

การศึกษาผลกระทบของทิศการวางตัวและความลาดเอียงที่มีต่อปริมาณความร้อน จากรังสีอาทิตย์ที่พื้นผิวรับรังสีอาทิตย์ได้รับภายใต้สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

The study of the effect of the orientation and surface tilt on amount of thermal solar radiation at the media surface under the climate of Thailand

อภิชัย แชมพรมาราช^{1*} ชีระชาติ พรพิบูลย์²

^{1,2}สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทร 044 224 498 โทรสาร 044 224 613

Apichai Champrommarat¹ Teerachart Pornpibul²

^{1,2}School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology,
Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand Tel: 044 224 498 Fax: 044 224 613 E-mail: apichaisut@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอถึงรูปแบบรังสีอาทิตย์เฉลี่ย 5 ปี
ย้อนหลังโดยการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาระหว่างปี พ.ศ. 2547 –
2551 เทียบกับแบบจำลองรังสีอาทิตย์ที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย
อาทิ เช่น แบบจำลองรังสีอาทิตย์ของเสริม จันทรฉาย [1] แบบจำลอง
รังสีอาทิตย์ของ Perez [2] และแบบจำลองท้องฟ้าโปร่งของสมาคม
วิศวกรปรับอากาศและทำความเย็นแห่งสหรัฐอเมริกา (ASHRAE) [3]
ผลการศึกษารายงานพบว่าค่าเฉลี่ยรูปแบบรังสีอาทิตย์มีรูปแบบใกล้เคียง
กับแบบจำลองรังสีอาทิตย์ของ Perez มากที่สุด นอกจากนี้บทความนี้
ได้มีการนำเสนอถึง ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ (Solar heat gain index ,
S) ซึ่งหมายถึงสัดส่วนระหว่างพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่
พื้นผิวดังกล่าวใดๆ ได้รับในทิศทางการวางตัวและความเอียงแบบต่างๆ
เทียบกับพลังงานความร้อนในทิศการวางตัวและความเอียงที่สามารถ
รับพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้สูงสุด และจากกรณีศึกษาของ
บทความนี้สามารถสรุปได้ว่าดัชนีการรับรังสีอาทิตย์เป็นปัจจัยสำคัญที่
สามารถบ่งชี้ถึงความเบี่ยงเบนของพลังงานจากรังสีอาทิตย์ที่ตัวรับรังสี
อาทิตย์ได้รับ ที่เบี่ยงเบนไปจากการวางตัวที่สามารถรับรังสีอาทิตย์ได้
สูงสุดในทุกกรณี และค่าเฉลี่ยดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ยังเป็นปัจจัยที่
สามารถบ่งบอกถึงทิศการวางตัวของอาคารที่เบี่ยงเบนไปจากทิศการ
วางตัวที่ดีที่สุดในการประหยัดพลังงาน

คำสำคัญ : แบบจำลองรังสีอาทิตย์ / ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ / โอกาส
ในด้านการผลิตพลังงาน / การสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัด
พลังงาน

Abstract

This paper presents the average solar radiation
pattern during the year 2004 -2008 compare with the widely used
solar radiation models in Thailand such as Serm Janjai's solar
radiation model [1] Perez's solar radiation model [2] and
ASHRAE clear sky model [3]. From the results, the average solar
radiation pattern measure by Thai Meteorological Department in
the last 5 year was the most similar Perez's solar radiation
model. Furthermore this paper also present the *Solar heat gain
index* , S , It is the ratio between thermal energy from the solar
radiation at the media surface with a variety of its orientation and
surface tilt and the thermal energy which can be received the
maximum thermal solar radiation. In the case studies of this
paper, the solar heat gain index is the important factor which the
deviation of solar energy obtained from solar collector in arbitrary
orientation and surface tilt from the maximum solar energy
obtained from the optimum orientation and surface tilt of solar
collector. Moreover the average solar heat gain index is also
indicate the deviation of building orientation from the best
orientation for saving energy.

Keywords : Solar radiation model / Solar heat gain index /
Opportunities of energy production / Opportunities loss of saving
energy

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้น้ำร้อนเพื่อกิจกรรมต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมหรือภาคครัวเรือน ในแต่ละปีเป็นปริมาณที่มาก อีกทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามกิจกรรมต่างๆ อีกด้วย ซึ่งการผลิตน้ำร้อนสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การผลิตน้ำร้อนโดยใช้ ไฟฟ้า ก๊าซ แสงอาทิตย์ ฯลฯ แต่หากคำนึงถึงผลจากวิกฤติการณ์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันแล้ว จะพบว่าการผลิตน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นวิธีการที่มีความเหมาะสมกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียนที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่สิ้นสุดและยังไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาวะแวดล้อม

อุปกรณ์การผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่นิยมใช้ตัวหนึ่งคือตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ เนื่องจากมีราคาต้นทุนที่ไม่สูง และดูแลรักษาง่าย โดยสถานที่ติดตั้งตัวรับรังสีอาทิตย์ควรเป็นที่โล่ง ไม่มีเงามาบังรังสีอาทิตย์ที่จะฉายมาสู่อุปกรณ์ เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับรังสีอาทิตย์สูงที่สุด แต่บ่อยครั้งพบว่าเมื่อติดตั้งตัวรับรังสีอาทิตย์ไปแล้วมักจะมีปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้เกิดขึ้นตามมาภายหลัง เช่น มีเงาบังจากต้นไม้หรือมีเงาบังจากอาคารที่สร้างขึ้นมาจากภายหลังมาบังรังสีอาทิตย์ ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการจัดวางตัวรับรังสีอาทิตย์ใหม่เพื่อหลีกเลี่ยงผลจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ดังกล่าว จึงทำให้อุปกรณ์ได้รับปริมาณรังสีอาทิตย์น้อยลง ซึ่งจะส่งผลต่อโอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ปัญหาในลักษณะดังกล่าวได้จากดัชนีการรับรังสีอาทิตย์

ในทำนองเดียวกันการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานควรให้เปลือกอาคารเช่น ผนัง หลังคา เป็นต้น ได้รับรังสีอาทิตย์ในปริมาณที่สูง เพื่อเป็นการลดภาระการทำความเย็นของอาคารปรับอากาศ ซึ่งจะช่วยให้ช่วยลดการสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานของอาคารไปในตัว แนวทางหนึ่งซึ่งสามารถทำได้ก่อนการก่อสร้างคือการเลือกทิศการวางตัวของอาคารให้ได้รับรังสีอาทิตย์น้อยที่สุด ซึ่งอาจพิจารณาจากปริมาณรังสีความร้อนรวมของผนังและหลังคาอาคาร โดยการรับรังสีอาทิตย์ของแต่ละพื้นผิวของอาคารสามารถวิเคราะห์ได้จากดัชนีการรับรังสีอาทิตย์เช่นเดียวกัน

