บทที่ 4

ผลการทดสอบการนำความร้อนออกที่ชั้นอากาศร้อนสูงสุด

ในการทดลองเพื่อศึกษาเรื่องการแบ่งชั้นของอากาศภายในหน่วยทดลองที่ไม่มีการระบายอากาศ และ ศึกษาหาแนวทางในการนำอากาศร้อนที่ชั้นอากาศร้อนสูงสุด ออกจากหน่วยทดลอง โดยอาศัยทฤษฎีการนำความร้อน ผลการทดลองที่ได้ในแต่ละขั้นตอนของการทดลองมีดังนี้

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหน่วยทดลอง เมื่อมีการติดตั้งฉนวนและเพิ่มมวลสารที่ผนังส่วนล่างสูงขึ้นมา 3.60 เมตร เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อน

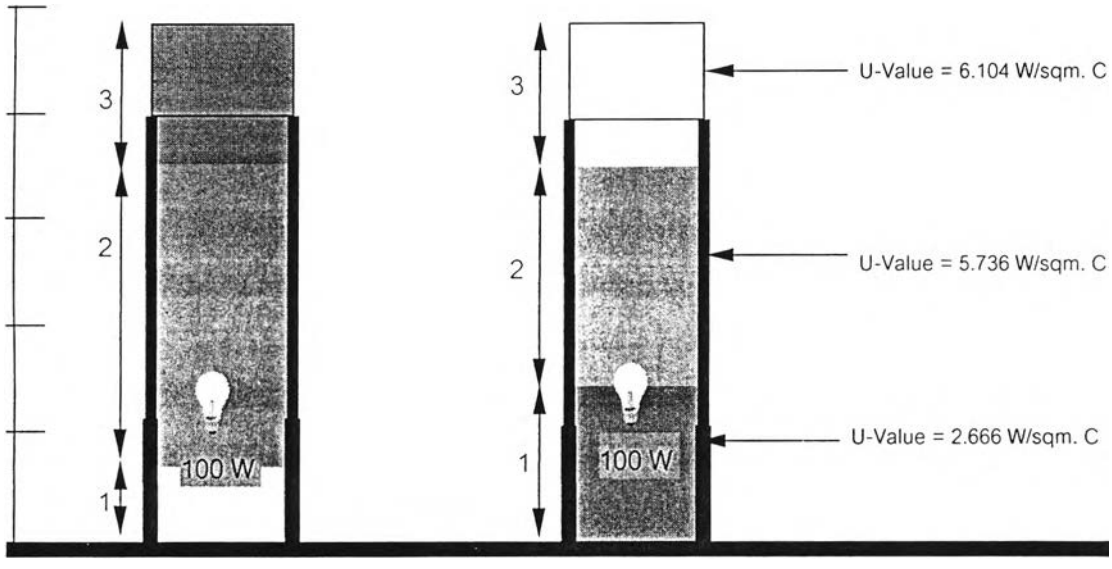
ขั้นตอนที่ 1 หน่วยทดลอง A คงเดิม

หน่วยทดลอง B เหมือนกล่อง A และใส่ฉนวนใยแก้วหุ้มฟอลย์ (Stay Cool) มีค่าความต้านทานความร้อน 10.82 F sq.ft. hr. / Btu และ ความจุความร้อน 0.035 Btu / sq.ft F หุ้มผนังภายนอกหน่วยทดลองที่ระดับพื้น ถึงระดับ 3.60 เมตร

- มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ / ตรม. ทั้ง 2 หน่วยทดลอง

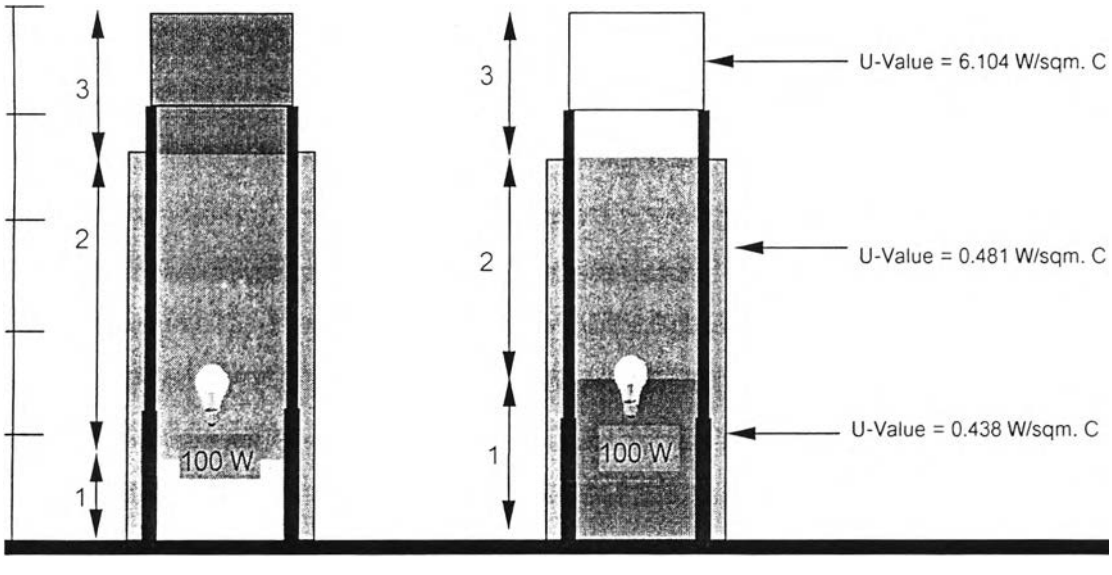
ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน่วยทดลอง B

- ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังที่สูงจากพื้นถึงระดับ 3.60 เมตร
- ค่าความจุความร้อนที่เพิ่มขึ้นของผนังที่สูงจากพื้นถึงระดับ 3.60 เมตร



กลางวัน กลางคืน

รูปภาพที่ 4.1 แสดงการแบ่งลักษณะของชั้นอากาศร้อนภายในหน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้หุ้มฉนวน ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 1



กลางวัน กลางคืน

รูปภาพที่ 4.2 แสดงการแบ่งลักษณะของชั้นอากาศร้อนภายในหน่วยทดลอง B ที่หุ้มฉนวนทีผนังส่วนล่าง ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 1

1. **วิเคราะห์อุณหภูมิของชั้นอากาศร้อนภายใน**

หน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้หุ้มฉนวนเพิ่ม พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน จะแตกต่างกัน ดังรูปภาพที่ 4.1

ช่วงเวลา**กลางวัน** อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้น ดังแผนภูมิที่ 4.1

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ผิวพื้นซึ่งค่อนข้างจะคงที่ และ ได้รับความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน จึงมีอุณหภูมิต่ำสุด และ ต่ำกว่าอากาศภายนอกในเวลาเช้าถึงบ่าย

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 3.00 เมตร เป็นการแบ่งชั้นความร้อนในลักษณะที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้นในอัตราที่ไม่มาก คือในช่วงอุณหภูมิสูงสุดของวัน ระดับที่สูงขึ้น 1 เมตร อุณหภูมิจะสูงขึ้น 0.5 – 1 C

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงที่ผ่านหลังคากระจกเข้ามา ทำให้อุณหภูมิสูงมาก การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ตามระดับสูงขึ้น จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงมาก คือ ในช่วงอุณหภูมิสูงสุดของวัน ระดับ 4.00 จะมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับ 3.00 เมตร 4 – 5 C และ ระดับ 4.45 จะมีอุณหภูมิสูงกว่า 4.00 เมตร 6 – 7 C

ช่วงเวลา**กลางคืน** ผนังของหน่วยทดลองทั้งส่วนล่างและส่วนบน จะมีค่า สปส.การถ่ายเทความร้อนสูง ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนจากภายในสู่ภายนอกสูงใกล้เคียงกัน แต่ระดับที่ใกล้หลังคากระจกมีอัตราการเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าได้มากกว่าส่วนที่อยู่ห่างออกไป ทำให้ระดับสูงสุดมีอุณหภูมิต่ำสุด ที่ระดับต่ำลง อุณหภูมิจะสูงขึ้น ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับสูงสุด และ ต่ำสุด ต่างกันเพียง 2 – 2.5 C ซึ่งอุณหภูมิในแต่ละช่วงตามแผนภูมิที่ 4.1 จะมีอุณหภูมิเกือบเท่ากัน

ช่วง "1" ระดับ 0.10 ถึง 1.00 เมตร ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน และมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกน้อยกว่าที่ระดับอื่น จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับอื่น

ช่วง "2" ระดับ 2.00 ถึง 3.00 เมตร รองจากระดับ 0.10 และ 1.00 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกมากกว่า

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร ซึ่งอยู่ใกล้หลังคากระจกมากที่สุด จึงได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกมากที่สุด ทำให้มีอุณหภูมิต่ำที่สุด และใกล้เคียงกับอากาศภายนอก

หน่วยทดลอง B ที่หุ้มฉนวนเพิ่ม พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน จะแตกต่างกัน ดังรูปภาพที่ 4.2

ช่วงเวลากลางวัน อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้น ดังแผนภูมิที่ 4.2

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ผิวพื้นซึ่งค่อนข้างจะคงที่ และ มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน เป็นเสมือนตัวกั้นไม่ให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับ ระดับอื่นๆ จึงมีอุณหภูมิต่ำที่สุด และ มีการแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิเพียง 3.5 C

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 3.00 เมตร เป็นการแบ่งชั้นความร้อนในลักษณะที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้นในอัตราที่ไม่มาก คือในช่วงอุณหภูมิสูงสุดของวัน ระดับที่สูงขึ้น 1 เมตร อุณหภูมิจะสูงขึ้น 1 – 1.5 C

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงที่ผ่านหลังคากระจกเข้ามา ทำให้อุณหภูมิสูงมาก การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ตามระดับสูงขึ้น จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงมาก คือ ในช่วงอุณหภูมิสูงสุดของวัน ระดับ 4.00 จะมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับ 3.00 เมตร 2 – 3 C และ ระดับ 4.45 จะมีอุณหภูมิสูงกว่า 4.00 เมตร 5.5 – 6.5 C

ช่วงเวลากลางคืน ผนังของหน่วยทดลองทั้งส่วนล่างมีค่า สปส.การถ่ายเทความร้อนต่ำ ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนจากภายในสู่ภายนอกต่ำ สำหรับผนังส่วนบน มีอัตราการถ่ายเทความร้อนสูง และใกล้หลังคากระจกซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าได้มากกว่าส่วนที่อยู่ห่างออกไป ทำให้ระดับสูงสุดมีอุณหภูมิต่ำสุด ที่ระดับต่ำลง อุณหภูมิจะสูงขึ้น ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับสูงสุด และ ต่ำสุด ต่างกันเพียง 3 C ตามแผนภูมิที่ 4.2

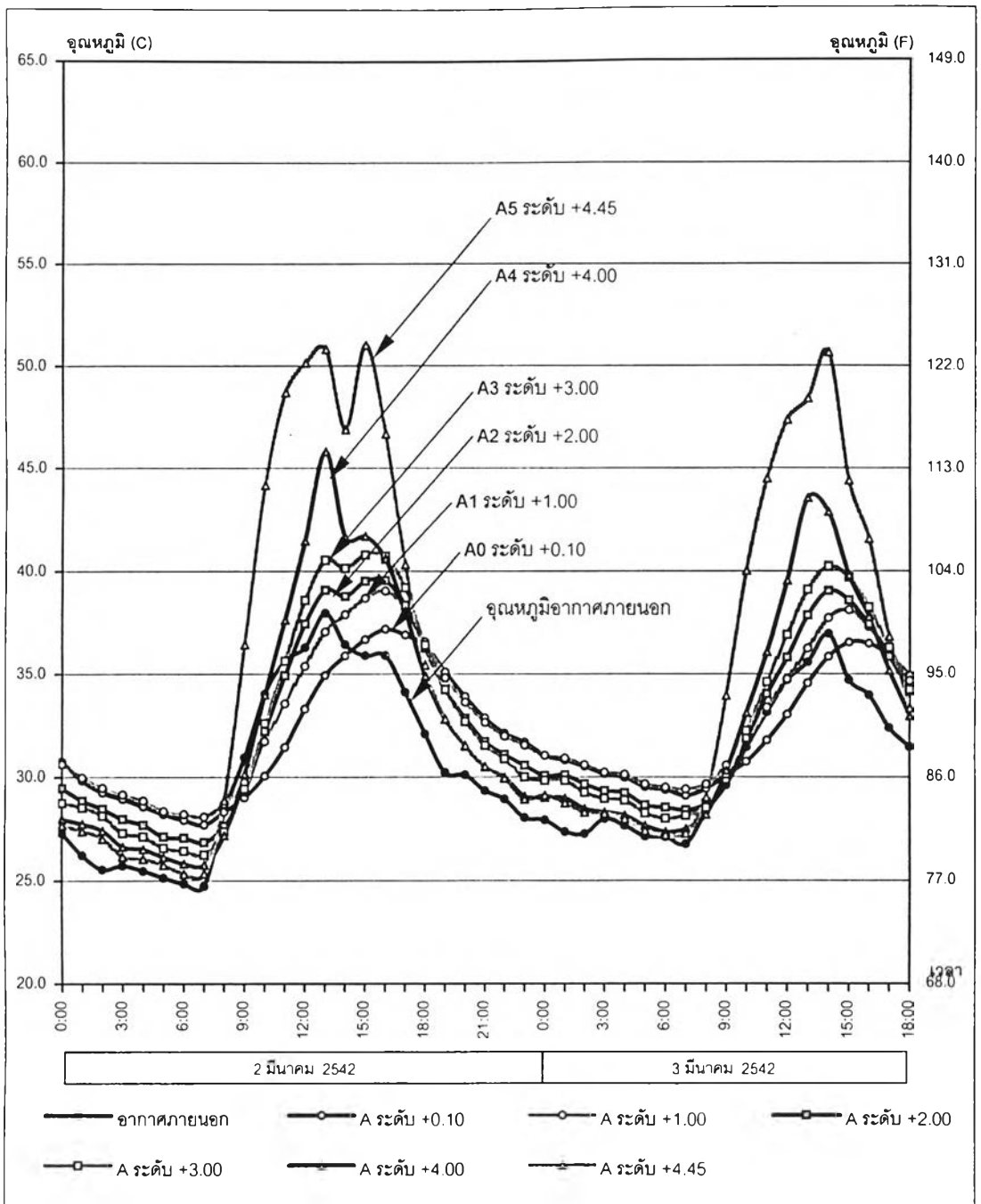
ช่วง "1" ระดับ 0.10 ถึง 1.00 เมตร ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน และมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกน้อยกว่าที่ระดับอื่น จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับอื่น

ช่วง "2" ระดับ 2.00 ถึง 3.00 เมตร รองจากระดับ 0.10 และ 1.00 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกมากกว่า

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร ซึ่งอยู่ใกล้หลังคากระจกมากที่สุด จึงได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกมากที่สุด และ มีอัตราการถ่ายเทความร้อนออกได้สูงกว่าระดับอื่น ทำให้มีอุณหภูมิต่ำที่สุด และใกล้เคียงกับอากาศภายนอก

2. **เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งสอง**

เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน มากถึง 100 วัตต์ / ตรม. ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองทั้งสองสูงกว่าภายนอกเกือบตลอดทั้งวัน และเมื่อลดค่า สปส.การถ่ายเทความร้อนโดยการใส่ฉนวนที่ผนังส่วนล่าง แล้วจึงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนออกต่ำลง อุณหภูมิภายในจึงสูงกว่าหน่วยทดลองที่ไม่ใส่ฉนวนซึ่งจะเห็นความแตกต่างชัดในช่วงกลางคืน ดังแผนภูมิที่ 4.3 ก - 4.3 ฉ

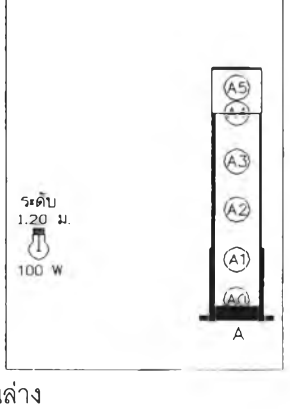


แผนภูมิที่ 4.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง A ที่ระดับต่างๆ

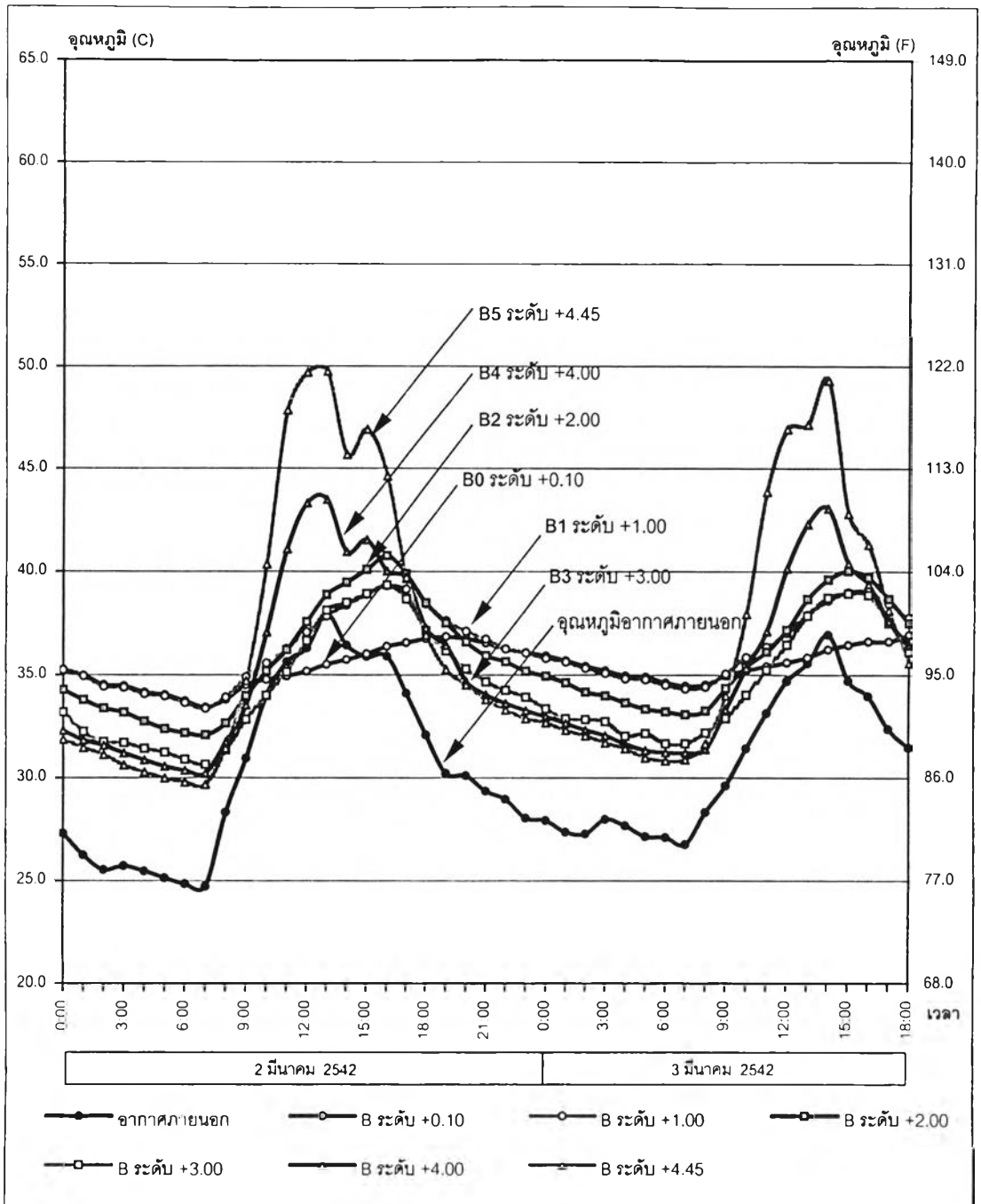
หน่วยทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

หน่วยทดลอง B ผนังด้านล่าง**ลดค่า** U-Value

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.1 ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบค่า U-Value ที่ผนังด้านล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร

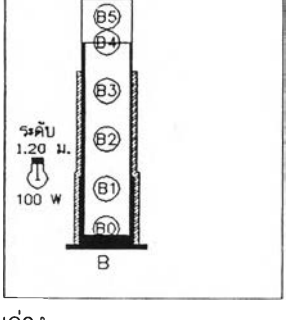


แผนภูมิที่ 4.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง B ที่ระดับต่างๆ

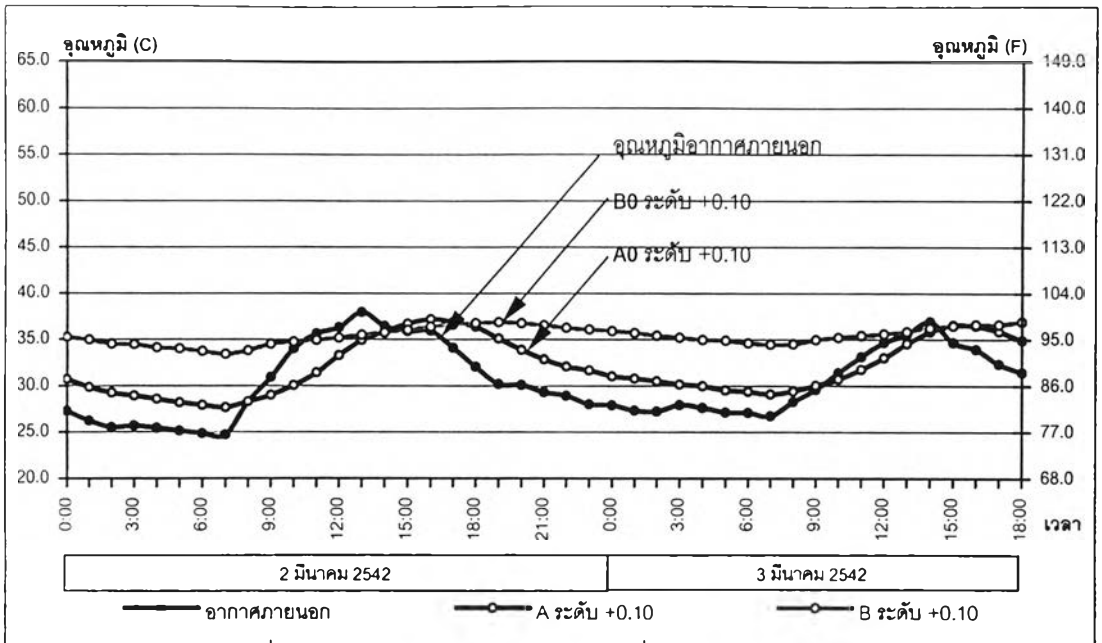
หน่วยทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

หน่วยทดลอง B ผนังด้านล่าง**ลดค่า** U-Value

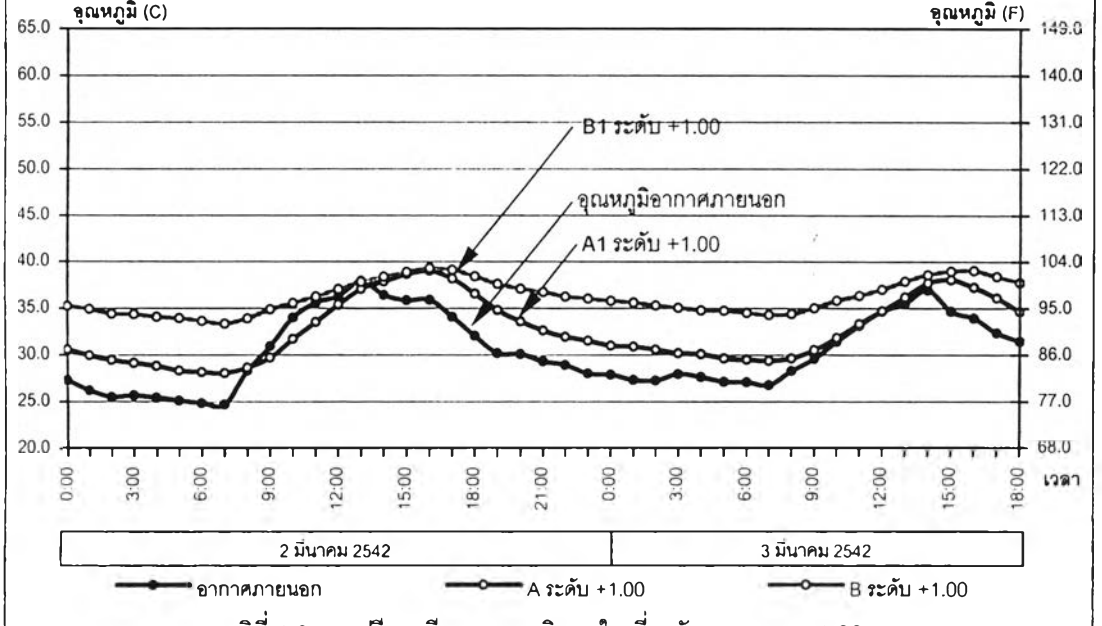
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์ ที่ระดับ** +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.2 ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบค่า U-Value ที่ผนังด้านล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.3 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +0.10 ม.

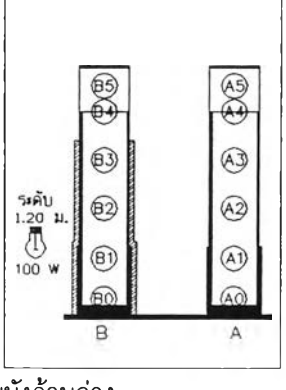


แผนภูมิที่ 4.3 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +1.00 ม.

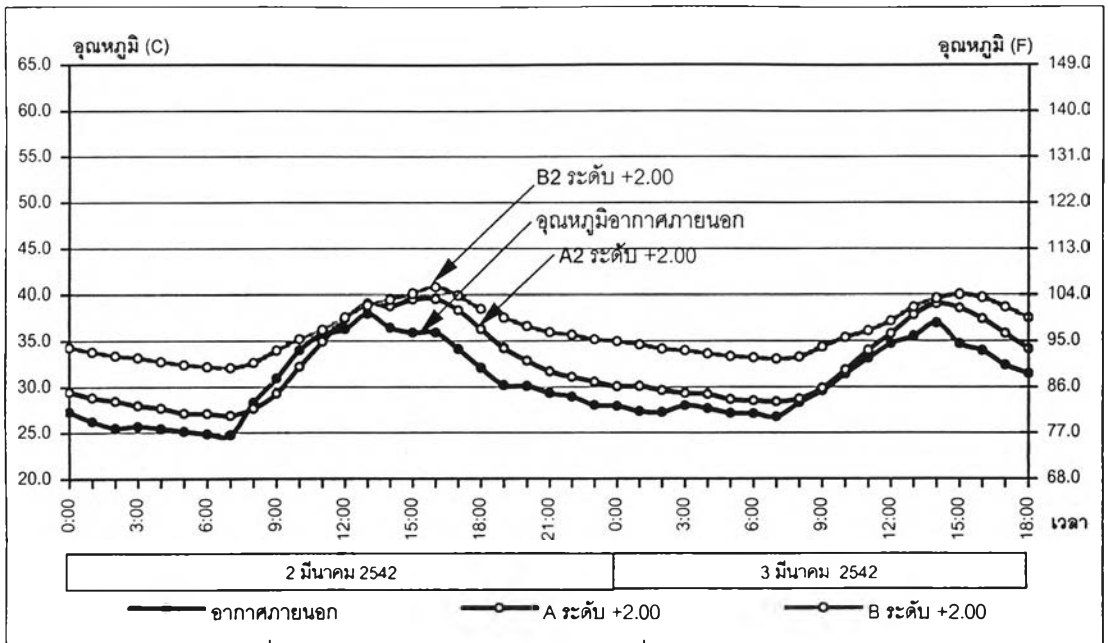
หน่วยทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

หน่วยทดลอง B ผนังด้านล่าง**ลดค่า** U-Value

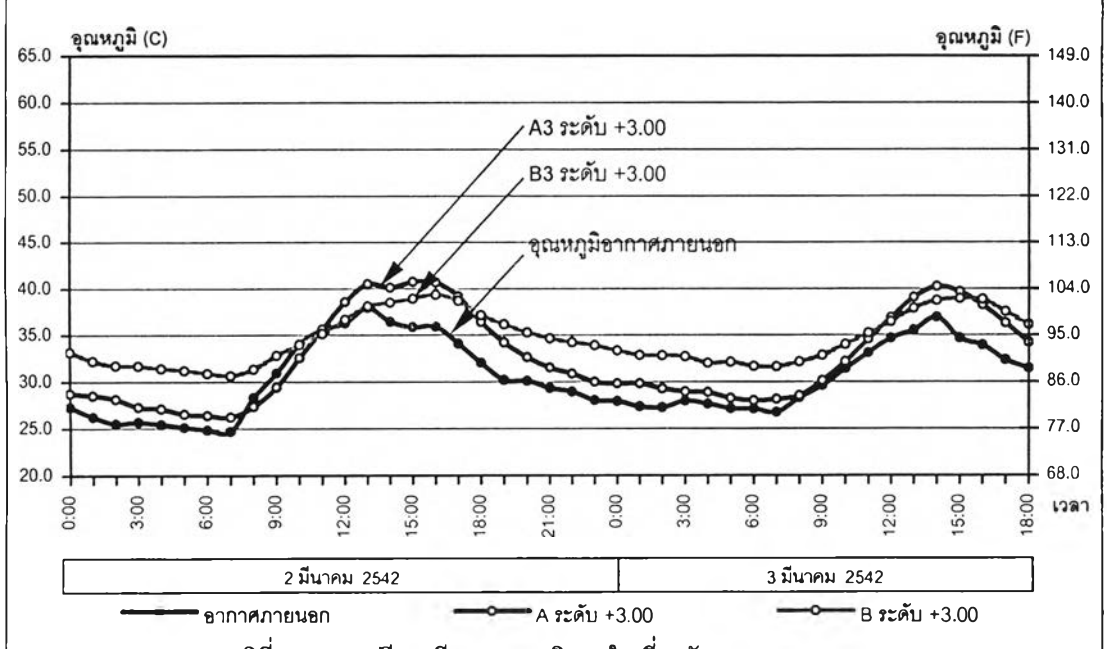
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.3 ก, ข ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ .1 เปรียบเทียบค่า U-Value ที่ผนังด้านล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.3 ค เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +2.00 ม.

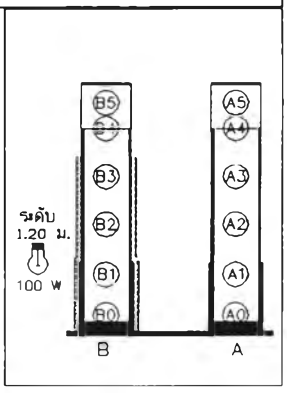


แผนภูมิที่ 4.3 ง เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +3.00 ม.

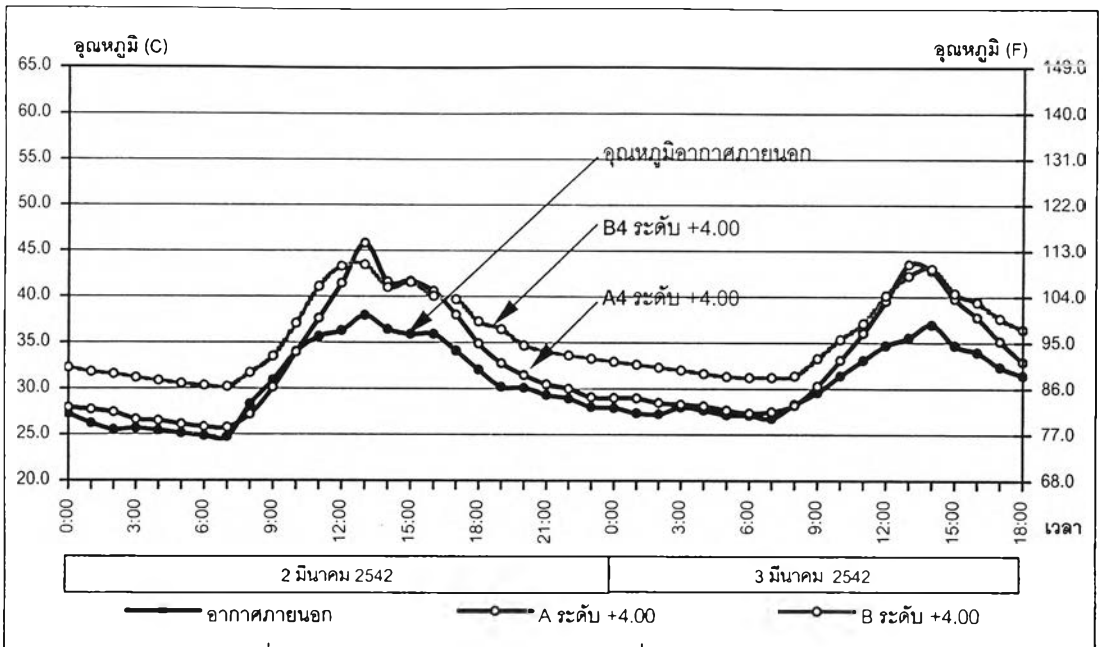
หน่วยทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

หน่วยทดลอง B ผนังด้านล่าง**ลดค่า** U-Value

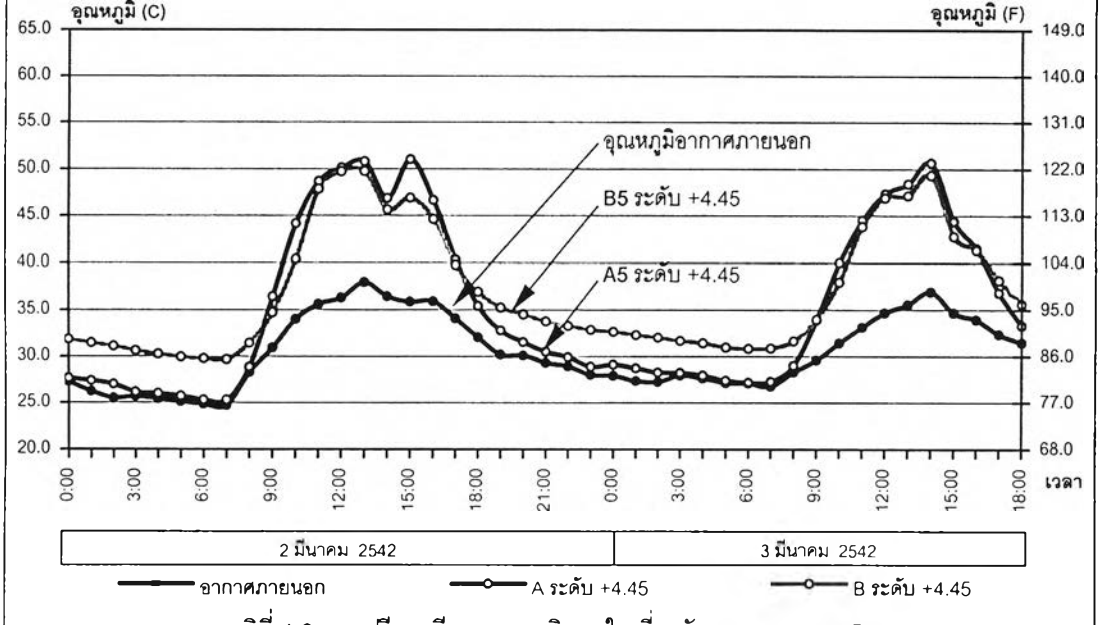
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.3 ค, ง ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบค่า U-Value ที่ผนังด้านล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.3 จ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +4.00 ม.

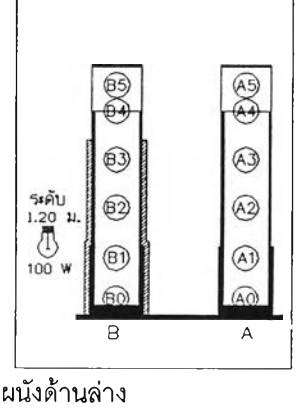


แผนภูมิที่ 4.3 ฉ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +4.45 ม.

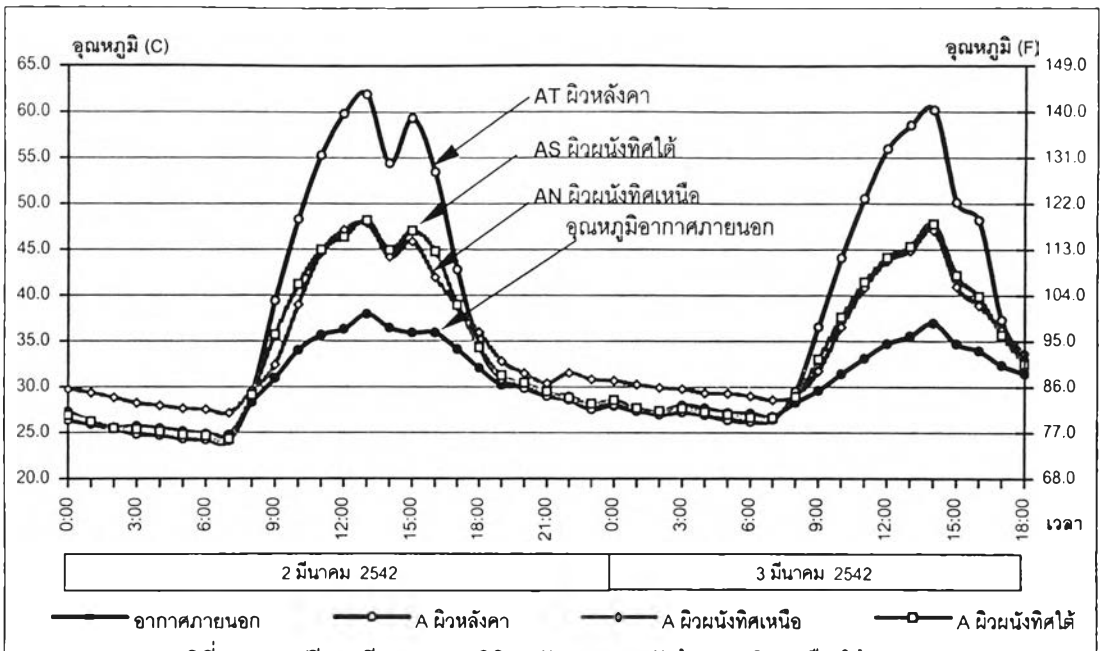
หน่วยทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

หน่วยทดลอง B ผนังด้านล่าง**ลดค่า** U-Value

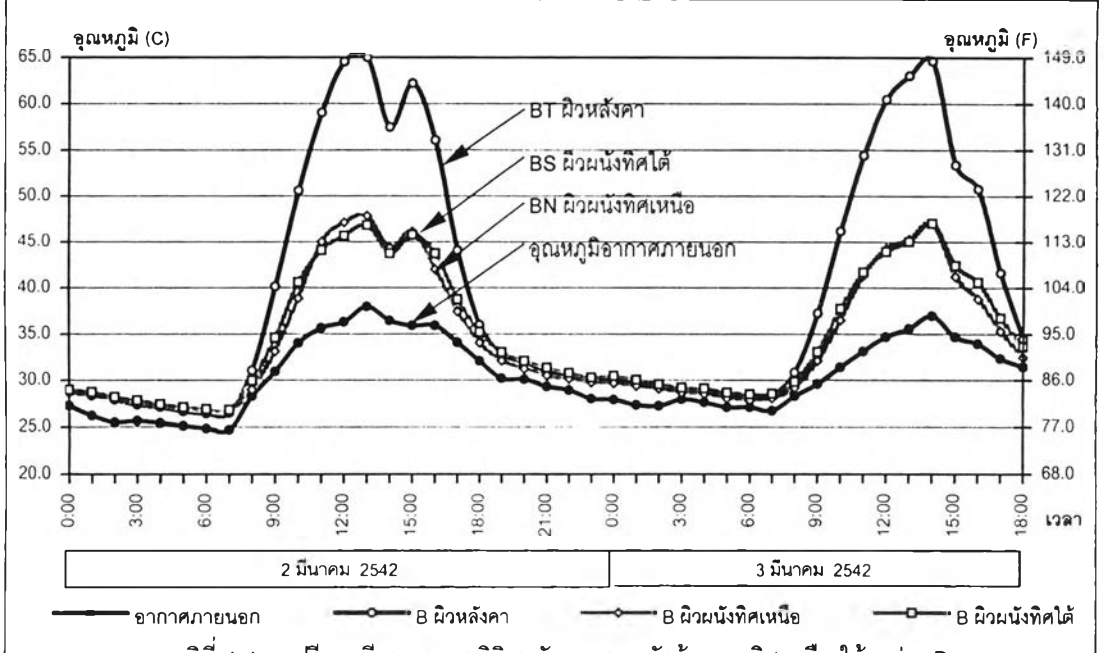
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.3 จ, ฉ ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบค่า U-Value ที่ผนังด้านล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.4ก เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยA

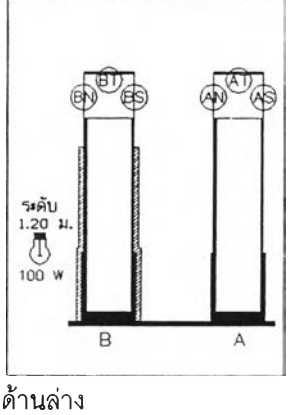


แผนภูมิที่ 4.4ข เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยB

หน่วยทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

หน่วยทดลอง B ผนังด้านล่าง**ลดค่า** U-Value

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.4 ก, ข ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบค่า U-Value ที่ผนังด้านล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหน่วยทดลอง เมื่อมีการติดตั้งฉนวน มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ไม่ให้เข้ามากระทบหลังคากระจกและผนังสังกะสีด้านบน เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน

หน่วยทดลอง A คงเดิม

หน่วยทดลอง B เหมือนกล่อง A **และใส่ฉนวน**ที่มีมวลสาร (Stay Cool) มีค่าความต้านทานความร้อน 10.82 F sq.ft. hr. / Btu **และ** ความจุความร้อน 0.035 Btu / sq.ft F หุ้มผนังภายนอกหน่วยทดลองที่ระดับพื้น ถึงระดับ 3.60 เมตร

- มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจกด้วยโฟม **และใช้**ในลอนบังแดดชนิดที่บังได้ 80% บังที่ผนังสังกะสี ทิศตะวันออก, ตะวันตก และทิศใต้ ทั้ง 2 หน่วยทดลอง
- ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน ทั้ง 2 หน่วยทดลอง

ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน่วยทดลอง A และ B

- ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่มีกระทบผนังที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำความร้อนออกจากหน่วยทดลอง
- ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคากระจกใส

มีผลต่ออุณหภูมิภายในหน่วยทดลองดังนี้

1. **วิเคราะห์อุณหภูมิของชั้นอากาศร้อนภายใน**

หน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้หุ้มฉนวนเพิ่ม พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน จะแตกต่างกัน ดังรูปภาพที่ 4.3

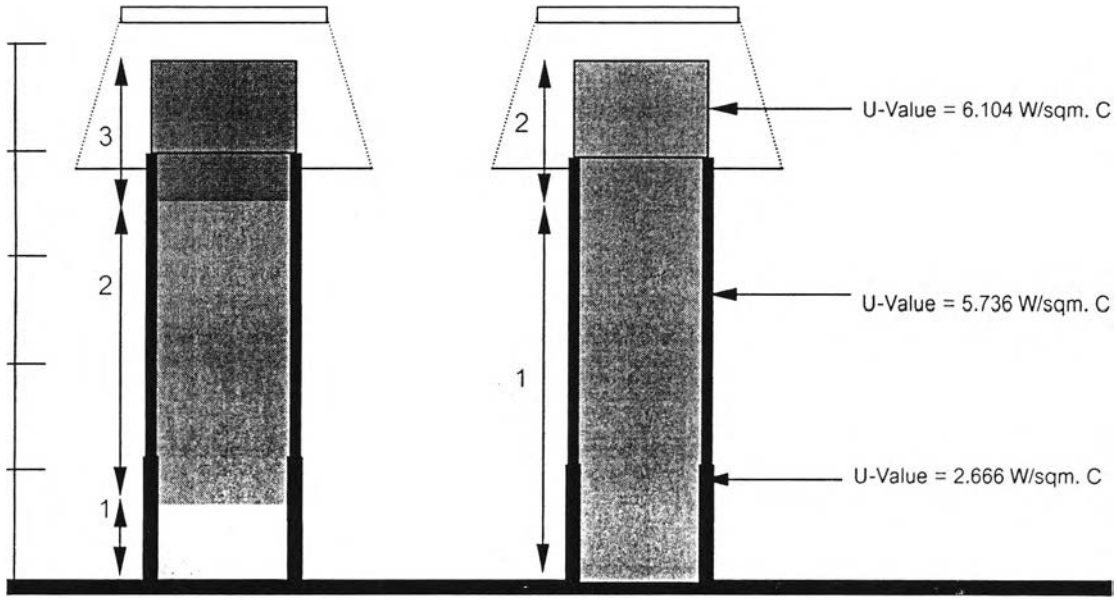
ช่วงเวลา**กลางวัน** อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้น ดังแผนภูมิที่ 4.5

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ผิวพื้นซึ่งค่อนข้างจะคง จึงมีอุณหภูมิต่ำที่สุด และ ไม่แตกต่างกับ 1.00 เมตร**ในเชิงสถิติ** และต่ำกว่าอากาศภายนอกในเวลากลางวัน

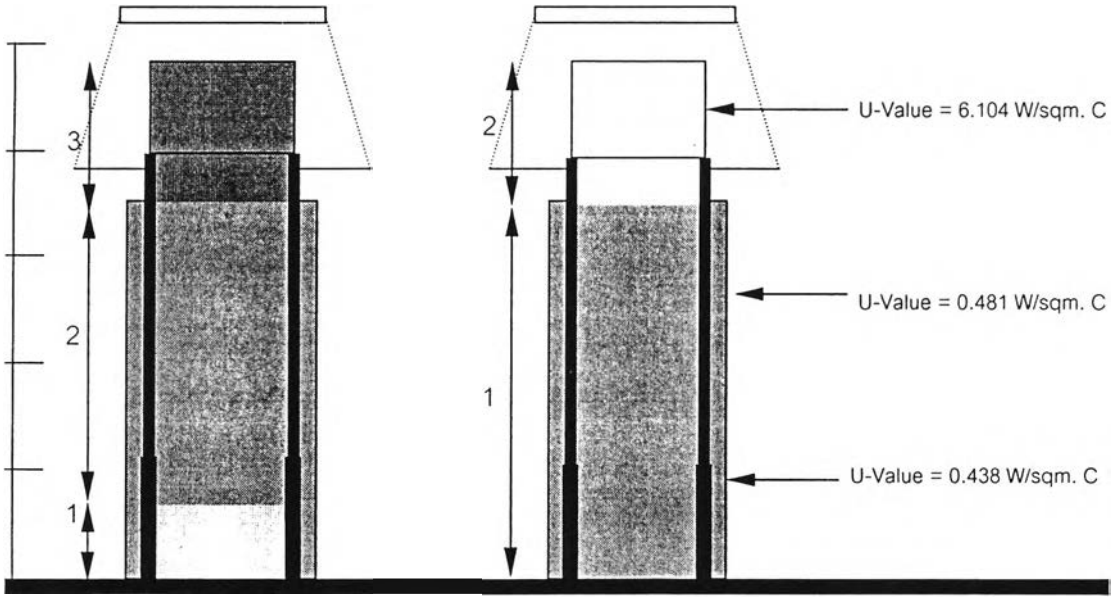
ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 3.00 เมตร เป็นการแบ่งชั้นความร้อนในลักษณะที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้นในอัตราที่ไม่มาก คือในช่วงอุณหภูมิสูงสุดของวัน ระดับที่สูงขึ้น 1 เมตร อุณหภูมิจะสูงขึ้น 1 C และ มีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายนอกในเวลากลางวัน

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร เมื่อบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจก และ ผนังส่วนบนแล้ว ทำให้ความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาทางหลังคากระจก ลดลงกว่าขั้นตอนที่ 1 มาก การถ่ายเทความร้อนออกโดยการนำ ผ่านผนังสังกะสีที่ส่วนบน สามารถลดความร้อนภายในได้มากจนกระทั่งมีอุณหภูมิที่ระดับ 4.45 เมตร ใกล้เคียงกับอากาศภายนอก และที่ระดับ 4.00 เมตร มีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายนอก และใกล้เคียงกับที่ระดับ 3.00

ช่วงเวลากลางคืน ผนังทั้งส่วนล่างและส่วนบนของหน่วยทดลอง จะมีค่า สปส.การถ่ายเทความร้อนสูง ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนจากภายในสู่ภายนอกสูงใกล้เคียงกัน แต่ระดับที่ใกล้หลังคากระจกมีอัตราการเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าได้มากกว่าส่วนที่อยู่ห่างออกไป ทำให้ระดับสูงสุดมีอุณหภูมิต่ำสุด ที่ระดับต่ำลง อุณหภูมิจะสูงขึ้น ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับสูงสุด และต่ำสุด ต่างกันเพียง 1 C ตามแผนภูมิที่ 4.5



รูปภาพที่ 4.3 แสดงการแบ่งลักษณะของชั้นอากาศร้อนภายในหน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้หุ้มฉนวน **ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2**



รูปภาพที่ 4.4 แสดงการแบ่งลักษณะของชั้นอากาศร้อนภายในหน่วยทดลอง B ที่หุ้มฉนวน **ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2**

หน่วยทดลอง B ที่หุ้มฉนวนเพิ่ม พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน จะแตกต่างกัน ดังรูปภาพที่ 4.4

ช่วงเวลากลางวัน อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้น ดังแผนภูมิที่ 4.6

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ผิวพื้นซึ่งค่อนข้างจะคง จึงมีอุณหภูมิต่ำที่สุด และ ไม่แตกต่างกับ 1.00 เมตรในเชิงสถิติ

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 3.00 เมตร เป็นการแบ่งชั้นความร้อนในลักษณะที่อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้นในอัตราที่ไม่มาก คือในช่วงอุณหภูมิสูงสุดของวัน ระดับที่สูงขึ้น 1 เมตร อุณหภูมิจะสูงขึ้น 1 C

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร เมื่อบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจก และ ผนังส่วนบนแล้ว ทำให้ความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาทางหลังคากระจก ลดลงกว่าขั้นตอนที่ 1 มาก การถ่ายเทความร้อนออกโดยการนำ ผ่านผนังลังกะสีที่ส่วนบน สามารถลดความร้อนภายในได้มากจนกระทั่งมีอุณหภูมิที่ระดับ 4.45 เมตร กับอากาศภายนอกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และที่ระดับ 4.00 เมตร มีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายนอก

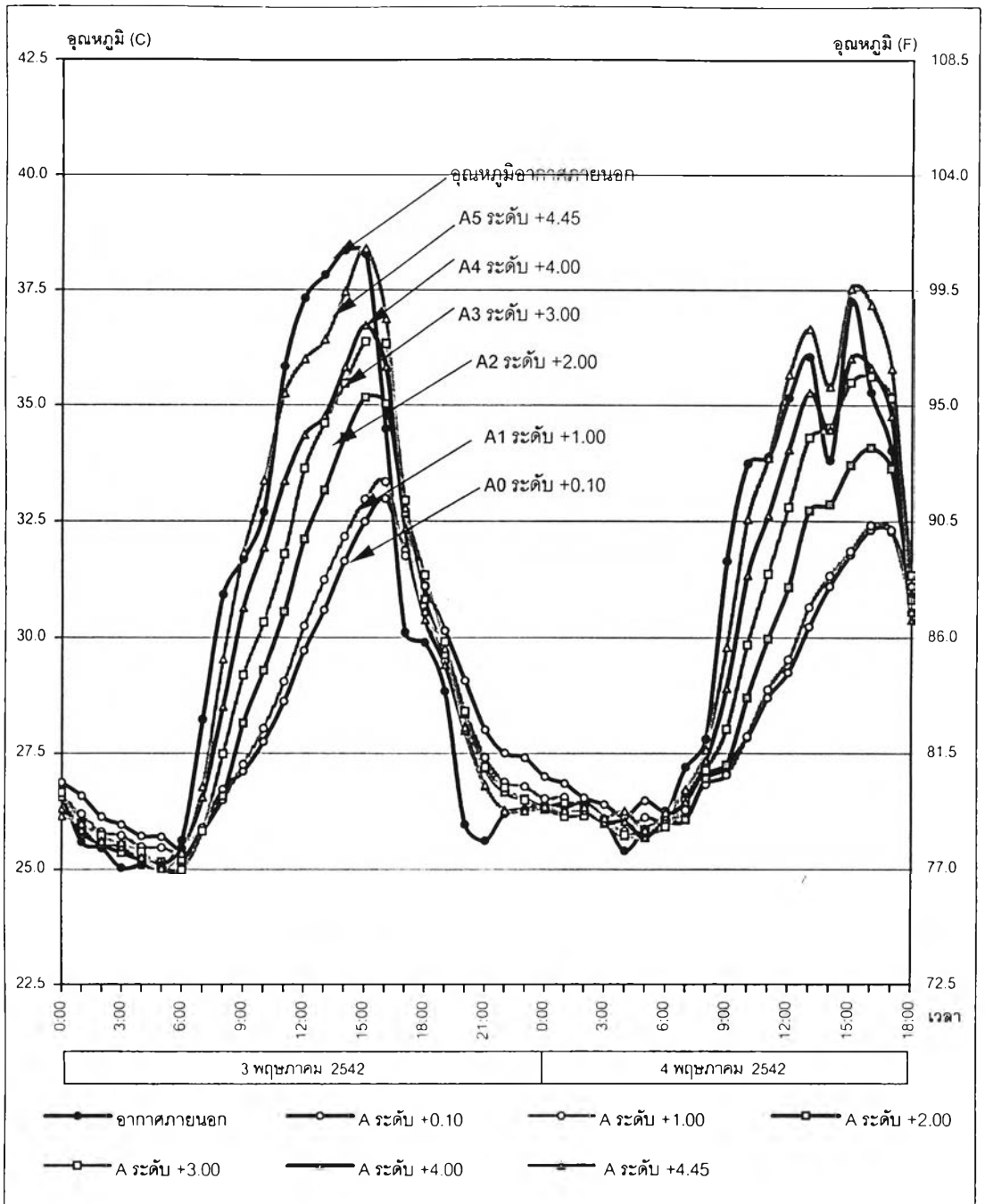
ช่วงเวลากลางคืน จะมีลักษณะดังแผนภูมิที่ 4.6

ช่วง "1" ระดับ 0.10 ถึง 3.00 เมตร มีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกน้อยกว่าที่ระดับผนังส่วนบน จึงมีอุณหภูมิสูงกว่า

ช่วง "2" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร ซึ่งอยู่ใกล้หลังคากระจกมากที่สุด จึงได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกมากที่สุด และ มีอัตราการถ่ายเทความร้อนออกได้สูงกว่าระดับอื่น ทำให้มีอุณหภูมิต่ำที่สุด และใกล้เคียงกับอากาศภายนอกมากกว่าช่วงที่ "1"

2. **เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งสอง**

เนื่องจากไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองทั้งต่ำกว่าอากาศในช่วงกลางวัน และ สูงกว่าในช่วงกลางคืน เมื่อลดค่า สปส.การถ่ายเทความร้อนโดยการใส่ฉนวน แล้วจึงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าในช่วงกลางวันต่ำลง อุณหภูมิภายในที่ระดับ 0.10 – 3.00 เมตรจึงต่ำกว่า หน่วยทดลองที่ไม่ใส่ฉนวน 2.5 – 4 C ในทางกลับกันช่วงกลางคืนอัตราการถ่ายเทความร้อนออกต่ำลง ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าหน่วยทดลองที่ไม่ได้ใส่ฉนวน 1 – 1.5 C



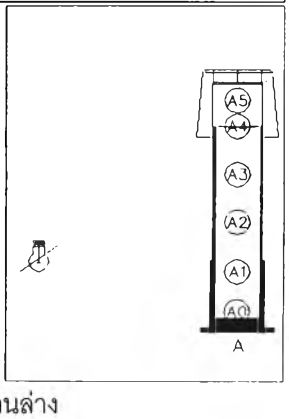
แผนภูมิที่ 4.5 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง A ที่ระดับต่างๆ

หุ่นทดลอง A ผนังด้านล่างคงเดิม

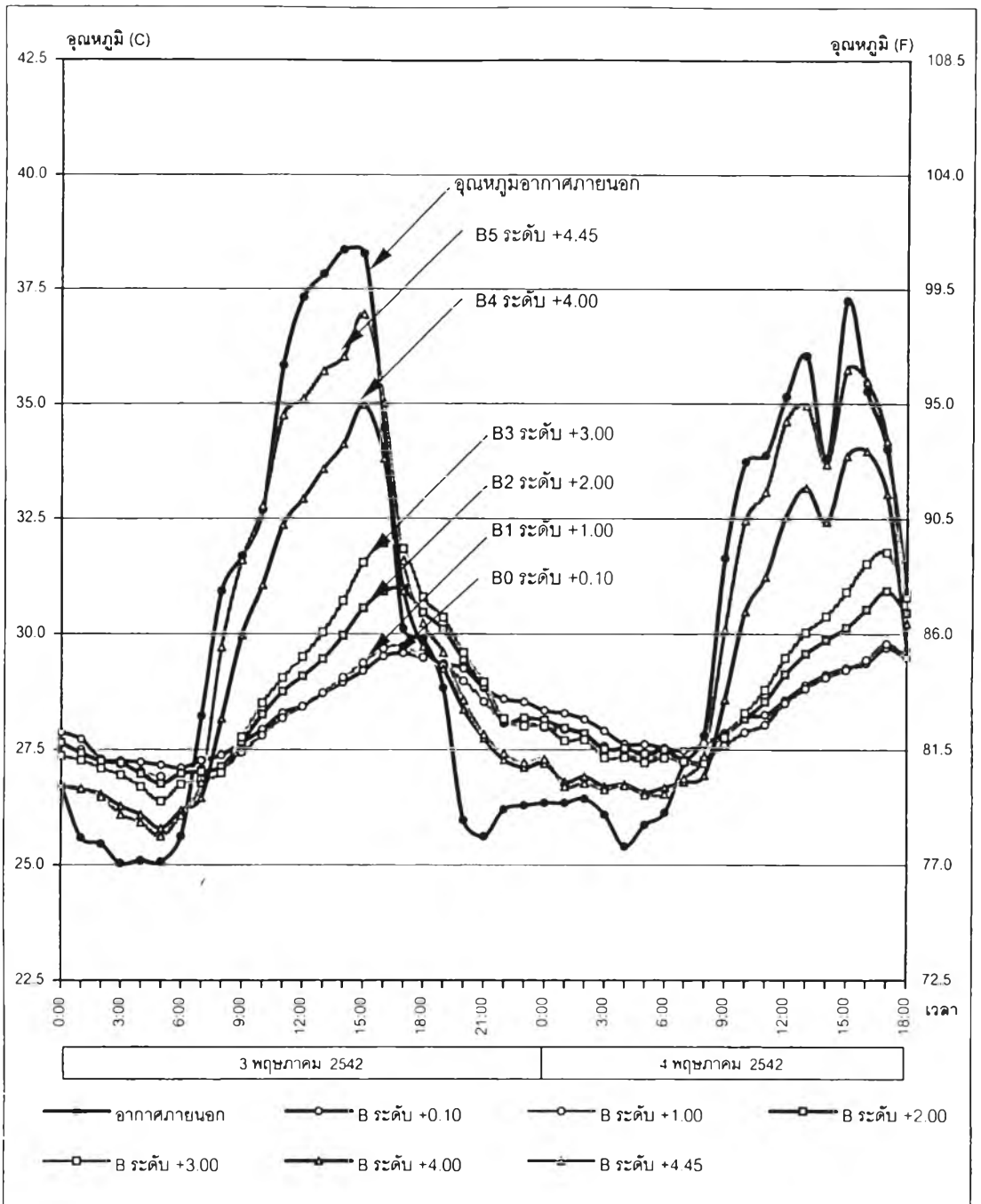
หุ่นทดลอง B ผนังด้านล่าง ลดค่า U-Value

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.5 ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



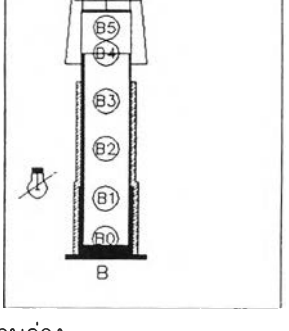
แผนภูมิที่ 4.6 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง B ที่ระดับต่างๆ

หุ่นทดลอง A ผนังด้านล่างคงเดิม

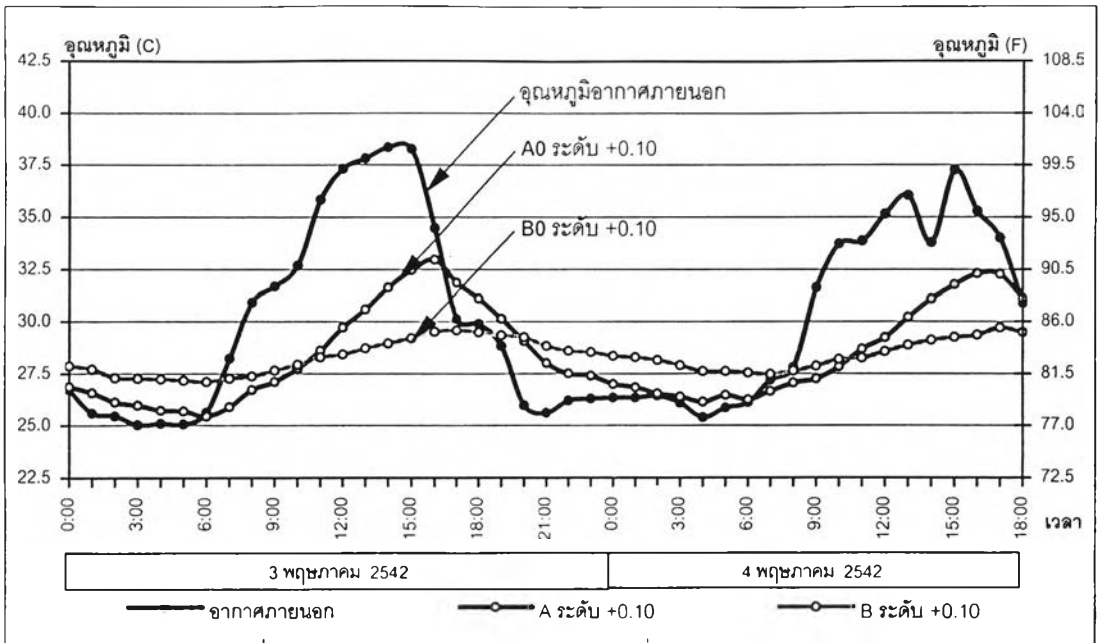
หุ่นทดลอง B ผนังด้านล่าง ลดค่า U-Value

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

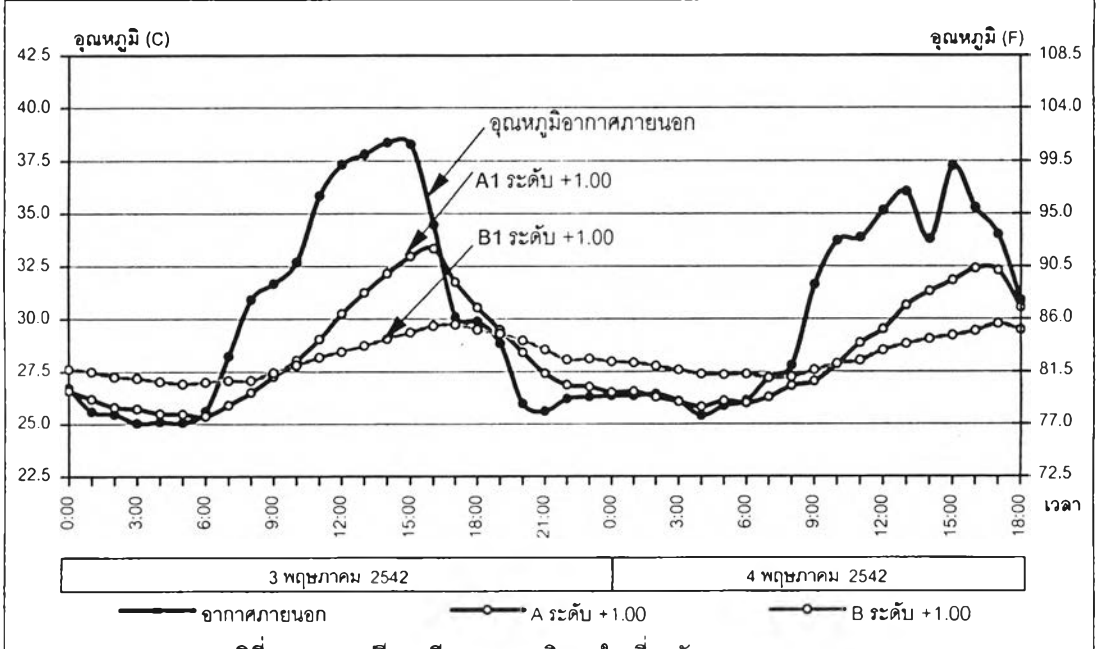
ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.6 ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.7 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +0.10 ม.



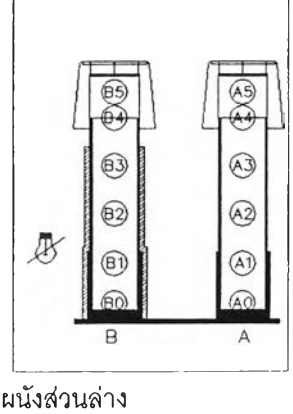
แผนภูมิที่ 4.7 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +1.00 ม.

หุ่นทดลอง A **ผนังด้านล่างคงเดิม**

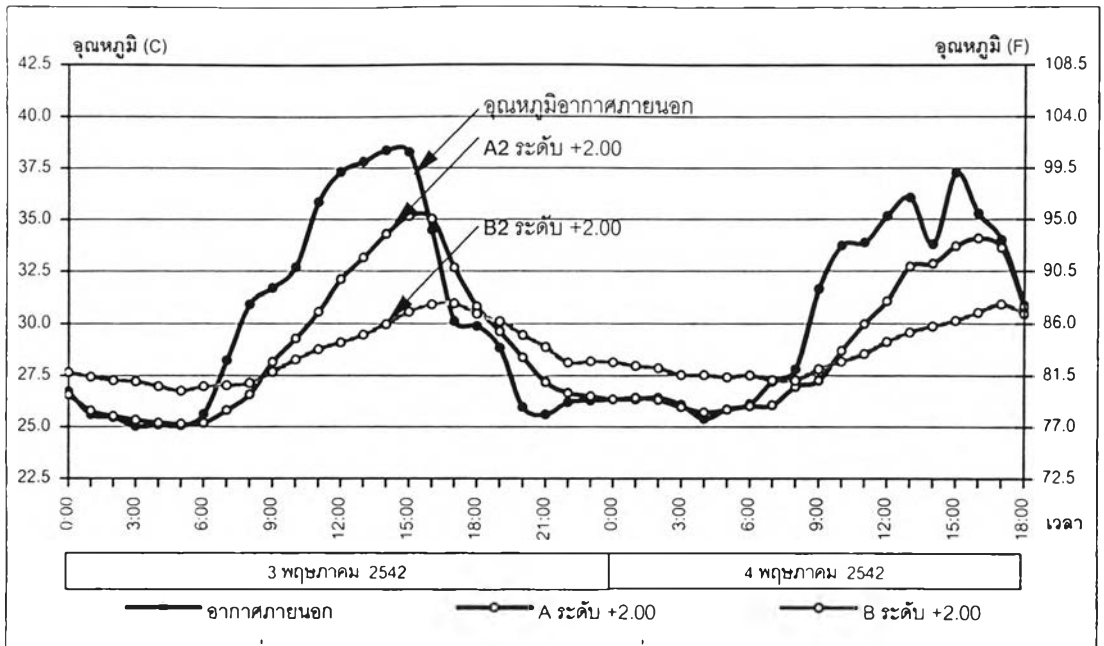
หุ่นทดลอง B **ผนังด้านล่าง ลดค่า U-Value**

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

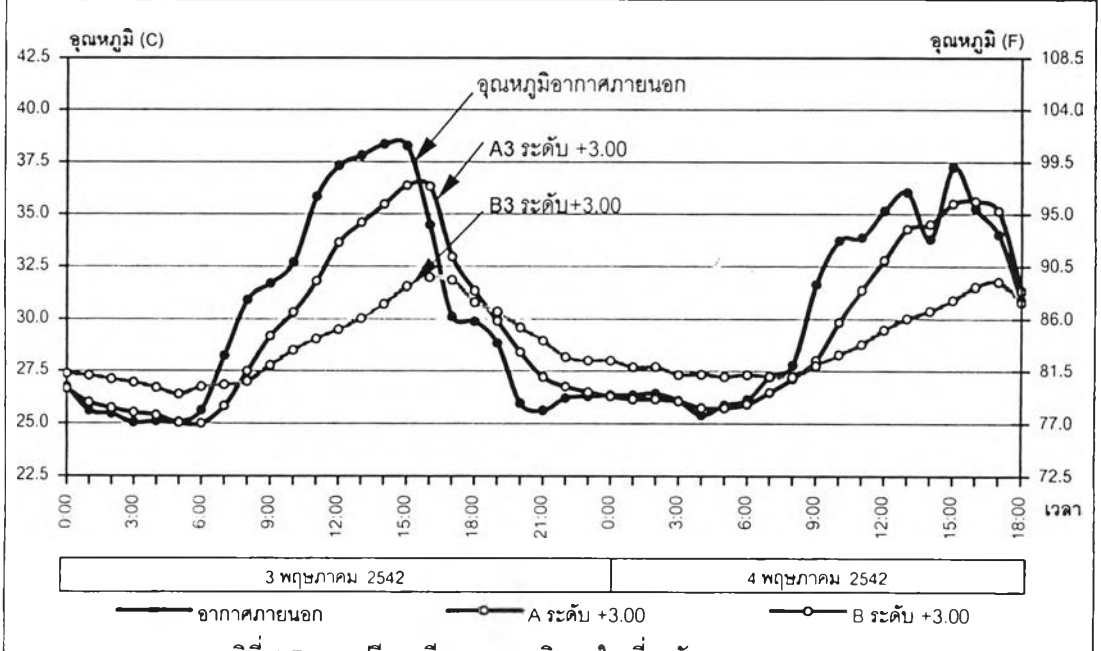
ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.7 ก, ข ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.7 ค เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +2.00 ม.



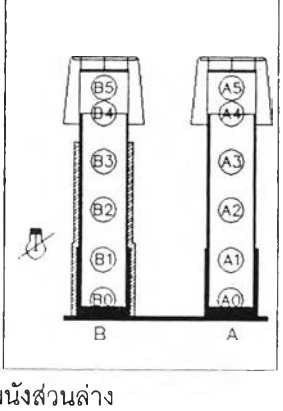
แผนภูมิที่ 4.7 ง เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +3.00 ม.

หุ่นทดลอง A **ผนังด้านล่างคงเดิม**

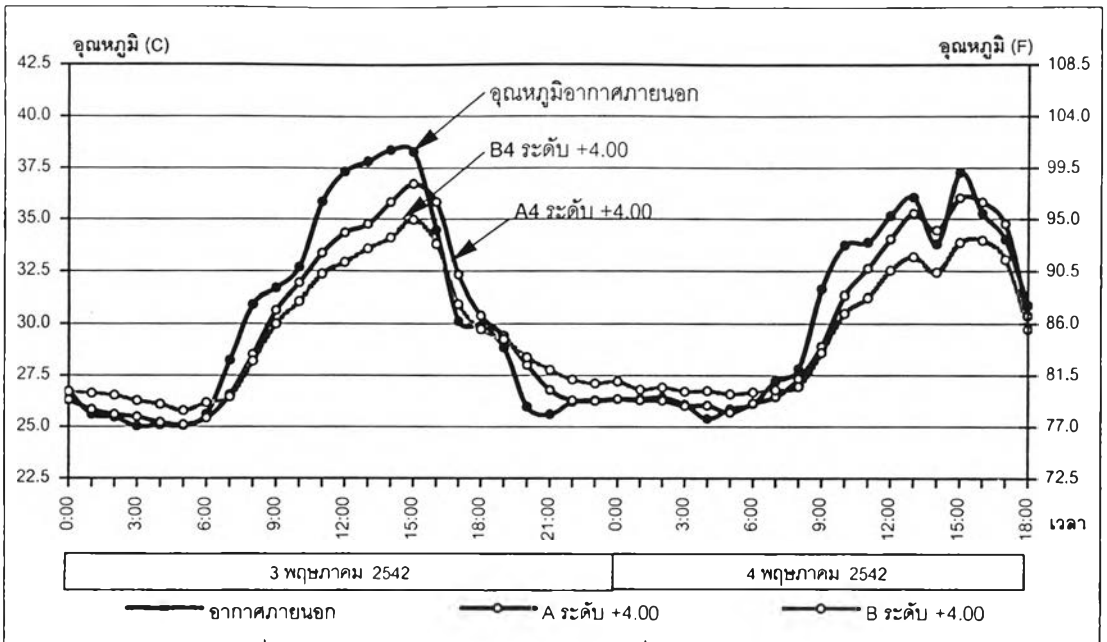
หุ่นทดลอง B **ผนังด้านล่าง ลดค่า** U-Value

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

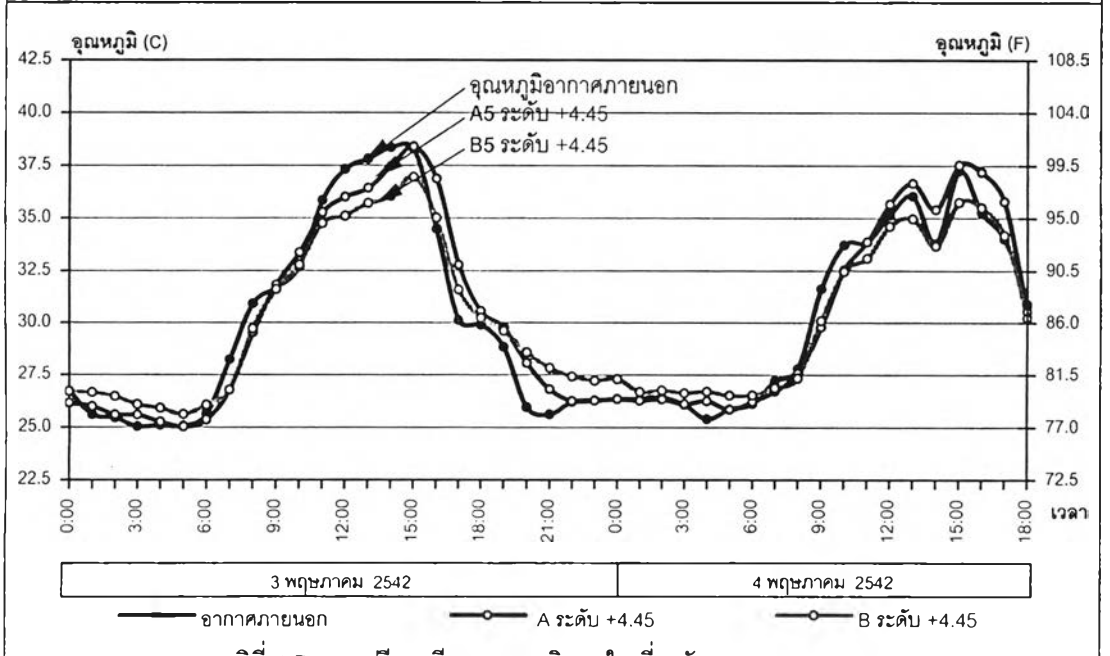
ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.7 ค, ง ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.7 จ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +4.00 ม.



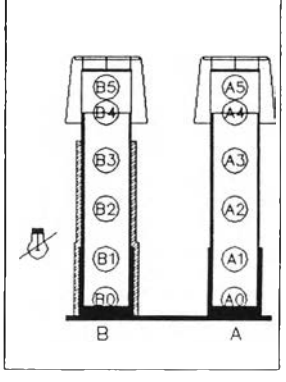
แผนภูมิที่ 4.7 ฉ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +4.45 ม.

หุ่นทดลอง A **ผนังด้านล่างคงเดิม**

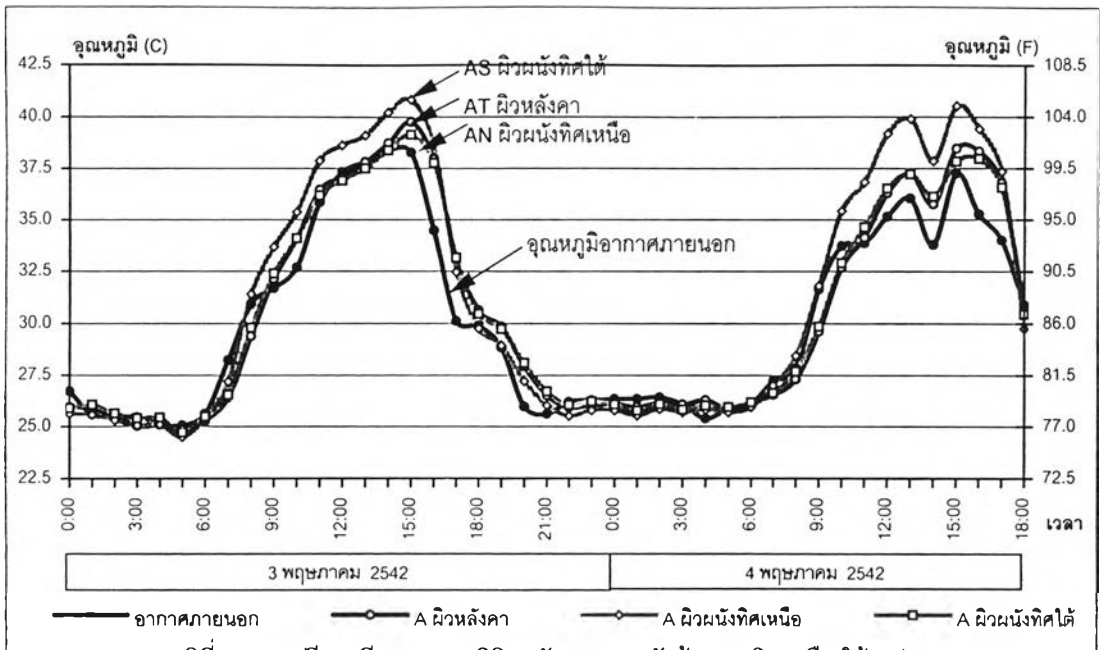
หุ่นทดลอง B **ผนังด้านล่าง ลดค่า** U-Value

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

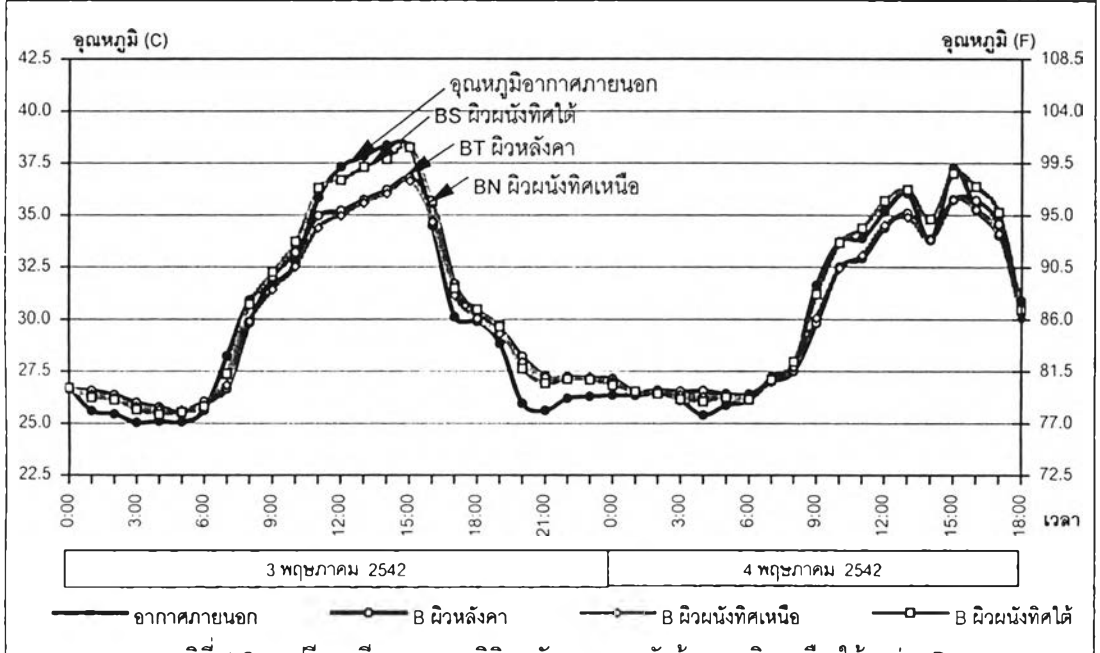
ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.7 จ, ฉ ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.8ก เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยA



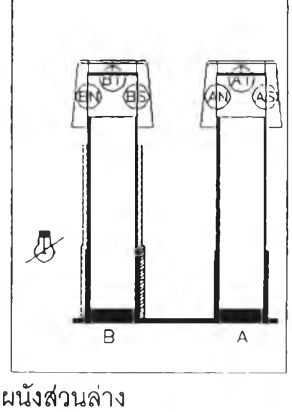
แผนภูมิที่ 4.8ข เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยB

หุ่นทดลอง A **ผนังด้านล่างคงเดิม**

หุ่นทดลอง B **ผนังด้านล่าง ลดค่า** U-Value

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.8 ก, ข ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหน่วยทดลอง เมื่อมีการติดตั้งฉนวน มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ไม่ให้เข้ามากระทบหลังคากระจกและผนังสังกะสีด้านบน เมื่อแหล่งกำเนิดความร้อนภายในหน่วยทดลอง A คงเดิม

หน่วยทดลอง B เหมือนกล่อง A และใส่ฉนวนที่มีมวลสาร (Stay Cool) มีค่าความต้านทานความร้อน 10.82 F sq.ft. hr. / Btu และ ความจุความร้อน 0.035 Btu / sq.ft F หุ้มผนังภายนอกหน่วยทดลองที่ระดับพื้น ถึงระดับ 3.60 เมตร

- มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจกด้วยโฟม และใช้ไนลอนบังแดดชนิดที่บังได้ 80% บังที่ผนังสังกะสี ทิศตะวันออก, ตะวันตก และทิศใต้ ทั้ง 2 หน่วยทดลอง
- มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ / ตรม. ทั้ง 2 หน่วยทดลอง

ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน่วยทดลอง A **และ** B

- ปริมาณความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน

มีผลต่ออุณหภูมิภายในหน่วยทดลองดังนี้

1. **วิเคราะห์อุณหภูมิของชั้นอากาศร้อนภายใน**

หน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้หุ้มฉนวนเพิ่ม พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน จะแตกต่างกัน ดังรูปภาพที่ 4.5

ช่วงเวลา**กลางวัน** อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้น ดังแผนภูมิที่ 4.9

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ผิวพื้นซึ่งค่อนข้างจะคงที่ และ มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน เป็นเสมือนตัวกั้นไม่ให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับ ระดับอื่นๆ จึงมีอุณหภูมิต่ำที่สุด

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 3.00 เมตร ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายในที่ระดับ 1.20 เมตร ทำให้ที่อุณหภูมิสูงที่สุด และ แผ่ความร้อนขึ้นข้างบน ทำให้อุณหภูมิที่ระดับสูงขึ้น จะต่ำกว่าที่ระดับ 1.00 เมตรเพียง 0.5 C

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร อัตราการถ่ายเทความร้อนออกโดยการนำ ผ่านผนังสังกะสีที่ส่วนบน สามารถลดความร้อนภายในได้ แต่ปริมาณความร้อนภายในมาก อุณหภูมิที่ความสูงระดับ 4.00 และ 4.45 เมตร จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายนอก 2 - 3 C

ช่วงเวลา**กลางคืน** อุณหภูมิจะมีลักษณะดังแผนภูมิที่ 4.9

ช่วง "1" ระดับ 0.10 ถึง 1.00 เมตร ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน และมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกน้อยกว่าที่ระดับอื่น จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับอื่น

ช่วง "2" ระดับ 2.00 ถึง 3.00 เมตร รองจากระดับ 0.10 และ 1.00 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกมากกว่า

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร ซึ่งอยู่ใกล้หลังคากระจกมากที่สุด จึงได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกมากที่สุด และ มีอัตราการถ่ายเทความร้อนออกสูงกว่าระดับอื่น ทำให้มีอุณหภูมิต่ำที่สุด ซึ่งสูงกว่าอากาศภายนอกเพียง 1.5 C

หน่วยทดลอง B ที่หุ้มฉนวนเพิ่ม พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน จะแตกต่างกัน ดังรูปภาพที่ 4.6

ช่วงเวลา**กลางวัน** อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้น ดังแผนภูมิที่ 4.10

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ผิวพื้นซึ่งค่อนข้างจะคงที่ และ มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน เป็นเสมือนตัวกั้นไม่ให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับ ระดับอื่นๆ

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 3.00 เมตร จะมีลักษณะคล้ายกับหน่วยทดลอง A

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร ถ่ายเทความร้อนออกโดยการนำ ผ่านผนังสังกะสีที่ส่วนบน นั้นลดความร้อนภายในได้ไม่เพียงพอ อุณหภูมิภายในจึงยังคงสูงกว่า**อุณหภูมิอากาศ**

ช่วงเวลา**กลางคืน** อุณหภูมิจะมีลักษณะดังแผนภูมิที่ 4.9

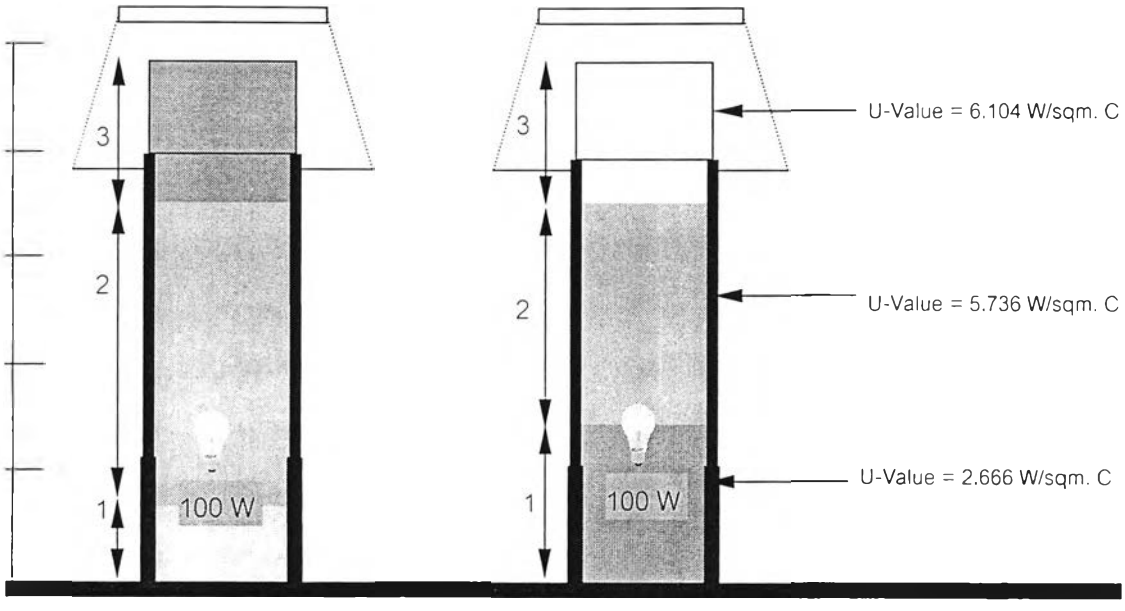
ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน และมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกน้อยกว่าที่ระดับอื่น จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับอื่น

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 3.00 เมตร รองจากระดับ 0.10 และ 1.00 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจก ทำให้ทุกระดับที่สูงขึ้น 1 เมตร อุณหภูมิจะต่ำลง 1 C

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 4.90 เมตร ซึ่งอยู่ใกล้หลังคากระจกมากที่สุด จึงได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกมากที่สุด อุณหภูมิจึงต่ำกว่าระดับอื่นๆ แต่ความร้อนภายในมาก และอัตราการถ่ายเทความร้อนออกไม่เพียงพอ ความร้อนจึงสะสมอยู่ภายในมาก จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายนอก 5 C

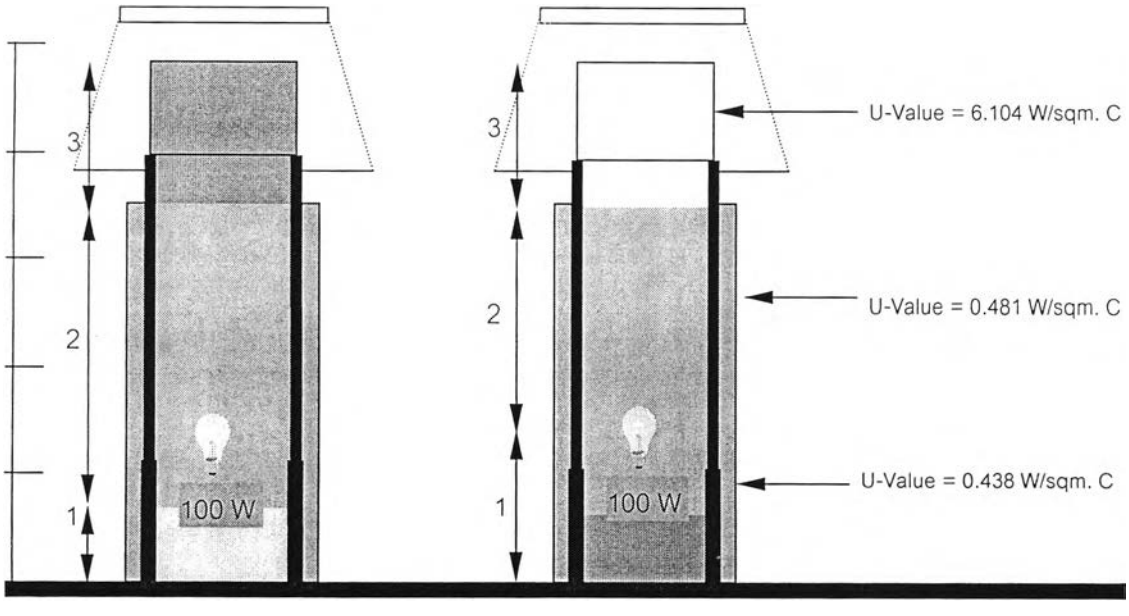
3. **เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งสอง**

เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองทั้งสูงกว่าอากาศเกือบตลอดเวลา เมื่อลดค่า สปส.การถ่ายเทความร้อนโดยการใส่ฉนวน แล้วจึงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนออกในช่วงกลางวัน และกลางคืน ต่ำลง ทำให้อุณหภูมิอากาศภายใน**สูงกว่า**หน่วยทดลองที่ไม่ได้ใส่ฉนวน 1 C ในช่วงร้อนสุดของวัน และ 5 C ในเวลากลางคืน



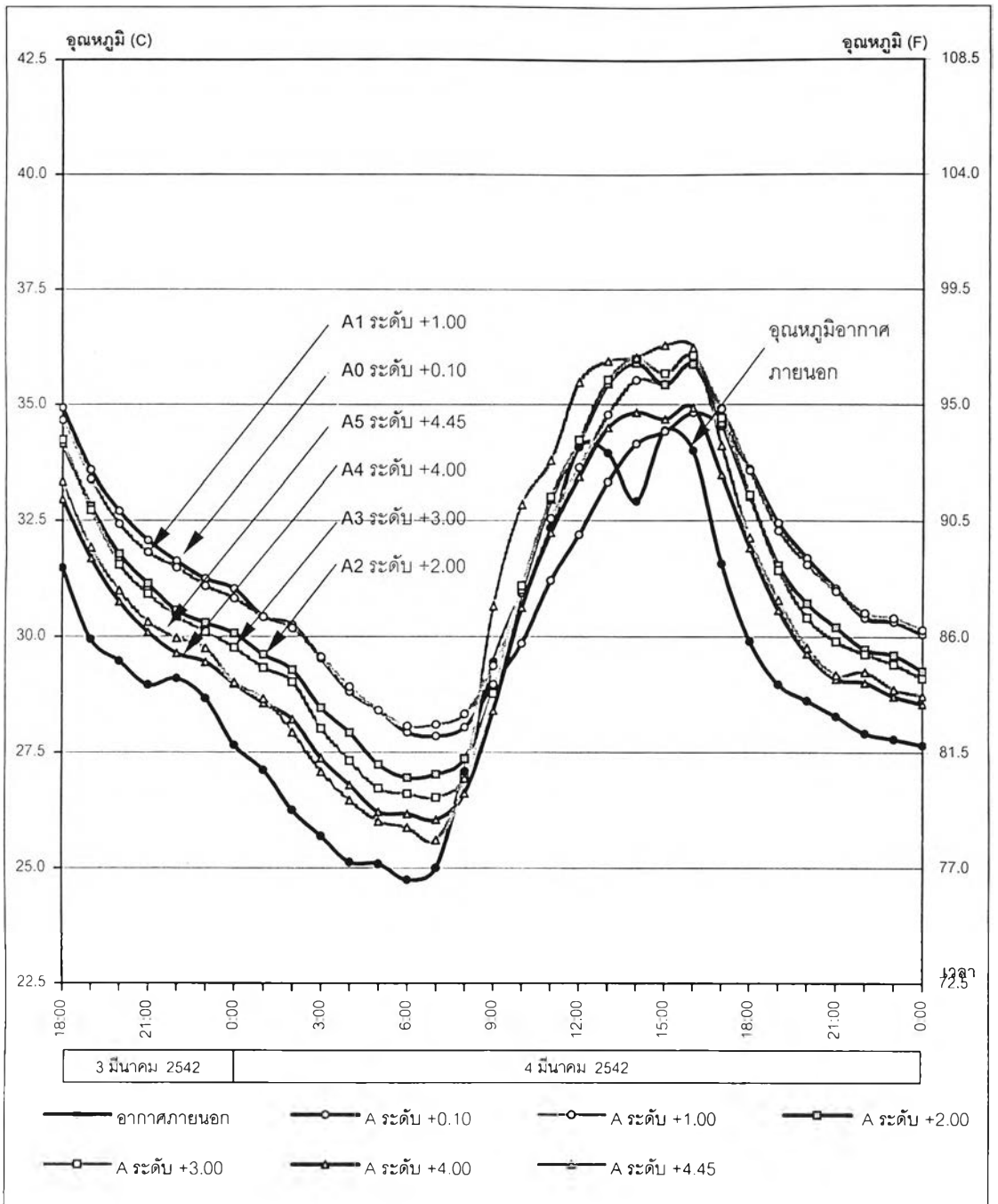
กลางวัน กลางคืน

รูปภาพที่ 4.5 แสดงการแบ่งลักษณะของชั้นอากาศร้อนภายในหน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้หุ้มฉนวน ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 3



กลางวัน กลางคืน

รูปภาพที่ 4.6 แสดงการแบ่งลักษณะของชั้นอากาศร้อนภายในหน่วยทดลอง B ที่ไม่ได้หุ้มฉนวน ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 3



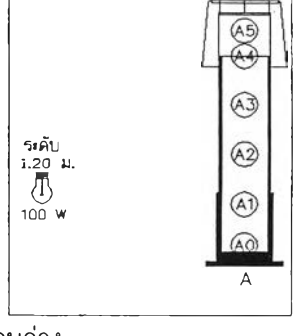
แผนภูมิที่ 4.9 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง A ที่ระดับต่างๆ

หุ่นทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

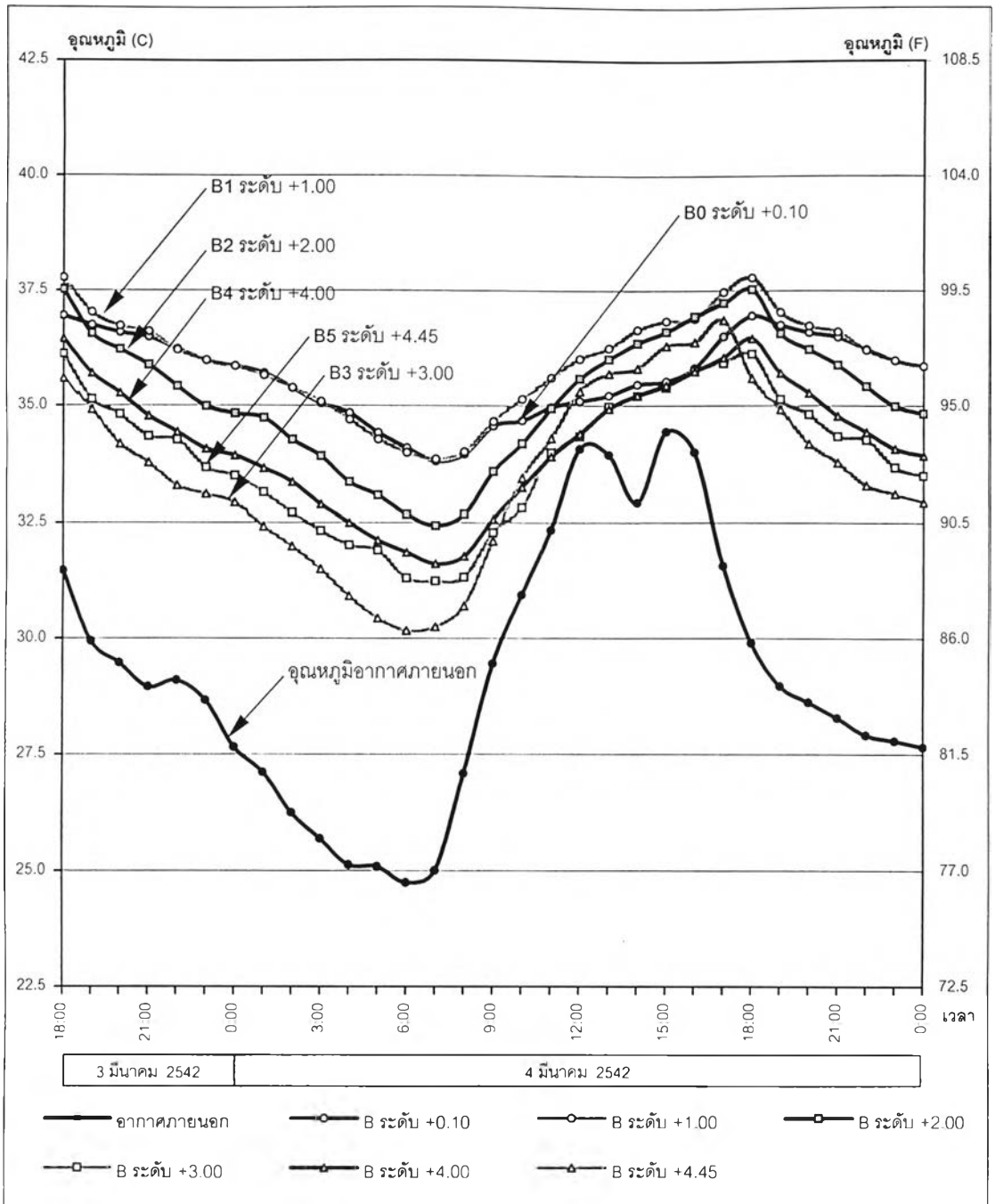
หุ่นทดลอง B ผนังด้านล่าง **ลดค่า** U-Value

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และผนังด้านบน

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.9 ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



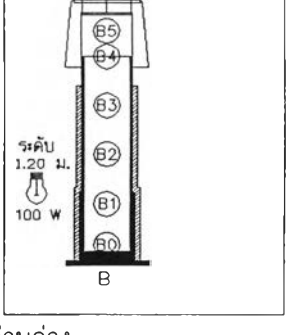
แผนภูมิที่ 4.10 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง B ที่ระดับต่างๆ

หุ่นทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

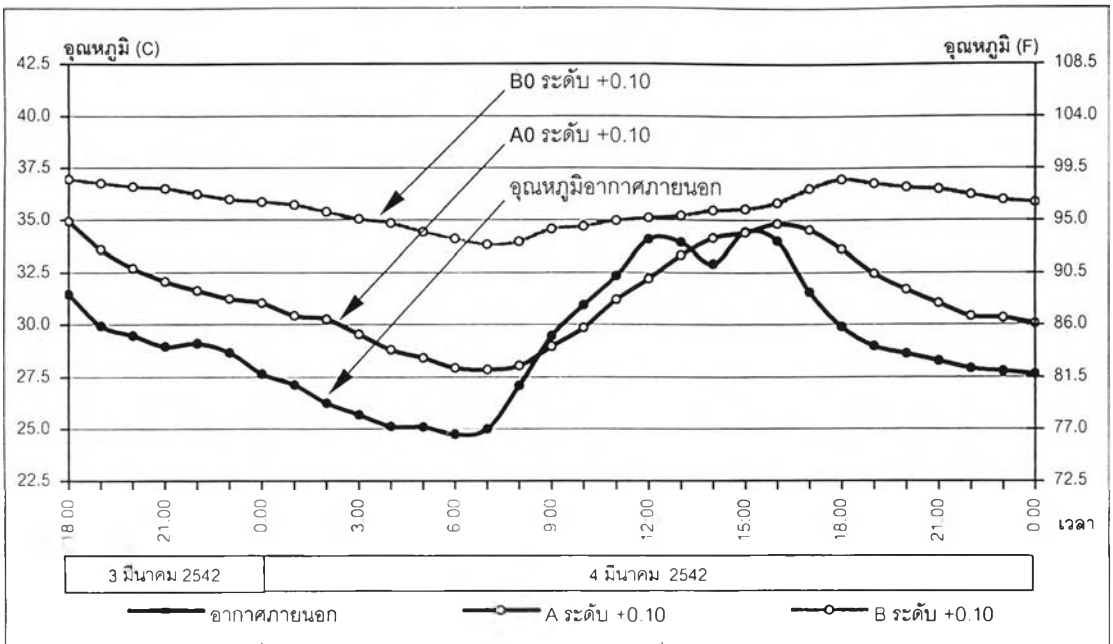
หุ่นทดลอง B ผนังด้านล่าง **ลดค่า** U-Value

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และผนังด้านบน

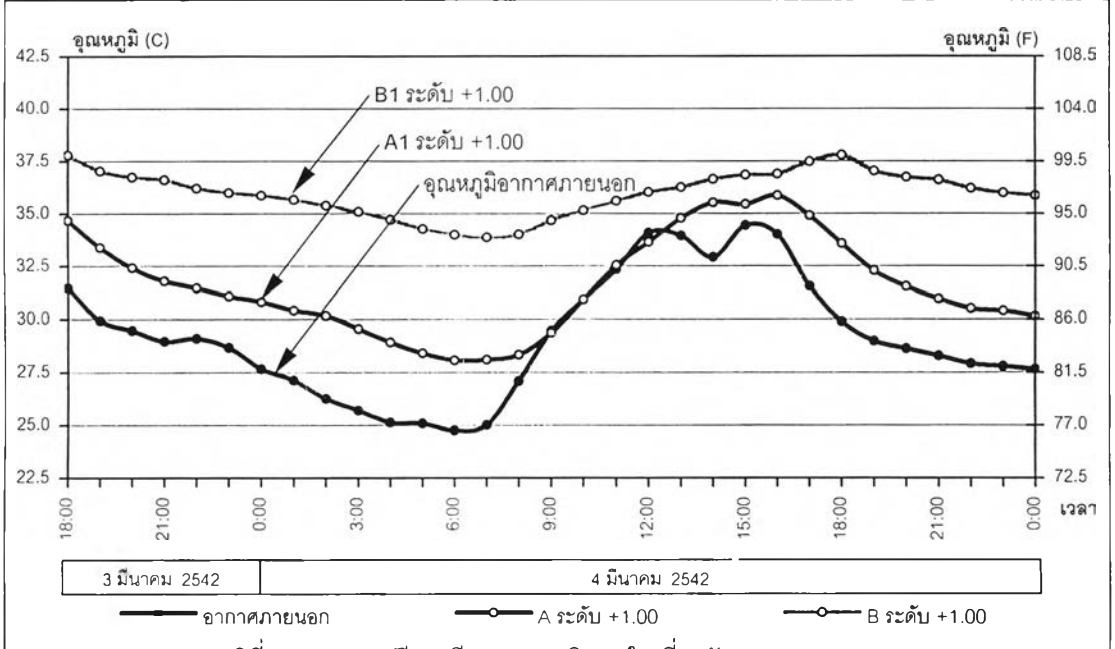
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.10 ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.11 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +0.10 ม.



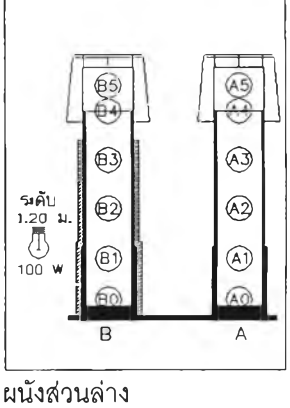
แผนภูมิที่ 4.11 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +1.00 ม.

หุ่นทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

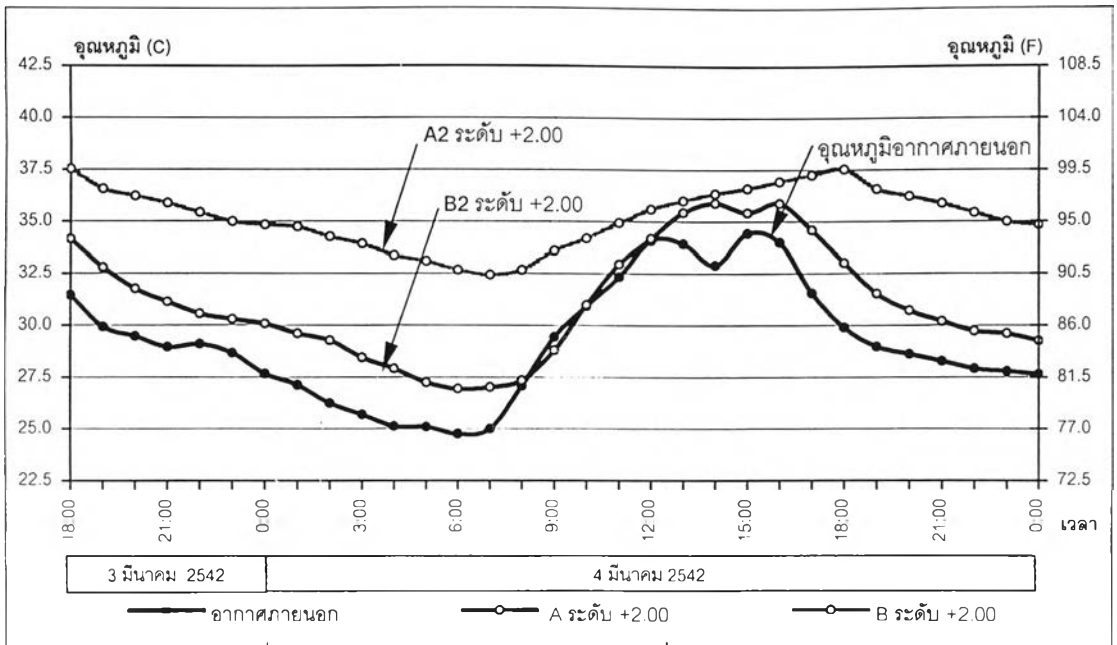
หุ่นทดลอง B ผนังด้านล่าง **ลดค่า** U-Value

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และผนังด้านบน

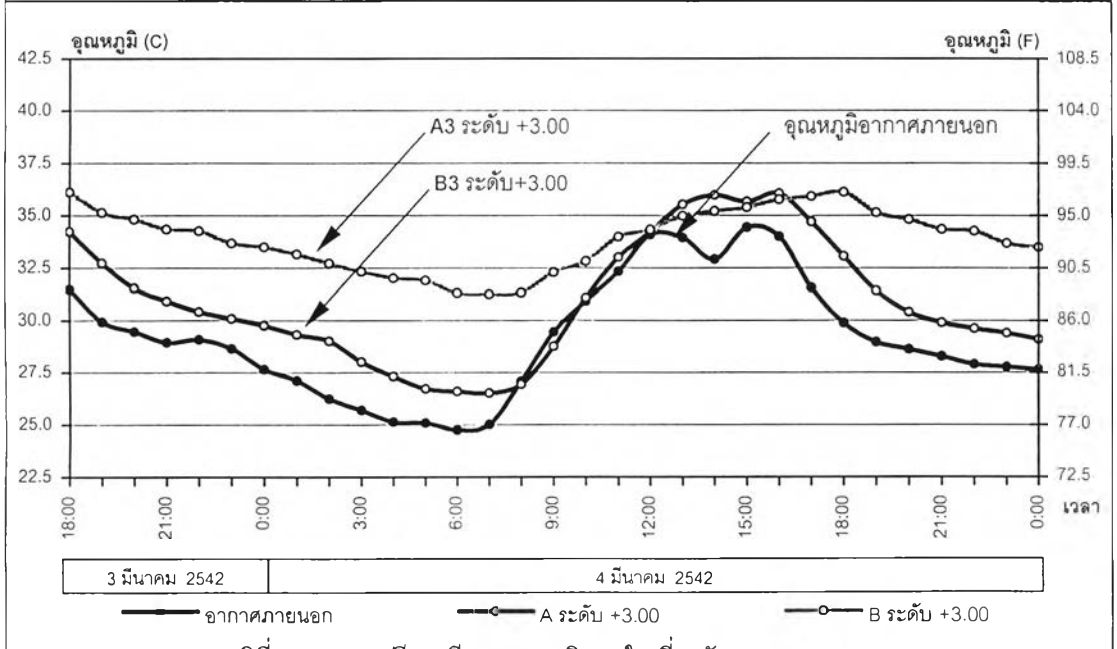
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



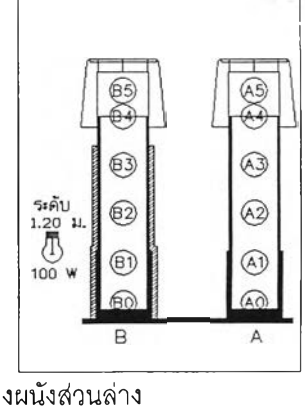
แผนภูมิที่ 4.11 ก, ข ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.11 ค เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +2.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.11 ง เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +3.00 ม.



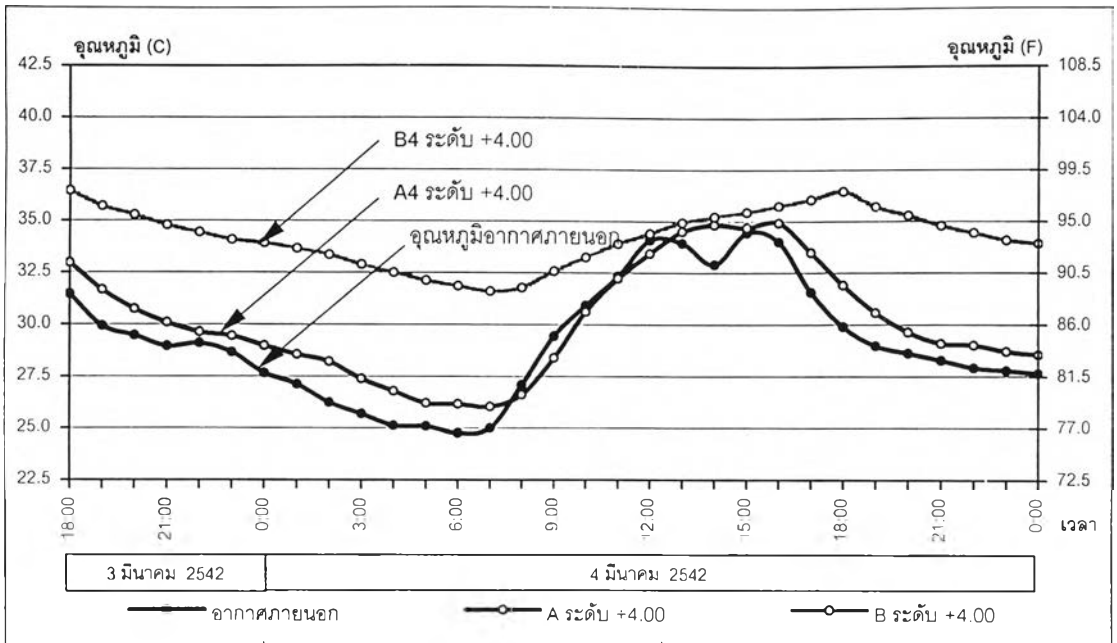
หุ่นทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

หุ่นทดลอง B ผนังด้านล่าง **ลดค่า** U-Value

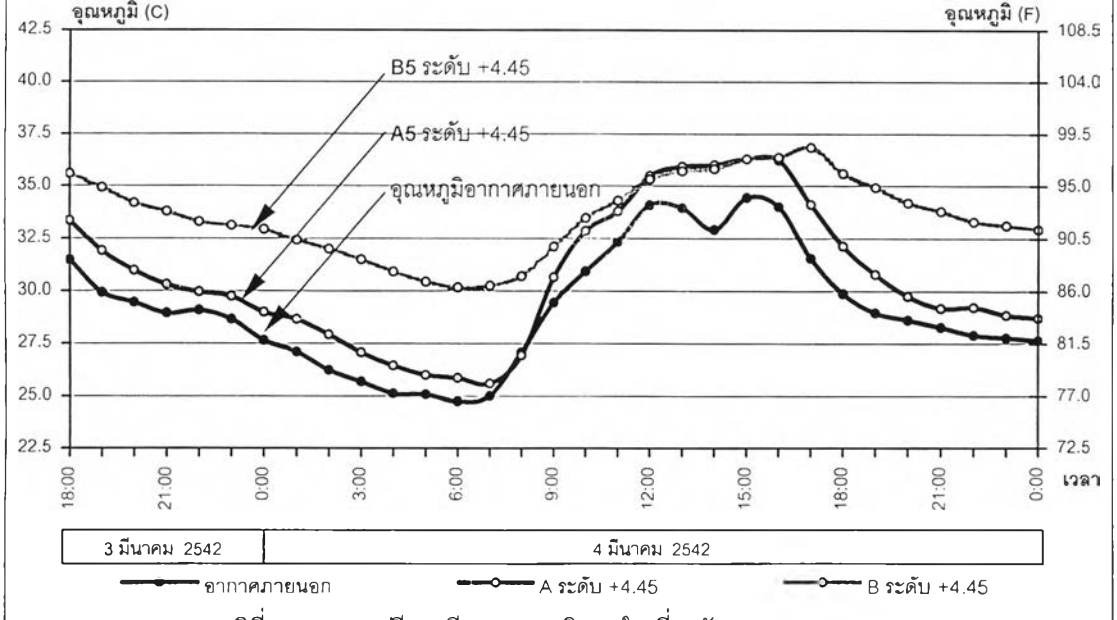
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และผนังด้านบน

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร

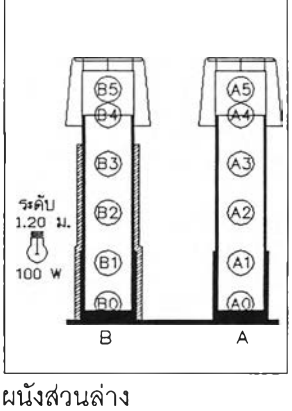
แผนภูมิที่ 4.11 ค, ง ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.11 จ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +4.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.11 ฉ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +4.45 ม.



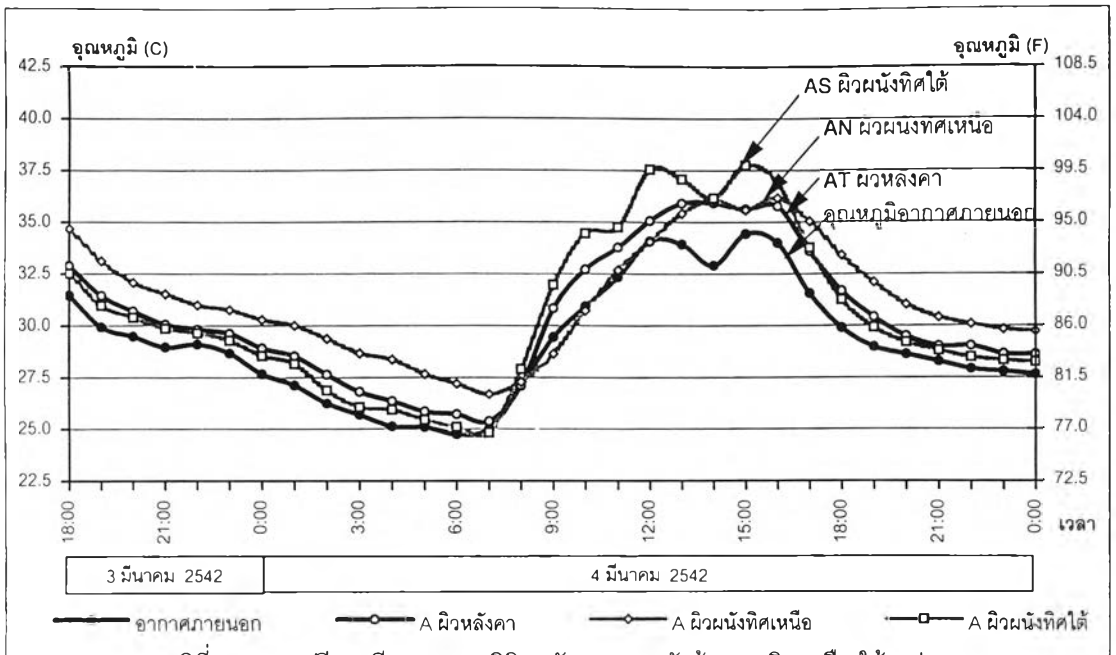
หุ่นทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

หุ่นทดลอง B ผนังด้านล่าง **ลดค่า** U-Value

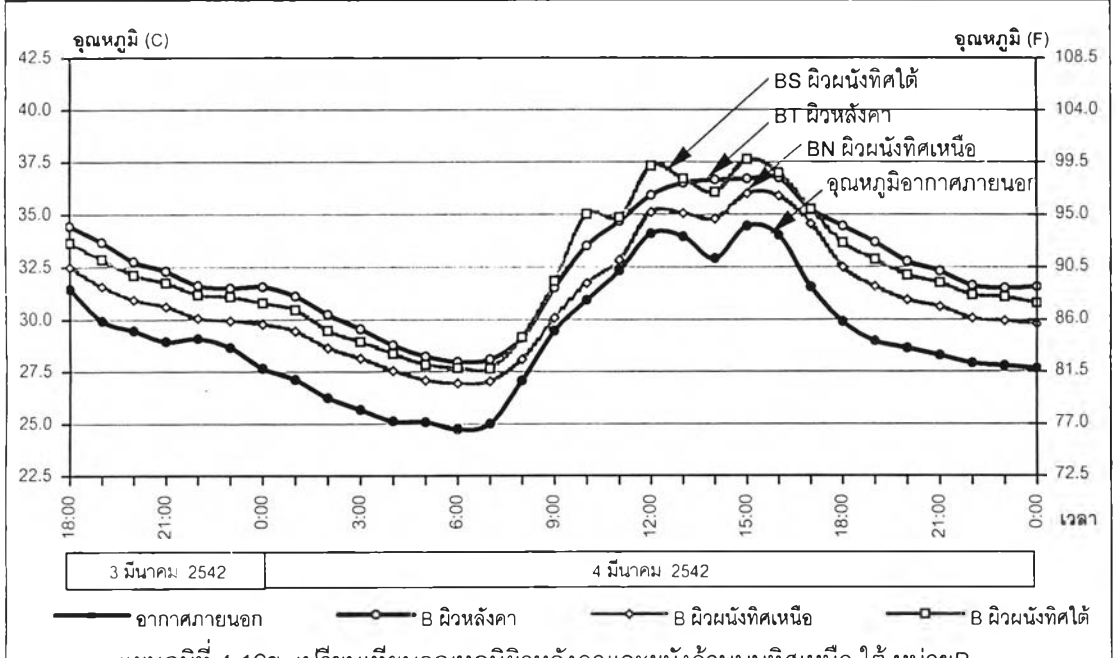
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และผนังด้านบน

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร

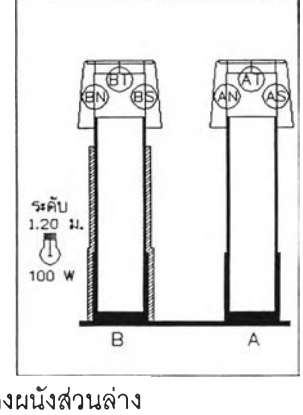
แผนภูมิที่ 4.11 จ, ฉ ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.12ก เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยA



แผนภูมิที่ 4.12ข เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยB



หุ่นทดลอง A ผนังด้านล่าง**คงเดิม**

หุ่นทดลอง B ผนังด้านล่าง **ลดค่า** U-Value

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มากระทบหลังคา และผนังด้านบน

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร

แผนภูมิที่ 4.12 ก, ข ผลการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า U-Value ของผนังส่วนล่าง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร

จากการทดลองที่ 1 ทั้ง 3 ขั้นตอน จะมีการเกิดการควบแน่นของไอน้ำในช่วงเวลากลางคืน โดยเฉพาะ ในการทดลองขั้นตอนที่ 1 ในเวลากลางวัน อุณหภูมิที่ชั้นอากาศร้อนสูงสุด จะมีอุณหภูมิสูงมาก ถึง 50 C และอุณหภูมิที่ผิวหลังคากระจก ผิวผนังด้านบน มีอุณหภูมิ 55 – 60 C ในช่วงร้อนสุดของวัน และ เมื่อถึงเวลาเย็น ประมาณ 16:00 – 17:00 น. อุณหภูมิอากาศ และ ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ อุณหภูมิผิวหลังคา และผนังด้านบน ซึ่งเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อยมาก ไม่มีการสะสมความร้อน จึงเย็นลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่อุณหภูมิภายในยังสูงอยู่ และมีอุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงกว่าอุณหภูมิผิวดังกล่าว ทำให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำปริมาณมาก ตลอดทั้งคืน จนกระทั่งตอนสายของวันรุ่งขึ้น ความร้อนที่ผิววัสดุดังกล่าวจะร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วง 7:30 – 8:00 น. ทำให้ไอน้ำที่เกาะในช่วงกลางคืน ระเหยไปจนหมด และ สำหรับในการทดลองขั้นตอนที่ 2 และ 3 ที่บังรังสีดวงอาทิตย์มากระทบผิววัสดุส่วนบนดังกล่าว เวลากลางวันอุณหภูมิภายในระดับสูงสุด จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศไม่มาก เมื่อถึงเวลาเย็น ก็จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมาก หรือ อาจเกิดการควบแน่นของไอน้ำเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหน่วยทดลอง เมื่อเพิ่มความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังส่วนบน

ขั้นตอนที่ 1 หน่วยทดลอง A คงเดิม

หน่วยทดลอง B เพิ่มความสูงของผนังส่วนบนจาก 0.90 เป็น 2.70 เมตร (3เท่า)

- มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจกด้วยโฟม และใช้ไนลอนบังแดดชนิดที่บังได้ 80% บังที่ผนังสังกะสี ทิศตะวันออก, ตะวันตก และทิศใต้ ทั้ง 2 หน่วยทดลอง
- หุ้มฉนวนที่ผนังด้านล่างจากพื้นถึงระดับ 3.60 เมตร
- ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน ทั้ง 2 หน่วยทดลอง

ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน่วยทดลอง A และ B

- ความสูงของหน่วยทดลอง และ พื้นที่ผิวของวัสดุนำความร้อนทีผนังส่วนบน

มีผลต่ออุณหภูมิภายในหน่วยทดลองดังนี้

1. **วิเคราะห์อุณหภูมิของชั้นอากาศร้อนภายใน**

หน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้เพิ่มความสูงของผนังส่วนบน พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน ในลักษณะเดียวกับ หน่วยทดลอง B ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 ดูจากแผนภูมิที่ 4.13

หน่วยทดลอง B เพิ่มความสูงและของผนังส่วนบน เป็น 3 เท่า พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน จะแตกต่างกัน ดังรูปภาพที่ 4.7

ช่วงเวลา**กลางวัน** อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้น ดังแผนภูมิที่ 4.14

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ผิวพื้นซึ่งค่อนข้างจะคงที่ ทำให้มีความแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิมีน้อย

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 3.00 เมตร เมื่อระดับสูงขึ้น 1 เมตร จะมีอุณหภูมิจะสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย คือ ไม่ถึง 1 C

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 6.70 เมตร ถ่ายเทความร้อนออกโดยการนำ ผ่านผนังสังกะสีที่ส่วนบน นั้นลดความร้อนภายในได้ดี อุณหภูมิภายในจึงใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศมาก คือ เมื่อทดลองนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทดสอบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายนอก กับอุณหภูมิที่ระดับ 6.25 และ 5.35 โดยใช้คุณสมบัติการกระจายแบบปกติ ซึ่งมีค่าวิกฤติ = 0.96 ปรากฏว่าค่าที่คำนวณได้จากชุดข้อมูลของอุณหภูมิทั้งสอง = -1.631 จึงยอมรับสมมติฐานว่าง ว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิทั้งสอง ไม่แตกต่างกัน

ช่วงเวลา**กลางคืน** อุณหภูมิจะมีลักษณะดังแผนภูมิที่ 4.14

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกน้อยกว่าที่ระดับอื่น จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับอื่น

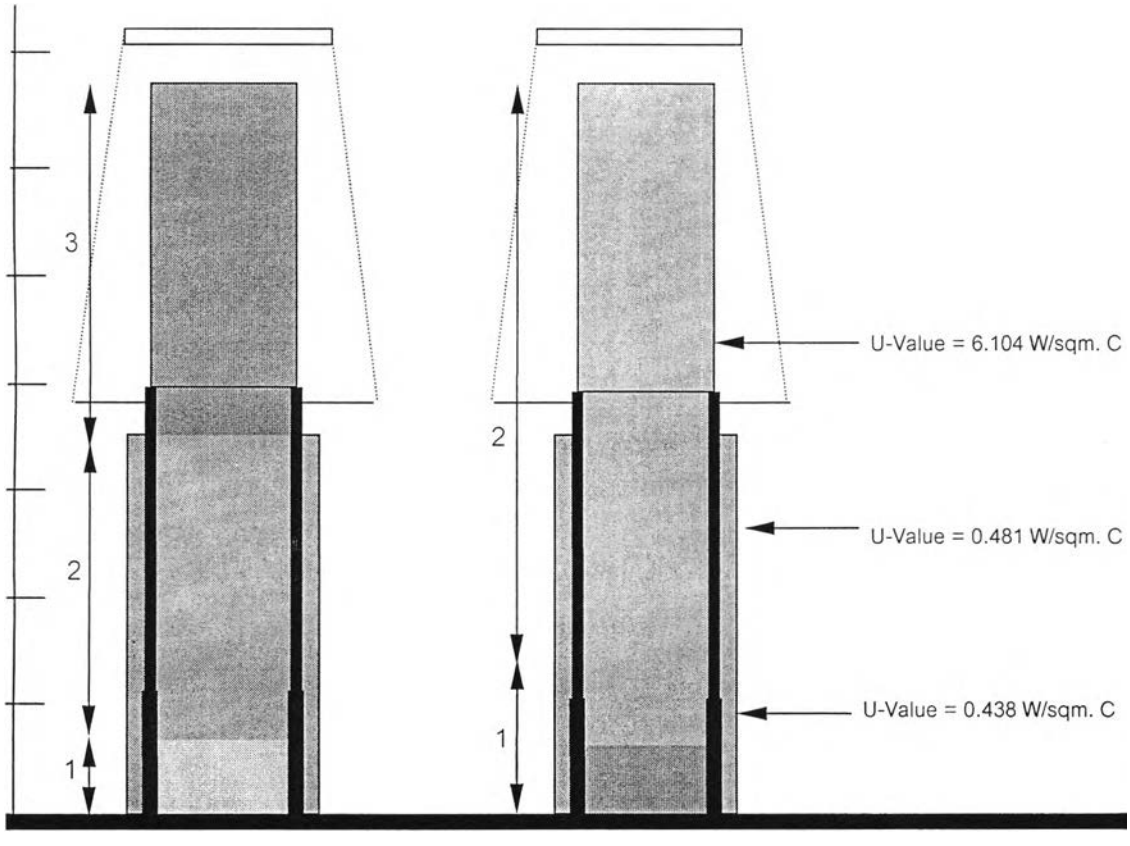
ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 6.70 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจก ทำให้ทุกระดับที่สูงขึ้นอุณหภูมิจะต่ำลง โดยในแต่ละระดับจะมีอุณหภูมิต่างกันไม่เกิน1C

2. **เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งสอง**

เนื่องจากไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองที่ระดับ พื้น ถึง 3.00 เมตร ต่ำกว่าอากาศภายนอก 4 – 5 C ในเวลากลางวัน และสูงกว่า 1 – 2 C ในเวลากลางคืน เมื่อเพิ่มความสูงในช่วงกลางวัน อัตราการถ่ายเทความร้อน เข้า และ ออก จากหน่วยทดลอง A ใกล้เคียงหน่วยทดลอง B ส่วนในกลางคืนอุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอก จึงทำให้อัตราการถ่ายเทความ

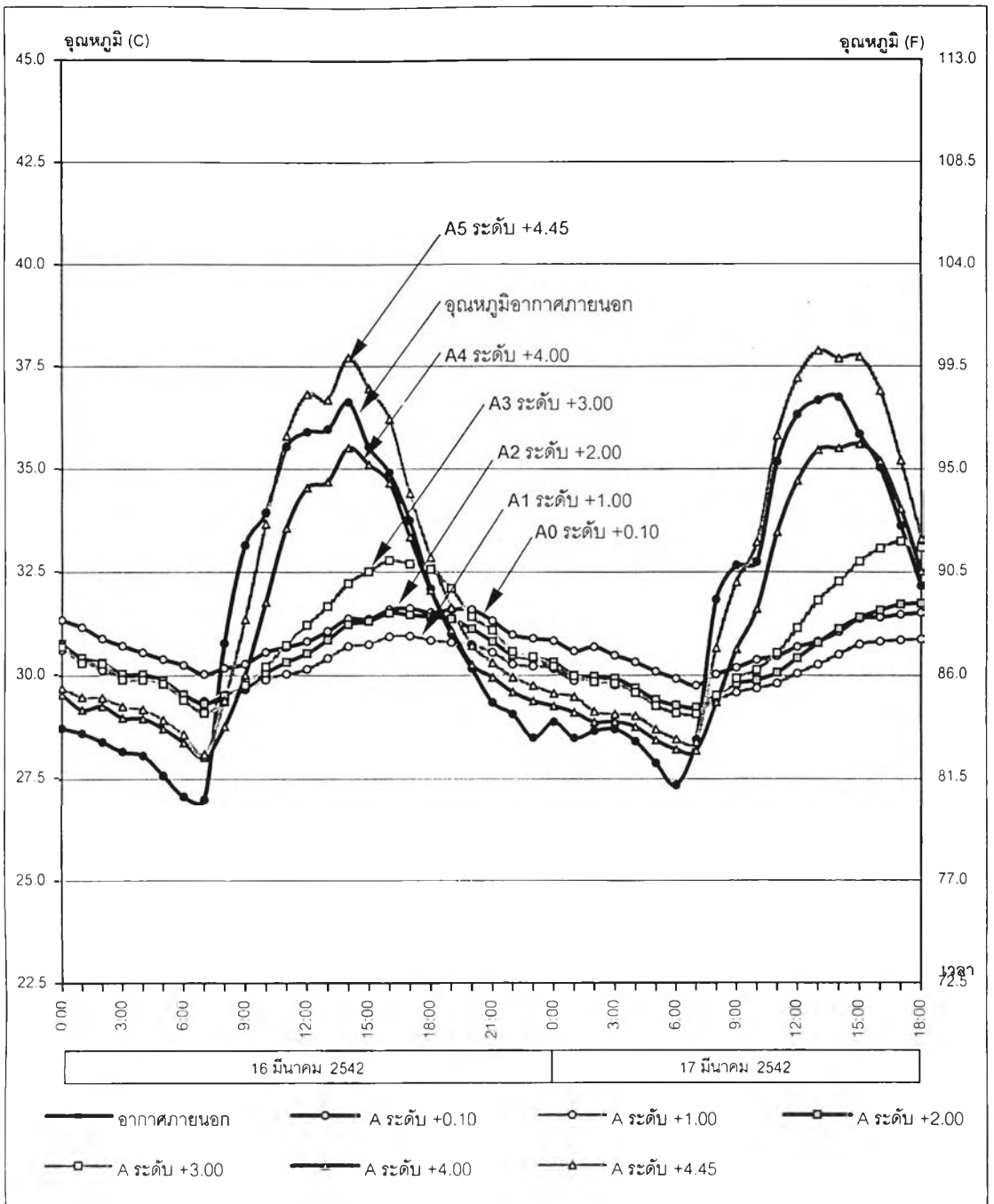
ร้อนออก ของหน่วยทดลอง B มากกว่า เพราะมีพื้นที่ผิวของวัสดุนำความร้อนที่ผนังส่วนบนมากกว่า A ถึง 3 เท่า ทำให้อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง B ต่ำกว่า A 0.5 – 1 C ตลอดทั้งคืน

ดูจากแผนภูมิที่ 4.15 ก ถึง 4.15 ฉ



กลางวัน กลางคืน

รูปภาพที่ 4.7 แสดงการแบ่งลักษณะของชั้นอากาศร้อนภายในหน่วยทดลอง B ที่เพิ่มความสูงของผนังส่วนบนในการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 1



แผนภูมิที่ 4.13 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง A ที่ระดับต่างๆ

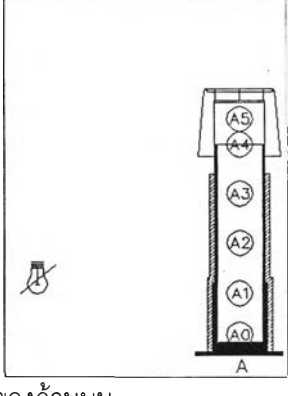
หน่วยทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หน่วยทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

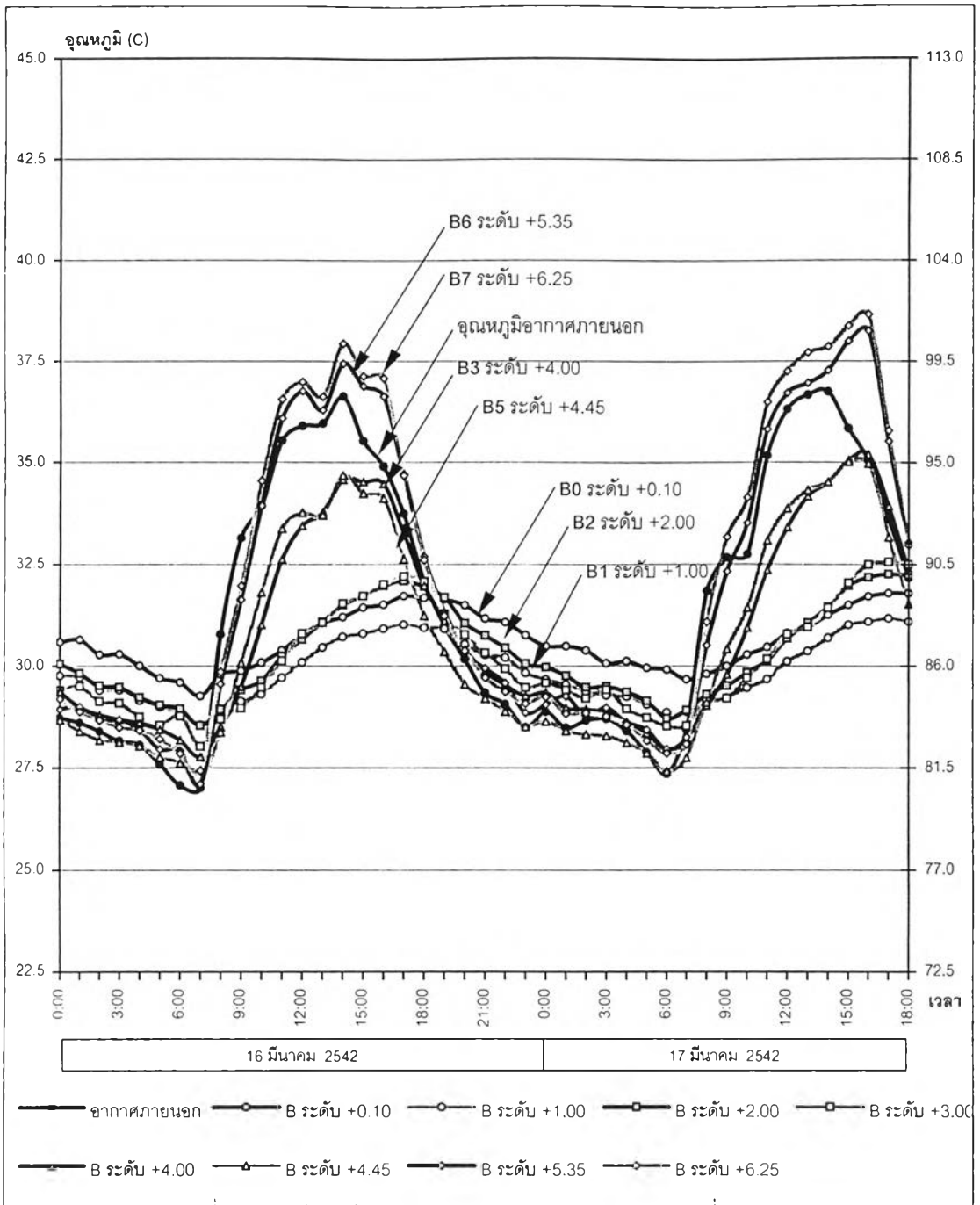
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.13 ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของด้านบน เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.14 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง B ที่ระดับต่างๆ

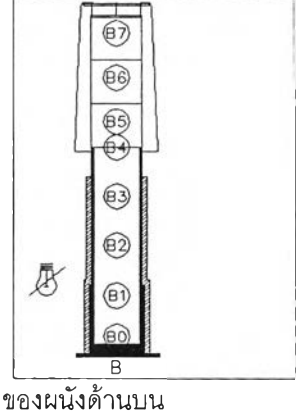
หน่วยทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หน่วยทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

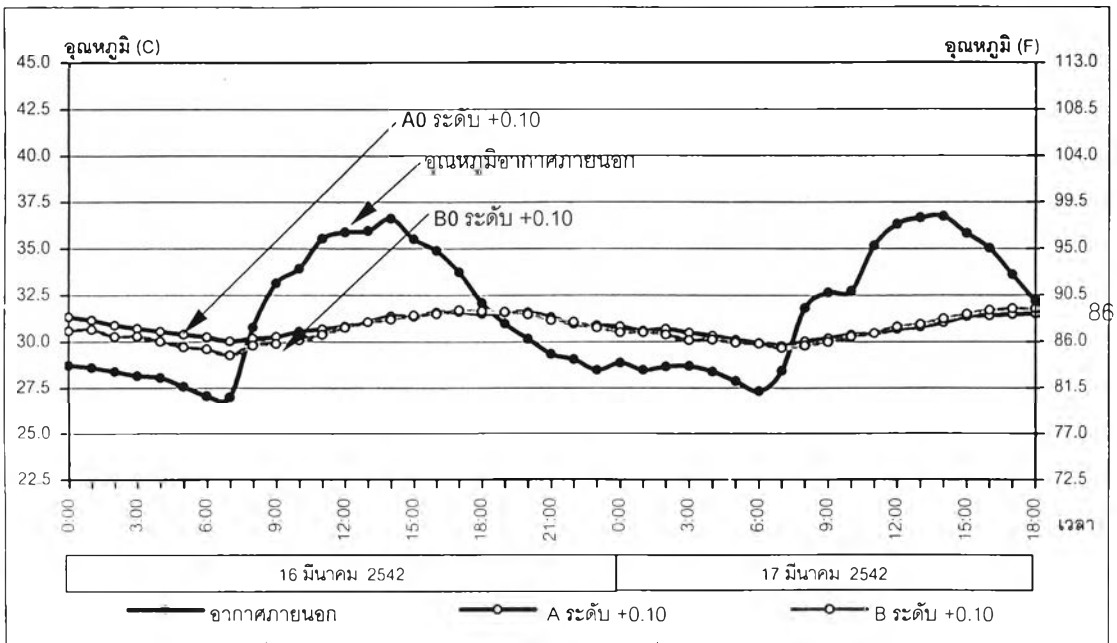
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

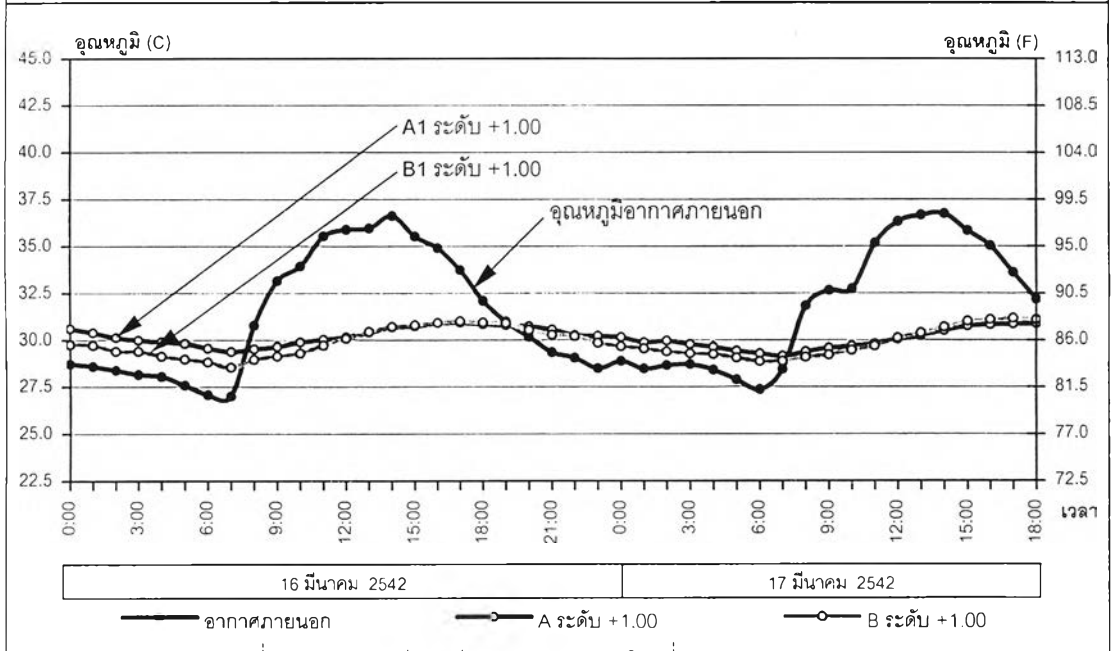
ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



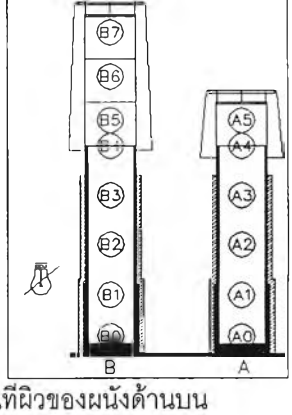
แผนภูมิที่ 4.14 ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.15 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +0.10 ม.



แผนภูมิที่ 4. 15 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +1.00 ม.



หน่วยทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

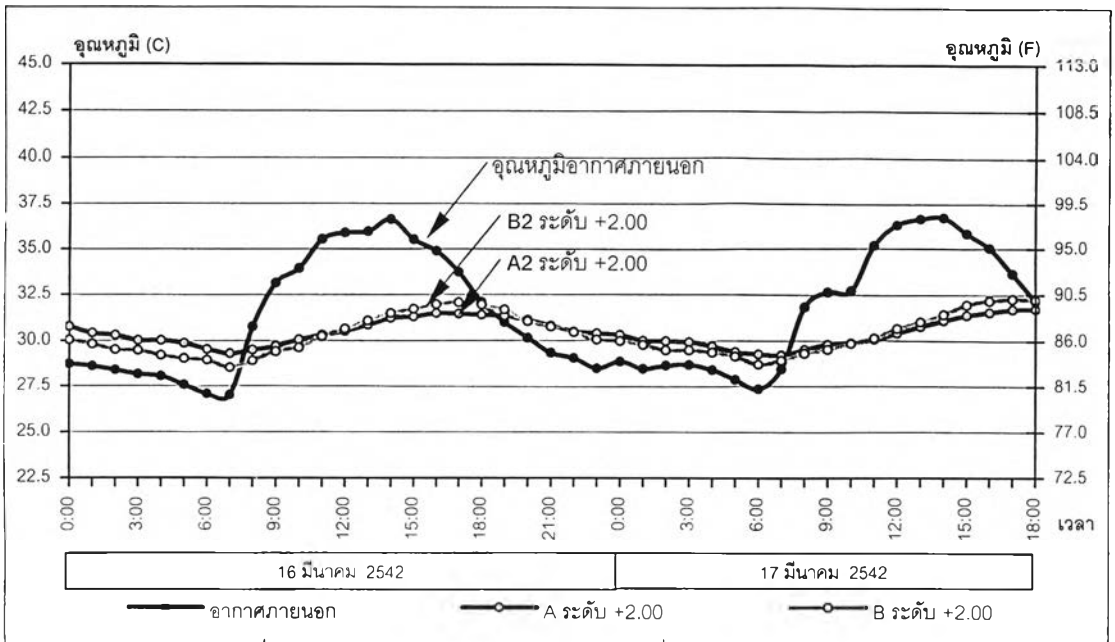
หน่วยทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และผนังส่วนบน

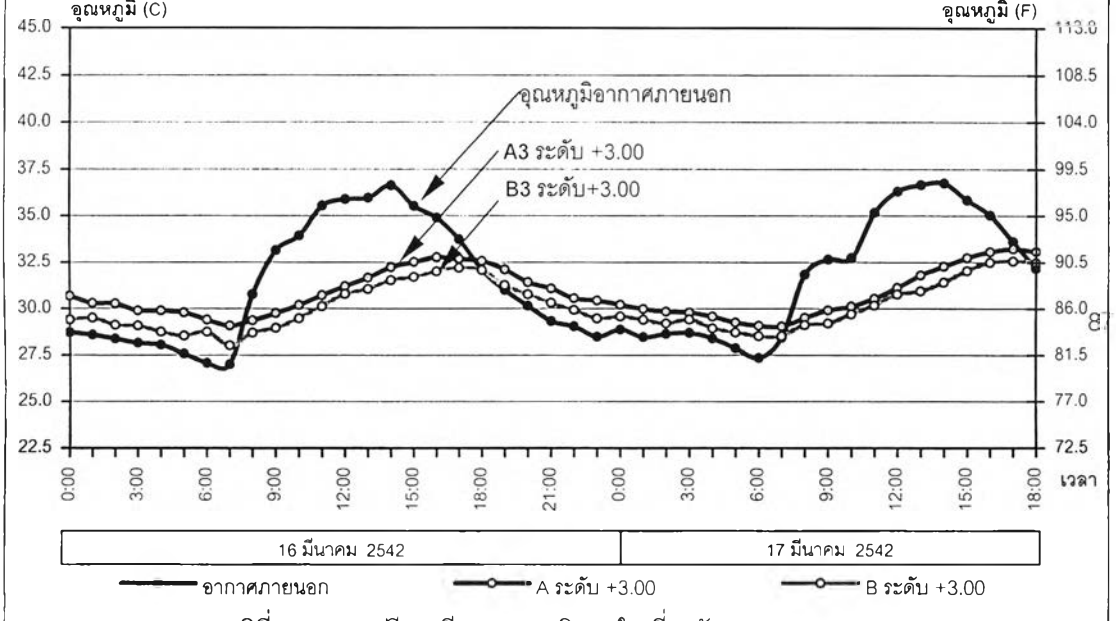
ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน

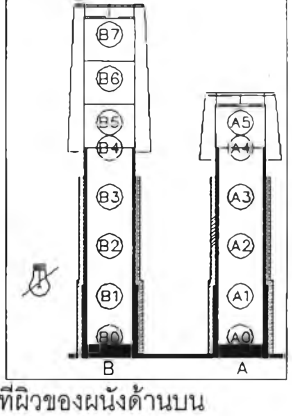
แผนภูมิที่ 4.15 ก, ข ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.15 ค เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +2.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.15 ง เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +3.00 ม.



หน่วยทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

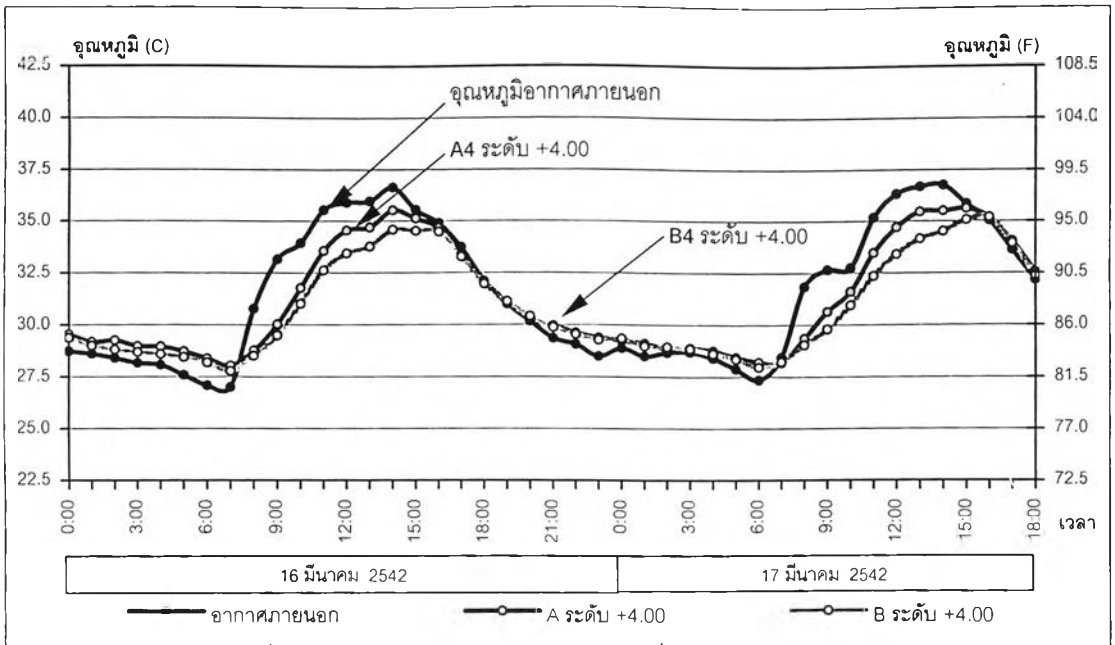
หน่วยทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และผนังส่วนบน

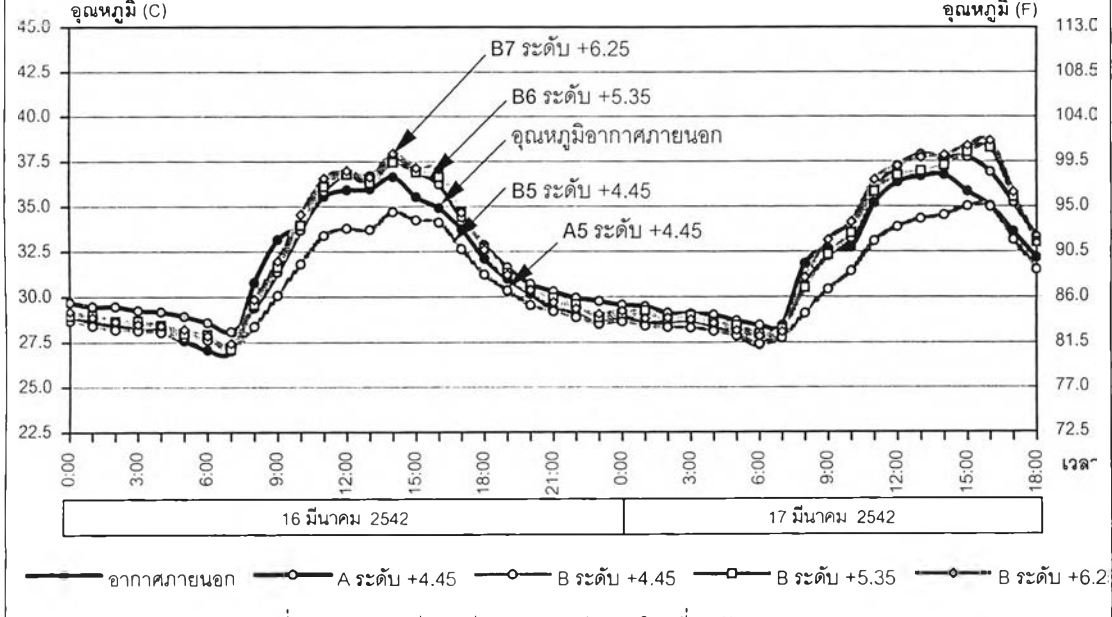
ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน

แผนภูมิที่ 4.15 ค, ง ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.15 จ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +4.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.15 ฉ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +4.45 ม.

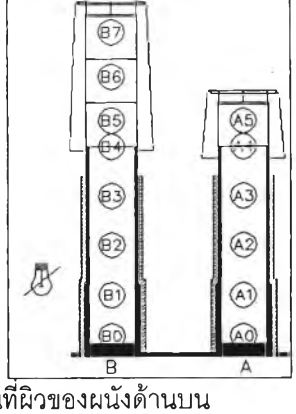
หน่วยทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หน่วยทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

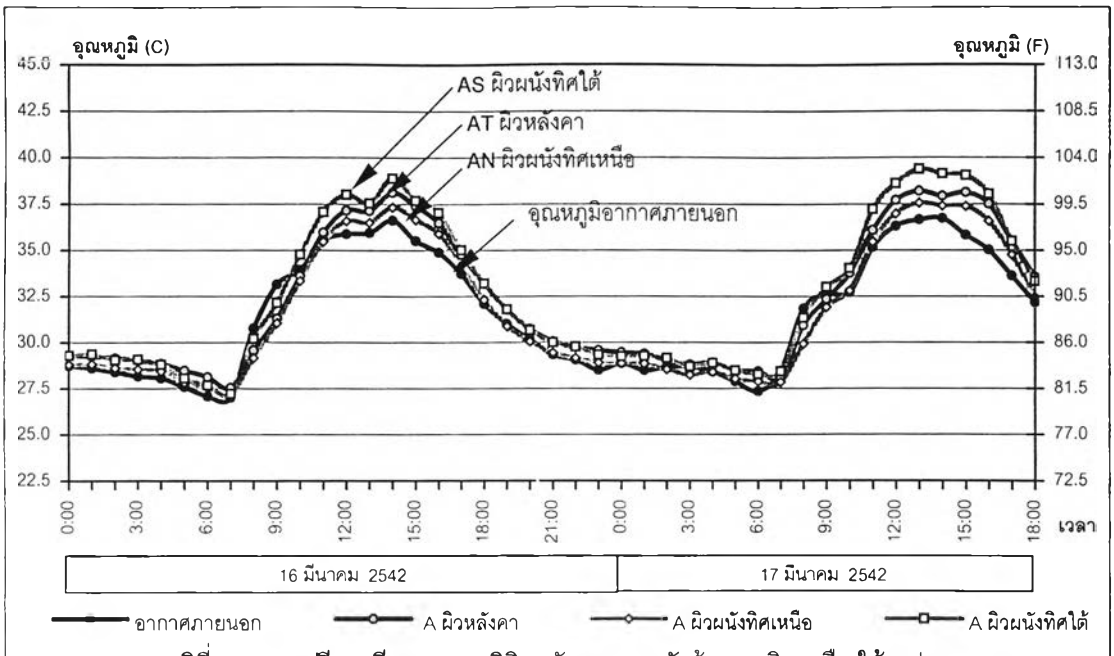
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

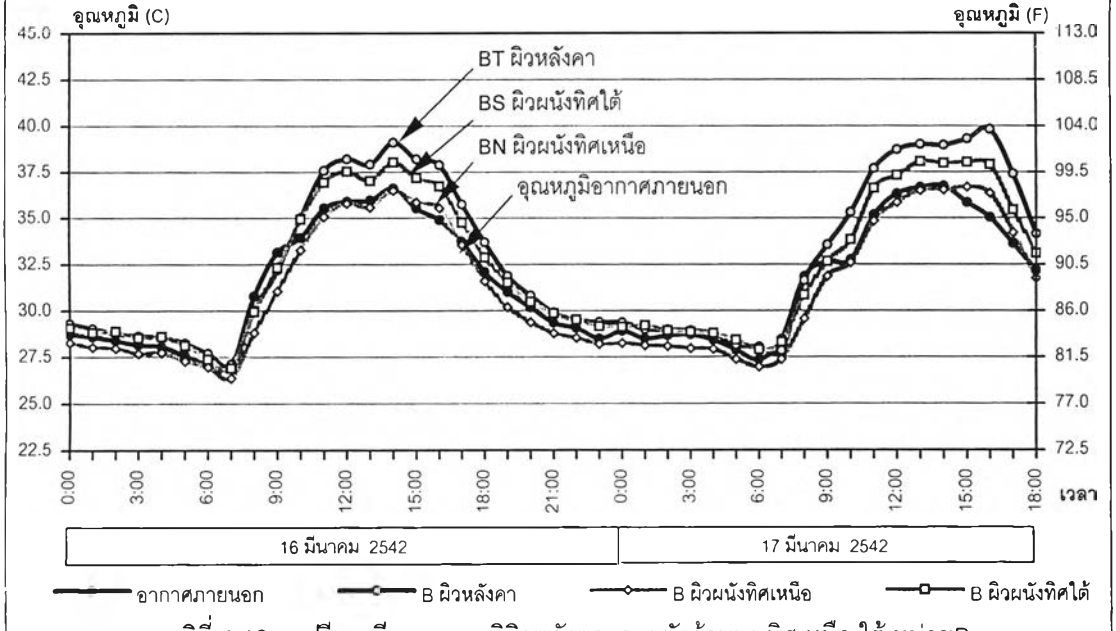
ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



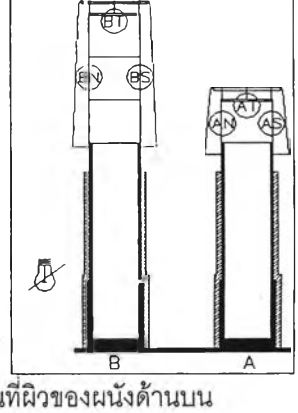
แผนภูมิที่ 4.15 จ, ฉ ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.16ก เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยA



แผนภูมิที่ 4.16ข เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยB



หน่วยทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หน่วยทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน

แผนภูมิที่ 4.16 ก, ข ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหน่วยทดลอง เมื่อเพิ่มความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังส่วนบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 40 วัตต์ / ตรม.

หน่วยทดลอง A คงเดิม

หน่วยทดลอง B เพิ่มความสูงของผนังส่วนบนจาก 0.90 เป็น 2.70 เมตร (3เท่า)

- มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจกด้วยโฟม และใช้ไนลอนบังแดดชนิดที่บังได้ 80% บังที่ผนังสังกะสี ทิศตะวันออก, ตะวันตก และทิศใต้ ทั้ง 2 หน่วยทดลอง
- หุ้มฉนวนที่ผนังด้านล่างจากพื้นถึงระดับ 3.60 เมตร
- มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 40 วัตต์ / ตรม. ทั้ง 2 หน่วยทดลอง

ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน่วยทดลอง A และ B

- ความสูงของหน่วยทดลอง และ พื้นที่ผิวของวัสดุนำความร้อนที่ผนังส่วนบน

มีผลต่ออุณหภูมิภายในหน่วยทดลองดังนี้

1. **วิเคราะห์อุณหภูมิของชั้นอากาศร้อนภายใน**

หน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้เพิ่มความสูงของผนังส่วนบน พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน ในลักษณะเดียวกับ หน่วยทดลอง B ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 ดูจากแผนภูมิที่ 4.17

หน่วยทดลอง B ที่เพิ่มความสูงและพื้นที่ผิวของผนังส่วนบนเป็น 3 เท่า พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน จะแตกต่างกัน ดังรูปภาพที่ 4.7

ช่วงเวลากลางวัน อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้น ดังแผนภูมิที่ 4.18

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ผิวพื้นซึ่งค่อนข้างจะคงที่ และแหล่งกำเนิดความร้อนที่ระดับ 1.20 ซึ่งทำหน้าที่กั้นไม่ให้ ที่ระดับ 0.10 แลกเปลี่ยนความร้อนกับระดับอื่น ทำให้มีความแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิน้อย

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 3.00 เมตร เมื่อระดับสูงขึ้น 1 เมตร จะมีอุณหภูมิจะสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย คือ ไม่ถึง 1 C เช่นเดียวกับเมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน

ช่วง "3" ระดับ 4.00 ถึง 6.70 เมตร ถ่ายเทความร้อนออกโดยการนำ ผ่านผนังสังกะสีที่ส่วนบน นั้นลดความร้อนภายในได้ดี อุณหภูมิภายในจึงใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศมาก คือ เมื่อทดลองนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทดสอบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายนอก กับอุณหภูมิที่ระดับ 6.25 และ 5.35 โดยใช้คุณ

สมบัติการกระจายแบบปกติ ซึ่งมีค่าวิกฤติ = 0.96 ปรากฏว่าค่าที่คำนวณได้จากชุดข้อมูลของอุณหภูมิทั้งสอง = -0.019 จึงยอมรับสมมติฐานว่าง ว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิทั้งสอง ไม่แตกต่างกัน

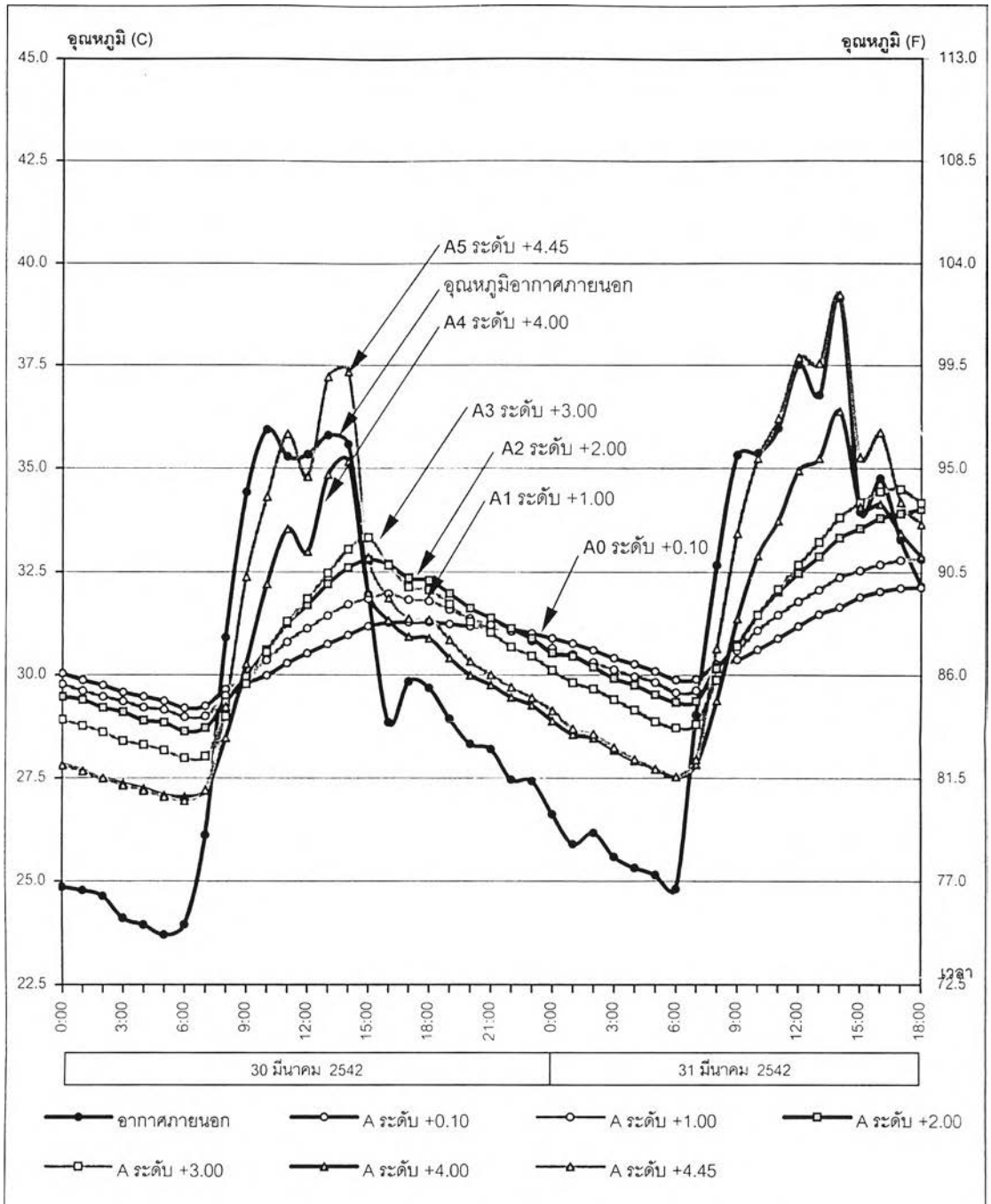
ช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิจะมีลักษณะดังแผนภูมิที่ 4.18

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกน้อยกว่าที่ระดับอื่น จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับอื่น

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 6.70 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจก ทำให้ทุกระดับที่สูงขึ้นอุณหภูมิจะต่ำลง โดยในแต่ละระดับจะมีอุณหภูมิต่างกันไม่เกิน1C

2. **เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งสอง**

เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดความร้อนภายในน้อย (40 วัตต์/ตรม) ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองที่ระดับ พื้น ถึง 3.00 เมตร ต่ำกว่าอากาศภายนอก 5 – 6 C ในเวลากลางวัน และสูงกว่า 1 – 2 C ในเวลากลางคืน เมื่อเพิ่มความสูงในช่วงกลางวัน อัตราการถ่ายเทความร้อน เข้า และ ออก จากหน่วยทดลอง A ใกล้เคียงหน่วยทดลอง B ส่วนในกลางคืนอุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอก จึงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนออก ของหน่วยทดลอง B มากกว่า เพราะมีพื้นที่ผิวของวัสดุนำความร้อนที่ผนังส่วนบนมากกว่า A ถึง 3 เท่า ทำให้อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง B ต่ำกว่า A 1 – 1.5 C ตลอดทั้งคืน ดูจากแผนภูมิ 4.19 ก ถึง 4.19 ฉ



แผนภูมิที่ 4.17 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง A ที่ระดับต่างๆ

หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

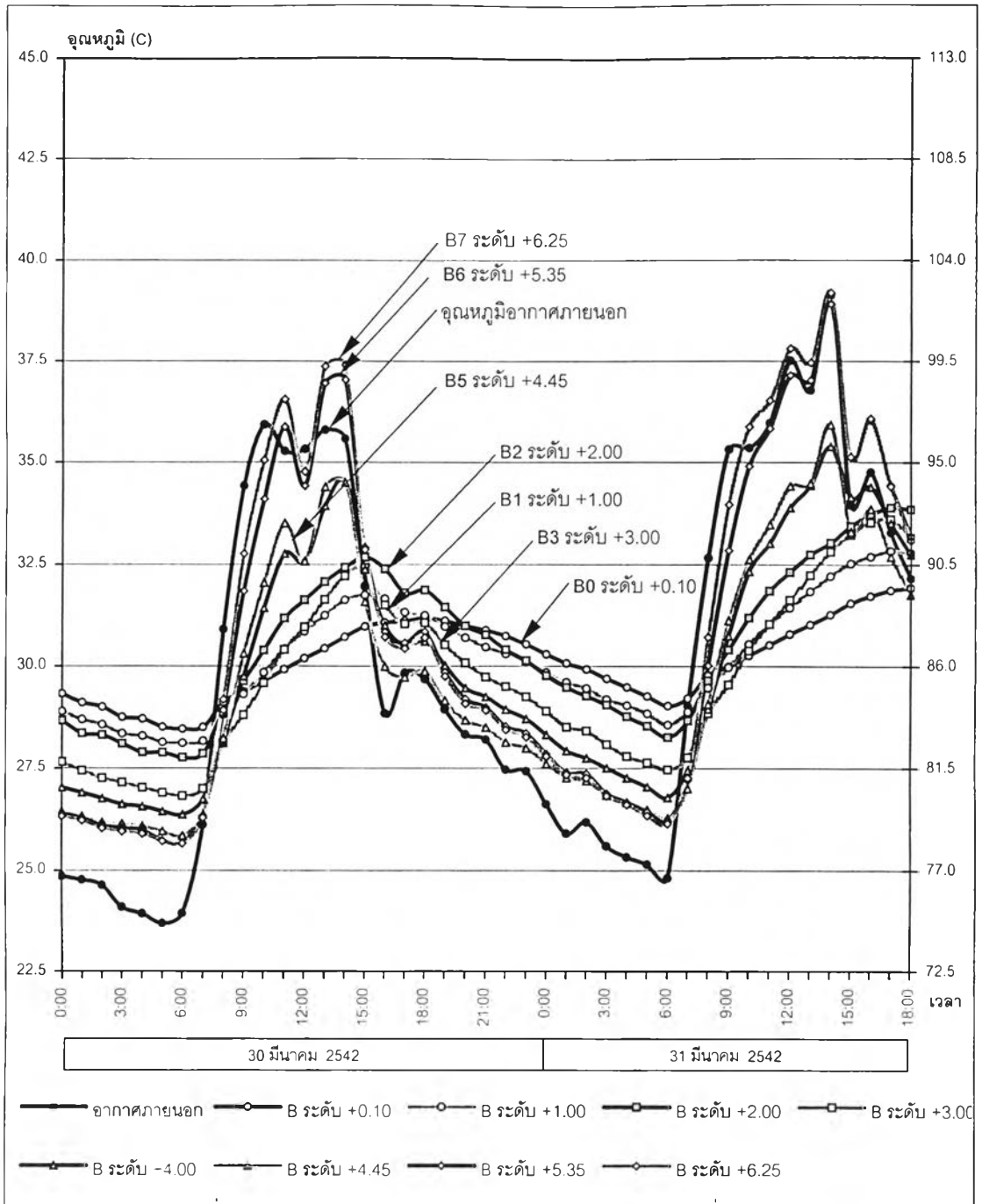
หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 40 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 ม.

แผนภูมิที่ 4.17 ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 40 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.18 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง B ที่ระดับต่างๆ

หุ่นทดลอง A ผนังส้งกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

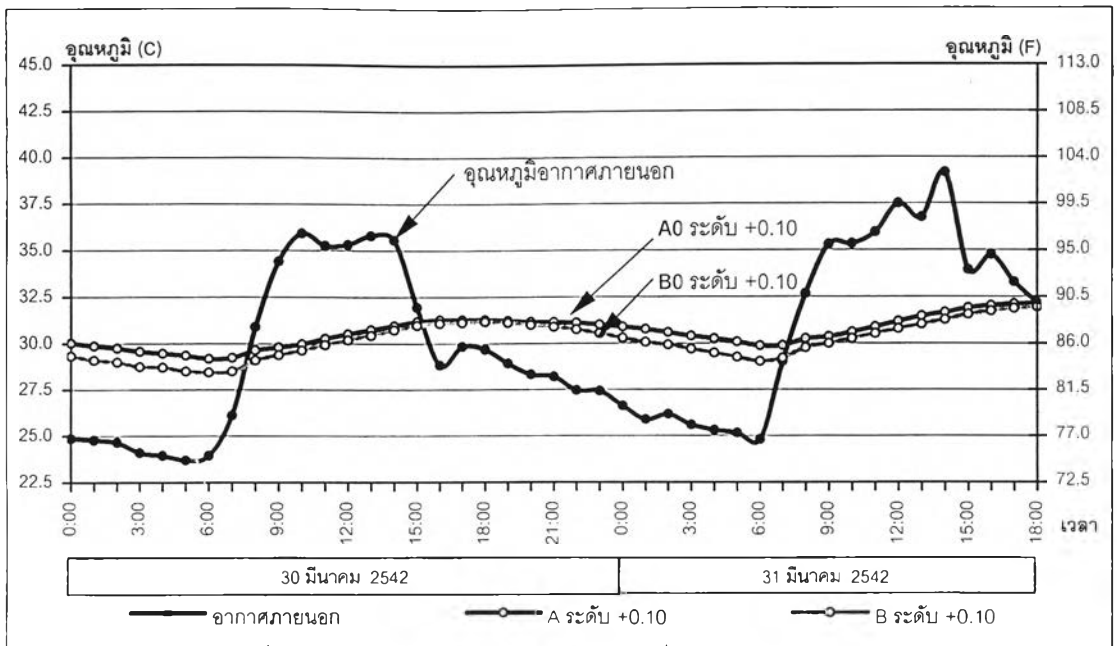
หุ่นทดลอง B ผนังส้งกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

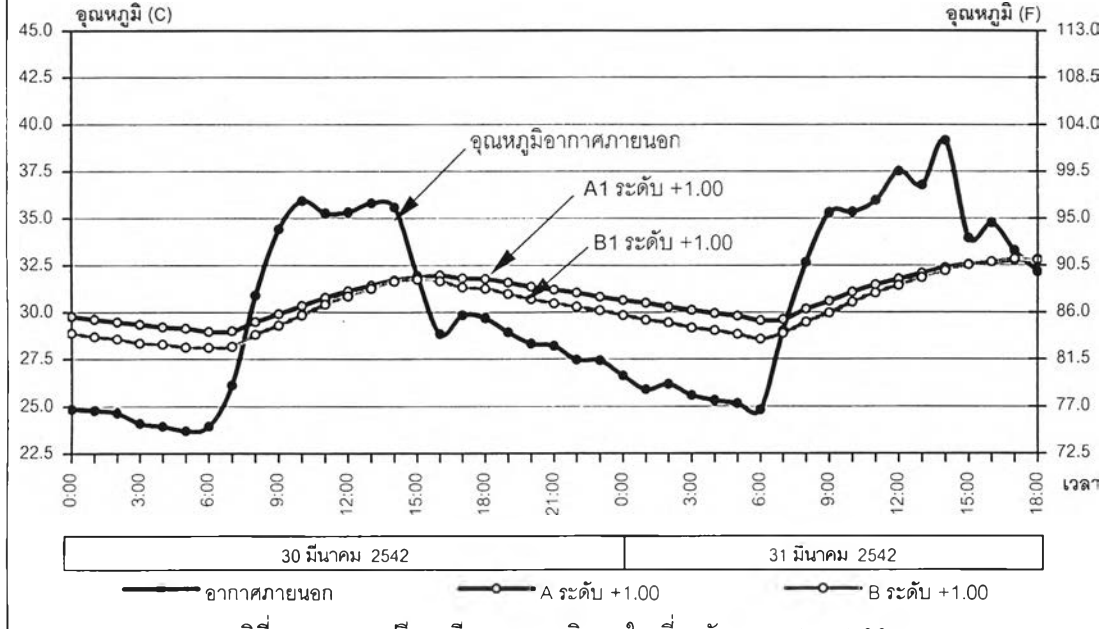
ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 40 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 ม.

แผนภูมิที่ 4.18 ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 40 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.19 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +0.10 ม.



แผนภูมิที่ 4.19 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +1.00 ม.

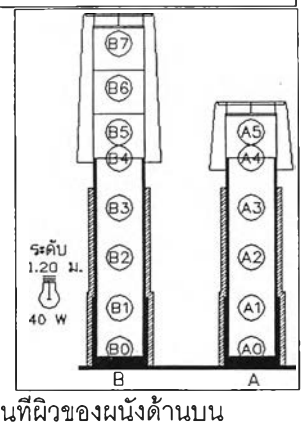
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

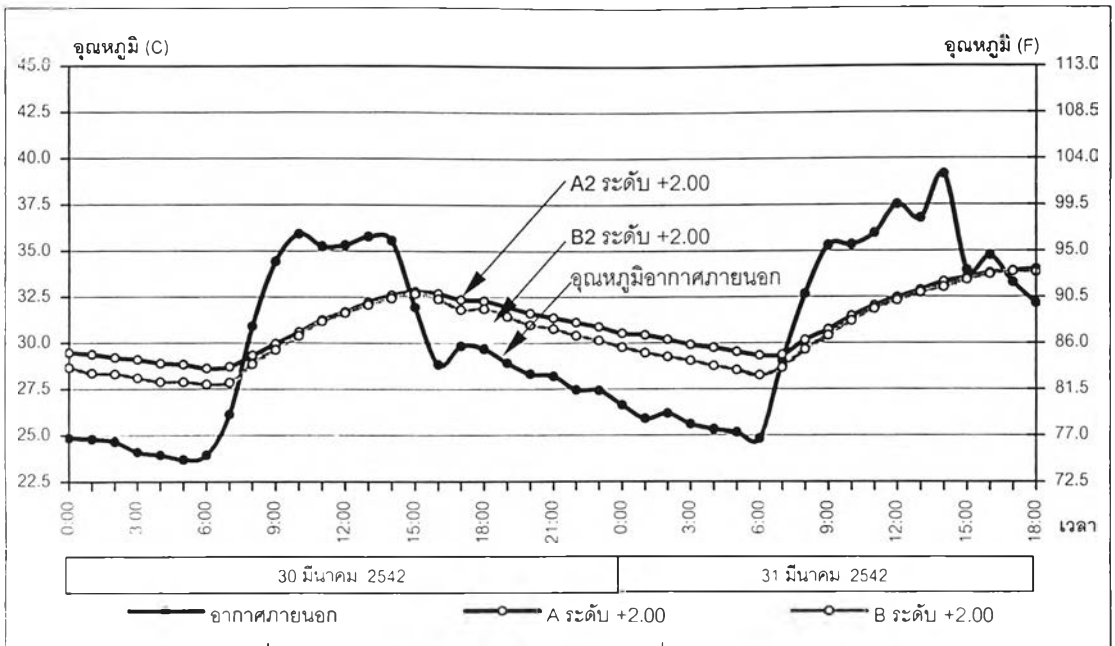
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

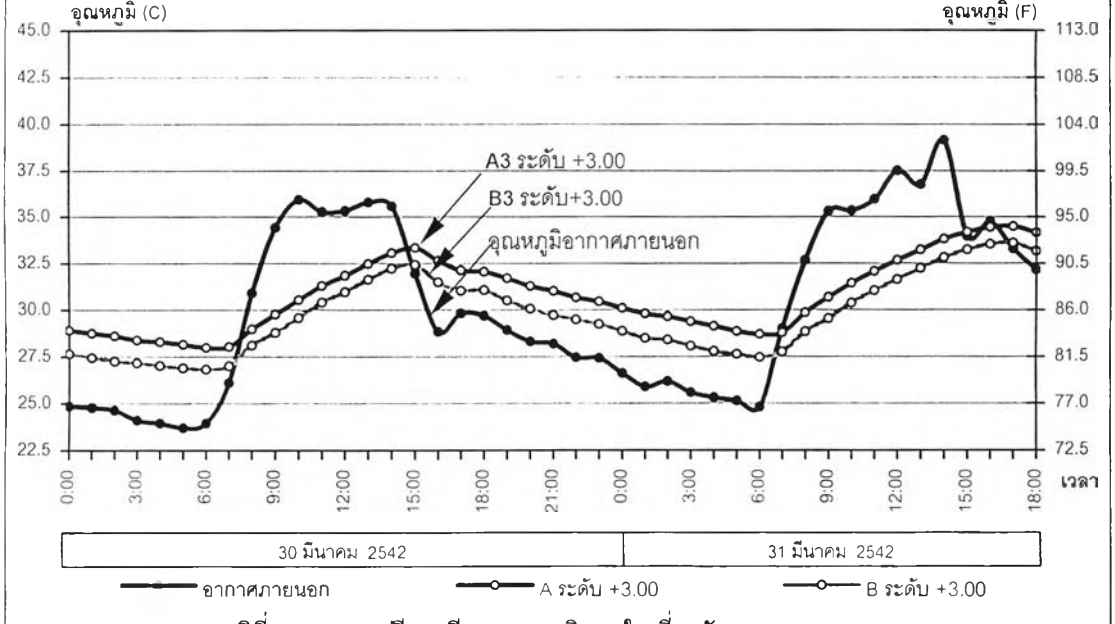
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 40 **วัตต์** ที่ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.19 ก, ข ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 40 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.19 ค เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +2.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.19 ง เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +3.00 ม.

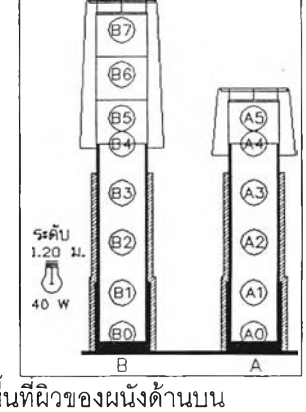
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

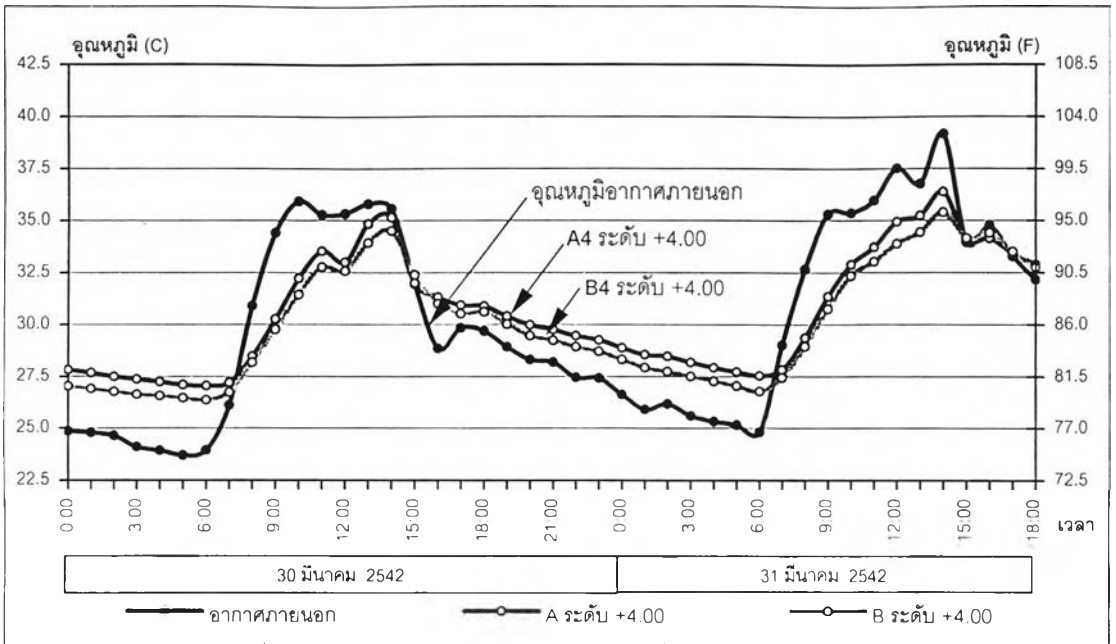
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

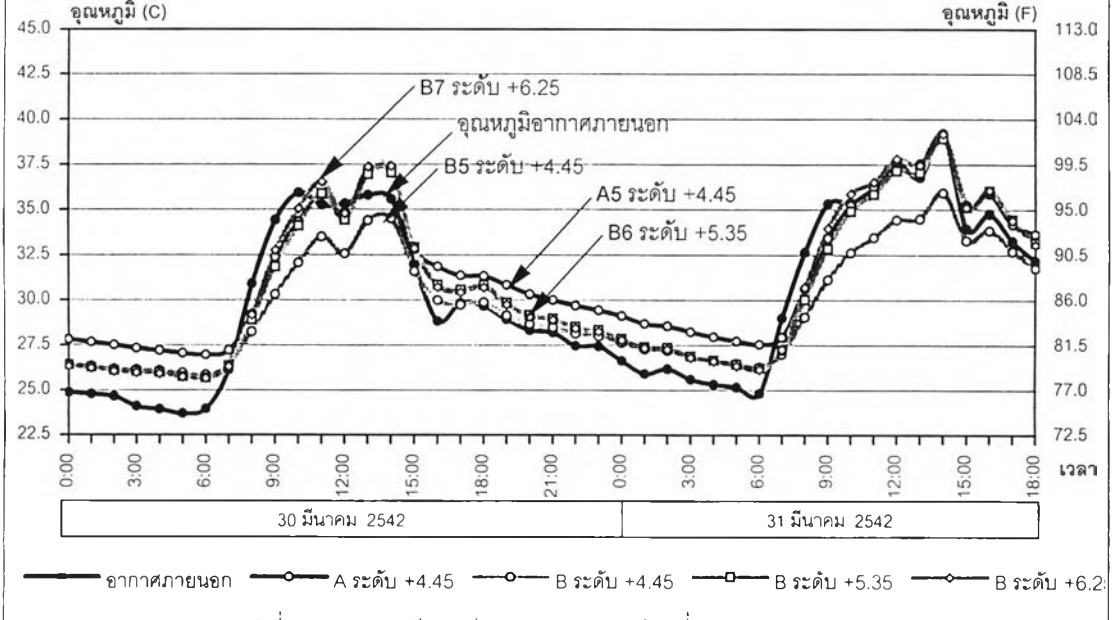
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 40 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 ม.



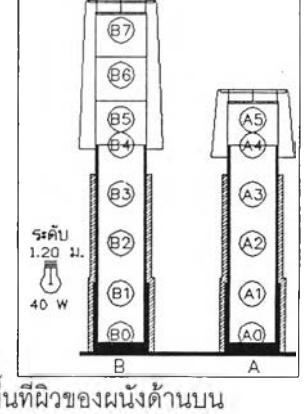
แผนภูมิที่ 4.19 ค, ง ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 40 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.19 จ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +4.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.19 ฉ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +4.45 ม.



หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

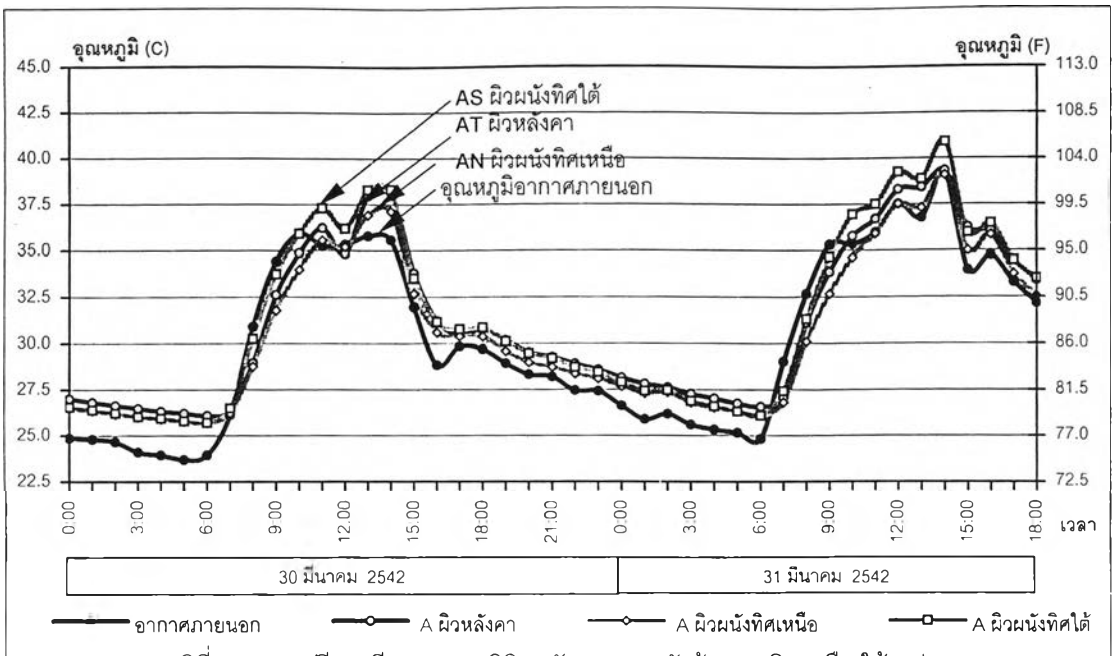
หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

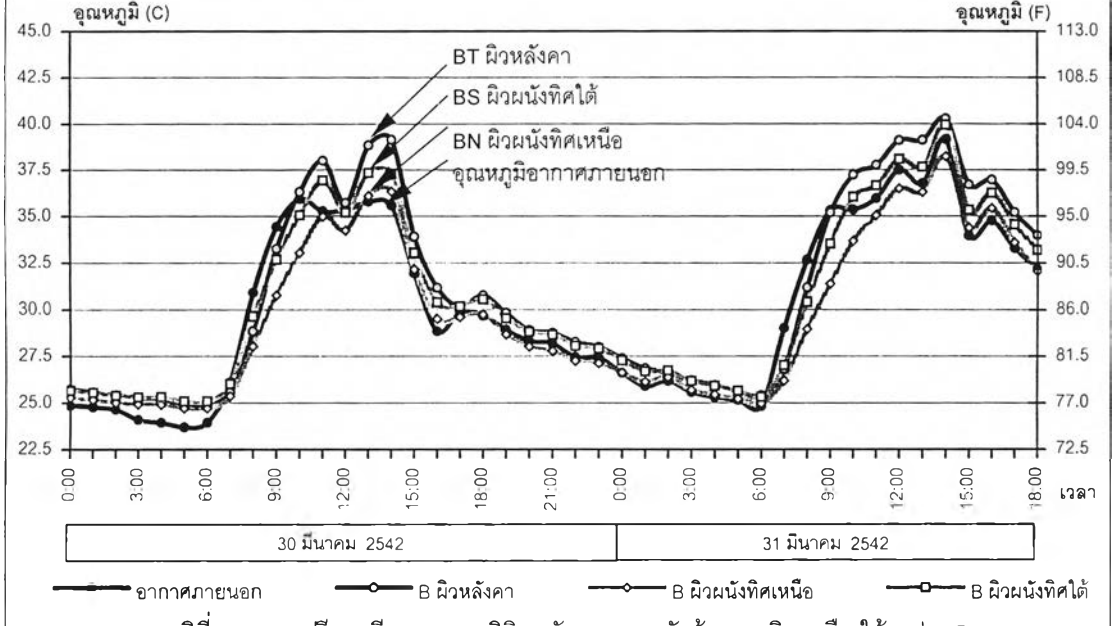
ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **40 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 ม.

แผนภูมิที่ 4.19 จ, ฉ ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 40 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.20ก เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยA



แผนภูมิที่ 4.20ข เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยB

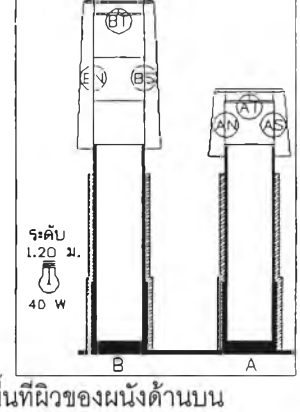
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 40 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.20 ก, ข ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 40 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหน่วยทดลอง เมื่อเพิ่มความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังส่วนบน เมื่อแหล่งกำเนิดความร้อน 100 วัตต์ / ตรม.

หน่วยทดลอง A คงเดิม

หน่วยทดลอง B เพิ่มความสูงของผนังส่วนบนจาก 0.90 เป็น 2.70 เมตร (3เท่า)

- มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจกด้วยโฟม และใช้ไนลอนบังแดดชนิดที่บังได้ 80% บังที่ผนังสังกะสี ทิศตะวันออก, ตะวันตก และทิศใต้ ทั้ง 2 หน่วยทดลอง
- หุ้มฉนวนที่ผนังด้านล่างจากพื้นถึงระดับ 3.60 เมตร
- มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ / ตรม. ทั้ง 2 หน่วยทดลอง

ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน่วยทดลอง A **และ** B

- ปริมาณแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน

มีผลต่ออุณหภูมิภายในหน่วยทดลองดังนี้

1. **วิเคราะห์อุณหภูมิของชั้นอากาศร้อนภายใน**

หน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้เพิ่มความสูงของผนังส่วนบน พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน ในลักษณะเดียวกับ หน่วยทดลอง B ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 3 ดูจากแผนภูมิที่ 4.21

หน่วยทดลอง B ที่เพิ่มความสูงและพื้นที่ผิวของผนังส่วนบนเป็น 3 เท่า พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน จะแตกต่างกัน ดังรูปภาพที่ 4.8

ช่วงเวลา**กลางวัน** อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้น ดังแผนภูมิที่ 4.22

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ผิวพื้นซึ่งค่อนข้างจะคงที่ ทำให้มีความแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิมีน้อย

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 2.00 เมตร เมื่อระดับสูงขึ้น 1 เมตร ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดความร้อนมาก ความร้อนที่ระดับ 1.20 เมตร และแผ่ขึ้นไปที่ระดับ 2.00 เมตร ทำให้ในอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่า อากาศภายนอก ในเวลากลางวัน

ช่วง "3" ระดับ 3.00 ถึง 4.45 เมตร ความร้อนที่ระดับ 1.20 ลอยตัวขึ้นไม่ทันกับอัตราการระบายความร้อนออกโดยการนำ ผ่านผนังสังกะสีที่ส่วนบน และยังถ่ายเทความร้อนสูงระดับที่สูงขึ้นไป คือที่ระดับ 5.35 ถึง 6.70 เมตร ทำให้มีอุณหภูมิต่ำ กว่าที่ระดับ 2.00 และที่ระดับ 5.35 ถึง 6.70 เมตร

ช่วง "4" ระดับ 5.35 ถึง 6.25 เมตร ความร้อนถูกระบายความร้อนออกมากโดยการนำผ่านผนังสังกะสีที่ส่วนบน และยังถ่ายเทความร้อนสูงระดับที่สูงขึ้นไป คือที่ระดับ 5.35 ถึง 6.70 เมตร ทำให้มีอุณหภูมิต่ำ ลง และใกล้กับอุณหภูมิอากาศภายนอก คือ ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

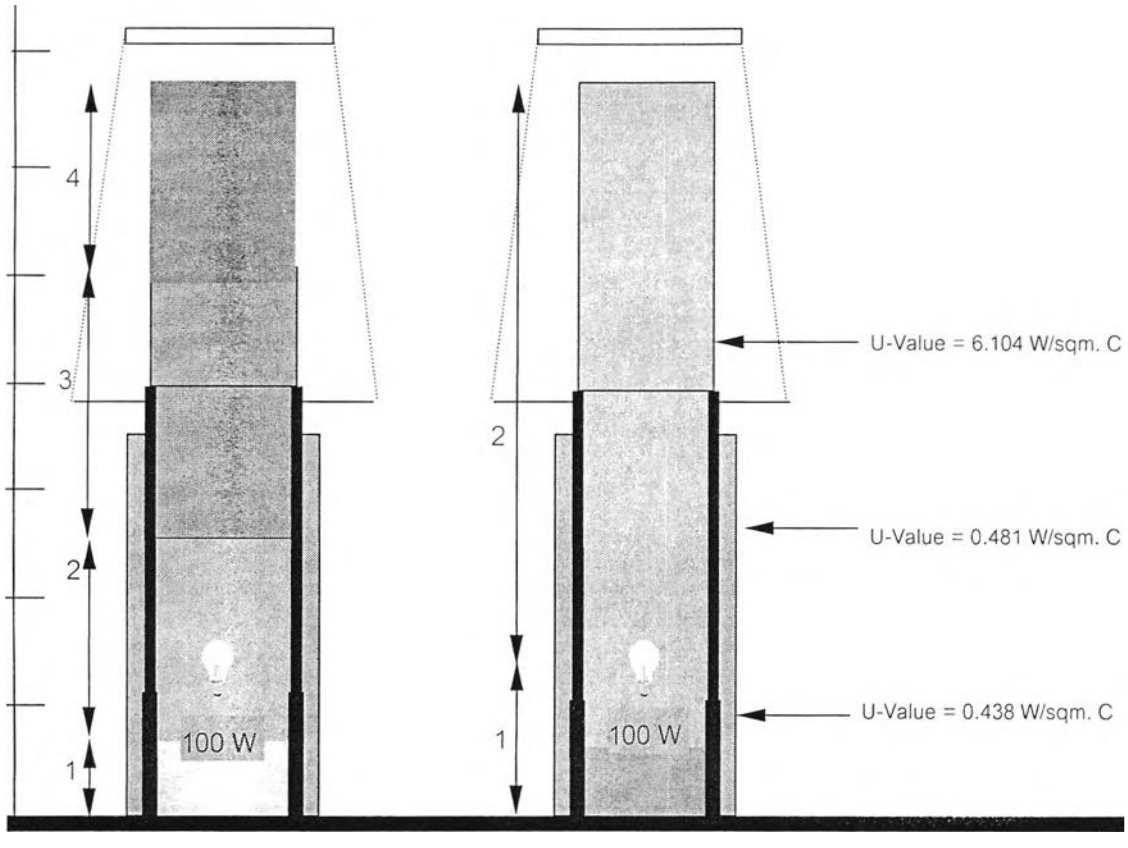
ช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิจะมีลักษณะดังแผนภูมิที่ 4.22

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกน้อยกว่าที่ระดับอื่น จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับอื่น

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 6.70 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจก ทำให้ทุกระดับที่สูงขึ้นอุณหภูมิจะต่ำลง โดยในแต่ละระดับจะมีอุณหภูมิต่างกันไม่เกิน1C

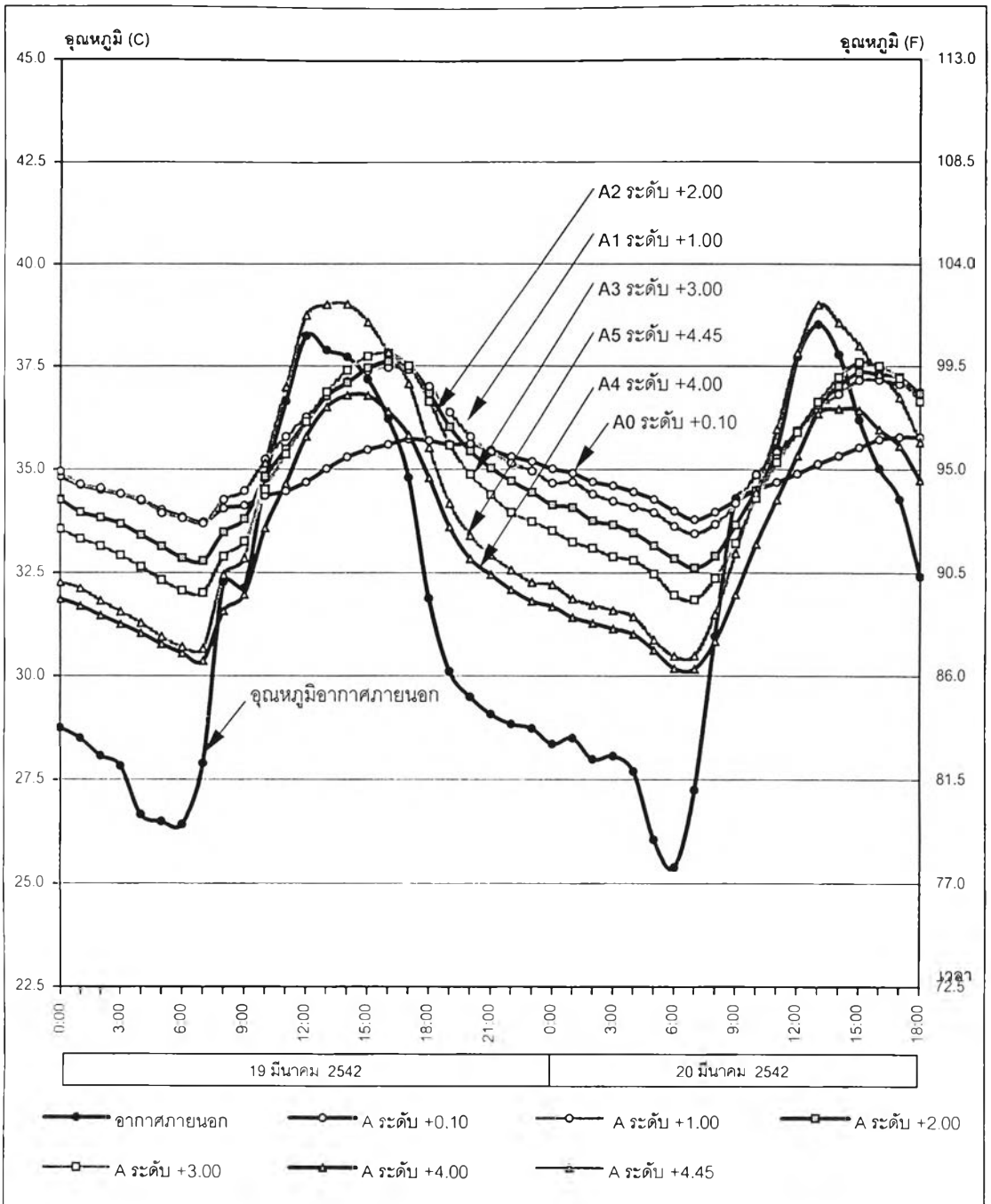
2. **เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งสอง**

เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน ถึง 100 วัตต์ / ตรม. ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองที่ระดับ พื้น ถึง 3.00 เมตร สูงกว่าอากาศภายนอกในเวลากลางวันเกือบทั้งวัน และสูงกว่า 7 – 8 C ในเวลากลางคืน เมื่อเพิ่มความสูงในช่วงกลางวัน อัตราการถ่ายเทความร้อนออกที่มากกว่า ทำให้อุณหภูมิของหน่วยทดลอง B ต่ำกว่า A เพียง 0.5 – 1 C ส่วนในกลางคืนอุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอก จึงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนออก ของหน่วยทดลอง B มากกว่า เพราะมีพื้นที่ผิวของวัสดุนำความร้อนที่ผนังส่วนบนมากกว่า A ถึง 3 เท่า ทำให้อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง B ต่ำกว่า A 1.5 - 2 C ตลอดทั้งคืน ดังแผนภูมิที่ 4.23 ก ถึง 4.23 ฉ



กลางวัน กลางคืน

รูปภาพที่ 4.8 แสดงการแบ่งลักษณะของชั้นอากาศร้อนภายในหน่วยทดลอง B ที่เพิ่มความสูงของผนังส่วนบนในการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 3



แผนภูมิที่ 4.21 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง A ที่ระดับต่างๆ

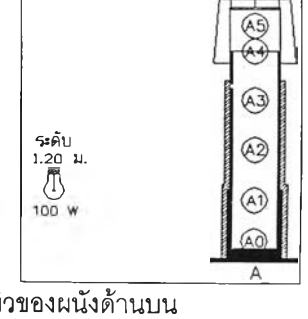
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

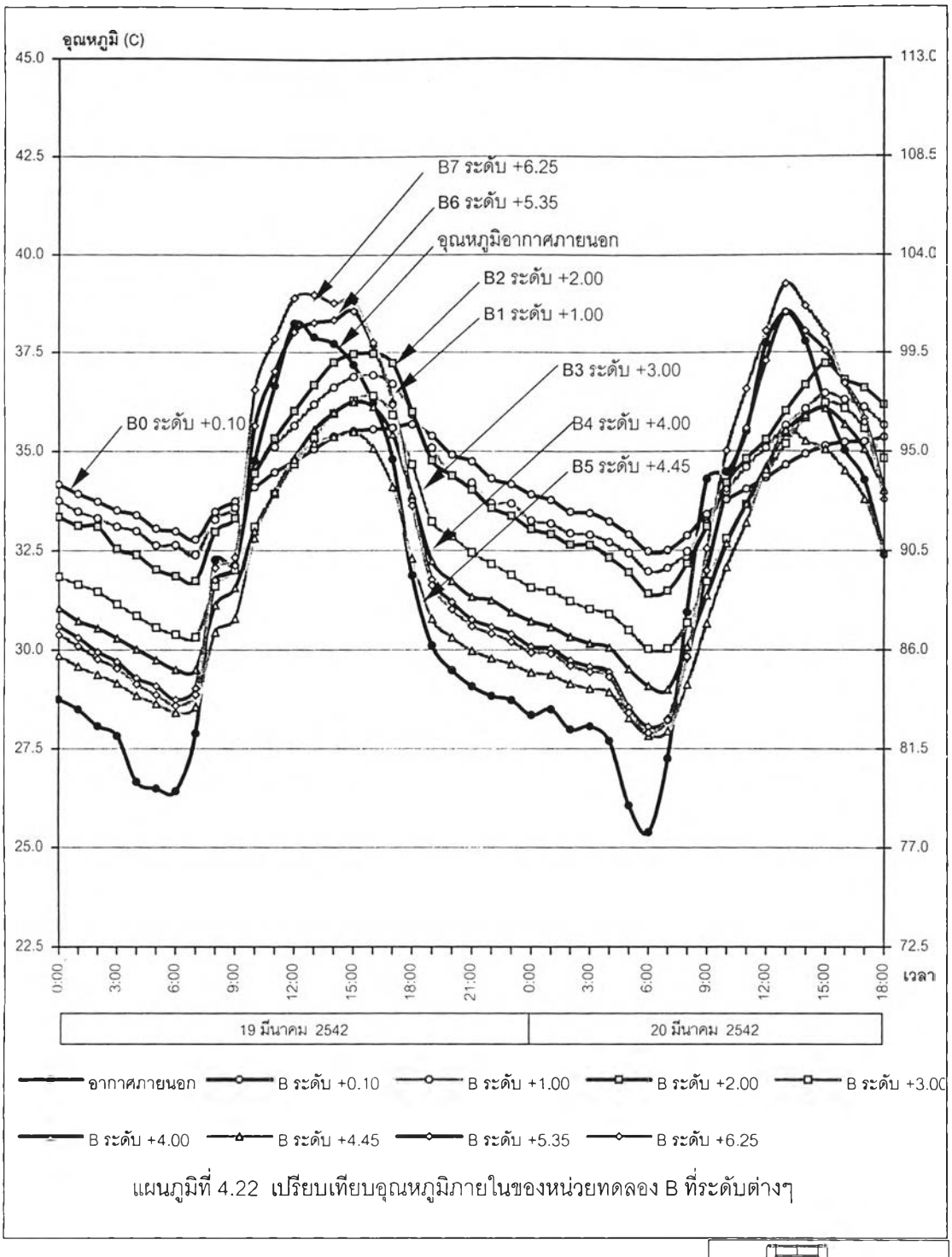
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.21 ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.22 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง B ที่ระดับต่างๆ

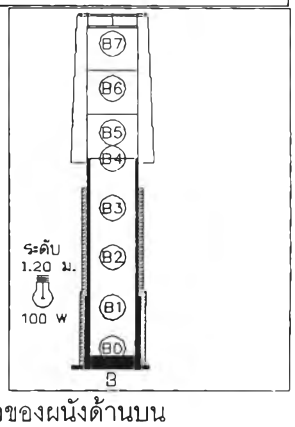
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

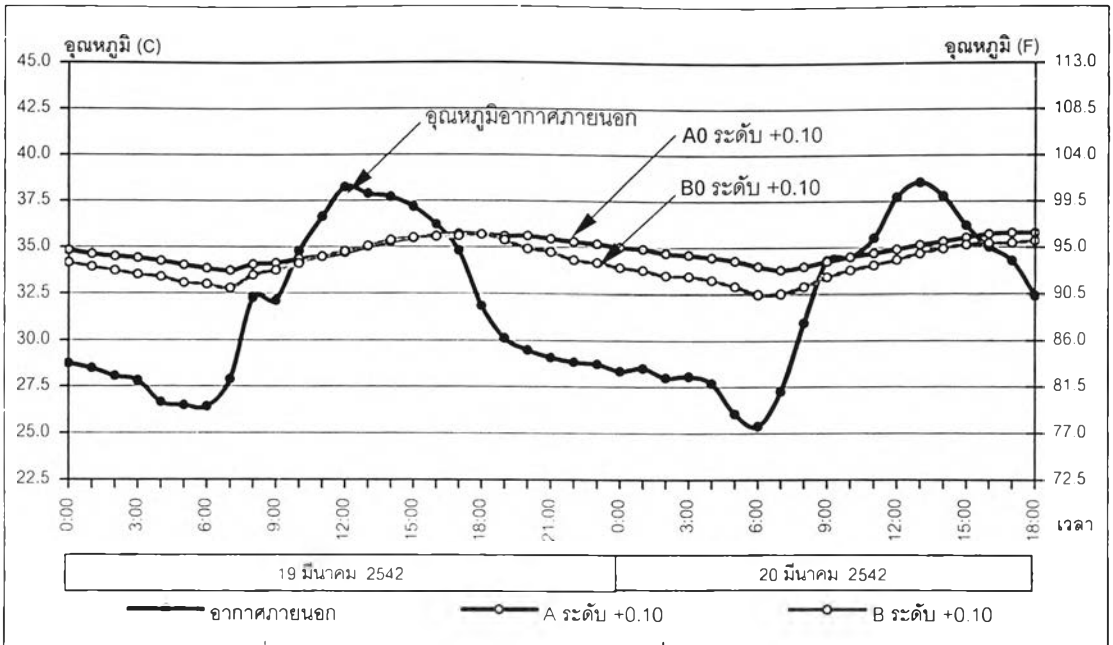
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

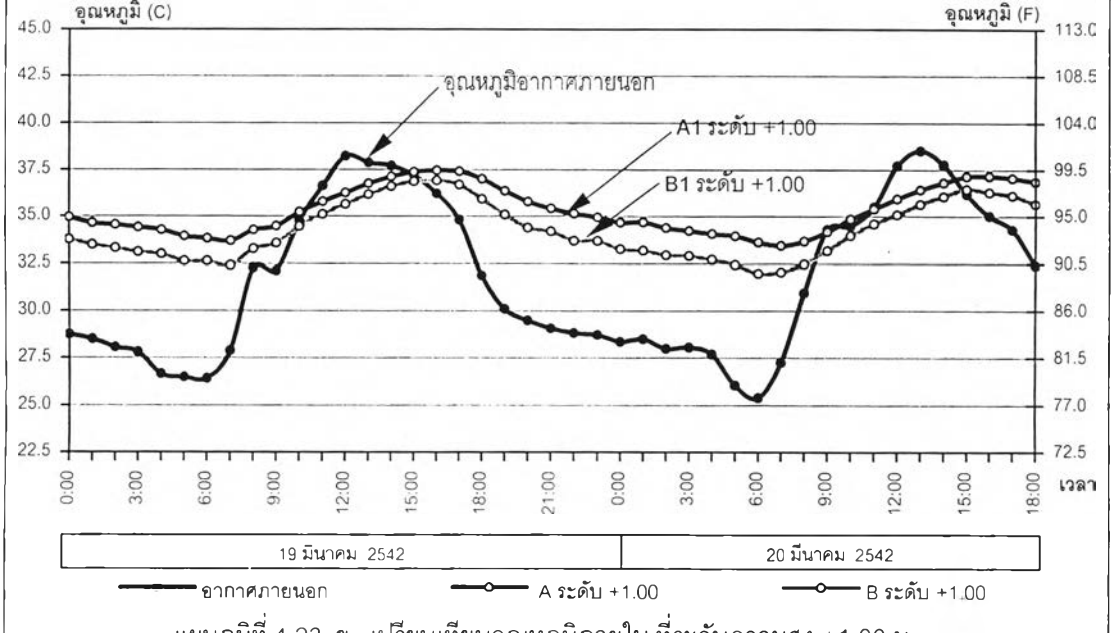
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 **วัตต์** ที่ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.22 ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.23 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +0.10 ม.



แผนภูมิที่ 4.23 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +1.00 ม.

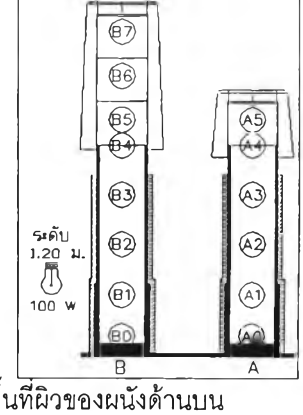
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

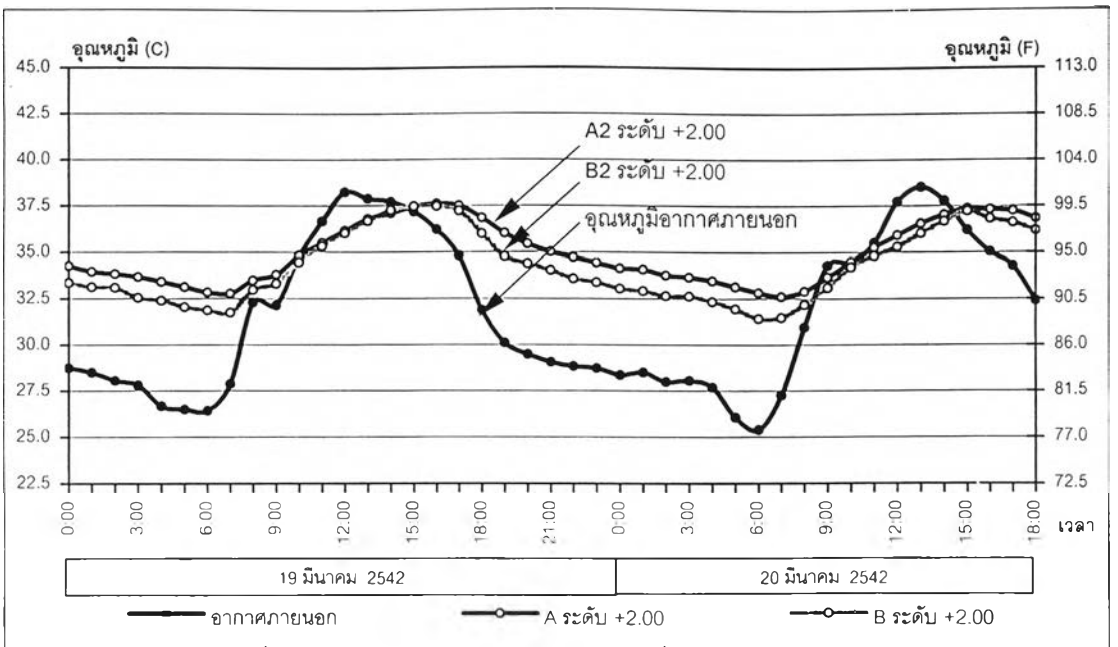
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

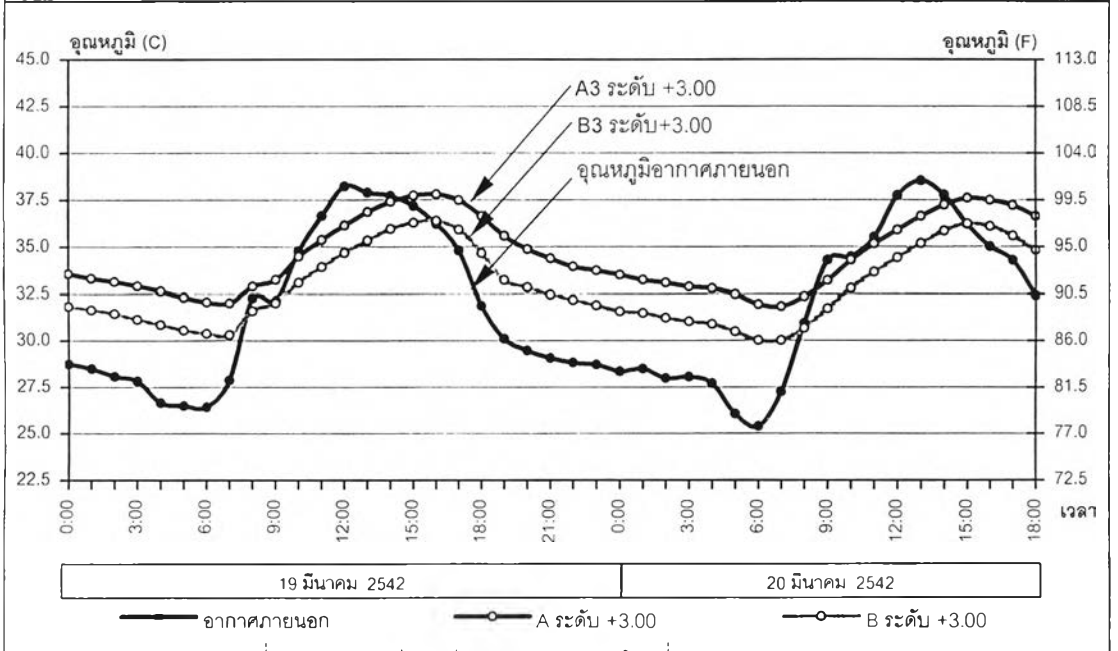
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 **วัตต์ ที่**ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.23 ก, ข ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.23 ค เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +2.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.23 ง เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +3.00 ม.

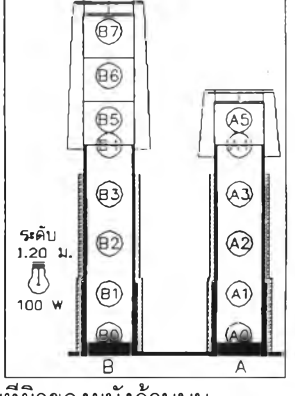
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

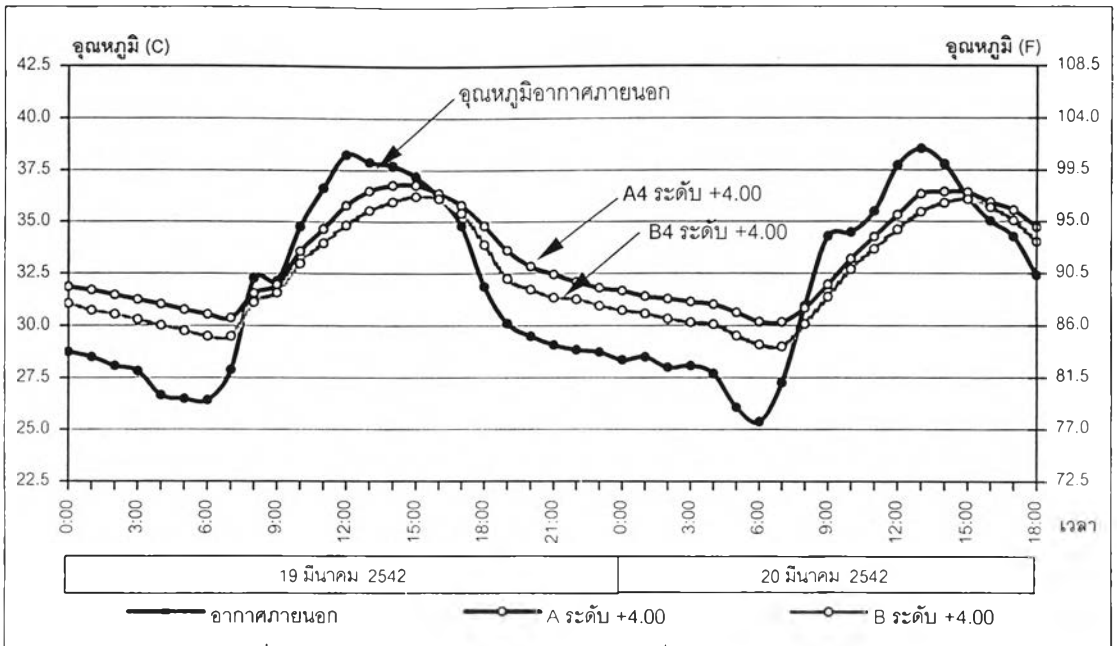
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

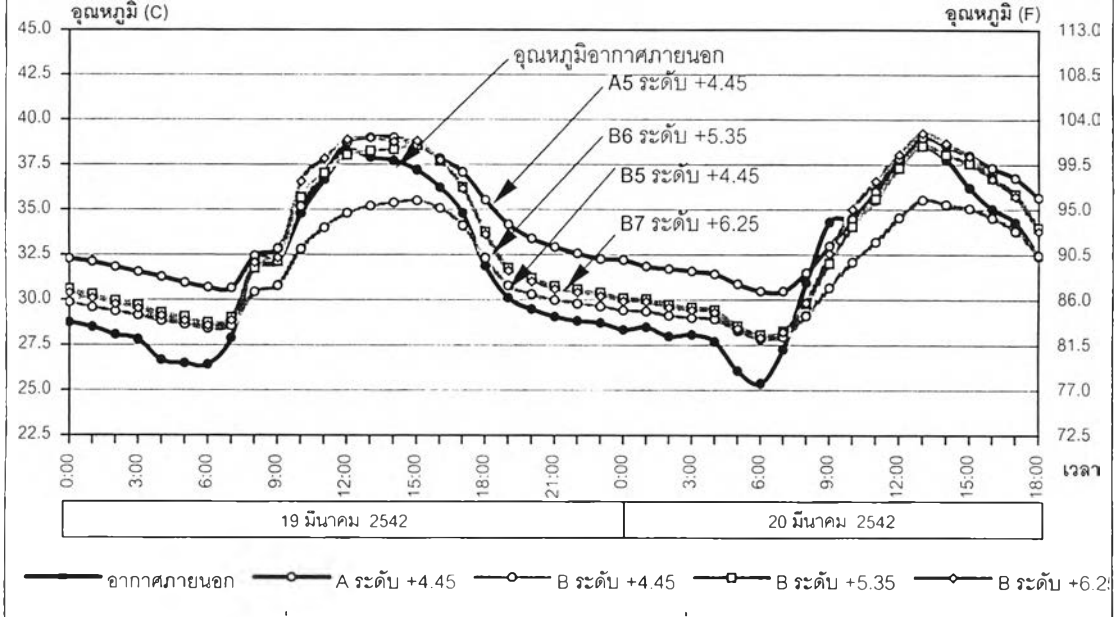
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 **วัตต์** ที่ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.23 ค, ง ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.23 จ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +4.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.23 ฉ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +4.45 ม.

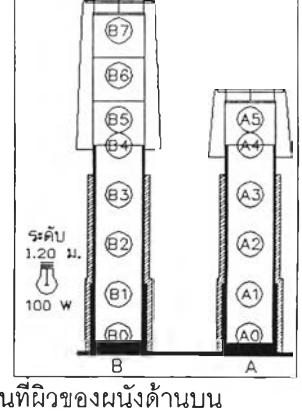
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

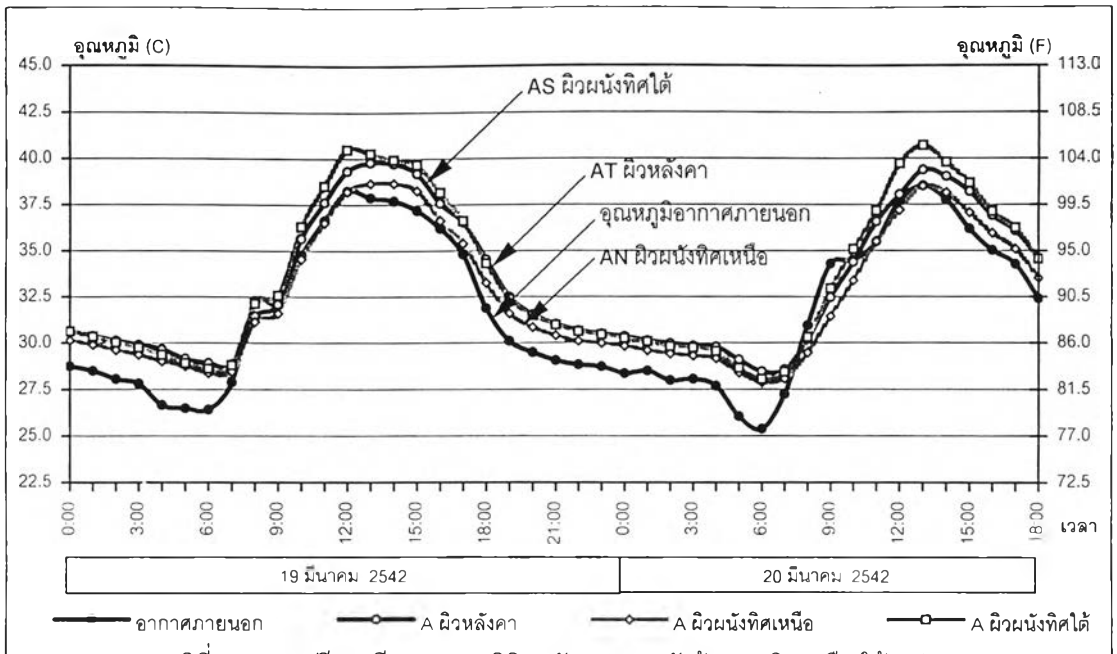
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

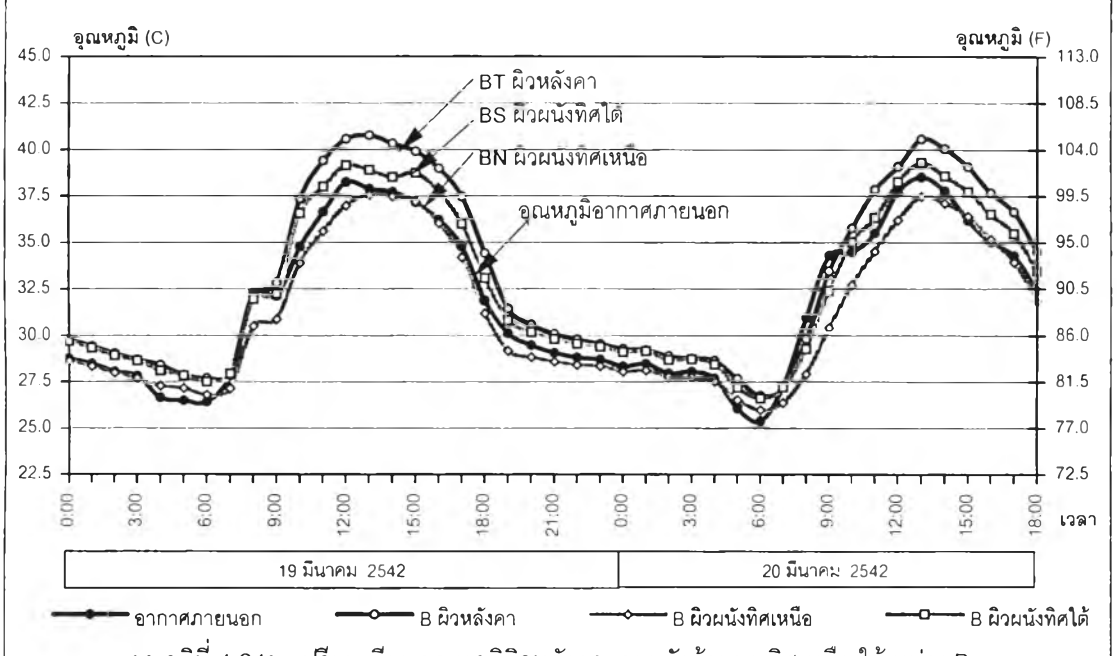
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 **วัตต์ ที่**ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.23 จ, ฉ ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.24ก เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยA



แผนภูมิที่ 4.24ข เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยB

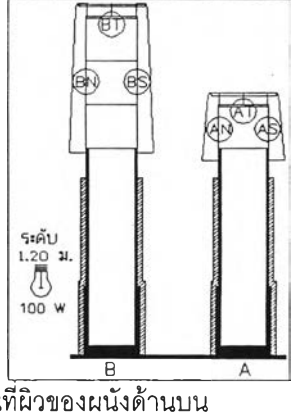
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 **วัตต์** ที่ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.24 ก,ข ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร

ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหน่วยทดลอง เมื่อเพิ่มความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังส่วนบน เมื่อแหล่งกำเนิดความร้อน 200 วัตต์ / ตรม.

หน่วยทดลอง A คงเดิม

หน่วยทดลอง B เพิ่มความสูงของผนังส่วนบนจาก 0.90 เป็น 2.70 เมตร (3เท่า)

- มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจกด้วยโฟม และใช้ไนลอนบังแดดชนิดที่บังได้ 80% บังที่ผนังสังกะสี ทิศตะวันออก, ตะวันตก และทิศใต้ ทั้ง 2 หน่วยทดลอง
- หุ้มฉนวนที่ผนังด้านล่างจากพื้นถึงระดับ 3.60 เมตร
- มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 200 วัตต์ / ตรม. ทั้ง 2 หน่วยทดลอง

ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน่วยทดลอง A และ B

- ปริมาณแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน

มีผลต่ออุณหภูมิภายในหน่วยทดลองดังนี้

1. **วิเคราะห์อุณหภูมิของชั้นอากาศร้อนภายใน**

หน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้เพิ่มความสูงของผนังส่วนบน พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน ในลักษณะเดียวกับ หน่วยทดลอง B ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 3 แต่ที่ระดับ 1.00 ถึง 3.00 เมตร จะมีอุณหภูมิสูงกว่าการทดลองที่ 1 ดูจากแผนภูมิที่ 4.25

หน่วยทดลอง B ที่เพิ่มความสูงและพื้นที่ผิวของผนังส่วนบนเป็น 3 เท่า พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน จะแตกต่างกัน ดังรูปภาพที่ 4.8

ช่วงเวลากลางวัน อุณหภูมิจะสูงขึ้นตามระดับที่สูงขึ้น ดังแผนภูมิที่ 4.26

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ผิวพื้นซึ่งค่อนข้างจะคงที่ ทำให้มีความแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิมีน้อย

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 2.00 เมตร เมื่อระดับสูงขึ้น 1 เมตร ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดความร้อนมาก ความร้อนที่ระดับ 1.20 เมตร และแผ่ขึ้นไปที่ระดับ 2.00 เมตร ทำให้ในอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่า อากาศภายนอก ในเวลากลางวัน

ช่วง "3" ระดับ 3.00 ถึง 4.45 เมตร ความร้อนที่ระดับ 1.20 ลอยตัวขึ้นไม่ทันกับอัตราการระบายความร้อนออกโดยการนำ ผ่านผนังสังกะสีที่ส่วนบน และยังถ่ายเทความร้อนสูงระดับที่สูงขึ้นไป คือที่ระดับ 5.35 ถึง 6.70 เมตร ทำให้มีอุณหภูมิต่ำ กว่าที่ระดับ 2.00 และที่ระดับ 5.35 ถึง 6.70 เมตร

ช่วง "4" ระดับ 5.35 ถึง 6.25 เมตร ความร้อนถูกระบายความร้อนออกมากโดยการนำผ่านผนังสังกะสีที่ส่วนบน และยังถ่ายเทความร้อนสูงระดับที่สูงขึ้นไป คือที่ระดับ 5.35 ถึง 6.70 เมตร ทำให้มีอุณหภูมิต่ำ ลง และใกล้กับอุณหภูมิอากาศภายนอก คือ ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิจะมีลักษณะดังแผนภูมิที่ 4.26

ช่วง "1" ระดับ 0.10 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจกน้อยกว่าที่ระดับอื่น จึงมีอุณหภูมิสูงกว่าระดับอื่น

ช่วง "2" ระดับ 1.00 ถึง 6.70 เมตร ได้รับอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าผ่านหลังคากระจก ทำให้ทุกระดับที่สูงขึ้นอุณหภูมิจะต่ำลง โดยในแต่ละระดับจะมีอุณหภูมิต่างกันไม่เกิน1C

2. **เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งสอง**

เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน ถึง 200 วัตต์ / ตรม. ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในหน่วยทดลองที่ระดับ พื้น ถึง 3.00 เมตร สูงกว่าอากาศภายนอกในเวลากลางวันเกือบทั้งวัน และสูงกว่า 6 – 9 C ในเวลากลางคืน เมื่อเพิ่มความสูงในช่วงกลางวัน อัตราการถ่ายเทความร้อนออกที่มากกว่า ทำให้อุณหภูมิของหน่วยทดลอง B ต่ำกว่า A เพียง 1.5 – 2.5 C ส่วนในกลางคืนอุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอก จึงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนออก ของหน่วยทดลอง B มากกว่า เพราะมีพื้นที่ผิวของวัสดุนำความร้อนที่ผนังส่วนบนมากกว่า A ถึง 3 เท่า ทำให้อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง B ต่ำกว่า A 2 – 3 C ตลอดทั้งคืน ดังแผนภูมิที่ 4.23 ก ถึง 4.23 ฉ

ในการทดลองที่ 2 นี้ วิเคราะห์ด้วยสมการถดถอย พหุคูณ

โดยกำหนดให้

ตัวแปรตาม (Y) คือ อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ที่ระดับความสูง Ht มีหน่วยเป็น C ; T_{in}

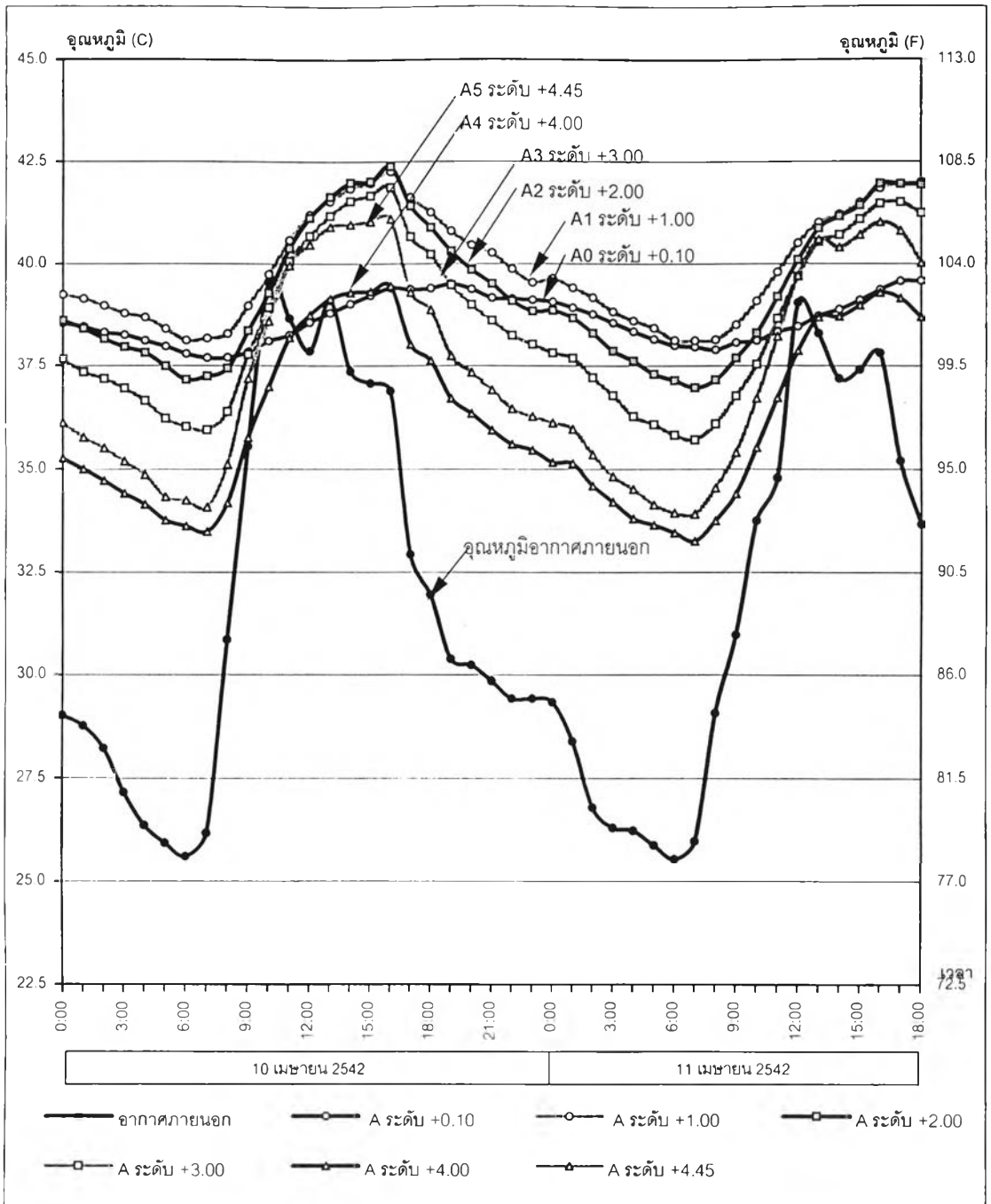
ตัวแปรต้น (X) มี 5 ตัวแปร ได้แก่

1. อุณหภูมิอากาศภายนอก มีหน่วยเป็น C ; T_{out}
2. ค่ารังสีดวงอาทิตย์ มีหน่วยเป็น Watt / sqm. ; Rad 46
3. ระดับความสูงภายในจากระดับพื้น มีหน่วยเป็น m. ; Ht
4. พื้นที่ผิวผนังส่วนบน มีหน่วยเป็น sqm. ; A
5. ความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน มีหน่วยเป็น Watt / sqm. ; Q_{in}

สมการที่วิเคราะห์ได้ คือ

$$T_{in} = 14.701 + (0.586 * T_{out}) + (-0.003 * Rad) + (-0.178 * Ht) + (-0.177 * A) + (0.029 * Q_{in})$$

มีค่าทางสถิติดังนี้ R2 = 0.774 และ ค่า Standard Error เท่ากับ 1.686



แผนภูมิที่ 4.25 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง A ที่ระดับต่างๆ

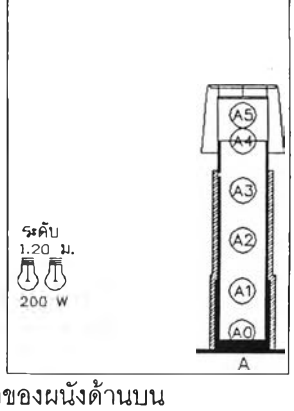
หุ่นทดลอง A ผนังส้งกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังส้งกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

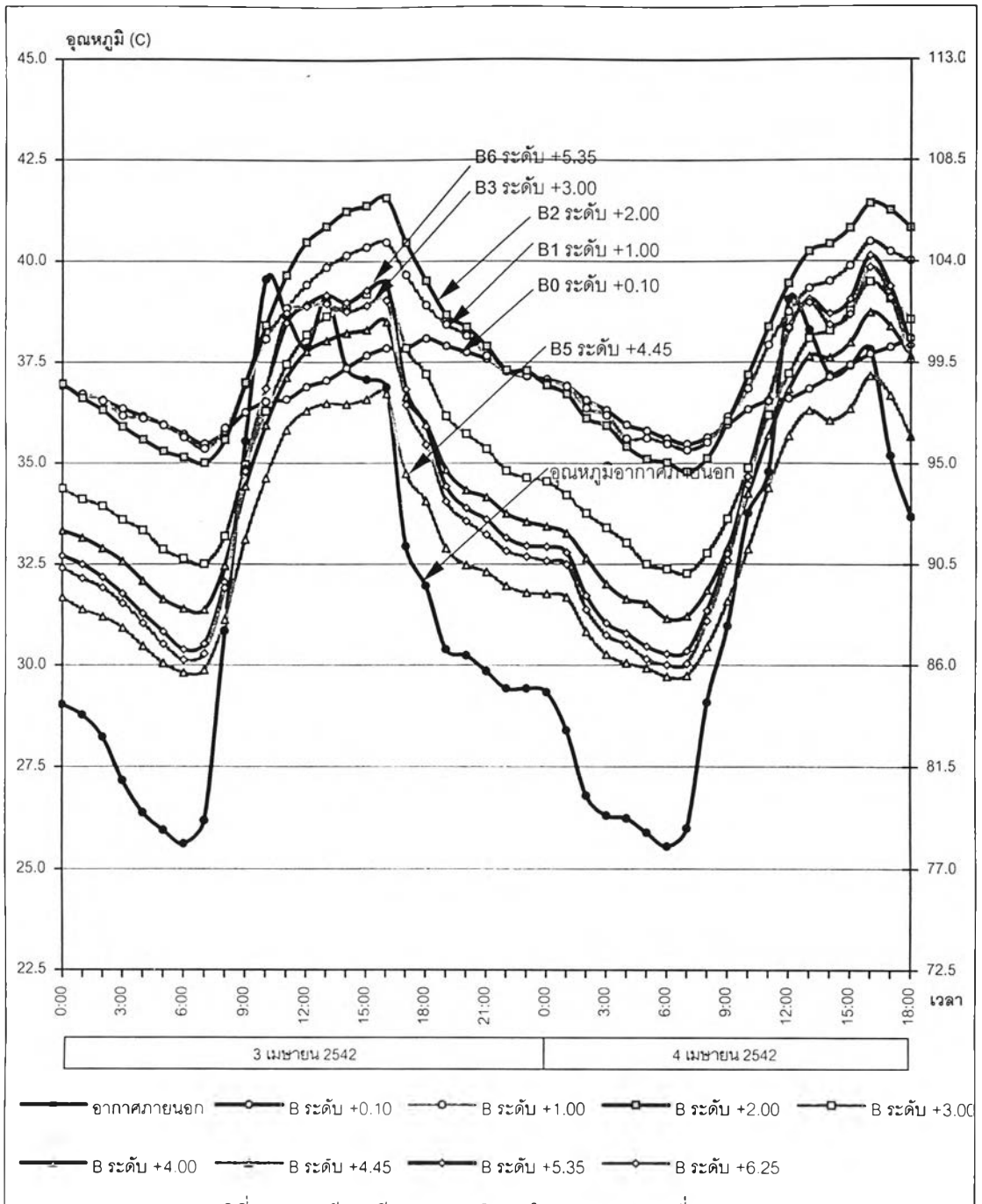
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 200 **วัตต์** ที่ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.25 ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 200 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.26 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วย B ที่ระดับต่างๆ

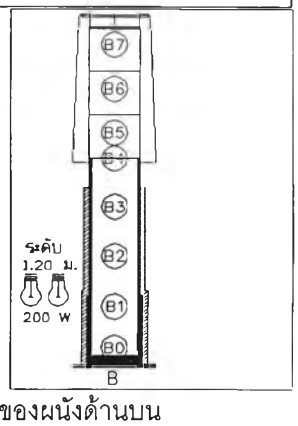
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

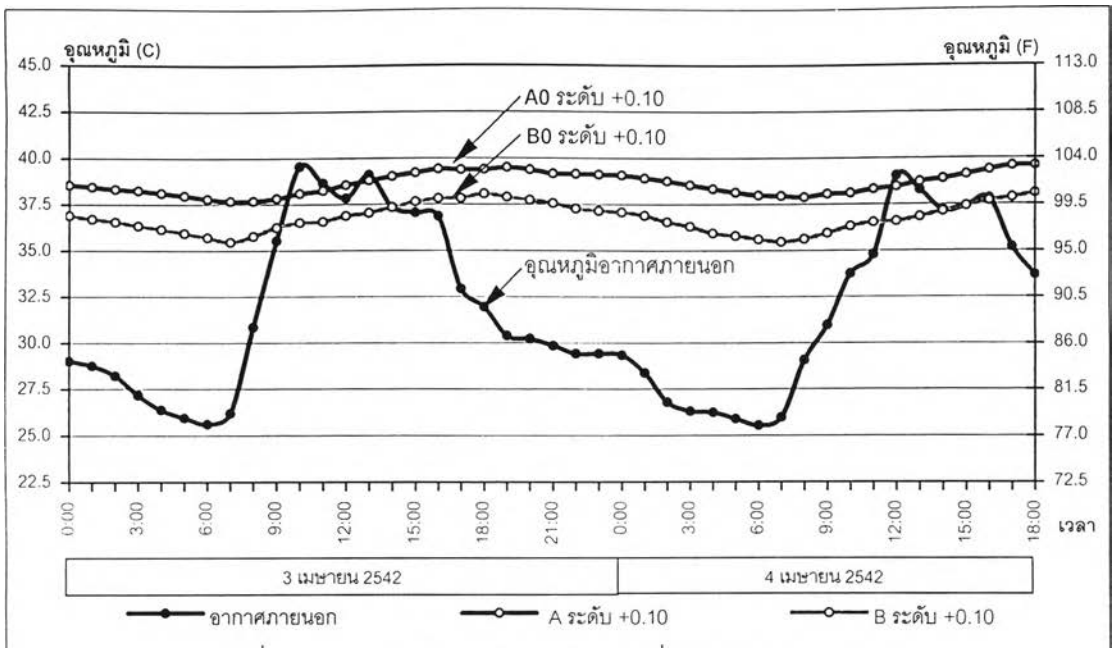
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

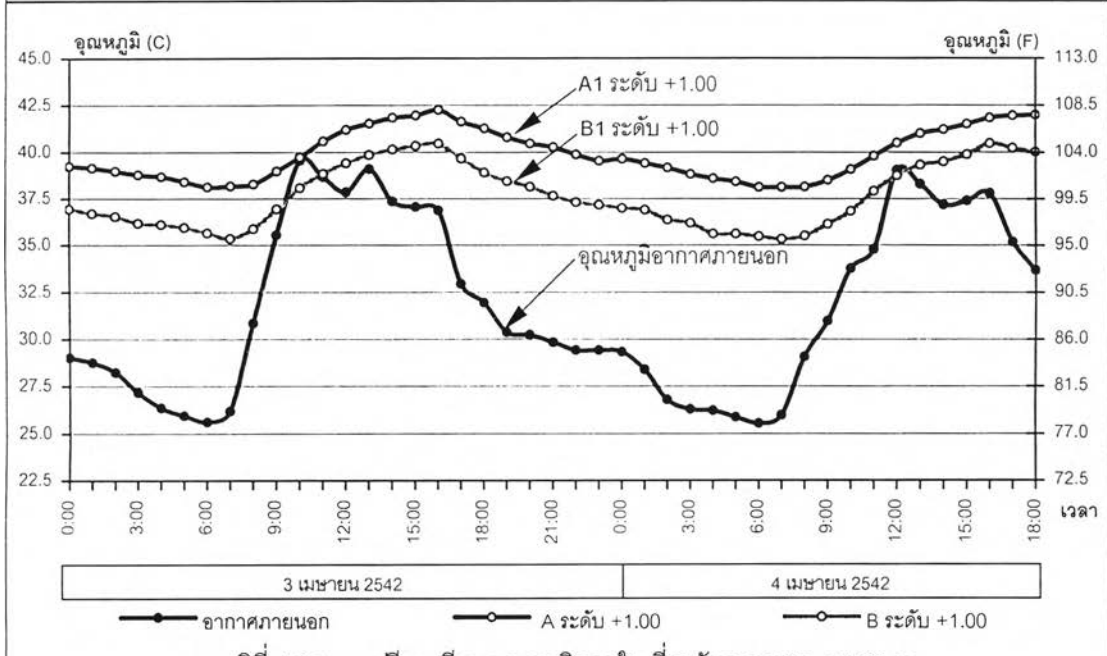
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 200 **วัตต์** ที่ระดับ +1.20 ม.



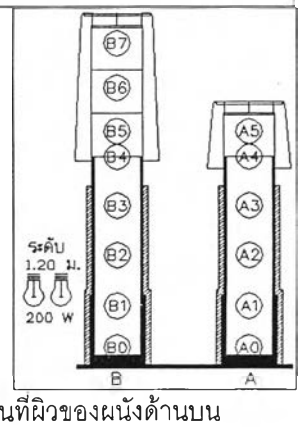
แผนภูมิที่ 4.26 ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 200 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.27 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +0.10 ม.



แผนภูมิที่ 4.27 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +1.00 ม.



หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

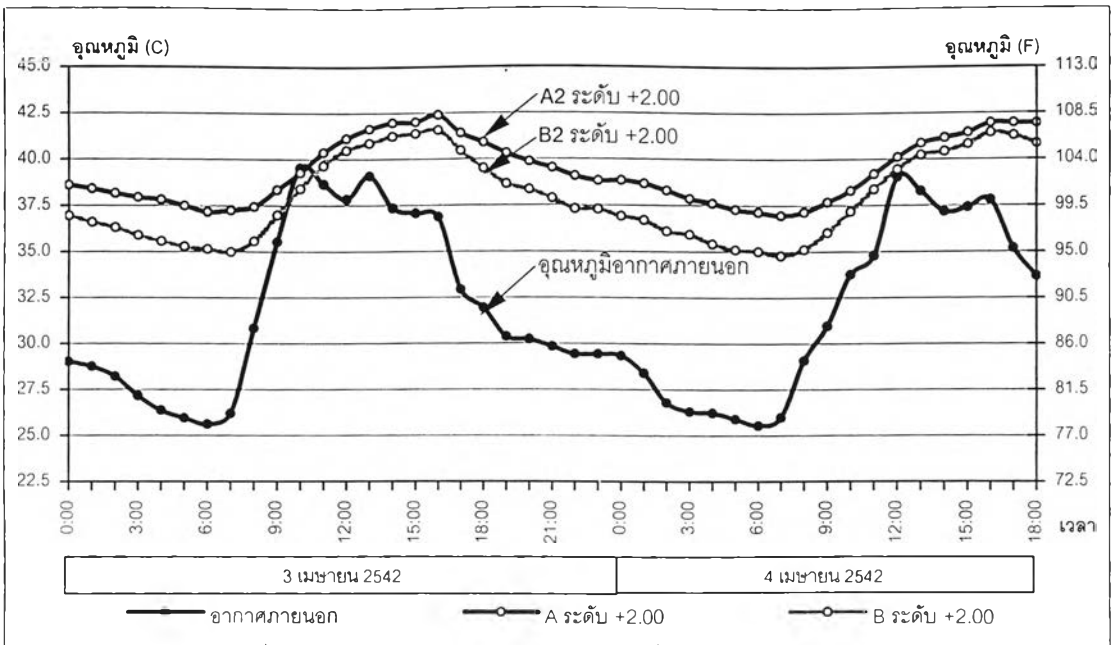
หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

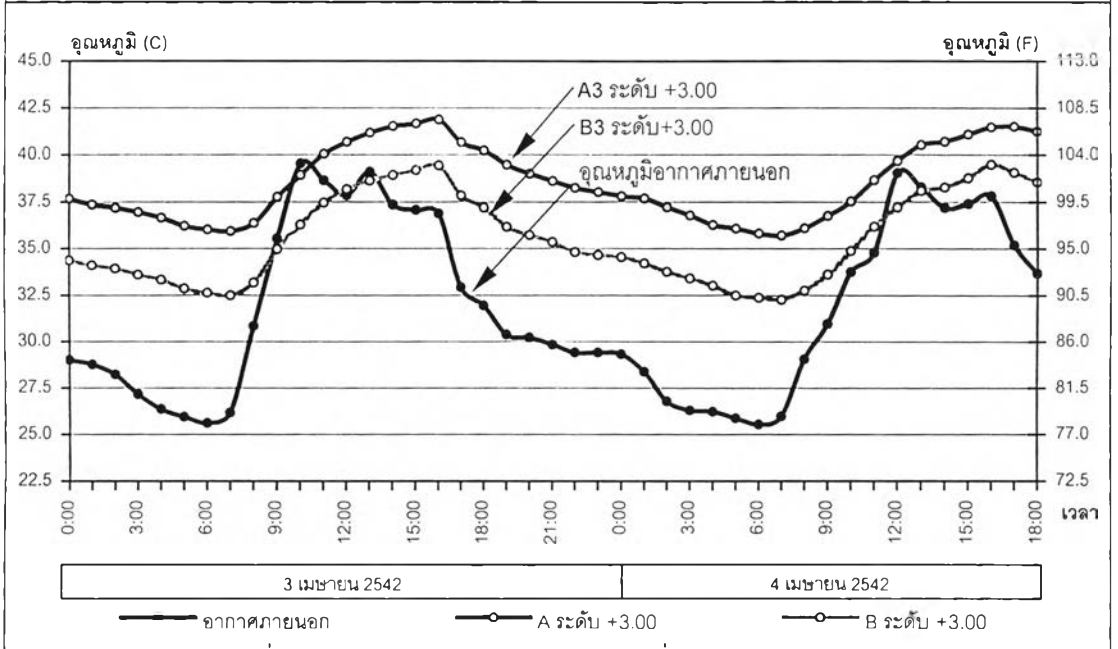
ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 200 **วัตต์** ที่ระดับ +1.20 ม.

แผนภูมิที่ 4.27 ก, ข ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 200 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.27 ค เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +2.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.27 ง เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +3.00 ม.

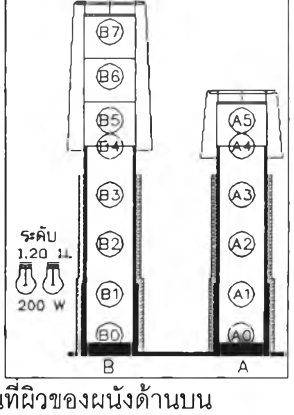
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

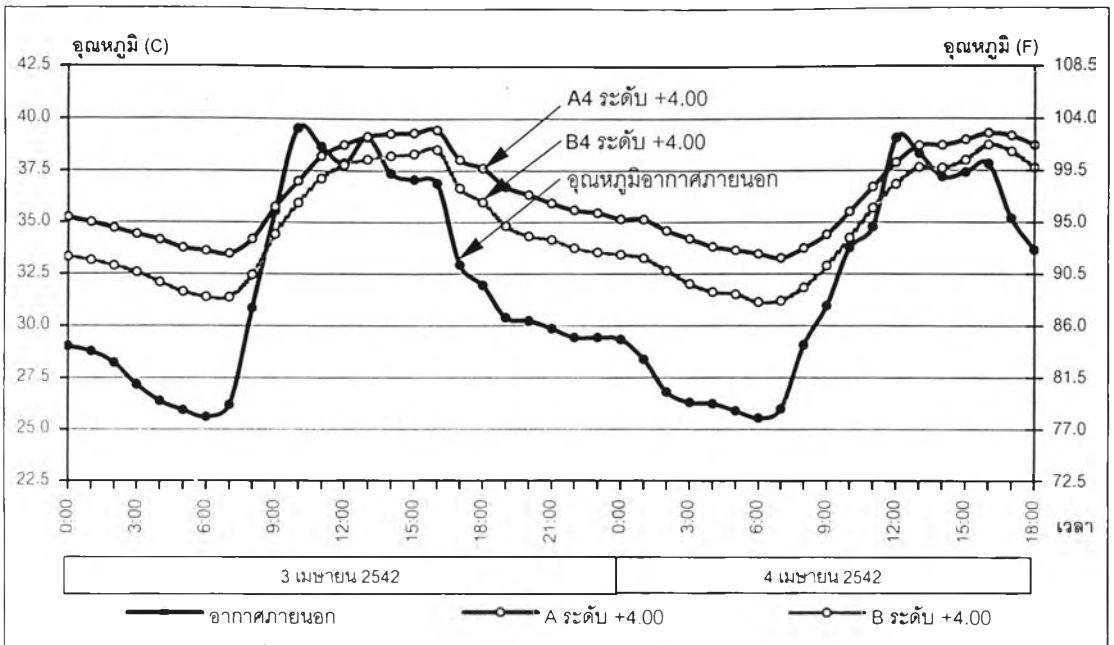
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

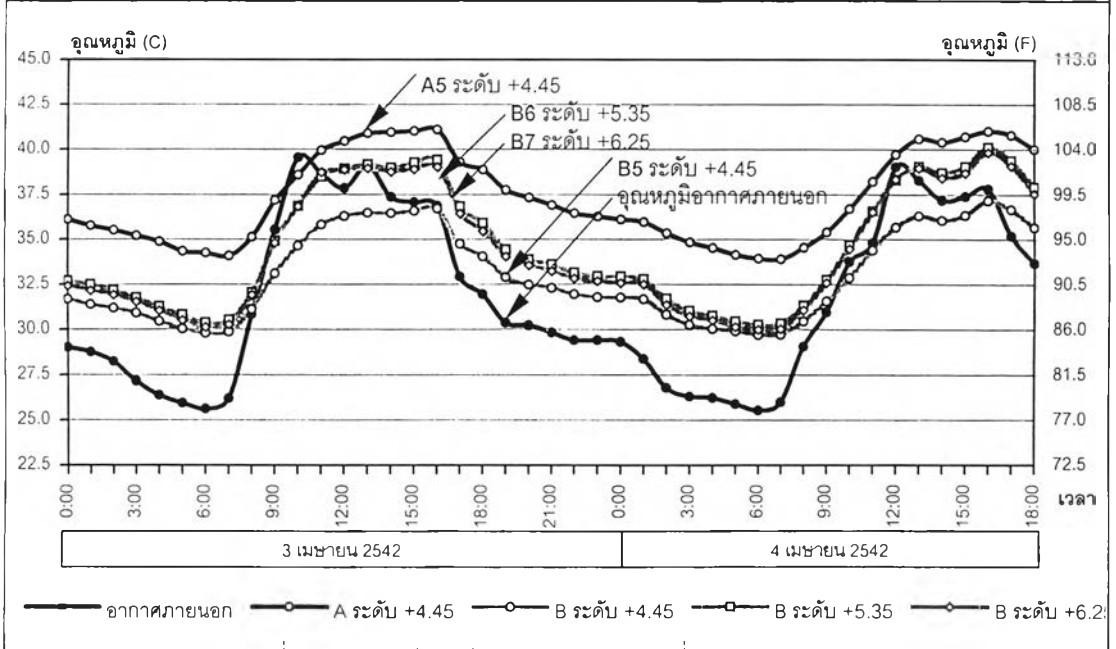
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 200 **วัตต์** ที่ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.27 ค, ง ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 200 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.27 จ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +4.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.27 ฉ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +4.45 ม.

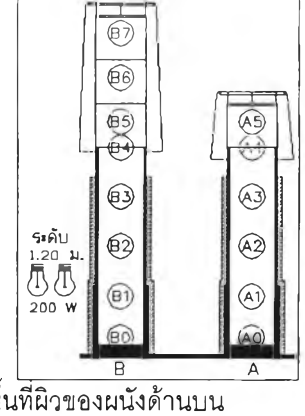
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

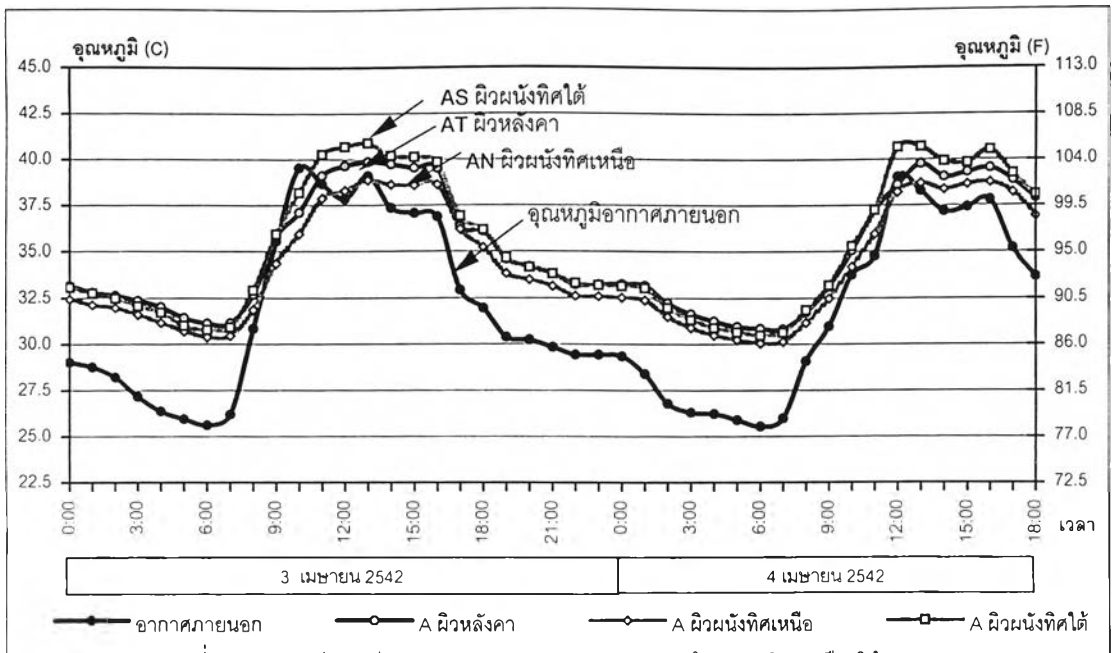
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

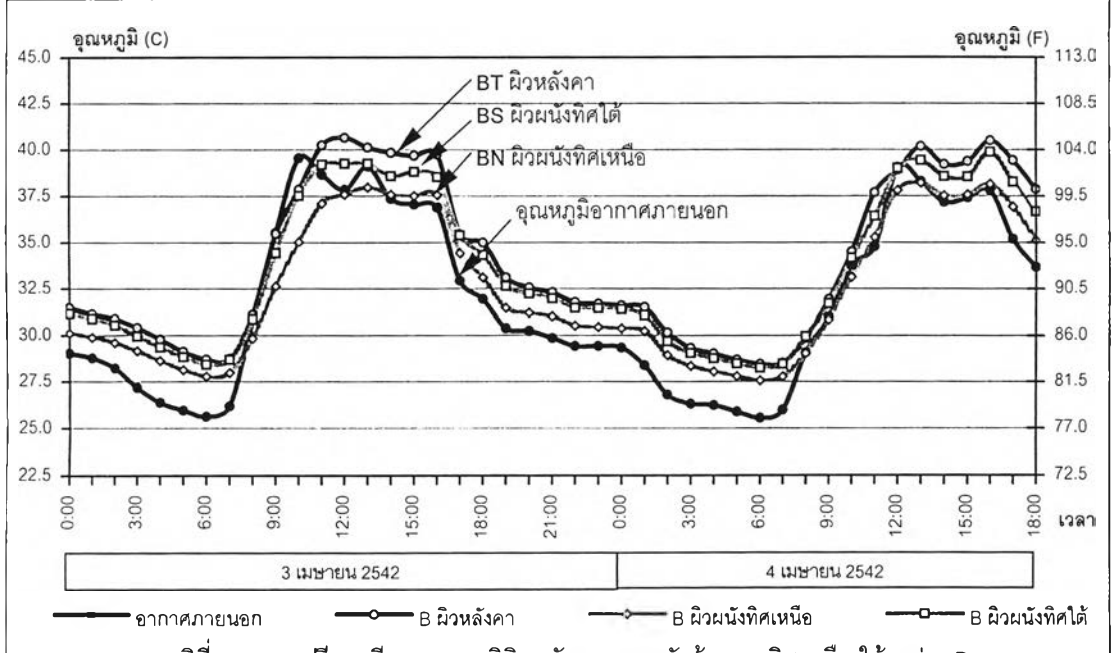
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 200 **วัตต์** ที่ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.27 จ, ฉ ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 200 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.28ก เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วย A



แผนภูมิที่ 4.28ข เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยB

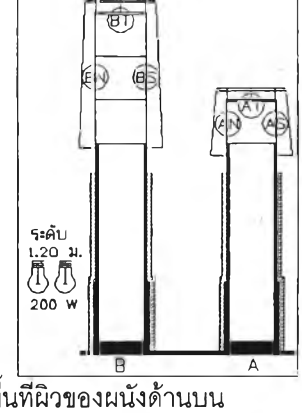
หุ่นทดลอง A ผนังสังกะสีด้านบนสูง 0.90 ม.

หุ่นทดลอง B ผนังสังกะสีด้านบนสูง 2.70 ม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 200 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 ม.



แผนภูมิที่ 4.28 ก, ข ผลการทดลองที่ 2 ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสูง และ พื้นที่ผิวของผนังด้านบน เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 200 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร

พิจารณาจากสมการ

ค่า สปส . ของ อุณหภูมิอากาศภายนอก (T_{out})เพิ่มขึ้น 1 C ค่าอุณหภูมิภายใน เพิ่มขึ้น 0.586 C
ค่ารังสีดวงอาทิตย์ (Rad) ที่เพิ่มขึ้น 1 Watt / sqm. ค่าอุณหภูมิจะลดลง 0.003 C
ระดับความสูงภายในจากระดับพื้น (Ht) ที่เพิ่มขึ้น 1 m. ค่าอุณหภูมิจะลดลง 0.178 C
พื้นที่ผิวผนังส่วนบน (A) ที่เพิ่มขึ้น 1 sqm. ค่าอุณหภูมิจะลดลง 0.177 C
ความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน (Q_{in}) ที่เพิ่มขึ้น 1 Watt / sqm. ค่าอุณหภูมิ
จะเพิ่มขึ้น 0.029 C

ตัวอย่างการใช้สมการที่ได้ในการคำนวณ

ตัวอย่างหน่วยทดลอง A เวลา 14:00 น. ที่ระดับ + 2.00 เมตร เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน มีค่าตัวแปรที่วัดได้ดังนี้

T_{out}	=	36.629	C
Rad	=	873.697	Watt / sqm.
Ht	=	2	m.
A	=	3.24	sqm.
Q_{in}	=	0	Watt / sqm.

ค่าที่คำนวณได้จากสมการ คือ

ตัวแปร	ค่าตัวแปรที่วัดได้	ค่า สปส	ค่าตัวแปร * ค่า สปส.	คิดเป็น %
		14.701	14.701	44.7
T_{out}	36.629	0.586	21.464	65.3
Rad	873.697	-0.003	-2.359	-7.2
Ht	2.000	-0.178	-0.356	-1.1
A	3.240	-0.177	-0.572	-1.7
Q_{in}	0.000	0.029	0.000	0.0
T_{in}			32.877	100.0

ค่า ที่วัดได้จริง = 31.231 C คลาดเคลื่อนจากที่วัดจริง 1.646 C หรือ 5.27 %

ตัวอย่างการใช้สมการที่ได้ในการคำนวณ

ตัวอย่างหน่วยทดลอง B เวลา 14:00 น. ที่ระดับ + 2.00 เมตร

เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 200 Watt / sqm.

มีค่าตัวแปรที่วัดได้ดังนี้

T_{out}	=	37.360	C
Rad	=	401.217	Watt / sqm.
Ht	=	2	m.
A	=	9.72	sqm.
Q_{in}	=	200	Watt / sqm.

ค่าที่คำนวณได้จากสมการ คือ

ตัวแปร	ค่าตัวแปรที่วัดได้	ค่า สปส	ค่าตัวแปร * ค่า สปส.	คิดเป็น %
		14.701	14.701	37.5
T_{out}	37.360	0.586	21.892	55.9
Rad	401.217	-0.003	-1.083	-2.8
Ht	2.000	-0.178	-0.356	-0.9
A	9.720	-0.177	-1.717	-4.4
Q_{in}	200.000	0.029	5.718	14.6
T_{in}			39.155	100.0

ค่า ที่วัดได้จริง = 41.233 C คลาดเคลื่อนจากที่วัดจริง -5.04 C หรือ -2.078 %

การทดลองที่ 3 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหน่วยทดลอง วัสดุผนังส่วนบนด้านทิศเหนือ ระหว่าง วัสดุประเภททึบแสง และโปร่งแสง

ขั้นตอนที่ 1 หน่วยทดลอง A คงเดิม

หน่วยทดลอง B เปลี่ยนผนังส่วนบนด้านทิศเหนือ เป็นกระจกใส 6 มม.

- มีการบังร่มสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจกด้วยโฟม และใช้ไนลอนบังแดดชนิดที่บังได้ 80% บังที่ผนังสังกะสี ทิศตะวันออก, ตะวันตก และทิศใต้ ทั้ง 2 หน่วยทดลอง
- หุ้มฉนวนที่ผนังด้านล่างจากพื้นถึงระดับ 3.60 เมตร
- ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน ทั้ง 2 หน่วยทดลอง

ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน่วยทดลอง A และ B

- ประเภทวัสดุนำความร้อนออกเป็นวัสดุโปร่งแสง

มีผลต่ออุณหภูมิภายในหน่วยทดลองดังนี้

3. **วิเคราะห์อุณหภูมิของชั้นอากาศร้อนภายใน**

หน่วยทดลอง A ที่ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงวัสดุ พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน ในลักษณะเดียวกับ หน่วยทดลอง B ในการทดลองที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 ดูจากแผนภูมิที่ 4.29

หน่วยทดลอง B ที่หุ้มฉนวนเพิ่ม พฤติกรรมของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง ในช่วงเวลากลางวัน และ กลางคืน จะไม่แตกต่างจาก หน่วยทดลอง B โดยได้ทำการทดลอบนัยสำคัญ

โดยตั้งสมมติฐานว่าง ว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง H ไม่แตกต่างกัน

เขียนเป็นสัญลักษณ์ทางสถิติได้ว่า

$$\mu 1 = \mu 2$$

และสมมติฐานเลือกว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง H แตกต่างกัน

$$\mu 1 \neq \mu 2$$

ใช้คุณสมบัติการกระจายแบบปกติ เป็นตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ

กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ค่าวิกฤติ เท่ากับ 1.96 และ -1.96

ค่าที่คำนวณได้มีดังนี้

เวลากลางวัน

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ 1.451

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ 0.651

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ –1.466

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ 1.442

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ –1.860

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ –0.944

เวลากลางคืน

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ –1.27

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ 1.806

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ -0.715

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ 1.931

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ –0.514

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ –-0.116

เวลากลางวัน

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ 1.451

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ 0.651

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ –1.466

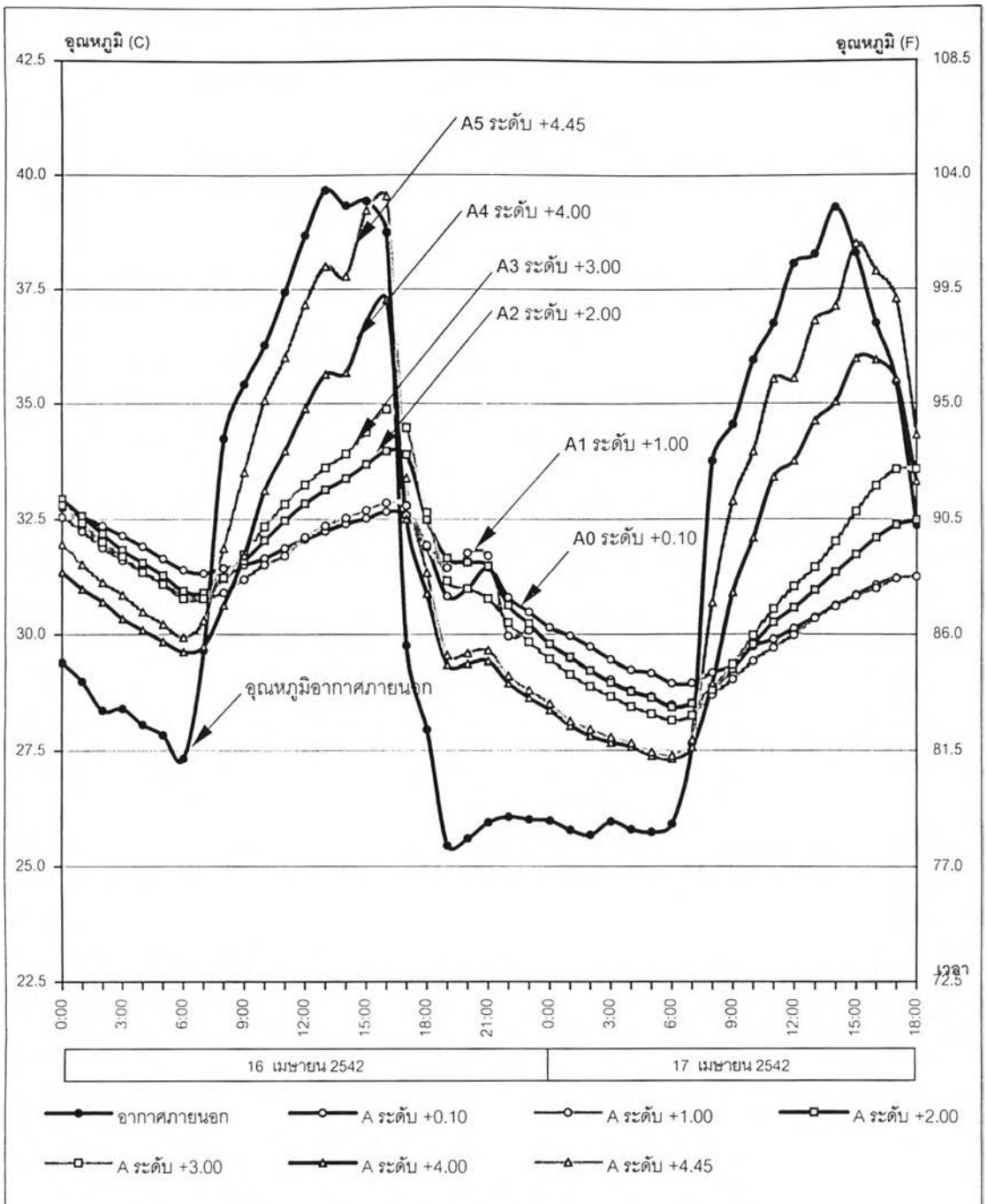
อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ 1.442

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ –1.860

อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B ที่ระดับความสูง 0.10 เท่ากับ –0.944

ค่าสถิติที่คำนวณได้ ยอมรับสมมติฐานว่าง หมายความว่า อุณหภูมิภายในหน่วยทดลอง A และ B แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ หรือกล่าวได้ว่า มีความเชื่อมั่น 95 % ว่า อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งสองไม่แตกต่างกัน ซึ่งดูค่าความแตกต่างของอุณหภูมิจากแผนภูมิที่ 4.31 ก ถึง 4.31 ฉ

อุณหภูมิที่ผิวกระจก จะสูงกว่า ที่ ผิวสังกะสี ในเวลากลางวัน เนื่องจากมีค่าการดูดซับความร้อน (Absorption) สูงกว่า แผ่นสังกะสี ส่วนในเวลากลางคืน จะมีอุณหภูมิที่ผิวกระจกต่ำกว่าผิวสังกะสี เพราะกระจกมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนกับท้องฟ้ามากกว่าแผ่นสังกะสี ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวหลังคา และ ผนังส่วนบน ดูได้จากแผนภูมิ 4.32 ก และ 4.32 ข



แผนภูมิที่ 4.29 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วย A ที่ระดับต่างๆ

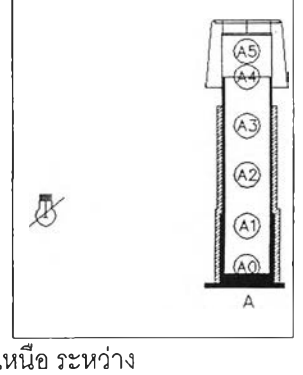
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

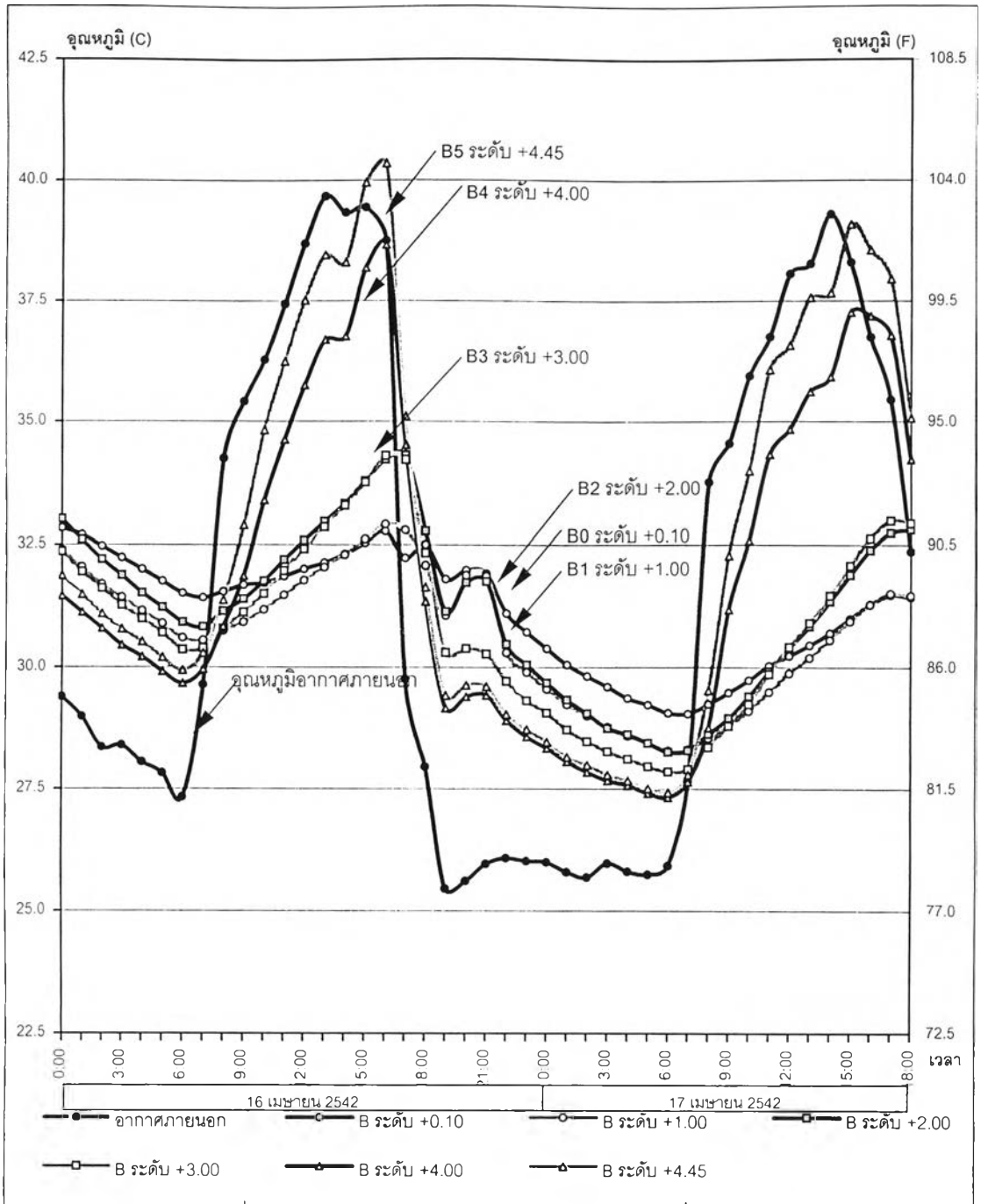
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.29 ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.30 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วย B ที่ระดับต่างๆ

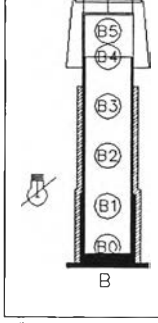
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

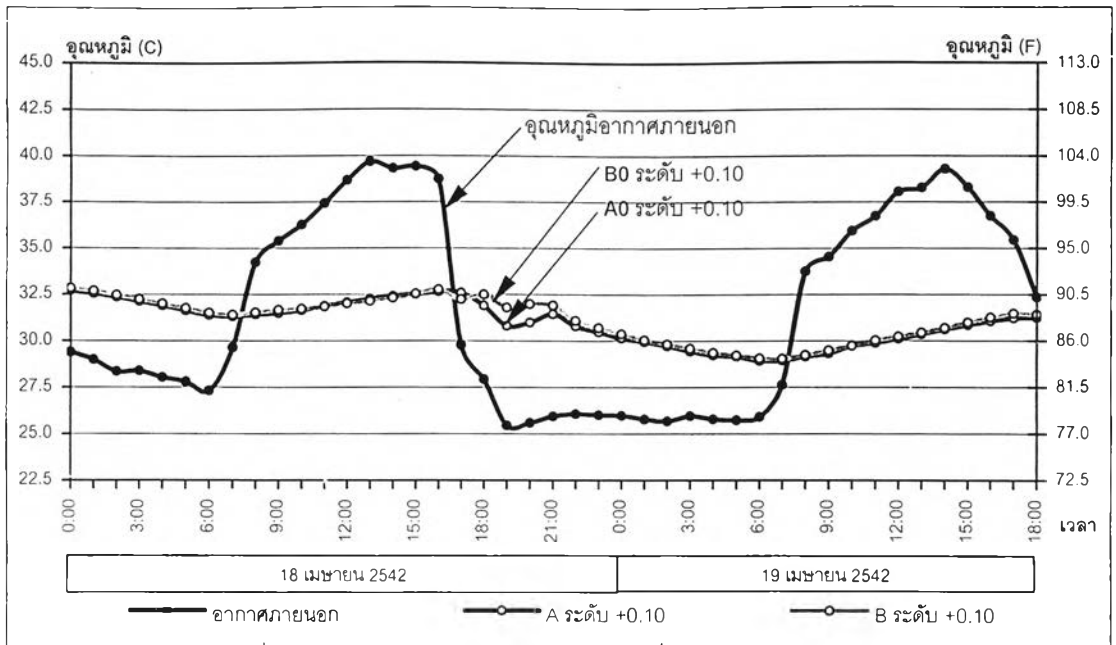
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

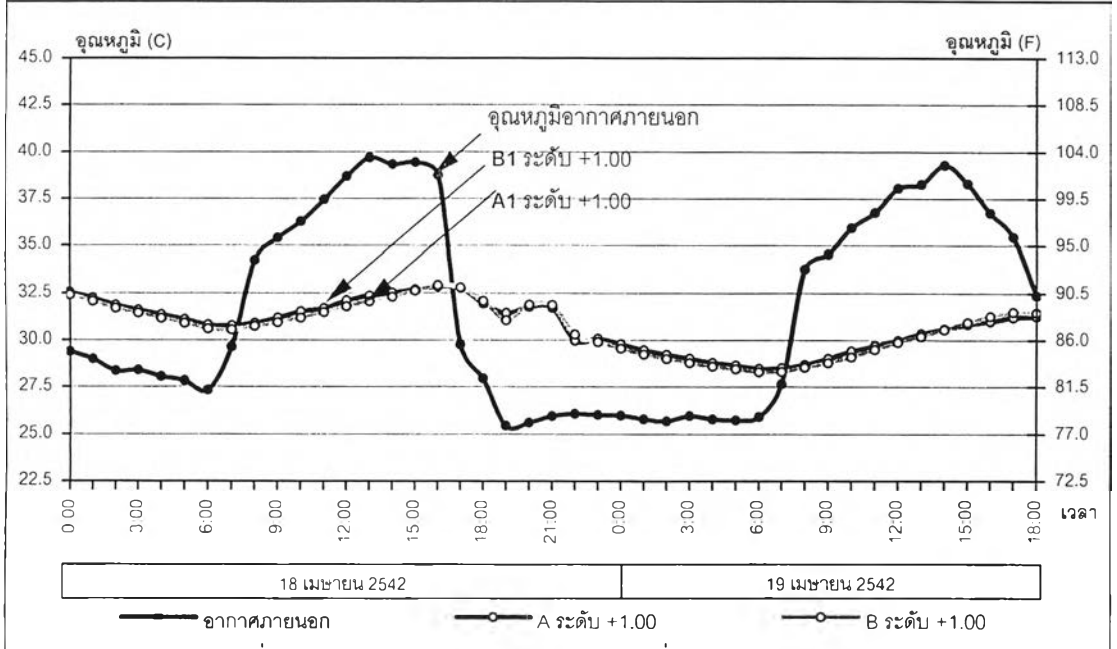
ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.30 ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.31 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +0.10 ม.



แผนภูมิที่ 4.31 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +1.00 ม.

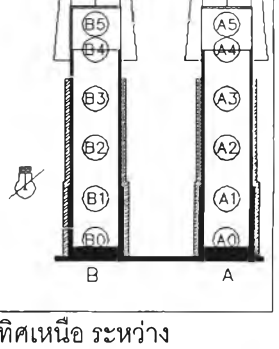
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน ใช้วัสดุ**ทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ ใช้วัสดุ**โปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

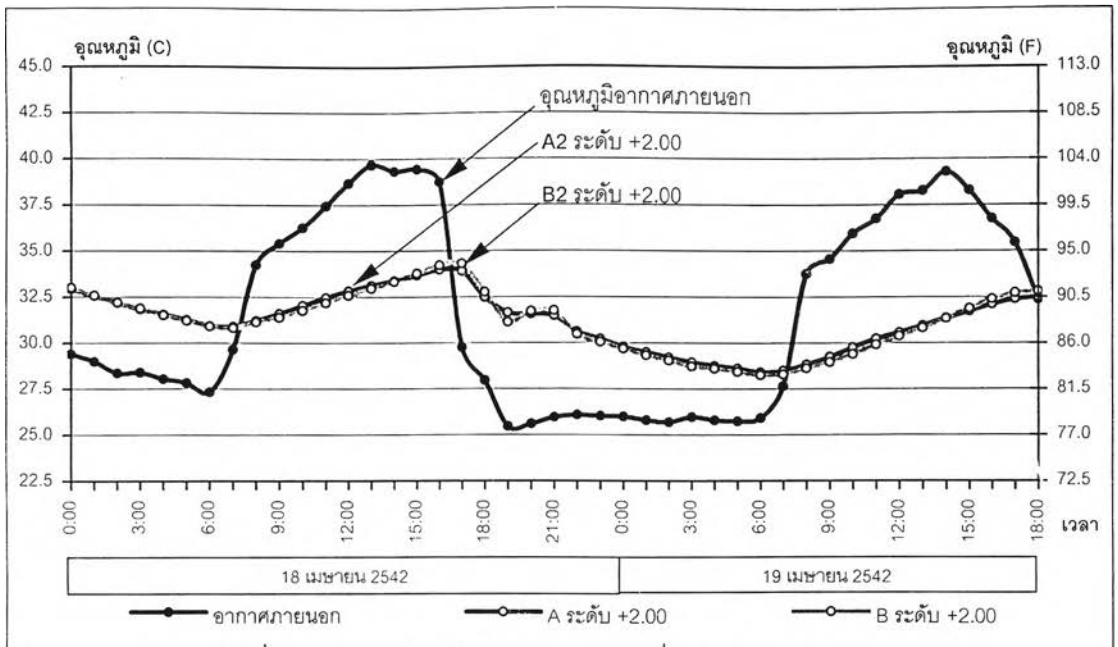
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

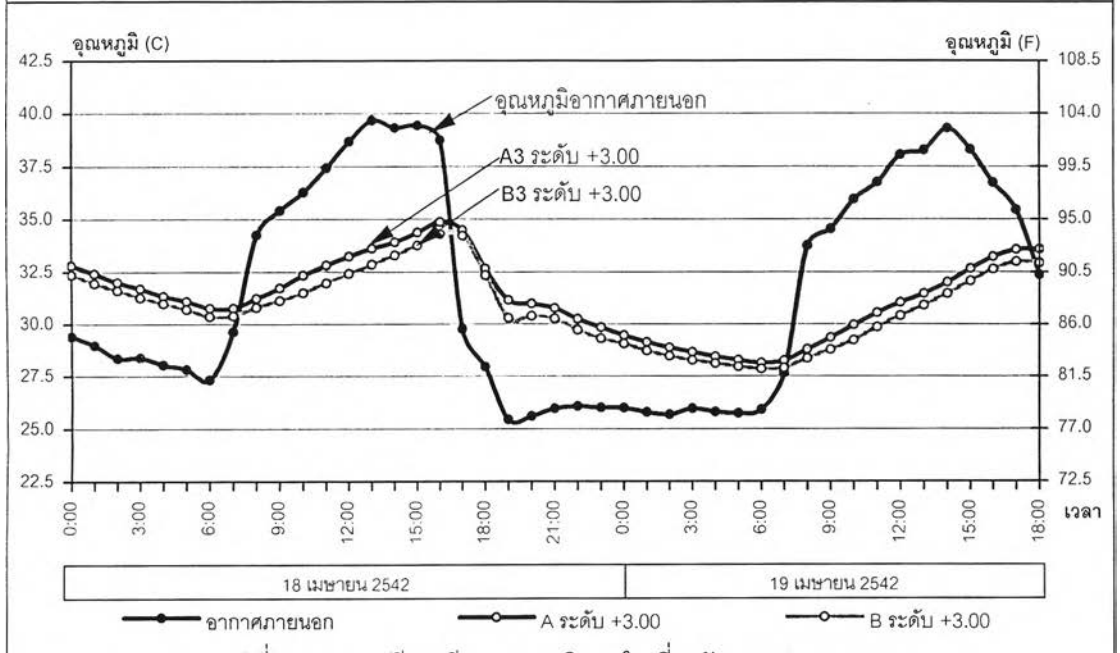
ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.31 ก, ข ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4. 31 ค เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +2.00 ม.



แผนภูมิที่ 4. 31 ง เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +3.00 ม.

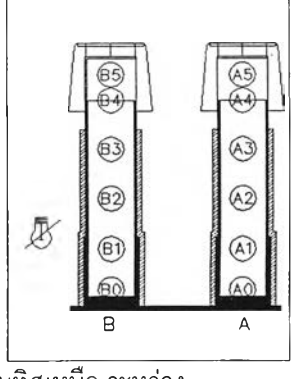
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

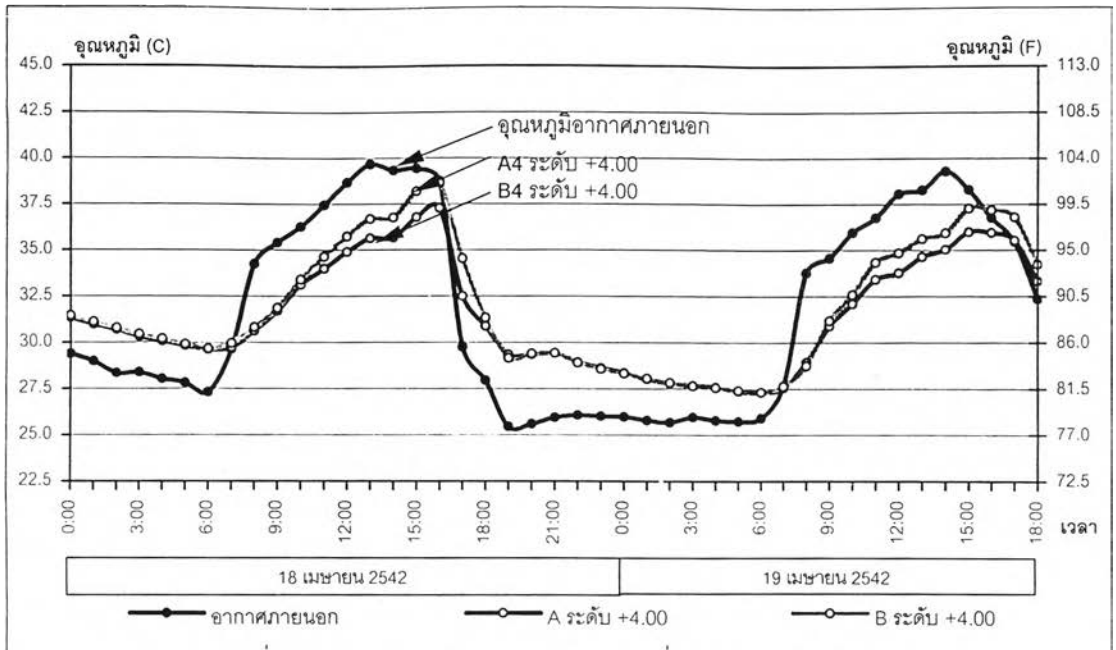
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

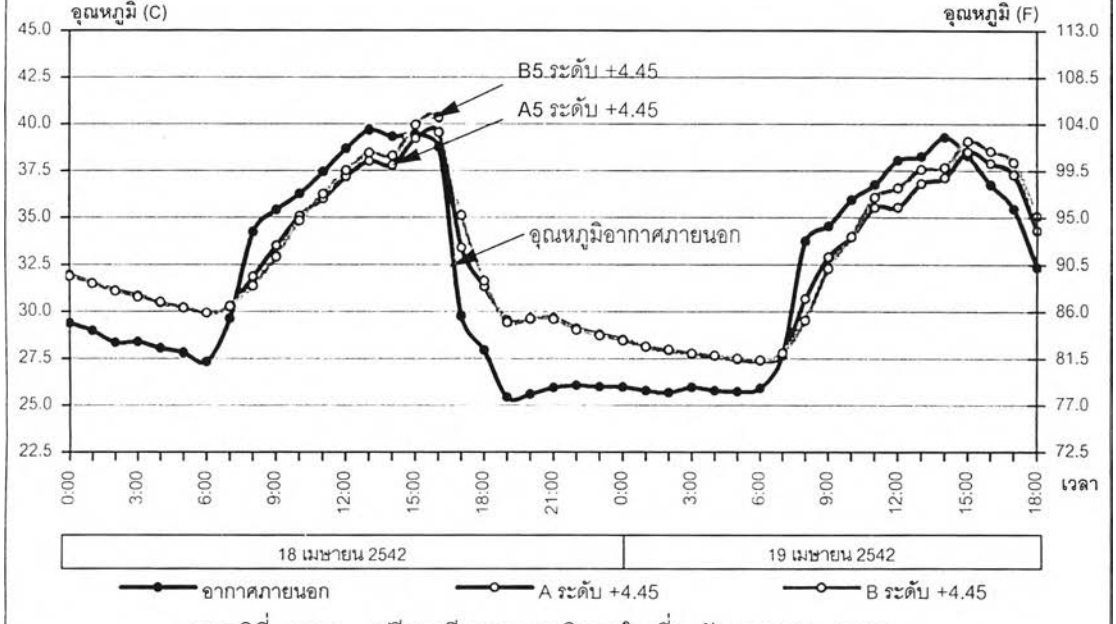
ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.31 ค, ง ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.31 จ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +4.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.31 ฉ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +4.45 ม.

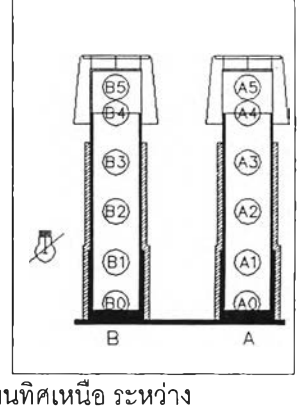
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

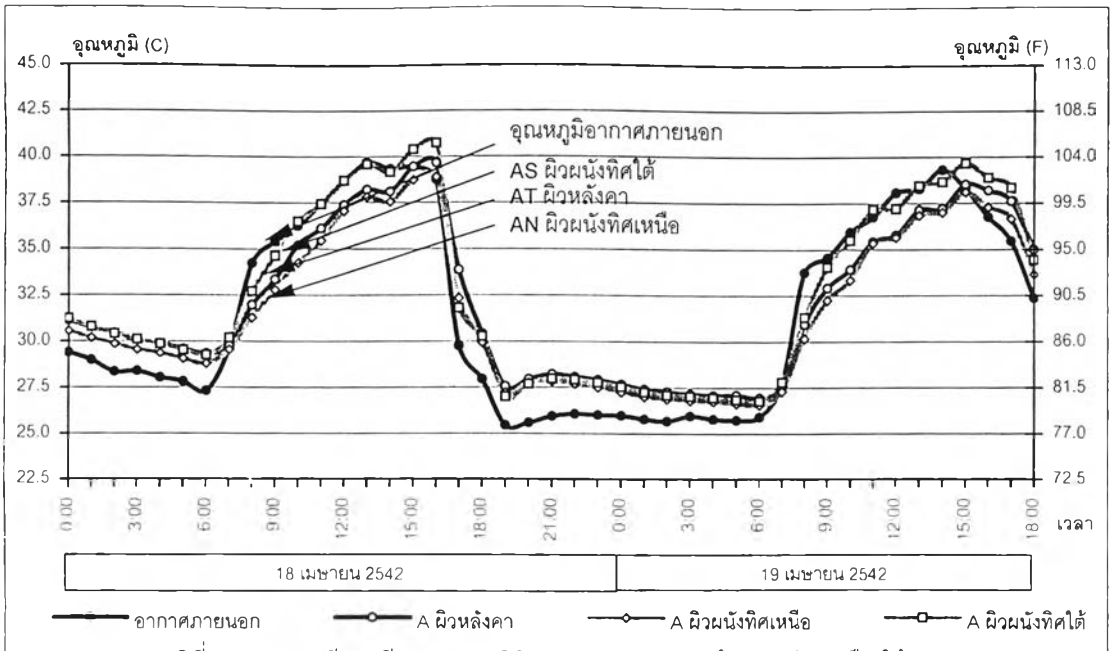
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

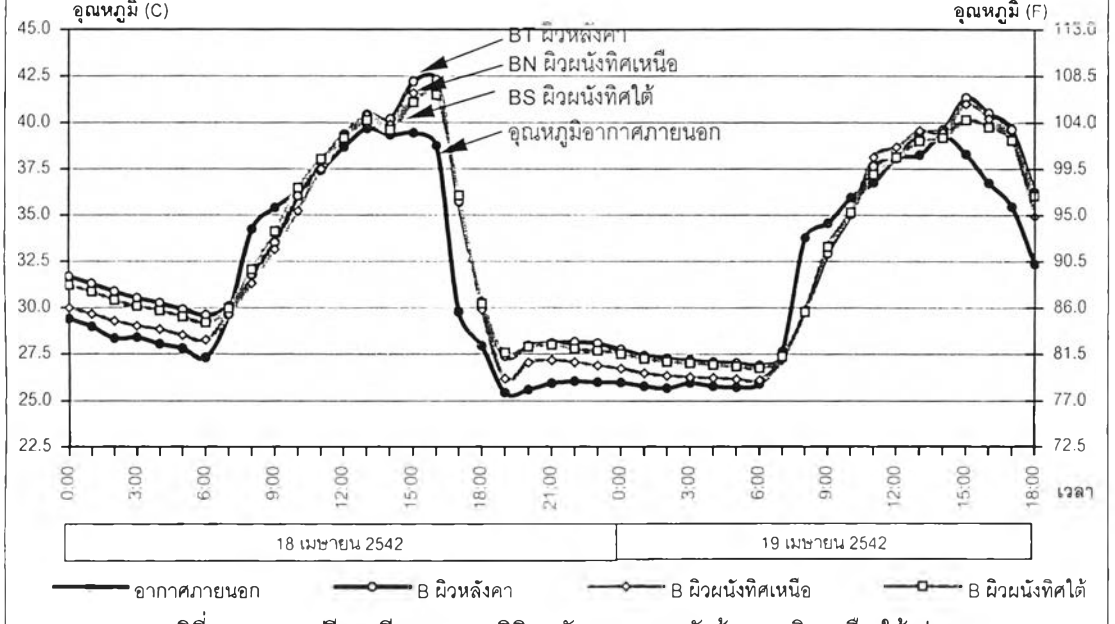
ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.31 จ, ฉ ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน



แผนภูมิที่ 4.32 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคา และ ผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หุ่น A



แผนภูมิที่ 4.32 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคา และ ผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หุ่น B

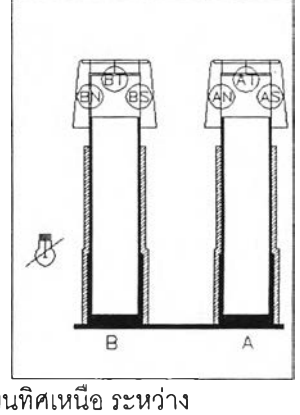
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน



แผนภูมิที่ 4.32 ก, ข ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหน่วยทดลอง วัสดุผนังส่วนบนด้านทิศเหนือระหว่าง วัสดุประเภททึบแสง และโปร่งแสง

เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์/ ตรม

หน่วยทดลอง A คงเดิม

หน่วยทดลอง B เปลี่ยนผนังส่วนบนด้านทิศเหนือ เป็นกระจกใส 6 มม.

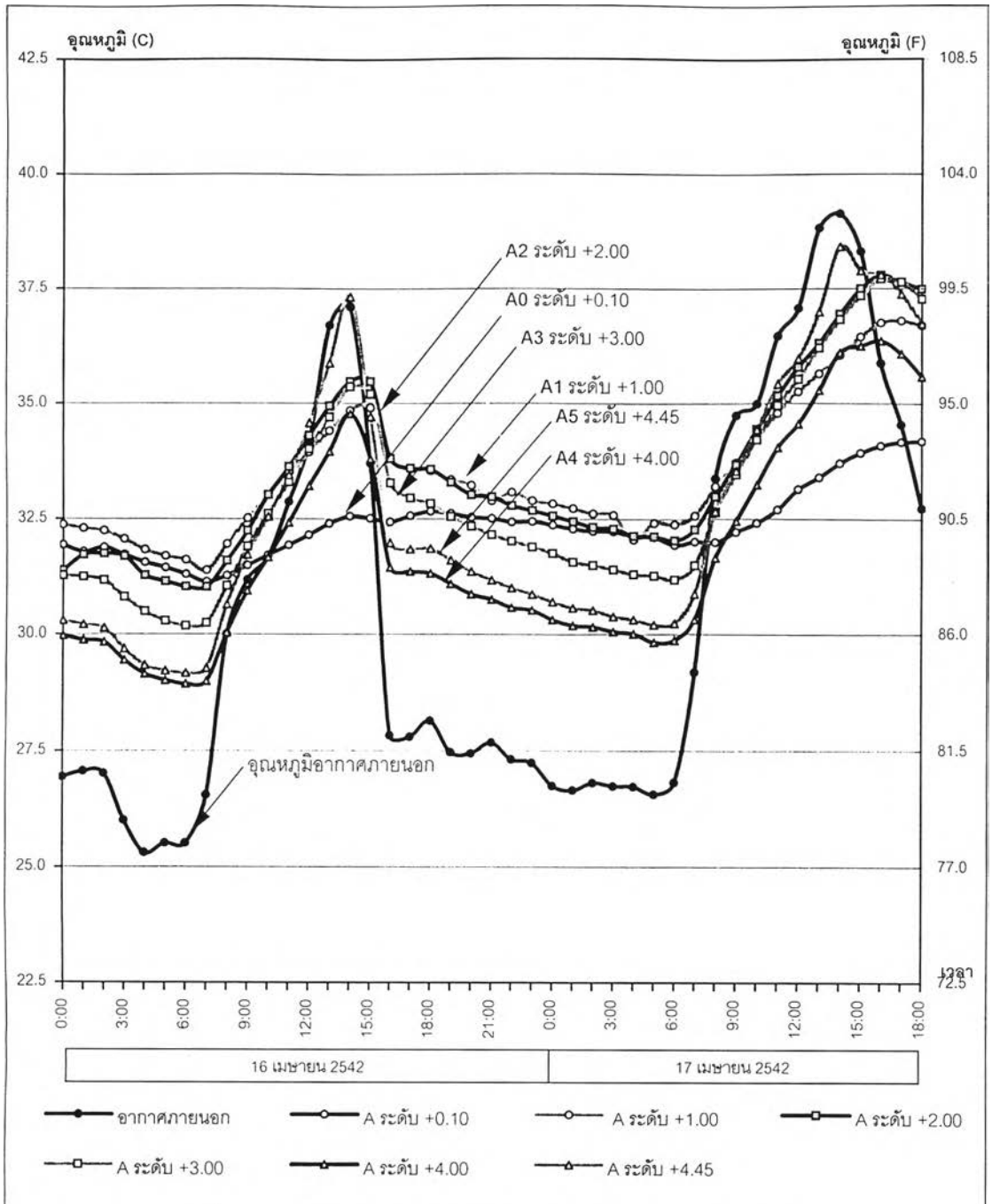
- มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจกด้วยโฟม และใช้ไนลอนบังแดดชนิดที่บังได้ 80% บังที่ผนังสังกะสี ทิศตะวันออก, ตะวันตก และทิศใต้ ทั้ง 2 หน่วยทดลอง
- หุ้มฉนวนที่ผนังด้านล่างจากพื้นถึงระดับ 3.60 เมตร
- มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ / ตรม. ทั้ง 2 หน่วยทดลอง

ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน่วยทดลอง A และ B

- แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน

ผลการทดลองที่ได้ คือ อุณหภูมิภายใน หน่วยทดลอง A และ B แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ หรือกล่าวได้ว่า มีความเชื่อมั่น 95 % ว่า อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งสองไม่แตกต่างกัน ซึ่งดูได้จาก แผนภูมิ 4.35 ก ถึง 4.35 ฉ

อุณหภูมิที่ผิวกระจก จะสูงกว่า ที่ ผิวสังกะสี ในเวลากลางวัน เนื่องจากมีค่าการดูดซับความร้อน (Absorption) สูงกว่า แผ่นสังกะสี ส่วนในเวลากลางคืน จะมีอุณหภูมิที่ผิวกระจกต่ำกว่าผิวสังกะสี เพราะกระจกมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนกับท้องฟ้ามากกว่าแผ่นสังกะสี ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวหลังคา และ ผนังส่วนบน ดูได้จากแผนภูมิ 4.36 ก และ 4.36 ข



แผนภูมิที่ 4.33 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง A ที่ระดับต่างๆ

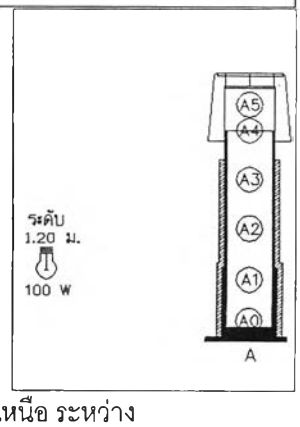
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน ใช้วัสดุ**ทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ ใช้วัสดุ**โปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

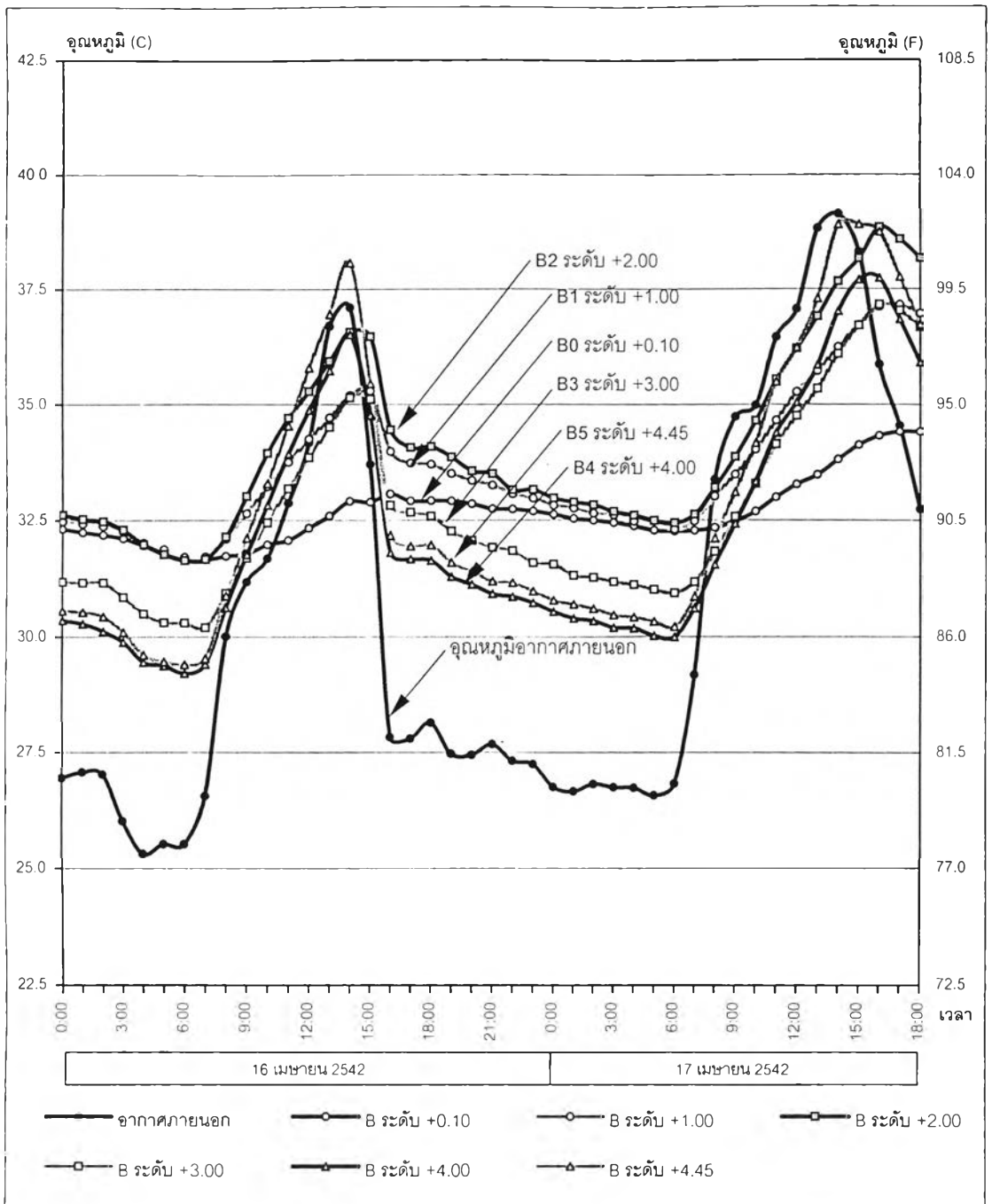
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.33 ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.34 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง B ที่ระดับต่างๆ

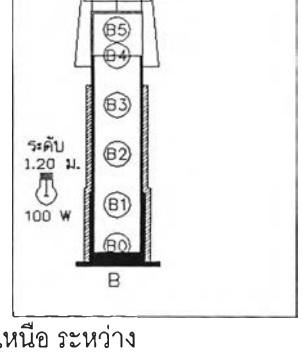
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

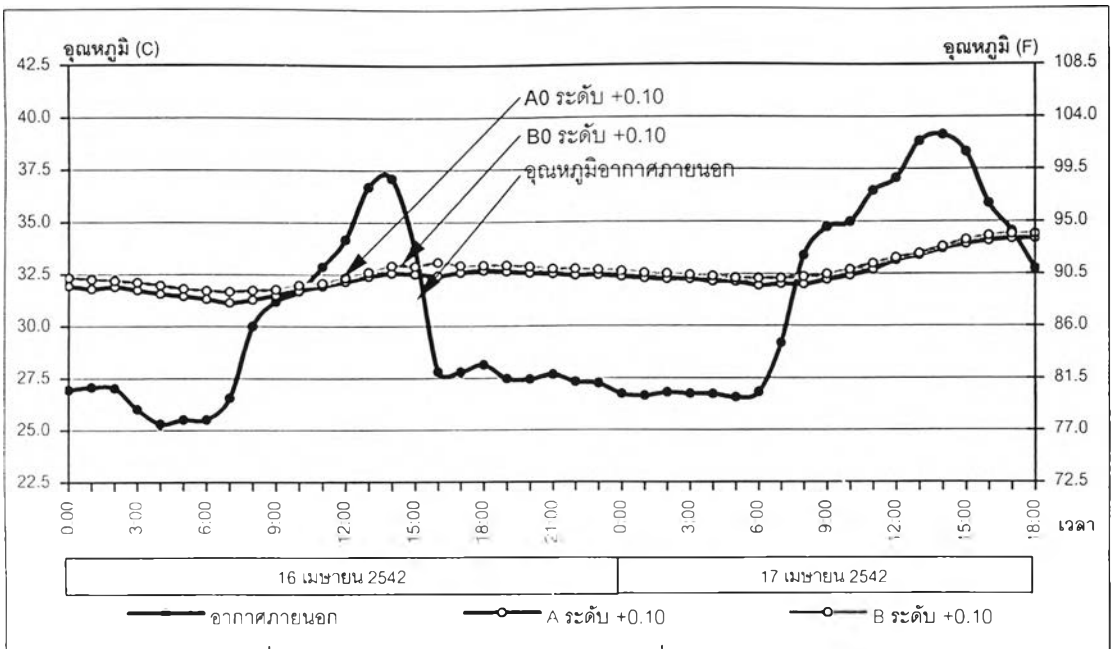
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

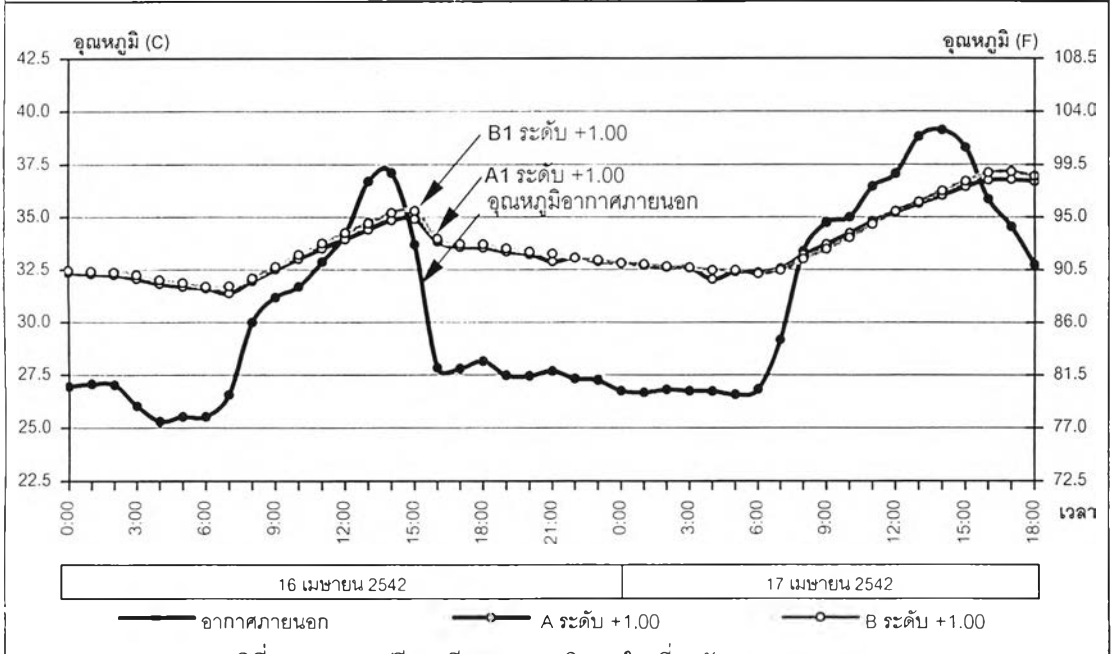
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.34 ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.35 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +0.10 ม.



แผนภูมิที่ 4.35 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +1.00 ม.

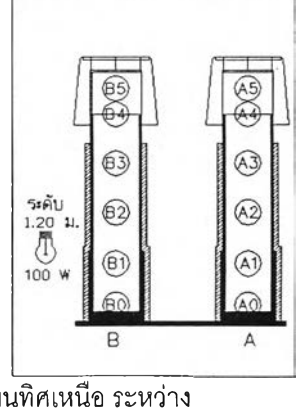
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

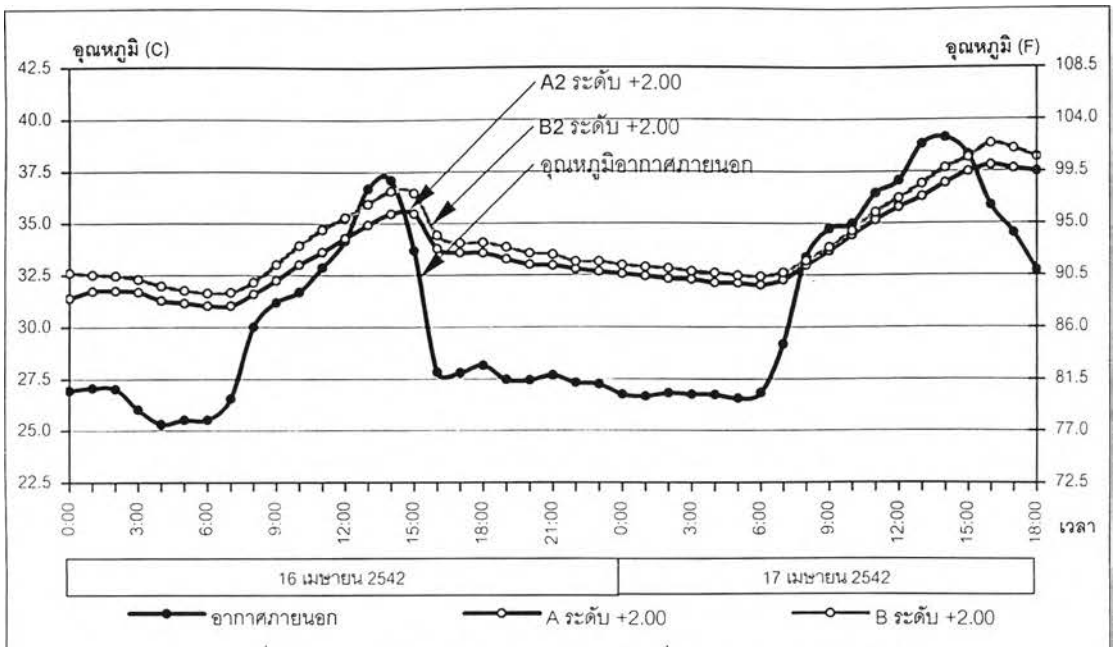
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

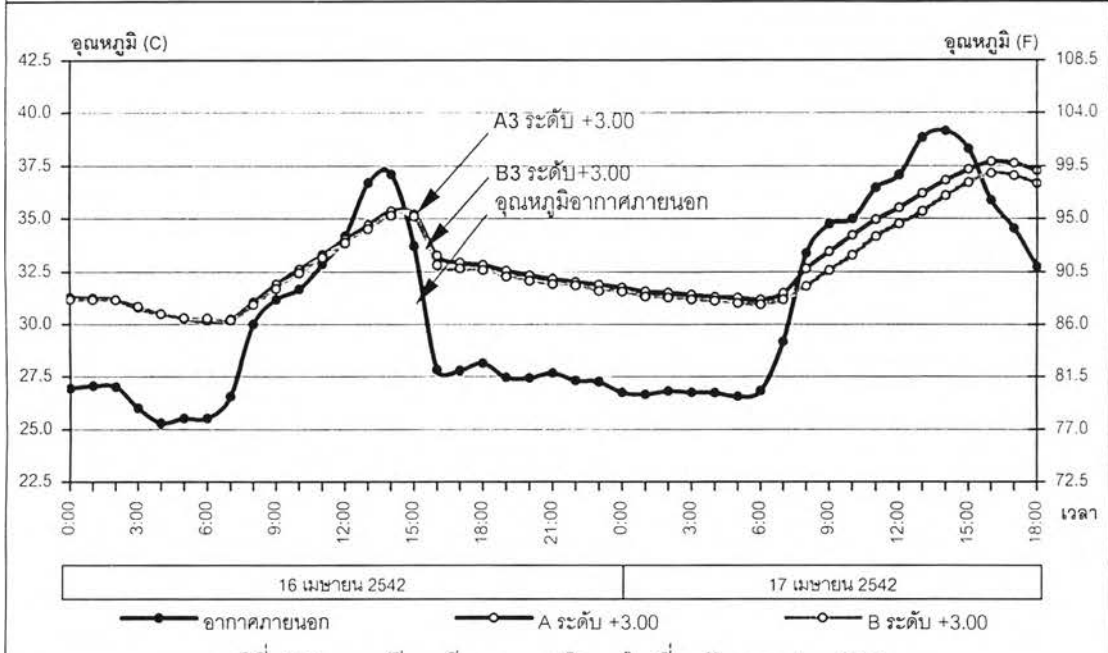
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์ ที่ระดับ** +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.35 ก, ข ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.35 ค เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +2.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.35 ง เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +3.00 ม.

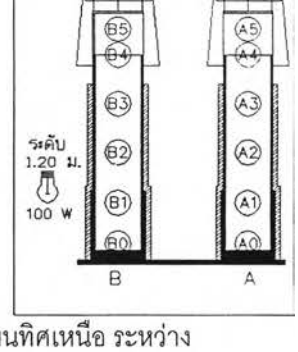
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

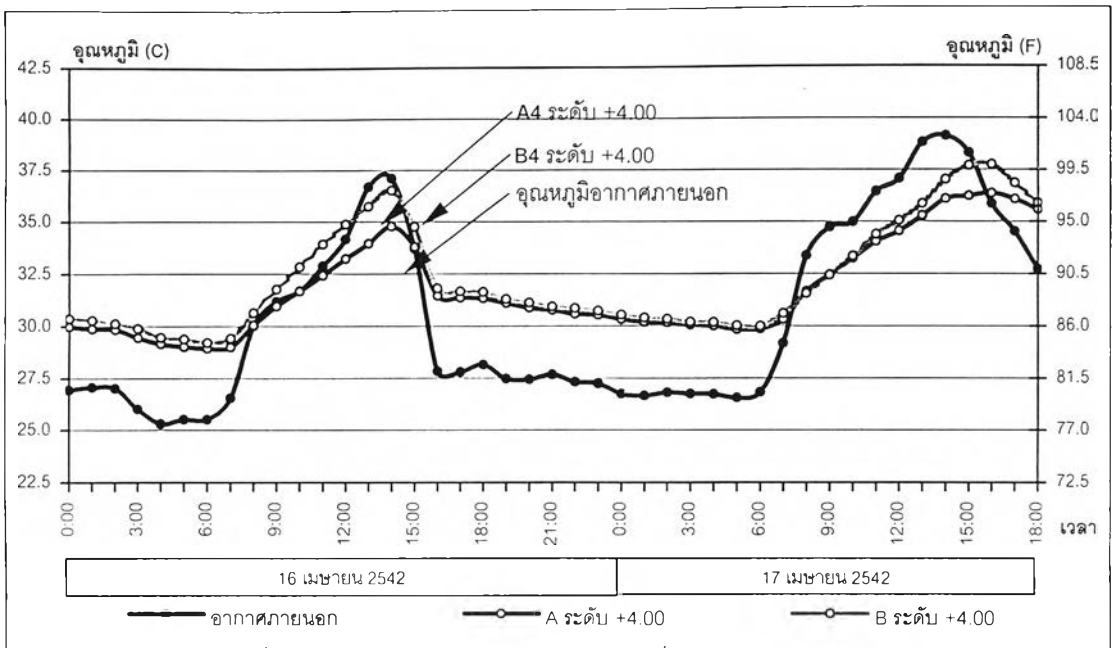
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

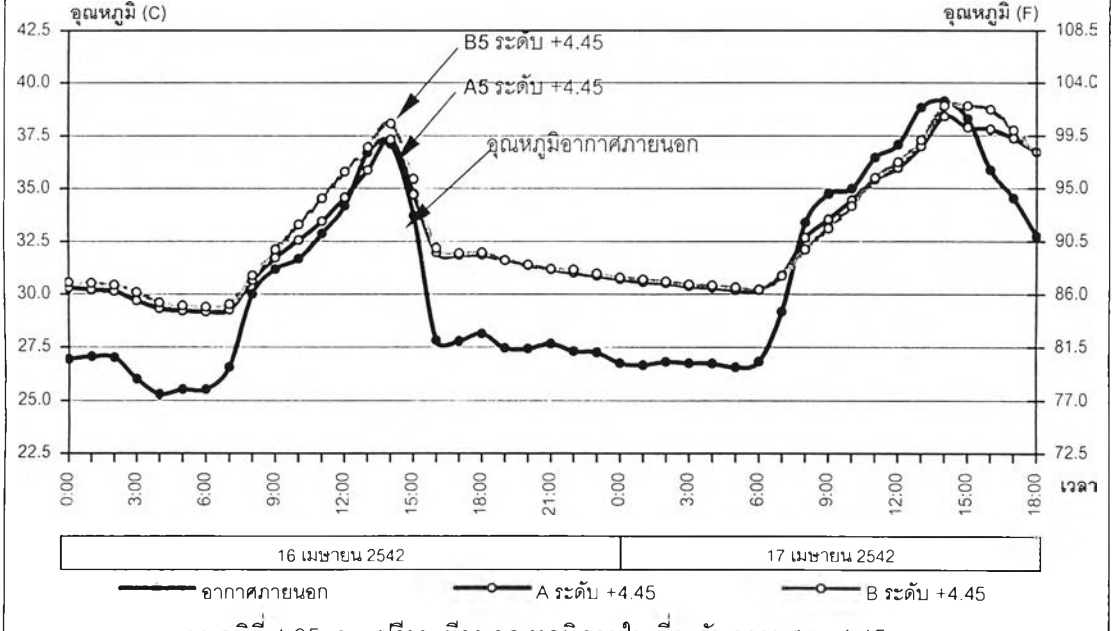
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.35 ค, ง ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.35 จ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +4.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.35 ฉ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +4.45 ม.

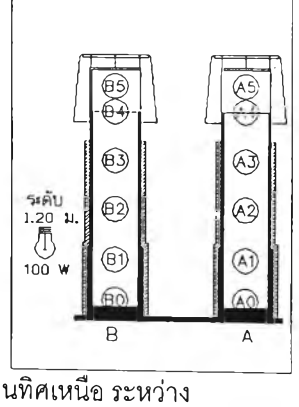
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

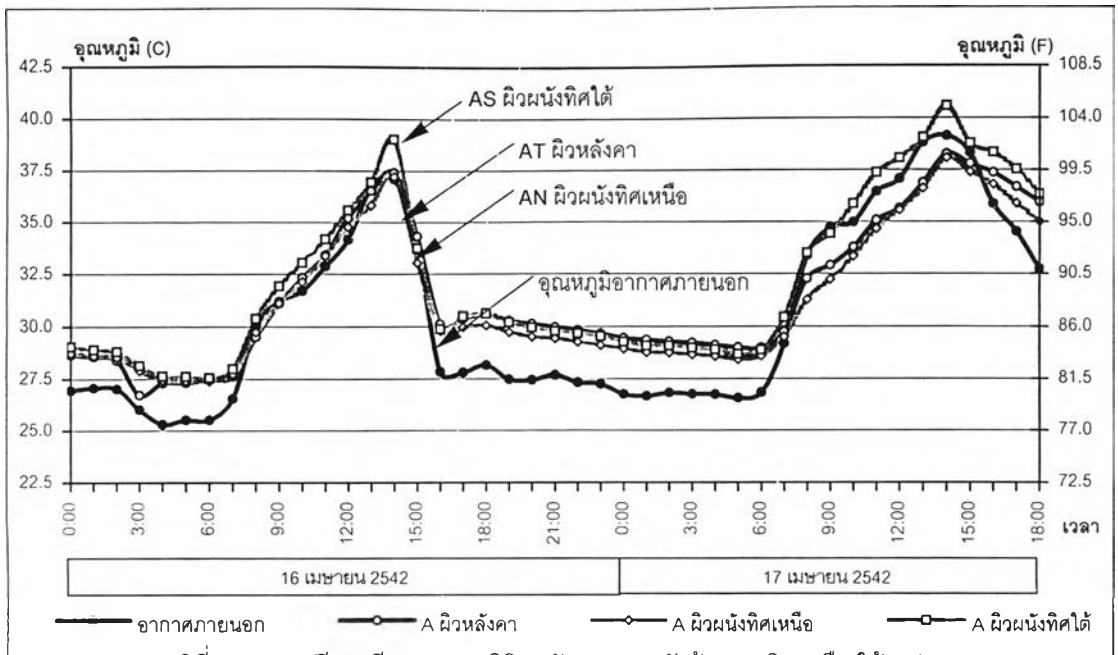
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วน**ล่าง** ทั้ง 2 หน่วย

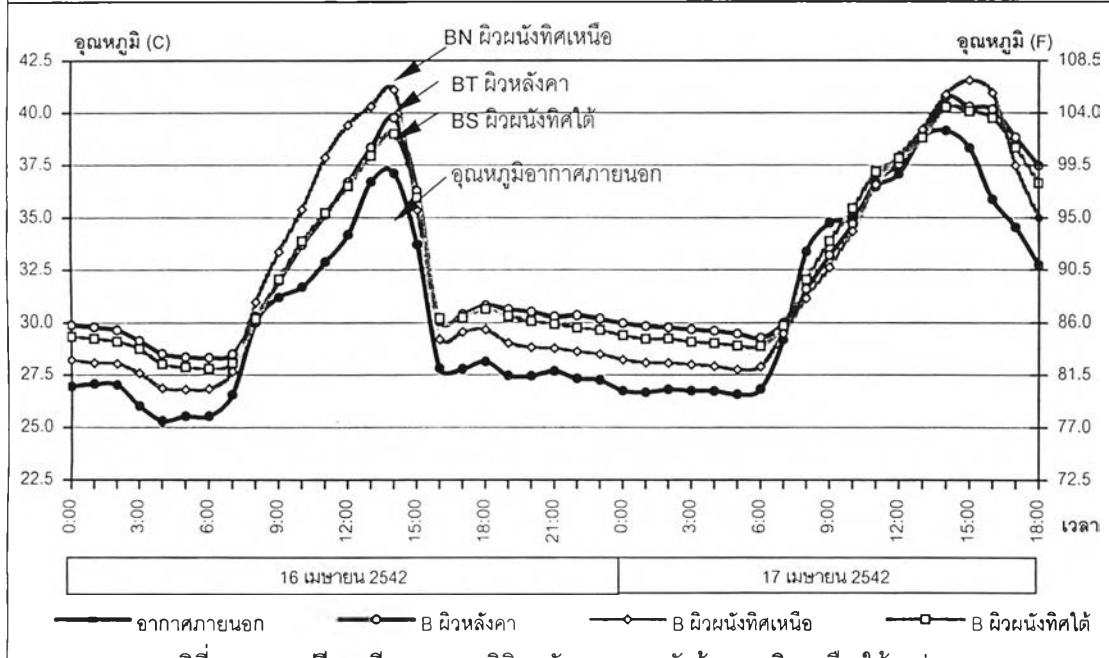
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



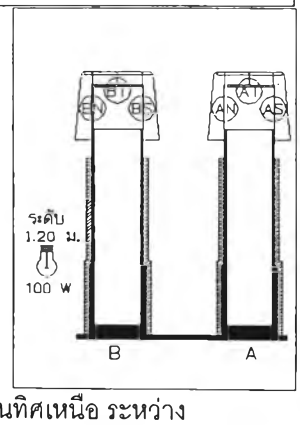
แผนภูมิที่ 4.35 จ, ฉ ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.36ก เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วย A



แผนภูมิที่ 4.36ข เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคา และผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยB



หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน ใช้วัสดุทึบแสง คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ ใช้วัสดุโปร่งแสง คือกระจกใส 6 มม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร

แผนภูมิที่ 4.36 ก,ข ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบพฤติกรรมของอากาศภายในหน่วยทดลอง วัสดุผนังส่วนบนด้านทิศเหนือและใต้ ระหว่าง วัสดุประเภททึบแสง และโปร่งแสง

เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์/ ตรม

หน่วยทดลอง A คงเดิม

หน่วยทดลอง B เปลี่ยนผนังส่วนบนด้านทิศเหนือ และใต้ เป็นกระจกใส 6 มม.

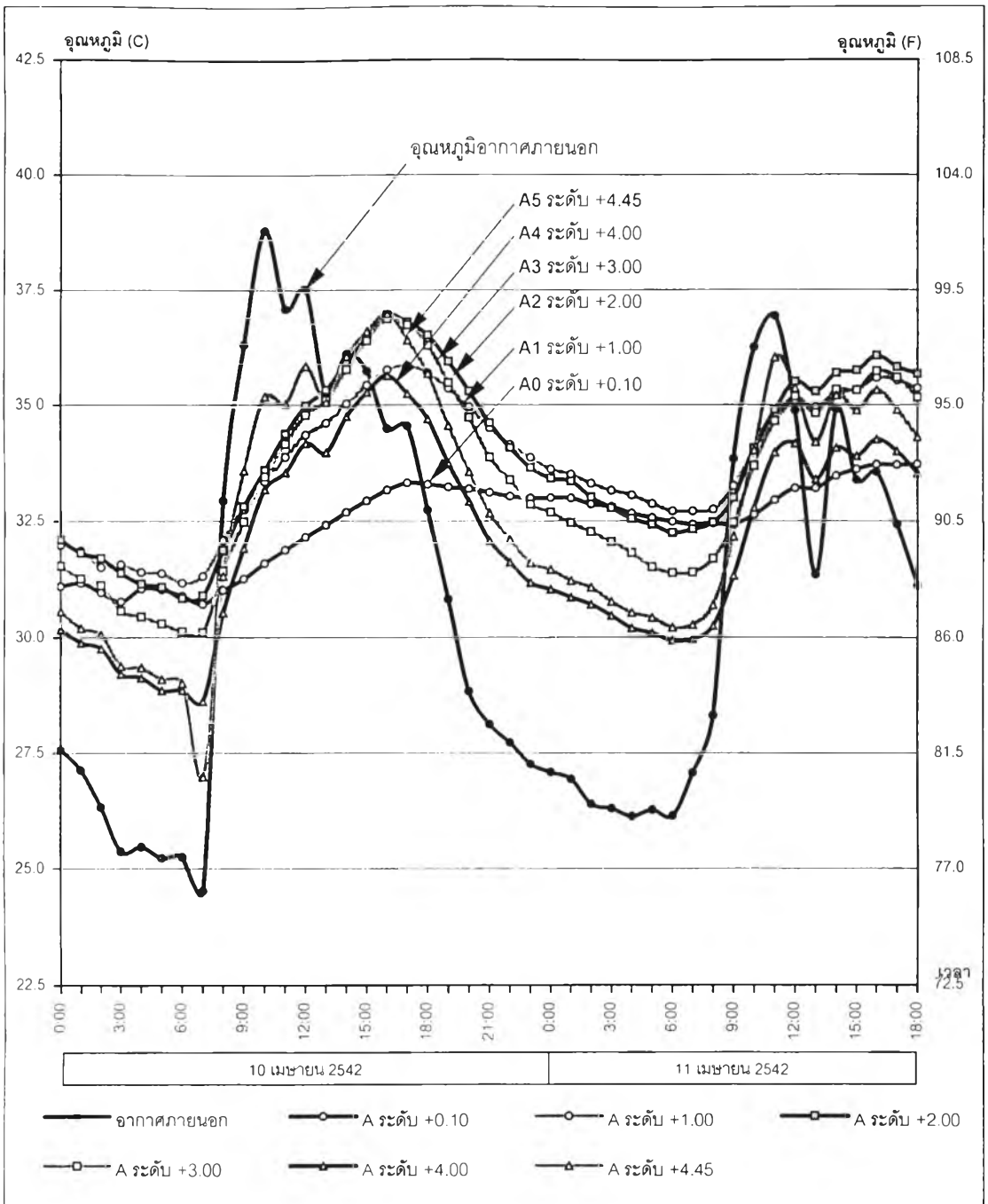
- มีการบังรังสีดวงอาทิตย์ที่หลังคากระจกด้วยโฟม และใช้ไนลอนบังแดดชนิดที่บังได้ 80% บังที่ผนังสังกะสี ทิศตะวันออก, ตะวันตก และทิศใต้ ทั้ง 2 หน่วยทดลอง
- หุ้มฉนวนที่ผนังด้านล่างจากพื้นถึงระดับ 3.60 เมตร
- มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 วัตต์ / ตรม. ทั้ง 2 หน่วยทดลอง

ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงของหน่วยทดลอง A และ B

- วัสดุของผนังส่วนบนในทิศใต้

ผลการทดลองที่ได้ คือ อุณหภูมิภายใน หน่วยทดลอง A และ B แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ หรือกล่าวได้ว่า มีความเชื่อมั่น 95 % ว่า อุณหภูมิภายในหน่วยทดลองทั้งสองไม่แตกต่างกัน ซึ่งดูได้จาก แผนภูมิ 4.39 ก ถึง 4.39 ฉ

อุณหภูมิที่ผิวกระจก จะสูงกว่า ที่ ผิวสังกะสี ในเวลากลางวัน เนื่องจากมีค่าการดูดซับความร้อน (Absorption) สูงกว่า แผ่นสังกะสี ส่วนในเวลากลางคืน จะมีอุณหภูมิที่ผิวกระจกต่ำกว่าผิวสังกะสี เพราะกระจกมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนกับท้องฟ้ามากกว่าแผ่นสังกะสี ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวหลังคา และ ผนังส่วนบน ดูได้จากแผนภูมิ 4.40 ก และ 4.40 ข



แผนภูมิที่ 4.37 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของหน่วยทดลอง A ที่ระดับต่างๆ

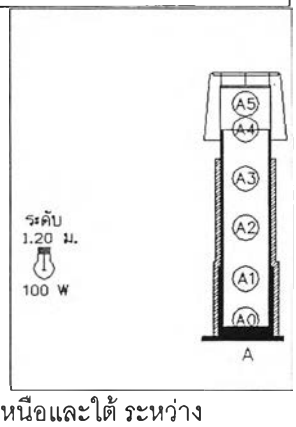
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

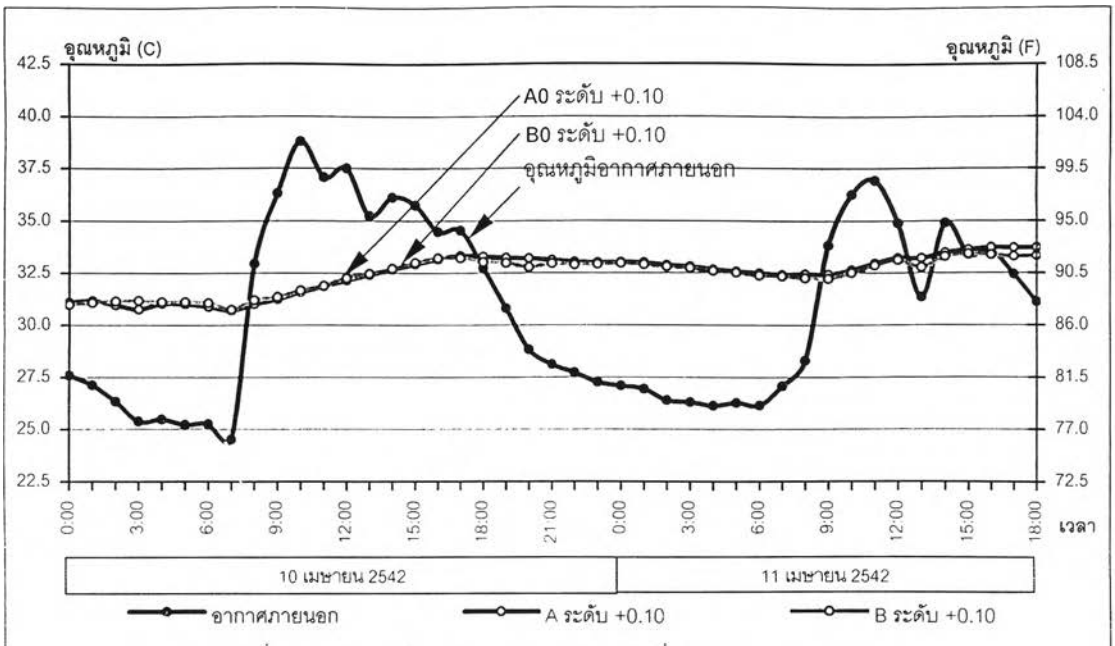
ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร

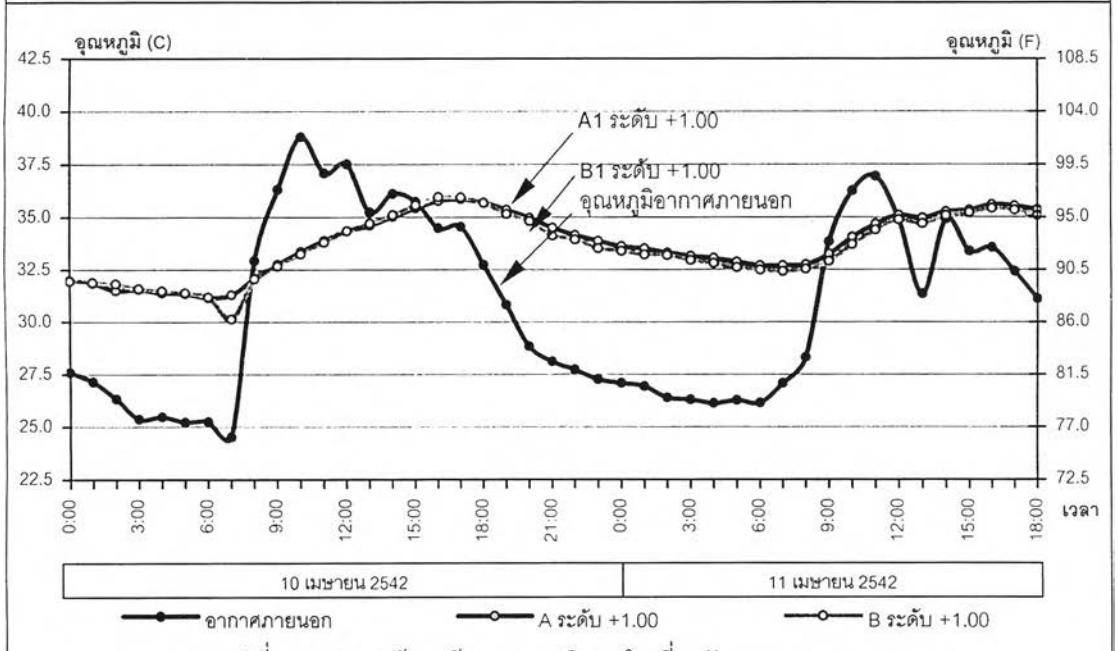


แผนภูมิที่ 4.37 ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือและใต้ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย



แผนภูมิที่ 4.39 ก เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +0.10 ม.



แผนภูมิที่ 4.39 ข เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +1.00 ม.

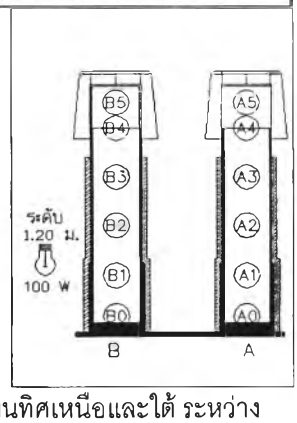
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน ใช้วัสดุ**ทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ ใช้วัสดุ**โปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

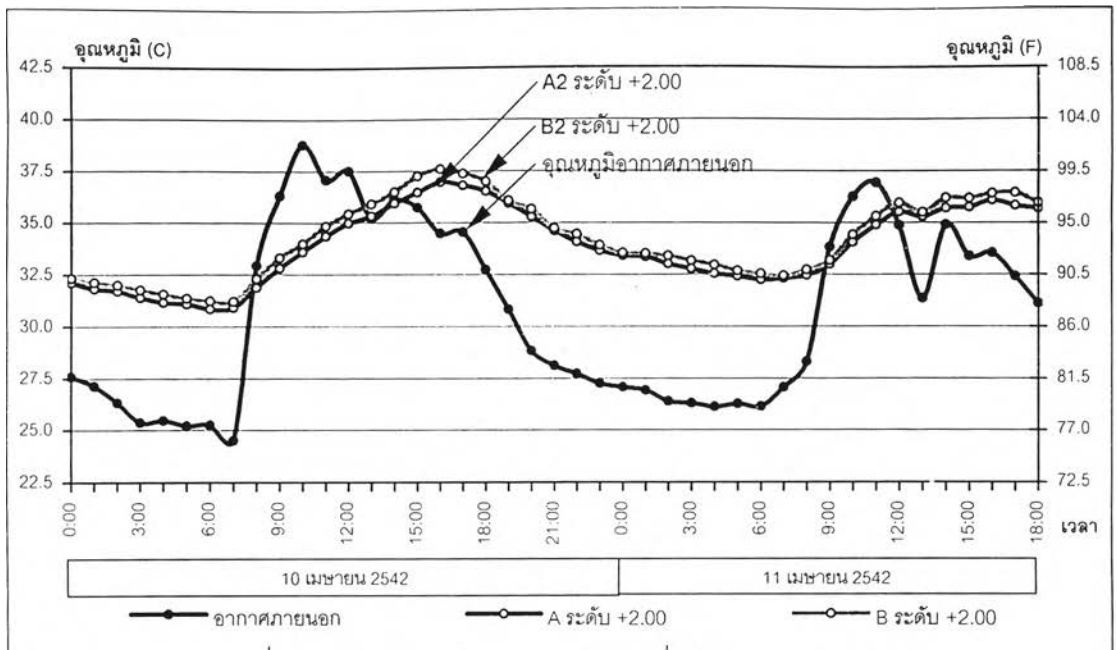
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

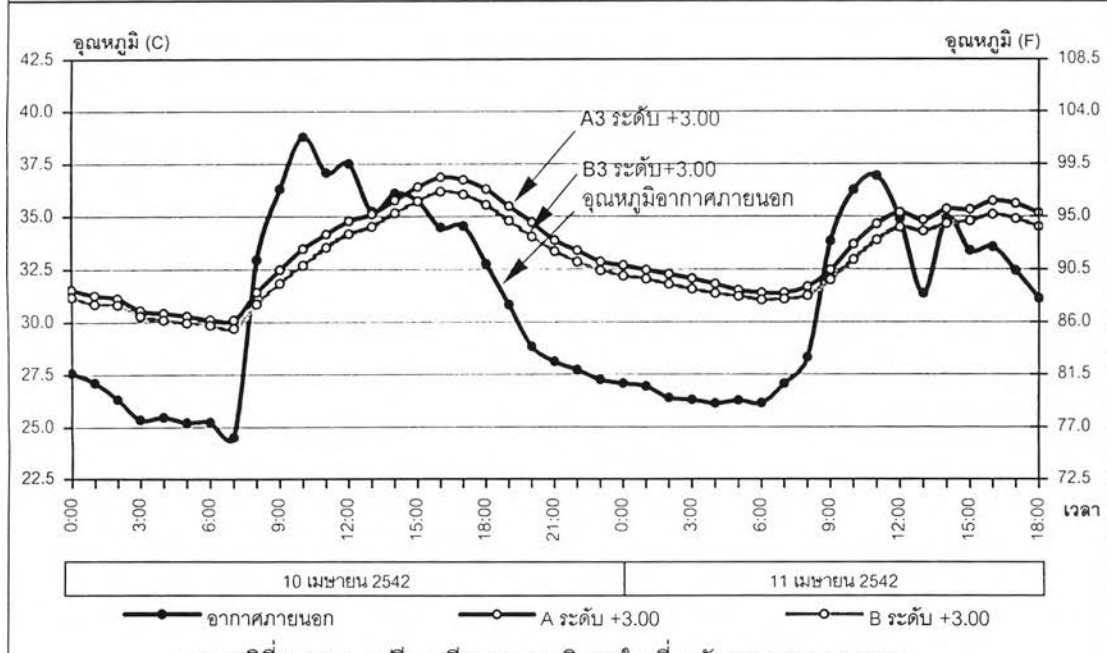
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน 100 **วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.39 ก, ข ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือและใต้ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.39 ค เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +2.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.39 ง เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +3.00 ม.

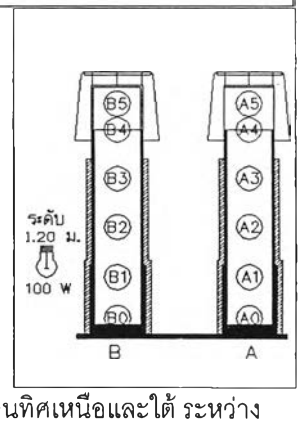
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน ใช้วัสดุทึบแสง คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ ใช้วัสดุโปร่งแสง คือกระจกใส 6 มม.

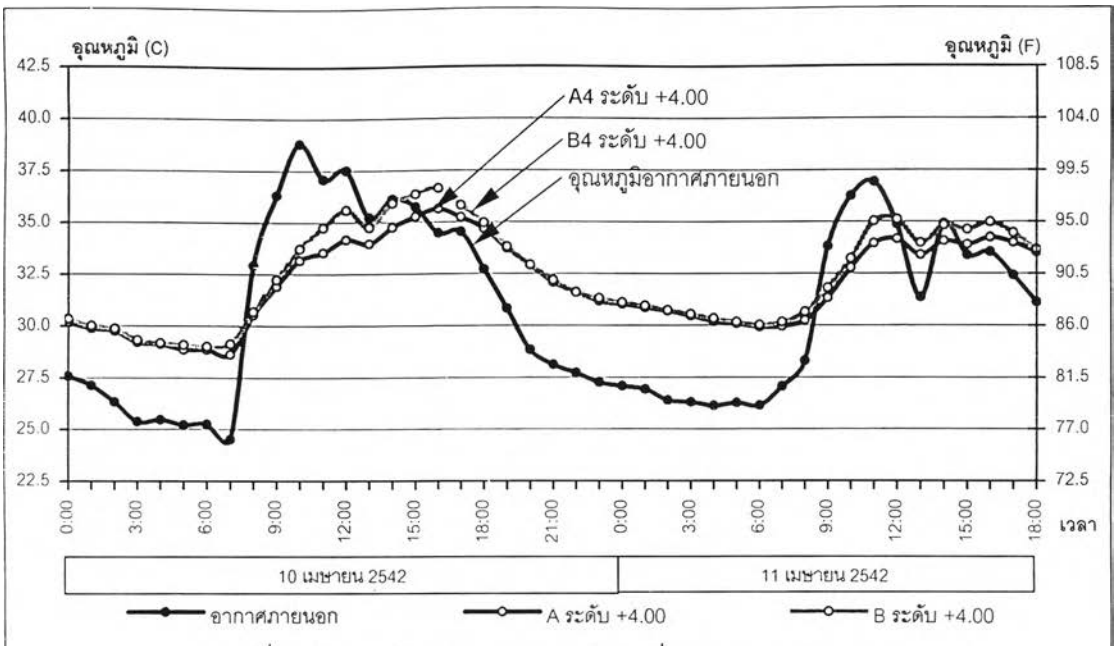
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

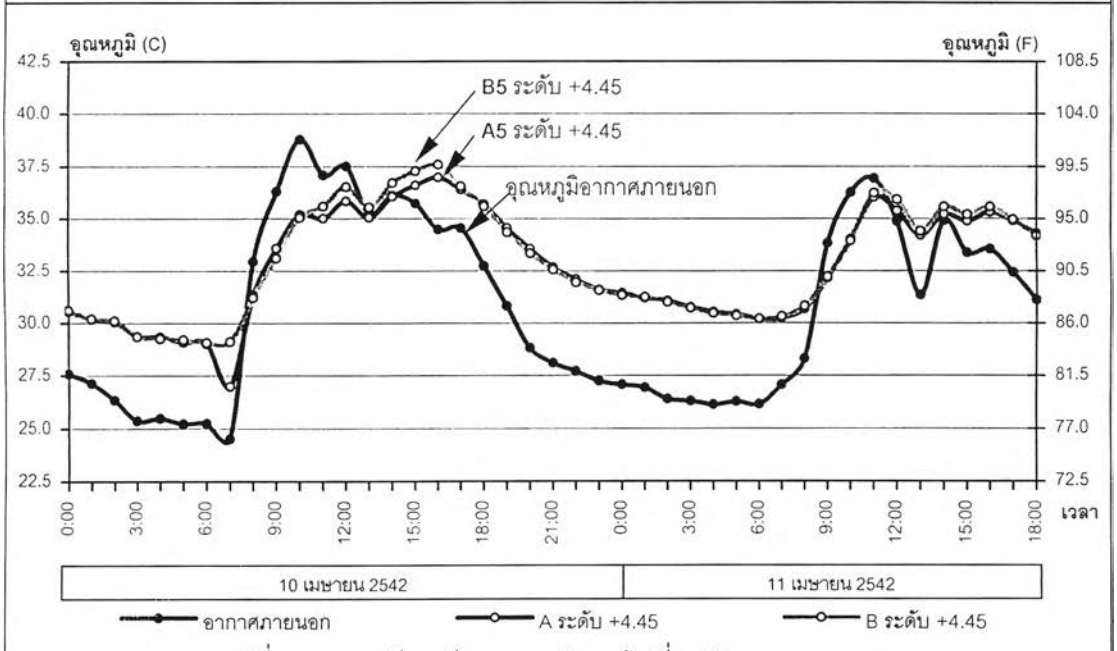
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.39 ค, ง ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือและใต้ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.39 จ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในที่ระดับความสูง +4.00 ม.



แผนภูมิที่ 4.39 ฉ เปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน ที่ระดับความสูง +4.45 ม.

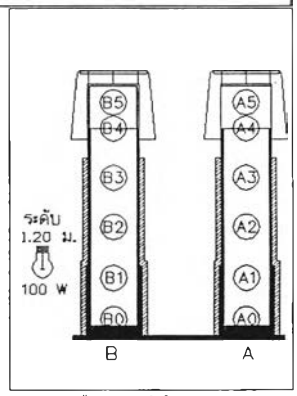
หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน **ใช้วัสดุทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ **ใช้วัสดุโปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

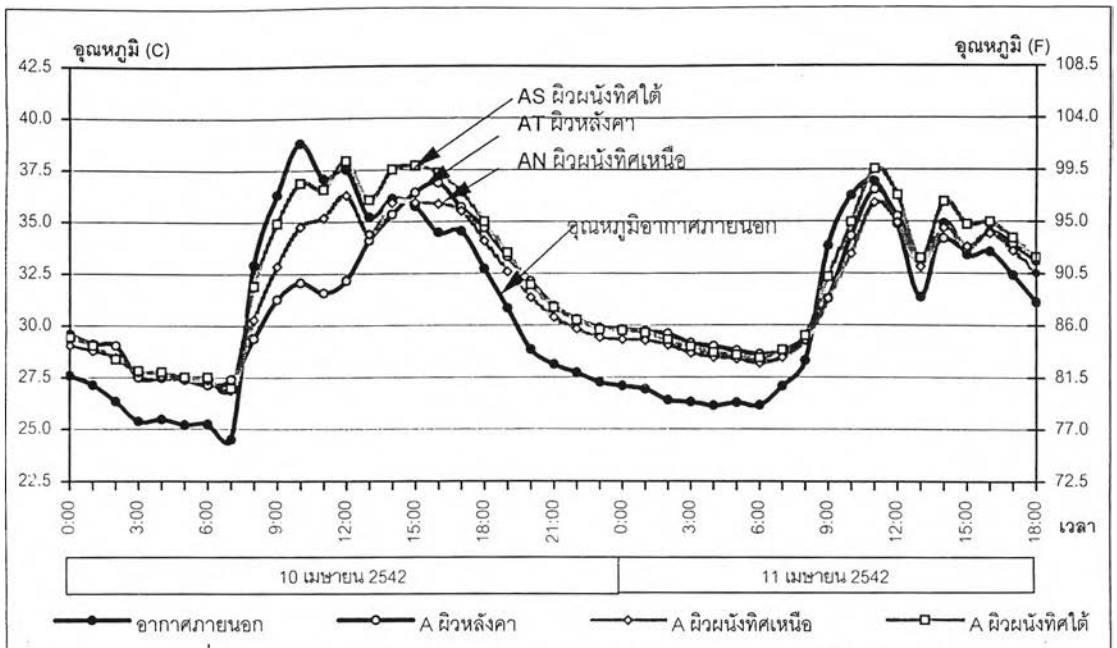
ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

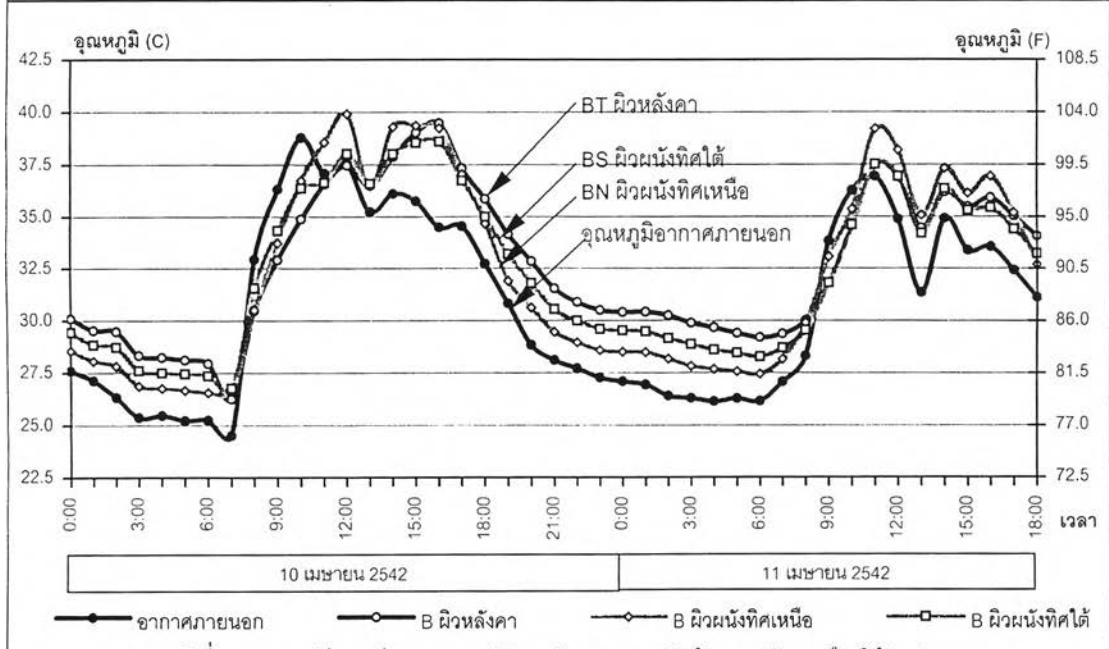
แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร



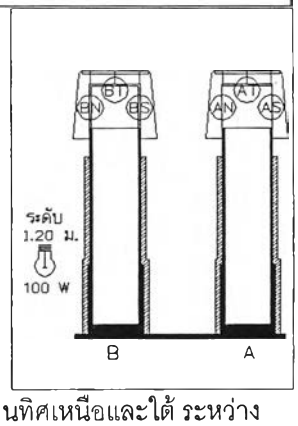
แผนภูมิที่ 4.39 จ, ฉ ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือและใต้ ระหว่างวัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร



แผนภูมิที่ 4.40ก เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยA



แผนภูมิที่ 4.40ข เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคาและผนังด้านบนทิศเหนือ ใต้ หน่วยB



หุ่นทดลอง A ผนังด้านบนทั้งสี่ด้าน ใช้วัสดุ**ทึบแสง** คือสังกะสีหนา 0.2มม.

หุ่นทดลอง B ผนังด้านบนทิศเหนือ ใช้วัสดุ**โปร่งแสง** คือกระจกใส 6 มม.

ลดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคา และ ผนังส่วนบน

ติดฉนวนที่ผนังส่วนล่าง ทั้ง 2 หน่วย

แหล่งกำเนิดความร้อนภายใน **100 วัตต์** ที่ระดับ +1.20 เมตร

แผนภูมิที่ 4.40 ก, ข ผลการทดลองที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบวัสดุที่ผนังด้านบนทิศเหนือและใต้ ระหว่าง วัสดุที่ทึบแสงกับโปร่งแสง เมื่อมีแหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ภายใน 100 วัตต์ ที่ระดับ +1.20 เมตร