# บทที่ 4

# ผลการวัดจริง

ในส่วนของการวัดจริง ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างห้องทดลองทั้ง 2 ห้อง โดยมีการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อทดสอบว่ามีการสะสมความร้อนภายในห้องทดลองจริงหรือไม่ เมื่อปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลากลางคืนเทียบกับปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง โดยได้แบ่งช่วงการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1 การเทียบค่าพลังงาน เพื่อเปรียบเทียบผลทดลองการวัดจริงของห้องทดลองทั้ง 2 ห้อง

4.2 ผลการทดลอง วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิภายในห้องทดลอง อุณหภูมิภายนอก และค่าการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศ

4.3 วิเคราะห์ลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่ทำให้เกิดความร้อนสะสม

## 4.1 วิธีเทียบค่าพลังงาน

ในการทดลองวัดจริง เนื่องจากห้องทดลองทั้ง 2 ห้องมีลักษณะแบบห้องไม่เหมือนกันบางส่วน จึงได้ทำการติดตั้งฉนวนเพื่อให้ห้องทั้งสองห้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนที่เท่ากัน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวัดผลการทดลองแล้ว ผลที่ได้ยังมีค่าความผิดพลาด เนื่องจากภาระการทำความเย็นทั้ง 2 ห้องมีค่าไม่เท่ากัน ทำให้ไม่สามารถนำผลที่วัดได้จากทั้ง 2 ห้องมาเปรียบเทียบกันได้โดยตรง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้การคำนวณวิธีเทียบค่าการใช้พลังงาน เพื่อให้ค่าการใช้พลังงานของห้องทดลองทั้ง 2 ห้องมีค่าที่เท่ากัน ดังตารางที่ 4.1 โดยใช้สมการดังนี้

$$\Delta 1 = \Delta 2$$
$$B2 - A2 = B1 - A1$$
$$B2 = B1 - A1 + A2$$
$$B2 = (A2 - A1) + B1 \qquad \text{(สมการที่ 4.1)}$$

โดยที่ $A1$ = อัตราการใช้ไฟฟ้าห้อง A เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศในวันแรก (เปิด 24 ชั่วโมง)

$B1$ = อัตราการใช้ไฟฟ้าห้อง B เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศในวันแรก (เปิด 24 ชั่วโมง)

$A2$ = อัตราการใช้ไฟฟ้าห้อง A เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศในวันที่สอง (เปิด 24 ชั่วโมง)

$B2$ = อัตราการใช้ไฟฟ้าห้อง B เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศในวันที่สอง (เปิด 20.00 - 8.00 น.)

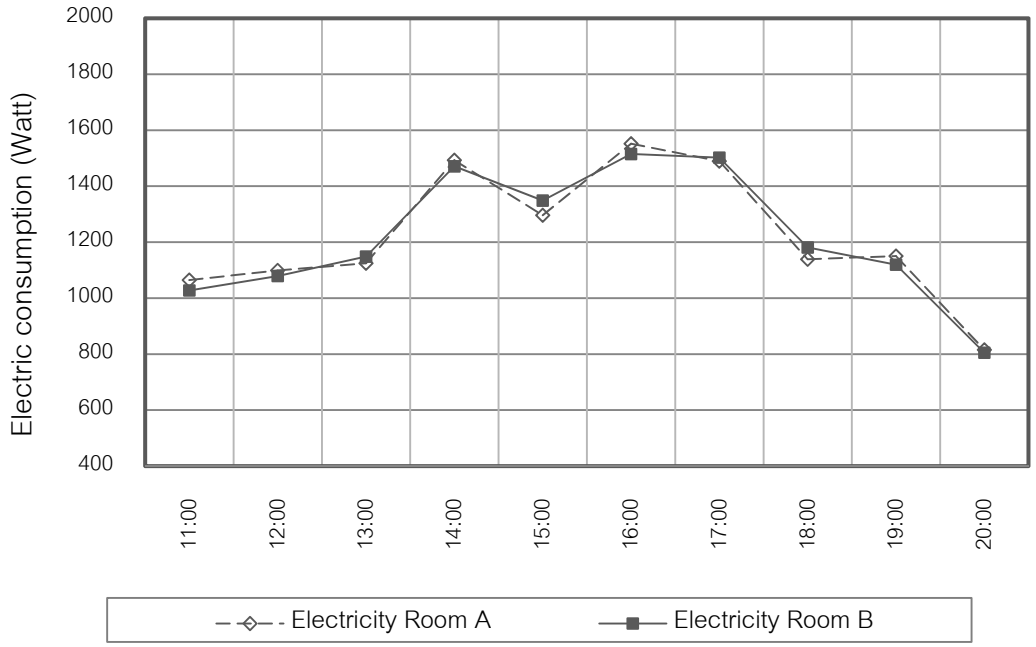
$\Delta 1$ = ค่าความแตกต่างของพลังงานระหว่างห้องทดลองทั้ง 2 ห้องในวันแรก

$\Delta 2$ = ค่าความแตกต่างของพลังงานระหว่างห้องทดลองทั้ง 2 ห้องในวันที่สอง

เนื่องจากสมการที่ 4.1 เป็นสมการที่กำหนดเอง ดังนั้นจำเป็นต้องมีการทดสอบสมการว่าสามารถเทียบค่าการใช้พลังงานของห้องทดลองได้แม่นยำหรือไม่ จึงได้ทดลองวัดค่าการใช้พลังงาน โดยเปิดเครื่องปรับอากาศทั้งห้อง A และห้อง B ช่วงเวลา 11.00-20.00 น. เป็นเวลา 2 วัน (วันที่ 23 – 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553) และนำค่าที่วัดได้มาเข้าสมการ เพื่อเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้สมการนี้ ค่าพลังงานของห้องทดลองทั้ง 2 ห้องมีค่าใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1

เปรียบเทียบพลังงานระหว่างห้องทดลอง A และห้องทดลอง B



## 4.2 ผลการทดลอง

ในการทดลองวัดจริง ได้ทำการวัดข้อมูลเป็นเวลา 2 วัน โดยที่วันแรก (วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553) ห้องทดลองทั้ง 2 ห้อง เปิดเครื่องปรับอากาศ 24 ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นค่ามาตรฐานในการคำนวณพลังงานทั้งสองห้องให้มีค่าที่เท่ากัน ส่วนในวันที่สอง (วันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553) ห้องทดลอง A เปิดเครื่องปรับอากาศ 24 ชั่วโมง และห้องทดลอง B เปิดเครื่องปรับอากาศเฉพาะช่วงเวลา 20.00 – 7.00 น. ซึ่งผลที่ได้จากการวัดจริงเป็นค่าการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ หน่วยเป็นแอมป์ ต้องนำมาคูณ 220 เพื่อเปลี่ยนหน่วยเป็นวัตต์ และนำค่าที่วัดได้มาคำนวณในสมการที่ 4.1 เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกันเพื่อทดสอบว่าห้องทดลอง B มีความร้อนสะสมจริงหรือไม่ ได้ค่าดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ค่าการคำนวณเปรียบเทียบพลังงานระหว่างห้องทดลองทั้ง 2 ห้อง

| | | 26/02/2010 (24 hr) | | 27/02/2010 (20.00-7.00) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Time | | A1 | B1 | A2 | B2 | (A2-A1)+B1 |
| 8:00:00 | AM | 1064.05 | 839.23 | 503.72 | | 278.90 |
| 9:00:00 | AM | 769.00 | 725.60 | 607.79 | | 564.40 |
| 10:00:00 | AM | 851.33 | 821.11 | 670.74 | | 640.52 |
| 11:00:00 | AM | 997.65 | 1171.47 | 833.75 | | 1007.58 |
| 12:00:00 | PM | 1152.26 | 1520.29 | 1010.70 | | 1378.72 |
| 13:00:00 | PM | 1183.19 | 1724.65 | 1119.46 | | 1660.93 |
| 14:00:00 | PM | 1294.59 | 1727.76 | 1196.11 | | 1629.28 |
| 15:00:00 | PM | 1380.80 | 1750.90 | 1285.42 | | 1655.51 |
| 16:00:00 | PM | 1360.22 | 1742.28 | 1291.63 | | 1673.69 |
| 17:00:00 | PM | 1249.81 | 1644.06 | 1256.29 | | 1650.54 |
| 18:00:00 | PM | 1161.67 | 1336.91 | 1125.41 | | 1300.65 |
| 19:00:00 | PM | 1133.06 | 1314.29 | 1172.66 | | 1353.88 |
| 20:00:00 | PM | 1024.93 | 1015.82 | 986.83 | 2316.16 | 977.73 |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

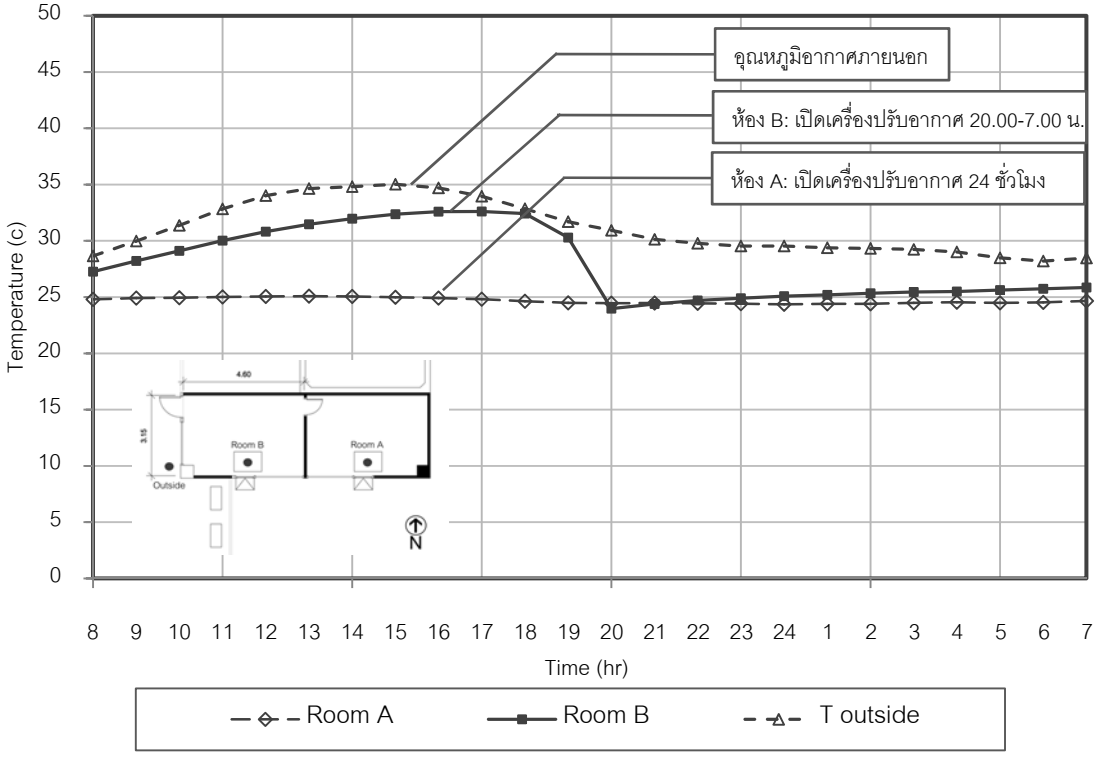
| | | 25/02/2010 (24 hr) | | 26/02/2010 (20.00-7.00) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Time | | A1 | B1 | A2 | B2 | (A2-A1)+B1 |
| 21:00:00 | PM | 1003.23 | 922.83 | 931.07 | 1476.35 | 850.67 |
| 22:00:00 | PM | 841.89 | 836.23 | 856.55 | 1177.21 | 850.89 |
| 23:00:00 | PM | 875.35 | 657.50 | 740.56 | 1004.57 | 522.71 |
| 0:00:00 | AM | 836.01 | 709.72 | 701.61 | 784.18 | 575.32 |
| 1:00:00 | AM | 705.17 | 479.55 | 660.60 | 593.34 | 434.98 |
| 2:00:00 | AM | 717.85 | 574.99 | 607.29 | 620.46 | 464.43 |
| 3:00:00 | AM | 667.21 | 424.41 | 581.54 | 523.11 | 338.73 |
| 4:00:00 | AM | 614.91 | 404.97 | 489.43 | 460.86 | 279.49 |
| 5:00:00 | AM | 564.10 | 391.26 | 495.15 | 411.92 | 322.31 |
| 6:00:00 | AM | 539.84 | 355.66 | 429.41 | 340.83 | 245.23 |
| 7:00:00 | AM | 510.38 | 366.82 | 392.74 | 277.24 | 249.18 |

### 4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศในห้องทดลอง และอุณหภูมิอากาศภายนอก

จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิห้องทดลอง B ซึ่งมีการปรับอากาศเฉพาะช่วงกลางคืน โดยทำการปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงกลางวัน และไม่มีการระบายอากาศ เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิห้องทดลอง A ที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิห้องทดลอง B ในช่วงกลางวันเมื่อไม่มีการปรับอากาศ อุณหภูมิในห้องมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิห้องทดลอง A แต่เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิห้องทดลอง B และอุณหภูมิอากาศภายนอก พบว่าอุณหภูมิห้องทดลอง B ในช่วงที่ไม่มีการปรับอากาศมีลักษณะแปรผันตรงกับอุณหภูมิภายนอก กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิภายนอกสูงขึ้น อุณหภูมิในห้องทดลอง B ยิ่งมีค่าสูงตามเช่นกัน แต่สามารถสังเกตได้ว่าเกิดการเลื่อนเวลาอุณหภูมิสูงสุดภายในห้องทดลอง B ออกไป เนื่องจากอิทธิพลของผนังทึบ หน่วงความร้อนไว้ โดยอุณหภูมิสูงสุดภายในห้องทดลอง B อยู่ช่วงประมาณ 17.00-18.00 น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในช่วงเย็นภายในห้องที่ไม่มีการปรับอากาศ จะเกิดความร้อนสะสมภายในห้อง ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2

เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างอากาศภายนอก และอากาศภายในห้องทดลอง A และ ห้องทดลองB

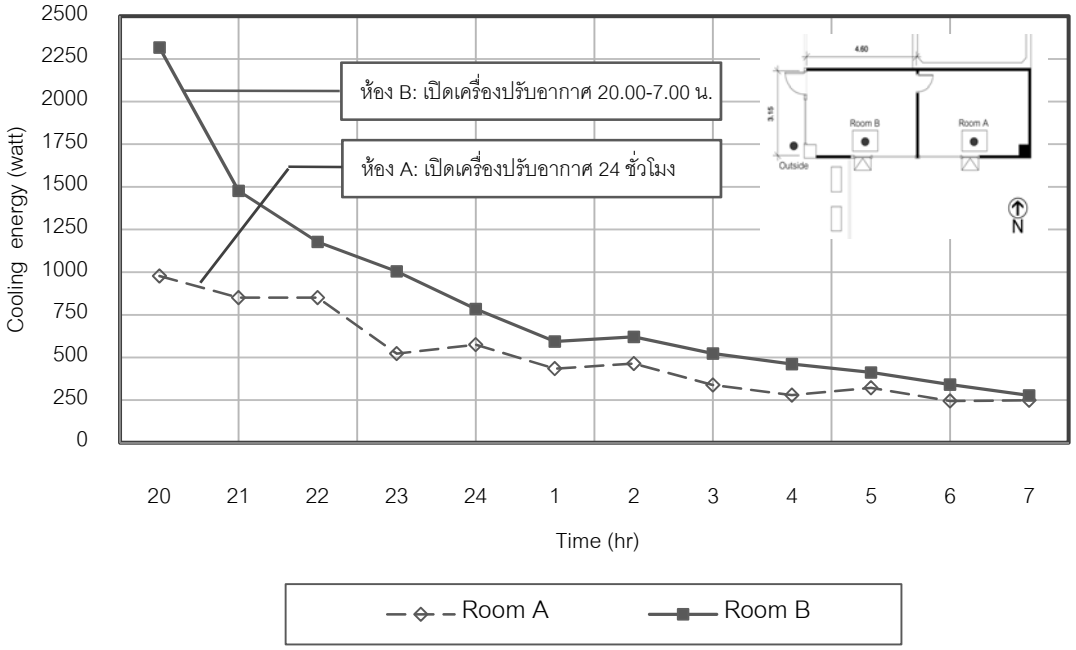



### 4.2.2 ความสัมพันธ์ค่าการใช้พลังงานในการปรับอากาศ ระหว่างห้องทดลอง A และ ห้องทดลอง B

ผลจากการทดลองพบว่าอุณหภูมิภายในห้องมีความสัมพันธ์กับการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ กล่าวคือ ยิ่งในห้องมีอุณหภูมิสูง เครื่องปรับอากาศก็ยิ่งต้องใช้พลังงานมากขึ้นเพื่อปรับอากาศภายในห้องให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย จากภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า การปรับอากาศในชั่วโมงแรก ห้องทดลอง B ต้องใช้พลังงานในการปรับอากาศที่สูงกว่าห้องทดลอง A เนื่องจากความร้อนที่สะสมจากตอนกลางวัน และในชั่วโมงถัดไปการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศค่อย ๆ ลดลง แต่ยังมีค่าการใช้พลังงานที่สูงกว่าห้องทดลอง A ที่มีการปรับอากาศ 24 ชั่วโมง ตลอดทั้งคืน เนื่องจาก อิทธิพลของผนังทึบ ที่มีกักเก็บความร้อนไว้ในตัววัสดุ และค่อย ๆ คายออกมาเมื่อไม่มีอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์แล้ว

ภาพที่ 4.3

เปรียบเทียบการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศระหว่างห้องทดลอง A และห้องทดลอง B



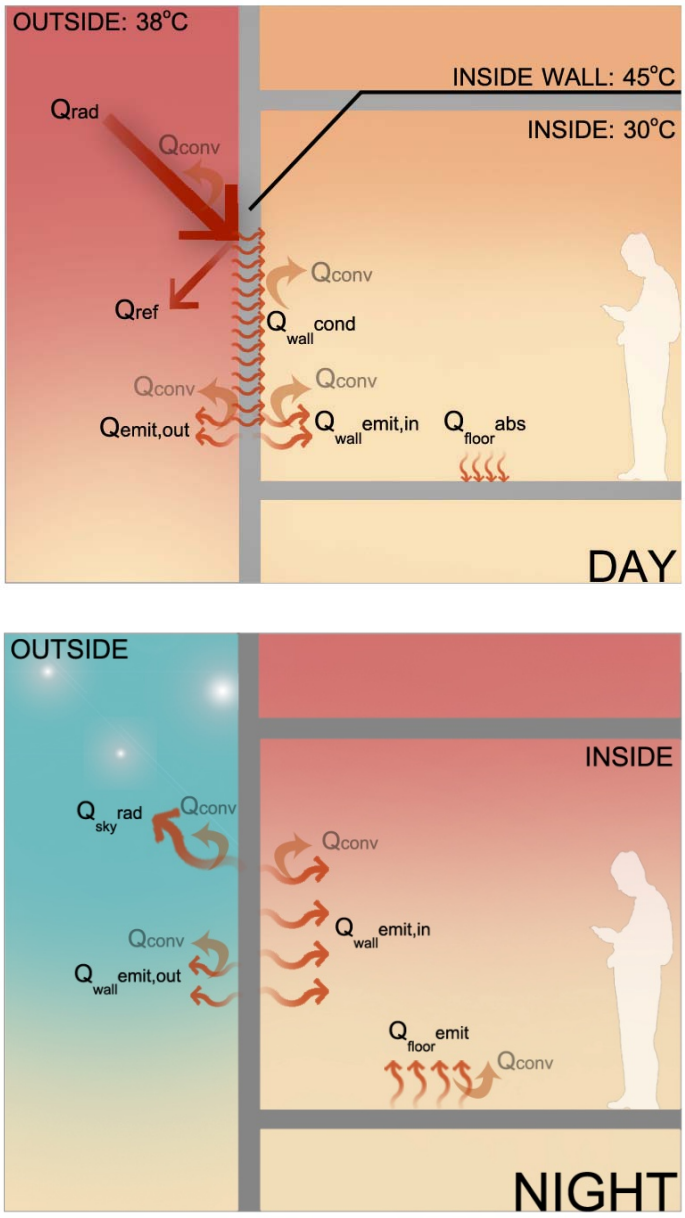

จากการทดลองจริง สามารถสรุปได้ว่า เมื่อห้องที่ไม่มีการปรับอากาศในช่วงกลางวันและไม่มีการระบายอากาศ จะเกิดความร้อนสะสมภายในห้องจริง ทำให้การปรับอากาศในช่วงแรกจำเป็นต้องใช้พลังงานที่สูง เป็นการสิ้นเปลืองทั้งพลังงาน และค่าไฟฟ้า ซึ่งค่าเหล่านี้จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ และอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร (WWR) ซึ่งจะได้ทำการศึกษาในการทดลองถัดไป

## 4.3 วิเคราะห์ลักษณะการถ่ายเทความร้อน

จากการศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากผลการทดลองวัดจริง พบว่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบและผนังโปร่งแสงค่อนข้างมีความซับซ้อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์และสรุปลักษณะการถ่ายเทความร้อนในกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ ที่ทำให้เกิดความร้อนสะสมภายในอาคาร เพื่อใช้ในการอธิบายลักษณะการถ่ายเทความร้อนซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานในบทต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีผนังทึบ และกรณีผนังโปร่งแสง

กรณีผนังทึบการถ่ายเทความร้อนมาจากการนำความร้อนผ่านผนังทึบเท่านั้น ซึ่งสามารถแบ่งปรากฏการณ์การถ่ายเทความร้อนออกเป็นตามช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน โดยมีรายละเอียดอธิบายลักษณะการถ่ายเทความร้อนดังนี้ ดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4
การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบ



ช่วงเวลากลางวัน

1) ความร้อนมาจากหลายส่วนที่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนัง ซึ่งความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อน ($Q_{rad}$) ถือเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ผิวภายนอกของวัสดุสูงขึ้น เกิดการนำความร้อนผ่านผนังทึบ โดยที่อุณหภูมิที่ผิวภายนอกของวัสดุจะขึ้นอยู่กับค่าการดูดซับความร้อน วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนสูง ส่งผลให้ผิวภายนอกของวัสดุมีอุณหภูมิที่สูงเช่นกัน และเกิดการถ่ายเทความร้อนได้มาก

2) การนำความร้อนผ่านผนังทึบ การนำความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนจากผิวภายนอกของวัสดุที่มีอุณหภูมิสูงสู่ผิวภายในของวัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาไม่สามารถถ่ายเทเข้ามาได้ทั้งหมดในทันที จากสมการที่ 2.2 จะเห็นได้ว่ามีความร้อนส่วนหนึ่งถ่ายเทไปยังผิวภายใน ($Q_{wall}cond$) และอีกส่วนหนึ่งถูกหน่วงเหนี่ยวไว้ และค่อย ๆ คายความร้อน ($Q_{wall}emit,in$) ออกในชั่วโมงต่อ ๆ ไป ซึ่งระหว่างที่ความร้อนถูกหน่วงเหนี่ยวไว้ ภายในผนังมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายนอก ทำให้ความร้อนที่ถูกหน่วงเหนี่ยวไว้บางส่วนกลับไปสู่อากาศภายนอก ($Q_{wall}emit,out$) เกิดการถ่ายเทความร้อน 2 ทิศทาง

โดยการนำความร้อนผ่านผนังทึบจะขึ้นอยู่กับมวลสารและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-value) ของผนัง จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยพบว่าวัสดุที่มีมวลสารมากสามารถหน่วงความร้อนได้สูงกว่าวัสดุที่มีมวลน้อย จึงมีการคายความร้อนที่ยาวนานกว่า และเกิดความร้อนบางส่วนคายกลับสู่อากาศภายนอกได้มาก ในขณะที่วัสดุที่มีค่า U-value ต่ำ มีค่าความเป็นฉนวนที่สูง ดังนั้นปริมาณความร้อนจึงผ่านเข้ามาได้น้อย

3) จากการนำความร้อนของผนัง จะเห็นได้ว่าในชั่วโมงหนึ่ง ๆ ความร้อนที่เข้ามาเกิดจากความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามายังผิวภายใน ($Q_{wall}cond$) และความร้อนที่คายออกมา ($Q_{wall}emit,in$) ในชั่วโมงถัดไป ซึ่งความร้อนเหล่านี้เมื่อถ่ายเทสู่ห้อง ความร้อนส่วนหนึ่งจะเกิดการพาความร้อน ($Q_{conv}$) ส่งผลให้อุณหภูมิห้องสูงขึ้นในทันที และอีกส่วนหนึ่งจะเกิดการแผ่รังสีถ่ายเทความร้อนไปยังผิววัสดุอื่นที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า เช่น พื้น ผนังภายในอาคาร เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น เกิดการดูดซับความร้อน ($Q_{abs}$) เก็บไว้ (ในที่นี้จะแสดงการดูดซับความร้อนของพื้น ($Q_{floor}abs$) เท่านั้น)

ช่วงเวลากลางคืน

1) ในเวลากลางคืนท้องฟ้ามีอุณหภูมิที่ต่ำ ดังนั้นจึงเกิดการแผ่รังสีจากผิวภายนอกของวัสดุสู่ท้องฟ้า ($Q_{sky}rad$) ส่งผลให้อุณหภูมิผิวภายนอกมีอุณหภูมิเย็นลง ดังนั้นความร้อนที่

สะสมอยู่ภายในผนังเนื่องจากการหน่วงความร้อนในช่วงเวลากลางวัน จึงมีส่วนหนึ่งคายความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร ($Q_{wall}^{emit,in}$) และอีกส่วนคายความร้อนกลับสู่อากาศภายนอก ($Q_{wall}^{emit,out}$)

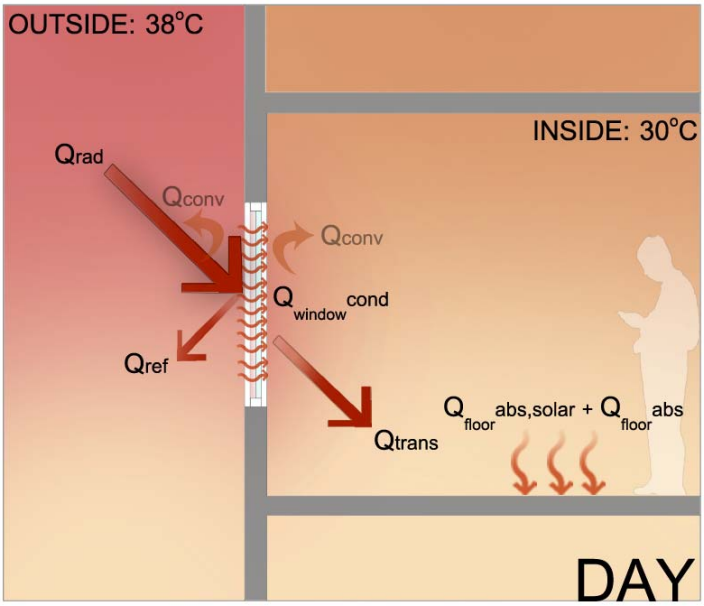
2) ความร้อนที่ถูกดูดซับภายในพื้น ($Q_{floor}^{abs}$) จะค่อย ๆ คายความร้อน ($Q_{floor}^{emit}$) ออกมา เป็นความร้อนสะสมทางอ้อมซึ่งเกิดจากการการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบ

### 4.3.2 การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง

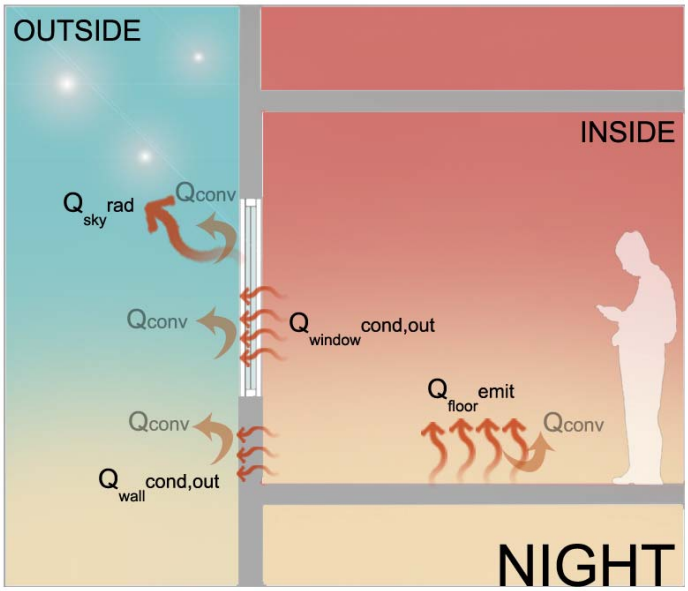
การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง มีความซับซ้อนและมีการใช้พลังงานที่มากกว่าผนังทึบอย่างเดียว เนื่องจากความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามามีอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ ความร้อนจากการส่งผ่านรังสีความร้อนโดยตรง และความร้อนจากการนำความร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิห้องโดยตรง เกิดการสะสมความร้อนที่พื้นและผนังภายใน ซึ่งสามารถแบ่งปรากฏการณ์การถ่ายเทความร้อนออกเป็นตามช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน โดยมีรายละเอียดอธิบายลักษณะการถ่ายเทความร้อนดังนี้ ดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.5

การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง



ภาพที่ 4.5 (ต่อ)




<u>ช่วงเวลากลางวัน</u>

1) ความร้อนมาจากหลายส่วนที่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนัง ซึ่งความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อน ($Q_{rad}$) ถือเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ผิวภายนอกของวัสดุสูงขึ้น เกิดการนำความร้อนผ่านผนังทึบ โดยที่อุณหภูมิที่ผิวภายนอกของวัสดุจะขึ้นอยู่กับค่าการดูดซับความร้อน วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนสูง ส่งผลให้ผิวภายนอกของวัสดุมีอุณหภูมิที่สูงเช่นกัน และเกิดการถ่ายเทความร้อนได้มาก

2) ความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารเกิดขึ้น 2 ส่วนด้วยกันคือ

(1) ความร้อนจากการส่งผ่านรังสีความร้อนโดยตรง ($Q_{trans}$) เป็นผลรวมของรังสีตรง และรังสีกระจาย เกิดการส่งผ่านรังสีความร้อนโดยตรงเข้าสู่ภายในห้อง ในกรณีที่ไม่มีการติดตั้งแผงกันแดดภายใน ความร้อนจะผ่านเข้าสู่ภายในอาคารได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่า SC และ SHCG ของกระจก กระจกที่มีค่า SC และ SHCG ต่ำ รังสีความร้อนผ่านเข้ามาได้น้อย และยิ่งอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคารมาก รังสีความร้อนยิ่งผ่านเข้ามาได้มาก

(2) ความร้อนจากการนำความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง ($Q_{window}^{cond}$) เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน ($Q_{rad}$) ตกกระทบกับผิวกระจก ทำให้มีอุณหภูมิที่ผิวสูงขึ้น เกิดการถ่ายเทความร้อนจากที่อุณหภูมิสูงสู่ที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่า ซึ่งปริมาณความร้อนที่เข้ามาจะขึ้นอยู่กับค่า U-value ของกระจก ในขณะที่กระจกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติที่หน่วงความร้อนได้น้อยมาก ค่าการคายความ

่านรังสีความร้อนโดยตรง ($Q_{trans}$) เมื่อถ่ายเทเข้าสู่อาคารแล้ว จะเกิดการแผ่รังสีความร้อนถ่ายเทความร้อนไปยังผิววัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเพียงอย่างเดียว เกิดการดูดซับความร้อน ($Q_{abs,solar}$) ในที่นี้จะแสดงการดูดซับความร้อนของพื้น ($Q_{floor}{}^{abs,solar}$) ส่วนความร้อนจากการนำความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง ($Q_{window}{}^{cond}$) เมื่อถ่ายเทสู่ห้อง จะเกิดลักษณะการถ่ายเทความร้อน 2 ลักษณะ ความร้อนบางส่วนจะเกิดการพาความร้อน ($Q_{conv}$) ส่งผลให้อุณหภูมิห้องสูงขึ้นในทันที และความร้อนอีกส่วนหนึ่งจะเกิดการแผ่รังสีคลื่นยาวถ่ายเทความร้อนไปยังผิววัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เช่นเดียวกับผนังทึบ ในที่นี้แสดงเกิดการดูดซับความร้อนของพื้น ($Q_{floor}{}^{abs}$)

<u>ช่วงเวลากลางคืน</u>

1) ในเวลากลางคืนท้องฟ้ามีอุณหภูมิที่ต่ำ ดังนั้นจึงเกิดการแผ่รังสีจากผิวภายนอกของวัสดุสู่ท้องฟ้า ($Q_{sky}{}^{rad}$) ส่งผลให้อุณหภูมิผิวกระจกภายนอกมีอุณหภูมิเย็นลง เพราะฉะนั้นกรณีที่พื้นผิวกระจกภายนอกมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นผิวกระจกภายในเกิดการนำความร้อนกลับ ($Q_{window}{}^{cond,out}$) ในวัสดุที่มีค่า U-value ต่ำ จะมีค่าความเป็นฉนวนสูง ถึงแม้ว่าจะการป้องกันความร้อนจากภายนอกได้ดี แต่ในทางกลับกันกลับเป็นการป้องกันความร้อนออกด้วยเช่นกัน จากในช่วงเย็นอุณหภูมิในห้องสูงกว่าภายนอกทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ แต่เมื่อกระจกมีค่าความเป็นฉนวนสูง ทำให้ความร้อนสะสมจากการคายความร้อนทั้งพื้นและผนังถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอกได้ยาก

2) ความร้อนกลับเนื่องจากค่า U-value ของผนังทึบ ($Q_{wall}{}^{cond,out}$) ในกรณีที่มีอัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังอาคาร ความร้อนจากการส่งผ่านรังสีโดยตรง ส่งผลให้ผนังภายในมีอุณหภูมิที่สูง เมื่ออุณหภูมิภายนอกลดลง จึงเกิดความร้อนย้อนกลับ โดยความร้อนย้อนกลับได้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับค่า U-value ของวัสดุผนัง (James J. Hirsch & Associates, 2009)

3) การคายความร้อนของพื้น ($Q_{floor}{}^{emit}$) พื้นซึ่งมีอุณหภูมิภายในที่สูงกว่าอุณหภูมิห้องจะค่อย ๆ คายความร้อนออกมาทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้น โดยที่จะคายได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุพื้น