

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะรวบรวมทฤษฎี แนวคิด และงานเขียนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยอธิบายสาเหตุและผลกระทบต่าง ๆ เป็นเรื่องราวที่ต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในภาพรวมของงานวิจัยประกอบด้วย

1. สาเหตุและผลกระทบจากความร้อนที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน
2. ปัจจัยที่ทำให้เกิดความร้อน และการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร
3. วิธีการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารในปัจจุบัน
4. วิธีการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารโดยวิธีทางธรรมชาติ

2.1 ภาวะโลกร้อน (Global Warming)

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พบว่า วิกฤตการณ์ภาวะโลกร้อนเกิดจากผลกระทบจาก ภาวะเรือนกระจกและภาวะเกาะแห่งความร้อน ทำให้อุณหภูมิของโลกเฉลี่ยสูงขึ้นทุกปีประมาณ 1.4-5.8 องศาเซลเซียส (กรีนพีซ, 2549) ซึ่ง 2 ภาวะนี้เป็นผลจากการกระทำของมนุษย์โดยตรงที่ก่อให้เกิดความร้อนและมลภาวะทางอากาศ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น การขยายตัวของพื้นที่เมืองอย่างรวดเร็วทิศทาง และนโยบายที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดความไม่สมดุลในระบบธรรมชาติ ส่งผลให้พื้นที่เมืองเพิ่มขึ้นและพื้นที่ทางธรรมชาติลดลง เกิดการสะสมความร้อนในพื้นที่เมือง ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่เมืองกับชานเมืองต่างกันประมาณ 2-6 องศาเซลเซียสในช่วงกลางวันของหน้าร้อน (Environmental Protection Agency, 2006) มนุษย์ที่อาศัยอยู่ในเมืองจะได้รับผลกระทบโดยตรงจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทั้งด้านสภาพแวดล้อม สุขภาพ และการใช้พลังงาน

ซึ่งจากภาวะที่เกิดขึ้น องค์กรที่ดูแลผลกระทบทางด้านสภาพแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (Environmental Protection Agency: EPA) ได้กล่าวถึงวิธีการบรรเทาภาวะที่เกิดขึ้น คือ การเพิ่มพื้นที่ทางธรรมชาติหรือพื้นที่สีเขียวให้กับเมือง และการลดพื้นที่ผิวที่ดูดซับความร้อนได้ดี ได้แก่ ส่วนกรอบอาคาร (building envelop) ที่ก่อสร้างด้วยวัสดุมวลสาร และพื้นผิวแข็ง (hard surface)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นนอกจากจะทำให้อุณหภูมิภายในเมืองเพิ่มขึ้นยังส่งผลต่อปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ และการใช้พลังงานภายในอาคาร

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความร้อน

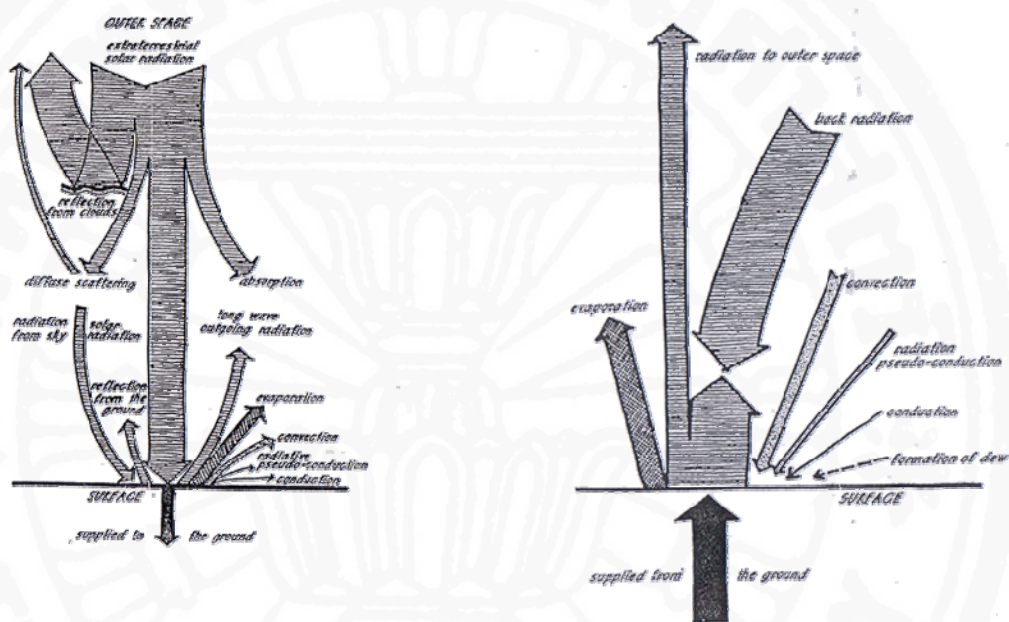
2.2.1 ที่มาของความร้อน

ความร้อนที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศของโลกส่วนใหญ่มาจากดวงอาทิตย์ แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านชั้นบรรยากาศของโลก อยู่รูปแบบของแสงสว่าง (visible light) และรังสีความร้อน (infrared) ดังนั้นเมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์แผ่เข้ามากระทบกับพื้นผิววัสดุที่พื้นดินจะมีบางส่วนที่ถูกดูดซับเก็บไว้ในวัสดุ และบางส่วนจะถูกสะท้อนและแผ่รังสีออกสู่ท้องฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ ดังภาพที่ 2.1 โดยทั่วไปความร้อนถ่ายเทจากสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงสู่สิ่งแวดล้อมที่อุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ซึ่งการส่งผ่านความร้อน (heat transfer) จะประกอบด้วย การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน สามารถอธิบายถึงลักษณะการถ่ายเทความร้อนได้ดังนี้

1. การนำความร้อน คือ การถ่ายเทความร้อนผ่านพื้นผิววัสดุที่มีอุณหภูมิสูงสัมผัสกับพื้นผิววัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำ
2. การพาความร้อน คือ การถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการไหลของก๊าซหรือของเหลว โดยการพาความร้อนส่วนมากจะเกิดจากการเคลื่อนที่ของลม ซึ่งเป็นปัจจัยทางธรรมชาติ การพาความร้อนสามารถพาทั้งความร้อนและความเย็น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม
3. การแผ่รังสีความร้อน คือ การถ่ายเทความร้อนแบบไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ซึ่งรังสีความร้อนจะเดินทางเป็นเส้นตรง ระหว่างพื้นผิว 2 พื้นผิวที่มีอุณหภูมิต่างกันซึ่งมีการแผ่รังสีความร้อนจากพื้นผิวที่มีอุณหภูมิสูง และรังสีจะถูกดูดซับโดยพื้นผิวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ โดยทั่วไปอาคารส่วนใหญ่นอกจากได้รับผลกระทบจากแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ยังได้รับจากพื้นผิววัสดุที่อยู่บริเวณโดยรอบอาคาร ดังภาพที่ 2.2 เมื่อรังสีความร้อนกระทบวัสดุต่าง ๆ จะปรากฏพฤติกรรม 4 ลักษณะ ประกอบด้วย การส่งผ่านรังสี (transmittance) การดูดซับรังสี (absorptance) การสะท้อนรังสี (reflectance) และการคายรังสี (emittance) โดยที่การคายรังสีความร้อนจะเกิดขึ้นเมื่อสิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิต่ำกว่าวัสดุ ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.1

ลักษณะการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ผ่านท้องฟ้าลงมาถึงพื้นผิวโลก และการสะท้อนกลับสู่ชั้นบรรยากาศ เพื่อถ่ายเทความร้อนออกสู่อวกาศในรูปแบบต่าง ๆ ในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน



ที่มา: Moore, F., 1993, pp. 61-62.

ภาพที่ 2.2

การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ การกระจายรังสีโดยท้องฟ้า และรูปแบบการแผ่รังสีเข้าสู่อาคาร

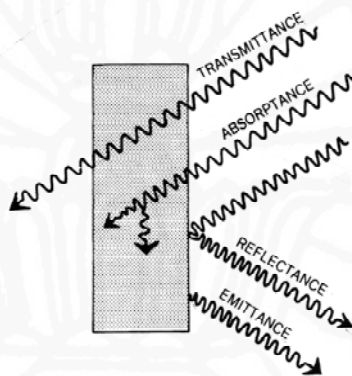


ที่มา: Lechner, N., 2001, p. 209.

จากข้อมูลเบื้องต้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์เพิ่มเติมในวัตถุที่บดตัน การคายรังสีความร้อนจะแปรผันตามการดูดซับรังสีความร้อน แต่แปรผกผันกับการสะท้อนรังสี กล่าวคือ วัตถุจะมีการปล่อยรังสีมาก เนื่องจากดูดซับรังสีมาก ถ้าต้องการให้เกิดการดูดซับน้อย ต้องพิจารณาที่พื้นผิวของวัตถุให้มีค่าการสะท้อนแสงมากขึ้น หรือลดการรับรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ด้วยการสร้างร่มเงาให้กับกรอบอาคาร

ภาพที่ 2.3

ปฏิกิริยา 4 รูปแบบระหว่างวัตถุกับรังสีความร้อน



ที่มา: Lechner, N., 2001, p. 43.

จากรูปแบบการกระทบจากการแผ่รังสีทั้ง 4 รูปแบบในข้างต้น โดยมีความสัมพันธ์แบบมีนัยสำคัญกับสีของผนังหรือวัตถุที่ถูกการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Givoni, B., 1998, p. 74) ในเบื้องต้น พบว่า สีเข้มมีพฤติกรรมการดูดซับรังสีได้มากกว่าสีอ่อน และสีอ่อนมีพฤติกรรมการสะท้อนแสงมากกว่าสีเข้ม เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูนไม่ทาสีมีค่าการดูดซับรังสีที่ประมาณ 80% และมีค่าการสะท้อนรังสี (albedo) ที่ประมาณ 25% (Stein, B. and Reynolds, J.S., 2000, p. 382)

2.2.2 การลดการถ่ายเทความร้อน

จากการศึกษาหลักการในการลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยหลักการของการออกแบบที่ยั่งยืน ลำดับแรกในการพิจารณาคือ การหลีกเลี่ยงปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการถ่ายเท

ความร้อนเข้าสู่อาคาร ดังนั้น ผู้วิจัยได้ตั้งข้อสังเกตว่า การลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารนั้น จะต้องพิจารณาในการปรับปรุง 2 ส่วน คือ ส่วนบริเวณโดยรอบอาคาร และส่วนกรอบอาคาร

1. การปรับปรุงส่วนบริเวณโดยรอบของอาคาร เพื่อลดระดับของอุณหภูมิอากาศโดยรอบอาคาร และการสร้างร่มเงาให้กับอาคาร ซึ่งในการใช้ต้นไม้ใหญ่ปกคลุมให้ร่มเงาแก่พื้นที่รอบบริเวณอาคารจะทำให้ผลกระทบจากการพาความร้อนลดลง โดยที่ “อุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณกลางแดดโดยเฉลี่ย 10 องศา วัดที่ความสูงระดับ 0.9 เมตร วัดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง” (สุตสวาท ศรีสถาปัตยกรรม, 2545, น. 18) ซึ่งสอดคล้องกับ สุนทร บุญญาธิการ (2542) พบว่า บริเวณใต้ต้นไม้มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ซึ่งเกิดจากการร่มเงา และการคายน้ำจากต้นไม้ ดังนั้น เมื่อลมพัดผ่านแนวร่มเงาที่เกิดจากต้นไม้ใหญ่จะลดอุณหภูมิลงก่อนเข้าสู่อาคาร และต้นไม้ใหญ่ยังสามารถให้ร่มแก่อาคารได้ในบางเวลา

2. การปรับปรุงส่วนกรอบอาคาร เพื่อลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเข้าสู่ภายในอาคารผ่านทางกรอบอาคาร ซึ่งอาคารทั่วไปจะทำการปรับปรุงกรอบอาคารโดยติดตั้งฉนวนกันความร้อนเพื่อเพิ่มค่าการต้านทานความร้อน หรือติดตั้งแผงบังแดดเพื่อป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากภายนอกอาคารมากระทบกรอบอาคาร

2.2.3 ข้อแตกต่างระหว่างฉนวนกันความร้อนและแผงบังแดด

ฉนวนกันความร้อน สามารถติดตั้งได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ตามหลักการในการป้องกันความร้อนที่ดีควรติดตั้งภายนอกเพื่อให้ป้องกันความร้อนตั้งแต่ภายนอกอาคาร ซึ่งหลักการการทำงานของฉนวนกันความร้อน คือ การทำหน้าที่ป้องกันการถ่ายเทความร้อนทั้ง 3 รูปแบบโดยอาศัยความหนาแน่นของเส้นใยหรือเซลล์วัสดุ และความหนาของวัสดุฉนวนกันความร้อน จุดมุ่งหมายเพื่อเก็บรักษาระดับอุณหภูมิไม่ให้มีการถ่ายเทออกหรือเข้ามาในบริเวณที่ต้องการ

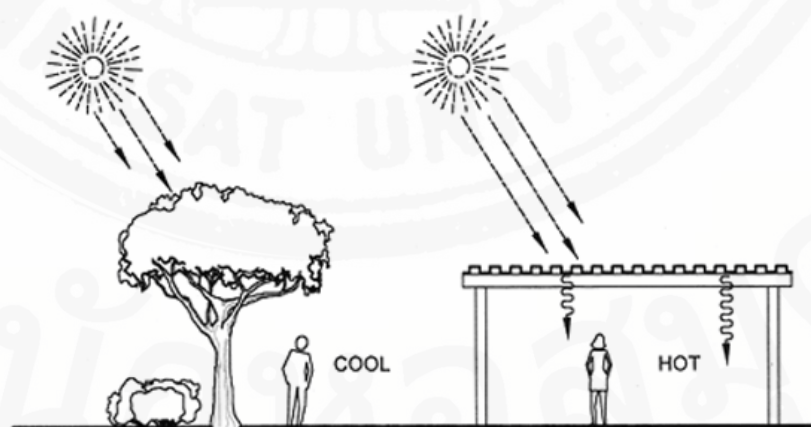
แผงบังแดด ในการใช้งานร่วมกับส่วนที่บของกรอบอาคาร จะติดตั้งบริเวณภายนอกอาคารเพื่อป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากภายนอกอาคาร โดยส่วนใหญ่กรอบอาคารจะได้รับการถ่ายเทความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนมากกว่าการถ่ายเทความร้อนรูปแบบอื่น หลักการทำงานของแผงบังแดด คือ การทำหน้าที่ป้องกันรังสีความร้อนที่มากกระทบกรอบอาคาร โดยเฉพาะกรอบอาคารประเภทมวลดสารเช่น ผงนังก่ออิฐฉาบปูน เป็นต้น ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับความร้อนได้ในปริมาณมาก ซึ่งสามารถอธิบายตามหลักการของ Sol-Air Temperature ที่ว่า ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของพื้นผิววัตถุเนื่องจากผลกระทบจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ดังนั้น เมื่อ

กรอบอาคารรับรังสีความร้อนปริมาณที่น้อยลงทำให้กรอบอาคารมีการดูดซับความร้อนปริมาณที่น้อยลง ส่งผลให้มีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร โดยการแผ่รังสีความร้อนจากผนังอาคาร (mean radiant temperature) ลดลง

การใช้ฉนวนกันความร้อน และแผงบังแดด สามารถช่วยลดการถ่ายเทความร้อนบริเวณกรอบอาคาร แต่เนื่องจากทั้งฉนวนกันความร้อน และแผงบังแดดเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากมนุษย์ ซึ่งไม่มีคุณสมบัติในช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายนอก ซึ่งเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันที่กำลังทวีความรุนแรงมากขึ้น ดังนั้นความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและอุณหภูมิภายนอกยังคงเพิ่มระดับสูงขึ้น จากการศึกษาของ สเตค (Stec, W.J.; Van Paasen, A.H.C. and Maziarz, A., 2005) พบว่า การใช้ไม้เลื้อยบังแดดแทนม่านบานเกล็ด ในระบบผนัง 2 ชั้น มีประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนมากกว่าม่านบังแดดเนื่องจาก ไม้เลื้อยมีการสะสมความร้อนน้อยกว่าม่านบังแดด โดยที่สอดคล้องกับ เลชเนอร์ (Lechner, N., 2001, p. 312) ที่กล่าวว่า การใช้ต้นไม้บังแดดส่งผลให้อากาศบริเวณร่มเงานั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าการใช้ระแนงในการบังแดด ดังภาพที่ 2.4 ดังนั้นการใช้พืชพันธุ์ช่วยในการบังแดดมีประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนมากกว่าแผงบังแดดที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น

ภาพที่ 2.4

การเปรียบเทียบผลกระทบจากการสร้างร่มเงาจากต้นไม้ และวัตถุที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น



ที่มา: Lechner, N., 2001, p. 312.

2.3 การปลูกพืชแนวตั้งเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ผนังที่บ

จากข้อมูลข้างต้น พบว่า การปลูกพืชพันธุ์ประเภทต้นไม้ใหญ่บริเวณโดยรอบอาคาร เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการลดการถ่ายเทความร้อน เนื่องจากต้นไม้มีการสร้างร่มเงา และอัตราการคายน้ำที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง ซึ่งพืชพันธุ์แต่ละชนิดมีการสร้างร่มเงาและอัตราการคายน้ำไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index: LAI) และค่าความสามารถการดูดซับรังสี (extinction coefficient) ที่จะบ่งบอกถึงความหนาแน่นของพุ่มใบและความสามารถในการสังเคราะห์แสง โดยที่ค่าดัชนีพื้นที่ใบเป็นสัดส่วนพื้นที่ผิวของพุ่มใบด้านบนเดียวต่อพื้นที่ผิวดินที่พุ่มใบนั้นปกคลุมในการวัดความหนาแน่นของพุ่มใบสามารถวัดด้วยเครื่องมือวัดพุ่มใบ (canopy analyzer) แต่สำหรับพืชขนาดเล็กสามารถคำนวณหาพื้นที่ใบด้วยมือ

แต่สภาพเมืองในปัจจุบัน โดยเฉพาะพื้นที่กลุ่มอาคารพาณิชย์ที่ไม่มีพื้นที่ว่างรอบอาคาร ดังภาพที่ 2.5 ดังนั้น รูปแบบการปลูกต้นไม้ใหญ่ หรือการปลูกในแนวราบจะไม่เหมาะสมกับสภาพความหนาแน่นของลักษณะอาคารในเมือง จึงมีผู้เสนอการปลูกพืชในแนวตั้ง (vertical landscape) และการปลูกพืชบนหลังคา (green roof) เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกซึ่งในเบื้องต้นการปลูกพืชแนวตั้ง เพื่อความสวยงามและสร้างบรรยากาศในพื้นที่จำกัดในรูปแบบใหม่ ๆ ซึ่งมีรูปแบบการจัดที่หลากหลายตามความคิดของผู้ออกแบบ นอกเหนือจากความสวยงามแล้ว การปลูกพืชแนวตั้งได้ให้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ เช่น ลดอุณหภูมิบริเวณผิวดินนอกของกรอบอาคาร และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศบริเวณโดยรอบอาคาร เป็นต้น

ภาพที่ 2.5
พื้นที่กลุ่มอาคารพาณิชย์



ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงการปลูกพืชแนวตั้ง เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนในส่วนผนังอาคาร พบว่า ไม้เลื้อยมีความเหมาะสมที่นำมาปลูกพืชแนวตั้ง เพราะฉะนั้น ในส่วนเนื้อหาจะเน้นในส่วนการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารเท่านั้น โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. หลักการช่วยลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารจากการปลูกพืชแนวตั้งโดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมประโยชน์ของการปลูกพืชแนวตั้งจากเอกสารหลาย ๆ ฉบับที่เกี่ยวข้อง ซึ่งกล่าวถึงการปลูกต้นไม้แนวตั้ง โดยสรุปหลักการด้านการลดการถ่ายเทความร้อนได้ ดังนี้

1) การให้ร่มเงาแก่ผนังอาคาร เพื่อลดอุณหภูมิที่พื้นผิวที่เกิดจากการแผ่รังสีและรังสีสะท้อนที่มาจากดวงอาทิตย์ โดยใช้ใบ (leaf) ในการให้ร่มเงา พร้อมกับสะท้อนและดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ไว้ในชั้นใบ ซึ่งใบไม้มีค่าการสะท้อนรังสีที่ 10-20% (สุดสวาท ศรีสถาปต์ย์, 2545, น. 7-13) ค่าการดูดซับรังสีที่ 40-80% (Givoni, B., 1998, p. 75) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสีของใบและความมันของผิวใบ ดังนั้น จากข้อมูลข้างต้น พบว่า พืชพันธุ์ที่มีพฤติกรรมการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์มากกว่าการสะท้อน ทำให้อุณหภูมิของใบไม้จะสูงขึ้นในช่วงเวลากลางวัน พืชมีการนำความร้อนไปใช้ในกระบวนการสร้างอาหาร และระบายความร้อนส่วนเกินแฝงมากกับการคายน้ำ แม้ว่าความร้อนจากการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์จะมีปริมาณมากแต่มีการนำไปใช้และสลายความร้อนเหล่านั้นในรูปแบบต่าง ๆ ทำให้การปล่อยความร้อนคืนสู่ธรรมชาติเป็นไปอย่างช้า ๆ ในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งแตกต่างจากวัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้นที่มีการดูดซับในปริมาณใกล้เคียงกันแต่เป็นการดูดซับที่รวดเร็วและคายออกเท่ากับปริมาณที่ดูดซับเข้าไป ส่งผลให้สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งแตกต่างจากต้นไม้ เมื่อดวงอาทิตย์มีการแผ่รังสีลดลงในช่วงเย็น ใบไม้จะมีอุณหภูมิต่ำลงตามไปด้วย

2) การช่วยลดอุณหภูมิอากาศด้วยหลักการการระเหย น้ำที่ระเหยได้จากการคายน้ำจากใบของต้นไม้ภายใต้กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชในช่วงเวลากลางวัน มีความสัมพันธ์กับจำนวนใบของพืช ระดับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ และปริมาณน้ำที่พืชได้รับ โดยทั้ง 3 ปัจจัยแปรผันตามกันอย่างมีนัยสำคัญ เช่น เมื่อพืชได้รับการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ในปริมาณมากจะมีความร้อนที่สะสมมาก จะต้องพยายามลดอุณหภูมิส่วนเกินด้วยการคายน้ำ ดังนั้น ถ้าต้องการให้พืชพันธุ์สามารถคายน้ำได้มาก จะต้องพิจารณาที่จำนวนใบ และปริมาณน้ำที่ให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ เป็นต้น

จากข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ใบของพืชมีผลโดยตรงกับการลดการถ่ายเทความร้อน ซึ่งในการลดการถ่ายเทความร้อนจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ใบปกคลุมมากกว่าความหนาของพุ่มใบ เพราะฉะนั้น ต้นไม้จะช่วยลดการถ่ายเทความร้อนในเบื้องต้น โดยอาศัยการให้ร่มเงาแก่ผนังอาคาร ซึ่งสอดคล้องกับหลักการการออกแบบที่ว่า ควรหลีกเลี่ยงความร้อนไม่ให้กระทบผนัง

โดยตรงคือการป้องกันความร้อนจากภายในอาคาร ส่วนด้านการลดอุณหภูมิอากาศด้วยการระเหย โดยอาศัยการคายน้ำจากใบของพืช ซึ่งเป็นหลักการหนึ่งในการทำความเย็นด้วยวิธีทางธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพ (Dunnett, N. and Kingsbury, N., 2004)

2. ผลกระทบจากการปลูกพืชแนวตั้ง เนื่องจากพืชพันธุ์เป็นสิ่งมีชีวิตรูปแบบหนึ่งการนำต้นไม้มาปลูกในสถานที่หรือสภาพที่ไม่ใช่สภาพตามธรรมชาติ จึงต้องการการดูแลรักษา และความต้องการพื้นฐานในการปลูกพืชพันธุ์ ได้แก่ วัสดุปลูก และน้ำ ซึ่งต้องการทั้งพื้นที่และงานระบบที่ต้องรองรับให้เหมาะสมตามลักษณะพืชพันธุ์และรูปแบบอาคาร รวมถึงน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มขึ้นสำหรับอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่ที่ต้องการปลูกพืชพันธุ์เพื่อปกคลุมอาคาร

จากข้อมูลเบื้องต้น พบว่า พืชมีการคายน้ำ เป็นการเพิ่มปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ โดยผู้วิจัยมีการตั้งสมมติฐานในเบื้องต้นว่า ความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบต่อความชื้นที่แทรกซึมผ่านผนังอาคารมากขึ้น ซึ่งมีผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาการปลูกไม้เลื้อยปกคลุมผนังอาคาร และได้ทำการศึกษาในประเทศเยอรมัน เมืองสตูทการ์ท ศึกษาโดย ไคสส์ และราท (Kiesl and Rath, 2006) พบว่า ความชื้นที่เกิดขึ้นจากพืชอยู่ในปริมาณต่ำ โดยที่ในหน้าร้อนพบว่าความชื้นในอากาศสูงขึ้น 4-20% จากความชื้นในอากาศบริเวณที่ไม่มีไม้เลื้อยปกคลุม ซึ่งไม่ถึงระดับที่สามารถทำลายโครงสร้างผนังและปูนฉาบผิวหน้าผนังได้

ผู้วิจัยตั้งข้อสงสัยถึงข้อแตกต่างระหว่างสภาพอากาศของประเทศไทยกับประเทศเยอรมัน อาจส่งผลกระทบต่อความชื้นที่แตกต่างกัน ซึ่งในประเทศไทย พบว่า ปัญหาความชื้นที่เกิดขึ้นกับบริเวณผนัง คือ การเกิดขึ้นของเชื้อราบริเวณผนังอาคารด้านที่มีการสะสมความชื้น ซึ่งสอดคล้องกับ บารุช จีวอนี (Givoni, B., 1998) ที่กล่าวว่าอาคารที่ตั้งอยู่ในประเทศในเขตร้อนชื้น มักพบปัญหาเชื้อราบนผนังอาคาร โดยที่สภาพอากาศที่เหมาะสมสำหรับการเกิดของเชื้อราบนผนังอยู่ที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส ความชื้นมากกว่า 60% (ASHRAE, 2001) จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ถึงผลกระทบจากการปลูกพืชแนวตั้งประกอบด้วย 3 ส่วนคือ การดูแลรักษา การเพิ่มขึ้นของโครงสร้างอาคารในส่วนความแข็งแรงเพื่อรับน้ำหนักพืชพันธุ์และอุปกรณ์และโครงสร้างที่ไม่ได้เอื้อเกาะ และความชื้นที่เกิดขึ้นที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะการเกิดเชื้อราบริเวณผิวผนังอาคาร

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความชื้น

ความชื้น (humidity) คือ น้ำในอากาศที่สามารถเพิ่มขึ้น และลดลงตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำในอากาศจะขึ้นอยู่กับสภาวะของอุณหภูมิในขณะนั้น ความชื้นในอากาศ

จะอยู่ในรูปของไอน้ำ ซึ่งอากาศสามารถเก็บความชื้นได้ปริมาณมากเมื่ออากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น และความสามารถในการเก็บความชื้นของอากาศจะลดลงเมื่ออากาศมีอุณหภูมิต่ำลง อาจกล่าวได้ว่าเมื่ออากาศมีการอิ่มตัว (saturated) แสดงว่า ณ เวลานั้นอากาศไม่สามารถเก็บไอน้ำได้อีก ซึ่งก็คือ สภาวะที่อากาศมีปริมาณไอน้ำสูงสุดที่สภาวะอุณหภูมินั้น ๆ ดังนั้น การวัดความชื้น (humidity parameters) เพื่อทราบถึงปริมาณน้ำในอากาศในขณะนั้น โดยทำการวัดจากอัตราส่วนความชื้นในอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

อัตราส่วนความชื้นในอากาศ (humidity ratio or absolute humidity) คือ อัตราส่วนของมวลไอน้ำในอากาศต่อมวลของอากาศแห้ง ซึ่งจะหมายถึงปริมาณน้ำในอากาศขณะที่อากาศมีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ณ จุด ๆ หนึ่ง

ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) คือ อัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำสูงสุดในอากาศต่อมวลของไอน้ำทั้งหมดที่อากาศสามารถรับได้ ณ อุณหภูมิอากาศ ดังนั้น การที่ความชื้นสัมพัทธ์ 0% แสดงว่า อากาศขณะนั้นไม่มีไอน้ำอยู่เลย ณ อุณหภูมินั้น ๆ หรือการที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100% แสดงว่า อากาศขณะนั้นอิ่มตัว กล่าวคือ อากาศไม่สามารถรับไอน้ำมาเก็บไว้ในอากาศได้ (ASHRAE, 2001)

2.5 งานวิจัยที่มีการศึกษารูปแบบเดียวกัน

2.5.1 Modeling the Double Skin Façade with Plants

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยที่ TU Delft โดย สเต็ก แวนพาเซ่น และมาร์ช (Stec, W.J.; Van Paassen, A.H.C. and Maziarz, A., 2005) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้พืชพันธุ์ในระบบเปลือกอาคาร 2 ชั้น (double skin facade) ของอาคารสำนักงาน พบว่า ม่านบานเกล็ด (blind) ที่ติดตั้งในช่องอากาศระหว่างเปลือกอาคาร 2 ชั้น มีความสามารถในการเก็บความร้อนสูงมาก จึงมีความคิดที่จะนำผนังไม้เลื้อยเข้ามาใช้แทนม่านบานเกล็ด เนื่องจากพืชพันธุ์มีคุณสมบัติในการสร้างร่มเงาได้เช่นเดียวกัน แต่พบว่าผนังไม้เลื้อยสร้างผลกระทบ ได้แก่ การดูแลรักษาเพิ่มขึ้น และไม่ควรถัดตั้งผนังไม้เลื้อยในบริเวณช่องเปิด เนื่องจากจะบังแสงธรรมชาติ จากผลการวิจัย พบว่า

1. อุณหภูมิที่เกิดขึ้นบริเวณใบของผนังไม้เลื้อย ต่ำกว่าที่ผิวม่านบานเกล็ด 20%
2. อุณหภูมิที่ช่องว่างอากาศที่การบังแดดด้วยผนังไม้เลื้อย พบว่า มีอุณหภูมิต่ำกว่าการบังแดดด้วยม่านบานเกล็ด 20-35%

3. อุณหภูมิที่ช่องว่างอากาศโดยเฉลี่ย การบังแดดด้วยผนังไม้เลื้อยมีอุณหภูมิต่ำกว่าการไม่มีแผงบังแดด
 4. การคายน้ำที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงแปรผันตามกับปริมาณน้ำที่พืชได้รับ และแปรผกผันกับรังสีความร้อนที่พืชได้รับ
 5. ปริมาณน้ำในอากาศวัดได้อยู่ในช่วง 0.5-1.8 กรัมต่อกิโลกรัม (อากาศแห้ง) ทำให้เกิดความเสียหายที่จะเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่ผนังทดสอบ โดยเริ่มต้นขึ้นเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ที่ 70-80% ที่อุณหภูมิคงที่
- สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้
1. อุณหภูมิที่เกิดขึ้นที่บริเวณใบของผนังไม้เลื้อยต่ำกว่าที่ผิวบานบานเกล็ด
 2. อาคารที่เหมาะสมสำหรับการใช้ต้นไม้ในระบบเปลือกอาคาร 2 ชั้น ควรเป็นอาคารที่มีระเบียง หรือเปลือกอาคารมีการแบ่งเป็นหลาย ๆ ชั้น
 3. ควรพิจารณาถึงระบบการก่อสร้างที่รองรับผลกระทบที่เกิดจากพืชพันธุ์

2.5.2 Thermal Effects of Vines on Wall Temperature-comparing Laboratory and Field Collected Data

สตีเฟน แซนดิเฟอร์ (Sandifer, S. and Givoni, B., 2006) มีแนวคิดที่จะศึกษาคุณสมบัติของไม้เลื้อยในการบังแดดให้กับอาคาร และผลกระทบเมื่อสีของผนังมีโทนสีเข้มและสีอ่อน รายละเอียดในงานวิจัยพบว่า

1. การดำเนินการวิจัย ทดสอบ และเปรียบเทียบคุณสมบัติการป้องกันความร้อน เมื่อทดสอบกับแผงทดสอบที่ทำสีแตกต่างกัน และวัดผลโดยใช้สายเทอร์โมคอปเปิล (thermocouple) โดยวัดอุณหภูมิที่แผงทดสอบ และทดสอบการบังแดดให้กับผนังคอนกรีตโดยใช้ไม้เลื้อยที่ปลูกให้มีความหนาของพุ่มที่ 12-14 นิ้ว แล้ววัดผลอุณหภูมิ ความชื้นที่เกิดขึ้น และการแผ่รังสี ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ไม้เลื้อยที่มีความหนาของพุ่มใบ 12-14 นิ้ว จะสามารถช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวอาคาร ลดผลกระทบที่เกิดจากการทำสีอาคารที่มีความเข้มได้ และมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารในทางทิศใต้และทิศตะวันตกได้
2. ข้อเสนอแนะ ควรเก็บข้อมูลในช่วงระหว่างวันให้มีความถี่มากขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในเวลากลางวัน และคำนึงถึงสถานที่การทดลองที่มีสภาพเหมาะสม เพื่อข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้น

2.6 สรุปผลจากการศึกษาผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทฤษฎีข้างต้น พบว่า ผนังไม้เลื้อยมีประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัย 2 หลักการ ดังนี้

1. หลักการสร้างร่มเงาให้กับกรอบอาคาร เพื่อลด Sol-Air Temperature
2. หลักการระเหยจากการคายน้ำของพืช เพื่อดึงความร้อนออกจากอากาศ แต่เป็นการเพิ่มความชื้นให้กับอากาศ

จาก 2 หลักการข้างต้นมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายของผนังไม้เลื้อยในส่วนของพุ่มใบแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การสร้างร่มเงาสัมพันธ์กับพื้นที่ที่ใบปกคลุม
2. การลดอุณหภูมิอากาศสัมพันธ์กับความหนาของพุ่มใบและจำนวนของใบต่อพื้นที่ขนาดเท่ากัน

ความสัมพันธ์ดังกล่าว ส่งผลให้มีการถ่ายเทความร้อนลดลง เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิบริเวณกรอบอาคารกับอุณหภูมิภายในอาคารลดลง ดังนั้น จึงตั้งสมมติฐานว่า ถ้าผนังไม้เลื้อยยังมีพื้นที่ใบปกคลุมกว้างมาก จะสามารถลดการถ่ายเทความร้อนได้มาก และถ้าผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุมใกล้เคียงกัน แต่มีความหนาของพุ่มใบที่มากกว่า จะสามารถลดการถ่ายเทความร้อนได้มากกว่า เนื่องจากปัจจัยทางพุ่มใบที่ลดผลกระทบจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และการคายน้ำที่มากขึ้นที่ช่วยลดอุณหภูมิบริเวณโดยรอบได้มากขึ้น เพราะฉะนั้นการวิจัยนี้ทำ เพื่อตอบคำถามที่ว่า ระดับใบปกคลุมเท่าไรจึงจะมีประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนได้ดี การติดตั้งควรมีระยะห่างเท่าไร ระดับความชื้นที่เกิดจากผนังไม้เลื้อยก่อให้เกิดผลเสียหรือไม่ และมีประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนแตกต่างจากฉนวนอย่างไร