บทที่ 5

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในบทนี้กล่าวถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบในหนึ่งมิติที่แปรเปลี่ยนตามเวลาตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่แสดงไว้ในหัวข้อที่ 3.1 โดยโปรแกรมนี้จะถูกใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาเมื่อปรับเปลี่ยนค่าเงื่อนไขขอบเขตในลักษณะต่างๆ ตัวโปรแกรมถูกเขียนขึ้นเพื่อทำงานบนโปรแกรม MathLab Version 5.10 โดยตัวโปรแกรมจะเรียกใช้กลุ่มคำสั่งใน Optimization toolbox เพื่อประกอบการใช้งาน เหตุผลในการเลือกพัฒนาโปรแกรมบน MathLab เนื่องจากโปรแกรม MathLab เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยงานวิจัยสำหรับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ดังนั้นโปรแกรม MathLab จะมีกลุ่มคำสั่งช่วยในการคำนวณมากมาย และยังสามารถแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณได้ทั้งในรูปแบบแฟ้มข้อมูลและรูปแบบของกราฟลักษณะต่างๆ ได้โดยสะดวก นอกจากนี้ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์บนโปรแกรม MathLab ยังเปิดโอกาสให้ผู้ทำวิจัยรุ่นต่อๆมาสามารถศึกษาและปรับปรุงโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นได้โดยสะดวกเนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาบน MathLab มีลักษณะเป็น Source code อยู่แล้ว โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีรายละเอียดแยกเป็นหัวข้อดังนี้

ลักษณะของปัญหา

ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลลัพธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

5.1 ลักษณะของปัญหา

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์การถ่ายความร้อนผ่านผนังทึบในหนึ่งมิติที่แปรเปลี่ยนตามเวลา ตามทฤษฎีที่กล่าวถึงในหัวข้อที่ 3.1 ภายใต้เงื่อนไขขอบเขตที่แตกต่างกันจำนวน 3 แบบ เงื่อนไขขอบเขตดังกล่าว ได้แก่

1. ค่าอุณหภูมิผิวผนังชั้นในสุดและค่าอุณหภูมิผิวผนังชั้นนอกสุด
2. ค่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องและค่าอุณหภูมิผิวผนังชั้นนอกสุด

3. ค่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องและค่า Solar-air temperature

การเลือกใช้ค่าเงื่อนไขขอบเขตแต่ละแบบจะขึ้นกับการกำหนดชนิดของวัสดุประกอบผนังชั้นนอกสุดและชั้นในสุดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นอย่างไร ถ้าเลือกให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีวัสดุชั้นนอกสุดหรือชั้นในสุดเป็นวัสดุที่มีมวลให้ใช้ค่าเงื่อนไขขอบเขตเป็นค่าอุณหภูมิผิวผนัง ถ้าในกรณีที่เลือกให้วัสดุชั้นในสุดเป็นฟิล์มอากาศให้ใช้ค่าเงื่อนไขขอบเขตเป็นค่าอุณหภูมิอากาศภายในห้อง และถ้าในกรณีที่เลือกให้วัสดุชั้นนอกสุดเป็นฟิล์มอากาศให้ใช้ค่าเงื่อนไขขอบเขตเป็นค่า Solar-air temperature

5.2 ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโปรแกรม มีลักษณะขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. การเริ่มทำงานโดยอ่านข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ จำนวนชั้นของวัสดุที่ใช้ประกอบผนัง คุณสมบัติของวัสดุแต่ละชั้น จำนวนพจน์ของอนุกรม Conduction transfer function X_m, Y_m และ Z_m และค่า s ที่ใช้กำหนดช่วงในการหาค่ารากของ $B(s)$ ซึ่งข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ในการคำนวณทั้งหมดจะถูกกำหนดไว้ในโปรแกรมหลัก [Property.m]

2. การคำนวณหาค่ารากของ $B(s)$ ด้วยโปรแกรมหลัก [Pole.m] ต่อมาคำนวณหาอนุกรมของค่าสัมประสิทธิ์ Conduction transfer function X_m, Y_m และ Z_m จำนวน m พจน์ จากสมการที่ 3.18, 3.19 และ 3.20 ตามลำดับ และทำการลดจำนวนพจน์ของ X_m, Y_m และ Z_m ตามทฤษฎีที่กล่าวถึงในหัวข้อที่ 3.1.2 ด้วยโปรแกรมหลัก [XYZResp.m]

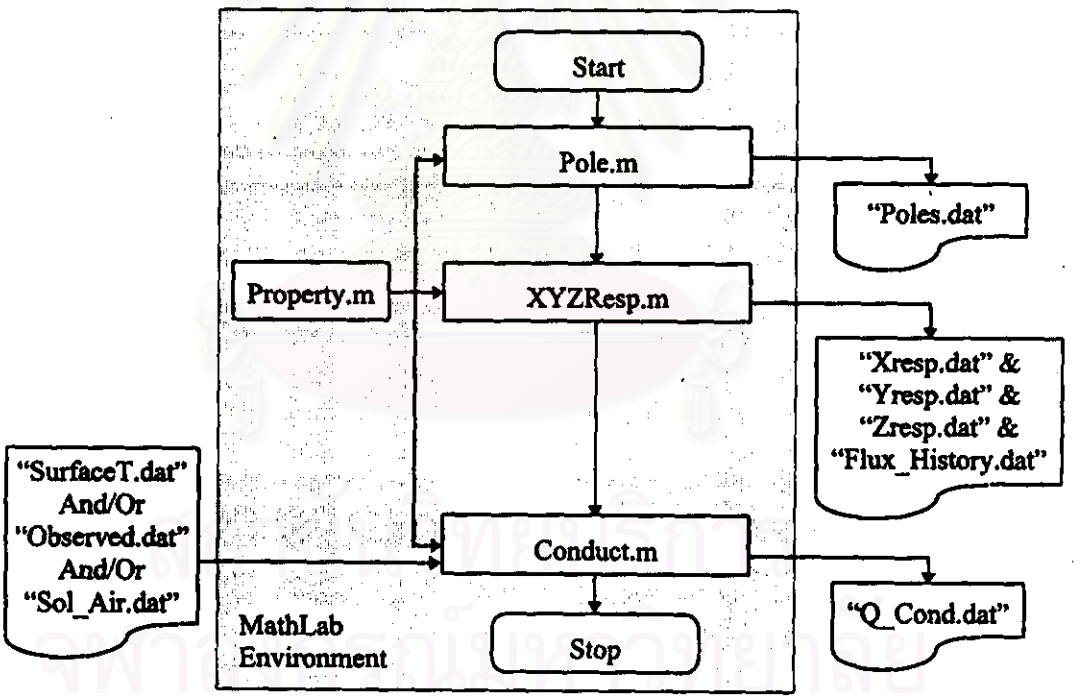
3. การพิมพ์ผลลัพธ์ ซึ่งได้แก่ อนุกรมของค่าสัมประสิทธิ์ Conduction transfer function อันดับที่ k ซึ่งได้แก่ค่าสัมประสิทธิ์ $X_{k,m}$, $Y_{k,m}$, $Z_{k,m}$ และ F_k ซึ่งคำนวณจากโปรแกรมหลัก [XYZResp.m] ลงในแฟ้มข้อมูล

4. การเตรียมข้อมูลค่าเงื่อนไขขอบเขตที่กล่าวถึงในหัวข้อที่ 5.1 จำนวน 3 แบบ ในกรณีที่เป็นข้อมูลอุณหภูมิผิวผนังทั้งสองด้านให้ใส่ข้อมูลในแฟ้มชื่อ "SurfaceT.dat" ในกรณีที่เป็นข้อมูลอุณหภูมิอากาศภายในห้องให้ใส่ข้อมูลในแฟ้มชื่อ "Observed.dat" ในกรณีที่เป็นข้อมูลอุณหภูมิอากาศภายนอกห้องให้ใส่ข้อมูลในแฟ้มชื่อ "Sol_Air.dat"

5. การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบที่ระยะ $x = 0$ และ ระยะ $x = L$ จากสมการที่ 3.35 และ 3.36 ตามลำดับ ด้วยโปรแกรมหลัก [Conduct.m] โดยผู้ใช้ต้องเลือกเงื่อนไขขอบเขตให้เหมาะสมกับชนิดของวัสดุชั้นนอกสุดและชั้นในสุด จากข้อที่ (4)

5.3 ขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถแก้ปัญหาการถ่ายเทความร้อนในหนึ่งมิติของผนังทึบที่ประกอบด้วยวัสดุตั้งแต่ 1 - 6 ชั้น ลักษณะการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะทำงานเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกันไม่สามารถข้ามขั้นตอนได้ ส่วนการเชื่อมโยงของข้อมูลระหว่างโปรแกรมหนึ่งไปสู่อีกโปรแกรมหนึ่งจะเชื่อมโยงผ่านไฟล์ข้อมูล (ไม่ได้ส่งค่าผ่านตัวแปรโดยตรง) ซึ่งหลังจากที่แต่ละโปรแกรมพิมพ์ผลลัพธ์เก็บลงแฟ้มข้อมูลแล้วก็จะหยุดการทำงานเพื่อให้ผู้ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์และแก้ไขข้อมูลเบื้องต้นของโปรแกรมจนเป็นที่พอใจก่อน แล้วจึงให้ผู้ใช้เริ่มการคำนวณในส่วนของโปรแกรมอื่นๆ ต่อไปได้โดยใช้ผลลัพธ์ของโปรแกรมที่ผ่านมาเป็นข้อมูลขาเข้า ซึ่งถ้าผู้ใช้งานพอใจกับผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายแล้ว ผู้ใช้ก็อาจเขียนโปรแกรมเสริมเพื่อให้โปรแกรมทั้งหมดสามารถดำเนินการต่อเนื่องกันโดยอัตโนมัติได้ โดยขั้นตอนการดำเนินการของโปรแกรมสามารถแสดงด้วยแผนผังการทำงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

ส่วนรายละเอียดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นจะแสดงไว้ในภาคผนวก ง. และเพื่อความเข้าใจถึงการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะขออธิบายหน้าที่และรายละเอียดของโปรแกรมต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นดังต่อไปนี้

โปรแกรมหลัก Property.m

เป็นโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้กำหนดข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตของการคำนวณซึ่งได้แก่ ค่าสุดท้ายของ s (EndS) จำนวนพจน์สูงสุดของอนุกรม Conduction transfer function (Max_M) กำหนดจำนวนชั้นของวัสดุที่ใช้ประกอบผนัง (layer) พร้อมทั้งคุณสมบัติของวัสดุชนิดนั้น ซึ่งได้แก่ ค่าความหนาของวัสดุ (D) ค่าการนำความร้อน (K) ค่าความหนาแน่น (density) ค่าความจุความร้อนจำเพาะ (Cp) ค่าความต้านทานความร้อน (R) และ ค่า diffusivity (Alpha) โดยมีตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลดังต่อไปนี้

```
% The Range for finding the poles of B(s) from EndS to zero.
% Suggestion: Should select the values of EndS that have at least
% 20 poles lied between EndS to 0.
EndS = -600;

% Assign maximum number of Conduction transfer function series.
MAX_M = 70;

% Number of wall's construction (Max. 6 layers)
layer = 3;

% Property of the second layer material
% 4in. Brick
D2 = 0.333;          % ft.
K2 = 0.466;          % Btu/hr-ft-F.
density2 = 109.9;    % lb/ft3.
Cp2 = 0.22;          % Btu/lb-F.
R2 = 0.714;          % F-ft2-hr/Btu.
% The following lines are reserved for the program calculation only.
if K2 ~= 0
  R2 = D2/K2;        % Recalculate the resistance value
end % if K2 ~= 0
Alpha2 = Alpha(K2,density2,Cp2,R2); % ft2/hr.
```

โปรแกรมหลัก Pole.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่ารากของ $B(s)$ ในช่วงที่ s มีค่าระหว่าง EndS กับ 0 ด้วยวิธี Bisection โดยมีข้อแนะนำว่าควรเลือกค่า EndS ให้มีจำนวนรากของ $B(s)$ มากกว่า 20 ค่า โปรแกรมจะพิมพ์ค่ารากของ $B(s)$ ลงในแฟ้มข้อมูลชื่อ "Poles.dat"

โปรแกรมหลัก XYZResp.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของอนุกรม Conduction transfer function X_m, Y_m และ Z_m จำนวน m พจน์ โดยค่าจำนวนพจน์ m จะมีค่าสูงสุดเท่ากับค่า Max_M หลังจากนั้นโปรแกรมจะถดจำนวนพจน์โดยเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ของอนุกรม Conduction transfer function จำนวน m พจน์ ให้เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของอนุกรม Conduction transfer function อันดับที่ k จำนวน M พจน์ โปรแกรมจะพิมพ์ค่าสัมประสิทธิ์ของอนุกรม Conduction transfer function อันดับที่ k ซึ่ง

ได้แก่ อนุกรมของ $X_{k,m}$, $Y_{k,m}$, $Z_{k,m}$ และ F_k ลงในแฟ้มข้อมูลชื่อ "Xresp.dat", "Yresp.dat", "Zresp.dat" และ "Flux_History.dat" ตามลำดับ

โปรแกรมหลัก Sol_Air.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่า Solar-air temperature จากสมการที่ 3.40 โดยใช้ข้อมูลสภาพบรรยากาศรายชั่วโมงที่ถูกตรวจวัดที่อาคารวิศวกรรม 5 จากแฟ้มข้อมูล "Observed.dat" ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ค่าความเร็วลม ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์ และค่ารังสีกระจายจากดวงอาทิตย์ และใช้ข้อมูลผลต่างของการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนคลื่นยาวระหว่างท้องฟ้ากับสิ่งแวดล้อม จากแฟ้มข้อมูล "DeltaR.dat"

โปรแกรมหลัก Conduct.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบที่ระยะ $x = 0$ และ $x = L$ โดยผู้ใช้จะต้องเป็นผู้เลือกชื่อไฟล์เงื่อนไขขอบเขตให้มีความเหมาะสมกับชนิดของวัสดุชั้นนอกสุดและชั้นในสุดของผนัง โปรแกรมจะพิมพ์ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผิวผนังทึบทั้ง 2 ผิว ลงในแฟ้มข้อมูลชื่อ "Q_Cond.dat"

โปรแกรมย่อย BS.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่า *B(s)* โดยใช้ประกอบกับโปรแกรมหลัก [Pole.m]

โปรแกรมย่อย TA.m, TB.m, TC.m และ TD.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ *A(s)*, *B(s)*, *C(s)* และ *D(s)* ของ Transfer function matrix ของวัสดุแต่ละชั้น ตามสมการที่ 3.11

โปรแกรมย่อย TM.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่า Transfer function matrix ของวัสดุแต่ละชั้น ตามสมการที่ 3.11

โปรแกรมย่อย MTM.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่า Transfer function matrix ของผนังที่ประกอบด้วยวัสดุจำนวน *n* ชั้น เมื่อ n = 1,2,...,6 ตามสมการที่ 3.13

โปรแกรมย่อย DTA.m, DTB.m, DTC.m และ DTD.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่าอนุพันธ์ของสัมประสิทธิ์ $A(s)$, $B(s)$, $C(s)$ และ $D(s)$ ของ Transfer function matrix ของวัสดุแต่ละชั้น

โปรแกรมย่อย DTM.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่าอนุพันธ์ของ Transfer function matrix ของวัสดุแต่ละชั้น

โปรแกรมย่อย DIFFTM.m

มีหน้าที่ในการคำนวณหาค่าอนุพันธ์ของ Transfer function matrix ของผนังที่ประกอบด้วยวัสดุจำนวน n ชั้น เมื่อ n = 1,2,...,6

แฟ้มข้อมูล SurfaceT.dat

แฟ้มบรรจุข้อมูลอุณหภูมิผิวผนังด้านทิศตะวันตกของห้องทดลองทั้ง 2 ด้าน ซึ่งข้อมูลที่บรรจุอยู่ในแฟ้มมีดังต่อไปนี้ เวลาตรวจวัด ค่าอุณหภูมิผิวผนังด้านใน (°F) และค่าอุณหภูมิผิวผนังด้านนอก (°F) เรียงตามลำดับ โดยมีตัวอย่างแฟ้มข้อมูลดังต่อไปนี้

	อุณหภูมิผิว(°F)	
เวลา	ผิวใน	ผิวนอก
1	81.0	82.0
2	80.9	81.4
3	80.2	80.6
.	.	.
.	.	.
.	.	.
22	82.3	84.0
23	81.9	83.4
24	81.4	82.6

แฟ้มข้อมูล Observed.dat

แฟ้มบรรจุข้อมูลสภาพบรรยากาศรายชั่วโมงที่ตรวจวัดที่อาคารวิศวกรรม 5 ซึ่งข้อมูลที่บรรจุอยู่ในแฟ้มมีดังต่อไปนี้ เวลาตรวจวัด ค่าอุณหภูมิอากาศภายในห้อง (°F) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้อง (%) ค่าอุณหภูมิอากาศภายนอก (°F) ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอก (%) ค่าความเร็วลม (m/s) ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์ (Btu/hr-ft^2) และค่ารังสีกระจายจากดวงอาทิตย์ (Btu/hr-ft^2) เรียงตามลำดับ โดยมีตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลดังต่อไปนี้

เวลา	อุณหภูมิภายใน	RH ภายใน	อุณหภูมิภายนอก	RH ภายนอก	ความเร็วลม	รังสีดวงอาทิตย์ รวม	กระจาย
1	75.2	58.2	81.5	55.0	0.18	0.0	0.0
2	75.0	57.0	80.8	54.6	0.19	0.0	0.0
3	75.6	59.0	79.5	54.1	0.30	0.0	0.0
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
10	76.4	61.7	82.4	59.7	0.30	140.2	40.6
11	75.7	60.0	84.6	58.9	0.30	156.3	46.4
12	74.3	58.1	86.9	57.6	0.10	195.5	55.3
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
22	75.6	54.4	83.7	58.6	0.05	0.0	0.0
23	75.9	59.9	82.9	58.2	0.31	0.0	0.0
24	76.3	60.2	81.9	57.7	0.07	0.0	0.0

แฟ้มข้อมูล Sol_Air.dat

แฟ้มบรรจุข้อมูล Solar-air temperature ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของโปรแกรม [Sol_Air.m] ซึ่งข้อมูลที่บรรจุอยู่ในแฟ้มมีดังต่อไปนี้ เวลาตรวจวัด และค่า Solar-air temperature (°F) ตามลำดับ โดยมีตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลดังต่อไปนี้

เวลา	Solar-air temperature
1	76.330
2	75.987
3	74.800
.	.
.	.
.	.
22	79.632
23	79.264
24	76.704

แฟ้มข้อมูล Solar_f.dat

แฟ้มบรรจุข้อมูลของค่าสัมประสิทธิ์ของค่า Apparent solar constant (ASC) ค่า Atmospheric extinction coefficient (AEC) และค่า Sky duffuse factor (SDF) ของวันที่ 21 ที่ใช้เป็นตัวแทนของแต่ละเดือนจำนวน 12 ค่า ซึ่งใช้ในการคำนวณค่ารังสีจากดวงอาทิตย์สำหรับวันที่ท้องฟ้าโปร่ง สำหรับโปรแกรม [Sol_Air.m] อ้างอิงจาก ASHRAE [1] โดยมีข้อมูลดังต่อไปนี้

ASC	AEC	SDF
390	0.142	0.058
385	0.144	0.060
376	0.156	0.071
360	0.180	0.097
350	0.196	0.121
345	0.205	0.134

344	0.207	0.136
351	0.201	0.122
365	0.177	0.092
378	0.160	0.073
387	0.149	0.063
391	0.142	0.057

5.4 ผลลัพธ์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลลัพธ์ของโปรแกรมจะมีทั้งหมด 2 ส่วนด้วยกัน คือ อนุกรมของค่าสัมประสิทธิ์ Conduction transfer function อันดับที่ k ซึ่งได้แก่ $X_{k,m}$, $Y_{k,m}$, $Z_{k,m}$ และ F_k ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการหาค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารด้วยวิธี Transfer function ได้ทันที กับค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบที่ระยะ $x = 0$ และ $x = L$ ตามสมการที่ 3.35 และ 3.36 ซึ่งจะได้ข้อมูลการถ่ายเทความร้อนที่ผิวนอกสุดและการถ่ายเทความร้อนที่ผิวในสุด ตามลำดับซึ่งมีตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลดังต่อไปนี้ (เครื่องหมายลบ หมายถึง การถ่ายเทความร้อนไหลกลับทิศกับทิศทาง x)

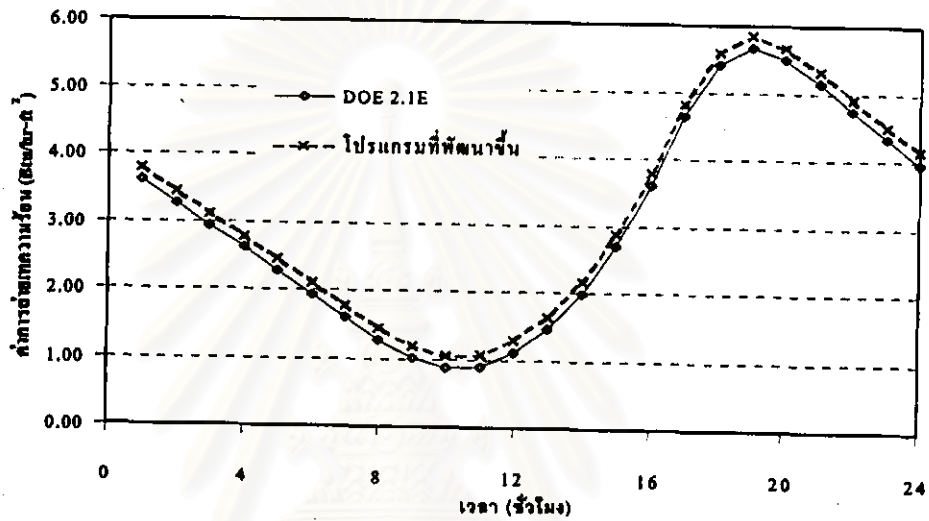
Outside	Inside
-3.165957676	4.570007091
-2.805033844	4.048297522
-2.802309882	2.747451155
⋮	⋮
-2.932683092	5.509956286
-3.071721067	5.742258131
-3.109310007	5.481138329

5.5 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นทำได้โดยเปรียบเทียบผลเฉลยกับผลเฉลยจากโปรแกรม DOE 2.1E เมื่อใช้ข้อมูลขาเข้าชุดเดียวกัน แต่เนื่องจากข้อมูลขาเข้าของโปรแกรม DOE 2.1E และโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีความแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น โปรแกรม DOE 2.1E ใช้ข้อมูลสภาพบรรยากาศรายชั่วโมง และอุณหภูมิอากาศภายในห้องที่สมมติให้เป็นค่าคงที่ เป็นข้อมูลขาเข้า ส่วนการเลือกข้อมูลขาเข้าของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะขึ้นกับชนิดของวัสดุประกอบผนังชั้นนอกสุดและชั้นในสุดตามที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ 5.1 ดังนั้นเพื่อให้การเปรียบเทียบเป็นไปได้โดยสะดวก จึงให้โปรแกรม DOE 2.1E คำนวณค่าอุณหภูมิผิวผนังด้านนอกสุดเมื่อใช้ข้อมูลสภาพบรรยากาศรายชั่วโมงของวันที่ทำการทดลองเป็นข้อมูลขาเข้า แล้วจึงนำอุณหภูมิดังกล่าวมาใช้เป็นอุณหภูมิเงื่อนไขขอบเขตผิวนอก โดยใช้วัสดุประกอบผนังจำนวน 4 ชั้น ตามตารางที่

4.1 และกำหนดให้อุณหภูมิเงื่อนไขขอบเขตผิวใน คือ อุณหภูมิอากาศภายในห้องซึ่งมีค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัดเท่ากับ 75.8 °F (ผลการทดลองจากบทที่ 6)

ผลเฉลยจากรูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ข้อมูลขาเข้าชุดเดียวกัน ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังจะมีค่าใกล้เคียงกันด้วย โดยมีร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์เท่ากับ 8.3 ซึ่งแสดงว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีความน่าเชื่อถือได้



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบด้วยโปรแกรม DOE 2.1E (เส้นทึบบาง) กับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น (เส้นประหนา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย