บทที่ 2 วรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประพันธ์พงศ์ (2541) ได้วิเคราะห์รูปแบบและองค์ประกกอบแผงบังแดดของอาคารพานิชย์ประเภทตึกแถวในจังวัดขอนแก่น สรุปได้ว่ารูปแบบแผงบังแดดส่วนมากยังคงรูปแบบเดิมอยู่ เช่น กันสาดหรือระเบียงส่วนยื่นออกมาในแนวระดัง แผงค.ส.ล ในแนวตั้ง วัสดุส่วนใหญ่เป็น ค.ส.ล. ฉาบปูนเรียบทาสี องค์ประกอบของแผงผังแดดประกอบไปด้วย แผงโปร่งประเภทซีเมนต์บล็อก หรือแผ่นซีเมนต์ใยหินเป็นองค์ประกอบในการบังแดด ฝน ระบายอากาศ และเพื่อความสวยงาม แผงครีบประดับ ค.ส.ล. เป็นองค์ประกอบในการประดับมากกว่าการบังแดดบังฝน แผงบังแดดส่วนที่ถูกติดตั้งขึ้นในภายหลัง ทั้งนี้เพราะว่ารูปแบบเดิมที่ผู้ออกแบบได้ออกแบบไว้ไม่สามารถกันแดดกันฝนได้ดีตามสภาพการใช้งานจริงของเจ้าของอาคาร แผงบังแดดแบบชั่วคราว ได้แก่ ผืนผ้าบังแดด ผืนผ้าหรือผืนยางโฆษณาสินค้า และผ้าบังแดดแบบม้วนเก็บได้ โดยใช้ขึงบังแดดในบางฤดูที่มุมของดวงอาทิตย์ต่ำมาก แผงบังแดดแบบกึ่งถาวร ได้แก่หลังคากันสาดอลูมิเนียมเคลือบสี และแผงอลูมิเนียมหรือป้ายปกคลุมกรอบอาคารด้านหน้าเพื่อการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ เขาได้สรุปภาพรวมเป็นที่น่าสนใจว่า ผู้ออกแบบส่วนใหญ่ยังไม่คอยให้ความสำคัญในหน้าที่ใช้สอยที่แท้จริงของแผงบังแดดหรืออุปกรณ์บังแสงแดดมากนัก แต่มักจะคำนึงถึงความสวยงามมากกว่า อีกทั้งยังไม่ค่อยได้พิจารณาเลือกใช้วัสดุใหม่ๆที่มีความเหมาะสมในการป้องกันแสงแดดเท่าที่ควร ไม่ว่าจะเป็นวัสดุกรอบอาคาร รูปแบบของแผงบังแดด รวมทั้งการใช้ประโยชน์สภาพแวดล้อมมาช่วยในการป้องกันแสงแดด หรือลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร เป็นต้น

วชิระ(2542)ได้ศึกษารังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดเพื่อการประหยัดพลังงาน ในการออกแบบทาวน์เฮ้าส์ในกรุงเทพมหานคร พบว่า รังสีตรงดวงอาทิตย์มีผลกระทบต่อหน้าต่างทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้นกว่ารังสีกระจายจากดวงอาทิตย์ และการถ่ายเทความร้อนผ่านทางกระจากจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในอาคารได้รวดเร็วกว่าผนังทึบ ประสิทธิภาพความสว่างของแสงจากดวงอาทิตย์พบว่ารังสีกระจายมีคุณภาพความสว่างและปริมาณความสว่างที่คงมากกว่า และเกิดความร้อนน้อยกว่ารังสีตรง อุปกรณ์บังแดดให้กับช่องเปิด พบว่า การให้ร่มเงาแก่ช่องเปิดควรมีอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารที่แปรเปลี่ยนไปตามระนาบที่ตั้งของผนังอาคาร อาคารทาวน์เฮ้าส์ตัวอย่างเมื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการบังแดดของช่องเปิดให้กับผนังอาคารตัวอย่างมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) สูงถึง 51 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่าภาระการทำความเย็น 490 Btu/h/m^2 เมื่อปรับปรุงโดยการออกแบบใหม่ เพิ่มอุปกรณ์บังแดด ระบบการระบายอากาศ วัสดุก่อสร้าง พบว่า มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม(OTTV) ลดลงเหลือ 37 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่าภาระการทำความเย็นลดลงเหลือ 295 Btu/h/m^2

อวิรุทธ์ (2552) ได้ประเมินสมรรถนะด้านพลังงานของอาคารในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และเสนอแนวทางการดำเนินการที่เหมาะสมในการปรับปรุงอาคารให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยดำเนินการโดยการสำรวจข้อมูลจากอาคารจริง ทำการศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของอาคารในด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน จากผลการวิจัยพบว่า อาคารที่ทำการศึกษามีสมรรถนะด้านการประหยัดพลังงานต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจาก 1) อาคารส่วนหนึ่งเป็นอาคารเก่าที่สร้างก่อนที่จะมีการออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จึงยังไม่มีกรอบความคิดในการออกแบบให้เป็นแนวทาง 2) การที่ไม่ได้มีการกำหนดนโยบายด้านพลังงานของอาคารไว้อย่างชัดเจน ทำให้อาคารใหม่ถูกออกแบบโดยไม่ได้คำนึงถึงเรื่องสมรรถนะด้านพลังงาน 3) วิธีการปรับสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนจากการใช้ระบบธรรมชาติมาใช้ระบบปรับอากาศ ในขณะที่องค์ประกอบอาคารไม่ได้มีการปรับปรุงให้สอดคล้องกัน 4) ขาดคณะทำงานที่มีความรู้ทางด้านการอนุรักษ์พลังงานเข้าไปมีส่วนร่วมในช่วงกระบวนการออกแบบและพัฒนา 5) ในเชิงของการบริหารจัดการ พฤติกรรมที่ละเลยของผู้ใช้อาคารส่งผลโดยตรงกับปริมาณการใช้พลังงาน ทั้งนี้การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการปรับปรุงโดยเร่งด่วนทั้งโดยวิธีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนที่ผนังและหลังคา การติดตั้งอุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสม การปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เกิดความร่มรื่น และการบริหารจัดการการใช้ระบบปรับอากาศ

กัญจนี และคณะ (2552) ได้ศึกษาการลดภาระความร้อน จากอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารในพื้นที่หน้าต่างกระจก เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ ในการศึกษาห้องสมุดชั้นสองอาคารสันทนาการสถาบันมะเร็งแห่งชาติ โดยเป็นการส่งเสริมความรู้ในเรื่องการประหยัดพลังงานในอาคารราชการ ผลการศึกษาอิทธิพลของช่องเปิดกระจกที่มีพื้นที่มากกว่า ร้อยละ 50 ของกรอบอาคาร และอยู่ในตำแหน่งที่รับความร้อนวิกฤติ เริ่มต้นจาการเก็บข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมง ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์บังแดด ณ ตำแหน่งภายใน และภายนอกของพื้นที่กรณีศึกษา อุณหภูมิปรับอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอกรวมทั้งอุณหภูมิของอุปกรณ์บังแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงใต้ และนำมาวิเคราะห์ ก่อนติดตั้งอุปกรณ์บังแดดเท่ากับ 24.9-26.2 ^{o}C มีค่าช่วงที่กว้างกว่า ค่าช่วงหลังการติดตั้งอุปกรณ์บังแดด ซึ่งเท่ากับ 24.2-24.9 ^{o}C โดยเฉพาะเวลาตอนบ่าย ซึ่งสาเหตุมาจากอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่สามารถส่งผ่านช่องกระจกโดยตรง โดยปราศจากเครื่องปิดกัน ค่าช่วงอุณหภูมิที่แสดงข้างต้น ยังสามารถแสดงการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น หลังการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดจากการรักษาระดับอุณหภูมิคงที่ตลอดเวลาการใช้งาน ทฤษฎีภาระความร้อนในเครื่องปรับอากาศ ที่เกิดจากปัจจัยที่มีอิทธิพลทั้งภายนอกและภายในอาคาร ที่สามารถนำไปสู่การสรุปผลได้สองประการคือ การกำหนดขนาดกำลังตันความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่จะ

ติดตั้งและค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน ผลที่เกิดขึ้นประการแรกจากการติดตั้งอุปกรณ์บังแดด ได้ช่วยลดขนาดตันความเย็นของเครื่องปรับอากาศ จาก 26.14 เป็น 17.84 ตันความเย็น หรือลดลง 31.73 ประการที่สอง ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าต่อเดือนที่ลดลงจาก 42,458.29 บาท เป็น 18,8984.38 บาทซึ่งประหยัด 13,473.91 บาท ผลสรุปแสดงให้เห็นความสำคัญของช่องเปิดหน้าต่างกระจกในงานสถาปัตยกรรมภายใต้ภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับข้อจำกัดของการใช้พื้นที่ของสถาบันมะเร็งแห่งชาติซึ่งจะต้องใช้การแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการใช้อุปกรณ์บังแดด เพื่อช่วยต้านทานรังสีความต้อนจากดวงอาทิตย์

ฉันทมน(2552) ได้ศึกษารูปแบบของอุปกรณ์บังแดดและช่องแสงทางด้านข้างเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างธรรมชาติภายในห้องเรียน เพื่อศึกษารูปแบบอุปกรณ์บังแดดและช่องแสงทางด้านข้างที่มีความเหมาะสมกับลักษณะของห้องเรียนของอาคารเรียนคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือนครราชสีมา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติภายในห้องเรียนโดยคำนึงถึงค่าระดับความส่องสว่าง ค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง และสภาวะแสงบาดตา (Glare)ผลของการศึกษาวิจัยพบว่าห้องเรียนชั้นที่ 3 ของอาคารเรียนที่ทำการวิจัยของคณะวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือนครราชสีมาที่มีช่องแสงทางด้านข้างอยู่ทางทิศตะวันออกประกอบกับอุปกรณ์บังแดดในแนวตั้งให้แสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในห้องเรียน มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพดีที่สุด

รัฐศักดิ์ (2548)ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการคำนวณ OTTV ของผนังปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ในการลดภาระการทำความเย็นของอาคารพิจารณาเฉพาะผนังอาคารด้านทิศตะวันตกโดยทำการศึกษากับผนังอาคาร 4 แบบ คือ ผนังก่ออิฐฉาบปูน ผนังก่ออิฐฉาบปูนที่ใช้แผ่นยิบซัมเป็นปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ด้านในอาคาร ผนังก่ออิฐฉาบปูนที่ใช้แผ่น Metallic เป็นปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ด้านนอกอาคาร และผนังก่ออิฐฉาบปูนที่มีปล่องระบายอากาศเป็นแผ่นยิปซั่มติดตั้งด้านในอาคารคู่กับแผ่น Metallic ติดตั้งด้านนอกอาคาร ช่องว่างอากาศของผนังปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ทุกแบบเท่ากับ 14 เซนติเมตร โดยการหาค่าผลต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกกับภายในอาคาร (TDeq) ที่ได้จากการวัดและการคำนวณของผนังอิฐฉาบปูนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนวณ OTTV ซึ่งมีความแตกต่างกัน 5-7 เปอร์เซ็นต์ จากวิธีการนี้นำไปพัฒนาวิธีการคำนวณ OTTV ของผนังปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ในการลดภาระการทำความเย็นของอาคารได้โดยการคำนวณ TDeq และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (U) และอีกวิธีหนึ่งเป็นการหาค่าปรับแก้โดยใช้ค่า U และ TDeq ที่ได้จากการคำนวณของผนังก่ออิฐฉาบปูน ทั้งสองวิธีนี้เป็นค่าที่ได้โดยประมาณและเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับห้องที่มีการปรับอากาศ และ

พัฒนาเป็นแบบจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากการคำนวณ OTTV ของผนังปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์สามารถลดความร้อนที่ผ่านผนังอาคารได้ประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ลักษณะการถ่ายเทความร้อน

มีลักษณะการถ่ายเทความร้อน 3 ลักษณะ คือ

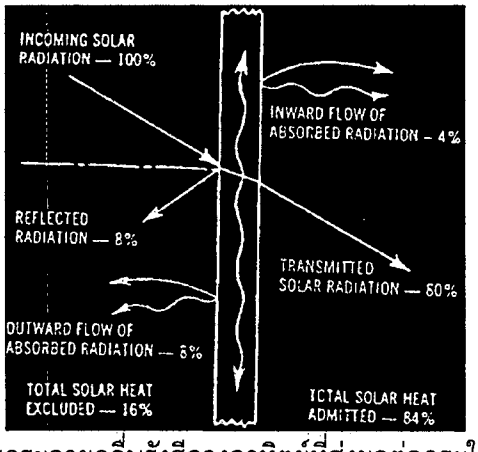
1.การแผ่รังสี (Radiation) เป็นการเดินทางโดยตรงของพลังงานผ่านที่ว่าง ดังนั้นการถ่ายเทรังสีความร้อนจึงไม่มีตัวกลาง พลังงานรังสีเดินทางจากแหล่งที่ร้อนกว่าในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปสู่ด้านที่เย็นกว่าและถูกดูดซึมไป เมื่อมีวัตถุที่ร้อนไม่เท่ากันหันเข้าสู่กัน ด้านที่ร้อนกว่าจะแผ่รังสีไปสู่ด้านที่เย็นกว่า

2. การพาความร้อน (Convection) เกิดขึ้นเมื่อมีการไหลซึ่งได้แก่ก๊าซหรือของเหลวเข้ามาเกี่ยวข้อง ของไหลเมื่อถูกทำให้ร้อน (พลังงานความร้อนถูกใส่เพิ่มไปในของไหล) ของไหลที่บรรจุความร้อนถูกทำให้เคลื่อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ตัวกลางที่ร้อนเคลื่อนไหลเวียนไปเป็นผลเนื่องมาจากแรงธรรมชาติหรือแรงจากเครื่องกลก็ได้โดยธรรมชาติโมเลกุลที่เย็นและหนักกว่าจะตกลงส่วนโมเลกุลที่ร้อนและเบาจะลอยตัวขึ้นก็จะเกิดการไหลเวียนพาความร้อนเกิดขึ้น

3. การนำความร้อน (Conduction) การถ่ายเทความร้อนระหว่างโมเลกุลที่ติดข้างเคียงกัน ไม่ว่าจะเป็นโมเลกุลที่อยู่ในสสารเดียวกัน หรือระหว่างสสารสองชนิดที่สัมผัสกันโดยตรง เช่นโมเลกุลของอากาศที่สัมผัสกับสสารที่อุ่น การนำความร้อนเกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลที่อุ่นหว่าสั่นสะเทือนถ่ายเทพลังงานของมันไปยังโมเลกุลที่เย็นกว่า ตัวกลางของมันเองไม่มีการเคลื่อนที่

2.2.2 รังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อกระจกหน้าต่าง

รังสีจากดวงอาทิตย์เป็นรังสีคลื่นสั้น (Short wave Radiation) เมื่อตกกระทบพื้นผิวกระจกจะเปลี่ยนไปเป็นรังสีคลื่นยาว (Long wave Radiation)หรือ อินฟรารด(Infrared) รังสีตกกระทบบางส่วนจะถูกดูดซึมไว้ (Adsorbed) และบางส่วนจะสะท้อนออกไป(Reflected) รังสีที่ทะลุผ่านกระจกเข้าสู่ภายในห้องเมื่อเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาวจะถูกกักเก็บไว้ในพื้นที่ภายในทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น การเคลือบผิวกระจกสะท้อนแสงภายนอก รังสีคลื่นยาวที่ผ่านเข้ามาภายในอาคารนั้นลดน้อยลง ซึ่งกระจกมีสมบัติโปร่งใสต่อรังสีคลื่นสั้น แต่ไม่ยอมให้รังสีคลื่นนาวทะลุผ่านได้สะดวก



ภาพที่ 2.1 แสดงการกระจายคลื่นรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งผลต่อกระใสหนา 3 มม.

ที่มา : http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/solar3.htm

2.2.3 ค่าการถ่ายเทความร้อน (Thermal Transfer) (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน,2540)

เป็นค่าที่ใช้แสดงความร้อนทั้งหมดที่ผ่านเข้ามาภายในอาคาร ซึ่งอาจเรียกอีกอย่างว่าค่า "Q" สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน, พื้นที่ทั้งหมดที่มีการรับแสงแดด และค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายในและภายนอกอาคาร

$$Q = U^* A^* \Delta T \quad \text{..... (1)}$$

เมื่อ Q = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ($W/m^2\ ^oC$)

U = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

A = พื้นที่ทั้งหมดที่มีการรับแสงแดด (m^2)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (^oC)

การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร สามารถแบ่งการคำนวณออกเป็น 2 ส่วน เพื่อให้สะดวกต่อการกำหนดค่า คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา(RTTV) และเมื่อนำทั้งสองมารวมกันก็จะได้เป็นค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารทั้งหมด

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U -Value) คือ ส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวม

$$U = 1/Rt \quad \text{.....(2)}$$

หรือ

$$U = 1 / [R_o + [\Delta x_1 / k_1] + [\Delta x_2 / k_2] + [\Delta x_3 / k_3] + \ldots\ldots [\Delta x_n / k_n] + Ri] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

โดยที่ U คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ($W/m^2 k$)

R_t คือ ความต้านทานความร้อนของอากาศที่ผิวด้านในของผนัง ($m^2\ ^oC/W$)

R_o คือ ความต้านทานความร้อนที่ผิวด้านนอกของผนังอาคาร ($m^2\ ^oC/W$)

$X_1, X_2, \ldots X_n$ คือ ความหนาของวัสดุที่ประอบขึ้นเป็นผนังชนิดที่ 1,2,..., n ตามลำดับ

$k_1, k_2, \ldots k_n$ คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชนิดที่ 1,2,..., n ตามลำดับ

2.2.4 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV: Overall Thermal Transfer Value)

(กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน,2540)

การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง จะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือส่วนของผนังอาคารทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นผนังทึบหรือผนังโปร่งแสง ซึ่งในปัจจุบันมีข้อกำหนดให้อาคารที่สร้างใหม่จะต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังไม่มากกว่า 45 วัตต์ต่อตารางเมตร

l การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ของผนังด้านนอกแต่ละด้าน($OTTV_i$) ให้คำนวณจากสมการ

$$OTTV_i = (U_w)\ (1\text{-}WWR)\ (TD_{eq}) + (U_f)\ (WWR)\ (\Delta T) + (SC)\ (WWR)\ (SF) \quad \ldots\ldots\ldots(4)$$

โดยที่

$OTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

U_w = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส

WWR = อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง และหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา

TD_{eq} = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า(Temperature Different Equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ของผนังทึบ โดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งแสง โดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายใน และภายนอกอาคาร ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง ซึ่งการคำนวณให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์(Solar Factor) ที่ผ่านหน้าต่างโปร่งแสงและหรือ ผนังโปร่งแสงโดยมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

2.2.5 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient: SC) เกิดจากฟลักซ์รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Factor: SF) ที่ทะลุผ่านระบบหน้าต่าง ซึ่งอาจประกอบด้วยกระจก และอุปกรณ์บังแดดต่อฟลักซ์รังสีดวงอาทิตย์ที่ทะลุผ่านกระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร ที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดดใดๆ(ค่าฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่กระทบผ่านหน้าต่าง โดยเฉลี่ยสำหรับแนวตั้งของผนังในทิศต่างๆ คือ 160 วัตต์/ตารางเมตร ส่วนแนวนอน คือ 370 วัตต์/ตารางเมตร ซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามลักษณะภูมิประเทศที่ตั้ง ในการคำนวณหาค่าจากฟลักซ์รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Factor: SF)จะต้องมีการปรับแก้ไขให้เหมาะสมตามผนังในทิศทางต่างๆ เรียกว่า “ค่าตัวประกอบแก้ (Correction Factor)ของผนังแนวตั้ง ในการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Overall Thermal Transfer Value Calculation: OTTV) z ดังสมการ [5]

$$SF = 160 \times CF \qquad \text{.....(5)}$$

โดยที่ SF = ค่าฟลักซ์รังสีดวงอาทิตย์ (W/m^2)

CF = ค่าตัวประกอบแก้ของผนังแนวตั้ง

ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient: SC) เป็นอัตราส่วนระหว่างความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้าสู่ภายในอาคารทางหน้าต่าง ต่อความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านกระจกหนา 3 มิลลิเมตร ที่ไม่มีการบังแดด แต่ในปรกติหน้าต่างของอาคารจะมีส่วนของอุปกรณ์บังแดดด้วย ดังนั้นจึงเขียนเป็นสมการ[6]

$$SC = SC_1 \times SC_2 \qquad \text{.....(6)}$$

โดยที่ SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (W/m^2)

SC_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก โดยที่ SC_1 จะเป็นค่าสมบัติของกระจก โดยการประเมินแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบทำมุมกับกระจก 45 องศาจากแนวตั้งฉาก

SC_2 = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด โดยที่ SC2 จะสามารถคำนวณได้จากสมการ [7]

$$SC_2 = \frac{Ae \times Id \times A\,Id}{A \times i_t} \quad \text{.....(7)}$$

โดยที่ Ae = พื้นที่ของกระจกที่โดยแสง (ตารางเมตร)

A = พื้นที่รวมของกระจก (ตารางเมตร)

ID = ฟลักซ์ของรังสีตรงดวงอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)

Id = ฟลักซ์ของรังสีกระจายดวงอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)

I_t = ฟลักซ์ของรังสีรวมดวงอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)

2.2.6 การโคจรดวงอาทิตย์

ตำแหน่งหรือทิศทางของดวงอาทิตย์พิจารณาได้จากมุม 2 มุม คือ

1. มุมดวงอาทิตย์ในแนวตั้ง หรือมุมอัลติจูด (Altitude Angle : α) คือมุมที่แนวรังสีตรงของอวงอาทิตย์หรือแนวแสงแดดกระทำกับแนวระดับของพื้นโลกหรือระนาบขอบฟ้า โดยมุมมีค่าอยู่ระหว่าง 0°-90°
2. มุมดวงอาทิตย์ในแนวระนาบ หรือมุมอะซิมุท(Azimuth :Υs) คือมุมที่ระนาบดวงอาทิตย์ในแนวดิ่งที่ตั้งฉากกับพื้นโลก กระทำมุมกับแนวเหนือหรือทิศใต้ของโลก มุมอะซิมุทที่อ่านได้จากรูปภาพทางเดินดวงอาทิตย์(Solar Chart) จะอ้างอิงกับทิศเหนือ และวัดตามเข็มนาฬิกาตลอด ดังนั้นค่ามุมนี้จึงมีค่าตั้งแต่ 0° -360° กรณีการศึกษามุม อะซิมุทวัดอ้างอิงกับทิศใต้ โดยมีเครื่องหมายบวกและลบ คือ วัดตามเข็มนาฬิกา (ทิศตะวันตกจะเป็นบวก) และวัดทวนเข็มนาฬิกา (ทิศตะวันออกจะเป็นลบ) ดังนี้ค่ามุมอะซิมุทจึงมีค่าอยู่ระหว่าง 0° ถึง $\pm 180^\circ$

สมการค่ามุมอะซิมุทที่อ้างอิงทิศเหนือควรเปลี่ยนมาอ้างอิงทิศใต้ดังสมการ

มุมอะซิมุท(Azimuth:Υs) = ค่ามุมอะซิมุทจาก Solar Chart- 180 .....(8)

ทิศทางของผนังอาคาร สามารถพิจารณาจากมุมอะซิมุทของผนัง (Wall Azimuth Angle : Υw) คือ มุมที่ระนาบในแนวดิ่งผ่านเส้นตั้งฉากของผนังอาคารที่ชี้ออกสู่ภายนอก

กระทำกับทิศใต้ ผลต่างของมุมอะซิมุทของดวงอาทิตย์และมุมอะซิมุทของผนัง จะกำหนดเรียกว่ามุม อะซิมุท ระหว่างผนังและดวงอาทิตย์ (Υ)

2.2.7 มุมที่ทำให้เกิดเงา

คือ มุมที่แนวรังสีตรงดวงอาทิตย์กระทำกับอุปกรณ์บังแดด มุมนี้แยกออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. มุมที่ทำให้เกิดเงาในแนวตั้ง ($\theta 1$) เป็นมุมที่แนวรังสีตรงดวงอาทิตย์กระทำกับระนาบที่ตั้งฉากกับหน้าต่าง มุมนี้สามารถใช้ประกอบการคำนวณอิทธิพลของอุปกรณ์บังแดดแนวนอนที่มีผลต่อการเกิดเงาสูง-ต่ำ บนหน้าต่าง
2. มุมที่ทำให้เกิดเงาในแนวราบ($\theta 2$) เป็นมุมที่ระนาบของดวงอาทิตย์ในแนวดิ่งที่ตั้งฉากกับหน้าต่างมุมนี้ สามารถใช้ประกอบการคำนวณอิทธิพลของอุปกรณ์บังแดดแนวตั้งที่มีผลต่อการเกิดเงาซ้าย-ขวาของหน้าต่าง

สูตรการคำนวณเงาในแนวตั้ง($\theta 1$) สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$\theta 1 = \tan^{-1} (\tan\alpha * \sec (\theta 2) \quad \text{.....(9)}$$

หรือ

$$\theta 1 = \tan^{-1} (\tan\alpha * \cos (\theta 2) \quad \text{.....(10)}$$

สูตรการคำนวรเงาในในแนวนอน($\theta 2$) สามารถคำนวณได้ดังสมการ

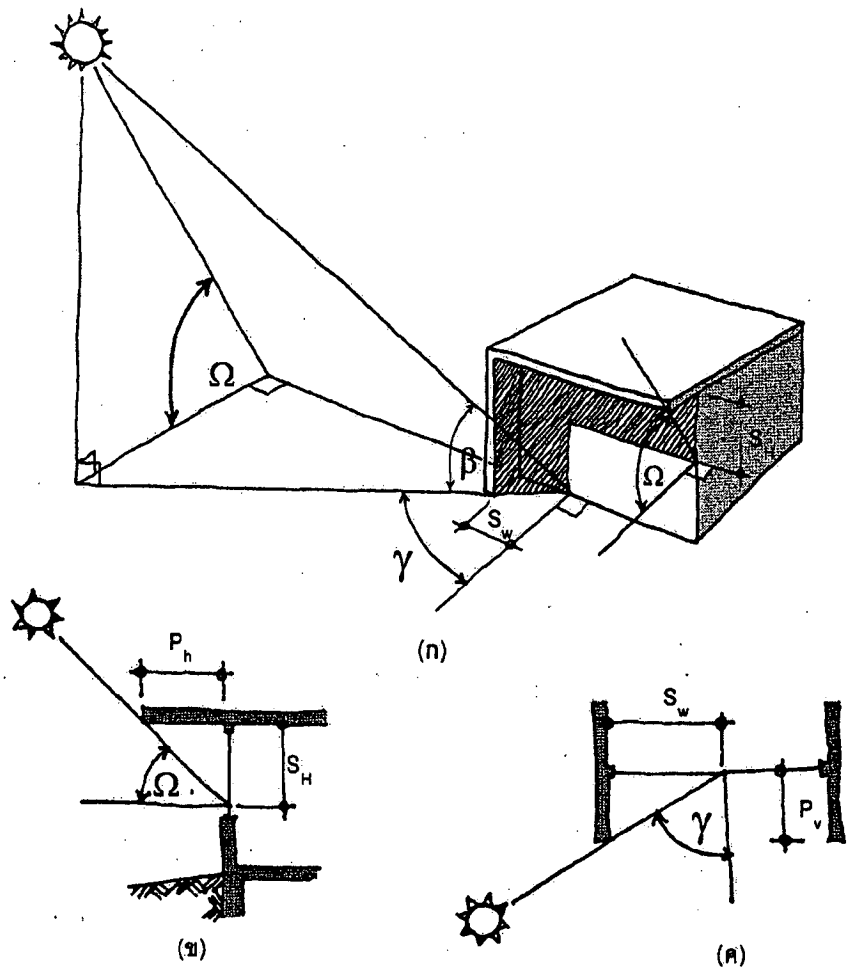
$$\Upsilon = = \Upsilon s - \Upsilon w \quad \text{.....(11)}$$

เครื่องหมายและค่ามุม $\theta 1$ และ $\theta 2$ กำหนดไว้คือ

1. $\theta 1$ มีค่าเป็นบวก(+) เสมอ อยู่ระหว่าง 0-90 องศา ถ้ามุมมีค่ามากกว่า 90 องศาแสดงว่าดวงอาทิตย์อยู่ด้านหลังของผนัง
2. $\theta 2$ มีค่าเป็นบวก(+)และลบ(-) อยู่ระหว่าง -90 ถึง +90 องศา ถ้ามุมมีค่านอกเหนือจากนี้แสดงว่าดวงอาทิตย์อยู่ด้านหลังของผนัง ข้อสังเกตเครื่องหมายมุม คือ
    a. เครื่องหมายมุม $\theta 2$ มีค่าเป็นบวก(+) เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ทางขวามือของผู้ที่มองออกจากหน้าต่าง

b. เครื่องหมายมุม $\theta 2$ มีค่าเป็นลบ(-) เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ทางซ้ายมือของผู้ที่มองออกจากหน้าต่าง

2.2.8 การคำนวณหาเงาของอุปกรณ์บังแดด



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างมุมต่างๆและการคำนวณเงาของอุปกรณ์บังแดด

β คือ มุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์ (Solar Altitude)

γ คือ มุมอะซิมุทของผนัง (Wall –Solar Azimuth) มุมที่วัดจากตำแหน่งดวงอาทิตย์ในแนวระนาบกับแนวตั้งฉากกับผนัง

Ω คือ มุมเงาแดด (Profile Angle) คือมุมที่ผู้สังเกตเงาแดดหันหน้าไปในทิศทางขนาดกับผนังอาคารที่ถูกแดด ซึ่งหาได้จากสูตร

สมการ

$$\tan \Omega = \tan \beta / \gamma \cos \quad \text{.....(12)}$$

มุมของเงาแดดทางตั้ง ซึ่งสามารถคำนวณความยาวของส่วนยื่น โดยคำนวณจากสูตร

$$P_h = S_H * \cos\Omega \quad \text{.....(13)}$$

โดยที่ P_h = ส่วนยื่นของส่วนกันแดด (ม.)

S_H = ความสูงของขอบเงาแดดถึงใต้ส่วนยื่น(ม.)

มุมของเงาแดดแนวราบ ซึ่งสามารถคำนวณความยาวของครีบกันแดด โดยคำนวณจากสูตร

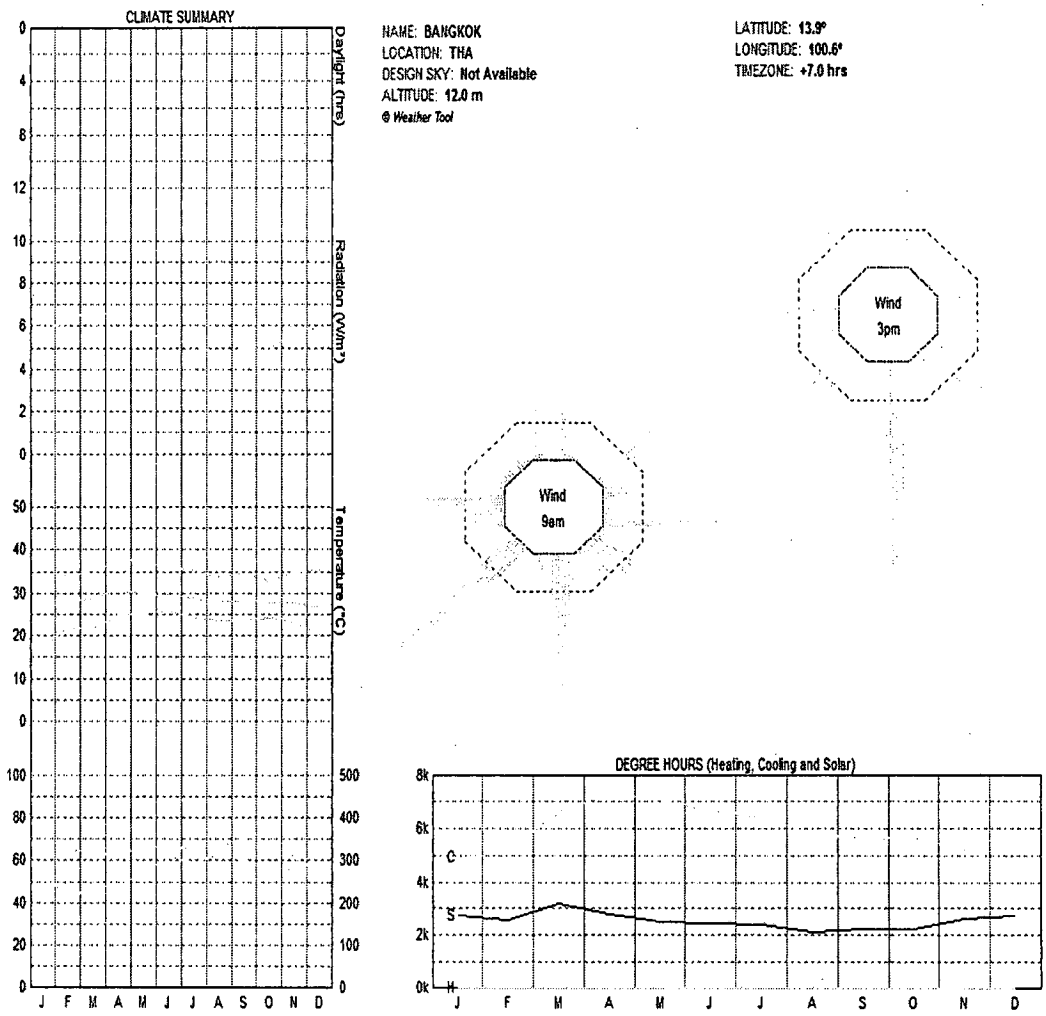
$$P_v = S_w * \cos \gamma \quad \text{.....(14)}$$

โดยที่ P_v = ความยาวของครีบกันแดด (ม.)

S_H = ระยะเงาตกทอดถึงครีบกันแดด (ม.)

2.3 สภาพภูมิอากาศในภาคกลางของประเทศไทย

สภาพอากาศในจังหวัดภาคกลาง(กรุงเทพมหานคร)ของประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ECO TECHแสดงดังภาพที่ 2.5 แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือน ทิศทางและความเร็วของกระแสลม ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ เพื่อใช้ประกอบในการออกแบบ รายละเอียดในแต่ละเดือนแสดงในบทภาคผนวก



ภาพที่ 2.3 แสดงสภาพอากาศในจังหวดภาคกลาง(กรุงเทพมหานคร)