บทที่ 3

สมมติฐานการวิจัยและการดำเนินการวิจัย

3.1 สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการจัดสวนขนาดเล็กบนพื้นที่ภายนอกอาคารที่มีขนาดจำกัดเพื่อช่วยในการลดความร้อนภายนอกอาคารโดยจะทำการศึกษาในเรื่องของความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร (ΔT) ตลอดจนผลกระทบที่จะมีต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจุลภาค (Microclimate) บริเวณภายนอกอาคารและตัวแปรต่างๆที่มีความสำคัญ ซึ่งจะได้รับอิทธิพลมาจากสภาพพื้นที่ภายนอกที่มีความแตกต่างกัน และจะทำการวิเคราะห์ถึงอิทธิพลจากตัวแปรต่างๆพร้อมทำการสรุปผลและเสนอแนะแนวทางในการออกแบบและปรับปรุงสภาพพื้นที่ภายนอกอาคารที่มีเนื้อที่จำกัดด้วยการใช้สวนขนาดเล็ก โดยจะกำหนดสมมติฐานของการวิจัยไว้ได้ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ภายนอกอาคารที่เป็นพื้นผิวแข็งและพื้นที่ภายนอกอาคารที่มีการจัดสวนขนาดเล็กในรูปแบบต่างๆจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารของพื้นที่ทั้งสองให้มีความแตกต่างกัน

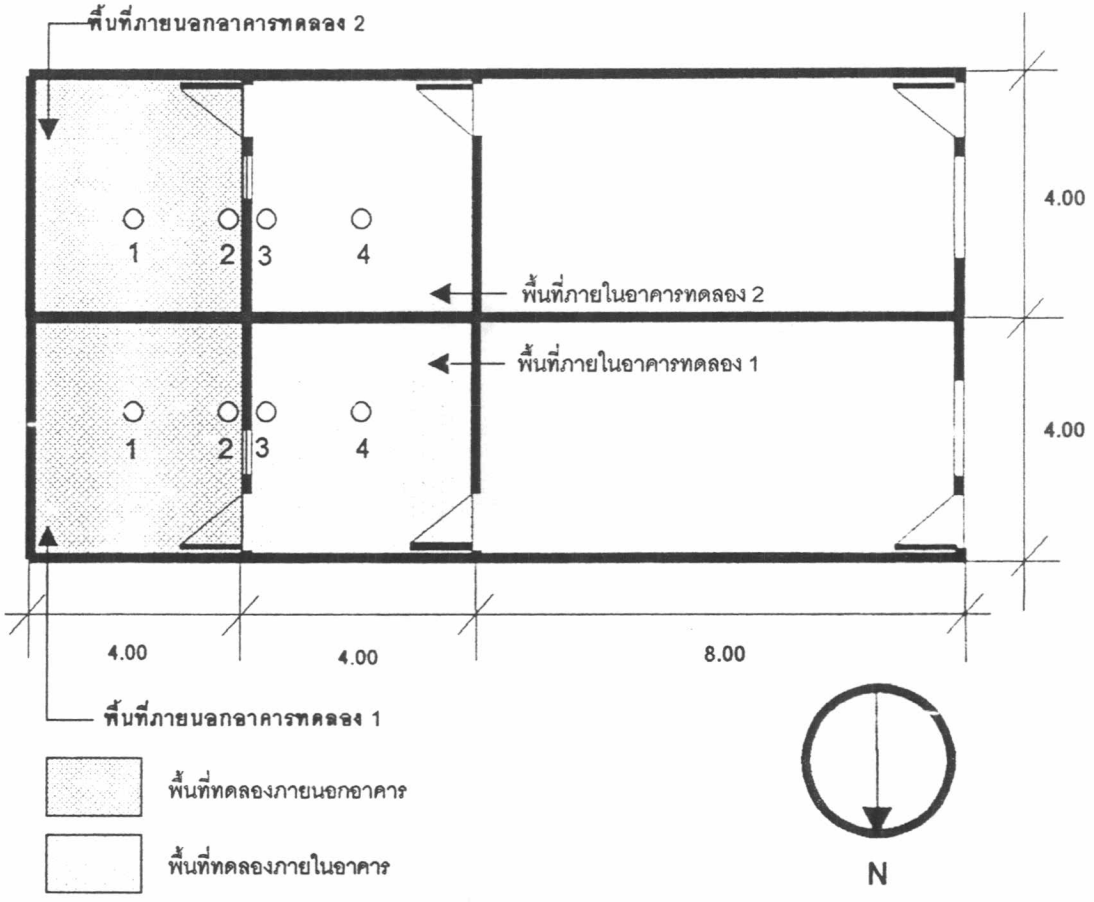
2. พื้นที่ภายนอกอาคารที่เป็นพื้นผิวแข็งและพื้นที่ภายนอกอาคารที่มีการจัดสวนขนาดเล็กในรูปแบบต่างๆจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศภายในของอาคารที่มีพื้นที่ติดกับพื้นที่ทั้งสองให้มีความแตกต่างกัน

3. พื้นที่ภายนอกอาคารที่เป็นพื้นผิวแข็งและพื้นที่ภายนอกอาคารที่มีการจัดสวนขนาดเล็กในรูปแบบต่างๆ จะส่งผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทั้งสองให้มีความแตกต่างกัน

4. พื้นที่ภายนอกอาคารที่เป็นพื้นผิวแข็งและพื้นที่ภายนอกอาคารที่มีการจัดสวนขนาดเล็กในรูปแบบต่างๆจะส่งผลกระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในของอาคารที่มีพื้นที่ติดกับพื้นที่ทั้งสองให้มีความแตกต่างกัน

3.2 อาคารกรณีศึกษา

การวิจัยเรื่องการลดความร้อนภายนอกอาคารโดยใช้สวนขนาดเล็กนี้ ได้เลือกอาคารพักอาศัยประเภททาวน์เฮาส์จำนวน 2 อาคาร ซึ่งมีที่ตั้งของอาคารอยู่ที่จังหวัดพิษณุโลกมาใช้เพื่อเป็นการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากในแต่ละอาคาร โดยจะเลือกทำการศึกษาและเก็บข้อมูลเฉพาะในบริเวณพื้นที่ว่างภายนอกอาคารทางด้านหลังของทาวน์เฮาส์ และพื้นที่ภายในอาคารที่มีพื้นที่ติดกับพื้นที่ว่างภายนอกอาคารทางด้านหลังเท่านั้น



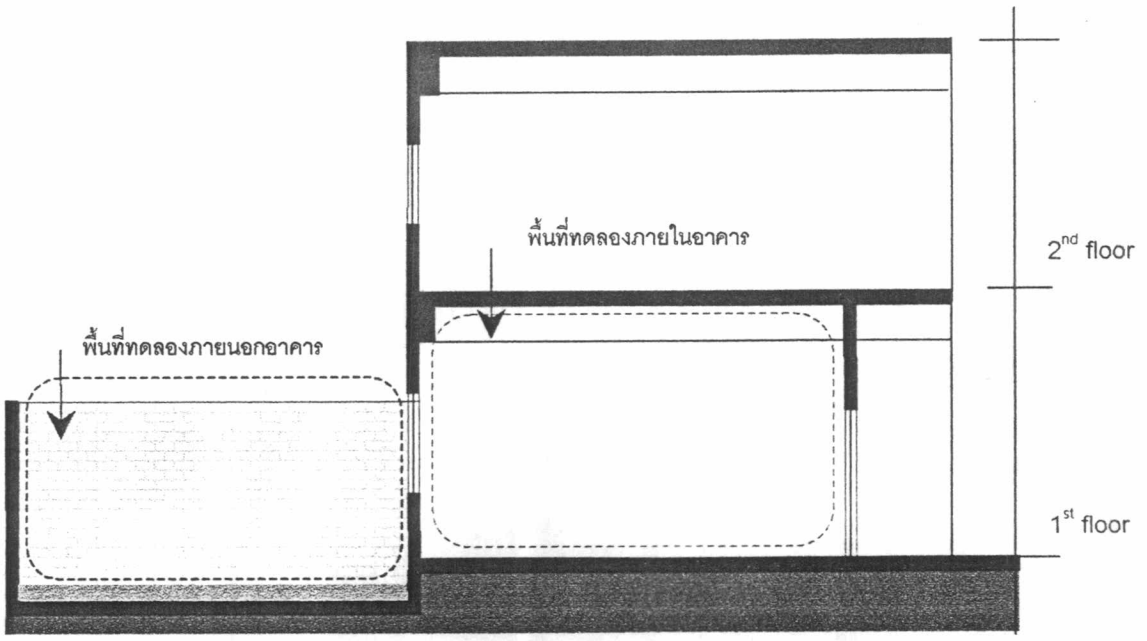
1 ตำแหน่งในการบันทึกข้อมูล อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคาร และอุณหภูมิพื้นผิวภายนอกอาคาร

2 ตำแหน่งในการบันทึกข้อมูล อุณหภูมิผิวผนังภายนอกอาคาร

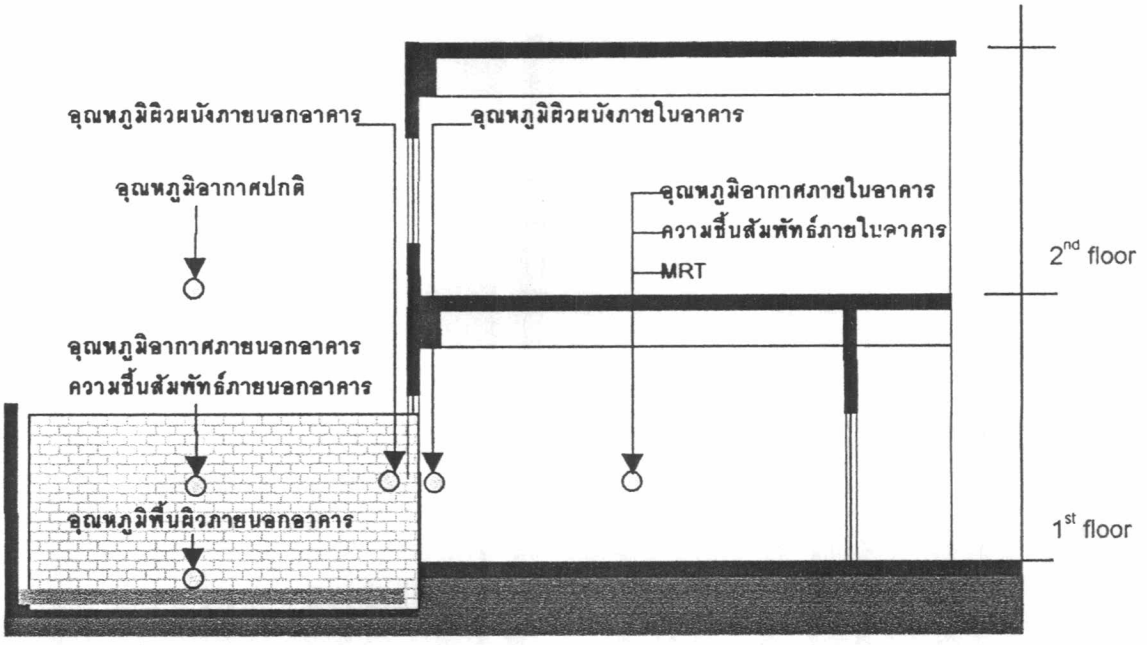
3 ตำแหน่งในการบันทึกข้อมูล อุณหภูมิผิวผนังภายในอาคาร

4 ตำแหน่งในการบันทึกข้อมูล อุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารและอุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวภายในอาคาร (MRT)

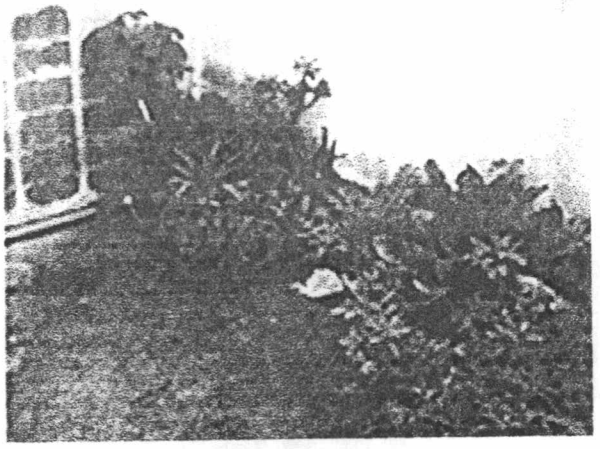
รูปที่ 3.1 แสดงผังพื้นของอาคารทาวน์เฮาส์ทดลองทั้ง 2 อาคารและตำแหน่งที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล



รูปที่ 3.2 แสดงรูปตัดของอาคารทาวน์เฮาส์ทดลองและพื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง

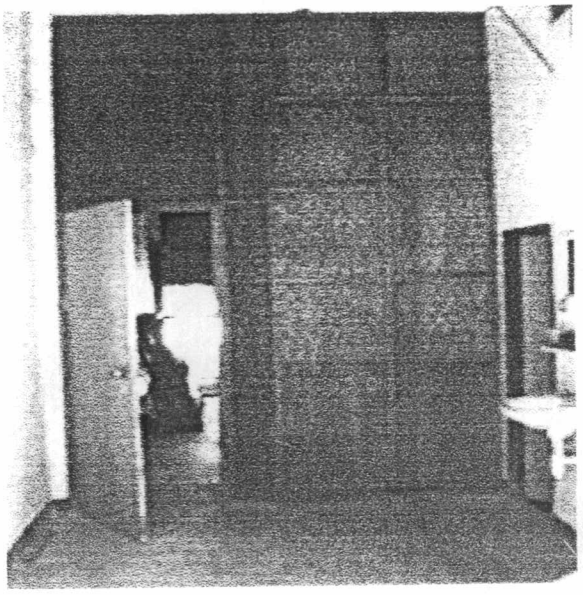


รูปที่ 3.3 แสดงรูปตัดของอาคารทาวน์เฮาส์ทดลองและตำแหน่งที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล



รูปที่ 3.4 แสดงสภาพพื้นที่ภายนอกอาคารทาวน์เฮาส์ทดลอง 1

รูปที่ 3.5 แสดงสภาพพื้นที่ภายนอกอาคารทาวน์เฮาส์ทดลอง 2



รูปที่ 3.6 แสดงสภาพภายในอาคารทาวน์เฮาส์ทดลอง

3.3 การเก็บข้อมูลในการวิจัย

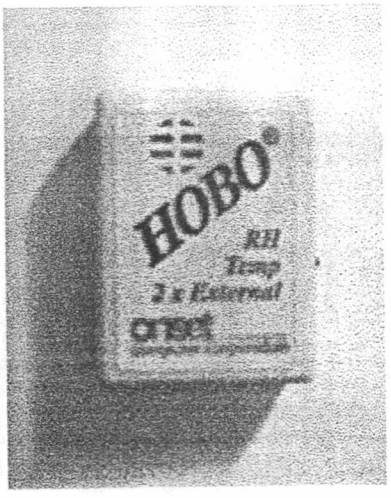
3.3.1 ตัวแปรที่จะทำการเก็บข้อมูล

1. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)
2. อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (Outside Air Temperature)
    2.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature)
    2.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature)
3. อุณหภูมิอากาศภายในอาคาร (Inside Air Temperature)
4. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
    4.1 ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคาร (Outside Relative Humidity)
    4.2 ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร (Inside Relative Humidity)
5. อุณหภูมิผิว (Surface Temperature)
    5.1 อุณหภูมิผิวของพื้นที่ภายนอกอาคาร
    (Ground Surface Temperature)
    5.2 อุณหภูมิผิวผนังภายนอกอาคาร
    (Outside Wall Surface Temperature)
    5.3 อุณหภูมิผิวผนังภายในอาคาร
    (Inside Wall Surface Temperature)
6. อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบภายในอาคาร
    (Inside Mean Radiant Temperature)

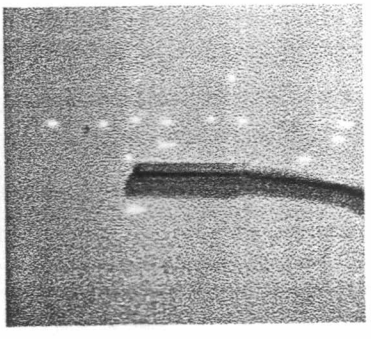
3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
(Hobo Relative + Temperature Logger)

ใช้สำหรับเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยสามารถที่จะเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้โดยอัตโนมัติ โดยตัวเครื่องสามารถทำการเก็บข้อมูลได้ทั้งหมด 4 ช่องสัญญาณ แบ่งเป็น 2 ช่องสัญญาณภายในเครื่องสำหรับเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และอีก 2 ช่องสัญญาณภายนอกสำหรับใช้ในการต่อหัวเซนเซอร์เพื่อใช้วัดอุณหภูมิในจุดที่ต้องการโดยข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจะถูกบันทึก และนำมาทำการประมวลผลโดยซอฟท์แวร์ที่มีชื่อว่า Boxcarpro version 3.1



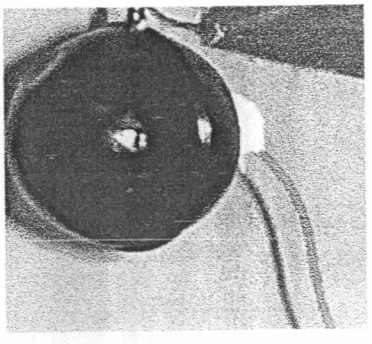
รูปที่ 3.7 แสดงรูปเครื่องมือเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 3.8 แสดงรูปหัวเทอร์โมคัพเพิลเซนเซอร์ (Thermocouple Sensor) ที่ใช้ต่อเข้ากับเครื่องเก็บข้อมูล

โกลบเทมเพอเรเจอร์ (Globe temperature)

ใช้สำหรับเก็บข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิว(MRT)ภายในอาคารทาวน์เฮาส์ทดลองทั้ง 2 อาคาร โดยตัวเครื่องมีลักษณะเป็นรูปทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 ซม.ทำจากทองแดงพ่นสีดำ โดยจะมีการเจาะช่องไว้ 1 ช่อง สำหรับไว้ใส่สายเซ็นเซอร์เข้าไปเพื่อวัดค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิว



รูปที่ 3.9 แสดงเครื่องมือโกลบเทมเพอเรเจอร์ (Globe temperature)

3.3.3 การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ

ก่อนที่จะทำการเก็บข้อมูลจริงจะต้องทำการเทียบมาตรฐานของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ และทำการปรับตั้งค่าตัวประกอบของเครื่องมือแต่ละชุดเพื่อให้ได้มาตรฐานเดียวกัน

3.4 วัสดุและพืชพรรณที่นำมาใช้การทดสอบ

งานวิจัยเรื่องการลดความร้อนภายนอกอาคารโดยใช้สวนขนาดเล็กนี้ จะเป็นการทำการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลในการทดลอง ที่ได้มาจากทาวน์เฮาส์ทดลอง 2 อาคาร ที่มีสภาพของพื้นที่ภายนอกอาคารที่แตกต่างกัน และแบ่งการทดลองเพื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลออกได้เป็น 8 ชุดการทดสอบด้วยกัน โดยกำหนดให้อาคารทาวน์เฮาส์ทดลอง 1 เป็นอาคารควบคุม ซึ่งจะพื้นที่ภายนอกของอาคารจะเป็นพื้นผิวคอนกรีต และจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ภายนอกอาคารของอาคารทดลอง 1 เลยตั้งแต่ชุดการทดสอบที่ 1 จนถึงชุดการทดสอบที่ 8 ในขณะที่อาคารทดลอง 2 จะถูกจัดให้เป็นอาคารทดลอง โดยพื้นที่ภายนอกอาคารของอาคารทดลอง 2 จะทำการจัดสวนขนาดเล็กลงไปบนพื้นที่ภายนอกอาคาร โดยจะเริ่มทำการใส่องค์ประกอบที่จะใช้ในการจัดสวนลงไปทีละประเภทตามลำดับของชุดการทดสอบ องค์ประกอบที่ใส่ลงไปในพื้นที่ภายนอกของอาคารทดลอง 2 นี้ จะเป็นการเพิ่มเข้าไปโดยไม่เอาองค์ประกอบที่มีอยู่เดิมออก โดยสามารถแสดงองค์ประกอบที่จะนำมาเพิ่มลงไปบนพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ได้ตามลำดับของชุดการทดสอบดังนี้

ชุดการทดสอบที่ 1 ดิน

พื้นที่ภายนอกอาคารของอาคารทดลอง 2 แต่เดิมบางส่วนเป็นพื้นผิวคอนกรีต ดังนั้นจึงต้องทำการปรับพื้นที่ด้วยการถมดินลงไปใหม่ ก่อนที่จะเริ่มทำการทดสอบ โดยดินที่นำมาใช้เป็นดินผสม และต้องทำการเพิ่มอินทรียวัตถุ เช่น ใบไม้ผุ หญ้าผุ เพื่อเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน และเป็นการเตรียมพื้นดินก่อนที่จะใช้สำหรับการปลูกหญ้าในชุดการทดสอบถัดไป

ชุดการทดสอบที่ 2 หญ้า

ก่อนที่จะทำการปลูกหญ้านั้น จะต้องทำการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราส่วน 5-10 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 4 ตารางเมตร ในงานวิจัยนี้มีพื้นที่จะทำการปลูกหญ้าประมาณ 15 ตารางเมตร ดังนั้นจึงต้องใช้ปุ๋ยประมาณ 20 กิโลกรัมต่อพื้นที่ที่ต้องการปลูกหญ้า หลังจากนั้นทำการปรับหน้าดินให้แน่นและให้เรียบตามระดับที่ต้องการ แล้วจึงใช้ทรายหว่านให้ทั่วหนาประมาณ 1-2 เซนติเมตรและหว่านปุ๋ยอินทรีย์ทับหน้าทรายบางๆอีกครั้ง ในอัตราส่วนพื้นที่ 2 กิโลกรัมต่อ 1 ตารางเมตร และให้น้ำแบบพ่นฝอยให้พื้นหมาดๆ หลังจากนั้นจึงเริ่มปูหญ้าได้

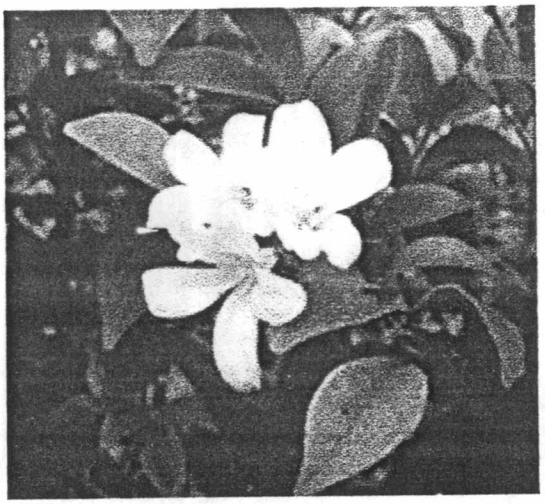
หญ้าที่นำมาใช้ปลูกในชุดการทดสอบที่ 2 นี้ เลือกใช้หญ้านวลน้อยชนิดแผ่น มาปูบนพื้นที่แบบเต็มแผ่น โดยหลังจากการปูเสร็จสิ้น ต้องทำการรดน้ำและบดอัดเพื่อให้หญ้าสัมผัสกับดินปลูกมากที่สุด โดยในการทดสอบของชุดการทดสอบที่ 2 นี้ จะต้องทำการให้น้ำกับสนามหญ้าในอัตราส่วน 5-7 มิลลิเมตรหรือ 5-7 ลิตรต่อหญ้า 1 ตารางเมตร พื้นที่ที่ทำการปลูกหญ้าประมาณ 15 ตารางเมตร ดังนั้นจึงต้องให้น้ำประมาณ 75-95 ลิตรต่อวัน โดยในงานวิจัยนี้ทำการรดน้ำให้กับหญ้าประมาณ 75 ลิตรต่อวัน

ชุดการทดสอบที่ 3 ไม้พุ่มใหญ่

ไม้พุ่มใหญ่หรือไม้พุ่มขนาดใหญ่ที่นำมาเพิ่มลงไปจากชุดการทดสอบที่ 2 ผู้วิจัยจะทำการเลือกชนิดของไม้พุ่มใหญ่แบบเฉพาะเจาะจง ตามชนิดของไม้พุ่มใหญ่ที่มีอยู่ในท้องตลาดในช่วงเวลานั้น โดยไม้พุ่มใหญ่ที่นำมาใช้ในการทดสอบนี้ จะต้องมีเกณฑ์ความสูงตามนิยามทางด้านขนาดของไม้พุ่มใหญ่ ในงานวิจัยนี้กำหนดขนาดความสูงของไม้พุ่มใหญ่ไว้ที่ประมาณ 2-4 เมตร โดยชนิดของไม้พุ่มใหญ่ที่นำมาใช้ในการทดสอบนี้จะมีทั้งหมด 6 ชนิดด้วยกันประกอบไปด้วย

1. **แก้ว** (Murraya paniculat Jack.)

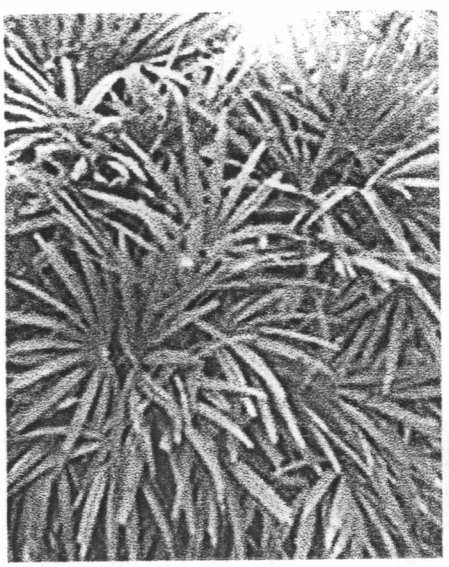
เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-ใหญ่ มีรูปทรงกลม มีความสูงอยู่ในช่วงประมาณ 3-5 เมตรมีขนาดทรงพุ่ม 1-3 เมตร ลำต้นสีน้ำตาลแตกเป็นร่อง ใบมีสีเขียวเข้มเป็นมัน



รูปที่ 3.10 แสดงรูปแก้ว

2. **จั๋งญี่ปุ่น** (Rhapis excelsa Henry.)

เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-ใหญ่ มีรูปทรงแตกกอ ความสูงประมาณ 2-4 เมตร มีขนาดทรงพุ่ม 1.5–3 เมตร ใบสีเขียวมันรูปพัดและเป็นแฉก 20-30 แฉก



รูปที่ 3.11 แสดงรูปจั๋งญี่ปุ่น

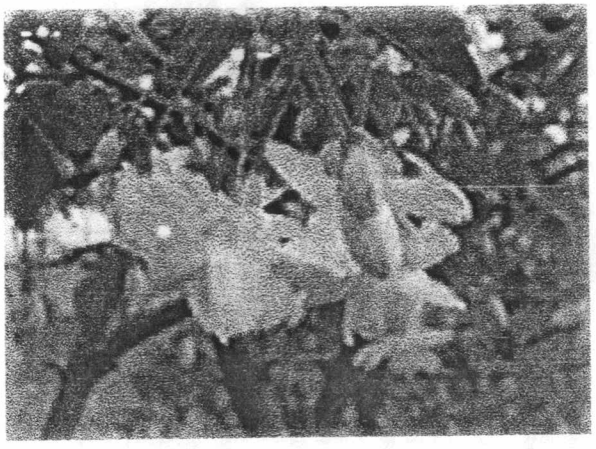
3. **ซองออฟอินเดีย** (Pleomele reflexa N.E.Br.)

เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-ใหญ่ มีรูปทรงแจกัน ความสูง 2-5 เมตร มีขนาดทรงพุ่ม 1.9-2 เมตร ใบจะมีริมเป็นด่างสีเหลือง กลางใบสีเขียว

รูปที่ 3.12 แสดงรูปซองออฟอินเดีย

4. **โมก** (Wrightia religiosa Benth.)

เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-ใหญ่ มีรูปทรงแจกัน ความสูงประมาณ 4-5 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 1.5 เมตร ใบสีเขียวและทิ้งใบในฤดูหนาว



รูปที่ 3.13 แสดงรูปโมก

5. **วาสนา** (Dracaena fragrans Ker-Gawl.)

เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-ใหญ่ รูปทรงแตกกอที่ยอด ความสูงประมาณ 5-10 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 1-3 เมตร ใบมีลายขาวอมเขียวหรือลายเหลืองนวล

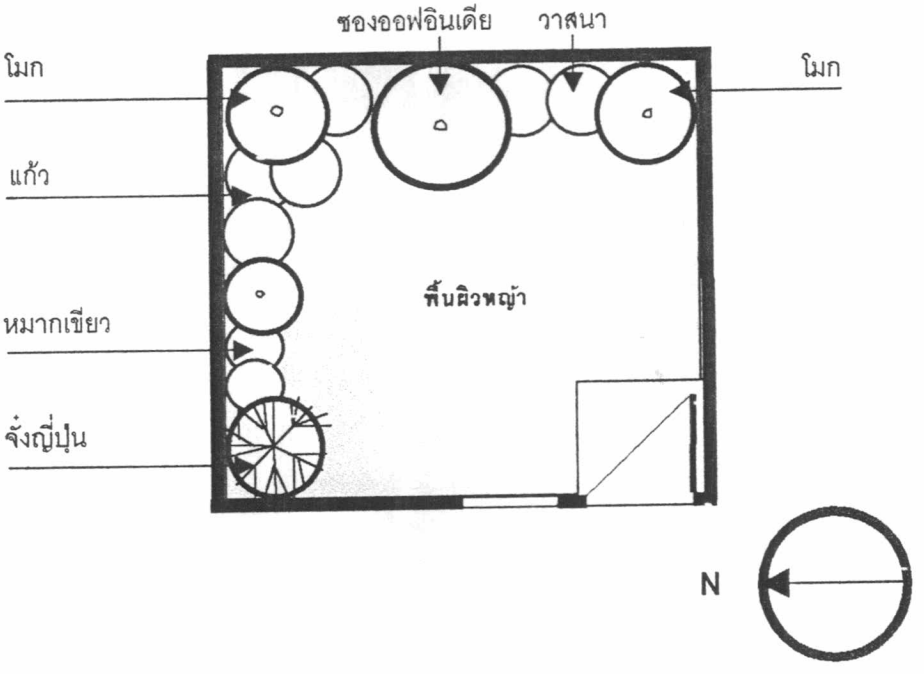
รูปที่ 3.14 แสดงรูปวาสนา

6. **หมากเขียว** (Ptychosperma macarthurii Nichols.)

เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-ใหญ่ รูปทรงแตกกอ ความสูงประมาณ 3-6 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 1.5-2.5 เมตร ใบมีสีเขียวแก่-อ่อน รูปขนนก

รูปที่ 3.15 แสดงรูปหมากเขียว

ไม้พุ่มใหญ่ที่นำมาใช้นี้จะถูกเพิ่มเข้าไปบนพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้าจากชุดการทดสอบที่ 2 และจะต้องทำการเพิ่มปริมาณของน้ำที่จะให้กับต้นไม้มากขึ้นจาก 75 ลิตรต่อวันในชุดการทดสอบที่ 2 เป็น 95 ลิตรต่อวันสำหรับในชุดการทดสอบที่ 3 สามารถที่จะแสดงตำแหน่งในการจัดวางไม้พุ่มใหญ่ที่เพิ่มเข้ามาของชุดการทดสอบที่ 3 ได้ดังนี้



รูปที่ 3.16 แสดงการจัดวางตำแหน่งของไม้พุ่มใหญ่ ในพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 3

ชุดการทดสอบที่ 4 ไม้พุ่มกลาง

ไม้พุ่มกลางหมายถึง ไม้พุ่มที่มีขนาดกลางหรือเล็ก โดยจะมีความสูงประมาณ 1-2 เมตร เป็นไม้ที่นิยมปลูกหน้าไม้พุ่มใหญ่ หรือปลูกบริเวณทางเดินหรือริมกำแพง โดยชนิดของไม้พุ่มกลางที่นำมาใช้ในการทดสอบของชุดที่ 4 นี้จะมีทั้งหมด 5 ชนิดด้วยกันประกอบไปด้วย

1. **โกสน** (Codiaeum variegatum Bl.)

เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-เล็ก มีรูปทรงกลม ความสูง1-2 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 0.75-1.5เมตร ใบมีหลากสี เช่น แดง เหลือง ลายจุด

รูปที่ 3.17 แสดงรูปโกสน

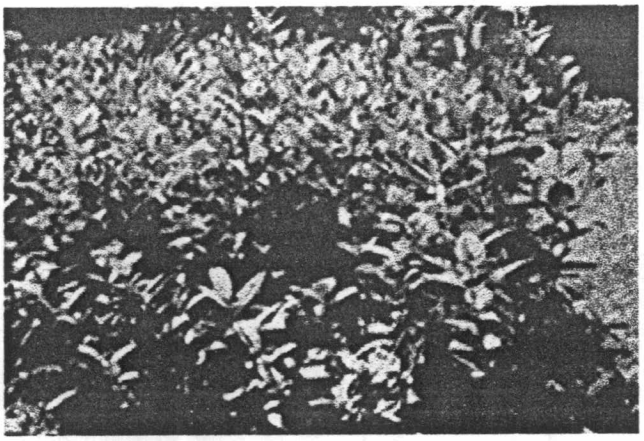
2. **ขาไก่ด่าง** (Justicia fragilis Wall. Var.)

เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-เล็ก มีรูปทรงกลม ความสูง1-1.5 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 0.3-0.6 เมตร ใบมีสีเขียวเงินปนด่าง สีอ่อนแก่ไม่เสมอกัน มีด่างขาวที่ริมขอบใบมากบ้างน้อยบ้าง

รูปที่ 3.18 แสดงรูปขาไก่ด่าง

3. **เข็มเศรษฐี** (Ixora congesta Roxb.)

เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-เล็ก มีรูปทรงแจกัน ความสูง1-2 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 0.5 -1 เมตร ใบมีสีเขียวเป็นมัน มีดอกสีแดงถึงแดงอมแสด



รูปที่ 3.19 แสดงรูปเข็มเศรษฐี

4. **ไผ่ด่าง** (Arundinaria suberecta Munro)

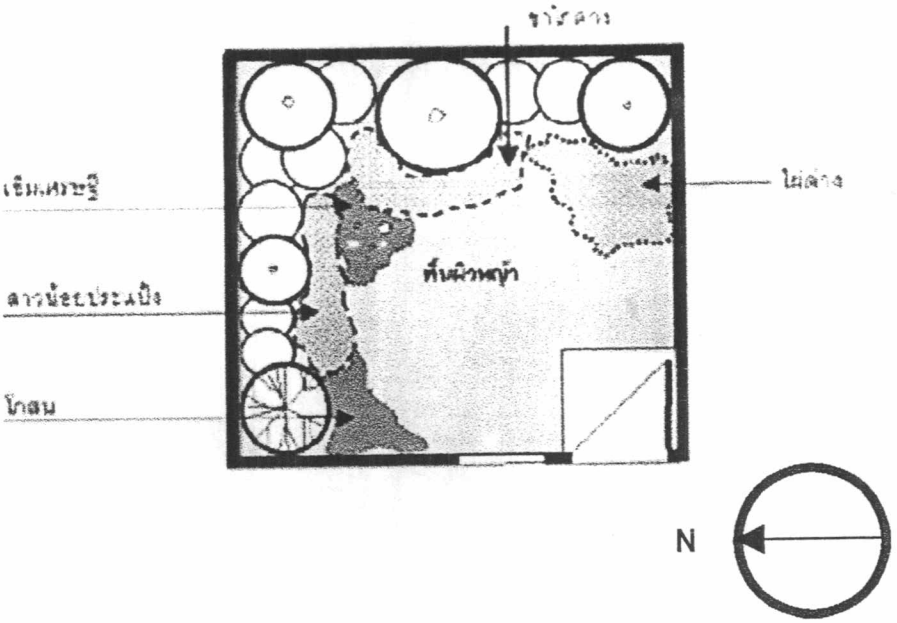
เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-เล็ก มีรูปทรงแตกกอ ความสูง1-2 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 1.5 เมตร ใบมีสีเขียวแซมลายขาวเป็นแถบยาวไม่สม่ำเสมอ ท้องใบสีม่วงเล็กน้อย

รูปที่ 3.20 แสดงรูปไผ่ด่าง

5. **สาวน้อยประแป้ง** (Dieffenbachia sp. And hybrid)

เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-เล็ก มีรูปทรงต้นตั้งตรงลำเดียว ความสูง 0.5-1.5 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 0.5-1เมตร ใบมีสีเขียว อาจมีลายต่างๆ ลายเส้นใบ ลายจุดประขาว

รูปที่ 3.21 แสดงรูปสาวน้อยประแป้ง



รูปที่ 3.22 แสดงการจัดวางตำแหน่งของไม้พุ่มกลาง ในพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 4

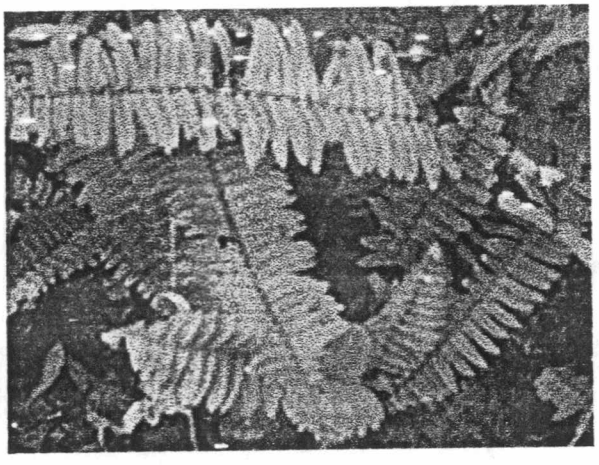
ในชุดการทดสอบที่ 4 ซึ่งเพิ่มไม้พุ่มกลางลงไปนั้น ปริมาณการให้น้ำที่ให้กับต้นไม้จึงเพิ่มตามไปด้วย โดยจะใช้น้ำในการรดต้นไม้ในชุดการทดสอบที่ 4 ประมาณ 105 ลิตรต่อวัน

ชุดการทดสอบที่ 5 ไม้พุ่มเล็ก

ไม้พุ่มเล็กเป็นไม้ที่มีความสูงไม่มากนัก โดยจะมีความสูงอยู่ในช่วงประมาณ 0.3 - 0.5 เมตร โดยสามารถใช้ปลูกแบบเป็นต้นเดี่ยวหรืออาจจะปลูกเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อแสดงขอบเขตในระดับพื้น โดยในชุดการทดสอบนี้จะทำการเพิ่มไม้พุ่มเล็กเข้าไปจากในชุดการทดสอบที่ 4 โดยไม้พุ่มเล็กที่เลือกนำมาใช้จะมีด้วยกัน 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. **เฟิร์นใบมะขาม** (Nephrolepis cordifolia (L.) Presl.)

มีรูปทรงแตกกอกลม ความสูง 0.3–0.6 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 0.3–0.8 เมตร สามารถปลูกในที่ที่มีแสงครึ่งวันได้ ส่วนใหญ่นิยมปลูกริมน้ำตกและส่วนหย่อมในร่ม



รูปที่ 3.23 แสดงรูปเฟิร์นใบมะขาม

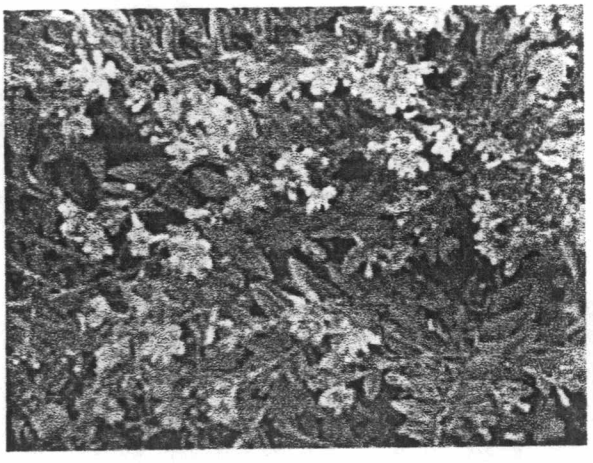
2. **แพงพวยฝรั่ง** (Catharanths roseus (Linn.) G. Don.)

มีรูปทรงตั้งตรง ความสูง 0.3–0.6 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 0.5 เมตร ใบมีสีเขียวเป็นมัน ดอกมีสีขาว ชมพู

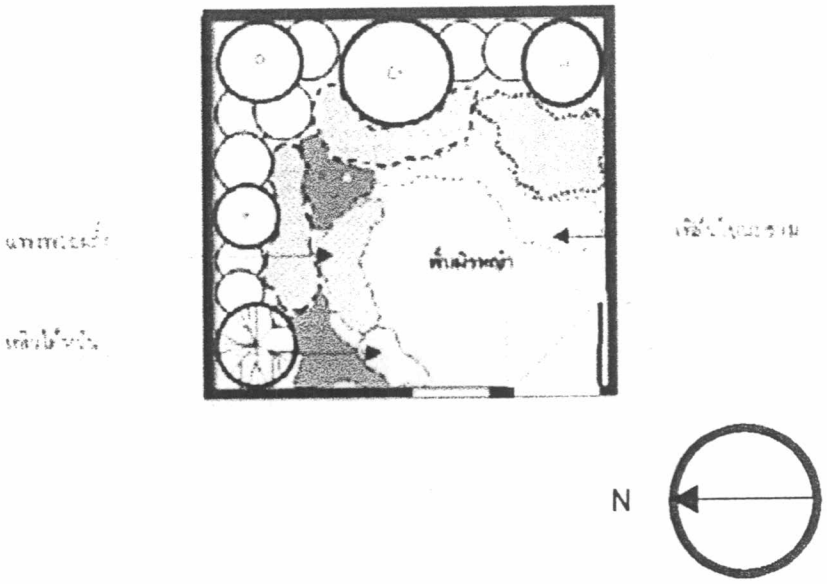
รูปที่ 3.24 แสดงรูปแพงพวยฝรั่ง

3. **หลิวไต้หวัน** (Cuphea hyssopifolia H.B.K.)

รูปทรงแผ่เตี้ย ความสูง 0.3 - 0.5 เมตร ขนาดทรงพุ่ม 0.3-0.5 เมตร มีใบสีเขียวเข้มเป็นมัน นิยมใช้ปลูกคลุมดินแปลงหน้าสุดของสวนหย่อมหรือขอบหินริมน้ำ



รูปที่ 3.25 แสดงรูปหลิวไต้หวัน

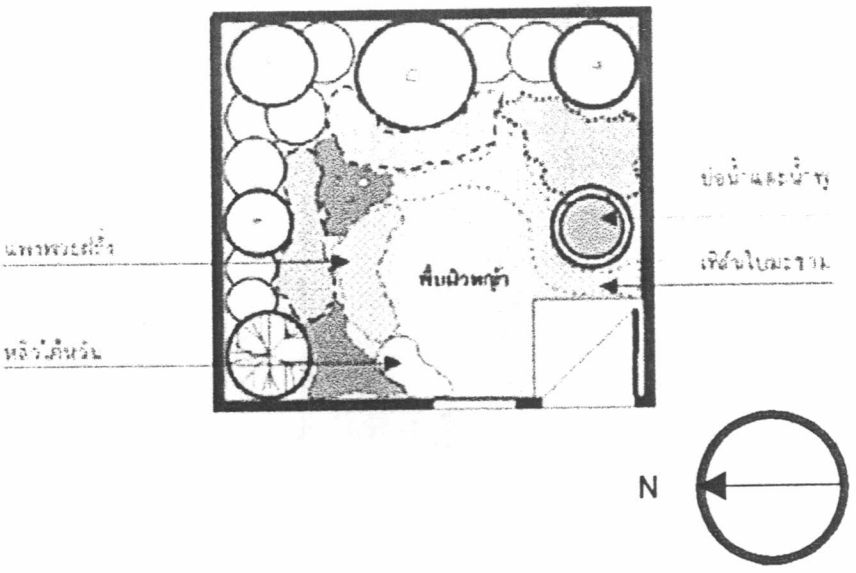


รูปที่ 3.26 แสดงการจัดวางตำแหน่งของไม้พุ่มเล็ก ในพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 5

ในชุดการทดสอบที่ 5 ซึ่งเพิ่มไม้พุ่มเล็กลงไปนั้น ปริมาณการให้น้ำที่ให้กับต้นไม้จึงเพิ่มตามไปด้วย โดยจะใช้น้ำในการรดต้นไม้ในชุดการทดสอบที่ 5 ประมาณ 120 ลิตรต่อวัน

ชุดการทดสอบที่ 6 บ่อน้ำและน้ำพุ

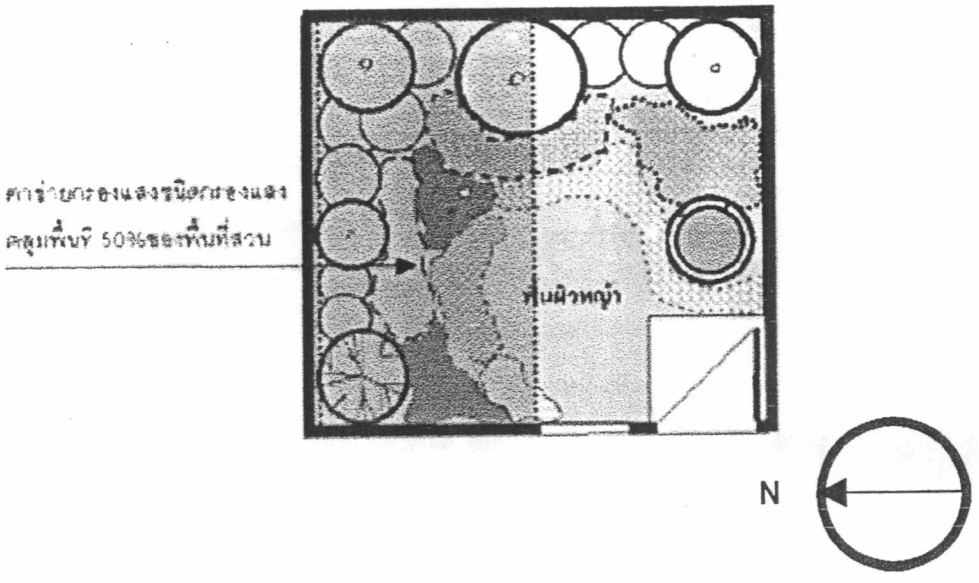
หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบในชุดการทดสอบที่ 5 ในชุดการทดสอบที่ 6 นี้จะทำการเพิ่มบ่อน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 80 ซม. จุน้ำได้ประมาณ 25 ลิตร พร้อมกับน้ำพุลงไป โดยจะทำการเปิดน้ำพุตลอดเวลาทั้งในช่วงเวลากลางวันและในช่วงเวลากลางคืน เพื่อที่จะทำการศึกษาว่าบ่อน้ำและน้ำพุนั้นจะมีส่วนช่วยลดความร้อนภายนอกอาคารลงได้หรือไม่ ในขณะที่ปริมาณน้ำที่ให้กับต้นไม้นั้นจะเท่ากับในชุดการทดสอบที่ผ่านมา



รูปที่ 3.27 แสดงการจัดวางตำแหน่งของไม้พุ่มเล็กและบ่อน้ำกับน้ำพุ ในพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 6

ชุดการทดสอบที่ 7 ตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่สวน 50%

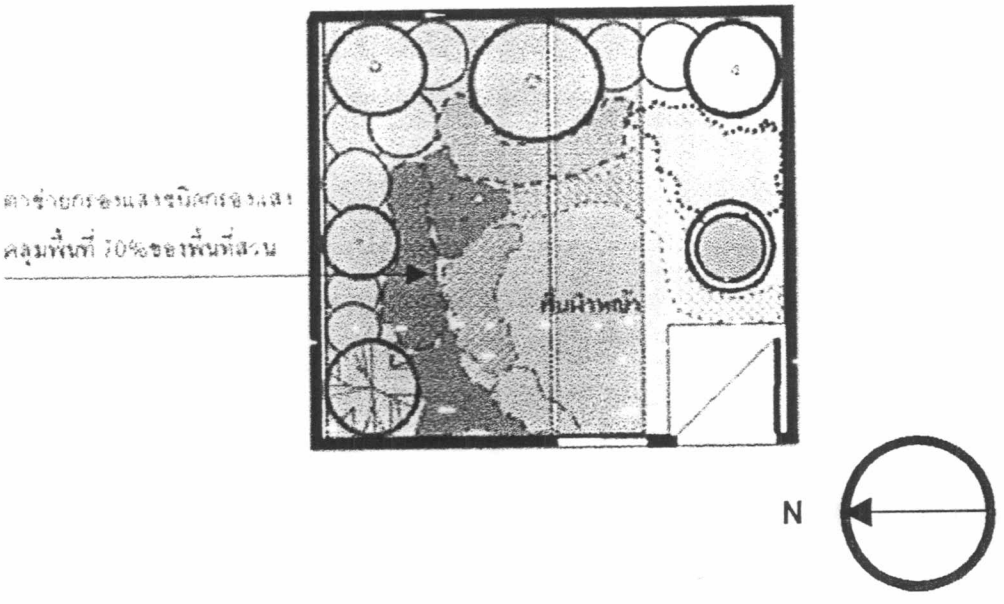
ชุดการทดสอบที่ 7 จะทำการเพิ่มตาข่ายกรองแสงชนิดกรองแสงได้ 50% คลุมพื้นที่ 50% ของสวน ตาข่ายกรองแสงที่เพิ่มลงไปเป็นตัวแทนของระแนงไม้เลื้อยที่ได้ทำการออกแบบไว้ภายในสวน เพื่อเป็นการป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์ให้กับสวน การทดสอบนี้จะช่วยให้ทราบว่าพื้นที่ร่มเงาที่มากขึ้นนี้จะมีผลกระทบต่อตัวแปรต่างๆ หรือไม่



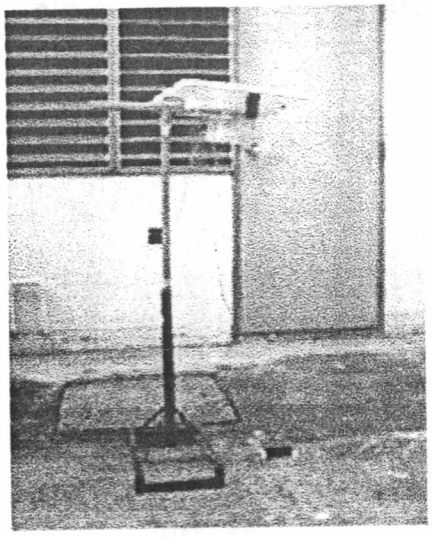
รูปที่ 3.28 แสดงการจัดวางตำแหน่งของตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่ 50% ของพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 7

ชุดการทดสอบที่ 8 ตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่สวน 70%

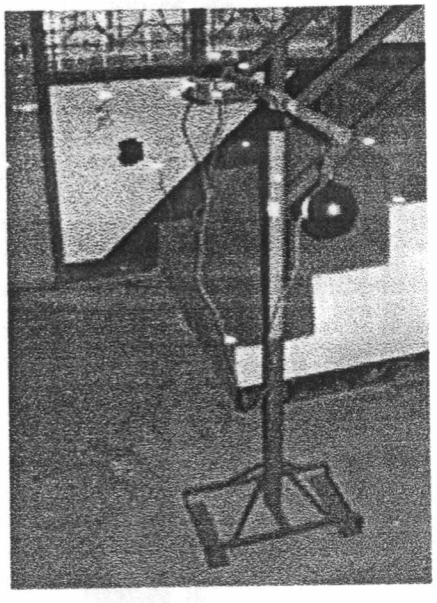
ชุดการทดสอบที่ 8 จะทำการเพิ่มตาข่ายกรองแสงชนิดกรองแสงได้ 50% คลุมพื้นที่ของสวนมากขึ้นเป็น 70% จาก 50% ในชุดการทดสอบที่ 7 ตาข่ายกรองแสงที่เพิ่มลงไปเป็นตัวแทนของระแนงไม้เลื้อยในการป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์ให้กับสวน การทดสอบนี้จะช่วยให้ทราบว่าพื้นที่ร่มเงาที่มากขึ้นกว่าในชุดการทดสอบที่ 7 และให้ร่มเงาแก่พื้นที่ภายนอกอาคารจนเกือบเต็มพื้นที่นี้ จะส่งผลกระทบต่อตัวแปรต่างๆเมื่อเปรียบเทียบกับในชุดการทดสอบที่ผ่านมาหรือไม่



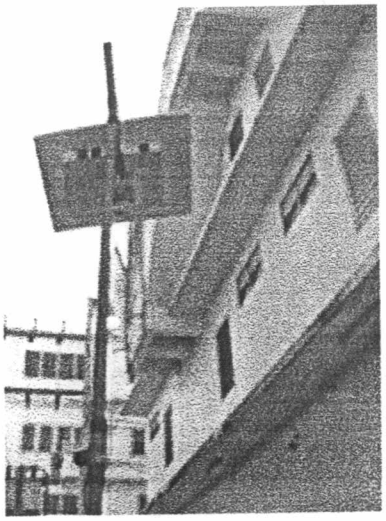
รูปที่ 3.29 แสดงการจัดวางตำแหน่งของตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่ 70% ของพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 8



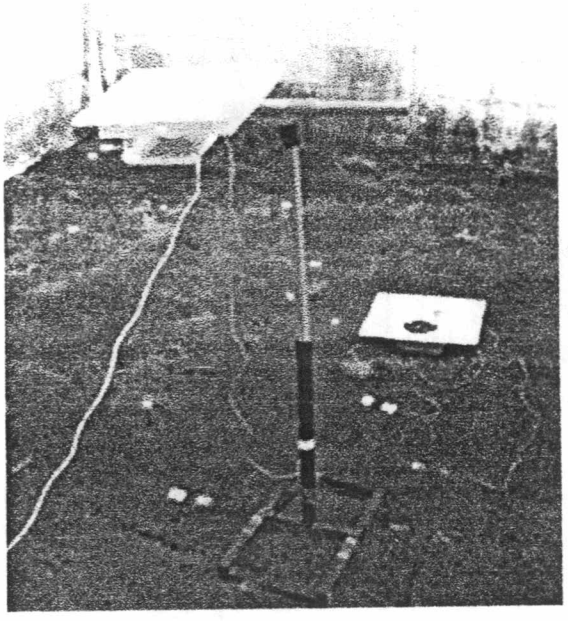
รูปที่ 3.30 แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 ที่เป็นพื้นผิวคอนกรีต ของทุกชุดการทดสอบ



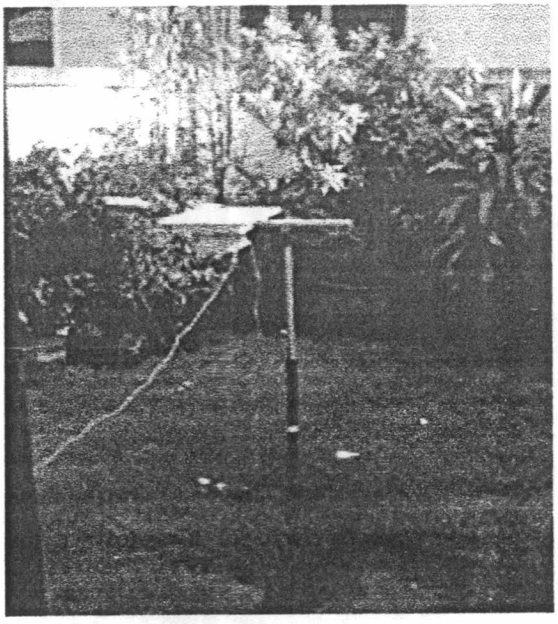
รูปที่ 3.31 แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายในอาคารทดลอง 1 และภายในอาคารทดลอง 2 ของทุกชุดการทดสอบ



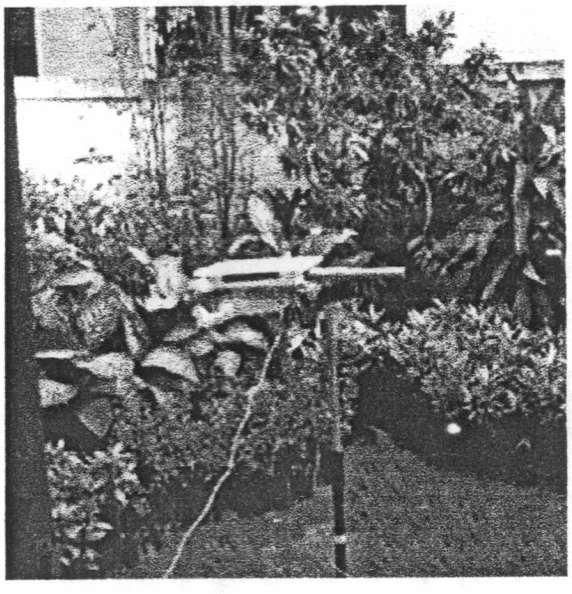
รูปที่ 3.32 แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลอุณหภูมิอากาศปกติและความชื้นสัมพัทธ์ปกติ ของทุกชุดการทดสอบ



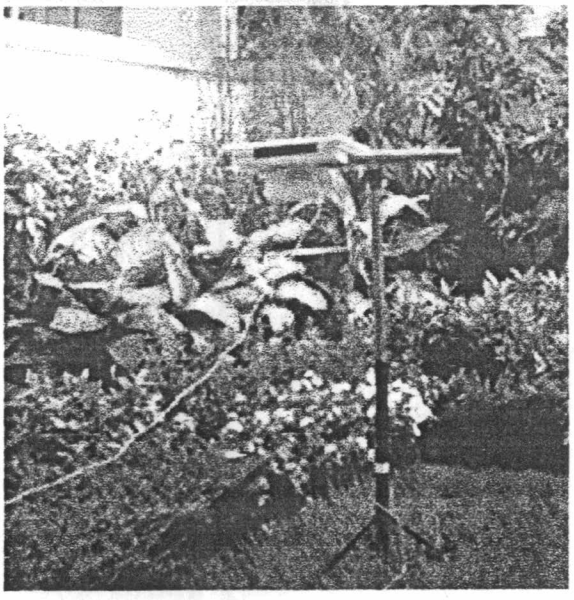
รูปที่ 3.33 แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ของชุดการทดสอบที่ 2



รูปที่ 3.34 แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า และไม้พุ่มใหญ่ ของชุดการทดสอบที่ 3

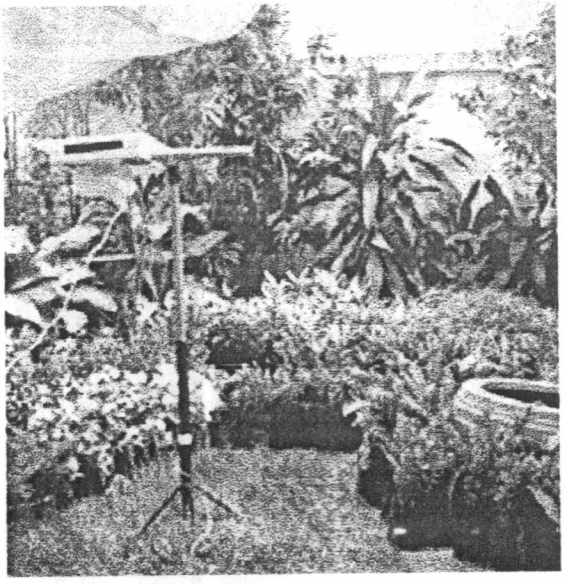


รูปที่ 3.35 แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ และไม้พุ่มกลาง ของชุดการทดสอบที่ 4



รูปที่ 3.36 แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลางและไม้พุ่มเล็ก ของชุดการทดสอบที่ 5

รูปที่ 3.37 แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็กและบ่อน้ำกับน้ำพุ ของชุดการทดสอบที่ 6



รูปที่ 3.38 แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็ก บ่อน้ำกับน้ำพุ และตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่ 50 % ของชุดการทดลองที่ 7

รูปที่ 3.39 แสดงการติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลบริเวณพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่เป็นพื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็กบ่อน้ำกับน้ำพุ และตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่ 70 % ของชุดการทดลองที่ 8

3.5 **วิธีการดำเนินงานวิจัย**

ในงานวิจัยนี้ สามารถที่จะแบ่งขั้นตอนในการทำวิจัยออกได้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาค้นคว้าและเก็บข้อมูลพื้นฐานของการวิจัย

ทำการศึกษาถึงทฤษฎีและหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยสามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 : ตัวแปรต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยและทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน

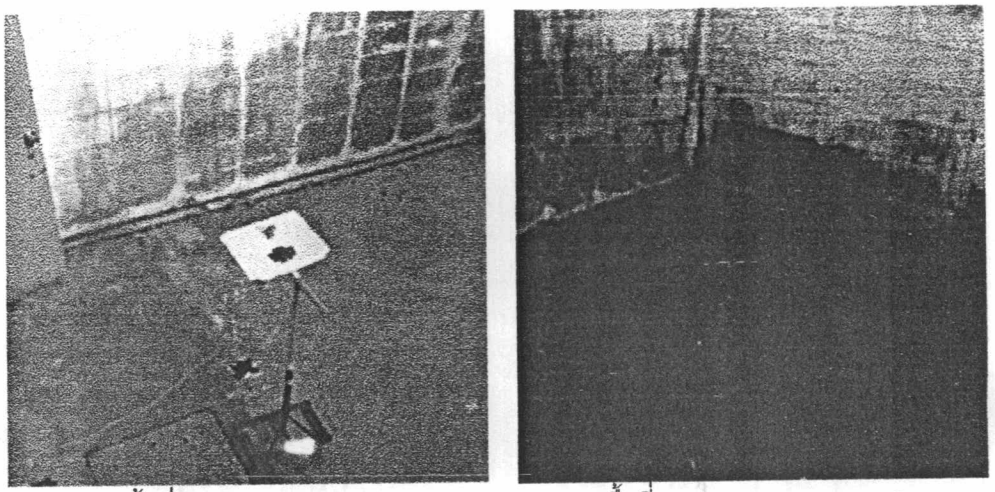
ส่วนที่ 2 : การใช้ประโยชน์จากพืชพรรณในการควบคุมสภาพภูมิอากาศ

ส่วนที่ 3 : รายงานการวิจัยที่มีความเกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดรูปแบบการทดสอบ

การวิจัยเรื่องการลดความร้อนภายนอกอาคารจากการใช้สวนขนาดเล็กนี้ ได้กำหนดรูปแบบการทดสอบขึ้นในอาคารทาวน์เฮาส์ทดลองจำนวน 2 หลังเพื่อที่จะทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าของตัวแปรต่างๆที่ต้องใช้ในการศึกษา จากอาคารทาวน์เฮาส์ทดลองหลังที่ 1 ที่กำหนดให้เป็นอาคารควบคุมโดยมีพื้นที่ภายนอกอาคารเป็นพื้นผิวคอนกรีต เปรียบเทียบกับอาคารทาวน์เฮาส์ทดลองหลังที่ 2 ที่ถูกกำหนดให้เป็นอาคารทดลอง โดยพื้นที่ภายนอกอาคารที่ทำการจัดสวนขนาดเล็กจะมีองค์ประกอบที่ใช้ในการจัดสวนที่แตกต่างกัน โดยจะทำการศึกษาถึงผลกระทบต่อตัวแปรต่างๆ ทั้งภายนอกและภายในอาคาร และสามารถที่จะแบ่งรูปแบบการทดสอบเพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบออกได้เป็น 8 ชุดการทดสอบดังนี้

ชุดการทดสอบที่ 1 ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 ที่ไม่มีการจัดสวนและเป็นพื้นผิวคอนกรีต กับพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่จัดสวนขนาดเล็กโดยมีองค์ประกอบในการจัดสวนคือพื้นผิวดิน

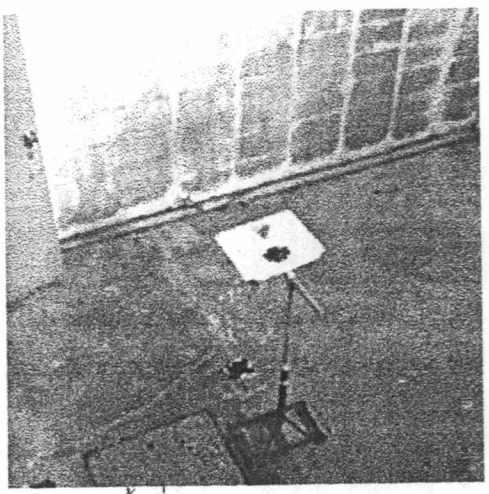


พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 (พื้นผิวคอนกรีต)

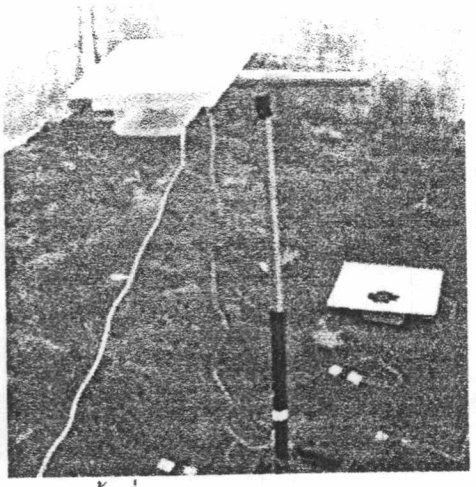
พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 (พื้นผิวดิน)

รูปที่ 3.40 แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 1

ชุดการทดสอบที่ 2 ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 ที่ไม่มีการจัดสวนและเป็นพื้นผิวคอนกรีต กับพื้นภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่จัดสวนขนาดเล็กและมีองค์ประกอบในการจัดสวนประกอบไปด้วย ดินและพื้นผิวหญ้า



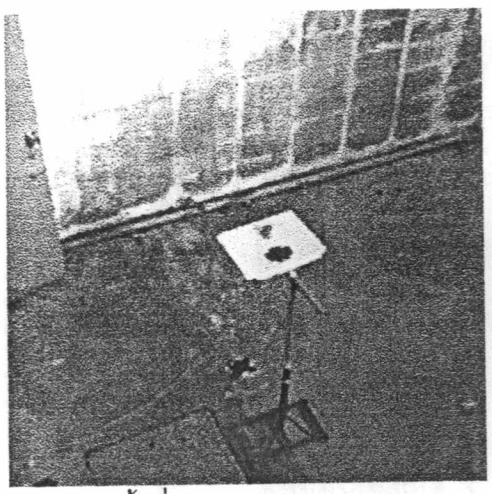
พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1
(พื้นผิวคอนกรีต)



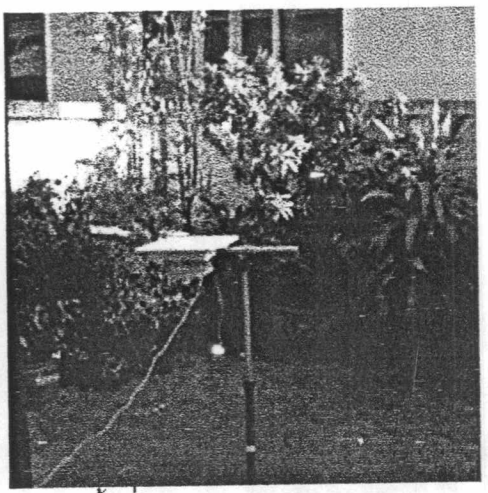
พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2
(พื้นผิวดิน)

รูปที่ 3.41 แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 2

ชุดการทดสอบที่ 3 ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 ที่ไม่มีการจัดสวนและเป็นพื้นผิวคอนกรีต กับพื้นภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่จัดสวนขนาดเล็กและมีองค์ประกอบในการจัดสวนประกอบไปด้วย ดิน พื้นผิวหญ้าและไม้พุ่มใหญ่



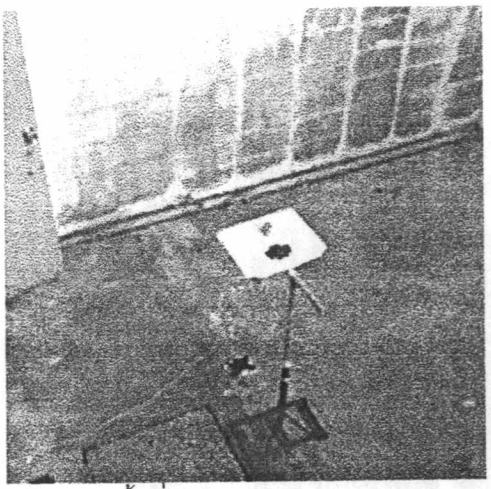
พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1
(พื้นผิวคอนกรีต)



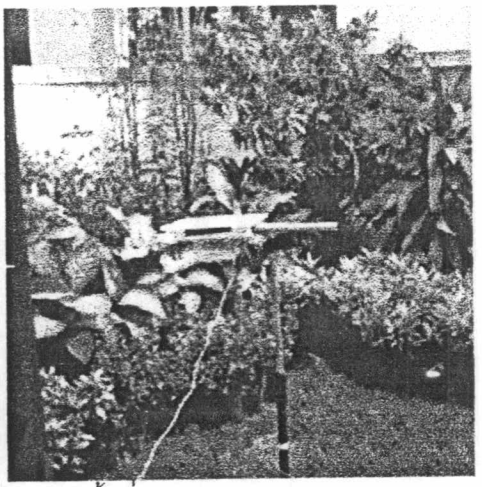
พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2
(ดิน พื้นผิวหญ้าและไม้พุ่มใหญ่)

รูปที่ 3.42 แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 3

ชุดการทดสอบที่ 4 ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 ที่ไม่มีการจัดสวนและเป็นพื้นผิวคอนกรีต กับพื้นภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่จัดสวนขนาดเล็กและมีองค์ประกอบในการจัดสวนประกอบไปด้วย ดิน พื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่และไม้พุ่มกลาง



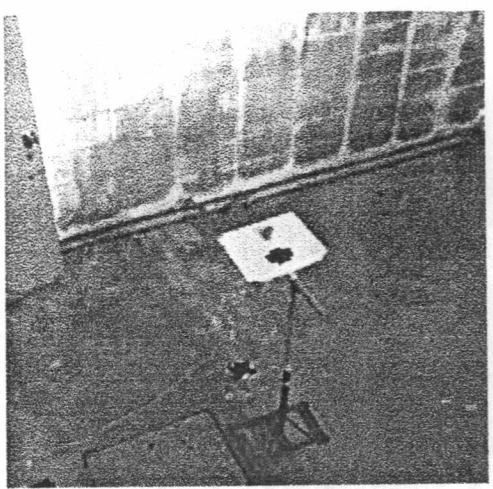
พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1
(พื้นผิวคอนกรีต)



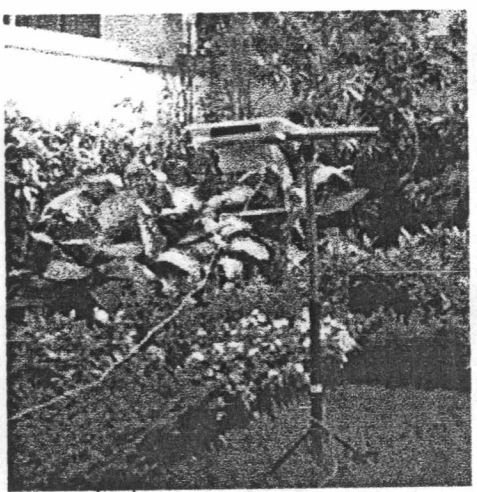
พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2
(ดิน พื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่และไม้พุ่มกลาง)

รูปที่ 3.43 แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 4

ชุดการทดสอบที่ 5 ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 ที่ไม่มีการจัดสวนและเป็นพื้นผิวคอนกรีต กับพื้นภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่จัดสวนขนาดเล็กและมีองค์ประกอบในการจัดสวนประกอบไปด้วย ดิน พื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลางและไม้พุ่มเล็ก



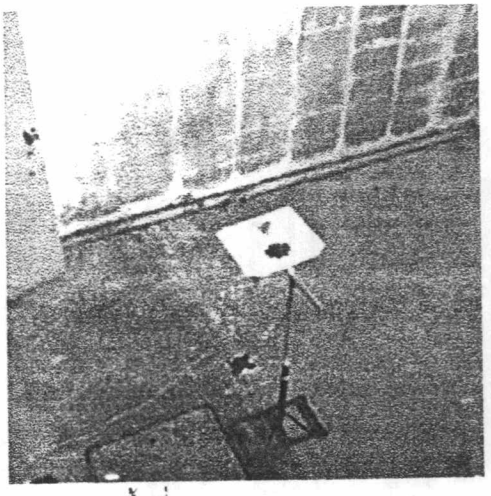
พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1
(พื้นผิวคอนกรีต)



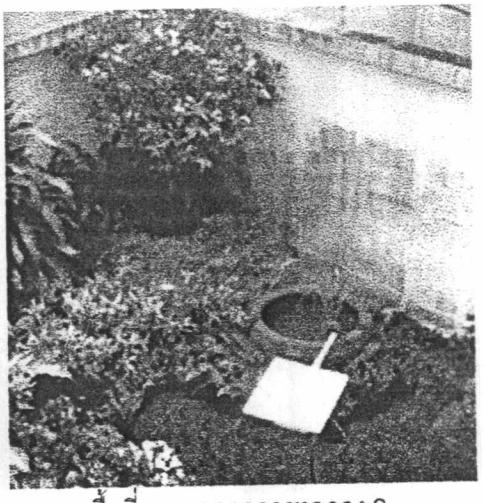
พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2
(ดิน พื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลางและไม้พุ่มเล็ก)

รูปที่ 3.44 แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 5

ชุดการทดสอบที่ 6 ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 ที่ไม่มีการจัดสวนและเป็นพื้นผิวคอนกรีต กับพื้นภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่จัดสวนขนาดเล็กและมีองค์ประกอบในการจัดสวนประกอบไปด้วย ดิน พื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็กและบ่อน้ำกับน้ำพุ



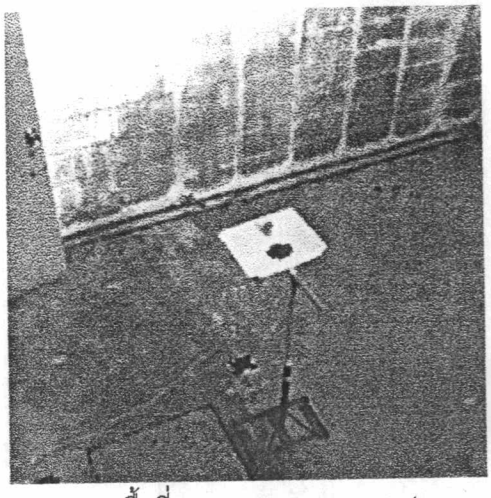
พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1
(พื้นผิวคอนกรีต)



พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2
(ดิน หญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็ก บ่อน้ำกับน้ำพุ)

รูปที่ 3.45 แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 6

ชุดการทดสอบที่ 7 ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 ที่ไม่มีการจัดสวนและเป็นพื้นผิวคอนกรีต กับพื้นภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่จัดสวนขนาดเล็กและมีองค์ประกอบในการจัดสวนประกอบไปด้วย ดิน พื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็ก บ่อน้ำกับน้ำพุ และตาข่ายกรองแสงชนิดกรองแสง 50 % คลุมพื้นที่ 50% ของพื้นที่สวน

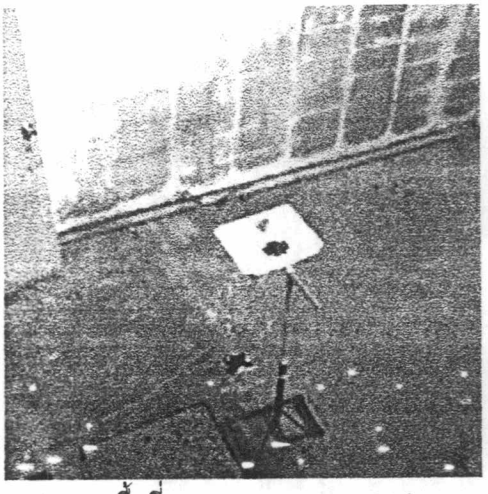


พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1
(พื้นผิวคอนกรีต)

พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2
(ดิน หญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็ก บ่อน้ำกับน้ำพุ-
และตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่ 50%)

รูปที่ 3.46 แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 7

ชุดการทดสอบที่ 8 ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 ที่ไม่มีการจัดสวนและเป็นพื้นผิวคอนกรีต กับพื้นภายนอกอาคารทดลอง 2 ที่จัดสวนขนาดเล็กมีองค์ประกอบในการจัดสวนประกอบไปด้วย ดิน พื้นผิวหญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็ก บ่อน้ำกับน้ำพุ และตาข่ายกรองแสงชนิดกรองแสง 50 % คลุมพื้นที่ 70% ของพื้นที่สวน



พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1
(พื้นผิวคอนกรีต)

พื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2
(ดิน หญ้า ไม้พุ่มใหญ่ ไม้พุ่มกลาง ไม้พุ่มเล็ก บ่อน้ำกับน้ำพุ-
และตาข่ายกรองแสงคลุมพื้นที่ 70%)

รูปที่ 3.47 แสดงพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 1 และพื้นที่ภายนอกอาคารทดลอง 2 ของชุดการทดสอบที่ 8

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจวัดและการบันทึกข้อมูล

การวิจัยเรื่องการลดความร้อนภายนอกอาคารโดยใช้สวนขนาดเล็กนี้ มีจุดประสงค์เพื่อที่จะศึกษาถึงพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆที่ต้องการศึกษาในช่วงเวลาต่างๆของวัน ดังนั้นจึงทำการตรวจวัดและเก็บบันทึกข้อมูลในแต่ละชุดการทดสอบ เป็นช่วงๆ ช่วงละ 48 ชั่วโมงต่อหนึ่งชุดการทดสอบ โดยมีความถี่ทุก 1 ชั่วโมง โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2545 ไปจนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545 เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ขั้นตอนที่ 4 การรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดในแต่ละชุดการทดสอบเพื่อนำมาทำการเปรียบเทียบ โดยกำหนดหัวข้อในการศึกษาเปรียบเทียบไว้ ดังนี้

1. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลองในแต่ละชุดการทดสอบ
2. การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลองในแต่ละชุดการทดสอบ
3. การศึกษาเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลองในแต่ละชุดการทดสอบ
4. การศึกษาเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลองในแต่ละชุดการทดสอบ

ขั้นตอกที่ 5 การวิเคราะห์ผลการวิจัย

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบข้อมูล โดยอาศัยการเปรียบเทียบจากตาราง แผนภูมิและการทดสอบสมมติฐานการวิจัยด้วยวิธีการทางสถิติ โดยจะทำการวิเคราะห์ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์อุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลองของทุกชุดการทดสอบ
2. การวิเคราะห์อุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลองของทุกชุดการทดสอบ
3. การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารทดลองกับอุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดลองของทุกชุดการทดสอบ
4. การวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคารทดลองของทุกชุดการทดสอบ
5. การวิเคราะห์ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารทดลองของทุกชุดการทดสอบ

ขั้นตอนที่ 6 การสรุปผลการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้จากการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลและการทดสอบสมมติฐานการวิจัยนำมาสรุปผลการวิจัยและแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ รวมถึงอธิบายถึงข้อผิดพลาดและความคลาดเคลื่อนต่างๆในการวิจัย เพื่อเสนอแนะแนวทางแก่ผู้สนใจต่อไป