



โครงการคณิตศาสตร์

เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องมุมและการวัดพื้นที่ในการพัฒนาร่วมปรับมุม

เพื่อบ่งแสงแดด

โดย

- | | | |
|---------------------|----------|-------|
| 1. เด็กหญิงครองขวัญ | สุตรักษ์ | ม.2/5 |
| 2. เด็กหญิงวรัทยา | ขวัญศิริ | ม.2/5 |
| 3. เด็กหญิงอัญมณี | บัวหลวง | ม.2/5 |

ครูที่ปรึกษา

- | | |
|-------------------|---------|
| 1. นางสาวศิริวรรณ | ข้าพาสี |
|-------------------|---------|

โรงเรียนสตรีทุ่งสง

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครศรีธรรมราช

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงการคณิตศาสตร์

ประเภทบูรณาการความรู้ในคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงชั้นที่ 3

งานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติส่วนภูมิภาค ประจำปี พ.ศ.2569

ชื่อโครงการ	การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องมุมและการวัดพื้นที่ในการพัฒนาร่มปรับมุมเพื่อบังแสงแดด		
ชื่อผู้จัดทำ	1. เด็กหญิงครองขวัญ	สุตริรักษ์	ม.2/5
	2. เด็กหญิงวรทยา	ขวัญศิริ	ม.2/5
	3. เด็กหญิงอัญมณี	บัวหลวง	ม.2/5
ที่ปรึกษาโครงการ	นางสาวศิริวรรณ ขำพาลี		
สถานศึกษา	โรงเรียนสตรีทุ่งสง		

บทคัดย่อ

โครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องมุมและการวัดพื้นที่ในการพัฒนาร่มปรับมุมเพื่อบังแสงแดด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ พัฒนาและสร้างร่มปรับมุมเป็นเครื่องมือในการศึกษา และหามุมเอียงของร่มที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดดในแต่ละช่วงเวลาของวัน โดยกำหนดมุมเอียงของร่ม 6 ระดับ ได้แก่ 15° 30° 45° 60° 75° และ 90° ทำการทดลองในช่วงเวลา 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น. ทดลองซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละมุมเอียง จากนั้นวัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ นำข้อมูลมาคำนวณพื้นที่ หาค่าเฉลี่ย และนำเสนอผลด้วยตารางและกราฟเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ

ผลการศึกษาพบว่า มุมเอียงของร่มมีผลต่อพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ และมุมเอียงที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดดแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของวัน โดยเวลา 10.00 น. และ 15.00 น. มุมเอียง 75° ให้พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 22,937.00 และ 35,485.83 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนเวลา 12.00 น. มุมเอียง 90° ให้พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 32,578.67 ตารางเซนติเมตร สรุปได้ว่า การปรับมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับช่วงเวลาของวันสามารถเพิ่มพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแสดงให้เห็นว่าความรู้เรื่องมุม การวัดพื้นที่ การหาค่าเฉลี่ย และการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์บังแสงแดดได้

คำสำคัญ: ร่มปรับมุม, มุมเอียงของร่ม, พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ, การวัดพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

โครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องมุมและการวัดพื้นที่ในการพัฒนาร่ม
ปรับมุมเพื่อบังแสงแดด” สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย

ขอขอบพระคุณ ครูศิริวรรณ ขำพาลี ครูที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และ
ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานทุกขั้นตอน ทำให้คณะ
ผู้จัดทำสามารถพัฒนาและปรับปรุงโครงการให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณสมาชิกในกลุ่มทุกคนที่ร่วมกันศึกษา ค้นคว้า วางแผน ดำเนินการทดลอง
จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ และให้ความร่วมมือในการทำงานจนโครงการสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ท้ายนี้ ขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ สำหรับกำลังใจ คำแนะนำ
และความช่วยเหลือต่าง ๆ ที่มีส่วนสนับสนุนให้โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ง
สารบัญรูปภาพ.....	จ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	5
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ.....	14
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ.....	24
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	30
บรรณานุกรม.....	33
ภาคผนวก.....	34
ภาคผนวก ก ภาพประกอบการสร้างรุ่มปัฐมม	35
ภาคผนวก ข ภาพประกอบกรทดลอง	38

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 3.1	วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงาน	14
ตารางที่ 3.2	แผนการดำเนินงานโครงการ	18
ตารางที่ 3.3	แบบบันทึกผลการทดลอง	22
ตารางที่ 4.1	ค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณของร่มปรับมุมองศาในแต่ละช่วงเวลา	24
ตารางที่ 4.2	การเปรียบเทียบพื้นที่ร่มเงาระหว่างมุมที่เหมาะสมกับการตั้งร่มตรง (90°)	26
ตารางที่ 4.3	มุมเอียงของร่มที่เหมาะสมในการบังแสงแดดในแต่ละช่วงเวลา	27

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างมุมเอียงของร่มในการทดลอง	5
ภาพที่ 2.2 ภาพจำลองแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งดวงอาทิตย์และทิศทางร่มเงาในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย เดือนกรกฎาคม	7
ภาพที่ 2.3 เปรียบเทียบผลของมุมเอียงของร่มที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งและพื้นที่ร่มเงาในเชิงเรขาคณิต	9
ภาพที่ 2.4 การประมาณพื้นที่ร่มเงาโดยใช้ความกว้างและความยาวของกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ครอบคลุมร่มเงา	10
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างกราฟแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณในแต่ละช่วงเวลา	12
ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบของร่มปรับมุมมองฯ ได้แก่ ข้อต่อปรับมุม กลไกหมุนรอบแกนและชุดสเกลองศา	13
ภาพที่ 3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างร่มปรับมุมมองฯ	14
ภาพที่ 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง	15
ภาพที่ 3.3 แบบร่างการออกแบบร่มปรับมุม	16
ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างร่มปรับมุม	16
ภาพที่ 3.5 กลไกการปรับทิศทาง การปรับมุมเอียงและการล็อกตำแหน่งมุมของร่มปรับมุม	17
ภาพที่ 3.6 ร่มปรับมุมที่สร้างเสร็จสมบูรณ์	17
ภาพที่ 3.7 สถานที่ใช้ในการทดลอง ณ สนามฟุตบอลโรงเรียนสตรีทุ่งสง	19
ภาพที่ 3.8 ขั้นตอนการทดลอง	21
ภาพที่ 3.9 การวัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงาโดยใช้ตลับเมตร	21
กราฟที่ 4.1 กราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณในช่วงเวลา 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น.	25
แผนผังที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ	18

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ตลาดนัดในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นแหล่งค้าขายที่มีพ่อค้าแม่ค้าจำนวนมาก จำหน่ายสินค้าในพื้นที่กลางแจ้ง โดยส่วนใหญ่นิยมใช้ร่มสนามเพื่อบังแสงแดดและลดความร้อน ระหว่างการจำหน่ายสินค้า จากการลงพื้นที่สำรวจ คณะผู้จัดทำพบว่า ตำแหน่งของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งวัน ส่งผลให้ทิศทางของแสงแดดและลักษณะของพื้นที่ร่มเงาเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ขณะที่ร่มสนามทั่วไปมักตั้งอยู่ในตำแหน่งเดิมและไม่สามารถปรับมุมเอียงให้เหมาะสมกับทิศทางของแสงแดดได้ ทำให้พื้นที่ร่มเงาไม่ครอบคลุมบริเวณที่ใช้ทำงานในบางช่วงเวลา ส่งผลให้พ่อค้าแม่ค้าบางส่วนต้องปฏิบัติงานท่ามกลางแสงแดดและความร้อน ซึ่งอาจส่งผลต่อความสะดวกรสบายในการประกอบอาชีพ

จากการศึกษาข้อมูลและสังเกตการใช้งานจริง คณะผู้จัดทำพบว่า พื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับมุมเอียงของร่มและทิศทางของแสงแดด หากสามารถปรับมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาของวัน พื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นย่อมเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงสามารถนำความรู้เรื่องมุม การวัดพื้นที่ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางคณิตศาสตร์มาศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าว เพื่อหามุมเอียงของร่มที่ให้พื้นที่ร่มเงาเหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาของวัน

ด้วยเหตุนี้ คณะผู้จัดทำจึงสนใจพัฒนา ร่มปรับมุม ที่สามารถปรับมุมเอียงและหมุนทิศทางได้พร้อมติดตั้งสเกลองศาเพื่อกำหนดค่ามุมในการทดลอง จากนั้นทำการเก็บข้อมูลพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณที่เกิดขึ้นในแต่ละมุมเอียงและแต่ละช่วงเวลา แล้วนำข้อมูลมาคำนวณ เปรียบเทียบ และวิเคราะห์ เพื่อหามุมเอียงที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดด

โครงการนี้เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องมุม การวัดพื้นที่ การหาค่าเฉลี่ย และการนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงา และนำผลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับช่วงเวลาของวัน อันเป็นการแสดงให้เห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นรูปธรรม

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาและสร้างร่มปรับมุมที่สามารถปรับมุมเอียงและหมุนทิศทางได้ สำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงา

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาในแต่ละช่วงเวลาของวัน โดยประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องมุม การวัดพื้นที่ การหาค่าเฉลี่ย และการนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ

1.2.3 เพื่อหามุมเอียงของร่มที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดดในแต่ละช่วงเวลาของวัน จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

1.3 สมมติฐานของโครงการ

มุมเอียงของร่มที่แตกต่างกันส่งผลให้พื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน และมุมเอียงที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดดในแต่ละช่วงเวลาของวันอาจไม่เหมือนกัน เนื่องจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์ และทิศทางของแสงแดดเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา โดยสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหามุมเอียงที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดดในแต่ละช่วงเวลาได้

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1.4.1 ด้านเนื้อหา

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของวัน โดยประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องมุม การวัดพื้นที่ การหาค่าเฉลี่ย และการนำเสนอข้อมูล เพื่อหามุมเอียงของร่มที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดด โดยกำหนดหน่วยพื้นที่เป็นตารางเซนติเมตร (cm^2)

1.4.2 ด้านชิ้นงาน

พัฒนาและสร้างร่มปรับมุมที่สามารถหมุนปรับทิศทางและปรับมุมเอียงได้ 6 ระดับ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90° พร้อมติดตั้งสเกลองศาเพื่อใช้กำหนดและอ่านค่ามุมในการทดลอง

1.4.3 ด้านการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่สนามฟุตบอลของโรงเรียน ซึ่งเป็นพื้นที่กลางแจ้ง ไม่มีสิ่งกีดขวางแสงแดด และมีลักษณะใกล้เคียงกับพื้นที่ตลาดนัดที่เป็นกรณีศึกษา กำหนดมุมเอียงของร่ม 6 ระดับ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90° ทดลองในช่วงเวลา 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น. ในวันที่มีสภาพอากาศใกล้เคียงกันและไม่มีฝนตก โดยปรับทิศทางของร่มให้รับแสงแดดก่อนปรับมุมเอียง จากนั้นวัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงาเพื่อนำมาคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ เก็บข้อมูลในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2569

1.4.4 ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ หาค่าเฉลี่ย จัดทำตารางและกราฟ แล้ววิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาในแต่ละช่วงเวลา เพื่อหามุมเอียงที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดด

1.5 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น : มุมเอียงของร่ม 6 ระดับ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90°

ตัวแปรตาม : พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ (ตารางเซนติเมตร : cm^2) ซึ่งคำนวณจากค่าความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงาที่วัดได้ในแต่ละครั้ง

ตัวแปรควบคุม

- ขนาดและรูปแบบของร่มที่ใช้ในการทดลอง
- ความสูงของร่มจากพื้น
- สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง (สนามฟุตบอลของโรงเรียน)
- ช่วงเวลาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น.
- วิธีการวัดพื้นที่ร่มเงาและวิธีการคำนวณพื้นที่ โดยใช้วิธีเดียวกันทุกครั้ง
- การปรับทิศทางของร่มให้รับแสงแดดก่อนปรับมุมเอียงทุกครั้ง
- สภาพอากาศในวันที่ทำการทดลอง โดยเลือกวันที่มีสภาพอากาศใกล้เคียงกันและ

ไม่มีฝนตก

- ผู้ดำเนินการวัดและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดตลอดการทดลอง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

มุมเอียงของร่ม หมายถึง มุมที่แกนของร่มทำกับแนวราบ (พื้น) โดยเมื่อแกนร่มตั้งฉากกับพื้น จะมีมุมเอียงเท่ากับ 90° องศา ในการทดลองกำหนดมุมเอียงไว้ 6 ระดับ ได้แก่ 15° 30° 45° 60° 75° และ 90° และใช้เป็นค่ามุมในการทดลองทุกครั้ง

พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ หมายถึง พื้นที่ของร่มเงาที่ทอดลงบนพื้นราบ ซึ่งคำนวณจากการวัดความกว้างที่สุดและความยาวที่สุดของร่มเงา แล้วนำมาคำนวณเป็นพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ล้อมรอบร่มเงา เนื่องจากร่มเงาที่เกิดขึ้นจริงมีลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่ไม่สม่ำเสมอ วิธีการคำนวณนี้จึงเป็นการประมาณค่าพื้นที่ ซึ่งอาจมีค่ามากกว่าพื้นที่จริงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม คณะผู้จัดทำใช้วิธีการวัดและการคำนวณแบบเดียวกันในการทดลองทุกครั้ง เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบพื้นที่ร่มเงาของแต่ละมุมเอียงได้อย่างเป็นธรรม

ร่วมปรับมุมมอง หมายถึง ร่วมที่คณะผู้จัดทำพัฒนาขึ้นให้สามารถปรับมุมมองและทัศนคติทางได้พร้อมติดตั้งสเกลองศา เพื่อใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมมองของร่วมกับพื้นที่ร่วมเงา

มุมที่เหมาะสมในการบังแสงแดด หมายถึง มุมเอียงของร่มที่ให้พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณมากที่สุดภายใต้เงื่อนไขการทดลองที่กำหนดในแต่ละช่วงเวลาของวัน จากผลการทดลองภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งมุมเอียงที่เหมาะสมอาจแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างมุมมองของร่วมกับพื้นที่ร่มเงาในแต่ละช่วงเวลาของวัน

1.7.2 ทำให้ทราบมุมมองของร่มที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดดในแต่ละช่วงเวลาของวัน
จากผลการทดลอง

1.7.3 ศึกษาประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องมุม การวัดพื้นที่ การหาค่าเฉลี่ย และการนำเสนอข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

1.7.4 ศึกษาทักษะในการเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณ การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอผลการทดลองอย่างเป็นระบบ

1.7.5 สามารถนำแนวคิดจากโครงงานไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบร่มหรืออุปกรณ์บังแสงแดดให้เหมาะสมกับการใช้งานในชีวิตประจำวัน

1.8 ขอบเขตด้านเวลาในการดำเนินโครงการ

ดำเนินโครงการระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2569 โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

- **เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2569** ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กำหนดแนวทางการดำเนินโครงการ และออกแบบร่มปรับมุมมอง
- **เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2569** พัฒนาและสร้างร่มปรับมุมมอง ทดลองใช้งาน และปรับปรุงชิ้นงานให้พร้อมสำหรับการเก็บข้อมูล
- **เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2569** เก็บข้อมูลภาคสนาม วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการศึกษา และจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

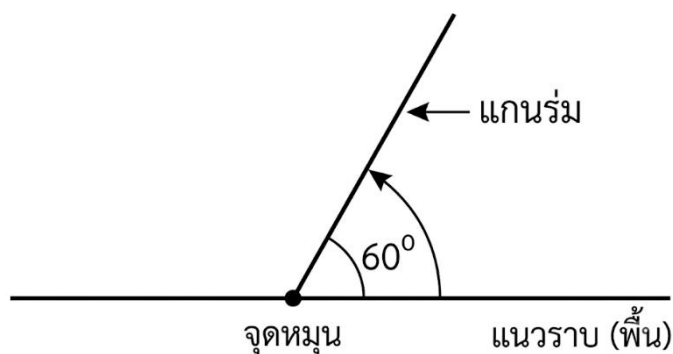
ในการจัดทำโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องมุมและการวัดพื้นที่ในการพัฒนาร่มปรับมุมเพื่อบังแสงแดด” คณะผู้จัดทำได้ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถแบ่งเนื้อหาตามลำดับหัวข้อได้ดังนี้

- 2.1 ความรู้เรื่องมุมและการวัดมุม
- 2.2 การเกิดร่มเงาและการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแสงแดด
- 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงา
- 2.4 การคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ
- 2.5 การหาค่าเฉลี่ยและการนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ
- 2.6 หลักการและกลไกของร่มปรับมุม

2.1 ความรู้เรื่องมุมและการวัดมุม

2.1.1 ความหมายของมุม

มุม (Angle) เกิดจากรังสี 2 เส้นที่มีจุดเริ่มต้นร่วมกัน เรียกจุดนี้ว่า จุดยอดมุม (Vertex) และเรียกรังสีทั้งสองว่า แขนของมุม ในโครงงานนี้ มุมหมายถึงมุมที่เกิดระหว่างแกนของร่มกับแนวราบ (พื้น) ซึ่งใช้เป็นค่ามุมเอียงของร่มในการทดลอง เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงกับพื้นที่ที่เกิดขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564)



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างมุมเอียงของร่มในการทดลอง

2.1.2 หน่วยวัดมุม (องศา)

หน่วยที่ใช้วัดมุมในการศึกษาครั้งนี้ คือ องศา (Degree : °) ซึ่งได้จากการแบ่งวงกลมออกเป็น 360 ส่วนเท่า ๆ กัน เป็นหน่วยที่ใช้กันทั่วไปในการวัดมุม และสอดคล้องกับสเกลองศาที่ติดตั้งบนร่มปรับมุม โดยกำหนดมุมเอียงในการทดลองไว้ 6 ระดับ ได้แก่ 15°, 30°, 45°, 60°, 75° และ 90°

2.1.3 การวัดมุมและการประยุกต์ใช้ในโครงงาน

การวัดมุม คือ การหาขนาดของมุมระหว่างแขนของมุมทั้งสอง โดยทั่วไปใช้ไม้โปรแทรกเตอร์เป็นเครื่องมือวัด ซึ่งต้องวางจุดกึ่งกลางของโปรแทรกเตอร์ให้ตรงกับจุดยอดมุม และอ่านค่าที่แขนของมุมอีกด้านชี้ไป

ในการสร้างร่มปรับมุม คณะผู้จัดทำได้นำหลักการวัดมุมมาประยุกต์ใช้ โดยติดตั้งสเกลองศาไว้บริเวณข้อต่อปรับมุมของร่ม เพื่อให้สามารถปรับมุมเอียงได้ตามค่าที่กำหนด และใช้มุมเดิมซ้ำได้อย่างสม่ำเสมอในการทดลองทุกครั้ง

2.2 การเกิดร่มเงาและการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแสงแดด

2.2.1 การเกิดร่มเงา

เงา (Shadow) คือ บริเวณที่มีความสว่างน้อยกว่าพื้นที่โดยรอบ ซึ่งเกิดจากการที่แสงไม่สามารถเดินทางผ่านวัตถุได้ เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์เดินทางเป็นเส้นตรงมากระทบวัตถุทึบแสง เช่น ผ้าใบร่ม วัตถุดังกล่าวจะบดบังเส้นทางของแสง ทำให้เกิดบริเวณที่แสงส่องไม่ถึงบนพื้น จึงเกิดเป็นร่มเงา

ร่มเงาที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. เงามืด (Umbra) คือ บริเวณที่แสงจากแหล่งกำเนิดถูกวัตถุบังทั้งหมด ทำให้บริเวณนั้นมีความมืดมากที่สุด
2. เงามัว (Penumbra) คือ บริเวณรอบนอกของเงาที่มีแสงบางส่วนสามารถผ่านไปถึง ทำให้มีความสว่างมากกว่าเงามืด

ลักษณะและขนาดของร่มเงาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ขนาดและรูปร่างของวัตถุ ทิศทางของแสง และมุมที่แสงตกกระทบวัตถุ ดังนั้น เมื่อดวงอาทิตย์เปลี่ยนตำแหน่งในแต่ละช่วงเวลาของวัน ร่มเงาที่เกิดจากร่มจึงมีตำแหน่งและขนาดเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ในการทดลองของโครงงานนี้ คณะผู้จัดทำวัดขอบเขตของพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นบนพื้น และใช้พื้นที่ดังกล่าวเป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบผลของมุมเอียงร่มแต่ละระดับ

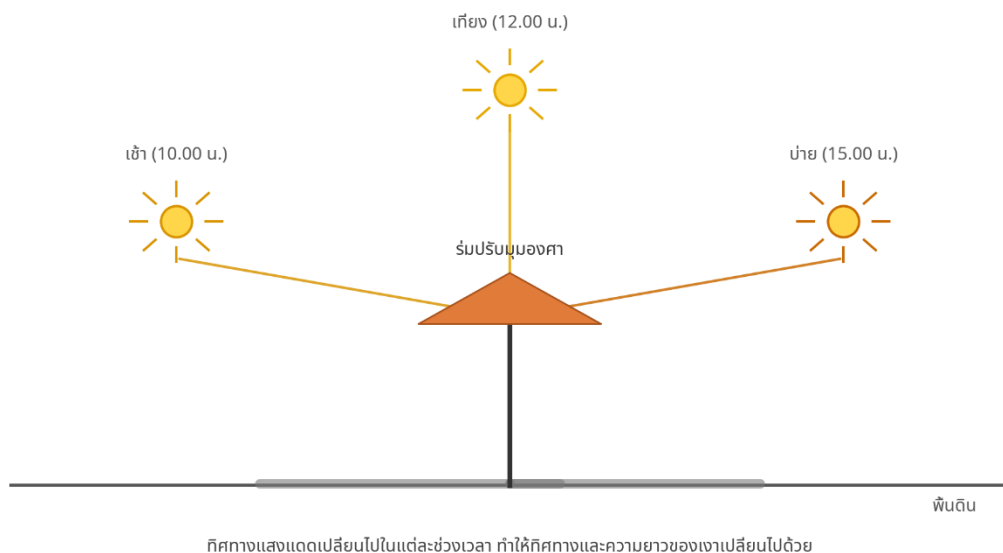
2.2.2 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของดวงอาทิตย์

โลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ส่งผลให้ผู้สังเกตบนโลกมองเห็นดวงอาทิตย์เสมือนเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกในแต่ละวัน ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าจึงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งในด้านทิศทางและความสูงเหนือขอบฟ้า (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป.; National Aeronautics and Space Administration, 2025)

การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ส่งผลโดยตรงต่อทิศทางของแสงแดดและตำแหน่งของร่มเงาที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยช่วงเดือนกรกฎาคม สามารถสังเกตแนวโน้มได้ดังนี้

- เวลา 10.00 น. ดวงอาทิตย์อยู่ทางด้านทิศตะวันออกค่อนไปทางด้านบนของท้องฟ้า แสงแดดตกกระทบบัวตฤในลักษณะเฉียง ทำให้ร่มเงามีแนวโน้มทอดไปทางทิศตะวันตก
- เวลา 12.00 น. ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งสูงบนท้องฟ้า แสงตกกระทบบจากด้านบนมากขึ้น ทำให้ร่มเงามีแนวโน้มสั้นลงและอยู่บริเวณใกล้กับฐานของร่ม
- เวลา 15.00 น. ดวงอาทิตย์เคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันตกและมีระดับต่ำลง แสงแดดตกกระทบบในแนวเฉียง ทำให้ร่มเงามีแนวโน้มทอดไปทางทิศตะวันออก

ดังนั้น ในแต่ละช่วงเวลาของวัน ร่มจำเป็นต้องมีการปรับทิศทางและมุมเอียงที่แตกต่างกัน เพื่อให้สามารถรับแสงและสร้างพื้นที่ร่มเงาได้เหมาะสม



ภาพที่ 2.2 ภาพจำลองแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งดวงอาทิตย์และทิศทางร่มเงาในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย เดือนกรกฎาคม

2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางแสงแดดกับการปรับมุมร่ม

เมื่อทิศทางของแสงแดดเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ร่มที่วางอยู่ในตำแหน่งเดิมโดยไม่สามารถปรับมุมได้ อาจทำให้พื้นที่ร่มเงาไม่ครอบคลุมบริเวณที่ต้องการใช้งาน ในการทดลองนี้ คณะผู้จัดทำควบคุมทิศทางของร่มโดยปรับให้ผ้าใบร่มรับแสงแดดก่อน จากนั้นจึงปรับเปลี่ยนเฉพาะมุมเอียงของร่ม เพื่อศึกษาผลของมุมเอียงที่มีต่อพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ

การปรับมุมเอียงของร่มช่วยเปลี่ยนทิศทางการรับแสงของผ้าใบร่ม ทำให้สามารถปรับตำแหน่งของร่มเงาให้เหมาะสมกับทิศทางของแสงในแต่ละช่วงเวลาได้ เช่น ในช่วงเช้าและช่วงบ่ายที่แสงแดดตกกระทบในแนวเอียง อาจจำเป็นต้องปรับมุมให้เอียงเข้าหาทิศทางของแสงมากขึ้น ส่วนช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่สูงบนท้องฟ้า ร่มอาจใช้มุมเอียงใกล้แนวตั้งมากกว่า

ในโครงการนี้ คณะผู้จัดทำกำหนดมุมเอียงของร่มสำหรับการทดลองจำนวน 6 ระดับ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90° เพื่อศึกษาว่ามุมเอียงที่แตกต่างกันส่งผลต่อพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณอย่างไร และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หามุมเอียงที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดดในแต่ละช่วงเวลาของวัน

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงา

มุมเอียงของร่มเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อลักษณะและขนาดของพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้น เนื่องจากเมื่อมุมของร่มเปลี่ยนแปลง ตำแหน่งและแนวการบังแสงของผ้าใบร่มก็เปลี่ยนไป ส่งผลให้รูปร่างตำแหน่ง และขนาดของร่มเงาบนพื้นเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

โดยทั่วไป เมื่อร่มตั้งอยู่ในแนวตั้ง (มุมเอียง 90°) และดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งสูงบนท้องฟ้า แสงแดดจะตกกระทบจากด้านบนมากขึ้น ทำให้ร่มเงามีแนวโน้มอยู่บริเวณใต้ร่มและมีขนาดใกล้เคียงกับพื้นที่ของร่ม แต่เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งเอียง แสงแดดจะตกกระทบด้านข้างมากขึ้น ส่งผลให้ร่มเงาทอดออกไปจากตำแหน่งของร่ม

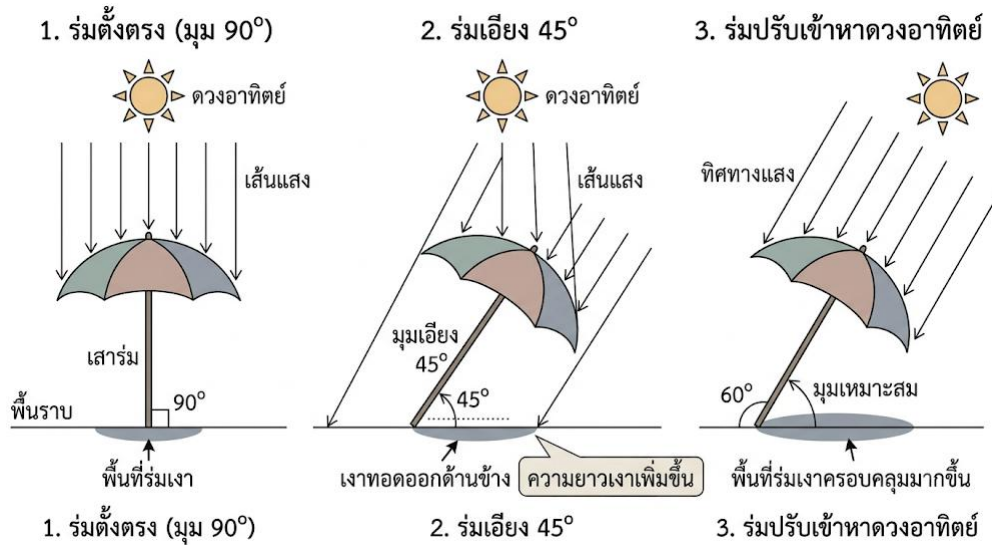
การปรับมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับทิศทางของแสงแดด จะช่วยให้ผ้าใบร่มสามารถบังแสงได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเปลี่ยนตำแหน่งของร่มเงาให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการใช้งาน โดยมุมเอียงของร่มแต่ละค่าจะทำให้เกิดลักษณะของร่มเงาที่แตกต่างกัน

ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาสามารถอธิบายได้เป็นลำดับดังนี้

มุมเอียงของร่มเปลี่ยนแปลง $\rightarrow$ ทิศทางการรับแสงของร่มเปลี่ยน $\rightarrow$ รูปร่างและขนาดของร่มเงาเปลี่ยน $\rightarrow$ พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณเปลี่ยนแปลง

อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่ได้หมายความว่ามุมเอียงที่มากขึ้นหรือน้อยลงจะทำให้พื้นที่ร่มเงาเพิ่มขึ้นเสมอไป เนื่องจากพื้นที่ร่มเงายังขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ช่วงเวลาที่ทดลอง และทิศทางของร่มที่รับแสงแดดด้วย

ในการทดลองของโครงการนี้ คณะผู้จัดทำจึงกำหนดมุมเอียงของร่มจำนวน 6 ระดับ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90° แล้ววัดพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณที่เกิดขึ้นในแต่ละมุมและแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์หามุมเอียงที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดด



ภาพที่ 2.3 เปรียบเทียบผลของมุมเอียงของร่มที่ต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง และพื้นที่ร่มเงาในเชิงเรขาคณิต

2.4 การคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ

พื้นที่ร่มเงาที่เกิดจากร่มในแต่ละช่วงเวลาและแต่ละมุมเอียงอาจมีรูปร่างไม่แน่นอน เนื่องจากขึ้นอยู่กับทิศทางของแสงแดด ลักษณะของผ้าใบร่ม และตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ดังนั้นการหาพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นจริงอาจทำได้ยาก

เพื่อให้สามารถวัดและเปรียบเทียบข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ คณะผู้จัดทำจึงใช้วิธี ประมาณค่าพื้นที่ร่มเงา โดยวัดขอบเขตของร่มเงาที่กว้างที่สุดและยาวที่สุด แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ครอบคลุมบริเวณร่มเงานั้น

ใช้สูตร

$$\text{พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ} = \text{ความกว้างของร่มเงา} \times \text{ความยาวของร่มเงา}$$

โดยกำหนดให้

ความกว้างของร่มเงา หมายถึง ระยะที่วัดในแนวตั้งฉากกับแนวการทอดตัวของร่มเงา มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)

ความยาวของร่มเงา หมายถึง ระยะจากบริเวณใต้แกนร่มไปจนถึงปลายสุดของร่มเงาที่วัดได้ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)

ตัวอย่างเช่น หากวัดร่มเงาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

ความกว้างของร่มเงา = 120 เซนติเมตร

ความยาวของร่มเงา = 150 เซนติเมตร

ดังนั้น

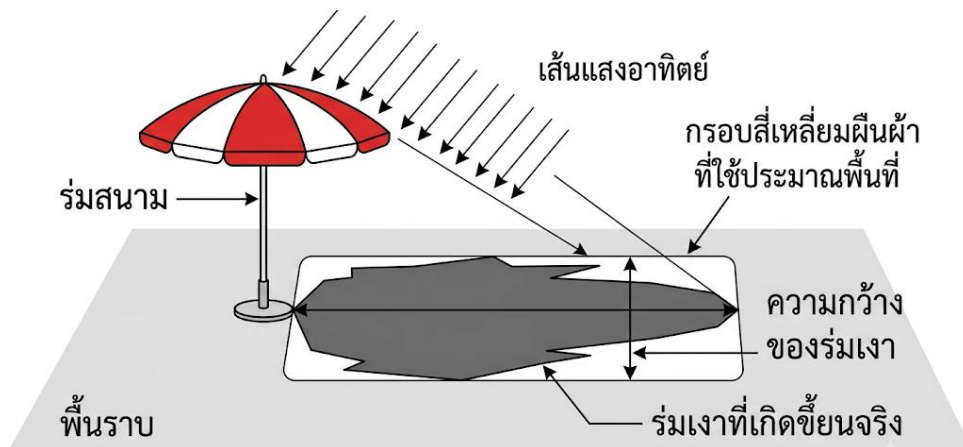
พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ = $120 \times 150 = 18,000$ ตารางเซนติเมตร (cm^2)

ดังนั้น พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณมีค่าเท่ากับ 18,000 ตารางเซนติเมตร

(ค่าตัวอย่างดังกล่าวเป็นเพียงค่าที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายวิธีการคำนวณ ไม่ใช่ข้อมูลจริงจากการทดลอง โดยข้อมูลจริงจะแสดงในตารางผลการทดลอง)

การใช้หน่วยตารางเซนติเมตร (cm^2) เหมาะสมกับการทดลองนี้ เนื่องจากพื้นที่ร่มเงาที่เกิดจากแบบจำลองร่มมีขนาดไม่ใหญ่มาก และช่วยให้สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของพื้นที่ร่มเงาที่เกิดจากมุมเอียงของร่มแต่ละระดับได้อย่างละเอียด

นอกจากนี้ คณะผู้จัดทำใช้วิธีการวัดและวิธีการคำนวณเดียวกันในการทดลองทุกครั้ง เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลของมุมเอียงของร่มที่แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสม



พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ = ความกว้าง × ความยาว

ภาพที่ 2.4 การประมาณพื้นที่ร่มเงาโดยใช้ความกว้างและความยาวของกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ครอบคลุมร่มเงา

2.5 การหาค่าเฉลี่ยและการนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ

ในการทดลอง คณะผู้จัดทำจะได้ข้อมูลพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณจากมุมเอียงของร่มและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อให้ข้อมูลสามารถนำมาเปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปผลได้อย่างเป็นระบบ จึงนำหลักการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย การจัดข้อมูลในรูปแบบตาราง และการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟมาใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง

2.5.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean)

หากมีการทดลองซ้ำภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน คณะผู้จัดทำจะนำค่าพื้นที่ร่มเงาที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลในเงื่อนไขนั้น และลดผลกระทบจากความคลาดเคลื่อนในการวัด

สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ, $\sum x$ คือ ผลรวมของค่าพื้นที่ร่มเงาที่ได้จากการทดลองทั้งหมด และ n คือ จำนวนครั้งของการทดลอง

การใช้ค่าเฉลี่ยช่วยให้สามารถเปรียบเทียบพื้นที่ร่มเงาของมุมเอียงแต่ละระดับได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น

2.5.2 การนำเสนอข้อมูลด้วยตาราง

การจัดข้อมูลในรูปแบบตารางช่วยให้สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน เช่น มุมเอียงของร่ม ช่วงเวลาที่ทดลอง และพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ

ตัวอย่างข้อมูลที่นำเสนอในตาราง ได้แก่

- มุมเอียงของร่ม (15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°)
- ช่วงเวลาการทดลอง (10.00 น., 12.00 น., 15.00 น.)
- พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ (cm²)

การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางช่วยให้สามารถตรวจสอบ เปรียบเทียบ และนำข้อมูลไปสร้างกราฟเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มต่อไปได้

2.5.3 การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟเส้น (Line Graph)

กราฟเส้นเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับแสดงแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล โดยใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณในแต่ละช่วงเวลา

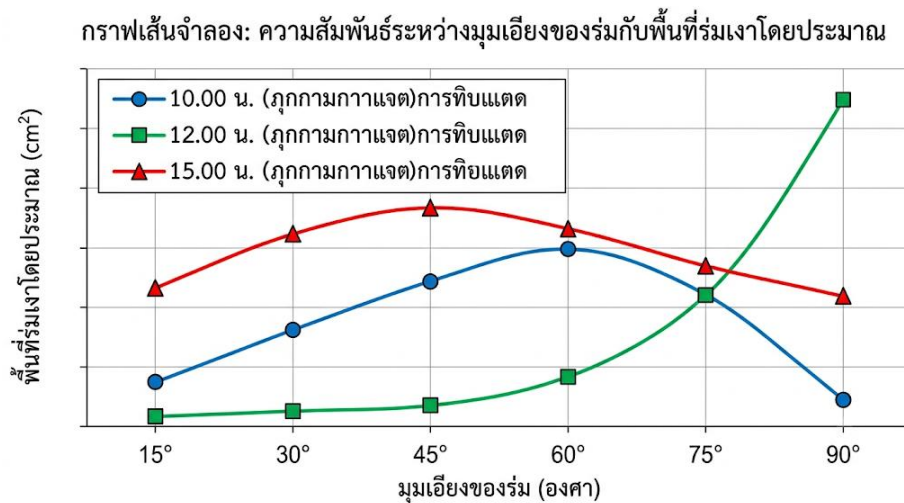
ในการสร้างกราฟ คณะผู้จัดทำกำหนดให้

- แกนนอน (X-axis) แสดงค่ามุมเอียงของร่ม 6 ระดับ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90°

- แกนตั้ง (Y-axis) แสดงค่าพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ หน่วยเป็นตารางเซนติเมตร (cm^2)

กราฟจะแสดงข้อมูลแยกตามช่วงเวลาการทดลอง ได้แก่ 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น. เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มของพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา

จุดที่มีค่าพื้นที่ร่มเงาสูงที่สุดในแต่ละเส้นกราฟ จะใช้เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณามุมเอียงของร่มที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดดในช่วงเวลานั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564)



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างกราฟแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณในแต่ละช่วงเวลา (เป็นกราฟจำลองเพื่ออธิบายแนวคิดเท่านั้น ข้อมูลจากการทดลองจริงแสดงในบทที่ 4)

2.6 หลักการปรับมุมและกลไกของร่มปรับมุมมอง

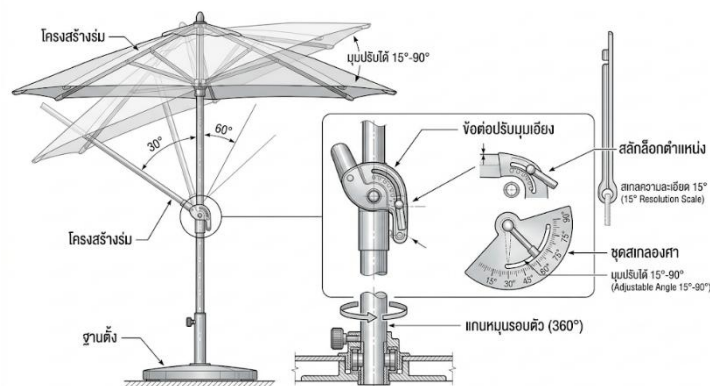
การสร้างร่มปรับมุมในโครงการนี้ อาศัยหลักการเกี่ยวกับการกำหนดมุมและการควบคุมตำแหน่งของวัตถุ โดยออกแบบให้สามารถปรับเปลี่ยนมุมเอียงของร่มได้ตามค่าที่กำหนด เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมของร่มกับขนาดของเงาที่เกิดขึ้น กลไกของร่มประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

1. ข้อต่อปรับมุมเอียง เป็นส่วนประกอบที่ติดตั้งบริเวณแกนกลางของร่ม ทำหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของผ้าร่ม โดยใช้สลักล็อกเพื่อกำหนดตำแหน่งของร่มให้อยู่ในมุมที่ต้องการ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90°

2. กลไกหมุนรอบแกน เป็นส่วนที่ช่วยให้ร่มสามารถหมุนเปลี่ยนทิศทางได้รอบแกน เพื่อให้สามารถปรับแนวของร่มให้เหมาะสมกับทิศทางของแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาต่าง ๆ และช่วยให้การทดลองสามารถควบคุมตัวแปรด้านทิศทางของแสงได้

3. ชุดสเกลองศา เป็นแผ่นแสดงค่ามุมที่ติดตั้งร่วมกับข้อต่อปรับมุม ทำหน้าที่ช่วยตรวจสอบและกำหนดค่ามุมเอียงของร่มให้ตรงตามค่าที่ต้องการ ทำให้การกำหนดมุมในการทดลองมีความถูกต้องและสามารถเปรียบเทียบผลการทดลองได้

กลไกดังกล่าวมีหน้าที่ควบคุมและรักษามุมเอียงของร่มให้อยู่ในค่าที่กำหนด เพื่อสนับสนุนการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างมุมของร่มกับ พื้นที่ร่มเงา โดยประมาณที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบของร่มปรับมุมองศา ได้แก่ ข้อต่อปรับมุม กลไกหมุนรอบแกน และชุดสเกลองศา

3.1.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงาน

ตารางที่ 3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงาน

ภาพที่ 3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างร่วมปรับมุมมอง

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง ถูกกำหนดให้เหมาะสมกับวิธีการวัดและบันทึกข้อมูลพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลการทดลองในแต่ละมุมเอียงและช่วงเวลาได้ มีดังนี้

1. ตลับเมตร ใช้วัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นจากการปรับมุมเอียงของร่มในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ
2. ใช้กำหนดและตรวจสอบค่ามุมเอียงของร่มให้ตรงตามค่าที่กำหนด ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90° เพื่อให้การทดลองสามารถทำซ้ำและเปรียบเทียบผลได้
3. ใช้บันทึกข้อมูลมุมเอียงของร่ม ช่วงเวลาการทดลอง ความกว้าง ความยาว และพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณที่คำนวณได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป



ภาพที่ 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง

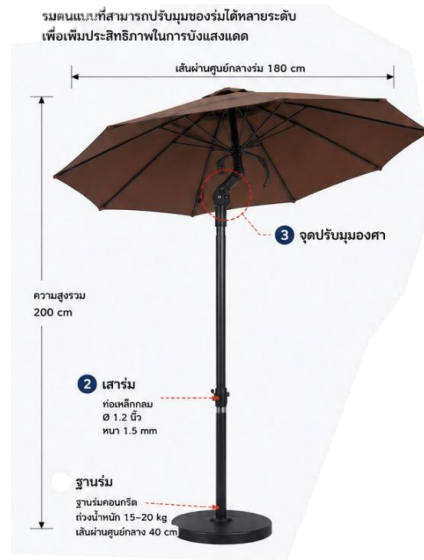
3.2 การออกแบบและสร้างร่มปรับมุม

3.2.1 การออกแบบชิ้นงาน

คณะผู้จัดทำนำความรู้เรื่องมุม การวัดมุม การเกิดร่มเงา และการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแสงแดด มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบร่มปรับมุมองศา เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณที่เกิดขึ้น โดยออกแบบให้ชิ้นงานสามารถปรับมุมเอียงและหมุนเปลี่ยนทิศทางได้ตามความเหมาะสมกับการทดลอง

โครงสร้างของร่มปรับมุมประกอบด้วยส่วนสำคัญ ได้แก่ โครงสร้างรองรับร่ม ชุดกลไกหมุนรอบแกน ชุดปรับมุมเอียง และแผ่นอะคริลิกแสดงสเกลองศา โดยกำหนดให้สามารถปรับมุมเอียงได้ 6 ระดับ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90° และสามารถหมุนปรับทิศทางของร่มเพื่อให้รับ

แสงแดดได้ตามเงื่อนไขการทดลอง ทั้งนี้ จุดปรับมุมถูกกำหนดให้อยู่สูงจากพื้นประมาณ 200 เซนติเมตร เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานและการวัดพื้นที่ร่มเงา ดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แบบร่างการออกแบบร่มปรับมุม

3.2.2 การสร้างร่มปรับมุม

หลังจากได้แบบร่างของชิ้นงานแล้ว คณะผู้จัดทำดำเนินการสร้างร่มปรับมุมตามแบบที่กำหนด โดยเริ่มจากการสร้างโครงสร้างหลักด้วยท่อเหล็ก ติดตั้งแกนหมุนสำหรับปรับทิศทางของร่ม และติดตั้งชุดปรับมุมเอียงบริเวณจุดเชื่อมต่อของโครงสร้าง

จากนั้นติดตั้งแผ่นอะคริลิกแสดงสเกลองศาและหมุดล็อกตำแหน่งมุม เพื่อให้สามารถกำหนดมุมเอียงของร่มได้ตามค่าที่ต้องการ ได้แก่ 15°, 30°, 45°, 60°, 75° และ 90° เมื่อประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดแล้ว จึงตรวจสอบการทำงานของกลไก ความมั่นคงของโครงสร้าง และความพร้อมของชิ้นงานก่อนนำไปใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างร่มปรับมุม

3.2.3 กลไกการปรับมุมและการล็อกมุม

ร่มปรับมุมที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยกลไกสำหรับควบคุมทิศทางและมุมเอียงของร่ม โดยส่วนของการปรับทิศทางใช้กลไกหมุนรอบแกน ซึ่งสามารถหมุนปรับตำแหน่งของร่มได้รอบ 360 องศา เพื่อให้สามารถปรับแนวรับแสงแดดก่อนเริ่มการทดลองในแต่ละช่วงเวลา

ส่วนการปรับมุมเอียงใช้แผ่นอะคริลิกที่ติดตั้งสเกลองศาพร้อมกับหมุดล็อกตำแหน่งมุม ทำหน้าที่กำหนดและรักษามุมเอียงของร่มให้อยู่ในค่าที่ต้องการ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90° เพื่อให้สามารถควบคุมตัวแปรในการทดลองและทำซ้ำได้อย่างเหมาะสม



ภาพที่ 3.5 กลไกการปรับทิศทาง การปรับมุมเอียงและการล็อกตำแหน่งมุมของร่มปรับมุม

3.2.4 ลักษณะของชิ้นงานที่สร้างเสร็จ

ภายหลังการประกอบและตรวจสอบการทำงานของชิ้นงาน พบว่าร่มปรับมุมองศาสามารถหมุนปรับทิศทางได้รอบแกน 360 องศา และสามารถปรับมุมเอียงได้ตามค่าที่กำหนดทั้ง 6 ระดับ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90°

ชิ้นงานสามารถล็อกตำแหน่งมุมได้ตามค่าที่กำหนด และมีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับใช้ในการทดลองเก็บข้อมูลพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ เพื่อนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้น



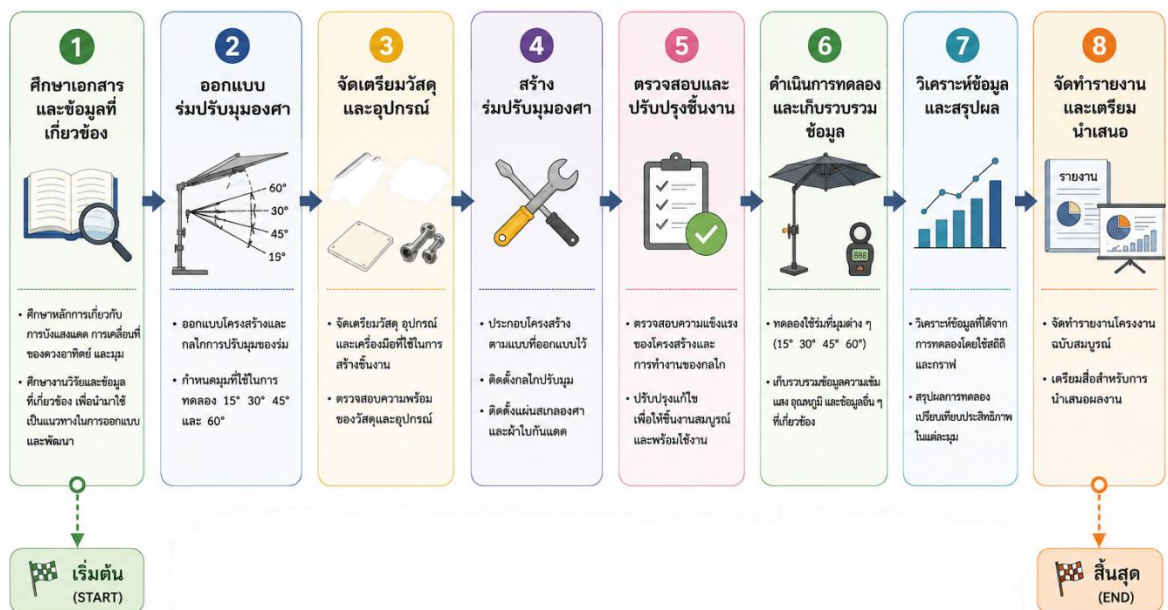
ภาพที่ 3.6 ร่มปรับมุมที่สร้างเสร็จสมบูรณ์

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินโครงการเรื่อง “การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องมุมและการวัดพื้นที่ในการพัฒนาร่มปรับมุมเพื่อบังแสงแดด” ได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานอย่างเป็นลำดับ ตั้งแต่การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การออกแบบและสร้างชิ้นงาน การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการจัดทำรายงาน โดยดำเนินงานในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2569 ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แผนการดำเนินงานโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม
1. ศึกษาเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	✓		
2. ออกแบบร่มปรับมุมองศา	✓		
3. จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์	✓		
4. สร้างร่มปรับมุมองศา	✓	✓	
5. ตรวจสอบและปรับปรุงชิ้นงาน		✓	
6. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล			✓
7. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล			✓
8. จัดทำรายงานและเตรียมนำเสนอ			✓



แผนผังที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

จากแผนการดำเนินงานข้างต้น คณะผู้จัดทำได้ดำเนินงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลและหลักการที่เกี่ยวข้องกับโครงการในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2569 จากนั้นดำเนินการออกแบบและสร้างร่มปรับมุมในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน เมื่อขึ้นงานมีความพร้อมสำหรับการใช้งาน จึงดำเนินการทดลองภาคสนามและเก็บรวบรวมข้อมูลในวันที่ 5-7 กรกฎาคม พ.ศ. 2569 หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปผล และจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ภายในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2569 เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

3.4 วิธีการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้จัดทำดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มปรับมุมกับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณที่เกิดขึ้น โดยกำหนดเงื่อนไขการทดลองให้เหมือนกันทุกครั้ง เพื่อควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องและให้สามารถเปรียบเทียบผลการทดลองได้อย่างเหมาะสม

3.4.1 สถานที่ทดลอง

การทดลองดำเนินการ ณ สนามฟุตบอลโรงเรียนสตรีทุ่งสง ซึ่งเป็นพื้นที่กลางแจ้งที่มีลักษณะโล่ง ไม่มีอาคาร ต้นไม้ หรือสิ่งก่อสร้างที่บดบังแสงแดด ทำให้ร่มได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงในช่วงเวลาทำการทดลอง และช่วยลดผลกระทบจากเงาของสิ่งกีดขวาง เพื่อให้ข้อมูลพื้นที่ร่มเงาที่ได้มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปวิเคราะห์



ภาพที่ 3.7 สถานที่ใช้ในการทดลอง ณ สนามฟุตบอลโรงเรียนสตรีทุ่งสง

3.4.2 การกำหนดตัวแปรในการทดลอง

ตัวแปรต้น : มุมเอียงของร่มปรับมุมองศา จำนวน 6 ระดับ ได้แก่ 15° , 30° , 45° , 60° , 75° และ 90°

ตัวแปรตาม : พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณที่เกิดขึ้นจากมุมเอียงของร่มแต่ละระดับ โดยคำนวณจากค่าความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงาที่วัดได้ และแสดงผลในหน่วยตารางเซนติเมตร (cm^2)

ตัวแปรควบคุม

- ขนาดและรูปแบบของร่มปรับมุมที่ใช้ในการทดลอง
- ความสูงของร่มจากพื้น
- สถานที่ทดลอง คือ สนามฟุตบอลโรงเรียนสตรีทุ่งสง
- ช่วงเวลาที่ทดลอง ได้แก่ 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น.
- วิธีการวัดและการคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ
- การปรับทิศทางของร่มให้รับแสงแดดก่อนปรับมุมเอียงทุกครั้ง
- เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและผู้ดำเนินการวัด
- สภาพอากาศในวันที่ทดลอง โดยเลือกวันที่ไม่มีฝนตกและมีสภาพอากาศใกล้เคียง

กัน

3.4.3 ขั้นตอนการทดลอง

คณะผู้จัดทำดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ติดตั้งร่มปรับมุมในบริเวณที่กำหนด ณ สนามฟุตบอลโรงเรียนสตรีทุ่งสง
2. ปรับทิศทางของร่มให้รับแสงแดดตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาที่

ทดลอง ก่อนทำการปรับมุมเอียงของร่ม

3. กำหนดมุมเอียงของร่มเป็น 15° และวัดพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้น
4. วัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงา แล้วคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ
5. บันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกข้อมูล
6. ดำเนินการทดลองซ้ำที่มุมเอียง 30° , 45° , 60° , 75° และ 90°
7. ทำการทดลองในช่วงเวลา 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น.
8. ทดลองซ้ำแต่ละเงื่อนไขจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้ในการ





ภาพที่ 3.8 ขั้นตอนการทดลอง

3.4.4 ขั้นตอนการวัดและคำนวณพื้นที่ร่มเงา

ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม คณะผู้จัดทำทำการวัดขนาดพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นบนพื้น โดยใช้ตลับเมตรเป็นเครื่องมือวัด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดระยะที่ยาวที่สุดของพื้นที่ร่มเงาจากบริเวณฐานร่มไปยังปลายสุดของร่มเงา ให้เป็นค่าความยาวของร่มเงา
2. กำหนดระยะที่กว้างที่สุดของพื้นที่ร่มเงาในแนวตั้งฉากกับแนวความยาว ให้เป็นค่าความกว้างของร่มเงา
3. นำค่าความกว้างและความยาวที่วัดได้มาคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณด้วยสูตร
พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ = ความกว้าง $\times$ ความยาว
โดยกำหนดให้

ความกว้าง หมายถึง ระยะที่กว้างที่สุดของพื้นที่ร่มเงา (เซนติเมตร)

ความยาว หมายถึง ระยะที่ยาวที่สุดของพื้นที่ร่มเงา (เซนติเมตร)

วิธีการดังกล่าวเป็นการประมาณค่าพื้นที่ร่มเงา เนื่องจากรูปร่างของร่มเงาที่เกิดขึ้นจริงอาจไม่เป็นรูปเรขาคณิตที่แน่นอน อย่างไรก็ตาม คณะผู้จัดทำใช้วิธีการวัดและการคำนวณเดียวกันทุกครั้ง เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลของมุมเอียงแต่ละระดับได้อย่างเหมาะสม



ภาพที่ 3.9 การวัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงาโดยใช้ตลับเมตร

3.4.5 การบันทึกผลการทดลอง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองถูกบันทึกลงในแบบบันทึกผลการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

- มุมเอียงของร่ม
- ช่วงเวลาที่ทำการทดลอง
- ความกว้างของพื้นที่ร่มเงา
- ความยาวของพื้นที่ร่มเงา
- พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปจัดทำตาราง วิเคราะห์ และนำเสนอผลการทดลองในบทที่ 4 ต่อไป

ตารางที่ 3.3 แบบบันทึกผลการทดลอง

เวลา (นาฬิกา)	มุม เอียง ของร่ม (องศา)	ผลการวัดในแต่ละครั้ง									ค่าเฉลี่ย พื้นที่ร่มเงา (ตาราง เซนติเมตร)
		การทดลองครั้งที่ 1 5/07/2569			การทดลองครั้งที่ 1 6/07/2569			การทดลองครั้งที่ 1 7/07/2569			
		ความ กว้าง (ซม.)	ความ ยาว (ซม.)	พื้นที่ (ตร.ซม.)	ความ กว้าง (ซม.)	ความ ยาว (ซม.)	พื้นที่ (ตร.ซม.)	ความ กว้าง (ซม.)	ความ ยาว (ซม.)	พื้นที่ (ตร.ซม.)	
10.00 น.	15°	22.5	230.5	5,186.25	23.0	228.0	5,244.00	22.0	232.0	5,104.00	5,178.08
	30°	64.0	225.0	14,400.00	65.5	223.0	14,606.50	63.0	226.0	14,238.00	14,414.83
	45°	88.0	218.0	19,184.00	86.5	220.0	19,030.00	89.0	216.5	19,268.50	19,160.83
	60°	102.0	213.0	21,726.00	104.0	211.5	21,996.00	101.5	214.0	21,721.00	21,814.33
	75°	117.0	196.0	22,932.00	115.5	198.0	22,869.00	118.0	195.0	23,010.00	22,937.00
	90°	128.0	165.0	21,120.00	129.5	163.0	21,108.50	127.0	166.0	21,082.00	21,103.50
12.00 น.	15°	96.0	179.0	17,184.00	95.0	181.0	17,195.00	97.5	178.0	17,355.00	17,244.67
	30°	107.0	178.0	19,046.00	108.5	176.0	19,096.00	106.0	179.5	19,027.00	19,056.33
	45°	134.0	182.0	24,388.00	132.5	184.0	24,380.00	135.0	181.0	24,435.00	24,401.00
	60°	159.0	179.0	28,461.00	161.0	177.0	28,497.00	158.0	180.0	28,440.00	28,466.00
	75°	164.0	186.0	30,504.00	163.0	188.0	30,644.00	165.5	185.0	30,617.50	30,588.50
	90°	180.0	181.0	32,580.00	182.0	179.0	32,578.00	179.0	182.0	32,578.00	32,578.67
15.00 น.	15°	113.0	189.0	21,357.00	115.0	191.0	21,965.00	114.0	188.0	21,432.00	21,584.67
	30°	123.0	199.0	24,477.00	125.0	197.0	24,625.00	122.0	200.5	24,461.00	24,521.00
	45°	153.0	207.0	31,671.00	151.5	209.0	31,663.50	154.0	206.0	31,724.00	31,686.17
	60°	160.0	198.0	31,680.00	162.0	196.0	31,752.00	159.0	199.5	31,720.50	31,717.50

เวลา (นาฬิกา)	มุม เอียง ของร่ม (องศา)	ผลการวัดในแต่ละครั้ง									ค่าเฉลี่ย พื้นที่ที่ร่มเงา (ตาราง เซนติเมตร)
		การทดลองครั้งที่ 1 5/07/2569			การทดลองครั้งที่ 1 6/07/2569			การทดลองครั้งที่ 1 7/07/2569			
		ความ กว้าง (ซม.)	ความ ยาว (ซม.)	พื้นที่ (ตร.ซม.)	ความ กว้าง (ซม.)	ความ ยาว (ซม.)	พื้นที่ (ตร.ซม.)	ความ กว้าง (ซม.)	ความ ยาว (ซม.)	พื้นที่ (ตร.ซม.)	
	75°	180.0	197.0	35,460.00	178.5	199.0	35,521.50	181.0	196.0	35,476.00	35,485.83
	90°	180.0	171.0	30,780.00	181.5	169.5	30,764.25	179.0	172.0	30,788.00	30,777.42

หมายเหตุ : การทดลองครั้งที่ 1, 2 และ 3 ดำเนินการในวันที่ 5–7 กรกฎาคม พ.ศ. 2569 ตามลำดับ โดยวัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณจากสูตร พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ = ความกว้าง × ความยาว (cm²) จากนั้นนำค่าพื้นที่ร่มเงาที่ได้จากการทดลองซ้ำ 3 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางที่ 3.3 ข้อมูลที่ได้จากการทดลองประกอบด้วยค่ามุมเอียงของร่ม ความกว้าง ความยาว และพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณในแต่ละช่วงเวลา โดยคณะผู้จัดทำจะนำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณค่าเฉลี่ย จัดทำกราฟ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้จัดทำได้ทดลองใช้ร่มปรับมุมที่พัฒนาขึ้น เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ โดยกำหนดมุมเอียงของร่ม 6 ระดับ ได้แก่ 15° 30° 45° 60° 75° และ 90° ทำการทดลองในช่วงเวลา 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น. ของวันที่ 5-7 กรกฎาคม พ.ศ. 2569 ซึ่งเป็นวันที่มีสภาพอากาศใกล้เคียงกัน ท้องฟ้าโปร่ง และไม่มีฝนตก เพื่อลดผลกระทบของสภาพอากาศที่อาจมีต่อผลการทดลอง

ในการทดลองแต่ละครั้ง คณะผู้จัดทำได้หมั่นรื้อให้หันเข้าหาทิศทางของแสงแดดก่อนปรับมุมเอียง จากนั้นวัดความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้น แล้วนำข้อมูลมาคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณด้วยสูตร

$$\text{พื้นที่ร่มเงา} = \text{ความกว้าง} \times \text{ความยาว}$$

โดยทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้งในแต่ละเงื่อนไข และนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลและเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1 และกราฟที่ 4.1

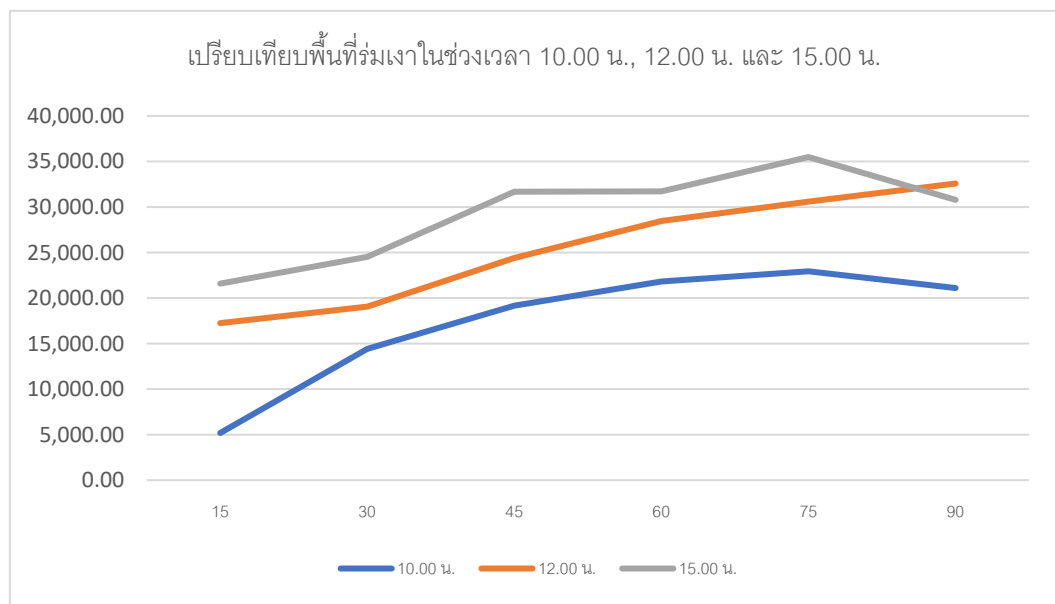
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณของร่มปรับมุมมองศาในแต่ละช่วงเวลา

มุมเอียง (องศา)	ค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ (ตารางเซนติเมตร)		
	เวลา 10.00 น.	เวลา 12.00 น.	เวลา 15.00 น.
15	5,178.08	17,244.67	21,584.67
30	14,414.83	19,056.33	24,521.00
45	19,160.83	24,401.00	31,686.17
60	21,814.33	28,466.00	31,717.50
75	22,937.00	30,588.50	35,485.83
90	21,103.50	32,578.67	30,777.42

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณมีการเปลี่ยนแปลงตามมุมเอียงของร่มและช่วงเวลาของวันอย่างชัดเจน โดยในช่วงเวลา 10.00 น. และ 15.00 น. พื้นที่ร่มเงามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปรับมุมเอียงของร่มจาก 15° ถึง 75° และลดลงเมื่อปรับเป็น 90° ซึ่งมุมเอียง 75° ให้ค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาสูงสุด เท่ากับ 22,937.00 และ 35,485.83 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

ส่วนในช่วงเวลา 12.00 น. ซึ่งดวงอาทิตย์อยู่สูงเกือบตรงศีรษะ พบว่าพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณเพิ่มขึ้นตามมุมเอียงของร่มอย่างต่อเนื่อง และมีค่าสูงสุดเมื่อร่มตั้งตรงที่มุม 90° โดยมีค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาเท่ากับ 32,578.67 ตารางเซนติเมตร

ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า มุมเอียงของร่มมีผลต่อขนาดของพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้น และมุมเอียงที่เหมาะสมในการบังแสงแดดแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของวัน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการหามุมเอียงของร่มที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดดอย่างมีประสิทธิภาพ



กราฟที่ 4.1 กราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงา โดยประมาณในช่วงเวลา 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น.

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงา

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 และกราฟที่ 4.1 พบว่า มุมเอียงของร่มมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณอย่างชัดเจน โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของวัน เนื่องจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์และทิศทางการตกกระทบของแสงแดดเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ส่งผลให้พื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นมีขนาดแตกต่างกันในแต่ละมุมเอียง

ในช่วงเวลา 10.00 น. เมื่อเพิ่มมุมเอียงของร่มจาก 15° เป็น 75° พบว่าค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีค่าสูงสุดที่มุม 75° เท่ากับ 22,937.00 ตารางเซนติเมตร หลังจากนั้นเมื่อปรับเป็นมุม 90° พื้นที่ร่มเงาลดลงเหลือ 21,103.50 ตารางเซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าใน

ช่วงเวลาดังกล่าว การปรับมุมให้เอียงในระดับที่เหมาะสมสามารถเพิ่มพื้นที่ร่มเงาได้มากกว่าการตั้งมุมในแนวตั้ง

ในช่วงเวลา 12.00 น. พบว่าค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาเพิ่มขึ้นตามมุมเอียงของร่มอย่างต่อเนื่อง และมียุคสูงสุดที่มุม 90° เท่ากับ 32,578.67 ตารางเซนติเมตร เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวดวงอาทิตย์อยู่สูงเกือบตรงศีรษะ ทำให้แสงอาทิตย์ตกกระทบในแนวเกือบตั้งฉากกับพื้น การตั้งมุมในแนวตั้งจึงให้พื้นที่ร่มเงามากที่สุดภายใต้เงื่อนไขของการทดลอง

สำหรับช่วงเวลา 15.00 น. พบว่าค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาเพิ่มขึ้นจากมุม 15° จนถึงมุม 75° และมีค่าสูงสุดเท่ากับ 35,485.83 ตารางเซนติเมตร ก่อนจะลดลงเมื่อปรับมุมเป็น 90° เช่นเดียวกับผลการทดลองในช่วงเวลา 10.00 น. แสดงให้เห็นว่าเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งต่ำลง การเอียงมุมให้เหมาะสมกับทิศทางของแสงสามารถเพิ่มพื้นที่ร่มเงาได้มากกว่าการตั้งมุมในแนวตั้ง

เมื่อพิจารณาตามหลักการทางเรขาคณิต การเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของร่มส่งผลต่อพื้นที่ฉาย (Projection) ของร่มบนพื้น ทำให้ขนาดของพื้นที่ร่มเงาเปลี่ยนแปลงไปตามมุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาจึงไม่ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง แต่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาของวัน

จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า มุมเอียงของร่มและช่วงเวลาของวันเป็นปัจจัยที่ส่งผลร่วมกันต่อพื้นที่ร่มเงา โดยในช่วงเวลา 10.00 น. และ 15.00 น. มุมเอียง 75° ให้ค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาสูงสุด ขณะที่ช่วงเวลา 12.00 น. มุมเอียง 90° ให้ค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาสูงสุด ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับหลักการเรื่องมุม การวัดพื้นที่ และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และเลือกมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับการบังแสงแดดได้อย่างเป็นระบบ

4.2.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของมุมเอียงแต่ละมุมกับการตั้งมุมตรง

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบพื้นที่ร่มเงาระหว่างมุมที่เหมาะสมกับการตั้งมุมตรง (90°)

ช่วงเวลา	มุมที่เหมาะสม	พื้นที่ร่มเงา (cm^2)	พื้นที่ร่มเงาที่ 90° (cm^2)	ผลต่าง (cm^2)	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
10.00 น.	75°	22,937.00	21,103.50	+1,833.50	+8.69
12.00 น.	90°	32,578.67	32,578.67	0	0
15.00 น.	75°	35,485.83	30,777.42	+4,708.41	+15.30

$$\text{หมายเหตุ : ร้อยละคำนวณจาก } \frac{\text{ผลต่าง}}{\text{พื้นที่ร่มเงาที่ } 90^\circ} \times 100$$

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การปรับมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับช่วงเวลาของวันสามารถเพิ่มพื้นที่ร่มเงาได้เมื่อเปรียบเทียบกับการตั้งร่มตรงที่มุม 90° โดยในช่วงเวลา 10.00 น. การปรับร่มเป็นมุม 75° ให้พื้นที่ร่มเงาเฉลี่ย 22,937.00 ตารางเซนติเมตร ซึ่งมากกว่าการตั้งร่มตรงที่มุม 90° จำนวน 1,833.50 ตารางเซนติเมตร หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.69

ในช่วงเวลา 12.00 น. พบว่าการตั้งร่มตรงที่มุม 90° ให้พื้นที่ร่มเงาเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 32,578.67 ตารางเซนติเมตร จึงไม่มีความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับมุมที่เหมาะสมในช่วงเวลาดังกล่าว

สำหรับช่วงเวลา 15.00 น. การปรับร่มเป็นมุม 75° ให้พื้นที่ร่มเงาเฉลี่ย 35,485.83 ตารางเซนติเมตร ซึ่งมากกว่าการตั้งร่มตรงที่มุม 90° จำนวน 4,708.41 ตารางเซนติเมตร หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.30 ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นสูงที่สุดเมื่อเทียบกับทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษาทดลอง

ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า การเลือกมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบังแสงแดดได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงเช้าและช่วงบ่ายที่ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งเฉียง ขณะที่ช่วงเวลาที่เที่ยงซึ่งดวงอาทิตย์อยู่สูงเกือบตรงศีรษะ การตั้งร่มในแนวตั้งที่มุม 90° ยังคงเป็นมุมที่ให้พื้นที่ร่มเงามากที่สุดภายใต้เงื่อนไขของการศึกษาครั้งนี้

4.3 การหามุมที่เหมาะสมในการบังแสงแดด

จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง พบว่า มุมเอียงของร่มที่เหมาะสมในการบังแสงแดดแตกต่างกันตามช่วงเวลาของวัน เนื่องจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ส่งผลให้ทิศทางการตกกระทบของแสงและลักษณะของพื้นที่ร่มเงาเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ในช่วงเวลา 10.00 น. ร่มที่ปรับมุมเอียง 75° ให้ค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาสูงที่สุด เท่ากับ 22,937.00 ตารางเซนติเมตร ส่วนในช่วงเวลา 12.00 น. ร่มที่ตั้งตรงที่มุม 90° ให้ค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาสูงที่สุด เท่ากับ 32,578.67 ตารางเซนติเมตร และในช่วงเวลา 15.00 น. ร่มที่ปรับมุมเอียง 75° ให้ค่าเฉลี่ยพื้นที่ร่มเงาสูงที่สุด เท่ากับ 35,485.83 ตารางเซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 มุมเอียงของร่มที่เหมาะสมในการบังแสงแดดในแต่ละช่วงเวลา

ช่วงเวลา	มุมเอียงที่เหมาะสม	พื้นที่ร่มเงาเฉลี่ย (ตารางเซนติเมตร)
10.00 น.	75°	22,937.00
12.00 น.	90°	32,578.67
15.00 น.	75°	35,485.83

จากตารางที่ 4.3 พบว่า มุมเอียงของร่มที่ให้พื้นที่ร่มเงาเฉลี่ยมากที่สุดแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของวัน โดยในช่วงเวลา 10.00 น. และ 15.00 น. มุมเอียง 75° ให้พื้นที่ร่มเงาเฉลี่ยสูงสุด ขณะที่ช่วงเวลา 12.00 น. มุมเอียง 90° ให้พื้นที่ร่มเงาเฉลี่ยสูงสุด แสดงให้เห็นว่าการเลือกมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบังแสงแดดได้ดีกว่าการใช้มุมเอียงเพียงมุมเดียวตลอดทั้งวัน

จากผลการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้จัดทำจึงแนะนำให้ใช้มุมเอียง 75° ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 15.00 น. ส่วนในช่วงเวลา 12.00 น. ควรใช้มุมเอียง 90° ซึ่งเป็นมุมที่ให้พื้นที่ร่มเงาเฉลี่ยมากที่สุดภายใต้เงื่อนไขของการศึกษาครั้งนี้ ผลการศึกษาดังกล่าวเป็นไปตามข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ จึงสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับมุมร่มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบังแสงแดดได้

4.4 อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า มุมเอียงของร่มมีผลต่อพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้น และมุมเอียงที่เหมาะสมในการบังแสงแดดแตกต่างกันตามช่วงเวลาของวัน โดยในช่วงเวลา 10.00 น. และ 15.00 น. มุมเอียง 75° ให้พื้นที่ร่มเงาเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนในช่วงเวลา 12.00 น. มุมเอียง 90° ให้พื้นที่ร่มเงาเฉลี่ยมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าการเลือกมุมเอียงของร่มให้สอดคล้องกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบังแสงแดดได้มากกว่าการใช้มุมเอียงเพียงมุมเดียวตลอดทั้งวัน

ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมุม การวัดพื้นที่ และการเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 กล่าวคือ เมื่อตำแหน่งของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลง มุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ก็เปลี่ยนแปลงตาม ส่งผลให้พื้นที่ฉายของร่มบนพื้นและพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังนั้น การปรับมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับทิศทางของแสงแดดจึงช่วยเพิ่มพื้นที่ร่มเงาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยนำหลักการเรื่องมุม การวัดพื้นที่ การหาค่าเฉลี่ย และการวิเคราะห์ข้อมูลมาใช้ในการออกแบบและประเมินประสิทธิภาพของร่มปรับมุมมองฯ ทำให้สามารถหามุมเอียงที่เหมาะสมสำหรับการบังแสงแดดได้อย่างเป็นระบบ และสามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการใช้งานจริง

อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ การประมาณพื้นที่ร่มเงาด้วยการวัดความกว้างและความยาวมากที่สุดของเงา ซึ่งอาจทำให้ค่าพื้นที่ที่คำนวณได้แตกต่างจากพื้นที่จริง

เนื่องจากลักษณะของเงาร่มไม่ได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสมบูรณ์ นอกจากนี้ การทดลองดำเนินการเพียง 3 วัน ภายใต้สภาพอากาศและฤดูกาลเดียว รวมทั้งใช้ร่มต้นแบบเพียงขนาดเดียว จึงอาจทำให้ผลการศึกษายังไม่ครอบคลุมทุกสภาพแวดล้อมในการใช้งานจริง

คณะผู้จัดทำเห็นว่า ในการศึกษาครั้งต่อไปควรทดลองในช่วงฤดูกาลที่แตกต่างกัน ศึกษาผลของขนาดและรูปทรงของร่ม รวมทั้งประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีวิเคราะห์ภาพเพื่อคำนวณพื้นที่ร่มเงาจริง ซึ่งจะช่วยเพิ่มความแม่นยำของผลการศึกษาและสามารถพัฒนาร่มปรับมุมมองศาให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่มกับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ (2) พัฒนาและสร้างร่มปรับมุมมองสำหรับปรับมุมให้เหมาะสมกับทิศทางของแสงแดด และ (3) หามุมเอียงของร่มที่เหมาะสมในการบังแสงแดดในแต่ละช่วงเวลาของวัน โดยกำหนดมุมเอียงของร่มจำนวน 6 ระดับ ได้แก่ 15° 30° 45° 60° 75° และ 90° ทำการทดลองในช่วงเวลา 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น. ระหว่างวันที่ 5–7 กรกฎาคม พ.ศ. 2569 จากนั้นนำข้อมูลความกว้างและความยาวของพื้นที่ร่มเงามาคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ และวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์

ผลการศึกษาพบว่า มุมเอียงของร่มมีผลต่อพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณอย่างชัดเจน และมุมเอียงที่เหมาะสมในการบังแสงแดดแตกต่างกันตามช่วงเวลาของวัน กล่าวคือ ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 15.00 น. มุมเอียง 75° ให้พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 22,937.00 และ 35,485.83 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในช่วงเวลา 12.00 น. มุมเอียง 90° ให้พื้นที่ร่มเงาโดยประมาณเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 32,578.67 ตารางเซนติเมตร

เมื่อเปรียบเทียบกับการตั้งร่มตรงที่มุม 90° พบว่า การปรับเป็นมุม 75° ในช่วงเวลา 10.00 น. ช่วยเพิ่มพื้นที่ร่มเงาได้ประมาณร้อยละ 8.69 และในช่วงเวลา 15.00 น. เพิ่มพื้นที่ร่มเงาได้ประมาณร้อยละ 15.30 แสดงให้เห็นว่าการเลือกมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบังแสงแดดได้มากกว่าการใช้มุมเอียงเพียงมุมเดียวตลอดทั้งวัน

นอกจากนี้ ผลการศึกษายังสะท้อนให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้หลักคณิตศาสตร์ด้านมุม การวัดพื้นที่ การหาค่าเฉลี่ย และการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของร่มปรับมุมมองได้อย่างเป็นระบบ และสามารถนำผลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงในแต่ละช่วงเวลาของวันได้

5.2 ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลการทดลองได้อย่างเป็นธรรมและมีความน่าเชื่อถือ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดบางประการ ดังนี้

5.2.1 การทดลองดำเนินการเฉพาะในช่วงเวลา 10.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น. จึงยังไม่ครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน

5.2.2 การคำนวณพื้นที่ร่มเงาเป็นการประมาณค่าจากการวัดความกว้างและความยาวมากที่สุดของพื้นที่ร่มเงา แล้วคำนวณด้วยสูตรพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งอาจแตกต่างจากพื้นที่จริงของร่มเงาที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ

5.2.3 การศึกษานี้ใช้เริ่มต้นแบบเพียง 1 รูปแบบ และกำหนดมุมเอียงไว้ 6 ระดับ ได้แก่ 15° 30° 45° 60° 75° และ 90° จึงยังไม่ครอบคลุมการศึกษาร่มที่มีขนาด รูปทรง หรือโครงสร้างแตกต่างกัน

5.2.4 แม้ว่าจะเลือกดำเนินการทดลองในวันที่มีสภาพอากาศใกล้เคียงกันและไม่มีฝนตก แต่ปัจจัยด้านความเข้มของแสงแดด สภาพอากาศ และสภาพแวดล้อมในแต่ละวัน อาจส่งผลต่อพื้นที่ร่มเงาที่เกิดขึ้นได้

5.2.5 การทดลองดำเนินการ ณ สนามฟุตบอลโรงเรียนสตรีทุ่งสงเพียงแห่งเดียว จึงอาจมีข้อจำกัดในการนำผลการศึกษาไปอ้างอิงกับพื้นที่ใช้งานจริงที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน เช่น พื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง อาคาร หรือต้นไม้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษารั้งนี้ คณะผู้จัดทำมีข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาและการนำไปประยุกต์ใช้ ดังนี้

5.3.1 ควรศึกษาการปรับมุมเอียงของร่มในช่วงเวลาอื่น ๆ ของวัน เช่น ช่วงเช้าตรู่และช่วงเย็น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน

5.3.2 ควรศึกษาผลของฤดูกาลหรือช่วงเวลาต่าง ๆ ของปี เนื่องจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ซึ่งอาจส่งผลต่อพื้นที่ร่มเงาและมุมเอียงที่เหมาะสมในการบังแสงแดด

5.3.3 ควรเปรียบเทียบร่มที่มีขนาด รูปทรง หรือวัสดุแตกต่างกัน เพื่อศึกษาว่าปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อพื้นที่ร่มเงาและประสิทธิภาพในการบังแสงแดดมากน้อยเพียงใด

5.3.4 ควรนำเทคโนโลยีหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยวิเคราะห์พื้นที่ร่มเงา เช่น การประมวลผลภาพจากภาพถ่าย หรือโปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ เพื่อเพิ่มความละเอียดและความแม่นยำของผลการศึกษา

5.3.5 ผลการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการเลือกมุมเอียงของร่มให้เหมาะสมกับช่วงเวลาของวัน สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป พ่อค้าแม่ค้า ผู้ปฏิบัติงานกลางแจ้ง หรือผู้จัดกิจกรรมกลางแจ้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบังแสงแดดและความสะดวกในการใช้งาน

จากผลการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการออกแบบ การทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของร่ม กับพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณได้อย่างเป็นระบบ โดยอาศัยการวัด การคำนวณพื้นที่ การหาค่าเฉลี่ย และการวิเคราะห์ข้อมูล จนสามารถกำหนดมุมเอียงของร่มที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาของวันได้อย่างมีเหตุผล

โครงการนี้สะท้อนให้เห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมุม การวัดพื้นที่ และการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นรูปธรรม อีกทั้งยังแสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือในการคำนวณเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูล วางแผน และพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการที่มุ่งประยุกต์ใช้หลักคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาร่มปรับมุมมองสำหรับหามุมที่เหมาะสมในการบังแสงแดด

บรรณานุกรม

- กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). ความรู้เกี่ยวกับดวงอาทิตย์และการเกิดแสงแดด. สืบค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2569, จาก <https://www.tmd.go.th>
- ราชบัณฑิตยสภา. (2556). พจนานุกรมศัพท์คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ราชบัณฑิตยสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- National Aeronautics and Space Administration. (2025). Earth and Sun. Retrieved July 7, 2026, from <https://science.nasa.gov/earth/>
- National Aeronautics and Space Administration. (2025). The Sun. Retrieved July 7, 2026, from <https://science.nasa.gov/sun/>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ภาพประกอบการสร้างร่วมปรับมุงศา

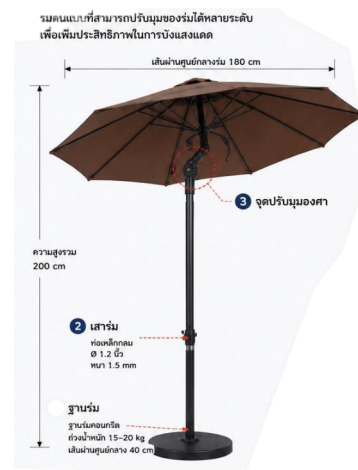
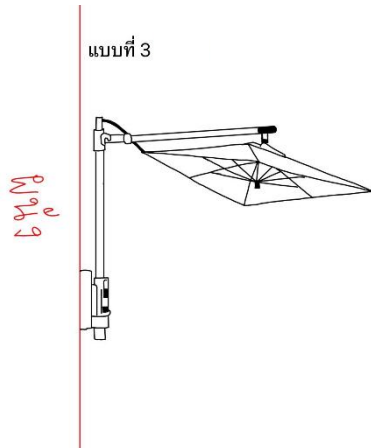
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการทดลอง

ภาคผนวก ก ภาพประกอบการสร้างร่มปรับมุมมอง

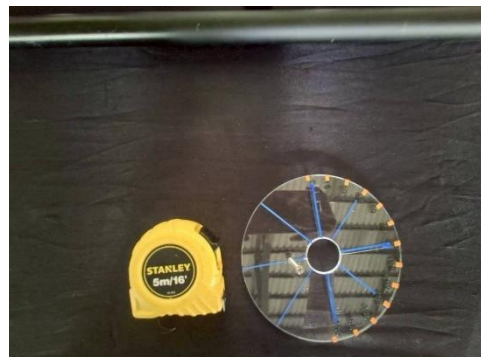
แบบที่ 1



แบบที่ 2



ภาพ ก.1 การออกแบบร่ม



ภาพ ก.2 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์



ภาพ ก.3 ขั้นตอนการประกอบร่มปรับมุมมองศ



ภาพ ก.4 ร่มปรับมุมมองศที่สร้างเสร็จ



ภาพ ก.5 การปรับมุมของร่มทั้ง 6 ระดับ ได้แก่ 15° 30° 45° 60° 75° และ 90°

ภาคผนวก ข ภาพประกอบการทดลอง



ข.1 การเตรียมพื้นที่ทดลอง (สนามฟุตบอล โรงเรียนสตรีทุ่งสง)



ข.2 ทดลองเวลา 10.00 น. (ตัวอย่างมุม 15 องศา)



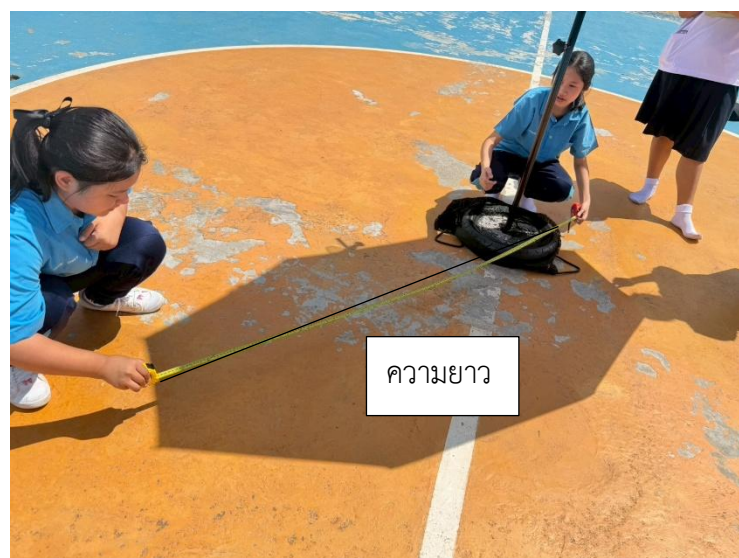
ข.3 ทดลองเวลา 12.00 น. (ตัวอย่างมุม 90 องศา)



ข.4 ทดลองเวลา 15.00 น. (ตัวอย่างมุม 30 องศา)



ข.5 การวัดความกว้างของเงา



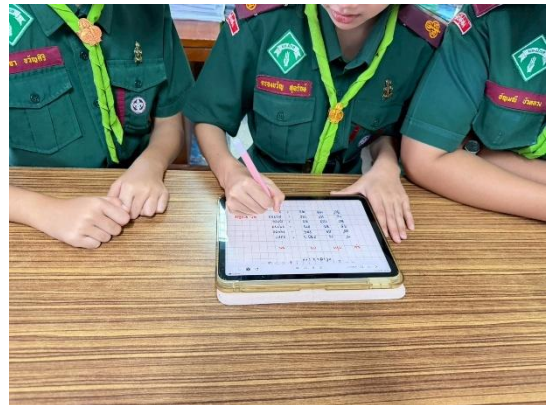
ข.6 การวัดความยาวของเงา



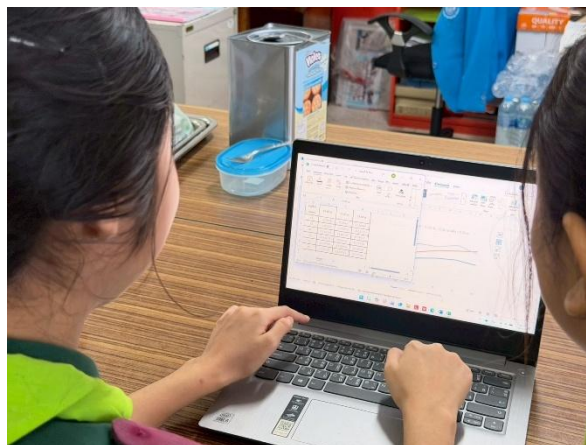
ข.7 บันทึกข้อมูล



ข.8 การเปรียบเทียบเงา 10.00 ,12.00 ,15.00 น. (มุม 75°)



ข.9 ตัวอย่างการคำนวณพื้นที่ร่มเงาโดยประมาณ



ข.10 การจัดทำกราฟและตาราง