2. การวิเคราะห์แบบจำลองรังสีอาทิตย์

เพื่อให้การวิเคราะห์รังสีอาทิตย์สุทธิที่ตกกระทบยังพื้นผิวใด ๆ เป็นไปด้วยความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย จึงจำเป็นต้องอาศัยการพิจารณาแบบจำลองรังสีอาทิตย์ที่สามารถอธิบายครอบคลุมถึงรูปแบบรังสีอาทิตย์และสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทยได้ โดยการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษารูปแบบจำลองรังสีอาทิตย์ของ เสริม จันทร์ฉาย [1] ได้สร้างแบบจำลองรังสีอาทิตย์ขึ้นภายใต้ฐานข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ได้จากการตรวจวัดระหว่างปี พ.ศ. 2538 – 2547 ในจังหวัดต่างๆ ของประเทศไทย โดยแบบจำลองนี้จะวิเคราะห์ปริมาณรังสีอาทิตย์อยู่ในรูปของสัมประสิทธิ์การดูดกลืน (Absorptivity) สัมประสิทธิ์การสะท้อน (Reflectivity) สัมประสิทธิ์การส่งผ่าน (Transmissivity) ของชั้นบรรยากาศ ไออน่าและฝุ่นละอองบนท้องฟ้า และความเข้มรังสีอาทิตย์ภายนอกชั้นบรรยากาศโลก (Extraterrestrial radiation) ตั้งความสัมพัทธ์

$$I_{sur} = f(\alpha_w, \alpha_{aer}, \rho_B, \rho_g, \tau_o, I_{TOA})$$

แต่เนื่องจากสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากช่วงเวลาที่มีการตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศในแบบจำลองนี้อยู่มาก จึงอาจทำให้ผลที่ได้จากแบบจำลองนี้เกิดความคลาดเคลื่อนเมื่อนำมาใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศปัจจุบัน

นอกจากนั้นการศึกษานี้ยังได้ทำการศึกษารูปแบบจำลองรังสีกระจายของ Perez [2] ที่ได้มีการวิเคราะห์ครอบคลุมไปถึงรูปแบบของท้องฟ้าซึ่งเป็นอิทธิพลมาจากสภาพภูมิอากาศ ซึ่งได้มีการนำเสนอสภาพของท้องฟ้าอยู่ในรูปดัชนีความปลอดโปร่งของท้องฟ้า (Sky clearness, ϵ) และดัชนีความส่องสว่างของท้องฟ้า (Sky brightness, Δ) โดยปริมาณรังสีกระจายของแบบจำลองนี้จะอยู่ในรูปความสัมพันธ์ของดัชนีดังกล่าวและการวางตัวของตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ ซึ่งในการคำนวณหาปริมาณรังสีกระจายนั้นจำเป็นต้องทราบสภาพของท้องฟ้าจากดัชนีทั้งสอง เพื่อใช้ในการเลือกสัมประสิทธิ์ในการคำนวณได้อย่างเหมาะสมกับสภาพอากาศที่เกิดขึ้น แต่เนื่องจากในอดีตสถานีตรวจวัดรังสีอาทิตย์มักจะมีการตรวจวัดเพียงรังสีรวม จึงทำให้ผู้สร้างแบบจำลองนี้สร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการแยกรังสีกระจายออกจากรังสีรวม ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวจึงสามารถวิเคราะห์ได้เพียงปริมาณรังสีกระจายที่เกิดขึ้นเท่านั้น

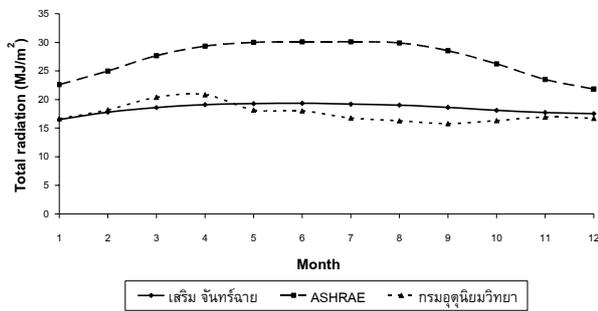
และแบบจำลองท้องฟ้าโปร่งของสมาคมวิศวกรปรับอากาศและทำความเย็นแห่งสหรัฐอเมริกา (ASHRAE) [3] ได้ทำการสร้างแบบจำลองขึ้นภายใต้ค่าคงที่ของรังสีอาทิตย์เป็นค่าที่แทบไม่ถูกดูดซับจากชั้นบรรยากาศของโลก เพื่อใช้ในการประเมินค่ารังสีอาทิตย์สูงสุดที่กระทำต่ออาคาร โดยแบบจำลองนี้จะพิจารณาค่ารังสีอาทิตย์สูงสุดอยู่ในรูปของผลรวมของรังสีตรงตั้งฉากกับตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ รังสีกระจายจากท้องฟ้า และรังสีกระจายที่สะท้อนจากพื้น โดยในการพัฒนาแบบจำลองนี้ได้ใช้ข้อมูลเฉลี่ยในวันฟ้าโปร่ง แต่สำหรับกรุงเทพมหานครนั้นไม่มีวันที่ท้องฟ้าไม่มีเมฆเลย อย่างน้อยต้องมีเมฆอยู่บ้าง 5 – 10 % ของพื้นที่ท้องฟ้า [4] จึงทำให้สัมประสิทธิ์ความสูญหายของบรรยากาศและค่าตัวประกอบรังสีกระจายในแบบจำลองอาจไม่สอดคล้องกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

จากข้อจำกัดในด้านความไม่เหมาะสมของแบบจำลองต่างๆ กับการนำมาวิเคราะห์ปัญหาภายใต้สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในปัจจุบัน จึงทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2547 – 2551 จากกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นตัวแทนรูปแบบรังสีอาทิตย์ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา โดยชุดข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ตรวจวัดภายใต้สภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นจริง จึงมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์ปัญหาภายใต้สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในปัจจุบัน

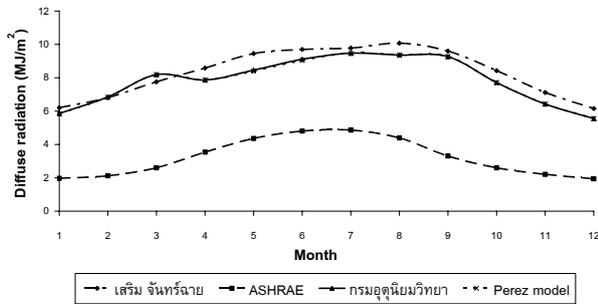
ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการตรวจสอบผลที่ได้จากแบบจำลองแบบต่างๆ กับผลที่ได้จากการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาโดยการพล็อตกราฟเปรียบเทียบรูปแบบรังสีรวม ดังรูปที่ 1 และรูปแบบรังสีกระจายดังรูปที่ 2 พบว่ารังสีรวมจากแบบจำลองท้องฟ้าโปร่งของ ASHRAE มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากแบบจำลองนี้วิเคราะห์ภายใต้สภาวะท้องฟ้าโปร่ง ดังนั้นรังสีอาทิตย์จึงแทบไม่ถูกดูดซับจากท้องฟ้าเลย ส่วนแบบจำลองรังสีอาทิตย์ของ เสริม จันทร์ฉาย ได้สร้างขึ้นพบว่ามีความใกล้เคียงกันกับข้อมูลรังสีรวมของกรมอุตุนิยมวิทยา ในช่วงเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ เนื่องจากช่วงเดือนดังกล่าวประเทศไทยมีสภาพท้องฟ้าค่อนข้างปลอดโปร่ง แต่ในเดือนอื่นๆ จะมีแนวโน้มที่แตกต่างไปจากข้อมูลเฉลี่ยของกรมอุตุนิยมวิทยา

ส่วนการพล็อตกราฟเปรียบเทียบรูปแบบรังสีกระจายของแบบจำลองแบบต่างๆ กับข้อมูลรังสีกระจายของกรมอุตุนิยมวิทยาพบว่ารังสีกระจายที่ได้จากแบบจำลองห้องฟ้าโปร่งของ ASHRAE มีค่าต่ำกว่าค่ารังสีกระจายที่กรมอุตุนิยมวิทยาวัดได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากสภาพท้องฟ้าในประเทศไทยมักมีเมฆอยู่เสมอ จึงทำให้เกิดรังสีกระจายได้มากกว่าผลจากแบบจำลองห้องฟ้าโปร่ง และพบว่าแบบจำลองของ Perez ให้ผลออกแบบใกล้เคียงกับข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นอย่างมาก แม้ว่าแบบจำลองของ Perez จะให้ผลลัพธ์ออกมาใกล้เคียงกับการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยามากก็ตาม แต่แบบจำลองของ Perez ยังมีข้อจำกัดคือสามารถวิเคราะห์ได้เพียงรังสีกระจาย

ดังนั้นจากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การศึกษาวิจัยนี้จึงเลือกข้อมูลรังสีอาทิตย์เฉลี่ยที่ได้จากการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาใช้ในการศึกษาวิจัย



รูปที่ 1 เปรียบเทียบรูปแบบรังสีรวมของแบบจำลองต่างๆ กับข้อมูลรังสีรวมของกรมอุตุนิยมวิทยา



รูปที่ 2 เปรียบเทียบรูปแบบรังสีกระจายของแบบจำลองต่างๆ กับข้อมูลรังสีกระจายของกรมอุตุนิยมวิทยา

3. แบบจำลองปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ได้รับภายใต้ข้อมูลเฉลี่ยของกรมอุตุนิยมวิทยา

เมื่อรังสีอาทิตย์ส่งผ่านมาถึงชั้นบรรยากาศของโลก รังสีอาทิตย์ส่วนหนึ่งก็จะเกิดการกระเจิงเนื่องจากฝุ่นละออง ไอน้ำ หรือเมฆที่บดบังแนวการส่งผ่านของรังสี ทำให้รังสีส่วนนี้เกิดการกระเจิงออกไป ซึ่งรังสีส่วนนี้เรียกว่ารังสีกระจาย (Diffuse radiation, I_d) และรังสีส่วนที่เหลือจากการกระเจิงดังกล่าวเรียกว่ารังสีตรง (Direct radiation, I_b) โดยที่ผลรวมของรังสีตรงและรังสีกระจายนี้จะเรียกว่ารังสีรวม (Total radiation, I_t)

สำหรับลักษณะการรับรังสีอาทิตย์ของตัวกลางรับรังสีอาทิตย์นั้นจะได้รับทั้งรังสีตรงและรังสีกระจายจากท้องฟ้า นอกจากนั้นแล้วยังได้รับรังสีกระจายที่สะท้อนจากพื้นรอบข้าง (Ground reflected diffuse radiation, I_g) ด้วยเช่นกัน โดยรังสีกระจายที่สะท้อนจากพื้นรอบข้างนั้นเกิดจากรังสีตรงและรังสีกระจายจากท้องฟ้าฉายมาตกกระทบยังพื้นและเกิดการกระเจิงออกไปทุกทิศทุกทางเป็นรังสีกระจายอีกครั้ง ดังนั้นตัวกลางรับรังสีอาทิตย์จึงได้รับในส่วนของรังสีกระจายจากพื้นเพิ่มขึ้นในทอมที่สาม ดังสมการที่ 1

$$I_t = I_D \cos \theta + I_d F_{SS} + I_g \rho_g F_{sg} \quad (1)$$

โดยแบบจำลองนี้จะใช้ข้อมูลรังสีรวมเฉลี่ยและรังสีกระจายเฉลี่ยจากกรมอุตุนิยมวิทยาในการวิเคราะห์ปริมาณรังสีอาทิตย์สุทธิที่ฉายลงบนตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ โดยปริมาณรังสีกระจายจากท้องฟ้าและรังสีกระจายจากการสะท้อนของพื้นนั้นจะถูกคูณด้วยตัวประกอบขนาด ซึ่งตัวประกอบขนาดคือสัดส่วนของรังสีกระจายที่ออกจากพื้นผิวหนึ่งไปสู่อีกพื้นผิวหนึ่งโดยตัวประกอบขนาดนั้นจะพิจารณาจากรูปทรงทางเรขาคณิตของพื้นผิวทั้งสอง และรังสีกระจายที่สะท้อนจากพื้นนั้นจะคูณด้วยสัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้น โดยที่สัมประสิทธิ์การสะท้อนจะบ่งบอกถึงความสามารถในการสะท้อนรังสีของพื้นผิวนั้นๆ

4. การวิเคราะห์สภาพท้องฟ้าของกรุงเทพมหานคร

ในการวิเคราะห์สภาพท้องฟ้าของประเทศไทยนั้น ทางผู้วิจัยได้ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกระจาย รังสีตรง และตำแหน่งของดวงอาทิตย์มาทำการวิเคราะห์สภาพท้องฟ้าดังกล่าวความสัมพันธ์

$$\mathcal{E} = f(I_d, I_D, Z)$$

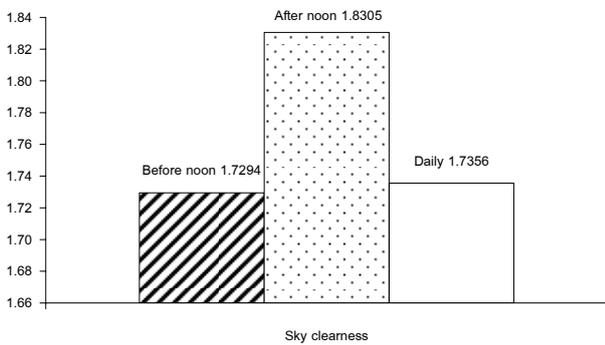
ซึ่งจะนำเสนออยู่ในรูปของดัชนีความปลอดโปร่งของท้องฟ้า โดยดัชนีความปลอดโปร่งของท้องฟ้าจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงประเภทของท้องฟ้า ตั้งแต่ท้องฟ้ามีเมฆมากจนถึงท้องฟ้าโปร่ง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประเภทของท้องฟ้าที่แบ่งโดยดัชนีความปลอดโปร่งของท้องฟ้า

ประเภทของท้องฟ้า	ขอบล่างดัชนี	ขอบบนดัชนี
ท้องฟ้ามีเมฆมาก	1	1.065
-	1.065	1.230
-	1.230	1.500
-	1.500	1.950
-	1.950	2.800
-	2.800	4.500
-	4.500	6.200
ท้องฟ้าโปร่ง	6.200	-

โดยผลจากการใช้ดัชนีความปลอดโปร่งของท้องฟ้าในการวิเคราะห์สภาพของท้องฟ้าในกรุงเทพมหานครพบว่าสภาพท้องฟ้าเฉลี่ยตลอดทั้งปีของกรุงเทพมหานครมีสภาพท้องฟ้าเป็นแบบมีเมฆบางส่วนหรือมีดัชนีความปลอดโปร่งของท้องฟ้าเท่ากับ 1.7356 และหากพิจารณาสภาพท้องฟ้าแบบแบ่งเป็นในช่วงก่อนเที่ยงและช่วงหลังเที่ยงจะพบว่าในช่วงหลังเที่ยงจะมีสภาพท้องฟ้าที่ปลอดโปร่งมากกว่า

ในช่วงก่อนเที่ยงเล็กน้อย โดยดัชนีความปลอดโปร่งของท้องฟ้าในช่วงก่อนเที่ยงเท่ากับ 1.7294 และดัชนีความปลอดโปร่งของท้องฟ้าในช่วงหลังเที่ยงเท่ากับ 1.8305 ซึ่งดัชนีทั้งสองก็ยิ่งถือว่ามีสภาพท้องฟ้าเป็นแบบมีเมฆบางส่วนทั้งช่วงก่อนเที่ยงและหลังเที่ยง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ดัชนีความปลอดโปร่งของท้องฟ้าเฉลี่ยตลอดทั้งปีในช่วงก่อนเที่ยง หลังเที่ยง และเฉลี่ยตลอดทั้งวัน

3. ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ (Solar heat gain index, S)

ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์หมายถึงสัดส่วนระหว่างพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่พื้นผิวตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ได้รับในทิศทางการวางตัวและความเอียงแบบต่างๆ เทียบกับพลังงานความร้อนในทิศการวางตัวและความเอียงที่สามารถรับพลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้สูงสุดดังสมการที่ 2

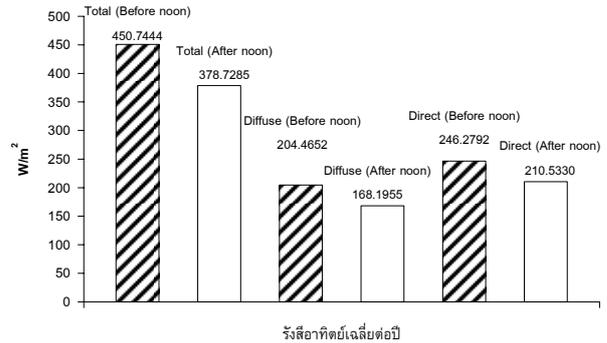
$$S = \frac{I_i}{I_{i,max}} \quad (2)$$

ซึ่งดัชนีการรับรังสีอาทิตย์จะแตกต่างจากค่าตัวประกอบภาระการทำความเย็น(Cooling load factor) ที่ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์จะพิจารณาจากปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบตัวกลางในการวางตัวลักษณะต่างๆ เทียบต่อปริมาณรังสีอาทิตย์ของการวางตัวที่สามารถรับรังสีอาทิตย์ได้สูงสุด แต่ตัวประกอบภาระการทำความเย็นจะพิจารณาจากปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบตัวกลางเทียบต่อปริมาณรังสีอาทิตย์สูงสุดที่ตกกระทบตัวกลางในการวางตัวในลักษณะเดียวกัน

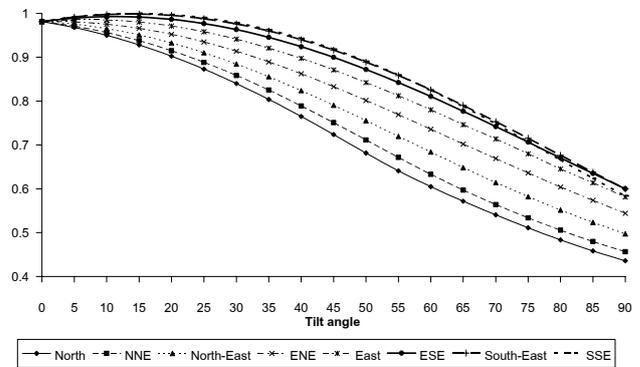
โดยดัชนีการรับรังสีอาทิตย์จะสามารถบ่งชี้หรือเปรียบเทียบถึงอิทธิพลของทิศการวางตัวและความลาดเอียงของตัวกลางที่จะส่งผลต่อโอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์และเซลล์สุริยะในลักษณะการวางตัวแบบต่างๆ และการสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศได้

สำหรับการคำนวณหาดัชนีการรับรังสีอาทิตย์นั้นการศึกษาวัยนี้ได้จำแนกทิศการวางตัวของตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ทั้งหมด 16 ทิศ และปรับความเอียงของตัวกลางตั้งแต่ 0 – 90 องศาจากแนวระดับโดยเพิ่มความเอียงครั้งละ 5 องศา พบว่าการวางตัวในทิศ SSE และมีความเอียง 15 องศาจากแนวระดับจะทำให้ตัวกลางรับรังสีอาทิตย์สามารถรับรังสีอาทิตย์ได้สูงที่สุด เนื่องจากการวางตัวลักษณะดังกล่าวจะทำให้มีมุมตกกระทบ (Incident angle) เฉลี่ยตลอดทั้งปีดีที่สุดและในช่วงก่อนเที่ยงจะมีปริมาณรังสีอาทิตย์มากกว่าในช่วงหลังเที่ยงดังรูปที่ 4 จึงทำให้การวางตัวของตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ที่จะสามารถรับรังสีอาทิตย์ได้ดีที่สุดค่อนข้างมาทางทิศตะวันออกเล็กน้อย ดังนั้นการวางตัวในลักษณะ

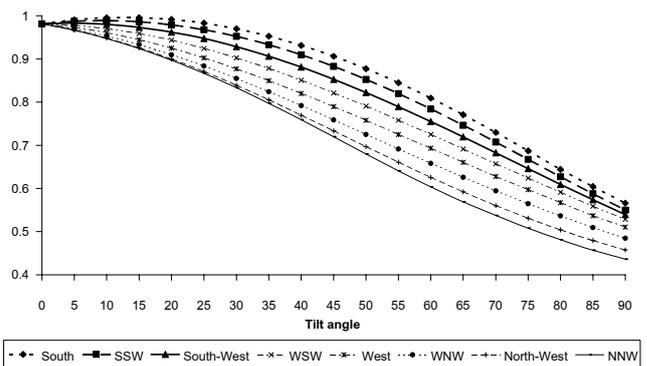
ดังกล่าวจึงมีดัชนีการรับรังสีอาทิตย์เท่ากับ 1 สำหรับการวางตัวในลักษณะอื่นๆ นั้นจะมีดัชนีการรับรังสีอาทิตย์แตกต่างกันออกไปดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6



รูปที่ 4 รังสีอาทิตย์เฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2547 – 2551 ในช่วงก่อนเที่ยงและหลังเที่ยง



รูปที่ 5 ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ในทิศ N ถึงทิศ SSE โดยวนตามเข็มนาฬิกา



รูปที่ 6 ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ในทิศ S ถึงทิศ NNW โดยวนตามเข็มนาฬิกา

5. กรณีศึกษา

บทความนี้จะนำเสนอถึงกรณีศึกษาสำหรับความเบี่ยงเบนของโอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์และกรณีศึกษาของการสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศ

5.1 กรณีศึกษาความเบี่ยงเบนของโอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์

ตัวรับรังสีอาทิตย์ที่ใช้ในกรณีศึกษานี้แบบแผ่นราบมีกระจกปิดด้านบน ใช้น้ำเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

แผ่นกระจกปิดด้านบนของตัวรับรังสีอาทิตย์เป็นกระจกชั้นเดียวมีสัมประสิทธิ์การส่งผ่านรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.86

แผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ทำจากอะลูมิเนียมมีสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.9

ตัวประกอบปรับค่าเชิงประสบการณ์ (Empirically determined factor, F) สำหรับตัวรับรังสีอาทิตย์ที่ใช้ของเหลวเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 0.9

โดยการศึกษาวิจัยนี้จะกำหนดให้ตัวรับรังสีอาทิตย์วางตัวอยู่ในทิศ SSE และความลาดเอียง 15 องศา ซึ่งเป็นการวางตัวที่สามารถรับรังสีอาทิตย์ได้สูงสุด จากนั้นจะทำการปรับการวางตัวของตัวรับรังสีอาทิตย์ใหม่ โดยสมมุติว่าได้มีการก่อสร้างอาคารขึ้นขนาดบั้งรังสีอาทิตย์ที่จะฉายมาสู่ตัวรับรังสีอาทิตย์ โดยจะใช้ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์เป็นตัวทำนายปริมาณรังสีรวมที่ฉายลงสู่ตัวรับรังสีอาทิตย์เมื่อมีการปรับการวางตัวใหม่ดังสมการที่ 3

$$I_t = I_{t,max} \times S \quad (3)$$

โดยที่ $I_{t,max}$ เป็นปริมาณรังสีอาทิตย์ที่เกิดขึ้นบนตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ที่วางตัวในทิศ SSE และเอียงทำมุม 15 องศาจากพื้นราบ โดยมีการวางตัวของตัวรับรังสีอาทิตย์แบบต่างๆ ดังนี้

1. วางตัวในทิศ SSE ความลาดเอียง 15 องศา
2. วางตัวในทิศ SE ความลาดเอียง 30 องศา
3. วางตัวในทิศ S ความลาดเอียง 30 องศา
4. วางตัวในทิศ SSW ความลาดเอียง 30 องศา

โดยแบบที่ 1 เป็นการวางตัวของตัวรับรังสีอาทิตย์ที่สามารถรับรังสีอาทิตย์ได้สูงสุด ส่วนการวางตัวในแบบอื่นๆ นั้นเป็นการวางตัวที่มีข้อจำกัดของสถานที่ติดตั้งเข้ามาเป็นตัวกำหนด เช่น ทิศหรือความเอียงของหลังคา ซึ่งความเอียงของหลังคานั้นจะขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้งั้นหลังคาเป็นหลัก โดยทั่วไปความเอียงของหลังคาจะเอียงไม่ต่ำกว่า 30 องศาจากแนวระดับ เพื่อป้องกันปัญหาการรั่วซึมของหลังคา ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงเลือกให้การวางตัวของตัวรับรังสีอาทิตย์ในแบบอื่นๆ มีความลาดเอียงเท่ากับ 30 องศา หรือมีความเอียงเท่ากับหลังคา เพื่อเปรียบเทียบถึงโอกาสในด้านการผลิตพลังงานในการวางตัวแบบต่างๆ เทียบต่อโอกาสในด้านการผลิตพลังงานสูงสุด

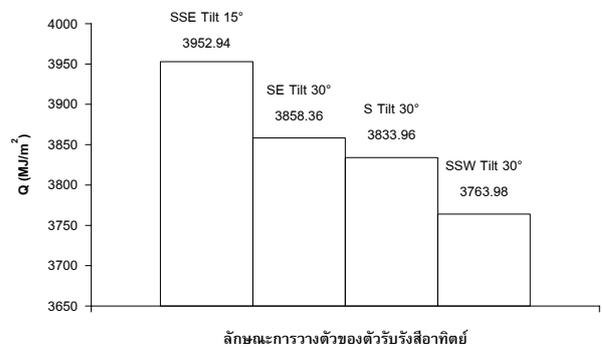
จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ของตัวรับรังสีอาทิตย์ ในการวางตัวแบบต่างๆ เพื่อวิเคราะห์ถึงความเบี่ยงเบนของโอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์

5.1.1 ผลจากกรณีศึกษาความเบี่ยงเบนของโอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์

จากกรณีศึกษาของโอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์ พบว่าในการวางตัวแบบที่ 1 จะทำให้ตัวรับรังสีอาทิตย์ได้รับความร้อนต่อหน่วยพื้นที่สูงสุดเท่ากับ 3952.94 MJ/m² ส่วนการวางตัวในลักษณะอื่นๆ จะได้รับความร้อนต่อหน่วยพื้นที่น้อยกว่าการ

วางตัวแบบที่ 1 โดยแบบที่ 2 3 และ 4 จะได้รับความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ของตัวรับรังสีอาทิตย์เท่ากับ 3858.36 3833.96 และ 3763.98 MJ/m² ตามลำดับ ดังรูปที่ 7 ซึ่งสามารถวิเคราะห์อยู่ในรูปของความเบี่ยงเบนของโอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์ได้โดยวิเคราะห์จากผลต่างของดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ในการวางตัวลักษณะต่างๆ ซึ่งจะพบว่าการวางตัวของตัวรับรังสีอาทิตย์แบบที่ 2 3 และ 4 มีความเบี่ยงเบนของโอกาสในด้านการผลิตพลังงาน 2.39 3.01 และ 4.78 เปอร์เซ็นต์ไปจากโอกาสในด้านการผลิตพลังงานสูงสุดของตัวรับรังสีอาทิตย์ตามลำดับ สาเหตุเนื่องมาจากการวางตัวของตัวรับรังสีอาทิตย์แบบที่ 1 นั้นจะได้เปรียบในเรื่องของมุมตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าการวางตัวในลักษณะอื่นๆ และในช่วงก่อนเที่ยงนั้นยังมีปริมาณรังสีอาทิตย์ที่สูงกว่าในช่วงหลังเที่ยงจึงทำให้ลักษณะการวางตัวที่มีก่อนมาทางทิศตะวันออกจะสามารถรับรังสีอาทิตย์ได้ดีกว่าการวางตัวที่ค่อนข้างไปทางทิศตะวันตก

ดังนั้นหากมีความจำเป็นต้องปรับการวางตัวของตัวรับรังสีอาทิตย์ใหม่จึงควรพิจารณาให้ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ของการวางตัวใหม่มีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุด



รูปที่ 7 ปริมาณความร้อนที่ตัวรับรังสีอาทิตย์ได้รับในการวางตัวลักษณะต่างๆ

5.2 กรณีศึกษาการสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศ

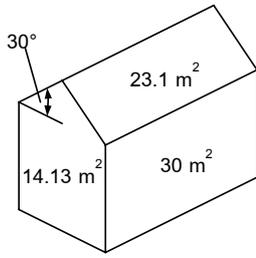
สำหรับกรณีศึกษาของการสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานของหลังคาอาคารปรับอากาศนั้น การศึกษาวิจัยนี้จะวิเคราะห์ถึงการรับรังสีความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาอาคารเมื่ออาคารมีการวางตัวในทิศที่แตกต่างกัน โดยอาคารดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

หลังคามีสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.4 และมีค่าความต้านทานความร้อนรวมของหลังคา (Total thermal resistance, R_{to}) เท่ากับ 0.198 ตารางเมตร-องศาเซลเซียสต่อวัตต์

ผนังอาคารใช้อิฐบล็อกคอนกรีตมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.6 และมีค่าความต้านทานความร้อนรวมเท่ากับ 0.164 ตารางเมตร-องศาเซลเซียสต่อวัตต์

โดยหลังคาอาคารเป็นหลังคาทรงจั่วมีพื้นที่หลังคาด้านซ้ายและขวาด้านละ 23.1 ตารางเมตร เอียงทำมุม 30 องศาจากแนวระดับ

มีพื้นที่ผนังอาคารด้านข้างซ้ายและขวาด้านละ 30 ตารางเมตร และมีพื้นที่ผนังอาคารด้านหน้าและหลัง ด้านละ 14.3 ตารางเมตร



รูปที่ 8 ลักษณะอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษา

โดยมีการวางตัวของอาคารในทิศต่างๆ ดังนี้

1. วางหันหน้าในทิศ SSE
2. วางหันหน้าในทิศ S
3. วางหันหน้าในทิศ E
4. วางหันหน้าในทิศ NE

โดยปริมาณรังสีรวมที่ฉายมาบนแต่ละพื้นผิวของอาคารนั้น จะวิเคราะห์โดยการใส่ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์เป็นตัวทำนายนเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ปริมาณรังสีรวมที่ตัวรับรังสีอาทิตย์ได้รับ จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ผลของการรับรังสีความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาของอาคารที่จะส่งผลต่อภาระการทำความเย็นของอาคาร เพื่อเปรียบเทียบถึงการสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศ ดังสมการที่ 4

$$I_T = \frac{(A_1)(I_{1i}) + (A_2)(I_{2i}) + \dots + (A_i)(I_{ii})}{A_1 + A_2 + \dots + A_i} \quad (4)$$

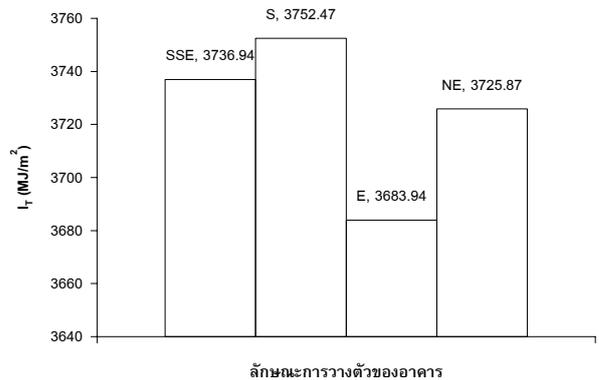
5.2.1 ผลจากกรณีศึกษาการสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศ

สำหรับกรณีศึกษาของการสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศนั้นจะวิเคราะห์ออกมาในรูปของปริมาณรังสีความร้อนรวมที่เกิดขึ้นกับผนังและหลังคาอาคาร ซึ่งหากปริมาณรังสีความร้อนรวมเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้อาคารมีภาระการทำความเย็นสูงขึ้น ซึ่งหมายความว่า การสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานย่อมเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

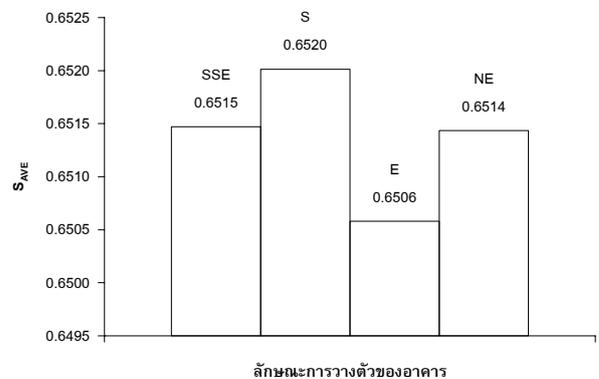
โดยจะพบว่า การวางตัวของอาคารในแต่ละทิศนั้น ในด้านตรงกันข้ามของการวางตัวจะมีปริมาณการรับรังสีความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาของอาคารที่เท่ากัน เช่นปริมาณการรับรังสีความร้อนรวมของการวางตัวทางทิศใต้ ก็จะเท่ากับปริมาณการรับรังสีความร้อนรวมในการวางตัวทางทิศเหนือ เนื่องมาจากอาคารที่ใช้ในกรณีศึกษานี้เป็นอาคารที่มีรูปทรงสมมาตรกัน มีพื้นที่ผนังและหลังคาในด้านตรงกันข้ามที่เท่ากัน จึงทำให้ปริมาณการรับรังสีความร้อนรวมในด้านตรงกันข้ามจะเท่ากัน โดยพบว่า การวางตัวหันหน้าอาคารในทิศ E และทิศ W จะมีปริมาณการรับรังสีความร้อนรวมต่ำที่สุด คือ 3683.94 MJ/m² และการวางตัวในทิศ N และทิศ S จะมีปริมาณการรับรังสีความร้อนรวมสูงที่สุด คือ 3752.47 MJ/m² ดังรูปที่ 9 หากเทียบสัดส่วนของปริมาณรังสีความร้อนระหว่างพื้นผิวผนังด้านหน้า ผนังด้านข้าง และหลังคา จะพบว่าปริมาณรังสีความร้อนส่วนใหญ่ที่ผิวภายนอกอาคารรับได้ก็คือบริเวณหลังคา เนื่องมาจากหลังคามีความลาดเอียงน้อยกว่าผนังด้านข้างและด้านหน้าจึงทำให้ได้รับรังสีอาทิตย์สูงกว่าผนังด้านข้างและผนังด้านหน้า ซึ่งในกรณีศึกษาอาคารที่วางตัวไปในทิศ N และทิศ S จะทำให้หลังคาวางตัวไปในทิศ E และทิศ W ทำให้หลังคาได้รับ

ปริมาณรังสีความร้อนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับการวางตัวของอาคารในทิศทางอื่นๆ หรืออาจกล่าวได้ว่าหลังคาสำหรับการวางตัวของอาคารในทิศดังกล่าวจะมีค่าเฉลี่ยดัชนีการรับรังสีอาทิตย์เข้าใกล้ 1 มากกว่าการวางตัวแบบอื่นๆ

ทำนองเดียวกัน ในกรณีศึกษาอาคารที่วางตัวไปในทิศ E และทิศ W จะทำให้หลังคาวางตัวไปในทิศ N และทิศ S และจะมีค่าเฉลี่ยดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ห่างจาก 1 มากกว่าการวางตัวแบบอื่นๆ จึงทำให้การวางตัวของอาคารในลักษณะนี้ได้รับปริมาณรังสีความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาอาคารน้อยที่สุด ดังรูปที่ 10 โดยรายละเอียดของปริมาณรังสีความร้อนและดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ของแต่ละผนังและหลังคา ในการวางตัวลักษณะต่างๆ ของอาคารจะแสดงดังตารางที่ 2 3 4 และ 5



รูปที่ 9 ปริมาณการรับรังสีความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาของอาคารในการวางตัวลักษณะต่างๆ



รูปที่ 10 ค่าเฉลี่ยดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ของอาคารในการวางตัวลักษณะต่างๆ

ตารางที่ 2 รายละเอียดการคำนวณหาปริมาณรังสีความร้อนรวมของผนังและหลังคาอาคาร ในการวางตัวไปในทิศ SSE และ NNW

อาคารวางตัวหันหน้าในทิศ SSE และ NNW								
เลือกอาคาร	Tilt angle (degree)	Orientation	S	พื้นที่ (m ²)	I _{ti} (MJ/m ²)	I _{ti} (MJ)	I _T (MJ/m ²)	S _{AVE}
ผนังด้านหน้า	90	SSE	0.5837	14.13	3312.08	46799.63	3736.94	0.6515
ผนังด้านหลัง	90	NNW	0.4362	14.13	2475.46	34978.32		
ผนังด้านข้างซ้าย	90	ENE	0.5442	30	3088.07	92642.21		
ผนังด้านข้างขวา	90	WSW	0.5285	30	2999.00	89970.13		
หลังคาด้านข้างซ้าย	30	ENE	0.9138	23.1	5185.46	119784.18		
หลังคาด้านข้างขวา	30	WSW	0.9024	23.1	5120.99	118294.89		

ตารางที่ 3 รายละเอียดการคำนวณหาปริมาณรังสีความร้อนรวมของผนังและหลังคาอาคาร ในการวางตัวไปในทิศ S และ N

อาคารวางตัวหันหน้าในทิศ S และ N								
เลือกอาคาร	Tilt angle (degree)	Orientation	S	พื้นที่ (m ²)	I _{ti} (MJ/m ²)	I _{ti} (MJ)	I _T (MJ/m ²)	S _{AVE}
ผนังด้านหน้า	90	S	0.5660	14.13	3212.10	45386.94	3752.47	0.6520
ผนังด้านหลัง	90	N	0.4358	14.13	2473.26	34947.10		
ผนังด้านข้างซ้าย	90	E	0.5813	30	3298.74	98962.31		
ผนังด้านข้างขวา	90	W	0.5104	30	2896.30	86888.92		
หลังคาด้านข้างซ้าย	30	E	0.9413	23.1	5341.68	123392.80		
หลังคาด้านข้างขวา	30	W	0.8771	23.1	4977.47	114979.67		

ตารางที่ 4 รายละเอียดการคำนวณหาปริมาณรังสีความร้อนรวมของผนังและหลังคาอาคาร ในการวางตัวไปในทิศ E และ W

อาคารวางตัวหันหน้าในทิศ E และ W								
เลือกอาคาร	Tilt angle (degree)	Orientation	S	พื้นที่ (m ²)	I _{ti} (MJ/m ²)	I _{ti} (MJ)	I _T (MJ/m ²)	S _{AVE}
ผนังด้านหน้า	90	E	0.5813	14.13	3298.74	46611.25	3683.94	0.6506
ผนังด้านหลัง	90	W	0.5104	14.13	2896.30	40924.68		
ผนังด้านข้างซ้าย	90	N	0.4358	30	2473.26	74197.67		
ผนังด้านข้างขวา	90	S	0.5660	30	3212.10	96362.94		
หลังคาด้านข้างซ้าย	30	N	0.8400	23.1	4766.56	110107.48		
หลังคาด้านข้างขวา	30	S	0.9699	23.1	5503.82	127138.19		

ตารางที่ 5 รายละเอียดการคำนวณหาปริมาณรังสีความร้อนรวมของผนังและหลังคาอาคาร ในการวางตัวไปในทิศ NE และ SW

อาคารวางตัวหันหน้าในทิศ NE และ SW								
เลือกอาคาร	Tilt angle (degree)	Orientation	S	พื้นที่ (m ²)	I _{ti} (MJ/m ²)	I _{ti} (MJ)	I _T (MJ/m ²)	S _{AVE}
ผนังด้านหน้า	90	NE	0.4973	14.13	2822.27	39878.63	3725.87	0.6514
ผนังด้านหลัง	90	SW	0.5393	14.13	3060.13	43239.70		
ผนังด้านข้างซ้าย	90	NW	0.4574	30	2595.80	77873.96		
ผนังด้านข้างขวา	90	SE	0.5997	30	3402.81	102084.35		
หลังคาด้านข้างซ้าย	30	NW	0.8388	23.1	4760.03	109956.70		
หลังคาด้านข้างขวา	30	SE	0.9761	23.1	5538.84	127947.24		

6. สรุป

จากการวิเคราะห์กรณีศึกษาข้างต้น อาจกล่าวได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรังสีอาทิตย์ของตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ใดๆ คือการวางตัวของตัวกลางให้อยู่ในทิศทางและความลาดเอียงที่เหมาะสมกับตำแหน่งการโคจรของดวงอาทิตย์และสภาพภูมิอากาศของตำแหน่งที่ตั้งนั้นๆ ซึ่งสำหรับกรุงเทพมหานครในช่วงปีข้อมูล พ.ศ. 2547 – 2551 พบว่าการวางตัวของตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ในทิศ SSE เอียงทำมุม 15 องศากับแนวระดับ จะทำให้ได้รับปริมาณรังสีอาทิตย์สูงสุดแม้ว่าในช่วงก่อนเที่ยงจะมีสภาพท้องฟ้าปลอดโปร่งน้อยกว่าในช่วงหลังเที่ยงก็ตาม แต่ก็ถือว่าไม่น้อยสำคัญเพียงพอเมื่อเทียบกับปริมาณรังสีอาทิตย์ในช่วงก่อนเที่ยงที่สูงในช่วงหลังเที่ยงอยู่มาก จึงทำให้การวางตัวในลักษณะที่ค่อนข้างมาทางทิศตะวันออกจะสามารถรับรังสีอาทิตย์ได้สูงกว่าการวางตัวที่ค่อนข้างมาทางทิศตะวันตก

และจากกรณีศึกษาความเบี่ยงเบนของโอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์ พบว่าตัวรับรังสีอาทิตย์วางตัวในลักษณะดังกล่าวจะทำให้ได้ปริมาณความร้อนต่อหน่วยพื้นที่สูงที่สุดเช่นกัน แต่ในการใช้งานจริงอาจไม่สามารถติดตั้งตัวรับรังสีอาทิตย์ในลักษณะดังกล่าวได้เนื่องจากลักษณะของหลังคาหรือสถานที่ติดตั้งไม่เอื้ออำนวยหรือข้อจำกัดของการไหลของของไหลภายในตัวรับรังสีอาทิตย์ จึงจำเป็นต้องเลือกลักษณะการวางตัวในลักษณะอื่นๆ โดยในการเลือกการวางตัวในลักษณะอื่นๆ นั้นจำเป็นต้องพิจารณาให้ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์เข้าใกล้ 1 มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้โอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์ลดลงน้อยที่สุด

ทำนองเดียวกันสำหรับการวางตัวของผนังและหลังคาอาคารสามารถใช้ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์เป็นตัวพิจารณาถึงทิศและความลาดเอียงได้ โดยควรที่จะพิจารณาให้ค่าเฉลี่ยดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ของแต่ละผนังหรือหลังคาออกห่างจาก 1 มากที่สุด เพื่อให้ตัวอาคารได้รับปริมาณรังสีความร้อนรวมน้อยที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศน้อยลง

จากการศึกษาวิจัยนี้พบว่าดัชนีการรับรังสีอาทิตย์สามารถที่จะประเมินถึงโอกาสในด้านการผลิตพลังงานของตัวรับรังสีอาทิตย์และเซลล์สุริยะเมื่อมีลักษณะการวางตัวที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังสามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงการวางตัวที่เหมาะสมภายใต้สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในปัจจุบันที่จะสามารถรับรังสีอาทิตย์ได้ดีที่สุด

ในทำนองเดียวกันดัชนีการรับรังสีอาทิตย์ยังสามารถที่จะประเมินถึงการสูญเสียโอกาสในด้านการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศเมื่อเปลือกของอาคารมีลักษณะการวางตัวที่แตกต่างกันและยังสามารถบ่งชี้ถึงลักษณะการวางตัวของเปลือกอาคารที่เหมาะสมภายใต้สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในปัจจุบัน

7. ข้อเสนอแนะ

ในอนาคตการวิเคราะห์การรับรังสีอาทิตย์ของตัวกลางรับรังสีอาทิตย์ควรที่จะมีการปรับปรุงข้อมูลสภาพภูมิอากาศและข้อมูลรังสีอาทิตย์ให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศปัจจุบัน และบ่อยครั้งพบว่าตัวรับรังสีอาทิตย์มักจะถูกติดตั้งอยู่บนโครงสร้างของตัวอาคาร หากตัวอาคารมีลักษณะโครงสร้างและการวางตัวที่ทำให้ได้รับรังสีอาทิตย์ในปริมาณมาก ก็จะส่งผลดีให้ตัวรับรังสีอาทิตย์ที่ติดตั้งบนตัวอาคาร

สามารถรับรังสีอาทิตย์ได้ดีเช่นเดียวกัน แต่ในขณะเดียวกันอาคารที่ได้รับรังสีอาทิตย์ในปริมาณมากก็ย่อมจะส่งผลเสียทำให้ภาระการทำความเย็นของตัวอาคารมากขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้นในการออกแบบลักษณะการวางตัวของอาคารและลักษณะการวางตัวของตัวรับรังสีอาทิตย์จึงควรที่จะคำนึงถึงความสมดุลระหว่างพลังงานที่ตัวรับรังสีอาทิตย์สร้างได้และภาระการทำความเย็นของอาคารที่เพิ่มขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและข้อมูลรังสีอาทิตย์เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
I_{sur}	รังสีรวมรายชั่วโมงที่ตกกระทบพื้นผิวโลก
α_w	สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของไอน้ำ
α_{aer}	สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของฝุ่นละออง
ρ_B	สัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีอาทิตย์ของบรรยากาศ
ρ_g	สัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีอาทิตย์ของพื้นผิวโลก
τ_o	สัมประสิทธิ์การส่งผ่านรังสีอาทิตย์ของโอโซน
I_{TOA}	รังสีอาทิตย์รายชั่วโมงที่ตกกระทบชั้นบรรยากาศ
I_t	รังสีรวมเฉลี่ยจากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา
I_D	รังสีตรงเฉลี่ยจากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา
I_d	รังสีกระจายเฉลี่ยจากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา
I_g	รังสีกระจายจากการสะท้อนของพื้น
θ	มุมตกกระทบของรังสีอาทิตย์
Z	มุมซันิท (Zenith angle)
F_{SS}	ตัวประกอบขนาดระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์กับท้องฟ้า
F_{sg}	ตัวประกอบขนาดระหว่างตัวรับรังสีอาทิตย์กับพื้น
S	ดัชนีการรับรังสีอาทิตย์
S_{AVE}	ค่าเฉลี่ยดัชนีการรับรังสีอาทิตย์
Q	ปริมาณรังสีความร้อนที่ตัวรับรังสีอาทิตย์ได้รับ
$I_{t,max}$	รังสีรวมสูงสุด
I_T	ปริมาณรังสีความร้อนรวมของผนังและหลังคาอาคาร
A	พื้นที่ผิวผนังและผิวหลังคาอาคาร
ε	ดัชนีความปลอดโปร่งของท้องฟ้า
Δ	ดัชนีความส่องสว่างของท้องฟ้า
τ	สัมประสิทธิ์การส่งผ่านรังสีอาทิตย์ของตัวกลาง
α	สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของตัวกลาง
F_r	ตัวประกอบปรับค่าเชิงประสบการณ์
R_{tot}	ค่าความต้านทานความร้อนรวม

เอกสารอ้างอิง

1. เสริม จันทร์ฉาย, 2548. คู่มือข้อมูลมาตรฐานภูมิอากาศและแสงอาทิตย์สำหรับใช้ในงานด้านพลังงานทดแทน
2. R Perez, P Ineichen, and R Seals, Modeling daylight availability and irradiance components from direct and

global irradiance, Solar Energy Vol 44, No 5, pp 271-289, 1990

3. ASHRAE, ASHRAE Handbooks Fundamentals (SI), American Society of Heating, Refrigeration and Air conditioning Engineers, 1989.
4. ชีรพจน์ เวศพันธ์, 2551. การพัฒนาแบบจำลองห้องฟ้าโปร่งสำหรับคำนวณภาระความเย็นในกรุงเทพมหานครด้วยระเบียบวิธีดุลความร้อน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551
5. ชีระชาติ พรพิบูลย์, 2549. กรณีศึกษาการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานสำหรับอาคาร. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 20
6. Wilbert F. Stoecker and Jerold W. Jones, Refrigeration & Air conditioning, McGraw-Hill