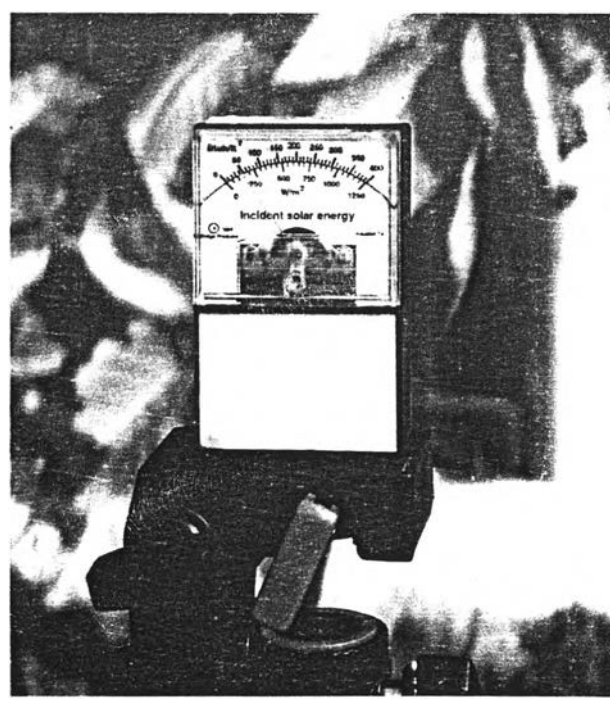
บทที่ 4

เครื่องมือ ตัวอย่างต้นไม้ยืนต้นและขั้นตอนการเก็บข้อมูล

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1.1 Incident Solar Energy Meter

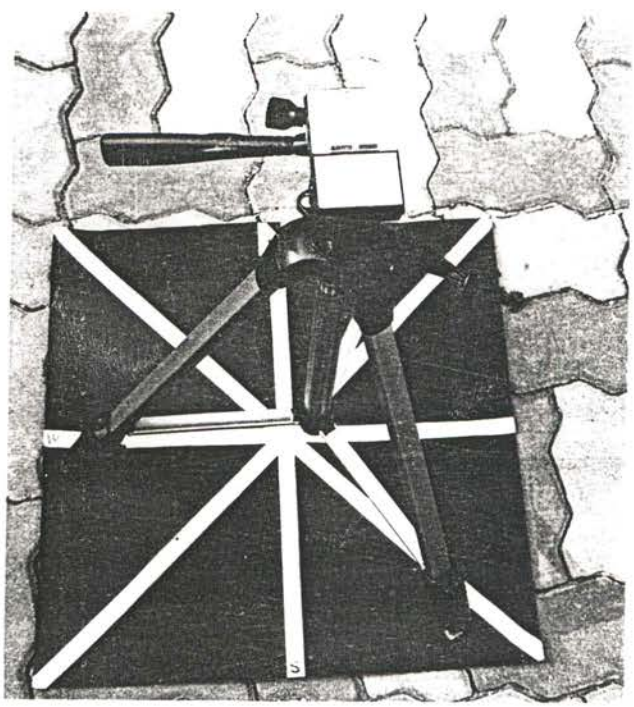
เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาข้อมูลทางด้านพลังงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ การวัดค่าพลังงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ โดยใช้เครื่องมือ Incident solar Energy Meter ซึ่งมีหน่วยวัดเป็น Btu/h*ft^2 และ W/m^2 ซึ่งมี Sensor หรือ Cell รับแสงมีลักษณะเป็นแถบ Solar Cell อยู่บริเวณด้านบนของเครื่อง ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Incident Solar Energy Meter

การวัดค่าพลังงานในระนาบต่างๆ ทั้งแนวนอนและแนวตั้งจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ได้มาตรฐานชัดเจนในการวัดแสงทุกระนาบ จึงจำเป็นต้องมีการใช้อุปกรณ์ขาตั้งกล้องถ่ายรูปที่มีระดับน้ำเพื่อสามารถจัดระดับให้เครื่องมือ Incident Solar Energy Meter อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ในช่วงเวลาและทิศทางต่างๆ ของการวัด

รูปที่ 4.2 แสดง Cell รับแสงและการปรับระดับในแนวระนาบ



รูปที่ 4.3 แสดงการวัดการแผ่รังสีในแนวตั้ง

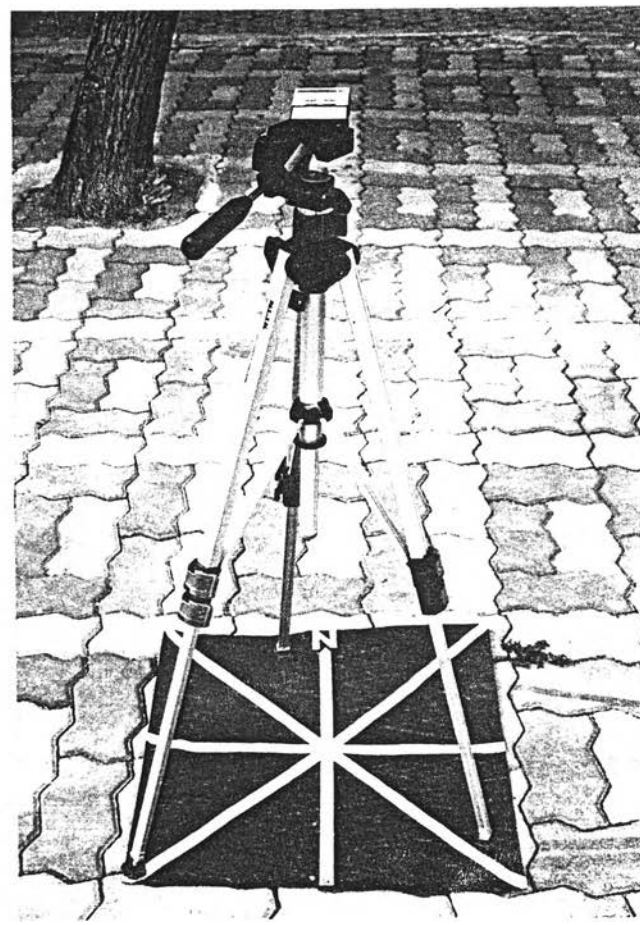
4.1.2 Lux Meter

เป็นเครื่องมือที่วัดปริมาณความส่องสว่างของแสงมีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) ในงานวิจัยนี้ได้นำ Lux Meter มาใช้ในการหาปริมาณการส่องสว่างของแสงที่ผ่านพุ่มใบของต้นไม้แต่ละชนิดแทนการหาปริมาณการแผ่รังสี (เนื่องจากเกิดการขาดแคลนทางด้านเครื่องมือในการวิจัย) เพื่อทำการเปรียบเทียบกันในลักษณะความสามารถในการกรองรังสีดวงอาทิตย์ ที่ผ่านพุ่มใบลงมาซึ่งเป็นการวิจัยในส่วนของการแบ่งประเภทต้นไม้ยืนต้นในด้านความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพที่ส่งผลต่อความแตกต่างของเงาที่เกิดขึ้น ผลที่ได้เป็นค่าความส่องสว่างของแสงซึ่งมีความสัมพันธ์ที่แปรตรงกับการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ดังที่ได้ทำการศึกษามา ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างการแผ่รังสีกับแสงธรรมชาติ ในบททฤษฎีเกี่ยวกับการแผ่รังสี

รูปที่ 4.4 แสดงการวัดการส่องสว่างในแนวระนาบนอนของ Lux Meter

4.1.3 **เข็มทิศ, Sun Chart และ แผ่นจำลองทิศทาง**

ทิศทางในการวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์แนวตั้ง ถูกกำหนดขึ้นโดยการเปรียบเทียบกับเข็มทิศและ Sun Chart เพื่อความแม่นยำในการหันทิศทางต่างๆ ในช่วงเวลาการวัดจึงจำลองลงบนแผ่นกระดาษเพื่อใช้ได้โดยง่าย



รูปที่ 4.5 แผ่นจำลองทิศทางในการวัดการแผ่รังสีแนวตั้ง

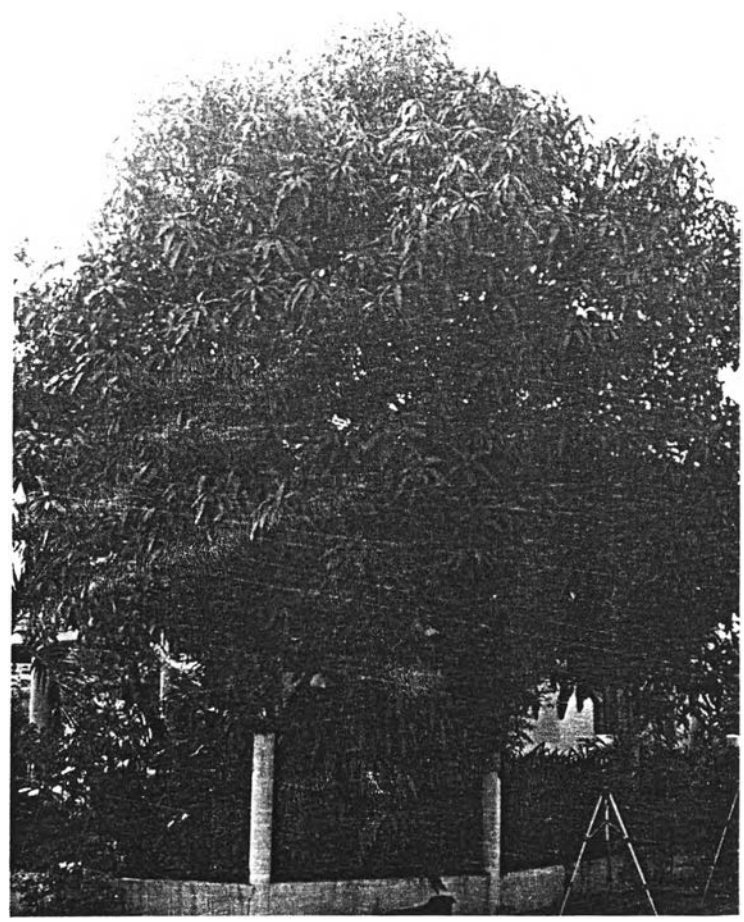
4.2 ตัวอย่างต้นไม้ยืนต้นที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ต้นไม้ยืนต้นในการเก็บข้อมูลปริมาณการแผ่รังสีภายใต้ร่มเงาเพื่อการวิเคราะห์โดยมีจุดมุ่งหมาย 3 ลักษณะ คือ

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเงาที่เกิดภายใต้พุ่มใบต้นไม้ยืนต้น
2. เพื่อศึกษาสำหรับการแบ่งประเภทต้นไม้ยืนต้นตามลักษณะการเกิดปริมาณความร้อนภายใต้เงาพุ่มใบ
3. เพื่อศึกษาการลดปริมาณความร้อนโดยพุ่มใบของต้นไม้ยืนต้นที่แตกต่างกัน และสามารถนำไปสู่การลดความร้อนภายในอาคาร

4.2.1 **ตัวอย่างต้นไม้ในการศึกษาคุณสมบัติของเงาและพุ่มใบ**

ในการคัดเลือกตัวอย่างต้นไม้ในการวิจัยขั้นนี้ไม่ได้มีข้อจำกัดชนิดของต้นไม้ยืนต้น เนื่องจากศึกษาความแตกต่างระหว่างมีเงาของพุ่มใบ และที่ไม่ได้ใช้เงาของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยวัดกลางแจ้ง แต่มีร่มเงาที่ชัดเจนเพื่อง่ายแก่การเก็บข้อมูล และได้เลือกใช้ต้นมะม่วงในการวิจัยขั้นนี้



รูปที่ 4.6 ทรงพุ่มของต้นมะม่วง

รูปที่ 4.7 ความหนาแน่นของพุ่มใบต้นมะม่วง

4.2.2 **ตัวอย่างต้นไม้ในการศึกษาการแบ่งประเภทต้นไม้ยืนต้น**

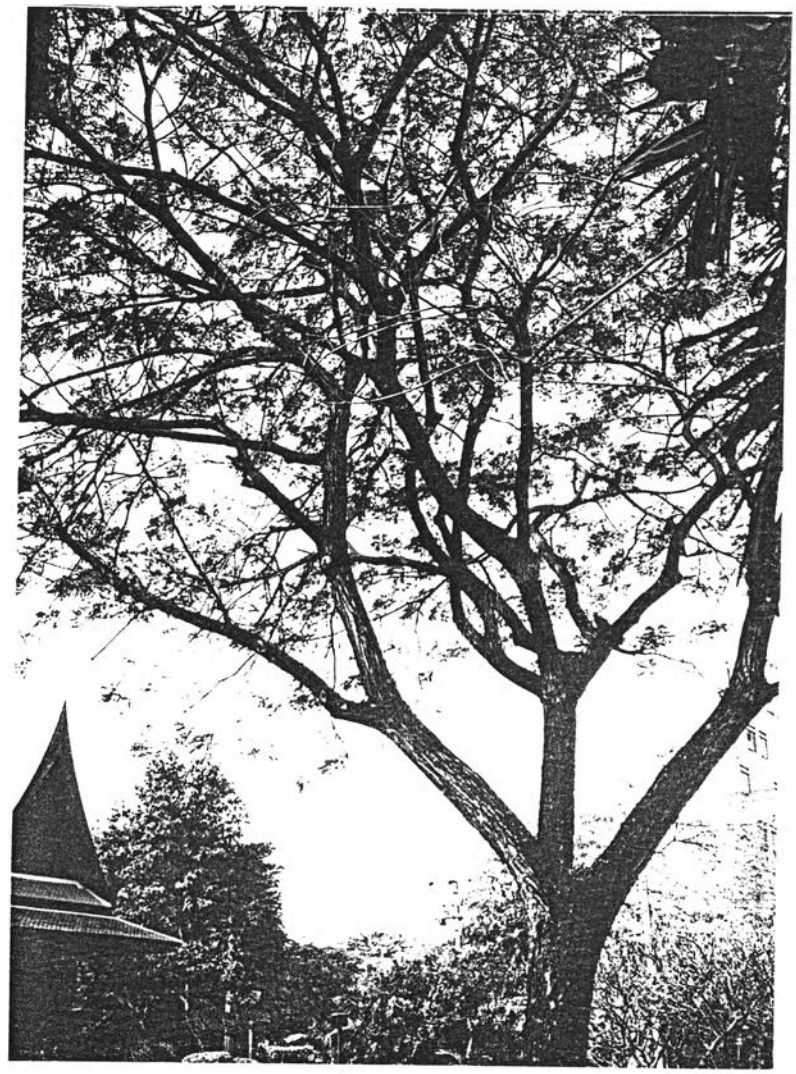
จากการทราบถึงคุณสมบัติที่สำคัญของเงาและพุ่มใบของต้นไม้ยืนต้นแล้ว การวิเคราะห์ในการแบ่งประเภทต้นไม้นั้นจึงต้องพิจารณาจาก

ก) ทรงพุ่ม

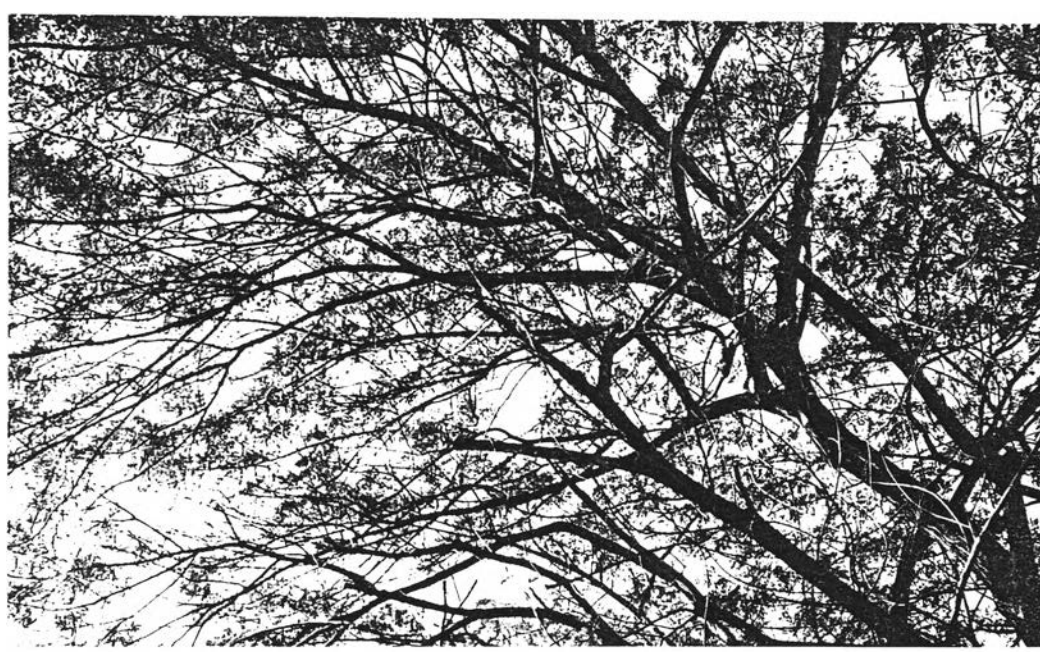
ข) ความหนาแน่นของพุ่มใบ

จากการพิจารณาใน 2 ลักษณะดังกล่าว จึงได้คัดเลือกตัวอย่างตัวอย่างต้นไม้ 3 ชนิดที่มีความแตกต่างกับทั้งทรงพุ่มและความหนาแน่นของพุ่มใบ ประกอบกับอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน เพื่อสามารถวัดปริมาณแสงเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากสภาพท้องฟ้าจะมีปริมาณการแผ่รังสีในลักษณะเดียวกัน

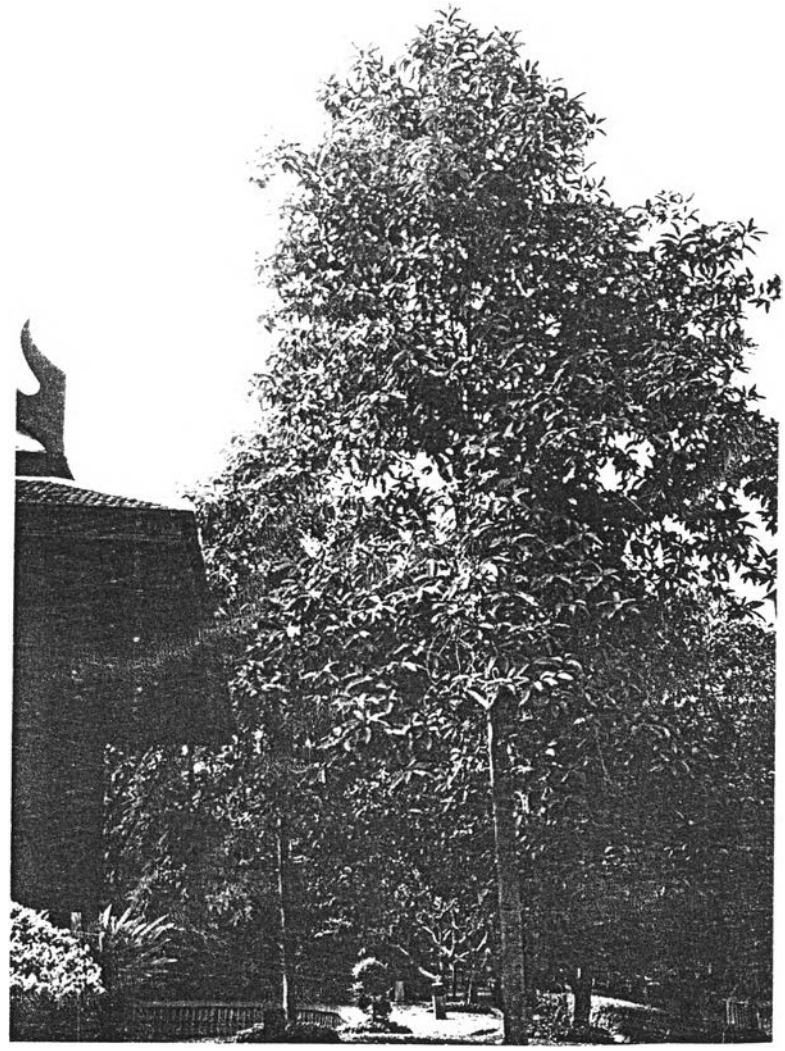
- ทรงพุ่มแผ่กว้าง, พุ่มใบโปร่ง ต้นจามจุรี
- ทรงพุ่มรีสูง, พุ่มใบหนาแน่นปานกลาง ต้นจำปี
- ทรงพุ่มกลม, พุ่มใบทึบ ต้นมะม่วง



รูปที่ 4.8 ต้นจามจุรี

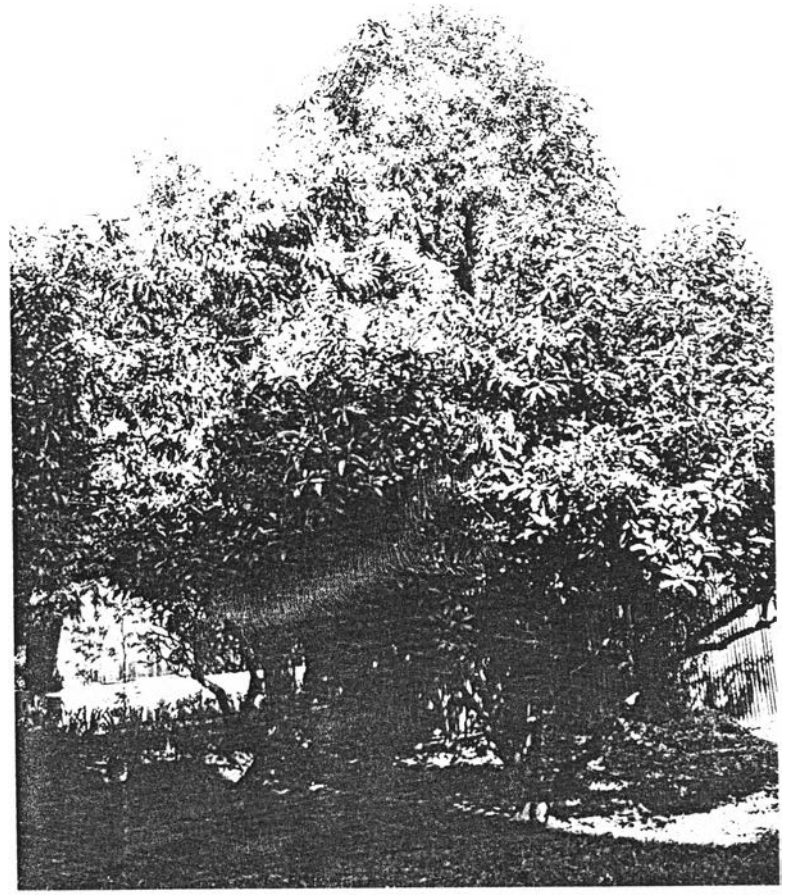


รูปที่ 4.9 ความหนาแน่นของพุ่มใบต้นจามจุรี



รูปที่ 4.10 ต้นจำปี

รูปที่ 4.11 ความหนาแน่นของพุ่มใบต้นจำปี



รูปที่ 4.12 ต้นมะม่วง

รูปที่ 4.13 ความหนาแน่นของพุ่มใบต้นมะม่วง

4.2.3 **ตัวอย่างต้นไม้ในการศึกษาการลดปริมาณความร้อน**

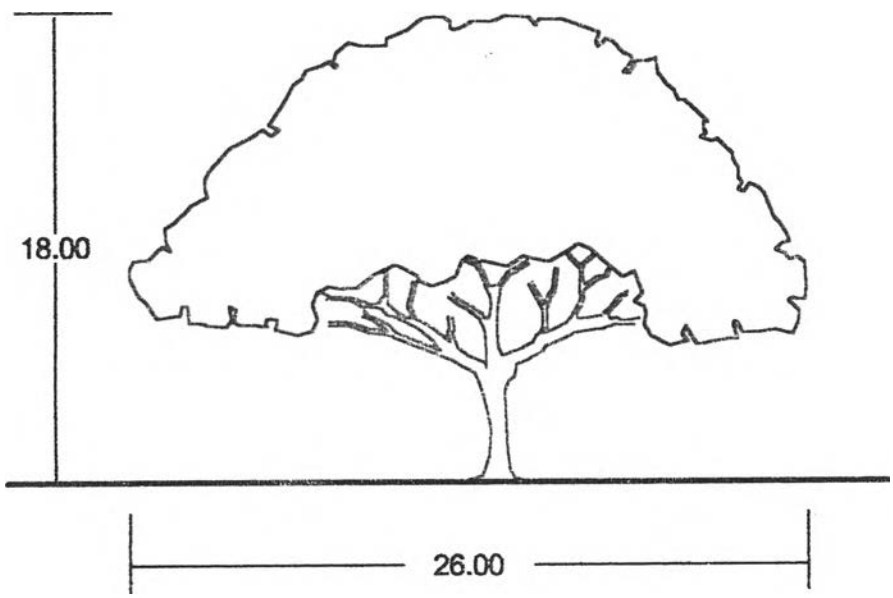
เมื่อเราสามารถแบ่งประเภทต้นไม้ยืนต้นในด้านคุณสมบัติของพุ่มใบได้ตามลักษณะทางกายภาพที่ส่งผลต่อการลดปริมาณความร้อนให้แก่อาคาร โดยร่มเงาต้นไม้นั้น ในการพิจารณาทางด้านปริมาณความร้อนดังกล่าว จึงต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียดของปริมาณพลังงานความร้อนที่ผ่านพุ่มใบลงมา และได้ทำการเลือกต้นไม้ยืนต้นที่มีลักษณะแตกต่างกัน เพื่อจะนำมาเปรียบเทียบในด้านต่าง ๆ คือ

- ต้นจามจุรี ทรงพุ่มแผ่กว้าง หรือทรงร่ม และพุ่มใบโปร่ง
- ต้นพิกุล ทรงพุ่มกลม และพุ่มใบหนาทึบ

1) **ต้นจามจุรี**

รูปที่ 4.14 ต้นจามจุรีที่ใช้ในการวิจัย

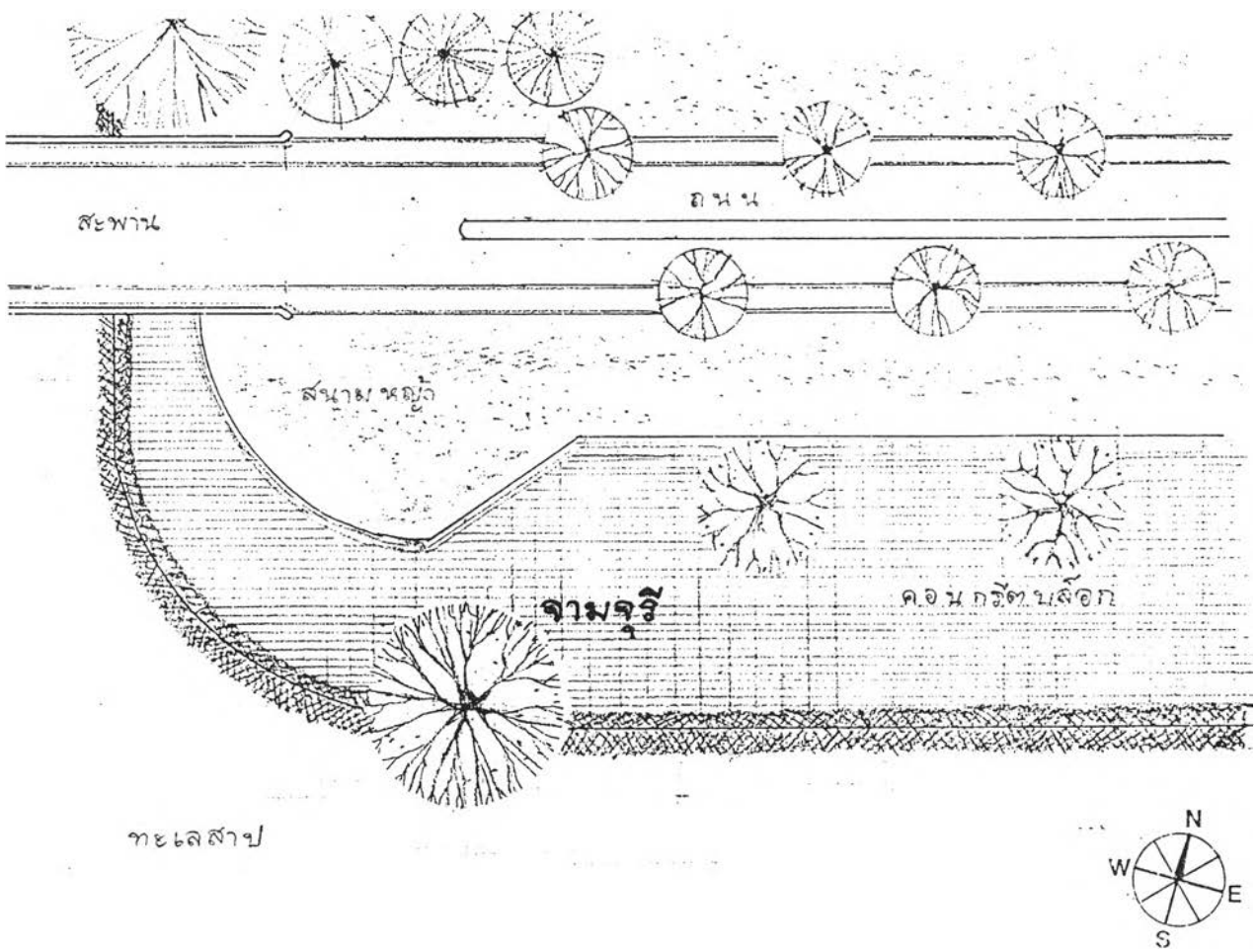
- Dimention โดยตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้มีขนาดโดยประมาณดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดง Dimention ของต้นจามจุรีที่ใช้ในการวิจัย

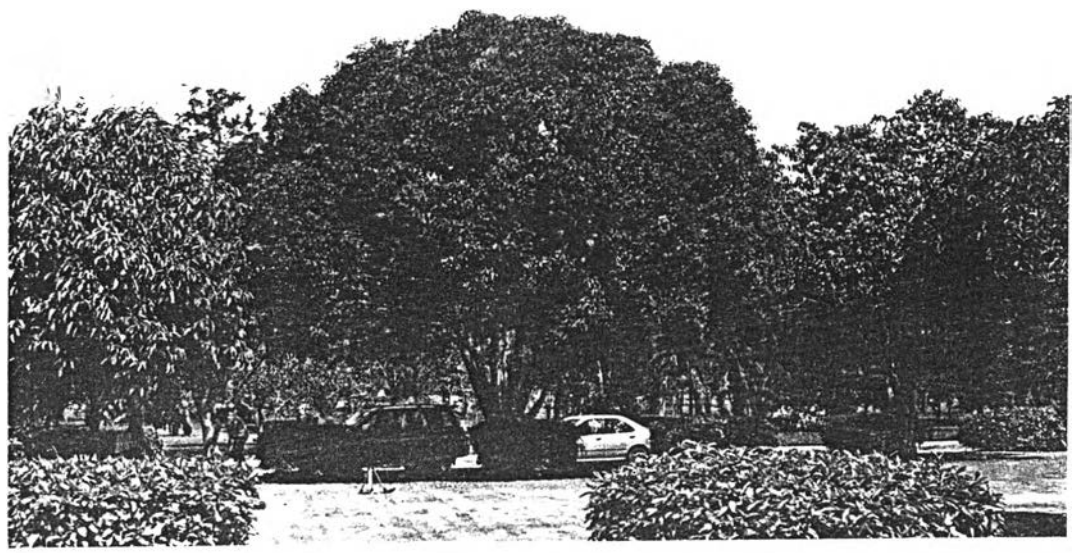
รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะพุ่มใบจามจุรี และการกรองรังสีที่เกิดขึ้นในวันที่ทำการเก็บข้อมูล (16/3/99)

- Location เนื่องจากการวิจัยนี้ต้องวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์ ในทุกช่วงเวลาที่กำหนด โดยทำการวัดภายใน Shade ที่เกิดขึ้น และเนื่องจาก Shade ที่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งตลอดเวลา การหาตัวอย่างต้นไม้นี้จึงต้องเก็บข้อมูล รวมทั้งจะสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่กระทบต่อการเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ ที่เกิดภายใต้ Shade และภายนอกได้ดีขึ้น



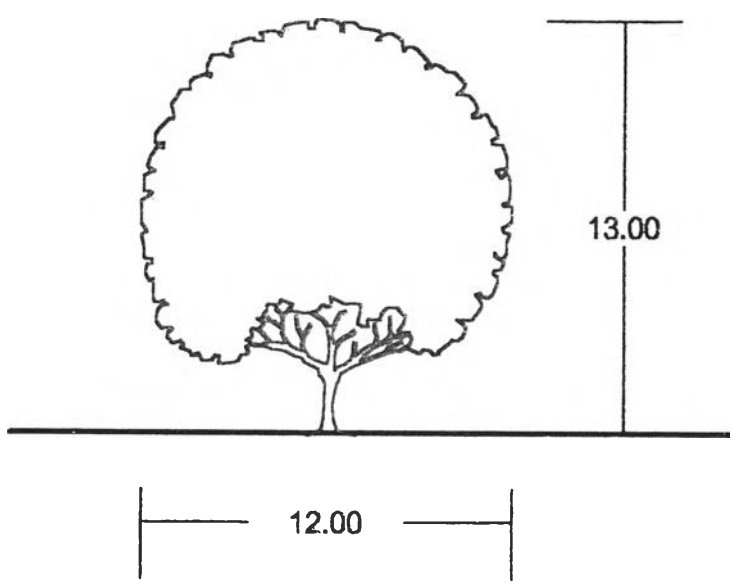
รูปที่ 4.17 แสดง Lay-out ของต้นจามจุรี

2) ต้นพิกุล

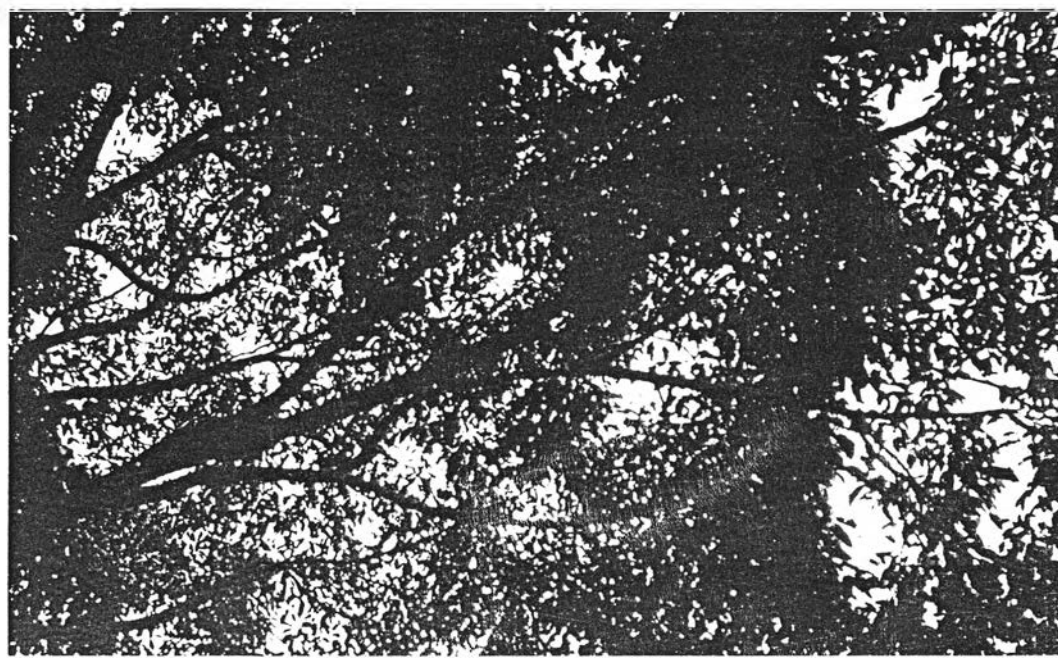


รูปที่ 4.18 ต้นพิกุลที่ใช้ในการทำวิจัย

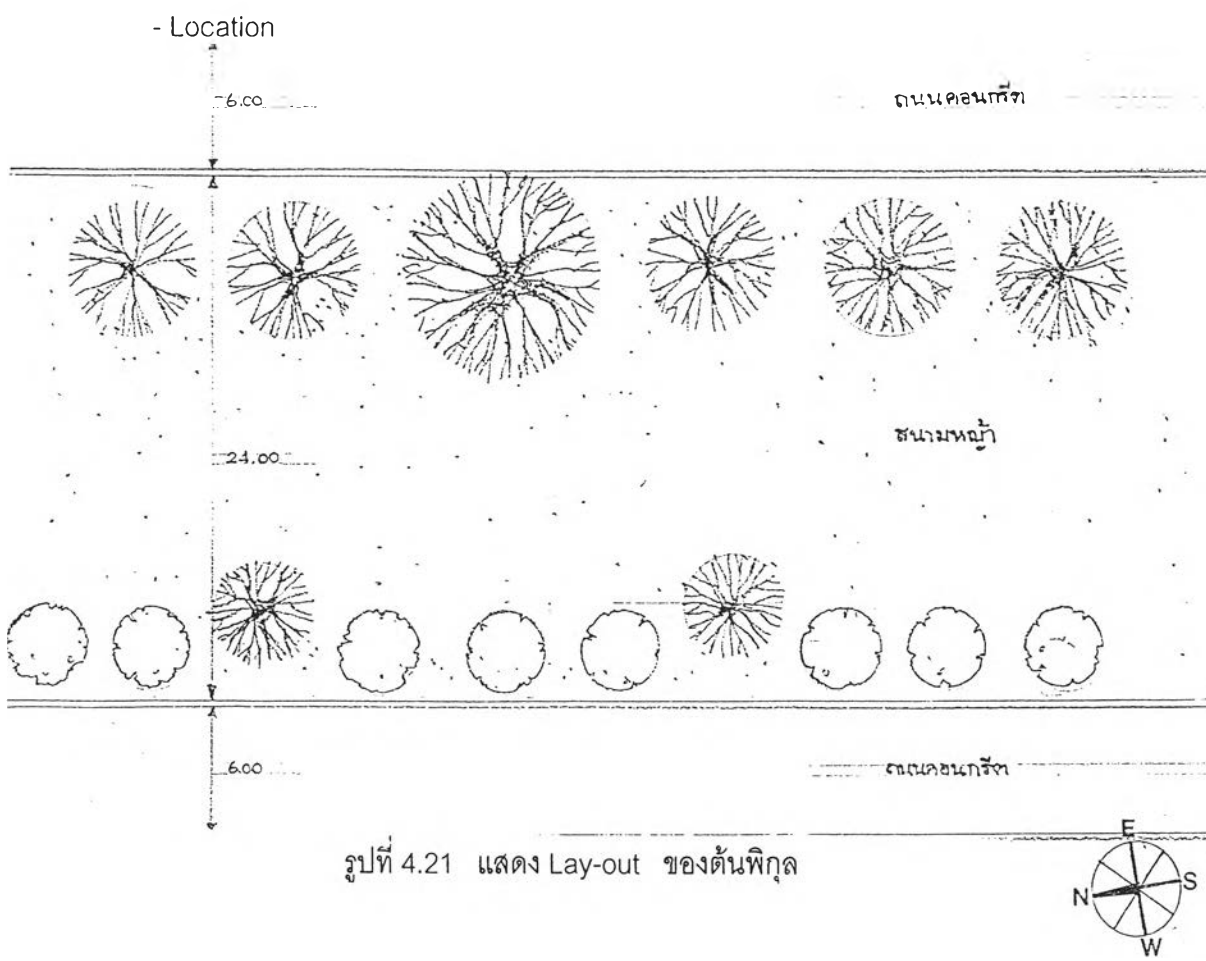
- Dimention โดยตัวอย่างที่ใช้ทำการวิจัยมีขนาดโดยประมาณ ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดง Dimention ของต้นพิกุลที่ใช้ในการทำวิจัย



รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะพุ่มใบต้นพิกุล และการกรองรังสีที่เกิดขึ้นในวันเก็บข้อมูล (13/4/99)



รูปที่ 4.21 แสดง Lay-out ของต้นพิกุล

4.3 การเก็บข้อมูลในการวิจัย

4.3.1 การเก็บข้อมูลค่าพลังงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ทำการเก็บ 3 ลักษณะ

1. วัดปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ภายนอก (Outdoor) ในแนวนอนทั้งหมด (I total horizontal ; Ith)

2. วัดปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ภายนอก (Outdoor) ในแนวตั้ง (I total vertical; Itv) ทั้ง 8 ทิศ คือ ทิศตะวันออก (E), ทิศใต้ (S), ทิศตะวันตก (W), ทิศเหนือ (N), ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE), ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW), ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW), และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)

3. วัดปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ภายในร่มเงา (Inshade) ในแนวตั้ง (I total vertical; Itv) ทั้ง 8 ทิศ คือ ทิศตะวันออก (E), ทิศใต้ (S), ทิศตะวันตก (W), ทิศเหนือ (N), ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE), ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW), ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW), และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) โดยทำการสุ่มวัดทั้งหมด 5 จุดในแต่ละทิศเพื่อนำค่ามาเฉลี่ยหาค่าพลังงานที่เกิดขึ้น เนื่องจากลักษณะการเกิดเงาภายใต้พุ่มใบนี้จะมีปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากลักษณะความหนาแน่นของพุ่มใบที่ประกอบขั้นจาก ใบไม้และกิ่งไม้ต่างๆ

โดยการเก็บข้อมูลทั้ง 3 แบบนี้มีการเก็บตั้งแต่ เวลา 8.30 น. ถึง 17.30 น. แต่ละช่วงห่างกัน 30 นาที เป็นเวลา 2 วัน สำหรับต้นจามจุรี และทุก 15 นาทีของต้นพิกุล (เนื่องจากมีเวลาในการวิจัยจำกัด) เป็นเวลา 1 วัน เพื่อให้ได้ข้อมูล 30 ข้อมูลขึ้นไป เพียงพอแก่การนำมาใช้หาความสัมพันธ์เชิงถดถอย (Regression) และในทุกช่วงเวลาจะมีการบันทึกสภาพท้องฟ้าเพื่อสามารถช่วยให้ทราบสภาพการเกิดการแผ่รังสีได้ใกล้เคียงมากขึ้น

4.3.2 ตำแหน่งในการวัดและวางเครื่องมือ Incident Solar Energy Meter

1. การวัดปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ภายใต้ร่มเงา ได้กำหนดตำแหน่งการวัดให้อยู่ภายใต้เงา โดยเริ่มที่แนวขอบริมพุ่มใบ หรือแนวน้ำหยด (Drip Line) ซึ่งเปรียบเสมือนตำแหน่งผนังที่เหมาะสมแก่การเริ่มก่อสร้างได้ และถัดออกมาให้พ้นจากพุ่มใบ แต่ยังมีร่มเงาอยู่ โดยมีตำแหน่งหลักอยู่ 2 ช่วง คือ ช่วงเวลาเช้า และช่วงเวลาบ่าย เพราะเนื่องจากการเปลี่ยนตำแหน่งทิศทางของดวงอาทิตย์ และวัดสูงจากพื้น 1.20 ม. เพื่อสามารถอ่านค่าได้ชัดเจน

2. การวัดปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ภายนอกในแนวตั้งนั้น ควรจะทำการวัดให้อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับการวัดภายใต้ร่มเงาเพื่อสามารถนำมาเปรียบเทียบได้อย่างชัดเจน

3. การวัดปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ในแนวระนาบนอนกลางแจ้งควรทำการวัดให้อยู่ในตำแหน่งที่ไม่มีเงาตกกระทบ และอยู่ในตำแหน่งเดิมตลอดเพื่อให้ได้ปริมาณการแผ่รังสีที่แน่นอน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอื่นนอกจากสภาพท้องฟ้า

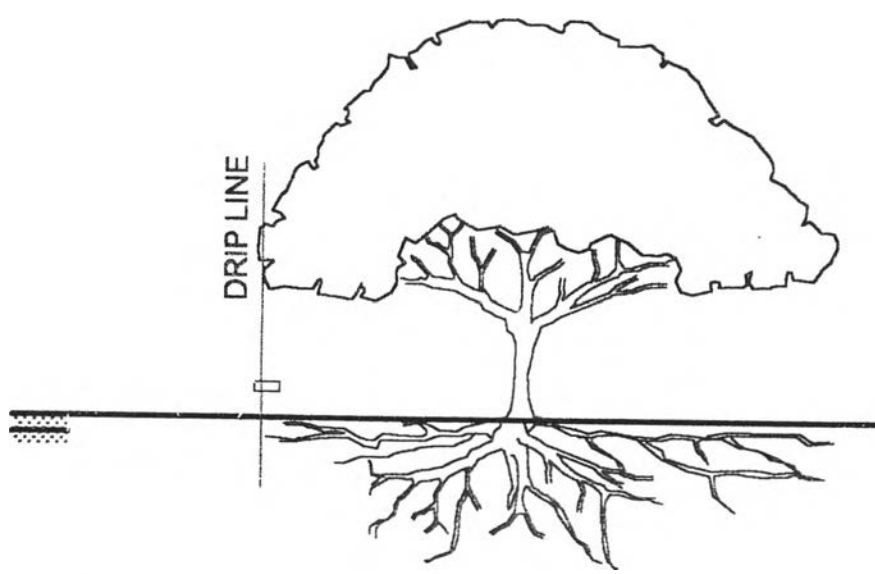
4.3.3 **การเก็บข้อมูลค่าความส่องสว่าง โดยการใช้** Lux Meter ในส่วนการศึกษาการแบ่งประเภทต้นไม้ยืนต้นนั้น ทำการเก็บข้อมูล 2 ส่วน คือ

1. วัดปริมาณความส่องสว่างภายนอกในแนวระนาบนอน
2. วัดปริมาณความส่องสว่างภายใต้ร่มเงาของพุ่มใบต้นไม้ยืนต้นแต่ละชนิด ในแนวระนาบนอน

โดยการเก็บข้อมูลทั้ง 2 ส่วนนี้มีการเก็บตั้งแต่เวลา 9.30 - 17.30 น. แต่ละช่วงห่างกัน 30 นาที และในแต่ละส่วนนั้นควรจะเก็บข้อมูลในเวลาเดียวกัน เพื่อสามารถเปรียบเทียบได้ชัดเจน

4.3.4 **ตำแหน่งในการวัดและวางเครื่องมือ** Lux Meter

มีลักษณะการวางเช่นเดียวกันกับ Incident Solar Energy Meter



รูปที่ 4.22 แสดงตำแหน่งการเริ่มวัดข้อมูลภายใต้ร่มเงาต้นไม้ยืนต้น