับไม้ระแนง.aspx>.
- [6] ประภาส สุวรรณเพชร. (2018). [ออนไลน์]. เรียนรู้และลองเล่น Arduino เบื้องต้น (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1). [สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2562]. จาก <https://www.prphas.com/index.php>
- [7] กัลยา วานิชย์บัญชา. (2545). การวิเคราะห์สถิติ : สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.