บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เขตสบาย (Comfort Zone)

เขตสบาย เป็นขอบเขตของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกร้อน-หนาวของมนุษย์ โดยทั่วไปหมายถึงเขตที่มนุษย์ตัดสินไม่ได้ว่าร้อนหรือหนาว

2.1.1 **ความสบายของมนุษย์** (Human Comfort) จากการที่ความสบายของมนุษย์มีหลายประเภท เนื่องจาก "ความรู้สึกสบาย หรือแม้แต่ความรู้สึกไม่สบาย ขึ้นอยู่กับการทำงานร่วมกันของอวัยวะรับความรู้สึก เช่น ตา, หู, จมูก, การรู้สึกจากสัมผัส, การรู้สึกจากความร้อน และสมอง" (Bradshaw, 1993: 10) ความสบายของมนุษย์จึงตั้งอยู่บนพื้นฐานของเรื่อง ความสบายทางด้านสายตา, ความสบายทางด้านเสียง, ความสบายทางด้านระดับคุณภาพอากาศ และความสบายในเชิงอุณหภูมิ

จากการศึกษา (สุนทร บุญญาธิการ, 2542) พบว่าความต้องการของมนุษย์ในด้านความสบายในปัจจุบันเพื่อให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีตั้งอยู่บนพื้นฐาน 7 ประการ ได้แก่

1. ความรู้สึกร้อน-หนาวที่พอเหมาะ (Thermal Comfort)
2. แสงสว่างที่เหมาะสมและพอเพียง (Lighting Comfort)
3. คุณภาพเสียงที่เหมาะสม (Acoustical Comfort)
4. ทัศนวิสัยที่สบายตา (Visual Comfort)
5. คุณภาพอากาศภายในที่ดี (Indoor Air Quality)
6. ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน (Security and Safety)
7. เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology)

โดยทั่วไป มนุษย์จะมีชีวิตอยู่ได้ไม่ว่าสภาพภูมิอากาศจะเลวร้ายเพียงใด แต่ร่างกายจะรู้สึกสบายที่สุดในช่วงอุณหภูมิแคบๆ เท่านั้น

2.1.2 **มาตราวัดความสบาย** (Thermal Scale) หรือ ดัชนีอุณหภูมิ (Thermal Indices) ได้มีการทดลองเริ่มต้นด้วยการสร้างห้องพิเศษซึ่งสามารถปรับระดับสภาวะอากาศภายในห้องให้มีอุณหภูมิตั้งแต่ร้อนจัดจนกระทั่งหนาวจัดได้ ปฏิกิริยาของผู้ถูกทดลองซึ่งอยู่ภายในห้องดังกล่าวจะถูกประเมินค่าออกมาโดยระเบียบวิธีทางสถิติ มาตราวัดความสบายที่ชี้ถึงขนาดของอุณหภูมิที่เหมาะสมเท่าที่ทำการค้นคว้าทดลองกันมานั้นมีประเภทที่สำคัญดังนี้

Effective Temperature (ET) Scale หรือเรียกว่า "มาตราอุณหภูมิสมประสงค์" เป็นมาตราวัดความสบายแรกถูกสร้างขึ้นโดย Houghton และ Yaglou ในปี พ.ศ. 2466 โดยทำการทดลองที่ ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers) ผลของการทดลองได้ถูกร่างลงในตาราง ซึ่งใช้วัดในด้านของจิตใจ และทำให้เกิดเส้น "Equal Comfort Line" ได้มาโดยการปรับตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศในห้องทดลองตามความรู้สึกของมนุษย์ ซึ่งเดิมอยู่ในห้องที่มีอากาศนิ่งและมีความชื้น 100 เปอร์เซ็นต์

Houghton และ Yaglou ระบุว่า มาตราอุณหภูมิสมประสงค์ มีเขตสบายที่ความชื้นสัมพัทธ์ 30-70 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิสมประสงค์มีค่า 18.9 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ระหว่าง 17.2 - 21.7 องศาเซลเซียส สำหรับทั้งบุรุษและสตรี (ไม่ใช่ฐานข้อมูลฤดูหนาว กิจกรรมเป็นการพักผ่อน และสวมเสื้อผ้าปกติ) ในขณะที่ Rowley มีการศึกษาทั้งการทดลองในห้องปฏิบัติการ และการสำรวจพบว่า มาตราอุณหภูมิสมประสงค์ประมาณค่าเกินควรในเชิงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อความรู้สึกอบอุ่น และความสบายในอุณหภูมิทั่วไป รวมทั้งประมาณค่าต่ำกว่าในเชิงอิทธิพลที่มีต่ออุณหภูมิสูงYaglou จึงได้เสนอทฤษฎีที่จะพัฒนามาตราอุณหภูมิสมประสงค์บนพื้นฐานของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิว (Mean Skin Temperature) ขึ้นในเวลาต่อมา (Houghton and Yaglou, 1924; Rowley, 1947; Yaglou, 1947 cited in Olgyay, 1992)

Corrected Effective Temperature (CET) Scale หรือเรียกว่า "มาตราอุณหภูมิสมประสงค์แท้" จะคำนึงถึงผลกระทบของตัวแปร 4 ตัวคือ อุณหภูมิ, ความชื้น, การเคลื่อนไหวของอากาศ และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน

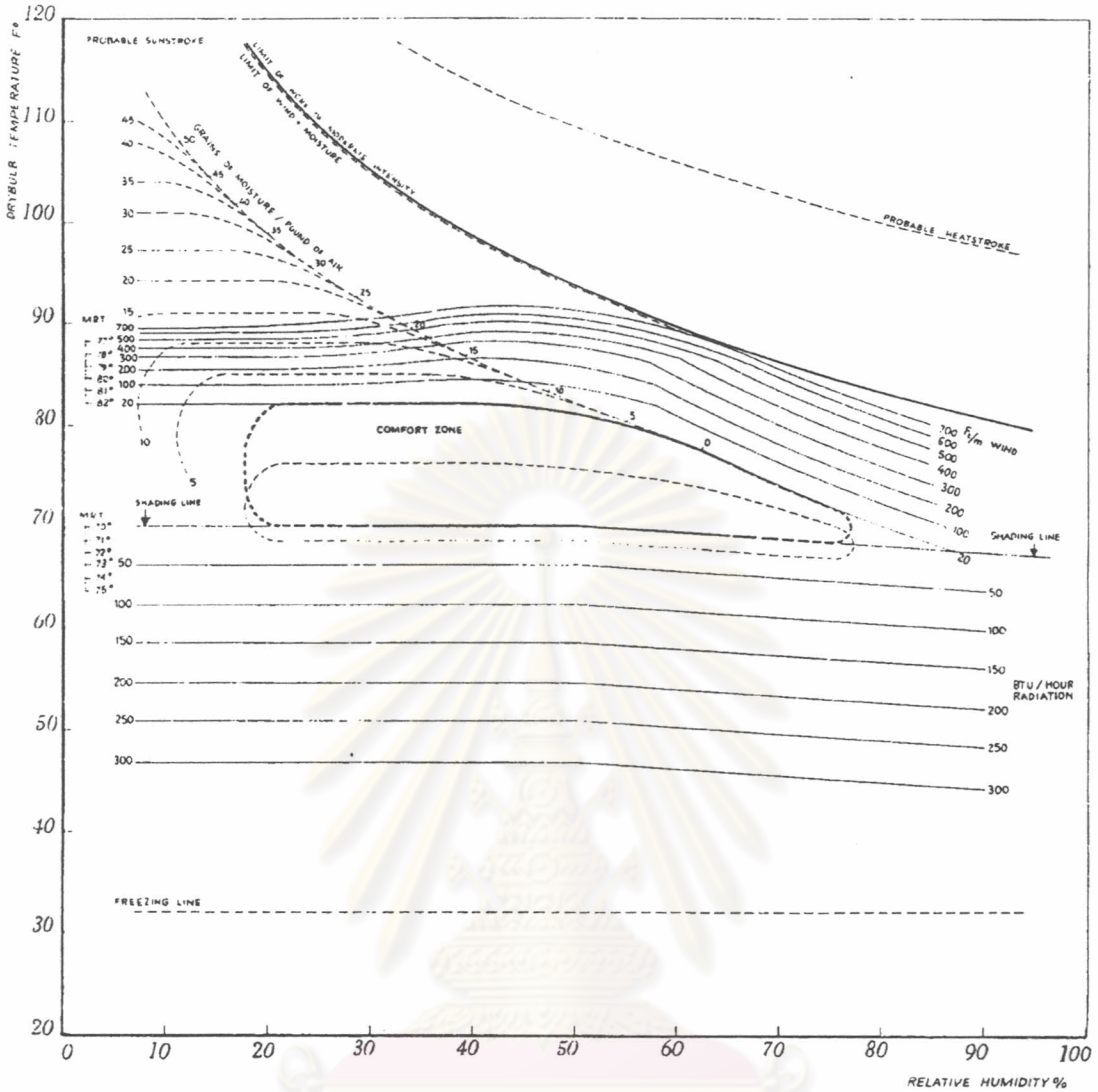
Resultant Temperature (RT) Scale ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Missinard ในประเทศฝรั่งเศส โดยปรับปรุงเล็กน้อยจาก "มาตราอุณหภูมิสมประสงค์แท้" มีค่าความเชื่อมั่นสูงต่อเมื่ออยู่ภายใต้อุณหภูมิในระดับปานกลาง แต่ไม่ใช่สภาพแบบเมืองร้อน ทั้งนี้เนื่องจากมาตราวัดความสบายนี้ ไม่อนุญาตให้ผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศเกินกว่า 35 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์เกินกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

Predicted Four Hour Sweat Rate (P4SR) Scale เป็นมาตราวัดความสบายที่ได้มาจากการหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความรู้สึกของผู้ถูกทดลองกับการวัดอุณหภูมิ เป็นการตัดสินการถูกกระทำของร่างกายโดยอาศัยอัตราการไหลของเหงื่อจากร่างกาย เป็นเครื่องบ่งชี้ประการหนึ่ง และนอกจากนี้ยังดูที่การเต้นของชีพจร และอุณหภูมิภายในร่างกายอีกด้วย มาตราดังกล่าวเชื่อถือได้มากที่สุดสำหรับสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง แต่ไม่เหมาะกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 28 องศาเซลเซียส และไม่คำนึงถึงผลกระทบจากความเย็นของการเคลื่อนไหวของอากาศภายใต้ความชื้นระดับสูง (McArdle, 1947 อ้างถึงใน วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์, 2542)

Heat Stress Index (HSI) เป็นมาตราวัดความสบายหนึ่งที่ได้พัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา ข้อสมมติฐานทางด้านกายภาพได้ถูกตั้งขึ้นมา รวมตลอดถึงวิธีการในการคำนวณค่าก็เข้ามาเกี่ยวข้องกับการค้นหาตัวชี้ถึงการกดดันของความร้อน บนพื้นฐานของการวัดสภาพแวดล้อม มีการวัดผลผลิตของความร้อนจากกระบวนการย่อยสลายอาหารให้เป็นพลังงาน (Metabolism) ของผู้ถูกทดลอง ซึ่งถูกให้ทำงานหลายต่อหลายชนิดและนำเอามาเป็นการชี้ถึงความเครียดทางความร้อน (Heat Stress) มาตรานี้เชื่อถือได้สำหรับอุณหภูมิอากาศระหว่าง 27-35 องศาเซลเซียส ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 30-80 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับความชื้นในระดับต่ำเมื่อมีอุณหภูมิสูง (Belding and Hatch, 1956 อ้างถึงใน วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์, 2542)

Bioclimatic Index เป็นมาตราวัดความสบายซึ่ง Olgyay (1992) มีแนวความคิดว่า ไม่มีมาตราวัดความสบายหรือดัชนีอุณหภูมิซึ่งมีรูปลักษณ์หนึ่งเดียว ทั้งนี้เนื่องมาจากองค์ประกอบทั้ง 4 ประการ ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้น, อิทธิพลของความเร็วลม และอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ มีผลต่อระดับความสบายของอากาศ ได้ถูกควบคุมด้วยวิถีทางที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้สร้าง แผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) ที่รวบรวมองค์ประกอบทั้งหมดขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



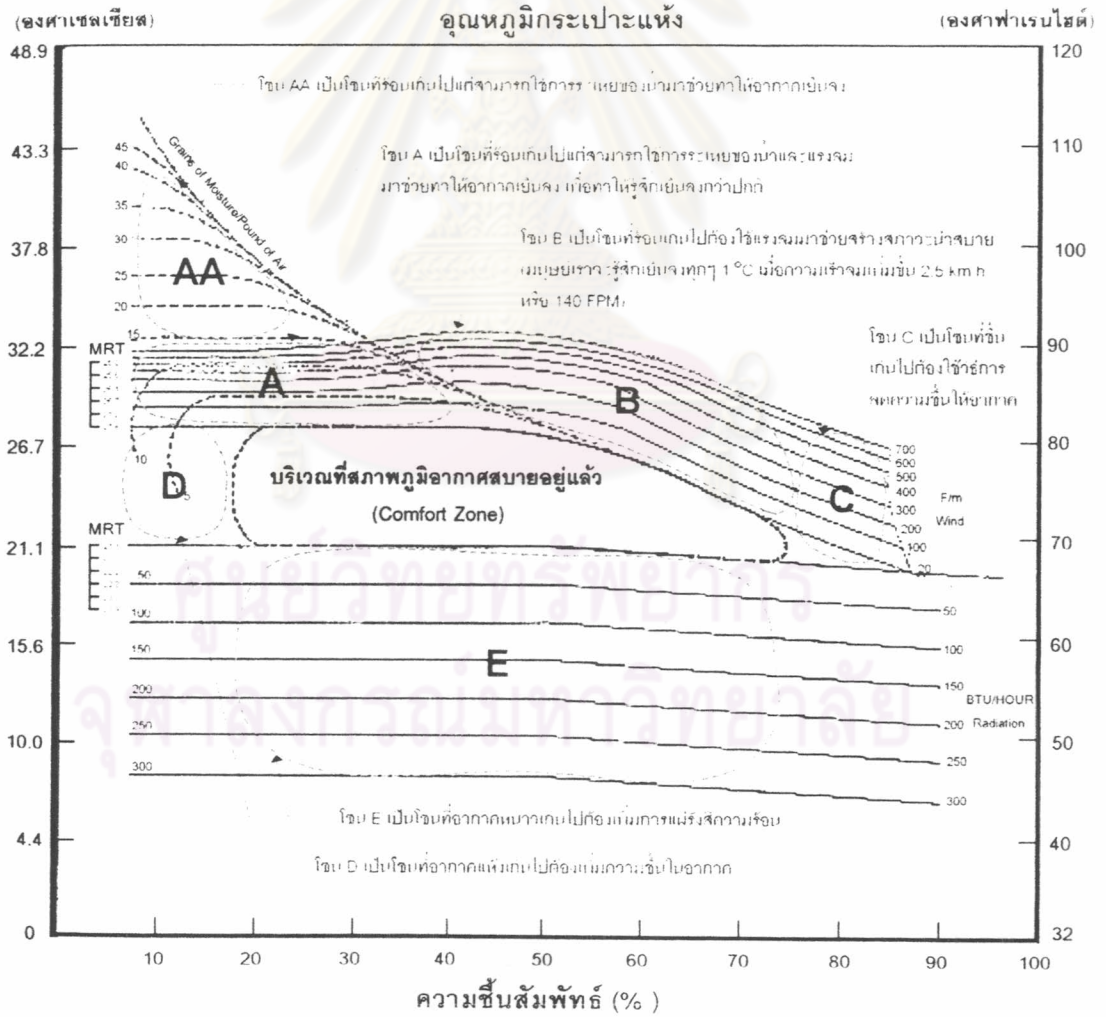
แผนภูมิ 2.1 แผนภูมิ Bioclimatic สำหรับที่อยู่อาศัยของโซนที่มีสภาพอากาศไม่รุนแรงในสหรัฐอเมริกา (Olgyay, 1992: 22)

แผนภูมิไบโอไคลเมติกถูกสร้างโดยให้แกน X เป็นอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) และให้แกน Y เป็นความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) โดยมีเขตสบายที่ถูกกำหนดขอบเขตไว้ตรงกลางแผนภูมิ รวมทั้งแสดงให้เห็นอิทธิพลของสภาพแวดล้อมโดยการเพิ่มเส้นที่ระดับของความสบายนี้ถูกทำให้สูงขึ้นโดยผลของการเคลื่อนไหวของอากาศประการหนึ่ง และที่ถูกทำให้ต่ำลงโดยผลของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบอีกประการหนึ่ง โดยมนุษย์จะรู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์

"มาตราดังกล่าวระบุว่า เหมาะสำหรับการอยู่อาศัยในเขตภูมิอากาศที่ไม่รุนแรงของสหรัฐอเมริกา ที่ความสูงไม่เกิน 300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ด้วยการสวมใส่เสื้อผ้าปกติ และมีกิจกรรมธรรมดา เช่น นั่งพักผ่อน" (Olgyay, 1992: 22)

จากแผนภูมิดังกล่าว สุนทร บุญญาธิการ (2542) ได้ทำการปรับปรุงโดยเพิ่มคำอธิบายเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น (ดังแสดงในแผนภูมิ 2.2) โดยแสดงเขตสบายและเทคนิคการปรับแต่งสภาพภูมิอากาศนอกเขตสบายในแต่ละโซน โซน A, B, C, D และ E เป็นบริเวณที่อยู่นอกขอบเขตสบาย โดยที่โซน A, AA และ B มีสภาพภูมิอากาศร้อนเกินไป โซน C ชื้นเกินไป โซน D แห้งเกินไป และโซน E หนาวเกินไป

การศึกษาของสุนทร บุญญาธิการ และ บัณฑิต เอื้ออาภากรณ์ (2539) พบว่าสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในโซน B และ C ซึ่งมีลักษณะค่อนข้างร้อนและมีความชื้นมากเกินไป



แผนภูมิ 2.2 แผนภูมิไบโอไคลเมติกที่ปรับปรุงจากแผนภูมิของ Olgyay (สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 39)

2.1.3 **ตัวแปรที่มีผลต่อเขตสบาย** Fanger (1970) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้สึกสบายของมนุษย์อย่างละเอียดพบว่า ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรม และมีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาว หรือเขตสบาย มีอยู่ด้วยกัน 4 ตัวแปร ดังนี้

1.อุณหภูมิอากาศ (Ambient Air Temperature)

2.ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity: RH)

3.อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature: MRT)

4.ความเร็วลม (Air Velocity)

และตัวแปรด้านบุคคล 2 ตัวแปร ดังนี้

5.เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clo-Value)

6.อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism Rate)

อุณหภูมิอากาศ จะเป็นตัวหลักในการบ่งบอกถึงความรู้สึกร้อนหนาวโดยอุณหภูมิอากาศในเขตสบายอยู่ระหว่าง 20-27 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่สูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ การทำความร้อนหรือการทำความเย็นก็มีความจำเป็นเพื่อปรับสภาพให้เข้าอยู่ในเขตสบาย

ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ คือ สัดส่วนของความชื้นในอากาศเมื่อเทียบกับปริมาณสูงสุดที่อากาศมีความชื้นได้โดยไม่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์อาจอยู่ในช่วง 20–75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเขตสบาย และร่างกายมนุษย์จะรู้สึกถึงผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ เมื่ออุณหภูมิอากาศไม่ต่ำกว่า 19.8 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า 24.75 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ วัดค่าโดยการหาค่าความถ่วงเฉลี่ยของรังสีความร้อนในพื้นผิวห้อง ที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม รวมถึงแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมาโดยตรง

การเคลื่อนที่ของอากาศ หรือลม จะนำความร้อนออกไปได้โดยการระเหยกลายเป็นไอ การพัดพาความร้อนรอบ ๆ ตัวออกไป เป็นการเร่งการระเหยของเหงื่อ ทำให้รู้สึกเย็นเร็วขึ้น ดังนั้นกระแสลมภายในและภายนอกอาคารจึงมีความสำคัญต่อความรู้สึกสบายของมนุษย์ กระแสลมอ่อน ๆ ภายนอกอาคารสามารถควบคุม โดยใช้ประโยชน์จากความเร็วลมและทิศทางที่กระแสลมพัดผ่าน (Foster, 1994)

การใช้ประโยชน์จากลมได้มากที่สุด ต้องทำให้ลมร้อนจากสภาพแวดล้อมพัดผ่านบริเวณที่เย็นรอบ ๆ อาคารก่อนที่จะพัดเข้าสู่ภายในอาคาร เช่น ใต้ร่มไม้ หรือใกล้ระดับผิวดิน จึงจะทำให้ภายในอาคารอยู่ใกล้เขตสบาย (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

เสื้อผ้าที่สวมใส่ เนื่องจากเสื้อผ้าเป็นสิ่งกีดขวางการระเหยกลายเป็นไอของเหงื่อ และขัดขวางการพาความร้อนออกจากร่างกาย การใส่เสื้อผ้าหนา ๆ จะยิ่งทำให้รู้สึกร้อน ในเขตที่มีภูมิอากาศร้อน จึงควรใส่เสื้อผ้าที่ระบายเหงื่อได้ดี และไม่หนาจนเกินไป

อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย เป็นปฏิกิริยาทางกายภาพของมนุษย์ เมื่อร่างกายต้องการความเย็นเพิ่มขึ้น ระดับของการเผาผลาญพลังงานก็จะเพิ่มขึ้น เกิดการสูญเสียความร้อนจากร่างกายไปสู่สภาพแวดล้อมมากขึ้น ทำให้ร่างกายรู้สึกเย็นเร็วขึ้น เมื่อร่างกายไม่ต้องการความเย็นก็ไม่จำเป็นต้องมีการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้น จึงไม่มีการสูญเสียความร้อนให้แก่สภาพแวดล้อม (Fanger, 1967 อ้างถึงใน พรรณชลัท สุริโยธิน, คมกฤช ชูเกียรติมั่น และอุษณีย์ มิ่งวิมล, 2541)

2.1.4 ตัวแปรที่จะช่วยทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริง

จากการศึกษาของ Olgyay (1992) พบว่าในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ตัวแปรที่จะช่วยทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริง สามารถสรุปได้ดังนี้

ความเร็วลม จากการวิเคราะห์อิทธิพลของความเร็วลมที่มีต่อความรู้สึกของมนุษย์เมื่อใช้ลมเป็นตัวแปรเพียงตัวเดียวในสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูง พบว่าทุกๆ 100 ฟุตต่อนาทีของความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น จะทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลงประมาณ 0.4 องศาเซลเซียส หมายความว่าแม้อุณหภูมิอากาศจะร้อนกว่าปกติ แต่ถ้ามีความเร็วลมเพียงพอ จะเสมือนว่าอยู่ในเขตสบายได้ แต่ความเร็วลมก็ถูกจำกัดด้วยผลกระทบจากความรู้สึกของมนุษย์ ดังแสดงในตาราง 2.1

ความเร็วลม	ผลกระทบจากความรู้สึกของมนุษย์	ผลของอุณหภูมิ
จนถึง 50 fpm	ไม่รู้สึกว่ามีกระแสลม	ไม่ถึง 0.2 ^{o}C
50 –100 fpm	สบาย	ต่ำลง 0.2 – 0.4 ^{o}C
100 – 200 fpm	โดยทั่วไปสบาย แต่รู้สึกว่ามีกระแสลม	ต่ำลง 0.4 – 0.8 ^{o}C
200 – 300 fpm	รู้สึกว่ามีกระแสลมเบาบาง จนถึงรู้สึกถูกรบกวน ต้องการการวัดที่ถูกต้องถ้านำไปใช้งาน	ต่ำลง 0.8 – 1.2 ^{o}C
สูงกว่า 300 fpm	ต้องการการแก้ไขที่มีประสิทธิภาพ	ต่ำลงกว่า 1.2 ^{o}C

ตาราง 2.1 เปรียบเทียบความเร็วลมกับผลกระทบจากความรู้สึกของมนุษย์ และผลของอุณหภูมิ

สุนทร บุญญาธิการ (2542) ได้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้สมการถดถอย (Regression Analysis) พบว่า

ความรู้สึกเย็นลง (องศาเซลเซียส) = 0.381V + 0.016RH

โดย V คือ ความเร็วลม (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)

อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (MRT) การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบแตกต่างไปจากอุณหภูมิอากาศ 1 องศาของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ เท่ากับ 1.4 องศาของอุณหภูมิอากาศ หมายความว่า ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียส จะทำให้เย็นลง 1.4 องศาเซลเซียส เป็นต้น

การระเหยของน้ำ เนื่องจากการที่น้ำระเหยกลายเป็นไอ (Vapor) ต้องใช้ความร้อนเพื่อช่วยในการเปลี่ยนสถานะ การระเหยของน้ำ 1 ปอนด์ ต้องใช้ความร้อนประมาณ 1,000 บีทียู (BTU) (Ashare, 1989) หมายความว่า ถ้าทำให้น้ำระเหยในอากาศ อากาศจะเย็นลงกว่าปกติ แต่จะเย็นลงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ระเหย เพราะความร้อนที่ใช้ในการระเหยก็มาจากอากาศบริเวณนั้น

ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป การระเหยของน้ำจะเกิดได้ช้า แต่ไม่ว่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงขึ้นเพียงใด ต้นไม้สามารถสังเคราะห์แสงอันเป็นผลให้เกิดการระเหยของน้ำได้เสมอ (สุนทร บุญญาธิการ และ ธนิต จินดาวณิค, 2536)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 การปรับอากาศ

การปรับอากาศ คือ การกระทำต่ออากาศเพื่อควบคุมให้อุณหภูมิและความชื้นของอากาศให้เป็นไปตามความต้องการ ในการปรับอากาศให้กับอาคารทั่วไปในประเทศไทย เครื่องปรับอากาศมีหน้าที่ ลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ โดยทั่วไปการคำนวณจะยึดสภาวะภายในอาคารที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาวะปรับอากาศภายในอาคาร

2.2.1 กระบวนการไซโครเมตริกกับการปรับอากาศ

ไซโครเมตริก (phychrometric) เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติของอากาศในการปรับอากาศ ตัวแปรต่างๆ ที่ปรากฏในแผนภูมิไซโครเมตริก มีความหมายดังต่อไปนี้

1.อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-bulb Temperature: D.B.) หมายถึง ค่าอุณหภูมิของวัตถุที่สามารถอ่านได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิหรือหัววัดอุณหภูมิ (Sensor)

2.อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-bulb Temperature: W.B.) หมายถึง ค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถอ่านได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิหรือหัววัดอุณหภูมิ (Sensor) ซึ่งถูกห่อหุ้มด้วยผ้าหรือสำลีชุบน้ำโดยมีอากาศพัดผ่านจนทำให้เกิดการระเหยของน้ำเป็นผลให้อุณหภูมิจากกระเปาะหัววัดอุณหภูมิเย็นลงจนถึงจุดคงที่ อุณหภูมิที่อ่านได้คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียก

3.ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity: R.H.) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศกับปริมาณไอน้ำมากที่สุดที่อากาศจะสามารถรับไว้ได้

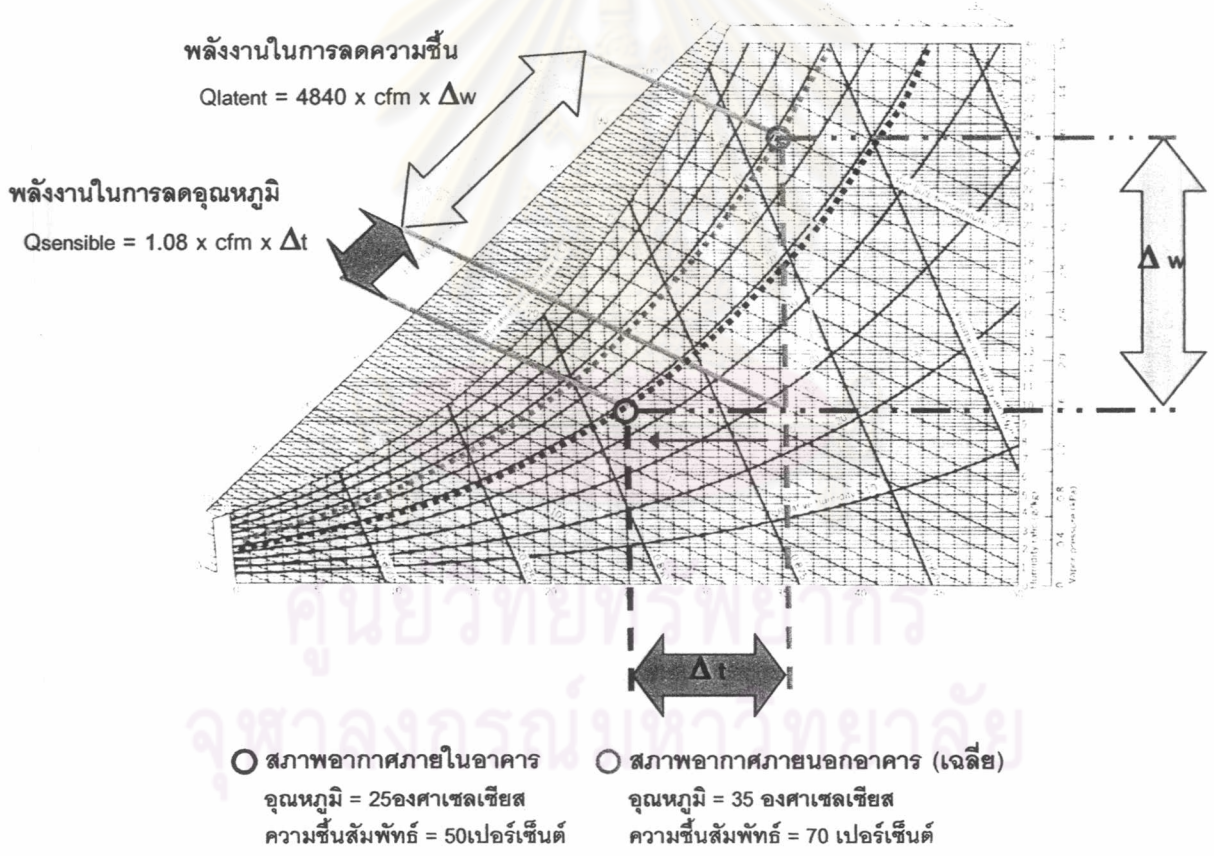
4.อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature: D.P.) หมายถึง อุณหภูมิที่ไอน้ำเกิดการควบแน่นและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่ออากาศมีอุณหภูมิลดลงแต่ปริมาณไอน้ำในอากาศยังคงเท่าเดิมและมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ หรือสภาวะที่อากาศอิ่มตัวไม่สามารถรับไอน้ำเพิ่มขึ้นได้อีก

5.ความชื้นในอากาศ (Humidity Ratio) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการปรับอากาศ ถ้าในอากาศมีความชื้นสูงหรือมีปริมาณไอน้ำในอากาศมาก การใช้พลังงานในการลดความชื้นก็จะมาก เครื่องปรับอากาศที่ใช้จะมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งในการปรับอากาศนอกจากจะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในลดลงแล้ว ยังต้องคอยควบคุมความชื้นให้อยู่ในเกณฑ์ที่พอเหมาะด้วย

6.เอนทัลปี (Enthalpy) เป็นคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่บ่งบอกระดับพลังงานที่ผสมผสานระหว่างความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ความร้อนแฝง (Latent Heat) และงานไหล (Flow Work) ซึ่งเป็นค่า ณ สภาวะใดๆ โดย

ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) เป็นความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลงแต่จำนวนไอน้ำในอากาศไม่เปลี่ยนแปลง โดยความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรียกว่า "ความร้อนสัมผัส" (Sensible Heating) และความร้อนที่ถ่ายเทออกทำให้อุณหภูมิลดลงเรียกว่า "ความเย็นสัมผัส" (Sensible Cooling)

ความร้อนแฝง (Latent Heat) เป็นความร้อนที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะแต่อุณหภูมิคงที่ โดยความร้อนที่ต้องการในการเปลี่ยนของเหลวให้กลายเป็นไอเรียกว่า "ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ" เช่น ต้มน้ำจนถึงจุดเดือด 100 องศาเซลเซียส ถ้าต้มน้ำต่อไปอุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลงแต่น้ำจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ และความร้อนที่ต้องการถ่ายออกในการเปลี่ยนของเหลวให้เป็นของแข็งเรียกว่า "ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย" เช่น น้ำทำให้เย็นถึงจุดเยือกแข็ง 0 องศาเซลเซียส ถ้าถ่ายเทความร้อนออกอีก น้ำจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นน้ำแข็ง



ภาพ 2.1 การหาระดับเอนทัลปี (Enthalpy) ที่ผสมผสานระหว่าง ความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝง (สฤกา พงษ์สุวรรณ, 2545: 18)

7.Enthalpy Deviation เป็นค่าเอนทัลปีในสภาวะที่อากาศไม่อยู่ในสถานะอิ่มตัว ซึ่งจะต้องแก้ค่าความถูกต้องด้วยค่าปรับแก้เอนทัลปี (Enthalpy Deviation) ซึ่งมีหน่วยเป็น บีทียูต่อปอนด์ของอากาศแห้ง

แผนภูมิไซโครเมตริกสามารถบอกสถานะของอากาศหลายอย่าง อุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิกระเปาะเปียก อุณหภูมิจุดน้ำค้าง และ ความชื้นสัมพัทธ์ จะมีความสัมพันธ์กัน คือ หากทราบค่า 2 ค่าใดก็ตาม จะสามารถหาค่าอื่นๆ ได้ ส่วนในกรณี อากาศอิ่มตัว อุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิกระเปาะเปียก และ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง จะมีค่าเท่ากันหมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 สภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อม สิ่งแวดล้อม สภาวะแวดล้อม หรือภาวะแวดล้อม มักจะแทนคำภาษาอังกฤษว่า Environment นั้น พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสภา (2525) ได้ให้ความหมายของ สภาพแวดล้อม (Environment) ว่า "สิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพ ที่อยู่รอบตัวมนุษย์ซึ่งเกิดโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น"

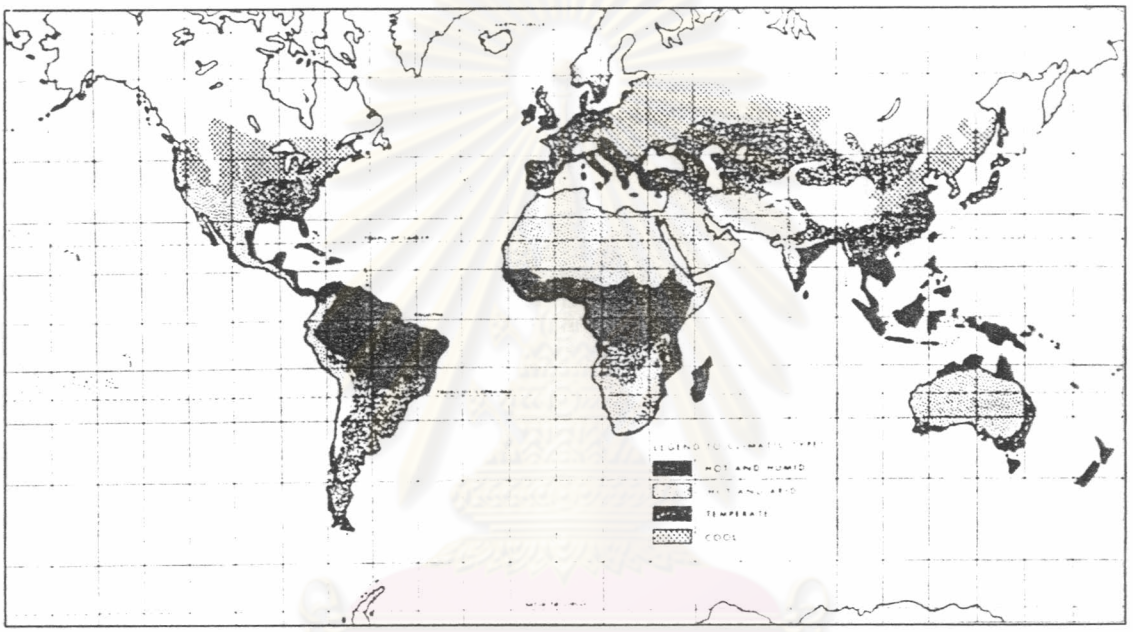
สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน, 2530: 15) ให้คำนิยามไว้ว่า "สิ่งแวดล้อม คือ ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ทั้งที่เป็นรูปธรรม (จับต้องและมองเห็นได้) และนามธรรม (วัฒนธรรม แบบแผนประเพณี ความเชื่อ) มีอิทธิพลเกี่ยวโยงถึงกัน เป็นปัจจัยในการเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ผลกระทบจากปัจจัยหนึ่งจะมีส่วนเสริมสร้างหรือทำลายอีกส่วนหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงมิได้ ... อาจแยกออกเป็นลักษณะกว้าง ๆ ได้ 2 ส่วน คือ สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ ภูเขา ดิน น้ำ อากาศ ทรัพยากรทุกประเภท และ สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ชุมชน เมือง สิ่งก่อสร้าง ศิลปกรรม ... เป็นต้น"

สภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร หรือสภาพแวดล้อมทางสถาปัตยกรรม โดยมากหมายถึง สภาพภูมิอากาศ (Climate) และสภาพที่ตั้ง (Site) ประกอบไปด้วยปัจจัยภายนอกต่างๆ ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่หรือออกจากอาคาร ดังนั้นอาคารที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ดีจะมีความได้เปรียบเป็นอย่างมากต่อการประหยัดพลังงานในอาคาร เพราะสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารเป็นตัวช่วยลดความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศก่อนเข้าสู่อาคาร ดังนั้นอาคารจึงไม่ต้องรับภาระในการปรับสภาพให้มนุษย์สามารถอยู่ได้อย่างสบายหรืออาศัยเอุปกรณ์ต่างๆ มาก

2.3.1 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศมักมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันออกไปโดยมีความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศอย่างใกล้ชิด เนื่องจากองค์ประกอบทางกายภาพในอาณาบริเวณและรอบๆ อาณาบริเวณ โดยสามารถแบ่งสภาพภูมิอากาศได้ตามขนาดของพื้นที่เป็น 2 ประเภท คือ สภาพภูมิอากาศมหภาค (Macro-climate) และสภาพภูมิอากาศจุลภาค (Micro-climate)

สภาพภูมิอากาศมหภาค (Macro-climate) คือ สภาพภูมิอากาศขนาดใหญ่ของภูมิภาค หรือสภาพอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ มีขนาดหลายร้อยตารางกิโลเมตร Koppen และ Geiger (1936 cited in Olgyay, 1992: 6) ได้ทำการแบ่งเขตภูมิอากาศรอบโลก "โดยใช้ความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศกับพืชพรรณเป็นบรรทัดฐาน สามารถสรุปแบ่งเป็น 5 เขตภูมิอากาศพื้นฐาน คือ เขตร้อนชื้น (Hot and Humid) เขตแห้ง (Hot and Arid) เขตอบอุ่น (Temperate) เขตหนาว (Cool) และเขตขั้วโลก (Polar)"



ภาพ 2.2 เขตภูมิอากาศพื้นฐาน 5 เขตของโลก (Olgyay, 1992: 6)

สภาพภูมิอากาศจุลภาค (Micro-climate) คือ "สภาพอากาศของพื้นที่ขนาดเล็ก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ขนาดใหญ่ และสามารถมีความแตกต่างจากกันอย่างมาก" (Leszczynski, 1999: 98) หรืออาจกล่าวได้ว่า สภาพภูมิอากาศจุลภาค คือ สภาพภูมิอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นที่ตั้งของอาคาร หรือโครงการที่มีอาณาบริเวณจำกัด ดังนั้น "ความเข้าใจต่อสภาพภูมิอากาศขนาดเล็กทำให้สามารถเตรียมเครื่องมือสำหรับสร้างที่อยู่อาศัย ที่มีความสบายในเชิงอุณหภูมิสำหรับมนุษย์ และภูมิทัศน์ที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานสำหรับอาคาร" (Brown and Gillespie, 1995: 17)

2.3.1.1 **สภาพภูมิอากาศของประเทศไทย**

ประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศอยู่ในเขตร้อนชื้น (Hot-humid Zone) สภาพท้องฟ้าทั่วไปมีเมฆมากและมีเมฆหลายชนิด ปกติจะมีท้องฟ้าโปร่งและมีเมฆปกคลุมน้อยในช่วงเดือน พ.ย. – มี.ค. เมฆที่ปกคลุมส่วนใหญ่เป็นเมฆชั้นสูงและมีเมฆก่อตัวในแนวตั้งที่ก่อให้เกิดฝนฟ้าคะนองได้บ้างโดยเฉพาะช่วงเดือน มี.ค. – พ.ค. เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนส่วนใหญ่ท้องฟ้าจะมีเมฆมากหรือมีเมฆเต็มท้องฟ้า เว้นแต่ในช่วงปลายเดือน มิ.ย. – ก.ค. อาจมีโอกาสที่ท้องฟ้าโปร่งได้

การแผ่รังสีความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์มากโดยได้รับอิทธิพลจากรังสีของดวงอาทิตย์ในทิศใต้มากกว่าทิศเหนือ โดยเฉลี่ยในหนึ่งปีมีชั่วโมงที่มีแดดประมาณ 66 เปอร์เซ็นต์ของชั่วโมงที่มีดวงอาทิตย์ จึงมีแสงแดดจัดเกือบตลอดทั้งปี ความเร็วลมค่อนข้างต่ำ โดยกระแสลมในช่วงเวลากลางวันมักจะแรงกว่าในเวลากลางคืน อุณหภูมิค่อนข้างสูงตลอดทั้งปี อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 28-29 องศาเซลเซียส เฉพาะในช่วงเวลากลางวันมีอุณหภูมิประมาณ 30-31 องศาเซลเซียส กลางคืนมีอากาศเย็นกว่าเล็กน้อย นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิไม่มากนัก ไม่ว่าจะเป็นความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในแต่ละวัน หรือใน 1 ปี ในฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างประมาณ 6 องศาเซลเซียส และฤดูหนาวประมาณ 13 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในช่วงเช้าถึงกลางวันจะค่อย ๆ ร้อนขึ้น โดยที่อุณหภูมิอากาศจะสูงสุดในช่วงประมาณบ่ายโมงถึงบ่ายสามโมง ซึ่งช่วงนี้จะเป็นเวลาที่มีแดดจัด ช่วงของความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเกณฑ์สูงถึง 6-7 เดือน ใน 1 ปี (พรรณชลัท สุริโยธิน, คมกฤช ชูเกียรติมั่น และอุษณีย์ มิ่งวิมล, 2541) หรือมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 72-80 เปอร์เซ็นต์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2544)

จากที่กล่าวมาแล้วพบว่า สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปอยู่นอกเขตสบายเกือบตลอดทั้งปี เนื่องจากสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยส่วนใหญ่ จะมีลักษณะค่อนข้างร้อน และมีความชื้นมากเกินไป (สุนทร บุญญาธิการ และบัณฑิต เอื้ออาภากรณ์ ,2539 อ้างถึงใน สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 38)

ส่วนการแบ่งภาคตามสภาพภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา (2544) แบ่งออกเป็น 5 ภาค ดังนี้

ภาคเหนือ ประกอบด้วย 15 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยา น่าน แพร่ อุตรดิตถ์ สุโขทัย ตาก กำแพงเพชรพิษณุโลก พิจิตร และเพชรบูรณ์

ภาคกลาง ประกอบด้วย 18 จังหวัดได้แก่ นครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง สระบุรี สุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยา กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคตะวันออก ประกอบด้วย 8 จังหวัด ได้แก่ นครนายก ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย 19 จังหวัด ได้แก่ หนองคาย เลย หนองบัวลำภู อุดรธานี สกลนคร นครพนม มุกดาหาร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร อำนาจเจริญ ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี

ภาคใต้ แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ประกอบด้วย 10 จังหวัด ได้แก่ เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส

ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ประกอบด้วย 6 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล

2.3.1.2 **ปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศ**

นักวิชาการหลายท่านได้มีการศึกษาปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ มากมาย ดังนี้

Olgyay (1992) ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศขนาดเล็กในเขตที่ตั้ง ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์, และผลจากกระแสลม โดยทำการวิเคราะห์กับลักษณะสภาพภูมิอากาศประจำปี เพื่อหาวิธีดำเนินการปรับปรุงสภาพแวดล้อม ซึ่งถือเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการสร้างบ้านที่สมดุลย์กับสภาพแวดล้อม (The Process of Building a climate-balanced house)

Foster (1994: 5) ได้กล่าวว่า "สภาพภูมิอากาศเกิดจากหลายปัจจัย ประกอบด้วย ดวงอาทิตย์, ลม, อุณหภูมิ, ความชื้น, รังสีของดวงอาทิตย์, การระเหยเป็นไอ, การรวมตัวของไอน้ำ และความแตกต่างของความร้อน"

Brown และ Gillespie (1995) ได้ศึกษาพบว่า สภาพภูมิอากาศขนาดเล็กมีปัจจัยดังนี้ คือ แสงอาทิตย์และการแผ่รังสี, ลม, อุณหภูมิอากาศ, ความชื้น และปริมาณการตกของฝนหรือหิมะ ส่วนสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่นขึ้นอยู่กับการพิจารณาพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้นในเรื่อง การพาความร้อน, การระเหยกลายเป็นไอ, และความร้อนจากวัตถุบริเวณที่ตั้ง

การศึกษาของ Beer (1998: 68) พบว่า "ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศมีดังนี้ คือ ทิศทางและความถี่ของลม, ความชื้น, อุณหภูมิ, และระยะทางรอบมวลของแผ่นดินที่ลมพัดผ่านก่อนกระทบที่ตั้งของอาคาร"

เลอสม สถาปิตานนท์ (2543: 11) กล่าวว่า "ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศโดยทั่ว ๆ ไปที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับผู้อยู่อาศัยในอาคารสำหรับการออกแบบเบื้องต้นประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์, กระแสลม, และแสงธรรมชาติ"

จากการรวบรวมผลการศึกษาสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติต่าง ๆ พบว่า สามารถแบ่งเป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อเขตสบาย ได้แก่

- ดวงอาทิตย์ (Sun)
- อุณหภูมิ (Temperature)
- ลม (Wind)
- ความชื้น (Humidity)
- อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)

ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ บนโลกมากมาย ทั้งทางตรงและทางอ้อม ตัวอย่างหนึ่งซึ่งแสดงถึงอิทธิพลของแสงอาทิตย์โดยตรง คือ ทำให้เกิด "วัฏจักรของน้ำ" หรือการหมุนเวียนของน้ำจากการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำบนผิวโลก รวมทั้งทำให้เกิดการไหลเวียนของบรรยากาศบนพื้นผิวโลกเกิดเป็นลมพายุชนิดต่าง ๆ ทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทรเนื่องจากพื้นน้ำในมหาสมุทรบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นน้ำบริเวณขั้วโลก นอกจากนี้แล้วอิทธิพลของแสงอาทิตย์ยังมีส่วนทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น การพังทะลายของพื้นผิวโลก อันเนื่องจากกระแสน้ำและกระแสลม ซึ่งทำให้หินเกิดการขยายตัว หดตัว แตกแยกและพังทะลายลงในที่สุด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535)

"พลังงานที่เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์ เป็นผลที่เกิดจาก ปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ฟิวชั่น (Thermonuclear Fusion) ...จะปลดปล่อยพลังงานออกมาในอัตรา 3.85×10^{23} กิโลวัตต์ และจากปริมาณดังกล่าวจะมีพลังงานตกกระทบลงสู่โลกในอัตรา 1.79×10^{14} กิโลวัตต์" (อนุตร จำลองกุล, 2541: 10)

"พลังงานของแสงอาทิตย์ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่จึงมีค่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร" (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535: 2; อนุตร จำลองกุล, 2541: 11)

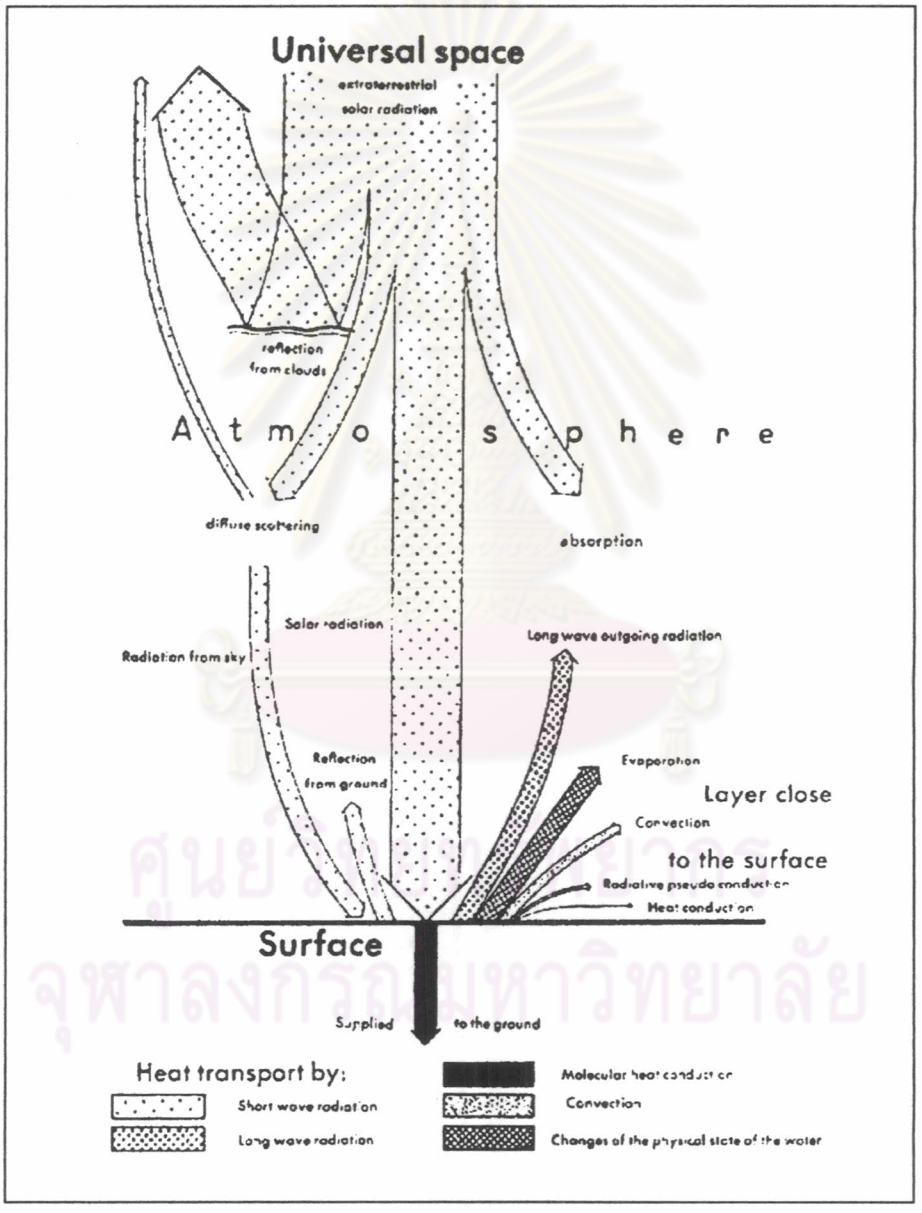
"โลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ประมาณร้อยละ 99.98 ของพลังงานที่ได้รับจากภายนอกทั้งหมด อีกร้อยละ 0.02 เป็นพลังงานจากภายในแกนโลกและแรงดึงดูดจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์" (มูลนิธิโลกสีเขียว, 2537: 7)

"การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ในรูปของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะส่งมาถึงผิวโลกเพียงบางส่วนเท่านั้น รังสีบางส่วนจะถูกสะท้อนโดยก้อนเมฆ บางส่วนถูกดูดซับโดยบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก บางส่วนแพร่กระจายโดยโมเลกุลในบรรยากาศ แต่การแผ่รังสีบางส่วนเกิดจากการกระจายของรังสีของดวงอาทิตย์ในบรรยากาศ รังสีคลื่นสั้นที่กระทบผิวดินจะสะท้อนออกเป็นรังสี

คลื่นยาว แต่พลังงานส่วนใหญ่จะถูกดูดซับไว้ พลังงานดังกล่าวจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และทำให้ อากาศ พื้นดิน และวัสดุที่อยู่โดยรอบมีอุณหภูมิสูงขึ้น" (Olgyay, 1992:32)

จากการศึกษาของ Szokolay (1980 cited in Beer, 1998: 72) พบว่า "การที่ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดความร้อนแก่ผิวโลกนั้น เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนจากความจริงที่ว่า พื้นผิวที่แตกต่างกัน สะท้อนรังสีของดวงอาทิตย์ในระดับที่แตกต่างกัน"

Geiger (1950) อธิบายด้วยภาพประกอบ ถึงการส่งผ่านความร้อนในฤดูร้อน โดยปริมาณการส่งผ่านความร้อนใกล้เคียงกับความกว้างของลูกศรที่ปรากฏ ดังแสดงในรูปภาพ 2.3



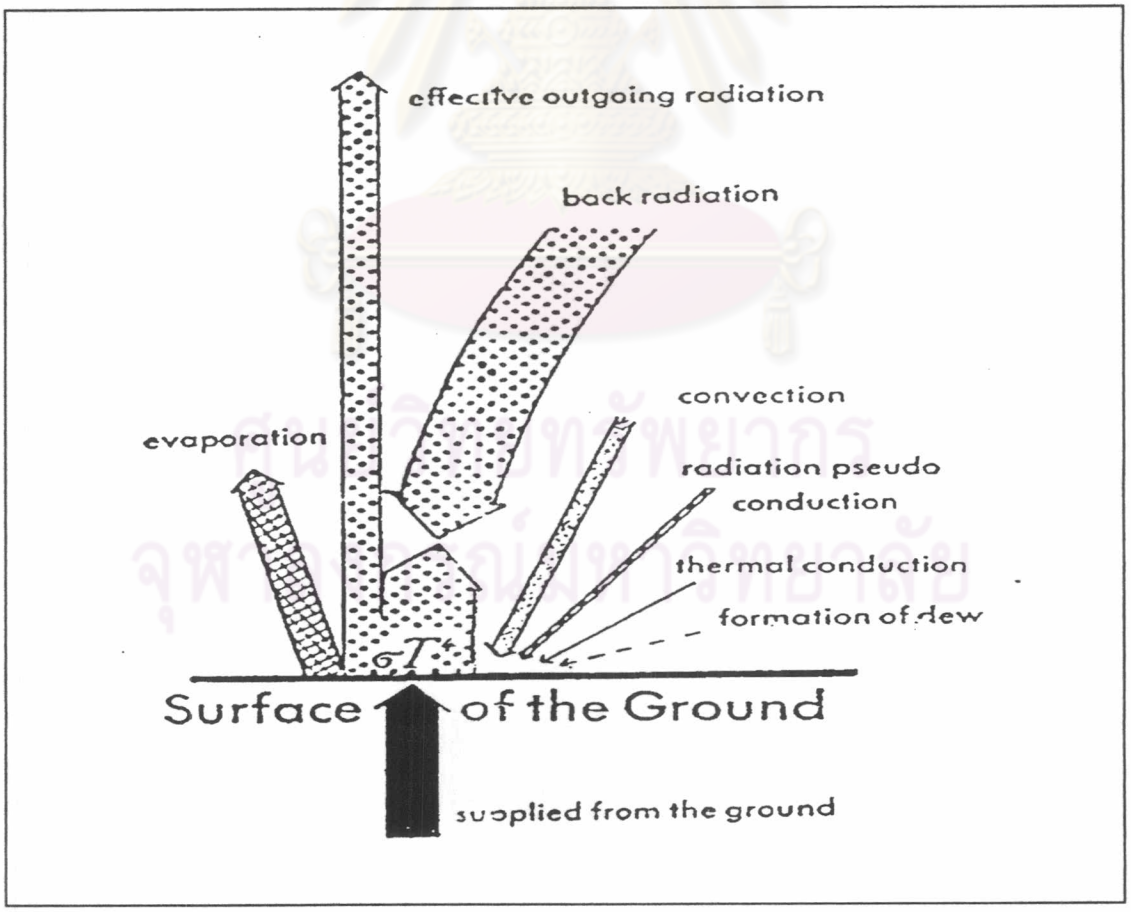
ภาพ 2.3 แสดงการส่งผ่านความร้อน (Heat Exchange) มายังผิวโลกในเวลากลางวัน

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

พลังงานความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Radiation) การแผ่กระจายของรังสีของดวงอาทิตย์ในชั้นบรรยากาศ (Diffuse Radiation) และแสงสะท้อนจากพื้นผิวต่าง ๆ (Reflected Radiation) ทำให้เกิดถ่ายเทรังสีความร้อน (Radiant Heat Transfer) ที่มีผลกระทบต่ออาคาร 5 ประเภทที่สำคัญ (Olgyay, 1992: 33) คือ

1. รังสีคลื่นสั้นโดยตรงจากดวงอาทิตย์
2. รังสีคลื่นสั้นโดยการแผ่กระจายจากท้องฟ้า
3. รังสีคลื่นสั้นโดยการสะท้อนจากผิวดินโดยรอบ
4. รังสีคลื่นยาวจากความร้อนผิวดิน และวัตถุต่าง ๆ
5. การแผ่รังสีคลื่นยาวจากอาคารกลับสู่ท้องฟ้า

จากการศึกษาของ Geiger (1950) พบว่า การส่งผ่านความร้อนในเวลากลางคืนเกิดจากการที่ท้องฟ้ามีอุณหภูมิต่ำมาก ความร้อนที่สะสมในผิวดินจึงแลกเปลี่ยนความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า การถ่ายเทความร้อนนี้มีทั้งการนำความร้อน (Conduction), การพาความร้อน (Convection), การแผ่รังสีความร้อน (Radiation), และการระเหยของน้ำที่พื้นผิวดินของพืชคลุมดิน (Evaporation) ดังแสดงในรูปภาพ 2.4



ภาพ 2.4 แสดงการส่งผ่านความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน (Geiger, 1950)

พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์นำมาซึ่งประโยชน์ ขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดปัญหาแก่งานสถาปัตยกรรม พลังงานความร้อนดังกล่าวจะถ่ายเทจากที่ร้อนไปยังที่เย็นกว่าเสมอ และสามารถถ่ายเทออกไปโดย

1. **การแผ่รังสีความร้อน** (Radiation) เกิดจากการที่วัตถุแผ่รังสีความร้อนที่รับไว้ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังอีกวัตถุหนึ่งที่เย็นกว่าโดยตรง การแผ่รังสีความร้อนจึงไม่มีตัวกลาง
2. **การพาความร้อน** (Convection) เกิดจากการที่ความร้อนในของไหล ได้แก่ ของเหลวหรือก๊าซมีระดับต่างกัน ตัวกลางที่ร้อนจะเคลื่อนที่เกิดการไหลเวียนพาความร้อนขึ้น ทำให้ของไหลเกิดการเคลื่อนที่จากที่มีความร้อนสูงไปยังที่มีความร้อนต่ำ
3. **การนำความร้อน** (Conduction) เกิดจากการถ่ายเทความร้อนภายในวัตถุเดียวกัน หรือระหว่างวัตถุที่แตกต่างกันแต่มีผิวสัมผัสกัน

การถ่ายเทความร้อนมีผลต่อความสบายของมนุษย์ในเขตร้อนชื้น โดยการแผ่รังสีความร้อนจากวัตถุโดยรอบจะทำให้ร่างกายรับความร้อนเพิ่มขึ้น ขณะที่การพาความร้อนจะช่วยให้ร่างกายหรือผิวหนังเย็นลง เมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกายหรือผิวหนัง หากอุณหภูมิอากาศสูงกว่า การพาความร้อนจะเกิดขึ้นยาก ร่างกายต้องอาศัยการระเหยของเหงื่อเพื่อลดอุณหภูมิผิวหนังแทน ส่วนการระเหยของเหงื่อจะเกิดขึ้นมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในอากาศ และความเร็วลมในบริเวณนั้น (เลอสม สถาปิตานนท์, 2543)

อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นมาตราวัดพื้นฐานต่อเขตสบายของมนุษย์ และเป็นพื้นฐานหลักที่ผู้ออกแบบเริ่มต้นในการพิจารณา โดยข้อมูลทั่วไปควรประกอบด้วย

1. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature) ได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-bulb Temperature) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-bulb Temperature) มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (^{O}C) หรือองศาฟาเรนไฮต์ (^{O}F)

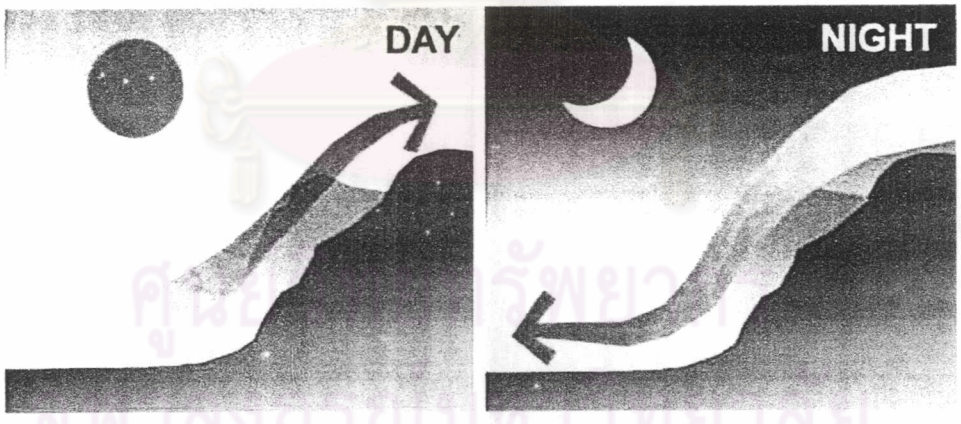
2. ความแตกต่างของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืน (Diurnal Temperature Range) มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (^{O}C) หรือองศาฟาเรนไฮต์ (^{O}F) ซึ่งแปรผันกับสภาพท้องฟ้า หากท้องฟ้าแจ่มใสจะมีค่าความแตกต่างมาก หากท้องฟ้ามีเมฆมากจะมีค่าความแตกต่างน้อย

3. อุณหภูมิในสถานที่ตั้งเป็นผลจากการแลกเปลี่ยนความร้อน โดยการแผ่รังสีความร้อน, การนำความร้อน และการพาความร้อน รวมทั้งความสามารถในการสะสมความร้อน (Heat Storage Capacity) หรือที่เรียกว่า มวลสาร (Thermal Mass) ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่ควรวิเคราะห์ในบริเวณสถานที่ตั้ง (Landphair and Motloch, 1985)

จากการศึกษา (พรรณชลัท สุริโยธิน, คมกฤช ชูเกียรติมั่น และอุษณีย์ มิ่งวิมล, 2541: 125) พบว่า "อิทธิพลจากความร้อนของอากาศภายนอกอาคาร (Outdoor Air Temperature) ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร หรือการเหนี่ยวนำความร้อนผ่านวัสดุเปลือกอาคารทำให้เกิดการสะสมความร้อนภายในอาคาร และถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารถ้าในอาคารมีอากาศเย็นกว่าภายนอก"

ลม

ลมเกิดจากความแตกต่างอย่างมากของอุณหภูมิพื้นดิน และอุณหภูมิพื้นน้ำในระหว่างวัน "พื้นดินและพื้นน้ำมีคุณสมบัติในการดูดซับและสะท้อนความร้อนไม่เหมือนกัน พื้นดินได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้มากและเร็ว พื้นน้ำได้รับช้าและไม่มากนัก (ดังนั้น) พื้นดิน (จึง) เย็นเร็วกว่าพื้นน้ำ เมื่อไม่ได้รับแสงอาทิตย์ เพราะฉะนั้นอุณหภูมิบนพื้นดินในเวลากลางวันและกลางคืนจึงแตกต่างกันมาก ส่วนพื้นน้ำแตกต่างกันน้อย" (มีชัย วรสายัณห์, 2521: 69)

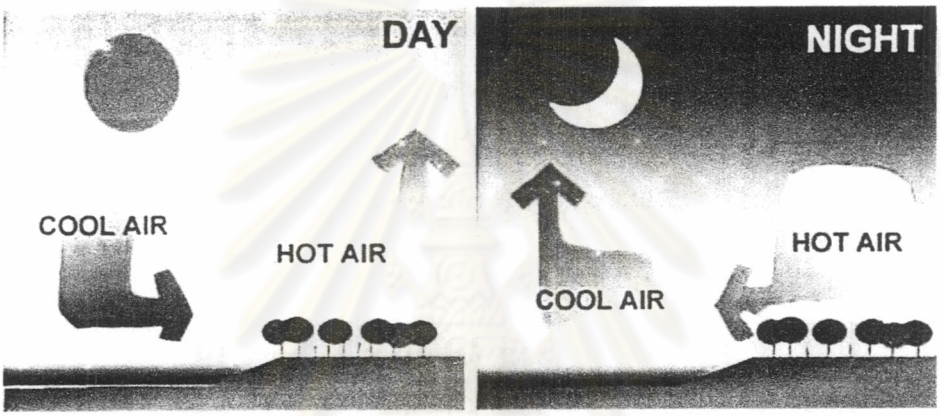


ภาพ 2.5 ลักษณะลมที่พัดบริเวณภูเขา (Robinette, 1983: 6)

พื้นแผ่นดินขนาดใหญ่ เช่น ทวีป และพื้นน้ำขนาดใหญ่ เช่น มหาสมุทร ก่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศอย่างมหาศาล เมื่อตำแหน่งการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงในรอบปี การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์กับแกนของโลกที่ต่างกัน ทำให้อุณหภูมิอากาศเหนือพื้นดิน

ของทวีป และพื้นน้ำของมหาสมุทรมีอุณหภูมิแตกต่างต่างกัน อากาศที่ร้อนกว่าจะลอยตัวขึ้นสูง และอากาศที่เย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศและส่งผลให้เกิดลมชนิดต่าง ๆ ในทิศทางที่แตกต่างกัน

การเกิดลมบกและลมทะเลเนื่องจากในเวลากลางวันความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ส่งผลให้อุณหภูมิผิวดินสูงกว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศจากอุณหภูมิต่ำไปยังอุณหภูมิสูง จึงเกิดลมทะเลในตอนกลางวันเป็นลมที่พัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่ง เริ่มเกิดตั้งแต่เที่ยงและลมแรงสุดเมื่ออุณหภูมิผิวดินสูงสุด ส่วนลมบกเกิดตอนกลางคืน เป็นลมที่พัดจากฝั่งออกสู่ทะเล ความเร็วลมต่ำสุดเมื่ออุณหภูมิผิวดินและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าใกล้เคียงกัน



ภาพ 2.6 ลมบกลมทะเล (Robinette, 1983: 62)

ลมที่พัดผ่านพื้นผิวโลกจะลดความเร็วลง เนื่องจากปะทะกับสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ลมในเขตร้อนชื้น สามารถลดความรู้สึกไม่สบายเนื่องจากอากาศมีความชื้นสูง และช่วยเร่งให้เหงื่อที่ผิวหนังระเหยเร็วขึ้น ประกอบด้วยข้อมูลความเร็วลม มีหน่วยเป็น km/hr หรือ ft/min (FPM) และทิศทางของลม 8 ทิศ หรืออาจให้ค่าเป็น องศา ตามทิศทางลม (พรรณชลัท สุริโยธิน, คมกฤช ชูเกียรติมั่น และอุษณีย์ มิ่งวิมล, 2541)

Olgyay (1992) ได้กำหนดข้อมูลของลมที่จำเป็นในการประเมินค่า 3 ประเภท คือ

1. กระแสของลม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเวลา
2. ความเร็วลม คิดเป็นระยะทางต่อหน่วยเวลา มีหน่วยคือ mph
3. ข้อมูลทั่วไป เช่น เป็นลมเย็น หรือ ลมร้อน โดยกำหนดให้ลมร้อนคือ ลมที่เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิอากาศสูงกว่า 23.9 องศาเซลเซียส

"การแจกแจงข้อมูลทั่วไปของลมโดยกระแสลมในแต่ละเดือน และความเร็วลมในทิศทางหลัก 8 ทิศจะถูกบันทึกไว้ ส่วนค่าเฉลี่ยของกระแสลมในแต่ละเดือน และความเร็วตามเวลาและทิศทาง จะถูกบันทึกแยกต่างหากด้วยแผนภูมิกราฟ ซึ่งจะทำให้สะดวกต่อการแปลความสัมพันธ์ของลมที่สำคัญ คือ ทิศทาง และความสัมพันธ์ระหว่างกระแสลมกับความเร็วลม" (Olgyay, 1992: 95)

จากการศึกษาของ Geiger (1957 cited in Robinette, 1983) พบว่าลักษณะสำคัญของลม คือ ลมเพิ่มการระเหยเป็นไอ และการพาความเย็นให้มากขึ้น โดยความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นตามความสูงเพิ่มขึ้น

Foster (1994) กล่าวว่า การควบคุมอากาศภายนอกอาคารมีหลายตัวแปรที่ต้องคำนึงถึง การไหลของอากาศมีลักษณะเช่นเดียวกับการไหลของน้ำ เมื่ออากาศร้อนลอยตัวขึ้นสูง อากาศเย็นจะพัดข้ามพื้นผิวของพื้นดินจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ลมจะพัดเข้าไปยังจุดที่ต่ำและอยู่ในบริเวณนั้น

ความชื้น

ความชื้น คือ ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ สามารถวัดได้ 2 รูปแบบ คือ

1.ความชื้น (Absolute Humidity) เป็นปริมาณของน้ำที่อยู่ในอากาศ

2.ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำ หรือ ไอน้ำในอากาศ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำสูงสุดที่สามารถอยู่ในอากาศได้ ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่า ปริมาณน้ำอยู่ในจุดอิ่มตัว (Saturated) ไม่สามารถรับปริมาณน้ำในอากาศอีกได้ ถ้าอากาศเช่นนี้ถูกทำให้เย็นลง จะเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ หรือน้ำฝน

ความชื้นสัมพัทธ์สูงเนื่องจากมีไอน้ำในบรรยากาศมาก ทำให้เหงื่อระเหยเป็นไอเพื่อระบายความร้อนแก่ร่างกายได้ยาก มีผลให้มนุษย์ไม่อยู่ในเขตสบาย (วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์, 2542)

จากการพิจารณาแผนภูมิไบโอไคลเมติก (ดังแสดงในแผนภูมิ 2.1) จะพบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โอกาสที่จะอยู่ในเขตสบายด้วยอุณหภูมิอากาศสูงกว่า 27 องศาเซลเซียส จะลดต่ำลง

อิทธิพลของความชื้นที่สะสมอยู่ในอากาศในสภาพของไอน้ำนั้นยากที่จะควบคุมให้อยู่ในเขตสบายได้ โดยเฉพาะการที่ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้นและมีฝนตกชุก เมื่ออากาศภายนอกอาคารมีความชื้นสัมพัทธ์สูง และสามารถเข้าสู่ภายในอาคารด้วยกระแสลมผ่านทางช่องเปิดต่าง ๆ การรั่วซึมผ่านรอยต่อ หรือแม้แต่ซึมผ่านผนังย่อมทำให้ภายในอาคารมีความชื้นสูงเช่นเดียวกัน (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

เนื่องจากลักษณะความชื้นที่สูงมากในเขตร้อนชื้น กระแสลมที่เหมาะสมรอบอาคาร สวนสาธารณะ และพื้นที่พักผ่อน เป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับความสบาย วัตถุประสงค์ทางภูมิทัศน์ในเขตร้อนชื้นควรมีสภาพดังนี้

- ลดการกีดขวางทางลมสู่อาคาร โดยเฉพาะด้านหน้าของหน้าต่าง
- ให้มีร่มเงารอบอาคาร และสำหรับผู้ใช้สถานที่ในสวนสาธารณะ

ถึงแม้ว่าร่มเงาจากต้นไม้เป็นสิ่งที่ต้องการ แต่ "การกีดขวางทางลมและการสร้างความชื้นจากการระเหยเป็นไอน้ำของใบไม้จะเพิ่มความไม่สบายของมนุษย์ โดยเฉพาะตลอดเวลาที่มีกระแสลมอ่อน" (Givoni, 2000: 136)

2.3.2 **สภาพภูมิประเทศ** เป็นลักษณะทางกายภาพของภูมิภาคและที่ตั้ง ทำให้เกิดความแตกต่างของสภาพอากาศ โดยสามารถแบ่งตามขนาดของพื้นที่เป็น 2 ประเภท คือสภาพภูมิประเทศขนาดใหญ่ และสภาพภูมิประเทศขนาดเล็ก

สภาพภูมิประเทศขนาดใหญ่ คือ สภาพภูมิประเทศขนาดใหญ่ของประเทศภูมิภาค หรือสภาพภูมิประเทศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ มีขนาดหลายร้อยตารางกิโลเมตร

"รายละเอียดของสภาพภูมิประเทศจะนำมาซึ่งการทำนายผล ... โดยการวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่อลักษณะของแผ่นดินที่มีต่ออุณหภูมิ รังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ การระบายอากาศ และความชื้น" (Landphair and Motloch ,1985: 40)

สภาพภูมิประเทศขนาดเล็ก คือ องค์ประกอบทางกายภาพในที่ตั้ง และบริเวณโดยรอบใกล้เคียงที่ตั้ง ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นที่ตั้งของอาคาร

2.3.2.1 **สภาพภูมิประเทศของประเทศไทย** ประเทศไทยมีอาณาเขตระหว่างเส้นรุ้งที่ 5 องศา 27 ลิปดาเหนือ และ 20 องศา 27 ลิปดาเหนือ เส้นแวงที่ 97 องศา 21 ลิปดาตะวันออก และ 105 องศา 37 ลิปดาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร

เมื่อ พ.ศ. 2520 คณะกรรมการภูมิศาสตร์แห่งชาติ ได้กำหนดให้แบ่ง ภูมิภาคของประเทศไทยเป็น 6 ภาค ตามลักษณะภูมิศาสตร์ ซึ่งถือความคล้ายคลึงของทิศทางที่ตั้งของภูมิภาค และลักษณะทางกายภาพของเศรษฐกิจ และวัฒนธรรม (ไพฑูรย์ พงศะบุตร, 2534) ดังนี้คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคเหนือ ตั้งแต่จังหวัดเชียงรายลงมาถึงจังหวัดอุตรดิตถ์ ภูมิประเทศส่วนมากเป็นทิวเขาสลับกับหุบเขาเป็นส่วนใหญ่ และมี ที่ราบริมฝั่งแม่น้ำ ทิวเขาเรียงรายในแนวเหนือ-ใต้สลับกับหุบเขาขนาดใหญ่ในแนวเดียวกัน มีแม่น้ำที่เกิดจากทิวหลายสาย เช่น แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม แม่น้ำน่าน เป็นต้น

ภาคกลาง ตั้งแต่จังหวัดพิษณุโลกลงมาติดอ่าวไทย ภูมิประเทศส่วนมากเป็นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ที่สุดของประเทศ ได้แก่ ที่ราบภาคกลางตอนบน ที่ราบภาคกลางตอนล่าง และบริเวณขอบที่ราบภาคกลาง มีแม่น้ำหลายสายไหลผ่านภาคกลางสู่อ่าวไทย เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง เป็นต้น

ภาคตะวันตก ตั้งแต่จังหวัดตากลงมาถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาและหุบเขาทางทิศตะวันตก มีที่ราบลุ่มน้ำไม่มากนัก และมีที่ราบชายฝั่งทะเลทางทิศตะวันออก ซึ่งเป็นอ่าวไทยฝั่งตะวันตก

ภาคตะวันออก ตั้งแต่จังหวัดชลบุรีไปตามฝั่งทะเลจนถึงจังหวัดตราด ภูมิประเทศส่วนมากเป็นทิวเขา ที่ราบลุ่มน้ำและที่ราบลอนลาด และที่ราบชายฝั่งทะเล

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่จังหวัดเลยลงมาถึงจังหวัดนครราชสีมา ภูมิประเทศส่วนมากเป็นที่ราบสูง ที่เรียกกันทั่วไปว่า ที่ราบสูงโคราช มีทิวเขากั้นเป็นขอบอยู่ทางทิศตะวันตก และทิศใต้ มีที่ราบลุ่มแม่น้ำชีและแม่น้ำมูล ซึ่งจะไหลมารวมกันลงสู่แม่น้ำโขง พื้นดินค่อนข้างแห้งแล้งและมีความสมบูรณ์น้อยกว่าภาคอื่น ๆ

ภาคใต้ ตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีลงมาถึงจังหวัดนราธิวาส ภูมิประเทศส่วนมากเป็นเทือกเขาสูงยาวเป็นพืดลงไปทางใต้ มีชายฝั่งทะเลทั้ง 2 ด้าน ทำให้เกิดที่ราบชายฝั่งทะเลอันดามันและที่ราบฝั่งอ่าวไทย

2.3.2.2 **ปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อสภาพภูมิประเทศ** เป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อเขตสบาย และการอนุรักษ์พลังงาน Robinette (1983) ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศและรูปทรงแผ่นดิน (Topography and Landform), การสะท้อนแสงของพื้นผิว (Surface Reflectivity), แหล่งน้ำ (Water Bodies) และพืชพรรณ (Vegetation)

Landphair and Motloch (1985: 3) ได้แบ่งปัจจัยทางธรรมชาติของสถานที่ตั้ง (On-site Natural Element) เป็น ลักษณะทางธรณีวิทยา (Geologic Substrate), ลักษณะทางภูมิประเทศ (Topography), อุทกศาสตร์ (Hydrology), ดิน (Soils), พืชพรรณ (Vegetation) และสภาพภูมิอากาศบริเวณที่ตั้ง (Microclimate)

Laurie (1986:192) ศึกษาตัวแปรนอกเหนือจากตัวแปรทางสภาพภูมิอากาศ เช่น สภาพภูมิประเทศ, พืชพรรณ และแหล่งน้ำ

Olgyay (1992: 51) ได้ศึกษาสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้น พบว่า "ขณะที่สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ได้แก่ แหล่งน้ำ (Bodies of Water), พืชพรรณ (Plant) และพืชคลุมดิน (Grassy covers) มีผลทำให้อุณหภูมิลดลง แต่สิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้น ได้แก่ อาคารบ้านเมือง (Cities) และพื้นผิวที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Surface) กลับมีผลทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น"

วิชัย อิทธิวิศวกุล (2539) ศึกษาพบว่า สภาพแวดล้อมในพื้นที่ขนาดเล็กที่ประกอบด้วยตัวแปรทางธรรมชาติ เช่น ต้นไม้, พืชคลุมดิน, แหล่งน้ำ และลม มีแนวโน้มทำให้อุณหภูมิอากาศลดลง 3 – 5 ^{o}C ในช่วงที่อุณหภูมิอากาศมีค่าสูงสุด เมื่อเทียบกับสภาพแวดล้อมที่มีตัวแปรทางธรรมชาติที่แตกต่างกัน

Foster (1994:6) ได้แบ่งองค์ประกอบต่าง ๆ ของสถานที่ตั้ง ดังนี้

- ลักษณะภูมิประเทศ (Topographical Features) ได้แก่ ทิวเขา, ทะเลสาบ, หุบเขาลำธาร, ป่าไม้
- ที่ตั้ง (Site) ได้แก่ ความขรุขระเป็นลอน, ความชัน, ความเรียบ, ความแห้งแล้ง, ความเปียกชื้น
- ผิวพื้นดิน (Ground Surfaces) ได้แก่ คอนกรีต, ผิวสีเข้ม, ผิวหญ้า ฯ
- ผิวอาคาร (Building Surfaces) ได้แก่ หิน, อิฐ, คอนกรีต, ไม้, อลูมิเนียม
- หลังคา (Roof) ได้แก่ สี, ความชัน

สุนทร บุญญาธิการ (2536: 20) สรุปว่าปัจจัยที่ช่วยปรุงแต่งบริเวณอาคาร (Site Elements) ที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมในเชิงอุณหภูมิ (Thermal Environment) ได้แก่

- ความลาดเอียงของพื้นดิน (Land Sloping) ช่วยปรุงแต่งการรับแดด, การสะท้อน และการเคลื่อนไหวของลม
- พืชคลุมดิน (Ground Covering) ช่วยเปลี่ยนแปลงความร้อนที่พื้นผิวดิน ทำให้ผิวดินเย็นลง หรือลดการจุความร้อนให้กับดิน หรือสภาพแวดล้อมรอบอาคาร
- ลักษณะพืชพรรณ (Vegetation) ช่วยเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากแสงแดดเป็นไอน้ำ หรือก๊าซอื่น ๆ อันเป็นผลให้บริเวณที่ตั้งอาคารเย็นลง กับทั้งช่วยปรับปรุงการเคลื่อนไหวของลม

- รูปทรงของแผ่นดิน (Topography) ช่วยสร้างเสริมการหมุนเวียนของอากาศ และปรับปรุงการรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ในบริเวณที่ตั้งอาคาร
- ลักษณะแหล่งน้ำ (Water Bodies) แหล่งน้ำเมื่อใหญ่พอจะช่วยทำให้อากาศบริเวณที่ตั้งอาคารมีอุณหภูมิใกล้เขตสบายมากขึ้น
- ความสามารถในการเก็บความร้อน (Thermal Capacity) ช่วยเปลี่ยนแปลงการรับ และดูดกลืนปริมาณความร้อนบริเวณอาคาร

จากการรวบรวมปัจจัยทางสภาพภูมิประเทศ สามารถสรุปปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาพภูมิอากาศบริเวณที่ตั้งอาคาร ดังนี้ คือ

- รูปทรงของพื้นดิน (Landform)
- แหล่งน้ำ (Water Bodies)
- พืชพรรณ (Vegetation) แบ่งเป็น
  - ต้นไม้ใหญ่ (Plant)
  - พืชคลุมดิน (Ground Covering Plant)
- สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Feature) แบ่งเป็น
  - อาคาร (Built Form)
  - พื้นผิวที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Ground Surface)

รูปทรงของแผ่นดิน

ลักษณะความสูงของแผ่นดินมีผลต่ออุณหภูมิอากาศ เนื่องจาก "อุณหภูมิอากาศจะเปลี่ยนตามระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (Altitude) เช่น บริเวณภูเขาสูงอุณหภูมิอากาศจะลดลงโดยประมาณ 1 องศาฟาเรนไฮต์ เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นทุก ๆ 100 เมตร ในฤดูร้อน และทุก ๆ 120 เมตรในฤดูหนาว ... ภูเขาสูงมีผลกระทบต่อสภาพภูมิประเทศในพื้นที่ขนาดใหญ่ ความแตกต่างของระดับผิวดินสามารถเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขนาดเล็กบริเวณที่ตั้งอาคารได้เช่นกัน อากาศเย็นจะหนักกว่าอากาศร้อน ในตอนกลางคืนการแผ่รังสีกลับสู่ท้องฟ้าจะทำให้เกิดชั้นของอากาศเย็นใกล้ผิวดิน อากาศเย็นจะมีสภาพคล้ายน้ำที่ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ... ดังนั้นอากาศเย็นจะเคลื่อนตัวไปสู่จุดที่ต่ำทำให้เกิดแอ่งอากาศเย็น ทำให้เวลากลางคืนอากาศเย็นพัดพาลงไปตามหุบเขาซึ่งตรงกันข้ามกับเวลากลางวันที่อากาศร้อนเคลื่อนตัวขึ้นไปตามหุบเขา" (Olgyay, 1992: 44)

ลักษณะรูปทรงของแผ่นดิน มีอิทธิพลต่อการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยระนาบพื้นผิวสามารถช่วยให้รับแสงธรรมชาติมากขึ้นหรือลดลงได้ เนื่องจาก "ปริมาณของรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ซึ่งกระทบกับพื้นดิน เป็นปัจจัยหนึ่งของความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบของดวงอาทิตย์กับทิศทางและระดับองศาความลาดเอียง" (Landphair and Motloch, 1985: 45)

ลักษณะรูปทรงของแผ่นดินมีผลต่อกระแสลม เนื่องจาก ลักษณะภูมิประเทศสามารถควบคุม สกัดกั้นและเปลี่ยนทิศทางของมวลอากาศ ทำให้ความเร็วลมในหุบเขามีทิศทางและปริมาณลมในหุบเขาแปรผันตามเวลา โดยลมจะพัดขึ้นเนินเขาในเวลากลางวัน และพัดลงเนินเขาในเวลากลางคืน

พื้นดินแห้ง เช่น ทราย และหินลูกรัง เป็นต้น ส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้นและความชื้นต่ำลง ขณะที่พื้นดินเปียก เช่น พื้นดินที่อุดมสมบูรณ์ และพื้นดินเหนียวที่ระบายน้ำได้น้อยซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเปียกชื้น ส่งผลให้อุณหภูมิต่ำลงและความชื้นสูงขึ้น

แหล่งน้ำ

น้ำมีค่าความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) สูงกว่าดินหรือแผ่นดิน ทำให้น้ำจะเย็นกว่าในช่วงกลางวันและอุ่นกว่าในช่วงกลางคืน ดังนั้นบริเวณที่ตั้งใกล้แหล่งน้ำขนาดใหญ่จะช่วยลดการแปรเปลี่ยนอุณหภูมิที่ขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุด ผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งน้ำ บริเวณริมทะเลที่แผ่นดินร้อนกว่าทะเล อากาศร้อนลอยตัวขึ้น อากาศเย็นจากทะเลก็พัดเข้ามาแทนที่ทำให้เกิดกระแสลมพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่ง ทำนองเดียวกันกับเวลากลางคืน ลมจะพัดจากฝั่งออกจากทะเล นอกจากนั้นบริเวณใกล้แหล่งน้ำหรือด้านท้ายลมจะมีผลเรื่องความชื้น และการสร้างความเย็นจากการระเหย (Evaporative Cooling Effect)

กระบวนการระเหย (Evaporation) ต้องการพลังงาน หรือความร้อน เมื่อโมเลกุลของน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลว (Liquid) เป็นก๊าซ (Gaseous) กระบวนการนี้ต้องการพลังงานที่มากพอที่จะระเหยน้ำให้กลายเป็นไอ มากกว่าเพื่อทำความร้อนให้กับน้ำเท่านั้น กระบวนการระเหยใช้พลังงานจากอากาศโดยรอบ ดังนั้นความร้อนจึงถูกนำไปใช้และอากาศจึงเย็นลง แม้แต่แหล่งน้ำขนาดเล็กสามารถสร้างผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่น จากกระแสลมอ่อน ๆ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิขึ้น รวมทั้งการระเหยซึ่งใช้ความร้อนจากอากาศที่ล้อมรอบน้ำที่มีปริมาณมากและการระเหยของแหล่งน้ำนั้นจะเพิ่มอิทธิพลต่อสภาพภูมิอากาศ การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำควรอยู่เหนือลมจึงสามารถเพิ่มผลกระทบทั้งจากความเย็นและความชื้นให้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ (Foster,1994)

ในทำนองเดียวกัน Laurie (1986: 195) กล่าวว่า "บริเวณใต้ลมของแหล่งน้ำขนาดใหญ่อาจทำให้เกิดความชื้น ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบของอุณหภูมิทั่วไปภายในบริเวณนั้น ปริมาณของแหล่งน้ำมากเท่าใดย่อมมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมขนาดเล็กมากขึ้นเท่านั้น"

แหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไป สามารถใช้เป็นแหล่งสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมได้ โดยการให้กระแสลมพัดผ่านบริเวณผิวหน้าของน้ำที่มีการระเหยทำให้อากาศเย็นลง และเมื่อความชื้นในอากาศมากกว่าเดิม ถ้าสภาพแวดล้อมทั่วไปมีลมพัดผ่านอากาศถ่ายเทได้สะดวก ความชื้นจะไม่สะสมมากนัก ดังนั้น ประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น ต้องลดการสะสมความชื้นที่เพิ่มขึ้นจากการระเหยของน้ำด้วยการระบายอากาศที่ดี หากต้องการนำความเย็นที่ได้ไปใช้ภายในอาคาร (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

พืชพรรณ

"พืชพรรณ หมายถึง พรรณไม้ทุกชนิดทั้งที่เป็นไม้ป่า ไม้ปลูกเลี้ยงที่มีเนื้อไม้และไม่มีเนื้อไม้" (สมจิต โยธะคง, 2541: 105)

สามารถแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ (Bowen, 1979)

- **ไม้ยืนต้น** (Tree) เป็นต้นไม้ที่มีอายุยืนยาว มีเนื้อไม้ และมีลำต้นเดี่ยว สามารถจำแนกตามขนาดเป็น 3 กลุ่ม คือ
    1. ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ มีความสูง 12 เมตรขึ้นไป
    2. ไม้ยืนต้นขนาดกลาง มีความสูง 9 – 12 เมตร
    3. ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก มีความสูง 4.5 – 6 เมตร

  ไม้ยืนต้นมักมีกิ่งก้านสาขาที่ให้ร่มเงาและมีความสูงของพุ่มใบเหนือพื้นดินที่ทำให้ลมสามารถพัดผ่านใต้พุ่มใบหรือพัดผ่านยอดไม้ได้
- **ไม้พุ่ม** (Shrub) เป็นต้นไม้ที่มีเนื้อไม้ แต่มีลำต้นหลายลำต้น ไม้พุ่มจะมีความสูง 1.2 – 4.5 เมตร โดยทั่วไปใช้เพื่อบังสายตาและกั้นลม
- **พืชคลุมดิน** (Low growing plant) เช่น หญ้าและไม้คลุมดินต่าง ๆ ซึ่งมีความสูง 0 - 1.2 เมตร ร่มเงาจากพืชคลุมดินช่วยทำความเย็นแก่พื้นดินและช่วยทำให้ลมที่พัดผ่านเหนือพืชคลุมดินเย็นลง

พืชพรรณสามารถจำแนกประเภทตามการใช้งานจริงทางภูมิสถาปัตยกรรมเป็น 4 ประเภท คือ (เอื้อมพร วีสมหมาย และคณะ, 2540)

- **ไม้ระดับสูง** หมายถึง ไม้ยืนต้น และไม้พุ่มระดับสูง ความสูงประมาณมากกว่า 4 เมตร มีคุณสมบัติในการใช้เป็นต้นเดี่ยว เป็นจุดเด่น หรือเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อให้ร่มเงา ฯลฯ
- **ไม้ระดับกลาง** หมายถึง ไม้พุ่มขนาดใหญ่ ความสูงประมาณ 2-4 เมตร มีคุณสมบัติในการใช้เป็นต้นเดี่ยว เป็นจุดเด่น หรือเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อให้ร่มเงา เป็นแนวแสดงขอบเขตบังสายตา ฯลฯ รวมทั้งไม้พุ่มระดับกลาง-เล็ก ความสูงประมาณ 1-2 เมตร มีคุณสมบัติในการใช้เป็นต้นเดี่ยว หรือเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อแสดงขอบเขต ฯลฯ
- **ไม้ระดับต่ำ** หมายถึง ไม้พุ่มขนาดเล็ก ความสูงประมาณ 0.3 – 0.5 เมตร มีคุณสมบัติใช้เป็นต้นเดี่ยว หรือเป็นกลุ่มใหญ่เพื่อแสดงขอบเขตในระดับพื้นโดยไม่บังสายตา รวมทั้งไม้คลุมดิน ความสูงต่ำกว่า 0.3 เมตร มีคุณสมบัติแผ่ปกคลุมพื้นที่ในแนวราบได้ดี ใช้เป็นแปลงไม้ระดับล่างสุดในสวนหย่อม ฯลฯ
- **ไม้เลื้อย** หมายถึง ไม้ที่ต้องอาศัยสิ่งค้ำจุนเพื่อตั้งตัวขึ้นในแนวสูง มีคุณสมบัติในการปกคลุมพื้นที่ในแนวตั้ง ใช้บดบังกำแพง ทำไม้แขวน หรือขึ้นซุ้ม ฯลฯ

พืชพรรณสามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์และนำมาซึ่งความเย็น ใบไม้ดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินและแดง (Blue and Red Spectrum of Light) โดยไม่ใช้ความยาวคลื่นสีเขียว (Green Light) มากนัก จึงสะท้อนความยาวคลื่นสีเขียวออกไปทำให้มองเห็นใบไม้เป็นสีเขียว พืชพรรณต่าง ๆ โดยเฉพาะไม้ยืนต้น สามารถลดอุณหภูมิลงได้โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งการดูดซึมน้ำจากราก และทำความเย็นด้วยการคายน้ำจากใบไม้โดยการระเหยเป็นไอไปในอากาศ ทำให้อากาศและอุณหภูมิรอบ ๆ ต้นไม้เย็นลง (Foster, 1994)

แม้แต่พืชคลุมดินสามารถลดอุณหภูมิพื้นผิว โดยสร้างแอ่งความเย็น (Cool Air Pocket) ที่บริเวณผิวดิน วิชัย อิทธิวิศวกุล (2539) ศึกษาพบว่า อุณหภูมิในบริเวณสนามหญ้าเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ แต่อุณหภูมิจะไม่เย็นเท่ากับอุณหภูมิใต้พุ่มใบของพุ่มไม้

จากการศึกษาของ สุนทร บุญญาธิการ (2542: 72) พบว่า “กระบวนการสังเคราะห์แสงดังกล่าวจะต้องใช้พลังงานความร้อนประมาณ 2.3 เมกะจูล (2,200 บีทียู) เพื่อทำให้น้ำ 1 ลิตรเปลี่ยนเป็นไอ ดังนั้นอาจประมาณได้ว่าในช่วงเวลากลางวัน (12 ชั่วโมง) หากต้นไม้

ขนาดใหญ่ต้นหนึ่งสามารถดูดน้ำจากดินขึ้นมาแล้ว แปลงสภาพน้ำให้เป็นไอ ในอัตราประมาณ 65 ลิตรต่อวัน ต้นไม้ต้นนั้นจะมีความสามารถในการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อม เทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน หรือประมาณ 12.66 เมกะจูลต่อชั่วโมง (2,200 บีทียูต่อชั่วโมง)"

นอกจากนั้นต้นไม้ยังสามารถช่วยควบคุมผลกระทบจากแสงแดดโดยช่วยกรองรังสีของดวงอาทิตย์, ช่วยควบคุมอุณหภูมิที่ผิวดินและควบคุมปริมาณความร้อนที่สะสม, สะท้อนหรือแผ่รังสีจากพื้นผิวต่าง ๆ ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ที่พาดลงบนผิวอาคาร, สามารถลดอุณหภูมิผิวอาคารลงเนื่องจากผลกระทบจากอุณหภูมิผิววัสดุ (Sol-Air Effect) และสามารถลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้

นอกจากนั้นการปลูกต้นไม้ที่มีพุ่มใบหนาทึบรอบ ๆ บริเวณอาคารจะมีผลต่ออุณหภูมิใต้ต้นไม้ในเวลากลางคืนที่จะไม่เย็นลงเท่าที่ควรเนื่องจากพุ่มใบสกัดกั้นการแลกเปลี่ยนความร้อนกับท้องฟ้าเอาไว้ ทำให้การใช้ประโยชน์ของอุณหภูมิใต้ต้นไม้ในเวลากลางคืนแตกต่างจากเวลากลางวันซึ่งสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่า

Federer (1976) และ Hastings and Crenshaw (1977) ศึกษาพบว่าผลที่ชัดเจนที่สุดของพรรณไม้ที่มีต่อสภาพอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นที่ตั้งของอาคาร คือ ให้ร่มเงา และช่วยดูดซับและสะท้อนรังสีของดวงอาทิตย์ หากมนุษย์ต้องการร่มเงาในยามอากาศร้อนและต้องการดวงอาทิตย์ในยามอากาศหนาว ควรเลือกใช้พรรณไม้ให้เหมาะสม เนื่องจากพรรณไม้มีทั้งชนิดที่ไม่ผลัดใบสามารถให้ร่มเงาตลอดปี และพรรณไม้ที่ผลัดใบตามฤดูกาล สามารถให้ร่มเงาในเวลาฤดูร้อนและผลัดใบในฤดูหนาว

สภาพภูมิประเทศขนาดใหญ่นั้น ลักษณะรูปทรงของพืชพรรณมีผลต่อกระแสลมประจำถิ่น โดยป่าไม้ที่มีความหนาแน่นสามารถเปลี่ยนทิศทางของกระแสลม สามารถลดและเพิ่มความเร็วของกระแสลมได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มต้นไม้ ตำแหน่งที่มีประสิทธิภาพในการกันลม ขณะเดียวกันในพื้นที่ขนาดเล็กจึงเกิดความเย็นสบายเสมอเมื่อมีลมพัดอ่อน ๆ ใต้ต้นไม้ เมื่อใบไม้คายน้ำ ผลิตก๊าซออกซิเจนในอากาศ เสริมสร้างให้กระแสลมเบาบางที่พัดผ่านเกิดความเย็นสบาย ซึ่งทำให้เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่แท้จริง

พืชพรรณต่าง ๆ สามารถปรับปรุงสภาพภูมิอากาศได้ 3 แนวทาง คือ ควบคุมลม, ควบคุมอุณหภูมิ และควบคุมการกลั่นตัวของไอน้ำและความชื้น (Bowen,1979; Leszczyn, 1999)

ควบคุมลม (Wind Control) โดยการกั้นขวาง (Obstruction), บังคับทิศทาง (Guidance), เบี่ยงเบน (Deflection) และกรองให้ลดลง (Filtration) การประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับรูปทรง, ลักษณะและความสูง หรือตำแหน่งของพืชพรรณ

ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) พืชพรรณทุกชนิดเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการควบคุมแสงจากดวงอาทิตย์ โดยดูดกลืนความร้อน (Absorb Heat), ทำให้เกิดร่มเงา (Provide Shade) และสร้างฉนวนป้องกันความร้อน (Crete Insulation) พืชพรรณดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน และคายความร้อนในเวลากลางคืน จึงทำความเย็นในเวลากลางวันและเพิ่มความอบอุ่นในเวลากลางคืน พืชพรรณแต่ละชนิดมีลักษณะและความหนาแน่นของพุ่มใบที่ทำให้เกิดร่มเงาแตกต่างกัน เช่น ไม้ผลัดใบ และไม้ไม่ผลัดใบ

ปัจจัยสำคัญที่แทบจะไม่ได้รับการพิจารณา คือ การเคลื่อนที่ของร่มเงาบนพื้นและความเร็วของความเย็นเมื่อเกิดร่มเงาบนพื้นที่ใหม่

Kelly (cited in Bowen, 1979: 7) ศึกษาพบว่า "อุณหภูมิบนพื้นโล่งสามารถเย็นลงถึง 22.2 ^{o}C ภายในเวลา 5 นาที ภายหลังจากเส้นเงามาถึง"

ควบคุมการกลั่นตัวของไอน้ำและความชื้น (Control of Precipitation and Humidity) ไอน้ำและการกลั่นตัวของน้ำอยู่ในรูปของน้ำฝน, หมอก, น้ำค้าง, หิมะ, เกล็ดน้ำแข็งและลูกเห็บ พืชพรรณจะสะสมน้ำฝนจากการแผ่กว้างของกิ่งใบและช่วยลดปริมาณของน้ำที่ตกบนพื้นดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและโครงสร้างของพืชพรรณในบริเวณนั้น เมื่อน้ำไหลผ่านพืชพรรณ น้ำจะช่วยดูดซับความร้อนจากพุ่มใบกิ่งก้าน และทำความเย็นให้กับพืชพรรณ โดยพืชพรรณต่าง ๆ สามารถรักษาความชุ่มชื้นและป้องกันหน้าดินไม่ให้ถูกน้ำกัดเซาะได้ดีกว่าดินโล่งที่ไม่มีพืชปกคลุม น้ำจะระเหยเป็นไอน้ำเมื่อฝนหยุดตกและความร้อนเพิ่มขึ้นตลอดวัน ทำให้เกิดความเย็นแก่กระแสลมที่พัดผ่านใกล้พืชพรรณตลอดเวลาที่น้ำระเหยกลายเป็นไอ รวมทั้งน้ำค้างที่เกิดจากการควบแน่นเป็นหยดน้ำบนใบที่แหลมเรียวของต้นสนและพื้นผิวใบไม้ต่าง ๆ จะตกสู่พื้นดินโดยหยดจากส่วนที่แตกต่างของพืชพรรณนั้น ๆ น้ำค้างจึงเป็นแหล่งความชุ่มชื้นที่สำคัญที่ทำให้พืชพรรณเจริญเติบโต

สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น

สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- อาคาร
- พื้นผิวที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น วัสดุปูพื้น (Paving)

การจัดวางตำแหน่งและทิศทาง (Orientation) ของอาคาร ทำให้เกิดแสงเงากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นยังเปลี่ยนรูปแบบของการสะสมและการสะท้อนความร้อน ขณะที่ป่าไม้ช่วยดูดกลืนและใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์ มีแสงเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่ตกกระทบพื้นดินเบื้องล่าง และการสะท้อนของแสงในรูปของความร้อนกลับคืนสู่อากาศก็มีเพียงเล็กน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เช่นกัน อาคารคอนกรีตและวัสดุปูพื้นกลับดูดกลืนและสะสมความร้อนประมาณครึ่งหนึ่งของพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ส่วนที่เหลือสะท้อนกลับสู่ท้องฟ้า จะเห็นได้ว่าพื้นถนนร้อนเสมอในวันที่มีแดดจัด เมื่อถึงเวลากลางคืนอาคารคอนกรีตและพื้นถนนจึงจะคายความร้อนที่สะสมไว้สู่ท้องฟ้า แต่ภายในเมืองที่เต็มไปด้วยฝุ่นควัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอากาศที่เป็นมลภาวะได้สกัดกั้นไม่ให้เกิดการถ่ายเทความร้อนสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน การเก็บสะสมความร้อนปริมาณมหาศาลในเวลากลางวันและไม่สามารถสูญเสียความร้อนได้มากในเวลากลางคืน เรียกว่า สภาวะเกาะแห่งความร้อน (Heat-island Effect) ดังนั้นภายในเมืองจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าแตกต่างจากอุณหภูมิบริเวณนอกเมืองและชุมชนเกษตรกรรมรอบนอก สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศภายในเมือง สามารถปรับปรุงได้โดยการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของพืชพรรณมากขึ้น บริเวณพืชพรรณกว้างเท่าใดก็ยิ่งสร้างผลกระทบที่ดีมากขึ้นเท่านั้น (Foster, 1994)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย