

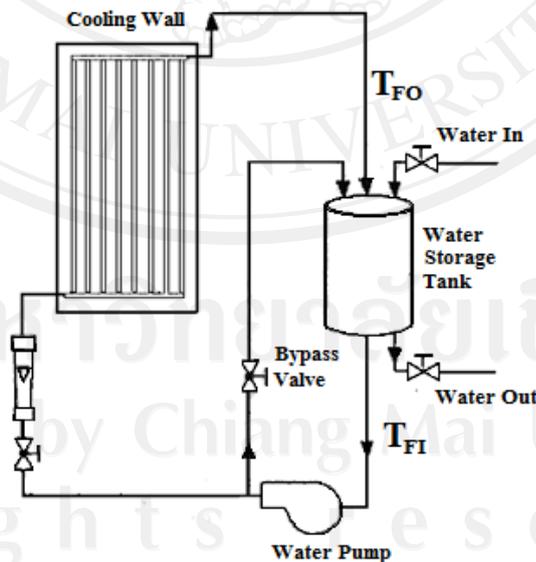
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้รับการรวบรวมและนำเสนอไว้ในบทนี้ ได้แก่ การทำงานของผนังเย็นการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังเย็น การคำนวณค่ารังสีอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศภายนอก และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

2.1 การทำงานของผนังเย็น

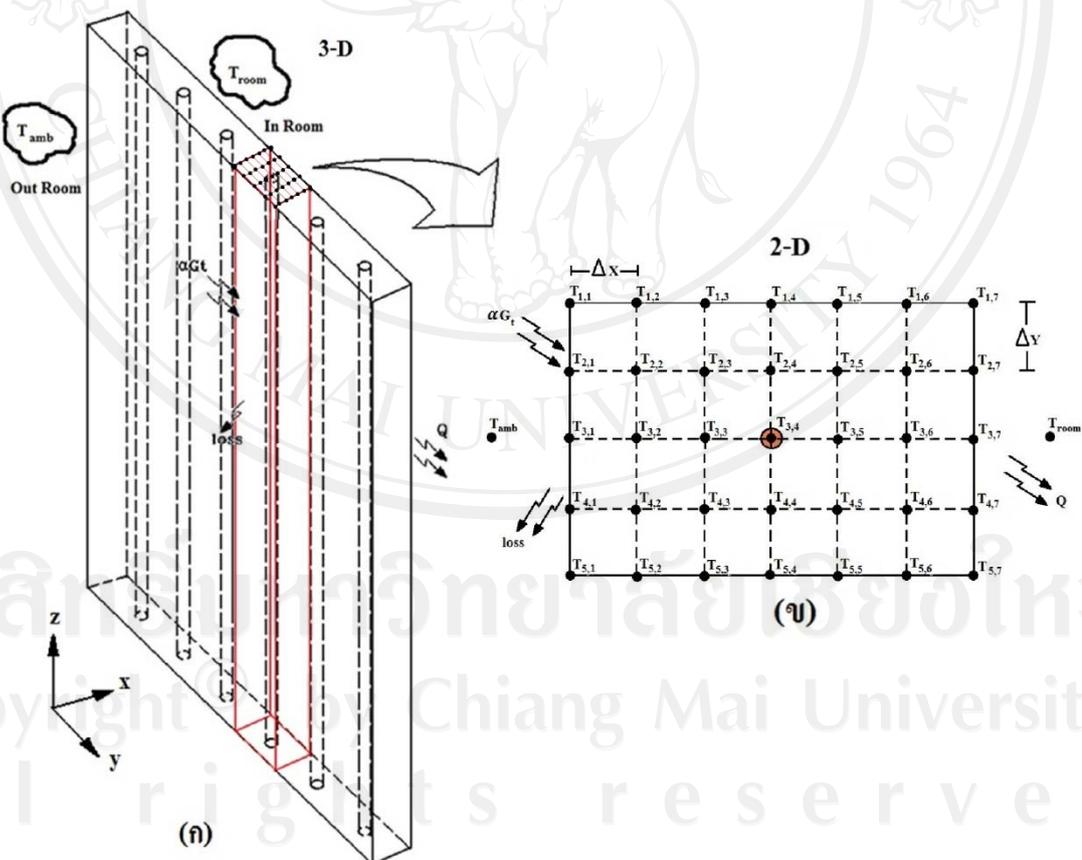
ผนังเย็นเป็นผนังที่มีการนำน้ำมาฝังไว้ในผนัง โดยที่ท่อที่ใช้ฝังอาจเป็นท่อทองแดง น้ำที่ไหลเวียนในท่อจะถูกปั๊มจากถังเก็บน้ำมาผ่านท่อที่ฝังในผนัง เพื่อดึงความร้อนที่สะสมในผนัง ซึ่งส่วนใหญ่มาจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบ และถูกดูดกลืนบนผนัง ทำให้ความร้อนที่ผ่านผนังเข้าสู่ภายในอาคารลดน้อยลง และน้ำที่ไหลผ่านผนังเย็นออกมาจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และกลับเข้าไปยังถังเก็บน้ำอีกครั้งดังรูปที่ 2.1 และเมื่อเวลาผ่านไป น้ำในถังเก็บน้ำก็จะมีอุณหภูมิค่อยๆสูงขึ้น สามารถนำน้ำร้อนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้



รูปที่ 2.1 ระบบไหลเวียนของน้ำผ่านผนังเย็น (Cooling Wall)

2.2 การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังเย็น

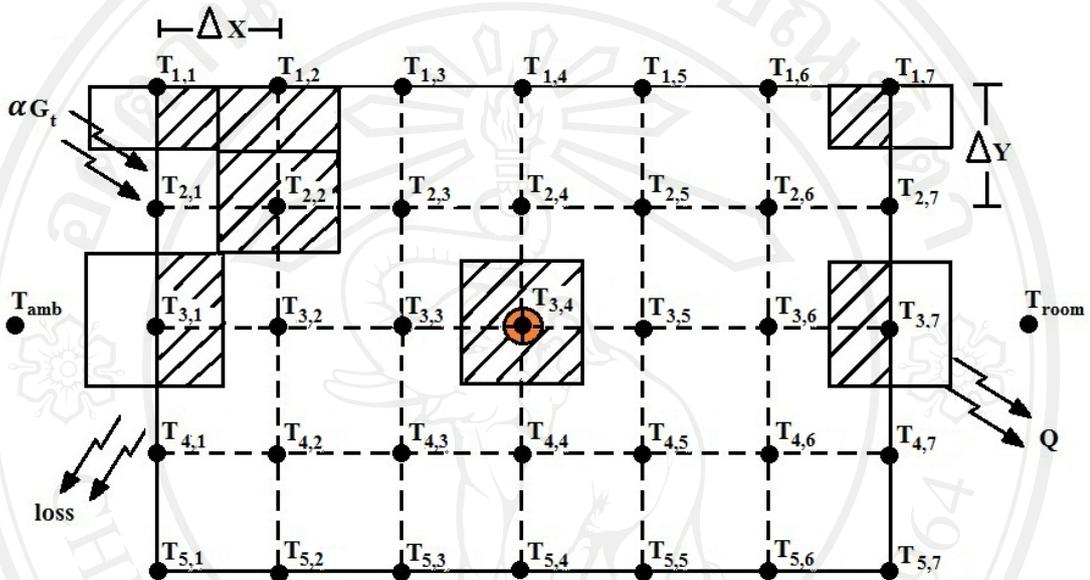
ผนังอาคารด้านนอกเมื่อได้รับแสงอาทิตย์ จะทำให้อุณหภูมิของผนังด้านนอกสูงขึ้น และมีอุณหภูมิต่ำลงไปเรื่อยๆ จนถึงผนังด้านใน และอุณหภูมิผนังจะเริ่มมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ในการลดความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นในผนัง จะทำการฝังท่อทองแดงไว้ด้านในของผนัง ดังรูปที่ 2.2 (ก) โดยที่ขอบผนังทั้งหมดจะถือว่ามีการถ่ายเทความร้อนน้อยมาก เนื่องจาก มีพื้นที่น้อย และจะถูกประกบด้วยผนังด้านข้าง ดังนั้นท่อทองแดงภายในผนังเย็นแต่จะช่วงจะมีลักษณะสมมาตรกัน ส่งผลให้ในการพิจารณาอุณหภูมิภายในผนัง สามารถพิจารณาเฉพาะช่วงท่อเดียว งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาผลของอุณหภูมิเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระยะห่างระหว่างท่อกับท่อและตำแหน่งของท่อจากผนังด้านนอก โดยมีการสร้างแบบจำลองเป็นแบบ 2 มิติ สมมติให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแนวแกน z น้อยมาก และทำการพิจารณาแบ่งเป็นส่วนย่อยๆ เป็น Nodes 1,1-5,7 ดังรูปที่ 2.2 (ข)



รูปที่ 2.2 ผนังเย็นลักษณะ 3 มิติ (ก) และการกำหนด Nodes ในการถ่ายเทความร้อนภายในผนังคอนกรีตแบบ 2 มิติ (ข)

2.2.1ผนังด้านนอก

รูปที่ 2.3 แสดงการถ่ายเทความร้อนที่ผนังด้านนอก ซึ่งได้รับรังสีอาทิตย์ ทำให้อุณหภูมิของผนังด้านนอกมีค่าสูง และความร้อนบางส่วนถูกส่งถ่ายไปยังตำแหน่งภายในผนังที่ลึกเข้าไป ขณะเดียวกันจะมีการระบายความร้อนออกสู่อากาศภายนอก เมื่อสมดุลพลังงานที่ผิวผนังด้านนอก ดังตัวอย่างที่ตำแหน่ง Node 3,1 จะแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 2.3 ตำแหน่งในการวิเคราะห์สมดุลพลังงานที่ด้านนอกอาคาร

Node 3,1:

$$\begin{aligned} \frac{\rho C \Delta x \Delta y}{2 \Delta t} (T_{3,1}^{P+1} - T_{3,1}^P) &= k \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{3,2}^P - T_{3,1}^P) + k \frac{\Delta x}{2 \Delta y} (T_{2,1}^P - T_{3,1}^P) \\ &+ k \frac{\Delta x}{2 \Delta y} (T_{4,1}^P - T_{3,1}^P) + h_o \Delta y (T_{amb}^P - T_{3,1}^P) + G_T \alpha_T \Delta y \end{aligned} \quad (2.1)$$

เทอมด้านซ้ายมือ คือ พลังงานสะสมที่เกิดขึ้นภายในผนัง เทอมแรกด้านขวามือ คือ ความร้อนบางส่วนที่ถ่ายเทเข้าสู่ผนังชั้นในถัดเข้าไปในอาคาร เทอมสองและสาม คือ ความร้อนบางส่วนที่ได้มาจากผนังด้านข้างทั้งสองข้าง เทอมที่สี่ คือ ความร้อนระบายสู่บรรยากาศด้านนอกโดยการพาและแผ่รังสีความร้อน และเทอมสุดท้าย คือ พลังงานจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบลงบนพื้นที่ผนังรับแสงของท่อทองแดงหนึ่งท่อ

$$\text{กำหนด } N = \frac{h\Delta y}{k}$$

$$F = \left(\frac{k}{\rho C}\right) \frac{\Delta t}{\Delta x \Delta y} = \frac{\alpha \Delta t}{\Delta x \Delta y}$$

จะได้

$$T_{3,1}^{P+1} = T_{3,1}^P + F \left[2 \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{3,2}^P - T_{3,1}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{2,1}^P - T_{3,1}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{4,1}^P - T_{3,1}^P) \right. \\ \left. + 2N_o(T_{amb}^P - T_{3,1}^P) + 2G_T \alpha_T \frac{\Delta y}{k} \right] \quad (2.2)$$

Nodes 2,1 และ 4,1 จะมีรูปแบบสมการคล้ายกับสมการข้างต้น จะได้สมการหลักดังนี้

$$T_{m,n}^{P+1} = T_{m,n}^P + F \left[2 \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{m,n+1}^P - T_{m,n}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{m-1,n}^P - T_{m,n}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{m+1,n}^P - T_{m,n}^P) \right. \\ \left. + 2N_o(T_{amb}^P - T_{m,n}^P) + 2G_T \alpha_T \frac{\Delta y}{k} \right] \quad (2.3)$$

จากรูปที่ 2.3 Nodes 1,1 และ 5,1 สำหรับผิวผนังด้านนอกจะมีรูปแบบสมการดังนี้

Node 1,1:

$$\frac{\rho C \Delta x \Delta y}{4 \Delta t} (T_{1,1}^{P+1} - T_{1,1}^P) = k \frac{\Delta y}{2 \Delta x} (T_{1,2}^P - T_{1,1}^P) + k \frac{\Delta x}{2 \Delta y} (T_{2,1}^P - T_{1,1}^P) \\ + h \frac{\Delta y}{2} (T_{amb}^P - T_{1,1}^P) + G_T \alpha_T \frac{\Delta y}{2} \quad (2.4)$$

จัดรูปใหม่จะได้

$$T_{1,1}^{P+1} = T_{1,1}^P + F \left[2 \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{1,2}^P - T_{1,1}^P) + 2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{2,1}^P - T_{1,1}^P) + 2N_o(T_{amb}^P - T_{1,1}^P) \right. \\ \left. + 2G_T \alpha_T \frac{\Delta y}{k} \right] \quad (2.5)$$

Node 5,1 จะมีรูปแบบสมการคล้ายกับสมการข้างต้น จะได้สมการหลักดังนี้

$$T_{m,n}^{P+1} = T_{m,n}^P + F \left[2 \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{m-1,n}^P - T_{m,n}^P) + 2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{m,n+1}^P - T_{m,n}^P) \right. \\ \left. + 2N_o(T_{amb}^P - T_{m,n}^P) + 2G_T \alpha_T \Delta y \right] \quad (2.6)$$

โดย $m = 5, n = 1$

2.2.2 อุณหภูมิในผนัง

หลังจากพิจารณาที่ผิวด้านนอกของผนัง ตำแหน่งที่ทำการพิจารณาต่อมาก็คือ Node 2,2 ซึ่ง
เป็นอุณหภูมิภายในผนังดังรูปที่ 2.3 เมื่อทำการเขียนสมดุลพลังงานจะได้

Node 2,2:

$$\frac{\rho C \Delta x \Delta y}{\Delta t} (T_{2,2}^{P+1} - T_{2,2}^P) = k \Delta y \frac{(T_{2,1}^P - T_{2,2}^P)}{\Delta x} + k \Delta y \frac{(T_{2,3}^P - T_{2,2}^P)}{\Delta x} + k \Delta x \frac{(T_{1,2}^P - T_{2,2}^P)}{\Delta y} \\ + k \Delta x \frac{(T_{1,3}^P - T_{2,2}^P)}{\Delta y} \quad (2.7)$$

จัดรูปใหม่จะได้

$$T_{2,2}^{P+1} = T_{2,2}^P + F \left[\frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{2,1}^P - T_{2,2}^P) + \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{2,3}^P - T_{2,2}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{1,2}^P - T_{2,2}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{1,3}^P - T_{2,2}^P) \right] \quad (2.8)$$

Nodes 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 3,2, 3,3, 3,5, 3,6, 4,2, 4,3, 4,4, 4,5 และ 4,6 จะมีรูปแบบสมการคล้ายกับสมการข้างต้น ดังนั้นจะได้สมการหลักดังนี้

$$T_{m,n}^{P+1} = T_{m,n}^P + F \left[\frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{m,n-1}^P - T_{m,n}^P) + \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{m,n+1}^P - T_{m,n}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{m+1,n}^P - T_{m,n}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{m-1,n}^P - T_{m,n}^P) \right] \quad (2.9)$$

โดย m และ n สอดคล้องกับตำแหน่งที่ระบุข้างต้น

จากรูปที่ 2.3 ที่ตำแหน่ง Node 1,2 สามารถเขียนสมดุลพลังงานได้เป็น

Node 1,2:

$$\frac{\rho C \Delta x \Delta y}{2 \Delta t} (T_{1,2}^{P+1} - T_{1,2}^P) = k \frac{\Delta y}{2 \Delta x} (T_{1,1}^P - T_{1,2}^P) + k \frac{\Delta y}{2 \Delta x} (T_{1,3}^P - T_{1,2}^P) + k \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{2,2}^P - T_{1,2}^P) \quad (2.10)$$

จัดรูปใหม่จะได้

$$T_{1,2}^{P+1} = T_{1,2}^P + F \left[\frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{1,1}^P - T_{1,2}^P) + \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{1,3}^P - T_{1,2}^P) + 2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{2,2}^P - T_{1,2}^P) \right] \quad (2.11)$$

Nodes 1,3, 1,4, 1,5, 1,6, 5,2, 5,3, 5,4, 5,5 และ 5,6 จะมีรูปแบบสมการคล้ายกับสมการข้างต้น ดังนั้นจะได้สมการหลักดังนี้

$$T_{m,n}^{P+1} = T_{m,n}^P + F \left[\frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{m,n-1}^P - T_{m,n}^P) + \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{m,n+1}^P - T_{m,n}^P) + 2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{m-1,n}^P - T_{m,n}^P) \right] \quad (2.12)$$

โดย m และ n สอดคล้องกับตำแหน่งที่ระบุข้างต้น

2.2.3 ด้านในผนัง ณ จุดที่มีท่อทองแดง

จากรูปที่ 2.3 เมื่อทำการเขียนสมดุลพลังงานได้เป็นที่ Node 3,4 จะได้รับความร้อนบางส่วนจากชั้นผนังด้านนอกก่อนถึงตำแหน่ง Node 3,4 ส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้นและเกิดความร้อนสะสม ขณะเดียวกันก็มีความร้อนบางส่วนถ่ายเทไปยังท่อน้ำ และบางส่วนถ่ายเทสู่ผนังชั้นถัดไป สามารถเขียนสมดุลพลังงานที่ Node 3,4 ได้เป็น

Node 3,4:

$$\begin{aligned} \frac{\rho C \Delta x \Delta y}{\Delta t} (T_{3,4}^{P+1} - T_{3,4}^P) &= k \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{3,3}^P - T_{3,4}^P) + k \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{3,5}^P - T_{3,4}^P) \\ &+ k \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{2,4}^P - T_{3,4}^P) + k \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{4,4}^P - T_{3,4}^P) \\ &- \frac{\dot{m}}{(nu)Lk} C_{pw} (T_{FO} - T_{FI}) \end{aligned} \quad (2.13)$$

จัดรูปใหม่จะได้

$$\begin{aligned} T_{3,4}^{P+1} &= T_{3,4}^P + F \left[\frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{3,3}^P - T_{3,4}^P) + \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{3,5}^P - T_{3,4}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{2,4}^P - T_{3,4}^P) \right. \\ &\left. + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{4,4}^P - T_{3,4}^P) - \frac{\dot{m}}{(nu)Lk} C_{pw} (T_{FO} - T_{FI}) \right] \end{aligned} \quad (2.14)$$

สำหรับอุณหภูมิน้ำขาออกจากผนัง สามารถคำนวณได้จาก

$$T_{FO}^{P+1} = T_{FI}^P + (T_{WALL}^P - T_{FI}^P) \left(1 - e^{-\frac{UA(nu)}{\dot{m}C_{pw}}} \right) \quad (2.15)$$

2.2.4ผนังด้านใน

จากรูปที่ 2.3 ที่ผิวด้านในของผนัง Node 3,7 สามารถเขียนสมการได้เป็น

Node 3,7:

$$\begin{aligned} \frac{\rho C \Delta x \Delta y}{2 \Delta t} (T_{3,7}^{P+1} - T_{3,7}^P) &= k \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{3,6}^P - T_{3,7}^P) + k \frac{\Delta x}{2 \Delta y} (T_{2,7}^P - T_{3,7}^P) \\ &+ k \frac{\Delta x}{2 \Delta y} (T_{4,7}^P - T_{3,7}^P) + h_i \Delta y (T_{room} - T_{3,7}^P) \end{aligned} \quad (2.16)$$

จัดรูปใหม่จะได้

$$\begin{aligned} T_{3,7}^{P+1} &= T_{3,7}^P + F \left[2 \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{3,6}^P - T_{3,7}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{2,7}^P - T_{3,7}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{4,7}^P - T_{3,7}^P) \right. \\ &\left. + 2N_i (T_{room} - T_{3,7}^P) \right] \end{aligned} \quad (2.17)$$

Nodes 2,7 และ 4,7 จะมีรูปแบบสมการคล้ายกับสมการข้างต้น ดังนั้นจะได้สมการหลักดังนี้

$$\begin{aligned} T_{m,n}^{P+1} &= T_{m,n}^P + F \left[2 \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{m-1,n}^P - T_{m,n}^P) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{m,n-1}^P - T_{m,n}^P) \right. \\ &\left. + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{m,n+1}^P - T_{m,n}^P) + 2N_i (T_{room} - T_{m,n}^P) \right] \end{aligned} \quad (2.18)$$

โดย m และ n สอดคล้องกับตำแหน่งที่ระบุข้างต้น

จากรูปที่ 2.3 สำหรับผิวผนังด้านในที่ Node 1,7 สามารถเขียนสมการได้เป็น

Node 1,7:

$$\begin{aligned} \frac{\rho C \Delta x \Delta y}{4 \Delta t} (T_{1,7}^{P+1} - T_{1,7}^P) &= k \frac{\Delta y}{2 \Delta x} (T_{1,6}^P - T_{1,7}^P) + k \frac{\Delta x}{2 \Delta y} (T_{2,7}^P - T_{1,7}^P) \\ &+ h \frac{\Delta y}{2} (T_{room} - T_{1,7}^P) \end{aligned} \quad (2.19)$$

จัดรูปใหม่จะได้

$$T_{1,7}^{P+1} = T_{1,7}^P + F \left[2 \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{1,6}^P - T_{1,7}^P) + 2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{2,7}^P - T_{1,7}^P) + 2N_i(T_{room} - T_{1,7}^P) \right] \quad (2.20)$$

Node5,7 จะมีรูปแบบสมการคล้ายกับสมการข้างต้น จะได้สมการหลักดังนี้

$$T_{m,n}^{P+1} = T_{m,n}^P + F \left[2 \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{m-1,n}^P - T_{m,n}^P) + 2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{m,n-1}^P - T_{m,n}^P) + 2N_i(T_{room} - T_{m,n}^P) \right] \quad (2.21)$$

โดย m และ n สอดคล้องกับตำแหน่งที่ระบุข้างต้น

2.3 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

สมการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผนังด้านนอกของอาคารสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้ ค่า h_o ที่คำนวณได้นำไปใช้กับค่า N_o ในสมการ (2.2)

$$h_o = 5.7 + 3.8 V \quad (2.22)$$

โดยที่ V คือความเร็วลม (m/s)

ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านในอาคาร (R_i) สามารถหาได้จากพระราชกฤษฎีกา กำหนดอาคารควบคุมดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ

ที่มา: พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม

ชนิดของผิววัสดุที่ทำผนัง	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)	
	ที่ผิวผนังด้านใน (R_i)	ที่ผิวผนังด้านนอก (R_o)
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120	0.044
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299	-

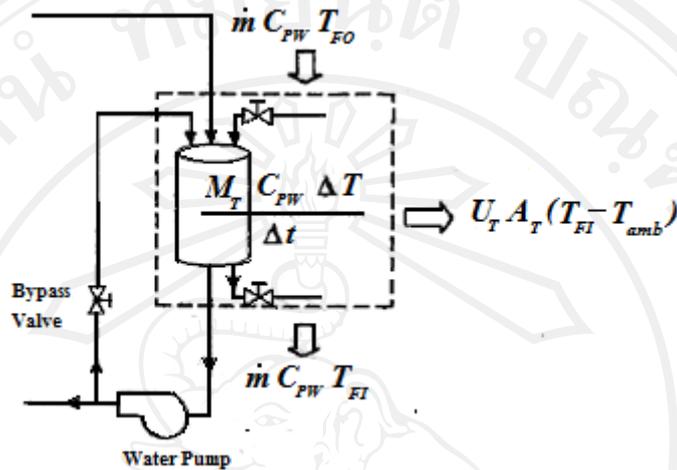
R ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวผนังด้านในผนังหาได้จาก

$$h_i = \frac{1}{R_i} \quad (2.23)$$

ในที่นี้ $h_i = \frac{1}{R_i} = \frac{1}{0.12} = 8.33 W/m^2 \cdot ^\circ C$

2.4 อุณหภูมิหน้าในถึงเก็บ

น้ำที่ไหลในระบบจะไหลผ่านผนังและเข้าสู่ถังเก็บน้ำอยู่ตลอดเวลา ทำให้น้ำในถังเก็บน้ำเกิดการสะสมความร้อนขึ้นเรื่อยๆ จนอุณหภูมิสูงขึ้น โดยที่ถังที่ใช้เก็บน้ำต้องทำการหุ้มฉนวนไว้โดยรอบเพื่อต้องการเก็บรักษาอุณหภูมิของน้ำในถัง ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 สมดุลพลังงานที่ถังเก็บน้ำ

สมการในการคำนวณหาอุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาเมื่อทำการสมดุลพลังงานที่ถังเก็บน้ำดังกล่าว โดยสมมติว่าไม่มีการนำน้ำร้อนไปใช้ประโยชน์ จะได้

$$\frac{M_T C_{pw} \Delta T}{\Delta t} = \dot{m} C_{pw} (T_{FO}^P - T_{FI}^P) - U_T A_T (T_{FI}^P - T_{amb}^P)$$

จัดรูปใหม่จะได้

$$T_{FI}^{P+1} = T_{FI}^P + \frac{\Delta t}{M_T C_{pw}} [\dot{m} C_{pw} (T_{FO}^P - T_{FI}^P) - U_T A_T (T_{FI}^P - T_{amb}^P)] \quad (2.24)$$

โดยที่ M_T คือมวลของน้ำในถัง (kg) U_T คือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากถังเก็บน้ำสู่สิ่งแวดล้อม ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$) A_T คือพื้นที่ผิวของถังเก็บน้ำ T_{FI}^P คืออุณหภูมิของน้ำในถังเก็บน้ำที่ซึ่งจะถือว่ามีความใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำที่ไหลออกจากถังเก็บน้ำ ($^\circ C$) T_{FI}^{P+1} คืออุณหภูมิของน้ำในถังที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งมีค่าเท่ากับอุณหภูมิของน้ำที่ไหลออกจากถังเก็บน้ำเมื่อเวลาผ่านไป ($^\circ C$)

2.5 การคำนวณปริมาณรังสีแสงอาทิตย์และอุณหภูมิอากาศภายนอก

ปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบจะสามารถหาได้จากข้อมูลทางสถิติของ Solar Radiation Table for Architects in Thailand วิธีการหาอุณหภูมิของอากาศในแต่ละวันสามารถประมาณค่าได้จากสมการของ Wachirapuwadon, S. ดังนี้

$$T_{amb}^P = \frac{[(T_{max} + T_{min}) + (T_{max} - T_{min}) \sin(\frac{2\pi(t-8)}{24})]}{2} \quad (2.25)$$

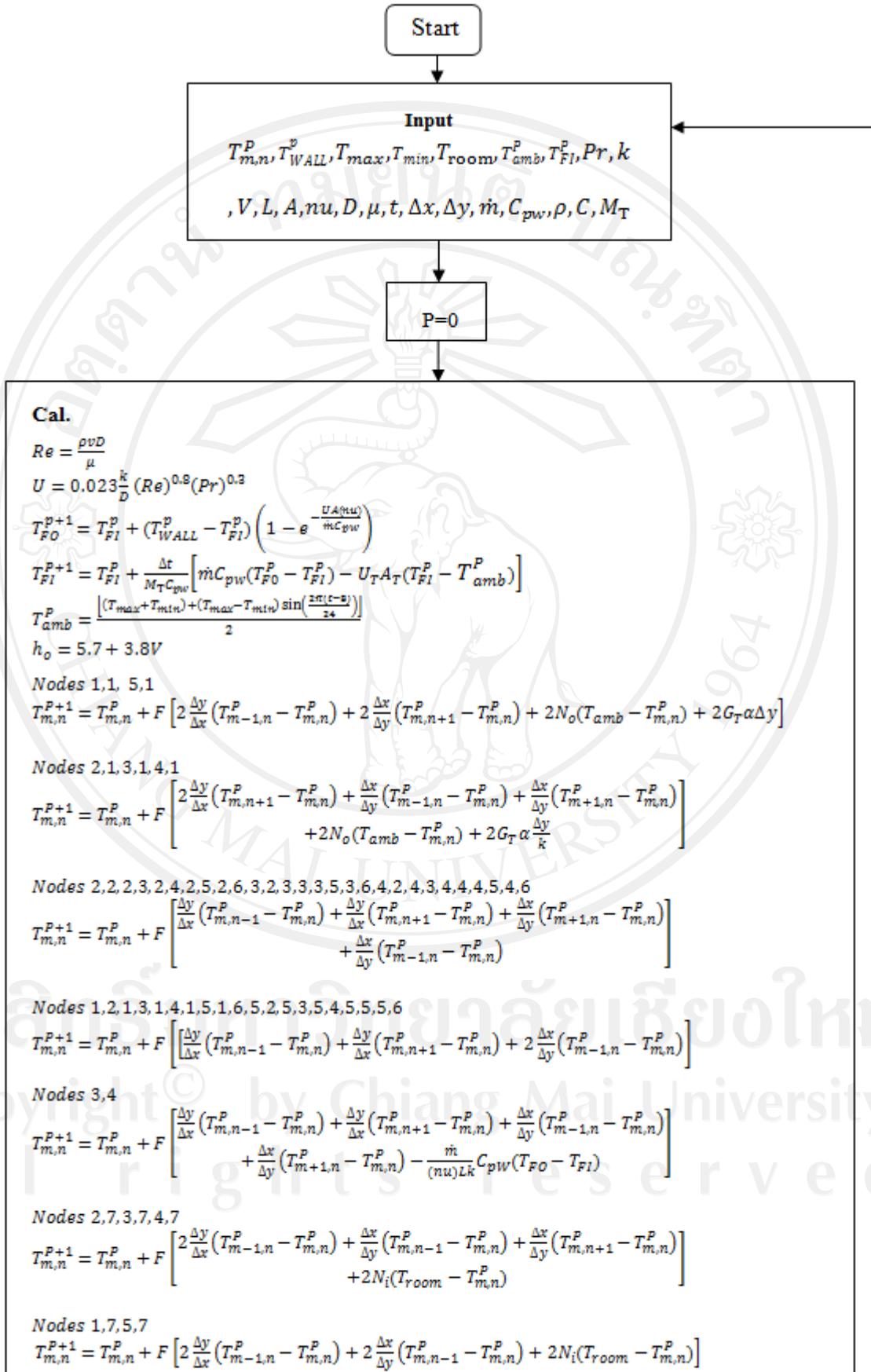
โดยที่ T_{amb}^P คืออุณหภูมิของอากาศแวดล้อม ($^{\circ}C$) T_{max} คืออุณหภูมิสูงสุดของอากาศแวดล้อมของวัน ณ เวลา ($^{\circ}C$) T_{min} คืออุณหภูมิต่ำสุดของอากาศแวดล้อมของวัน ($^{\circ}C$) t คือเวลาในชั่วโมงที่พิจารณาอุณหภูมิอากาศของเชียงใหม่สามารถหาได้จาก ตารางที่ 2.2

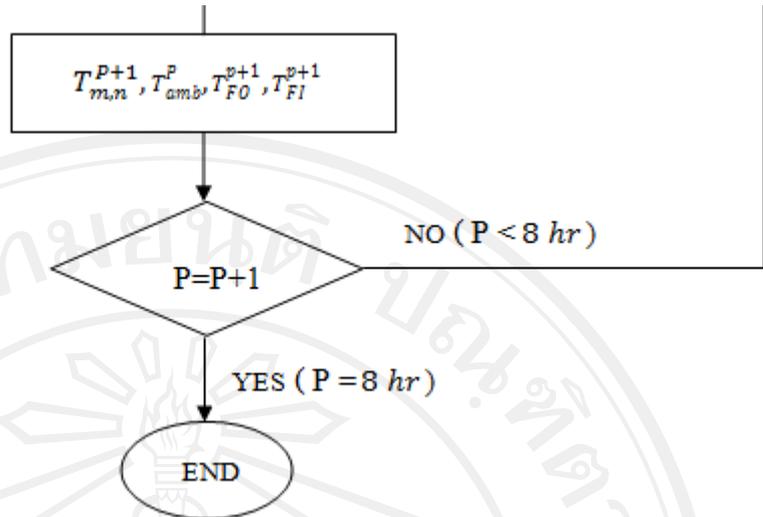
ตารางที่ 2.2 อุณหภูมิอากาศแวดล้อมในรอบสิบสองเดือนของจังหวัดเชียงใหม่

ที่มา: The ASEAN Users' Manual for the ASEAN Climatic Atlas and Compendium of Climatic Statistics

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Extreme maximum	34.7	37.3	39.6	41.5	41.4	37.5	35.4	35.4	36.1	35.3	34.3	33.5	41.5
Mean daily max.	28.9	32.1	34.9	36.2	34.1	32.2	30.7	30.7	31	30.9	29.8	28.4	31.7
Mean daily min.	13	13.8	17.2	21.1	23.2	23.6	23.2	23.3	22.8	21.6	18.6	14.7	19.7
Extreme minimum	3.7	7.3	10	15.5	19.6	20	20.5	20.7	16.8	13.3	6	5	3.7

การคำนวณ จะทำการแบ่งความหนาของผนังออกเป็นส่วนย่อยๆ และทำการคำนวณซ้ำกันหลายๆครั้ง เพื่อคำนวณหาอุณหภูมิที่ Nodes ต่างๆได้ โดยเริ่มจากการกำหนดอุณหภูมิเริ่มต้นที่ของทุกจุดภายในผนัง อุณหภูมิขาเข้าของน้ำที่เข้าผนัง อุณหภูมิบรรยากาศ ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของอากาศผนังด้านนอกและด้านใน ก่อนนำไปแทนในสมการ เมื่อทำการคำนวณ จะทราบค่าอุณหภูมิแต่ละจุดของผนังภายในอาคารเมื่อเวลาผ่านไปได้ โดยที่ขั้นตอนการคำนวณทั้งหมดแสดงได้ดังรูปที่ 2.5





รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved