บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อทำการปรับปรุงระบบผนังไม่รับน้ำหนักชนิดเบาภายนอกของอาคารสำนักงานสูง ในแง่ของการลดค่าการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก ซึ่งเป็นค่าความร้อนผ่านแบบจำลองพื้นที่อาคาร(พื้นที่ใช้สอย) 1 ตารางเมตร โดยแบ่งแนวทางปรับปรุงตามลักษณะทางกายภาพภายนอก และวัสดุที่ใช้ นั่นคือ อาคารที่มีผนังกระจกทั้งหมด และอาคารที่มีผนังกระจกประกอบกับส่วนทึบ ตลอดจนลักษณะการใช้งานของอาคาร คือ อาคารที่มีการใช้งานแล้ว และอาคารใหม่ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

แนวทางปรับปรุงที่ 1 ผนังภายนอกเป็นกระจกเดิม 6 มม โดยเพิ่มผนังภายในเป็นกระจกใส10มม. และยิปซั่ม 9 มม.(มีค่า WWR ผนังเดิม 100%)

แนวทางปรับปรุงที่ 2 เพิ่มฉนวนในส่วนทึบของผนัง (ค่า WWR ผนังเดิมน้อยกว่า 100%) อาคารที่มีการใช้งานแล้ว

แนวทางปรับปรุงที่ 3 กระจกเดิมโดยเพิ่มฉนวนด้านหลัง (ค่า WWR ผนังเดิม 100%)

แนวทางปรับปรุงที่ 4 เพิ่มฉนวนในส่วนทึบของผนัง (ค่า WWR ผนังเดิมน้อยกว่า100%) อาคารใหม่

ซึ่งจากผลการศึกษาในบทที่ 3 และ บทที่4 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

รูปแบบที่ 1 แสดงค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองทิศเหนือ สัดส่วน 5.00:1.00 และ WWR 10%-100%

แนวทางปรับปรุงที่ 1 – 4 (แผนภูมิที่ 4.1 , แผนภูมิที่ 4.10 , แผนภูมิที่ 4.21 และ แผนภูมิที่ 4.30)

1. ค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองทั้งหมดภายหลังปรับปรุงมีค่าต่ำกว่าก่อนปรับปรุง
2. ค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่า WWR ที่เพิ่มมากขึ้น
3. เมื่อค่า WWR เข้าใกล้ 100% ปริมาณความร้อนที่ผ่านผนังแบบต่าง ๆ เริ่มไม่มีความแตกต่าง เพราะมีอิทธิพลของฉนวนเข้ามาเกี่ยวข้องน้อยลง
4. ลักษณะดังกล่าวนี้ จะเป็นไปสำหรับอาคารที่วางตรงทิศ (N-S-E-W) และแนว 45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) และที่ค่าสัดส่วนอื่น ๆ ของทุก ๆ แนวทางปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบที่2 แสดงค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองวางตรงทิศ (N-S-E-W) และ แนว 45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) ที่ค่าสัดส่วน 5.00:1.00-1.00:5.00 WWR 60% เท่ากัน 4 ด้าน

แนวทางปรับปรุงที่ 1 – 4 (แผนภูมิที่ 4.2-4.3 , แผนภูมิที่ 4.11-4.12 , แผนภูมิที่ 4.22-4.23 และ แผนภูมิที่ 4.31-4.32)

1. ค่าความร้อนรวมผ่านผนังแบบจำลองที่วางตามแนวตรงทิศ (N-S-E-W) และแนว 45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) มีค่าต่ำและมีความเหมาะสมในการเลือกใช้งานอยู่ในช่วงสัดส่วน 1.50:1.00 – 1.00:1.50
2. ค่าความร้อนรวมผ่านผนังแบบจำลองที่วางตามแนวตรงทิศ (N-S-E-W) และแนว 45 องศากับทิศ NE-SW-SE-NW มีค่าต่ำสุดสัดส่วน 1.00:1.00

รูปแบบที่3 แสดงค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองวางตรงทิศ(N-S-E-W) และ แนว 45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) สัดส่วน 5.00:1.00-1.00:5.00 WWR 3 ด้านมากเท่ากัน (60%,80% หรือ 100%)1 ด้านน้อย (20%)

แนวทางปรับปรุงที่ 1 – 4 (แผนภูมิที่ 4.4-4.5 , แผนภูมิที่ 4.13-4.14 , แผนภูมิที่ 4.24-4.25 และ แผนภูมิที่ 4.33-4.34)

1. อาคารวางตามแนวตรงทิศ (N-S-E-W) สัดส่วน 5.00:1.00 – 1.00:1.00 ควรใช้แบบจำลองที่มีค่า WWR ด้านทิศS น้อย และสัดส่วน 1.00:1.00 - 5.00:1.00 ควรใช้แบบจำลองที่มีค่า WWR ด้านทิศ W น้อย
2. อาคารวางตามแนวตรงทิศ (N-S-E-W) ค่าความร้อนรวมผ่านผนังแบบจำลองของสัดส่วน 1.00:1.00 รูปแบบ WWR 3 ด้าน (60%) มีค่าต่ำสุด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างแบบจำลองที่มี WWR ด้านทิศ S น้อย และแบบจำลองที่มี WWR ด้านทิศ W น้อย
3. อาคารวางตามแนว 45 องศากับทิศ(NE-SW-SE-NW) สัดส่วน 5.00:1.00 – 1.00:1.00 ควรใช้แบบจำลองที่มี WWR ด้านทิศ SW น้อย และสัดส่วน 1.00:1.00 - 5.00:1.00 ควรใช้แบบจำลองที่มีค่า WWR ด้านทิศ SE น้อย
4. อาคารวางตามแนว 45 องศากับทิศ(NE-SW-SE-NW) ค่าความร้อนรวมที่ผ่านผนังแบบจำลองที่ค่าสัดส่วน 1.00:1.00 รูปแบบ WWR 3 ด้าน (60%) ให้ค่าต่ำสุด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างแบบจำลองที่มี WWR ด้านทิศ SW น้อย และแบบจำลองที่มี WWR ด้านทิศ SE น้อย
5. อาคารช่วงสัดส่วน 1.50:1.00 ถึง 1.00:1.50 (แนวทางปรับปรุงที่ 1) และ ช่วงสัดส่วน 2.00:1.00 ถึง 1.00:2.00 (แนวทางปรับที่ 2 –4) มีค่าความร้อนรวมผ่านผนังแบบจำลองต่ำมีความเหมาะสมในการเลือกใช้งานของอาคารที่วางทั้ง 2 ทิศทาง
6. รูปแบบ WWR แตกต่างกัน อาจมีค่าความร้อนรวมที่ผ่านผนังเท่ากัน โดยสังเกตจากจุดตัดของเส้นกราฟ
7. รูปแบบที่ WWR 100%เท่ากัน 4 ด้าน มีค่าความร้อนรวมผ่านผนังสูงที่สุด

รูปแบบที่ 4 แสดงค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองวางวางตรงทิศ(N-S-E-W) และแนว45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) สัดส่วน 5.00:1.00-1.00:5.00 WWR เท่ากัน 2 ด้าน

แนวทางปรับปรุงที่ 1 – 4 (แผนภูมิที่ 4.6-4.7 , แผนภูมิที่ 4.15-4.16 , แผนภูมิที่ 4.26-4.27 และ แผนภูมิที่ 4.35-4.36)

1. อาคารวางตามแนวตรงทิศ (N-S-E-W) สัดส่วน 5.00:1.00 – 1.00:1.00 ควรใช้แบบจำลองที่มีค่า WWR น้อยของผนังทิศ N-S และสัดส่วน 1.00:1.00 - 5.00:1.00 ควรใช้แบบจำลองที่มีค่า WWR น้อยของผนังทิศ E-W
2. อาคารวางตามแนว 45 องศากับทิศ(NE-SW-SE-NW) สัดส่วน 5.00:1.00 – 1.00:1.00 ควรใช้แบบจำลองที่มีค่า WWR น้อยของผนังทิศ NE-SW และที่สัดส่วน 1.00:1.00 - 5.00:1.00 ควรใช้แบบจำลองที่มีค่า WWR น้อยของผนังทิศ NW-SE
3. รูปแบบ WWR แตกต่างกัน อาจมีค่าความร้อนรวมที่ผ่านผนังเท่ากัน โดยสังเกตจากจุดตัดของเส้นกราฟ
4. รูปแบบที่ WWR 100%เท่ากัน 4 ด้าน มีค่าความร้อนรวมผ่านผนังสูงที่สุด

รูปแบบที่ 5 แสดงค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองวางตรงทิศ(N-S-E-W) และ แนว 45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) สัดส่วน 5.00:1.00-1.00:5.00 , WWR 3 ด้านมาก 1 ด้านน้อย (เป็นการเปรียบเทียบค่าความร้อนรวมผ่านผนังที่สัดส่วนต่าง ๆกัน)

แนวทางปรับปรุงที่ 1 (แผนภูมิที่ 4.8-4.9)

1. อาคารที่วางตามแนวตรงทิศ (N-S-E-W) และแนว 45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) ควรใช้สัดส่วน 1.00:1.00 เพราะมีค่าความร้อนรวมต่ำสุด
2. อาคารที่วางตามแนวตรงทิศ (N-S-E-W) และแนว 45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) สัดส่วน 1.00:5.00 มีค่าความร้อนรวมสูงสุด จึงไม่ควรนำไปใช้

แนวทางปรับปรุงที่ 2 – 4 (แผนภูมิที่ 4.17-4.18 , แผนภูมิที่ 4.28-4.29 และ แผนภูมิที่ 4.39-4.40)

1. อาคารที่วางตามแนวตรงทิศ (N-S-E-W) และแนว 45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) ควรใช้สัดส่วน 1.00:1.00 เพราะให้ค่าความร้อนรวมต่ำสุด
2. อาคารที่วางตามแนวตรงทิศ (N-S-E-W) สัดส่วน 5.00:1.00 มีค่าความร้อนรวมสูงสุดจึงไม่ควรนำไปใช้
3. อาคารที่วางตามแนว 45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) มีค่าความร้อนรวมสูงสุดจึงไม่ควรนำไปใช้

รูปแบบที่ 6 แสดงค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองวางตรงทิศ(N-S-E-W) และ แนว 45 องศากับทิศ (NE-SW-SE-NW) ที่ค่าสัดส่วน 1.00:1.00 , WWR 3 ด้านมากเท่ากัน (60%,80% หรือ 100%)1 ด้านน้อย (20%)

(เปรียบเทียบค่า SC ต่าง ๆ ที่มีผลกับปริมาณค่าความร้อนรวมผ่านผนังแบบแบบจำลอง)

แนวทางปรับปรุงที่ 2 (แผนภูมิที่ 419-4.20)

1. ค่าความร้อนผ่านกระจก SC3 กระจก Soft Coated 6 มม .สีเทามีค่าสูงสุด

2. ค่าความร้อนผ่านกระจก SC4 กระจก Soft Coated 6 มม .สีเงินมีค่าต่ำสุด

แนวทางปรับปรุงที่ 4 (แผนภูมิที่ 4.39-4.)

1. ค่าความร้อนผ่านกระจก Scla1 กระจก Laminated 6 มม. สีฟ้าเขียวมีค่าสูงสุด
2. ค่าความร้อนผ่านกระจก Scla2 กระจก Laminated 6 มม. สีเทามีค่าต่ำสุด

การสรุปการประเมินทางเลือกด้วยอาคารกรณีศึกษา

จากการประเมินแนวทางปรับปรุงอาคารกรณีศึกษา 3 อาคาร ซึ่งทำการปรับปรุงแก้ไข 2 แนวทาง สามารถสรุปผลได้ดังนี้ แนวทางปรับปรุงแก้ไขแบบที่ 2 คือ ผนังกระจกเดิมเพิ่มฉนวนด้านหลัง (ฉนวนใยแก้ว 50 มม.)มีความเหมาะสมที่สุดในด้านของการลดปริมาณความร้อนที่ผ่านผนัง และด้านการลงทุน รวมถึงการพิจารณาค่า OTTV ให้ผ่านตามกฎหมายกำหนด (ไม่เกิน 55 วัตต์ต่อตารางเมตร) ดูรายละเอียดตารางที่ 5.1 ประกอบ เมื่อเปรียบเทียบกับแนวทางปรับปรุงแก้ไขแบบที่ 1 คือ ผนังกระจกเดิม เพิ่มผนังภายในเป็นกระจกใส 10 มม. และยิปซั่ม 9 มม. ซึ่งลดค่าความร้อนรวมผ่านผนังน้อย และการลงทุนสูง

ตารางที่ 5.1 สรุปเปรียบเทียบค่าความร้อนรวมผ่านผนัง ค่า OTTV และการวิเคราะห์ด้านการลงทุนของอาคารกรณีศึกษาก่อน และหลังปรับปรุงแนวทางแก้ไขแบบที่2

ชื่ออาคาร	ค่าความร้อนรวมผ่านผนัง(วัตต์)		ค่า OTTV (วัตต์/ตรม.)		การวิเคราะห์ด้านการลงทุน	
	ก่อนปรับ	หลังปรับ	ก่อนปรับ	หลังปรับ	ค่าใช้จ่าย(บาท)	ปีที่คุ้มทุน
UM TOWER	1,173,296.12	470,065.388	98.197	38.540	4,011,643.80	3.73
THAI CC TOWER	719,348.04	370,679.799	56.767	29.252	3,537,768.96	4.76
WALL STREET	1,152,404.84	424,398.696	131.08	48.275	3,180,656.16	3.10

ดังนั้นผลการศึกษาการลดค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองแนวทางต่าง ๆ ประกอบการประเมินแนวทางเลือกด้วยอาคารกรณีศึกษา สามารถสรุปเป็นตารางที่ 5.1 ที่แสดงค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองแนวทางปรับปรุงที่ 1 –4 รูปแบบ WWR (60%)3 ด้าน 1 ด้านน้อย (20%)และรูปแบบ WWR (60%) 2 ด้านเท่ากัน และอีก 2 ด้านน้อย (20%) ซึ่งเป็นรูปแบบ WWR ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริง และให้ค่าความร้อนรวมผ่านผนังต่ำ

ผลการวิจัยกับอาคารกรณีศึกษา 3 อาคาร สรุปได้ว่า อาคารที่มีผนังภายนอกเป็นกระจกทั้งหมดปรับปรุง โดยเพิ่มผนังกระจกเดิมเพิ่มผนังภายในเป็นกระจกใส 10 มิลลิเมตร และยิปซั่ม 9 มิลลิเมตร ไม่มีความเหมาะสม เนื่องจากปริมาณความร้อนรวมที่ผ่านผนังลดลงประมาณ 39 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง ส่วนการทางปรับปรุงโดยเพิ่มฉนวนใยแก้ว 50 มิลลิเมตรด้านหลังผนังกระจก มีความเหมาะสมเพราะลดปริมาณความร้อนที่เข้ามาได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกให้ผ่านตามเกณฑ์ที่ข้อกฎหมายกำหนด ตลอดจนคุ้มค่ากับการลงทุนเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ลดลง (ระยะเวลาคืนทุนภายใน 5 ปี) ซึ่งส่งผลให้การศึกษานี้มีแนวโน้มความเป็นไปได้ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงกับอาคารที่มีลักษณะเดียว

ส่วนอาคารที่มีผนังภายนอกเป็นกระจกบางส่วนและผนังทึบบางส่วน สรุปได้ว่า ปรับปรุงโดยใช้ใยแก้ว 50 มิลลิเมตรบุด้านหลังผนังทึบมีความเหมาะสมที่สุด สำหรับค่าอัตราส่วนพื้นที่ผนังกระจกต่อพื้นที่ผนังทั้งหมดระหว่าง 0 เปอร์เซ็นต์ ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลดปริมาณความร้อนผ่านผนังได้ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ ถึง

12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าอัตราส่วนพื้นที่ผนังกระจกต่อพื้นที่ผนังทั้งหมดมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความร้อนที่ผ่านผนังก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าใกล้เคียงกัน

การวิจัยนี้ศึกษาปริมาณความร้อนรวมผ่านผนังเพียงอย่างเดียว แต่ในความเป็นจริงการเลือกใช้แนวทางปรับปรุงแบบต่าง ๆ จำเป็นต้องพิจารณาร่วมกับองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ด้านความงาม ประโยชน์ใช้สอย ข้อจำกัดของรูปร่างที่ดินที่ส่งผลกับสัดส่วนของอาคาร ตลอดจนการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

จากการวิจัยนี้มุ่งเน้นปรับปรุงเพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านระบบผนังไม่รับน้ำหนักชนิดเบา (Curtain Wall) ซึ่งเป็นระบบผนังที่นิยมใช้สำหรับอาคารสูง แต่ในปัจจุบันอาคารขนาดกลางที่มีความสูงไม่มากก็เริ่มนิยมใช้ผนังประเภทนี้เช่นกัน ดังนั้นผลการศึกษาจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารทั่วไปที่เป็นระบบผนังลักษณะเดียวกัน โดยไม่มีข้อจำกัดในด้านความสูงของอาคาร

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดในด้านของระยะเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับขอบเขตของการศึกษา ดังนั้นจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในขั้นต่อไปดังนี้

1. ประเทศไทยมีภูมิอากาศร้อนชื้น ส่งผลให้เกิดการกลั่นตัวเป็นไอน้ำ (Condensation) ภายในผนังที่ทำการบุฉนวนได้ง่าย และทำให้ประสิทธิภาพของฉนวนลดลง ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาในรายละเอียดของสภาพแวดล้อมภายนอก ประกอบการพิจารณาคุณสมบัติของฉนวนเพื่อป้องกันการเกิดสภาพการณ์ดังกล่าว
2. การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะผังพื้นรูปทรงสี่เหลี่ยม แต่ในความเป็นจริงยังมีอาคารที่มีผังรูปทรงอื่น ๆ เช่น วงกลม วงรี ดังนั้นจึงควรศึกษาว่ารูปทรงอื่น ๆ ส่งผลกับค่าความร้อนที่ผ่านผนังของอาคาร
3. ขอบเขตของการวิจัยครั้งนี้ไม่รวมปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในอาคาร ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในด้านความสัมพันธ์ของปริมาณแสงธรรมชาติและการลดปริมาณความร้อนเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 สรุปค่าความร้อนผ่านผนังแบบจำลองแนวทางปรับปรุงที่1-4 (พื้นที่ชั้น 1 ตารางเมตร)

ค่าสัดส่วน	แนวทาง	WWR 60%เท่ากัน4ด้าน		WWR 3 ด้านมาก 1 ด้านน้อย										WWR 2 ด้านเท่ากัน							
กว้าง:ยาว	ปรับปรุง	N-S E-W		NE-SW-SE-NW		N-S-E-60%,W-20%		N-E-W-60%,S-20%		NE-SE-NW-60%,SW-20%		NE-SW-NW-60%,SE-20%		N-S-60%,E-W-20%		N-S-20%,E-W-60%		NE-SW-60%,SE-NW-20%		NE-SW-20%,SE-NW-60%	
		Q ก่อนปรับ วัตต์	Qหลังปรับ วัตต์	Q ก่อนปรับ วัตต์	Qหลังปรับ วัตต์	Q ก่อนปรับ วัตต์	Qหลังปรับ วัตต์	Q ก่อนปรับ วัตต์	Qหลังปรับ วัตต์	Q ก่อนปรับ วัตต์	Qหลังปรับ วัตต์	Q ก่อนปรับ วัตต์	Qหลังปรับ วัตต์	Q ก่อนปรับ วัตต์	Qหลังปรับ วัตต์	Q ก่อนปรับ วัตต์	Qหลังปรับ วัตต์	Q ก่อนปรับ วัตต์	Qหลังปรับ วัตต์	Q ก่อนปรับ วัตต์	Qหลังปรับ วัตต์
5.00:1.00	1	981.87	680.76	1,028.24	705.80	981.87	647.01	981.87	640.84	1,028.24	664.33	1,028.24	696.89	981.87	665.87	981.87	632.60	1,028.24	693.08	1,028.24	642.96
	2	1,225.40	877.04	1,264.34	915.99	1,209.87	832.49	1,134.92	841.41	1,170.66	877.15	1,244.33	868.95	1,191.45	785.05	1,110.15	471.49	1,234.89	828.48	1,118.64	479.99
	3	1,374.59	880.41	1,439.50	919.36	1,374.59	836.13	1,374.59	848.18	1,439.50	881.92	1,439.50	870.59	1,374.59	788.97	1,374.59	477.68	1,439.50	832.41	1,439.50	486.16
	4	2,143.76	1,786.63	2,246.00	1,888.87	2,072.18	1,685.29	1,752.16	1,246.22	1,845.98	1,340.05	2,162.64	1,775.75	1,993.03	1,576.38	1,533.05	878.31	2,107.04	1,690.40	1,555.36	900.61
3.00:1.00	1	853.38	590.39	885.16	607.55	853.38	581.68	853.38	559.47	885.16	575.43	885.16	596.05	853.38	571.18	853.38	553.09	885.16	591.13	885.16	558.88
	2	1,061.76	761.93	1,088.45	788.62	1,041.71	704.39	991.67	579.41	1,015.88	603.61	1,062.60	725.28	1,017.93	643.12	972.49	447.79	1,050.41	675.61	975.59	450.89
	3	1,194.87	764.82	1,239.35	791.61	1,194.87	707.65	1,194.87	583.39	1,239.35	607.60	1,239.35	728.54	1,194.87	646.74	1,194.87	452.86	1,239.35	679.23	1,239.35	455.96
	4	1,863.65	1,556.26	1,933.71	1,626.33	1,771.21	1,425.40	1,560.32	1,137.66	1,623.86	1,201.21	1,826.07	1,480.25	1,659.00	1,284.78	1,390.60	852.68	1,444.42	1,370.03	1,398.74	860.83
1.00:1.00	1	760.88	523.09	767.28	526.55	760.88	508.00	760.88	505.24	767.28	508.00	767.28	506.62	760.88	501.89	760.88	502.69	767.28	498.10	767.28	498.44
	2	937.64	677.96	943.15	683.49	903.00	578.42	897.18	572.60	901.25	576.68	898.39	573.81	861.82	472.33	888.10	498.61	877.27	487.78	877.99	488.50
	3	1,065.23	680.62	1,074.19	686.00	1,065.23	581.61	1,065.23	575.87	1,074.19	579.81	1,074.19	576.95	1,065.23	478.13	1,065.23	500.51	1,074.19	491.55	1,074.19	492.26
	4	1,661.92	1,395.72	1,678.04	1,409.83	1,501.84	1,169.09	1,486.79	1,154.04	1,497.14	1,164.39	1,489.61	1,156.88	1,324.83	952.62	1,388.80	989.50	1,365.28	965.98	1,367.16	967.86
1.00:3.00	1	903.64	617.53	886.64	608.35	903.64	591.40	903.64	607.23	886.64	597.65	886.64	573.84	903.64	559.88	903.64	605.10	886.64	559.08	886.64	592.13
	2	1,103.97	804.13	1,089.69	789.86	1,043.91	631.55	1,080.60	743.29	1,065.50	728.18	1,012.16	599.89	972.49	447.79	1,074.21	699.40	975.59	450.89	1,052.07	677.28
	3	1,265.21	807.03	1,241.42	782.76	1,265.21	635.53	1,265.21	748.54	1,241.42	731.44	1,241.42	603.87	1,265.21	452.85	1,265.21	703.02	1,241.42	456.96	1,241.42	680.89
	4	1,974.44	1,667.06	1,936.97	1,629.59	1,697.18	1,247.53	1,873.32	1,627.80	1,833.67	1,487.86	1,814.09	1,191.43	1,390.59	852.67	1,816.74	1,432.49	1,721.63	860.83	1,758.62	1,374.38
1.00:5.00	1	1,059.72	722.80	1,030.53	707.63	1,059.72	689.06	1,059.72	714.82	1,030.53	698.74	1,030.53	682.48	1,059.72	648.37	1,059.72	713.17	1,030.53	643.42	1,030.53	694.47
	2	1,290.79	942.44	1,266.27	917.91	1,213.13	719.63	1,272.70	896.32	1,247.53	870.15	1,166.17	672.67	1,121.05	482.39	1,267.74	861.34	1,118.96	480.31	1,237.13	830.72
	3	1,483.58	945.80	1,442.71	921.28	1,483.58	724.40	1,483.58	898.96	1,442.71	873.80	1,442.71	677.44	1,483.58	488.58	1,483.58	885.28	1,442.71	486.48	1,442.71	834.65
	4	2,315.42	1,958.29	2,251.05	1,893.92	1,957.48	1,451.54	2,237.11	1,850.22	2,171.05	1,784.17	1,834.20	1,328.27	1,651.67	906.83	2,193.30	1,778.65	1,556.20	901.46	2,112.94	1,696.29

หมายเหตุ ความสูงแบบจำลองแนวทางปรับปรุงที่1 เท่ากับ 2.50 เมตร แนวทางปรับปรุงที่2-4 เท่ากับ 3.50 เมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย