บทที่ 4

วิธีการวิจัย

การศึกษาทฤษฎีแนวทางของระบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการนำแสงสว่างธรรมชาติจากภายนอกอาคารมาให้ความส่องสว่างภายในอาคาร รวมทั้งศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อออกแบบระบบท่อนำแสง และกำหนดแนวทางการวิจัย ประกอบด้วย การกำหนดวัสดุโดยใช้โปรแกรม EnergyPlus Version 1.2.2 และคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนำแสงที่เหมาะสม หลังจากนั้นกำหนดเครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบและศึกษาพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย แล้วกำหนดขั้นตอนการวิจัย เพื่อความถูกต้องในการป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการทดลอง พร้อมทั้งหลักเกณฑ์ที่ใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง หลังจากกำหนดและเตรียมรูปแบบ ขั้นตอนการทดลอง รวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มสร้างชุดการทดลอง และเก็บข้อมูลจากการวิจัย เพื่อนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ต่อไป

4.1 วัสดุและอุปกรณ์

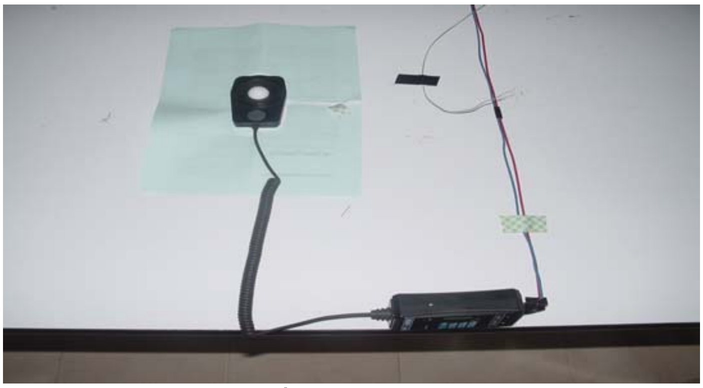
(1) วัสดุส่วนใหญ่ที่ใช้ในการวิจัยจะต้องเป็นลักษณะของการสะท้อนแสงที่ดี ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้วัสดุเป็นแผ่นอลูมิเนียมผิวขัดมัน มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ 95 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าการกระจายแสงต่ำประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การสะท้อนแสงที่ตกกระทบ และสะท้อนกลับมีลักษณะเป็นแสงตรงเกิดการสูญเสียในการสะท้อนแสงน้อย แสดงดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 แผ่นอลูมิเนียมผิวขัดมัน

(2) เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่อเนื่อง (Power meter) รุ่น Elite Pro เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดกำลังไฟฟ้า มีความจุ 128 kB มีสายเคเบิ้ล RS 232 แสดงดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 เครื่องวัดไฟฟ้าชนิดต่อเนื่อง

(3) ลักซ์มิเตอร์ (Digital lux meter) รุ่น LX-50 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความส่องสว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารมีหน่วยเป็น ลักซ์ โดยลักซ์มิเตอร์จะมีช่วงของการวัดแสงอยู่ระหว่าง 0 – 50,000 ลักซ์ แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ลักซ์มิเตอร์

(4) เทอร์โมคัปเปิ้ล Type K เป็นเครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิภายในห้อง สามารถวัดได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 0 ถึง100 องศาเซลเซียส ติดตั้งไว้สำหรับการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในห้องวิจัย มีตำแหน่งการวัดค่าทั้งหมด 5 ตำแหน่ง แสดงดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 เทอร์โมคัปเปิ้ล Type K

(5) Datalogger รุ่น GRAPHTEC GL450 มีช่อง Input 10 ช่อง เก็บข้อมูลได้ 1 MB เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลต่อเนื่องตลอดเวลา สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้บันทึกทุก 30 นาที แสดงดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 Datalogger

(6) อาคารสำหรับทำงานวิจัย มีจำนวน 2 ชั้น มีห้องนอน ห้องนั่งเล่นและห้องรับแขก สำหรับห้องทดลองในงานวิจัยนี้อยู่ชั้น 2 ซึ่งใช้ผ้าม่านกั้นแสงปิดไว้ เพื่อให้เป็นห้องทึบแสงที่ไม่มีหน้าต่าง จึงทำให้ต้องเปิดไฟฟ้าแสงสว่างตลอด 8 ชั่วโมง โดยห้องทดลองเป็นโครงการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานประเภทบ้านเดี่ยว ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ แสดงดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 บ้านประหยัดพลังงานประเภทบ้านเดี่ยว

(7) ชุดระบบติดตามการเคลื่อนของดวงอาทิตย์ (Solar Tracking) เป็นอุปกรณ์ติดตามดวงอาทิตย์ที่สามารถรับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ได้อย่างต่อเนื่อง แสดงดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 ระบบติดตามการเคลื่อนของดวงอาทิตย์

(8) ชุดมอเตอร์ของระบบติดตามดวงอาทิตย์เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในการขับชุดระบบติดตามดวงอาทิตย์ เพื่อให้แสงสว่างธรรมชาติผ่านเข้ามาในอาคารตลอดเวลา และมอเตอร์ที่ใช้มีลักษณะกำลังขับสูงแต่มีจำนวนรอบในการหมุนต่ำ โดยมีกำลังขับของมอเตอร์เท่ากับ 6 วัตต์ แสดงดังรูปที่ 4.8

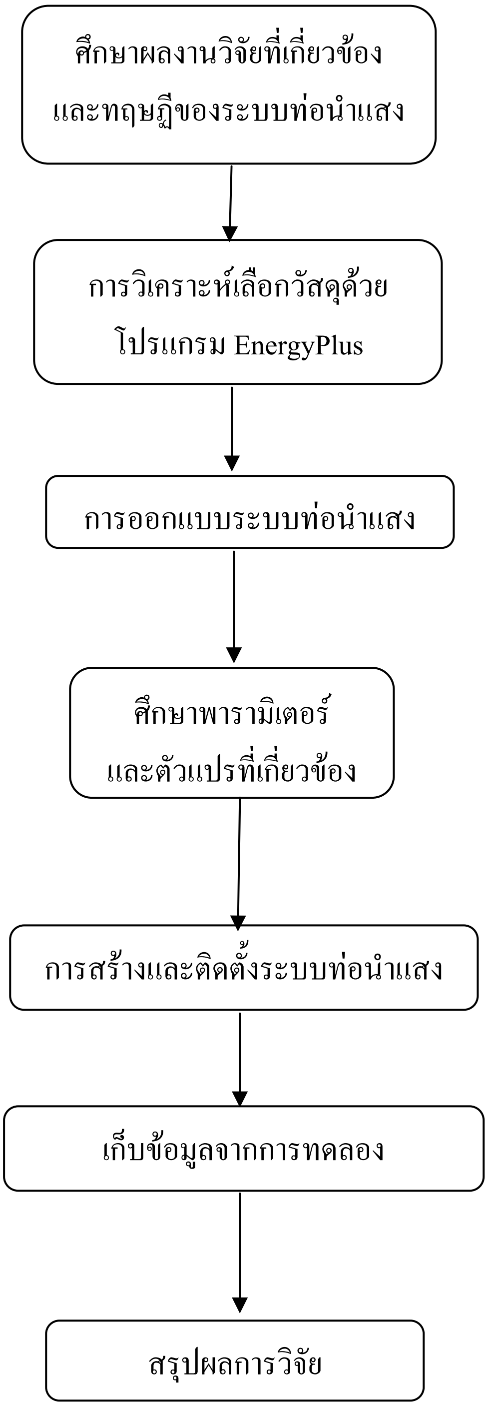
รูปที่ 4.8 ชุดมอเตอร์ของระบบติดตามดวงอาทิตย์

(9) โปรแกรม EnergyPlus Version 1.2.2 สามารถนำมาใช้จำลองสภาพของระบบท่อนำแสงจากรูปแบบ และวัสดุที่แตกต่างกันในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในบริเวณอาคาร

(10) กระจกแบบโปร่งแสง เป็นกระจกที่มีคุณสมบัติ คือ ยอมให้แสงสามารถส่องผ่านได้ถึง 84 เปอร์เซ็นต์ และสามารถกั้นฝุ่น กั้นน้ำไม่ให้เข้าไปภายในท่อนำแสงได้

4.2 วิธีดำเนินการ

ในงานวิจัยนี้สามารถสรุปขั้นตอน และวิธีการวิจัยของระบบท่อนำแสง แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แผนภูมิแสดงขั้นตอนวิธีดำเนินงานวิจัย

4.2.1 การศึกษาพารามิเตอร์และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

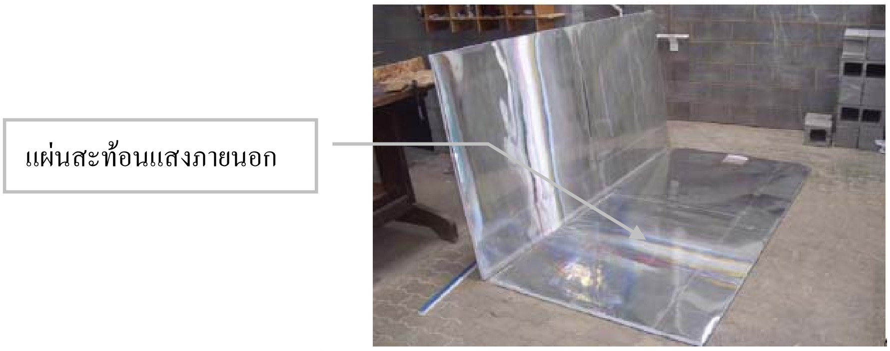
การพิจารณาหลักการ และวิธีการวิจัยในระบบท่อนำแสง โดยพิจารณาองค์ประกอบหลักที่มีผลต่อความส่องสว่างภายในอาคาร ซึ่งมีปัจจัยสำคัญเบื้องต้น คือ สภาวะภูมิอากาศในจังหวัดสงขลา รวมทั้งการหาตัวแปรที่มีผลต่อระบบท่อนำแสง การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในระบบท่อนำแสง แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การศึกษาพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในระบบท่อนำแสง

	Parameter
1	Illuminance in the building
2	Transmission of the Light Pipe
3	Size of the Light Pipe
4	Material of the Light Pipe
5	Energy saving

4.2.2 ขั้นตอนการสร้างท่อนำแสงและติดตั้งอุปกรณ์

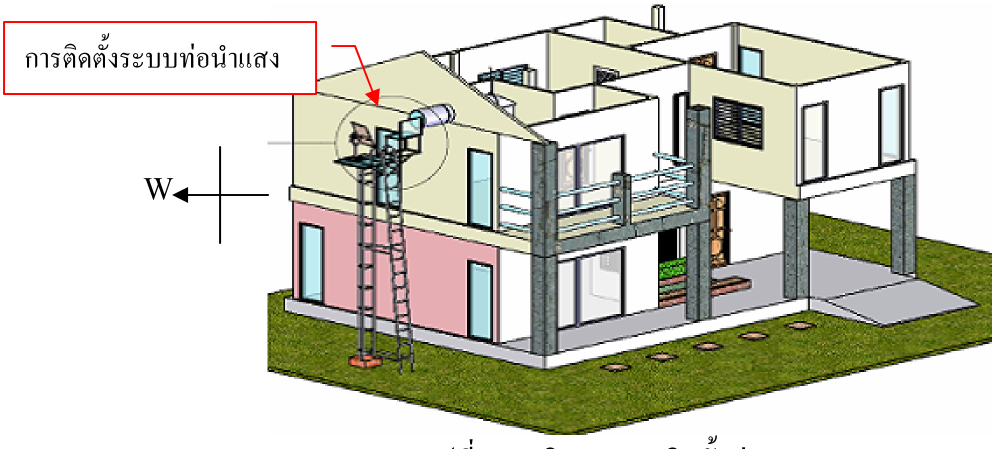
การสร้างชุดทดลองของระบบท่อนำแสง ซึ่งใช้ผิวภายในท่อนำแสง และแผ่นสะท้อนภายนอกเป็นแผ่นอลูมิเนียมผิวขัดมัน เพื่อให้แสงที่สะท้อนเป็นเส้นตรง สามารถเพิ่มความส่องสว่างให้มีปริมาณมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 4.10 และ 4.11



รูปที่ 4.10 ชุดแผ่นสะท้อนภายนอกแบบแผ่นอลูมิเนียมผิวขัดมัน

รูปที่ 4.11 ท่อนำแสงแบบแผ่นอลูมิเนียมผิวขัดมัน

การติดตั้งระบบท่อนำแสงในห้องวิจัย โดยมุ่งเน้นการออกแบบ และประยุกต์ท่อนำแสงที่ใช้หลักการสะท้อนภายในท่อนำแสงด้วยแสงธรรมชาติที่เข้ามาทางด้านทิศตะวันตกของบริเวณอาคาร แสดงดังรูปที่ 4.12 และ 4.13



รูปที่ 4.12 ทิศทางการติดตั้งท่อนำแสง

รูปที่ 4.13 การติดตั้งอุปกรณ์ท่อนำแสง

4.2.3 ขั้นตอนการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทดสอบ และวิเคราะห์ผลเพื่อแสดงให้เห็นความเหมาะสมของการใช้ระบบท่อนำแสงจากวิธีธรรมชาติ พิจารณาจากองค์ประกอบที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบ และวิเคราะห์ค่าความส่องสว่างของการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสง โดยวิเคราะห์แนวโน้มความส่องสว่างของท่อนำแสงในสภาวะภูมิอากาศของเขตจังหวัดสงขลาในแต่ละช่วงเวลา เพื่อใช้ปรับปรุงระบบให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบ และวิเคราะห์การกระจายความส่องสว่างของการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงในระยะต่างๆของพื้นห้องวิจัย โดยวิเคราะห์หาการกระจายแสง และความส่องสว่างที่เกิดขึ้นในพื้นที่ห้องวิจัยมาเปรียบเทียบผลความส่องสว่างของแต่ละตำแหน่ง เมื่อได้รับอิทธิพลจาก

ความแปรปรวนของระดับความส่องสว่างภายนอกจากสภาวะอากาศของจังหวัดสงขลาที่มีสภาพท้องฟ้ามีเมฆบางส่วนปกคลุม 30 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบ และวิเคราะห์ความส่องสว่างของการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงกับการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงร่วมกับระบบติดตามดวงอาทิตย์ เพื่อหารูปแบบ และพฤติกรรมการกระจายแสงของท่อนำแสงที่เหมาะสมต่อการทดลอง โดยเปรียบเทียบความส่องสว่างระหว่างระบบรวมแสงที่มีการเปิดรับแสงจากท่อนำแสงร่วมกับระบบติดตามดวงอาทิตย์ และเมื่อไม่ใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์

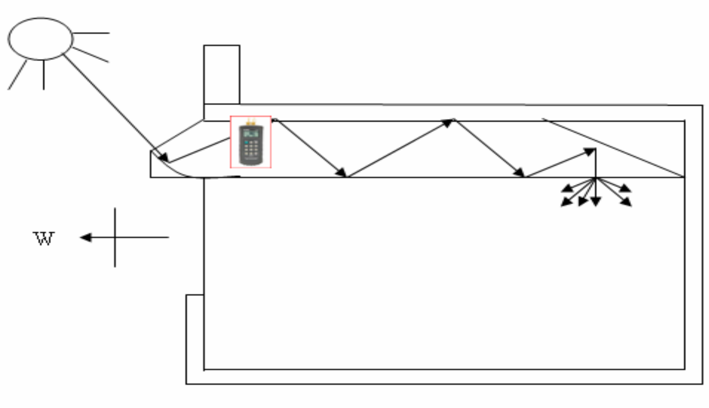
ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบ และวิเคราะห์ความส่องสว่างของการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงโดยใช้แสงธรรมชาติผ่านช่องเปิดแบบหน้าต่าง เพื่อหารูปแบบ และวิธีการนำพาความส่องสว่างจากภายนอกอาคารมาใช้ภายในอาคารได้อย่างเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน และมีประสิทธิภาพในการนำพาแสงสูงจากภายใต้สภาพท้องฟ้าจริง โดยเปิดช่องหน้าต่างทางด้านตรงข้ามกับการโคจรของดวงอาทิตย์ เพื่อหลีกเลี่ยงแสงจากดวงอาทิตย์ที่เข้ามาโดยตรง สำหรับการทดสอบท่อนำแสงจะใช้ผ้าม่านสีทึบปิดช่องเปิดทั้งหมดในขณะทำการวัด ไม่ให้แสงที่ไม่ต้องการมามีอิทธิพลในการวัดค่าความส่องสว่างของการวิจัย

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ และวิเคราะห์ความส่องสว่างของการใช้แสงธรรมชาติผ่านท่อนำแสงกับการใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า ทำการวิเคราะห์ความส่องสว่างของการใช้ท่อนำแสงกับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ศึกษาลักษณะแสงธรรมชาติภายนอกอาคารที่มีผลต่อการกระจายแสงภายในท่อนำแสง และรูปแบบกระจายแสงของการใช้ท่อนำแสงกับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาผลการประหยัดทางด้านพลังงานไฟฟ้า

4.2.4 วิธีการเก็บข้อมูลจากการวิจัย

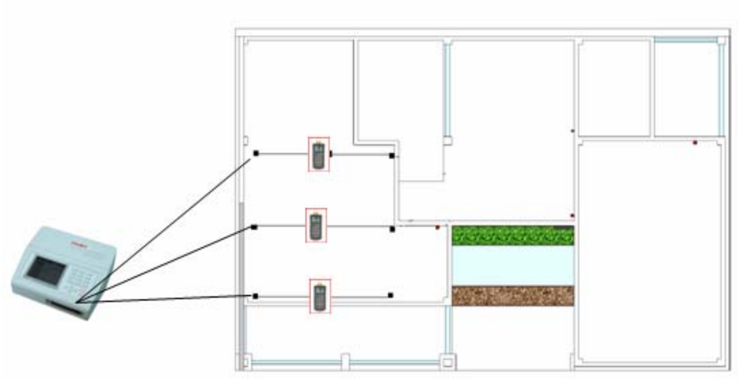
ทำการทดลองเพื่อหาค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลกับความส่องสว่างของห้องวิจัย เพื่อศึกษาพฤติกรรมของท่อนำแสงในการส่งผ่านแสง และความส่องสว่าง สำหรับเป็นข้อมูลในการกำหนดพฤติกรรมของท่อนำแสง โดยคำนวณท่อนำแสงทั้ง 3 ขนาดที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งเลือกวัสดุในสร้างท่อนำแสงจากการวิเคราะห์ด้วยต้นแบบจำลองของโปรแกรมที่ดีที่สุด 1 แบบ มาติดตั้งในอาคารโดยมีวิธีการวัดค่าตัวแปรดังนี้

(1) วิธีทดสอบท่อนำแสง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุตามมาตรฐาน ซึ่งนำลักซ์มิเตอร์มาวัดความส่องสว่างของวัตถุ แสดงดังรูปที่ 4.14 เพื่อวัดความส่องสว่างของแสงที่ตกกระทบมายังวัตถุ โดยการหันลักซ์มิเตอร์เข้าหาวัตถุ และวัดความส่องสว่างที่ห่างจากวัตถุนั้นออกมาประมาณ 6 นิ้ว



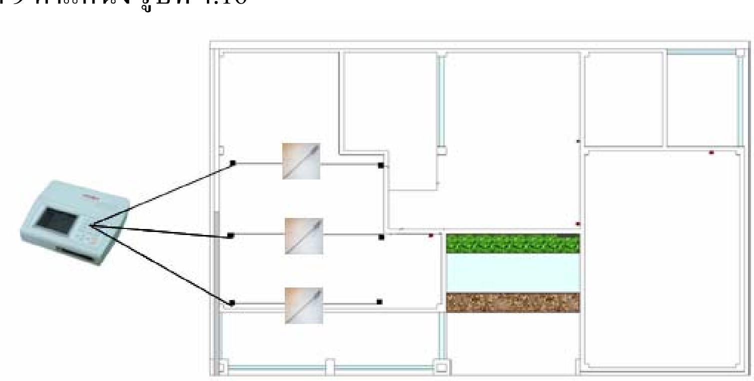
รูปที่ 4.14 การวัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

(2) วิธีทดสอบท่อนำแสง เพื่อหาความส่องสว่างที่ผ่านเข้ามาภายในอาคารด้วยลักซ์มิเตอร์แบบวัดภายใน สำหรับขั้นตอนการเก็บข้อมูลความส่องสว่างบริเวณภายในอาคาร ซึ่งวัดค่าทั้งหมด 9 ตำแหน่ง รูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ตำแหน่งการเก็บข้อมูลความส่องสว่างบริเวณภายในอาคาร

(3) วิธีทดสอบท่อนำแสง เพื่อหาอุณหภูมิอากาศภายในบริเวณอาคารด้วยเทอร์โมคอปเปิ้ล ซึ่งวัดค่าทั้งหมด 9 ตำแหน่ง รูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ตำแหน่งการเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิอากาศบริเวณภายในอาคาร

(4) สภาวะสิ่งแวดล้อมและภูมิอากาศภายนอกอาคารที่มีผลต่อการวิจัย การเก็บข้อมูลจะอ้างอิงจากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาปี 2549 และเก็บข้อมูลจากการทดลอง

(5) ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 3 เดือน เพื่อหาค่าความส่องสว่าง และหาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่าง โดยใช้ช่วงเวลาที่ทำการทดสอบ คือ 9.00 ถึง 17.00 น.

(6) วิธีการทดสอบการส่งผ่านแสงของท่อนำแสงจากภายนอกอาคารผ่านของมาภายในอาคาร โดยใช้ลักซ์มิเตอร์วัดค่า และเก็บข้อมูลจากการส่งผ่านของแสงทั้งหมด 2 ตำแหน่ง แสดงดังรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.17 ตำแหน่งการเก็บข้อมูลของการส่งผ่านของแสง

(7) การวัดค่าต่างๆในส่วนปริมาณการใช้หลอดไฟฟ้าในขณะไม่ติดตั้งท่อนำแสงดังนี้

การวัดค่ากำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ที่ใช้ในการเปิดหลอดไฟฟ้า ก่อนการติดตั้งระบบท่อนำแสงทั้งหมด 4 ชุด และวัดค่ากำลังไฟฟ้าหลังการติดตั้งระบบท่อนำแสง

4.3 สรุป

ในบทที่ 4 นี้ได้เสนอในส่วนของวิธีการดำเนินงานวิจัยต่างๆ เช่น การกำหนดวัสดุอุปกรณ์ในการวิจัยและขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อกำหนดแนวทางการทำงานวิจัยให้เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้ โดยมีขั้นตอนที่สำคัญ คือ ศึกษาทฤษฎี และหลักการ จำลองต้นแบบเลือกวัสดุด้วยโปรแกรม EnergyPlus เพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมในการสะท้อนแสง จากการวิเคราะห์ พบว่า แผ่นอลูมิเนียมผิวขัดมันมีค่าการกระจายแสง และการสะท้อนมากที่สุด ดังนั้นจึงนำแผ่นอลูมิเนียมขัดมันมาออกแบบเพื่อนำมาศึกษาพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง และสร้างชุดทดลองไปติดตั้งกับห้องวิจัยในโครงการบ้านประหยัดพลังงานแบบประเภทบ้านเดี่ยว เพื่อนำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์และเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์ต่อไป