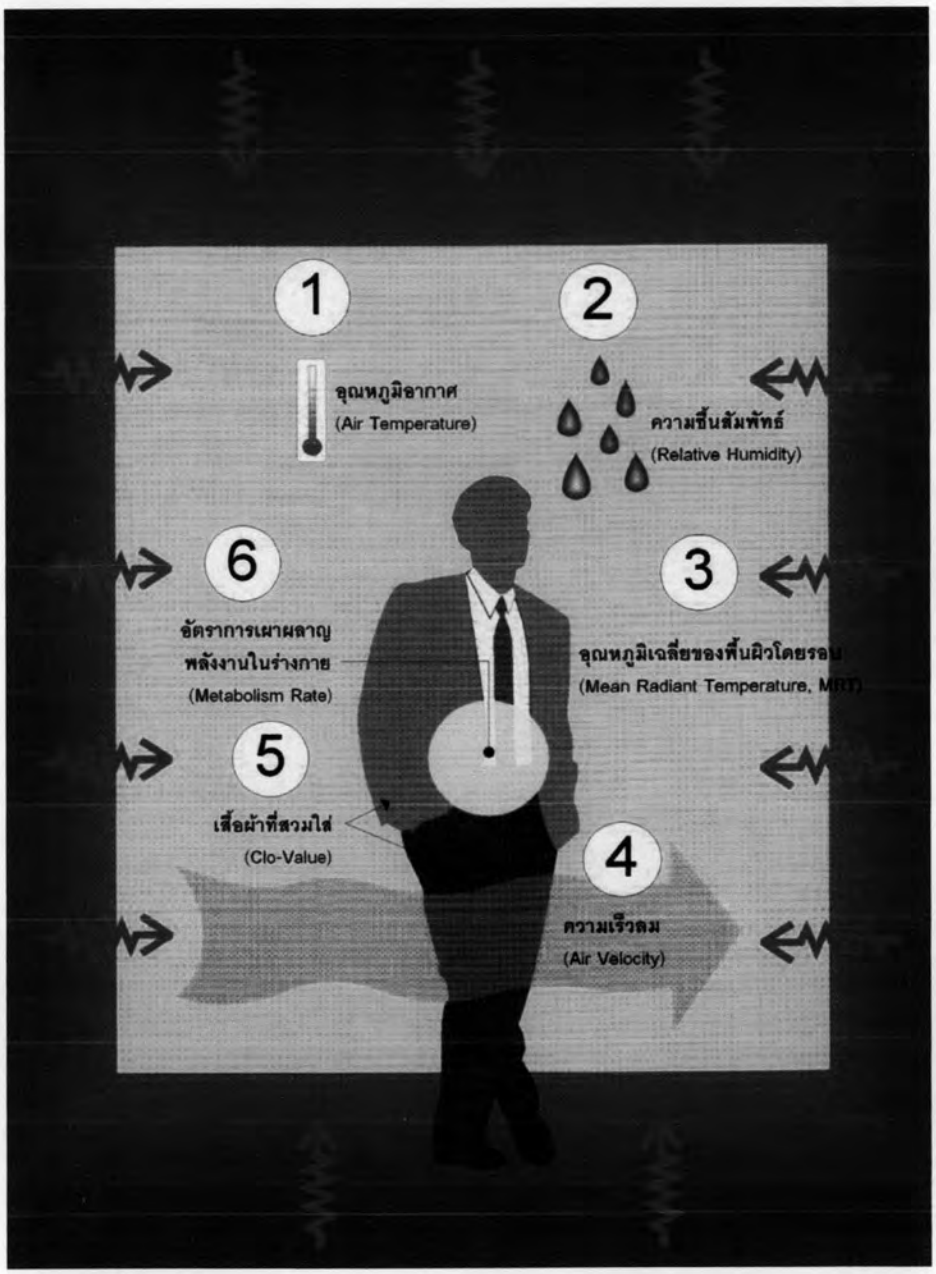
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สภาวะน่าสบาย

จากการศึกษาเกี่ยวกับความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์ (Thermal comfort) พบว่า ตัวแปรมีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาวในสภาวะที่ร่างกายปกติอยู่ 6 ตัวแปร ซึ่งสามารถบ่งออกได้เป็น 2 ด้านคือ ด้านสภาพแวดล้อม 4 ตัวแปร และด้านตัวบุคคล 2 ตัวแปร (Fanger, 1967)



ภาพที่ 2.1 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ (สุนทร บุญญาธิการ, 2539)

ด้านสภาพแวดล้อม

จะเป็นตัวแปรที่เกี่ยวกับงานทางสถาปัตยกรรม สามารถแบ่งได้เป็น 4 ตัวแปรดังนี้

- อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature)

เป็นปัจจัยสำคัญในการบ่งบอกถึงสภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort) โดยช่วงอุณหภูมิอากาศที่มนุษย์รู้สึกสบาย อยู่ที่ประมาณ 22-27 องศาเซลเซียส ถ้าค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าช่วงนี้ จำเป็นต้องปรับให้อยู่ในช่วงความสบายนี้

- อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ(Mean Radiant Temperature)

อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ หรือ MRT เป็นการวัดค่าเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมนั้นๆ ซึ่งรวมถึงแสงแดดโดยตรงด้วย MRT นั้นสามารถคำนวณจากอุณหภูมิพื้นผิวของด้านต่างๆของสภาพแวดล้อม และตำแหน่งที่วัด MRT นั้นโดยใช้มุมกระทำ (Solid Angel) ที่เกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งที่วัดและขอบเขตของแต่ละพื้นผิวโดยหาค่าเฉลี่ย

MRT มีอิทธิพลต่อ สภาวะน่าสบายถึง 40 เปอร์เซ็นต์ สามารถอธิบายได้ว่าถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น 1.4 องศาเซลเซียส และ MRT ลดลง 1 องศาเซลเซียส ความรู้สึกร้อนหนาวยังคงไม่รู้สึกถึงความเปลี่ยนแปลง และในทางกลับกัน ถ้าอุณหภูมิห้อง 26 องศาเซลเซียส แต่ MRT สูงถึง 32 องศาเซลเซียส จะเกิดการแผ่รังสีทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยภายในรู้สึกร้อนกว่า 26 องศาเซลเซียส

การคำนวณหาอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)

การคำนวณ MRT จากอุณหภูมิและอุณหภูมิ Globe ซึ่งการคำนวณจากเครื่องมือ Globe Temperature เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดชนิดหนึ่ง โดย MRT ที่ได้จาก Globe Thermometer จะต้องนำมาคำนวณหา MRT โดยต้องอาศัยปัจจัยอีก 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิอากาศ และความเร็วลม

โดยที่สูตรที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

$$t_r = [(t_g+460)^4+((4.74x10^7V_a^{0.6})/(\varepsilon xD^{0.4})x(t_g-t_a))^{1/4} -460$$

โดยที่ t_r = อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) (^oF)

t_g = อุณหภูมิของGlobe Thermometer (^oF)

V_a = ความเร็วลม (fpm)

t_a = อุณหภูมิอากาศ (^oF)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของ Globe Thermometer (ft)

ε = emissivity

(0.95 ในกรณีวัสดุGlobe Thermometer เป็นสีดำ)

ที่มา : ASHRAE, 2001: P 14.29

- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

หมายถึง สัดส่วนของความชื้นในอากาศเมื่อเทียบกับปริมาณสูงสุดของอากาศ โดยปราศจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (Condensation) ความชื้นจะมีความสำคัญต่ออัตราการระเหยของเหงื่อ ถ้าในอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง หมายความว่าอากาศไม่สามารถรับปริมาณความชื้นได้เพิ่มขึ้น จะทำให้เหงื่อไม่สามารถระบายออกมาได้ทำให้ความร้อนออกไม่สามารถระบายออกจากทางรูขุมขนได้ ทำให้มนุษย์รู้สึกอึดอัดไม่สบายตัว ถ้าอากาศมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์น้อยนั้นหมายความว่า อัตราการการรับไอน้ำในอากาศมีมากจึงเป็นผลให้เหงื่อระเหยได้เร็วมนุษย์จึงรู้สึกสบายตัว โดยความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในช่วงของสภาวะน่าสบายจะอยู่ในช่วง 20 – 80 เปอร์เซ็นต์ และยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในขณะนั้นด้วย

- ความเร็วลม (Air Velocity)

จากการศึกษา (Olgyay, 1973) พบว่าเมื่อกระแสลมที่พัดผ่านมีความเร็วเพิ่มขึ้นมนุษย์เราจะรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศที่วัดได้จริง ความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศนี้เป็นเพราะอัตราการระบายความร้อนออกจากผิวกายแปรผันตามความเร็วของกระแสลม กล่าวคือ ถ้ากระแสลมมีความเร็วสูงขึ้นร่างกายจะระบายความร้อนจากผิวกายได้เร็วขึ้น จึงทำให้มีความรู้สึกเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศที่วัดได้จริง ความแตกต่างระหว่างระหว่างอุณหภูมิที่วัดได้จริงกับความรู้สึกเมื่อมีลมพัดผ่านผิวกายนี้ (ในที่นี้เรียกว่าความรู้สึกเย็นลง) เมื่อนำมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์โดยใช้สมการถดถอย (Regression Analysis) พบว่า เมื่อ

ความรู้สึกเย็นลง (^{o}C) = 0.381V + 0.016RH

เมื่อ V = ความเร็วลม (กิโลเมตรต่อชั่งโมง)

RH = ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)

สามารถอธิบายได้ในรูปแบบของตารางดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าความรู้สึกเสมือนเย็นลงของมนุษย์ในระดับความเร็วลมต่างๆ

ความเร็วลม	**ความรู้สึกเสมือนเย็นลง**	**ผลกระต่อความรู้สึก**
0-50 fpm (0-0.25 m/s)	ไม่รู้สึก	ไม่รู้สึก
50-100 fpm (0.25-0.51 m/s)	2-3 ^{o}F (1.1-1.7 ^{o}C)	พอใจ
100-200 fpm (0.51- 1.02 m/s)	4-5 ^{o}F (2.2—2.8 ^{o}C)	พอใจแต่เริ่มรู้สึกถึงกระแสลม
200-300 fpm (1.02-1.52 m/s)	5-7 ^{o}F (2.8—3.9 ^{o}C)	เริ่มรู้สึกว่าถูกรบกวน
300 fpm ขึ้นไป (1.52 m/s)	มากกว่า 5-7 ^{o}F (3.9 ^{o}C ขึ้นไป)	รู้สึกถูกรบกวนต้องการการแก้ไข

ที่มา : Mechanical and Electrical Equipment for Buildings 9 thed, 2001: P 48

จากตารางสรุปได้ว่าเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นสามารถทำให้รู้สึกเย็นขึ้น ถ้าหากความเร็วลมมีมากเกินไปจะเป็นการรบกวนแก่มนุษย์

ด้านบุคคล

- อัตราการเผาผลาญพลังงาน (Metabolism)

ร่างกายของมนุษย์ จะผลิตความร้อนออกมาตลอดและต่อเนื่อง ในกิจกรรมประจำวันของมนุษย์ เช่น การนอน การเดิน การวิ่ง หรือการออกกำลังกาย ความต้องการพลังงานของร่างกายมนุษย์นั้น ได้มาจากการย่อยอาหาร เครื่องดื่ม ที่เราได้รับประทานเข้าไป ขบวนการในการเปลี่ยนแปลงสารอาหาร ที่บริโภคเข้าไปให้เป็นพลังงานในร่างกาย

อัตราความร้อนที่มนุษย์ผลิตออกมานั้น ขึ้นกับลักษณะของกิจกรรมของร่างกายและชนิดของอาหารที่รับประทานเข้าไป และบางส่วนขึ้นอยู่กับสถานที่ของมนุษย์อยู่ ความร้อนที่มนุษย์ผลิตออกมามีหน่วยวัดเป็น Metabolic หรือ หน่วย Met ซึ่ง 1 Met จะเท่ากับ 58.2 W/m^2 หรือ 18.4 $Btu/h.ft^2$ ในลักษณะที่คนเรานั่งพักผ่อน พลังงานที่ผลิตต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยเฉลี่ยสำหรับผู้ใหญ่ทั่วไปประมาณ 117 W หรือ 400 Btu/h

- เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo Value)

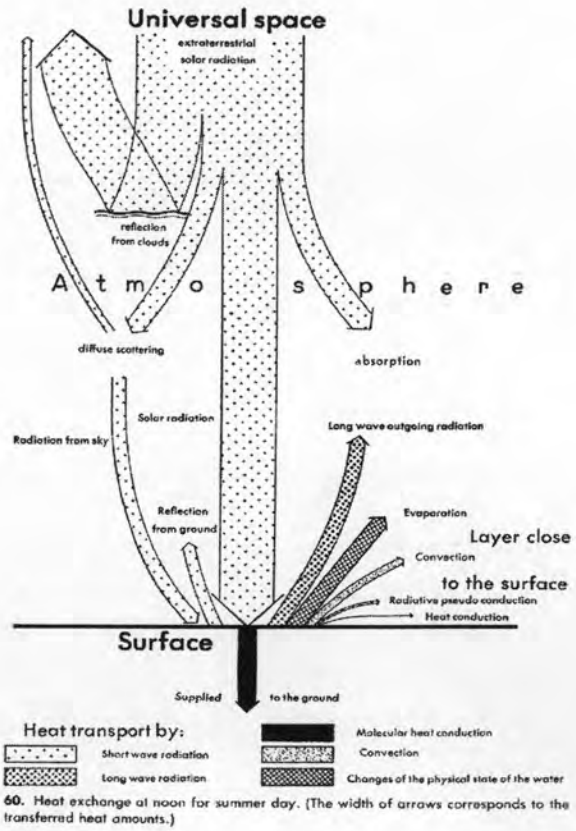
เสื้อผ้าที่สวมใส่ทำหน้าที่เหมือนฉนวน และมีผลอย่างมากในการป้องกันความร้อนจากภายนอก และความร้อนที่ออกมาจากร่างกาย กับสภาพแวดล้อมภายนอก ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิพื้นผิวรอบตัวสูง ผู้ที่สวมใส่เสื้อผ้าหนาหรือหลายชั้นเหมือนเมืองหนาวจะรู้สึกร้อน เนื่องจากเสื้อผ้าเป็นตัวที่ป้องกันการระเหยของเหงื่อออกจากร่างกาย ในเมืองร้อนการสวมเสื้อผ้าที่เบาบางนั้นเหมาะสมกับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นเพราะจะทำให้อัตราการระเหยของเหงื่อดีขึ้นเมื่อเทียบกับเสื้อผ้าที่มีความหนาและจำนวนชั้นหลายชั้น

2.2 **ทฤษฎีการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์** (Solar Radiation)

พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลกนั้นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นบนโลกทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยในแต่ละพื้นที่มีความต้องการการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพที่ตั้งของพื้นที่นั้น ๆ

"การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์อยู่ในรูปแบบของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งส่งมาถึงผิวโลกเพียงบางส่วน รังสีบางส่วนถูกสะท้อนโดยก้อนเมฆ บางส่วนถูกดูดซับโดยบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก บางส่วนแพร่กระจายโดยโมเลกุลในบรรยากาศ แต่การแผ่รังสีบางส่วนเกิดจากการกระจายของรังสีดวงอาทิตย์ในบรรยากาศ รังสีคลื่นสั้นที่ตกกระทบผิวดินจะสะท้อนเป็นรังสีคลื่นยาว ซึ่งส่วนใหญ่ถูกดูดซับไว้แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ทำให้อากาศ พื้นดิน และสิ่งต่าง ๆ โดยรอบมีอุณหภูมิสูงเพิ่มขึ้น" (Olgyay, 1992:32)

ปี 1950 Geiger สามารถอธิบายถึงการส่งผ่านความร้อนในฤดูร้อน ด้วยภาพประกอบ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านจะมีปริมาณตามขนาดของลูกศรในภาพประกอบ



60. Heat exchange at noon for summer day. (The width of arrows corresponds to the transferred heat amounts.)

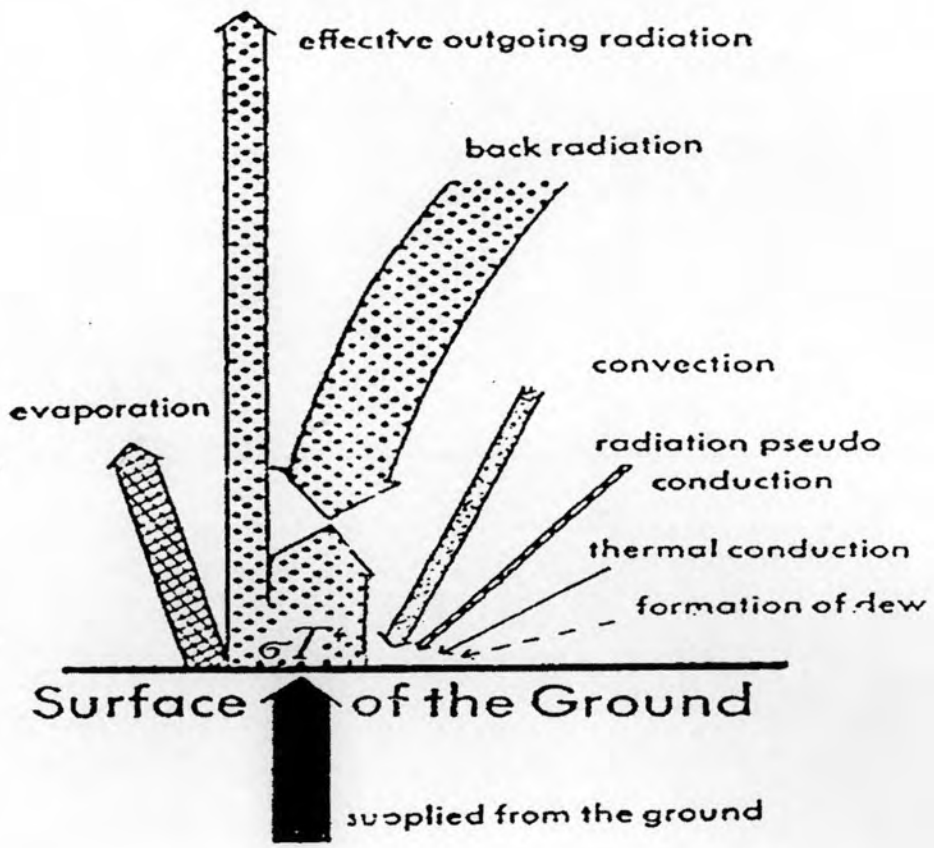
ภาพที่ 2.2 แสดงการส่งผ่านความร้อน (Heat Exchange) มายังผิวโลกในเวลากลางวัน

(Geiger, 1950 cited in Olgyay, 1992:33)

การแผ่รังสีความร้อน

พลังงานความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Radiation) การแผ่กระจายของรังสีของดวงอาทิตย์ในชั้นบรรยากาศ (Diffuse Radiation) และ แสงสะท้อนจากพื้นผิวต่าง ๆ (Reflected Radiation) ทำให้เกิดการถ่ายเทรังสีความร้อน (Radiant Heat Transfer) ที่มีผลกระทบต่ออาคาร

จากการศึกษาของ Geiger (1950) พบว่า การแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนในเวลากลางคืนเกิดจากการที่ท้องฟ้ามีอุณหภูมิต่ำมาก ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนที่สะสมอยู่ในดินกับท้องฟ้า ซึ่งการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นมีทั้งการนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) และ การใช้การระเหยของไอน้ำที่ผิวดิน (Evaporation)



ภาพที่ 2.3 แสดงการส่งผ่านความร้อนสู่ท้องฟ้าในเลากลางคืน (Geiger, 1950)

การถ่ายเทความร้อน

การถ่ายเทความร้อนสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ 3 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีวิธีการถ่ายเทความร้อน และลักษณะของตัวกลางที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อน แตกต่างกัน สามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

- การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยไม่อาศัยตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน ซึ่งรังสีจะถ่ายเทจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าโดยในการถ่ายเทความร้อนจะอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves)

- การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนระหว่างโมเลกุล สามารถเกิดภายในวัตถุเดียวกัน หรือ ระหว่างวัตถุซึ่งมีผิวสัมผัสกัน โดยขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

  - สสารที่เป็นตัวนำ
  - ความหนาแน่นของตัวนำความร้อน (Density)
  - ความชื้นที่มีอยู่ในตัวสสาร (Moisture Content)
  - ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

- การพาความร้อน (Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในของไหล ได้แก่ ของเหลวหรือก๊าซมีระดับต่างกัน เมื่อของไหลถูกทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้เกิดการไหลเวียนความร้อน โดยความร้อนจะไหลเวียนจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ

โดยปกติวัสดุจะมีคุณสมบัติด้านการกระทำความร้อน ดังนี้ (สมสิทธิ์ นิตยะ, 2541:134)

- ความสามารถในการดูดซับรังสีความร้อน α (Absorbtivity) คือ คุณสมบัติของผิววัสดุและเนื้อวัสดุ
- ความสามารถในการสะท้อนรังสีความร้อน ρ (Reflectivity) คือ คุณสมบัติของผิววัสดุที่สามารถสะท้อนรังสีความร้อนกลับออกไปได้เมื่อรังสีมาตกกระทบกับวัสดุ
- ความสามารถในการแผ่รังสีความร้อน ε (Emissivity) คือ คุณสมบัติของวัสดุที่สามารถกักเก็บความร้อนไว้ในตัววัสดุ และสามารถแผ่รังสีกลับออกมากระทบวัสดุ หรือเรียกว่า Re-Radiation
- ความสามารถในการส่งผ่านรังสีความร้อน τ (Transmissivity) คือ คุณสมบัติของวัสดุที่สามารถถ่ายเทความร้อนผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนรังสี ค่าการดูดซับรังสี และค่าการส่งผ่านรังสี ดังนี้

$$\rho + \varepsilon + \tau = 1$$

โดย

ρ = ค่าการสะท้อนรังสีความร้อน

ε = ค่าการแผ่รังสีความร้อน

τ = ค่าการส่งผ่านรังสีความร้อน

2.3 **สภาพแวดล้อม**

สภาพแวดล้อมหมายถึง สภาพภายนอกร่างกายที่เกี่ยวพันกับมนุษย์ สัตว์ พืช มนุษย์สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กันทั้งภายนอกและภายในร่างกาย ให้แก่คนทั่วไปได้นอกเหนือจากที่ธรรมชาติสร้าง โดยอาคารและสภาพแวดล้อมขึ้นมาใหม่การสร้างสรรค์นี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหลักๆ2ประการ คือ

- สภาพแวดล้อมทางด้านจิตใจ ขึ้นอยู่กับขนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรมตามถิ่นฐานตากกันไป
- สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวกับทางร่างกาย ได้แก่ สภาพทางภูมิศาสตร์ ธรณีวิทยา ภูมิอากาศ ที่ว่าง เสียง

สถาปัตยกรรม เป็นสถานที่เราต้องเกี่ยวข้องในการพักอาศัย เป็นหนึ่งในปัจจัย 4 ที่มนุษย์ทุกคนต้องการและจำเป็นต้องมี เพื่อป้องการภัยจากสภาพแวดล้อมภายนอก สร้างความเป็นส่วนตัว รูปแบบของงานสถาปัตยกรรมจะถูกกำหนดได้โดยหลายปัจจัย หนึ่งในปัจจัยที่มีความสำคัญคือสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ประกอบด้วย

- สภาพภูมิศาสตร์
- สภาพทางธรณีวิทยา
- ภูมิอากาศบริเวณที่ตั้งอาคาร
- สภาพข้างเคียงโดยรอบบริเวณอาคาร

การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี จะทำให้อยู่อาศัยมีความสุขสบายโดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์หรือเครื่องอำนวยความสุขอื่นๆทำให้มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตดี

2.3.1 สภาพภูมิอากาศ

สภาพแวดล้อมภูมิอากาศ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงในการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามสภาพภูมิประเทศ

Macro Climate

คือ สภาพอากาศที่อยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นที่กว้างใหญ่ หรือพื้นที่ๆมีขนาดหลายร้อยกิโลเมตร โดยการปรับสภาพอากาศของพื้นที่ที่ขนาดใหญ่สามารถทำได้ดังนี้

- ควบคุม, สกัดกั้นและเปลี่ยนทิศทางของมวลอากาศ
- พื้นที่ขนาดใหญ่เป็นผลให้เกิดเงาฝนในหลายพื้นที่
- อุณหภูมิจะลดลงเมื่อระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลมากขึ้น
- อากาศเย็นจะไหลลงในบริเวณที่ราบต่ำและทรงตัวอยู่ในบริเวณหุบเขา
- ทิศทางและปริมาณลมตามหุบเขาแปรผันไปตลอดวัน โดยลมจะพัดขึ้นเนินเขาในเวลากลางวัน และพัดลงจากเนินเขาในเวลากลางคืน

Micro Climate

คือ สภาพอากาศที่อยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นที่ตั้งของงานสถาปัตยกรรม เป็นที่ที่มีขอบเขตจำกัดและชัดเจน การปรับสภาพอากาศของพื้นที่ขนาดเล็กสามารถทำได้ดังนี้

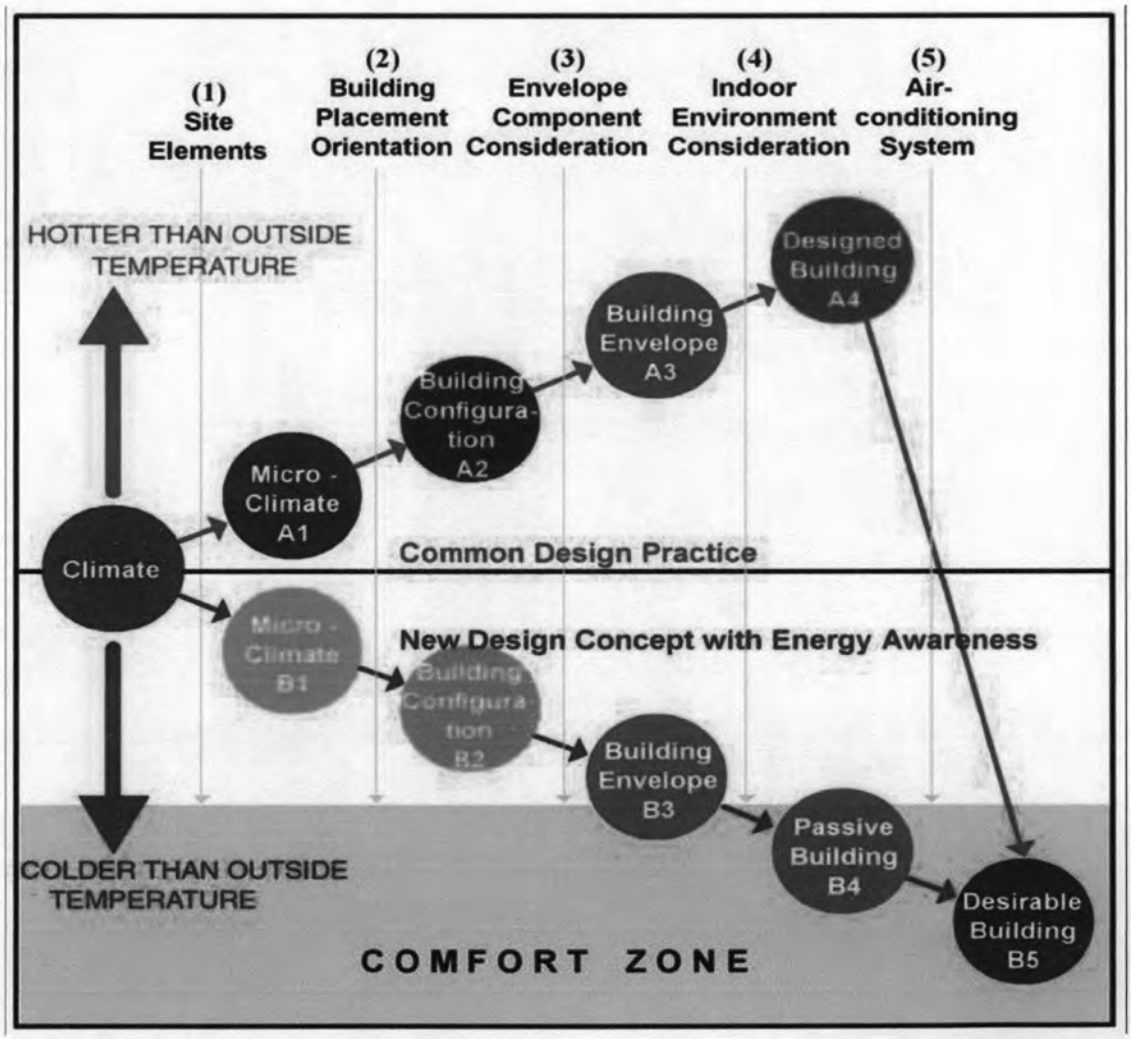
- การปรับสภาพพื้นผิว (Topographical)เพื่อให้ได้รับแสงธรรมชาติในปริมาณที่เหมาะสม
- การใช้พืชพันธ์ยืนต้น (Vegetation) เพื่อควบคุมสภาพอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม
- การใช้พืชคลุมดิน (Ground Covering) เพื่อลดอุณหภูมิพื้นผิวที่พืชปกคุลม
- การใช้ความเร็วลม (Wind Speed) เพื่อนำอากาศเย็นเขามาแทนที่อากาศร้อน
- การใช้แหล่งน้ำ (Water Body) โดยอาศัยความเย็นจากผิวน้ำที่เกิดขึ้นโดยการระเหยกลายเป็นไอ (Evaporation)

2.3.2 สภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น (Hot Humid Climate) อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยทั้งปีค่อนข้างสูง โดยที่อุณหภูมิโดยฤดูร้อนประมาณ 28-38 องศาเซลเซียส มีฝนตกชุก เป็นผลทำให้ปริมาณความชื้นสูง มีความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงของวันและในฤดูกาลไม่มาก อากาศในฤดูหนาวลดต่ำลงไม่มาก มีลมมรสุมพักผ่าน 2 ช่วง คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ในช่วงนี้อากาศจะค่อนข้างเย็นและแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศน้อย และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งพัดมาจากทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย พัดเอาเมฆฝนเข้าสู่ประเทศไทย ทำให้มีฝนตกทั่วไปในทุกภาคของประเทศ อากาศในช่วงนี้มีความชื้นสัมพัทธ์สูง นอกจากนี้มีกระแสลมที่พัดจากทะเลจีนใต้เข้ามาทางอ่าวไทยทางด้านทิศใต้กับทิศตะวันออกเฉียงใต้ โดยเกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนซึ่งก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน คือ ท้องฟ้า อุณหภูมิ ความชื้น น้ำฝน ลม และองค์ประกอบทางธรรมชาติที่มีผลต่อภูมิอากาศส่วนย่อย คือ ลักษณะภูมิประเทศประเทศ บริเวณผิวน้ำ พืชพันธ์ไม้ และสิ่งก่อสร้าง (กาญจนา สิริภัทรวณิช, 2541 : 10)

2.4 การใช้ภูมิทัศน์เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อม

จากการศึกษาการประสานเทคโนโลยีกับการออกแบบ (Technology and Design Integration) สุนทร บุญญาธิการ, 2545 เป็นการนำเอาปัจจัยทางธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานและสร้างคุณภาพชีวิตที่ดี โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการออกแบบทั่วไปที่เคยทำมาในอดีตผลที่ได้คือ อาคารที่ไม่ตอบสนองกับสภาพแวดล้อม และเทคโนโลยีปัจจุบัน ทั้งนี้แนวความคิดใหม่เป็นการประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อให้ได้สภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ดีกว่า สามารถอธิบายตามลำดับได้ดังแผนภูมิที่ 2.1



แผนภูมิที่ 2.1 การประสานเทคโนโลยีกับการออกแบบ (Technology and Design Integration)
(สุนทร บุญญาธิการ,2542: 20)

การใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งอาคาร (Site Elements)

การออกแบบทั่วไป

เมื่อไม่คำนึงถึงการใช้ประโยชน์จาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งอาคารอาจมีการตัดต้นไม้ ใช้พื้น ค.ส.ล. ฯลฯ ทำให้สภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นร้อนขึ้น 2-3 องศาเซลเซียส แม้ว่าในช่วงหลังเที่ยงคืนอุณหภูมิผิว ค.ส.ล. เย็นลงแต่ก็ยังร้อนกว่าอุณหภูมิอากาศ 2 องศาเซลเซียส

แนวความคิดใหม่

คือการใช้ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งอาคารเพื่อทำให้สภาพแวดล้อมรอบอาคารเย็นลงกว่าเดิม จากการวิจัย (สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, 2536) พบว่าการใช้ปัจจัยต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยจะสามารถลดอุณหภูมิที่ตั้งให้ต่ำกว่าบริเวณที่ห่างไกลออกไป ประมาณ 3 องศาเซลเซียส

การเลือกที่ตั้งและทิศทางอาคาร (Building Placement and Orientation)

การออกแบบทั่วไป

ส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากความเย็นของดิน และสภาพแวดล้อมอย่างจริงจัง ผนวกกับการเลือกรูปแบบและตำแหน่งของอาคาร การออกแบบช่องเปิด (โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการใช้ระบบปรับอากาศ) ผลที่ได้คืออุณหภูมิภายในอาคารร้อนกว่าภายนอกอาคาร

แนวความคิดใหม่

คือการสร้างสภาพแวดล้อมให้เย็น เพื่อลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกทำให้สามารถลดภาระในการทำความเย็น ถ้าเป็นส่วนอาคารที่สัมผัสผิวดิน ก็ใช้เทคนิคการนำความเย็นจากดินมาใช้ โดยให้พื้นอาคารสัมผัสดินให้มากที่สุด

ในการเลือกทิศทางและตำแหน่งคือให้อาคารสามารถสกัดกั้นความร้อนจากภายนอกที่เข้าสู่อาคารให้มากที่สุด รวมถึงการออกแบบช่องเปิด และควบคุมการรั่วซึมของอากาศอันเป็นผลให้อุณหภูมิภายในอาคารต่ำลงได้

การพิจารณาออกแบบและเลือกระบบเปลือกอาคาร

การออกแบบทั่วไป

การเลือกใช้วัสดุส่วนใหญ่จะใช้วัสดุที่ใช้กันมานาน โดยคำนึงถึงผลดี และผลเสีย จากการวิจัยพบว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนมีค่าการกันความร้อนได้น้อยมาก และดูดซับความร้อนและความชื้นไว้มาก ผลที่ได้คือการกักเก็บความร้อนในอาคาร ทำให้อาคารมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาก

แนวความคิดใหม่

ระบบเปลือกอาคารที่เป็นส่วนทึบแสงหรือผนัง ต้องเป็นระบบที่กันความร้อนและความชื้นได้ดี ส่วนที่เป็นผนังโปร่งแสง ควรพิจารณาเลือกใช้กระจกที่ยอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาได้มาก แต่อยู่ในอัตราที่พอเหมาะ คือไม่มากเกินไปโดยความคุมความร้อนให้เข้ามาน้อยที่สุด

การพิจารณาเลือกระบบที่มาใช้ในอาคาร (Indoor Environment Consideration)

การออกแบบทั่วไป

มักไม่ค่อยคำนึงถึงการสะสมความร้อนและความชื้น และไม่ได้ให้ความสนใจว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดคือแหล่งกำเนิดความร้อน ทำให้ความร้อนและความชื้นเพิ่มขึ้นภายในอาคารโดยไม่จำเป็น

แนวความคิดใหม่

เลือกสรรวัสดุที่มีค่าการกักเก็บความร้อนและความชื้นน้อย วัสดุที่มีน้ำหนักเบาไปพร้อมกับการเลือกเฟอร์นิเจอร์ หรือเครื่องเรือนเท่าที่จำเป็นและเลือกชนิดที่มีน้ำหนักเบาและไม่ดูดความชื้น เมื่อมีการใช้เครื่องปรับอากาศทำให้มีส่วนที่ต้องปรับอากาศน้อย และใช้พลังงานส่วนน้อยในการปรับอากาศ

อาคารที่พึงปรารถนา (Desirable Building)

อย่างไรก็ตามอาคารทั้ง 2 แนวความคิดข้างต้น ยังไม่สามารถควบคุมสภาวะภายในอาคารให้อยู่ในเขตสบายอย่างสมบูรณ์ หากต้องการสภาวะภายในอย่างสมบูรณ์จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เมื่อพิจารณาจากรูป 2.1 พบว่าเวลาส่วนใหญ่ของอาคารแนวความคิดใหม่อยู่ในช่วงสบายทำให้ใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเทียบกับการออกแบบทั่วไปที่อุณหภูมิภายในอาคารจะร้อนกว่าอุณหภูมิอากาศเกือบ 24 ชั่วโมง ทำให้ต้องใช้พลังงานในการปรับอากาศมหาศาล

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 ต้นไม้พืชพรรณ

ต้นไม้พืชพรรณเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสภาพภูมิทัศน์ สามารถใช้ปรับแต่งภูมิอากาศส่วนย่อย โดยต้นไม้สามารถควบคุมและปรุงแต่งสภาพแวดล้อมทั้ง 4 ประการ ดังนี้

- ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)
- ควบคุมกระแสลม (Wind Control)
- ควบคุมความชื้น (Humidity Control)
- ควบคุมการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (Solar Radiation Control)

2.5.1 การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control)

จากการศึกษาพบว่าต้นไม้และพืชคลุมดิน สามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศในช่วงอากาศร้อนจัดได้ 3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ผิวหญ้าคลุมดินในวันที่ร้อนมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวดิน 5-8 องศาเซลเซียส เนื่องจากต้นไม้ช่วยกันแสงอาทิตย์ สกัดปริมาณลม และลดการระเหยของน้ำจากดินทำให้บริเวณภายใต้ต้นไม้จึงมีความชื้นสูง และมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าบริเวณโดยรอบในเวลากลางวัน และในเวลากลางคืนต้นไม้จะมีการแผ่รังสีความร้อนทางด้านบนออกสู่ท้องฟ้า ทำให้อุณหภูมิของต้นไม้ลดต่ำลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปทรงของต้นไม้ด้วย

สำหรับเมืองที่มีอาคารต่าง ๆ มากมาย ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นสูงสามารถใช้ความเย็นจากต้นไม้ช่วยในการลดอุณหภูมิ โดยทำการจัดภูมิทัศน์ในสถานที่ต่าง ๆ เพื่อให้ความเย็นจากต้นไม้เข้าไปแทนที่ความร้อนที่ลอยตัวสูงขึ้น

การปรับเพิ่มหรือลดอุณหภูมิสามารถกระทำได้ โดยการปรับทั้งสภาพของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อนและสภาพของต้นไม้ด้วย ได้แก่ ปัจจัยต่างๆดังต่อไปนี้

- การดูดซับ (Absorption)
- การสะท้อน (Reflection)
- การแผ่รังสี (Radiation)
- การส่งผ่าน (Transmission)
- การดูดซับ (Absorption)

การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบต้นไม้จะมีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์น้อยมากที่พุ่มไม้เหล่านั้นยอมให้รังสีดวงอาทิตย์ผ่านลงสู่ด้านล่างได้ นอกจากนั้นก็จะสะท้อนหรือส่งผ่านในลักษณะอื่น ๆ บริเวณด้านที่เกิดเงาก็จะมีอุณหภูมิเย็นลงมากกว่าด้านที่รังสีตกกระทบ

การลดลงของอุณหภูมิในพื้นที่ใด ๆ สามารถปรับปรุงได้โดยใช้ต้นไม้ หากว่าต้นไม้นั้นมีความสูงเพียงพอต่อการที่จะให้ร่มเงาได้ ทั้งไม้ยืนต้น และพืชคลุมดินสามารถลดอุณหภูมิโดยการสกัดกั้นแสงและรังสีต่าง ๆ รวมทั้งดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ โดยอาศัยลักษณะรูปทรงภายนอกรวมถึงขบวนการหายใน และสังเคราะห์แสงของพืชอีกด้วย

- การสะท้อน (Reflection)

การสะท้อนแสงของใบไม้เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดอุณหภูมิแก่บริเวณโดยรอบ นอกเหนือจากการดูดซึมการส่องแสงของดวงอาทิตย์

จากสภาพทางกายภาพที่ส่วนใบมักได้รับการส่องแสงอาทิตย์ก่อนส่วนอื่นๆ ของต้นไม้และมีพื้นที่ที่สัมผัสแดดมากที่สุด การสะท้อนแสงของใบไม้จะมีปริมาณมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับความยาวของชนิดคลื่นแสง ชนิดและลักษณะของใบไม้ อายุของใบไม้ ระดับความสูงต่ำของใบไม้ ตำแหน่งที่ได้รับการส่องแสง ตำแหน่งของใบไม้กลุ่มนั้นๆ ความแห้งแล้งหรือความสมบูรณ์ของสถานที่ตั้งฤดูกาลและระดับดินทั่วไป

บริเวณป่าไม้ ซึ่งประกอบด้วยต้นไม้เป็นจำนวนมาก จะมีการดูดซับการส่องแสงอาทิตย์โดยประมาณร้อยละ 75-80 และจะส่งผ่านความร้อนประมาณร้อยละ 5 ก็จะมีการสะท้อนแสงกลับออกไปประมาณร้อยละ 15-20 ความสามารถในการสะท้อนแสงกลับออกไปสู่ท้องฟ้า มีส่วนช่วยในการลดอุณหภูมิแก่สภาพแวดล้อมเป็นอย่างดี

- การแผ่รังสี (Radiation)

การส่องแสงโดยทั่วไปประกอบด้วย แสงคลื่นสั้น และแสงคลื่นยาวซึ่งโดยปกติแสงคลื่นสั้นจะมีความถี่สูง และแสงคลื่นยาวจะมีความถี่ต่ำ โดยเห็นได้จากสูตรดังต่อไปนี้ โดยที่

C = λf

C = ความเร็วแสง (300,000 กิโลเมตร/วินาทีหรือ 186,000 ไมล์/วินาที)

λ = ความยาวของคลื่นแสง (นาโนเมตร)

f = ความถี่ของแสง (เฮิรตซ์)

ต้นไม้โดยทั่วไปที่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทั้งจากแบบรังสีคลื่นสั้นและแบบรังสีคลื่นยาว ส่วนใบไม้จะส่งพลังงานความร้อนออกไปโดยรอบทุกทิศทางแบบคลื่นยาวซึ่งมีความถี่ต่ำ และมีความเร็วในการกระจายตัวช้า ทำให้อุณหภูมิโดยรอบไม่สูงขึ้นอย่างฉับพลัน

ต้นไม้ส่วนใหญ่จะทำการดูดซับความร้อนเอาไว้ในช่วงเวลากลางวัน และในเวลากลางคืนต้นไม้จะส่งความร้อนออกจากส่วนใบไม้ โดยเฉพาะบริเวณส่วนบนของกลุ่มใบไม้ ซึ่งสามารถทำให้อุณหภูมิของต้นไม้ลดลง 2.5 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าอุณหภูมิโดยรอบ ส่วนใบไม้ส่วนล่างของกลุ่มใบจะมีอุณหภูมิที่ลดลงได้ 0.4 องศาเซลเซียส (หรือน้อยกว่า) ต่ำกว่าอุณหภูมิโดยรอบในวันที่มีลมสงบและเมื่อท้องฟ้ามีเมฆเป็นบางส่วน

ท้องฟ้ามีความสามารถดูดซับความร้อนไปจากพื้นผิวโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในทางตรงกันข้าม ในคืนที่ท้องฟ้าเต็มไปด้วยกลุ่มเมฆ กลุ่มเมฆก็จะทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวสกัดกั้นการส่งผ่านความร้อนไปยังจักรวาล ทำให้อุณหภูมิของอากาศโดยทั่วไปไม่สามารถลดลงได้ จึงทำให้เกิดอากาศที่อบอ้าว

ต้นไม้สร้างร่มเงาให้กับสภาพพื้นผิวโดยรอบ สามารถบดบังแสงทั่วไปได้ถึงร้อยละ 90 จากการศึกษาพบว่าป่าไม้สามารถลดอุณหภูมิที่สูงสุดของแต่ละเดือนในฤดูร้อนให้ลดต่ำลง ในบริเวณร่มเงาแม้จะเกิดผลกระทบจากการแผ่รังสีความร้อน หรือเกิดขึ้นจากการสะท้อนแสงก็ตาม จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิของบริเวณที่กระทบกับการแผ่รังสีความร้อนโดยตรงเสมอ

- การส่งผ่าน (Transmission)

การส่งผ่านความร้อนเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับความร้อน โดยมีความสัมพันธ์กับปัจจัยของการดูดซับ การสะท้อน และการแผ่รังสีความร้อน

ต้นไม้เป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี เนื่องจากมีความสามารถในการดูดซับและสะท้อนได้เป็นอย่างดี เช่น ส่วนผิวนอกของกลุ่มใบทั่วไปจะเป็นส่วนที่สามารถกระจายความร้อนออกไปในท้องฟ้าได้มากและมีผลดีที่สุด ความร้อนจึงผ่านลงมาได้ยาก

2.5.2 การควบคุมกระแสลม (Wind Control)

ต้นไม้สามารถเปลี่ยนทิศทางของกระแสลมให้เป็นไปในลักษณะต่าง ๆ ได้ รวมทั้งลดหรือเพิ่มความเร็วของกระแสลมได้ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของต้นไม้และกลุ่มของต้นไม้ ความสามารถในการกั้นลมก็ยังขึ้นอยู่กับความเร็วที่มาปะทะด้วยจึงต้องพิจารณาลักษณะของลมที่เกิดขึ้น ณ บริเวณนั้น ๆ ความเร็วของลมขึ้นอยู่กับระดับความสูง บริเวณที่อยู่ใกล้พื้นดินจะมีความเร็วช้าลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีลักษณะไม่ราบเรียบมากนัก

สำหรับการกั้นลมของต้นไม้จะสามารถกั้นลมที่พัดผ่านมาให้ผ่านไปด้านหลังได้ ทำให้เกิดพื้นที่กันลม โดยที่ยังคงมีลมที่มีความเร็วต่ำสามารถผ่านไปในบริเวณพื้นที่กันลมได้ เนื่องจากความโปร่งของต้นไม้

2.5.3 การควบคุมน้ำและความชื้น (Humidity Control)

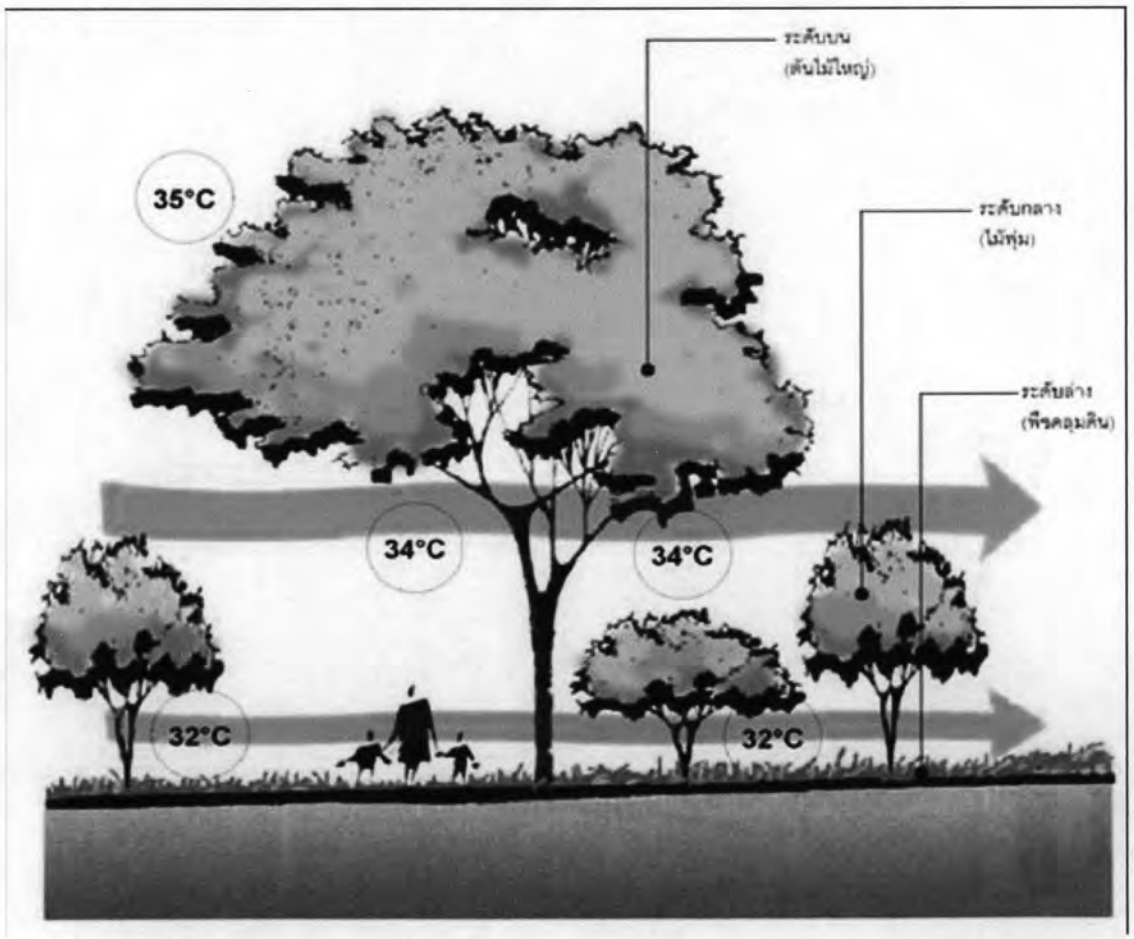
ต้นไม้ช่วยควบคุมความชื้น น้ำในดิน และอากาศได้ รวมทั้งช่วยลดการระเหยของน้ำจากดินและต้นไม้เองได้ เพราะต้นไม้ช่วยกันและกรองแสงทำให้ความร้อนที่ผ่านลงมาน้อยลง ทำให้การระเหยของน้ำมีปริมาณน้อย อีกทั้งต้นไม้ยังมีการหายใจปล่อยไอน้ำออกมาทำให้ความชื้นโดยรอบสูงขึ้น ในพื้นที่ที่เป็นป่าจะมีฝนตก จากลักษณะทางกายภาพของต้นไม้ได้ช่วยให้น้ำไหลผ่านดินได้ช้าลง ทำให้มีการดูดซับของน้ำใต้ดินได้มากขึ้นด้วย

ต้นไม้สามารถช่วยหน่วงเหนี่ยวฝนที่ตกลงมาได้ประมาณ 20 - 40 % แล้วแต่ลักษณะของใบไม้และความหนาแน่นของพุ่มไม้

2.5.4 การควบคุมการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (Solar Radiation Control)

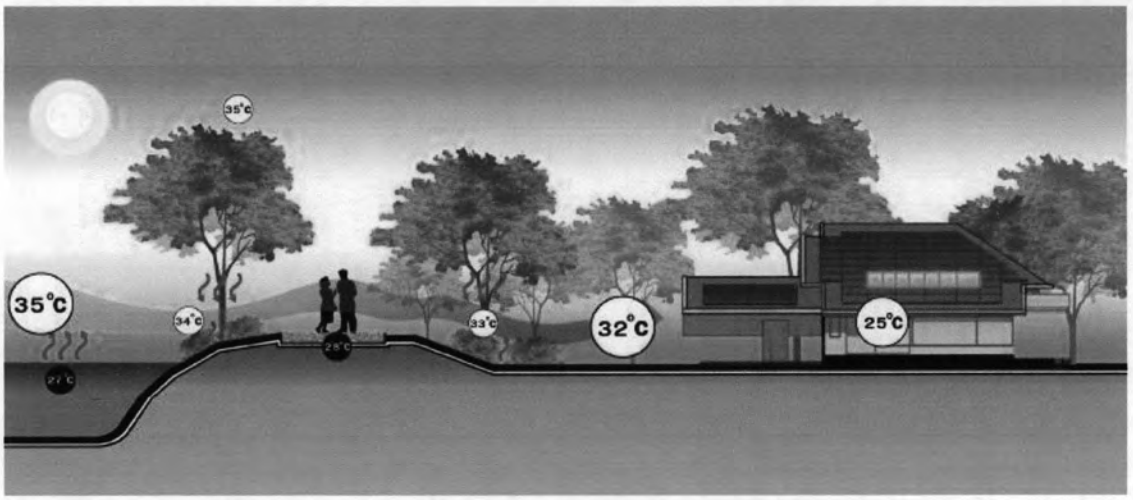
ต้นไม้สามารถช่วยกรองรังสีดวงอาทิตย์ ควบคุมอุณหภูมิที่ผิวดิน และปริมาณความร้อนที่สะสม สะท้อนหรือแผ่รังสีจากพื้นผิวต่าง ๆ ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ที่พาดลงบนผิวอาคารสามารถช่วยลดอุณหภูมิผิวอาคารได้เนื่องจาก โซล-แอร์ เอฟเฟค (sol-air effect) ช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคาร ต้นไม้ที่มีใบหนาแน่น แสงอาจจะถูกดูดซับได้สูงถึง 80 % สะท้อนออก 10 % และส่องผ่านลงสู่ด้านล่าง 10 % ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดลักษณะของต้นไม้และความหนาแน่นของพุ่มใบ

จากการศึกษาการใช้พืชพรรณช่วยในการปรับสภาพแวดล้อม (สุนทร บุญญาธิการ, 2542) พบว่า การยอมให้ลมพัดผ่านใต้พุ่มใบทั้งในระดับบนและระดับล่างของไม้ยืนต้นโดยเฉพาะส่วนที่อยู่ติดผิวเพื่อให้เกิดการระเหยของน้ำ เป็นผลให้พื้นดินเย็นลงมากกว่าปกติ ส่วนต้นไม้ใหญ่ที่เป็นพุ่มใบในระดับบนทำหน้าที่สกัดกั้นแสงแดดโดยพุ่มใบมีลักษณะโปร่งโล่ง เพื่อไม่ให้เกิดการกักเก็บความชื้น

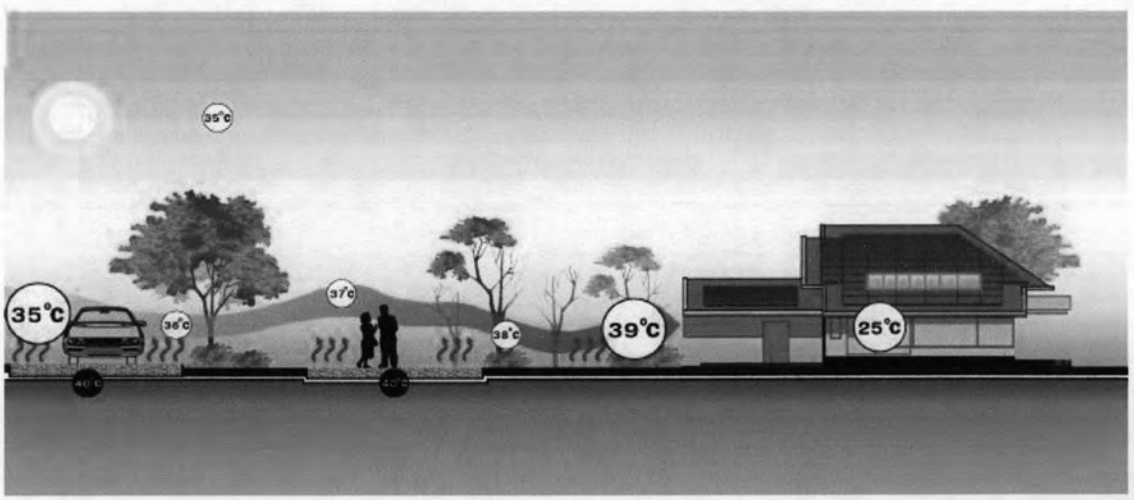


ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการใช้ต้นไม้เพื่อสร้างสภาพแวดล้อม (สุนทร บุญญาธิการ, 2539: 2)

และยังพบอีกว่าในการใช้สภาพภูมิทัศน์เพื่อปรับสภาพแวดล้อม พบว่าสภาพภูมิทัศน์มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก ดังนั้นในการจัดวางสภาพภูมิทัศน์ในพื้นที่และทิศทาง ย่อมส่งผลต่ออาคารที่อยู่ในบริเวณที่มีสภาพภูมิทัศน์ ในการใช้ภูมิทัศน์จำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจในการใช้สภาพภูมิทัศน์ ดังภาพที่จะแสดงต่อไปนี้



ภาพที่ 2.5 แสดงถึงตัวอย่างการใช้สภาพภูมิทัศน์อย่างมีประสิทธิภาพ (สุนทร บุญญาธิการ, 2547: 35)



ภาพที่ 2.6 แสดงถึงตัวอย่างการใช้สภาพภูมิทัศน์ไม่มีประสิทธิภาพ (สุนทร บุญญาธิการ, 2547: 34)

2.6 อิทธิพลของมวลสารต่อการสะสมความร้อน

นอกเหนือจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อการสะสมความร้อนของวัสดุแล้วยังมีเรื่องของมวลสาร (Thermal mass) ของวัสดุ เป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการสะสมความร้อนของวัสดุที่แตกต่างกัน ในการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนจึงทำได้ยาก ทั้งนี้มาจากสาเหตุอิทธิพลต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการถ่ายเทความร้อน (สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล, 2537)

2.6.1 การหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time lag)

โดยทั่วไปวัสดุที่มีมวลสารมากจะมีความสามารถในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้ยาวนานกว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย โดยความร้อนที่ผ่านวัสดุนั้นจะสะสมอยู่ภายในมวลสาร เมื่อมวลสารมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก หรือ สะสมจนถึงขีดความสามารถในการกักเก็บความร้อน ก็จะทำการถ่ายเทความร้อนที่เหลือไปยังด้านที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าของวัสดุ

2.6.2 ความจุความร้อน (Heat capacity)

ค่าความจุความร้อน คือ ค่าที่ปริมาณความร้อนทำให้วัสดุ 1 หน่วยปริมาตร มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศา มีหน่วยเป็น Btu/ft^3 °F หรือ Kcal/m^3 วัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูงจะกักเก็บความร้อนได้มากทำให้การถ่ายเทความร้อนช้า มีผลทำให้อุณหภูมิผิวของวัสดุมีความร้อนแตกต่างกัน

$$\text{Heat Capacity} = \rho * S \text{ หน่วย Btu/ } ft^3 \text{ °F}$$

โดย ρ = ความหนาแน่น (หน่วย lb/ft^3)

S = ค่าความร้อนจำเพาะ (Btu/lb °F)

2.6.3 ค่าความสามารถในการกักเก็บความร้อน (Thermal Storage Capacity)

เป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณความสามารถในการกักเก็บหรือสะสมความร้อนของวัสดุ ค่าความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) เป็นค่าพลังงานของวัสดุ 1 ลิตร ที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิทุก ๆ 1 องศาฟาเรนไฮนท์ มีหน่วยเป็น Btu/lb. °F โดยน้ำจะใช้พลังงาน 1 Btu/lb ในการทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น 1 °F ทำให้น้ำมีค่าความร้อนจำเพาะเท่ากับ 1 และทำให้อุณหภูมิคงที่

Thermal Storage Capacity = $\rho * S * K$ ($Btu^2/h.ft^4\ °F^2$)

โดย K = ค่าการนำความร้อน (Btu/h.ft °F)

ρ = ความหนาแน่น (lb/ft^3)

S = ค่าความร้อนจำเพาะ (Btu/lb °F)

2.6.4 ปริมาณพลังงานที่สะสมในวัสดุ

ปริมาณพลังงานที่สะสมในตัววัสดุสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$Q = M * S * \Delta T$

โดยที่ Q = พลังงานที่สะสมในวัสดุ (KJ หรือ Btu)

M = มวลสารของวัสดุ (Kg หรือ lb)

S = ค่าความจุความร้อนจำเพาะ (KJ/Kg °C หรือ Btu/lb °F)

ΔT = ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิม (°C หรือ °F)

2.6.5 การหาค่าปริมาณพลังงานความร้อน

ปริมาณความร้อนที่เข้ามาจากการนำความร้อน (Conduction Heat Gain) ผ่านเปลือกอาคารเข้ามา ดังนี้

$Q = U * A * \Delta T$

โดยที่ Q = ความร้อนที่เข้ามาในอาคาร

U = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผนัง (W/m^2*K)

A = พื้นที่ (m^2 หรือ ft^2)

ΔT = ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศภายนอก และภายในมีหน่วยเป็น °C หรือ °F

2.7 ดิน

2.7.1 กลุ่มขนาด (Soil Separates)

ขนาดของอนุภาคดินแตกต่างกันมากตั้งแต่ขนาดเล็กจนกระทั่งมองไม่เห็นแม้ว่าขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์ถึงขนาดที่ใหญ่ที่เรียกว่าก้อนหินหรือกรวด. ในทางวิชาการปฐพีวิทยาเรียกวัตถุที่เกิดจากหินและแร่ต่าง ๆ ที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 ซม. ว่าก้อนหิน (stones) ขนาด 2 มม. ถึง 2 ซม. ว่ากรวด (gravel) และที่เล็กกว่า 2 มม. ว่าดินผง (fine earth).

ดินผงนี้ถูกแบ่งย่อยต่อไปอีกเป็น กลุ่มขนาด (soil separates) ต่างๆ อีกหลายกลุ่มขนาด. นักวิชาการของประเทศผู้นำทางวิชาปฐพีวิทยาประเทศต่าง ๆ ได้เสนอเกณฑ์สำหรับจำแนกกลุ่มขนาดของดินผงไว้แตกต่างกัน. เกณฑ์ที่มีผู้นิยมใช้ในประเทศไทยมี 2 แบบคือ เกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (United State Department of Agriculture, USDA) และเกณฑ์สากล ซึ่งรับรองโดยสมาคมปฐพีวิทยานานาชาติ (International Soil Science Society) ดังรายละเอียดในตาราง 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งประเภทของดินตามขนาด

เกณฑ์ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา		เกณฑ์สากล		เกณฑ์ทั่วไป	
ชื่อกลุ่มขนาด	ขนาด, มม.	ชื่อกลุ่มขนาด	ขนาด, มม.	ชื่อกลุ่มขนาด	ขนาด, มม.
ทรายหยาบมาก (very coarse sand)	1.00-2.00				
ทรายหยาบ (coarse sand)	0.50-1.00	ทรายหยาบ	0.02-0.20		
ทรายปานกลาง (medium sand)	0.25-0.50			ทราย	0.05 - 2.00
ทรายละเอียด (fine sand)	0.10-0.25	ทรายละเอียด	0.02-0.20		
ทรายละเอียดมาก (very fine sand)	0.05-0.10				
ทรายแป้ง (silt)	0.002-0.05	ทรายแป้ง	0.002-0.02	ทรายแป้ง	0.002-0.05
ดินเหนียว (clay)	< 0.002	ดินเหนียว	< 0.002	ดินเหนียว	< 0.002

ที่มา : http//:coursewares.mju.ac.th/section2/st313

2.7.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิดิน

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิดินจำแนกได้อย่างกว้าง ๆ 2 ประการ คือ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และปัจจัยที่เกี่ยวกับตัวดินเอง

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมได้แก่ เขตภูมิอากาศ ฤดูกาล ระดับความสูง (จากน้ำทะเล)ทิศทางของความลาดเอียงของพื้นที่และการคลุมดินของพืชเป็นต้น

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะภายในของดินได้แก่ ความร้อนจำเพาะ (Specific heat) การนำความร้อน (Thermal conductivity) การดูดซับ (Absorption) การสะท้อน (Reflection) และ การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ของดิน และการระเหยน้ำจากผิวดินเป็นต้น

2.7.2.1 เขตภูมิอากาศ ฤดูกาลและระดับความสูง

เช่นเดียวกับอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิดินโดยเฉลี่ยในบริเวณต่าง ๆ ย่อมแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิอากาศ ฤดูกาลและระดับความสูงของพื้นที่. อุณหภูมิดินในเขตร้อน (Tropical zone) ที่ระดับน้ำทะเลในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 25°C - 30°C ยกเว้นในทะเลทรายซึ่งสูงกว่า 35°C ส่วนในฤดูหนาวอุณหภูมิดินแตกต่างกันตามระยะห่างจากเส้นศูนย์สูตร บริเวณที่เส้นศูนย์สูตรมีค่าประมาณ 25 °C และลดลงเป็นระหว่าง 15 ถึง 20°C ที่ละติจูด 20 องศาเหนือและใต้ การที่อุณหภูมิดินโดยทั่วไปเปลี่ยนแปลงตามเขตภูมิอากาศและฤดูกาลเช่นนี้ก็เพราะปริมาณรังสีความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันไปตามบริเวณต่าง ๆ ของโลกเมื่อฤดูกาลต่างกัน เมื่อระดับความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำสูงขึ้น อุณหภูมิดินโดยเฉลี่ยก็ลดลงเช่นเดียวกับอุณหภูมิอากาศด้วยอัตรา 1 °C ต่อระยะความสูง 100 m (Monteith, 1979)

2.7.2.2 ทิศทางของความลาดเอียงของพื้นที่

ในซีกโลกเหนือ (Northern hemisphere) ดินบนพื้นที่ลาดเอียงที่หันหน้าไปทางทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้มีอุณหภูมิสูงขึ้นในตอนเช้าเร็วกว่าและมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดวันสูงกว่าดินบนพื้นที่ราบและที่ลาดเอียงที่หันหน้าไปทางทิศเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาวทั้งนี้เพราะแนวโคจรของดวงอาทิตย์ไม่ได้ตั้งฉากกับผิวโลกหากแต่เฉียงไปทางใต้ ดังนั้นพื้นที่ที่ลาดเอียงไปทางใต้จึงทำมุมใกล้เป็นมุมฉากกับแสงแดดและได้รับรังสีความร้อนมากกว่าพื้นที่ที่ลาดเอียงไป

ทางเหนือ พืชผักและไม้ผลที่ปลูกบนพื้นที่ที่ลาดเอียงไปทางทิศใต้จึงมักให้ผลผลิตเร็วกว่าที่ปลูกบนพื้นที่ที่ลาดเอียงไปทางทิศเหนือ (Foth, 1978)

2.7.2.3 พืช

พืชที่ขึ้นอยู่บนดินช่วยป้องกันไม่ให้รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์หรือท้องฟ้าตกกระทบกับผิวดินโดยตรง นอกจากนี้พืชที่ขึ้นบนผิวดินมีผลให้บรรยากาศใกล้ผิวดินเปลี่ยนแปลงจากบรรยากาศที่อยู่เหนือขึ้นไปหลายประการ เช่น ทำให้ความเร็วลมลดลง ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น เมื่อพิจารณาพบว่าความเร็วลมที่ลดลงและความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นมีผลให้การถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับบรรยากาศลดลง

ในตอนกลางวัน ดินซึ่งไม่มีพืชปกคลุมจะร้อนกว่าดินที่มีพืชปกคลุมเนื่องจากได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ หรือท้องฟ้าโดยตรง เมื่อเวลากลางคืนดินที่ไม่มีพืชปกคลุมจะสูญเสียความร้อน (การแผ่รังสีความร้อน) สู่บรรยากาศได้เร็วกว่าดินที่มีพืชปกคลุม ทำให้มีอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นดินที่มีพืชปกคลุมจึงมีความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวันน้อยกว่าดินที่ไม่มีพืชปกคลุม ปรากฏการณ์คล้ายกันนี้เกิดขึ้นระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวด้วย กล่าวคือในฤดูร้อนดินที่มีพืชปกคลุมเย็นกว่าที่ไม่มีพืชปกคลุม และในทางกลับกันในฤดูหนาวดินที่มีพืชปกคลุมจะอุ่นกว่าดินที่ไม่มีพืชปกคลุม

2.7.2.4 วัสดุคลุมดิน

วัสดุคลุมดิน (Mulch) มีผลต่ออุณหภูมิดินแตกต่างกันตามลักษณะของวัสดุ วัสดุคลุมดินสีขาวสะท้อนรังสีความร้อนได้มากกว่าผิวดินธรรมดา ขณะที่วัสดุคลุมดินสีคล้ำดูดกลืนรังสีความร้อนมากกว่าผิวดินธรรมดา วัสดุคลุมดินที่มีความนำความร้อนต่ำเช่น ฟางข้าวลดการถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศไปสู่ดินในตอนกลางวัน และลดการถ่ายเทความร้อนจากดินสู่บรรยากาศในตอนกลางคืน วัสดุใสที่ใช้คลุมดินยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านเข้าได้แต่ไม่ยอมให้รังสีคลื่นยาวผ่านกลับออกมา (อิทธิพลเรือนกระจก Greenhouse effect) ฟางข้าวทำให้อุณหภูมิสูงสุดของดินลดลงขณะเดียวกันทำให้อุณหภูมิต่ำสุดของดินเพิ่มขึ้น แต่อุณหภูมิสูงสุดที่ลดลงนั้นมากกว่าอุณหภูมิต่ำสุดที่เพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของดินลดลงพลาสติกสีดำและพลาสติกใสทำให้อุณหภูมิดิน

2.7.2.5 ความร้อนจำเพาะของดิน

ความร้อนจำเพาะ (Specific heat) ของสารใด ๆ คือปริมาณความร้อนเป็นแคลอรี (Calorie) ที่ต้องการเพื่อให้สารหนัก 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°C ความร้อนจำเพาะของน้ำบริสุทธิ์เท่ากับ 1 ความร้อนจำเพาะขององค์ประกอบอื่น ๆ ของดินมีค่าต่ำกว่าน้ำมาก โดยขุยอินทรีย์มีความร้อนจำเพาะประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำ ส่วนแร่ต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของดินมีความร้อนจำเพาะใกล้เคียงกันคือประมาณ 0.2 แคลอรี/กรัม/องศาเซลเซียส เนื่องจากขุยอินทรีย์มีอยู่น้อยในดินทั่วไปดังนั้นปริมาณขุยอินทรีย์จึงไม่มีความสำคัญต่อความร้อนจำเพาะของดิน ความร้อนจำเพาะของดินขึ้นอยู่กับระดับความชื้นของดินเป็นอย่างมาก ดินที่มีความชื้นสูงย่อมมีความร้อนจำเพาะสูง และต้องการปริมาณความร้อนเป็นจำนวนมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่มีความชื้นต่ำเมื่อทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเท่ากัน

2.7.2.6 การนำความร้อน

การนำความร้อน (Conductivity) ของดินขึ้นอยู่กับประเภทของเนื้อดิน ระดับความชื้น และความหนาแน่นรวมของดิน เมื่อดินแห้งความนำความร้อนของดินเนื้อต่าง ๆ เรียงตามลำดับจากสูงไปต่ำมีดังนี้ ดินทราย ดินร่วน ดินพีท (peat) นั่นคือดินเนื้อหยาบนำความร้อนได้ดีกว่าเนื้อละเอียดที่เป็นเช่นนี้เพราะอนุภาคของดินเนื้อหยาบมีขนาดใหญ่กว่า มีพื้นที่สัมผัสระหว่างอนุภาคมากกว่าและมีสัดส่วนของของแข็งมากกว่า (ความพรุนต่ำกว่า) ดินเนื้อละเอียด เมื่อดินแน่นทึบขึ้นพื้นที่สัมผัสระหว่างอนุภาคดินก็ย่อมมากขึ้นการถ่ายทอดความร้อนระหว่างอนุภาคดินดีขึ้น การนำความร้อนของดินจึงสูงขึ้นเมื่อความหนาแน่นรวมของดินสูงขึ้น ระดับความชื้นของดินที่สูงขึ้นทำให้ความนำความร้อนของดินสูงขึ้นเนื่องจากน้ำมีความนำความร้อนมากกว่าอากาศ ช่องว่างระหว่างอนุภาคดินที่มีน้ำบรรจุอยู่นำความร้อนได้ดีกว่าเมื่ออากาศบรรจุอยู่ ผลกระทบของประเภทเนื้อดิน ความหนาแน่นรวม และระดับความชื้นดินต่อความนำความร้อนของดิน

2.7.3 ความผันแปรในรอบปี

ความผันแปรของอุณหภูมิดินในรอบปีมีลักษณะเช่นเดียวกับความผันแปรของอุณหภูมิในรอบวัน กล่าวคือฤดูหนาวเปรียบได้กับกลางคืน และฤดูร้อนเปรียบได้กับกลางวัน ช่วงเวลาที่อุณหภูมิมีค่าต่ำสุดและสูงสุดช้ากว่าอุณหภูมิอากาศมากขึ้นที่ระดับความลึกมากขึ้น ความผันแปรระหว่างสูงสุดกับต่ำสุดแคบลงที่ระดับความลึกมากขึ้น

2.7.4 คุณสมบัติดินที่เกี่ยวข้องกับการนำความร้อน

ดังได้กล่าวข้างต้นแล้วว่ากระบวนการนำความร้อน เป็นกระบวนการ ที่สำคัญในการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดินที่สำคัญแต่การที่ดินจะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไปจากเดิมมากน้อยเพียงไรขึ้นกับความแตกต่างของอุณหภูมิภายในชั้นดินเอง ซึ่งสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้แก่ ความสามารถในการนำความร้อน (Conductivity) และค่าความจุความร้อนของดิน (heat capacity)

2.7.5 เนื้อดินของดินในประเทศไทย

เป็นที่ทราบกันดีว่าสาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้ประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉลี่ยแล้วยากจนกว่าภาคอื่น ๆ คือดินในภาคนี้ส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบ ซึ่งอุ้มน้ำได้น้อยและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำดังที่ได้กล่าวกันทั่วไปว่าภาคอีสานแห้งแล้งกว่าภาคอื่น ๆ เพราะดินในภาคนี้ส่วนใหญ่เป็นดินทราย

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้สำรวจและจำแนกดินจนถึงระดับชุดดิน ในพื้นที่ที่มีความลาดเอียงไม่เกิน 30 % ทั่วทั้งประเทศแล้ว จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินสามารถทำเป็นตารางสรุป ปริมาณพื้นที่ที่เป็นที่นา (ที่ลุ่ม) และที่ดอน (ความลาดเอียงไม่เกิน 30 %) ที่มีเนื้อดินต่าง ๆ คือ เหนียว ร่วน ทราย และปนกรวด (Skeletal - ประกอบด้วยชิ้นส่วนหยาบที่มีขนาดตั้งแต่ 2 มม. ขึ้นไปมากกว่า 35 % โดยปริมาตร) ของภาคต่าง ๆ ทั้งสี่จะเห็นได้ว่าทั้งพื้นที่นาและพื้นที่ดอนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณ เกือบครึ่งหนึ่งของประเทศ. ส่วนใหญ่ของพื้นที่นา (มากกว่า 90%) ของทุกภาคเป็นดินเหนียวยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งส่วนใหญ่ (มากกว่า 2 ใน 3) เป็นดินร่วน. พื้นที่นาที่เป็นทรายมีเพียงเล็กน้อยเฉพาะในภาคใต้เท่านั้น

สำหรับพื้นที่ดอน ในภาคเหนือเป็นดินปนกรวดประมาณครึ่งหนึ่ง อีกครึ่งหนึ่งเป็นดินเหนียวและดินร่วน โดยดินร่วนมีมากกว่าดินเหนียวประมาณ 3 เท่า.ในภาคกลางพื้นที่ดอนที่เป็นดินเหนียว ดินร่วนและดินปนกรวดมีพอ ๆ กันประมาณอย่างละ 1 ใน 3 ของทั้งหมดและมีเพียงเล็กน้อยที่เป็นทราย.ในภาคใต้มากกว่าครึ่งของพื้นที่ดอนเป็นดินร่วน และอีกประมาณ 1 ใน 4 เป็นดินปนกรวด.สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นเกือบ 2 ใน 3 ของที่ดอนเป็นดินร่วนและอีกเกือบ 1 ใน 3 เป็นดินปนกรวด สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นเกือบ 2 ใน 3 ของที่ดอนเป็นดินร่วนและอีกเกือบ 1 ใน 3 เป็นดินปนกรวด ที่เป็นดินเหนียวและดินทรายมีเพียงเล็กน้อย

โดยสรุปกล่าวได้ว่าทั้งที่นาและที่ดอนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นดินร่วนเสียเกือบ 2 ใน 3 ส่วน ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากกว่าภาคอื่น ๆ มาก ดังนั้นผลการสำรวจนี้จึงตรงกับความเข้าใจทั่วไปในส่วนที่ว่าดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเนื้อหยาบกว่าดินของภาคอื่น ส่วนที่ขัดแย้งกับความเข้าใจทั่วไปก็คือดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นดินทราย หากแต่เป็นดินร่วน ทั้งนี้เพราะว่าดินร่วน (loamy soils) นั้นมีความหมายครอบคลุมเนื้อดินกว้างขวางมากตั้งแต่เนื้อร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) ซึ่งมีกลุ่มอนุภาคทรายระหว่าง 0-20 % ไปจนถึงเนื้อร่วนทราย (sandy loam) ซึ่งมีกลุ่มอนุภาคทรายระหว่าง 50-80 % ส่วนคำว่าดินทรายในความหมายของนักสำรวจและจำแนกดิน และนักปฐพีศาสตร์ทั่วไปนั้นหมายถึงดินที่ประกอบด้วยกลุ่มอนุภาคทรายประมาณ 80% ขึ้นไปซึ่งแสดงความเป็นทรายจัดมาก ๆ ดังเช่นทรายที่พบได้ทั่วไปตามหาดทรายชายทะเลเป็นต้น

ตามรางที่ 2.3 แสดงค่าความจุความร้อนเชิงปริมาตรขององค์ประกอบดิน (Hillel, 1980)

องค์ประกอบดิน	ความจุความร้อน (kJ m -3 K-1)	ส.ป.ส.การนำความร้อน (W m -1 K-1)
Air (293 K)	1.25	0.025
Water (liquid)	4.20X10 3	0.57
Water (ice)	1.90X10 3	2.20
Quartz	2.00X10 3	8.8
Clay minerals	2.00X10 3	-
Soil orgatter	2.60X10 3	0.25
Other soil minerals	2.00X10 3	2.9

ที่มา : www.kr.ac.th/tech/det48m2/soilxxx.htm

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าความจุความร้อนจำเพาะของดิน

Literature values of specific heat of soil solids (C_s)

Literature	C_s
	KJ kg^{-1} K^{-1}
Johnston (1973)	0.644
de Vries (1963)	0.725
Hillel (1982)	0.755↑
Campbell (1985)	0.804-0.902↑
Hanks and Ashcroft (1986)	0.838
Campbell et al. (1991)	0.864-0.939
Ochsner et al. (2001)	0.801-0.895

↑ Calculated from volumetric heat capacity by taking the soil particle density as 2.65 Mg m^{-3}

ที่มา : (T. Ren[a], T. E. Ochsner[b], R. Horton[*,b] and Z. Ju[c], 2003)

จากตารางด้านบนเป็นค่าความจุความร้อนที่ได้มีการศึกษามา พบว่าค่าความจุความร้อนของดินมีหลายค่าทำให้ยากต่อการนำไปใช้งาน และ จากการศึกษาของ T. Ren[a], T. E. Ochsner[b], R. Horton[*,b] and Z. Ju[c] เกี่ยวกับค่าความจุความร้อนของดินสามารถสรุปได้ว่าค่าความจุความร้อนของดินโดยทั่วไปใช้ที่ 0.725 j / g.K (Soil Science Society of America)
ค่าความจุความร้อนของน้ำอยู่ที่ 4.184 j / g.K

I23495194

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 การใช้ต้นไม้ยืนต้นในการปรับแต่งสภาพแวดล้อมเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

(นางสาว กาญจนา สิริภัทรวณิช, 2541)

ในการศึกษาคุณสมบัติของเงาและพุ่มใบ ที่เป็นตัวแปรที่สำคัญของต้นไม้ยืนต้นในการควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ และปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร จากผลการศึกษาต้นไม้ 2 ชนิด (ต้นพิกุล จามจุรี) พบว่า สามารถลดปริมาณการแผ่รังสีได้ดี และสามารถลดอุณหภูมิให้แก่ผิวผนังภายนอกอาคารได้แตกต่างกัน เนื่องจากทรงพุ่ม ความหนาแน่นที่แตกต่างกัน และผลการเปรียบเทียบพบว่า ต้นพิกุลสามารถสกัดกั้นรังสีดวงอาทิตย์ได้ดีกว่าต้นจามจุรี ทั้งรังสีตรง รังสีกระจาย และรังสีสะท้อน เนื่องจากพุ่มใบมีความหนาแน่น และลักษณะทรงพุ่มใบ

2.5.2 ลักษณะองค์ประกอบภูมิทัศน์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศบริเวณถนน

(นาย มนตรี ตั้งศิริมงคล, 2545)

ในการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของภูมิทัศน์เมืองที่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศบริเวณถนน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลต่อสภาวะน่าสบายในเรื่องอุณหภูมิอากาศ จากการศึกษาพบว่า ลักษณะองค์ประกอบของภูมิทัศน์เมืองที่ต่างกันมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ โดยบริเวณที่มีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ บริเวณขอบเกาะกลางฝั่งตะวันออก โดยที่พื้นผิวดินที่ไม่มีต้นไม้ปกคลุม และบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำสุดได้แก่ พื้นที่โล่งระหว่างอาคารกับถนนเป็นผิวหญ้ามีต้นไม้ปกคลุม ซึ่งความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่าง2 จุด เท่ากับ 1.88 องศาเซลเซียส

2.5.3 การทำความเย็นอาคารโดยการใช้ผิวสัมผัสดิน

(นาย อเนก ธีระวิวัฒน์ชัย, 2539)

ในการศึกษาวิธีการทำความเย็นจากดิน จากการวิจัยพบว่าอุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 1 ม. จากผิวดิน มีอุณหภูมิค่อนข้างที่จุดคงที่มีความแตกต่างระหว่างจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุดระหว่าง 2 ถึง 3 องศาเซลเซียส และพบว่าทิศใต้จะเป็นทิศที่มีความแตกต่างของค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดมากกว่าทิศอื่น และมีค่าอุณหภูมิดินเฉลี่ยสูงกว่าทิศอื่น ในขณะที่ทิศเหนือจะเป็นทิศที่มีความแตกต่างของค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดน้อยกว่าทิศอื่น และมีค่าอุณหภูมิดินเฉลี่ยต่ำกว่าทิศอื่น ในการเปรียบเทียบชนิดของดินระหว่าง ดินและทรายพบว่า ดินมี Time lag 10 – 12 ชั่วโมง ทราย

มี Time lag 6 ชั่วโมง และจากการวิจัยพบว่าสามารถลดอุณหภูมิที่ผิวผนังในอาคาร (MRT) ได้ถึง 1.5 – 2.0 องศาเซลเซียส

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าทิศทางของการวางอาคารและทิศทางของสภาพภูมิทัศน์ที่อยู่รอบอาคารแต่ละทิศมีผลต่อตัวอาคารที่แตกต่างกัน รวมถึงประเภทของภูมิทัศน์ที่แตกต่างกันก็ส่งผลต่อตัวอาคารที่ต่างกัน จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถนำมาเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาในการปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์ภายนอกอาคารในทิศต่าง ๆ เพื่อลดการใช้พลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