บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ได้มีส่วนทำให้สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปและมีอุณหภูมิอากาศโดยรอบอาคารที่สูงขึ้น ซึ่งกลายเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาคารต้องใช้พลังงานในการปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้เข้าสู่สภาวะน่าสบายเพิ่มมากขึ้น

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมธรรมชาติภายนอกอาคารจะมีผลกระทบต่อการออกแบบอาคารเพื่อให้อาคารมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานเป็นอย่างมาก แต่การที่ผู้ออกแบบจะอาศัยข้อมูลของลักษณะสภาพภูมิอากาศในระดับมหภาค (Macroclimate) มาใช้ในการออกแบบแต่เพียงอย่างเดียวนั้นคงไม่เพียงพอที่จะทำให้อาคารนั้นมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานได้มากนัก เนื่องจากลักษณะของสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ตั้งของอาคารจะมีผลต่อลักษณะของสภาพภูมิอากาศจุลภาค (Microclimate) ในบริเวณนั้นให้มีความแตกต่างไปจากลักษณะภูมิอากาศโดยรวม

ความเข้าใจพื้นฐานของผู้ออกแบบที่มีต่อองค์ประกอบของสภาพภูมิอากาศในระดับมหภาค (Macroclimate) และปัจจัยทางสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศในบริเวณที่ตั้งของอาคารนั้น จึงมีความสำคัญที่จะมีส่วนช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้เทคนิคและวิธีการต่างๆ ในการออกแบบหรือปรับแต่งสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบอาคารนั้น ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้อยู่อาศัย ทั้งในด้านของสภาวะน่าสบายและการเพิ่มประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานในอาคารได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะมีส่วนช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานและส่งเสริมคุณภาพชีวิตในการอยู่อาศัยให้ดีขึ้นได้

2.1 สภาวะน่าสบาย

สภาวะน่าสบาย หมายถึง "สภาวะที่ไม่รู้สึกสูญเสียความร้อนหรือได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นสภาวะที่มีความสมดุลย์ทางอุณหภูมิหรือความร้อนระหว่างร่างกายและสภาพแวดล้อม" (Stein, 1986) โดยตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาวะน่าสบายนั้นจะประกอบไปด้วย ตัวแปรหลักดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature)
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
3. อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)
4. ความเร็วลม (Air Velocity)
5. เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo- Value)
6. อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism Rate)

ตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อม 4 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรมและสามารถทำการวัดได้คือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ และความเร็วลม ส่วนตัวแปรทางด้านบุคคลอีก 2 ตัวแปรคือ เสื้อผ้าที่สวมใส่และอัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกายนั้นจะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล และกิจกรรมที่กระทำ

2.1.1 **อุณหภูมิอากาศ** (Ambient Air Temperature) อุณหภูมิอากาศเป็นตัวแปรหลักที่จะแสดงถึงสภาวะน่าสบาย โดยอุณหภูมิอากาศที่จัดว่าอยู่ในช่วงของสภาวะน่าสบายนั้นจะมีอุณหภูมิอากาศอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 –26^{o}C (Watson, FAIA, และ Kenneth Labs, 1983; สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, 2536)

2.1.2 **ความชื้นสัมพัทธ์** (Relative Humidity) ความชื้นสัมพัทธ์ที่จัดว่าอยู่ในขอบเขตของสภาวะน่าสบายนั้นจะอยู่ในช่วง 20-80 %

2.1.3 **อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ** (Mean Radiant Temperature) หรือ MRT จะมีผลต่อสภาวะน่าสบาย โดยที่เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบมีค่าเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียสจะทำให้รู้สึกเสมือนว่าอุณหภูมิอากาศในขณะนั้นเย็นลงกว่าเดิม 1.4 องศาเซลเซียส

2.1.4 **ความเร็วลม** (Air Velocity) ลมมีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายเป็นอย่างมาก โดยจากการศึกษาของ (Olgyay, 1992) พบว่าเมื่อกระแสลมที่พัดผ่านมีความเร็วเพิ่มขึ้น มนุษย์เราจะมีความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศที่วัดได้จริง โดยความรู้สึกที่เย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศนี้จะเป็นเพราะอัตราการระบายความร้อนออกจากผิวกายแปรผันตามความเร็วของกระแสลม ซึ่งถ้ากระแสลมมีความเร็วเพิ่มขึ้นร่างกายก็จะระบายความร้อนออกจากผิวกายได้ดีขึ้น

โดยจากการศึกษาพบว่าทุกๆ 100 ฟุตต่อนาที ของความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นจะทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลงประมาณ 0.4°C ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีอุณหภูมิอากาศร้อนกว่าปกติ แต่ถ้ามีความเร็วลมเพียงพอก็จะรู้สึกเสมือนว่าอยู่ในสภาวะน่าสบายได้

2.1.5 **เสื้อผ้าที่สวมใส่** (Clo- Value) เสื้อผ้าที่มนุษย์สวมใส่จะมีผลต่อการระเหยกลายเป็นไอของเหงื่อและเป็นตัวขัดขวางการพาความร้อนออกจากร่างกาย ดังนั้นในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนั้น จึงควรใส่เสื้อผ้าสบายๆ ที่สามารถระบายเหงื่อได้ดี

2.1.6 **อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย** (Metabolism Rate) จะมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกิจกรรมต่างๆที่มนุษย์กระทำ โดยเมื่อมนุษย์ทำกิจกรรมเบาๆเช่น อ่านหนังสือ หรือนั่งอยู่เฉยๆ ก็จะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานอยู่ในอัตราที่ต่ำกว่า การทำกิจกรรมที่หนักว่าเช่น เดิน วิ่ง หรือออกกำลังเป็นต้น

สำหรับขอบเขตของสภาวะน่าสบายในเขตร้อนชื้นนั้น จากการศึกษพบว่า ขอบเขตของสภาวะน่าสบายในสภาพที่ไม่ทำการปรับอากาศนั้น มนุษย์สามารถยอมรับเขตสบายในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงกว่าช่วงอุณหภูมิของเขตสบายในเขตอบอุ่น โดยมีอุณหภูมิตั้งแต่ 24.1-31.5 °C ภายใต้เงื่อนไขความเร็วลมสงบ และกิจกรรมอยู่ในลักษณะพักผ่อน เนื่องจากความเคยชินของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่คุ้นเคย และการทำกิจกรรมที่ไม่เคร่งเครียด (วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์, 2542)

2.2 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศจะมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับภูมิภาคและตำแหน่งที่ตั้ง ซึ่งเป็นผลมาจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ การเคลื่อนที่ของโลก ความกดดันบรรยากาศ และจากปัจจัยอื่นๆที่มีความเกี่ยวข้อง โดยเมื่อทำการแบ่งสภาพภูมิอากาศจากขนาดของพื้นที่ จะสามารถแบ่งประเภทออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ สภาพภูมิอากาศมหภาค (Macroclimate) และสภาพภูมิอากาศจุลภาค (Microclimate)

2.2.1 **สภาพภูมิอากาศมหภาค** (Macroclimate) คือสภาพภูมิอากาศขนาดใหญ่ของภูมิภาคหรือสภาพภูมิอากาศที่อยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ มีขนาดหลายร้อยตารางกิโลเมตร

2.2.2 **สภาพภูมิอากาศจุลภาค** (Microclimate) คือ สภาพภูมิอากาศของพื้นที่ขนาดเล็ก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยการกำหนดขอบเขตของสภาพภูมิอากาศจุลภาคนั้นจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และขอบเขตในการศึกษา

สภาพภูมิอากาศในระดับมหภาคจะมีอิทธิพลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรมเป็นอย่างมาก โดยความเข้าใจที่มีต่อสภาพภูมิอากาศมหภาคนั้นจะช่วยให้ผู้ออกแบบเลือกใช้เทคนิคและวิธีการต่างๆ เพื่อใช้ในการควบคุมและจัดการกับสภาพภูมิอากาศจุลภาคได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2.3 ปัจจัยหลักของสภาพภูมิอากาศมหภาคที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรม

ความเข้าใจต่อปัจจัยหลักของสภาพภูมิอากาศมหภาคนั้น จะช่วยให้สามารถใช้ประโยชน์จากปัจจัยดังกล่าวในการควบคุมหรือปรับแต่งสภาพแวดล้อมในการอยู่อาศัย และสภาวะน่าสบายให้ดีขึ้นได้ ในที่นี้สามารถแบ่งปัจจัยหลักออกได้เป็น 4 ปัจจัยดังนี้

1. ดวงอาทิตย์ (Sun)
2. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)
3. ความชื้น (Humidity)
4. ลม (Wind)

2.3.1 **ดวงอาทิตย์** (Sun)

ดวงอาทิตย์ส่งผ่านพลังงานในรูปของรังสีมายังโลก ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีค่าความยาวคลื่นต่างๆกัน การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามายังโลกโดยการเคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศของโลกนั้น ก่อนที่รังสีความร้อนจะเข้ามาถึงพื้นผิวของโลก บางส่วนของรังสีจะถูกสะท้อนกลับออกไปโดยชั้นบรรยากาศ โดยที่บางส่วนจะถูกดูดซับไว้และบางส่วนจะผ่านชั้นบรรยากาศเข้ามาจนถึงพื้นผิวโลก ในขณะที่ส่วนหนึ่งจะกระทบกับโมเลกุลต่างๆที่อยู่ในชั้นบรรยากาศก่อนที่จะผ่านเข้ามาสู่พื้นผิวโลกในลักษณะของรังสีแผ่กระจาย รังสีที่ผ่านมาจนถึงพื้นผิวโลกนั้นจะถูกดูดซับความร้อนเอาไว้โดยพื้นผิว และพื้นผิวก็จะคายพลังงานความร้อนออกมาให้กับอากาศที่อยู่ชิดกับพื้นผิวนั้นรวมถึงสิ่งที่อยู่ใกล้เคียง ทำให้อุณหภูมิของอากาศและสิ่งที่อยู่ใกล้เคียงนั้นสูงขึ้น โดยสามารถที่จะทำการแบ่งประเภทของรังสีความร้อนที่มาจากดวงอาทิตย์ออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ

1. รังสีคลื่นสั้น (Short Wave Radiation) เป็นรังสีที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์ ผ่านชั้นบรรยากาศต่างๆของโลกและเข้าสู่สภาพแวดล้อม โดยมีคุณสมบัติที่จะสามารถทะลุผ่านกระจกใสได้และถูกดูดซึมได้โดยวัสดุที่มีมวลสารโดยเฉพาะวัสดุที่มีสีเข้ม

2. รังสีคลื่นยาว (Long Wave Radiation) เป็นรังสีที่เกิดจากรังสีคลื่นสั้นที่ถูกดูดกลืนไว้โดยวัสดุที่มวลสารแล้วจะถูกคายรังสีออกมาในรูปของรังสีคลื่นยาว หรือที่เรียกว่า รังสีความร้อน โดยรังสีคลื่นยาวนี้จะไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านกระจกใสได้ และจะมีคุณสมบัติในการสะท้อนที่ดีกับวัสดุที่มีผิวเรียบและมีความมันเงา

เมื่อรังสีคลื่นสั้นโดยตรงจากดวงอาทิตย์และรังสีคลื่นสั้นที่กระจายมาจากท้องฟ้าผ่านชั้นบรรยากาศเข้ามาและกระทบกับวัสดุต่างๆ รังสีคลื่นสั้นจะเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาวในรูปของพลังงานความร้อน และพลังงานความร้อนดังกล่าวจะถูกถ่ายเทความร้อนออกไปในรูปของการนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) และจะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมโดยรอบสูงขึ้น (Geiger, 1965) โดยสามารถแสดงลักษณะของการแลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งเป็นผลมาจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ ได้ดังรูปที่ 2.1 (หน้า 16)

การถ่ายเทรังสีความร้อนที่มีผลกระทบต่ออาคาร

การถ่ายเทรังสีความร้อนมีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน โดยการถ่ายเทรังสีความร้อนที่จะมีผลกระทบต่ออาคารสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทดังนี้

1. รังสีคลื่นสั้นโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Short Wave Direct Radiation)
2. รังสีคลื่นสั้นที่กระจายจากท้องฟ้า (Short Wave Diffuse Radiation)
3. รังสีคลื่นสั้นที่สะท้อนจากภูมิประเทศโดยรอบ (Short Wave Reflected Radiation)
4. รังสีคลื่นยาวจากพื้นผิวโดยรอบและวัตถุต่างๆ (Long Wave Terrestrial Radiation)
5. รังสีคลื่นยาวที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนสู่ท้องฟ้า (Long Wave Outgoing Radiation)

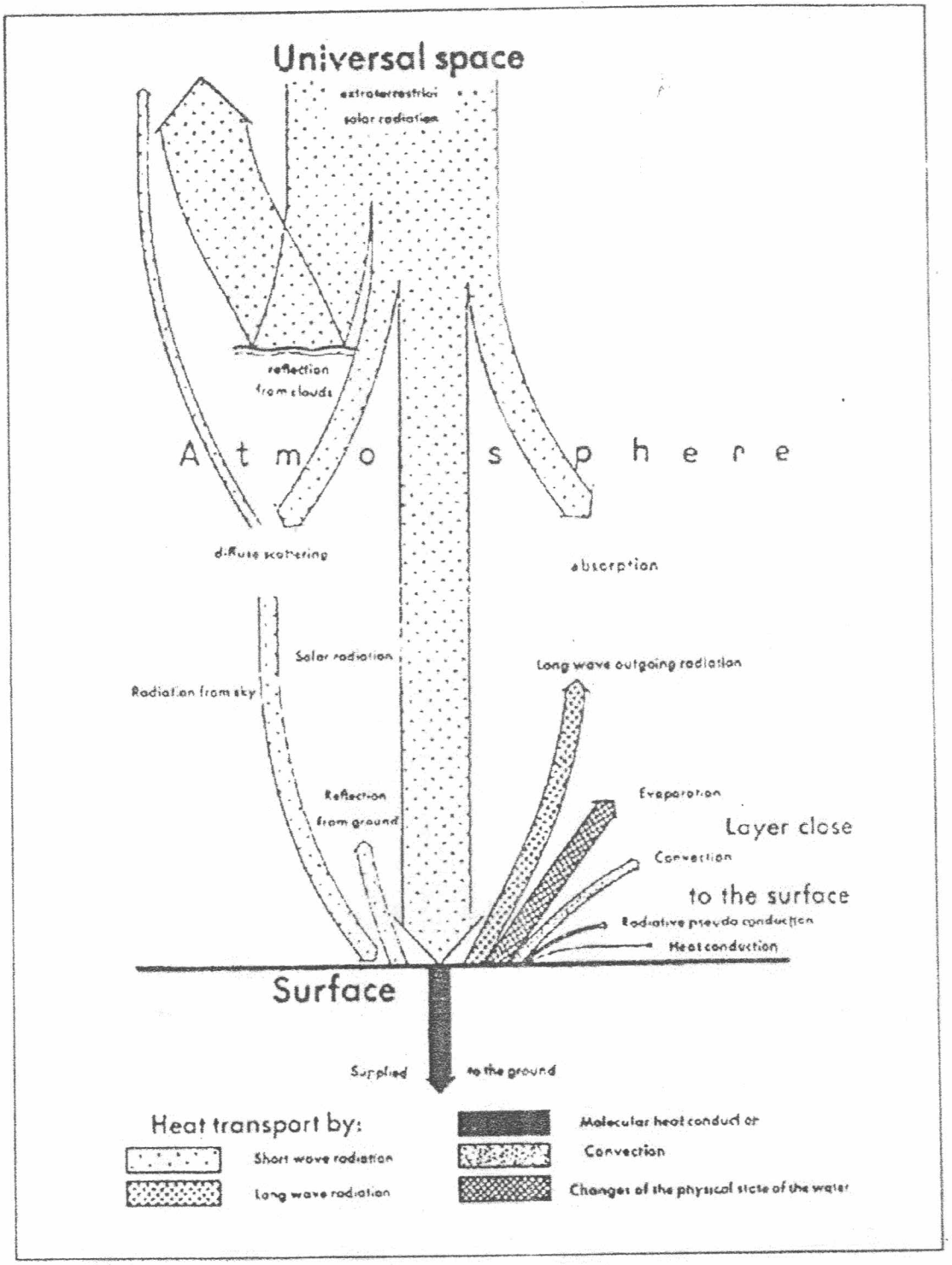
ปริมาณความร้อนที่โลกได้รับจะต้องมีความสมดุลย์กับปริมาณความร้อนที่โลกสูญเสียไป เพื่อให้อุณหภูมิของโลกและชั้นบรรยากาศมีความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้นโลกจึงต้องมีการลดปริมาณความร้อนบนผิวโลกลง โดยจะมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีดังนี้

1. การแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีคลื่นยาว (Long Wave Radiation Heat Exchange) คือ การส่งผ่านความร้อนจากผิวโลกที่มีอุณหภูมิสูงกว่าในรูปของรังสีคลื่นยาวไปสู่ชั้นบรรยากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

2. การพาความร้อน (Convection) คือการพาความร้อนเกิดจากการที่อากาศได้รับความร้อนจากผิวโลกจะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นและจะลอยตัวขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศและจะคายความร้อนสู่ชั้นบรรยากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

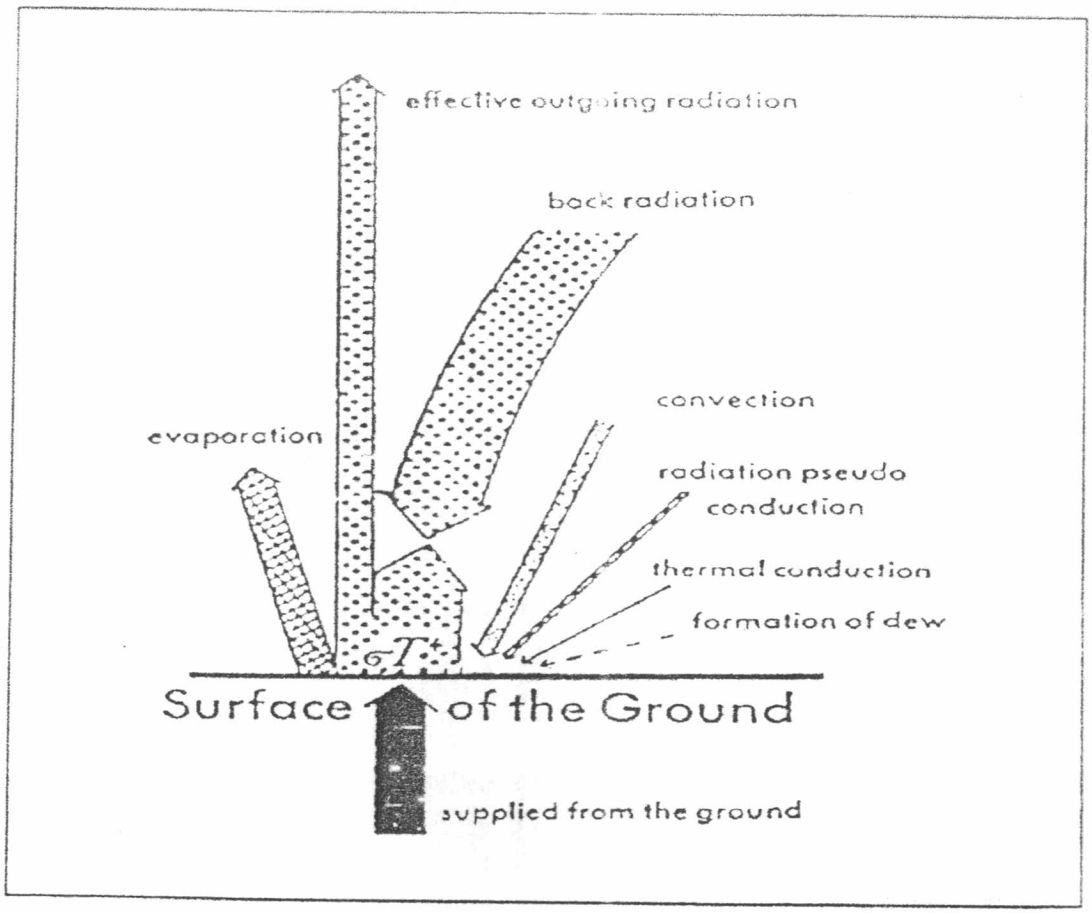
3. การระเหยของน้ำ (Evaporative) คือการสูญเสียความร้อนเพื่อใช้ในกระบวนการกลายเป็นไอของน้ำ

โดยจากการศึกษาของ Geiger (1950) พบว่า การส่งผ่านความร้อนในเวลากลางคืนเกิดจากการที่ท้องฟ้ามีอุณหภูมิที่ต่ำมาก ความร้อนที่สะสมไว้ในผิวดินจึงมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า การถ่ายเทความร้อนนี้มีทั้งการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน และการระเหยของน้ำจากพื้นผิวของพืชคลุมดิน ซึ่งสามารถแสดงลักษณะของการแลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงเวลากลางคืนได้ดังรูปที่ 2.2 (หน้า 17)



รูปที่ 2.1 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงเวลากลางวัน

ที่มา: Robinette, Gary O, McClenon and Charles, 1993:



รูปที่ 2.2 แสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงเวลากลางคืน
ที่มา: Robinette, Gary O, McClenon and Charies, 1993

2.3.2 **อุณหภูมิอากาศ** (Air Temperature)

อุณหภูมิเป็นตัวแสดงถึงสถานะความร้อนหรือปริมาณความร้อนที่สะสมอยู่ในตัววัสดุต่างๆ ซึ่งสามารถทำการตรวจวัดได้ และยังเป็นมาตรวัดพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ โดยข้อมูลทางด้านอุณหภูมิอากาศที่ผู้ออกแบบควรนำมาใช้พิจารณาประกอบการออกแบบควรประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature) ได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-bulb Temperature) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-bulb Temperature) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (^{o}C) หรือ องศาฟาเรนไฮต์ (^{o}F)

2. ความแตกต่างของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน (Diurnal Temperature Range) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (^{o}C) หรือ องศาฟาเรนไฮต์ (^{o}F) โดยจะมีค่าแปรผันกับสภาพท้องฟ้า หากท้องฟ้าแจ่มใสจะมีค่าความแตกต่างมาก หากท้องฟ้ามีเมฆมากจะมีค่าความแตกต่างไม่มากนัก

3. อุณหภูมิในบริเวณที่ตั้งซึ่งเป็นผลมาจากการแลกเปลี่ยนความร้อน การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

อิทธิพลจากอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคาร (Outdoor Air Temperature) ซึ่งมีอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร หรือการเหนี่ยวนำความร้อนผ่านวัสดุเปลือกอาคารทำให้เกิดการสะสมความร้อนไว้ภายในวัสดุ และจะถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารในกรณีที่อากาศภายในอาคารมีอากาศที่เย็นกว่าอากาศภายนอก

2.3.3 **ความชื้น** (Humidity)

ความชื้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity) คือ ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในอากาศต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร มีหน่วยเป็นน้ำหนักของน้ำเป็นปอนด์ต่อคิวบิคฟุต

2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) คือ ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของน้ำในอากาศเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของน้ำที่สามารถอยู่ในอากาศได้สูงสุดหรือที่อยู่ในสภาวะอิ่มตัว (Saturation) ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100% มีความหมายว่าปริมาณน้ำที่อยู่ในจุดที่อิ่มตัวจะไม่สามารถรับปริมาณไอน้ำในอากาศได้อีก ถ้าอากาศนี้ถูกทำให้เย็นลงก็จะเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำหรือ น้ำฝน

ความชื้นที่มีอยู่ในอากาศนั้นยากที่จะควบคุมให้อยู่ในเขตของสภาวะน่าสบายได้ โดยเฉพาะกับประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งเมื่ออากาศภายนอกอาคารมีความชื้นสัมพัทธ์สูงแล้วก็จะสามารถถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารผ่านทางช่องเปิดของอาคารและการรั่วซึมผ่านทางรอยต่อต่างๆ ของอาคาร ซึ่งก็จะทำให้ภายในอาคารมีความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นด้วย จึงส่งผลต่อสภาวะน่าสบายและภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ต้องเสียพลังงานในการรีดความชื้นเพิ่มมากขึ้น

2.3.4 **ลม** (Wind)

ลมมีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์ โดยในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นที่อุณหภูมิและความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่สูง และมีไอน้ำในอากาศมากจะทำให้เหงื่อที่ผิวกายจะระเหยกลายเป็นไอเพื่อระบายความร้อนให้แก่ร่างกายนั้นเป็นไปได้ยาก เมื่อมีลมพัดจะมีส่วนช่วยให้การระเหยของเหงื่อที่ผิวกายดีขึ้น ทำให้เกิดความรู้สึกเย็นลงแม้ว่าอุณหภูมิอากาศจะไม่ลดลงก็ตาม นอกจากนี้กระแสลมจะช่วยลดความรู้สึกไม่สบายจากสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงลงได้ และกระแสลมตามธรรมชาติซึ่งมีลักษณะไม่สม่ำเสมอก็จะมีผลต่อความรู้สึกเย็นสบายได้มากกว่ากระแสลมที่สม่ำเสมออีกด้วย

2.4 ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจุลภาค

1. สภาพภูมิประเทศ (Topography)
2. พืชพรรณ (Vegetation)
3. แหล่งน้ำ (Water Body)
4. สิ่งก่อสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man –Made Feature)

2.4.1 **สภาพภูมิประเทศ** (Topography)

ลักษณะความสูงของสภาพพื้นที่จะมีผลต่อภูมิอากาศ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อพิจารณาในระดับของสภาพภูมิอากาศมหภาค (Macroclimate) บริเวณภูเขาเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นทุกๆ 100 เมตร ในฤดูร้อนและ 120 เมตร ในฤดูหนาว อุณหภูมิจะลดลงโดยประมาณ $1^{\circ}F$ (Olgyay, 1992) และเมื่อพิจารณาในระดับของสภาพภูมิอากาศจุลภาค (Microclimate) แล้วความแตกต่างของระดับผิวดินก็สามารถใช้ปรับแต่งสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ตั้งของอาคารได้ โดยอาศัยประโยชน์จากสภาพของอากาศเย็นที่หนักกว่าอากาศร้อน ซึ่งในช่วงเวลากลางคืนการแผ่รังสีความร้อนจะถ่ายเทกลับคืนสู่ท้องฟ้า ดังนั้นจึงเกิดชั้นของอากาศเย็นบริเวณใกล้ผิวดิน โดยอากาศเย็นจะมีสภาพคล้ายน้ำที่ไหลจากที่สูงลงไปสู่จุดที่ต่ำ และจะเกิดแอ่งอากาศเย็นขึ้น

ลักษณะรูปทรงของแผ่นดิน จะมีอิทธิพลต่อการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยระนาบของพื้นผิวจะมีส่วนช่วยให้สามารถรับแสงธรรมชาติมากขึ้นหรือลดลงได้ เนื่องมาจากปริมาณของรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ซึ่งตกกระทบกับพื้นดิน จะมีความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบของดวงอาทิตย์กับทิศทางและระดับองศาของความลาดเอียง (Landpair and Motloch, 1985)

พื้นดินที่แห้ง เช่นทราย และหินลูกรัง จะส่งผลให้มีอุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้นและมีความชื้นที่ต่ำลงในขณะที่ในพื้นที่ที่เป็นดินเปียก เช่น พื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ และพื้นที่ดินเหนียวที่ระบายน้ำได้น้อยซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเปียกชื้น จะส่งผลให้มีอุณหภูมิอากาศที่ต่ำลงและมีความชื้นที่สูงขึ้น

2.4.2 **พืชพรรณ** (Vegetation)

การลดอุณหภูมิในพื้นที่นั้น สามารถใช้ประโยชน์จากพืชพรรณได้ ถ้าหากว่าพืชพรรณนั้นมีความสูงเพียงพอที่จะให้ร่มเงาได้ ทั้งในส่วนของไม้ยืนต้นและพืชคลุมดิน ก็จะสามารถลดอุณหภูมิลงได้โดยอาศัยขบวนการการสกัดกั้นการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์และการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ รวมถึงขบวนการหายใจของพืชพรรณ

โดยในเวลากลางวันรังสีดวงอาทิตย์จะกระทบกับผิวนอกของพุ่มใบของต้นไม้ ซึ่งจะเป็นส่วนที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด การดูดซับความร้อนและสะท้อนความร้อนของพุ่มใบในบริเวณดังกล่าวก็จะทำให้ปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านลงมาน้อยลง และจะทำให้บริเวณที่อยู่ต่ำลงมาก็จะมีอุณหภูมิที่เย็นกว่า โดยอุณหภูมิสูงสุดจะอยู่ในบริเวณชั้นที่มีการดูดซับการแผ่รังสีสูงสุด

ส่วนในเวลากลางคืนนั้นทิศทางการถ่ายเทความร้อนจะกลับกันทำให้ผิวบนของพุ่มใบจะเป็นบริเวณที่เย็นที่สุดเนื่องจากความร้อนจะถ่ายเทกลับคืนสู่ท้องฟ้าได้ ในขณะที่ความร้อนจากพื้นผิวข้างใต้จะถูกเก็บกักในชั้นของพุ่มใบที่อยู่สูงกว่า ซึ่งจะมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศอุ่นขึ้นเพียงเล็กน้อย และจะมีอุณหภูมิที่สม่ำเสมอ (Uniform) ในช่วงเวลากลางคืน

2.4.3 **แหล่งน้ำ** (Water Body)

น้ำมีค่าความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) ที่สูงกว่าดินหรือแผ่นดิน ซึ่งจะทำให้น้ำเย็นกว่าในช่วงเวลากลางวันและอุ่นกว่าดินในช่วงเวลากลางคืน โดยในบริเวณที่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำขนาดใหญ่จะมีส่วนช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุดได้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งน้ำ ในกรณีของสภาพภูมิอากาศในระดับมหภาค (Macroclimate) เช่น แผ่นดินและมหาสมุทรนั้น ในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิของอากาศบนแผ่นดินจะมีอุณหภูมิที่สูง ทำให้สภาพของอากาศที่ร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น และอากาศเย็นจากมหาสมุทรซึ่งมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าจึงเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ทำให้เกิดกระแสลมพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่งในเวลากลางวัน ส่วนในเวลากลางคืนนั้นจะเป็นไปในทางกลับกันคือกระแสลมจะพัดออกจากฝั่งไปสู่ทะเล

ในการศึกษาของ Laurie,1986(Givoni, 1994) พบว่าปริมาณของแหล่งน้ำยิ่งมากเท่าใดก็ยิ่งจะมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ตั้งของอาคารมากขึ้นเท่านั้น นอกจากนี้ความลึกของแหล่งน้ำก็มีผลต่อการสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมได้ โดยแหล่งน้ำที่มีความลึกมากๆ นั้น น้ำจะมีอุณหภูมิที่เกือบคงที่ (Stable) ตลอดเวลาในช่วงเวลาของวัน การระเหยของน้ำในบริเวณของผิวน้ำที่สัมผัสกับอากาศ โดยอาศัยพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์และพลังงานจากอากาศโดยรอบ ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำให้กลายเป็นไอ จะทำให้ความร้อนบริเวณผิวน้ำจะถูกนำไปใช้และช่วยให้อุณหภูมิบริเวณผิวน้ำต่ำลง ทำให้กระแสลมที่พัดผ่านบริเวณผิวน้ำก็จะมีอุณหภูมิที่ต่ำลงด้วย

2.4.4 **สิ่งก่อสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น** (Man –Made Feature)

สิ่งก่อสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้นที่จะมีผลต่อสภาพภูมิอากาศในที่ตั้งของอาคารสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

อาคาร

การจัดวางตำแหน่งของอาคารและทิศทางของอาคาร จะมีผลต่อแสงเงาที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ภายนอกที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของวันและฤดูกาลต่างๆ รวมถึงยังสามารถใช้ในการควบคุมอุณหภูมิอากาศให้มีความแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศโดยรอบได้

พื้นผิวที่มนุษย์สร้างขึ้น

พื้นผิวอาคารโดยเฉพาะพื้นผิวในแนวนอนจะเป็นแหล่งสะสมความร้อนและสะท้อนความร้อนเข้าสู่อาคารเป็นจำนวนมาก ปริมาณความร้อนที่สะท้อนเข้าสู่อาคารจะขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวที่รับแสง และคุณสมบัติต่างๆของวัสดุที่มีต่อการถ่ายเทความร้อน โดยความร้อนนั้นจะถูกดูดกลืนไม่เท่ากันในวัสดุที่ต่างชนิดกัน และก็จะทำให้วัสดุมีการสะท้อนและการถ่ายเทรังสีความร้อนที่แตกต่างกัน โดยจากการศึกษาพบว่าวัสดุปูพื้นที่มนุษย์สร้างขึ้นจะมีอุณหภูมิผิวที่สูงกว่าวัสดุจากธรรมชาติ เช่น ดินและพืชคลุมดิน เป็นต้น

2.5 พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน

พลังงานความร้อนจะถ่ายเทจากที่ร้อนไปยังที่เย็นกว่าเสมอ ตามกฎข้อที่ 2 ของหลัก เทอร์โมไดนามิค (Thermodynamics) โดยในการถ่ายเทพลังงานความร้อนนั้นจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ลักษณะคือ

การนำความร้อน (Conduction) เกิดจากการถ่ายเทความร้อนภายในวัตถุเดียวกันหรือระหว่างวัตถุที่แตกต่างกันแต่มีผิวสัมผัสกัน

การพาความร้อน (Convection) เกิดจากการที่ความร้อนในของไหล ได้แก่ ของเหลวหรือก๊าซมีระดับที่แตกต่างกัน ทำให้ของไหลเกิดการเคลื่อนที่จากที่ที่มีความร้อนสูงไปยังที่ที่มีความร้อนต่ำ

การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เกิดจากการที่วัตถุแผ่รังสีความร้อนที่รับไว้ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังอีกวัตถุหนึ่งที่เย็นกว่าโดยตรง การแผ่รังสีความร้อนนั้นไม่จำเป็นต้องมีตัวกลาง

การถ่ายเทความร้อนมีผลต่อความสบายของมนุษย์ในเขตร้อนชื้น โดยการแผ่รังสีความร้อนจากวัตถุโดยรอบจะทำให้ร่างกายได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น ขณะที่การพาความร้อนจะช่วยให้ร่างกายหรือผิวหนังเย็นลง เมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกายหรือผิวหนัง หากอุณหภูมิอากาศสูงกว่า การพาความร้อนก็จะเกิดขึ้นได้ยาก ร่างกายจึงต้องอาศัยการระเหยของเหงื่อเพื่อลดอุณหภูมิของร่างกายแทน โดยการระเหยของเหงื่อนั้นจะเกิดขึ้นได้มากหรือน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในอากาศ และความเร็วลมในบริเวณนั้น (เลอสม สถาปิตานนท์, 2543)

2.6 คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน

2.6.1 อิทธิพลของมวลสารและการหน่วงเหนี่ยวความร้อน

มวลสารของวัสดุจะมีผลกระทบต่อสภาวะน่าสบายและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตลอดจนการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อม วัสดุที่มีมวลสารต่างกันจะมีความสามารถในการกักเก็บความร้อนได้แตกต่างกัน วัสดุที่มีมวลสารมากจะมีค่าความจุความร้อนสูง (Thermal Capacity) จะทำให้มีความสามารถในการกักเก็บความร้อนสูง ก่อให้เกิดการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Thermal Time Lag) ซึ่งทำให้การคายความร้อนออกจากวัสดุอยู่ในอัตราที่ช้ากว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย

2.6.2 **คุณสมบัติในการแผ่รังสีของพื้นผิววัสดุ**

รังสีความร้อนเป็นรังสีคลื่นยาวและมีพลังงานต่ำ เมื่อรังสีความร้อนตกกระทบกับวัตถุใดๆ ก็จะเกิดการสะท้อน การส่งผ่านและการดูดกลืนรังสีไว้ในวัสดุนั้นๆ โดยวัสดุแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการสะท้อนรังสี ส่งผ่านรังสีและดูดซึมรังสีที่ตกกระทบกับผิววัสดุแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (ศุภกิจ ยิ้มสรวล, 2541)

1. ทิศทาง หรือมุมตกกระทบของการแผ่รังสี ซึ่งการแผ่รังสีจะมีค่าสูงสุดในทิศทางตั้งฉาก

2. ความยาวคลื่นของการแผ่รังสี โดยการคายรังสีในเชิงสเปกตรัมในทิศทางตั้งฉากของโลหะจะลดลงเมื่อความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น

3. อุณหภูมิของพื้นผิว การคายรังสีของโลหะจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนการคายรังสีของอโลหะจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

4. ความขุรขระของพื้นผิว ความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิวจะทำให้เกิดการสะท้อนรังสีได้หลายครั้ง ทำให้การดูดกลืนรังสีมีค่าสูงขึ้นและทำให้การคายรังสีมีค่าสูงขึ้นอีกด้วย

2.6.3 **คุณสมบัติของผิววัสดุซึ่งตอบสนองต่อการแผ่รังสีความร้อน**

1. **ความสามารถในการดูดกลืนรังสี** (Absorptivity -α) **จะขึ้นอยู่กับความเข้มของสีวัสดุ กล่าวคือ วัสดุสีเข้มจะดูดกลืนความร้อนได้สูง**

2. **ความสามารถในการสะท้อนรังสี** (Reflectivity -ρ) **วัสดุผิวเรียบและมัน จะมีความสามารถในการสะท้อนความร้อนและแสงได้ดีกว่าวัสดุที่มีผิวหยาบและวัสดุธรรมชาติ**

3. ความสามารถในการคายรังสี (Emissivity -τ) **คือความสามารถในการกระจายความร้อนของวัตถุ โดยการแผ่รังสีความร้อนหรือ** Surface Emission **ซึ่งขึ้นอยู่กับผิวของวัสดุ**

โดยสามารถที่จะอธิบายความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของวัสดุ คือความสามารถในการดูดซึมรังสี (Absorptivity) **ความสามารถในการสะท้อนรังสี** (Reflectivity) **และความสามารถในการคายรังสี** (Emissivity) **และค่าการส่งผ่านรังสีได้ ดังนี้**

$$\alpha+\rho+\tau = 1$$

ความสามารถในการดูดกลืนรังสี (Absorptivity) ความสามารถในการสะท้อนรังสี (Reflectivity) และความสามารถในการคายรังสี (Emissivity) เป็นคุณสมบัติของวัสดุในช่วงอุณหภูมิหนึ่งๆ และสำหรับช่วงสเปกตรัม (Spectrum) ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหนึ่งๆ ผลรวมของความสามารถในการดูดกลืนรังสี ความสามารถในการสะท้อนรังสีและความสามารถในการคายรังสีจะเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่ตกกระทบลงมา ซึ่งสำหรับวัสดุทึบตัน (Opaque) พลังงานที่ถูกส่งผ่านจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้นจึงทำให้ผลรวมของความสามารถในการสะท้อนรังสี และการดูดกลืนรังสี จะเท่ากับพลังงานของรังสีเมื่อถูกดูดกลืนโดยวัสดุ ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนและพลังงานความร้อนนี้ก็จะแผ่หรือนำออกมาจากวัสดุในรูปของรังสีคลื่นยาว ((Watson, FAIA, และ Kenneth Labs, 1983)

2.6.4 คุณสมบัติที่สำคัญอื่น ๆของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน

อิทธิพลจากสีของพื้นผิวภายนอกอาคาร

พื้นผิวที่มีสีดำจะดูดกลืนความร้อนไว้ได้สูง ในขณะที่พื้นผิวที่มีสีขาวจะสะท้อนแสงและความร้อนออกไปได้มากกว่า โดยจะทำให้พื้นผิวที่มีสีเข้มจะมีอุณหภูมิผิวของวัสดุที่สูงกว่าวัสดุที่มีสีอ่อน ซึ่งเป็นผลมาจากคุณสมบัติในการดูดซับความร้อนของวัสดุ

ความชุ่มชื้น

ความชุ่มชื้นมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนและมีความสัมพันธ์ต่อการสะท้อนแสงของวัสดุ โดยการสะท้อนแสงของผิววัสดุที่มีความชุ่มชื้นจะมีค่าการสะท้อนน้อยกว่าผิววัสดุที่แห้ง โดยจากการศึกษาของ Geiger,1957(Givoni, 1994) พบว่า ผิวทรายแห้งจะมีการสะท้อนแสงของผิววัสดุ 37% ขณะที่ผิวทรายเปียกจะมีการสะท้อนของแสงเพียง 24%

ตำแหน่ง

ผิววัสดุในแนวนอน (Horizontal Surface) จะได้รับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์มากกว่าผิววัสดุในแนวตั้งประมาณ 2 เท่าและผิววัสดุในแนวนอนจะสะท้อนความร้อนปริมาณมหาศาลไปยังสิ่งแวดล้อมและอาคารข้างเคียง

ทิศทางการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคาร

เมื่อพิจารณาให้ห้องหรืออาคารมีขนาดที่คงที่แล้ว ตัวแปรหลักที่จะส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศภายในอาคารก็คือ อุณหภูมิผิวของเปลือกอาคารภายใน อุณหภูมิอากาศภายนอก ปริมาณอากาศที่ไหลผ่านอาคาร และความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร โดยจากการศึกษาจะพบว่า หากอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าสูงขึ้น อุณหภูมิผิวภายในอาคารก็จะมีค่าสูงขึ้น และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารก็จะมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเมื่อพิจารณาการไหลเวียนอากาศจากภายนอกก็จะพบว่าอุณหภูมิอากาศภายในจะมีแนวโน้มแปรผันตามอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยการที่ปริมาณอากาศจากภายนอกถ่ายเทเข้าไปในห้องก็จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในให้มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอกมากยิ่งขึ้น

2.7 การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารที่มีผลต่อภาระการทำความเย็น

2.7.1 ภาระการทำความเย็นจากการระบายอากาศ

ปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคาร เนื่องจากการระบายอากาศ (Ventilation) จะเป็นส่วนหนึ่งของภาระการทำความเย็น (Cooling Load) ของเครื่องปรับอากาศ โดยปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาด้วยสาเหตุจากการระบายอากาศจะมีลักษณะตามสมการต่อไปนี้

$$Q = 1200 \times V \times T$$

หรือ $$Q = 1.08 \times V \times \Delta T \text{ (Customary Unit)}$$

Q = ความร้อนที่เข้ามาภายในอาคาร (Sensible Heat Gain)
มีหน่วยเป็น Watts หรือ Btu / h

V = อัตราการระบายอากาศ (Volume Flow Rate)
มีหน่วยเป็น L/Sec หรือ ft^3/ min

ΔT = ความแตกต่างอุณหภูมิของอากาศภายนอกและภายใน
มีหน่วยเป็น ^oC หรือ ^oF

1200 = เป็นค่าคงที่ มาจากความหนาแน่นของอากาศคูณด้วย Specific Heat ของอากาศหรือ 1.08
มีหน่วยเป็น Jsec. / m^3 ^oC หรือ Btumin / ft^3 ^oF

จากสมการดังกล่าวจะพบว่าปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาภายในอาคาร (Sensible Heat Gain) เนื่องจากการระบายอากาศ (Ventilation) จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราการระบายอากาศ ลักษณะการใช้งานในอาคารและจำนวนผู้อยู่อาศัย ส่วนความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารถ้าสามารถทำให้อุณหภูมิภายนอกลดต่ำลงได้ปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคาร (Sensible Heat Gain) ก็จะต่ำลงมาตามสัดส่วนความแตกต่างอุณหภูมิที่ลดลงมา จึงมีผลทำให้ภาระการปรับอากาศ (Cooling Load) ลดลง (ธนิต จินดาวณิค, 2540)

2.7.2 ภาระการทำความเย็นจากการนำความร้อน

ปริมาณความร้อนอีกส่วนหนึ่งที่เข้ามาภายในอาคาร คือ การนำความร้อน (Conduction Heat Gain) ผ่านผนังและกระจาภายนอก โดยปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารจะเป็นดังสมการดังนี้

$$Q = UxAx\Delta T$$

Q = ความร้อนที่เข้ามาในอาคาร
มีหน่วยเป็น Watt หรือ Btu / h

U = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผนังหรือกระจก
มีหน่วยเป็น Watt / sq.m ^{o}C หรือ Btu/h sq.ft ^{o}F

A = พื้นที่ผนังมีหน่วยเป็น sq.m หรือ sq.ft

ΔT = ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใน
มีหน่วยเป็น ^{o}C หรือ ^{o}F

ปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารเนื่องจากการนำความร้อน (Conduction Heat Gain) ขึ้นอยู่กับชนิดของผนังกับกระจกภายนอก และขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใน ดังนั้นถ้าสามารถลดความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในได้โดยการออกแบบวางอาคารให้สามารถใช้ประโยชน์จากสภาพอากาศเย็น (Cool Air Pocket) ภาระความร้อนที่เกิดจากการนำความร้อนผ่านทางผนังทึบและผนังโปร่งแสงแล้ว ก็จะมีผลให้ภาระการปรับอากาศ (Cooling Load) ลดลงด้วย (ธนิต จินดาวณิค, 2540)

2.8 การใช้ประโยชน์จากพืชพรรณในการปรับแต่งสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

สำหรับการใช้พืชพรรณเพื่อควบคุมสภาพภูมิอากาศจุลภาค(Microclimate) ในบริเวณที่ตั้งของอาคารนั้นจำเป็นที่จะต้องพิจารณาจากปัจจัยที่สำคัญต่างๆ ดังนี้

1. ประเภทของพืชพรรณ
2. ช่วงเวลาที่มีใบปกคลุม
3. รูปแบบทางกายภาพที่สำคัญต่างๆ

2.8.1 ประเภทของพืชพรรณ

การจำแนกประเภทของพืชพรรณตามลักษณะของลำต้น

การจำแนกประเภทนี้เป็นการจำแนกประเภทที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งเป็นการจำแนกตามลักษณะนิสัยในการเจริญเติบโต ในส่วนของลำต้นและทรงพุ่มซึ่งจะเป็นส่วนที่เห็นความแตกต่างได้ชัดเจนที่สุดของพืชพรรณ (อังสนา บุณโยภาส, 2545: 6) ซึ่งการจำแนกประเภทนี้จะแบ่งพืชพรรณออกได้เป็น 4ประเภทคือ

ไม้ยืนต้น (Tree) หมายถึง ไม้ยืนต้นที่มีลำต้นแข็งแรง แตกกิ่งก้านสาขาในระดับที่สูงจากพื้นดินค่อนข้างมาก โดยปกติแล้วจะมีลำต้น (Trunk) เพียงต้นเดียว ไม้ยืนต้นจะช่วยให้ร่มเงาแก่พื้นที่ ช่วยบังตาและใช้ในการควบคุมและบังคับทิศทางลมได้

ไม้พุ่ม (Shrub) หมายถึง ไม้ที่มีลำต้นแข็งแรง มักจะมีลำต้นขนาดเล็กหลายๆลำแตกกิ่งก้านสาขาในระดับที่ใกล้ผิวดินไม่สูงเหมือนไม้ยืนต้น ส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีเนื้อไม้ ไม้พุ่มนิยมปลูกเป็นแนวเพื่อใช้ประโยชน์เป็นแนวรั้วหรือเพื่อแสดงอาณาเขต

ไม้คลุมดิน (Ground Cover) หมายถึง พืชที่มีลำต้นเตี้ยใกล้ดิน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะสูงไม่เกิน 30 ซม.มีการเจริญเติบโตที่แผ่ไปทางด้านข้างมากกว่าการเจริญเติบโตในทางสูง ไม้คลุมดินมักจะใช้ปลูกเพื่อคลุมพื้นที่หรือตกแต่งพื้นที่ให้เกิดความสวยงาม ช่วยลดการกัดเซาะและพังทลายของดินรวมถึงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของหน้าดินไว้

ไม้เลื้อย (Climbers) หมายถึง พืชที่มีลำต้นไม่อาจตั้งตรงได้ด้วยตัวเอง ต้องอาศัยการพาดพื้นหรือการเกาะเกี่ยวกับหลัก ไม้เลื้อยมีทั้งที่เป็นพวกไม่มีเนื้อไม้และพวกที่มีเนื้อไม้ ไม้เลื้อยนิยมปลูกเกาะกับระแนงหรือโครงไม้เพื่อใช้ประโยชน์เป็นรั้วบังให้เกิดร่มเงาหรือแบ่งแยกพื้นที่ให้เกิดความเป็นส่วนตัว

2.8.2 **ช่วงเวลาที่มีใบปกคลุม**

ไม้ที่มีสีเขียวตลอดปี (Evergreen Plants) กลุ่มพืชพรรณที่มีใบติดต้นตลอดปีไม่มีการผลัดใบหรือทิ้งใบตามการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล มีการทิ้งใบแก่แต่จะไม่ทิ้งพร้อมๆกันหมดทั้งต้น จึงแทบไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว และจะทิ้งใบหลังจากที่ใบใหม่เกิดขึ้นแล้ว โดยใบหนึ่งๆของพืชในกลุ่มนี้จะมีชีวิตมากกว่า 1 ปี (2 ปีโดยประมาณ)

ไม้ผลัดใบ (Decidous Plants) กลุ่มพืชพรรณที่มีการผลัดใบตามการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล เช่น ในเขตหนาวจะทิ้งใบในช่วงฤดูหนาว ส่วนในเขตร้อนพืชพรรณพวกนี้จะทิ้งใบในฤดูแล้ง ลักษณะของการทิ้งใบจะเป็นการทิ้งใบพร้อมๆกันหมดทั้งต้นหรือเกือบทั้งต้น พืชบางชนิดใบจะมีการเปลี่ยนสีเป็นสีเหลือง แดง หรือน้ำตาลก่อนการทิ้งใบ

2.8.3 **รูปแบบทางกายภาพต่าง ๆที่มีความสำคัญ**

ความหนาแน่นของพุ่มใบ

ความหนาแน่น หมายถึงการรวมกลุ่มของใบและกิ่งก้าน ความหนาแน่นอาจดูได้จากอัตราของความทึบและความโปร่งแสง ความทึบหมายถึงส่วนที่เป็นใบ กิ่งก้าน และส่วนประกอบอื่นๆของพุ่มใบ ส่วนความโปร่งแสงหมายถึง พื้นที่ระหว่างใบและกิ่งก้านที่สามารถมองผ่านไปเห็นท้องฟ้าหรือพื้นที่ด้านหลังได้ ความหนาแน่นของพุ่มใบจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณการส่องผ่านของแสงสว่างและรังสีดวงอาทิตย์ที่มายังพื้นผิวเบื้องล่าง

ความแผ่กว้างของพุ่มใบ

ความแผ่กว้างของพุ่มใบจะเป็นสิ่งที่ช่วยกำหนดระยะห่างของการปลูกพืชพรรณแต่ละชนิดให้ได้รูปทรงและขนาดเต็มที่ และยังเป็นตัวกำหนดระยะห่างของการปลูกพืชพรรณกับสิ่งปลูกสร้างข้างเคียงด้วย

ขนาดของพืชพรรณ

พืชพรรณแต่ละประเภท สามารถแบ่งประเภทตามขนาดความสูง เมื่อเจริญเต็มที่ได้ดังแสดงตามตารางที่ 2.1

ขนาด	ไม้ยืนต้น	ไม้พุ่ม	ไม้คลุมดิน
ขนาดใหญ่	>25 เมตร	2-3 เมตร	<2 เมตร
ขนาดกลาง	10-25 เมตร	0.50-2 เมตร	0.10-2 เมตร
ขนาดเล็ก	8-10 เมตร	<0.50 เมตร	0.10 เมตร

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดโดยประมาณของต้นไม้ชนิดต่างๆ
ที่มา: จามรี อาระยานิมิตสกุล, 2543: 1

ขบวนการในการดำรงชีวิตของพืชพรรณ

ขบวนการที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชพรรณที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขบวนการด้วยกัน (อังสนา บุณโยภาส, 2545: 11) คือ

1. ขบวนการสร้างอาหารหรือขบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)
2. ขบวนการลำเลียงอาหาร (Translocation) หรือขบวนการดูดซึมน้ำ (Absorption) และขบวนการคายน้ำ (Transpiration)
3. ขบวนการหายใจหรือขบวนการใช้อาหาร (Respiration)

ขบวนการในการดำรงชีวิตของพืชพรรณ ที่มีประโยชน์ต่อสภาพภูมิอากาศเป็นอย่างมากก็คือขบวนการดูดซึมน้ำและขบวนการคายน้ำ น้ำจะถูกใช้ในขบวนการการสร้างอาหาร และลำเลียงอาหารไปสู่ส่วนต่างๆ ของพืช โดยพืชพรรณจะดูดกลืนน้ำเข้าไปผ่านทางเซลล์ (Cell) ของราก เพื่อที่จะนำไปใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสง โดยน้ำส่วนที่เหลือจากขบวนการสังเคราะห์แสงและน้ำที่สร้างขึ้นจากกระบวนการหายใจก็จะถูกปล่อยให้ระเหยกลายเป็นไอออกไป หรือที่เรียกว่าการคายน้ำ ซึ่งพืชสามารถที่จะระเหยน้ำออกจากทุกส่วนของพืชที่อากาศผ่านได้ แต่น้ำจะสามารถระเหยออกจากใบของพืชได้มากที่สุด (อังสนา บุณโยภาส, 2545)

โดยในกระบวนการเปลี่ยนสถานะจากน้ำให้กลายเป็นไอน้ำนั้น จะมีการใช้ความร้อนประมาณ 1,000 BTU ต่อน้ำ 0.45 ลิตร ซึ่งหากต้นไม้มีขนาดใหญ่พอก็จะสามารถเปลี่ยนสถานะของน้ำให้กลายเป็นไอน้ำด้วยการใช้น้ำประมาณ 5.5 ลิตรต่อชั่วโมง หรือประมาณ 12,000 BTU ซึ่งมีค่าเทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน (สุนทร บุญญาธิการ, 2539)

2.9 การใช้ประโยชน์จากพืชพรรณเพื่อควบคุมสภาพภูมิอากาศจุลภาค

2.9.1 การใช้พืชพรรณในการควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์

พืชพรรณสามารถใช้เป็นเครื่องป้องกันการแผ่รังสีภายนอกอาคาร การใช้ประโยชน์ในลักษณะนี้สามารถใช้ได้ทั้งกับในประเทศที่มีภูมิอากาศในเขตร้อนซึ่งจะใช้ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี และยังใช้ได้กับประเทศที่มีภูมิอากาศในเขตหนาวซึ่งต้องการใช้ประโยชน์ในช่วงฤดูร้อนและช่วงเวลาอื่นๆ ที่ต้องการควบคุมสภาพอากาศ

นอกจากความสำคัญของรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นของแสงสว่างที่ช่วยให้มนุษย์สามารถมองเห็นได้แล้ว แสงสว่างก็ยังเป็นปัจจัยที่มีสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชพรรณต่างๆ โดยใบไม้จะทำการดูดซับรังสีประเภทนี้ไว้เกือบทั้งหมด โดยส่วนหนึ่งของรังสีจะถูกสะท้อนกลับออกไปประมาณ 10 % และอีกประมาณ 10 % จะถูกส่งผ่านพุ่มใบลงมายังพื้นผิวเบื้องล่าง ซึ่งจะเป็นไปในทางกลับกันในกรณีที่เป็นการแผ่รังสีอินฟราเรด (Solar Infrared) โดยปริมาณรังสีอินฟราเรดจะถูกส่งผ่านพุ่มใบลงไปถึงพื้นผิวเบื้องล่างประมาณถึง 30% และอีกประมาณ 40% ของรังสีอินฟราเรดจะถูกสะท้อนกลับออกไป และใบไม้จะทำการดูดซับรังสีอินฟราเรดไว้ได้เพียงประมาณ 20% ซึ่งเป็นเรื่องที่ควรจะต้องคำนึงถึงเพราะถึงแม้ว่าภายใต้พุ่มใบของต้นไม้นั้นจะให้ร่มเงาจากการป้องกันแสงสว่างก็ตาม แต่ก็ยังได้รับผลกระทบจากการแผ่รังสีอินฟราเรดที่ส่องผ่านลงมาในปริมาณมากกว่าที่ตามนุษย์จะสามารถมองเห็นได้ (Robert D Brown and Terry J. Gillespie, 1995)

คุณสมบัติที่สำคัญของการใช้ต้นไม้ในการควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประการ ดังนี้

การสกัดกั้น ความสามารถในการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์นั้นจะขึ้นอยู่กับรูปทรงความหนาแน่นของใบ ทรงพุ่มของใบและรูปร่างของใบ รังสีของดวงอาทิตย์จะถูกดูดซับความร้อน สะท้อนความร้อนและส่งผ่านความร้อนโดยใบไม้ ดังนั้นถ้าใช้ต้นไม้ที่มีใบไม้หนาแน่นมากก็จะสามารถป้องกันรังสีความร้อนได้ดีกว่าต้นไม้ที่มีความหนาแน่นน้อย

การลดการสะท้อน รังสีดวงอาทิตย์จะสะท้อนได้ดีกับวัตถุที่เรียบและสีอ่อน ต้นไม้โดยทั่วไปจะมีพื้นผิวไม่เรียบและมีสีเข้มมากกว่าพื้นผิวที่มนุษย์ผลิตขึ้นมา ดังนั้นการใช้ต้นไม้ก็สามารถลดการสะท้อนของรังสีดวงอาทิตย์ได้ดี

2.9.2 การใช้พืชพรรณเพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศ

พืชพรรณทุกชนิดเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการควบคุมแสงจากดวงอาทิตย์ โดยการดูดกลืนความร้อน ทำให้เกิดร่มเงาและเป็นฉนวนในการป้องกันความร้อน พืชพรรณจะดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ในเวลากลางวันและคายความร้อนออกในเวลากลางคืน ซึ่งมีส่วนช่วยสร้างความเย็นในเวลากลางวันและเพิ่มความอบอุ่นในเวลากลางคืน

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆพบว่าการใช้พืชพรรณชนิดต่างๆสามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศในช่วงร้อนจัดของวันให้ต่ำลงได้ เนื่องจากพืชพรรณจะมีส่วนช่วยป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ และช่วยลดการระเหยของน้ำจากดิน รวมถึงพืชพรรณยังมีการคายน้ำจากตัวพืชพรรณเองทำให้อุณหภูมิอากาศในบริเวณนั้นต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศโดยรอบ

2.9.3 การใช้พืชพรรณเพื่อควบคุมน้ำและความชื้น

พืชพรรณจะช่วยควบคุมความชื้น ปริมาณน้ำในดินและในอากาศได้ โดยการลดการระเหยของน้ำจากผิวดิน รวมถึงการที่พืชพรรณต่างๆมีขบวนการคายน้ำออกมา ซึ่งก็จะเป็นการเพิ่มความชื้นในบริเวณนั้นให้สูงขึ้น

2.9.4 การใช้พืชพรรณในการควบคุมกระแสลม

พืชพรรณสามารถใช้กั้นขวางกระแสลม ใช้ลดความเร็วลมหรือใช้เปลี่ยนทิศทางของกระแสลมได้ ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของพืชพรรณและกลุ่มของพืชพรรณ เช่น รูปทรง ตำแหน่งของความสูงหรือตำแหน่งที่ตั้งของพืชพรรณรวมไปจนถึงความเร็วลมที่เกิดขึ้นในบริเวณนั้น ซึ่งความเร็วของลมจะขึ้นอยู่กับระดับของความสูงด้วย โดยบริเวณที่อยู่ใกล้พื้นดินลมก็จะมีความเร็วที่ช้าลง

2.10 การใช้พืชพรรณเพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

ประเภทของพืชพรรณและประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิอากาศ

1. **ต้นไม้** (Tree)

ต้นไม้สามารถช่วยกรองรังสีดวงอาทิตย์ และช่วยควบคุมอุณหภูมิที่ผิวดิน และปริมาณความร้อนที่สะสม ช่วยลดการสะท้อนจากการแผ่รังสีจากพื้นผิวต่างๆ ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ที่พาดลงบนผิวอาคารสามารถช่วยลดอุณหภูมิผิวอาคารลงได้เนื่องจากโซล-แอร์ เอฟเฟค (Sol-Air Effect) ซึ่งจะลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ต้นไม้ที่มีใบหนาแน่น อาจจะดูดซับแสงได้ถึง 80%จากปริมาณของแสงทั้งหมดที่ได้รับ โดยอีก 10% จะถูกสะท้อนออกไป และอีก 10% ที่เหลือจะถูกส่งผ่านลงมาจนถึงพื้นผิวเบื้องล่าง

Parker(Givoni,1994) ได้รายงานผลการวิจัยที่ทำการวิจัยไว้ในรัฐไมอามี่(Miami) และรัฐฟลอริด้า (Florida) เกี่ยวกับผลกระทบของการปรับแต่งสภาพแวดล้อมของอาคารโดยใช้พืชพรรณที่มีผลต่ออุณหภูมิบนผนัง โดยผลจากการวิจัยพบว่าในช่วงเวลาบ่ายของฤดูร้อน อุณหภูมิเฉลี่ยของผนังที่ได้รับร่มเงาจากต้นไม้เมื่อเปรียบเทียบกับผนังที่ไม่ได้รับการบังเงาจากต้นไม้และไม้พุ่มจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ลดลง

จากการศึกษาของ Foster,1994(Givoni, 1994) พบว่าอิทธิพลของร่มเงา การระเหยจากการคายน้ำ และการพาความร้อน จะสามารถลดอุณหภูมิใต้ต้นไม้ใหญ่ลงได้ถึง 14 ^{o}C นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาพบว่า 75% ของการสร้างความรู้สึกเย็นของต้นไม้มาจากการระเหย ส่วนอีก 25% จะมาจากร่มเงา

การศึกษาของ วิชัย อิทธิวิศวกุล (2539) พบว่าอุณหภูมิอากาศภายใต้ต้นไม้จะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในบริเวณอื่น เนื่องมาจากอิทธิพลของพุ่มใบในการบังเงาซึ่งจะมีส่วนช่วยลดปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และการสะท้อนรังสีความร้อน ทำให้ปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวด้านล่างน้อยลง นอกจากนี้ต้นไม้ยังก่อให้เกิดความเย็นเนื่องมาจากคายน้ำของใบไม้ซึ่งเกิดจากกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งมีการดูดน้ำจากดินและเปลี่ยนรูปโดยการกลายเป็นไอ

2. **ไม้พุ่ม** (Shrub) **และพืชคลุมดิน** (Ground Cover)

รังสีความร้อนเมื่อกระทบกับผิวดินจะถูกเปลี่ยนสถานะเป็นพลังงานความร้อน โดยที่ส่วนหนึ่งจะถูกเก็บสะสมไว้ที่ผิวดินและบางส่วนจะถูกสะท้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าการใช้พืชคลุมดินและไม้พุ่ม เช่นหญ้าและไม้พุ่มชนิดต่างๆ จะช่วยปกคลุมผิวดิน ลดการแผ่รังสีความร้อน สะท้อนรังสีความร้อนและดูดกลืนรังสีไว้บางส่วน พืชคลุมดินจะทำหน้าที่คล้ายพุ่มใบของต้นไม้ที่ช่วยในการกรองรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และก่อให้เกิดความชื้นจากพุ่มใบจากการคายน้ำ ซึ่งมีส่วนทำให้อุณหภูมิผิวของพืชคลุมดินเย็นลง

การศึกษาของ Taylor and Pingel,1951(Givoni, 1994) พบว่า อุณหภูมิของผิวดินในบริเวณที่เป็นหญ้าจริง จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าบริเวณที่ปกคลุมด้วยหญ้าเทียม เนื่องมาจากกระบวนการลดความร้อนโดยการระเหยกลายเป็นไอ และการที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันยังเป็นผลมาจากการดูดซับความร้อนของดวงอาทิตย์ โดยเมื่อทำการตรวจสอบจากการวัดการสะท้อนแสงจะพบว่า หญ้าสะท้อนแสง 2.94 เท่า หญ้าเทียมและแอสฟัลท์จะสะท้อนแสง 1.78 เท่า ส่วนการดูดซับความร้อนนั้นจะพบว่า หญ้าจะดูดซับความร้อน 78.4 % แอสฟัลท์ 87% และหญ้าเทียม 92.7 % ตามลำดับ

ผลจากการศึกษาของ Mecklenberg,1970(Givoni,1994) เพื่อทดสอบความสามารถของพืชพรรณไม้ในการควบคุมอุณหภูมิอากาศ ซึ่งได้มีการศึกษาและเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิวของหญ้าเทียม (Artificial Turf) หญ้า (Living Glass) และดินเหนียว (Clay) พบว่า หญ้าเทียมซึ่งเป็นวัสดุปกคลุมที่มีมวลสารน้อยและไม่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ จะมีความสามารถในการกักเก็บความร้อนไว้ได้น้อย และมีระยะเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนน้อย ทำให้มีอุณหภูมิที่สูงกว่าหญ้าธรรมชาติ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อยเช่นกัน แต่หญ้าธรรมชาติจะมีกระบวนการลดความร้อนจากการระเหยของน้ำซึ่งทำให้หญ้าธรรมชาติมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิววัสดุระหว่างหญ้าเทียมกับดินเหนียวซึ่งเป็นวัสดุที่มีมวลสารมากกว่าและมีความสามารถในการเก็บความร้อนได้มากกว่าก็จะพบว่าหญ้าเทียมมีอุณหภูมิที่สูงกว่าดินเหนียวแต่เนื่องจากดินเหนียวจะมีกระบวนการลดความร้อนจากการระเหยของน้ำจึงทำให้อุณหภูมิไม่สูงเท่ากับหญ้าเทียม

นอกจากนี้ในการวิจัยเดียวกัน Mecklenberg,1970(Givoni,1994) ยังมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิววัสดุของหญ้าชุ่มน้ำ(Irrigated Grass) หญ้าแห้ง (Dry Grass) หญ้าเทียม (Artificial Turf) และแอสฟัลท์ (Asphalt) ซึ่งจากผลการศึกษาจะพบว่าหญ้าชุ่มน้ำจะมีอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดตลอดเวลา และมีอุณหภูมิที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยในส่วนของหญ้าแห้งจะเป็นวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าหญ้าเทียม นอกจากในช่วงเย็นเท่านั้นที่หญ้าแห้งจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าหญ้าเทียม โดยหญ้าเทียมจะเป็นวัสดุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าวัสดุอื่นๆ ในช่วงเวลาเช้าจนถึงบ่าย ในขณะที่แอสฟัลท์ซึ่งเป็นวัสดุที่มีมวลสารมากนั้นจะเป็นวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิช้าแต่จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เร็วกว่าหญ้าชุ่มน้ำ โดยแอสฟัลท์จะเป็นวัสดุที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดในช่วงเวลาบ่ายจนถึงเวลากลางคืน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า มวลสารของวัสดุและกระบวนการถ่ายเทความร้อนโดยการระเหยของน้ำของวัสดุธรรมชาติจะมีผลต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุ

จากการศึกษาของ Kusuda,1975(Givoni, 1994) ซึ่งได้ทำการวัดและเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวของพื้นที่ต่างๆที่แตกต่างกัน 5 ประเภทก็คือ ยางมะตอยสีดำ ยางมะตอยทาสีขาว ดินโล่ง หญ้าทรงต่ำและหญ้าทรงสูง โดยผลจากการศึกษาจะพบว่าอุณหภูมิผิวสูงที่สุดของพื้นที่ที่เป็นหญ้าทรงสูงเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิผิวของพื้นที่ที่เป็นดินโล่ง อุณหภูมิผิวของหญ้าทรงสูงจะต่ำกว่าอุณหภูมิผิวของดินโล่งอยู่ 4 ^{o}C (7^{o}F) และเมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวของหญ้าทรงสูงกับอุณหภูมิผิวของยางมะตอยสีดำ ก็จะพบว่าอุณหภูมิผิวของหญ้าทรงสูงจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ต่ำกว่าอุณหภูมิผิวของยางมะตอยสีดำอยู่ถึง 11.5^{o}C (21^{o}F)

Laurie,1986(Givoni, 1994) ได้ทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวของวัสดุต่างๆ ในรัฐอริโซน่า ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยวัสดุที่นำมาศึกษา ได้แก่ ยางมะตอย พื้นคอนกรีต และพื้นหญ้า ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการป้องกันการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์เปรียบเทียบกับในสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลจากร่มเงาของต้นไม้ โดยผลจากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิผิวของวัสดุในสภาพที่ไม่มีการป้องกันการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์นั้น อุณหภูมิผิวของยางมะตอยจะสูงถึง 51.1 ^{o}C พื้นคอนกรีตจะมีอุณหภูมิผิว 43.3 ^{o}C และพื้นหญ้าจะมีอุณหภูมิผิว 35 ^{o}C ในสภาวะที่มีอุณหภูมิอากาศภายนอก 42.2 ^{o}C ในขณะที่ในสภาพที่มีร่มเงาจากต้นไม้นั้นอุณหภูมิผิวของพื้นคอนกรีตจะเหลือเพียง 37.8 ^{o}C และอุณหภูมิบนพื้นหญ้าจะลดลงเหลือเพียง 32.2 ^{o}C

3. **ไม้เลื้อย** (Climbers)

Hoyano,1988(Givoni, 1994) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของพืชพรรณที่มีต่ออุณหภูมิผิวและอุณหภูมิอากาศไว้ในประเทศญี่ปุ่น โดยทำการศึกษาถึงอิทธิพลของเถาไม้เลื้อยในแนวตั้ง (Vertical Vine Screen)ในทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ระเบียงที่มีหลังคาคลุม (Veranda) ของอาคาร เปรียบเทียบกับระเบียงที่ไม่มีเถาไม้เลื้อยในทิศทางเดียวกันของอาคาร ผลจากการศึกษาพบว่าเถาไม้เลื้อยจะมีประสิทธิภาพในการบังเงาให้กับพื้นที่ระเบียง โดยอุณหภูมิภายในพื้นที่ระเบียงที่มีเถาไม้เลื้อยจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นที่ระเบียงที่ไม่มีเถาไม้เลื้อย นอกจากนี้อุณหภูมิผิวของเถาไม้เลื้อยจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายในบริเวณระเบียงที่ได้รับอิทธิพลจากเถาไม้เลื้อยก็สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกด้วยแต่ยังคงมีอุณหภูมิอากาศที่ต่ำกว่าพื้นที่ระเบียงที่ไม่มีเถาไม้เลื้อย

ผลจากการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของเถาไม้เลื้อยกับความเร็วลมที่พัดผ่านพบว่าเถาไม้เลื้อยยังสามารถลดความเร็วลมที่จะพัดผ่านหน้าต่างที่อยู่หลังเถาไม้เลื้อยนั้น รวมถึงลดการไหลเวียนอากาศในห้องที่อยู่หลังเถาไม้เลื้อยด้วย เมื่อทำการเปรียบกับระเบียงที่ไม่มีเถาไม้เลื้อย โดยเมื่อปราศจากเถาไม้เลื้อยความเร็วลมที่ทำการวัดที่กึ่งกลางของหน้าต่างจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 45% ของความเร็วลมภายนอก ในขณะที่เมื่อมีเถาไม้เลื้อยความเร็วลมจะลดลงเหลือเพียงประมาณ 17% ซึ่งจะส่งผลต่อสภาวะน่าสบายของผู้ใช้ภายในอาคารให้ลดลงเนื่องมาจากเป็นการลดความเร็วลมที่จะเข้าสู่ภายในอาคาร

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงอิทธิผลของการใช้ไม้เลื้อยญี่ปุ่นปกคลุมผนังคอนกรีตเปลือยทางทิศตะวันตก โดยทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิของผนังก่อนและหลังที่มีไม้เลื้อยปกคลุม โดยผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อปราศจากไม้เลื้อยปกคลุม อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวผนังจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายนอกประมาณ 3°C ในขณะที่เมื่อผนังปกคลุมด้วยไม้เลื้อยอุณหภูมิผิวผนังเฉลี่ยจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายนอกเพียง 1 °C

จากการศึกษาพบว่าเถาไม้เลื้อย (Vines) ที่ปกคลุมอยู่บริเวณผนังอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังได้ โดยการบังเงาให้กับผนังอาคาร (Shading) และการระเหยของน้ำ ซึ่งสามารถทำให้อุณหภูมิของผนังอาคารลดลงไปได้ 5-10 °F (3-6 °C) จากการวัดอุณหภูมิของเถาไม้เลื้อยที่ไม่หนาแน่นมาก (หนาประมาณ 3 นิ้ว หรือ 7.6 เซนติเมตรและมีความหนาแน่นประมาณ 80%)ในสภาวะที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงแดดโดยตรง ในขณะที่เมื่ออยู่ในสภาวะที่ได้รับอิทธิพลจากแสงแดดโดยตรงนั้น อุณหภูมิที่วัดได้จากผนังที่มีเถาไม้เลื้อยปกคลุมนั้นจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าผนังที่ไม่มีอะไรปกคลุมถึง 10 –15 °F (6-8 °C)

2.11 รายงายการวิจัยที่เกียวข้อง

อิทธิพลของพืชพรรณที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการปรับอากาศในอาคาร

Parker,1983(Givoni, 1994) ได้ทำการวัดและศึกษาถึงอิทธิพลของการใช้พืชพรรณโดยรอบอาคารที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานในการทำความเย็นในอาคาร โดยอาคารที่ใช้ทำการศึกษาจะเป็นบ้านเคลื่อนที่ (Mobile Home) ซึ่งทำการเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานในการปรับอากาศ ในระหว่างวันที่มีสภาพอากาศภูมิอากาศเดียวกัน ใน 2 รูปแบบการทดสอบคือ ก่อนการใช้พืชพรรณและหลังการใช้พืชพรรณ โดยพืชพรรณที่นำมาใช้จะประกอบไปด้วยต้นไม้และพุ่มไม้โดยรอบอาคาร โดยผลการศึกษาจะพบว่าอัตราเฉลี่ยของการใช้พลังงานในการปรับอากาศในหนึ่งวัน ในช่วงหน้าร้อนที่บริเวณโดยรอบของบ้านก่อนการใช้พืชพรรณปกคลุมหรือให้ร่มเงา จะอยู่ที่ 5.6 กิโลวัตต์(Kw) และเมื่อมีการปรับโดยใช้พืชพรรณแล้วอัตราการใช้พลังงานจะลดลงไปเหลือเพียง 2.28 กิโลวัตต์ (Kw) โดยผลจากการใช้พืชพรรณในช่วงบ่ายของวัน หรือในช่วงที่มีภาระในการปรับอากาศสูงสุดอัตราการใช้พลังงานจะลดลงจาก 8.65 กิโลวัตต์ (Kw) จนเหลือเพียง 3.67 กิโลวัตต์ (Kw)

McPherson et al.,1989(Givoni, 1994) ได้ทำการวัดอิทธิพลจากการใช้พืชพรรณที่มีต่อการใช้พลังงานในการปรับอากาศ ด้วยการใช้หุ่นจำลองอาคารที่มีขนาดมาตราส่วน 1:4 ของอาคารจริง และพืชพรรณที่นำมาใช้รอบอาคารจะประกอบไปด้วย หญ้าเบอร์มิวด้า (Bermuda Grass Turf) กรวดหรือหินก้อนเล็กใช้ปกคลุมหน้าดิน (Rock Mulch) โดยผลจากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิผิวของหญ้าเบอร์มิวด้าจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิของผิวหิน และอุณหภูมิอากาศที่ระดับ 0.5 เมตรเหนือผิวหญ้านั้นจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศเหนือผิวหินประมาณ 2 ^{o}C โดยหุ่นจำลองที่อยู่ติดกับสภาพแวดล้อมโดยรอบที่เป็นชั้นหินนั้นจะมีการใช้พลังงานในการปรับอากาศที่มากกว่าหุ่นจำลองที่สภาพแวดล้อมประกอบไปด้วยหญ้าและไม้พุ่ม ประมาณ 20% – 30% ตามลำดับ ผลจากการวิจัยนี้สรุปได้ว่าการใช้หญ้าบริเวณรอบอาคารจะช่วยลดปริมาณภาระความร้อนที่เกิดจากรังสีคลื่นยาวและยังช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายนอกอาคารในขณะที่การใช้ไม้พุ่มนั้นจะช่วยลดการแผ่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ต่อผนังอาคาร

พืชพรรณจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้ดีขึ้น โดยที่พืชพรรณจะช่วยลดอุณหภูมิของอากาศในบริเวณสถานที่ที่ใช้ตั้งเครื่อง (Condenser Unit) ของเครื่องปรับอากาศ ให้มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในสภาพแวดล้อมทั่วไป ซึ่งจะมีผลต่อ COP (Coefficient of Performance) ของระบบปรับอากาศให้ดีขึ้น ดังนั้นการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศในอาคารจึงมีค่าลดลง