บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวแปรทางธรรมชาติในการปรับสภาพแวดล้อม

2.1.1 ความหมายของสภาพแวดล้อม

มีความหมายแตกต่างกันตามหน้าที่ๆใช้ แต่โดยทั่วไปหมายถึง สภาพภายนอกร่างกายที่เกี่ยวพันกับมนุษย์ สัตว์ พืช เราสามารถสร้างสภาพแวดล้อมซึ่งมีความสัมพันธ์กันทั้งภายนอกและภายในร่างกายให้แก่คนทั่วไปได้นอกเหนือไปจากที่ธรรมชาติสร้างโดยการสร้างสรรค์อาคารและสภาพแวดล้อมขึ้นมาใหม่ การสร้างสรรค์นี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหลักๆ 2 ประการ คือ

1. สภาพแวดล้อมทางจิตใจ ขึ้นอยู่กับขนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรมอันได้แก่ ศีลธรรม การรู้จักถูกผิด ความเชื่อ ค่านิยม สังคม และประวิติศาสตร์

2. สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวกับทางร่างกาย ได้แก่ สภาพทางภูมิศาสตร์ ธรณีวิทยา ภูมิอากาศ ที่ว่าง เสียง

อาคาร เป็นสถานที่ๆชีวิตเราต้องเข้าไปเกี่ยวข้องสัมผัส เพื่ออยู่อาศัยใช้สอยในกิจการต่างๆ สภาพแวดล้อมภายนอกเป็นตัวกำหนดการจัดการวางผังอาคารและรูปแบบอาคาร ส่วนตัวอาคารเองจะสร้างสภาพแวดล้อมภายในอาคาร สภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร ประกอบด้วย

1. ลมฟ้าอากาศประจำเขต
2. สภาพทางภูมิศาสตร์
3. สภาพทางธรณีวิทยา
4. ภูมิอากาศบริเวณที่ตั้งอาคาร
5. สภาพข้างเคียงโดยรอบบริเวณอาคาร

ส่วนภายในอาคารที่เกิดจากผู้ออกแบบ ประกอบด้วยบรรยากาศที่ทำให้ได้รับความสบาย มีสุขภาพดี จิตใจดี ที่ว่าง การระบายอากาศ ปริมาณความร้อนที่พอเหมาะ การให้แสงสว่าง

เพื่อการมองเห็นและการได้ยิน ซึ่งจะเกี่ยวเนื่องกับสภาพแวดล้อมในบริเวณข้างเคียงโดยรอบอาคารด้วย

การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี จะทำให้ผู้อยู่อาศัยมีความสุขสบายโดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์หรือเครื่องอำนวยความสุขอื่นๆ ทำให้มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี

2.1.2 สภาพภูมิอากาศ

สภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยสภาพภูมิอากาศนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามขนาดสภาพของภูมิประเทศ คือ

2.1.2.1 Macro climate

คือ สภาพอากาศที่อยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นที่กว้างใหญ่ หรือพื้นที่ๆมีขนาดหลายร้อยกิโลเมตร โดยการปรับสภาพอากาศของพื้นที่ขนาดใหญ่สามารถทำได้ดังนี้

1. ควบคุม, สกัดกั้นและเปลี่ยนทิศทางของมวลอากาศ
2. พื้นที่ขนาดใหญ่เป็นผลให้เกิดเงาฝนในหลายพื้นที่
3. อุณหภูมิจะลดลงเมื่อความสูงมากขึ้น
4. อากาศเย็นจะไหลลงในบริเวณที่ราบต่ำและทรงตัวอยู่ในบริเวณหุบเขา
5. ทิศทางและปริมาณลมตามหุบเขาแปรผันไปตลอดวัน โดยลมจะพัดขึ้นเนินเขาในเวลากลางวัน และลมมีทิศทางพัดลงเนินเขาในเวลากลางคืน
6. ต้นไม้หลายประเภทปรับตัวได้ตามลักษณะของพื้นผิว ทั้งเหนือและใต้ลม

2.1.2.2 Micro climate

คือ สภาพอากาศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นที่ตั้งของอาคารหรือโครงการที่มีอาณาบริเวณจำกัด โดยการปรับสภาพอากาศของพื้นที่ขนาดเล็กสามารถทำได้ดังนี้

1. ปรับสภาพพื้นผิว (Topographical) เพื่อช่วยให้รับแสงธรรมชาติมากขึ้นหรือลดลงได้

2. ใช้ต้นไม้ (Vegetation) ขนาดต่างๆตามตำแหน่งต่างๆเพื่อควบคุมสภาพอากาศ ทิศทางและความเร็วลม

3. ใช้พืชคลุมดิน (Ground covering) เพื่อลดอุณหภูมิที่พื้นผิวและสร้างความเย็น ที่บริเวณผิวดิน

4. ใช้ความเร็วลม (Wind speed) เพื่อพัดพาเอาอากาศร้อนออกไปและพัดพาเอาอากาศเย็นเข้ามาแทนที่

5. ใช้น้ำ (Water body) โดยอาศัยความเย็นจากผิวน้ำที่เกิดจากการระเหยกลายเป็นไอของน้ำ (Evaporation)

2.1.3 สภาพแวดล้อมทางภูมิอากาศของไทย

ไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น (Hot humid climate) อุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูงแต่ไม่รุนแรงเท่าอุณหภูมิในแถบอื่นๆของโลก อุณหภูมิฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 28-38 ^{o}C มีฝนตกชุก มีความชื้นสูงมาก มีความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงของวันและในฤดูกาลน้อย อากาศในฤดูหนาวไม่เย็นมาก แต่อากาศในฤดูร้อน มีลมมรสุมพัดผ่าน 2 ช่วง คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ในช่วงนี้อากาศจะค่อนข้างเย็นและแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศน้อย และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งพัดมาจากทะเลอันดามันมหาสมุทรอินเดีย พัดเอาเมฆฝนเข้าสู่ประเทศไทย ทำให้มีฝนตกทั่วไปในทุกภาคของประเทศ อากาศในช่วงนี้มีความชื้นสัมพัทธ์สูง นอกจากนี้ยังมีกระแสลมพัดจากทะเลจีนใต้เข้าสู่อ่าวไทยทางทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนซึ่งก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน คือ ท้องฟ้า อุณหภูมิ ความชื้น น้ำฝน ลม และองค์ประกอบทางธรรมชาติที่มีผลต่อภูมิอากาศส่วนย่อย คือ ลักษณะภูมิประเทศ บริเวณผิวน้ำ พืชพันธุ์ไม้ และสิ่งก่อสร้าง (กาญจนา สิริภัทรวณิช, 2541 : 10)

สภาพภูมิอากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอุณหภูมิฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 21-40 ^{o}C และมีอุณหภูมิฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 10-36 ^{o}C

สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน คือ

1. ท้องฟ้า (Sky) มีเมฆฝนกระจัดกระจายทั้งปี แต่ส่วนใหญ่ท้องฟ้าสดใส แสงแดดจ้า

2.อุณหภูมิ (Temperature) ค่อนข้างสูงมีความแตกต่างของอุณหภูมิในระหว่างวันและช่วงเวลาของทั้งปีค่อนข้างมาก

3. ความชื้น (Humidity) มีความชื้นสูงประมาณ 33-95 %

4. ปริมาณฝน (Rainfall) มีฝนตกประปรายช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม และจะเริ่มมากขึ้นในช่วงเดือนตุลาคมและเดือนเมษายน แต่จะมีปริมาณฝนมากที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน

5. ลม (Wind) ส่วนใหญ่เป็นลมพัดอ่อนๆพอสบายและมีลมประจำถิ่นที่ไม่รุนแรงนัก ทั้งนี้เนื่องจากที่ตั้งของภูมิภาคมีพื้นที่จากภูมิภาคอื่นๆและประเทศข้างเคียงที่เป็นพื้นที่กั้นลมพายุก่อนจะถึง จึงไม่ค่อยมีกระแสลมรุนแรงพัดเข้าสู่ภูมิภาคนี้ โดยกระแสลมที่เกิดขึ้นเป็นลมประจำฤดูได้แก่

ฤดูหนาว เริ่มประมาณเดือนพฤศจิกายน ถึงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมหนาวพัดจากประเทศจีนทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม กระแสลมจากทะเลจีนใต้พัดเข้ามาทางทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

2.2.4 ตัวแปรสำคัญที่ก่อให้เกิดสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน

ตัวแปรสำคัญที่ก่อให้เกิดสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน คือ

-ดวงอาทิตย์
-ลม
-ความชื้น

และการเลือกใช้องค์ประกอบทางธรรมชาติอันหลากหลายไปตามสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน เช่น การใช้ประโยชน์จากการจัดวางทิศทาง พืชพันธุ์ไม้ แหล่งน้ำ ดิน มีผลทำให้เกิดความรู้สึกสบายต่อผู้ใช้อาคารที่แตกต่างกัน เช่น ในสภาพที่หนาวเย็น มีความจำเป็นต้องนำความร้อนเข้ามาในอาคารให้มากที่สุดเพื่อลดความเย็น ส่วนในสภาพที่มีอากาศร้อนก็จำเป็นต้องสร้างหรือปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมเพื่อนำความเย็นเข้าสู่อาคาร ในเขตที่มีอากาศแห้งแล้ง ก็ต้องการความชื้นเพื่อสร้างความรู้สึกสบายเช่นเดียวกัน จากสภาพอากาศ พบว่าความชื้นที่ค่อนข้างสูงทำให้การระเหยของน้ำเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการจะทำความเย็นให้เกิดขึ้นจึงต้องอาศัยลมช่วย โดยใช้ต้นไม้เพื่อให้เกิดการสังเคราะห์แสงของพืชและก่อให้เกิดการระเหยของน้ำ ทำให้อุณหภูมิรอบๆต้นไม้เย็นลง จึงควรอาศัยประโยชน์ของการระเหยน้ำของพืชและร่มเงาเพื่อช่วยลดการถ่ายเทความร้อน

ในการออกแบบวิเคราะห์ตามสภาพภูมิอากาศ สภาพของที่ตั้งโดยรอบเป็นพื้นฐานในการพิจารณาเบื้องต้นแต่ต้องพิจารณาทางด้านภูมิอากาศส่วนย่อยเพิ่มเติม โดยองค์ประกอบทางธรรมชาติที่มีผลต่อภูมิอากาศส่วนย่อย ประกอบด้วย

-รูปร่างของพื้นที่หรือลักษณะของภูมิประเทศ (Landform หรือ Topography)
-แหล่งน้ำ (Water body)
-พืชพันธุ์ไม้ (Vegetation)
-สิ่งก่อสร้าง (Built-form)

มีผู้ศึกษาสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสภาพอากาศ ดังนี้

1. การศึกษาอุณหภูมิภายนอกภายใต้การปรับภูมิอากาศส่วนย่อยที่เหมาะสม สามารถลดการใช้พลังงานในการปรับสภาวะอากาศภายในอาคารให้น้อยลงได้ (สุนทร บุญญาธิการ, 2539)

2. ศึกษาความสามารถในการใช้หญ้าจริงและหญ้าเทียม (S. Elwynn Taylor Geralp Pingel, 1971)

-อุณหภูมิผิวดินบริเวณที่มีหญ้าจริงจะเย็นกว่าที่เป็นหญ้าเทียม จากขบวนการระเหยกลายเป็นไอ โดยอุณหภูมิที่แตกต่างกันเป็นผลมาจากการดูดซับความร้อนของแสงอาทิตย์

-การวัดผลการสะท้อนความร้อน พบว่า หญ้าสะท้อน 2.94 เท่า ในขณะที่หญ้าเทียมและแอสฟัลท์จะสะท้อน 1.78 เท่า

-การดูดซับความร้อน พบว่า หญ้าดูดซับ 78.4 % แอสฟัลท์ 87 % และหญ้าเทียม 92.7%

กล่าวโดยสรุป คือ ตัวแปรทางธรรมชาติที่ก่อให้เกิดสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน คือ สภาพภูมิประเทศ แหล่งน้ำ พืชพันธุ์ไม้ ความเร็วลม ดวงอาทิตย์และความชื้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.4.1 สภาพภูมิประเทศ

เป็นลักษณะทางกายภาพของภูมิภาคและที่ตั้งทำให้เกิดความแตกต่างของสภาพอากาศ โดยสามารถแบ่งตามขนาดของพื้นที่เป็น 2 ประเภท คือ สภาพภูมิประเทศขนาดใหญ่และสภาพภูมิประเทศขนาดเล็ก

สภาพภูมิประเทศขนาดใหญ่ คือ สภาพภูมิประเทศขนาดใหญ่ของประเทศ ภูมิภาค หรือสภาพภูมิประเทศที่อยู่ในอาณาบริเวณที่เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ มีขนาดหลายร้อยตารางกิโลเมตร

สภาพภูมิประเทศขนาดเล็ก คือ องค์ประกอบทางกายภาพของที่ตั้งและบริเวณใกล้เคียง ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพอากาศที่อยู่ในบริเวณที่ตั้งของโครงการ

นอกจากลักษณะของสภาพภูมิประเทศแล้ว ลักษณะความสูงของแผ่นดิน ยังมีผลต่ออุณหภูมิอากาศ ทั้งนี้เพราะ " *อุณหภูมิอากาศจะเปลี่ยนตามความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (Altitude) เช่น บริเวณภูเขาสูงอุณหภูมิอากาศจะลดลงโดยประมาณ 1 องศาฟาเรนไฮท์ เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นทุกๆ 100 เมตร ในฤดูร้อนและทุกๆ 120 เมตรในฤดูหนาว โดยภูเขาสูงมีผลกระทบต่อสภาพภูมิประเทศในพื้นที่ขนาดใหญ่ ความแตกต่างของระดับผิวดินสามารถเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขนาดเล็กบริเวณที่ตั้งอาคารได้เช่นกัน อากาศเย็นจะหนักกว่าอากาศร้อน ในตอนกลางคืนการแผ่รังสีกลับสู่ท้องฟ้าจะทำให้เกิดชั้นของอากาศเย็นใต้ผิวดิน อากาศเย็นจะมีสภาพคล้ายน้ำที่ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ดังนั้น อากาศเย็นจะเคลื่อนตัวไปสู่จุดที่ต่ำทำให้เกิดแอ่งอากาศเย็น ทำให้เวลากลางคืนอากาศเย็นพัดพาลงไปตามหุบเขาซึ่งตรงข้ามกับเวลากลางวันที่อากาศร้อนเคลื่อนตัวขึ้นไปตามหุบเขา* " (Olgyay, 1992:44)

ลักษณะรูปทรงแผ่นดิน มีอิทธิพลต่อการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยระนาบพื้นผิวสามารถช่วยให้รับแสงธรรมชาติมากขึ้นหรือลดลงได้ เนื่องจาก " *ปริมาณของรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ซึ่งกระทบกับพื้นดิน เป็นปัจจัยหนึ่งของความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบของดวงอาทิตย์กับทิศทางและระดับองศาความลาดเอียง* " (Landphair and Motloch, 1985: 45)

ลักษณะรูปทรงของแผ่นดิน มีผลต่อกระแสลม เนื่องจาก ลักษณะภูมิประเทศสามารถควบคุม สกัดกั้นและเปลี่ยนทิศทางของมวลอากาศ ทำให้ความเร็วลมในหุบเขามีทิศทางและปริมาณลมในหุบเขาแปรผันตามเวลา โดยลมจะพัดขึ้นเนินเขาในเวลากลางวันและพัดลงเนินเขาในเวลากลางคืน

พื้นดินแห้ง เช่น ทรายและหินลูกรัง เป็นต้น ส่งผลให้อุณหภูมิสูงขึ้นและความชื้นต่ำลง ขณะที่พื้นดินเปียก เช่น พื้นดินที่อุดมสมบูรณ์และพื้นดินเหนียวที่ระบายน้ำได้น้อยซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเปียกชื้น ส่งผลให้อุณหภูมิต่ำลงและความชื้นสูงขึ้น (ชญาณิน จิตรานุเคราะห์, 2543: 23-24)

2.2.4.2 แหล่งน้ำ

น้ำมีคุณสมบัติคล้ายกับดิน ในระดับความลึกต่างๆของน้ำมีอุณหภูมิเกือบคงที่ (Stable) น้ำยังทำหน้าที่เป็นตัวกักเก็บความร้อน (Heat sink) เนื่องจากมวลที่ใหญ่ของน้ำ นอกจากนี้ น้ำยังมีคุณสมบัติที่ทำให้เกิดความเย็น โดยการระเหยของน้ำในบริเวณผิวน้ำที่สัมผัสกับอากาศ โดยต้องอาศัยพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มาเปลี่ยนสถานะของน้ำ และพึ่งพาลมที่จะช่วยพัดพาเอาอากาศเย็นที่เกิดจากการลดอุณหภูมิในบริเวณดังกล่าว เนื่องจากพลังงานความร้อนถูกดึงไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

น้ำมีค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Heat) สูงกว่าดินหรือแผ่นดิน ทำให้น้ำจะเย็นกว่าในช่วงกลางวันและอุ่นกว่าในช่วงกลางคืน ดังนั้น บริเวณที่ตั้งใกล้แหล่งน้ำขนาดใหญ่จะช่วยลดการแปรเปลี่ยนอุณหภูมิที่ขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุด ผลกระทบที่เกิด ขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งน้ำ บริเวณทะเลที่แผ่นดินร้อนกว่าทะเล อากาศร้อนลอยตัวขึ้น อากาศเย็นจากทะเลจะพัดเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดกระแสลมพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่ง ทำนองเดียวกันกับเวลากลางคืน ลมจะพัดจากฝั่งออกจากทะเล นอกจากนี้ บริเวณใกล้แหล่งน้ำหรือด้านท้ายลมจะมีผลเรื่องความชื้นและการสร้างความเย็นจากการระเหย (Evaporative Cooling Effect)

กระบวนการระเหย (Evaporation) ต้องการพลังงานหรือความร้อน เมื่อโมเลกุลของน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลว (Liquid) เป็นก๊าซ (Gaseous) กระบวนการนี้ต้องการพลังงานที่มากพอที่จะระเหยน้ำให้กลายเป็นไอ มากกว่าเพื่อทำความร้อนให้กับน้ำเท่านั้น กระบวนการระเหยใช้พลังงานจากอากาศโดยรอบ ดังนั้น ความร้อนจึงถูกนำไปใช้และอากาศเย็นลง แม้แต่แหล่งน้ำขนาดเล็ก ก็สามารถสร้างผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่น จากกระแสลมอ่อนๆ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิขึ้น รวมทั้งการระเหยซึ่งใช้ความร้อนจากอากาศที่ล้อมรอบ น้ำที่มีปริมาณมากและการระเหยของแหล่งน้ำ จะเพิ่มอิทธิพลต่อสภาพภูมิอากาศ การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ ควรอยู่เหนือลม จึงสามารถเพิ่มผลกระทบทั้งจากความเย็นและความชื้นให้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ (Foster, 1994)

ในทำนองเดียวกัน " *บริเวณใต้ลมของแหล่งน้ำขนาดใหญ่อาจทำให้เกิดความชื้นซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบของอุณหภูมิทั่วไปภายในบริเวณนั้น ปริมาณของแหล่งน้ำมากเท่าใดย่อมมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมขนาดเล็กมากขึ้นเท่านั้น* " (Laurie, 1986: 185)

แหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไป สามารถใช้เป็นแหล่งสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อมได้ โดยการให้กระแสลมพัดผ่านบริเวณผิวหน้าของน้ำที่มีการระเหย ทำให้อากาศเย็นลง และเมื่อความชื้นในอากาศมากกว่าเดิม ถ้าสภาพแวดล้อมทั่วไปมีลมพัดผ่านอากาศถ่ายเทได้สะดวก ความชื้นจะไม่สะสมมากนัก ดังนั้น ประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น ต้องลดการสะสมความชื้นที่เพิ่มขึ้นจากการระเหยของน้ำด้วยการระบายอากาศที่ดี (สุนทร บุญญาธิการ, 2542 : 88)

2.2.4.3 **พืชพันธุ์ไม้** (Vegetation)

ต้นไม้มีความสามารถในการควบคุมสภาพแวดล้อม 4 ประการ (กาญจนา สิริภัทรวณิช, 2541 : 12-13) คือ

1. ควบคุมอุณหภูมิ จากการวิจัยพบว่าพืชพันธุ์ไม้สามารถลดอุณหภูมิอากาศในช่วงร้อนจัดได้ 3 องศาเซลเซียส เนื่องจากพืชพรรณไม้ช่วยกันแสงอาทิตย์ สกัดปริมาณลมและลดการระเหยของน้ำจากดิน ทำให้บริเวณภายใต้ต้นไม้จึงมีความชื้นสูง โดยเฉพาะในเวลากลางวัน และมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าอุณหภูมิโดยรอบในเวลากลางวัน และในเวลากลางคืน ต้นไม้จะมีการแผ่รังสีความร้อนด้านบนออกไปสู่ท้องฟ้า ทำให้อุณหภูมิของต้นไม้ลดต่ำลงทั้งนี้ขึ้นกับรูปทรงลักษณะของต้นไม้ด้วย

2. ควบคุมกระแสลม ต้นไม้สามารถเปลี่ยนทิศทางของกระแสลมให้เป็นไปในลักษณะต่างๆได้ รวมทั้งลดและเพิ่มความเร็วของกระแสลมได้ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของต้นไม้และกลุ่มของต้นไม้ ความสามารถในการกันลมก็ยังขึ้นอยู่กับความเร็วของลมที่มาปะทะด้วย จึงต้องพิจารณาลักษณะของลมที่เกิดขึ้น ณ บริเวณนั้นๆ ความเร็วของลมขึ้นอยู่กับระดับความสูง คือ บริเวณที่อยู่ใกล้พื้นดินจะมีความเร็วช้าลง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริเวณที่มีลักษณะไม่ค่อยราบเรียบนัก

สำหรับลักษณะการกั้นลมของแนวต้นไม้นั้น จะสามารถกันลมที่พัดมาให้ผ่านไปด้านหลังได้ ทำให้เกิดพื้นที่กันลมได้มาก โดยที่ยังมีลมที่มีความเร็วต่ำพัดผ่านต้นไม้ไปในบริเวณดังกล่าวได้ เนื่องจากความโปร่งของต้นไม้

3. ควบคุมน้ำและความชื้น ต้นไม้ช่วยควบคุมความชื้น น้ำในดินและในอากาศได้ รวมทั้งช่วยลดการระเหยของน้ำจากดินและต้นไม้เองได้ เพราะต้นไม้กันและกรองแสง ทำให้ความ

ร้อนที่ผ่านลงมาน้อยลง การระเหยจึงทำได้น้อย อีกทั้งต้นไม้ยังมีการหายใจปล่อยไอน้ำออกมาเอง ทำให้ความชื้นโดยรอบสูงขึ้น

4. ควบคุมการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ต้นไม้เป็นสิ่งที่ดีที่สุดในการใช้เป็นเครื่องกำบังในการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ภายนอกอาคาร ช่วยกรองรังสีดวงอาทิตย์ ช่วยควบคุมอุณหภูมิที่ผิวดินและปริมาณความร้อนที่สะสม สะท้อนหรือแผ่รังสีจากพื้นผิวต่างๆ ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ที่พาดลงบนผิวของอาคารสามารถช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวอาคารลงได้ การใช้ประโยชน์ลักษณะนี้ เป็นคุณประโยชน์หลักของต้นไม้ทั้งในประเทศภูมิอากาศเขตร้อนซึ่งมีการใช้ประโยชน์ได้ตลอดปี และประเทศที่มีภูมิอากาศเย็น ซึ่งจะมีการใช้ต้นไม้ในลักษณะนี้ในช่วงฤดูร้อนตลอดจนช่วงเวลาอื่นที่ต้องการควบคุมสภาพอากาศ เนื่องจาก Sol-Air effect ช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคาร ต้นไม้ที่มีใบหนาแน่น แสงอาจจะถูกดูดซึมได้ถึง 80 % สะท้อนออก 10 % และส่องผ่านไปยังพื้นล่างเพียง 10 % แต่ต้องขึ้นอยู่กับชนิด ลักษณะของต้นไม้และความหนาแน่นของพุ่มใบด้วย และการใช้ต้นไม้ควบคุมการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ทำได้โดยการบังเงาจากแสงอาทิตย์หรือโดยการสกัดกั้นการแผ่รังสี โดยอาจสามารถสกัดกั้นการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ได้ทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน ขึ้นกับความหนาแน่นของพุ่มใบ ชั้นของพุ่มใบและทรงของพุ่มใบ ซึ่งรังสีของดวงอาทิตย์จะดูดซับ สะท้อนและส่งผ่านความร้อนไปยังใบไม้เหล่านั้น ซึ่งการใช้ต้นไม้ที่มีใบหนาแน่นก็จะสามารถสกัดกั้นรังสีความร้อนได้ดีกว่าต้นไม้ที่มีความหนาแน่นน้อย

มีการศึกษาและวิจัยการปรับอุณหภูมิโดยใช้ต้นไม้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รายงานของ Kittredge ใน Forest Influence (อ้างจาก วิชัย อิทธิวิศวกุล, 2539: 17) พบว่า

-ใต้ต้นไม้อาจลดรังสีน้อยกว่า 1 % ของยอดไม้

-อุณหภูมิที่ปกคลุมโดยหญ้าจะเย็นกว่าพื้นที่ดินเปล่า 10-14 ^{0} F ในฤดูร้อน

2. การวิจัยบริเวณป่าสนทางภาคเหนือของแคนาดา (อ้างจาก วิชัย อิทธิวิศวกุล, 2539: 17) พบว่า อุณหภูมิสูงสุดของพื้นที่เปิดโล่ง คือ 50-70 ^{0}C ในขณะที่อุณหภูมิใต้ต้นไม้อยู่ระหว่าง 9-13 ^{0}C และค่อยๆลดต่ำลงในเวลากลางคืน

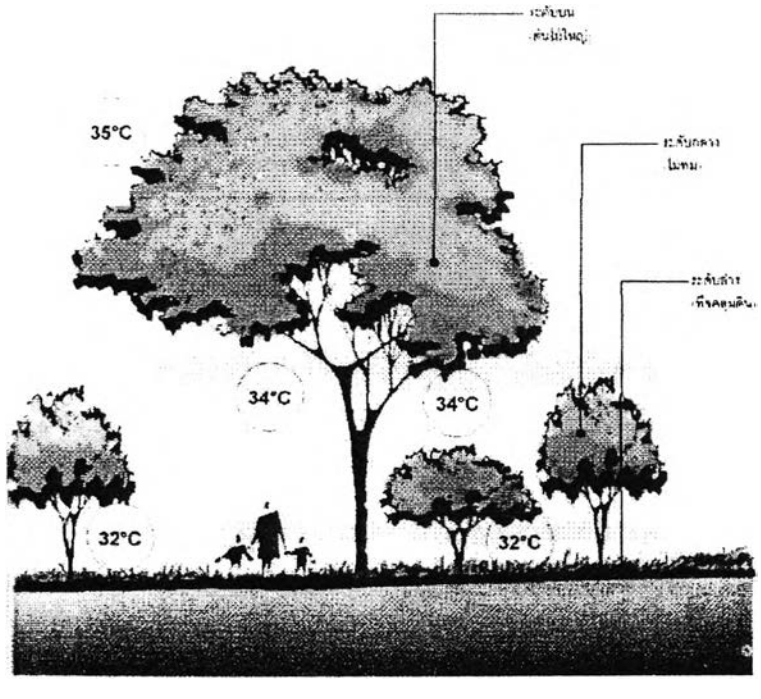
3. อิทธิพลของป่าในการลดอุณหภูมิที่สูงสุดของผิวดิน เป็นผลมาจากร่มเงาและฉนวนที่พื้นผิว

-อิทธิพลของร่มเงาให้ผลดีกว่าการใช้ฉนวนและร่มเงาทำให้อุณหภูมิลดลงถึง 2 ^{0}C

-ร่มเงาของต้นไม้ที่ระดับความสูง 3 เมตร จะช่วยให้อุณหภูมิลดลง 6 ^{0}C เมื่อเทียบกับที่ดินเปล่า

-ร่มเงาช่วยให้อุณหภูมิลดลง 10 ^{0}C เมื่อเทียบกับที่โล่งรับแดดตลอดทั้งวัน (ASLA, 1976)

4. การนำต้นไม้มาใช้เพื่อปรับแต่งสภาพแวดล้อม จากการศึกษา (สุนทร บุญญาธิการ, 2542 : 72-73) พบว่า การยอมให้ลมพัดผ่านใต้พุ่มใบทั้งในระดับบนและระดับล่างของไม้ยืนต้น โดยเฉพาะส่วนที่อยู่ติดผิวดิน เพื่อให้เกิดการระเหยของน้ำ เป็นผลให้พื้นดินเย็นลงมากกว่าปรกติ ส่วนต้นไม้ใหญ่ที่เป็นพุ่มใบระดับบน ทำหน้าที่สกัดกั้นแสงแดดโดยพุ่มใบมีลักษณะโปร่ง โล่ง เพื่อไม่ให้เกิดการกักเก็บความชื้น



ภาพที่ 2.1 แสดงการใช้ต้นไม้เพื่อสร้างสภาพแวดล้อม

ที่มา: สุนทร บุญญาธิการ, 2542 หน้า 73

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. การศึกษาการใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดิน " *จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิกระเปาะเปียกจะต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง โดยในช่วงที่มีอากาศร้อนจัดอุณหภูมิผิวหญ้าเปียกจะต่ำกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก เพราะพื้นดินที่เย็นมีการกักเก็บความเย็นไว้ได้มากกว่าอุณหภูมิ จึงไม่แปรปรวนตามสภาพภูมิอากาศภายนอก* " (สุนทร บุญญาธิการ, 2542 : 74-75)

6. การศึกษาการใช้ประโยชน์จากต้นไม้ใหญ่ " *ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น... การมีต้นไม้ขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยลดความรุนแรงของอุณหภูมิอากาศในเวลากลางวันได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะต้นไม้ใช้พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ในการดำรงชีวิต โดยการดูดเอาน้ำจากใต้ดินมาแปลงสภาพให้เป็นไอน้ำผ่านออกทางปากใบ กระบวนการสังเคราะห์แสงดังกล่าวจะต้องใช้พลังงานความร้อนประมาณ 2.3 เมกะจูล (22,000 บีทียู) เพื่อทำให้น้ำ 1 ลิตรเปลี่ยนเป็นไอ ในเวลากลางวัน (12 ชั่วโมง) ถ้าต้นไม้ขนาดใหญ่สามารถดูดน้ำจากดินแล้วแปลงสภาพเป็นน้ำให้เป็นไอ ในอัตราประมาณ 65 ลิตรต่อวัน ต้นไม้นั้นจะมีความสามารถในการลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมเทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตันหรือประมาณ 12.66 เมกะจูลต่อชั่วโมง (12,000 บีทียูต่อชั่วโมง)* " (สุนทร บุญญาธิการ, 2542 : 72-73)

กล่าวโดยสรุปคือ จะเห็นได้ว่าพืชพันธุ์ไม้เป็นส่วนสำคัญมากต่อการปรับแต่งภูมิอากาศส่วนย่อย โดยพืชพันธุ์ไม้ (Vegetation) สามารถควบคุมสภาพแวดล้อม 4 ประการ คือ

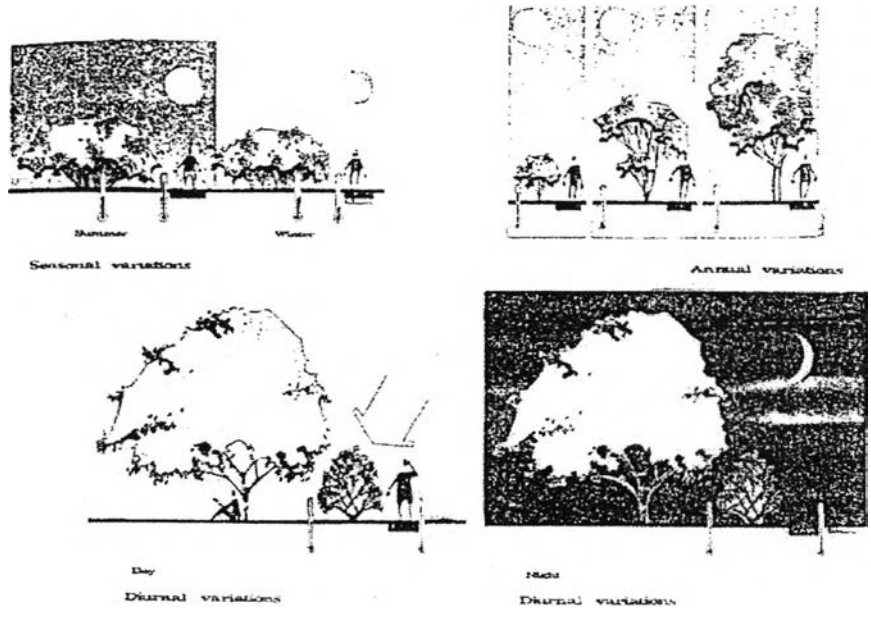
1. ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control) จากการวิจัยพบว่าพืชพันธุ์ไม้ (Vegetation) สามารถช่วยลดอุณหภูมิของอากาศในช่วงร้อนจัดได้ 3 องศาเซลเซียส เนื่องจากต้นไม้ช่วยกันแสงอาทิตย์ สกัดปริมาณลมและลดการระเหยของน้ำจากดิน ทำให้บริเวณภายใต้ต้นไม้มีความชื้นสูง และมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าบริเวณโดยรอบในเวลากลางวัน และในเวลากลางคืน ต้นไม้จะมีการแผ่รังสีความร้อนด้านบนออกไปสู่ท้องฟ้า ทำให้อุณหภูมิของต้นไม้ลดต่ำลง ทั้งนี้ ขึ้นกับรูปทรงลักษณะของต้นไม้ด้วย

สำหรับเมืองที่มีลักษณะผังเป็นสถานที่ๆมีอาคารต่างๆมากมาย มีปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นสูงก็สามารถใช้ความเย็นจากแหล่งต้นไม้ไปช่วยลดอุณหภูมิได้โดยการจัดผังให้มีสวนสาธารณะปลูกต้นไม้โดยทั่วไป เพื่อให้ความเย็นจากต้นไม้เข้าไปแทนที่ความร้อนที่ลอยตัวสูงขึ้น

2. ควบคุมกระแสลม (Wind Control) ต้นไม้สามารถเปลี่ยนทิศทางของกระแสลมให้เป็นไปในลักษณะต่างๆได้ รวมทั้งลดและเพิ่มความเร็วของกระแสลมได้ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของต้นไม้และกลุ่มของต้นไม้ ความสามารถในการกันลม ยังขึ้นอยู่กับความเร็วลมที่มาปะทะด้วย จึงจะต้องพิจารณาลักษณะของลมที่เกิดขึ้น ณ บริเวณนั้นๆ ความเร็วของลมขึ้นอยู่กับระดับความสูง บริเวณที่อยู่ใกล้พื้นดินจะมีความเร็วช้าลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีลักษณะไม่ค่อยราบเรียบนัก

3. ควบคุมน้ำและความชื้น (Precipitation and Humidity Control) ต้นไม้ช่วยควบคุมความชื้นและน้ำที่อยู่ในดินและในอากาศได้ รวมทั้งช่วยลดการระเหยของน้ำจากดินและต้นไม้เองได้ เพราต้นไม้กันและกรองแสง ทำให้ความร้อนที่ผ่านลงมาน้อยลง การระเหยจึงทำได้น้อย อีกทั้งต้นไม้ยังมีการหายใจปล่อยไอน้ำออกมาเอง ทำให้ความชื้นโดยรอบสูงขึ้น ในพื้นที่ๆเป็นป่า จะมีฝนตกจากลักษณะทางกายภาพของต้นไม้ ได้ช่วยให้น้ำไหลผ่านดินได้ช้าลง ทำให้มีการดูดซึมของน้ำลงดินได้มากขึ้นอีกด้วย

ต้นไม้ช่วยหน่วงเหนี่ยวฝนที่ตกลงมาได้ประมาณ 20-40 % แล้วแต่ลักษณะของใบไม้และความหนาแน่นของพุ่มใบ



ภาพที่ 2.2 แสดง Vegetation and Temperature Control

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

4. การควบคุมการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (Solar Radiation Control) การแผ่รังสีที่ไม่สามารถมองเห็นได้ หรือ Solar Infrared เป็นส่วนของการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่มีพฤติกรรมเช่นเดียวกับส่วนที่มองเห็นได้ ข้อแตกต่าง คือ การส่งผลที่เด่นชัดไปยังภูมิอากาศส่วนย่อย (Microclimate) ได้ เช่น ส่วนใหญ่ของการแผ่รังสีที่เห็นได้ ถูกรับโดยการดูดซับของใบไม้ประมาณ 10 % สะท้อนออก ประมาณ 10 % ส่งผ่านลงมา โดยในทางตรงข้ามนั้น ประมาณ 30 % ของ Solar Infrared ที่ถูกส่งผ่านใบไม้มานั้น มี 40 % ที่สะท้อนออกไป และอีก 20 % ที่ถูกดูดซับ (Robert D. Brown and Terry J. Gillespie, 1995) ซึ่งเป็นเหตุผลตามกายภาพ ซึ่งเมื่อใดที่ต้นไม้มีความจำเป็นต้องใช้ในการเจริญเติบโต เมื่อนั้น รังสี Solar Infrared ก็ย่อมช่วยให้ความร้อนแก่ใบไม้ที่ดูดซับไป และใบไม้เหล่านั้นก็จะถูกพัฒนาศักยภาพเพื่อให้รังสีที่ไม่ต้องการนั้นสะท้อนออกหรือส่งผ่านลงมา

จากการศึกษา (Robert D. Brown and Terry J. Gillespie, 1995) ลักษณะต่างๆของต้นไม้ยืนต้นและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการแผ่รังสีนั้น สามารถสรุปปัจจัยที่สำคัญที่ควรคำนึงถึงดังนี้

1. ใบไม้แต่ละใบยอมให้รังสีผ่านได้ โดยทั่วไป 20 % ดูดซับรังสี โดยทั่วไป 50 % และสะท้อนรังสีโดยทั่วไป 30 %

2. ช่วงเวลาการผลัดและผลิใบในฤดูต่างๆ

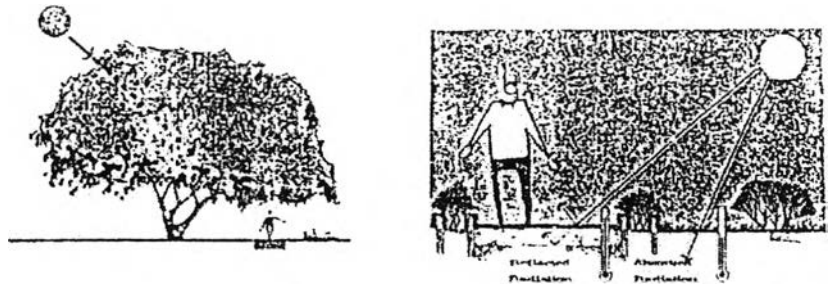
3. ความสูงมากที่สุดของต้นไม้ชนิดนั้นๆ

4.การส่งผ่านรังสีของพุ่มใบในฤดูต่างๆ เป็นการพิจารณาโดยรวมจากลักษณะใบไม้ กิ่งไม้ พุ่มใบ ช่วงเวลาการผลัดใบ และขนาดความสูง

จากมุมมองทางด้านดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ถึงแม้เงาของต้นไม้ที่เต็มไปด้วยใบไม้สามารถบรรจุปริมาณรังสีที่เห็นได้ (กรองแสง) แต่ยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณของ Solar Infrared ภายใต้ต้นไม้ ซึ่งการแผ่รังสีชนิดนี้ไม่สามารถมองเห็นได้ นอกจากรับรู้ได้โดยคนและสิ่งที่ถูกปกคลุมภายใต้ต้นไม้นั้นๆ

เนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ บางส่วนจะถูกดูดซับโดยบรรยากาศ สะท้อนในบริเวณก้อนเมฆ และบางส่วนจะผ่านมายังผิวโลก ต้นไม้จึงทำหน้าที่ดูดซับและกลั่นกรอง

การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ก่อนที่จะตกกระทบผิวดิน ดังนั้น ค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวดินใต้ต้นไม้จึงลดลง เพราะการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่กระทบต้นไม้ มีปริมาณน้อยมากที่พุ่มไม้เหล่านั้นยอมให้ผ่านลงมา บริเวณที่เกิดเงาก็จะมีอุณหภูมิเย็นลงมากกว่าด้านที่กระทบรังสี นอกจากนี้ ความเย็นที่ใต้ต้นไม้เกิดขึ้นจากการคายน้ำ (Evaporation) ของใบไม้ซึ่งดูดน้ำจากดินผ่านทางรากขึ้นมาเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง ใบไม้จำนวนมหาศาลนอกจากจะทำหน้าที่กลั่นกรองรังสีจากดวงอาทิตย์แล้ว ยังทำหน้าที่กักเก็บความเย็น (Cool air pocket) เอาไว้ได้ โดยอุณหภูมิใต้ต้นไม้นี้จะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศในช่วงเวลากลางวัน ต้นไม้สามารถช่วยกรองรังสีดวงอาทิตย์และช่วยควบคุมอุณหภูมิที่ผิวดิน และปริมาณความร้อนที่เหมาะสม สะท้อนหรือแผ่รังสีจากพื้นผิวต่างๆ ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ที่พาดลงบนผิวของอาคารสามารถช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวอาคารลงได้เนื่องจาก Sol-Air Effect ช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคาร ต้นไม้ที่มีใบหนาแน่น แสงอาจจะถูกดูดซึมได้ถึง 80 % สะท้อนออก 10 % และส่องผ่านไปยังพื้นล่างเพียง 10 % แต่ต้องขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของต้นไม้และความหนาแน่นของพุ่มใบด้วย



Obstruction Ground Temperature Alternation

ภาพที่ 2.3 แสดง Solar Radiation Control

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

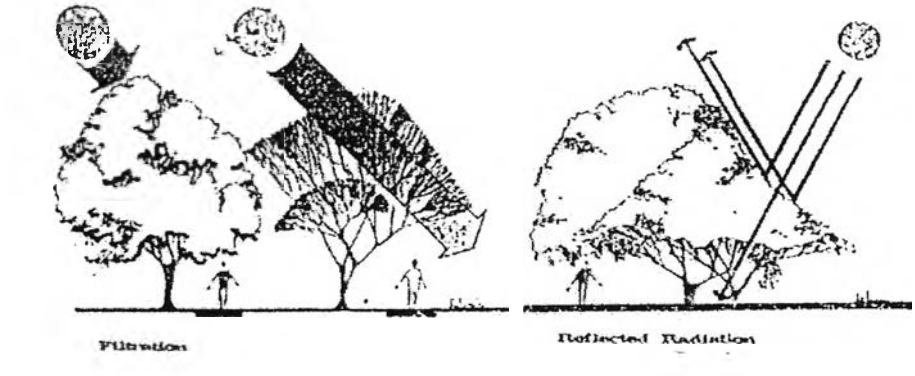
ดังนั้น ต้นไม้จึงเป็นสิ่งที่ดีที่สุดสำหรับการใช้เป็นเครื่องกำบังการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ (Robinett,Gary o.,McClenon and Charles,1993) และการใช้ประโยชน์ในลักษณะนี้เป็นคุณประโยชน์หลักของต้นไม้ทั้งในประเทศภูมิอากาศเขตร้อน ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ได้ตลอดปี และประเทศที่มีภูมิอากาศเย็น ซึ่งจะมีการใช้ต้นไม่ในช่วงฤดูร้อนและช่วงเวลาอื่นที่ต้องการควบคุมสภาพภูมิอากาศ โดยสามารถเลือกใช้ตามชนิดของต้นไม้ในท้องถิ่นนั้น การใช้ต้นไม้ในการควบคุมการแผ่

รังสีของดวงอาทิตย์ทำได้โดยการบังเงาจากแสงอาทิตย์หรือโดยการสกัดกั้นการแผ่รังสีของแสงสะท้อนจากพื้นผิวต่างๆ ทั้งก่อนและหลังการสะท้อน

ต้นไม้ควบคุมการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดย

การสกัดกั้น (Interception) ต้นไม้สามารถสกัดกั้นการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ได้ทั้งหมดหรือจะกรองบางส่วนก็ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของพุ่มใบ ชั้นของพุ่มใบและทรงของพุ่มใบ รังสีของดวงอาทิตย์จะถูกดูดซับ สะท้อนและส่งผ่านความร้อนไปยังใบไม้เหล่านั้น ดังนั้น การใช้ต้นไม้ที่มีใบไม้หนาแน่น ก็จะสามารถสกัดกั้นรังสีความร้อนได้ดีกว่าต้นไม้ที่มีความหนาแน่นน้อย

การลดการสะท้อน (Reflection Reduction) รังสีดวงอาทิตย์สะท้อนได้ดีกับวัตถุที่เรียบและมีสีอ่อน ต้นไม้โดยทั่วไปจะมีพื้นผิวไม่เรียบและสีเข้มมากกว่าวัสดุปูพื้นผิวต่างๆที่มนุษย์ผลิตขึ้นมา ดังนั้น การใช้ต้นไม้ก็จะสามารถลดการสะท้อนของรังสีจากดวงอาทิตย์ได้ดี



ภาพที่ 2.4 แสดง Plants Control Solar Radiation

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

โดยพืชคลุมดินและต้นไม้ใหญ่มีคุณสมบัติ คือ การให้ร่มเงาแก่สิ่งที่ปกคลุมและการดูดซับความร้อนโดยการลดอุณหภูมิที่ส่งมาผ่านรูปทรงและกระบวนการต่างๆของพืช การส่งผ่าน

ความร้อนโดยการสะท้อนรังสีความร้อนผ่านแต่ละชั้นของใบทำให้อุณหภูมิเย็นลงตามลำดับ (กาญจนา สิริภัทรวณิช, 2541: 22-24) การแผ่รังสีความร้อนส่งผ่านสู่ผิวดินจะถูกแปลงสถานะเป็นพลังงานความร้อน ส่วนหนึ่งจะถูกเก็บสะสมไว้ที่ผิวดิน บางส่วนจะสะท้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า พืชคลุมดิน (Ground Covering) เช่น หญ้า จะช่วยปกคลุมพื้นผิวดินโดยลดการแผ่รังสีความร้อนไปได้บ้าง หญ้าจะช่วยสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์และดูดซับบางส่วน พืชคลุมดินทำหน้าที่คล้ายพุ่มใบของต้นไม้ที่ช่วยกลั่นกรอง (Filtration) รังสีจากดวงอาทิตย์ ใบหญ้ายังช่วยคายน้ำ (Transpiration) อีกด้วย นอกจากนี้ สีที่เขียวเข้มของหญ้าก็ทำให้สภาพแวดล้อมดูสบายตา (Visual comfort) และลดความจ้า (Glare) ของแสงได้ดีอีกด้วย ดังนั้นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของพืชคลุมดินและต้นไม้ใหญ่ก็คือการป้องกันการแผ่รังสีความ เราจึงจำเป็นต้องทราบวิธีการแบ่งแยกต้นไม้ เพื่อให้สามารถนำคุณสมบัติของพืชคลุมดินและต้นไม้ใหญ่ในการป้องกันการแผ่รังสีความร้อนไปใช้ได้อย่างเต็มที่ ซึ่งการแบ่งแยกของต้นไม้นี้ จะแบ่งแยกตามลักษณะโครงสร้าง โดยพิจารณาจากลักษณะภายนอก รูปทรง ขนาด ลักษณะการเจริญเติบโต การจัดองค์ประกอบของกิ่ง ก้าน ใบและละต้นเพื่อสามารถนำไปใช้ประกอบการเลือกใช้ตามคุณสมบัติต่างๆที่เหมาะสม และพิจารณาจากการนำไปใช้งานด้านประโยชน์ใช้สอยต่างๆที่ผู้ออกแบบต้องการ โดยมีลักษณะการนำไปใช้ คือ

1. ใช้ในระดับพื้น (Floor)
2. ใช้ในระดับผนัง (Wall)
3. ใช้ในระดับเพดาน (Ceiling)

และจากความสามารถในการควบคุมการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ต่างๆ โดยการเลือกใช้ต้นไม้นี้เอง เราจึงจำเป็นต้องพิจารณาจากปัจจัยที่สำคัญ ดังนี้

1. ประเภทของพืชพันธุ์ (Life Form)
2. ช่วงเวลาที่มีใบปกคลุม (Periodicity)
3. รูปแบบทางกายภาพที่สำคัญต่างๆ (Physical Characteristics)

ทั้งนี้ การเลือกชนิดพืชพันธุ์ไม้ จะต้องขึ้นกับอุณหภูมิ น้ำ แสง ดิน ขนาดของต้นไม้ ขนาดทรงพุ่ม การเจริญเติบโต พฤติกรรมของต้นไม้ คุณสมบัติของต้นไม้ รูปทรงตามธรรมชาติ ลักษณะผิวสัมผัสทรงพุ่มและสี

นอกจากนี้แล้ว ยังจำเป็นต้องเข้าใจประเภทของพืชพันธุ์ไม้ โดยประเภทของพืชพันธุ์ (Life Form) นี้ ได้มีการจัดแบ่งพืชพันธุ์ไม้เป็น 5 ประเภท คือ

1.ไม้ยืนต้น (Tree) พืชที่มีเนื้อไม้มาก เป็นไม้เนื้อแข็ง (Woody Plants) มีลำต้นเจริญจากตายอดเป็นลำดับเดี่ยวตั้งตรงขึ้นไปจากพื้นดินระยะหนึ่งแล้วจึงแตกกิ่งก้านสาขาแผ่ออกเป็นทรงพุ่มที่เจริญอยู่ปลายยอด อาจแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ ไม้ประเภทผลัดใบและไม่ผลัดใบ ตังอย่างของไม้ยืนต้นเช่น ตะเคียน เต็ง รัง มะค่า สัก หางนกยูง ประดู่ นนทรี มะม่วง มะขาม เป็นต้น ไม้ยืนต้น มักนิยมปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ในการให้ร่มเงา ช่วยบังตาและปลูกเพื่อกันลม

2. ไม้พุ่ม (Shrub) พืชที่มีเนื้อไม้แต่มีขนาดเล็กกว่าไม้ยืนต้นและแตกกิ่งก้านสาขาในระดับใกล้ผิวดิน ทำให้ดูเป็นกอหรือเป็นพุ่ม มีอายุนานหลายปี ตัวอย่างเช่น แก้ว พู่เรือหงส์ หางนกยูงไทย ชบา เป็นต้น ไม้พุ่ม นิยมปลูกเป็นแนวเพื่อใช้ประโยชน์เป็นรั้วหรือเพื่อแสดงอาณาเขต ไม้พุ่มบางชนิดสามารถตัดแต่งรูปทรงของพุ่มใบให้เป็นระเบียบได้ โดยจะเรียกว่า Hedge เช่น พู่เรือหงส์ เข็ม เป็นต้น

3. ไม้เลื้อย (Lianas) พืชที่ต้องการสิ่งค้ำจุน อาจมีเนื้อไม้หรือไม่มีเนื้อไม้ ไม้เลื้อยที่พบตามป่าทั่วไปมักมีเถาใหญ่ มีเนื้อมาก มีอายุยืนยาว จะอาศัยเลื้อยพันตามต้นไม้ใหญ่ เช่น กระไดลิง มโนราห์ เป็นต้น ไม้เลื้อยโดยทั่วไปจะเจริญออกทางยาวมากกว่าทางกว้าง อาจใช้ลำต้น กิ่งก้าน หรือมือเกาะพันรอบสิ่งที่ยึดเหนี่ยวค้ำจุนเพื่อการเจริญเติบโต ตัวอย่าง เช่น บานบุรี เฟื่องฟ้า การเวก พวงชมพู เล็บมือนาง สร้อยอินทนิล รสสุคนธ์ เป็นต้น ไม้เลื้อย นิยมปลูกให้เกาะกับระแนงหรือโครงไม้เพื่อใช้ประโยชน์เป็นรั้วเพื่อให้เกิดความร่มเงาหรือเกิดความเป็นส่วนตัว

4. ไม้คลุมดิน (Ground Cover) พืชที่มีลำต้นเตี้ย มีการเจริญเติบโตทางแนวราบและเลื้อยปกคลุมดิน ตัวอย่างเช่น กระดุมทอง เฟิร์น ผักเป็ด หญ้า เป็นต้น ไม้คลุมดินมักใช้ปลูกเพื่อคลุมหรือตกแต่งพื้นที่ให้สวยงาม ช่วยลดการกัดเซาะพังทลายของดิน โดยเฉพาะบริเวณที่มีความลาดชันสูง อีกทั้งช่วยคลุมดินเพื่อรักษาความสมบูรณ์ของหน้าดินไว้

5. ไม้ล้มลุก (Herb) พืชที่ไม่มีเนื้อไม้ เป็นไม้เนื้ออ่อนที่มีลำต้นไม่แข็งแรง มักมีอายุสั้นโดยประมาณไม่เกิน 1 ปีนับตั้งแต่ที่เมล็ดเริ่มงอก ลำต้นเริ่มเจริญเติบโตออกดอกติดเมล็ดจนตายลง ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ดอกที่มีสีสันหรือใบสวยงาม เมื่อจะนำไม้ล้มลุกมาใช้ จะต้องคำนึงถึงช่วงเวลาที่จะต้องมีการสลับเปลี่ยนต้นไม้เมื่อหมดอายุลง ไม้จำพวกนี้ ไม่สามารถคงสภาพความสวยงามได้

ตลอดเวลา และยิ่งถ้าปลูกในพื้นที่ขนาดใหญ่ จะยิ่งต้องการการดูแลรักษามาก ตัวอย่างเช่น บานไม่รู้โรย ดาวเรือง ดาวกระจาย บานชื่น กล้วย เป็นต้น

จากประเภทของพืชพันธุ์ไม้ซึ่งแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆแล้ว ต้นไม้แต่ละชนิด ต่างก็มีลักษณะในแต่ละฤดูกาลที่แตกต่างกัน คุณสมบัติของต้นไม้ที่เกี่ยวข้องกับฤดูกาลจึงมีความสำคัญต่อการใช้งานเพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการเลือกใช้ โดยคำนึงถึงช่วงเวลาที่มีใบปกคลุม (Periodicity) เป็นหลัก โดยแบ่งออกเป็น

1. ไม้ผลัดใบ (Deciduous Plants) พืชพันธุ์ชนิดนี้จะทิ้งใบร่วงในช่วงเวลาที่อากาศไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นอากาศที่ร้อนหรือหนาวเย็นจนเกินไป และจะคงสภาพเช่นนั้นไปจนกว่าอากาศจะมีความพอเหมาะกับการเจริญเติบโต เช่น บุหงา หูกวาง จะเปลี่ยนใบเป็นสีแสดก่อนผลัดใบในฤดูร้อน นนทรีจะทิ้งใบร่วงในฤดูหนาว งิ้ว ทิ้งใบหมดก่อนออกดอก ไม้ยืนต้นอื่นๆที่ผลัดใบ ได้แก่ ตะแบกนา ประดู่เหลือง เสลา ชมพูพันธ์ทิพย์ พะยอม เต็ง รัง เป็นต้น การใช้ต้นไม้ทิ้งใบร่วงอาจมีปัญหาในการดูแลรักษา โดยเฉพาะถ้าใช้งานบริเวณริมสระว่ายน้ำ บ่อน้ำ จะทำให้น้ำเน่าสกปรก หรือท่อระบายน้ำบริเวณนั้นอุดตันได้ พืชพันธุ์ชนิดทิ้งใบร่วงนี้ เมื่อถึงฤดูที่ผลัดใบหมดแล้วจะมองเห็นแต่รูปทรงของกิ่งก้าน ลำต้น ซึ่งเป็นความสวยงามอีกรูปแบบหนึ่งเช่นกัน เช่น ต้นงิ้ว อินทนิลน้ำ แต่ถ้าใช้งานในบริเวณที่ต้องการร่มเงาแล้วเกิดการผลัดใบในช่วงวลาหนึ่งๆ เช่น ในช่วงฤดูร้อน ก็จะทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากร่มเงาได้ตามที่ต้องการ ส่วนในต่างประเทศ คุณสมบัติเรื่องการผลัดใบและสีของใบที่เปลี่ยนไปเป็นเหตุที่สำคัญประการหนึ่งของการเลือกต้นไม้ด้วยเช่นกัน

2. ไม้ที่มีสีเขียวตลอดปี (Evergreen Plants) พืชพันธุ์ที่มีสีเขียวตลอดปี ในบางกรณีจะมีการหยุดชะงักการเจริญเติบโตในช่วงเวลาที่อากาศหนาวจัดหรือเกิดความแห้งแล้ง แต่มิใช่การทิ้งใบร่วง โดยทั่วไปแล้วจะสามารถเจริญเติบโตได้ตลอดปีโดยไม่มีการผลัดใบ เช่น ตะเคียนทอง ยางนา กระถินณรงค์ พิกุล มะม่วง

3. ไม้กึ่งผลัดใบ (Semi deciduous Plants) พืชพันธุ์ที่มีการผลัดใบเป็นช่วงระยะเวลา โดยมิได้ขึ้นกับฤดูกาลหรือสภาพอากาศ เช่น อินทนิลน้ำ ถ้าขึ้นในที่แห้งแล้งจะผลัดใบ สนทะเล บางครั้งจะผลัดใบเกือบหมดทั้งต้น

4. ไม้ที่มีลำต้นอวบน้ำ ทำหน้าที่แทนใบสีเขียวอยู่ตลอดปี (Evergreen Leafless Plants) เป็นพืชพันธุ์ที่มีลำต้นอวบหนา แต่ไม่มีใบเหมือนต้นไม้อื่นๆโดยทั่วไป เช่น แคตตัส กุหลาบหิน เป็นต้น

นอกจากนี้แล้ว ยังจำเป็นต้องทราบลักษณะทางกายภาพของต้นไม้ ซึ่งรูปแบบทางกายภาพที่สำคัญต่างๆ (Physical Characteristics) ที่ใช้ในการแบ่งแยกต้นไม้โดยลักษณะที่กล่าวถึงดังต่อไปนี้ เป็นลักษณะเด่นของต้นไม้ยืนต้นเป็นส่วนใหญ่ ที่ส่งผลต่อการปรับสภาพแวดล้อมมากที่สุด

รูปทรงของพุ่มใบ (Form)

1. รูปทรงพุ่มกลม (Globular, Round & Bushy) แกนทางตั้งและทางนอนเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน เช่น นนทรี ขี้เหล็ก มะม่วง พิกุล เป็นต้น

2. รูปยาวรีหรือไข่ (Oblong or Oval) รูปร่างของลำต้นจะออกทางสูงมากกว่าทางกว้าง เช่น ชมพูพันธ์ทิพย์ ขนุน แปรงล้างขวด กระท้อน ลำดวน ตะแบก เป็นต้น

3. รูปทรงแผ่กว้างหรือทรงร่ม (Spreading or Umbrella shape) เช่น ชัยพฤกษ์ หางนกยูงฝรั่ง จามจุรี เป็นต้น

4. รูปทรงกระบอก (Cylinder or Columnar) ลักษณะลำต้นสูงขึ้นในแนวตั้งมากกว่าขยายออกทางแนวนอน เช่น เสลา บุนนาค เป็นต้น บางชนิดมีลักษณะคล้ายเสา เช่นบุหงาส่าหรีและแคแสด

5. รูปทรงปิรามิด (Pyramid or Conical) มีลักษณะการเจริญเติบโตทางสูง เป็นลักษณะคล้ายปิรามิด เช่น จำปา จำปี สนทะเล เป็นต้น และบางชนิดมีลักษณะผอมสูง (Spike) เช่น อโศกอินเดีย สนดินสอ

6. รูปทรงแผ่เป็นชั้น (Spreading in Layers) มีลักษณะเรือนยอดแยกเป็นชั้นๆเกิดช่องว่างระหว่างชั้น เช่น หูกวาง นุ่น ชมพูพันธ์ทิพย์

7. รูปทรงแผ่เห็นกิ่งก้าน (Open headed) ลักษณะกิ่งก้านสามารถมองเห็นได้ชัดเจน เช่น ลั่นทม สาเก แคฝรั่ง

8. รูปทรงลู่ห้อยลง (Weeping with dropping twinges) ลักษณะกิ่งก้านจะห้อยลู่ลงหาพื้น กิ่งก้านมักจะยาวและอ่อนช้อย เช่น หลิว แปรงล้างขวด

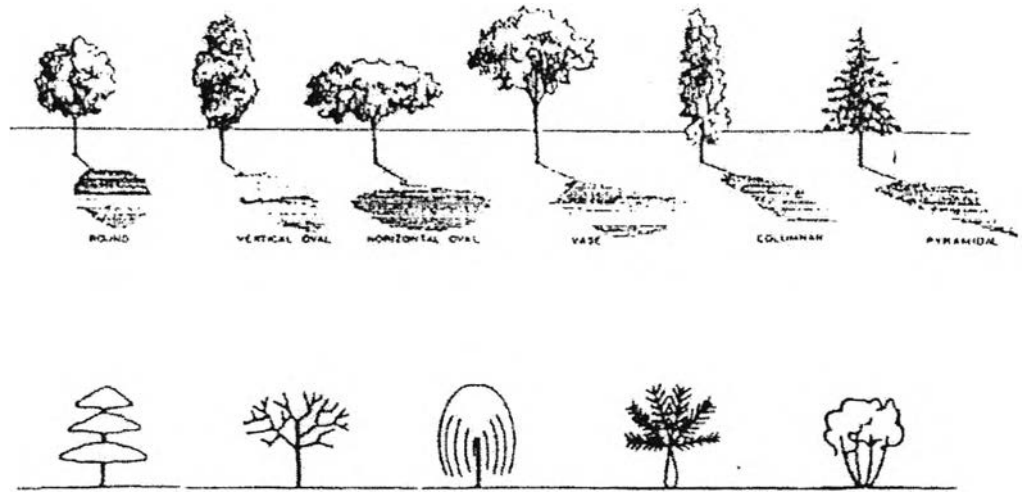
9. รูปทรงคล้ายปาล์ม (Palm- like) มีลำต้นตั้งตรงสูง โดยมีพุ่มใบเจริญอยู่ตรงปลายยอด เช่น กล้วยพัด ตาล มะพร้าว หรือปาล์มชนิดต่างๆ

10. รูปทรงแตกกอ (Clump) มีลำต้นรูปทรงคล้ายปาล์ม แต่มีการเจริญเติบโตโดยแตกหน่อเป็นหลายต้นในกลุ่มเดียว เช่น หมากเขียว หมากเหลือง ไผ่ เต่ารั้ง

รูปร่างของเรือนยอดไม้ทั้งหมดนี้ มีประโยชน์มากต่อการออกแบบเลือกใช้พันธุ์ไม้ให้เหมาะสมต่อการใช้สอยเป็นหลัก อีกทั้งยังสร้างให้เกิดความแตกต่างหรือให้เกิดจุดเด่นกับบริเวณได้ เช่น

-รูปทรงกระบอกและรูปทรงยาวรี เหมาะที่จะปลูกในพื้นที่แคบหรือใกล้กับอาคาร ใกล้กับสนามกีฬา

-รูปทรงร่มและทรงกลม เหมาะสำหรับการใช้เป็นไม้ให้ร่มเงาในบริเวณกว้าง ความหนาแน่นของพุ่มใบ ใช้ประโยชน์จากการความทึบและโปร่งแสง



ภาพที่ 2.5 แสดงรูปแบบทรงพุ่ม (Form) ของต้นไม้ในลักษณะต่างๆ

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

จากรูปทรงของพุ่มใบแล้ว สิ่งที่เกี่ยวข้องกันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ คือ ความหนาแน่นของพุ่มใบ (Mass) โดยความหนาแน่น หมายถึง การรวมกลุ่มของใบและกิ่งก้าน ความหนาแน่นอาจดูได้จากอัตราความทึบและความโปร่งแสง ความทึบ หมายถึง ส่วนที่เป็นใบ กิ่งก้าน และส่วนประกอบอื่นๆของพุ่มใบ ส่วนความโปร่งแสง หมายถึง พื้นที่ระหว่างใบและกิ่งก้านที่สามารถมองผ่านไปเห็นท้องฟ้าหรือพื้นที่ด้านหลังได้ ความหนาแน่นของพุ่มใบนี้ แบ่งออกได้เป็น 3 พวก คือ

1. หนาทึบ (Dense) มีใบและกิ่งก้านที่แน่นหนาทึบจนไม่สามารถมองทะลุไปได้ เช่น ไทรย้อย พิกุล ขี้เหล็ก ประดู่ ต้นไม้ที่มีใบหนาทึบนี้ จะทำให้เกิดร่มเงาได้ดี ทั้งยังเป็นฉากหลัง (Background) ช่วยปิดบังสายตา บังการมองเห็น

2. ปานกลาง (Moderate) มีใบและกิ่งก้านทึบ แต่ยังสามารถมองทะลุไปได้บ้าง มีอัตราส่วนความทึบและความโปร่งแสงประมาณ 2 ต่อ 1 หรือ 1 ต่อ 1 เช่น มะขาม กระถินณรงค์

3. โปร่ง (Open) กิ่งก้านแผ่กระจายออก มีใบเป็นจำนวนน้อย มีบริเวณโปร่งที่สามารถมองเห็นพื้นที่ฉากหลังได้มาก เช่น หางนกยูง ศรีตรัง ปีบ สะเดา ใช้ในการเป็นไม้ยืนต้นในบริเวณที่เป็นสนามหญ้าซึ่งต้องการแสงสว่างให้ส่องลงที่พื้นหญ้า เพื่อให้หญ้าเจริญเติบโตได้สวยงาม ควรใช้ไม้ที่โปร่งมากกว่า เพราะพื้นที่ด้านล่างจะได้รับแสงสว่างเพียงพอ

ต้นไม้ผลัดใบบางชนิด ในเวลาที่ใบเต็มต้น ก็จะเป็นใบไม้ที่หนาทึบแต่ในบางช่วงที่ร่วงออกหมด ก็จะเป็นไม้ที่โปร่งได้ และผลของการเลือกใช้พันธุ์ไม้ที่เหมาะสมจะช่วยลดการตัดแต่งต้นไม้ได้มาก นอกจากนั้น ยังต้องพิจารณาความสูงต่ำของพุ่มใบ เพราะจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าจะสามารถใช้งานบริเวณโคนต้นได้หรือไม่ จะปิดบังการมองเห็นได้ในระดับใด รวมถึงสามารถบังลมได้มากน้อยเท่าไร เป็นต้น

สิ่งที่เป็นปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาการเลือกพืชพันธุ์ไม้ อีกประการหนึ่งก็คือ ความแผ่กว้างของพุ่มใบ (Spread) และความกว้างของพุ่มใบ (Crown) โดยความกว้างนี้จะเป็นสิ่งช่วยบอกระยะห่างของการปลูกต้นไม้แต่ละต้นเพื่อให้ได้รูปทรงและขนาดเต็มที่ อีกทั้งยังช่วยบอกระยะห่างของการปลูกต้นไม้จากอาคารหรือสิ่งก่อสร้างข้างเคียงด้วย ดังนั้น ต้นไม้ที่มีการแผ่กว้างมาก เช่น จามจุรี ควรปลูกให้มีระยะห่าง (Spacing) ประมาณ 10.00 เมตร ส่วนต้นไม้ที่แผ่ปานกลาง เช่น ชมพูพันธ์ทิพย์ ควรปลูกให้มีระยะห่างประมาณ 6.00 เมตร เป็นต้น ความแผ่กว้างของพุ่มใบนี้จะเป็นระยะที่ใกล้เคียงกันกับความแผ่กว้างของรากที่อยู่ใต้ดิน หรือ เรียกว่า แนวน้ำหยด (Drip line) ดังนั้น

ระยะดังกล่าวจะมีผลต่อระยะห่างของการปลูกต้นไม้ให้ห่างจากฐานรากของตัวอาคาร สิ่งก่อสร้างและแนวสาธารณูปโภคต่างๆด้วย ความแผ่กว้างของพุ่มใบนี้ อาจแบ่งออกได้เป็น 4 จำพวก คือ

1. แผ่กว้างมาก มีความกว้างประมาณ 22 เมตร หรือมากกว่านั้น เช่น หูกวาง หางนกยูง จามจุรี โพธิ์ ไทร กร่าง กระถินณรงค์ ต้นไม้พวกนี้ จะแผ่ให้ร่มเงาแก่บริเวณโคนต้นได้

2. แผ่กว้าง มีความกว้าง 15-22 เมตร เช่น ลั่นทม ประดู่

3. ปานกลาง มีความกว้าง 10-15 เมตร

4. แคบ มีความกว้าง 6-10 เมตรหรือต่ำกว่า เช่น สนทะเล อโศกอินเดีย

อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงการเจริญเติบโตของต้นไม้เมื่อโตเต็มที่อีกด้วย ทั้งขนาด (Size) และระยะห่าง (Spacing) ที่ใช้ในการปลูก โดยจากลักษณะรูปทรงของพืชพันธุ์แต่ละประเภทจะสามารถแบ่งออกได้อีก ตามขนาดความสูงเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่

ขนาดของต้นไม้ประเภทต่างๆเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่			
ขนาด	ไม้ยืนต้น	ไม้พุ่ม	ไม้ล้มลุก
ขนาดสูงใหญ่	< 25 เมตร	2-3 เมตร	< 2 เมตร
ขนาดกลาง	10-25 เมตร	0.5-2 เมตร	0.10-2 เมตร
ขนาดเล็ก	8-10 เมตร	< 0.5 เมตร	< 0.10 เมตร

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดโดยประมาณของต้นไม้ชนิดต่างๆ

ในบางครั้งไม้ยืนต้นและไม้พุ่มอาจมีขนาดที่ใกล้เคียงกันมาก จึงมักเรียกไม้ยืนต้นขนาดเล็กว่า Treelet และเรียกไม้พุ่มขนาดใหญ่ว่า Shrubby เช่น คำแสด ยี่โถ รำเพย ทองอุไร พุดโมก หางนกยูง เป็นต้น การกำหนดลักษณะความสูงดังกล่าวเป็นการกำหนดเพื่อง่ายแก่การเลือกใช้ในการออกแบบโดยทั่วไป โดยจะต้องพิจารณาเพิ่มเติมในรายละเอียดของต้นไม้แต่ละชนิด รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ความสูงแตกต่างกัน และอัตราการเจริญเติบโตไม่เท่ากันอีกด้วย

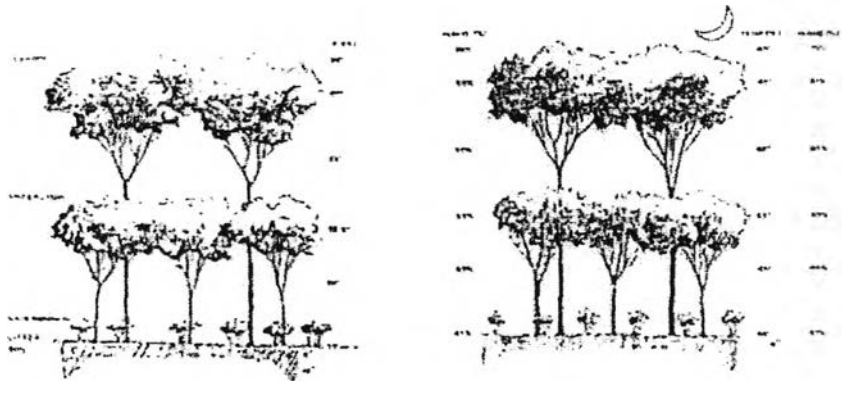
ส่วนในเรื่องของระยะห่าง (Spacing)ที่ใช้ในการปลูกนี้ยากที่จะกำหนดเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้ ทั้งนี้เพราะขึ้นอยู่กับการออกแบบหรือผลสุดท้ายที่ต้องการ เช่น ถ้าต้องการปลูกสนทะเลเป็นแถวเป็นแนวและให้เห็นรูปทรงแต่ละต้นชัดเจน ระยะห่างที่เหมาะสมจะเป็น 4-5 เมตร แต่ถ้าต้องการปลูกให้ทึบเพื่อปิดบังการมองเห็นและต้องการให้ได้ผลอย่างรวดเร็ว ระยะห่างอาจลดลงเหลือ 2-3 เมตร เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติที่สำคัญพืชพันธุ์ไม้นั้น ซึ่งแบ่งออกเป็นทั้งไม้ยืนต้นและพืชคลุมดิน ต่างก็มีหน้าที่หลักในการลดอุณหภูมิให้กับสิ่งที่ปกคลุมอยู่ โดยต้นไม้ยืนต้นที่ใช้ในการปรับสภาพแวดล้อมคือ การควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างการควบคุมรังสีจากดวงอาทิตย์ ควบคุมลม ควบคุมฝน ซึ่งคุณสมบัติการควบคุมอุณหภูมินี้ จะได้ผลอย่างยิ่งบริเวณใกล้พื้นดินหรือใต้พุ่มใบ

โดยในเวลากลางวัน การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์กระทบผิวรอบนอกของบริเวณพุ่มใบของต้นไม้ ซึ่งเป็นส่วนที่จะเกิดอุณหภูมิได้สูงสุดภายในป่าไม้ การดูดซับและสะท้อนความร้อนโดย

พุ่มใบเช่นนั้นทำให้บริเวณชั้นล่างถัดลงมามีความเย็นมากกว่า เมื่อชั้นล่างๆมีปริมาณความร้อนที่น้อยลง ชั้นถัดลงมาก็จะเย็นลงตามลำดับ

ส่วนในเวลากลางคืน ต้นไม้จะสูญเสียความร้อนในปริมาณมาก โดยการแผ่รังสีกลับคืนสู่บรรยากาศ (Re – radiation) พุ่มใบเป็นส่วนที่ส่งผลต่อการแผ่รังสีกลับคืนมากที่สุด เนื่องจากเป็นส่วนที่เปิดรับโดยตรงต่อท้องฟ้า การแผ่รังสีจากชั้นต่ำกว่าจะถูกกักเก็บโดยชั้นที่อยู่เหนือกว่า เนื่องจากผิวบนพุ่มใบสูญเสียความร้อนในปริมาณมาก จึงกลายเป็นส่วนที่เย็นที่สุดของต้นไม้ เมื่ออากาศภายในพุ่มใบเย็นลง จะมีการรวมตัวและจมลงบนพื้นดิน ซึ่งลักษณะเช่นนี้ ทำให้อากาศอุ่นขึ้นเพียงเล็กน้อย ทำให้เวลากลางคืนอุณหภูมิจะสม่ำเสมอ (Uniform) จากพุ่มใบลงมาถึงพื้นดิน



ภาพที่ 2.6 แสดงการเกิดอุณหภูมิในบริเวณใต้พุ่มใบในเวลากลางวันและกลางคืน
ที่มา: Robinette, Gary O, McClenon and Charles, 1993

โดยสรุป พืชพันธุ์ไม้ มีคุณสมบัติที่เด่นชัด คือ

1. การสะท้อนรังสีความร้อน จากลักษณะชนิดของใบไม้ในรูปแบบต่างๆ
2. ให้ร่มเงาและดูดซับความร้อน (Shade and Absorption)

การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่กระทบต้นไม้จะมีปริมาณน้อยมากที่พุ่มไม้เหล่านั้นยอมให้ผ่านลงมา นอกนั้นก็จะสะท้อนหรือส่งผ่านในลักษณะอื่น บริเวณด้านที่เกิดเงาก็จะมีอุณหภูมิเย็นลงมากกว่าด้านที่กระทบรังสี

และการลดลงของอุณหภูมิในพื้นที่ใดๆ สามารถปรับปรุงได้โดยใช้ต้นไม้ ถ้าหากว่าต้นไม้นั้นมีความสูงเพียงพอที่สามารถให้ร่มเงาได้ ทั้งต้นไม้ยืนต้น และพืชคลุมดิน สามารถลดอุณหภูมิโดยการสกัดกั้นแสงและรังสีต่างๆรวมทั้งดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ โดยลักษณะรูปทรงภายนอกแล้วยังรวมถึงกระบวนการ การหายใจของพืชอีกด้วย

ภาพที่ 2.7 แสดงรังสีตกกระทบบนใบไม้

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

3. การส่งผ่านความร้อน (Heat Transfer) ใบไม้ดูดซับรังสีของดวงอาทิตย์ ส่งผลให้เกิดอุณหภูมิที่ต่ำลงใต้ร่มเงาของต้นไม้บริเวณใกล้พื้นดิน ปริมาณของอุณหภูมิที่ลดลงได้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้ที่ให้ร่มเงา หรือรูปแบบของต้นไม้ดังที่กล่าวแล้ว

2.2.4.4 ความเร็วลม

ลมเกิดจากความแตกต่างอย่างมากของอุณหภูมิพื้นดินและอุณหภูมิพื้นน้ำในระหว่างวัน พื้นแผ่นดินขนาดใหญ่ เช่น ทวีป และพื้นน้ำขนาดใหญ่ เช่น มหาสมุทร ก่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศอย่างมหาศาล เมื่อตำแหน่งการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงในรอบปี

I20198115

การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์กับแกนของโลกที่ต่างกัน ทำให้อุณหภูมิอากาศเหนือพื้นดินของทวีปและพื้นน้ำของมหาสมุทรมีอุณหภูมิแตกต่างกัน อากาศที่ร้อนกว่าจะลอยตัวขึ้นสูงและอากาศที่เย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศ และส่งผลให้เกิดลมชนิดต่างๆในทิศทางที่ต่างกัน

ลมที่พัดผ่านพื้นผิวโลกจะลดความเร็วลง เนื่องจากปะทะกับสิ่งกีดขวางต่างๆ ลมในเขตร้อนชื้น สามารถลดความรู้สึกไม่สบายเนื่องจากอากาศมีความชื้นสูงและช่วยเร่งให้เหงื่อที่ผิวหนังระเหยเร็วขึ้น

จากการศึกษาของ Geiger (1957 cited in Robinette, 1983) พบว่า ลักษณะสำคัญของลม คือ ลมเพิ่มการระเหยกลายเป็นไอและการพาความเย็นให้มากขึ้นโดยความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นตามความสูงที่สูงขึ้น

การควบคุมอากาศภายนอก มีหลายตัวแปรที่ต้องคำนึงถึง การไหลของอากาศมีลักษณะเช่นเดียวกับการไหลของน้ำ เมื่ออากาศร้อนลอยตัวขึ้นสูง อากาศเย็นจะพัดข้ามพื้นผิวของพื้นดินจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำและลมจะพัดเข้าไปยังจุดที่ต่ำ และอยู่ในบริเวณนั้น (Foster, 1994)

ในขณะที่ลมพัดผ่านพื้นผิวโลก ลมจะลดความเร็วลงและน้อยลงเรื่อยๆเนื่องจากปะทะกับสิ่งกีดขวางต่างๆ องค์ประกอบทางธรรมชาติต่างๆสามารถช่วยบังคับทิศทางลม, ลดหรือเพิ่มความเร็วลม โดยลมจะเป็นตัวกลางในการพัดพาความร้อนและความชื้นออกไปและพัดพาเอาอากาศเย็นเข้ามาแทนที่ ตลอดจนเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการระเหยกลายเป็นไอของน้ำ รวมทั้งเหงื่อที่ผิวของร่างกายลมช่วยให้เกิดสภาวะน่าสบาย โดยกระแสลมจะพัดผ่านผิวของร่างกายมนุษย์ ทำให้เหงื่อระเหยได้เร็วขึ้น รวมทั้งพัดพาเอาความร้อนออกจากร่างกาย อย่างไรก็ตาม สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยเฉพาะการใช้ต้นไม้ หรือองค์ประกอบที่มนุษย์สร้างขึ้น ก็มีผลต่อทิศทางลมและความเร็วลม

2.2.4.5 ดวงอาทิตย์

เป็นแหล่งพลังงานสำคัญ การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และเดินทางมายังโลก เคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศของโลกก่อนที่จะสัมผัสผิวดิน รังสีบางส่วนจะถูกสะท้อนโดยก้อนเมฆออกไป บางส่วนถูกดูดซับโดยบรรยากาศ บางส่วนแพร่กระจายไปยังบรรยากาศของโลก และส่วนที่

เหลืออยู่ไม่มากที่เป็นรังสีคลื่นสั้นจะผ่านเข้ามายังพื้นผิวโลกที่มีต้นไม้ ใบหญ้า อาคารบ้านเรือนต่างๆ ที่เป็นมวล (Opaque) จากนั้น รังสีคลื่นสั้นจะแปรเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาวในรูปของพลังงานความร้อน บางส่วนถูกดูดซับโดยมวลของดิน บางส่วนเคลื่อนที่โดยการนำความร้อน (Conduction), การพาความร้อน (Convection)และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation)

ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารนอกจากเกิดจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์แล้ว ความร้อนยังเกิดจากการสะท้อนโดยก้อนเมฆ (Diffuse radiation) จากการรั่วซึม และจากสภาพอากาศภายนอกอาคาร

ในเวลากลางคืน การส่งผ่านความร้อนเกิดการเคลื่อนตัวกลับคืนสู่ท้องฟ้า เนื่องจากท้องฟ้ามีอุณหภูมิอากาศลดต่ำกว่าที่ผิวดิน การแผ่รังสีความร้อนเกิดการแลกเปลี่ยนกับท้องฟ้าโดยส่งผ่านพลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ใต้ผิวดินออกสู่ท้องฟ้า การถ่ายเทความร้อนนี้ มีทั้งการนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) รวมทั้งการระเหยของน้ำที่พื้นผิวดินของพืชคลุมดิน (Evaporation)

การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (Geiger Rudolf,1950) เกิดขึ้นเพราะดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่ใหญ่ที่สุดสำหรับโลก พลังงานจากดวงอาทิตย์จะส่งมายังโลกด้วยการแผ่รังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานของดวงอาทิตย์บริเวณนอกชั้นบรรยากาศของโลกมีค่าประมาณ 1,400 วัตต์/ตารางเมตร พื้นที่รับแสงของดวงอาทิตย์ของผิวโลกเฉลี่ยเท่ากับ 1.24×10^{14} ตารางเมตร ดังนั้น พลังงานที่โลกได้รับจึงมีค่าประมาณ 1.74×10^{17} วัตต์

พลังงานของดวงอาทิตย์ไม่ได้ตกถึงผิวโลกทั้งหมด เนื่องจากเมื่อผ่านชั้นบรรยากาศจะมีพลังงานบางส่วนถูกสะท้อนกลับไปโดยก้อนเมฆ ไอน้ำ หรืออนุภาคของฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศ และเมื่อตกกระทบพื้นผิวโลกก็จะมีพลังงานบางส่วนถูกสะท้อนกลับออกไปอีก โดยปริมาณการสะท้อนจะขึ้นกับลักษณะพื้นผิวของโลกบริเวณที่ถูกตกกระทบ เช่น บริเวณที่เป็นป่าไม้จะมีการสะท้อนน้อยกว่าบริเวณขั้วโลกที่เป็นน้ำแข็งปกคลุมอยู่ พลังงานทั้งหมดที่สะท้อนออกไปจากโลกมีค่าประมาณ 36 % ของพลังงานทั้งหมดที่มาถึงโลก ลักษณะการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก (Short-wave Radiation) และการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์บนพื้นโลก (Long-wave Radiation)

การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์นอกชั้นบรรยากาศของโลกเป็นรังสีคลื่นสั้น (Short-wave Radiation) ถูกส่งมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นในช่วงต่างๆดังต่อไปนี้

-รังสีอุลตราไวโอเลต (Ultra-Violet) เรียกกันว่า รังสียูวี (UV) หรือรังสีเหนือม่วง เป็นตัวการทำให้สีของวัตถุซีดจาง ผิวหนังไหม้เกรียม มีความยาวคลื่นประมาณ 290-380 นาโนเมตร

-แสงสว่างที่มนุษย์มองเห็น (Visible Light) มีความยาวคลื่นประมาณ 380-700 นาโนเมตร

-รังสีอินฟราเรด (Infrared or Short Infrared) มีความยาวคลื่นประมาณ 700-2300 นาโนเมตร

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์จะแปรผกผันกับระยะทางที่ส่องผ่านมายังพื้นโลก เช่น ในเวลาเที่ยงวัน ดวงอาทิตย์อยู่ในแนวตั้งฉากกับผิวโลกมากที่สุด ระยะทางที่แสงส่องมาถึงโลกน้อยที่สุด ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์จะมากที่สุด ในทางกลับกัน เวลาเช้าและเย็น ดวงอาทิตย์ไม่ได้อยู่ในแนวตั้งฉากกับโลก ระยะทางที่แสงส่องมาจึงมากขึ้น ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์จึงลดลงตามลำดับ

รังสีของดวงอาทิตย์ในแนวตั้งฉาก ถือเป็นค่าคงที่ของรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Constant) มีค่าประมาณ 1,395 วัตต์/ตารางเมตร ภูมิภาคต่างๆของโลกจะได้รับความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์แตกต่างกันไปตามมุมที่รังสีตกกระทบ ความเข้มของรังสีที่ตกกระทบ ณ บริเวณใดๆ จะเท่ากับผลคูณของค่าคงที่ของรังสีของดวงอาทิตย์กับค่าโคซายน์ (Cosine) ของมุมที่รังสีตกกระทบ

ลักษณะการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์บนพื้นโลก (Robinett,GaryO.,McClenon and Charles,1993) เกิดขึ้นจากการที่ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งการเกิดอุณหภูมิอากาศของโลก และการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์นั้น เป็นสิ่งที่ต้องการและไม่ต้องการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ตำแหน่งที่ตั้งตามภูมิประเทศ, ฤดูกาลและอุณหภูมิอากาศโดยรอบพื้นที่นั้นๆ การแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์มี 5 ลักษณะ คือ

1. การแผ่รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์

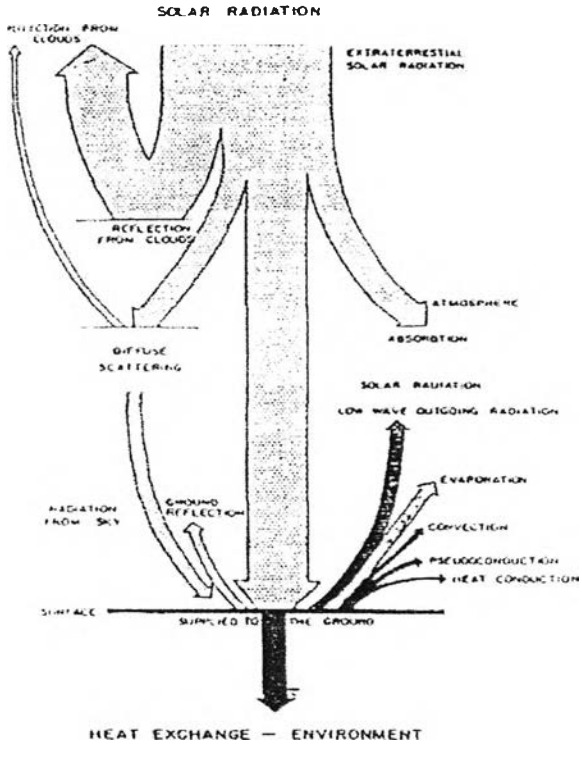
2. การแผ่กระจายรังสีคลื่นสั้นจากท้องฟ้า

3. การแผ่รังสีคลื่นสั้นจากวัตถุโดยรอบ

4. การแผ่รังสีคลื่นสั้นจากแผ่นดินรวมทั้งวัตถุที่ได้รับความร้อน

5. การแผ่รังสีคลื่นยาวสะท้อนกลับที่แลกเปลี่ยนจากอาคารไปสู่ท้องฟ้า

ปรากฏการณ์การแผ่รังสีความร้อนทั้งหลายนั้น ส่วนใหญ่มาจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ ที่เข้ามาสู่บรรยากาศโลกทั้งสิ้น



ภาพที่ 2.8 แสดง Heat Exchange Environment

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

การถ่ายเทพลังงานระหว่างวัตถุบนพื้นผิวโลก ในลักษณะรังสีคลื่นยาว(Long-wave Radiation) เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้น ส่องผ่านชั้นบรรยากาศมายังพื้นผิวโลกและตกกระทบวัตถุต่างๆ ทำให้เกิดพฤติกรรม 3 อย่าง คือ การดูดกลืน (Absorptance), การสะท้อน (Reflectance) และการส่องผ่าน (Transmittance) โดยที่ค่าการดูดกลืนของวัตถุ คือ สัดส่วนของการดูดกลืนพลังงานต่อปริมาณพลังงานที่ตกลงบนพื้นผิวโลก

เนื่องจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ได้รวมถึงช่วงความยาวคลื่นที่มองเห็นด้วยตา ดังนั้น จึงสามารถใช้ตาในการประเมินความสัมพันธ์ของการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์กับสีของ

วัสดุ โดยสามารถทราบได้ว่า การมองวัตถุที่มีสีเข้ม จะมีความสามารถในการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ได้มากกว่าวัตถุที่มีสีอ่อน และในการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของวัตถุ ไม่จำเป็นต้องเท่ากับการแผ่รังสีคลื่นยาว โดยพลังงานส่วนหนึ่งที่ไม่ได้ถูกดูดกลืน ก็จะสะท้อนหรือส่องผ่านไป ซึ่งถ้าให้ค่าของรังสีดวงอาทิตย์เท่ากับ 1 จะได้ว่า ผลรวมของการดูดกลืน การสะท้อนและการส่องผ่าน จะเท่ากับ 1 เช่นกัน

รังสีคลื่นสั้นที่ถูกดูดกลืน จะสะสมในวัตถุ โดยเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน ทำให้วัตถุนั้น มีอุณหภูมิสูงขึ้น และการแผ่รังสีความร้อนในลักษณะรังสีคลื่นยาว(Long-wave Radiation) ไปยังที่ๆมีอุณหภูมิต่ำกว่า คุณสมบัตินี้ เรียกว่า การคายความร้อน (Emittance) ซึ่งมีค่าเท่ากับการแผ่รังสีจากพื้นผิวของวัตถุต่อการแผ่รังสีที่สมบูรณ์

การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มายังพื้นโลก แบ่งเป็น

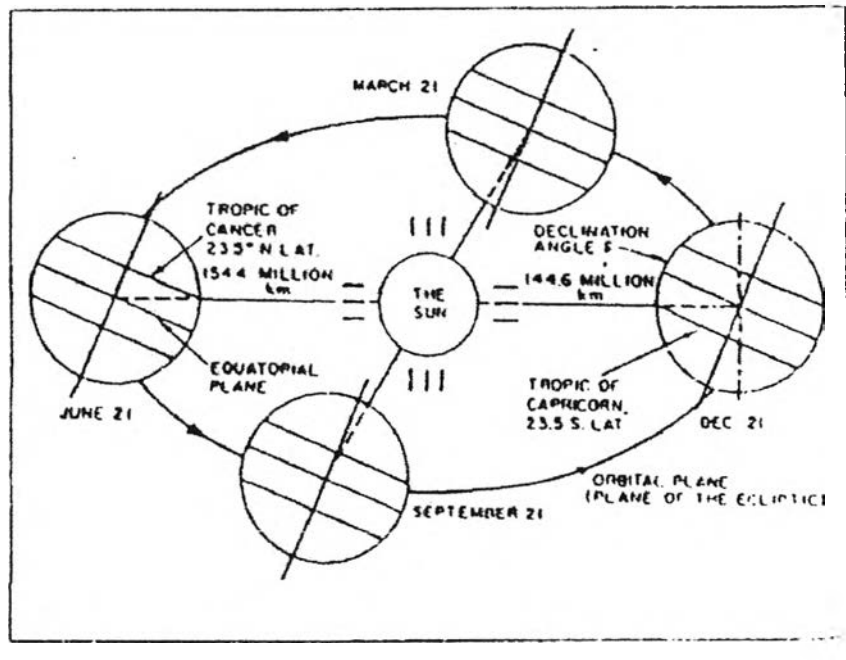
1. การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์แบบตรง (Direct Solar Radiation or Direct Sun) คือ รังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์โดยตรงในทิศทางของพลังงานที่มาจากดวงอาทิตย์ถึงพื้นโลกโดยไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อมาถึงชั้นบรรยากาศของโลก มีค่าประมาณ 429 Btu/hr.ft^{2}g เมื่อรังสีดวงอาทิตย์อยู่ในแนวตั้งฉากกับพื้นผิวโลก โดยผ่านชั้นบรรยากาศที่บางที่สุด ถ้าแนวรังสีเบี่ยงออกจากแนว 90 องศา ค่าความเข้มของพลังงานจะลดลง

2. การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์แบบกระจาย (Diffuse Radiation) คือ รังสีดวงอาทิตย์ที่ลงมาถึงชั้นบรรยากาศและถูกตกกระทบ โดยเมฆ ไอน้ำ และฝุ่นละอองที่มีอยู่ในอากาศ และจะกระจายออกอย่างไม่สม่ำเสมอ แต่จะมีความเข้มสูงที่บริเวณเส้นขอบฟ้า รังสีกระจายจะมีประมาณ 10-90 % ของปริมาณการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยรวมที่เข้าสู่อาคาร ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย สภาพท้องฟ้ามีปริมาณละอองไอน้ำและเมฆที่สูง ทำให้รังสีกระจายมีอิทธิพลต่อปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับอาคาร

3. การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์แบบสะท้อน (Reflected Radiation) คือ รังสีที่สะท้อนจากพื้นผิวต่างๆ มีค่าขึ้นอยู่กับค่าการสะท้อนของพื้นผิวนั้นๆ ปริมาณของรังสีสะท้อนที่ตกลงบนพื้นผิวใดๆ มีอิทธิพลมาจากลักษณะของพื้นผิวและทิศทางของวัตถุที่อยู่โดยรอบ แม้ว่าผนังภายนอกอาคารจะไม่ถูกรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงก็ตามอุณหภูมิก็สูงได้ เนื่องจากรังสีกระจายและรังสีสะท้อนที่สะท้อนมาจากสภาพแวดล้อมรอบอาคาร

การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์กับช่วงเวลาการตกกระทบของแสงอาทิตย์ (Incident of Angle) มุมตกกระทบของแสงอาทิตย์มีความสัมพันธ์กับปริมาณพลังงานที่เกิดขึ้นแก่พื้นผิว (Moore Fuller,1993) โดยมีลักษณะที่ควรคำนึงถึง คือ

1. วันเริ่มฤดูร้อน หรือ Summer Solstice เป็นวันที่ตำแหน่งขั้วโลกเหนือเบนเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด ส่วนขั้วโลกใต้เบนออกจากดวงอาทิตย์มากที่สุดเช่นกัน คือ วันที่ 21 มิถุนายน ของทุกปี



ภาพที่ 2.9 แสดง Motion of Earth around Sun

ที่มา: ASHRAE, 1997

2. วันเริ่มฤดูหนาว หรือ Winter Solstice เป็นวันที่ตำแหน่งขั้วโลกเหนือเบนออกจากดวงอาทิตย์มากที่สุด และขั้วโลกใต้เบนเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด คือ วันที่ 21 ธันวาคม ของทุกปี

สำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตเหนือเส้นศูนย์สูตรนั้น ในวัน Summer Solstice จะเกิดดวงอาทิตย์อ้อมไปทางทิศเหนือมากที่สุด และในวัน Winter Solstice ดวงอาทิตย์ก็จะอ้อมไปทางทิศใต้มากที่สุดเช่นเดียวกัน

3. วันที่เวลาสมดุล หรือ Equinox เป็นวันที่ทุกๆแห่งบนพื้นโลกมีระยะเวลากลางวันและกลางคืน 12 ชั่วโมงเท่าๆกัน และดวงอาทิตย์จะเดินทางตั้งฉากกับเส้นศูนย์สูตรพอดี สำหรับวันที่ 21 มีนาคม เรียกว่า Vernal Equinox และวันที่ 23 กันยายน เรียกว่า Autumnal Equinox

วันและฤดูกาลที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลานั้นจะมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับทิศทางและตำแหน่งต่างๆ ของดวงอาทิตย์ ซึ่งจะทำให้เกิดรูปแบบที่แน่นอนของทิศทางและปริมาณของแสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ และคงที่ แต่อย่างไรก็ตามนอกจากรูปแบบที่แน่นอนแล้ว ยังมีลักษณะของรูปแบบที่ไม่แน่นอน ของแสงธรรมชาติ ที่ไม่ได้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ และคงที่ด้วย ซึ่งจะเกิดจากสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิ และมลภาวะปริมาณ ของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นโลก มากกว่าร้อยละ 40 จะเป็นคลื่นแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็น (ความยาวคลื่นแสงที่ตามองไม่เห็น ได้แก่แสงในช่วงอัลตราไวโอเลต(Ultraviolet) ที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่าและอินฟราเรด (infrared) ที่มีความยาวคลื่นที่ยาวกว่า คลื่นแสง) เมื่อแสงธรรมชาติตกกระทบพื้นผิวต่างๆ ก็จะถูกดูดซับและแปรเปลี่ยนเป็น พลังงานความร้อนในทันที ซึ่งจะมากหรือน้อยตามความยาวและความถี่ของคลื่นแสงและสภาพบรรยากาศของโลกที่แสงส่องผ่าน เนื่องจากแสงจะเกิดการกระจายตัวและแปรเปลี่ยนเมื่อกระทบกับบรรยากาศในชั้นต่างๆ

การหมุนของโลกตามแกนโลกที่เอียงตามมุมต่างๆ นั้น จะมีความสำคัญต่อการเกิดของแสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์เป็นอย่างมาก เนื่องจากจะทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของดวงอาทิตย์ในตำแหน่งต่างๆ บนท้องฟ้า และเมื่อเทียบกับพื้นโลก เราจะสามารถอ้างอิงตำแหน่งของท้องฟ้าจากพื้นโลกได้จาก

มุมอัลติจูล (Solar Altitute), a_t เป็นมุมในแนวตั้ง ที่จะบอกมุมเงยของดวงอาทิตย์เมื่อเทียบกับระดับพื้นราบ

มุมอะซิมุท (Solar Azimuth), a_s เป็นมุมในแนวนอน ที่จะบอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เมื่อวัดจากแกนในแนวทิศใต้ เป็นทิศเริ่มต้น ที่ 0 องศา เรื่อยไปจนถึงทิศเหนือที่ 180 องศา และ –180 องศา

สภาวะท้องฟ้า (Sky Condition) เป็นการเปลี่ยนแปลงของท้องฟ้าที่ส่งผลให้พลังงานของการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์และความส่องสว่างเปลี่ยนไปด้วย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณและประเภทของเมฆ จำนวนก้อนเมฆ ความสกปรกของอากาศ ความชื้น ไอน้ำ และฝุ่นละอองบนท้องฟ้า

สภาวะของท้องฟ้าแบ่งได้ตามลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. ท้องฟ้าแจ่มใส หรือ Clear Sky เป็นสภาวะของท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุมไม่เกิน 30 % แบ่งได้ 2 แบบ คือเฉพาะการสะท้อนของท้องฟ้าเพียงอย่างเดียวและการสะท้อนของท้องฟ้าร่วมกับดวงอาทิตย์ แต่โดยปรกติในสภาวะท้องฟ้าแจ่มใสย่อมต้องมีดวงอาทิตย์รวมอยู่ด้วย แต่ถ้าพิจารณาทิศทางของอาคาร ในฤดูหนาว ทิศเหนือจะรับรังสีสะท้อนจากท้องฟ้าเพียงอย่างเดียวในขณะเดียวกับที่ทิศอื่นๆก็จะได้รับรังสีสะท้อนจากท้องฟ้าและดวงอาทิตย์รวมอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม ถ้าพิจารณาการกระจายแสงที่สะท้อนจากท้องฟ้าเพียงอย่างเดียว ก็จะสามารถหาค่าความสิ่งสว่าง (L) ในระดับขอบฟ้าเป็น 3 เท่าของจุดยอดท้องฟ้าและผลของค่าความสว่าง (E) ทั้งทางแนวราบ (Eh) และในแนวดิ่ง (Ev) เป็นผลมาจากมุมแนวดิ่งของดวงอาทิตย์เหนือเส้นระดับขอบฟ้า (Solar Altitude) และมุมในแนวราบที่ทำกับทิศใต้ (Solar Azimuth)

2. ท้องฟ้ามีเมฆเป็นบางส่วน หรือ Partly Cloudy Sky เป็นสภาวะของท้องฟ้าที่มีเมฆปกคลุม 30-70 % โดยค่าความส่องสว่างมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การคำนวณจึงเป็นไปได้ยาก แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าเมฆปกคลุมอย่างสม่ำเสมอ ก็อาจเลือกการกระจายความส่องสว่างแบบของท้องฟ้าที่มีค่าความส่องสว่างเป็นอัตราส่วน 1 ต่อ 3 ของค่าความส่องสว่างในแนวราบของระดับขอบฟ้ากับความส่องสว่างที่จุดยอดท้องฟ้า (Horizon to Zenith)

ถ้าพิจารณาในเรื่องของความสว่าง ความสว่างในแนวราบ (Eh) และความสว่างในแนวดิ่ง (Ev) ในอัตราส่วน 2.5 ต่อ 1

3. ท้องฟ้ามืด หรือ Overcast Sky เป็นสภาวะของท้องฟ้าที่เป็นแบบเดียวกันหมด มีเมฆปกคลุมกว่า 70 % ไม่สามารถมองเห็นดงอาทิตย์ได้ และปรกติโดยทั่วไปจะมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆและช้ากว่าสภาวะของท้องฟ้าแบบอื่นๆ ขอบเขตของท้องฟ้ามืดขึ้นอยู่กับฤดูกาลต่างๆโดยท้องฟ้ามืดที่มีค่าความส่องสว่างเท่ากันตลอด (Uniform Brightness Overcast Sky) เป็นค่าโดยประมาณที่หาได้จากการกระจายความส่องสว่างของท้องฟ้า (Sky Luminance Distribution) และค่าความสว่างในแนวราบ (Eh) มีค่าเท่ากับความส่องสว่าง (L) ส่วนค่าความสว่างในแนวดิ่ง (Ev) มีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของค่าความสว่างในแนวราบ

ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานการแผ่รังสีและแสงธรรมชาติ (Hopkinson,1966) แสงธรรมชาติที่ส่องผ่านตัวกลางในลักษณะต่างๆ ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ก็จะสามารถแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนได้ ดังนั้น การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ก็จะสามารถวัดได้จากปริมาณการส่องสว่างของแสงที่ได้ผ่านตัวกลางนั้นมาเช่นกัน

ปริมาณของแสงสว่างที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ จะเท่ากับ 117 Lumens/Watt ที่มุมของพระอาทิตย์มากกว่าหรือเท่ากับ 25 องศา และจะเท่ากับ 90 Lumens/Watt ที่มุมของพระอาทิตย์อยู่ระหว่าง 7.5 ถึง 25 องศา ซึ่งในสภาพความเป็นจริงแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงตัวแปรอื่นๆอีก เช่น ลักษณะของท้องฟ้าและสภาพของบรรยากาศ เป็นต้น

2.2.4.6 **ความชื้น**

เป็นสิ่งที่มีอยู่ในภูมิอากาศ ทั้งนี้ สภาพที่ตั้งและสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน เป็นผลทำให้ปริมาณความชื้นแตกต่างกัน ปริมาณความชื้นในอากาศนั้น สามารถเพิ่มขึ้นได้ จากการคายน้ำของพืช, การหายใจของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

คุณสมบัติของความชื้น อากาศประกอบไปด้วยก๊าซหลายชนิด รวมถึงน้ำที่อยู่ในสภาวะของไอน้ำแทรกอยู่ในอากาศในปริมาณที่มากน้อยต่างกัน ปริมาณไอน้ำที่อยู่ในอากาศนี้ เรียกว่า ความชื้น การเกิดความชื้นขึ้นในอาคารเกิดจากการระเหยของน้ำที่มีอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับอาคาร เช่น การคายน้ำของต้นไม้บริเวณที่ตั้งอาคาร การระเหนของน้ำจากแหล่งน้ำใกล้อาคาร การระเหยน้ำจากดินผ่านทางเดิน หรือวัสดุปูพื้นที่มีรูพรุน ที่ความชื้นสามารถระเหยผ่านออกมา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หลังฝนตก และการระเหยจากแหล่งน้ำใกล้อาคารทำให้ไอน้ำในอากาศมีปริมาณสูงขึ้น เป็นต้น ไอน้ำในอากาศ บางครั้งเกิดการกลั่นตัวในระดับต่างๆกัน เช่น การกลั่นตัวขนาดเล็ก ก่อให้เกิดน้ำค้างและหมอกบริเวณใกล้พื้นดิน และการกลั่นตัวขนาดใหญ่จะก่อให้เกิดเมฆ

การเปลี่ยนรูปของน้ำในอากาศ ในลักษณะต่างๆจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนในอากาศ พลังงานในการที่จะทำให้น้ำเปลี่ยนอุณหภูมินี้ เรียกว่า ความร้อนจำเพาะ (Sensible Heat) และเมื่อน้ำเกิดการระเหย จะใช้พลังงานความร้อนในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นก๊าซโดยอุณหภูมิคงเดิม เรียกว่า ความร้อนแฝง (Latent Heat)

เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ อากาศที่อุณหภูมิต่างๆมีความสามารถในการรับไอน้ำไว้ได้สูงสุดในปริมาณจำกัด ถ้าเกินกว่าขีดสูงสุดนี้แล้ว อากาศจะไม่สามารถรับไอน้ำเพิ่มได้อีก และการที่อากาศไม่สามารถรับไอน้ำได้อีกนี้เรียกว่า การอิ่มตัว (Saturation) และจุดที่ไอน้ำแทรกตัวอยู่ในอากาศในปริมาณสูงสุดที่อุณหภูมิหนึ่งๆเรียกว่า จุดอิ่มตัว (Saturated Point)

ไอน้ำที่แทรกอยู่ในอากาศ ทำให้อากาศเกิดความดันไอน้ำ (Vapor Pressure) เมื่ออากาศรับไอน้ำจนถึงจุดอิ่มตัว (Saturated Point) ก็จะมีความดันสูงสุดและจากการสังเกตทดลองในเชิงฟิสิกส์ พบว่า ในมวลอากาศที่เท่ากัน อากาศที่มีอุณหภูมิสูง จะสามารถบรรจุไอน้ำได้ปริมาณมากกว่าปริมาณไอน้ำในอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (Olin, H.B., Schmidt, J. l., and Lewis, W.H.,1995: 458)

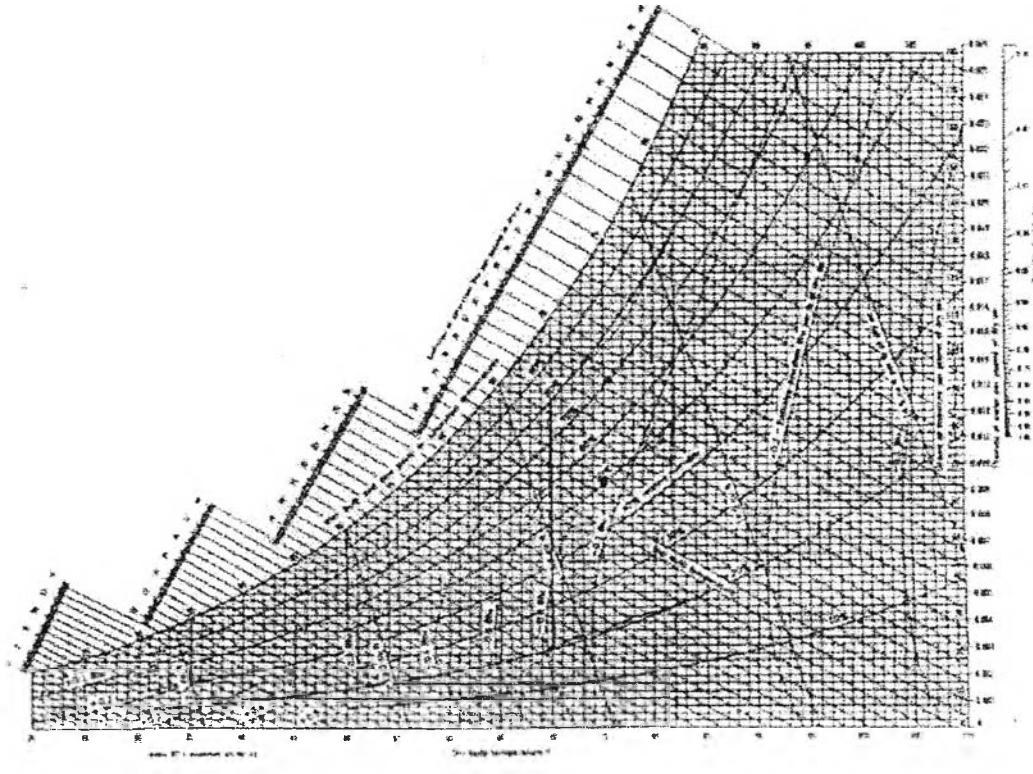
ความชื้นสามารถอธิบายได้หลายวิธีการ เช่น ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature) หรือ ความกดไอน้ำ (Vapor Pressure)

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ความชื้นสัมพัทธ์ คือ อัตราส่วนระหว่างความชื้นที่มีอยู่ในอากาศขณะนั้น กับปริมาณความชื้นมากที่สุดที่อากาศสามารถรับเอาไว้ได้ หรือเป็น อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไอน้ำในอากาศเทียบกับน้ำหนักของไอน้ำที่ควรจะมีได้เต็มที่ในขณะนั้นเมื่อมีปริมาตรและอุณหภูมิเดียวกัน เช่น อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 50 % จะมีปริมาณความชื้น เป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อุณหภูมิอากาศในขณะนั้นสามารถรับเอาไว้ได้ หรืออากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100 % จะมีปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อุณหภูมิอากาศในขณะนั้นสามารถรับได้ และเราเรียกในกรณีที่สองนี้ว่า การอิ่มตัว (Lstiburek and Carmody, 1993: 1)

ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมีค่าสูงสุดในช่วงเช้ามืดที่ดวงอาทิตย์เริ่มจะขึ้น ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำ ในบางครั้งขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงสุดนั้น อาจถึงจุดอิ่มตัวและกลั่นตัวเป็นหมอกขึ้น เมื่ออุณหภูมิอากาศเริ่มสูงขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงและหมอกจะสลายไป ปริมาณไอน้ำในอากาศไม่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิมากนัก จึงมีปริมาณใกล้เคียงเท่ากันตลอดวัน

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ สามารถอธิบายได้โดย อากาศที่ต่ำมีโอกาสที่ความชื้นสัมพัทธ์จะสูงเพราะ ความสามารถในการรับปริมาณไอน้ำสูง และจะลดลงเมื่ออุณหภูมิลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณไอน้ำเข้าไปเพียงเล็กน้อยก็จะอิ่มตัว ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ

ปริมาณความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ สามารถเปรียบเทียบจากแผนภูมิไซโครเมติค (Psychrometric Chart) ได้

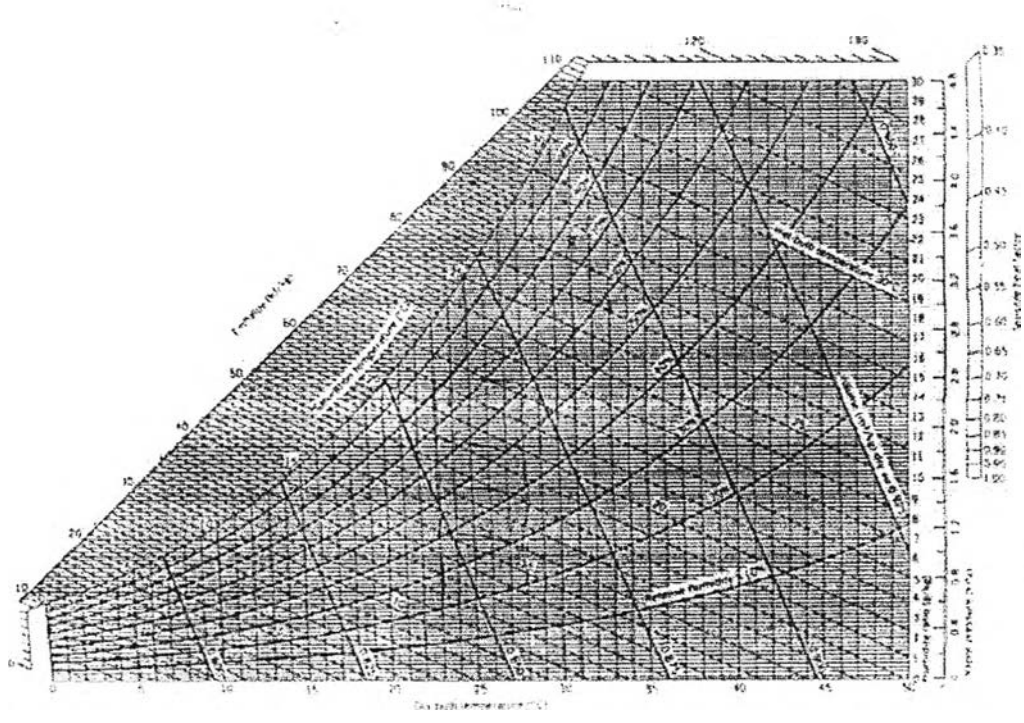


ภาพที่ 2.10 แสดง Psychrometric chart, SI units

Conditions at sea level, standard atmospheric pressure (101.325 kPa).

ที่มา: Stein and Reynolds, Mechanical and Electrical Equipment for Building.

(8 th Edition, New York: Jon Willy& Son), P. 131



ภาพที่ 2.11 แสดง Psychrometric chart, Conventional units

Conditions at sea level, standard atmospheric pressure (29.921 in Hg).

ที่มา: Stein and Reynolds, Mechanical and Electrical Equipment for Building,

(8 th Edition, New York: Jon Willy& Son), P. 131

การควบแน่น อากาศสามารถรับไอน้ำในปริมาณที่จำกัดที่อุณหภูมิหนึ่ง ปริมาณไอน้ำที่อากาศสามารถรับได้นั้นจะเพิ่มสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์จะเป็น 100 % เมื่ออากาศอิ่มตัว และจะเป็นอัตราส่วนของปริมาณความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้น เทียบกับความชื้นที่อากาศสามารถรับได้สูงสุดเมื่ออิ่มตัว เมื่ออากาศที่ยังไม่อิ่มตัวเกิดการเย็นขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่ทำให้อากาศอิ่มตัว อุณหภูมิที่จุดนี้ เรียกว่า อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ความเย็นที่เพิ่มเข้าไปจนอากาศมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดน้ำค้างจะก่อให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำส่วนเกินที่อากาศไม่สามารถรับไว้ได้

ปัจจัยหลักที่เกิดขึ้นและปริมาณการกลั่นตัว คือ อุณหภูมิผิววัสดุ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ความกดไอน้ำ และไอน้ำที่ผ่านเข้ามาภายในอาคาร ความสัมพันธ์ของความดันไอน้ำภายในและภายนอกขึ้นอยู่กับการถ่ายเทอากาศ ความกด

ไอน้ำภายในอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศจะสูงกว่าอาคารที่มีการปรับอากาศและจะลดไอน้ำจากอากาศภายนอกที่จะเข้ามาด้วย

แนวโน้มในการเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย พบว่า อุณหภูมิจุดน้ำค้างอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง หมายความว่า โอกาสที่จะเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในผนังอาคารก็จะสูงตามไปด้วย

การกลั่นตัวที่พื้นผิว จะเกิดขึ้นเมื่ออากาศที่ไม่ถึงจุดอิ่มตัวเคลื่อนตัวมากระทบพื้นผิวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง อากาศส่วนที่สัมผัสกับผิววัสดุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้างของมันจะอิ่มตัว และไอน้ำในอากาศไม่สามารถรับได้อีกต่อไปก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่พื้นผิววัสดุนั้น จากการที่ไอน้ำในอากาศบริเวณที่ไอน้ำมีการกลั่นตัว ทำให้ความดันอากาศส่วนหนึ่งในบริเวณนั้นต่ำกว่าความดันอากาศเฉลี่ยของห้อง ความแตกต่างดังกล่าวจะทำให้มีการเคลื่อนตัวของไอน้ำไปสู่บริเวณที่มีการกลั่นตัว ทำให้มีการไหลเวียนของอากาศ การกลั่นตัวไม่จำเป็นที่จะต้องเกิดขึ้นในบริเวณที่ไอน้ำถูกสร้างขึ้น แต่จะเกิดในที่ๆมีพื้นผิวอุณหภูมิต่ำที่สุดและจะเกิดในบริเวณที่มีไอน้ำน้อยกว่า เนื่องจากไอน้ำที่มีความดันมากกว่าที่อยู่รายรอบจะทำให้พื้นที่นั้นๆมีความดันไอน้ำที่เท่ากัน และการกลั่นตัวก็จะเกิดในบริเวณที่มีพื้นผิวอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

ความชื้นในดิน ความชื้นและน้ำใต้ดินสามารถผ่านพื้นและผนังของส่วนที่อยู่ใต้ดินขึ้นมาจากการดูดซับ (Capillary Suction) จากนั้นความชื้นจะแพร่ไปยังส่วนอื่นๆที่ติดกัน นอกจากนี้แรงดันของน้ำใต้ดินยังเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดความชื้นอีกด้วย

การควบคุมความชื้น

1. การเพิ่มอุณหภูมิของพื้นผิว ในส่วนที่จะเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ถ้ามีการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นมากกว่าจุดน้ำค้างของอากาศ ก็จะไม่เกิดการกลั่นตัว และเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการควบแน่นที่ผิวได้

2. การนำความชื้นออกโดยการแพร่ของไอน้ำ การนำความชื้นออก ถ้าอัตราของความชื้นที่ผ่านออกไปมีมากกว่าอัตราของความชื้นที่เข้ามาอยู่ ความชื้นก็จะไม่เกิดการสะสม ทั้งนี้ขึ้นกับความสามารถของวัตถุนั้นและขึ้นกับอัตราความชื้นที่เข้ามาภายใน

2.2 ภาวะความสบาย

2.2.1 ภาวะความสบาย

ความสบายของมนุษย์ มีหลายประเภท เนื่องจาก " *ความรู้สึกสบายหรือแม้แต่ความรู้สึกไม่สบาย ขึ้นอยู่กับการทำงานร่วมกันของอวัยวะรับความรู้สึกต่างๆ เช่น ตา หู จมูก การรู้สึกจากสัมผัส การรู้สึกจากความร้อนและสมอง* " (Bradshaw, 1993: 10) โดยความสบายของมนุษย์นั้น จะตั้งอยู่บนพื้นฐานหลายๆด้าน ซึ่งเรียกว่า ภาวะความสบาย โดยภาวะความสบายนั้นแบ่งออกเป็น

1. ภาวะความสบายทางด้านการมอง (Visual comfort)
2. ภาวะความสบายทางด้านความร้อน (Thermal comfort)
3. ภาวะความสบายทางด้านการได้ยิน (Audio comfort)
4. ภาวะความสบายทางด้านกายภาพ (Physical related comfort)

จากการศึกษา (สุนทร บุญญาธิการ, 2542) พบว่า ความต้องการของมนุษย์ในด้านความสบายในปัจจุบันเพื่อให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีตั้งอยู่บนพื้นฐาน 7 ประการ คือ

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)

ทั้งนี้ สิ่งที่มีผลต่อความรู้สึกสบายที่สำคัญเป็นอันดับต้นๆ โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้น ก็คือความต้องการทางด้านความรู้สึกร้อนหนาวที่พอเหมาะหรือภาวะความสบายทางด้านความร้อน (Thermal comfort)

2.2.2 ตัวแปรที่มีผลต่อภาวะความสบายทางด้านความร้อน (Thermal comfort)

ตัวแปรที่มีผลต่อภาวะความสบายทางด้านความร้อน (Thermal comfort) มี 6 ตัวแปร โดยสามารถแบ่งแยกประเภทได้ดังนี้

1. ตัวแปรทางด้านบุคคล ได้แก่

1.1. อัตราการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) เป็นปฏิกิริยาทางกายภาพของมนุษย์เมื่อร่างกายต้องการความเย็นเพิ่มขึ้น ระดับของการเผาผลาญพลังงานก็จะเพิ่มขึ้น เกิดการสูญเสียความร้อนจากร่างกายไปสู่สภาพแวดล้อมมากขึ้น ทำให้ร่างกายรู้สึกเย็นเร็วขึ้น เมื่อร่างกายไม่ต้องการความเย็น ก็ไม่จำเป็นต้องมีการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้น จึงไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับสภาพแวดล้อม (Fanger, 1967 อ้างจาก พรรณชลัท สุริโยธิน, คมกฤช ชูเกียรติมั่นและอุษณีย์ มิ่งมงคล, 2541)

1.2. เสื้อผ้าที่สวมใส่ (Clothing) ซึ่งเสื้อผ้าจะเป็นสิ่งกีดขวางการระเหยกลายเป็นไอของเหงื่อและขัดขวางการพาความร้อนออกจากร่างกาย โดยเฉพาะในเขตที่มีภูมิอากาศร้อน การใส่เสื้อผ้าหนาๆ จะยิ่งทำให้รู้สึกร้อน ดังนั้น จึงควรใส่เสื้อผ้าที่สามารถระบายเหงื่อได้ดีและไม่หนาจนเกินไป

2. ตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อม แบ่งออกเป็น

2.1. อุณหภูมิอากาศ (Ambient air temperature) เป็นตัวหลักที่บ่งบอกถึง Thermal comfort ช่วงอุณหภูมิที่อยู่ใน Thermal comfort อยู่ประมาณ 20 – 26.6 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่าช่วงนี้ การทำความร้อนหรือทำความเย็น มีความจำเป็นเพื่อทำให้อยู่ในสภาพ Thermal comfort นอกจากนี้ อุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมจะมีผลให้สามารถช่วยส่งเสริม Thermal comfort ได้ดีขึ้นหรือเลวลงได้

2.2. อุณหภูมิผิวโดยรอบ (Mean radiant temperature) จะวัดจากค่าถ่วงเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมนั้นๆ ซึ่งรวมถึงแสงแดดโดยตรงด้วย MRT สามารถคำนวณจากอุณหภูมิพื้นผิวของด้านต่างๆในห้อง และตำแหน่งที่วัด MRT นั้น โดยใช้มุมกระทำ

(Solid angle) ที่เกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งที่วัดและขอบเขตของแต่ละพื้นผิวโดยหาค่าเฉลี่ยออกมาเป็น MRT อย่างไรก็ตาม ผลของอุณหภูมิพื้นผิวที่มีต่อสภาวะความสบายและการที่จะสามารถวัดออกมาได้นั้นจะใช้ในรูปของ Operative temperature ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศในห้องและค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิพื้นผิวต่างๆในห้องนั้น (MRT) ในการวัดจะใช้ Globe thermometer

โดยทั่วไป อุณหภูมิอากาศมักไม่เป็นเครื่องบ่งบอกที่ดีถึงสภาวะน่าสบาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในอาคารที่ทำความร้อนหรือเย็นโดยไม่อาศัยเครื่องจักรกล ซึ่ง MRT และความเร็วลม อาจมีอิทธิพลมากกว่าอุณหภูมิก็ได้

MRT มีอิทธิพลต่อ Thermal comfort มากกว่าอุณหภูมิอากาศถึง 40 % นั่นคือ ถ้าอุณหภูมิอากาศสูงขึ้น 1.4 องศาเซลเซียส และ MRTลดลง 1 องศาเซลเซียส ความรู้สึกร้อนหนาวจะยังคงเหมือนเดิม

2.3. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) หมายถึงสัดส่วนของความชื้นในอากาศเมื่อเทียบกับปริมาณสูงสุดที่อากาศสามารถมีความชื้นได้โดยปราศจากการกลั่นตัวเองเป็นหยดน้ำ (Condensation) เมื่อเทียบแล้ว ความชื้นจะมีความสัมพันธ์น้อยในสภาพอากาศที่เย็น เนื่องจากการสูญเสียความร้อนโดยการนำ การพา และการแผ่รังสีจะมีผลมาก แต่ความชื้นจะมีความสำคัญมากในสภาพอากาศที่ร้อน โดยการสูญเสียความร้อนโดยการระเหยของเหงื่อ ความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในช่วง Thermal comfort นั้น อยู่ในช่วง 20-80 % และร่างกายของมนุษย์จะรู้สึกถึงผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ เมื่ออุณหภูมิอากาศไม่ต่ำกว่า 19.8 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า 24.75 องศาเซลเซียส

2.4. ความเร็วลม (Wind speed) ที่ผ่านผู้อยู่อาศัยและมีผลกระทบต่อ Thermal comfort โดยลมจะพัดพาความร้อนรอบตัวออกไป ทำให้รู้สึกเย็นขึ้น นอกจากนี้ ยังพัดพาเอาความชื้นบริเวณผิวร่างกายซึ่งจะช่วยให้การระเหยของเหงื่อดีขึ้น ร่างกายสูญเสียความร้อนได้ดีขึ้น ทำให้รู้สึกเย็นเนื่องจากการระเหยของน้ำ อย่างไรก็ตาม ความเร็วลมที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างสภาวะน่าสบาย หากความเร็วลมน้อยเกินไป ผู้อยู่อาศัยจะรู้สึกอึดอัด ไม่มีอากาศถ่ายเท แต่หากความเร็วลมมากเกินไป ก็จะทำให้รู้สึกรำคาญหรือรบกวนการทำงานและกิจกรรมต่างๆ

กระแสลมอ่อนๆ สามารถควบคุมได้โดยใช้ประโยชน์จากความเร็วลมและทิศทางที่กระแสลมพัดผ่าน (Foster, 1994) การใช้ประโยชน์จากลมได้มากที่สุด ต้องทำให้ลมร้อนจากสภาพ

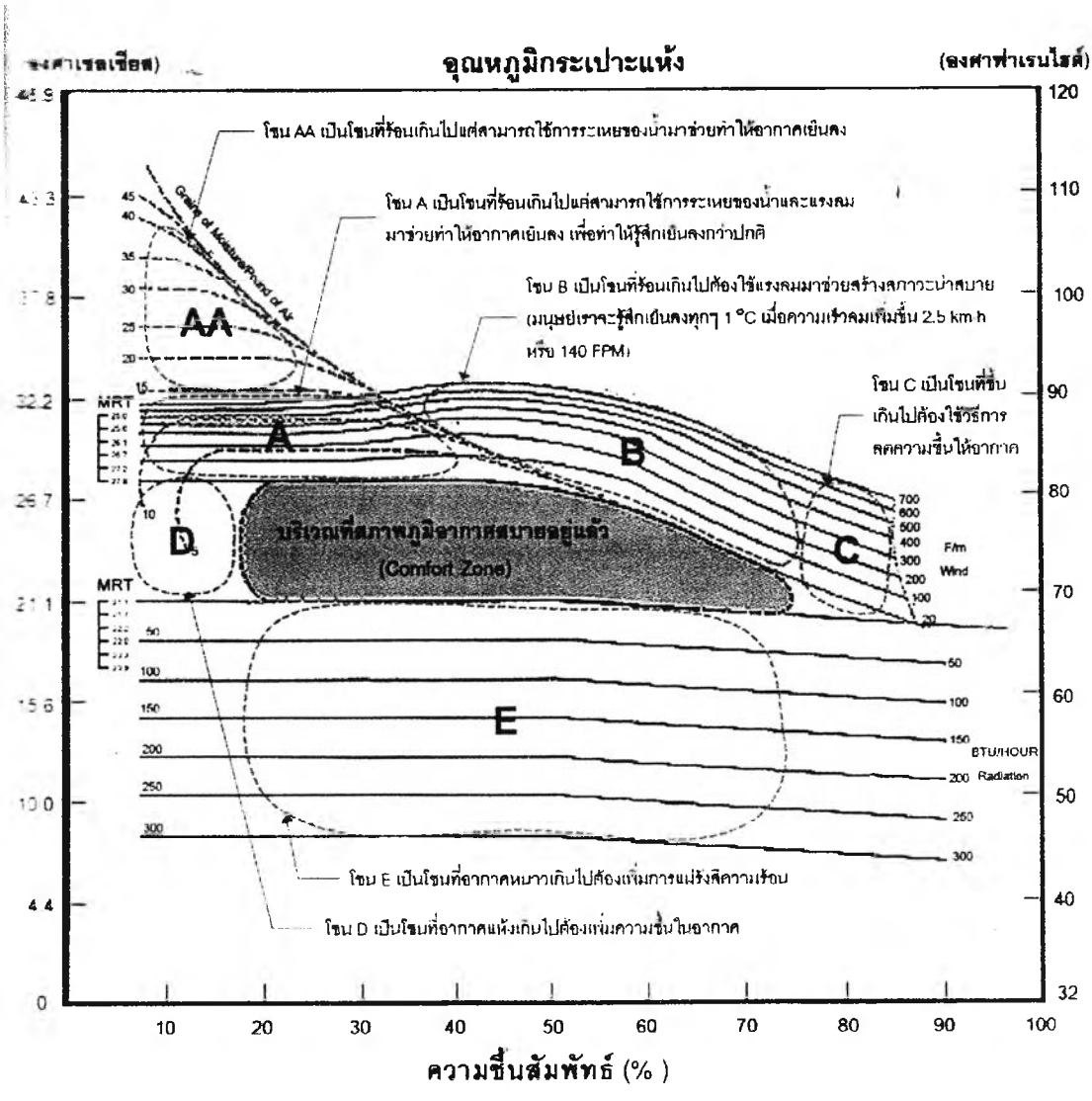
แวดล้อมพัดผ่านบริเวณที่เย็นรอบๆอาคาร ซึ่งก็คือสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ใต้ร่มไม้หรือใกล้ระดับผิวดิน จึงจะทำให้อยู่ใกล้เขตสบายมากขึ้น

ซึ่งตัวแปรทางสภาพแวดล้อมที่กล่าวมานั้น อุณหภูมิของอากาศโดยรอบ จะเป็นตัวหลักในการบ่งบอกถึง Thermal comfort โดยอุณหภูมิอากาศในช่วง Thermal comfort ที่อยู่ระหว่าง 20-26 องศาเซลเซียส หรือ 65-80 องศาฟาเรนไฮท์ ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่สูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ การทำความร้อนหรือทำความเย็นก็มีความจำเป็นที่จะทำให้ปรับอยู่ในสภาพ Thermal comfort และอุณหภูมิผิวโดยรอบ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม เป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้ Thermal comfort ดีขึ้นหรือเลวลงได้

2.2.3 เขตสบาย (Comfort zone)

คือ ช่วงของสภาพที่อยู่ใน Thermal comfort ซึ่งเรียกว่า Comfort zone นั้นได้มีการศึกษากำหนดขึ้นมาโดยการศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) และตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อมทั้ง 3 อันประกอบไปด้วย MRT ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม

การศึกษาวิเคราะห์ Comfort zone จะกำหนดออกมาเป็นช่วงหรือบริเวณของ Comfort zone ซึ่งผู้ใหญ่ส่วนใหญ่รู้สึกสบาย ไม่ร้อน หรือไม่หนาวจนเกินไป Comfort zone เป็นช่วงประมาณและไม่มีความแม่นยำที่แท้จริง ทั้งนี้เนื่องจากตัวแปรอื่นๆอีกหลายตัวแปร เช่น ความชอบความคุ้นเคยของแต่ละบุคคล ลักษณะทางกายภาพและจิตใจ วัฒนธรรม ระดับกิจกรรมที่ทำอยู่ และเสื้อผ้าที่สวมใส่ ฯลฯ อย่างไรก็ตาม Comfort zone จะช่วยให้ผู้ออกแบบอาคารได้รู้ช่วงบริเวณที่จะสามารถอธิบายหรือคาดการณ์ Human thermal comfort ได้ และสามารถวิเคราะห์สภาพอากาศในท้องถิ่นหรือภูมิประเทศนั้นๆ เพื่อจะประเมินผล และนำไปสู่วิธีการออกแบบแก้ไขเพื่อให้สภาพแวดล้อมภายในที่ออกแบบนั้นอยู่สบาย



แผนภูมิที่ 2.1 แผนภูมิไบโอไคลเมติก

ปรับปรุงจากแผนภูมิของ Victor Olgyayโดยเพิ่มคำอธิบายเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

ที่มา: สุนทร บุญญาธิการ, 2542, หน้า 39

โดยแสดงเขตสบายและเทคนิคการปรับแต่งสภาพภูมิอากาศนอกเขตสบายในแต่ละโซน

โซน A, B, C, D และ E เป็นบริเวณที่อยู่นอกขอบเขตของสภาวะน่าสบาย

โดยที่ โซน A, AA และ B มีสภาพภูมิอากาศร้อนเกินไป

โซน C ชื้นเกินไป

โซน D แห้งเกินไป

โซน E หนาวเกินไป

ในแต่ละโซนสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคที่แตกต่างกัน เพื่อสร้างสภาวะน่าสบายให้เกิดขึ้นได้ ดังนี้

โซน A	ใช้การระเหยของน้ำ ใช้ความเร็วลม หรือใช้อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ
โซน AA	ใช้การระเหยของน้ำ
โซน A, B, C	ใช้ความเร็วลม หรือใช้อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ
โซน D	ใช้การเพิ่มความชื้น
โซน E	ใช้การแผ่รังสีความร้อนหรือใช้อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ

เขตความสบายของมนุษย์ จึงแสดงถึงความรู้สึกร้อน-หนาวที่มนุษย์ต้องการ หรือเทียบได้กับการสร้างภาวะความสบายทางด้านความร้อน ซึ่งต่างก็มีผลมาจากปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมหลักๆ 4 ประการ คือ

1. อุณหภูมิของอากาศ
2. การเคลื่อนไหวของลม
3. ความชื้น
4. การแผ่รังสี

นอกจากนี้ยังรวมกิจกรรมและการสวมใส่เสื้อผ้าของมนุษย์

Foster (1994) และ Beer (1998) ศึกษาว่า ตัวแปรที่มีผลต่อเขตสบายของมนุษย์ คือ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น การเคลื่อนไหวของลม และการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งในตัวแปรต่างๆ การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ

อุณหภูมิของอากาศ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่อย่างสุขสบายของผู้อยู่อาศัย ซึ่งมีผลกระทบถึงร่างกายและจิตใจของมนุษย์อย่างมาก ในห้องที่มีอุณหภูมิสูงมากๆ นอกจากร่างกายจะไม่มีความสุขสบายแล้ว ยังทำให้จิตใจของเราหงุดหงิด อึดอัด และเกิดอารมณ์เสียได้ง่าย จากการทดลองค้นคว้าของนักจิตวิทยา พบว่า ห้องทำงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าปรกติ คือ มีอากาศภายในห้องที่เย็นกว่าธรรมดาเล็กน้อย คนสามารถทำงานได้ดีและกระฉับกระเฉงมากกว่า ในห้องที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปรกติ

ความชื้นหรือปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอากาศ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญถัดมาจากอุณหภูมิของอากาศ ปริมาณน้ำในอากาศไม่สามารถจะทำให้อุณหภูมิในร่างกายของเราสูงหรือต่ำลงโดยตรง แต่สามารถทำให้เรารู้สึกร้อนหรือเย็นได้ จากเหงื่อที่ไหลออกมา (Givoni, B, 1969: 56)

หากอากาศมีปริมาณน้ำมาก เหงื่อก็จะไม่สามารถระเหยได้เร็ว ทำให้เรามีความรู้สึกเย็นสบายขึ้น ส่วนในเขตแห้ง เหงื่อจากร่างกายจะไม่ค่อยปรากฏ เพราะจะระเหยออกอย่างรวดเร็ว

ดังนั้น เราจึงจำเป็นต้องเข้าใจถึงความสบายและพื้นฐานของการสร้างความร้อนในร่างกายคนเราด้วย ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิมี 2 วิธี คือ

1. พยายามควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในเขตความสบาย
2. การสร้างเขตสบายให้เข้ากับสภาพของร่างกาย

2.2.4 ตัวแปรที่ทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิจริงในสภาพอากาศ

ตัวแปรที่จะช่วยทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริงในสภาพอากาศ แบบร้อนชื้น มีดังนี้ (Olglay, 1962)

1. การมีความเร็วลมที่เพียงพอ จากการวิเคราะห์อิทธิพลของความเร็วลมที่มีต่อความรู้สึกของมนุษย์ เมื่อใช้ความเร็วลมเป็นตัวแปรเพียงตัวเดียวในสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูง พบว่า ทุก 100 Fpm ของความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น คนเราจะรู้สึกเย็นลงประมาณ 0.4 องศาเซลเซียส ซึ่งหมาย

ความว่าแม้อุณหภูมิอากาศจะร้อนกว่าปรกติ แต่ถ้ามีความเร็วลมเพียงพอ เราจะรู้สึกเสมือนว่าอยู่ในสภาวะน่าสบายได้

กระแสลมที่ก่อให้เกิดความสบายเมื่อนั่งอยู่ภายนอกอาคาร ไม่ควรเกิน 4 เมตรต่อวินาที เมื่อเวลาที่เกิดกระแสลมมีมากกว่า 20 % ของเวลาทั้งหมดและไม่เกิน 5 เมตรต่อวินาทีเมื่อเวลาที่เกิดกระแสลมมีมากกว่า 5 % ของเวลาทั้งหมด รวมทั้งกระแสลมไม่ควรเกิน 16 เมตรต่อวินาทีเมื่อเวลาที่เกิดกระแสลมมีมากกว่า 10 ชั่วโมงต่อปี (Beer, 1998: 84)

ในภูมิอากาศของเขตร้อนชื้น อิทธิพลของกระแสลมมีผลต่อความรู้สึกสบายสูง ทั้งนี้เนื่องจาก สภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูง จะมีไอน้ำในบรรยากาศมาก ทำให้เหงื่อที่ผิวระเหยกลายเป็นไอเพื่อระบายความร้อนให้กับร่างกายได้ยาก เมื่อมีการเคลื่อนที่ของอากาศหรือกระแสลมพัดผ่านจึงเป็นการเพิ่มอัตราการระเหยของเหงื่อ ทำให้รู้สึกเย็นสบายขึ้น และกระแสลมในสถานที่จริง มักมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีผลต่อความรู้สึกเย็นลงได้มากกว่ากระแสลมสม่ำเสมอ อีกทั้งกระแสลมยังช่วยลดความอึดอัดจากความดันไอน้ำในบรรยากาศให้น้อยลง (วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์, 2542)

2. การที่มีอุณหภูมิผิววัตถุที่อยู่รอบๆตัวเรา (MRT) แตกต่างไปจากอุณหภูมิอากาศ โดยจาก 1 องศา ของ MRT เท่ากับ 1.4 องศาของอุณหภูมิอากาศ คือ ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวรอบๆตัวเรา (MRT) ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียส เราจะรู้สึกเย็นลง 1.4 องศาเซลเซียส

3. การระเหยของน้ำ เนื่องจากการที่น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำ (Vapor) ต้องใช้ความร้อนเพื่อช่วยในการเปลี่ยนสถานะ โดยการระเหยของน้ำ 1 ปอนด์ ต้องใช้ความร้อนประมาณ 1,000 BTU หมายความว่า ถ้าทำให้น้ำระเหยได้ในอากาศ อากาศจะเย็นลงกว่าปรกติ แต่จะเย็นลงมากน้อยเพียงใดขึ้นกับปริมาณน้ำที่ระเหย เพราะความร้อนที่ใช้ในการระเหย ก็มาจากอากาศในบริเวณนั้น (ASHARE, 1989) โดยทั่วไปความชื้นสัมพัทธ์ที่มีค่าสูงประมาณ 55 % ขึ้นไป การระเหยของน้ำจะเกิดได้ช้า แต่ต้นไม้สามารถดูดน้ำจากรากและส่งผ่านไปยังใบเพื่อสังเคราะห์แสงจะทำให้น้ำระเหย (Transpiration) ผลที่ได้คือทำให้อากาศรอบๆต้นไม้เย็นลง อุณหภูมิรอบๆต้นไม้จึงเย็นลงตามไปด้วย ไม่ว่าความชื้นจะมีค่าสูงขึ้นเพียงใดการ Transpiration ของต้นไม้ก็จะเกิดขึ้นได้เสมอ