บทที่ 8

การคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนที่ผ่านผิวผนังและปริมาณพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็น

ปริมาณพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นภายใต้ร่มเงาต้นไม้และจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ภายนอก ในแต่ละทิศทางนั้น ส่งผลให้ปริมาณความร้อนที่ผ่านผิวผนังอาคารปริมาณแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุที่เป็นผนังนั้น ๆ และขนาดพื้นที่ของผนังที่การแผ่รังสีกระทบโดยหาได้จาก

Q_1 (I outdoor) = $U_1A_1(CLTD)_1$

Q_2 (I inshade) = $U_2A_2(CLTD)_2$

ในกรณีที่ทำการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่แตกต่างกันกำหนดให้ $U_1A_1 = U_2A_2$

ดังนั้นค่าความแตกต่างของปริมาณความร้อนดังกล่าว จึงขึ้นอยู่กับ CLTD การลดปริมาณการแผ่รังสีโดยต้นไม้ยืนต้นนี้ทำให้ CLTD มีค่าลดลง การปรับค่า CLTD จึงขึ้นอยู่กับปริมาณของการแผ่รังสีที่เกิดขึ้นที่บริเวณผิวผนัง ซึ่งหาได้จากปริมาณการแผ่รังสีภายใต้ร่มเงาต้นไม้ จากการเก็บข้อมูล โดยมีหลักการคือ

- หาสัดส่วนระหว่างปริมาณ การแผ่รังสีแนวตั้งภายใต้ร่มเงากับปริมาณการแผ่รังสีแนวตั้งภายนอก ทุกช่วงเวลา

- นำสัดส่วนที่ได้ไปหาปริมาณ I inshade ในสภาพ Clearsky ได้โดยแทนค่าปริมาณการแผ่รังสีแนวตั้งภายนอก จากตาราง SHGF (Solar Heat Gain Factor ของ 14 องศาเหนือ, ASHRAE) ซึ่งมีค่าการแผ่รังสีแนวตั้งของ Clearsky ทั้งปี เพื่อได้ปริมาณการแผ่รังสีแนวตั้งภายใต้ร่มเงาทั้งปีในทุก ๆ ทิศได้ทั้งปีเช่นกัน

- นำค่าปริมาณการแผ่รังสีแนวตั้งภายใต้ร่มเงาแต่ละทิศที่มีปริมาณสูงสุดของที่ได้จากการหาปริมาณการแผ่รังสีภายใต้ร่มเงาทั้งปี และการแผ่รังสีแนวตั้งแต่ละทิศของภายนอก (SHGF) ที่มีปริมาณสูงสุด มาหาสัดส่วนเพื่อนำมาใช้ปรับค่า CLTD ซึ่งจะใช้ในการคำนวณหาพลังงานในส่วนของภาระการปรับอากาศได้

- สัดส่วนในการปรับ CLTD จะได้เป็นค่าปรับ CLTD ของต้นไม้แต่ละชนิด

ในการคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านผิวผนังอาคาร และการใช้พลังงานของอาคารในงานวิจัยนี้ ได้ใช้โปรแกรมคำนวณพลังงานเป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณหาค่าพลังงานจากการปรับอากาศ คือ โปรแกรม OTTVEE Version 1.0 ของสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย ซึ่งข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรมนี้มีค่า CLTD ที่ได้กำหนดขึ้นมาจากการหลักการของ TFM (Transfer Function Method) โดยให้มีการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ของอาคารและตำแหน่งของสถานที่ในการใช้ ซึ่งสามารถกำหนด ณ บริเวณกรุงเทพฯ ในตำแหน่งละติจูด (Latitude) และลองกิจูด (Longitude) ที่ถูกต้องได้ การใช้โปรแกรมนี้ให้เหมาะสมกับงานวิจัยนี้จึงต้องเข้าไปสู่ข้อมูลพื้นฐานเพื่อเปลี่ยนค่า CLTD ตามช่วงเวลาที่มีการลดปริมาณการแผ่รังสี โดยร่มเงาต้นไม้ อย่างการนำค่าปรับ CLTD ของแต่ละต้น เข้าไปเสริมภายในข้อมูลพื้นฐานนี้ เพื่อสามารถเปลี่ยนให้เป็นค่า CORR. CLTD ในกรณีที่มีต้นไม้ตัวอย่างแต่ละต้นบังเงาได้ โดยใช้หลักการหาข้างต้น และมีการเปรียบเทียบการใช้พลังงานในอาคารของต้นไม้ทั้ง 2 ชนิด รวมทั้งเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใช้ต้นไม้บังเงาอีกด้วย

รายละเอียดเบื้องต้นที่สำคัญที่ใช้ในการคำนวณ แต่แบบคือ

1) ที่ตั้งโครงการ - กรุงเทพมหานคร (กำหนดให้มีพื้นที่ 100 m^2 ความสูง 5 m.)

2) อุณหภูมิอากาศ - กรุงเทพมหานครโดยเฉลี่ย 10 ปี

3) ข้อมูลกรอบอาคาร

ทิศเหนือ - ผนังทึบ, ผนังก่ออิฐถือปูน หนา 10 cm. ค่า U = 3.1 W/m^2*K

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ - ผนังทึบ, ผนังก่ออิฐถือปูน หนา 10 cm. ค่า U = 3.1 W/m^2*K

ทิศตะวันออก - ผนังทึบ, ผนังก่ออิฐถือปูน หนา 10 cm. ค่า U = 3.1 W/m^2*K

ทิศตะวันออกเฉียงใต้ - ผนังทึบ, ผนังก่ออิฐถือปูน หนา 10 cm. ค่า U = 3.1 W/m^2*K

ทิศใต้ - ผนังทึบ, ผนังก่ออิฐถือปูน หนา 10 cm. ค่า U = 3.1 W/m^2*K

ทิศตะวันตกเฉียงใต้ - ผนังทึบ, ผนังก่ออิฐฉาบปูน (U=0.9)

ทิศตะวันตก - ผนังทึบ, ผนังก่ออิฐถือปูน หนา 10 cm. ค่า U = 3.1 W/m^2*K

ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ - ผนังทึบ, ผนังก่ออิฐถือปูน หนา 10 cm. ค่า U = 3.1 W/m^2*K

4) เครื่องปรับอากาศ - Split Type เบอร์ 5 (EER = 10.6)

COP (Coefficient of Performance) = 1.135 KW/Ton

โดย $COP = \frac{\text{Refrigerant Effect}}{\text{Net Work Input}}$ (ASHRAE, 1993)

Refrigerant Effect - พลังงานที่ได้รับการทำความเย็นโดยเครื่องปรับอากาศ

Net Work Input – พลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นโดยเครื่องปรับอากาศ

ตัวอย่างเช่น ความร้อนที่เกิดขึ้นในอาคาร 20 Watt

จะต้องใช้พลังงาน = 20 / 1.135

ดังนั้น จะต้องใช้พลังงานในการกำจัดความร้อนออกไปจากอาคาร = 17.621 Watt

โดยการกำหนดข้อมูลต่าง ๆ ให้เพียงพอแก่การคำนวณพลังงานที่เกิดขึ้นจากกรอบอาคารเท่านั้น (ในการคำนวณครั้งนี้ ใช้ผนังทุกด้านมีพื้นที่ = 50 ตร.ม.) ผลจากการคำนวณ โดยการคำนวณพลังงานที่ได้ต่อไปนี้ได้ เป็นผลจากการคำนวณจากค่า CLTD ของสภาพแวดล้อมกลางแจ้ง CLTD ของสภาพแวดล้อมที่ใช้ต้นจามจุรีบังเงา และ CLTD ของสภาพแวดล้อมที่ใช้ต้นพิกุลบังเงา

จามจุรี

ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ

โครงการ : **J**-BKK

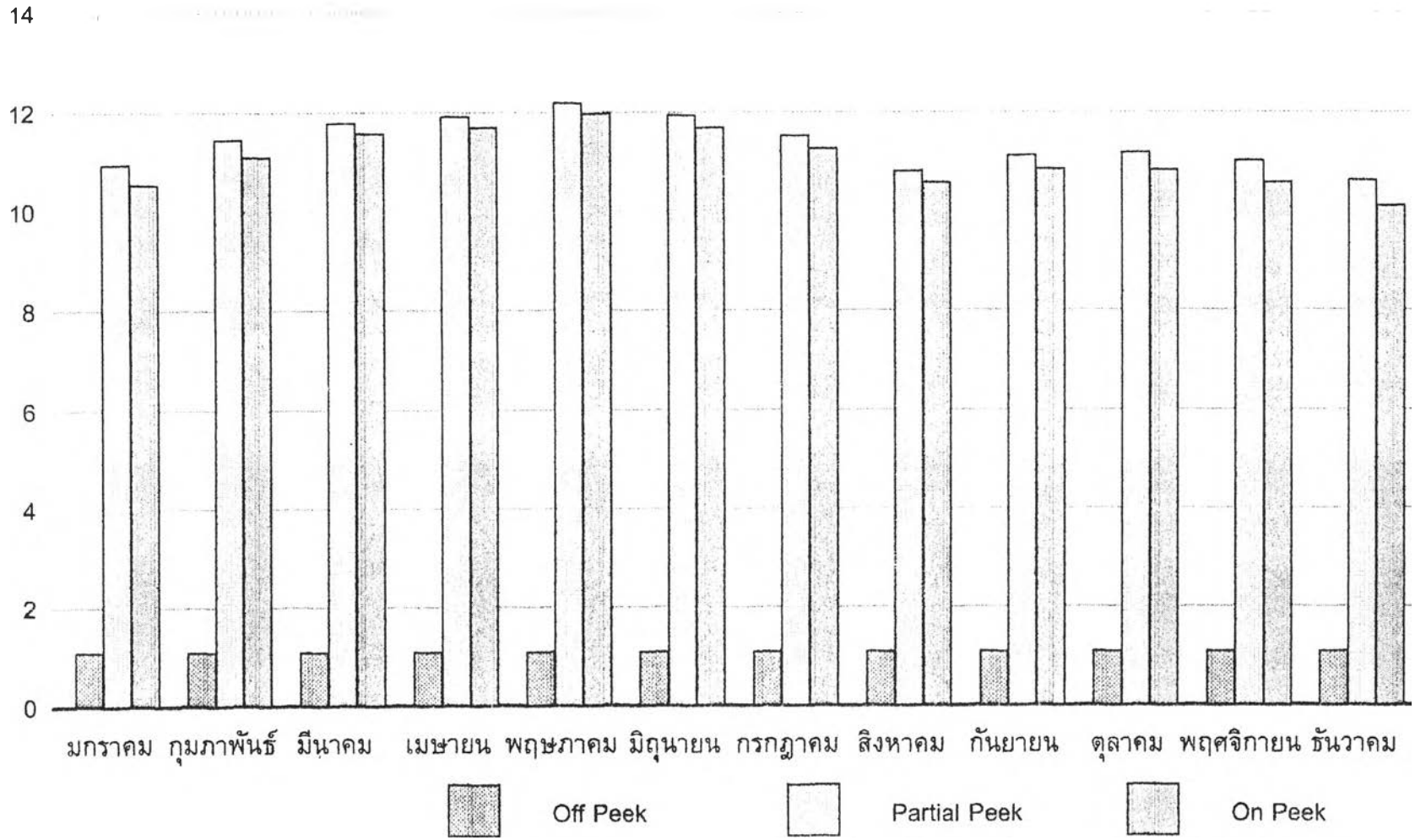
บริเวณ : BKK

ผนังทึบ	211	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ผนังโปร่งแสง	0	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
หลังคาทึบ	0	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
หลังคาโปร่งแสง	0	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ภาระกรอบอาคาร	211	กิโลวัตต์-ชั่วโมง

โครงการ : J-BKK

บริเวณ : BKK

7.17 ค่าพลังงานสูงสุดของอาคาร

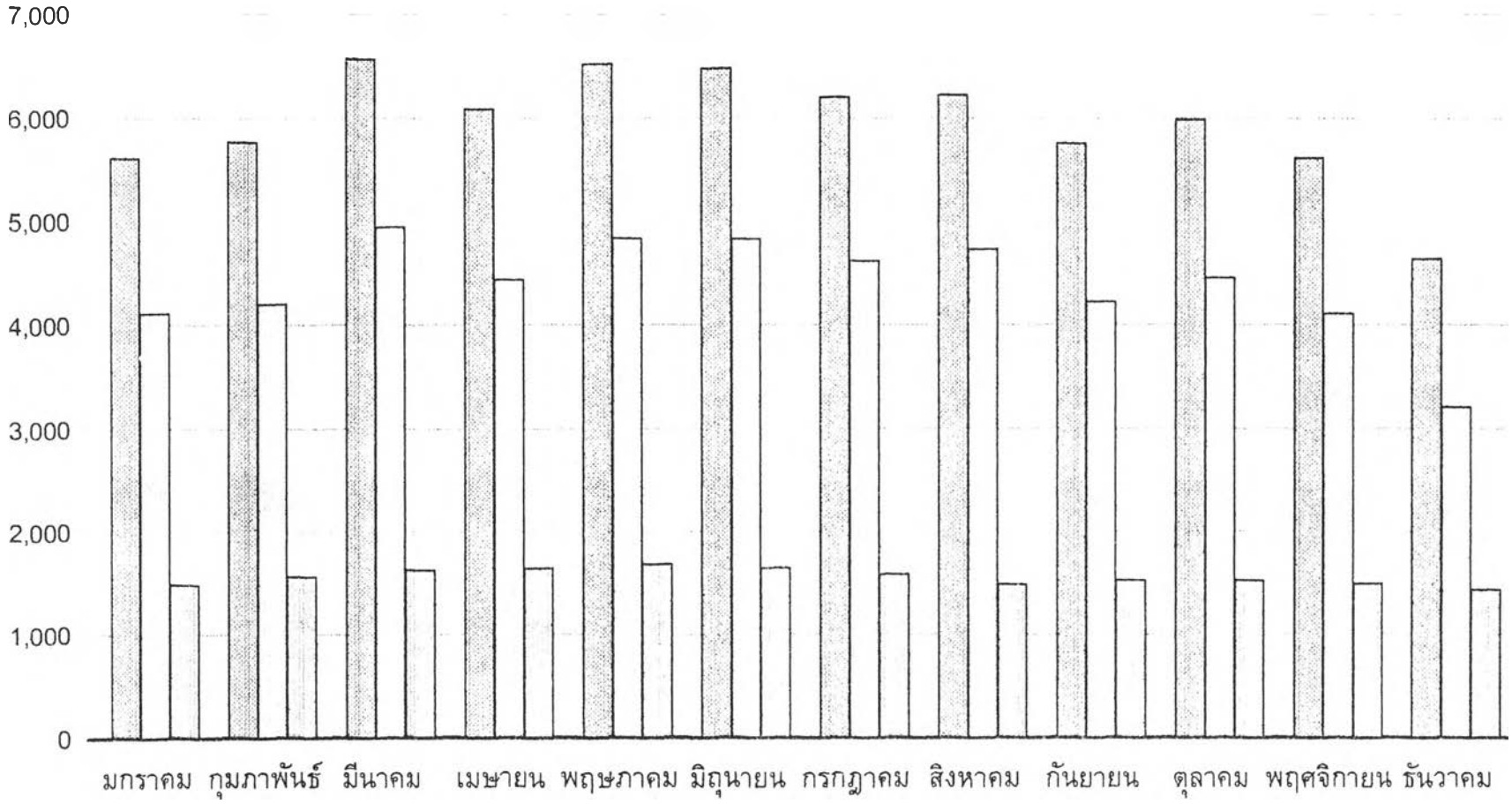


Calculated by OTTVEE Version 1.0a

โครงการ : J-BKK

บริเวณ : BKK

7.18 ค่าไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร



Calculated by OTTVEE Version 1.0a

พิกุล

ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ

โครงการ : p-BKK

บริเวณ : BKK

ผนังทึบ	215	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ผนังโปร่งแสง	0	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
หลังคาทึบ	0	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
หลังคาโปร่งแสง	0	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ภาระกรอบอาคาร	215	กิโลวัตต์-ชั่วโมง

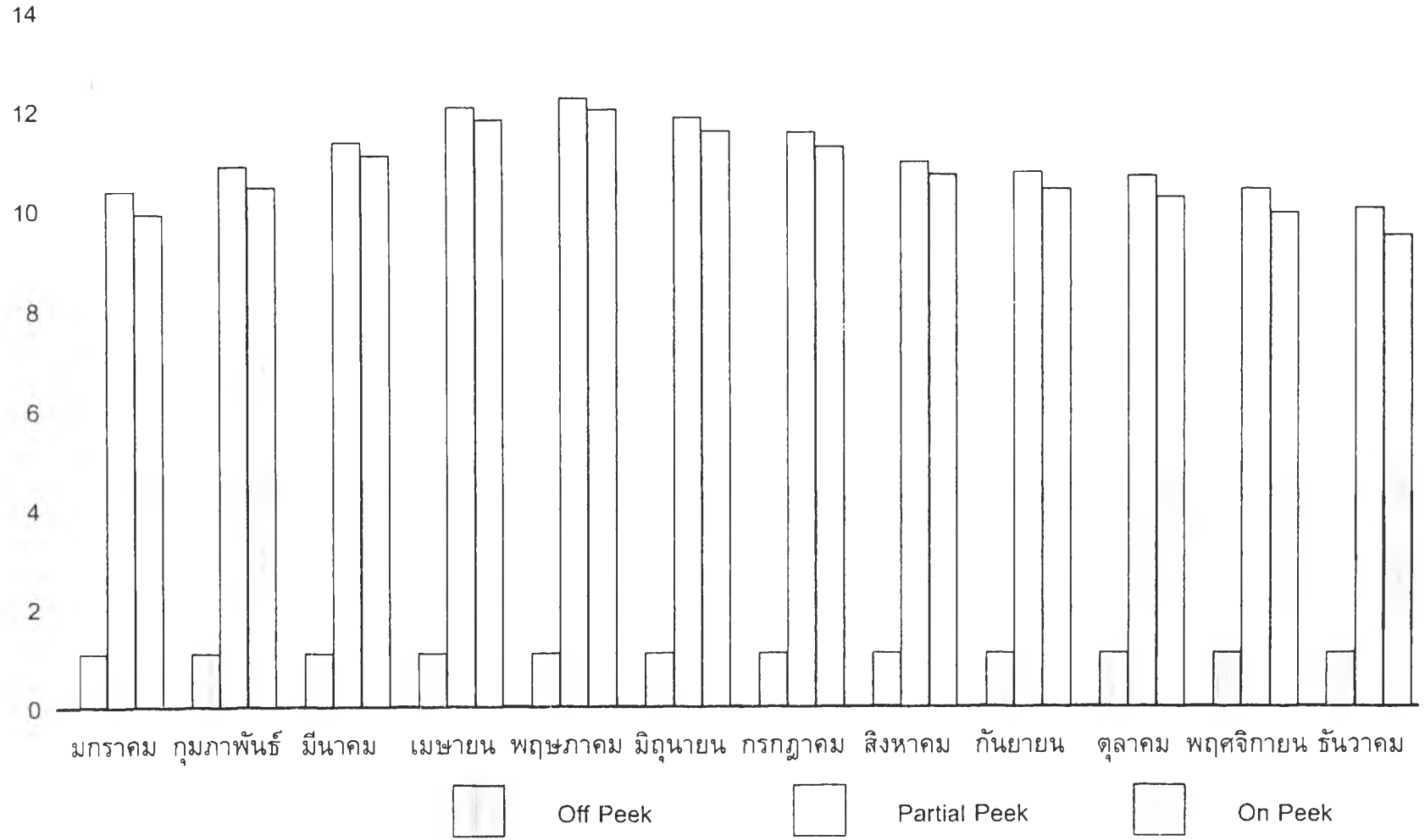
วันที่ 2 พฤษภาคม

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

โครงการ : p-BKK

บริเวณ : BKK

7.19 ค่าพลังงานสูงสุดของอาคาร

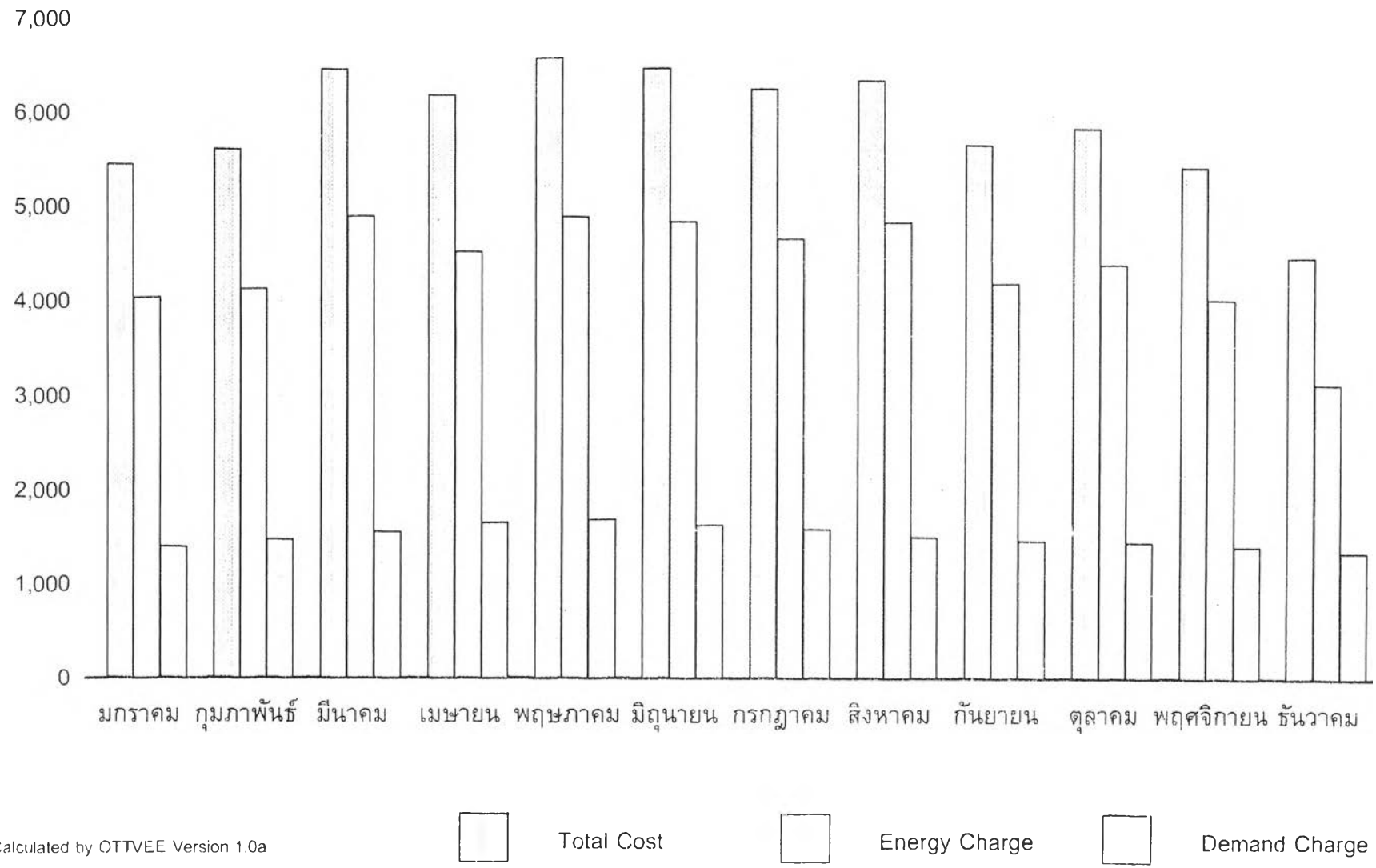


Calculated by OTTVEE Version 1.0a

โครงการ : p-BKK

บริเวณ : BKK

7.20 ค่าไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร



Calculated by OTTVEE Version 1.0a

กลางแจ้ง

ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ

โครงการ : o-bkk

บริเวณ : bkk

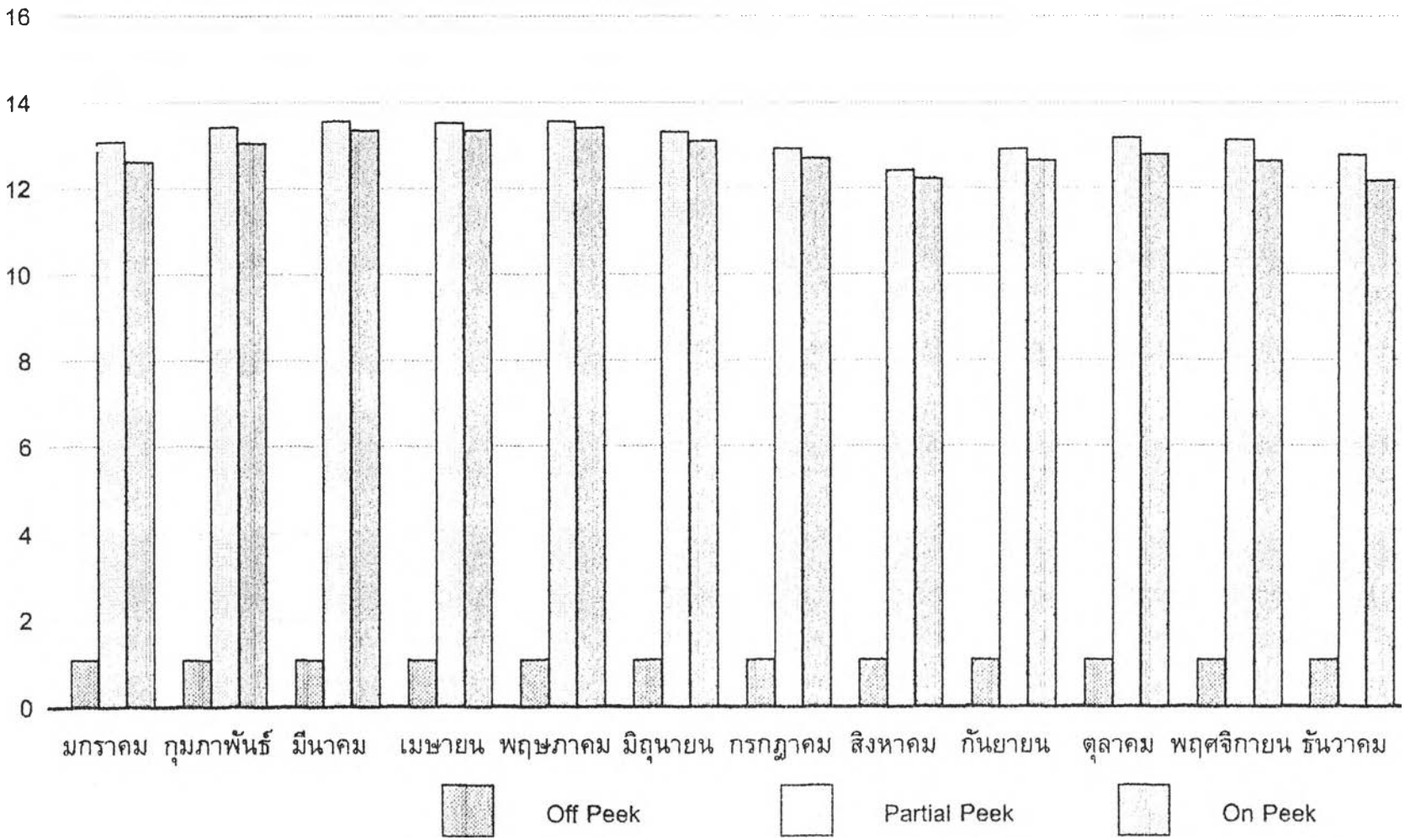
ผนังทึบ	244	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ผนังโปร่งแสง	0	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
หลังคาทึบ	0	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
หลังคาโปร่งแสง	0	กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ภาระกรอบอาคาร	244	กิโลวัตต์-ชั่วโมง

โครงการ : o-bkk

บริเวณ : bkk

7.21 ค่าพลังงานสูงสุดของอาคาร

(กิโลวัตต์)

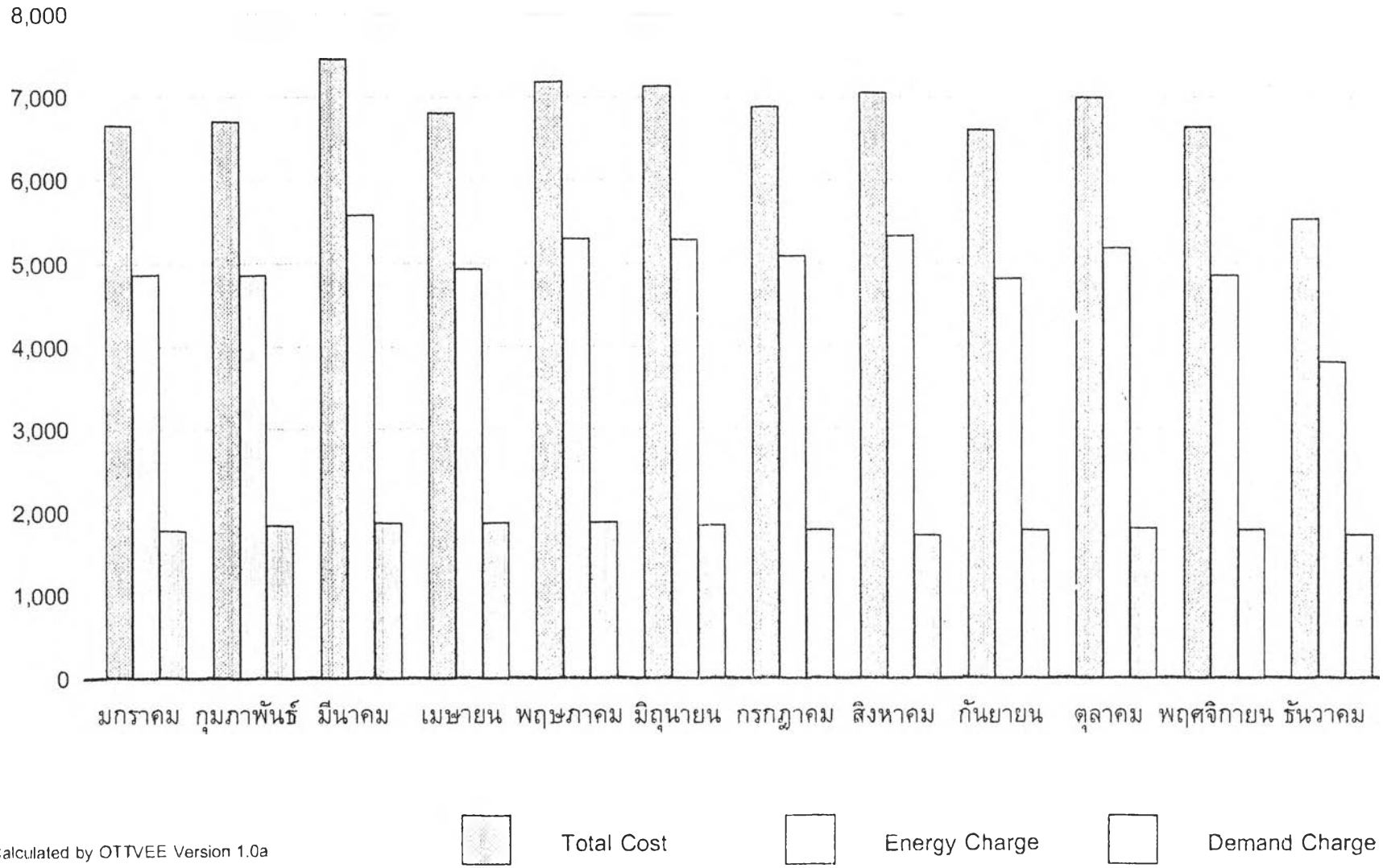


Calculated by OTTVEE Version 1.0a

7.22 ค่าไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร

โครงการ : o-bkk

บริเวณ : bkk



Calculated by OTTVEE Version 1.0a

ผลจากการคำนวณพบว่า

1. จามจุรีและพิกุลสามารถลดปริมาณความร้อนของผนังอาคารได้ เมื่อเปรียบเทียบกันกับผนังที่รับการแผ่รังสี โดยไม่มีการบังเงา โดยในวันที่มีการใช้พลังงานสูงสุด คือ

- ต้นจามจุรีสามารถลดปริมาณความร้อน ที่ผ่านเข้ามาทางผนังอาคารและเป็นภาระในการปรับอากาศได้ 0.0725 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตร.ม. ซึ่งเท่ากับ 11.88% ของผนังรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง

- ต้นพิกุลสามารถลดปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางผนังอาคารและเป็นภาระในการปรับอากาศได้ 0.0825 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตร.ม. ซึ่งเท่ากับ 13.52% ของผนังรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง

2. การใช้ต้นจามจุรีและต้นพิกุลบังเงาให้อาคารสามารถลดค่าพลังงานทั้งปีได้มาก โดยสรุปได้คือ

- ต้นจามจุรีสามารถลดค่าพลังงานของอาคารได้ประมาณ 13.8% นั่นก็คือถ้าพื้นที่ในการใช้ปรับอากาศมากและพื้นที่ผนังที่มีการบังเงามากก็จะลดขนาดของเครื่องปรับอากาศได้มาก

- ต้นพิกุลสามารถลดค่าพลังงานของอาคารได้ประมาณ 15.68% นั่นก็คือถ้าพื้นที่ในการใช้ปรับอากาศมากและพื้นที่ผนังที่มีการบังเงามากก็จะลดขนาดของเครื่องปรับอากาศได้มาก

3. การใช้การบังเงาของต้นจามจุรีและต้นพิกุลสามารถลดในส่วนค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้โดยในเดือนที่มีภาระการปรับอากาศมากที่สุดก็จะสามารถลดได้ โดยประมาณ 1.5 บาท และ 1.75 บาท ต่อ ตร.ม. ตามลำดับ ต่อเดือน

เมื่อพิจารณาการคำนวณค่าพลังงานและการใช้จ่ายต่าง ๆ เปรียบเทียบกันและพบว่าต้นจามจุรีและต้นพิกุลสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานในอาคารได้เกือบเท่ากัน ทั้งนี้อันเนื่องมาจากลักษณะความหนาแน่นและทรงพุ่มของต้นไม้ตัวอย่างในการวิจัย ที่ส่งผลทางด้านพลังงานได้เท่าเทียมกัน ดังนั้นประสิทธิภาพในการบังเงาของต้นไม้จึงขึ้นอยู่กับต้นไม้แต่ละชนิดที่ทำการเลือกใช้