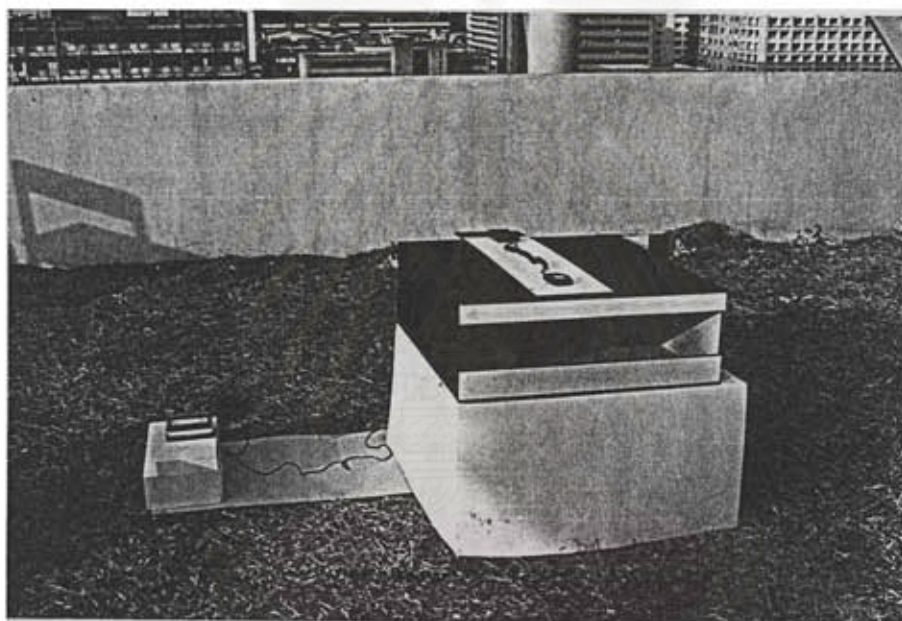


บทที่ 5 หุ่นจำลอง เครื่องมือที่ใช้และขั้นตอนในการทำวิจัย

จากลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไปของห้องเรียน ดังที่ได้กล่าวในบทที่ 2 ผู้วิจัยได้ออกแบบหุ่นจำลองห้องเรียน ขนาด กว้าง x ยาว 9.00 x 9.00 เมตร ความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน 3.00 เมตร ขอบล่างของช่องเปิด(ช่องแสง) อยู่ที่ระดับความสูงจากพื้น 0.90 เมตร ขอบบนของช่องเปิด อยู่ที่ระดับความสูง 2.40 เมตร โดยมีความกว้างของช่องแสงเท่ากับความกว้างของห้องเรียนด้านที่ติดตั้งช่องแสง



รูปที่ 28 รูปแบบหุ่นจำลองมาตรฐานที่ใช้ในงานวิจัย

5.1 หุ่นจำลองที่ใช้ในงานวิจัย

ขนาดมาตราส่วนของหุ่นจำลองที่ใช้ คือขนาดมาตราส่วน 1 : 12.5 ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของเครื่องมือที่ใช้ทำการวัด และเป็นขนาดที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ทำให้สะดวกแก่การเก็บข้อมูลทั้งในและนอกสถานที่

5.1.1 วัสดุที่ใช้

วัสดุที่ใช้ทำหุ่นจำลอง คือโฟมอัดสีดำ ความหนา 5 มิลลิเมตร ผิวทั้งสองด้านของโฟมเป็นกระดาษดำด้าน ทำให้วัสดุนี้มีความทึบแสง แต่ขณะเดียวกันก็มีน้ำหนักไม่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับความหนาของวัสดุ และขนาดของหุ่นจำลอง ทำให้หุ่นจำลองไม่เสียรูป หรือแอ่นตัวได้ง่าย

วัสดุที่ใช้เป็นพื้น ผนัง และฝ้าเพดาน ใช้กระดาษโพลีเอสเตอร์ ที่ได้ทดสอบค่าการสะท้อนแสง โดยมีค่าดังนี้

$$\text{ค่าการสะท้อนแสงของพื้น}(\rho_f) = 30 \%$$

$$\text{ค่าการสะท้อนแสงของผนัง}(\rho_w) = 50 \%$$

$$\text{ค่าการสะท้อนแสงของฝ้าเพดาน}(\rho_c) = 80 \%$$

ซึ่งเป็นค่าที่ได้กำหนดในบทที่ 2 การทดสอบการสะท้อนแสงของวัสดุทำได้โดยใช้ Photometer วัดปริมาณแสงที่สะท้อนออกจากผิววัตถุ (ในที่นี้คือกระดาษที่นำมาทดสอบ) เปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนร้อยละกับปริมาณแสงที่ตกกระทบผิววัตถุ

วัสดุที่ใช้เป็นช่องเปิด คือกระจกใส ความหนา 3 มิลลิเมตร

$$\text{มีค่า Daylight Transmission} = 0.97$$

$$\text{U-value} = 5.995 \text{ watt/sq.m.} \cdot \text{c}$$

$$\text{SC(Shading Coefficient)} = 1$$

เพราะในงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์บังแดดเท่านั้น การกำหนดให้กระจกมีค่า SC(Shading Coefficient)=1 จึงทำให้สะดวกในการคำนวณและการเปรียบเทียบ

5.1.2 การตรวจสอบหุ้नจำลอง

ที่รอยต่อระหว่างผนังโดยรอบของหุ้นจำลอง จะทำการปิดทับอีกชั้นหนึ่งด้วย เทปสีดำ เพื่อป้องกันแสงจากภายนอกที่อาจเข้าสู่ภายในหุ้นจำลองทางรอยต่อนี้ ซึ่งจะทำให้ ค่าความสว่างภายในหุ้นจำลองมีค่าผิดไปจากความเป็นจริงได้ การทดสอบ Leakage และความทึบแสงของหุ้นจำลอง ทำโดยปิดช่องแสงของหุ้นจำลองด้วยวัสดุทึบแสง จากนั้นวัดค่าความสว่างภายในหุ้นจำลองด้วยเครื่องมือวัดแสง Photometer ซึ่งจะตั้งเท่ากับ 0 จึงจะถือว่าหุ้นจำลองนี้ไม่มี Leakage หรือการเล็ดลอดของแสงจากภายนอก เพราะต้องการให้ค่าความสว่างที่เกิดขึ้นภายในหุ้นจำลองเป็นผลมาจากแสงที่ผ่านช่องเปิดเท่านั้น

5.1.3 ตำแหน่งที่ทำการวัด

เนื่องจากการศึกษาเรื่องการให้แสงธรรมชาติจากช่องเปิดด้านข้างนั้น เป็นการศึกษาถึง profile ของแสง ดังนั้นตำแหน่งที่ทำการวัดจะอยู่ในแนว center line และตั้งฉากกับ

ระนาบของช่องเปิด เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างที่ระยะต่างๆจากช่องเปิด การวัดค่าความสว่างจะทำการวัดในระนาบนอน(Horizontal Illuminance) ที่ระยะ 0.75, 2.25, 3.75, 5.25, 6.75 และ 8.25 เมตรจากช่องเปิด ที่ความสูงระดับworking plane สำหรับงานวิจัยนี้ คือความสูงของโต๊ะเขียนหนังสือโดยทั่วไป = 0.75 เมตรจากพื้น

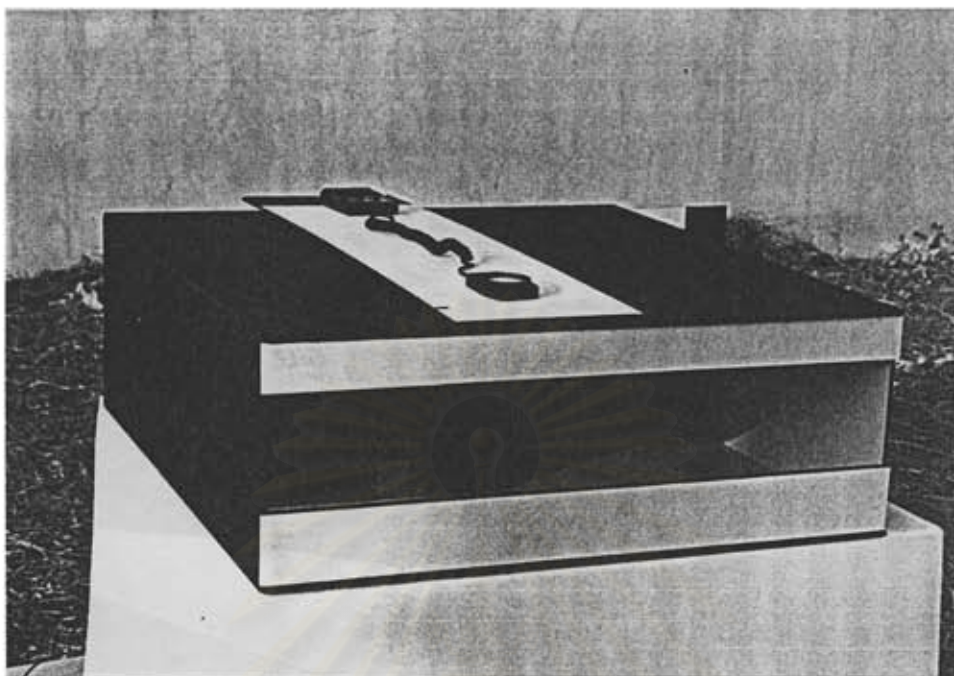
5.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ใช้เครื่องมือวัดแสง(Quantum/Photometer/Radiometer) โดยติดตั้งsensorหรือcellรับแสงไว้ภายในหุ้่นจำลอง ส่วนจอแสดงผลนั้นอยู่ภายนอกหุ้่นจำลองโดยตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกในการอ่านข้อมูล และไม่มีผลกระทบกับค่าความสว่าง และการกระจายแสงภายในหุ้่นจำลอง ติดตั้งsensorไว้ในกล่องสี่เหลี่ยมโดยให้ระดับความสูงของsensorอยู่ที่ระดับที่ใช้ในงานวิจัยคือ0.75 เมตร การเก็บข้อมูลที่ระยะต่างๆภายในหุ้่นจำลองเพื่อให้ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลมีความเที่ยงตรง และมีความสะดวกในการทำงานจึงติดตั้งสายของ sensorประกอบเข้ากับไฟมอดตัดเป็นแท่งยาวแล้วหุ้มด้วยกระดาษแข็ง และมีเครื่องหมายบอกตำแหน่งของsensorเมื่ออยู่ที่ระยะต่างๆโดยสามารถสังเกตจากภายนอกได้

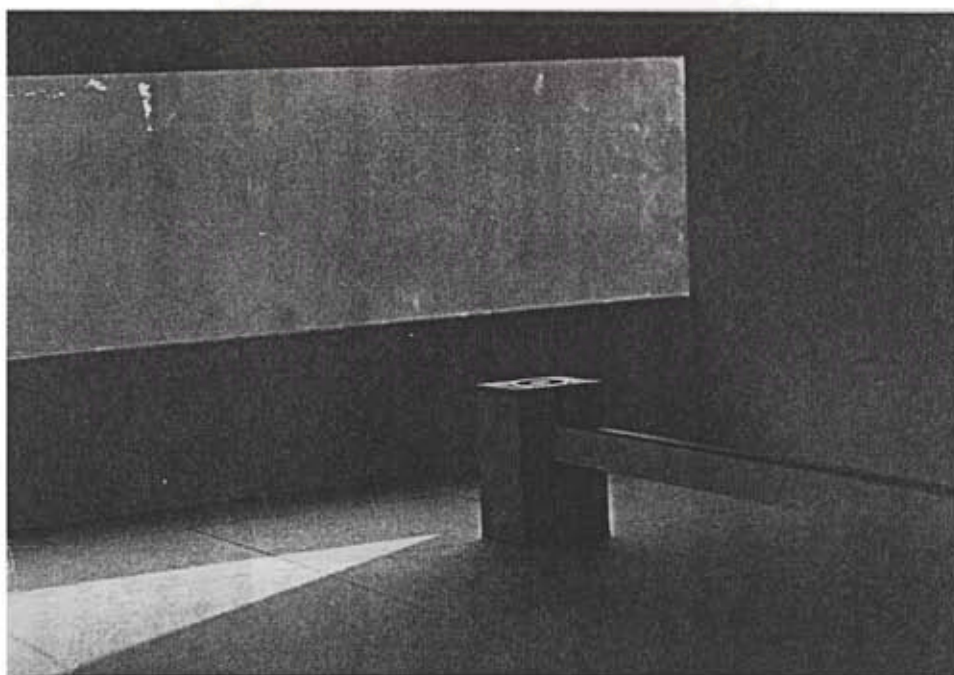


รูปที่ 29 เครื่องมือที่ใช้วัดค่าความสว่าง

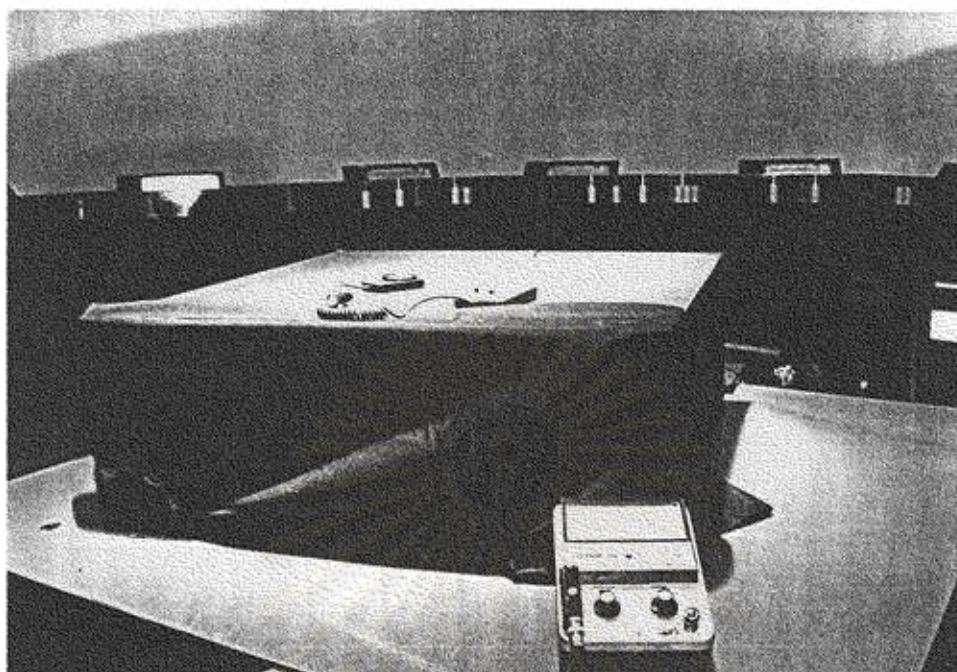
(Quantum/Radiometer/Photometer)



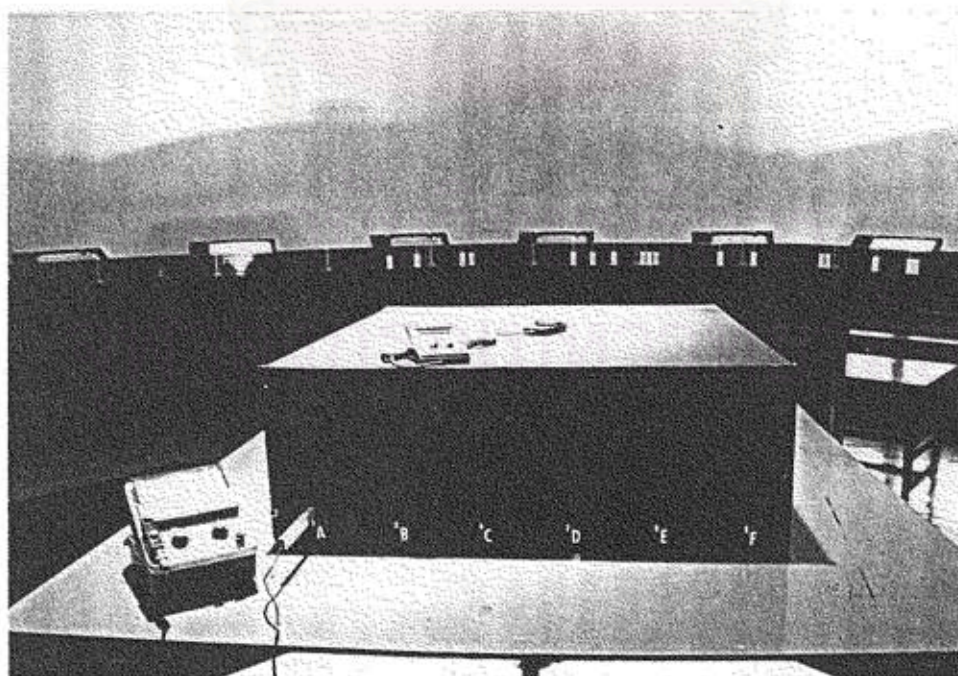
รูปที่ 30 หุ่นจำลองที่ใช้ในงานวิจัย



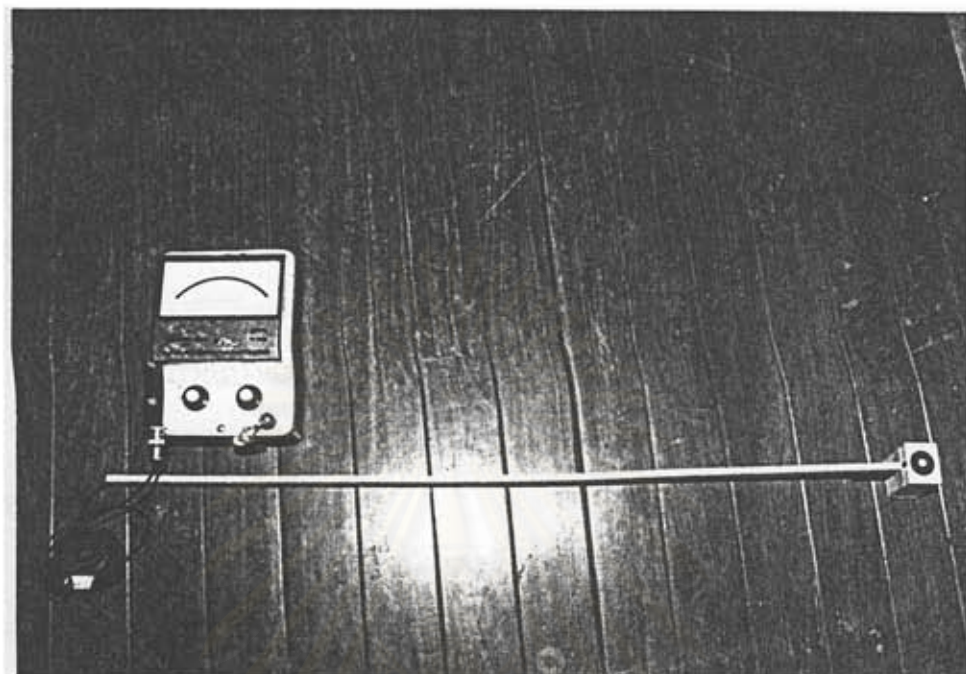
รูปที่ 31 กล้องที่ใช้ในการติดตั้งsensor ให้อยู่ในระดับworking plane



รูปที่ 32 การทดสอบความทึบแสงของหุ่นจำลอง



รูปที่ 33 การต่อ sensor ที่อยู่ภายในหุ่นจำลอง กับจอแสดงผลภายนอกหุ่นจำลอง



รูปที่ 34

ชุดเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความสว่าง(sensor+ก้านสำหรับเลื่อนตำแหน่ง+จอแสดงผล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 รูปแบบของอุปกรณ์บังแดดที่ใช้ในการทำวิจัย

การออกแบบอุปกรณ์บังแดดที่ใช้ในงานวิจัย จะทำการศึกษาเปรียบเทียบกับหุ่นจำลองมาตรฐานซึ่งเป็นหุ่นจำลองที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดด มีขนาดและรูปแบบของช่องเปิดเช่นเดียวกับหุ่นจำลองแบบอื่นๆ รูปแบบของอุปกรณ์บังแดดที่ใช้ในงานวิจัยจะแบ่งตามลักษณะการวางตัวของอุปกรณ์บังแดดออกเป็น

5.3.1 อุปกรณ์บังแดดในแนวนอน (Horizontal Shading Devices)

ซึ่งจะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยอีกตามระยะที่ยื่นออกจากอาคาร เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบว่า

- ระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดที่แตกต่างกัน มีผลให้ค่าความสว่างภายในอาคารแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- ระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดที่แตกต่างกันมีผลให้ลักษณะการกระจายแสงภายในอาคารแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- ระยะยื่นของอุปกรณ์บังแดดที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ความสามารถในการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด และการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารแตกต่างกันหรือไม่ เพียงใด

โดยทำการศึกษากับหุ่นจำลอง M2, M3 และ M4 ที่มีระยะยื่น 1.2, 1.5 และ 1.8 เมตร ตามลำดับ

5.3.2 อุปกรณ์บังแดดแบบscreen (Screen Shading Device)

ซึ่งจะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยอีกตามระยะที่ยื่นออกจากอาคาร, ความกว้างของscreen, ระยะห่างระหว่างscreen เพื่อทำการศึกษาว่า

- ระยะยื่นและความกว้างของscreen ที่แตกต่างกัน มีผลให้ค่าความสว่างภายในอาคารแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- ระยะยื่นและความกว้างของscreen ที่แตกต่างกัน มีผลให้ลักษณะการกระจายแสงภายในอาคารแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- ระยะยื่นและความกว้างของscreen ที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ความสามารถในการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดและการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารแตกต่างกันหรือไม่ เพียงใด

โดยทำการศึกษากับหุ่นจำลอง M6, M7 และ M8

5.3.3 อุปกรณ์บังแดดในแนวตั้ง (Vertical Shading Devices)

เพื่อทำการศึกษเปรียบเทียบว่า ระยะยื่นที่เท่ากันของอุปกรณ์บังแดดในแนวตั้ง อุปกรณ์บังแดดในแนวนอน และอุปกรณ์บังแดดแบบEggcrete อุปกรณ์บังแดดแบบใดจะมีความสามารถในการบังแดด มีความสามารถในการกระจายแสงเข้าสู่อาคาร และลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่ากัน

โดยทำการศึกษากับหุ่นจำลองM5 เปรียบเทียบกับหุ่นจำลองM3, M6 และ M8

5.3.4 อุปกรณ์บังแดดแบบEggcrete (Eggcrete Shading Devices)

ซึ่งจะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยอีกตามระยะยื่น ความกว้างของEggcrete และความถี่ของEggcrete เพื่อทำการศึกษว่า

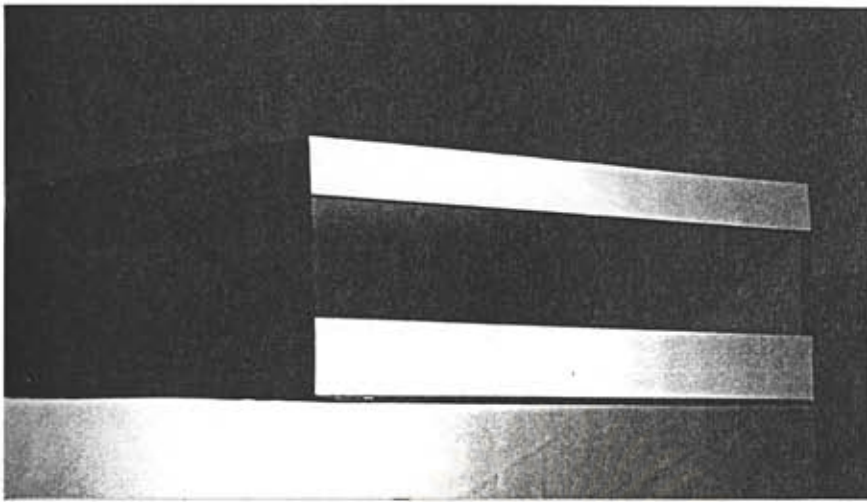
- ระยะยื่น ขนาดความกว้างและความถี่ของEggcrete ที่แตกต่างกัน จะมีผลทำให้ค่าความสว่างภายในอาคารแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- ระยะยื่น ขนาดความกว้างและความถี่ของEggcreteที่แตกต่างกัน จะมีผลทำให้ลักษณะการกระจายแสงภายในอาคารแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
- ระยะยื่น ขนาดความกว้างและความถี่ของEggcrete ที่แตกต่างกัน จะมีผลทำให้ความสามารถในการบังแดดของอุปกรณ์บังแดด และการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารแตกต่างกันหรือไม่ เพียงใด

โดยทำการศึกษเปรียบเทียบหุ่นจำลองM9 กับ M10

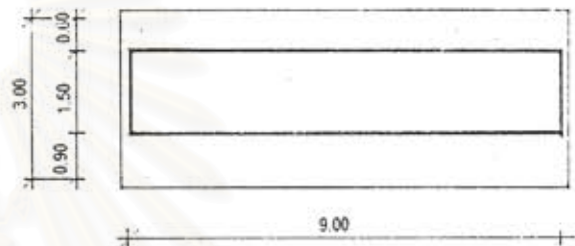
5.3.5 อุปกรณ์บังแดดแบบผสม

เพื่อทำการศึกษว่า การใช้อุปกรณ์บังแดดในแนวนอน และแนวตั้ง มาประกอบกันในลักษณะต่างๆ อุปกรณ์บังแดดลักษณะใดจะมีความสามารถในการบังแดด มีความสามารถในการกระจายแสงเข้าสู่อาคาร และลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่ากัน

โดยทำการศึกษากับหุ่นจำลอง M11, M12 และ M13

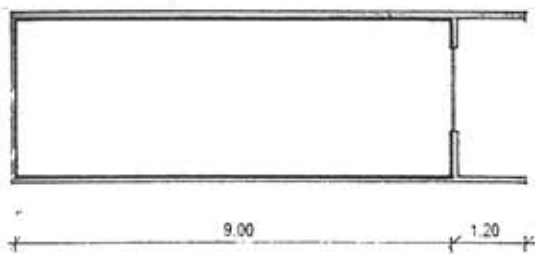
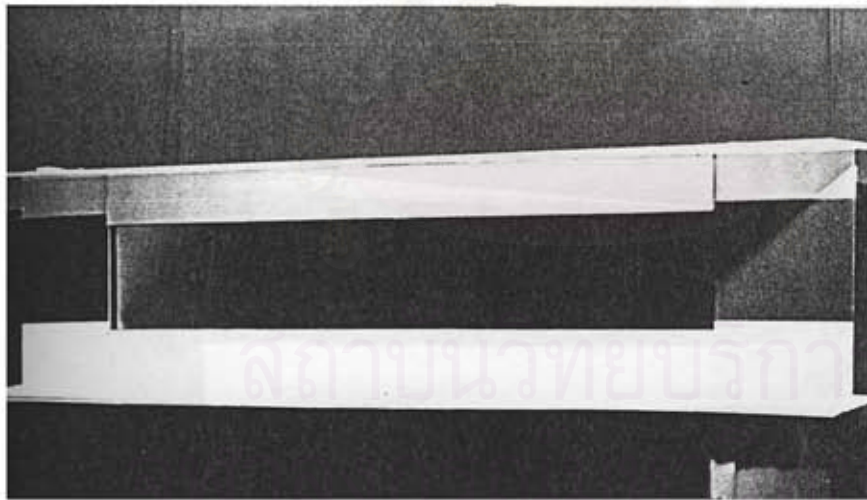


รูปตัด

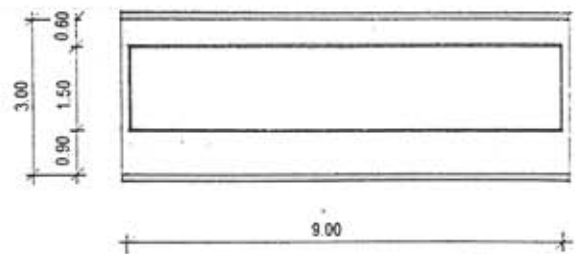


รูปด้านหน้า

รูปที่ 35 หุ่นจำลองแบบที่ 1

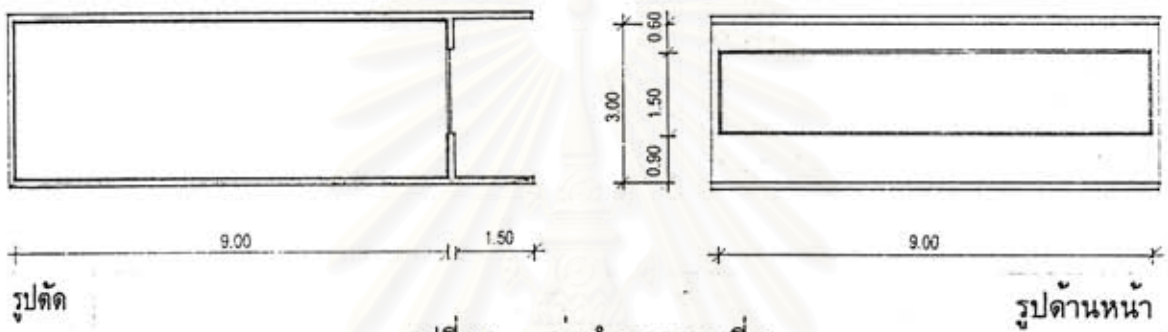
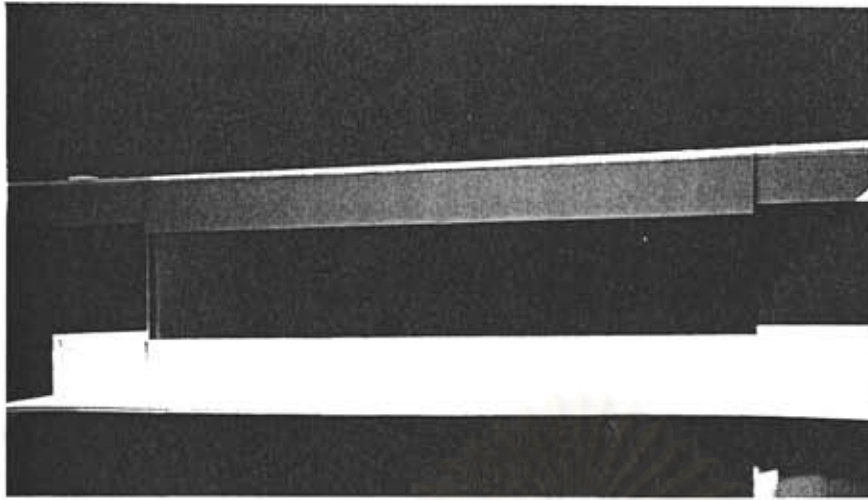


รูปตัด

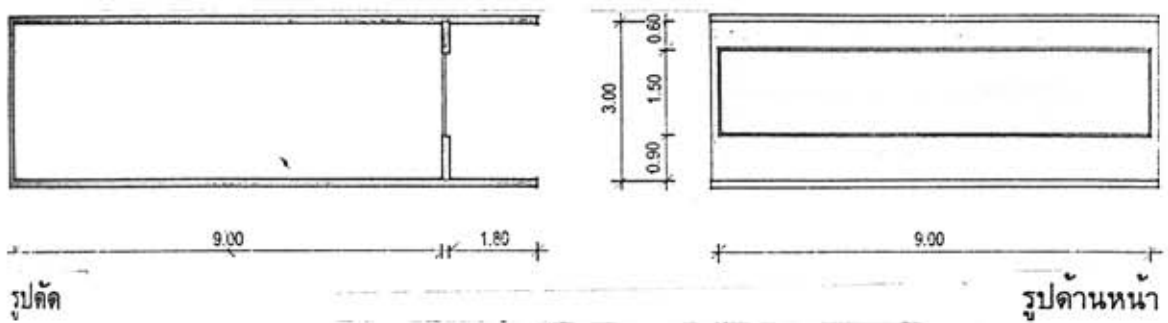
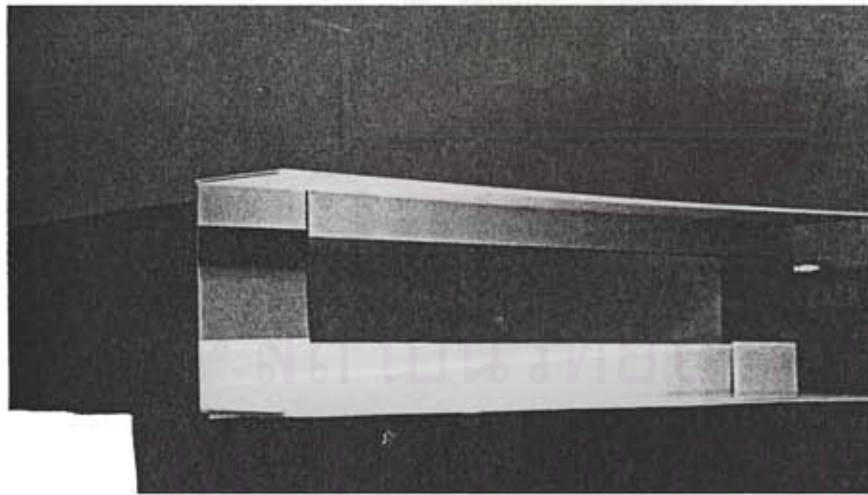


รูปด้านหน้า

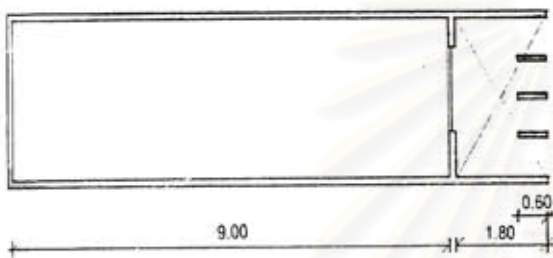
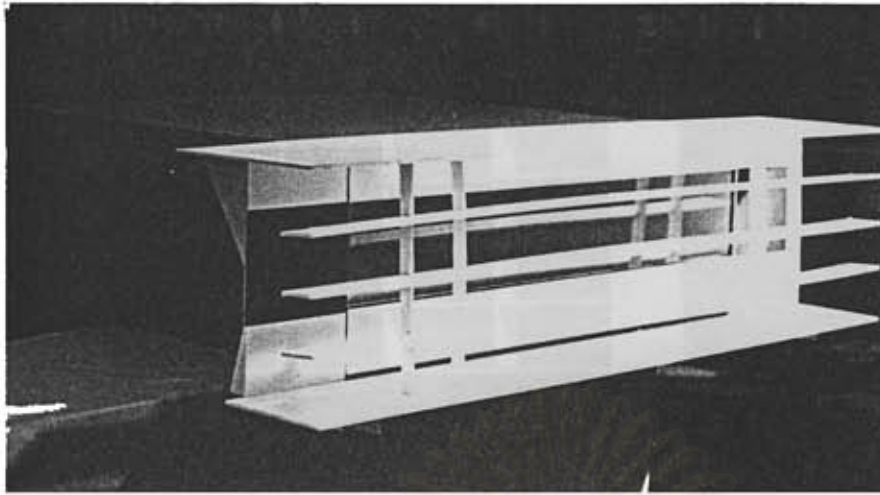
รูปที่ 36 หุ่นจำลองแบบที่ 2



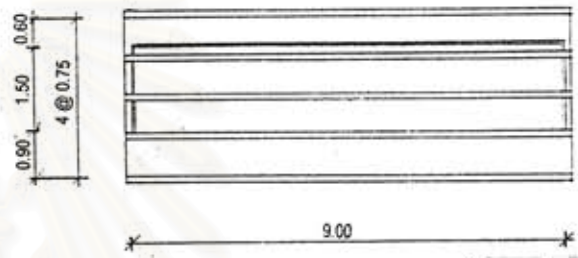
รูปที่ 37 หุ่นจำลองแบบที่ 3



รูปที่ 38 หุ่นจำลองแบบที่ 4

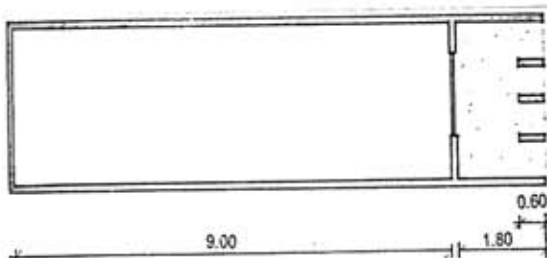
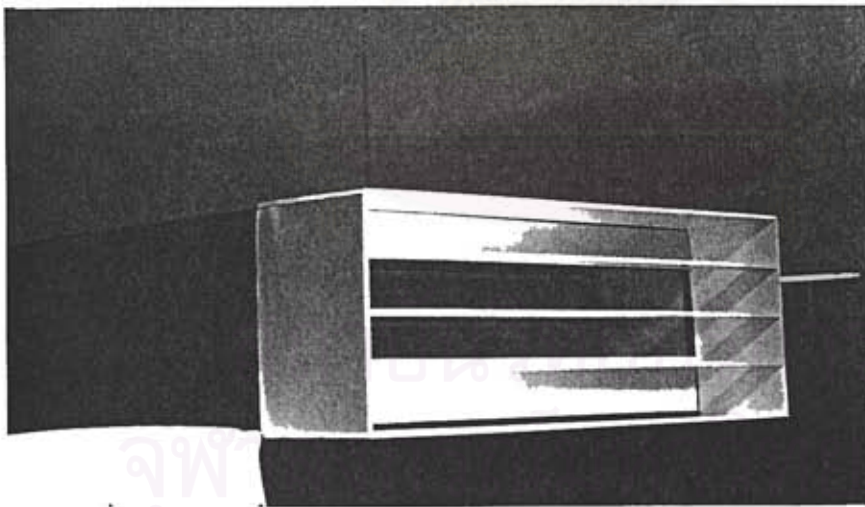


รูปตัด

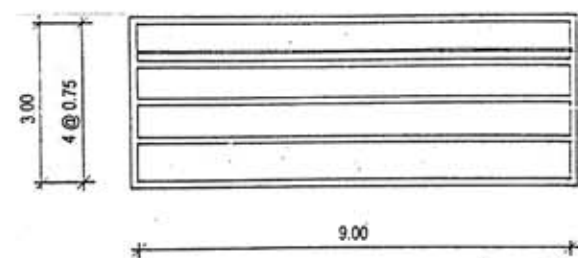


รูปด้านหน้า

รูปที่ 41 หุ่นจำลองแบบที่ 7

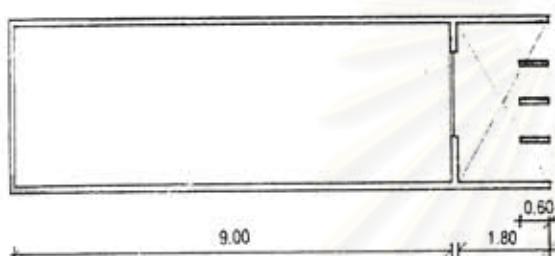
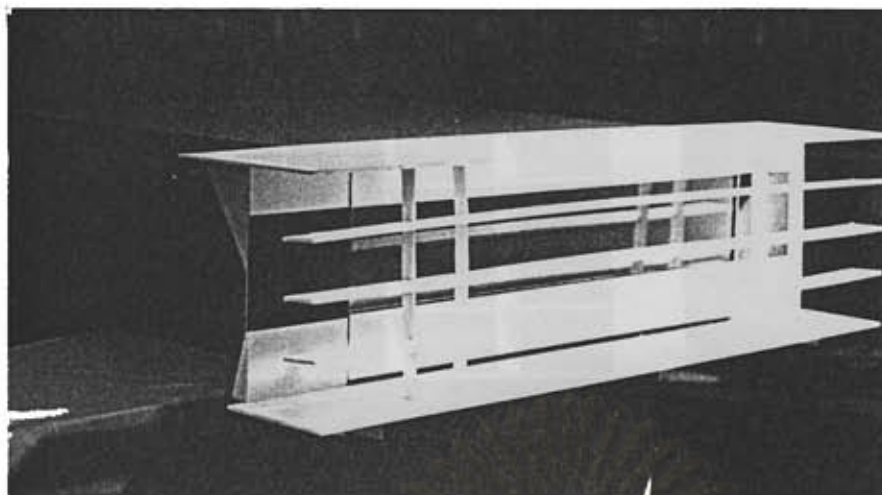


รูปตัด

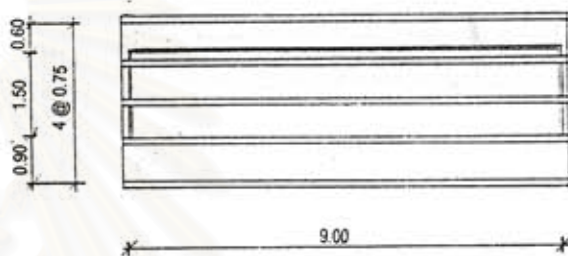


รูปด้านหน้า

รูปที่ 42 หุ่นจำลองแบบที่ 8

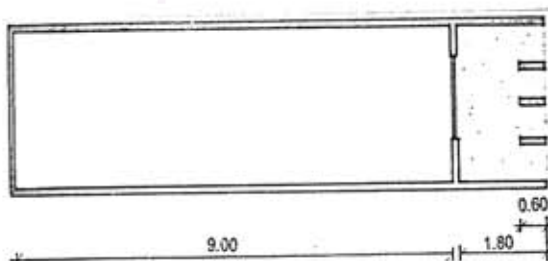
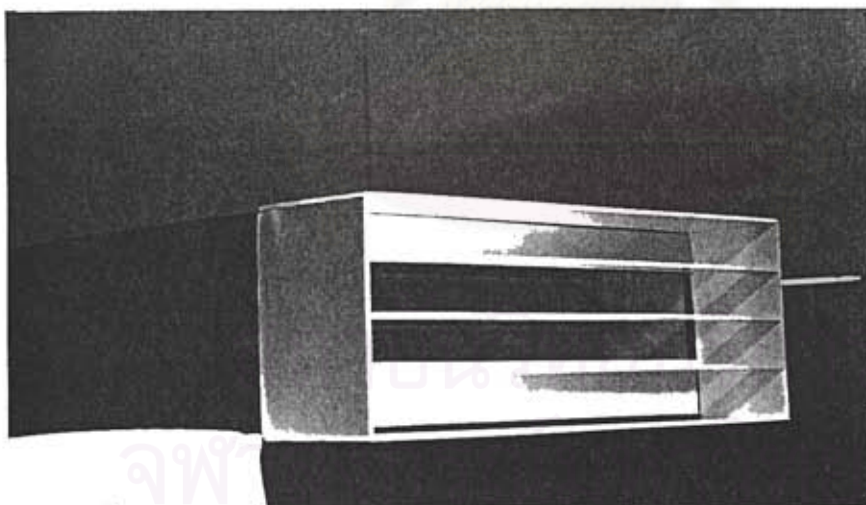


รูปตัด

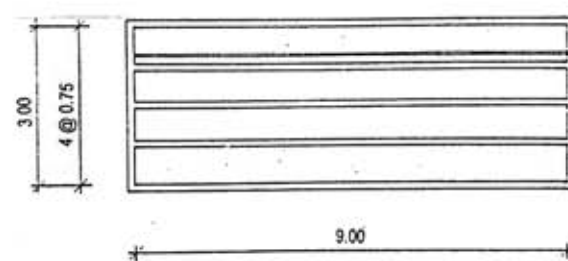


รูปด้านหน้า

รูปที่ 41 หุ่นจำลองแบบที่ 7

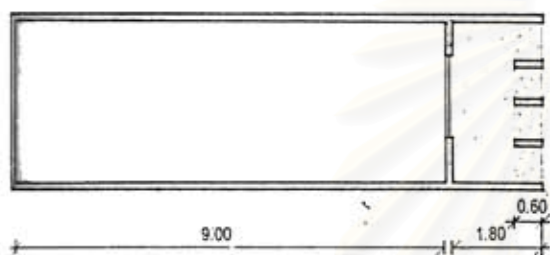
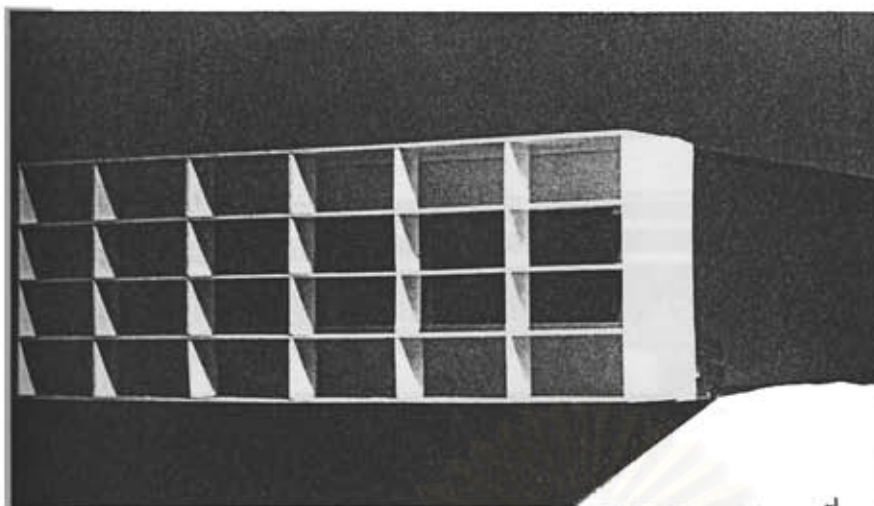


รูปตัด

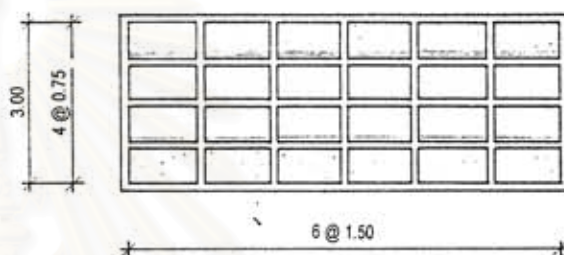


รูปด้านหน้า

รูปที่ 42 หุ่นจำลองแบบที่ 8

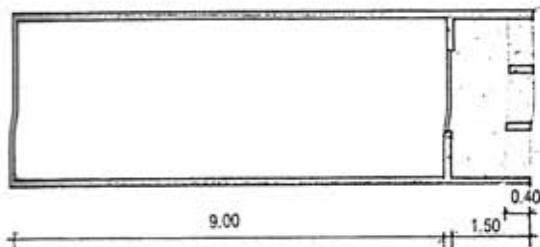
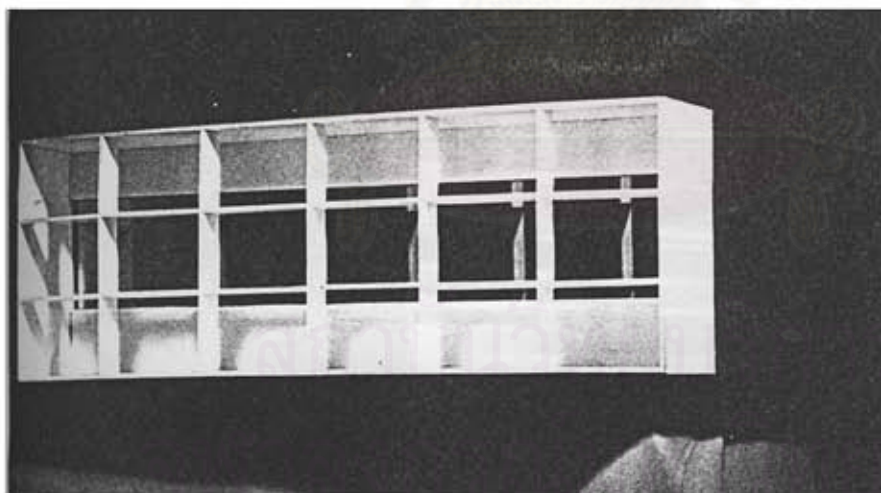


รูปตัด

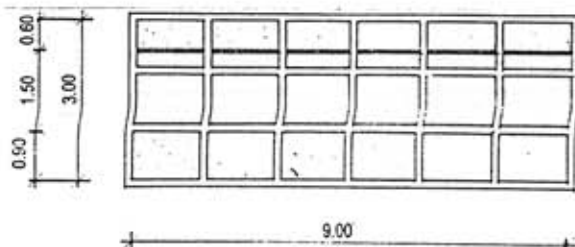


รูปด้านหน้า

รูปที่ 43 หุ่นจำลองแบบที่ 9

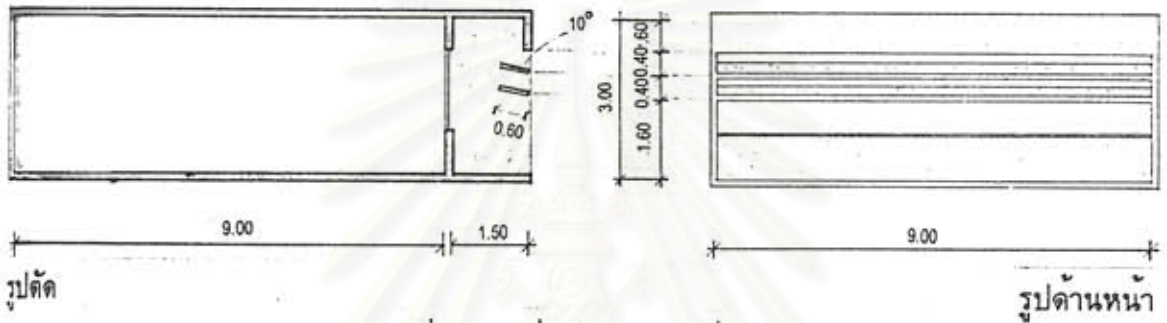
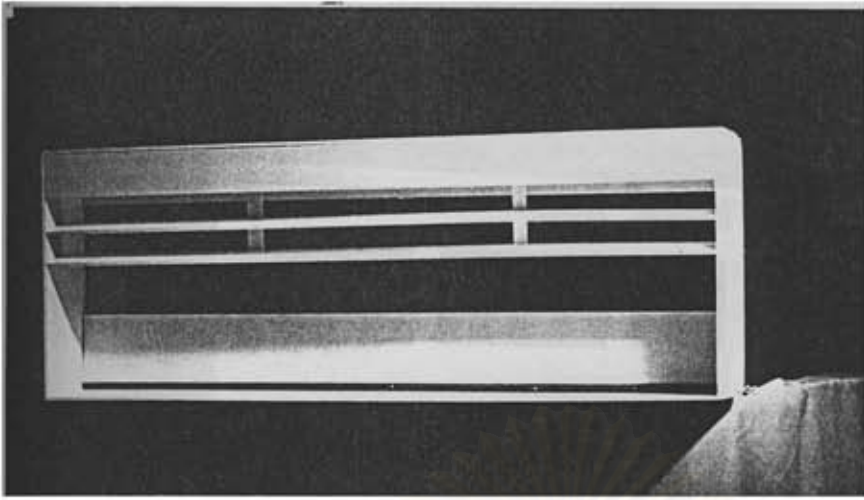


รูปตัด

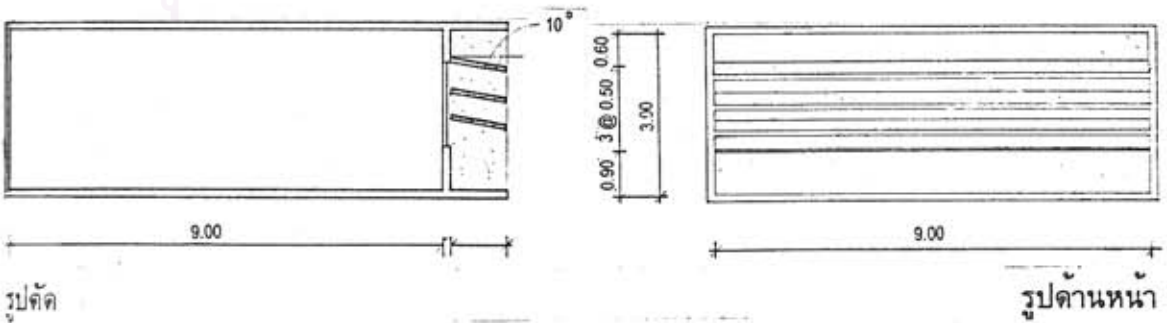
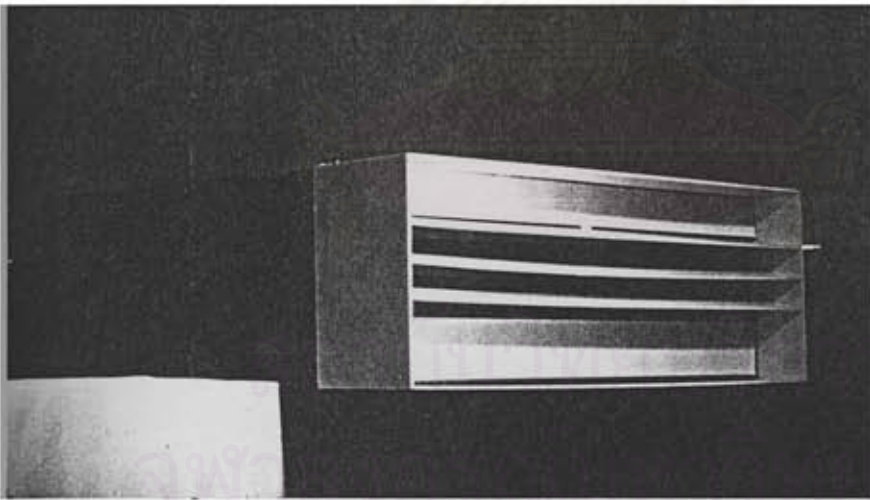


รูปด้านหน้า

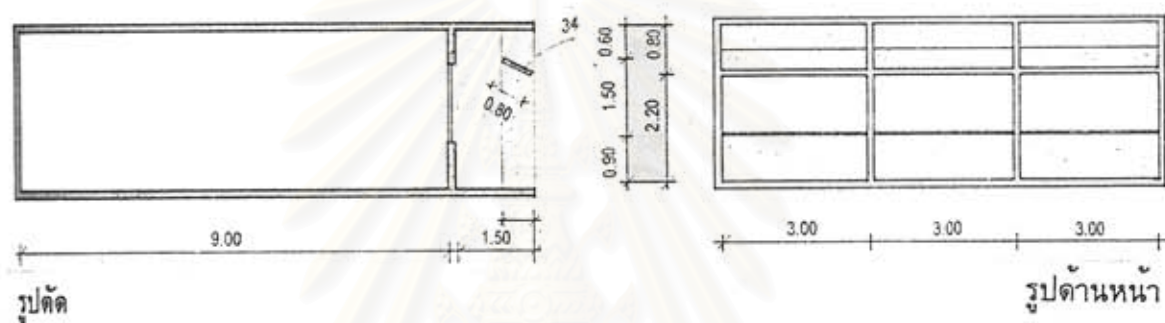
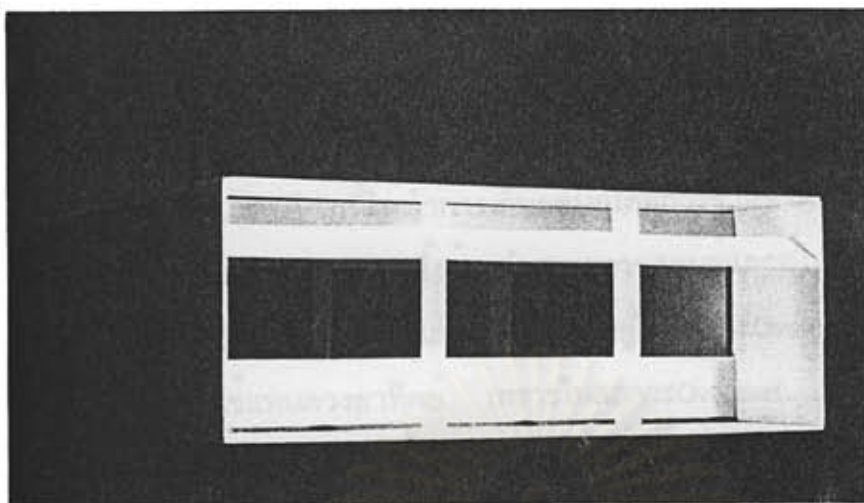
รูปที่ 44 หุ่นจำลองแบบที่ 10'



รูปที่ 45 หุ่นจำลองแบบที่ 11



รูปที่ 46 หุ่นจำลองแบบที่ 12



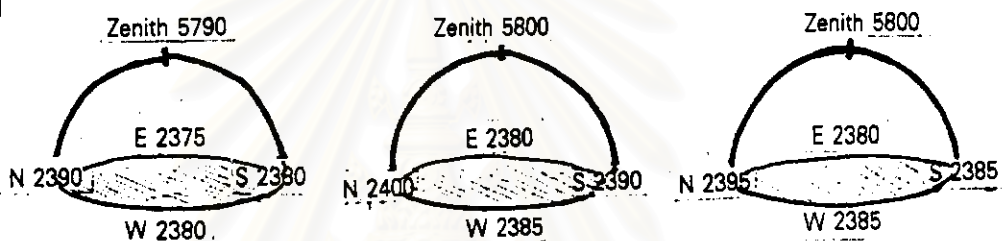
รูปที่ 47 หุ่นจำลองแบบที่ 13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 ขั้นตอนในการทำงานวิจัย

5.4.1 การตรวจสอบSkydome

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการจำลองตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่วันเวลาต่างๆภายในSkydome ซึ่งต้องทำการตรวจสอบว่าภายในSkydomeมีการกระจายแสงสม่ำเสมอหรือไม่โดยจำลองภายในSkydome ให้อยู่ในสภาวะOvercast Sky ทำการเปิดไฟโดยรอบยกเว้นดวงที่ใช้แทนดวงอาทิตย์ เพราะในสภาวะOvercast Skyโดยสมบูรณ์นั้น จะไม่สามารถสังเกตเห็นดวงอาทิตย์ได้ ตรวจสอบค่าความสว่างในแนวราบ และค่าความสว่างในแนวตั้งในทิศทางต่างๆ ซึ่งจากทฤษฎี ในสภาวะ Overcast Skyค่าความสว่างในแนวราบ : ค่าความสว่างในแนวตั้ง จะเท่ากับ 2.5 : 1 ซึ่งจากการตรวจสอบใน Skydome พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับทฤษฎี



รูปที่ 48 การตรวจสอบค่าความสว่างในแนวราบและแนวตั้งภายในSkydome

5.4.2 การวัดค่าความสว่างของSkydome

ในสภาพท้องฟ้าจริงค่าความสว่างของท้องฟ้าในแนวราบที่วันเวลาต่างๆมีค่าแตกต่างกันตามมุมในแนวตั้งของดวงอาทิตย์ที่ทำกับโลก(Altitude) ในวันที่ท้องฟ้าไม่ได้รับผลกระทบจากเมฆ(Clear Day) หากมุมAltitudeมีค่ามากซึ่งก็คือIncident Angle มีค่าเข้าใกล้ 1 จะก่อให้เกิดค่าความสว่างในแนวราบสูงสุด ในงานวิจัยได้ทำการจำลองตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ณ.Latitudeที่14° Nตามวันเวลาที่ดวงอาทิตย์อ้อมเหนือสูงสุด(summer solstice) ดวงอาทิตย์อ้อมใต้สูงสุด(winter solstice)และequinox วัดค่าความสว่างของท้องฟ้า(ภายในSkydome) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับอัตราส่วนระหว่างปริมาณการส่องสว่างภายในหุ่นจำลองและปริมาณการส่องสว่างภายนอกหุ่นจำลอง

5.4.3 การวัดการกระจายแสงภายในหุ่นจำลอง

ทำการวัดค่าความสว่างภายในหุ่นจำลองที่ระยะจากช่องเปิด ดังที่ได้กล่าวแล้วในข้อ5.1.3 โดยจำลองตำแหน่งของดวงอาทิตย์ตามวันเวลาต่างๆดังที่ได้แสดงในตารางที่3 (บทที่6) ทำการวัดค่าการกระจายแสงภายในหุ่นจำลองที่มีอุปกรณ์บังแดดรูปแบบต่างๆ โดยแยกออกเป็น 4 กรณี คือ หุ่นจำลองที่หันช่องเปิดไปทางทิศเหนือ ตะวันออก ใต้ และตะวันตก

ในงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็นการเก็บข้อมูลในสภาวะต่างๆ เพื่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ดังนี้

1. หุ่นจำลองที่หันช่องเปิดไปทางทิศเหนือ

ทำการเก็บข้อมูล	วันที่ 21 มีนาคมและ 24 กันยายน
	วันที่ 22 มิถุนายน
	วันที่ 22 ธันวาคม
กับอุปกรณ์บังแดด	13 รูปแบบ
รวม	39 การทดสอบ
 2. หุ่นจำลองที่หันช่องเปิดไปทางทิศตะวันออก

ทำการเก็บข้อมูล	วันที่ 21 มีนาคมและ 24 กันยายน
	วันที่ 22 มิถุนายน
	วันที่ 22 ธันวาคม
กับอุปกรณ์บังแดด	13 รูปแบบ
รวม	39 การทดสอบ
 3. หุ่นจำลองที่หันช่องเปิดไปทางทิศใต้

ทำการเก็บข้อมูล	วันที่ 21 มีนาคมและ 24 กันยายน
	วันที่ 22 มิถุนายน
	วันที่ 22 ธันวาคม
กับอุปกรณ์บังแดด	13 รูปแบบ
รวม	39 การทดสอบ
 4. หุ่นจำลองที่หันช่องเปิดไปทางทิศตะวันตก

ทำการเก็บข้อมูล	วันที่ 21 มีนาคมและ 24 กันยายน
	วันที่ 22 มิถุนายน
	วันที่ 22 ธันวาคม
กับอุปกรณ์บังแดด	13 รูปแบบ
รวม	39 การทดสอบ
- รวม 156 การทดสอบ
- ดังรายละเอียดที่ปรากฏในตารางที่ 3