# บทที่ 4 การออกแบบหน้าต่างกับอุปกรณ์บังแดดและวิธีทดสอบ

## 4.1 การออกแบบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดด

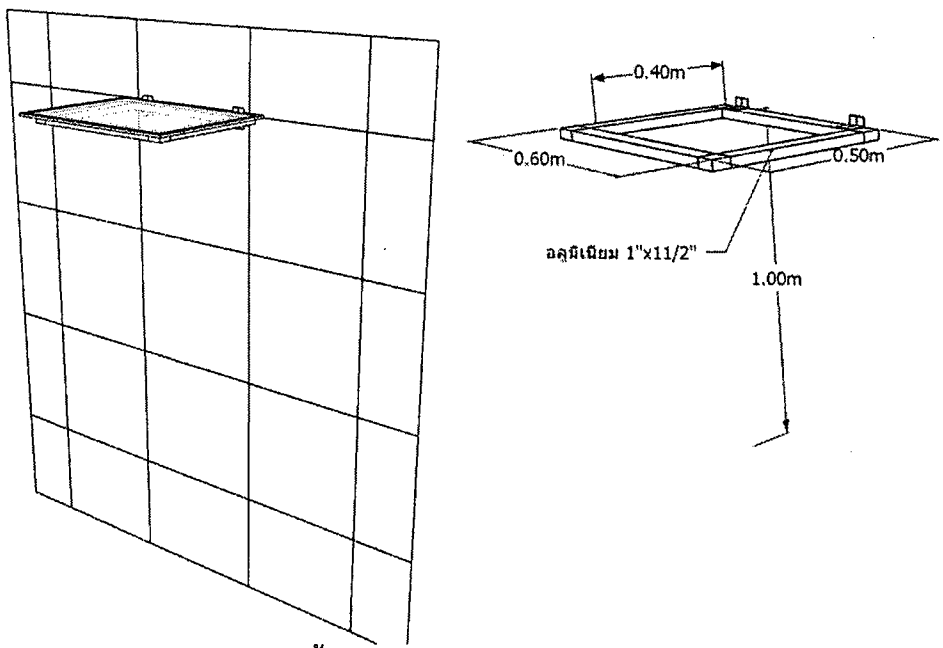
หน้าต่างที่ใช้เป็นหน้าต่างที่มีลักษณะทั่วไปที่นิยมใช้ในการติดตั้งกับบ้านพักอาศัยคือใช้หน้าต่างบานเปิดเดี่ยวที่มีวัสดุประกอบแต่งต่างกัน

- หน้าต่างกรอบอลูมิเนียมขนาด 2"x1" บานกระจกใสหนา 5 มิลลิเมตร
- หน้าต่างกรอบไม้ขนาด 2"x1" บานกระจกใสหนา 5 มิลลิเมตร ลูกฟักไม้
- หน้าต่างกรอบไม้ขนาด 2"x1" บานไม้หนา 12 มิลลิเมตร

การออกแบบอุปกรณ์บังแดดได้ทำการออกแบบอุปกรณ์บังแดดเป็นส่วนๆ เพื่อสะดวกในการประกอบและสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสมคือ

1. อุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชิ้น
2. อุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง
3. อุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง
4. ชุดหน้าต่างสองชั้นบานเกล็ดไม้เปิดได้

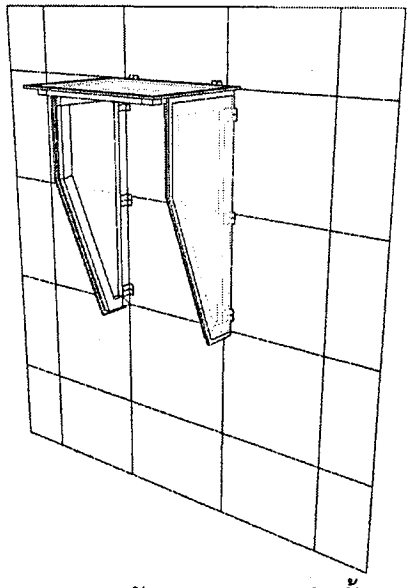
1. อุปกรณ์บังแดดแนวนอน

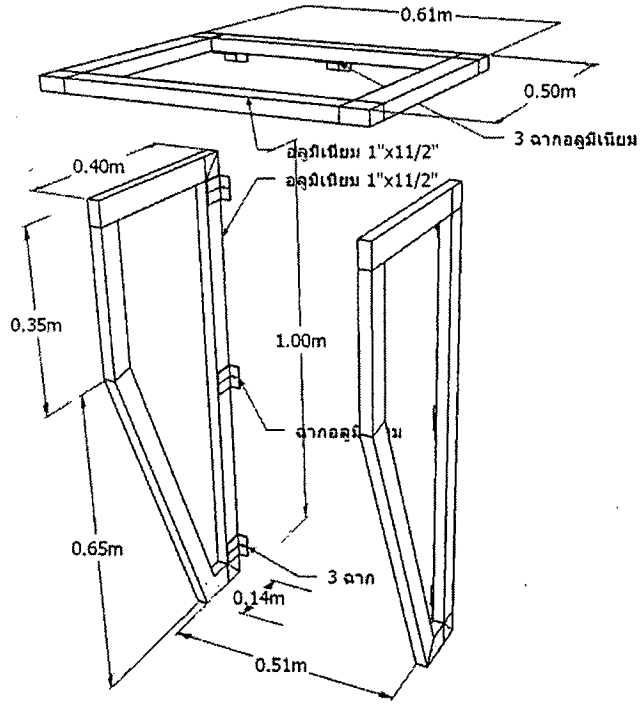



ลักษณะและการติดตั้ง โครงสร้างและวัสดุประกอบ

ภาพที่ 4.1 อุปกรณ์บังแดดแนวนอน

2. อุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง

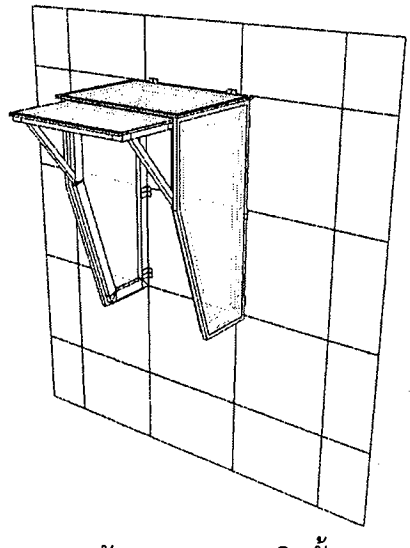


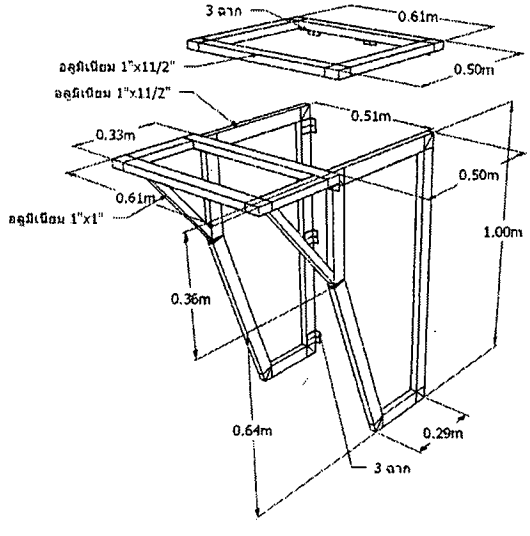



ลักษณะและการติดตั้ง โครงสร้างและวัสดุประกอบ

ภาพที่ 4.2 อุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง

3. อุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง






ลักษณะและการติดตั้ง โครงสร้างและวัสดุประกอบ

ภาพที่ 4.3 อุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง

วัสดุประกอบอุปกรณ์บังแดดประกอบด้วย

1. กล่องอลูมิเนียม 1"x1 ½"
2. แผ่นโพลีคาร์บอเนต(Poly carbonate)
3. น๊อตและแหวนยึดแผ่นโพลีคาร์บอเนต
4. ขอบยึดแผ่นโพลีคาร์บอเนต

จากการประมาณการค่าวัสดุและค่าแรงของอุปกรณ์บังแดดแต่ละชนิดมีราคาแตกต่างกันดังนี้

อุปกรณ์บังแดดแนวนอน ราคา 500 บาท

อุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้ง 1 ชั้น 1500 บาท

อุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้ง 2 ชั้น ราคา 1800 บาท

## 4.2 การประเมินคุณสมบัติทางการถ่ายเทความร้อนของวัสดุประกอบ

### 1. การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุประกอบหน้าต่าง

- กระจกใส

ตารางที่ 4.1 การคำนวณหาค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุบานกระจก

| ลำดับที่ | วัสดุ | ความหนา (ม.) | สัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k) w/m °C | ค่าการต้านทานความร้อน (R) $m^2$ °C /w |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ฟิล์มอากาศด้านนอก | | | 0.044 |
| 2 | กระจกใส | 0.006 | 1.053 | 0.006 |
| 3 | ฟิล์มอากาศด้านใน | | | 0.120 |
| ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) 5.882 w/$m^2$ °C | | | | **0.170** |

- กรอบบานไม้

ตารางที่ 4.2 การคำนวณหาค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุกรอบบานไม้

| ลำดับที่ | วัสดุ | ความหนา (ม.) | สัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k) w/m °C | ค่าการต้านทานความร้อน (R) $m^2$ °C /w |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ฟิล์มอากาศด้านนอก | | | 0.044 |
| 2 | ไม้เนื้อแข็ง | 0.025 | 0.138 | 0.003 |
| 3 | ฟิล์มอากาศด้านใน | | | 0.120 |
| ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) 5.988 w/$m^2$ °C | | | | **0.167** |

● กรอบบานอลูมิเนียม

ตารางที่ 4.3 การคำนวณหาค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุกรอบบานอลูมิเนียม

| ลำดับที่ | วัสดุ | ความหนา (ม.) | สัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k) w/m °C | ค่าการต้านทานความร้อน (R) $m^2$ °C /w |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ฟิล์มอากาศด้านนอก | | | 0.044 |
| 2 | อลูมิเนียม | 0.003 | 211 | 0.633 |
| 3 | ฟิล์มอากาศด้านใน | | | 0.120 |
| ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) 1.255 w/$m^2$ °C | | | | **0.797** |

● บานไม้ทึบ

ตารางที่ 4.4 การคำนวณหาค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุกรอบบานไม้

| ลำดับที่ | วัสดุ | ความหนา (ม.) | สัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k) w/m °C | ค่าการต้านทานความร้อน (R) $m^2$ °C /w |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ฟิล์มอากาศด้านนอก | | | 0.044 |
| 2 | ไม้เนื้อแข็ง | 0.010 | 0.138 | 0.0013 |
| 3 | ฟิล์มอากาศด้านใน | | | 0.120 |
| ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) 6.061 w/$m^2$ °C | | | | **0.165** |

## 4.3 การวิเคราะห์รังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อช่องเปิดกรณีไม่มีอุปกรณ์บังแดด

การวิเคราะห์รังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อช่องเปิดในกรณีไม่มีอุปกรณ์บังแดด โดยแตกต่างกันตามระนาบช่องเปิดในแต่ละทิศ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คุณสมบัติการบังแดดของกระจก กรณีไม่มีอุปกรณ์บังแดด

| ตัวแปร | ทิศ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NE | E | SE | S | SW | W | NW | N |
| Solar Factor | 138.7 | 179.0 | 186.9 | 178.9 | 180.7 | 171.5 | 134.3 | 111.3 |
| $SC_1$ ของกระจกใส | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 |
| $SC_2$ (ไม่มีอุปกรณ์บังแดด) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Shading coefficient | 0.791 | 0.744 | 0.704 | 0.661 | 0.707 | 0.754 | 0.802 | 0.860 |
| Q (w/$m^2$) | 163.0 | 201.4 | 209.1 | 199.9 | 203.0 | 187.6 | 158.4 | 136.9 |

กรณีออกแบบช่องเปิดที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดดในทิศต่างๆ แสงแดดจะส่องเข้ามาภายในห้องได้ตามระยะทางที่ได้คำนวณ โดยการเปิดช่องเปิดที่ความสูง 1 เมตรจากพื้นขนาดช่องเปิดสูง 1 เมตร แสงแดดจะส่องเข้ามาภายในห้องตามระยะที่แสดงในตารางที่ 4.6-4.13

ตารางที่ 4.6 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศเหนือ

| ทิศเหนือ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| เวลา | วัน/เดือน | ระยะทางที่แสงส่องไกลสุด | ปริมาณรังสีตรง ($w/m^2$) | ปริมาณรังสีกระจาย ($w/m^2$) |
| 9.00 | 22 มิถุนายน | 0.74 | 69.07 | 84.15 |
| 12.00 | 22 มิถุนายน | 0.35 | 60.36 | 161.38 |
| 15.00 | 22 มิถุนายน | 0.57 | 25.07 | 130.85 |

ตารางที่ 4.7 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศใต้

| ทิศใต้ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| เวลา | วัน/เดือน | ระยะทางที่แสงส่องไกลสุด | ปริมาณรังสีตรง ($w/m^2$) | ปริมาณรังสีกระจาย ($w/m^2$) |
| 9.00 | 22 ธันวาคม | 2.17 | 203.42 | 65.45 |
| 12.00 | 22 ธันวาคม | 1.52 | 295.37 | 92.02 |
| 15.00 | 22 ธันวาคม | 1.69 | 171.90 | 86.56 |

ตารางที่ 4.8 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันออก

| ทิศตะวันออก | | | | |
|---|---|---|---|---|
| เวลา | วัน/เดือน | ระยะทางที่แสงส่องไกลสุด | ปริมาณรังสีตรง ($w/m^2$) | ปริมาณรังสีกระจาย ($w/m^2$) |
| 8.00 | 21 มีนาคม | 4.75 | 181.65 | 60.85 |
| 10.00 | 21 มีนาคม | 1.64 | 211.48 | 128.05 |
| 12.00 | 21 มีนาคม | 0.23 | 47.74 | 151.70 |

ตารางที่ 4.9 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันตก

| ทิศตะวันตก | | | | |
|---|---|---|---|---|
| เวลา | วัน/เดือน | ระยะทางที่แสงส่องไกลสุด | ปริมาณรังสีตรง ($w/m^2$) | ปริมาณรังสีกระจาย ($w/m^2$) |
| 8.00 | 21 มีนาคม | 2.79 | 62.78 | 148.39 |
| 10.00 | 21 มีนาคม | 1.52 | 234.99 | 124.96 |
| 12.00 | 21 มีนาคม | 0.31 | 269.64 | 95.33 |

ตารางที่ 4.10 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

| ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| เวลา | วัน/เดือน | ระยะทางที่แสงส่องไกลสุด | ปริมาณรังสีตรง ($w/m^2$) | ปริมาณรังสีกระจาย ($w/m^2$) |
| 8.00 | 22 มิถุนายน | 3.37 | 162.63 | 58.65 |
| 10.00 | 22 มิถุนายน | 1.26 | 173.75 | 107.37 |
| 13.00 | 22 มิถุนายน | 0.26 | 2.75 | 164.30 |

ตารางที่ 4.11 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันตกเฉียงใต้

| ทิศตะวันตกเฉียงใต้ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| เวลา | วัน/เดือน | ระยะทางที่แสงส่องไกลสุด | ปริมาณรังสีตรง ($w/m^2$) | ปริมาณรังสีกระจาย ($w/m^2$) |
| 11.00 | 22 ธันวาคม | 0.54 | 103.92 | 78.52 |
| 14.00 | 22 ธันวาคม | 1.95 | 210.33 | 101.01 |
| 16.00 | 22 ธันวาคม | 4.36 | 240.39 | 60.80 |

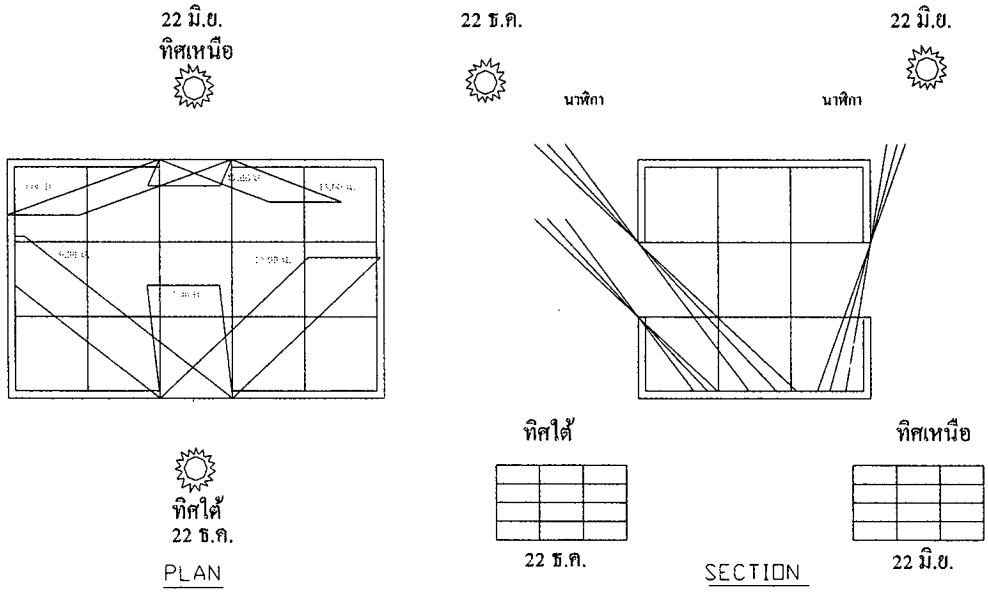
ตารางที่ 4.12 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันออกเฉียงใต้

| ทิศตะวันออกเฉียงใต้ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| เวลา | วัน/เดือน | ระยะทางที่แสงส่องไกลสุด | ปริมาณรังสีตรง ($w/m^2$) | ปริมาณรังสีกระจาย ($w/m^2$) |
| 9.00 | 22 ธันวาคม | 3.56 | 333.38 | 65.45 |
| 12.00 | 22 ธันวาคม | 1.20 | 232.99 | 92.02 |
| 14.00 | 22 ธันวาคม | 0.37 | 45.0 | 101.01 |

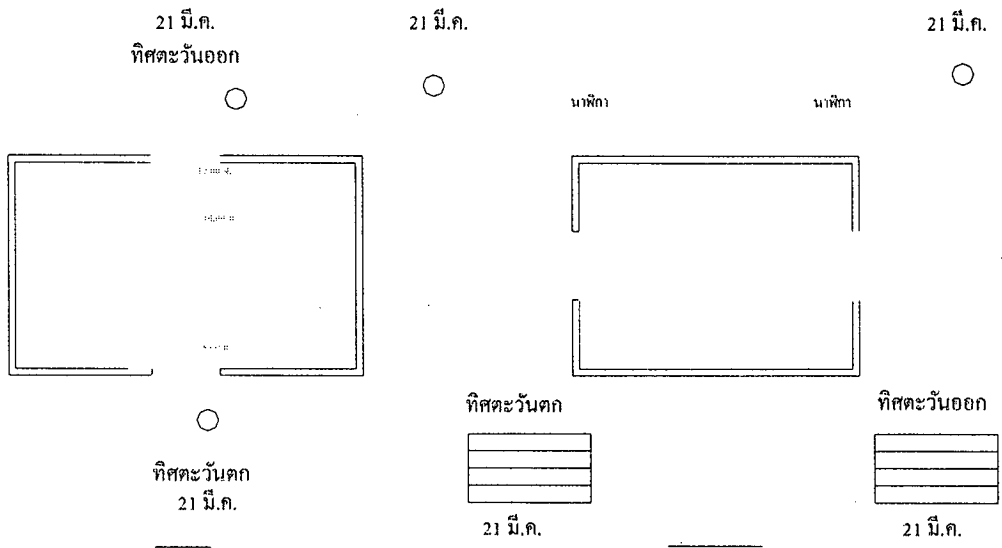
ตารางที่ 4.13 ระยะทางที่แสงแดดส่องผ่านช่องเปิดในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

| ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| เวลา | วัน/เดือน | ระยะทางที่แสงส่องไกลสุด | ปริมาณรังสีตรง ($w/m^2$) | ปริมาณรังสีกระจาย ($w/m^2$) |
| 1-.00 | 22 มิถุนายน | 0.45 | 78.02 | 164.3 |
| 14.00 | 22 มิถุนายน | 0.91 | 95.68 | 151.27 |
| 16.00 | 22 มิถุนายน | 2.37 | 36.32 | 102.13 |

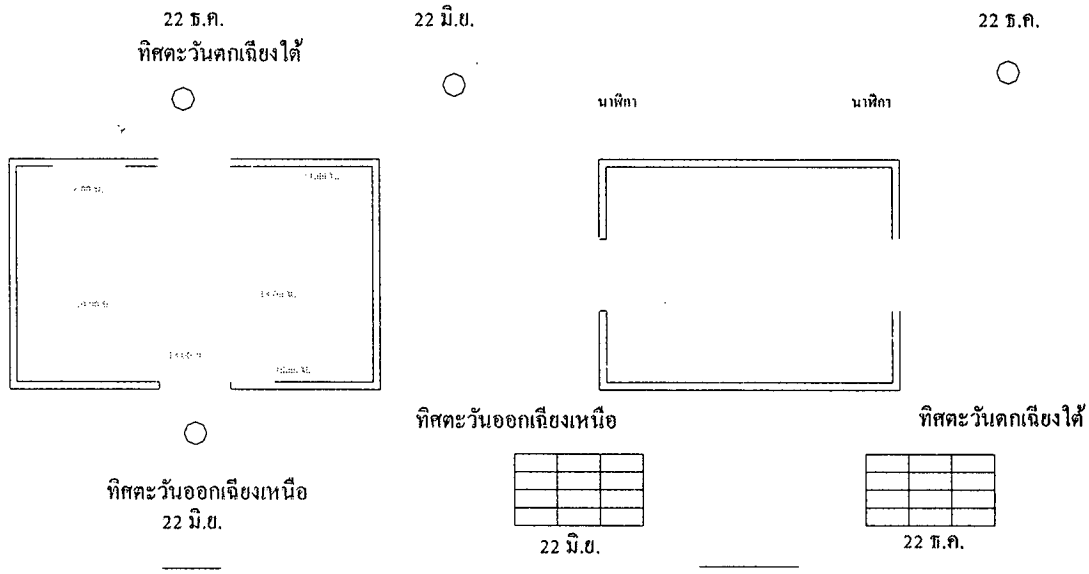
ระยะการส่องของแสงแดดผ่านทางช่องเปิดเข้าไปสู่ภายในอาคารกรณีไม่มีอุปกรณ์บังแดดดังแสดงในภาพที่ 4.4-4.7 จะทำให้แสงสว่างมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งทำให้เกิดการรบกวนสายตาของผู้อยู่อาศัย



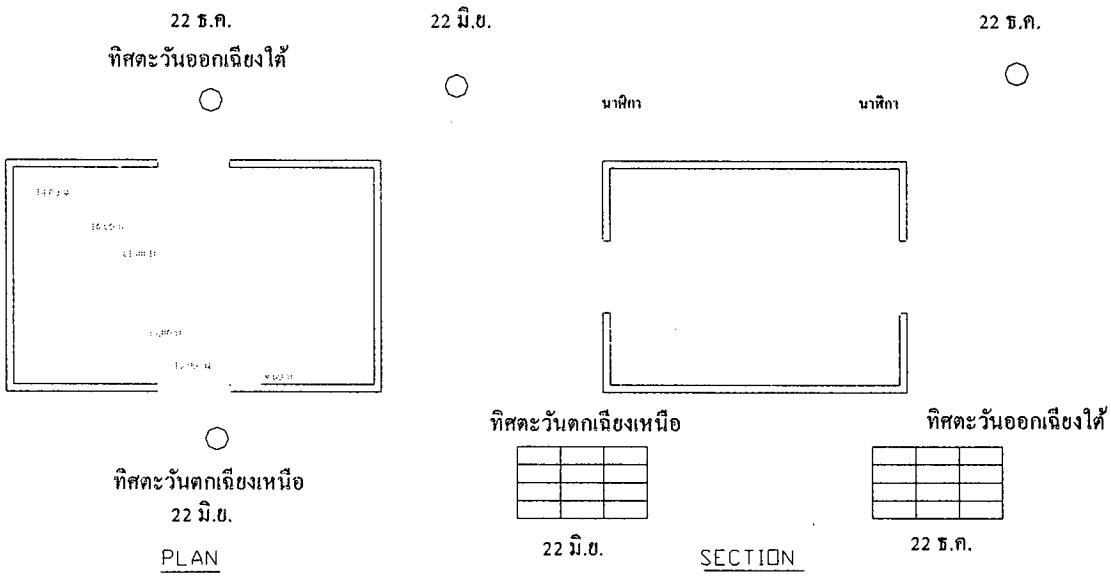

ภาพที่ 4.4 ระยะแสงแดดที่ส่องเข้าสู่อาคารในด้านทิศเหนือและทิศใต้




ภาพที่ 4.5 ระยะแสงแดดที่ส่องเข้าสู่อาคารในด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก




ภาพที่ 4.6 ระยะแสงแดดที่ส่องเข้าสู่อาคารในด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้



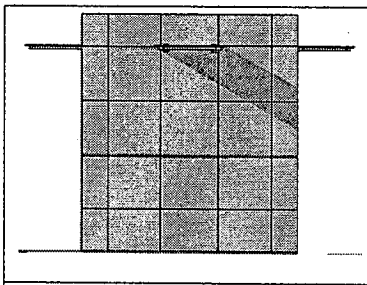
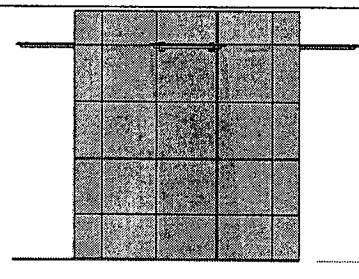
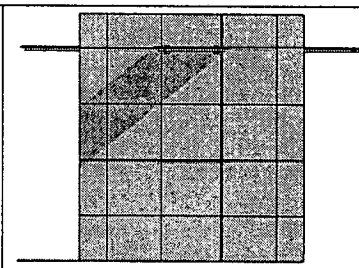

ภาพที่ 4.7 ระยะแสงแดดที่ส่องเข้าสู่อาคารในด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

## 4.4 การวิเคราะห์รังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อช่องเปิดกรณีติดตั้งอุปกรณ์บังแดด

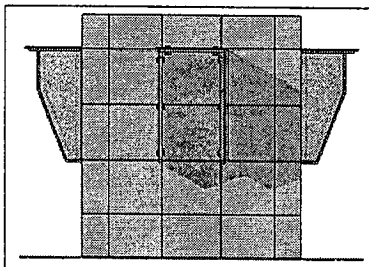
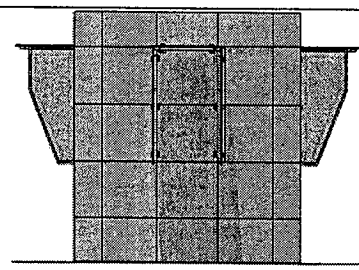
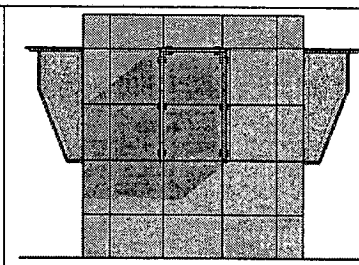
การวิเคราะห์แสงแดดที่มีผลต่อช่องเปิดกรณีติดตั้งอุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ โดยใช้โปรแกรม Sketchup 8.0 ตรวจสอบแสงและเงาตกกระทบช่องเปิดในช่วงเวลาต่างๆ ที่ตั้งกรุงเทพมหานคร (14° เหนือ)

ตารางที่ 4. 14 ผนังทิศเหนือดวงอาทิตย์อ้อมเหนือสุดที่วันที่ 22 มิถุนายน

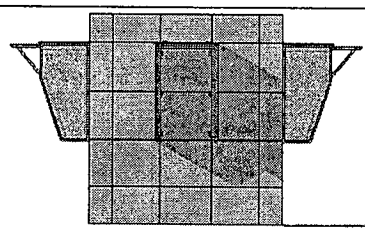
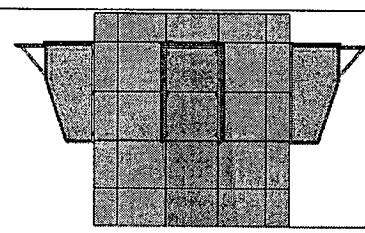
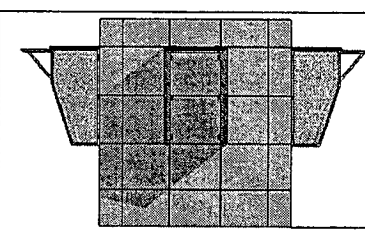
ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 12.00 น. | เวลา 16.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง

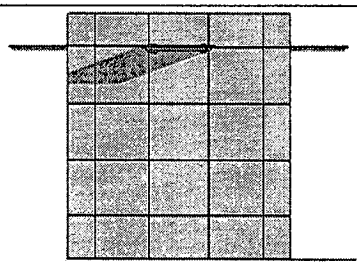
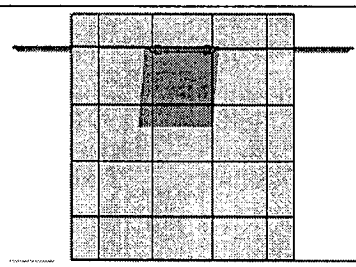
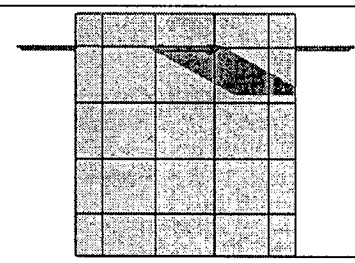
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 12.00 น. | เวลา 16.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง

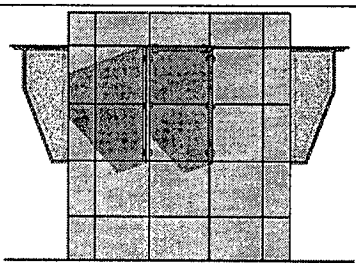
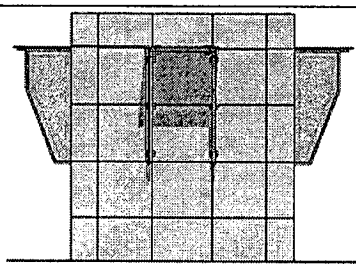
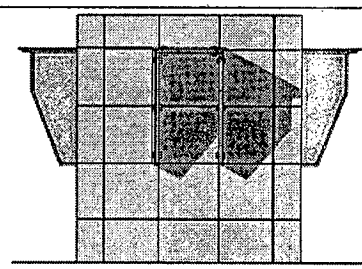
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 12.00 น. | เวลา 16.00 น. |

ตารางที่ 4.15 ผนังทิศใต้ดวงอาทิตย์อ้อมใต้สุดที่วันที่ 22 ธันวาคม

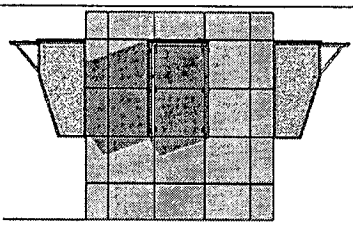
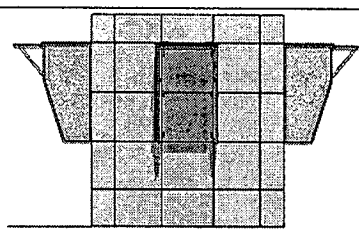
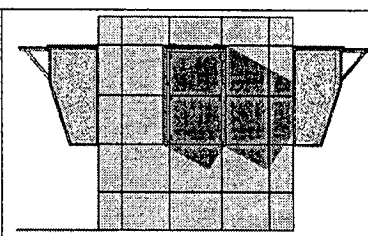
ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 12.00 น. | เวลา 16.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง

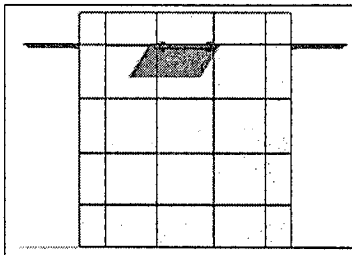
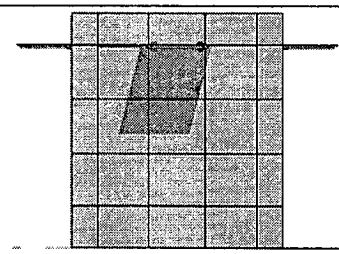
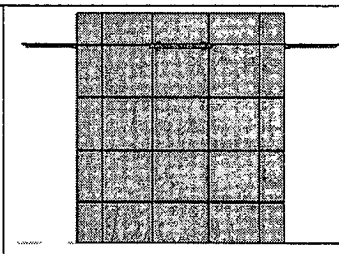
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 12.00 น. | เวลา 16.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง

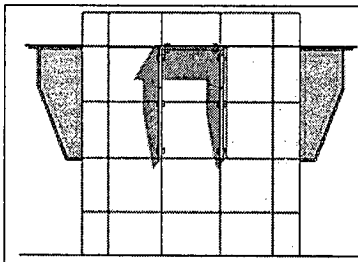
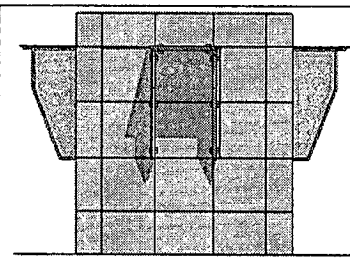
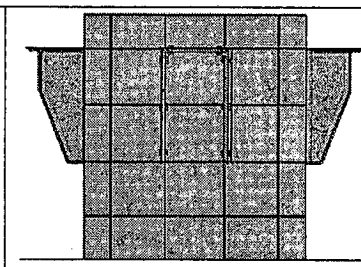
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 12.00 น. | เวลา 16.00 น. |

ตารางที่ 4.16 ผนังทิศตะวันออกดวงอาทิตย์อ้อมเหนือสุดที่วันที่ 22 มิถุนายน

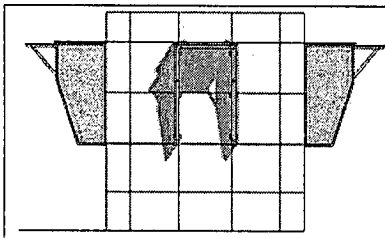
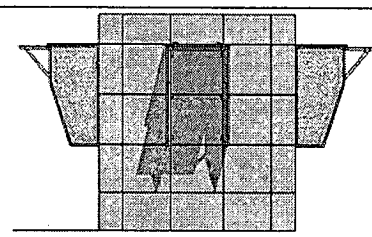
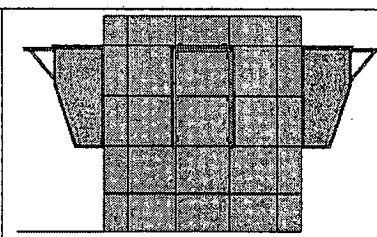
ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 10.00 น. | เวลา 12.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง

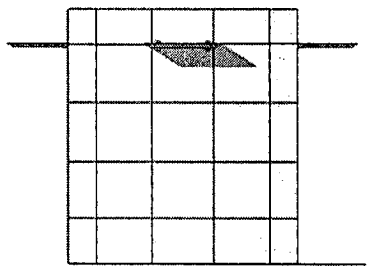
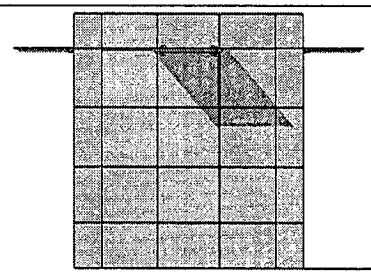
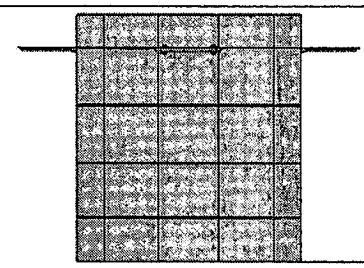
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 10.00 น. | เวลา 12.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง

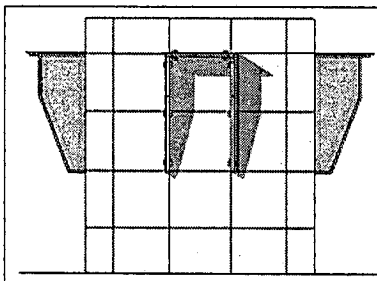
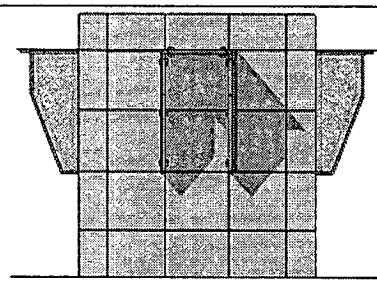
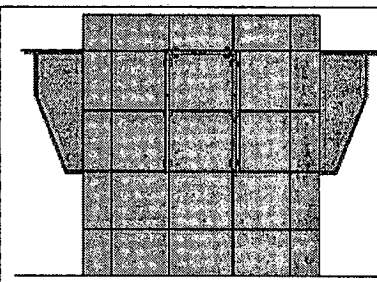
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 10.00 น. | เวลา 12.00 น. |

ตารางที่ 4.17 ผนังทิศตะวันออกดวงอาทิตย์อ้อมใต้สุดที่วันที่ 22 ธันวาคม

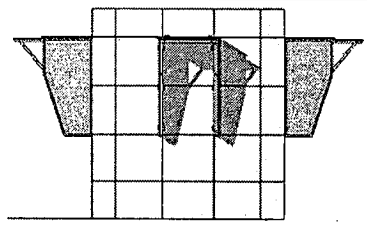
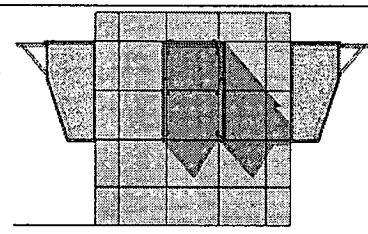
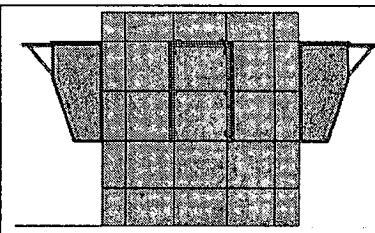
ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 10.00 น. | เวลา 12.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง

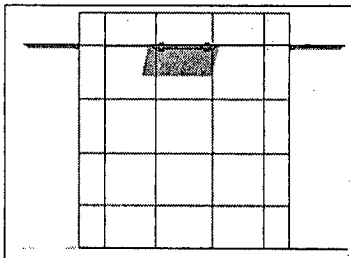
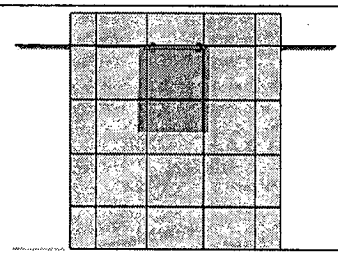
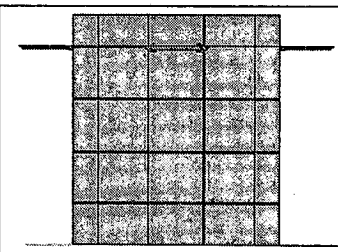
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 10.00 น. | เวลา 12.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง

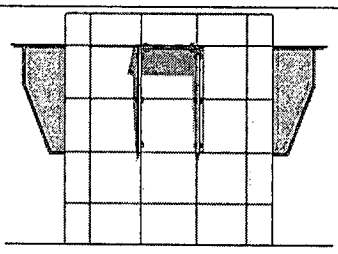
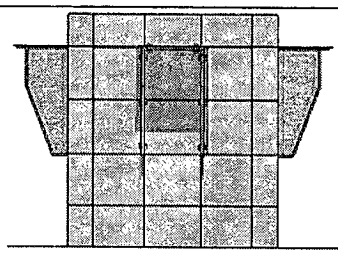
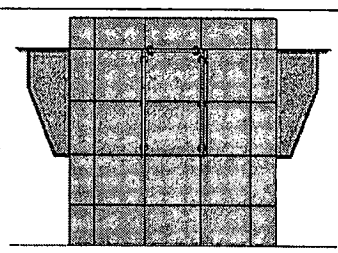
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 10.00 น. | เวลา 12.00 น. |

ตารางที่ 4.18 ผนังทิศตะวันออกดวงอาทิตย์ส่องผนังวันที่ 22 เมษายน

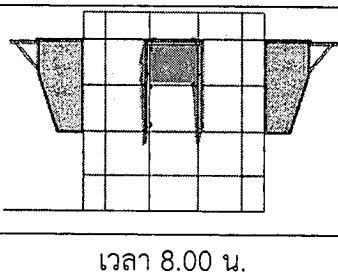
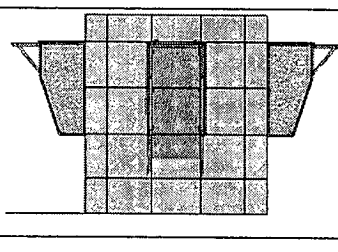
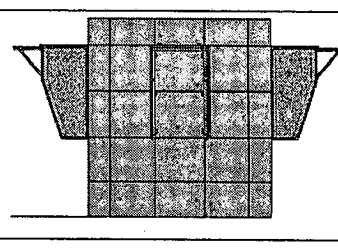
ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 10.00 น. | เวลา 12.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง

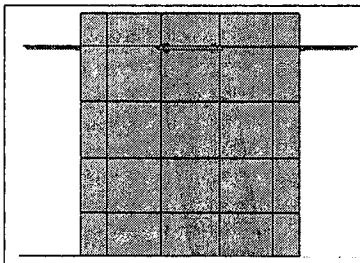
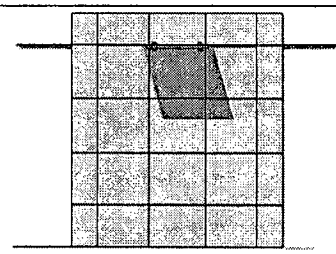
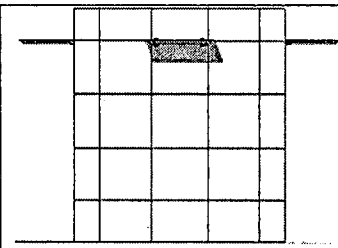
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 10.00 น. | เวลา 12.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง

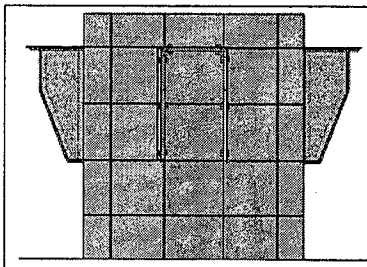
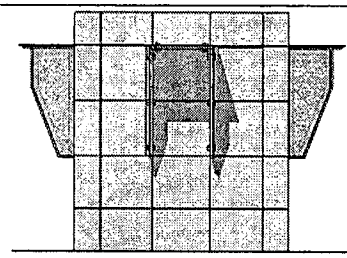
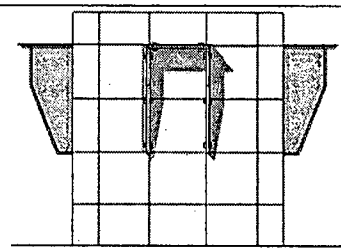
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 8.00 น. | เวลา 10.00 น. | เวลา 12.00 น. |

ตารางที่ 4.19 ผนังทิศตะวันตกดวงอาทิตย์อ้อมเหนือสุดที่วันที่ 22 มิถุนายน

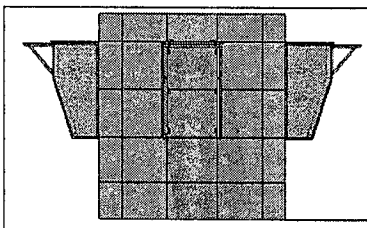
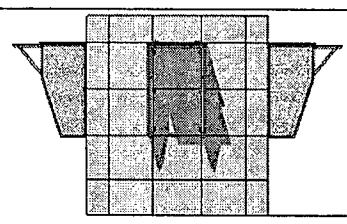
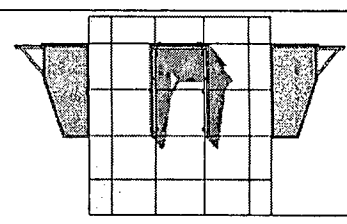
ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 13.00 น. | เวลา 15.00 น. | เวลา 17.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง

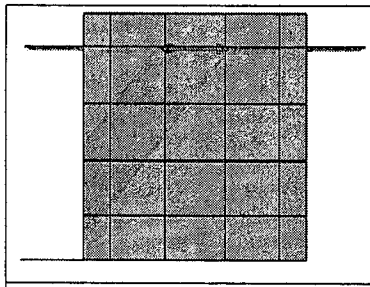
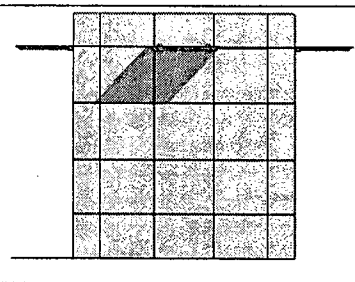
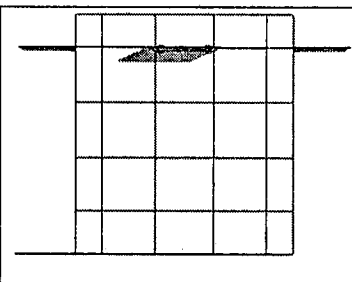
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 13.00 น. | เวลา 15.00 น. | เวลา 17.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง

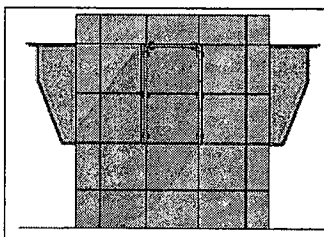
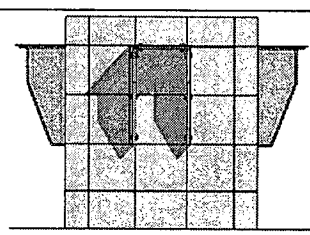
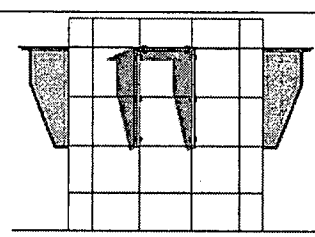
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 13.00 น. | เวลา 15.00 น. | เวลา 17.00 น. |

ตารางที่ 4.20 ผนังทิศตะวันออกดวงอาทิตย์อ้อมใต้สุดที่วันที่ 22 ธันวาคม

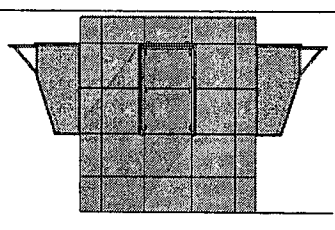
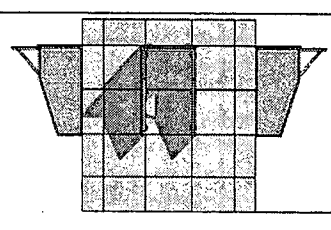
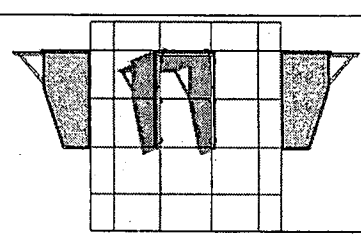
ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน

|  |  |  |
|---|---|---|
| เวลา 13.00 น. | เวลา 15.00 น. | เวลา 17.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง

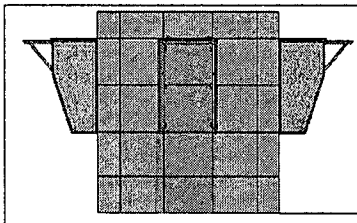
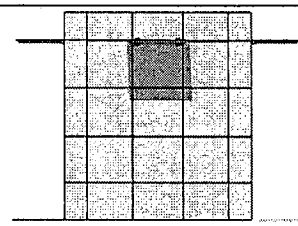
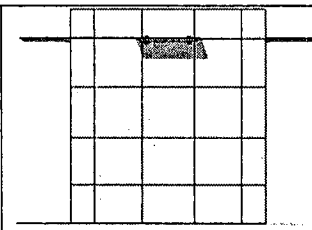
|  |  |  |
|---|---|---|
| เวลา 13.00 น. | เวลา 15.00 น. | เวลา 17.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง

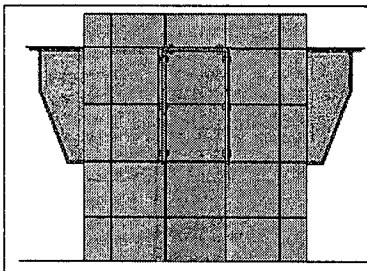
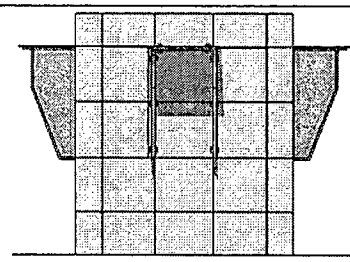
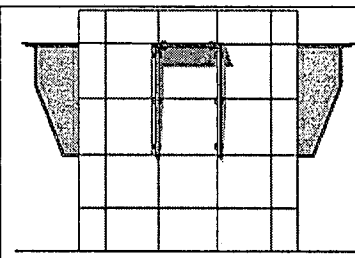
|  |  |  |
|---|---|---|
| เวลา 13.00 น. | เวลา 15.00 น. | เวลา 17.00 น. |

ตารางที่ 4.21 ผนังทิศตะวันตกดวงอาทิตย์ส่องผนังวันที่ 22 เมษายน

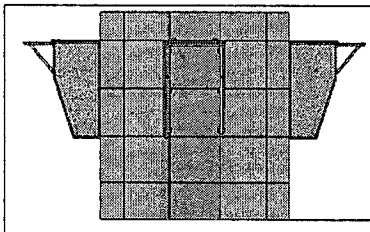
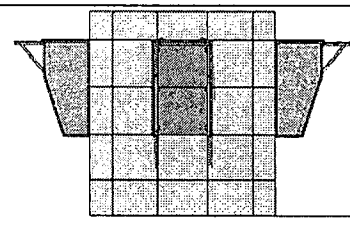
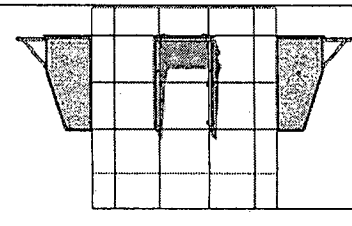
ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 13.00 น. | เวลา 15.00 น. | เวลา 17.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ชั้นและแนวตั้ง

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 13.00 น. | เวลา 15.00 น. | เวลา 17.00 น. |

ชุดอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 2 ชั้นและแนวตั้ง

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| เวลา 13.00 น. | เวลา 15.00 น. | เวลา 17.00 น. |

## 4.5 การติดตั้งโซล่าเซลล์บนอุปกรณ์บังแดด

การติดตั้งแผงบังแดดแนวนอนที่ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ โดยมีอุปกรณ์และส่วนประกอบของชุดโซล่าเซลล์ดังนี้

1. แผงโซล่าเซลล์ ขนาด 33x30 ซม. จำนวน 2 แผง (Solar cell panels)

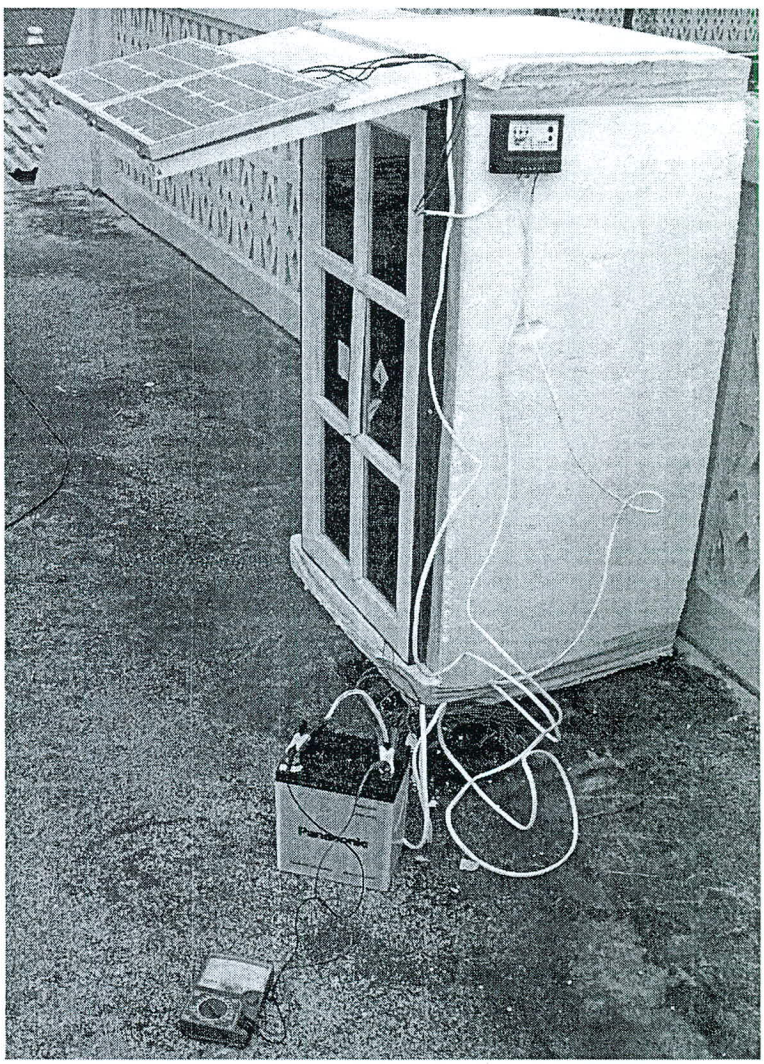
   Maximum power 10W, Maximum power voltage 17.6V, Number of cell 36pcs

   Weight 1.2 kg,

2. แบตเตอร์รี่ 6 โวลล์ (Battery) 12 วัตต์ 50 แอมแปร์

3. หลอดไฟแอลอีดี (LED light) กระแสตรง 12 วัตต์

4. อุปกรณ์ควบคุมการชาร์ท (Solar charge controller)



ภาพที่ 4.8 อุปกรณ์กระแสไฟฟ้าแสงสว่างจากโซล่าเซลล์

## 4.6 วิธีดำเนินการทดสอบ

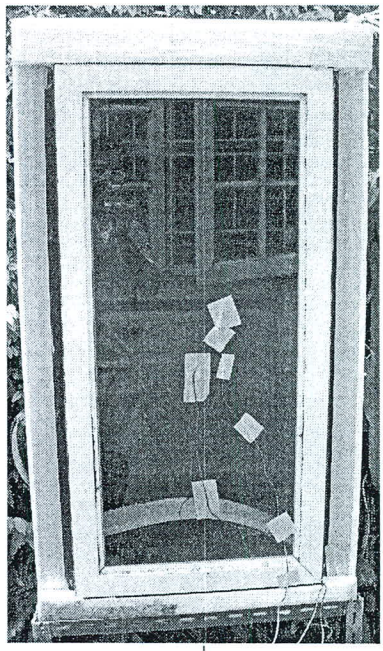
การทดสอบคุณสมบัติของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ 7 รูปแบบ คือ

ชุดที่ 1 หน้าต่างกรอบอลูมิเนียมและบานกระจกใส

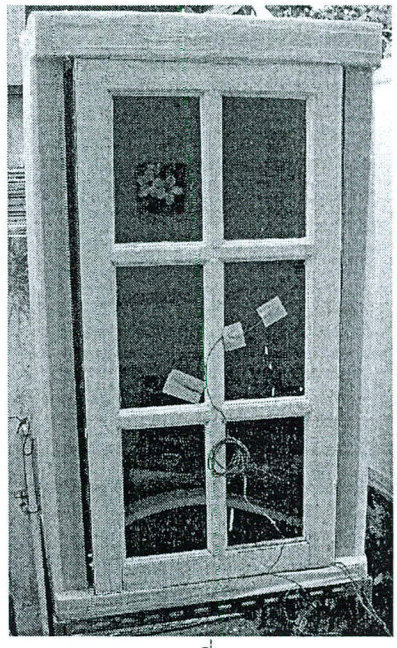
ชุดที่ 2 หน้าต่างกรอบไม้และบานกระจกใส

ชุดที่ 3 หน้าต่างกรอบไม้และบานไม้

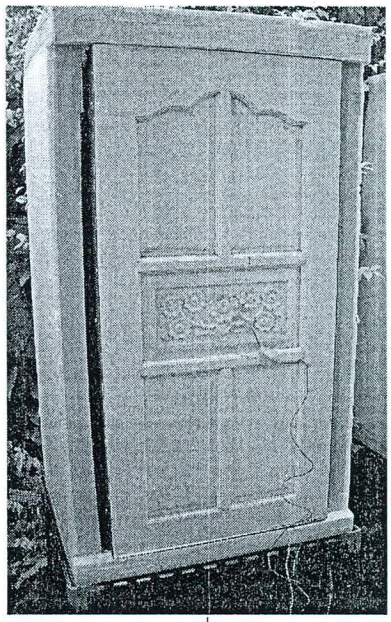
ชุดที่ 4 หน้าต่างสองชั้น(กรอบไม้และบานไม้ กับกรอบไม้และบานเกล็ดไม้)



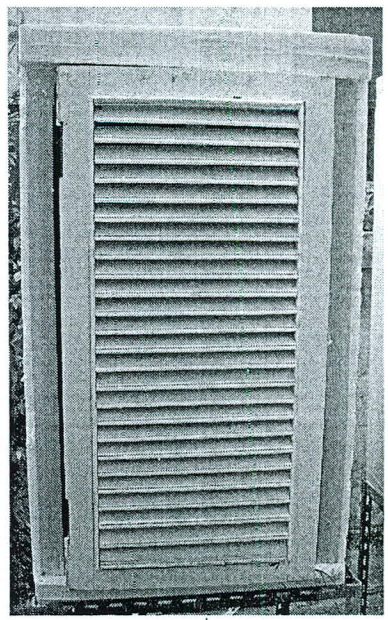
ชุดที่ 1



ชุดที่ 2



ชุดที่ 3



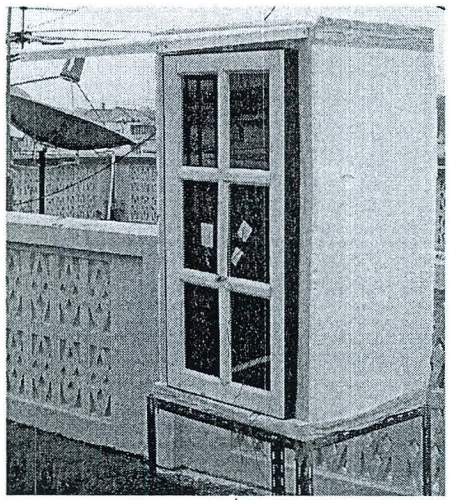
ชุดที่ 4

ภาพที่ 4.9 หน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4

ชุดที่ 5 หน้าต่างกรอบไม้และบานกระจกใสและอุปกรณ์บังแดดแนวนอน

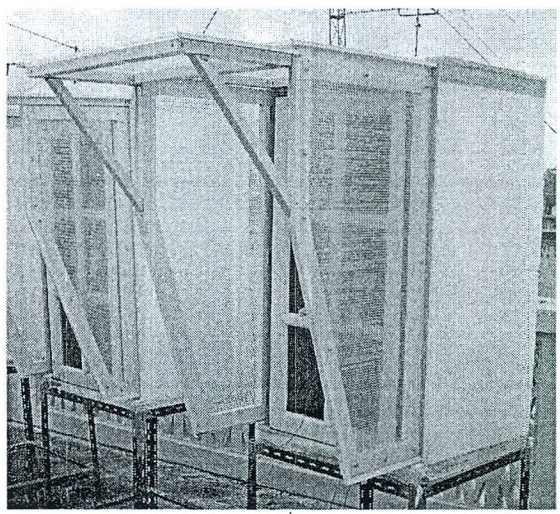
ชุดที่ 6 หน้าต่างกรอบไม้และบานกระจกใสและอุปกรณ์บังแดดแนวนอน 1 ส่วนและแนวตั้ง

ชุดที่ 7 ที่บังแดดแนวนอน 2 ส่วนและแนวตั้ง



ชุดที่ 5

ชุดที่ 6



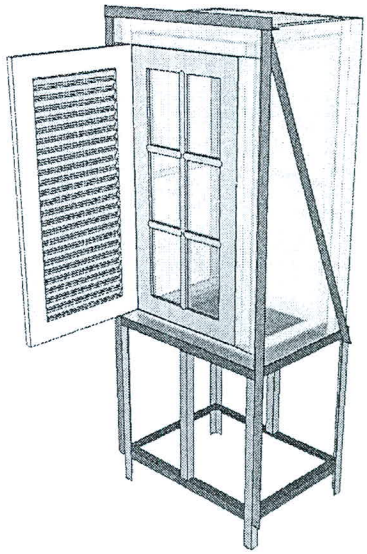
ชุดที่ 7

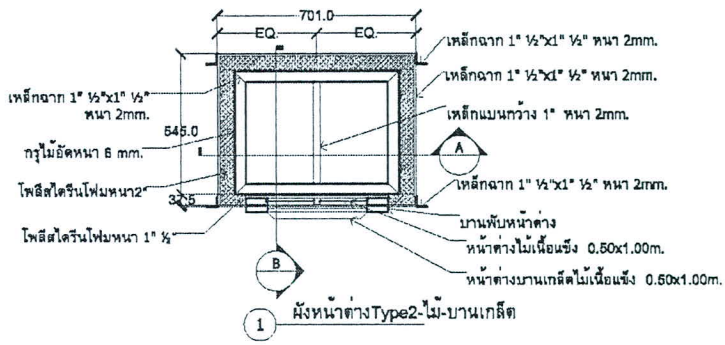
ภาพที่ 4.10 หน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 5-7

กล่องทดสอบ

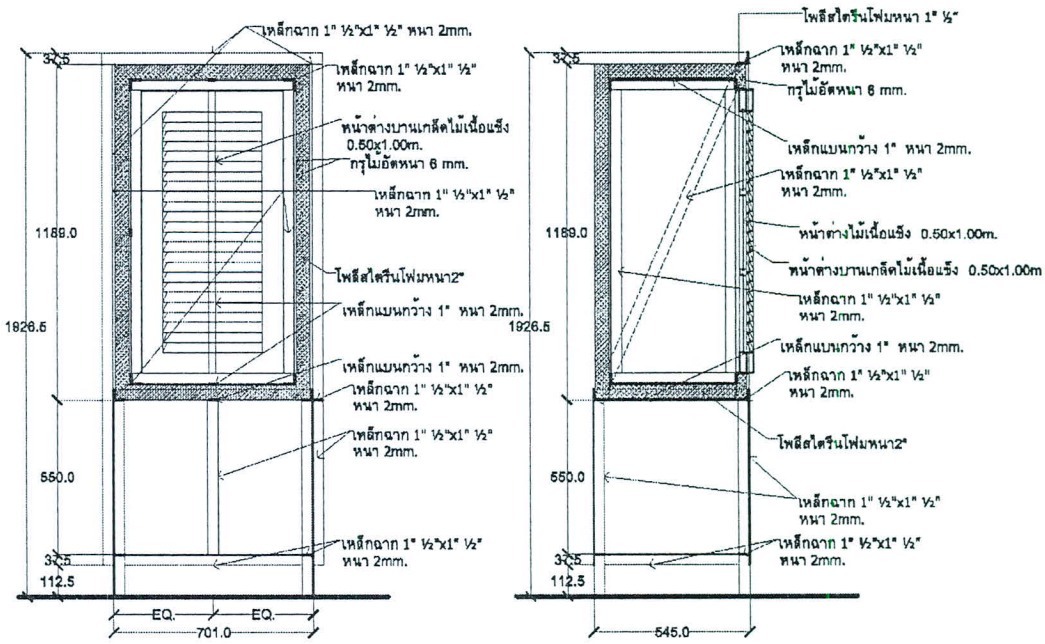
วัสดุประกอบกล่องทดสอบ

- โครงสร้างกล่องเหล็กฉาก 1 ½"x1 ½"หนา 2 มม.
- ผนังกล่องบุไม้อัดหนา 5 มม. 5 ด้าน ยกเว้นด้านที่ติดหน้าต่าง
- บุผนังภายนอกด้วยโฟมหน้า 1 ½" 5 ด้าน ยกเว้นด้านที่ติดหน้าต่าง
- การเชื่อมระหว่างแผ่นโฟมด้วยกาวและผ้าเทปติดรอบขอบ รอยต่อต่างๆเชื่อมด้วยซิลิโคน






1 ผังหน้าต่างType2-ไม้-บานเกล็ด




2 รูปตัดA

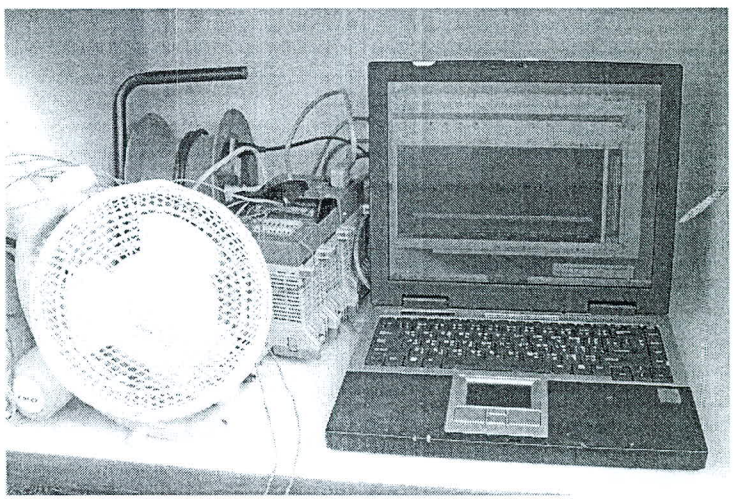
3 รูปตัดB

ภาพที่ 4.11 รายละเอียดประกอบหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดด

อุปกรณ์ทดสอบ

- สายเทอร์มอคัปเปิล(Thermalcouple Type-K) วัดอุณหภูมิตามจุดต่างๆ โดยใน 1 กล่องทดสอบจะทำการติดตั้งจุดวัด 4 จุด คือ
    - จุดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบ
    - จุดพื้นผิวด้านในหน้าต่าง
    - จุดพื้นผิวด้านนอกหน้าต่าง
    - จุดอุณหภูมิอากาศภายนอก

- เครื่องบันทึกข้อมูล YOKOGAWA (Data logger) รุ่น MX100 ขนาดช่องสัญญา 20 จุด ดังแสดงในภาพ
- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเชื่อมต่อสัญญาและข้อมูล
- เข็มทิศ



ภาพที่ 4.12 เครื่องบันทึกข้อมูล (Data logger) และคอมพิวเตอร์

การเก็บข้อมูล

- การเก็บข้อมูลอุณหภูมิในตำแหน่งต่างๆ เก็บข้อมูลทุก 10 นาที โดยทำการเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมงของวัน
- การทดสอบแบ่งออกเป็นสองชุดในการทดสอบภาคสนาม คือ
    - ครั้งที่ 1 ทำการทดสอบอุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 1-4
    - ครั้งที่ 2 ทำการทดสอบอุณหภูมิของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดชุดที่ 4-7