บทที่ 5

ผลสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลสรุป

จากผลการทดลองและเปรียบเทียบในบทที่แล้ว เราพอที่จะสรุปข้อดี ข้อเสีย และลักษณะเด่น ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาได้ดังต่อไปนี้

1. ข้อดีของโปรแกรมนี้คือความสามารถในการคำนวณ Cooling load ได้แบบ Multi-zone โดยมีขีดจำกัดสูงสุดอยู่ที่ 97 โซน แต่สามารถยอมรับข้อมูลจำนวนผนัง และ หน้าต่างได้จำนวนไม่จำกัดต่อโซน ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถใส่ข้อมูลได้อย่าอิสระ แต่ในขณะเดียวกันเวลาที่ใช้ในการทำ simulation ของโปรแกรมตัวนี้ก็มีค่ามากกว่าโปรแกรมตัวอื่น หลายเท่าตัว เหตุที่เป็นเช่นนั้นก็เนื่องมาจากโปรแกรมตัวนี้มีการ อ่าน/เขียน ข้อมูลกับ temporary file เป็นจำนวนมาก เพื่อลดข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนโซน/ผนัง/หน้าต่าง

2. โปรแกรมตัวนี้ทำงานบน DOS มีการใช้ข้อมูลอากาศแบบรายชั่วโมงตลอดปี มิได้ใช้ข้อมูลเป็นรายชั่วโมงเฉลี่ยในแต่ละเดือนดังเช่นใน TRACE600 ดังนั้นโปรแกรมนี้จะสัมผัสถึงข้อมูลอากาศได้ละเอียดกว่าโปรแกรม TRACE600 แต่ในขณะเดียวกันก็จะเป็นการเพิ่มเวลาในการทำ simulation และเมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์การคำนวณระหว่างโปรแกรม BLN-ESP1, BLAST ซึ่งใช้ข้อมูลอากาศที่ค่อนข้างละเอียด กับ โปรแกรม TRACE600 ที่ใช้ข้อมูลอากาศที่หยาบกว่า พบว่าคำตอบที่ได้มีความใกล้เคียงกัน ดังนี้จึงเป็นข้อสังเกตุว่าข้อมูลอากาศที่มีรายละเอียดมากก็ยังจะให้ผลคำตอบที่ไม่แตกต่างจากการใช้ข้อมูลอากาศที่มีรายละเอียดน้อย ในเรื่องนี้จึงเป็นจุดสำคัญที่จะหาข้อสรุปไปสู่ขนาดของข้อมูลอากาศที่เหมาะสมสำหรับการทำ simulation ได้

3. จากผลที่ได้รับจากโปรแกรมที่แสดงไว้ในบทที่ 4 แสดงให้เห็นว่าโปรแกรม BLN-ESP1 มีความเหมาะสมในการใช้งานจริงโดยเฉพาะในเชิงเปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่นที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน (ในที่นี้คือ โปรแกรม BLAST, TRACE600 และ TMW-CL1) ผลที่ได้อาจมี

ความคลาดเคลื่อนได้จากข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ เช่น ค่าคุณสมบัติเชิงเทอร์โมไดนามิก และ infiltration เป็นต้น ด้วยเหตุผลจากข้างต้น การปรับปรุงตารางคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างสำหรับเมืองไทย และ การพัฒนาโปรแกรมย่อยสำหรับคำนวณค่า infiltration ของอาคารในประเทศเพื่อนำมาประกอบเข้าเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างโปรแกรม BLN-ESP1 จะเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของโปรแกรม BLN-ESP1 ได้เป็นอย่างดี และจะนำไปสู่ความแม่นยำที่มากยิ่งขึ้นของผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมนี้

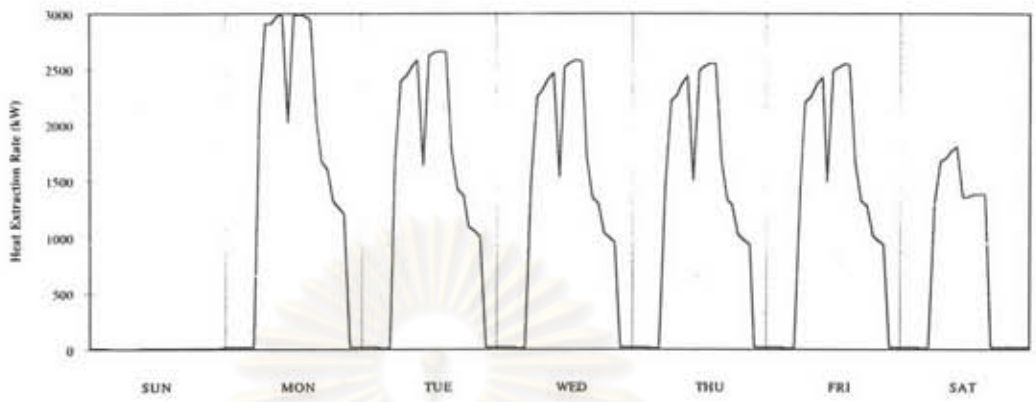
4. วิธีการคำนวณ Cooling load มีผลต่อคำตอบ วิธี TFM จะให้ผลที่มีการสั่นไหวของกราฟ Cooling load profile ที่เบากว่าวิธี CLTD/CLF มาก ดังนั้นวิธีการในการคำนวณ จึงมีผลต่อค่า Heat-extraction rate แต่ไม่มีผลต่อ Energy consumption เท่าใดนัก เนื่องจากผลรวมของ Heat-extraction rate ตลอด 24 ชั่วโมงที่คำนวณได้จากทั้งสองวิธีมีความแตกต่างกันน้อยมาก

5. เนื่องจากโปรแกรมตัวนี้ได้มีการใส่ ฟังก์ชันสำหรับคำนวณ Detached shadding devices ซึ่งจะเป็นฟังก์ชันสำหรับคำนวณผลกระทบจากเงาของสิ่งก่อสร้างที่อยู่ภายนอกอาคาร ฟังก์ชันตัวนี้จึงเป็นส่วนช่วยเหลือการทำงานของฟังก์ชันสำหรับคำนวณ External shadding devices ให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น แต่อย่างไรก็ดีในโปรแกรมตัวนี้ไม่มีฟังก์ชันที่ใช้คำนวณการสะท้อนแสงจากสิ่งก่อสร้างข้างเคียง

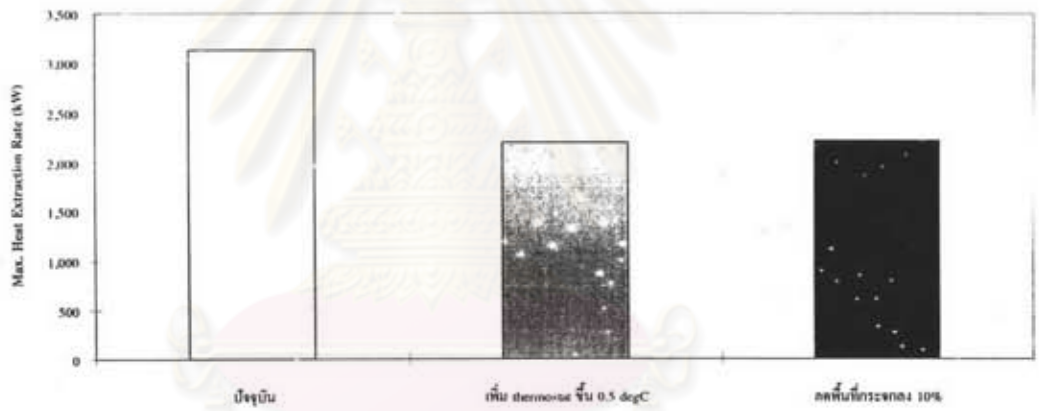
6. การคำนวณของโปรแกรมเป็นแบบ Hourly Calculation โดยแบ่งข้อมูลเป็นชุด ชุดละหนึ่งสัปดาห์ (ในลักษณะเดียวกับ TRACE600 สำหรับโปรแกรม BLAST จะทำงานกับชุดข้อมูลขนาดหนึ่งวัน) การทำงานกับชุดข้อมูลขนาดหนึ่งสัปดาห์นี้จะช่วยให้ผู้ใช้ได้เห็นผลของความร้อนที่ถูกเก็บกักไว้ในอาคารในช่วงวันหยุด เช่นวันอาทิตย์ ที่จะมีผลต่อการทำความเย็นในเช้าวันจันทร์ได้ ดูรูปที่ 5.1

7. โปรแกรม BLN-ESP1 ช่วยสถาปนิกในการสร้างสรรรูปแบบของอาคารที่เหมาะสมและก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานในอาคารได้ด้วยรูปร่างของอาคารเอง เช่น การลดสัดส่วนของกระจกหน้าต่างลง นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยให้ผู้ออกแบบระบบปรับอากาศสามารถเลือกขนาดของเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมได้ หรือช่วยให้ผู้ควบคุมอาคารค้นหาวิธีการในการประหยัดพลังงานของอาคารได้ เช่นการยอมให้อากาศในห้องสูงขึ้น 0.5 °C ซึ่งในกรณีทั้งสองที่กล่าวถึงนี้จะมีผลให้เครื่องปรับอากาศมีขนาดเล็กลง และ ลดการใช้พลังงานในอาคารได้เช่นกัน ดูรูปที่ 5.2 และ 5.3

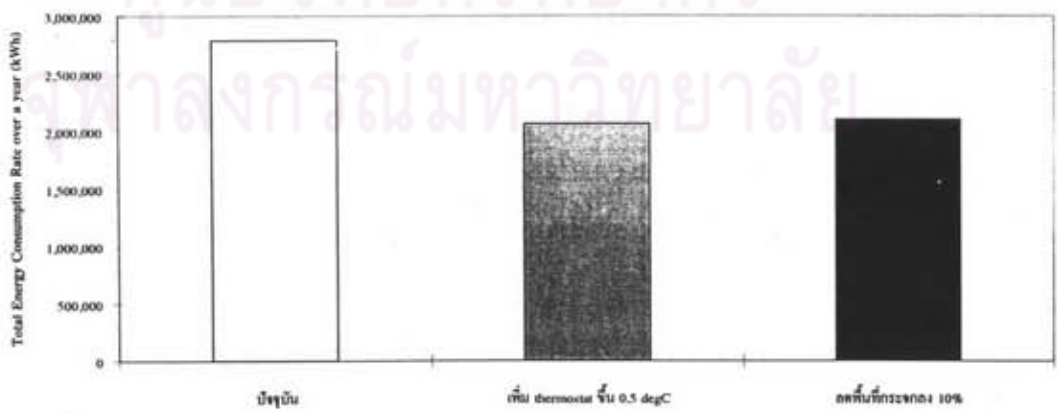
รูปที่ 5.1 แสดงค่า Heat Extraction Rate ที่เกิดขึ้นในช่วง 1 สัปดาห์



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบขนาดของอุปกรณ์ทำความเย็นที่สามารถลดลงได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในอาคาร ปตท.



รูปที่ 5.3 เปรียบเทียบพลังงานที่สามารถลดลงได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในอาคาร ปตท.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมต่างๆที่ทำการศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

	BLN-ESP1	BLAST	TRACE600	TMW-CL1
จำนวนโซนสูงสุด	97	20	50	1
จำนวนผนังสูงสุด	32767/โซน	72/โซน แต่ไม่เกิน 240/อาคาร	-	ไม่จำกัด
จำนวนหน้าต่างสูงสุด	32767/ผนัง	-	1/ผนัง	ไม่จำกัด
External Shading Devices	พิจารณา	พิจารณา	พิจารณา	พิจารณา
Detached Shading Devices	พิจารณา	พิจารณา	ไม่พิจารณา	ไม่พิจารณา
ข้อมูลอากาศ	เป็นรายชั่วโมง ตลอดปี	เป็นรายชั่วโมง ตลอดปี	เป็นรายชั่วโมง ของหนึ่งวันตัวแทนในแต่ละเดือน	ใช้เฉพาะค่า dry-bulb temp., wet-bulb temp. สูงสุด และ daily range ในวัน design day
จำนวน system สูงสุด	32767	100	1000	ไม่มีฟังก์ชันนี้
จำนวน plant สูงสุด	32767	100	99	ไม่มีฟังก์ชันนี้
รูปแบบการคำนวณ	Transfer Function Method	Transfer Function Method	เลือกได้ 6 วิธี คือ TETD-TA1, CLTD/CLF, TETD-TA2, TETD-P0, CEC-DOE2 และ RP359	CLTD/CLF

ตารางที่ 5.1(ต่อ) เปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมต่างๆที่ทำการศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

	BLN-ESP1	BLAST	TRACE600	TMW-CL1
ชุดข้อมูลสำหรับการคำนวณในแต่ละครั้ง	1 วัน ถึง 1 สัปดาห์	1 วัน	6 วัน ตัวอย่าง Design day, Monday, Working day, Saturday, Sunday, Holiday	1 วัน/ เดือน
เวลาที่ใช้ในการคำนวณอาคาร ปตท.	9 ชั่วโมง 57 นาที	2 ชั่วโมง 25 นาที	37 นาที	~ 30 วินาที
การใส่ข้อมูล	ใช่ editor ที่ทำงานบน DOS	มี editor ของตัวเอง แต่สามารถเลือกใช่ editor ตัวอื่นที่ทำงานบน DOS ได้เช่นกัน	มี editor ของตัวเอง	ใช่ editor ที่ทำงานบน DOS
ความละเอียดของคำตอบ	เป็นรายชั่วโมง ตลอดปี	เป็นรายชั่วโมง ตลอดปี	เป็นรายชั่วโมง ของหนึ่งวันในแต่ละเดือน	เป็นรายชั่วโมง ของหนึ่งวันในแต่ละเดือน

ข้อเสนอแนะ

ผลงานวิจัยในครั้งนี้สามารถที่จะเพิ่มเติมในบางส่วนเพื่อเสริมความสามารถของตัวโปรแกรม BLN-ESP1 ได้อีกหลายทาง เช่น

1. การพัฒนาตารางคุณสมบัติวัสดุก่อสร้างในประเทศไทย เพื่อศึกษาค่าการนำความร้อน ความจุความร้อน ความหนาแน่น และ absorbtance ของวัสดุก่อสร้าง รวมถึง ความสามารถในการให้แสงผ่านของวัสดุโปร่งแสง และโปร่งใสต่างๆ นอกจากนี้ควรศึกษาคุณสมบัติเทียบเท่าของวัสดุประกอบ เช่น คอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเลือกใช้งานของผู้ใช้ และจดบันทึกเป็นตารางที่สามารถนำมาใช้ได้ในโปรแกรมจำลองรูปแบบการใช้พลังงานในอาคารได้

2. การพัฒนาโปรแกรมสำหรับคำนวณค่า infiltration rate ในอาคาร โดยกำหนดให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลของอาคาร และตัวโปรแกรมจะทำการคำนวณ infiltration rate โดยคิดจากข้อมูลเหล่านี้ร่วมกับข้อมูลอากาศที่มีอยู่เป็นรายชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย