บทที่ 2

การสำรวจทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

สภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ

เปลือกอาคารทำหน้าที่จะเป็นตัวกลาง (Transition Space) ระหว่างสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในอาคาร (สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, 2536) ดังนั้นเปลือกอาคารจึงเป็นส่วนเสริมทำให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารอยู่ในสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ (Thermal Comfort) โดยที่สภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ คือ "การที่ตัวเราไม่รู้สึกอยู่ในสภาวะไม่สบายหรือ ไม่รู้สึกว่าตัวเองได้สูญเสียความร้อนหรือได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อมเป็นสภาวะที่สมดุลย์ทางอุณหภูมิหรือความร้อนระหว่างร่างกายและสภาพแวดล้อม" (Stein, 1986)

จากการศึกษาของ Fanger (1961) พบว่ามีตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ ดังนี้

ตัวแปรทางด้านบุคคล ได้แก่

1. อัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolism)
2. เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo Value)

ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่

3. อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature)
4. อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)
5. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
6. ความเร็วลม (Wind Speed)

โดยที่ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมเป็นตัวแปรที่สามารถวัดได้ (สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, 2536) โดยที่อุณหภูมิอากาศจะเป็นตัวบ่งบอกถึงสภาวะน่าสบาย ซึ่งช่วงสภาวะน่าสบาย อยู่ระหว่าง 20 $^{\circ}$C – 26 $^{\circ}$C (65 $^{\circ}$F – 80 $^{\circ}$F) ถ้าอุณหภูมิอากาศอยู่สูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ จะต้องมีการปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะน่าสบายโดยการทำความร้อนหรือการทำความเย็น ซึ่งอุณหภูมิโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมเป็นตัวแปรที่ทำให้สภาวะน่าสบายดีขึ้นหรือเลวลงก็ได้

จากการศึกษาของ สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค (2536) กล่าวว่า "ตัวแปรที่จะช่วยให้มนุษย์เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่สามารถวัดได้จริงในสภาพอากาศร้อนชื้น มีดังนี้

1. การมีความเร็วลมที่เพียงพอ จากการวิเคราะห์ความเร็วลมที่มีต่อความรู้สึกมนุษย์ เมื่อใช้ความเร็วลมเป็นตัวแปรเพียงตัวเดียวในสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูงพบว่าทุกๆ 100 Fpm ของความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น มนุษย์จะมีความรู้สึกเย็นลงประมาณ 0.4 °C (จากผลของการ Regression Analysis โดยใช้ข้อมูลของ Bio climatic Chart) ซึ่งหมายความว่าแม้อุณหภูมิอากาศจะร้อนกว่าปกติแต่ถ้ามีความเร็วลมเพียงพอจะรู้สึกเหมือนว่าอยู่ในสภาวะน่าสบายได้

2. การที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยของผิววัตถุที่อยู่รอบๆตัว (Mean Radiant Temperature) แตกต่างไปจากอุณหภูมิอากาศปกติ โดยที่ 1 องศาของ MRT เท่ากับ 1.4 องศาของอุณหภูมิอากาศ (Dry Bulb Temperature) เช่น ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยของผิววัตถุที่อยู่รอบๆตัวต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 °C จะมีความรู้สึกเสมือนว่าเย็นลง 1.4 °C เป็นต้น

3. การระเหยของน้ำ (Evaporative) เนื่องจากขบวนการที่น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำ (Vapor) มีการใช้ความร้อนเพื่อช่วยในการเปลี่ยนสถานะ โดยการระเหยของน้ำ 1 ปอนด์ ต้องใช้ความร้อนประมาณ 1,000 BTU (ASHRAE, 1989) ซึ่งหมายความว่าถ้าน้ำสามารถระเหยกลายเป็นไอน้ำได้ในอากาศจะมีการดึงความร้อนในอากาศมาช่วยในการเปลี่ยนสถานะ อากาศก็จะเย็นลงกว่าปกติแต่จะเย็นลงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่ระเหยไป จากการศึกษาพบว่าในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูง (ประมาณ 55% ขึ้นไป) การระเหยของน้ำจะระเหยได้ในอัตราที่ช้า'

ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

จากการศึกษาของ สุนทร บุญญาธิการ (2537) พบว่า ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ปัจจัยหลัก ดังนี้

1. สภาพภูมิอากาศ (Climate) ประกอบด้วย
   1.1 อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)
   1.2 ความชื้น (Humidity)
   1.3 ดวงอาทิตย์ (Sun)
   1.4 ลม (Wind)
   1.5 ลักษณะอากาศ (Precipitation)

2. สภาพภูมิประเทศ (Site Elements)

2.1 Land Sloping

2.2 Ground Covering

2.3 Vegetation

2.4 Water Bodies

2.5 Wind Barrier

2.6 Thermal Capacity of Soil

อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)

อุณหภูมิเป็นตัวแสดงถึงสถานะความร้อนหรือปริมาณความร้อนที่สะสมอยู่ในตัววัสดุต่างๆซึ่งสามารถทำการตรวจวัดได้ อีกทั้งเป็นมาตราวัดพื้นฐานต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ โดยอุณหภูมิอากาศที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายอยู่ที่ประมาณ 20-26.6 องศาเซลเซียส
(Watson, FAIA, และ Kenneth Labs, 1983; สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, 2536)

ความชื้น (Humidity)

ความชื้นคือ ตัวแสดงถึงปริมาณไอน้ำในอากาศ สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

1. Absolute Humidity คือ ปริมาณของน้ำที่อยู่ในอากาศต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร มีหน่วยเป็นน้ำหนักของน้ำเป็น ปอนด์ ต่อ คิวบิคฟุต
2. Relative Humidity คือ ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของน้ำในอากาศเป็น เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของน้ำที่สามารถอยู่ในอากาศได้สูงสุดหรือที่อยู่ในสภาวะอิ่มตัว (Saturation) ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100%

ปริมาณความชื้นในอากาศมีผลกระทบต่อสภาวะน่าสบายโดยตรงเนื่องจากจะส่งผลให้เกิดความรู้สึกร้อนหรือเย็น ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในช่วงสภาวะน่าสบาย คือ 20-80%
(Watson, FAIA, และ Kenneth Labs, 1983; สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, 2536)

ดวงอาทิตย์ (Sun)

โดยปกติแล้วกรอบอาคารจะได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์เดินทางเข้ามายังโลกโดยการเคลื่อนผ่านชั้นบรรยากาศของโลกก่อนที่จะสัมผัสวัตถุต่างๆ บางส่วนถูกสะท้อนออกไปโดยก้อนเมฆ บางส่วนถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศและบางส่วนผ่านชั้นบรรยากาศเข้ามาสู่พื้นโลกและถูกดูดกลืนไว้ประมาณ 50% ของรังสีทั้งหมดโดยอยู่ในรูปของรังสีที่ถูกโมเลกุลในชั้นบรรยากาศทำให้กระจายออก (Diffuse Radiation) ซึ่งการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ประกอบด้วยรังสี 2 ประเภท คือ

1. รังสีคลื่นสั้น (Short Wave Radiation) เป็นรังสีที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์ ผ่านชั้นบรรยากาศต่างๆของโลกและเข้าสู่สภาพแวดล้อมโดยมีคุณสมบัติสามารถทะลุผ่านกระจกใสได้และจะถูกดูดซึมได้โดยวัสดุที่มีมวลสารโดยเฉพาะวัสดุที่มีสีเข้ม
2. รังสีคลื่นยาว (Long Wave Radiation) เกิดจากรังสีคลื่นสั้นที่ส่งผ่านวัสดุที่มีมวลสารแล้วจะคายรังสีคลื่นยาวออกมาในรูปพลังงานความร้อนซึ่งไม่สามารถทะลุผ่านกระจกใสได้และมีคุณสมบัติในการสะท้อนที่ดีกับวัสดุที่มีผิวเรียบและมีความมันเงา (Geiger, 1965)

เมื่อรังสีคลื่นสั้นผ่านชั้นบรรยากาศเข้ามาสู่ผิวโลกทั้งจากรังสีคลื่นสั้นโดยตรงจากดวงอาทิตย์ รังสีคลื่นสั้นที่กระจายจากท้องฟ้าผ่านชั้นบรรยากาศเข้ามาจะถูกดูดกลืนและสะท้อนกลับจากสภาพแวดล้อมเมื่อกระทบถูกวัสดุที่มีมวลรังสีคลื่นสั้นจะเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาวในรูปของพลังงานความร้อนและพลังงานความร้อนดังกล่าวจะมีการถ่ายเทความร้อนไปในรูปของการนำความร้อน (Conduction)การพาความร้อน (Convection) การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ถูกดูดกลืนไว้เมื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนแล้ว ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมโดยรอบสูงขึ้น (Geiger, 1965)

การถ่ายเทรังสีความร้อนที่มีผลต่ออาคาร

จากการศึกษาของ ธนิต จินดาวณิค (2539) พบว่าการถ่ายเทรังสีความร้อนที่มีผลต่ออาคารสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

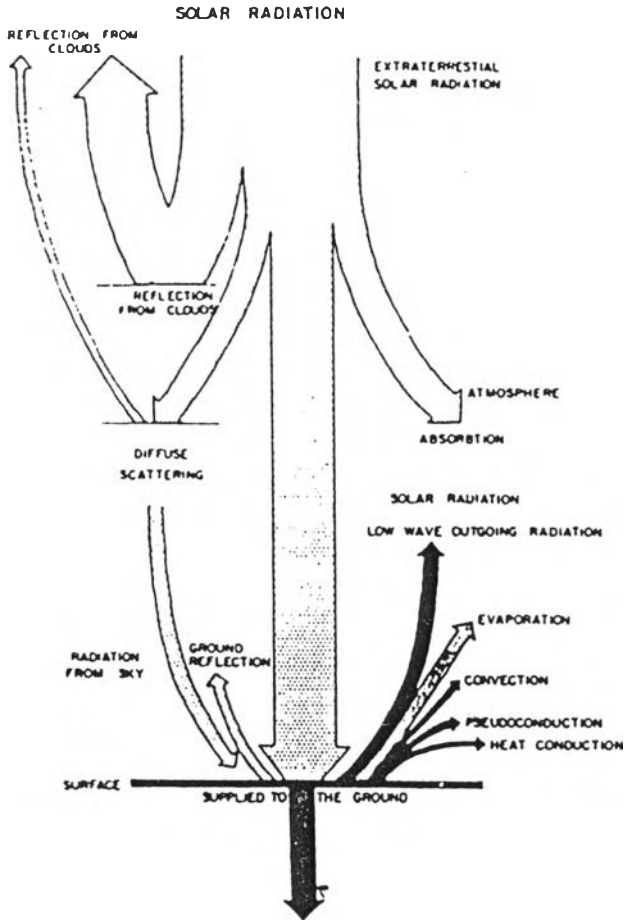
1. รังสีคลื่นสั้นโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Radiation)
2. รังสีคลื่นสั้นที่กระจายจากท้องฟ้า (Diffused Radiation)
3. รังสีคลื่นสั้นที่สะท้อนจากสภาพแวดล้อมโดยรอบ (Reflected Radiation)

เมื่อวัสดุได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ วัสดุนั้นๆจะมีการสะสมความร้อนไว้จนถึงอุณหภูมิระดับหนึ่งก็จะถ่ายเทความร้อนสู่สภาพแวดล้อมโดยรอบที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เช่นหลังคาเมื่อถูกแสงแดดและมีการเปลี่ยนจากรังสีคลื่นสั้นเป็นรังสีคลื่นยาวแล้วจะมีพลังงานความร้อนเกิดขึ้นที่ผิวหลังคาและมีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า นอกจากความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารจะเกิดจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์แล้ว ความร้อนยังเกิดจากการสะท้อนรังสีโดยก้อนเมฆและจากการรั่วซึมของอากาศภายนอกอาคารสู่ภายในอาคาร (โชติวิทย์ พงษ์เสริมผล, 2539)

แต่ปริมาณความร้อนที่โลกได้รับจะต้องมีความสมดุลย์กับปริมาณความร้อนที่โลกสูญเสียไปเพื่อให้อุณหภูมิของโลกและชั้นบรรยากาศมีความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งการลดปริมาณความร้อนบนผิวโลกมี 3 วิธี ดังนี้

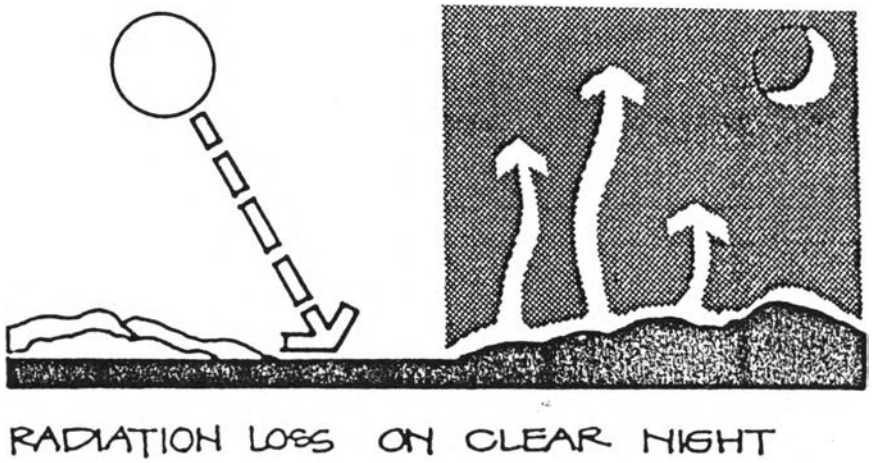
1. Long Wave Radiation Heat Exchange คือ การส่งผ่านความร้อนจากผิวโลกที่มีอุณหภูมิสูงกว่าในรูปรังสีคลื่นยาวไปสู่ชั้นบรรยากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
2. Evaporative คือ การสูญเสียความร้อนเพื่อใช้ในกระบวนการกลายเป็นไอของน้ำ
3. Convection คือ การพาความร้อนเกิดจากการที่อากาศที่ได้รับความร้อนจากผิวโลกจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะลอยตัวขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศและจะคายความร้อนสู่ชั้นบรรยากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

ส่วนในเวลากลางคืน การส่งผ่านความร้อนจะเคลื่อนตัวกลับคืนสู่ท้องฟ้า เนื่องจากท้องฟ้ามีอุณหภูมิลดต่ำกว่าพื้นผิวโลกจึงเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยมีการส่งผ่านความร้อนที่สะสมอยู่จากพื้นผิวดินออกสู่ท้องฟ้า โดยพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนนี้มีทั้งการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อนและการระเหยของน้ำของพืชคลุมดิน (Geiger, 1965)



รูปที่ 1 แสดงการส่งผ่านความร้อนมายังผิวโลกในเวลากลางวัน

ที่มา : Robinette, G. Landscape Planning for Energy Conservation. ASLA Foundation. Virginia: Mclean, 1976. pp. 15.



รูปที่ 2 แสดงการส่งผ่านความร้อนกลับสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน
ที่มา : Watson, D., FAIA; and Kenneth Labs. Climatic Design. McGraw-Hill, 1983. pp. 62

ลม (Wind)

ลมมีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อนหนาวของมนุษย์ เช่น ในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นลมจะช่วยทำให้อัตราการระเหยของเหงื่อที่ผิวหนังเร็วยิ่งขึ้นทำให้เกิดความรู้สึกเย็นลงแม้ว่าอุณหภูมิอากาศจะไม่ลดลงก็ตามโดยที่ความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 1 กม./ชม. จะมีความรู้สึกเย็นลง 0.2 ^{o}C นอกจากนี้ลมยังมีผลต่ออุณหภูมิอากาศโดยจากการทดลองพบว่าอุณหภูมิอากาศบริเวณใต้ลมของสนามหญ้ามีค่าต่ำกว่าบริเวณเหนือลม เนื่องจากลมเป็นตัวกลางในการพัดพาความร้อนออกไป ประกอบกับได้รับความเย็นจาก

การคายน้ำของต้นไม้และสนามหญ้าจึงทำให้อุณหภูมิบริเวณใต้ลมมีค่าลดลง (วิชัย อิทธิวิศวกุล, 2539) และการที่มีกระแสลมพัดผ่านผิวอาคารจะช่วยพาความร้อนที่สะสมออกไป ส่งผลให้อุณหภูมิผิวภายนอกเปลือกอาคาร (Surface Temperature) ลดลง (สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, 2536)

ลักษณะอากาศ (Precipitation)

ลักษณะอากาศในแต่ละฤดูกาลที่แตกต่างกัน เช่น ฝน หิมะ เป็นต้น มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารทำให้ปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคารแตกต่างกัน

สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะพื้นดิน (Landform & Topography)

ลักษณะรูปร่างของพื้นดินมีผลต่ออุณหภูมิอากาศ การเคลื่อนตัวของมวลอากาศและทิศทางกระแสลม นอกจากนี้ยังมีผลต่อการรับแสงแดด การสะท้อนแสง เป็นต้น (สุนทร บุญญาธิการ, 2537)

พืชคลุมดิน (Ground Covering)

พืชคลุมดินช่วยควบคุมอุณหภูมิที่ผิวดินโดยเปลี่ยนแปลงปริมาณความร้อนที่ผิวดินทำให้ผิวดินเย็นลง ลดการจุความร้อนของดินและลดการสะท้อนของรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทบผิวดินออกสู่สิ่งแวดล้อม (สุนทร บุญญาธิการ, 2537)

ต้นไม้ (Vegetation)

ต้นไม้ขนาดต่างๆสามารถควบคุมทิศทางและปริมาณของกระแสลม และช่วยลดผลกระทบจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์โดยการกรองรังสีดวงอาทิตย์ ช่วยควบคุมอุณหภูมิที่ผิวดินและลดปริมาณความร้อนที่สะสมในผิวดิน (Robinette, 1976)

แหล่งน้ำ (Water Bodies)

การที่มีแหล่งน้ำขนาดใหญ่จะช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุด (Delta T) และการทำความเย็นจากการระเหยกลายเป็นไอของน้ำ (Evaporation)ทำให้อุณหภูมิเข้าใกล้สภาวะน่าสบายมากขึ้น (สุนทร บุญญาธิการ, 2537)

ลมและสิ่งกีดขวางทิศทางลม (Wind & Wind Barrier)

กระแสลมช่วยในการนำอากาศร้อนและนำอากาศเย็นเข้ามาแทนที่ การที่มีสิ่งกีดขวางทิศทางลมถ้าทำอย่างถูกต้องจะสามารถควบคุมปริมาณและทิศทางของลมได้ แต่ในทางกลับกันกรณีที่ไม่สามารถนำอากาศภายนอกเข้ามาในอาคารได้เนื่องจากมีความร้อนสูงกว่า เช่น ภูมิอากาศแบบร้อนแห้ง การกีดขวางทิศทางลมจะช่วยลดปริมาณอากาศร้อนที่เข้าสู่ในอาคารได้ (Robinette, 1976)

การใช้ความเย็นจากดิน (Thermal Capacity of Soil)

อุณหภูมิดินในระดับความลึกต่างๆมีค่าค่อนข้างคงที่และมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26-27 ° c ซึ่งอยู่ในช่วงของสภาวะน่าสบายจึงสามารถใช้ดินเป็นแหล่งสะสมความเย็นได้ นอกจากนี้ดินยังช่วยการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าได้อีกด้วย (สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, 2536)

ในการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับการลดปริมาณความร้อนโดยใช้สวนหลังคาประกอบด้วยทฤษฎีหลัก ดังนี้

ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ได้แก่

1. พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร
2. อิทธิพลของมวลสารและการหน่วงเหนี่ยวความร้อน
3. คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน

การควบคุมอุณหภูมิโดยการปรับสภาพแวดล้อม ได้แก่

1. การปรับสภาพแวดล้อมธรรมชาติของพื้นที่ขนาดเล็ก
2. การลดอุณหภูมิอาคารโดยการปกคลุมผิวอาคาร
3. การควบคุมอุณหภูมิอากาศโดยต้นไม้
4. การใช้ความเย็นจากดิน
5. การใช้วัสดุคลุมดิน

พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

จากกฎข้อที่ 2 ของหลัก Thermodynamics กล่าวว่า "ความร้อนจะไม่สามารถผ่านจากที่เย็นไปสู่ร้อนได้ โดยปราศจากแรงกระทำภายนอก" (ASHRAE, 1989) ดังนั้นในการถ่ายเทความร้อนจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งจะต้องอาศัยตัวกลางหรือไม่ต้องอาศัยตัวกลางและจะต้องอยู่ในที่มีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ ซึ่งการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี ดังนี้

การนำความร้อน (Conduction) คือ การถ่ายเทความร้อนระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกันภายในตัวกลางเดียวกันหรือตัวกลางที่ติดกัน

การพาความร้อน (Convection) คือ การถ่ายเทความร้อนที่เคลื่อนที่ระหว่างผิวของแข็งและของไหล โดยของไหลจะเป็นตัวพาความร้อนเข้าหรือออกจากผิวของแข็ง

การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) คือ การที่พลังงานเคลื่อนที่โดยตรงในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) จากวัสดุที่ร้อนกว่าผ่านตัวกลางที่โปร่งใสหรือสุญญากาศไปสู่วัสดุที่เย็นกว่าโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลางซึ่งสสารทุกชนิดสามารถแผ่รังสีความร้อนได้ออกมามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัสดุและลักษณะของผิววัสดุ

ซึ่งลักษณะการถ่ายเทความร้อนทั้ง 3 รูปแบบนี้ต่างเป็นอิสระต่อกัน (Vary Independent) การถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมสู่กรอบอาคารโดยการแผ่รังสีความร้อนนั้นจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในด้านต่างๆของวัสดุ ได้แก่ ความสามารถในการสะท้อนรังสี ความสามารถในการคายรังสี และความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่ผิววัสดุกับสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าของมุมในการแผ่รังสี (Solid Angle) ระหว่างผิววัสดุกับสภาพแวดล้อม ส่วนการถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมสู่กรอบอาคารโดยการนำความร้อน และการพาความร้อนนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะความหยาบของผิววัสดุ (Surface Roughness) และความเร็วลมที่พัดผ่านผิววัสดุ
(ธนิต จินดาวณิค, 2539)

อิทธิพลของมวลสารและการหน่วงเหนี่ยวความร้อน

มวลสารของวัสดุมีผลกระทบต่อสภาวะน่าสบายและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตลอดจนการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อมการที่วัสดุที่มีมวลสารต่างกันจะมีความสามารถในการกักเก็บความร้อนต่างกัน วัสดุที่มีมวลสารมากและมีค่าความจุความร้อนสูง (Thermal Capacity) จะทำให้มีความสามารถในการกักเก็บความร้อนสูง ก่อให้เกิดการหน่วงเหนี่ยวความร้อน

Thermal Time Lag) ทำให้การคายความร้อนออกจากวัสดุอยู่ในอัตราที่ช้ากว่าวัสดุที่มีมวลสารน้อย

ในช่วงเวลากลางวัน วัสดุที่มีมวลสารมากจะมีอุณหภูมิของวัสดุต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศทำให้ค่าความต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างภายในและภายนอกอาคารมีค่าต่ำลง ส่งผลให้ภายในอาคารมีค่า MRT ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกซึ่งส่งผลต่อสภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคาร
(สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, 2536)

คุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน

ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนความร้อนของวัสดุนอกจากจะได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมภายนอกแล้วยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในด้านต่างๆของวัสดุด้วย โดยคุณสมบัติที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนได้แก่

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Thermal Conductivity – K)

หมายถึง ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนของวัสดุใดๆ หรือปริมาณความร้อนภายใต้สภาวะคงที่ ที่ถ่ายเทผ่าน 1 หน่วยพื้นที่ของวัสดุที่มีความหนา 1 หน่วยใน 1 หน่วยเวลา โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิววัสดุทั้ง 2 ด้าน 1 หน่วย มีหน่วยเป็น
(Btu-in/hr. ft^2. °F) และมีหน่วย SI เป็น (W/m^2. K) (Watson, FAIA, และ Kenneth Labs, 1983)

ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductance – C)

หมายถึง ค่าการนำความร้อนของวัสดุใดๆ หรือ อัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุใดๆ ต่อความหนาของวัสดุที่มีความหนามาตรฐานในพื้นที่ 1 หน่วย มีหน่วยเป็น (Btu/hr. ft^2. °F) และมีหน่วย SI เป็น (W/m^2. K) (Watson, FAIA, และ Kenneth Labs, 1983)
ซึ่งแสดงได้ตามสมการ ดังนี้

$$C = K/dX$$

โดยที่ X คือ ความหนาของวัสดุ
C คือ ค่าการนำความร้อนของวัสดุ

[illegible]

ค่าการต้านทานความร้อน (Thermal Resistance/R-Value)

เป็นค่าการแสดงประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อนของวัสดุและเป็นส่วนกลับของค่าการนำความร้อน หมายถึง จำนวนชั่วโมงสำหรับงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านความหนาของวัสดุหนึ่งในพื้นที่ 1 หน่วย เมื่อมีอุณหภูมิที่ผิววัสดุทั้ง 2 ด้านต่างกัน 1 หน่วย มีหน่วยเป็น (hr. ft^2. F/BTU) และมีหน่วย SI เป็น (m^2. K/W) (Watson, FAIA, และ Kenneth Labs, 1983) ซึ่งสามารถแสดงได้ตามสมการ ดังนี้

$$R = 1/C = dX/K$$

โดยที่ R คือ ค่าการต้านทานความร้อน

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Coefficient of Transmission/U-Value)

หมายถึง การคำนวณหาปริมาณความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารหรือออกจากตัวอาคาร เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิโดยจะใช้ U-Value เป็นหลัก (Watson, FAIA, และ Kenneth Labs, 1983)โดยมีสูตร ดังนี้

$$U = 1/\sum R \text{ หน่วย Btu/hr.ft}^2$$

โดย $\sum R$ คือผลรวมของ R-Value ของเปลือกอาคาร

ค่าการถ่ายเทความร้อนจากฟิล์มอากาศที่ผิววัสดุ (Surface Air Film Conductance)

หมายถึง ค่าการถ่ายเทความร้อนจากฟิล์มอากาศที่ผิววัสดุโดยที่อัตราการถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่พัดผ่านผิววัสดุและลักษณะพื้นผิววัสดุ (จญาดา บุญยเกียรติ, 2537)

ค่าความจุความร้อน (Heat Capacity)

หมายถึง ค่าคุณสมบัติในการจุความร้อนของวัสดุ หรือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัสดุ 1 หน่วยปริมาตร หรือ พื้นที่ผิว 1 หน่วยพื้นที่ มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 หน่วย มีหน่วยเป็น Kcal/m^3 หรือ Kcal/m^2 วัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูงจะมีความสามารถกักเก็บความร้อนไว้ได้มาก

ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนจากด้านหนึ่งของวัสดุไปสู่อีกด้านหนึ่งช้าลง ซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิผิวของวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนแตกต่างกัน มีค่าต่างกัน (จญาดา บุณยเกียรติ, 2537)

คุณสมบัติในการแผ่รังสีของพื้นผิววัสดุ (Surface Radiation)

รังสีความร้อนเป็นรังสีคลื่นยาวและมีพลังงานต่ำเมื่อรังสีตกกระทบวัสดุใดๆจะมีการสะท้อน ส่งผ่านและดูดซึมไว้ในวัสดุนั้นๆ วัสดุแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการสะท้อนรังสี ส่งผ่านรังสีและดูดซึมรังสีที่ตกกระทบผิววัสดุแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้

1. ทิศทาง (มุม) ของการแผ่รังสี ซึ่งการแผ่รังสีจะมีค่าสูงสุดในทิศทางตั้งฉาก
2. ความยาวคลื่นของการแผ่รังสี โดยการคายรังสีในเชิงสเปกตรัมในทิศทางตั้งฉากของโลหะจะลดลงเมื่อความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น
3. อุณหภูมิของพื้นผิว การคายรังสีของโลหะจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้นส่วนการคายรังสีของอโลหะจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
4. ความขรุขระของพื้นผิว กรณีที่มีความขรุขระและความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิวจะทำให้เกิดการสะท้อนรังสีได้หลายครั้ง ซึ่งมีผลทำให้การดูดซึมรังสีมีค่าสูงขึ้นและส่งผลให้ค่าการคายรังสีมีค่าสูงขึ้น
5. การเจือปนของพื้นผิว สารปนเปื้อนบนพื้นผิวทำให้คุณสมบัติในการแผ่รังสีของวัสดุเปลี่ยนไปโดยทำให้มีค่าการแผ่รังสีสูงขึ้น (โชติวิทย์ พงษ์เสริมผล, 2539)

คุณสมบัติของผิววัสดุซึ่งตอบสนองต่อการแผ่รังสีความร้อน (Surface Characteristics with Respect to Radiation)

1. ความสามารถในการดูดกลืนรังสี (Absorptivity - α) จะขึ้นอยู่กับความเข้มของสีวัสดุกล่าวคือ วัสดุสีเข้มจะต้องดูดกลืนความร้อนสูง
2. ความสามารถในการสะท้อนรังสี (Reflectivity - ρ) วัสดุผิวเรียบและมันจะมีความสามารถในการสะท้อนความร้อนและแสงได้ดีกว่าวัสดุที่มีผิวหยาบและวัสดุธรรมชาติ
3. ความสามารถในการคายรังสี (Emissivity - τ) คือความสามารถในการกระจายความร้อนของวัตถุ โดยการแผ่รังสีความร้อนหรือ Surface Emission ซึ่งขึ้นอยู่กับผิวของวัสดุ มีแนวความคิดที่จะอธิบายความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของวัสดุ คือ ความสามารถการดูดซึมรังสี (Absorptivity)
4. ความสามารถในการสะท้อนรังสี (Reflectivity) และความสามารถในการคายรังสี (Emissivity) และค่าการส่งผ่านรังสีได้ ดังนี้

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

ความสามารถการดูดซึมรังสี (Absorptivity) ความสามารถในการสะท้อนรังสี (Reflectivity) และความสามารถในการคายรังสี (Emissivity) เป็นคุณสมบัติของวัสดุในช่วงอุณหภูมิหนึ่งๆและสำหรับช่วง Spectrum คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหนึ่งๆ ผลรวมของความสามารถในการดูดซึมรังสี ความสามารถในการสะท้อนรังสีและความสามารถในการคายรังสีจะเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานที่ตกกระทบลงมา สำหรับวัสดุทึบตัน (Opaque) พลังงานที่ถูกส่งผ่านจะเท่ากับศูนย์ ดังนั้นผลรวมของความสามารถในการดูดซึมรังสี ความสามารถในการสะท้อนรังสี จะเท่ากับ พลังงานของรังสีเมื่อถูกดูดซึมโดยวัสดุ โดยจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนและพลังงานความร้อนนี้จะแผ่หรือนำออกมาจากวัสดุในรูปของรังสีคลื่นยาว (Watson, FAIA, และ Kenneth Labs, 1983; โชติวิทย์ พงษ์เสริมผล, 2539)

Sol-Air Temperature

Sol-Air Temperature คือ อุณหภูมิประมาณการของอากาศที่ติดอยู่กับวัสดุ เมื่อไม่มีอิทธิพลจากการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนจะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารในอัตราเทียบเท่ากับสภาวะที่มีอิทธิพลจริงจากรังสีดวงอาทิตย์ จากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อมและท้องฟ้าและจากการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายนอก (ASHRAE, 1989)

สามารถคำนวณ Sol-Air Temperature ได้จากสมการ ดังนี้

$$\textbf{Sol-Air Temperature} = T_e = T_o + (I\alpha / h_o) - (\varepsilon\Delta R / h_o)$$

T_e = Sol-Air Temperature

T_o = อุณหภูมิอากาศภายนอก

I = รังสีความร้อนที่ตกกระทบทั้งหมด (Total Solar Radiation Incident on the Surface) (Btu/hr. ft^2)

H_o = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผิวซึ่งรวมทั้ง Long Wave Radiation และ Convection (Btu/hr. ft^2)

ΔR = อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของผิววัสดุกับสภาพแวดล้อมและท้องฟ้า (Btu/hr. ft^2)

ε = สัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนออกจากผิว (Hemispherical Emitance of the Surface)

อิทธิพลของสีและพื้นผิวหลังคาอาคารต่อการแผ่รังสีความร้อน

สีภายนอกอาคารและลักษณะพื้นผิวหลังคาอาคารจะมีอิทธิพลต่อปริมาณการแผ่รังสีความร้อนที่ถูกดูดซึมในหลังคาตอนกลางวัน และจะมีอิทธิพลต่อการสูญเสียความร้อนจากหลังคาสู่ท้องฟ้าในตอนกลางคืน ซึ่งจะมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิภายในอาคาร จากการศึกษาของ Givoni (1976) พบว่าอาคารที่มีมีหลังคาโบกปูนทาสีขาว อุณหภูมิผิวใต้ฝ้าเพดานจะต่ำกว่าอากาศด้านบนตลอดช่วงเวลากลางวันเสมือนว่าหลังคาเป็นเครื่องทำความเย็นให้แก่อาคาร โดยทั่วไปอุณหภูมิผิวภายนอกหลังคาโบกปูนสีขาวจะต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอก

การควบคุมอุณหภูมิโดยการปรับสภาพแวดล้อม

จากการรวบรวมข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย พบว่าได้มีการทำการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอุณหภูมิด้วยการปรับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การปรับสภาพแวดล้อมธรรมชาติของพื้นที่ขนาดเล็ก (Micro Climate)

การปรับสภาพแวดล้อมธรรมชาติของพื้นที่ขนาดเล็กมีจุดประสงค์เพื่อให้สภาพอากาศในบริเวณนั้นใกล้เคียงกับสภาวะน่าสบายมากที่สุด สามารถจำแนกได้ ดังนี้ (Robinette, 1976)

1. การปรับสภาพพื้นผิว (Topographical) การปรับสภาพพื้นผิวมีผลต่ออุณหภูมิอากาศและการเคลื่อนตัวของมวลอากาศและทิศทางของกระแสลม

2. การใช้ต้นไม้ (Vegetation) โดยการใช้ต้นไม้ขนาดและตำแหน่งที่ต่างกัน เพื่อควบคุมสภาพอากาศทิศทางและความเร็วลม

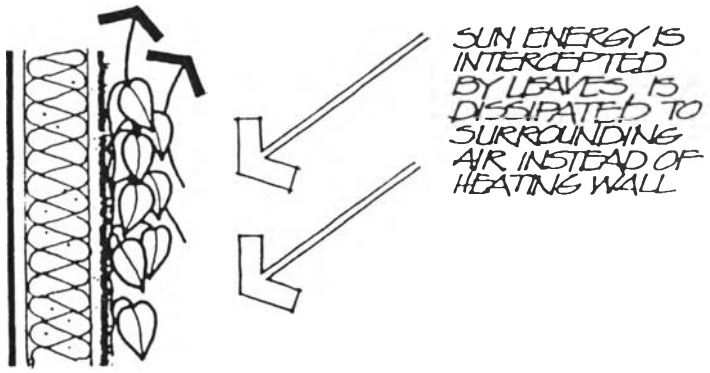
3. การใช้พืชคลุมดิน (Ground Covering) เพื่อช่วยลดอุณหภูมิที่พื้นผิวและสร้างความเย็น (Cool Air Pocket) ที่บริเวณผิวดิน

5. การใช้ความเร็วลม (Wind Speed) เพื่อช่วยในการพัดพาความร้อนออกไปและพัดพาอากาศเย็นเข้ามาแทนที่อากาศร้อน

6. การใช้น้ำ (Water Bodies) โดยอาศัยความเย็นจากผิวน้ำที่เกิดจากการระเหยกลายเป็นไอของน้ำ (Evaporation)

การลดอุณหภูมิผิวของอาคารโดยการปกคลุมผิวอาคาร

จากการศึกษา พบว่า เถาไม้เลื้อย (Vines) ที่ปกคลุมอยู่บริเวณผนังอาคารสามารถลดอุณหภูมิผนังได้ โดยการบังเงาให้กับผนังอาคาร (Shading)และการระเหยของน้ำ ซึ่งสามารถทำให้อุณหภูมิผนังอาคารลดลงได้ 5 -10 ° F (3-6 ° C) จากการวัดอุณหภูมิของเถาไม้เลื้อยที่ไม่หนาแน่นมาก (หนาประมาณ 3 นิ้ว หรือ 7.6 เซนติเมตรและความหนาแน่นประมาณ 80%) ในสภาวะที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากแสงแดดโดยตรงและเมื่อได้รับอิทธิพลจากแสงแดดโดยตรงสูงสุด อุณหภูมิที่วัดได้จากผนังที่มีเถาไม้เลื้อยปกคลุมจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าผนังที่ไม่มีอะไรปกคลุมถึง 10-15 ° F (6-8 ° C) (Watson, FAIA, และ Kenneth Labs, 1983)



รูปที่ 3 แสดงการลดอุณหภูมิผิววัสดุโดยใช้เถาไม้เลื้อยปกคลุม
ที่มา : Watson, D., FAIA; and Kenneth Labs. Climatic Design. McGraw-Hill, 1983. pp. 165.

คุณสมบัติการสะท้อนรังสีความร้อนของวัสดุชนิดต่างๆพบว่าวัสดุธรรมชาติเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติการสะท้อนรังสีความร้อนต่ำ พื้นผิวอาคารโดยเฉพาะพื้นผิวในแนวนอนจะเป็นแหล่งสะสมความร้อนและสะท้อนความร้อนเข้าสู่อาคารเป็นจำนวนมาก ปริมาณความร้อนที่สะท้อนเข้าสู่อาคารจะขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวที่รับแสง ดังนั้นในการออกแบบอาคารที่ต้องการลดปริมาณความร้อนสะท้อนเข้าสู่อาคารจึงควรใช้วัสดุปกคลุมพื้นผิวที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนรังสีความร้อนต่ำ

จากการศึกษาของ Mecklenberg (1970) ได้ทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิวของหญ้าเทียม (Artificial Turf) หญ้า (Living Glass) และดินเหนียว (Clay) พบว่า หญ้าเทียมซึ่งเป็นวัสดุปกคลุมที่มีมวลสารน้อยและไม่มีน้ำเป็นองค์ประกอบจะมีความสามารถเก็บความร้อนไว้ได้น้อยมีระยะเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนน้อย และมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและสูงกว่าหญ้าธรรมชาติซึ่งเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อยเช่นเดียวกันแต่มีกระบวนการลดความร้อนจากการระเหยของน้ำและหญ้าเทียมยังมีอุณหภูมิที่ผิววัสดุในเวลากลางวันสูงกว่าดินเหนียวซึ่งเป็นวัสดุที่มีมวลสารมากกว่าและมีความสามารถในการเก็บความร้อนได้มากกว่าแต่ดินเหนียวมีกระบวนการลดความร้อนจากการระเหยของน้ำจึงทำให้อุณหภูมิไม่สูงเหมือนหญ้าเทียม

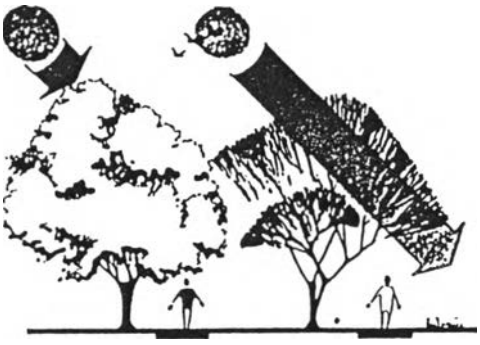
นอกจากนี้ยังมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ผิววัสดุของ หญ้าชุ่มน้ำ แอสฟัลท์ หญ้าแห้งและหญ้าเทียม พบว่าหญ้าชุ่มน้ำจะมีอุณหภูมิต่ำที่สุดตลอดเวลาและอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก หญ้าเทียมจะมีอุณหภูมิสูงกว่าวัสดุอื่นในช่วงเช้าถึงบ่าย หญ้าแห้งเป็นวัสดุที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วแต่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหญ้าเทียมแต่ในช่วงเย็นจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่า ส่วนแอสฟัลท์เป็นวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิช้าแต่มีอัตราเร็วกว่าหญ้าชุ่มน้ำและในช่วงบ่ายจนถึงกลางคืนจะมีอุณหภูมิสูงที่สุด สรุปได้ว่า มวลสารของวัสดุและกระบวนการถ่ายเทความร้อนโดยการระเหยของน้ำของวัสดุธรรมชาติมีผลต่ออุณหภูมิที่ผิววัสดุ

การศึกษาของ Taylor และ Pingel (1951) พบว่า อุณหภูมิผิวดินในบริเวณที่มีหญ้าจริง จะเย็นกว่าบริเวณที่เป็นหญ้าเทียม เนื่องจากกระบวนการลดความร้อนโดยการระเหยกลายเป็นไอ การที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันเป็นผลมาจากการดูดซับความร้อนของดวงอาทิตย์ การวัดการสะท้อนแสงพบว่า หญ้าสะท้อนแสง 2.94 เท่า หญ้าเทียมและแอสฟัลท์สะท้อน 1.78 เท่า ส่วนการดูดซับความร้อน หญ้าดูดซับ 78.4 % แอสฟัลท์ 87% และหญ้าเทียม 92.7%

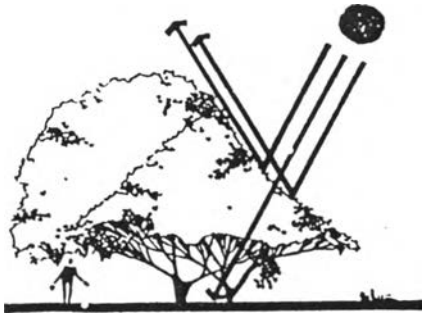
การควบคุมอุณหภูมิอากาศโดยต้นไม้

จากการศึกษาของ วิชัย อิทธิวิศวกุล (2539) พบว่าอุณหภูมิอากาศใต้ต้นไม้จะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวัน เนื่องมาจากความเย็นที่เกิดจากการคายน้ำของใบไม้ รวมทั้งพุ่มใบของต้นไม้จะช่วยบังเงาให้กับพื้นที่ด้านล่างและช่วยลดปริมาณการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ โดยการดูดซับความร้อนจากการแผ่รังสี การสะท้อนรังสี การแผ่รังสีที่เก็บสะสมโดยต้นไม้และการส่งผ่าน ซึ่งส่งผลให้ปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวน้อยลง ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ต้นไม้เพื่อช่วยบังเงาให้แก่เปลือกอาคารเพื่อลดอุณหภูมิผิววัสดุ (Surface Temperature) นอกจากนี้ต้นไม้ยังช่วยสกัดกั้นความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์โดยการเปลี่ยนพลังงานความร้อนด้วยการสังเคราะห์แสง ซึ่งมีการสูดน้ำจากดินและเปลี่ยนรูปโดยการกลายเป็นไอ

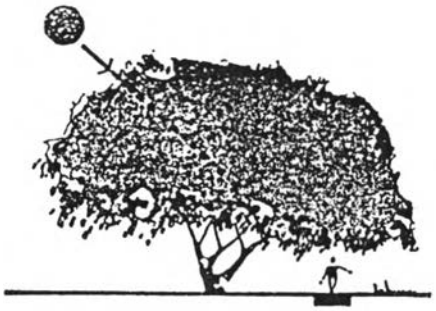
การเปลี่ยนสถานะจากน้ำกลายเป็นไอน้ำนั้นมีการใช้ความร้อนประมาณ 1,000 BTU ต่อน้ำ 0.45 ลิตร หากต้นไม้มีขนาดใหญ่พอจะสามารถเปลี่ยนสถานะของน้ำกลายเป็นไอน้ำได้ประมาณ 5.5 ลิตรต่อชั่วโมงหรือ 12,000 BTU (สุนทร บุญญาธิการ, 2539) นอกจากนี้ต้นไม้ยังช่วยทำให้อุณหภูมิพื้นดินที่อยู่ใต้ร่มเงาของต้นไม้ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักจากการศึกษา พบว่าในช่วงเวลาที่แดดจัดอุณหภูมิใต้ต้นไม้เย็นกว่าอุณหภูมิเหนือลานคอนกรีตมากกว่า 10 ^{o}C (สุนทร บุญญาธิการ, 2539)



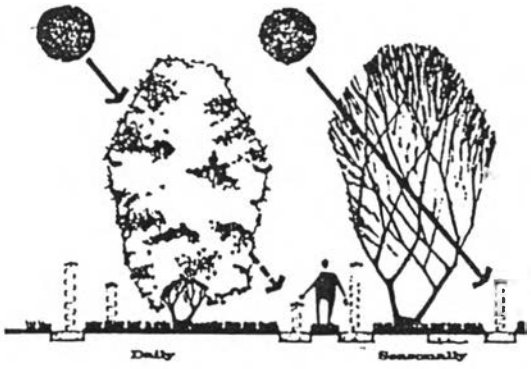
การกรองและดูดซับรังสีความร้อน



การสะท้อนรังสีความร้อน



การให้ร่มเงา



การคายน้ำ

รูปที่ 4 คุณสมบัติในด้านกันความร้อนของต้นไม้

ที่มา : Robinette, G. Landscape Planning for Energy Conservation. ASLA Foundation. Virginia: Mclean, 1976. pp 12.

การใช้ความเย็นจากดิน

จากการศึกษาของ วิชัย อิทธิวิศวกุล (2539) พบว่า ดินเป็นวัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูงเนื่องจากมีมวลสารมากอุณหภูมิของดินในระดับความลึกต่างๆมีค่าค่อนข้างคงที่และมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวัน โดยค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเกือบตลอดปีอยู่ที่ 26-27 C ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวเป็นอุณหภูมิที่อยู่ในขอบเขตของสภาวะน่าสบาย ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้กับอาคารโดยใช้ดินเป็นแหล่งสะสมความเย็น (Cooling Source) ให้กับอาคารนอกจากที่จะได้รับความเย็นจากดินแล้ว ดินจะช่วยลดผลกระทบอันเกิดจากการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างภายในอาคารหรือตัวคนไปสู่สภาพแวดล้อมที่เย็นกว่าอีกด้วย

จากการศึกษาของ อเนก ธีระวิวัฒน์ชัย (2537) พบว่า การใช้หญ้าเปียกและดินเปียกสามารถทำความเย็นให้กับผิวดินได้ดีเนื่องจากจะเป็นสิ่งปกคลุมดินและลดอิทธิพลจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์โดยเฉพาะกรณีที่มีกระแสลมแรงอุณหภูมิที่ผิวดินเปียกและหญ้าเปียกจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกและการที่มีต้นไม้หรือพุ่มไม้ขนาดเล็กคลุมหน้าดินความเย็นที่ผิวดินจากหญ้าเปียกและดินเปียกสามารถเหนี่ยวนำให้ดินที่ในระดับความลึก 0.60 ม. มีความเย็นเพียงพอที่จะนำมาประยุกต์ใช้เป็นแหล่งความเย็นให้แก่อาคารและลดภาระในการปรับอากาศได้

การใช้พืชคลุมดิน (Ground Covering)

การแผ่รังสีความร้อนเมื่อกระทบสู่ผิวดินจะถูกเปลี่ยนสถานะเป็นพลังงานความร้อนโดยที่ส่วนหนึ่งจะถูกเก็บสะสมไว้ที่ผิวดิน บางส่วนสะท้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า พืชคลุมดิน เช่น หญ้าและพืชคลุมดินชนิดต่างๆจะช่วยปกคลุมผิวดินและลดการแผ่รังสีความร้อนลงและจะสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ และจะดูดกลืนไว้บางส่วนพืชคลุมดินจะทำหน้าที่คล้ายพุ่มใบของต้นไม้ที่ช่วยกรองรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และยังมีการคายน้ำ ก่อให้เกิดความชื้นเหนือพุ่มใบทำให้ความร้อนที่พัดมาโดยลมลดลงทำให้อุณหภูมิบริเวณพืชคลุมดินลดลงไปด้วย (สุนทร บุญญาธิการ, 2539)

นอกจากนี้พืชคลุมดินยังช่วยลดความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างภายนอกและภายในอาคารอีกทั้งสีเขียวของพืชจะช่วยทำให้เกิดความสบายตา (Visual Comfort) และลดความจ้า (Glare) ลงอีกด้วย