บทที่ 4

แนวทางการปรับปรุงรูปแบบของโปรแกรม OTTV/ RTTV

1) การวิเคราะห์การคำนวณค่า OTTV/ RTTV

จากการศึกษาวิธีการคำนวณค่า OTTV/ RTTV ในทุกขั้นตอน สามารถสรุปหลักการในการคำนวณได้ดังนี้

ก) ค่า OTTV/ RTTV เป็นค่าการถ่ายเทความร้อนรวมเข้าสู่อาคารเฉลี่ยต่อปี (Average External Heat Gain) และมีค่าเป็นการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารต่อ 1 หน่วยพื้นที่ของกรอบอาคาร

ข) คำนวณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทึบโดยอาศัยค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Equivalent Temperature Difference : TD_{eq}) ซึ่งคำนึงถึงมวลและพื้นผิวของผนัง แต่ไม่คำนึงถึงทิศทาง (Orientation) ของผนังนั่นคือ ค่า TD_{eq} จะเปลี่ยนแปลงตามมวลและพื้นผิวของผนังแต่จะไม่เปลี่ยนแปลงตามทิศทางต่างๆ ของผนัง

ค) คำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านวัสดุโปร่งแสง โดยใช้ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร (ΔT) ซึ่งไม่คำนึงถึงมวลหรือพื้นผิวผนัง รวมทั้งทิศทางของช่องเปิดด้วย

ง) คำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านวัสดุโปร่งแสง โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพการบังแดดของช่องเปิดเฉลี่ยตลอดปี

จ) ผลจากค่าฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบหน้าต่าง (Solar Factor) ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องเปิด (Shading Coefficient) ได้ถูกกำหนดให้มีวิธีการคำนวณอย่างละเอียด และใช้ค่าเฉลี่ยจาก 4 วันใน 1 ปี ซึ่งครอบคลุมช่วงเวลาทั้งหมดของปี แต่ค่าฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ใช้ในการคำนวณได้มาจากการเก็บข้อมูลจริงโดยใช้เวลาตามนาฬิกา (Clock Time) มิใช่เวลาตามตำแหน่งดวงอาทิตย์จริง (Solar Time)

จากการศึกษาพบว่า เส้นทางโคจรของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันบนตำแหน่งต่างๆบนพื้นผิวโลก จะมีลักษณะสมมาตรตามแนวแกนทิศเหนือ-ใต้ และค่าฟลักซ์รังสีอาทิตย์ในแต่ละเวลาขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ นั่นคือผนังที่อยู่ในทิศทางที่ตรงข้ามกัน ตามแนวแกนเหนือ-ใต้ จะได้รับ

ฟลักซ์รังสีอาทิตย์เท่ากันในแต่ละวัน เพียงแต่จะได้รับคนละช่วงเวลาเท่านั้น (ยกตัวอย่างเช่น ผนังทิศตะวันออกในเวลา 10:00 น. ตามเวลาของดวงอาทิตย์ (Solar Time) จะได้รับฟลักซ์รังสีอาทิตย์เท่ากับผนังทิศตะวันตกในเวลา 14:00 น.) ดังนั้น ถ้ารวบรวมข้อมูลฟลักซ์รังสีตลอดปีมาหาค่าเฉลี่ยโดยไม่คำนึงถึงช่วงเวลาในการรับฟลักซ์รังสีอาทิตย์ของผนังแล้ว ดังนั้นผนังในทิศที่อยู่ตรงกันข้ามตามแนวแกนทิศเหนือ-ใต้ ก็จะต้องมีค่าฟลักซ์เฉลี่ยตลอดปีที่เท่ากัน เมื่อใช้เวลาตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์ (Solar Time) ในการเก็บข้อมูล แต่จากข้อมูลค่าฟลักซ์รังสีอาทิตย์ในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV จะเห็นว่าค่าฟลักซ์รังสีอาทิตย์ของทิศที่อยู่ตรงข้ามตามแนวแกนทิศเหนือ-ใต้ มิได้มีค่าที่เท่ากันตามหลักการข้างต้น แต่จะมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย ทำให้สันนิษฐานได้ว่าในการเก็บข้อมูลจริงเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV นั้น ได้ทำการเก็บข้อมูลตามเวลาของนาฬิกา (Clock Time) ซึ่งเวลาตามนาฬิกาของประเทศไทย ได้ถูกกำหนดให้ใช้เวลาตามดวงอาทิตย์ที่จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นจังหวัดที่อยู่ทางตะวันออกของประเทศเป็นเกณฑ์ ดังนั้นเมื่อทำการเก็บข้อมูลที่จังหวัดอื่นๆ ที่อยู่ทางทิศตะวันตกของจังหวัดอุบลราชธานีโดยใช้เวลาตามนาฬิกาแล้ว จะเป็นการเก็บข้อมูลที่เร็วกว่าเวลาตามดวงอาทิตย์ของบริเวณนั้น ผลก็คือค่าฟลักซ์รังสีอาทิตย์ของทิศที่อยู่ทางด้านตะวันออกตามแนวแกนทิศเหนือ-ใต้ จะมีค่ามากกว่าทิศที่อยู่ทางด้านตะวันตกเล็กน้อย

เหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้ไม่สามารถนำค่าฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ใช้ในการคำนวณค่า OTTV/RTTV ไปใช้ในการคำนวณการใช้พลังงานได้ เนื่องจากเป็นค่าที่มิได้มีการระบุเวลาที่แน่นอน ซึ่งในการคำนวณภาระการทำความเย็นและการประเมินการใช้พลังงานในอาคารต้องคำนึงถึงช่วงเวลาในการใช้พลังงานเป็นสำคัญด้วย

จากการศึกษาการคำนวณค่า OTTV/ RTTV ทำให้สามารถสรุปได้ว่าไม่สามารถนำข้อมูลต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเวลา ไปใช้ในการคำนวณการประเมินใช้พลังงานในอาคารได้ ส่วนข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการประเมินการใช้พลังงานในอาคารได้ ได้แก่ ข้อมูลที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับเวลา (วัสดุกรอบอาคาร, คุณสมบัติการกันความร้อนของกรอบอาคาร, พื้นที่กรอบอาคาร, ทิศทางและมุมเอียงของกรอบอาคาร)

2) การวิเคราะห์โปรแกรมคำนวณค่า OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน

จากการศึกษาในเบื้องต้น พบว่าโปรแกรมคำนวณ OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีรูปแบบที่ก่อให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งานอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ

2.1) การป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม โปรแกรม OTTV/ RTTV ต้องการการป้อนข้อมูลเป็นจำนวนมาก ซึ่งต้องอาศัยผู้มีความรู้ด้านพลังงานจึงจะสามารถทำการป้อนข้อมูลได้ ปัญหาในการป้อนข้อมูล สามารถแบ่งได้เป็น

- การป้อนข้อมูลวัสดุกรอบอาคาร
- การป้อนข้อมูลทางกายภาพ (รูปทรง) ของอาคาร
- การป้อนข้อมูลส่วนอุปกรณ์บังแดดของช่องเปิด

2.2) การแสดงผลของโปรแกรมที่ผู้ออกแบบไม่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงกรอบอาคารได้โดยสะดวก

3) แนวทางในการป้อนข้อมูลกรอบอาคาร

3.1) การวิเคราะห์หาแนวทางในการป้อนข้อมูลที่เหมาะสม

3.1.1) การป้อนข้อมูลวัสดุกรอบอาคารเพื่อใช้ในการคำนวณ

เนื่องจากรูปแบบของโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบันต้องการการป้อนข้อมูลเป็นจำนวนมากเข้าสู่โปรแกรม และการป้อนข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุกรอบอาคารก็เป็นสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่ง จึงทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้โปรแกรมสำหรับผู้ใช้โปรแกรมที่มีประสพการณ์ด้านพลังงานไม่มากนัก

จุดประสงค์ในการป้อนข้อมูลวัสดุกรอบอาคารก็เพื่อนำไปหาค่า สปส. การกันความร้อน (U) ของกรอบอาคาร เพื่อนำไปคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อน จากการศึกษาพบว่าแนวทางในการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมเพื่อให้ได้มาซึ่งค่า U เพื่อใช้ในการคำนวณมีอยู่หลายแนวทางดังนี้

3.1.1.1) การป้อนค่า U รวมของกรอบอาคารเข้าสู่โปรแกรมโดยตรง โดยการป้อนค่า U ที่เป็นตัวเลขเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมต้องคำนวณค่า U โดยตรงก่อนทำการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม

ข้อดี

ก) มีการป้อนข้อมูลน้อย

ข้อเสีย

ก) ต้องเตรียมข้อมูลเพื่อการคำนวณโดยตรง ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมต้องมีความรู้ในระดับหนึ่ง

ข) ไม่สะดวกในการตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูล

3.1.1.2) การป้อนข้อมูลกรอบอาคารทีละชั้นของวัสดุ อาจป้อนข้อมูลคุณสมบัติต่างๆของวัสดุเช่นเดียวกับโปรแกรมเดิม หรือจะกำหนดข้อมูลบางอย่างไว้ในโปรแกรมตามชื่อของวัสดุได้ เช่น ค่า k ของวัสดุ , ค่า R ของวัสด, และความหนาแน่นของวัสดุ

ข้อดี

ก) ตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลได้ง่ายขึ้น

ข้อเสีย

ก) ไม่สะดวกในการป้อนข้อมูล ผู้ใช้โปรแกรมต้องมีความรู้ในระดับหนึ่ง

ข) อาจเกิดความผิดพลาดในการป้อนข้อมูลต่าง ๆ เช่น ความหนา หรือการเรียงวัสดุ หากผู้ใช้โปรแกรมไม่มีความรู้เพียงพอ

3.1.1.3) การป้อนข้อมูลกรอบอาคารจากฐานข้อมูลที่เป็นชุดของวัสดุ คือการกำหนดข้อมูลทุกอย่างของกรอบอาคารไว้ในโปรแกรมตามชื่อของกรอบอาคารที่ตั้งไว้ เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมเลือกใช้กรอบอาคารในการคำนวณได้เมื่อต้องการ

ข้อดี

ก) ผู้ใช้โปรแกรมสามารถป้อนข้อมูลได้ โดยไม่ต้องอาศัยความรู้ด้านคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุมากนัก

ข้อเสีย

ก) ตรวจสอบและแก้ไขได้ยาก หากไม่สามารถเข้าไปตรวจสอบและแก้ไขในฐานข้อมูลได้

จากการวิเคราะห์การป้อนข้อมูลกรอบอาคารเป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณโดยตรง(ค่า U) ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ก่อนการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องทำการคำนวณค่าต่างๆโดยตรง ซึ่งทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน และจะทำให้มีการตรวจสอบได้ยาก อีกทั้งเมื่อจะทำการแก้ไขกรอบอาคารแม้เพียงเล็กน้อย ก็จะต้องทำการคำนวณโดยตรงใหม่ทั้งหมด

ส่วนการวิเคราะห์การป้อนข้อมูลกรอบอาคารทีละชั้นวัสดุ ทำให้สามารถสรุปได้ดังนี้

ก) ในการป้อนข้อมูลวัสดุทีละชั้น อาจทำให้เกิดการวางตำแหน่งของวัสดุแต่ละชั้นที่ผิดไปจากหลักการก่อสร้างที่ถูกต้องได้ ถ้าผู้ใช้โปรแกรมไม่มีความรู้ในหลักการก่อสร้างอย่างเพียงพอ และจะมีผลกระทบต่อการพิจารณาค่า Cooling Load Temperature Difference (CLTD) ในภายหลังได้

ข) ในบางกรณี ความหนาของวัสดุอาจเปลี่ยนแปลงไปตามการก่อสร้าง ยกตัวอย่าง เช่น ความหนาของปูนฉาบของผนังก่ออิฐฉาบปูนและผนังคอนกรีตมวลเบาจะมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากวิธีการก่อสร้างมีความละเอียดที่แตกต่างกัน จึงอาจมีการป้อนข้อมูลความหนาของวัสดุผิดพลาดได้ถ้าผู้ใช้โปรแกรมมีความรู้ด้านวิธีการก่อสร้างไม่เพียงพอ

ค) การพิจารณาค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α) ของกรอบอาคารตามการออกแบบ อาจทำให้เกิดความไม่สะดวก สำหรับผู้ที่ไม่คุ้นเคยในการพิจารณาค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์มาก่อน (ดังการพิจารณาค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ในภาคผนวก ก)

ส่วนการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมโดยเลือกวัสดุเป็นชุดสำเร็จรูปของกรอบอาคารที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลของโปรแกรม จะทำให้ผู้ใช้โปรแกรมมีความสะดวกในการใช้โปรแกรมมากที่สุด เนื่องจากเป็นการลดขั้นตอนการป้อนข้อมูลกรอบอาคารในส่วนที่ต้องอาศัยความรู้ทางวิชาการออกไป อีกทั้งยังสามารถทำการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงข้อมูลได้โดยสะดวก

จากการวิเคราะห์แนวทางการป้อนข้อมูลวัสดุกรอบอาคารทั้ง 3 แนวทางข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่าควรใช้การป้อนข้อมูลโดยการเลือกกรอบอาคารจากฐานข้อมูลที่เป็นชุดของวัสดุ และการให้มีการแก้ไขข้อมูลวัสดุกรอบอาคารได้ เพื่อให้มีการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงได้โดยสะดวก อีกทั้งยังทำให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถสร้างกรอบอาคารใหม่ขึ้นมาได้เอง หากไม่มีชุดของกรอบอาคารที่ต้องการ

3.1.2) การป้อนข้อมูลพื้นที่กรอบอาคาร

การป้อนข้อมูลพื้นที่กรอบอาคาร มีจุดประสงค์หลักเพื่อหาพื้นที่ผิวของกรอบอาคารแต่ละชนิดในแต่ละทิศทางเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณในขั้นตอนต่างๆ จากการศึกษาพบว่ามีแนวทางหลักต่างๆ ดังนี้

3.1.2.1) การป้อนข้อมูลรูปทรงอาคารในลักษณะ 3 มิติ เข้าสู่โปรแกรม

เป็นการเขียนรูป 3 มิติของกรอบอาคารลงบนคอมพิวเตอร์ (ไม่ว่าจะใช้โปรแกรมใดๆในการช่วยเขียนรูป) ในลักษณะเหมือนจริง โดยต้องเขียนกรอบอาคารแยกตามชนิดของกรอบอาคารและตามทิศทางต่างๆ ให้ได้ขนาดที่ถูกต้อง เพื่อนำไปกำหนดว่าพื้นที่กรอบอาคารส่วนใดทำจาดกรอบอาคารชนิดใด

ข้อดี

ก) ได้ข้อมูลในการคำนวณที่แม่นยำ

ข) นอกจากได้พื้นที่กรอบอาคารแล้ว ยังได้การบังเงาซึ่งกันและกันของกรอบอาคารในแต่ละเวลา สำหรับการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารโดยละเอียด

ค) ได้ข้อมูลพื้นที่ใช้งานในอาคารด้วย

ง) ได้รูปทรงของอาคารเก็บไว้ในโปรแกรม ทำให้เกิดความสะดวกในการตรวจสอบและแก้ไข

ข้อเสีย

ก) ต้องอาศัยผู้มีความรู้ในการเขียนภาพ 3 มิติลงบนคอมพิวเตอร์ในการป้อนข้อมูล

ข) ทำให้มีขั้นตอนในการป้อนข้อมูลมาก เพื่อสร้างรูปทรงของอาคารและวัสดุกรอบอาคารต่างๆ

ค) ต้องป้อนข้อมูลกรอบอาคารทุกระนาบ ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการป้อนข้อมูลในกรณีที่อาคารมีหลายระนาบ

3.1.2.2) การป้อนข้อมูลในลักษณะ 3 มิติโดยสังเขป ร่วมกับการป้อนข้อมูลในลักษณะของตัวเลขพื้นที่

เป็นการเขียนรูป 3 มิติของกรอบอาคารให้ได้เป็นรูปทรงโดยสังเขป เพื่อกำหนดทิศทางและพื้นที่กรอบอาคารโดยรวมในแต่ละด้าน จากนั้นจึงกำหนดให้พื้นที่กรอบอาคารในด้านต่างๆ เป็นกรอบอาคารชนิดใดชนิดหนึ่งทั้งหมดเสียก่อน แล้วจึงป้อนข้อมูลพื้นที่กรอบอาคารชนิดอื่นในทิศทางต่างๆเข้าไปในลักษณะของตัวเลข เพื่อให้โปรแกรมนำไปหักลบออกจากกรอบอาคารชนิดแรกโดยอัตโนมัติ

ข้อดี

ก) ป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมได้โดยสะดวกขึ้นกว่าการป้อนข้อมูลในลักษณะ 3 มิติ ที่มีลักษณะเหมือนจริง

ข) อาจได้ข้อมูลพื้นที่ใช้งานของอาคารด้วย

ค) สามารถทำการตรวจสอบและแก้ไขได้โดยสะดวก เนื่องจากมีรูปทรงของอาคารอยู่ภายในโปรแกรม

ข้อเสีย

ก) การป้อนข้อมูลกรอบอาคารไม่ลดลงจากการป้อนข้อมูลของโปรแกรม OTTV / RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ข) ไม่สามารถเป็นตัวแทนของกรอบอาคารหลายชนิดที่ซ้อนอยู่ในชั้นเดียวกันได้ ทำให้ต้องอาศัยการป้อนข้อมูลรูปแบบอื่นเข้าช่วย

3.1.2.3) การป้อนข้อมูลในลักษณะ 2 มิติ และการป้อนข้อมูลความสูงชั้นเข้าสู่โปรแกรม ร่วมกับการป้อนข้อมูลในลักษณะของตัวเลขพื้นที่

เป็นการเขียนผังพื้นของอาคารลงบนคอมพิวเตอร์ (ไม่ว่าจะใช้โปรแกรมใดๆในการช่วยเขียนรูป) ประกอบกับการป้อนข้อมูลความสูงพื้นถึงพื้นของผังพื้นแต่ละชั้น เพื่อกำหนดทิศทางและพื้นที่กรอบอาคารโดยรวมในแต่ละด้าน จากนั้นจึงกำหนดให้พื้นที่กรอบอาคารในด้านต่างๆเป็นกรอบอาคารชนิดใดชนิดหนึ่งทั้งหมดเสียก่อน แล้วจึงป้อนข้อมูลพื้นที่กรอบอาคารชนิดอื่นในทิศทางต่างๆเข้าไปในลักษณะของตัวเลข เพื่อให้โปรแกรมนำไปหักลบออกจากกรอบอาคารชนิดแรกโดยอัตโนมัติ

ข้อดี

ก) ป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมได้โดยสะดวกขึ้นกว่าการป้อนข้อมูลในลักษณะ 3 มิติ

ข) ได้ข้อมูลพื้นที่ใช้งานของอาคารด้วย

ค) สามารถทำการตรวจสอบและแก้ไขได้โดยสะดวก

ข้อเสีย

ก) เกิดความไม่สะดวกในการป้อนข้อมูลระนาบเอียง และระนาบที่มิใช่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ข) ต้องป้อนข้อมูลกรอบอาคารทุกชั้นที่มีระนาบหรือวัสดุไม่เหมือนกัน

ค) ไม่สามารถเป็นตัวแทนของกรอบอาคารหลายชนิดที่ซ้อนอยู่ในชั้นเดียวกันได้ ทำให้ต้องอาศัยการป้อนข้อมูลรูปแบบอื่นเข้าช่วย

3.1.2.4) การป้อนข้อมูลพื้นที่กรอบอาคารเข้าสู่โปรแกรมโดยตรง

เป็นการป้อนข้อมูลพื้นที่กรอบอาคารในทิศทางต่างๆเข้าสู่โปรแกรมในลักษณะของตัวเลขพื้นที่ โดยไม่ต้องเขียนรูป 2 มิติ หรือ 3 มิติของกรอบอาคารเข้าสู่โปรแกรม

ข้อดี

ก) ไม่ต้องการผู้มีความรู้ในการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม

ข้อเสีย

ก) ต้องเตรียมการในการป้อนข้อมูลในระดับหนึ่ง

ข) ไม่ได้พื้นที่ใช้งานอาคาร

ค) ไม่มีความสะดวกในการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล

จากการศึกษาการป้อนข้อมูลรูปทรงของอาคารในลักษณะ 3 มิติเข้าสู่โปรแกรมเพื่อให้ได้พื้นที่ผิวของอาคารในการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารนั้น พบว่าจะทำให้เกิดความไม่สะดวกแก่ผู้ใช้โปรแกรม เนื่องจากต้องใช้ความรู้ความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์พอสมควรในการป้อนข้อมูล อีกทั้งหากมีแนวคิดในการดึงข้อมูลจากโปรแกรมเขียนภาพ 3 มิติที่มีอยู่ในปัจจุบันมาใช้ เช่น โปรแกรม 3D Studio, โปรแกรม Autocad, หรือโปรแกรม Archicad ก็จะทำให้ต้องมีการเขียนภาพ 3 มิติที่ละเอียดพอสมควร โดยที่จะต้องไม่มีพื้นที่ของกรอบอาคารที่ซ้อนทับกันอยู่ (เช่นการเขียนกระจกทับลงบนผนังทึบ โดยที่มิได้ตัดพื้นที่ผนังทึบส่วนที่ถูกทับออกไป) อีกทั้งในกรณีที่อาคารมีรูปทรงที่ซับซ้อน หรือมีกรอบอาคารหลายแบบซ้อนกันอยู่ในพื้นที่อาคารชั้นเดียวและการมีขนาดของช่องเปิดที่แตกต่างกันออกไปหลายขนาด ก็จะทำให้ผู้ใช้โปรแกรมต้องเขียนภาพ 3 มิติโดยละเอียดลงไปตามการออกแบบด้วย ดังนั้นการป้อนข้อมูลรูปทรงของอาคารในลักษณะ 3 มิติจึงทำให้ไม่มีความเหมาะสมสำหรับโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการใช้งานในช่วงของการออกแบบอาคารเบื้องต้น

สำหรับการเขียนรูปทรงของอาคารในลักษณะ 3 มิติขึ้นมาโดยสังเขป จะทำให้เกิดความสะดวกมากขึ้นกว่าการป้อนข้อมูลรูปทรงของอาคารในลักษณะ 3 มิติในลักษณะเหมือนจริง เนื่องจากจะลดการป้อนข้อมูลลงไปได้มาก แต่ก็ไม่สามารถแสดงถึงรายละเอียดต่างๆได้มากนัก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้การป้อนข้อมูลพื้นที่กรอบอาคารในลักษณะของตัวเลขเข้ามาประกอบ ดังนั้นจึงทำให้มีการป้อนข้อมูลกรอบอาคารที่มิได้ลดลงจากการป้อนข้อมูลของโปรแกรม OTTV/RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน แต่กลับทำให้มีการป้อนข้อมูลเพิ่มขึ้น ถึงอย่างไรก็ดี การป้อนข้อมูลในลักษณะดังกล่าวก้ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถทำการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลกรอบอาคารได้สะดวกมากกสขว่าการป้อนข้อมูลกรอบอาคารในลักษณะของตัวเลขแต่เพียงอย่างเดียว

ส่วนการป้อนข้อมูลในลักษณะ 2 มิติ ร่วมกับการป้อนข้อมูลความสูงขั้นเข้าสู่โปรแกรม นอกจากจะมีปัญหาคล้ายกับการป้อนข้อมูลเช่นเดียวกับการป้อนข้อมูลกรอบอาคารในลักษณะ 3 มิติเข้าสู่โปรแกรมแล้ว ยังมีปัญหาในการป้อนข้อมูลกรอบอาคารส่วนที่เป็นระนาบเอียงด้วย เนื่องจากการป้อนข้อมูลในลักษณะ 2 มิติ ร่วมกับการป้อนข้อมูลความสูงขั้น จะทำได้แต่พื้นที่กรอบอาคารส่วนที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่านั้น แต่มีปัญหาในการสร้างกรอบอาคารที่มีระนาบไม่ตั้งฉากกับพื้น จึงทำให้ไม่มีความสะดวกในการใช้งาน

นอกจากนั้น ผังพื้นของอาคารยังไม่สามารถแสดงถึงกรอบอาคารหลายชนิดที่ซ้อนกันอยู่ในพื้นชั้นเดียวกันได้ อีกทั้งในกรณีของช่องเปิดก็ไม่สามารถระบุความสูงของช่องเปิดได้ จึงทำให้มีปัญหาในการป้อนข้อมูลหากไม่มีการป้อนข้อมูลในรูปแบบอื่นเข้ามาเสริมในจุดบกพร่องนี้

ส่วนการป้อนข้อมูลพื้นที่กรอบอาคารเป็นตัวเลขเข้าสู่โปรแกรมนั้น ถึงแม้ว่าจะทำให้มีการเตรียมข้อมูลเพิ่มขึ้นจากการป้อนข้อมูลในรูปแบบอื่นอยู่บ้าง แต่ก็ได้ข้อมูลที่เพียงพอในการคำนวณ ผู้ใช้โปรแกรมไม่ต้องมีความรู้ในการเขียนรูปในคอมพิวเตอร์ และเป็นการลดการป้อนข้อมูลลงไปได้มากจากการป้อนข้อมูลด้วยวิธีอื่นๆที่ได้นำเสนอไปแล้ว แต่มีจุดอ่อนอยู่ที่ไม่สามารถทำการตรวจสอบและแก้ไขได้โดยสะดวก

จากจุดประสงค์ของการพัฒนาโปรแกรมซึ่งอยู่ที่ความถูกต้องในการคำนวณค่า OTTV/RTTV เป็นประการแรก และจากการวิเคราะห์แนวทางในการป้อนข้อมูลทั้ง 4 แนวทาง ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ควรให้มีการป้อนข้อมูลพื้นที่กรอบอาคารเป็นตัวเลขเข้าสู่โปรแกรม เนื่องจากผู้ใช้โปรแกรมไม่ต้องอาศัยความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ และได้ข้อมูลที่เพียงพอในการคำนวณต่างๆในเบื้องต้น

ถึงแม้ว่าการป้อนข้อมูลพื้นที่กรอบอาคารเป็นตัวเลขเข้าสู่โปรแกรมจะทำให้มีการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมน้อยที่สุด แต่ก็อาจทำให้ไม่ได้รับความสะดวกในการป้อนข้อมูลเท่าที่ควรในกรณีที่ผู้ใช้โปรแกรมมีความสามารถในการเขียนรูปของอาคารเข้าสู่โปรแกรม (ไม่ว่าจะใช้วิธีใดๆก็ตาม) ซึ่งการเขียนรูปทรงของอาคารนั้นก็มีข้อดีคือการตรวจสอบและแก้ไขที่สะดวก ดังนั้นจึงเสนอให้สามารถป้อนข้อมูลกรอบอาคารเข้าสู่โปรแกรมได้ทั้งการป้อนข้อมูลกรอบอาคารในลักษณะที่เป็นตัวเลขพื้นที่แต่เพียงอย่างเดียว หรือมีการป้อนข้อมูลกรอบอาคารในลักษณะ 2 หรือ 3 มิติโดยสังเขปเข้าสู

โปรแกรมร่วมกันไปด้วย เพื่อให้เกิดความสะดวกสำหรับผู้ใช้โปรแกรมทั้งที่มีความสามารถและไม่มีความสามารถในการเขียนรูปทรงของอาคารเข้าสู่โปรแกรม

3.1.3) การป้อนข้อมูลส่วนอุปกรณ์บังแดดของช่องเปิด

การป้อนข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์บังแดดของช่องเปิด (Shading Coefficient) มีจุดประสงค์เพื่อนำไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องเปิด ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในการออกแบบอาคาร ผู้ออกแบบสามารถออกแบบอุปกรณ์บังแดดให้มีรูปร่างหน้าตาและขนาดที่แตกต่างกันไปได้หลายแบบ และลักษณะต่างๆของอุปกรณ์บังแดดต่างก็มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดด้วยกันทั้งสิ้น จากการศึกษาพบว่า แนวทางที่ทำให้ได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดมีอยู่ด้วยกัน 2 แนวทางคือ

3.1.3.1) การป้อนค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดเข้าสู่โปรแกรมโดยตรง

เป็นการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอก โดยใช้การประมาณค่าโดยสังเขป จากนั้นผู้ใช้โปรแกรมจึงป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขเข้าสู่โปรแกรม

ข้อดี

ก) มีการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมน้อยลงมาก

ข้อเสีย

ก) ต้องคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดด้วยการคำนวณโดยตรง ทำให้เกิดความไม่สะดวกเนื่องจากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดเป็นขั้นตอนการคำนวณที่ซับซ้อนที่สุดในขั้นตอนการคำนวณค่า OTTV/ RTTV ทั้งหมด

ข)ถึงแม้ว่าจะมีวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดโดยประมาณ (ASHRAE,1993) แต่ก็เป็นวิธีการประมาณค่าที่ไม่ตรงกับวิธีที่กรมอนุรักษ์และส่งเสริมพลังงานได้เผยแพร่ และได้ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่ไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้

3.1.3.2) การป้อนข้อมูลรายละเอียดต่างๆของอุปกรณ์บังแดดเข้าสู่โปรแกรม

เป็นการป้อนข้อมูลในลักษณะเดียวกันกับโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน คือการป้อนข้อมูลลักษณะของช่องเปิดและลักษณะของอุปกรณ์บังแดดภายนอกควบคู่กันไป เพื่อให้โปรแกรมคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ข้อดี

ก) ไม่ต้องคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดด้วยการคำนวณโดยตรง

ข) ได้ค่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่ถูกต้องตามวิธีที่ยอมรับกัน

ค) สามารถพิสูจน์ความถูกต้องของค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดได้

ข้อเสีย

ก) มีการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมเป็นจำนวนมาก

จากการวิเคราะห์ข้างต้นจึงสามารถสรุปได้ว่าควรให้มีการป้อนข้อมูลรายละเอียดต่างๆของอุปกรณ์บังแดดเข้าสู่โปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดเอง ถึงแม้ว่าจะทำให้มีการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมเป็นจำนวนมาก แต่ก็อาจทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งานมากขึ้นกว่าเดิมได้ โดยการจัดรูปแบบในการปฏิสัมพันธ์ (Interface) โดยตรงกับคอมพิวเตอร์ให้มีลักษณะที่สามารถใช้งานได้สะดวกขึ้น

3.2) สรุปการป้อนข้อมูลกรอบอาคาร

จากการศึกษาดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถแยกการป้อนข้อมูลกรอบอาคารออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

3.2.1) ข้อมูลกรอบอาคารส่วนทึบแสง

3.2.2) ข้อมูลกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

3.2.1) การป้อนข้อมูลกรอบอาคารส่วนทึบแสง

จากการศึกษาการคำนวณในขั้นตอนต่างๆ พบว่าข้อมูลต่าง ๆ ของกรอบอาคารส่วนทึบแสงที่จำเป็นต่อการคำนวณ ได้แก่

- ทิศทาง (Orientation) ของกรอบอาคาร
- มุมเอียง (Tilt Angle) ของกรอบอาคาร
- พื้นที่กรอบอาคาร
- ข้อมูลทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Properties) ของวัสดุกรอบอาคาร (ค่าสัมประสิทธิ์นำความร้อน / ความหนาของวัสดุ / ความหนาแน่นของวัสดุ) เพื่อใช้ในการหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของกรอบอาคาร (R), ค่าสัมประสิทธิ์การกันความร้อนรวมของกรอบอาคาร (U), และมวลรวมของกรอบอาคาร เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV และภาระการทำความเย็นจากการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารของระบบปรับอากาศ

- ค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α) ของกรอบอาคาร เพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV

เนื่องจากวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ในการก่อสร้างอยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ได้ถูกกำหนดค่า สปส .การนำความร้อนและมวลของวัสดุแต่ละชนิดไว้แล้วใน พรบ.อนุรักษ์พลังงาน ดังนั้นเมื่อรู้ชนิดของวัสดุก็จะสามารถหาค่า สปส.การนำความร้อนและมวลของวัสดุได้ เมื่อรวมกับความหนาของวัสดุ ก็จะสามารถนำไปหาค่า สปส.การกันความร้อนรวม (U) ค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนัง (R) และมวลโดยรวมของผนังได้

ฐานข้อมูลของวัสดุกรอบอาคารส่วนทึบแสงชนิดต่างๆที่ใช้ในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV และภาระการทำความเย็น มีรายละเอียดดังนี้

- ชนิดของวัสดุแต่ละชั้น
- ความหนาของวัสดุแต่ละชั้น
- ความหนาแน่นของวัสดุ
- ค่า สปส. การนำความร้อนของวัสดุ
- การเรียงตำแหน่งของวัสดุแต่ละชั้นที่ถูกต้อง
- ค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α) ของกรอบอาคาร

โดยที่ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำไปใช้ในการหาค่าความต้านทานความร้อนรวม (R) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) มวลรวมของกรอบอาคาร ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) และค่า Cooling Load Temperature Difference เพื่อใช้ในการคำนวณค่า OTTV/RTTV และภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศต่อไป

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลของกรอบอาคารส่วนทึบแสงที่น้อยที่สุดที่ผู้ใช้โปรแกรมจำเป็นที่จะต้องป้อนเข้าสู่โปรแกรม จะประกอบด้วย

- ชนิดของกรอบอาคารส่วนทึบแสง
- พื้นที่กรอบอาคาร
- ทิศทาง (Orientation) ของกรอบอาคาร
- มุมเอียง (Tilt Angle) ของกรอบอาคาร

ผนังทึบแสง

วิธีเดิม	วิธีใหม่
1) ชื่อ (ชนิด) กรอบอาคาร	1) ชนิดของกรอบอาคาร
2) พื้นที่	2) พื้นที่
3) ทิศทาง	3) ทิศทาง
4) มุมเอียง	4) มุมเอียง
5) ชื่อวัสดุ *	
6) ค่า k *	
7) ความหนา *	
8) ค่า R ของฟิล์มอากาศภายใน/นอก	
9) ค่า TD_{EQ}	

หมายเหตุ : * หมายถึงข้อมูลที่มักมีการป้อนข้อมูลมากกว่า 1 ค่าในการป้อนข้อมูลกรอบอาคารแต่ละชนิด

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบการป้อนข้อมูลกรอบอาคารส่วนทึบแสงระหว่างโปรแกรม OTTV/RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบันกับแนวทางการป้อนข้อมูลที่เหมาะสม

3.2.2) การป้อนข้อมูลกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

3.2.2.1) การป้อนข้อมูลรายละเอียดของช่องเปิด

จากการศึกษาการคำนวณในขั้นตอนต่างๆ พบว่าข้อมูลต่าง ๆ ของกรอบอาคารส่วนโปร่งแสงที่จำเป็นต่อการคำนวณ ได้แก่

- ทิศทาง (Orientation) ของกรอบอาคาร
- มุมเอียง (Tilt Angle) ของกรอบอาคาร
- มิติ (ความกว้าง/ยาว) ของกรอบอาคาร
- ข้อมูลทางด้านอุณหภูมิ (Thermal Properties) ของวัสดุกรอบอาคาร (ค่าสัมประสิทธิ์นำความร้อน / ความหนาของวัสดุ / ความหนาแน่นของวัสดุ / สปส.การบังแดดของกระจก) เพื่อใช้ในการหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของกรอบอาคาร (R) ค่าสัมประสิทธิ์การกันความร้อนรวมของกรอบอาคาร (U) และมวลรวมของกรอบอาคาร เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV และภาระการทำความเย็นจากการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารของระบบปรับอากาศ

ฐานข้อมูลของวัสดุกรอบอาคารส่วนโปร่งแสงชนิดต่างๆที่ใช้ในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV และภาระการทำความเย็น มีรายละเอียดดังนี้

- ความหนาของกระจกแต่ละชั้น
- ค่า สปส. การนำความร้อนของกระจก
- การเรียงตำแหน่งของวัสดุแต่ละชั้นที่ถูกต้อง
- ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก

ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำไปใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) และค่า Cooling Load Temperature Difference เพื่อใช้ในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV และภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศต่อไป

จากการศึกษาดังที่กล่าวมา ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลของกรอบอาคารส่วนโปร่งแสงที่น้อยที่สุดที่ผู้ใช้โปรแกรมจำเป็นที่จะต้องป้อนเข้าสู่โปรแกรม จะประกอบด้วย

- ชนิดของกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง
- พื้นที่กรอบอาคาร (ความกว้าง-ยาว)
- ทิศทาง (Orientation) ของกรอบอาคาร
- มุมเอียง (Tilt Angle) ของกรอบอาคาร

3.2.2.2) การป้อนข้อมูลกรอบอาคารส่วนอุปกรณ์บังแดดภายนอก

เนื่องจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2538) ได้กำหนดวิธีการในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอก (SC_2) ของช่องเปิดใดๆ ไว้อย่างชัดเจน ซึ่งจากการศึกษาวิธีการคำนวณค่า SC_2 ทำให้ทราบว่าค่า SC_2 มีการเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของช่องเปิดและอุปกรณ์บังแดดภายนอก และมีการเปลี่ยนแปลงค่าไปในทุก ๆ ช่วงเวลาตลอดทั้งปีเนื่องจากตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยที่ค่า SC_2 สามารถคำนวณได้โดยวิธีการดังกล่าว แต่เพื่อความสะดวกในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV ค่า SC_2 จึงถูกกำหนดให้เป็นค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีในการคำนวณ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน , 2538)

ในการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยละเอียด โดยปกติจะใช้วิธีการคำนวณค่า SC_2 ในทุกๆ ช่วงเวลาเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนและภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศต่อไป ซึ่งโดยวิธีการดังกล่าว จะทำให้การคำนวณโดยรวมมีขั้นตอนที่เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งในการคำนวณภาระการทำความเย็นอย่างง่าย ASHRAE (1994) ก็ได้กำหนดให้ใช้ค่า SC_2 เพียงค่าเดียวในการคำนวณภาวะการทำความเย็นตลอดทั้งปี เพื่อลดขั้นตอนดังกล่าวในการคำนวณลง โดยได้กำหนดให้ใช้การพิจารณาค่า SC_2 จากลักษณะของช่องเปิดและอุปกรณ์บังแดดอย่างง่ายๆ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายกว่าวิธีการคำนวณค่า SC_2 ในพรบ. อนุรักษ์พลังงาน

เมื่อได้พิจารณาเหตุผลทั้งหมดที่ได้กล่าวมา จึงกำหนดให้ใช้วิธีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ภายนอกในการคำนวณภาระการทำความเย็นอย่างง่าย โดยใช้วิธีการคำนวณในพรบ.อนุรักษ์พลังงาน และให้มีการป้อนข้อมูลในลักษณะเดียวกัน เพื่อมิให้เกิดความสับสนในการใช้โปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่เดิม และโปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นใหม่นี้

จากวิธีการคำนวณค่า SC_2 ตามพรบ. อนุรักษ์พลังงานจะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกขึ้นอยู่กับลักษณะต่างๆ ของอุปกรณ์บังแดด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องป้อนข้อมูลต่างๆของอุปกรณ์บังแดดเพื่อใช้ในการคำนวณดังต่อไปนี้

- ลักษณะของอุปกรณ์บังแดด (แนวตั้งหรือแนวนอน)
- ความกว้าง-ยาวของอุปกรณ์บังแดด
- มุมเอียง (Tilt Angle) ของอุปกรณ์บังแดด
- ระยะห่างของอุปกรณ์บังแดดจากช่องเปิด

ผนังโปร่งแสง

วิธีเดิม	วิธีใหม่
1) ชื่อ (ชนิด) กรอบอาคาร *	1) ชนิดของกรอบอาคาร
2) ทิศทาง	2) ความกว้าง/ยาว
3) มุมเอียง	3) จำนวนบาน
4) ความกว้าง/ยาว	4) ทิศทาง
5) จำนวนชุด	5) มุมเอียง
6) จำนวนชั้นของกระจก	6) อุปกรณ์บังแดดภายนอก
7) ค่า k ของกระจกแต่ละชั้น	
8) ความหนาของกระจกแต่ละชั้น	
9) ค่า SC1	
10) ค่า R ของฟิล์มอากาศภายใน/นอก	
11) ค่า ΔT	
12) อุปกรณ์บังแดดภายนอก	

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบการป้อนข้อมูลกรอบอาคารส่วนโปร่งแสงระหว่างโปรแกรม OTTV/RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบันกับแนวทางการป้อนข้อมูลที่เหมาะสม

เมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดแล้วจึงนำไปคำนวณค่า SC_2 ตามวิธีการในพรบ. อนุรักษ์พลังงานเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณภาระการทำความเย็นต่อไป

ในการป้อนข้อมูลของอุปกรณ์บังแดดเข้าสู่โปรแกรม อาจกำหนดค่ามาตรฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์บังแดดภายนอกไว้ก่อนได้ โดยกำหนดให้ช่องเปิดไม่มีอุปกรณ์บังแดดภายนอกในขั้นแรก เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมเกิดความสะดวกในการป้อนข้อมูลมากขึ้น เนื่องจากมีอาคารเป็นจำนวนมากที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดดภายนอกให้กับช่องเปิด หากช่องเปิดใดมีอุปกรณ์บังแดดจึงให้ผู้ใช้โปรแกรมป้อนข้อมูลอุปกรณ์บังแดดเข้าสู่โปรแกรม

นอกจากการป้อนข้อมูลกรอบอาคารดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังอาจมีการป้อนข้อมูลรูปทรงของอาคารในลักษณะของรูป 2 มิติหรือ 3 มิติโดยสังเขป เพื่อช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถทำการตรวจสอบและแก้ไขได้โดยสะดวก ซึ่งวิธีการในการป้อนข้อมูลรูปทรงอาคารนั้นขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมเป็นสำคัญ ดังนั้นจึงไม่ได้นำเสนอวิธีการป้อนข้อมูลของรูปทรงอาคารไว้ในที่นี้

4) แนวทางการแสดงผลของโปรแกรม OTTV/ RTTV

4.1) การวิเคราะห์แนวทางการแสดงผลของโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่ช่วยผู้ออกแบบในการปรับปรุงค่า OTTV/ RTTV

จากการศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบันพบว่าผู้ใช้โปรแกรมไม่สามารถใช้ประโยชน์จากการแสดงผลของโปรแกรมได้โดยสะดวก เนื่องจากโปรแกรมที่มีอยู่ไม่มีการแสดงผลการคำนวณที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้โปรแกรมในการปรับปรุงกรอบอาคารในกรณีที่มีค่า OTTV/ RTTV สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้ผู้ออกแบบไม่ได้รับความสะดวกในการใช้โปรแกรมที่มีอยู่เท่าที่ควร

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้สามารถสรุปได้ว่าควรมีการแสดงผลของโปรแกรมเพิ่มเติมจากการแสดงผลที่มีอยู่ โดยได้พิจารณาแนวทางหลักในการแสดงผลดังต่อไปนี้

4.1.1) การแสดงผลการคำนวณเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมพิจารณาแนวทางแก้ไขเอง

เป็นการแสดงผลรายละเอียดอื่นๆที่นอกเหนือจากการแสดงผลของโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น ค่า Window-to-Wall Ratio, ค่าการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยต่อพื้นที่กรอบอาคารของกรอบอาคารแต่ละชนิด เป็นต้น เพื่อช่วยให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปับปรุงกรอบอาคารได้โดยสะดวกมากขึ้นกว่าการแสดงผลของโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ข้อดี

ก) มีความสะดวกมากขึ้นกว่าโปรแกรมเดิมในระดับหนึ่ง

ข้อเสีย

ก) ผู้ใช้โปรแกรมต้องมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่อง OTTV / RTTV จึงจะสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงกรอบอาคารได้

4.1.2) ให้โปรแกรมแจ้งเตือนผลการคำนวณที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และทำการวิเคราะห์แนวทางการแก้ไขโดยอัตโนมัติให้แก่ผู้ใช้โปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมพิจารณาปรับปรุงกรอบอาคารตามแนวทางนั้นๆ

ข้อดี

ก) ผู้ใช้โปรแกรมมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่าโปรแกรมที่มีอยู่เดิม

ข) ผู้ใช้โปรแกรมไม่ต้องมีความรู้ความเข้าใจในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV และวิธีการเลือกใช้วัสดุหรือกรอบอาคารมากนัก

ข้อเสีย (ไม่มี)

จากการวิเคราะห์แนวทางการแสดงผลข้างต้น ทำให้สามารถสรุปได้ว่าควรกำหนดให้โปรแกรมคำนวณ OTTV/ RTTV มีการแจ้งเตือนผลการคำนวณในกรณีที่มีค่า OTTV/ RTTV ที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด โดยให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงกรอบอาคารให้ผู้ใช้โปรแกรมทำตามแนวทางดังกล่าวได้สะดวก

4.2) แนวทางการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงค่า OTTV/ RTTV ของกรอบอาคาร

ในการแก้ไขปรับปรุงค่า OTTV/ RTTV ให้มีค่าลดลง สามารถแบ่งเป็นแนวทางหลักๆได้ 2 แนวทาง คือการแก้ไขปรับปรุงทางตรง คือการแก้ไขปรับปรุงกรอบอาคารในจุดที่เป็นปัญหา และการแก้ไขปรับปรุงทางอ้อม คือการแก้ไขปรับปรุงกรอบอาคารในจุดอื่นเพื่อช่วยถ่วงดุลย์ให้ค่า OTTV/ RTTV รวมทั้งอาคารมีค่าลดต่ำลง

จากการศึกษาพบว่า ในการแก้ไขปรับปรุงกรอบอาคารทางอ้อมนั้น เนื่องจากการคำนวณค่า OTTV/ RTTV มีตัวแปรอยู่หลายตัว อีกทั้งในอาคารหลังหนึ่งๆ ยังมีกรอบอาคารหลายชนิดและหลายทิศทาง จึงทำให้สามารถทำการแก้ไขปรับปรุงกรอบอาคารทางอ้อมได้หลายวิธีแล้วแต่กรณีที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการยากที่โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ในแนวทางดังกล่าวได้ ดังนั้นจึงได้นำเสนอให้โปรแกรมวิเคราะห์ปรับปรุงกรอบอาคารทางตรง หรือการแก้ไขปรับปรุงในจุดที่เป็นปัญหานั่นเอง

แนวทางการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงค่า OTTV/ RTTV ของกรอบอาคาร มีขั้นตอนต่างๆดังนี้

ก) ตรวจสอบว่ากรอบอาคารมีค่า OTTV/ RTTV รวมที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

ข) ตรวจสอบว่ากรอบอาคารในทิศทางใดมีค่า OTTV/ RTTV สูงที่สุด ให้ดำเนินการแก้ไขกรอบอาคารในทิศทางดังกล่าวเป็นอันดับแรก

ค) ตรวจสอบค่าการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยต่อพื้นที่ของกรอบอาคารแต่ละชนิดในทิศทางนั้น เพื่อหากรอบอาคารที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยต่อพื้นที่สูงสุด รวมถึงการแสดงแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้โดยอัตโนมัติเพื่อทำการแก้ไขที่กรอบอาคารชนิดนั้นก่อน และอาจแสดงรายการของกรอบอาคารที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยต่อพื้นที่ที่ต่ำกว่ากรอบอาคารที่มีปัญหามากที่สุดเรียงลำดับลงไป เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมพิจารณาแก้ไขปรับปรุงกรอบอาคารต่างๆเหล่านั้นด้วย

4.3) แนวทางในการปรับปรุงค่า OTTV/ RTTV

การปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อลดค่า OTTV/ RTTV สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ

4.3.1) การปรับปรุงกรอบอาคารส่วนทึบแสง

4.3.1.1) การปรับปรุงค่า U ทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงกรอบอาคาร

4.3.1.2) การปรับปรุงค่า TD_{eq} ทำได้โดยการลดค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ หรือการเพิ่มมวลของผนังให้มากขึ้น

ในการพิจารณาเพิ่มมวลของกรอบอาคารให้มากขึ้นเพื่อลดค่า TD_{eq} ลงนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงสภาพอากาศภายนอกของอาคารเป็นหลัก ถ้าสภาพอากาศภายนอกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงของสภาวะน่าสบาย อุณหภูมิเฉลี่ยภายในผนังก็จะอยู่ในช่วงของสภาวะน่าสบายด้วย กรอบอาคารจึงไม่มีการสะสมความร้อนจากสภาพแวดล้อมในเวลากลางคืน เมื่อเปิดระบบปรับอากาศในตอนเช้า ระบบปรับอากาศจึงไม่ต้องทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อดึงความร้อนจากภายในผนังไปทิ้ง แต่หากสภาพอากาศภายนอกมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าช่วงของสภาวะน่าสบาย อุณหภูมิภายในผนังก็จะอยู่สูงกว่า

สภาวะน่าสบายด้วย กรอบอาคารจึงมีความร้อนสะสมจากสภาพแวดล้อมภายนอกในเวลากลางคืน เมื่อเปิดระบบปรับอากาศในตอนเช้า ระบบปรับอากาศจึงต้องทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อดึงความร้อนจากภายในผนังทิ้งไป จึงเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

ดังนั้น ถึงแม้ว่ากรอบอาคารโดยรวมจะมีค่า OTTV/ RTTV ที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด แต่โปรแกรมก็สมควรที่จะมีการแจ้งเตือนหากมีการเลือกใช้กรอบอาคารที่มีมวลมากจนเกินไป เพื่อใช้ผู้ออกแบบพิจารณาเลือกใช้กรอบอาคารที่มีลักษณะที่เหมาะสมต่อสภาพอากาศมากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานในอาคารได้ดียิ่งขึ้นด้วย

4.3.2) การปรับปรุงกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

4.3.2.1) การปรับปรุงค่า U ทำได้โดยการเปลี่ยนการออกแบบกรอบอาคาร

4.3.2.2) การปรับปรุงขนาดของช่องเปิด ทำได้โดยการลดพื้นที่ช่องเปิดลง (ในกรณีที่อาคารไม่ได้มีเพียงกรอบอาคารส่วนโปร่งแสงแต่เพียงอย่างเดียว)

4.3.2.3) การปรับปรุงค่า SC1 ทำได้โดยการปรับเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

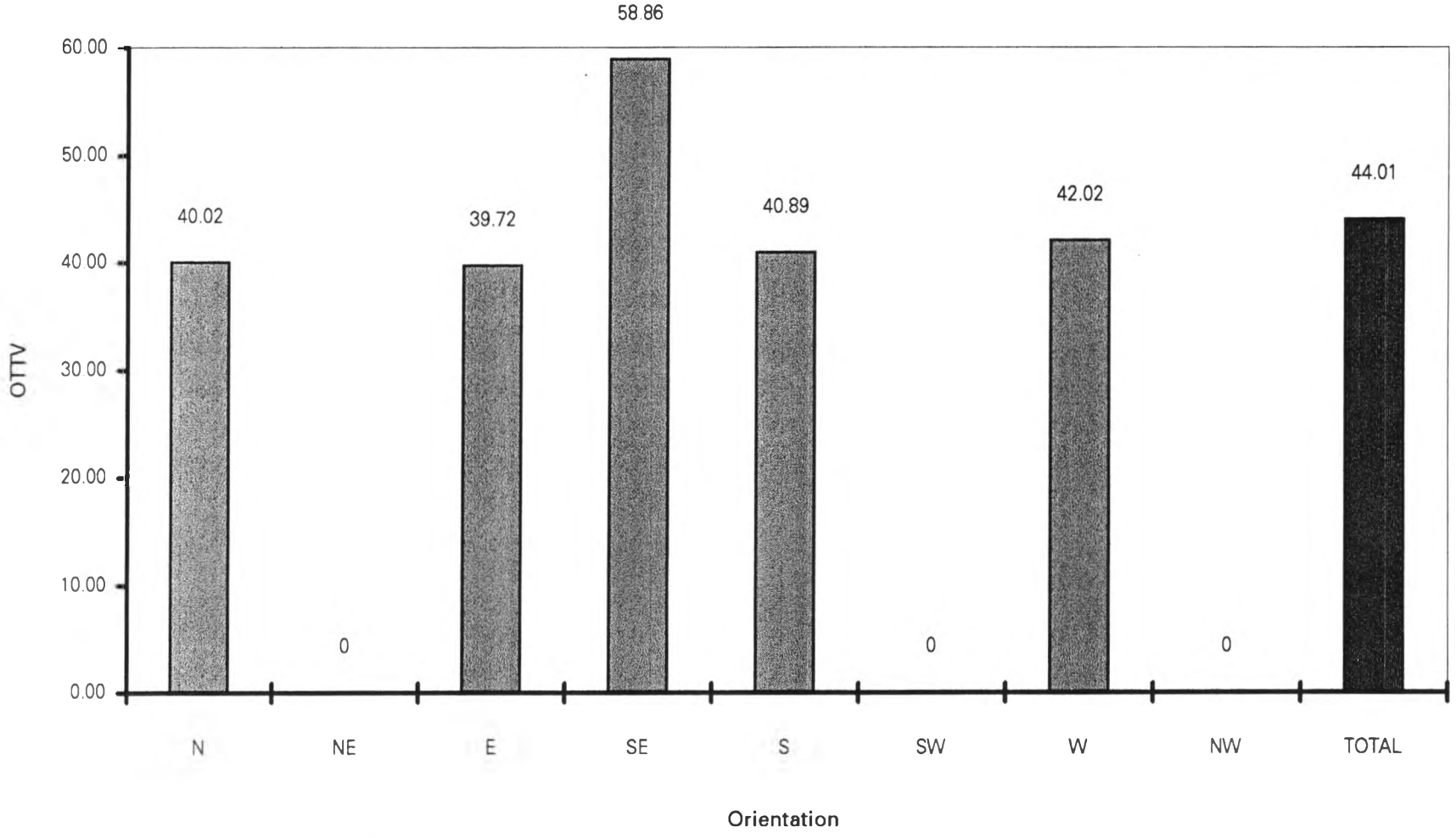
4.3.2.4) การปรับปรุงค่า SC2 ทำได้โดยการปรับปรุงเพิ่มเติมอุปกรณ์บังแดดภายนอก

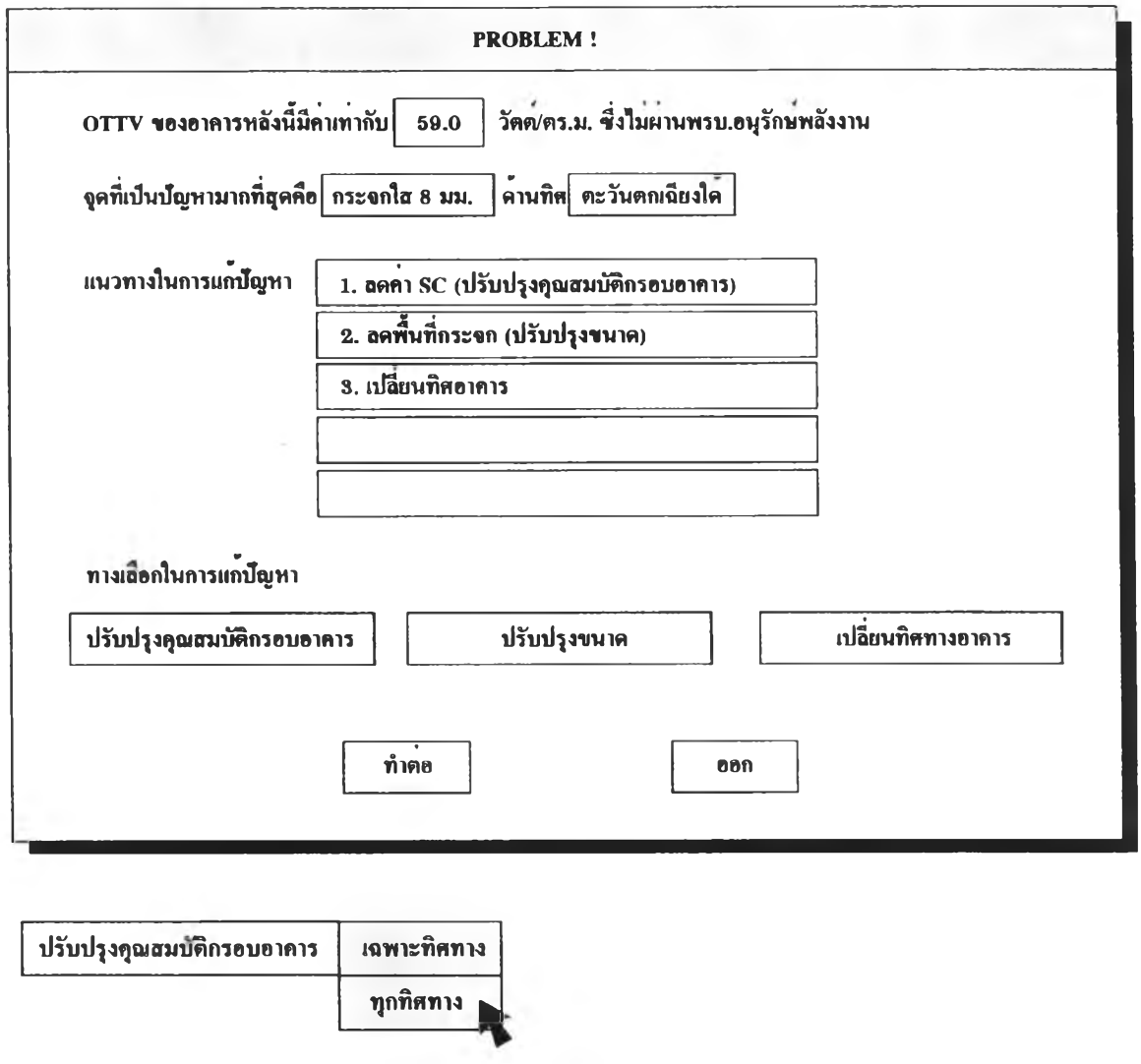
4.3.2.5) การปรับปรุงค่า Solar Factor ทำได้โดยการเปลี่ยนทิศทางอาคาร

ในการเสนอแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารต่างๆของโปรแกรม ควรจัดให้โปรแกรมแสดงทางเลือกที่มีอยู่ในฐานข้อมูลที่มีลักษณะตรงกับแนวทางการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถพิจารณาเลือกใช้ได้โดยสะดวก

ส่วนการแสดงผลการคำนวณค่า OTTV/ RTTV นั้น ก็สามารถทำให้มีรูปแบบที่สถาปนิกทำความเข้าใจได้สะดวกขึ้น โดยการใช้แผนภูมิแท่งในการแสดงค่า OTTV/ RTTV ของกรอบอาคารในแต่ละทิศทาง และค่า OTTV/ RTTV โดยรวม เพิ่มเติมจากการแสดงผลที่อยู่ในรูปของตารางตัวเลขแต่เพียงอย่างเดียว

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการคำนวณค่า OTTV/RTTV ในรูปแบบของแผนภูมิ เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถทำความเข้าใจได้โดยสะดวก





รูปที่ 4.2 แสดงตัวอย่างการแจ้งเตือนของโปรแกรม เมื่อค่า OTTV/RTTV มีค่าเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด