

การศึกษาและเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นระหว่างวิธีการสมดุลความร้อน และวิธีซีแอลที่ดี

Analysis and Comparison on Cooling Loads between Heat Balance and CLTD method.

ตุลย์ มณีวัฒนา และ สมบูรณ์ ตีรสิทธิ์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

โทร (02) 2186640, โทรสาร (02) 2522889, E-Mail: fmetmn@eng.chula.ac.th

Tul Manewattana and Somboon Tirasit

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

Tel : (02) 2186640, Fax: (02) 2522889, E-Mail: fmetmn@eng.chula.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการหาภาระการทำความเย็นของโซนโดยการเปรียบเทียบค่าดังกล่าวระหว่างวิธีการสมดุลความร้อนและวิธีซีแอลที่ดี จากผลจากการเปรียบเทียบพบว่าทั้ง 2 วิธีคำนวณหาภาระการทำความเย็นในกรณีเดียวกันให้ค่าแตกต่างกัน ทั้งนี้จากการทดลองเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยการพาซึ่งแต่เดิมนั้นวิธีซีแอลที่ดีใช้ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวจาก ASHRAE Handbook of Fundamentals เป็นค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ใช้ในวิธีการสมดุลความร้อนที่คำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทน พบว่าทั้ง 2 วิธีคำนวณค่าภาระการทำความเย็นได้ใกล้เคียงกันมาก และในทางกลับกัน หากลองเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ใช้ในวิธีการสมดุลความร้อนเป็นค่าใน ASHRAE Handbook of Fundamentals ก็พบว่าสามารถคำนวณค่าภาระการทำความเย็นได้ใกล้เคียงกับวิธีซีแอลที่ดีเช่นกัน ดังนั้นสาเหตุที่ทำให้วิธีซีแอลที่ดีและวิธีการสมดุลความร้อนคำนวณค่าภาระการทำความเย็นได้แตกต่างกันมาจากค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ใช้ใน 2 วิธีนั้นมีค่าต่างกันและให้ค่าที่แตกต่างกัน

Abstract

This paper present the study about zone cooling load by Heat Balance and CLTD method. Results from comparison show that both methods give difference cooling loads. By trying to change the surface film coefficients from ASHRAE, for CLTD method, to surface film coefficients from mathematical model used in the Heat Balance method, the results from both method turn out to be very close. Vice versa when we use the surface film coefficients in the calculation by Heat Balance method, the results from both methods turn out to be very close also. Therefore we may conclude that the different are due mainly to the different in value of surface film coefficients used.

1. บทนำ

การเลือกเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องหนึ่งเบื้องต้นเราต้องทราบค่าภาระการทำความเย็นของห้องนั้น หากค่าภาระการทำความเย็นที่ใช้เลือกมีค่ามากเกินไปจะทำให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่เกินความจำเป็นทำให้สิ้นเปลืองเงินและพลังงานในการเดินเครื่อง ถ้าหากได้น้อยเกินไปนั้นเครื่องปรับอากาศที่เลือกก็ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นนิยมใช้วิธีซีแอลที่ดีเนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถเข้าใจขั้นตอนการคำนวณได้ง่าย และยังสามารถคำนวณได้ด้วยเครื่องคิดเลขทั่วไป อีกวิธีหนึ่งที่สามารถคำนวณค่าภาระการทำความเย็น คือ วิธีการสมดุลความร้อนซึ่งวิธีนี้ไม่ใช่วิธีใหม่แต่ไม่เป็นที่ยอมรับในช่วงเวลาที่ผ่านมาเพราะเป็นวิธีขั้นพื้นฐานในการคำนวณและต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ไม่สามารถใช้เครื่องคิดเลขทั่วไปซึ่งไม่สะดวก แต่ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้พัฒนามากขึ้น ฉะนั้นปัญหาดังกล่าวจึงหมดไป บทความนี้จะทำการศึกษาเชิงเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นที่คำนวณได้จากวิธีการสมดุลความร้อนและวิธีซีแอลที่ดีว่าได้ค่าเท่ากันหรือไม่ หากไม่เท่ากันนั้นจะมีสาเหตุจากอะไร

2. ทฤษฎี

2.1 การคำนวณภาระการทำความเย็นด้วยวิธีสมดุลทางความร้อน

วิธีการสมดุลความร้อนเป็นวิธีการหนึ่งในการหาค่าภาระความร้อนของห้อง ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยตรงจากกฎข้อที่ 1 ของอุณหพลศาสตร์ (กฎการอนุรักษ์พลังงาน)

กระบวนการทางความร้อนที่ใช้ในวิธีการสมดุลความร้อนประกอบด้วยกระบวนการถ่ายเทความร้อนหลายกระบวนการ มีทั้งการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี การพาความร้อนที่ผิวของอาคาร และการนำความร้อนผ่านส่วนประกอบต่างๆของอาคาร

การคำนวณหาภาระการทำความเย็นด้วยวิธีการสมดุลความร้อนนี้เกี่ยวข้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่างๆ โดยมีสมมุติฐานที่จำเป็น ดังนี้

1. อุณหภูมิของผิวแต่ละพื้นผิวมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ
2. การแผ่รังสีคลื่นยาวและคลื่นสั้นของแต่ละพื้นผิวมีความสม่ำเสมอ
3. พื้นผิวมีการแผ่รังสีแบบกระจาย
4. อากาศในห้องมีอุณหภูมิสม่ำเสมอ
5. การนำความร้อนเป็นแบบ 1 มิติ

กระบวนการในวิธีการสมดุลความร้อนแบ่งได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ สมดุลความร้อนที่ผิวด้านนอกของพื้นผิว กระบวนการนำความร้อนของกำแพง สมดุลความร้อนที่ผิวด้านใน และสมดุลความร้อนเมื่อคิดอากาศภายในเป็นปริมาตรควบคุม ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งแสดงกระบวนการสมดุลความร้อน ส่วนบนของรูปที่ล้อมกรอบเส้นปะสำหรับสมดุลที่แต่ละพื้นผิวที่ปิดล้อมโซน ลูกศรแสดงทิศทางการถ่ายเทความร้อน กรอบวงกลมแทนแหล่งความร้อนต่างๆ และกรอบสี่เหลี่ยมแทนกระบวนการสมดุลความร้อนทั้ง 4 กระบวนการ

2.1.1. สมดุลความร้อนที่ผิวภายนอก

พิจารณาที่พื้นผิวใดๆที่มีผิวด้านหนึ่งติดกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผิวดังกล่าวจะได้รับความร้อนและการแลกเปลี่ยนความร้อนกับแหล่งความร้อนต่างๆ คือ แสงแดด ท้องฟ้า พื้น และอากาศภายนอก สมการสมดุลที่ตำแหน่งนี้มีรูปแบบดังนี้

$$q''_{sol} + q''_{LWR} + q''_{conv} - q''_{ko} = 0 \quad (1)$$

โดย

q''_{ko} = ฟลักซ์ความร้อนโดยการนำ

q''_{sol} = ฟลักซ์ความร้อนจากรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ผิวดูดซับ

q''_{LWR} = ฟลักซ์ความร้อนสุทธิจากการแลกเปลี่ยนรังสีคลื่นยาวระหว่างผิวกับสิ่งแวดล้อม

q''_{conv} = ฟลักซ์ความร้อนจากการพาความร้อนระหว่างผิวกับอากาศภายนอก

ทุกเทอมมีค่าเป็นบวกสำหรับฟลักซ์สุทธิที่มีทิศเข้าสู่ผิวยกเว้นเทอมการนำความร้อนซึ่งมีค่าบวกเมื่อมีทิศออกจากผิวเข้าสู่เนื้อของกำแพงรายละเอียดของแต่ละเทอมมีปรากฏใน [5]

2.1.2. กระบวนการนำความร้อนผ่านกำแพง

เนื่องจากการนำความร้อนผ่านกำแพงเชื่อมโยงกับสมดุลความร้อนที่ผิวด้านนอกและภายใน ฉะนั้นการนำความร้อนผ่านกำแพงจึงนับว่าสำคัญ ในวิธีการสมดุลความร้อน ใช้วิธีการ conduction transfer function (CTF) ในการคำนวณ ซึ่งฟลักซ์ความร้อนโดยการนำจะขึ้นกับอุณหภูมิ ณ เวลาปัจจุบันและอดีตที่ผ่านมา รวมถึงฟลักซ์ความร้อนในอดีตด้วย รูปแบบทั่วไปของฟลักซ์ความร้อนมีดังนี้

$$q''_{ki} = -Z_o T_{i,t} + Y_o T_{o,i} - \sum_{j=1}^{nz} Y_j T_{i,t-j\delta} - \sum_{j=1}^{nz} X_j T_{o,t-j\delta} + \sum_{j=1}^{nq} \phi_j q''_{ki,t-j\delta} \quad (2)$$

สมการ(2)สำหรับฟลักซ์ความร้อนที่ผิวด้านในโซน

$$q''_{ko} = -Y_o T_{i,t} + X_o T_{o,i} - \sum_{j=1}^{nz} Y_j T_{i,t-j\delta}$$

$$\sum_{j=1}^{nz} X_j T_{o,t-j\delta} + \sum_{j=1}^{nq} \phi_j q''_{ko,t-j\delta} \quad (3)$$

สมการ (3) สำหรับฟลักซ์ความร้อนที่ผิวด้านนอกโซน โดย

X_j = inside CTF โดย $j = 0, 1, \dots, nz$

Y_j = cross CTF โดย $j = 0, 1, \dots, nz$

Z_j = outside CTF โดย $j = 0, 1, \dots, nz$

ϕ_j = flux CTF โดย $j = 0, 1, \dots, nq$

T_i = อุณหภูมิผิวของพื้นผิวด้านในโซน

T_o = อุณหภูมิผิวของพื้นผิวด้านนอกโซน

q''_{ko} = ฟลักซ์จากการนำที่ผิวของพื้นผิวด้านนอกโซน

q''_{ki} = ฟลักซ์จากการนำที่ผิวของพื้นผิวด้านในโซน

ตัวห้อย j แทนคาบของเวลาของแต่ละชั้นเวลา Δ ในเทอมแรกของแต่ละชุดสมการแยกออกมาเพื่อความสะดวกเพราะต้องการหาค่าของอุณหภูมิผิว ค่ามิติของการบวกแต่ละชุด คือ nz และ nq ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ รายละเอียดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสมการการนำความร้อนมีปรากฏใน [2]

2.1.3. สมดุลความร้อนที่ผิวภายใน

พิจารณาที่ผิวด้านที่อยู่ภายในโซน ที่ผิวนี้นี้จะได้รับความร้อนและการแลกเปลี่ยนความร้อนกับแหล่งต่างๆ คือ แหล่งความร้อนจากแสงไฟ อุปกรณ์ไฟฟ้า คน และการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวของโซน สมการสมดุลความร้อนส่วนนี้มีรูปแบบดังสมการต่อไปนี้

$$q''_{Lwx} + q''_{sw} + q''_{Lws} + q''_{ki} + q''_{sol} + q''_{conv} = 0. \quad (4)$$

โดย

q''_{Lwx} = ฟลักซ์ความร้อนสุทธิจากการแลกเปลี่ยนรังสีคลื่นยาวระหว่างผิวของโซน

q''_{sw} = ฟลักซ์ความร้อนสุทธิจากรังสีคลื่นสั้นจากแสงไฟ

q''_{Lws} = ฟลักซ์ความร้อนรังสีคลื่นยาวจากอุปกรณ์ภายใน

q''_{ki} = ฟลักซ์ความร้อนจากการนำความร้อนผ่านกำแพง

q''_{sol} = ฟลักซ์ความร้อนจากแสงแดดที่เข้ามาที่ผิวดูดซับ

q''_{conv} = ฟลักซ์ความร้อนจากการพาความร้อนระหว่างอากาศภายในกับผิวของพื้นผิว

รายละเอียดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสมการการนำความร้อนมีปรากฏใน [3]

2.1.4. สมดุลความร้อนที่อากาศภายใน

ในวิธีการสมดุลความร้อนนั้น มีจุดมุ่งหมายในการพิจารณาหาภาระการทำความเย็น สมดุลความร้อนส่วนนี้ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

$$q_{\text{conv}} + q_{\text{ce}} + q_{\text{iv}} + q_{\text{sys}} = 0. \quad (5)$$

โดย

q_{conv} = ความร้อนจากการพาจากพื้นผิว

q_{ce} = ความร้อนส่วนที่เป็นการพาของอุปกรณ์ภายใน

q_{iv} = ความร้อนส่วนที่เป็น sensible จากการระบายอากาศ

q_{sys} = ความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่/ออกจาก ระบบปรับอากาศ
รายละเอียดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสมการการนำความร้อนมีปรากฏใน [5]

2.1.5. ระบบสมการวิธีการสมดุลความร้อน

ตัวแปรที่ต้องการหาเบื้องต้นของสมดุลความร้อน คือ อุณหภูมิผิวของแต่ละพื้นผิวทั้งด้านใน และ ด้านนอกโซนในแต่ละชั่วโมงรวม 24 ชั่วโมง ตัวห้อยตัวแรก i แทนชื่อของพื้นผิว และ j แทนเวลา ดังนั้นตัวแปรที่ต้องการหา คือ

$T_{\text{so},j}$ แทน อุณหภูมิผิวของพื้นผิวที่อยู่ด้านนอกโซนและ

$T_{\text{si},j}$ แทน อุณหภูมิผิวของพื้นผิวที่อยู่ด้านในโซน โดย $i = 1, n$ และ

$j = 1, \dots, 24$ โดย n แทนจำนวนพื้นผิวที่ประกอบขึ้นเป็นโซน รวมถึง

$q_{\text{sys},j}$ = ภาระการทำความเย็นในแต่ละชั่วโมง โดย $j = 1, 2, \dots, 24$

จากสมการ (1) และ (3) นำมารวมกันเพื่อแก้สมการหาค่า $T_{\text{so},j}$ ของแต่ละชั่วโมง รวม n สมการ

$$T_{\text{so},j} = \left\{ \sum_{k=1}^{nz} T_{\text{si},j-k} Y_{i,k} - \sum_{k=1}^{nz} T_{\text{so},j-k} Z_{i,k} - \sum_{k=1}^{nq} \phi_{i,k} q''_{\text{ko},j-k} + \frac{q''_{\text{sol},j} + q''_{\text{LWR},j} + T_{\text{si},j} Y_{i,o} + T_{o,j} h_{\text{co},j}}{Z_{i,o} + h_{\text{co},j}} \right\} \quad (6)$$

โดย

T_o = อุณหภูมิอากาศภายนอกโซน

h_{co} = ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวด้านนอก

ในทำนองเดียวกันสำหรับด้านในโซน รวมสมการ(2) และ (4) เพื่อแก้สมการหาค่า T_{si} ของแต่ละชั่วโมง รวม n สมการ

$$T_{\text{si},j} = \left\{ \sum_{k=1}^{nz} T_{\text{so},j-k} Y_{i,k} - \sum_{k=1}^{nz} T_{\text{si},j-k} Z_{i,k} - \sum_{k=1}^{nq} \phi_{i,k} q''_{\text{ki},j-k} + \frac{q''_{\text{LWS}} + q''_{\text{LWX}} + q''_{\text{sw}} + q''_{\text{sol}} + T_{\text{so},j} Y_{i,o} + T_a h_{\text{ci},j}}{Z_{i,o} + h_{\text{co},j}} \right\} \quad (7)$$

โดย

T_a = อุณหภูมิอากาศภายในโซน

h_{ci} = ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวด้านใน

ซึ่งในสมการ (6) และ (7) อุณหภูมิผิวฝั่งตรงข้ามที่เวลาปัจจุบันปรากฏอยู่ทางด้านขวามือของสมการ เพราะฉะนั้นเราต้องแก้สมการทั้ง 2 พร้อมๆกัน เหลือสมการ (5) ซึ่งจะเป็นสมการในการคำนวณหาภาระการทำความเย็นในแต่ละชั่วโมง ดังนี้

$$q_{\text{sys}} = q_{\text{ce}} + q_{\text{iv}} + \sum_{i=1}^{12} A h_{\text{ci}} (T_{\text{si},i} - T_a) \quad (8)$$

2.2. การคำนวณภาระการทำความเย็นด้วยวิธีซีแอลทีดี

โดยวิธีการที่ใช้ในการคำนวณเกี่ยวข้องกับลักษณะการถ่ายเทความร้อนในกรณีตัวอย่าง ได้แก่ การนำความร้อนผ่านผนัง หลังคา และกระจก การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ผ่านกระจก และการนำความร้อนผ่านพื้น เพดาน และพื้นผิวด้านใน (partition) มีรูปแบบดังนี้
การนำความร้อนผ่านผนังภายนอก หลังคาและกระจก

$$Q = U \times A \times \text{CLTD} \quad (9)$$

โดย

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง หลังคา หรือกระจก

A = พื้นที่ของผนัง หลังคา หรือกระจก

CLTD = cooling load temperature difference

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ผ่านกระจก

$$Q = A \times \text{SC} \times \text{SHGF} \times \text{CLF} \quad (10)$$

โดย

SC = สัมประสิทธิ์การบังเงา (Shading coefficient)

A = พื้นที่ของกระจก

SHGF = ค่า solar heat gain factor ที่มากที่สุด สำหรับ ทิศทางของพื้นผิว ตำแหน่งที่ตั้งและเวลาที่กำหนด

CLF = cooling load factor

การนำความร้อนผ่านพื้น เพดาน และผนังด้านใน

$$Q = U \times A \times \text{TD} \quad (11)$$

โดย

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของพื้นผิว

A = พื้นที่ของพื้นผิว

TD = ผลต่างอุณหภูมิระหว่างโซนกับด้านนอกโซน

3. การคำนวณภาระการทำความเย็น

ในการศึกษาเชิงเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นระหว่างวิธีสมดุลความร้อนและซีแอลทีดีนี้จะกำหนดโซนตัวอย่างเพื่อพิจารณา 2 โซน และวิธีสมดุลความร้อนจะคำนวณจากโปรแกรมที่เขียนขึ้น และวิธีซีแอลทีดีจะใช้โปรแกรม TMW_CL1 ในการคำนวณ

ภาระการทำความเย็นรายชั่วโมง โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับโซนตัวอย่าง ดังนี้

3.1.รายละเอียดของโซนที่พิจารณา

พิจารณาแผนผังโซนตัวอย่างตามรูปที่ 2. ซึ่งโซนตัวอย่างดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

แบบที่ 1 เป็นโซนตัวอย่างที่ตั้งในกรุงเทพฯ เป็นห้องขนาด 5 ม. x 7 ม. x 2.7 ม. โดยชั้นบนและชั้นล่างของโซนจะไม่ปรับอากาศ มีผลต่างอุณหภูมิเท่ากับ 6.67°C โดยผนังเป็นผนังก่ออิฐ 3" ฉาบปูนทั้ง 2 หน้าหนา 0.5" หน้าต่างเป็นกระจกใสธรรมดาหนา 3" สำหรับเพดานและพื้นประกอบด้วยไม้ปาร์เก้หนา 0.5" คอนกรีตเสริมเหล็ก 4" ช่องว่างอากาศและฝ้ายิปซัมบอร์ดหนา 9 มม. และมีรายละเอียดสำหรับพื้นผิวต่างๆ ดังนี้

ทิศทาง	พื้นผิว	พื้นที่ (m^2)
W	ผนังด้านนอก	15.2
S	ผนังด้านนอก	13.5
N	ผนังด้านนอก	8.5
W	หน้าต่าง	3.8
N	หน้าต่าง	5.0
E	Partition	18.9
Up	เพดาน	35.0
Down	พื้น	35.0

แบบที่ 2 เป็นโซนตัวอย่างในลักษณะเดียวกับแบบที่ 1 แต่เปลี่ยนเพดานเป็นหลังคาแทน โดยหลังคาซึ่งเป็นดาดฟ้าคอนกรีตความหนาแน่นต่ำหนา 4" และมีรายละเอียดเกี่ยวกับพื้นผิวต่างๆ ดังนี้ คือ

ทิศทาง	พื้นผิว	พื้นที่ (m^2)
W	ผนังด้านนอก	15.2
S	ผนังด้านนอก	13.5
N	ผนังด้านนอก	8.5
W	หน้าต่าง	3.8
N	หน้าต่าง	5.0
E	partition	18.9
Up	หลังคา	35.0
Down	พื้น	35.0

3.2.ผลการคำนวณและการเปรียบเทียบ

พิจารณาค่าภาระการทำความเย็นที่คำนวณได้สำหรับโซนที่ 1 และ 2 ในรูปที่ 3.1. และ 4.1. ตามลำดับ โดย HB ในรูปแทนค่าภาระการทำความเย็นที่ได้จากวิธีสมมูลความร้อน และ CLTD แทนค่าภาระการทำความเย็นที่ได้จากวิธีซีแอลทีดี พบว่า ค่าภาระการทำความเย็นจากทั้ง 2 วิธีที่มีความแตกต่างกัน โดยในโซนตัวอย่างที่ 1 นั้นค่าภาระการทำความเย็นโดยเฉลี่ย 24 ชั่วโมงที่ได้จากวิธีซีแอลทีดีสูงกว่าที่ได้จากวิธีสมมูลความร้อนประมาณ 55 % ส่วนโซนที่ 2 นั้นวิธีซีแอลทีดีให้ค่ามากกว่าประมาณ 50 % จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน วิธีซีแอลทีดีนั้นเดิมใช้ค่าตามตารางที่ 1. ซึ่งเป็นค่าที่เสนอใน

[1] และวิธีสมมูลความร้อนนั้นเดิมใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ใน [5] ซึ่งแสดงผลการคำนวณสัมประสิทธิ์ดังกล่าวในรูปที่ 5. และ 6. สำหรับโซนที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อลองเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยการพาในวิธีการสมมูลความร้อนจากเดิมที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังแสดงในรูปที่ 5. และ 6. มาใช้ค่าในตารางที่ 1. จะเห็นได้ว่าภาระการทำความเย็นที่คำนวณโดยทั้ง 2 วิธีให้ค่าใกล้เคียงกันมากตามรูปที่ 3.2. และ 4.2. ในทำนองเดียวกัน หากนำค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง มาใช้ในวิธีซีแอลทีดี จะพบว่าค่าภาระการทำความเย็นทั้ง 2 วิธีก็ให้ผลใกล้เคียงกันเช่นกัน ตามแสดงในรูปที่ 3.3. และ 4.3. ทั้ง 2 กรณีตัวอย่าง ดังนั้นสาเหตุที่ทำให้วิธีซีแอลทีดีและวิธีการสมมูลความร้อนคำนวณค่าภาระการทำความเย็นไม่เท่ากันน่าจะมาจากค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของทั้ง 2 วิธีที่มีมาแตกต่างกันและให้ค่าไม่เท่ากัน

4.สรุป

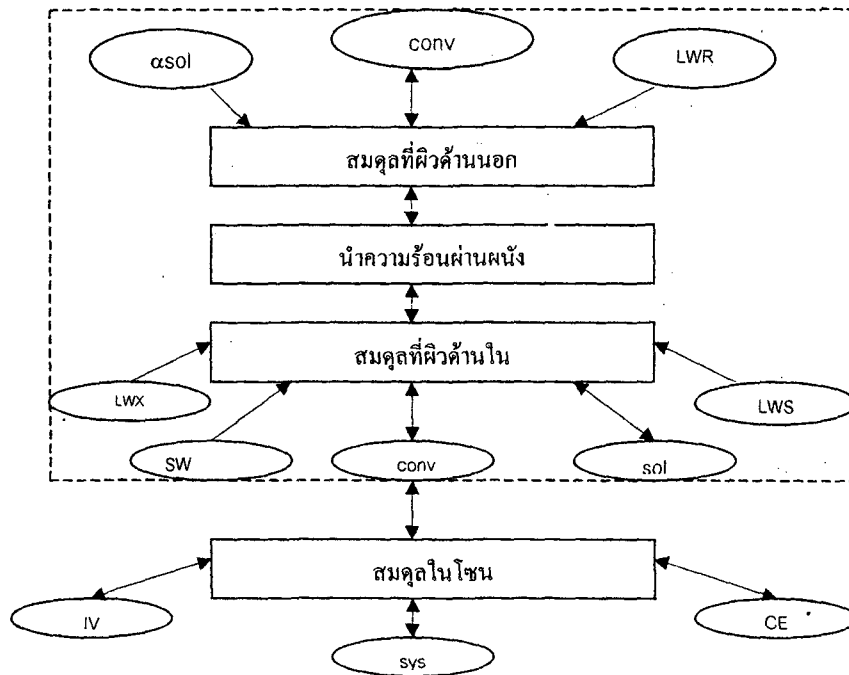
จากการเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นสำหรับ 2 กรณีตัวอย่างระหว่างวิธีสมมูลความร้อนและวิธีซีแอลทีดีให้ผลต่างกันดังแสดงในรูปที่ 3.1. และ 4.1. และจากผลการทดสอบลองเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยการพาทั้ง 2 วิธีให้สอดคล้องกันพบว่า วิธีสมมูลความร้อนและวิธีซีแอลทีดีต่างคำนวณค่าภาระการทำความเย็นได้ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นด้วยวิธีใดก็ตามควรพิจารณาเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยการพาให้เหมาะสมด้วย เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวมีผลต่อการคำนวณค่าภาระการทำความเย็น ซึ่งเป็นค่าเบื้องต้นอย่างหนึ่งในการตัดสินใจเลือกเครื่องปรับอากาศ

เอกสารอ้างอิง

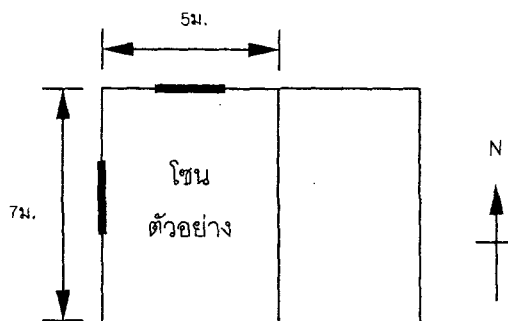
- [1] American Society of Heating, Refrigerating and Air Condition Engineers, "ASHRAE Handbook of Fundamentals", 1997.
- [2] Hittle, D.C. 1979. "Calculating building heating and cooling loads using the frequency response of multilayered slabs. Ph.D. thesis, University of Illinois at Urbana Champaign.
- [3] Liesen, R.J. 1997 "An evaluation of inside surface heat balance model for cooling load calculations.", ASHRAE Transaction 103(2).
- [4] McClellan, T.M. 1997. "Investigation of outside heat balance model for use in a heat balance cooling load calculation procedure.", ASHRAE Transaction 103(2).
- [5] Pedersen, C.O. 1997. "Development of a heat balance procedure for cooling loads.", ASHRAE Transaction 103(2).
- [6] Yazdani, M., and J.H. Klems. 1994. "Measurement of the exterior convective film coefficient for windows in low-rise buildings.", ASHRAE Transactions 100(1)

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนในASHRAE (W/m^2K)

ตำแหน่งของพื้นผิว	ทิศทางการไหลของความร้อน	สัมประสิทธิ์การพาความร้อน
อากาศนิ่ง		
พื้นผิวในระนาบระดับ	ขึ้น	9.26
พื้นผิวเอียง 45°	ขึ้น	9.09
พื้นผิวในระนาบตั้งฉาก	แนวระดับ	8.29
พื้นผิวเอียง 45°	ลง	7.50
พื้นผิวในระนาบระดับ	ลง	6.13
อากาศเคลื่อนไหว		
ความเร็วลม 6.7 m/s	ใดๆ	34.0
ความเร็วลม 3.4 m/s	ใดๆ	22.7



รูปที่ 1. แผนภาพแสดงกลไกการถ่ายเทความร้อนสู่โซน



รูปที่ 2. แผนผังสำหรับโซนตัวอย่าง