# บทที่ 2

# ทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงสภาวะน่าสบาย ทฤษฎีของการถ่ายเทความร้อน และความเป็นมาของบ้านดิน รวมถึงการก่อสร้างบ้านดิน ในส่วนที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์กับงานวิจัย เริ่มตั้งแต่คำจำกัดความของสภาวะน่าสบาย ปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบาย ,เขตความสบาย(Comfort Zone) และ อิทธิพลของสภาวะน่าสบายต่อมนุษย์,สภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย และการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร,

สำหรับในส่วนของบ้านดิน ได้แก่ ความเป็นมาของบ้านดิน ร่องรอยของบ้านดินในประเทศไทย ลักษณะของดินที่ใช้ในการก่อสร้าง หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น เทคนิคต่างๆ ในการสร้างบ้านดินในประเทศไทย การก่อสร้างบ้านดินด้วยอิฐดินดิบ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

### 2.1.1 สภาวะน่าสบาย(Comfort Zone)

รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์(2547) กล่าวว่า สภาวะน่าสบาย จากคำจำกัดความสภาวะน่าสบายของ ASHRAE standard 1966; 198; 1992 “The condition of mind that expresses satisfaction with the thermal environment” คือสภาพของจิตใจที่มีความพึงพอใจในอุณหภูมิแวดล้อม มนุษย์พยายามหาวิธีสร้างสภาวะน่าสบายจากสภาพแวดล้อมให้ตนเองหลากหลายวิธี เช่นการเลือกหาที่นั่งในร่ม ใต้ต้นไม้ เพื่อหลบความร้อนจากแสงอาทิตย์ การโบกพัดเพื่อคลายร้อนจากอุณหภูมิรอบข้าง

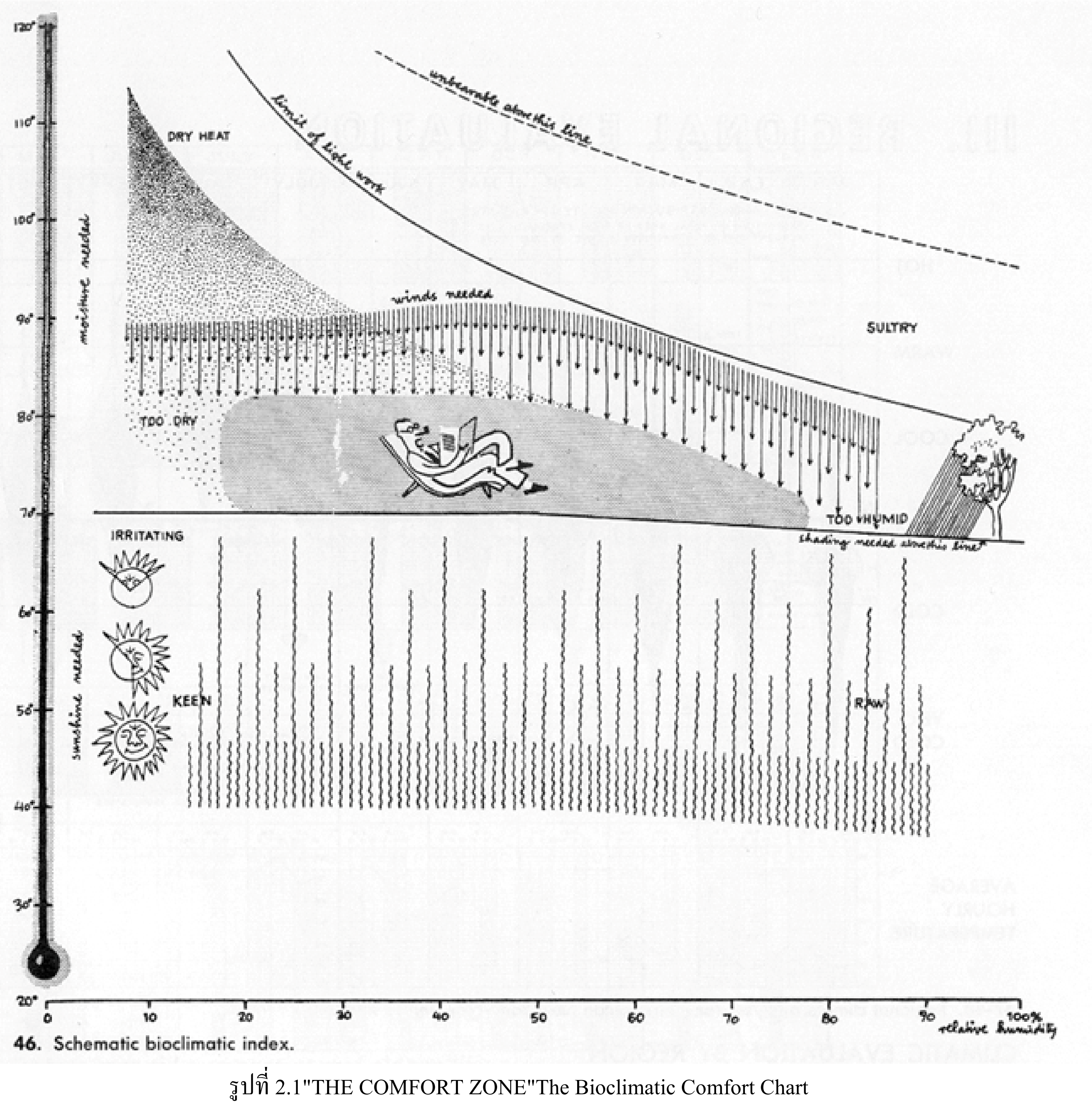
ในเรื่องสิ่งปลูกสร้าง ในงานสถาปัตยกรรม ตั้งแต่สมัยประวัติศาสตร์มนุษย์สร้างที่อยู่อาศัยนอกจากเพื่อหลบแดด ฝนและพายุแล้ว ยังเป็นเพราะมนุษย์รู้ว่ามีความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกกับภายในที่อยู่อาศัย มนุษย์นำความรู้นี้มาพัฒนากับภูมิปัญญาของคนในแต่ละท้องถิ่น และจากวัตถุดิบในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน อาคารที่อยู่อาศัยจึงมีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละภูมิประเทศ ดังเช่นที่เราเห็นกันจนเจนตากับบ้านเรือนไทยในภูมิอากาศร้อนชื้นฝนตกชุก ที่มักเปิดโล่งรับลม เล่นระดับ ยกใต้ถุน หลังคาจั่วทรงสูง ชายคายื่นยาว ซึ่งแตกต่างกับบ้านทรงแปลกตา ในแถบประเทศที่มีอากาศแห้งและหนาว ที่มักทึบตัน ช่องเปิดน้อย สร้างติดกับพื้นดิน หลังคาทรงเตี้ยและ

มักกุดชายคา ทั้งนี้เพราะมนุษย์เรานั้นรู้จักปกป้องตัวเองจากภัยธรรมชาติ พยายามเลือกหาสภาวะน่าสบายในอาคารหรือที่อยู่อาศัย ความพยายามนี้มีตั้งแต่ยังไม่มีการกำหนดคำ หรือคำจำกัดความของสภาวะน่าสบายด้วยซ้ำไป และการพัฒนาของมนุษย์ในการพยายามสร้างและควบคุมสภาวะน่าสบายในอาคารก็มีอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งถึงปัจจุบันนอกจากสภาวะน่าสบายจะมีความสำคัญเพื่อการอยู่อาศัยที่น่าพึงพอใจแล้ว สภาวะน่าสบายยังมีผลต่อการประกอบกิจกรรมของมนุษย์ในเรื่องพฤติกรรมการ ยกตัวอย่างเช่น ระหว่างการนั่งอ่านหนังสือในห้องที่อุณหภูมิและสภาพแวดล้อมที่กำลังพอเหมาะ สงบเงียบ กับการนั่งอ่านหนังสือให้ห้องที่ร้อน อับชื้น และถูกรบกวนด้วยเสียงอันไม่พึงประสงค์ สภาพของห้องแรกจะทำให้เราอ่านหนังสือได้รู้เรื่องมากกว่า และไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพทั้งร่างกายและจิตใจของเรา ดังนั้นสภาวะน่าสบายในสถานศึกษาจึงมีความสำคัญต่อการเรียนรู้

ตามหลักสถาปัตยกรรม ซึ่งสามารถวัดได้อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ มนุษย์จะรู้สึกสบายถ้าอยู่ในช่วงของสิ่งแวดล้อมดังนี้(สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

1) อุณหภูมิ(Temperature) 21.1- 27 องศาเซลเซียส
2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ร้อยละ 20-75

ในขณะที่ลักษณะภูมิประเทศของบ้านเราโดยเฉพาะภาคกลางตอนใต้ กรุงเทพฯและปริมณฑลจะเป็นลักษณะ “ร้อนชื้น” อุณหภูมิส่วนใหญ่ 30-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70-90 ดังนั้นสิ่งสำคัญในการทำให้รู้สึกสบายคือการลดความร้อนและลดความชื้นของอากาศนั้นเองที่จะทำให้บ้านอยู่สบายดังแสดงในรูปที่ 2.1




46. Schematic bioclimatic index.

รูปที่ 2.1"THE COMFORT ZONE"The Bioclimatic Comfort Chart

(Victor Olgyay "Design With Climate" 1963)

(ที่มา:สมศรี  นิตยะ.การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545,หน้า 25)

สมสิทธ์ นิตยะ(2545) กล่าวว่า ผลจากการวิจัยพบว่า อุณหภูมิพอเหมาะพอสบาย ในเขตเส้นศูนย์สูตร อยู่ระหว่าง 71.5 85 องศาฟาเรนไฮต์ โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างร้อยละ 20-50 ซึ่งต้องมีสภาพแวดล้อมอื่นๆเข้ามาร่วมด้วยอีกมาก ข้อมูลแรกที่ได้จากวิธีการหาค่าของสภาวะน่าสบายที่เนื่องด้วยการออกแบบในอาคาร โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลตามตารางที่ยุ่งยาก โดยวิธี Victor Olgyay System ซึ่งค่าของสภาวะน่าสบาย จะเลื่อนขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮต์ ต่อทุกๆค่าการเพิ่มขึ้น 8 องศาฟาเรนไฮต์ ของตำแหน่งเส้นรุ้ง(Latitude) ซึ่งเรียกว่า Bioclimatic Chart ดังแสดงในรูปที่ 2.1 รวมข้อมูลของการต้องการการกันแดด การแผ่รังสีความร้อน กระแสลมและความชื้นในอากาศ สภาวะน่าสบายซึ่งทำให้สามารถพิจารณาเอาสิ่งที่ต้องการนำมาใช้เพื่อให้การออกแบบสมบูรณ์ได้ รวมทั้งขอบเขตที่จะต้องนำเอาอุปกรณ์เข้ามาผนวกด้วย

จากแผนภูมิตาราง Bioclimatic Chart จะเห็นตำแหน่งของสภาวะน่าสบายอยู่ตรงกลาง

1) เหนือตำแหน่งสภาวะน่าสบาย(Comfort Zone) คือตำแหน่งของสภาวะร้อนวิกฤติ หรือสภาวะร้อนจัด(Overheated Zone) ซึ่งจากตารางจะเห็นเส้นแสดงความเร็วลม ซึ่งจะสามารถนำมาช่วยให้ตำบลนั้นๆยังอยู่ในสภาวะน่าสบาย

2) นอกจากนี้ที่เหนือตำแหน่ง สภาวะน่าสบาย จะเห้นเส้นแสดงค่าความชื้นในอากาศ ซึ่งก็สามารถจะช่วยให้เกิดสภาวะน่าสบายได้ ในตำบลที่มีความชื้นในอากาศต่ำ

3) ใต้สภาวะน่าสบาย มีเส้นแสดงการต้องการร่มเงา(การกันแดด) ใต้ตำแหน่งสภาวะน่าสบายลงไปเรียกว่า สภาวะเย็นวิกฤติ หรือสภาวะหนาวเย็น(Underheated Zone) จะมีเส้นแสดงปริมาณความต้องการ การแผ่รังสีความร้อน หรือต้องการความร้อยนเพิ่มทางใดทางหนึ่ง

2.1.2 ปัจจัยสภาวะน่าสบาย

ธนิต จินดาวณิค(2540) ในการออกแบบอาคารให้ปรับเย็นด้วยวิธีธรรมชาติ ผู้ออกแบบต้องทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย อุณหภูมิอากาศไม่ได้เป็นปัจจัยเดียวที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย แต่ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน (Mean Radiant Temperature, MRT) และความเร็วลม ผู้ออกแบบอาคารจะต้องออกแบบจัดการควบคุมปัจจัยทั้งสี่นี้เพื่อทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกสบาย

ระบบเครื่องปรับอากาศเย็นทั่วไปสามารถควบคุมจัดการปัจจัยทางสภาพแวดล้อมได้เพียงแค่สามปัจจัยคือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม แต่ MRT นั้นเครื่องปรับอากาศทั่วไปไม่สามารถควบคุมได้ ในการปรับความเย็นด้วยวิธีธรรมชาติผู้ออกแบบสามารถควบคุมปัจจัยได้เพียงสามปัจจัย คือ อุณหภูมิอากาศ ความเร็วลม และ MRT ส่วนความชื้นสัมพัทธ์นั้นในสภาพอากาศร้อนชื้นการควบคุมด้วยวิธีธรรมชาติ (ไม่ใช้เครื่องกล) แทบจะเป็นไปไม่ได้เลย

ในที่นี้จะขอย้ำเน้นถึงความสำคัญของ MRT ในเชิงทฤษฎีนั้น MRT มีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวมากกว่าอุณหภูมิอากาศถึงร้อยละ 40 ระบบเครื่องปรับอากาศไม่สามารถควบคุมจัดการกับ MRT ได้ ถ้าผู้ออกแบบอาคารละเลยต่อ MRT และปล่อยให้พื้นผิวภายในห้องมีอุณหภูมิสูงผลก็คือ ถ้าเป็นอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศก็จะต้องปรับอุณหภูมิอากาศให้ต่ำลงกว่ปกติเพื่อให้ผู้อยู่อาศัยยังรู้สึกสบายไม่ร้อนและถ้าเป็นอาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติ ก็จะพบว่าสภาพภายในนั้นร้อนตลอดเวลาและร้อนกว่าอยู่ภายนอก ทั้งๆที่มีลมพัดและอุณหภูมิอากาศภายในอาคารก็ไม่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเลย

รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์(2547) ได้กล่าวถึงปัจจัยหลักในการนำมาวิเคราะห์สภาวะน่าสบายของอาคาร ได้แก่

1) อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature)

อุณหภูมิ คือระดับความร้อนหนาวของอากาศ เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิคือเทอร์โมมิเตอร์โดยหน่วยที่วัดซึ่งนิยมในปัจจุบันมี 2 แบบคือ

- แบบเซลเซียส จุดเดือดเป็น 100 และ จุดเยือกแข็งเป็น 0
- แบบฟาเรนไฮด์ จุดเดือดเป็น 212 จุดเยือกแข็งเป็น 32

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และการแผ่รังสีของพื้นผิวโลก โดยการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในรูปคลื่นสั้น จะเริ่มตั้งแต่ช่วงเช้าที่พระอาทิตย์เริ่มขึ้น รังสีจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เวลาที่โลกได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุดคือช่วงเที่ยงวัน จากนั้นปริมาณรังสีก็จะลดลงตามลำดับ เมื่อโลกได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์แล้วก็จะแผ่รังสีออกไปในบรรยากาศในรูปของคลื่นยาวทำให้อากาศร้อนขึ้น ความร้อนส่วนใหญ่ที่อากาศได้รับเป็นความร้อนจากการแผ่รังสีของโลกบวกกับจากวัตถุต่างๆที่เป็นตัวนำความร้อนที่ดี ซึ่งเก็บความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ไว้ แล้วเกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้น และประเด็นที่น่าสนใจคือเวลาที่อุณหภูมิสูงสุด

ในช่วงวัน เป็นคนละเวลากับที่โลกได้รับรังสีของดวงอาทิตย์มากที่สุด (รัชนีกร บุญ – หลง,2536 อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์,2547)

อุณหภูมิมีผลต่อพฤติกรรมมนุษย์ ในระยะยาวก็มีผลต่อเรื่องของการเปลี่ยนแปลงหรือปรับตัวของสภาพร่างกายด้วย และอุณหภูมิยังก่อให้เกิดผลกระทบทั้งสภาวะอารมณ์และการทำงานของร่างกาย

2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นคือไอน้ำในอากาศ ไอน้ำมาจากการระเหยของน้ำที่เปลือกโลก โดยมีความร้อนแฝงที่ทำให้น้ำกลายเป็นไอรวมอยู่ด้วย อากาศจะรับไอน้ำได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กัอุณหภูมิ และอุณหภูมิสูงจะรับไอน้ำได้มากกว่าอุณหภูมิต่ำ ความชื้นนั้นมีอยู่ 2 แบบ คือ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นสัมบูรณ์ ส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ก็คือความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ คืออัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศกับปริมาณไอน้ำที่อากาศจะรับไว้ได้ที่อุณหภูมิหนึ่ง โดยแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรที่มักผกผันสวนทางกับอุณหภูมิ เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์ คือ ไฮโกรมิเตอร์ โดยความชื้นสัมพัทธ์สามารถหาได้อีกวิธี

โดยยกตัวอย่าง หากในอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีไอน้ำ 30 กรัม แต่อากาศที่อุณหภูมินี้จะรับไอน้ำได้ 40 กรัม ความชื้นสัมพัทธ์ก็จะเป็น 30 / 40 X 100 = 75 % (รัชนีกร บุญ – หลง,2536 อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์,2547)

3) ความเร็วลม (Air Velocity)

ลม คืออากาศที่เคลื่อนที่ไปในแนวราบ จากบริเวณความกดอากาศสูง ไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำ การวัดลมนั้นวัดได้สองแบบ คือวัดทิศทางของลม และวัดความเร็วลม แต่ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับฉบับนี้คือเรื่องการวัดความเร็วลม ที่เป็นลมระดับผิวพื้น เครื่องมือวัดความเร็ว

การวัดลมนั้นวัดได้สองแบบ คือวัดทิศทางของลม และวัดความเร็วลม แต่ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือเรื่องการวัดความเร็วลม ที่เป็นลมระดับผิวพื้น เครื่องมือวัดความเร็วลมก็คือ แอนีโมมิเตอร์ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบทั้งแบบถือและแบบตั้ง มีหน่วยวัดเป็นเมตรต่อวินาที(m/s) (รัชนีกร บุญ – หลง,2536 อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์,2547)

ตารางที่ 2.1 เป็นผลจากการทดลองเกี่ยวกับ ความเร็วของลมกับความรู้สึกของมนุษย์ เพื่อหาระดับความเร็วลมที่มนุษย์รู้สึกพึงพอใจ ไม่ว่าจะเป็นลมที่เป็นลมปกติธรรมชาติหรือแม้แต่ลมจากพัดลมที่มนุษย์เราประดิษฐ์ขึ้น

ตารางที่ 2.1 ความเร็วลมกับความรู้สึกของมนุษย์

| ความเร็วลม | ความรู้สึก |
|---|---|
| < 0.25 เมตร/วินาที | ไม่รู้สึกว่ามีลม |
| 0.25 - 0.50 เมตร/วินาที | พึงพอใจ |
| 0.50 - 1.00 เมตร/วินาที | รู้สึกว่ามีลม |
| 1.00 - 1.50 เมตร/วินาที | รู้สึกว่าลมรบกวน |
| > 1.50 เมตร/วินาที | รู้สึกว่าลมรบกวนมาก |

ที่มา : Andris Auliciems and Steven V. Szokolay, Thermal Comfort (Brisbane : The University of Queensland Printery, 1997) อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์,2547

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นว่าความเร็วลมที่ระดับ 0.25 - 0.50 เมตร/วินาที เป็นที่พึงพอใจมากที่สุด แต่ก็มีเงื่อนไขอยู่บ้างตรงประเด็นที่เป็นลมภายใน หรือภายนอกอาคาร และสภาพอากาศด้วยว่าร้อนหนาวอย่างไร เช่นถ้าอากาศร้อน ความเร็วลม 1 เมตร/วินาที ก็สามารถทำให้เป็นที่พอใจได้ ส่วนภายในอาคารนั้นยอมรับได้ถึงประมาณ 1.5 เมตร/วินาที แต่ถ้าเป็นอากาศหนาว ในห้องที่มีเครื่องทำความอุ่นก็ยอมรับให้มีลมได้ไม่เกิน 0.25 เมตร/วินาที ลมกับความชื้นมีความสัมพันธ์กัน ถ้าไม่อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก็สามารถเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคที่เป็นอันตรายแก่มนุษย์ได้หลายอย่าง เช่นเชื้อราหรือแบคทีเรียบางอย่างคือบ่อเกิดของโรคที่ทำให้เสียชีวิตได้ (Rostron ,1984 อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์,2547)

4) รังสีความร้อน (Radiation)

รังสีความร้อน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนหรือถ่ายเทความร้อนในอากาศนอกจากจะแลกเปลี่ยนหรือถ่ายเทระหว่างสภาพแวดล้อมด้วยกันแล้ว ก็ยังสามารถแลกเปลี่ยนหรือถ่ายเทระหว่างสภาพแวดล้อมกับร่างกายมนุษย์ได้ด้วย อุณหภูมิภายในร่างกายของคนเราเมื่ออยู่ในสภาพสมดุลจะมีค่าประมาณ 37 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิที่ผิวหนังจะอยู่ระหว่าง 31 องศาเซลเซียส – 34 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับสภาพของสภาวะแวดล้อม และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (Mean Radiant Temperature: MRT) ซึ่งถ้าในอากาศที่นิ่ง ค่า MRT จะเท่ากับค่า GT (Globe Temperature) การที่ร่างกายมนุษย์เกิดการแลกเปลี่ยนหรือถ่ายเทความร้อนกับสภาพแวดล้อมนั้นเกี่ยวข้องกับพลังงานและการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบต่างๆ ซึ่งการถ่ายเทความร้อนที่เกี่ยวข้องมีสามลักษณะคือ การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ การถ่ายเทความร้อนโดยการ

พา และการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี เมื่อใดที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิ พลังงานหรือความร้อนจะถ่ายเทจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่ๆมีอุณหภูมิต่ำ

ความสมดุลของความร้อนในร่างกายคนเรา มีตัวแปรที่สำคัญๆหลายตัวแปร ดังสมการที่ 2.1 (Auliciems and Szokolay 1997 อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์,2547)

$$M \pm R \pm Cv \pm Cd - E = \Delta S \text{ (W)} \quad ...(2.1)$$

Where M = Metabolic rate

R = Net Radiation

Cd = Conduction

Cv = Convection

E = Evaporation heat loss

$\Delta S$ = Change in heat stored

จากสมการที่ 2.1 ถ้าค่า $\Delta S$ ที่ได้เป็นบวก ความร้อนในร่างกายคนเราก็จะสูงขึ้น ถ้าค่าที่ได้เป็นลบความร้อนในร่างกายคนเราก็จะลดลง มนุษย์เราต้องมีความสมดุลของความร้อนในร่างกาย ถ้าความร้อนในร่างกายขาดความสมดุล ก็จะเกิดผลกระทบต่อร่างกาย ความรุนแรงมีตั้งแต่การเจ็บป่วยเล็กๆไม่อันตราย จนกระทั่งป่วยมาก และที่สุดอาจถึงตายได้ เคยมีสถิติคนตายเพราะกรณีนี้มาแล้วที่มลรัฐนิวยอร์กประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงปี ค.ศ.1900 - 1928 โดยผู้ที่เสียชีวิตมีทุกเพศ ตั้งแต่ทารกแรกเกิดจนกระทั่งผู้สูงอายุ (Lee ,1953 อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์,2547)

ตารางที่ 2.2 วิกฤตของความร้อนในร่างกายมนุษย์ Critical body temperatures (an approximate guide)

| อุณหภูมิที่ผิวหนัง | อุณหภูมิภายในร่างกาย | ผลที่อาจได้รับ |
|---|---|---|
| 45 องศาเซลเซียส | 42 องศาเซลเซียส | เสียชีวิต |
| | 40 องศาเซลเซียส | สภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิสูงผิดปกติ |
| | 38-39 องศาเซลเซียส | มีการระเหยของน้ำในร่างกาสูง |
| | | เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด |

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) วิกฤตของความร้อนในร่างกายมนุษย์ Critical Body Temperatures (An Approximate Guide)

| อุณหภูมิที่ผิวหนัง | อุณหภูมิภายในร่างกาย | ผลที่อาจได้รับ |
|---|---|---|
| 31-34 องศาเซลเซียส | 37 องศาเซลเซียส | สบายและสร้างความร้อนในร่างกายผิดปกติ |
| | 36 องศาเซลเซียส | เกิดการบีบตัวของหลอดเลือดผิดปกติ |
| | | เกิดการผลิตและสร้างความร้อนในร่างกายผิดปกติ |
| | 35 องศาเซลเซียส | สภาวะที่ร่างกายมีอุณหภูมิต่ำผิดปกติ |
| | 25 องศาเซลเซียส | เสียชีวิต |

ที่มา : Andris Auliciems and Steven V. Szokolay, Thermal Comfort (Brisbane : The University of Queensland Printery, 1997) อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์,2547

ตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงวิกฤตของความร้อนในร่างกายมนุษย์ถ้าไม่สมดุลและความเป็นไปได้ในแต่ละระดับความร้อนต่อร่างกายมนุษย์ ที่ถ้าหากสูงหรือต่ำกว่าระดับปกติที่ 37 องศาเซลเซียส ภายในร่างกาย และ 31 – 34 องศาเซลเซียส ที่ผิวหนัง ผลกระทบของความร้อนที่แม้แค่ระดับผิวหนังเราถ้ามากเกิน45 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ก็สามารถทำให้เกิดความผิดปกติในการทำงานของร่างกายที่มีผลต่อหลอดเลือด หรืออาจถึงแก่ชีวิตได้ (Auliciems and Szokolay,1997 อ้างถึงใน รัตน์พันธ์ นันทวิจารณ์,2547)

2.1.3 ตัวแปรในงานสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย

ธนิต จินดาวณิค(2540) ได้กล่าวถึงตัวแปรในงานสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายและสภาพภายในอาคารมีดังนี้

1) Microclimate

สภาพอากาศของประเทศไทยโดยรวมมีลักษณะร้อนชื้นและไม่อยู่ในเขตสภาวะน่าสบายแต่ Microclimate รอบอาคารสามารถถูกปรับเปลี่ยนได้ Microclimate เป็นตัวแปรแรกที่ทำให้อุณหภูมิอากาศรอบอาคารนั้นร้อน หรือ เย็นกว่า อุณหภูมิอากาศภายนอกทั่วไปสืบเนื่องจากองค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม ในทางทฤษฎี องค์ประกอบที่มีผลต่อ Microclimate

ประกอบด้วยรูปทรงแผ่นดิน ต้นไม้ แหล่งน้ำ และสิ่งก่อสร้างต่างๆที่มนุษย์สร้างขึ้น จากตัวอย่างที่พ องค์ประกอบที่มีผลต่อภูมิอากาศของ microclimate ในภูมิประเทศที่แบนราบ ได้แก่ ต้นไม้ใหญ่ ต้นไม้พุ่ม พืชคลุมดิน บ่อน้ำ และ พื้นผิวแข็ง

ต้นไม้ใหญ่ ต้นไม้พุ่ม พืชคลุมดิน และบ่อน้ำ สามารถร่วมกันทำให้เกิดสภา อากาศเย็นรอบอาคารได้การบังแสงแดดของต้นไม้ใหญ่ การคายน้ำของพืช และการระเหยน้ำจากบ น้ำช่วยทำให้อากาศเย็นลงได้ นอกจากนี้ กิ่งก้านใบไม้ของต้นไม้ใหญ่ ต้นไม้พุ่ม และสิ่งก่อสร้า ข้างเคียง เช่น รั้ว อาคาร ยังทำหน้าที่ห่อหุ้มปริมาตรอากาศที่เย็นไว้ ไม่ให้ลมร้อนจากข้างนอกพัดเข้า มาโดยตรงในปริมาตรนี้

ในช่วงกลางวันที่อากาศร้อนจัด สภาพอุณหภูมิอากาศของ Microclimate ที่ดี นั้นจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปได้ถึง 3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศใต้พืชคลุมดินต่ำกว่า 4.4 องศาเซลเซียส เนื่องจากการคายน้ำของพืช ในระหว่างช่วงกลางวันและกลางคืนอุณหภูมิอากาศเฉลี่ ของ microclimate สามารถต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกทั่วไป 1.5 และ 0.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

การนำอากาศเย็นจาก Microclimate เข้าไปภายในอาคาร ก็จะทำให้สภาพ ภายในอาคารนั้นเย็นกว่าอากาศภายนอกทั่วไป นอกเหนือจากนี้ร่มเงาจากต้นไม้ใหญ่ และอากาศ เย็นรอบอาคารช่วยลดอิทธิพลความร้อนจากอากาศและแสงแดดด้วย ความแตกต่างของอุณหภูมิ ภายนอกและภายในอาคารถูกทำให้ลดลงก้อนคอนกรีตและถนนคอนกรีตรอบอาคารมีผลต่อสภาพ อุณหภูมิของ microclimate และสภาพภายในอาคาร รังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งลงมายังพื้นผิวแข็ง เช่น คอนกรีต สามารถทำให้อุณหภูมิผิวนั้นสูงขึ้นถึง 55 องศาเซลเซียสได้ จากผลดังกล่าวทำให้ MRT ของบริเวณนั้นสูงและอากาศร้อนกว่าปกติอาจเกิดขึ้นได้ถ้าพื้นผิวแข็งมีพื้นที่มากพอ นอกจากนั้น พื้นผิวแข็งที่สีอ่อนยังจะสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์เข้าอาคารด้วย ดังนั้นในสภาวะดังกล่าว สภาพแวดล้อมรอบอาคารจึงแย่ หรือร้อนกว่าสภาพอากาศภายนอกทั่วๆไป อากาศร้อนกว่ารอบ อาคารจะถูกแรงลมภายนอกพัดพาเข้าไปในอาคารทำให้สภาพอากาศภายในอาคารยิ่งแย่ลง

2) MRT และรังสีดวงอาทิตย์

อุณหภูมิพื้นผิวมีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาว ถ้าพื้นผิวของห้องมีอุณหภูมิสูง กว่าอุณหภูมิผิวหนัง (32องศาเซลเซียส) พื้นผิวนั้นๆ จะแผ่รังสีความร้อนมาที่ตัวเรา ทำให้ร่างกาย ได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น ในการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวนั้นกระทำโดยใช้ค่า Mean Radiant Temperature (MRT) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของทุกพื้นผิว โดยรอบคูณด้วยมุมกระทำ (Solid Angle) ของขอบพื้นผิวนั้นๆ ณ จุดที่ทำการวัด

อากาศสามารถพัดผ่านช่องเปิดอาคาร และทำให้อุณหภูมิผิวภายในอาคาร เปลี่ยนไปเนื่องจากอุณหภูมิอากาศที่แปรเปลี่ยนในช่วงกลางวันและกลางคืน ดังนั้นอาคารที่ให้

ระบบธรรมชาติจะใช้สมมติฐานในการประเมินเปรียบเทียบค่า MRT เท่ากับอุณหภูมิอากาศภายนอก ถ้าอุณหภูมิผิวในห้องหรือ MRT เท่ากับอุณหภูมิอากาศก็นับได้ว่าเป็นสภาพที่ปกติ แต่ถ้าอุณหภูมิพื้นผิว หรือ MRT ต่ำกว่า หรือ สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก จะถือได้ว่าเป็นสภาพที่ดีกว่าหรือแย่กว่าตามลำดับ

จากการวิจัยพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวภายในอาคารหรือ MRT สามารถเท่ากับหรือใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ และสามารถต่ำกว่าหรือสูงกว่าอุณหภูมิอากาศได้ ปรากฏการณ์นี้มีผลมจากรังสีดวงอาทิตย์และคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนของระบบผนังและหลังคา

เมื่อวัสดุที่ใช้ทำผนังและหลังคาถูกแสงแดดอุณหภูมิที่พื้นผิวนั้นๆสามารถขึ้นสูงกว่าอุณหภูมิอากาศได้ถึง 33 องศาเซลเซียส ทั้งนี้อันเนื่องมาจากมวลสาร สี พื้นผิว ทิศทาง และมุมแดดที่ตกกระทบ ยิ่งความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวผนังและหลังคาภายนอกและภายในอาคารมีมากเท่าไร ความร้อนก็ยิ่งถ่ายเทเข้ามาในอาคารมากยิ่งขึ้น และอุณหภูมิผิวภายในอาคารจะยิ่งสูงขึ้นด้วย ความร้อนที่เข้ามาในอาคารทำให้พื้นผิวภายในและอากาศภายในอาคารมีอุณหภูมิสูง ปรากฏการณ์นี้ทำให้สภาพภายในอาคารไม่สามารถที่จะทนอาศัยอยู่ได้ และมีสภาพที่แย่กว่าสภาพภายนอกอาคาร สภาพเหล่านี้สามารถพบได้ในอาคารบ้านพักอาศัยทั่วไปในประเทศไทยแสดงให้เห็นว่าผนังส่วนบนที่อยู่ใต้ร่มเงาอย่างสมบูรณ์ และผนังส่วนล่างที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีกระจายและแสงแดดในยามเย็น แผนภูมิของอุณหภูมิผนังส่วนล่างที่กระโดดขึ้นแสดงถึงแสงแดดโดยตรงที่เริ่มกระทบผนัง รูปทรงของหลังคาเรือนไทยที่มีความลาดชันที่สูงมากช่วยลดมุมกระทำ (Solid Angle) จากหลังคาที่อุ่นซีกหนึ่งของหลังคาด้านที่ปะทะดวงอาทิตย์จะร้อน เนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์ในขณะที่อีกด้านหนึ่งจะมีผลกระทบที่น้อยกว่า ดังนั้นเพียงครึ่งหนึ่งของเพดานที่มีพื้นที่ผิวที่อุ่น ขอให้สังเกตว่าหลังคาเรือนไทยที่กล่าวถึงนี้ปราศจากฝ้าเพดานระนาบราบ ผลกระทบ MRT จากเพดานที่อุ่นของเรือนไทยจะน้อยกว่าผลที่เกิดขึ้นกับเพดานหลังคาอาคารพักอาศัยสมัยใหม่ที่มีเพดานระนาบราบ และมีระบบป้องกันการถ่ายเทความร้อนของระบบหลังคาที่ไม่ดีและไม่มีประสิทธิภาพ

3) มวลสารอาคาร

อาคารที่มีมวลสารมากๆจะมีผลกระทบต่อ MRT และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารเนื่องจากความจุความร้อนของมวลสาร ในการที่จะทำให้อุณหภูมิมวลสารสูงขึ้นต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก สถาปัตยกรรมไทยที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัยที่ได้ทำการศึกษา เช่น โบสถ์และโรงเรียนอาคารทั้งสองมีผนังอิฐที่หนา 0.80 - 1.00 เมตร และที่พื้นก็มีมวลสารมากเช่นกัน ผนังอิฐที่หนามากก็จะมีค่าความต้านทานความร้อนที่สูงด้วย ดังนั้นค่า MRT และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารดังกล่าวในช่วงเวลากลางวันจะต่ำกว่าหรือเย็นกว่าอากาศภายนอก แต่ทั้งนี้อากาศมีความจุควา

ร้อนจำเพาะน้อยกว่ามวลสารอาคารมาก ดังนั้นในช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิอากาศจะลดต่ำลงได้เร็วกว่ามวลอาคาร และพลังงานความร้อนที่สะสมในมวลสารอาคารระหว่างช่วงเวลากลางวันจะคายเข้ามาในอาคาร ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในร้อนกว่าภายนอก อาคารดังกล่าวจะมีสภาพภายในอาคารที่เย็นกว่าภายนอกในช่วงเวลากลางวัน ส่วนในช่วงเวลากลางคืนภายในจะร้อนกว่าภายนอกอาคาร เป็นที่สังเกตได้ว่าอาคารที่ยกตัวอย่างดังกล่าว จะมีช่วงเวลาการใช้งานเฉพาะเวลากลางวันเท่านั้น

อีกประเด็นหนึ่งของมวลสารก็คือการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ความร้อนสูงสุดที่เกิดขึ้นภายในอาคารจะเกิดขึ้นหลังจากอุณหภูมิอากาศภายนอกขึ้นสูงสุด ระยะเวลาของการหน่วงเหนี่ยวความร้อนขึ้นอยู่กับปริมาณมวลสารอาคาร ในอาคารที่มีมวลสารมากเวลาของการหน่วงความร้อนก็จะยาวนานตามไปด้วย

4) แหล่งความเย็นจากพื้นดิน

พื้นดินมีผลต่อการขึ้นลงของอุณหภูมิ MRT และสภาวะน่าสบายกับอาคารที่สัมผัสดิน ตามทฤษฎีอุณหภูมิดินที่ลึกมากๆ ตลอดทั้งปีจะมีค่าคงที่และเท่ากับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยทั้งปี ส่วนอุณหภูมิดินที่ตื้นขึ้นมาจะแปรเปลี่ยนเล็กน้อยขึ้นกับฤดูกาลและสภาพพื้นผิวและสิ่งปกคลุมผิวดิน อุณหภูมิดินนั้นจะค่อนข้างคงที่เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศซึ่งขึ้นลงในช่วงกลางวันและกลางคืน ทั้งนี้เนื่องจากดินมีปริมาณความจุความร้อนอันมหาศาล จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าอุณหภูมิดิน ในกรุงเทพฯ จะมีค่าระหว่าง 24.5 ถึง 26.5 องศาเซลเซียสขึ้นกับสภาพแวดล้อมและแปรผันไม่มากกว่า 0.6 องศาเซลเซียสภายใน 24 ชั่วโมง ในขณะที่อุณหภูมิอากาศสามารถแปรผันมากถึง 10 องศาเซลเซียสในวันหนึ่งระหว่างกลางวันอุณหภูมิพื้นดินต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ และต่ำกว่าอุณหภูมิผิวหนังของร่างกายคนเรา พื้นดินจึงเป็นเสมือนแหล่งความเย็น พื้นดินมีผลต่อปัจจัยสภาวะน่าสบายสองปัจจัยคือ อุณหภูมิอากาศ และ MRT พื้นอาคารที่สัมผัสดินและมีวัสดุที่นำความร้อนดีจะทำหน้าที่ดูดซับความร้อนภายในอาคาร ทำให้ MRT และอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ภายในอาคารจึงเย็นกว่าภายนอก ผู้อยู่อาศัยสูญเสียความร้อนจากร่างกาย โดยการนำและการแผ่รังสีไปยังพื้นที่เย็นกว่าของอาคาร

5) ลมและการระบายอากาศ

ปัจจัยความเร็วลมสัมพันธ์กับเขตสภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort Zone) ถ้าอุณหภูมิอากาศอยู่เหนือนอกเขตสภาวะน่าสบาย ความเร็วลมสามารถทำให้สภาพอากาศนั้นกลับเป็นสภาวะที่น่าสบายได้ กระแสลมที่พัดผ่านผิวหนัง จะทำให้อัตราการสูญเสียความร้อนจากการระเหยของเหงื่อสูงขึ้นทำให้ร่างกายรู้สึกเย็น องค์ประกอบที่ส่งเสริมให้เกิดความเร็วลมในอาคารอัน

เนื่องจากแรงลมภายนอก ได้แก่ ความเร็วลมภายนอก ทิศทางลม องค์ประกอบในที่ตั้งรอบๆอาคาร ทิศทางของอาคาร รูปทรงอาคาร ช่องเปิดอาคาร และการจัดภายในอาคาร

บางอาคารที่ได้ศึกษามาบ้างก็พบว่าเกือบจะไม่มีกระแสลมภายในอาคารเลย แต่อาคารเหล่านั้นมีสภาพอากาศภายในที่เย็นกว่าภายนอก อาคารที่มี Microclimate และแหล่งดูดซับความร้อนต้องการ การระบายอากาศเพียงเล็กน้อย เพื่อสุขลักษณะที่ดี อากาศเย็นจาก Microclimate และอิทธิพลของแหล่งดูดซับความร้อน ช่วยทำให้สภาพภายในอาคารเย็นกว่าภายนอก แต่ถ้าลมร้อนภายนอกในช่วงกลางวันพัดผ่านเข้ามาในที่ตั้งและอาคารปริมาณ การทำความเย็นจาก Microclimateและแหล่งดูดซับความร้อนอาจไม่ได้ผล (สุนทรบุญญาธิการ, 2536)

## 2.2 สภาพภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย

ธนิต จินดาวณิค(2540) ได้กล่าวไว้ว่า การทำความเข้าใจกับลักษณะภูมิอากาศนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบอาคาร ให้เหมาะสมกับที่ตั้งเพื่อการประหยัดพลังงาน

การอธิบายจะใช้รูปแบบเปรียบเทียบกับภูมิอากาศที่เสมือนคล้ายกันนั่นก็คือ ภูมิอากาศร้อนแห้ง เพื่อแสดงให้เห็นอิทธิพลที่ก่อให้เกิดความแตกต่างทางสถาปัตยกรรม

ในภูมิอากาศร้อนนั้นไอน้ำในอากาศที่อยู่ในรูปของความชื้นในอากาศ และในรูปของเมฆ ทำให้สภาพอากาศของเขตร้อนมีความแตกต่างกันออกไป ดังเช่น ร้อนแห้งและร้อนชื้น ความชื้นมีผลกระทบต่อรังสีดวงอาทิตย์ ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศในช่วงกลางวันและกลางคืน (Diurnal Temperature) การระเหยของน้ำและเหงื่อ สภาพผิวดิน พืชพรรณ และความสบายตา (Visual Comfort) อิทธิพลจากความชื้นเหล่านี้ทำให้รูปแบบสถาปัตยกรรมนั้นแตกต่างกันด้วย

ในภูมิอากาศร้อนความชื้นที่อยู่ในรูปของเมฆทำให้เขตร้อนชื้นในช่วงกลางวันไม่ร้อนจัด ดัง เช่นเขตร้อนแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากเมฆนั้นช่วยลดระดับความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมายังพื้นดิน ต่างกับเขตร้อนแห้งที่ท้องฟ้าปราศจากเมฆทำให้รังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมดส่องลงมาที่พื้นโลก ทำให้อุณหภูมิในช่วงกลางวันสูงหรือร้อนจัด แต่ในทางกลับกันในช่วงเวลากลางคืนกลุ่มเมฆจะเป็นตัวสกัดกั้นการแผ่รังสีความร้อนจากผิวโลกกลับไปสู่ท้องฟ้า ดังนั้นอุณหภูมิอากาศในช่วงกลางคืนของภูมิอากาศเขตร้อนชื้นจึงไม่ลดลงต่ำดังเช่นในภูมิอากาศร้อนแห้ง ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศในช่วงกลางวันและกลางคืน ในภูมิอากาศร้อนแห้งกลางคืนจะหนาวเย็นส่วนกลางวันจะร้อนจัด แต่ภูมิอากาศร้อนชื้นกลางคืนจะอุ่นหรือเย็นส่วนกลางวันจะร้อน จะเห็นได้ว่า

ลักษณะทางสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นในเขตร้อนแห้งจะใช้ผนังที่หนาหนักเพื่อต้านทาน และหน่วงเหนี่ยวความร้อนจากอากาศและแสงแดด ไม่ให้ถ่ายเทเข้ามาภายในอาคาร ในช่วงกลางคืนตัวผนังที่หนาหนักจะสะสมความร้อนในช่วงกลางวัน และคายความร้อนออกมาในอาคารในช่วงกลางคืนเพื่อทำความอบอุ่นให้กับอาคาร ต่างกับสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นเขตร้อนชื้นที่มีลักษณะโปร่งเบา มีการป้องกันความร้อนจากแสงแดดไม่ให้ถูกผนังและเข้ามาในอาคาร หลีกเลี่ยงการสะสมความร้อนในตัวอาคารหรือมวลสารทั้งนี้เนื่องจากอากาศในช่วงกลางคืนไม่เย็นหรือหนาวเย็น ถ้ามีการสะสมความร้อนในตัวอาคารหรือมวลสารอาคารเช่น ผนังและพื้น จะทำให้สภาพภายในอาคารในเวลากลางคืนนั้นอุ่นเกินไปหรือร้อนกว่าภายนอกทำให้อยู่ไม่สบาย

นอกเหนือจากอิทธิพลของเมฆที่มีอิทธิพลทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงกลางวันและกลางคืนต่ำ แล้วเมฆยังทำหน้าที่กระจายรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมาในช่วงกลางวันด้วย เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมาถูกละอองไอน้ำ จะเกิดการหักเหกระจาย หรือที่เรียกว่า Diffuse Radiation ออกไปในทิศทางต่างๆ ซึ่งรังสีชนิดนี้ยากต่อการควบคุมไม่ให้เข้ามาในอาคาร ต่างกับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง เพียงแค่มีส่วนยื่นอาคารหรือแผงกันแดดก็สามารถป้องกันได้แล้ว แต่ Diffuse Radiation เข้ามาได้ทุกทิศทาง ดังนั้นอาคารให้ภูมิอากาศแบบร้อนชื้น นอกจากจะต้องป้องกันรังสีโดยตรง แล้วยังต้องป้องกันรังสีกระจายด้วย มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารรู้สึกร้อน นอกจากนั้นแสงสะท้อนจากเมฆก่อให้เกิดความจ้า (Glare) ซึ่งมองแล้วไม่สบายตา

นอกเหนือจากอิทธิพลของไอน้ำในรูปเมฆแล้วความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ โดยทั่วไปของสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นที่สูงนั้น ทำให้การสูญเสียความร้อนจากร่างกายด้วยการระเหยของเหงื่อเป็นไปได้ช้าทำให้เรารู้สึกตัวเหนียวไม่สบาย ในสภาพอากาศร้อนการคงความสมดุลของความร้อนในร่างกายคนเราจะพึ่งการระเหยของเหงื่อเป็นหลัก การสูญเสียความร้อนจากร่างกายด้วยวิธีการแผ่รังสีความร้อนและการพาความร้อนมีอัตราที่ต่ำมาก อากาศที่ชื้นจะทำให้อัตราการระเหยของเหงื่อไม่มาก และถ้าชั้นอากาศรอบผิวหนังคนเราไม่มีการถ่ายเทเคลื่อนไหว ไอน้ำจากการระเหยของเหงื่อจะทำให้ชั้นอากาศรอบผิวหนังนั้นเกิดการอิ่มตัวของไอน้ำ (Saturation) เหงื่อจะระเหยไม่ได้อีกทำให้ร่างกายไม่สามารถขับความร้อนออกมาได้ ก็ยิ่งทำให้รู้สึกร้อนขึ้นไปอีก ดังนั้นการเคลื่อนไหวถ่ายเทอากาศบริเวณผิวหนังเราในอากาศร้อนชื้นเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อช่วยในการทำความเย็นให้กับร่างกาย โดยอาศัยอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่าพัดมาแทนที่ชั้นอากาศที่รับไอน้ำจากการระเหยของเหงื่อ จึงทำให้กระบวนการสูญเสียความร้อนของร่างกายดำเนินต่อเนื่องไปได้ ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่จะทำให้ผู้อยู่อาศัยในเขตร้อนชื้นรู้สึกสบายได้ ก็คือการที่มีลมพัดผ่านพื้นที่ผิวหนังส่วนใหญ่ของผู้อยู่อาศัย

**2.2 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร**

ตรึงใจ บูรณสมภพ(2539) กล่าวว่า โดยทั่วไป การถ่ายเทความร้อนจากภายนอก สามารถเข้าสู่อาคารได้ 3 แบบ คือ การนำ (Conduction) การพา (Convection) และการแผ่รังสี (Radiation)

2.2.1 การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ(Heat Transfer by Conduction) เป็นการถ่ายเทจากโมเลกุลสู่โมเลกุล หรือการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลางหรือมวลวัตถุ เช่น การถ่ายเทความร้อนที่ผ่านผนังหรือกำแพง เป็นต้น

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุโดยการนำความร้อนขึ้นกับสภาพนำความร้อน (Thermal Conductivity) ของวัสดุ วัสดุที่นำความร้อนได้ดีจะมีค่าสภาพนำความร้อนสูง เช่น หิน ,โลหะ และคอนกรีต เป็นต้น วัสดุที่ช่วยลดการนำความร้อนต้องมีค่าสภาพการนำความร้อนต่ำ เช่น ใยแก้ว ฉนวนกันความร้อน เป็นต้น นอกจากนี้การนำความร้อนยังขึ้นกับสภาพความหนาแน่นของวัสดุ ความชื้นของวัสดุและความแตกต่างของอุณหภูมิของผิวทั้ง 2 ด้านของวัสดุที่ความร้อนถ่ายเท

2.2.2 การถ่ายเทความร้อนโดยการพา(Heat Transfer by Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยการเคลื่อนตัวของอากาศเป็นสื่อกลาง เช่น ภายในอาคาร ความร้อนจะผ่านผนังเข้ามาโดยการนำ (Convection) จากนั้นผิวผนังด้านในจะร้อนขึ้น ทำให้อากาศรอบๆกำแพงด้านในร้อนขึ้น อากาศที่ร้อนจะมีความหาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา ก็จะลอยตัวสูงขึ้น อากาศภายในห้องที่อุณหภูมิตกว่าจะหมุนเวียนไปแทนที่ เกิดการถ่ายเทความร้อนแบบพา

2.2.3 การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (Heat Transfer by Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านอากาศหรือสูญญากาศ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves) เช่นความร้อนจากดวงอาทิตย์ถ่ายเทผ่านสุญญากาศลงมายังโลก เป็นต้น อาคารต่างๆจะได้รับความร้อนทั้งจากรังสีตรงและรังสีกระจาย ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์และจากรังสีความร้อนคลื่นยาวที่แผ่มาจากวัตถุ หรืออาคารอื่นรอบๆ

เมื่อรังสีดวงอาทิตย์(Solar Radiation) กระทบผิววัตถุทึบแสง บางส่วนจะถูกดูดกลืนและสะท้อนบางส่วนออกมา ส่วนที่ถูกดูดกลืน จะทำให้วัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะถ่ายเทความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมโดยการแผ่รังสี การพาความร้อนและการถ่ายเทเข้าไปภายในตัวของมันเอง โดยการนำความร้อนดังแสดงในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุเมื่อได้รับแสงอาทิตย์

การดูดกลืนรังสีของวัสดุขึ้นคุณสมบัติของผิววัสดุในการดูดกลืนรังสี หรือเรียกกันทั่วไปว่า สภาพการดูดกลืน(Absorptivity) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-1 วัสดุที่ดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบผิวได้ทั้งหมด จะมีสภาพดูดกลืนเท่ากับ 1 วัสดุโดยทั่วไปจะไม่สามารถดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบได้ทั้งหมด แต่จะมีบางส่วนที่สะท้อนออกไป ความสามารถในการสะท้อนรังสีนี้เรียกว่า สภาพสะท้อน (Reflectivity) วัสดุที่สะท้อนรังสีที่ตกกระทบผิวได้ทั้งหมด จะมีสภาพในสภาพสะท้อนเท่ากับ 1

วัสดุโดยทั่วไปจะมีการแผ่รังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีสเปกตรัม (Spectrum) และความเข้มขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความสามารถในการแผ่รังสีของวัสดุจะบอกในรูปของสภาพเปล่งรังสี(Emissivity) ค่าของสภาพเปล่งรังสีของวัสดุธรรมดาจะเทียบกับสภาพเปล่งรังสีของวัสดุสีดำ(Black Body) ซึ่งสามารถดูดกลืนรังสีที่ตกกระทบได้ทั้งหมด และจะแผ่รังสีออกมาที่ความยาวคลื่นต่างๆตามอุณหภูมิ โดยจะกำหนดให้วัสดุสีดำมีสภาพเปล่งรังสีเท่ากับ 1 หรือ 100% วัสดุอย่างอื่นจะมีค่าสภาพเปล่งรังสีน้อยกว่าของวัสดุสีดำที่อุณหภูมิเดียวกัน โดยทั่วไปวัสดุที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิแวดล้อม(Ambient Temperature) จะแผ่รังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อน

โลหะที่มีผิวมันจะสะท้อนรังสีส่วนมากที่ตกกระทบและดูดกลืนไว้เพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่าอลูมิเนียมจะมีความสามารถในการสะท้อนสูง แต่ภายในเนื้ออลูมิเนียมก็จะเก็บความร้อนไว้ได้สูงเช่นเดียวกัน ดังนั้นการใช้อลูมิเนียมมุงหลังคาเพื่อลดความร้อนที่จะเข้ามาในอาคารจึงไม่มีผลดีไปกว่าการใช้วัสดุที่เป็นฉนวนซึ่งทาสีขาว แต่การใช้กระดาษซึ่งฉาบด้วยอลูมิเนียมบางๆเป็นตัวป้องกันความร้อนที่ฝ้าเพดานจะได้ผลดีเพราะมีมวลของอลูมิเนียมน้อยมากจึงทำหน้าที่สะท้อนความร้อนออกไปได้เต็มที่

วัสดุก่อสร้างในส่วนที่เป็นหลังคา ผนัง ฝ้า และกระจกที่ใช้กันทั่วไป มีคุณสมบัติที่ยอมให้ความร้อนผ่านเข้าสู่อาคารในปริมาณต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ทิศทางอาคาร การรับแดด หรืออยู่ในที่ร่ม คุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุที่ใช้ สีและลักษณะผิวของวัสดุ รวมถึงมวลและความหนาของผนัง

การเปรียบเทียบค่าสภาพนำความร้อน (Thermal Conductivity)ของวัสดุชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าสภาพนำความร้อน (Thermal Conductivity) ของวัสดุชนิดต่างๆ

| วัสดุ | ค่า k= วัตต์/เมตร องศาเซลเซียส |
|---|---|
| โฟมฉีด | 0.023 |
| โฟมแผ่น | 0.031 |
| ฉนวนใยแก้ว | 0.035 |
| แผ่นยิปซั่ม | 0.191 |
| กระเบื้องแผ่นเรียบ | 0.288 |

และค่าสภาพเปล่งความร้อนของผิววัสดุชนิดต่างๆ(Emissivity of some Typical Surface) แสดงดังในตารางที่ 2.2 และสำหรับค่าสภาพสะท้อนรังสีตามความเข้มของสีของผิววัสดุต่างๆ(Reflectivity of Materials) แสดงดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าสภาพเปล่งความร้อนของผิววัสดุชนิดต่างๆ(Emissivity of some Typical Surface)

| ผิววัสดุ | เปอร์เซ็นต์การเปล่งรังสีความร้อน |
|---|---|
| เงินขัดมัน | 2 |
| ทองขาวขัดมัน | 5 |
| สังกะสีขัดมัน | 5 |
| อลูมิเนียมขัดมัน | 8 |
| นิกเกิลขัด | 12 |
| ทองแดงขัด | 15 |
| เหล็กหล่อขัด | 25 |
| อลูมิเนียมทาสี | 55 |
| ทองเหลืองขัด | 60 |
| ทองแดงอ็อกซิไดซ์ | 60 |
| เหล็กอ็อกซิไดซ์ | 70 |
| บรอนซ์ทาสี | 80 |
| สีดำเคลือบมันวาว | 90 |
| แล็คเก้อร์ขาว | 95 |
| ผิวเคลือบแก้วใส | 95 |
| กระเบื้องกระดาษ | 95 |
| สีทา เขียว | 95 |
| สีทา เทา | 95 |
| น้ำ | 95 |
| อิฐ(ผิวหยาบ) | 93 |
| อิฐ(เนื้อแน่น) | 90 |
| กระเบื้องเคลือบ | 92 |
| ไม้ | 95 |
| หินปูน | 95 |
| แอสเบสตอสซีเมนต์ | 95 |
| แผ่นอลูมิเนียม | 12 |
| กระดาษฉาบอลูมิเนียม | 20 |
| เหล็กเคลือบสังกะสี | 25 |

ตารางที่ 2.5 ค่าสภาพสะท้อนรังสีตามความเข้มของสีของผิววัสดุต่างๆ(Reflectivity of Materials)

| สี | วัสดุ | การสะท้อน(%Total incident Heat Reflected) |
|---|---|---|
| ขาว | อลูมินั่มฟอยล์ | 95 |
| | ปูนปลาสเตอร์ | 93 |
| | แผ่นอลูมิเนียมสมัยใหม่ | 87 |
| | กระดาษแข็ง | 64-70 |
| | แอสเบสตอสซีเมนต์ | 58 |
| | อลูมิเนียม | 46 |
| | หินอ่อน | 45 |
| เหลือง เนื้อ(อ่อน) | อิฐ | 48 |
| เหลือง เนื้อ(แก่) | อิฐ | 40 |
| สีทราย | หินทราย | 31 |
| แดง | กระเบื้องดินเผา | 38 |
| | แอสเบสตอสซีเมนต์ | 31 |
| แดงเข้ม(เลือดหมู) | อิฐ | 30 |
| | แผ่นเหล็ก | 19 |
| ครีม | อิฐ | 64 |
| ฟ้า | อิฐ(Stafford) | 11 |
| เขียว | เหล็ก | 24 |
| เขียว | หินอ่อน | 34 |
| | ต้นไม้ | 25 |
| เขียวแก่ | หญ้า | 6 |
| น้ำตาล | กระเบื้องคอนกรีต | 15 |
| เทาอ่อน | หินชนวน | 21 |
| เทาแก่ | หินชนวนขัดผิวเรียบ | 11 |
| ดำ | แอสฟัลต์ น้ำมันดินและกรวด | 7 |

การสะท้อนจากการทาสีต่างๆ(Effect of Color) สีอ่อนจะทำให้รังสีความร้อนสะท้อนออกไปได้มาก ซึ่งจะลดปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคารได้ดี สีผิวของวัสดุแม้จะเป็นสีทาก็ตาม มีความสำคัญในการสะท้อนความร้อนมาก ดังแสดงค่าการสะท้อนในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.6 แสดงสภาพสะท้อนความร้อน(Reflectivity) ของวัสดุต่างๆที่มีทั้งการทาสีผิววัสดุ และวัสดุที่เป็นสีธรรมชาติ

| สี | การสะท้อน (%Total incident Heat Reflected) |
|---|---|
| ขาว | 75 |
| ครีม | 65 |
| เขียวอ่อน | 50 |
| แดง | 26 |
| เทา | 25 |
| ดำ | 7 |

**2.3 ค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อน และช่วงเวลาหน่วงที่ความร้อนไหลผ่าน (U-and Time Lag Values)**

ตรึงใจ บูรณสมภพ(2539) กล่าวว่า วัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนต่ำ ซึ่ใช้เป็นฉนวนกันความร้อน มักจะมีน้ำหนักเบา แต่วัสดุที่มีค่าของช่วงเวลาที่ความร้อนไหลผ่านจาผิวด้านนอกสู่ผิวด้านใน(Time Lag) สูง จะเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นและมีน้ำหนักมาก ถ้ต้องการให้คงวามร้อนไหลผ่านเข้าอาคารได้ช้า จะต้องใช้ผนังหรือหลังคาที่หนา แต่ต้องระวังความร้อนที่เก็บสะสมไว้ในวัสดุ ถ้าเลือกวัสดุที่มีมวลและความจุความร้อนสูง วัสดุจะเก็บความร้อนไว้ในเวลากลางวัน(ในส่วนที่โดนแดด) และแผ่รังสีความร้อนอยู่ภายในอาคารในเวลากลางคืนที่อากาศเย็นลง ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าภายนอก จึงต้องมีลมภายนอกอาคาร และมีการระบายอากาศภายในอาคารที่เพียงพอเพื่อพาความร้อนออกไปจากวัสดุและภายในห้อง สำหรับค่าช่วงเวลาการหน่วงที่ความร้อนไหลผ่านวัสดุแสดงดังในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.7 แสดงค่าช่วงเวลาการหน่วงที่ความร้อนไหลผ่านวัสดุ

| วัสดุ | ความหนา (นิ้ว) | U-value ($W/m^2$-°C) | Time-lag |
|---|---|---|---|
| อิฐ | 4 | 0.61 | 2.5 hours |
| | 8 | 0.41 | 5.5 hours |
| | 12 | 0.31 | 8.5 hours |
| คอนกรีต | 4 | 0.85 | 2.5 hours |
| | 8 | 0.67 | 5 hours |
| | 12 | 0.55 | 8 hours |
| แผ่นฉนวนกันความร้อน | 2 | 0.16 | 40 min. |
| | 4 | 0.09 | 3 hours |
| ไม้ | ½ | 0.68 | 10 min. |
| | 1 | 0.47 | 25 min. |
| | 2 | 0.30 | 1 hours |

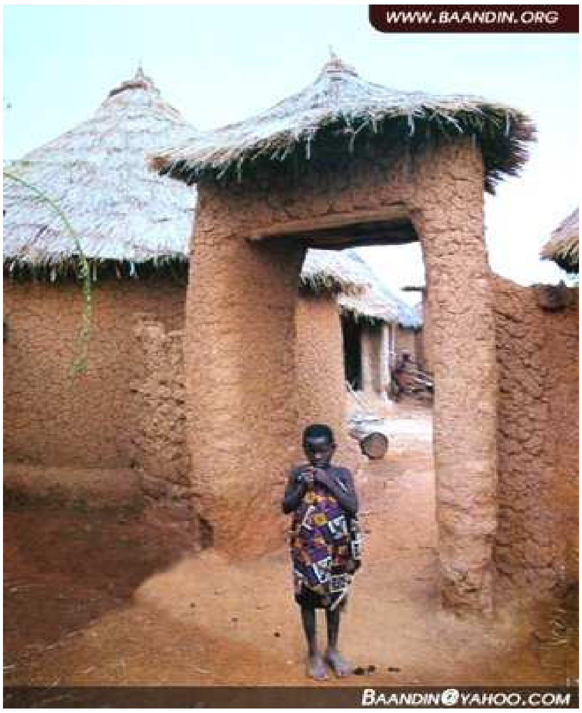
**2.4 ความเป็นมาของบ้านดิน**

โจน จันใด(http://www.Baandin.com,2551(online)) กล่าวไว้ว่า บ้านดิน (Earth Housing) นั้น มีจุดเริ่มต้นจากที่ใดไม่มีใครทราบแน่ชัดเพราะไม่มีหลักฐานระบุไว้อย่างชัดเจน แต่หลักฐานที่มีมากที่สุดคือ ตัวสิ่งก่อสร้างที่ทำมาจากดิน ซึ่งคนสมัยก่อนได้สร้างไว้เป็นที่อยู่อาศัยหรือ ศาสนสถาน แต่เพราะความคงทนจึงยังคงทำให้หลงเหลือร่องรอยและเศษซากให้เห็นจนถึงปัจจุบันซึ่งมีมากมายทั่วโลก แต่จุดที่น่าจะเป็นต้นกำเนิดของบ้านดินหรือแอ่งวัฒนธรรมบ้านดินนั้น มีอยู่ 3 แอ่งใหญ่ๆ คือ

2.4.1 แอ่งตะวันออกกลาง ซึ่งกินอาณาเขตที่กว้างขวาง ด้านตะวันออกจะรวมมาถึงอินเดีย บังกลาเทศ เนปาล และจีน ส่วนด้านตะวันตก กินเนื้อที่ไปถึงตุรกีและยุโรปอีกหลายประเทศ แอ่งนี้เคยมีความเจริญรุ่งเรืองยาวนานหลายพันปี จนบางแห่งรุ่งเรืองจนถึงขีดสุดแล้วก็ล่มสลายไปตามกฎเกณฑ์ธรรมชาติ เช่นอาณาจักรเมโสโปเตเมีย หรือที่เรียกกันว่าแหล่งวัฒนธรรมแถบลุ่มแม่น้ำ

ไทกริส-ยูเฟรติส ซึ่งปัจจุบันนี้หมู่บ้านต่างๆในเขตแอ่งตะวันออกกลางยังคงเป็นหมู่บ้านดินทั้งหมู่บ้านแม้แต่เมืองที่ถือว่าเจริญแล้วก็ยังมีคนสร้างบ้านดินอาศัยอยู่เหมือนเดิมอาจจะเป็นแหล่งที่คนอยู่บ้านดินมากที่สุดในโลกก็เป็นได้

2.4.2 แอ่งแอฟริกา ทั่วทั้งทวีปตั้งแต่อียิปต์ไปจนถึงแอฟริกาใต้ เคยเป็นดินแดนที่มีผู้ใช้บ้านดินเป็นที่อยู่อาศัยมายาวนานหลายพันปี จนกระทั่งทุกวันนี้ก็ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากมายนัก เพราะเหตุที่แอฟริกาเป็นดินแดนที่ทุรกันดาน ไม่มีทรัพยากรมากมายเหมือนที่อื่น นักล่าอาณานิคมจึงไม่ค่อยสนใจนัก นักธุรกิจไม่มีใครต้องการเข้ามาลงทุน เลยทำให้ทวีปนี้ยังคงวัฒนธรรมดั้งเดิมของตัวเองไว้มากมาย ปัจจุบันหมู่บ้านส่วนมากก็ยังคงเป็นบ้านดินทั้งหมด หรือแม้แต่หลายเมืองก็ยังเป็นดิน ดังแสดงในรูปที่ 2.3และรูปที่ 2.4




รูปที่ 2.3 บ้านดินบริเวณแอ่งแอฟริกา

ที่มา: http://www.baandin.org/:2551(Online)

รูปที่ 2.4 บ้านดินบริเวณแอ่งแอฟริกาประเทศมาลี

ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

2.4.3 แอ่งทวีปอเมริกา เคยมีวัฒนธรรมบ้านดินในทวีปอเมริกาเหนือ โดยเริ่มจากทิศใต้ฝั่งตะวันตกแถวๆนิวเม็กซิโก อริโซนา ลงไปจนถึงแมกซิโก และทวีปอเมริกาใต้ หลักฐานที่มีชื่อเสียงที่สุดคือ ซากสิ่งก่อสร้างต่างๆ ของอินเดียแดงเผ่าอนาซาซี(Anazazy) ที่เรียกกันว่า ดีวา(Dewa) เป็นสิ่งก่อสร้างที่มีรูปทรงกลม สร้างโดยขุดลงไปในดินลึกประมาณ 2-3 เมตรเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 เมตร ใช้อิฐดินดิบก่อเป็นกำแพงกลมขึ้นตามผนังบ่อ แล้วก่อเลยพื้นดินขึ้นไปอีกประมาณครึ่งเมตร จากนั้นก็ใช้ไม้เนื้อแข็งทั้งท่อนวางผาดเป็นหลังคาแล้วคลุมด้วยดินแต่เหลือช่องเล็กๆไว้เป็นทางขึ้นและลง ดีวาเป็นสถานที่ประชุมและประกอบพิธีกรรม ในอาณาจักรของอนาซาซีจะปรากฏดีวาให้เห็นอยู่ทั่วไป ดังแสดงในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 ดีวา (Dewa) ซากสิ่งก่อสร้างของอินเดียแดงเผ่าอนาซาซี (Anazazy)

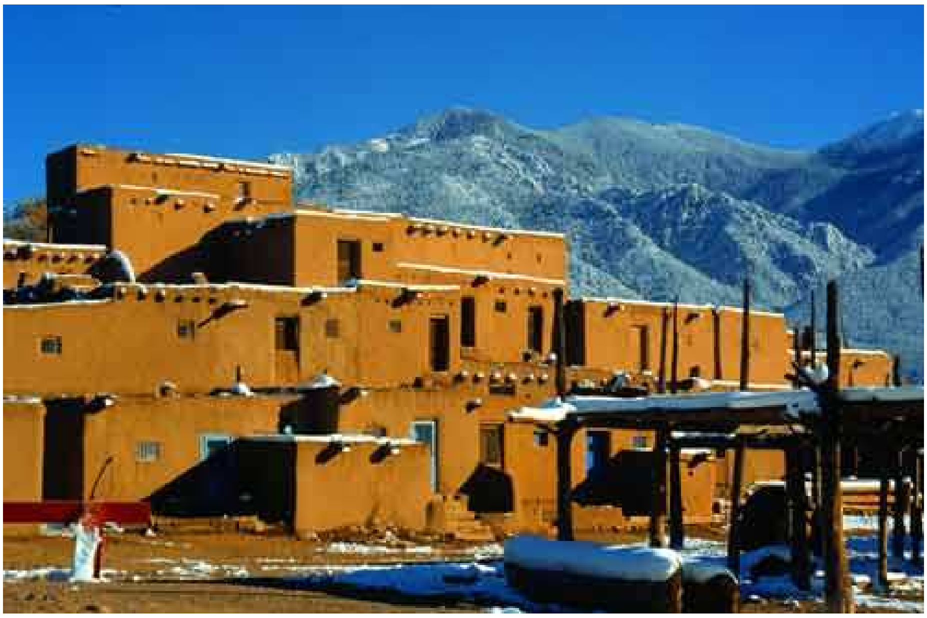
ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

ซากของชุมชนที่น่าสนใจอีกคือ เมสาเวอร์เด(Messaverde) ซึ่งเป็นชุมชนสมัยโบราณที่สร้างหมู่บ้านอยู่ใต้หน้าผาขนาดใหญ่ และทั้งหมู่บ้านสร้างด้วยอิฐดินดิบ ก่อเป็นห้องติดๆกันและซ้อนกันขึ้นไป 2-3 ชั้น เหมือนตึกแถว เพราะมีหน้าผาเป็นหลังคากันแดดกันฝนได้เป็นอย่างดี ทำให้หมู่บ้านแห่งนี้มีอายุยาวนานมากกว่า 700 ปี และชนเผ่านี้ได้สูญหายไปทิ้งให้หมู่บ้านแห่งนี้ร้างต่อมาอีกหลายร้อยปี ปัจจุบันเจ้าหน้าที่ของรัฐได้ปฏิสังขรณ์สถานที่แห่งนี้ให้เป็นแห่งท่องเที่ยวและเป็นแหล่งที่มีนักท่องเที่ยวไปเยี่ยมเยียนปีและหลายแสนคน ดังแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 เมสาเวอร์เด(Messaverde) ชุมชนสมัยโบราณ

ที่มา : http://www.flickr.com/photos/kool_skatkat/:2551(Online)

หมู่บ้านเต๋าของเผ่า พูเอลโบล (Pueblo) ก็เป็นหมู่บ้านดินอีกแห่งที่น่าสนใจ สร้างด้วยอิฐดินดิบทั้งหมู่บ้าน รูปทรงเหมือนกล่องสี่เหลี่ยม วางซ้อนกันขึ้นสูงถึง 4 ชั้น ที่สำคัญคือ หมู่บ้านนี้มีอายุเป็นพันปีและมีคนอาศัยเรื่อยมายาวนานจนถึงปัจจุบัน ถึงแม้ว่าจะกันไว้เป็นแหล่งท่องเที่ยว แต่ก็ยังมีผู้คนอาศัยอยู่ถือว่าเป็นบ้านดินที่เก่าแก่ที่สุดที่คนยังใช้อยู่อาศัยตลอดมา



รูปที่ 2.7 หมู่บ้านเต๋าของเผ่า พเวบ-โล (Pueblo)

ที่มา : http://ecosyn.us/ecocity/Proposal/ziggurats/ index.html:2551(Online)

พูเอลโบล คืออินเดียแดงเผ่าหนึ่งซึ่งเชื่อกันว่าสืบเชื้อสายมาจากเผ่า อานาซาซี่ ซึ่งเผ่านี้เคยครอบครองอาณาบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐ ในระหว่าง ค.ศ.1 - ค.ศ.1300 พวกเขาเคยอยู่แถบนี้มาอย่างน้อย 2,000 ปี นั้นหมายความว่า วัฒนธรรมการใช้ดินทำเป็นที่อยู่อาศัยในทวีปอเมริกาเริ่มกันมาอย่างน้อย 2,000 ปีแล้ว เรื่อยลงไปทางอเมริกาใต้ก็ยังมีคนทำบ้านดินกระจายอยู่ทั่วไปทั้งในอดีตและปัจจุบัน เป็นที่น่าสังเกตว่าบ้านดินจะได้รับความนิยมแพร่หลายมากโดยเฉพาะในเขตทะเลทรายซึ่งมีแต่ความแห้งและทุรกันดาร อุณหภูมิร้อนจัดในเวลากลางวัน และหนาวจัดในเวลากลางคืน โดยเฉพาะฤดูหนาวจะหนาวจนหิมะลง ซึ่งสภาพเช่นนี้ถ้าไม่มีเครื่องปรับอากาศหรือเชื้อเพลิงเพียงพอ มนุษย์คงอยู่ไม่ได้ แต่บ้านดินช่วยแก้ปัญหานี้ได้ด้วยผนังที่หนาและตันของบ้านดินซึ่งจะช่วยดูดซับความร้อนจากแสงแดดในเวลากลางวันทำให้อุณหภูมิใน

ห้องเย็นสบายตลอดทั้งวัน เพราะผนังหนาทำให้ความร้อนผ่านผนังบ้านได้ช้า กว่าความร้อนจะทะลุเข้าไปในห้องได้ก็ตกเวลาเย็นแล้ว ซึ่งเป็นเวลาที่อากาศข้างนอกเริ่มเย็นลง จึงทำให้อุณหภูมิในห้องอุ่นสบาย ดังนั้นคนในทะเลทรายจึงต้องสร้างบ้านด้วยวัสดุที่พอจะหาได้ในท้องถิ่นซึ่งนั่นก็คือดิน

ส่วนหลักฐานที่เกี่ยวกับบ้านดินที่เป็นลายลักษณ์อักษรที่เก่าแก่ที่สุด คือ พระไตรปิฎก ซึ่งพระพุทธเจ้าได้กล่าวไว้มากมายในพระวินัย ในหมวดของการสร้างเสนาสนะ เช่น พระองค์ทรงห้ามภิกษุสร้างกุฎิดินอยู่เอง หรือห้ามฉาบผนังด้วยดินเกิน 3 ครั้ง เป็นต้น ซึ่งเหตุผลของการห้ามเหล่านี้คงเป็นเพราะ มีพระภิกษุบางรูปทำกุฎิดินอยู่เอง และตกแต่งให้สวยงามเกินไป หรือฉาบหลายๆครั้ง ก็เป็นการทำให้ละเอียดประณีต

ดังนั้น บ้านดินหรืออาคารที่ทำจากดินเป็นส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรมธรรมชาติ ซึ่งก็คือ การใช้วัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและหาได้ทั่วไปในท้องถิ่นมาใช้ในการก่อสร้าง รวมไปถึงสิ่งของเหลือใช้ต่างๆที่มีอยู่ เช่นยางรถยนต์เก่า ขวดแก้ว กระป๋อง ซากอิฐ ซากปูน ฯลฯ ที่สามารถนำมาดัดแปลงให้เป็นส่วนหนึ่งของอาคารได้ ก่อนการออกแบบจึงควรจะสำรวจดูว่าในพื้นที่นั้นๆ พอจะมีอะไรที่หาได้ง่าย เหลือใช้ และมีราคาไม่แพง นำมาใช้ในส่วนไหนของบ้านได้บ้าง จะช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างและทำให้บ้านแปลกตาเป็นเอกลักษณ์ไม่เหมือนใคร หัวใจของบ้านดินมีพื้นฐานมาจากการพึ่งตนเองจึงมีความแตกต่างจากบ้านที่มาจากระบบอุตสาหกรรมโดยทั่วไป จากบ้านที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมมุมมาเป็นบ้านที่มีส่วนโค้ง จากบ้านหลังใหญ่ๆมาเป็นบ้านหลังเล็กกะทัดรัด การสร้างบ้านดินที่มีรูปร่างและขนาดเหมือนบ้านจัดสรรทั่วไป โดยอาศัยการจ้างก็อาจทำให้บ้านมีราคาไม่ต่างจากบ้านปูนหรืออาจแพงกว่าก็ได้

### 2.5 ร่องรอยบ้านดินในประเทศไทย

ดวงนภา ศิลปะสาย(2546) กล่าวว่าบ้านดินในประเทศไทยนั้น มีที่มาจากกลุ่มคนจีนซึ่งอพยพเข้ามาในช่วงสมัยรัชกาลที่ 3 และต่อมาเมื่อในสมัยรัชกาลที่ 5 ได้มีการให้กรรมสิทธิ์ที่ดินแก่บุคคลทั่วไป ทำให้เกิดย่านการค้าตามหัวเมืองต่างๆ ซึ่งเป็นกลุ่มคนจีนเป็นผู้ริเริ่มขึ้น โดยรูปแบบของอาคารเป็นโรงเรือนและห้องแถว ซึ่งสร้างโดยใช้เทคนิคอิฐูดินดิบ(Adobe) ที่มีขนาดประมาณ 22.5x40x80 เซนติเมตร ก่อเป็นผนังขึ้นมา

ในกรุงเทพเองก็เคยมีบ้านดินอยู่หลายแห่ง เช่น ในบริเวณโรงเรียนสตรีวิทยา แต่เนื่องจากกรุงเทพฯเป็นพื้นที่ลุ่มมีฝนตกชุก อาคารเหล่านี้จึงอายุไม่ยืนนานและไม่เป็นที่นิยมอีกต่อมา ส่วน

บ้านดินที่เก่าแก่มีอายุราวร้อยปีนั้นมีทั้งในภาคอีสานและภาคเหนือ บ้านแบบเก่าแก่ของชาวลีซอและอาข่า เป็นบ้านที่มีส่วนผสมของดินในการก่อสร้างและบ้านดินแบบของชาวเวียดนามที่อพยพเข้ามาประเทศไทยเมื่อครั้งสงคราม นอกจากนี้ยังมีบ้านดินที่ก่อด้วยอิฐดินดิบแถบบริเวณเมืองอุบลราชธานี, ศรีสะเกษ, ที่อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ซึ่งราวครึ่งทศวรรษที่ผ่านมานั้นมีชาวเวียดนามที่อพยพย้ายถิ่นเข้ามาอาศัยอยู่แถบจังหวัดชายแดนฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือมีการก่อร่างสร้างบ้านด้วยความรู้แบบวิธีของตัวเอง คือการสร้างบ้านดิน โดยใช้ไม้ไผ่สานเป็นโครงอยู่ภายในแล้วใช้ดินผสมแกลบโปะ ฉาบทั้งด้านในและด้านนอก เป็นบ้านชั้นเดียวติดพื้น จากการสอบถามเจ้าของบ้านดินชาวเวียดนามในอำเภอท่าบ่อ จึงทราบว่า อดีตคนเวียดนามที่เข้ามาอยู่แถบนั้นสร้างบ้านแบบนี้ทั้งนั้นและอยู่กันเป็นกลุ่มเป็นชุมชน จนเมื่อบ้านเมืองเปลี่ยนไป แม้ชุมชนจะยังอยู่ที่เดิมเป็นส่วนใหญ่ แต่ลูกหลานในรุ่นหลังได้รื้อบ้านดินแบบเก่าเพื่อสร้างบ้านใหม่เป็นแบบตามสมัยนิยม ซึ่งเป็นบ้านปูน หรือบ้านไม้สองชั้น ในส่วนภาคอีสานใต้ มีที่มาจากการเดินทางในเส้นทางการทำมาค้าขายในอดีต เริ่มจากเมืองนครราชสีมาผ่านไปทางบุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ถึงอุบลราชธานี เทคโนโลยีและความรู้ใหม่ ๆ จึงมาจากทางนครราชสีมา ขณะที่สินค้าจากป่า ก็มาจากหัวเมืองต่าง ๆ นี้ เป็นการแลกเปลี่ยนกัน ความรู้เรื่องการสร้างบ้านดินจึงเข้ามาตามเส้นทางนี้ และเมื่อเวลาผ่านไปบ้านดินแบบเดิมไม่มีใครทำเนื่องจากมีวัสดุใหม่ ๆ เข้ามาแทนที่บ้านดินแบบเก่า ๆ เรื่องราวของบ้านดินจึงหายไปดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

ไพริน พงษ์สุระ(http://www.Baandin.com,2551) กล่าวไว้ว่า จากหนังสือ "หมู่บ้าน บ้านและเทคโนโลยีการก่อสร้างของหมู่บ้านจีนฮ่อ จังหวัดแม่ฮ่องสอน" ของ ศาสตราจารย์ อรศิริ ปาณินท์ พบว่า มีการก่อสร้างบ้านด้วยดินดิบ ในหมู่บ้านของจีนฮ่อ (จีนฮ่อ คือชาวจีนยูนนานที่มาตั้งถิ่นฐานอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย ตั้งอยู่ที่ จ.เชียงใหม่ จ.เชียงราย จ.แม่ฮ่องสอน) หมู่บ้านจีนฮ่อในโครงการนี้ประกอบด้วย หมู่บ้านสองหมู่บ้าน คือ หมูบ้านสันติสุข ต.เวียงใต้ อ.ปาย และหมู่บ้านรักไทย ที่บ้านแม่ออ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน เป็นอำเภอที่มีเขตต่อเนื่องกัน ลักษณะภูมิอากาศร้อนจัดในฤดูร้อน และหนาวจัดในฤดูหนาว อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายนถึง 42 องศา และในเดือนมกราคมจะลดต่ำลงถึง 2 องศา แต่โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 20.2-25.4 องศา

**2.6 ลักษณะของดินที่ใช้ในการก่อสร้าง**

ดินคือสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยการสลายตัวจากหิน มีส่วนผสมของแร่ธาตุต่างๆอยู่ด้วย ดินเกิดมาจากสิ่งมีชีวิตจำพวกซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมและเน่าเปื่อยผุพัง ดินเป็นพื้นผิวโลกที่มีความสำคัญต่อทุกชีวิตเป็นอย่างยิ่ง(การตรวจสอบดิน, http://www.Baandin.com,2551(Online))

2.6.1 ความสำคัญของดิน

ดินต้นกำเนิดที่สำคัญอย่างหนึ่งของชีวิต ของสรรพสิ่งทั้งปวง และเอื้อให้ทุกสรรพชีวิตสามารถดำรงอยู่ได้อย่างสันติสุข สำหรับมนุษย์แล้วปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญแก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ล้วนแล้วมาจากดินทั้งสิ้น เวลาสร้างบ้าน บ้านตั้งอยู่บนดิน และต้องใช้ไม้ที่ปลูกและเติบโตบนดินมาทำประตู หน้าต่าง พื้น ผนัง ฯลฯ และที่สำคัญดินยังสามารถสร้างที่อยู่อาศัยได้อีกด้วย

2.6.2 ประเภทของดิน

1) ดินทราย เป็นดินที่มีทรายประกอบอยู่มากถึงร้อยละ 70 ขึ้นไปโดยน้ำหนัก ดิทรายเป็นดินร่วนที่ไม่เกาะติดกัน ช่องว่างระหว่างเม็ดดินห่าง น้ำซึมผ่านง่าย

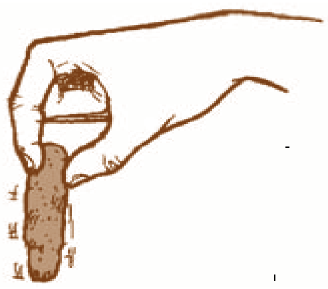
2) ดินเหนียว เป็นดินที่มีเนื้อแน่น ละเอียด ลื่นมือ และอุ้มน้ำได้ดี เมื่อแห้งจแตกระแหง

3) ดินร่วน เป็นดินที่ประกอบด้วยดินทราย โคลน และดินเหนียว ดินร่วนอุ้มน้ำไดดีกว่า ดินทรายแต่ไม่แน่นทึบเหมือนดินเหนียว ดินร่วนเหมาะสำหรับการเพาะปลูก

จะเห็นได้ว่าดินมีหลายประเภท แต่ดินที่เหมาะสมจะนำไปสร้างเป็นอาคารที่พักอาศัยนั้นเป็นดินเหนียว โดยธรรมชาติดินเหนียวนั้นจะเหลวและเหนียวเวลาเปียก เวลาแห้งจะแข็งมาก ดินเหนียวทำหน้าที่เป็นตัวเคลือบและยึดอนุภาคของดินทรายและดินตะกอนไว้ด้วยกัน เมื่อดินเหนียวผสมกับน้ำจะให้ความรู้สึกลื่นมือเมื่อสัมผัส เมื่อใช้นิ้วบีบแล้วคลายออกจะเกิดแรงดึงเบาๆ หากดินที่เตรียมไว้สำหรับสร้างบ้านเมื่อเปียกน้ำแล้วยังไม่เหนียวติดกัน แสดงว่าดินมีความเหนียไม่มากพอที่จะสร้างได้ ต้องหาดินเหนียวจากที่อื่นมาเติม

2.6.3 คุณลักษณะของดินเหนียวที่เหมาะสมจะทำอาคารที่พักอาศัยสามารถทดสอบได้ดังนี้

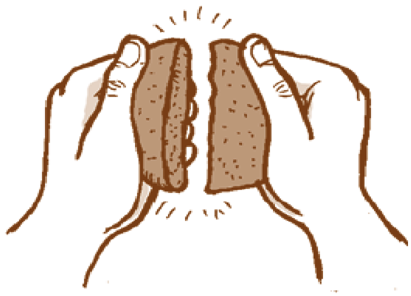
1) ปั้นดินเหนียวเป็นเส้นหรือเป็นท่อนแล้วจับด้านใดด้านหนึ่งเอาไว้ปล่อยให้อีกด้านห้อยลงมาตามแนวดิ่ง หากดินไม่ขาดหลุดจากกันแสดงว่าใช้ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่2.8 การทดสอบคุณสมบัติของดินเหนียว

ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

2) นำดินเหนียวมาปั้นเป็นก้อนแบนๆคล้ายคุกกี้ แล้วนำไปตากแดดเมื่อแห้งแล้วทดลองหักดู ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่2.9 การทดสอบคุณสมบัติของดินเหนียวด้วยการหัก

ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

-ถ้าหักง่าย (ใช้แรงน้อย) แสดงว่าทรายมากเกินไป ไม่ควรนำมาใช้

-ถ้าหักยาก (ใช้แรงปานกลาง) แสดงว่ามีดินเหนียวในสดส่วนที่พอดีนำมาใช้ได้ ถ้าหักยากมาก (แข็งมาก) จะทำให้บ้านแข็งแรงมากขึ้น แต่จะทำงานยากเพราะดินเหนียวเกินไป การเติมทรายจะช่วยให้ทำงานง่ายขึ้น และช่วยลดรอยแตกร้าวเมื่อบ้านแห้ง

3) การทดสอบเพื่อดูสัดส่วนของทราย ดินตะกอน และดินเหนียวทำได้ดังนี้นำดินที่ร่อนแล้วใส่ลงในภาชนะชวดหรือแก้ว ราว 1 ใน 3 จากนั้นเติมน้ำลงไปจนเกือบเต็ม แล้วเขย่าให้เข้ากัน อาจเติมเกลือลงไปเพื่อเร่งการตกตะกอนลำดับชั้นของตะกอนมี 3 ขั้นตามลำดับตามลำดับ โดยชั้นล่างสุดจะเป็นทราย ตรงกลางเป็นดินตะกอน และชั้นบนสุดเป็นดินเหนียว ดังแสดงในรูปที่2.3

รูปที่ 2.10 การทดสอบเพื่อดูสัดส่วนของทราย ดินตะกอน และดินเหนียว

ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

*หากมีสัดส่วนดินเหนียวตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไปสามารถใช้สร้างบ้านได้

*หากดินเหนียวมีสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปควรเพิ่มทราย เพื่อลดการหดตัวของดินเหนียว

**2.7 หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น**

ในการก่อสร้างบ้านดินนั้นก็เป็นเช่นเดียวกับอาคารทั่วไป จะต้องมีการออกแบบตัวบ้านก่อนการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นแบบสถาปัตยกรรมหรือแบบโครงสร้าง แต่เนื่องจากบ้านดินนั้นมีลักษณะเฉพาะตัวของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง และข้อจำกัดที่เกิดจากวัสดุดังกล่าว จึงต้องมีหลักการในการออกแบบเบื้องต้นดังต่อไปนี้ (หลักการออกแบบบ้านดินเบื้องต้น http://www.baandin.com/:2551(Online) )

2.7.1 ศึกษารายละเอียดและสำรวจเพื่อหาแหล่งวัตถุดิบ

บ้านดินหรืออาคารที่ทำจากดินนั้นเป็นส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรมธรรมชาติ ซึ่งก็คือ การใช้วัสดุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและหาได้ทั่วไปในท้องถิ่นมาใช้ในการก่อสร้าง รวมไปถึงสิ่งของเหลือใช้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ เช่น ยางรถยนต์เก่า ขวดแก้ว กระป๋อง ซากอิฐ ซากปูน ฯลฯ ที่สามารถนำมาดัดแปลงให้เป็นส่วนหนึ่งของอาคารได้ ก่อนการออกแบบจึงควรจะสำรวจดูว่า ในพื้นที่นั้น ๆ พอจะมีอะไรที่หาได้ง่าย เหลือใช้ และมีราคาไม่แพง นำมาใช้ในส่วนไหนของบ้านได้บ้าง จะช่วย

ลดต้นทุนในการก่อสร้าง และทำให้บ้านแปลกตาเป็นเอกลักษณ์ไม่เหมือนใคร หัวใจของบ้านดินมีพื้นฐานมาจากการพึ่งตนเองจึงมีความแตกต่างจากบ้านที่มาจากระบบอุตสาหกรรมโดยทั่วไป

2.7.2 ควรออกแบบให้มีขนาดพอเหมาะ

บ้านที่ทำการออกแบบก่อสร้างด้วยดินนั้นจะต้องมีขนาดไม่ใหญ่นัก การออกแบบบ้านดินให้มีขนาดเล็กไว้ก่อนจะช่วยให้เราลดความเครียดในการทำงานได้มาก การสร้างบ้านหลังใหญ่นอกจากจะต้องใช้เวลาในการก่อสร้างมากแล้วยังทำให้เกิดความท้อแท้ในระยะยาวได้อีกด้วย วิธีที่ดีคือ สร้างบ้านดินที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก อาจสร้างเฉพาะห้องนอนหรือห้องที่ใช้งานหลักก่อน และในช่วงก่อสร้างควรเตรียมการเผื่อไว้สำหรับการต่อเติมในอนาคตด้วย จะช่วยให้สามารถสร้างเสร็จและใช้งานได้ก่อนเมื่อถึงเวลาที่ต้องการใช้หรือมีเวลาแล้วจึงสร้างต่อเติมในภายหลัง อาจเป็นปีละห้องหรือสองปี 1 ห้องก็ได้ นอกจากนี้การสร้างบ้านหลังเล็ก ๆ ยังหมายถึง การประหยัดวัสดุต่าง ๆ รวมไปถึงราคาค่าก่อสร้าง

2.7.3 ควรออกแบบผนังให้มีความโค้ง

การออกแบบผนังให้โค้ง นั้นเป็นข้อได้เปรียบอย่างหนึ่งของบ้านดินคือ สามารถทำผนังโค้งได้ง่ายกว่าบ้านคอนกรีต ซึ่งจะช่วยทำให้บ้านดูมีความเป็นธรรมชาติ ไม่เป็นกล่องสี่เหลี่ยมแข็ง ๆ ซึ่งจะช่วยทำให้บ้านดินดูแปลกตา อีกทั้งผนังโค้งยังมีส่วนช่วยให้ผนังแข็งแรงมากขึ้นด้วย การทำผนังตรงที่มีความยาวมาก ๆ ต้องออกแบบให้มีลักษณะเป็นเสาค้ำยันเป็นช่วง ๆ ซึ่งการทำผนังโค้งจะช่วยให้ผนังสามารถตั้งอยู่ได้โดยไม่จำเป็นต้องทำเสาค้ำยัน (ถ้าผนังสูงไม่เกิน 3 เมตร) ส่วนข้อเสียของผนังโค้งคือจะวางเครื่องเรือนได้ลำบากเพราะส่วนใหญ่จะมีรูปทรงเป็นเหลี่ยมมุม

2.7.4 ออกแบบบ้านตามสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ

การที่จะทำให้บ้านอยู่สบายนั้นนอกเหนือจากการออกแบบพื้นที่ใช้สอยแล้ว เรื่องสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศก็ถือเป็นส่วนที่สำคัญมาก โดยปรกติแล้วควรวางอาคารให้ยาวตามแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก เนื่องจากในตอนเช้าและเย็นนั้นพระอาทิตย์อยู่ในระดับต่ำ ทำให้ห้องที่อยู่ด้านนั้นร้อน จึงควรจัดวางห้องที่ไม่ค่อยได้ใช้งานไว้ในด้านนั้น (เช่น ห้องน้ำ ห้องเก็บของ ห้องครัว ฯลฯ( ส่วนด้านยาวของบ้านนั้นจะรับลมซึ่งจะพัดในแนวเหนือ-ใต้ ให้เข้าสู่ตัวบ้าน การออกแบบให้ชายคายื่นยาวจะช่วยให้ผนังไม่โดนแดด ทำให้บ้านเย็นขึ้น และช่วยป้องกันฝนไม่ให้ถูกผนัง ช่วยยืดอายุการใช้งานของบ้าน อีกทั้งการสร้างบ้านให้อยู่ในพื้นที่ ๆ มีร่มเงา หรือการมีบ่อน้ำใด้านที่มีลม ลมจะช่วยพัดพาไอเย็นของน้ำเข้าสู่ตัวบ้านช่วยให้บ้านเย็นขึ้นด้วย

## 2.8 เทคนิคต่างๆในการสร้างบ้านดินในประเทศไทย

บ้านดินเป็นสถาปัตยกรรมหนึ่งในสถาปัตยกรรมธรรมชาติที่ใช้ดินเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง ถึงแม้ว่าวัสดุหลักจะเหมือนกัน แต่ในแต่ละท้องถิ่นของโลกก็จะมีการประยุกต์ใช้ร่วมกับวัสดุที่มีอยู่ในท้องที่แตกต่างกันไป การสร้างบ้านด้วยดินนั้นจึงมีหลายเทคนิควิธี ขึ้นอยู่กับทรัพยากรที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่น งบประมาณการก่อสร้าง และแรงงาน ( เทคนิควิธี ,http://www.baandin.com/:2551(Online) )

เทคนิคการสร้างบ้านด้วยดินที่ทดลองทำในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 5 แบบได้แก่

2.8.1 การก่อด้วยอิฐดินดิบ (Adobe) ดังแสดงในรูปที่2.11

รูปที่ 2.11 เทคนิคการก่อด้วยอิฐดินดิบ (Adobe)

ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

2.8.2 เทคนิคดินปั้น (Cob) ดังแสดงในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.12 เทคนิคดินปั้น (Cob)

ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

2.8.3 เทคนิคดินปั้นกับโครงไม้ (Wattle and Daub) ดังแสดงในรูปที่ 2.13

รูปที่2.13 เทคนิคดินปั้นกับโครงไม้ (Wattle and Daub)

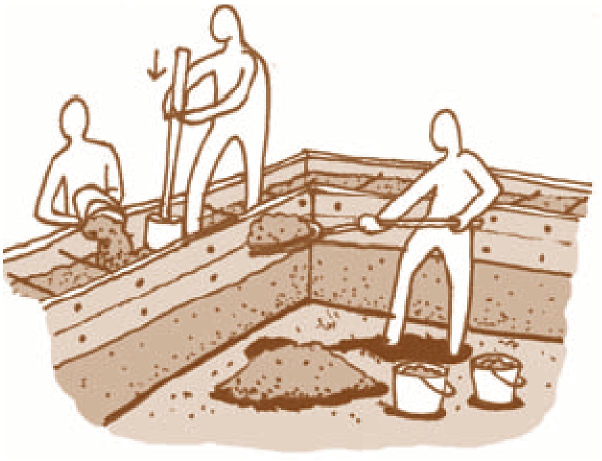
ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

2.8.4 การใช้เศษไม้หรือหิน (Cordwood or Stone) เป็นโครงสร้าง ดังแสดงในรูปที่2.14

รูปที่ 2.14 การใช้เศษไม้หรือหิน (Cordwood or Stone) เป็นโครงสร้าง

ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

2.8.5 เทคนิคดินอัด (Rammed Earth) ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 เทคนิคดินอัด (Rammed Earth)

ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

ในการสร้างบ้านดินแต่ละหลังไม่จำเป็นต้องใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง การเลือกเทคนิควิธีที่จะใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะและวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ซึ่งแต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อเสียต่างกันไป

**2.9 การก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบ (Adobe)**

การก่อสร้างด้วยอิฐดินดิบเป็นโครงสร้างระบบผนังรับน้ำหนัก จึงไม่จำเป็นต้องมีเสา แต่การทำช่องเปิดที่มีขนาดกว้าง ๆ จำเป็นต้องใช้การก่ออิฐให้มีลักษณะเป็นโดมโค้ง หรือโดมยอดแหลมเพื่อรับน้ำหนัก หรือใช้ไม้(ใช้ได้ทั้งไม้ท่อน และไม้แผ่น)ทำเป็นคานทับหลังเพื่อรับน้ำหนักอิที่อยู่ด้านบน บ้านดินส่วนใหญ่ที่ทำในประเทศไทยมักจะใช้วิธีนี้ในการก่อสร้าง ข้อดีของการสร้างด้วยอิฐดินดิบคือ สามารถค่อย ๆ ทยอยทำอิฐเก็บรวบรวมไว้ได้ เมื่อถึงเวลาที่จะเริ่มสร้าง หรือมีจำนวนอิฐดินดิบที่เพียงพอแล้ว จะสามารถสร้างได้เร็ว ผนังแห้งเร็วเมื่อก่อเสร็จแล้วสามารถฉาบได้ทันที ส่วนข้อเสียของการสร้างด้วยอิฐดินดิบ คือทำผนังที่มีความโค้งมาก ๆ ได้ยาก (เทคนิควิธี ,http://www.baandin.com/:2551(Online) )

2.9.1 การทำอิฐดินดิบ ส่วนผสมของดินที่ใช้แบ่งเป็น 3 ส่วน

1) ดินเหนียว ธรรมชาติของดินเหนียวคือ เมื่อแห้งจะหดตัว ถ้าอิฐดินดิบที่ทดลองทำมีการแตกร้าวแสดงว่าส่วนผสมที่ใช้มีดินเหนียวมากเกินไป ต้องเพิ่มส่วนผสมอื่นเพื่อลดการแตกร้าว

2) ทราย เป็นส่วนผสมที่จะช่วยลดการหดตัวของดินเหนียวและลดการแตกร้าว ทรายจะช่วยทำให้อิฐมีความแกร่ง แต่ถ้าผสมทรายมากเกินไปจะทำให้ถูกฝนชะดินออกได้ง่าย

3) ส่วนผสมที่เป็นเส้นใยและมีความเหนียว โดยปรกติจะใช้แกลบหรือฟางเส้นสั้น ๆ (ถ้าเป็นส่วนผสมที่เป็นวัสดุธรรมชาติควรจะมีความสด และเหนียว) ส่วนผสมที่เป็นเส้นใยนี้จะช่วยยึดดินเข้าด้วยกัน ลดการแตกร้าว และป้องกันการชะล้างของน้ำฝน

อัตราส่วนของวัสดุที่ใช้ผสมโดยประมาณ คือ ดินเหนียว 1 ส่วน ทราย 1-2 ส่วน และ แกลบหรือฟางเส้นสั้น(วัสดุเส้นใย) 1.5 ส่วน ธรรมดาแล้วส่วนผสมจะขึ้นอยู่กับสภาพของดินที่มีอยู่ในพื้นที่ ก่อนการทำอิฐจึงควรทดลองโดยใช้ดินที่มีผสมกับวัสดุเส้นใยทำอิฐแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง ถ้าอิฐมีปัญหาเรื่องการหดตัวแสดงว่าต้องเพิ่มทราย หรือวัสดุเส้นใย ถ้าหากว่าอิฐมีการหดตัวแตกร้าวมากต้องเพิ่มทราย ถ้าดินในพื้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวน้อย หรือทรายมากเกินไปจะทำให้ไม่ทนฝน ถ้าจำเป็นต้องใช้ดินที่มีอยู่นั้น ควรหาดินที่มีดินเหนียวมากเพียงพอมาฉาบ จะช่วยป้องกันอิฐดินดิบจากการชะของฝนได้ และไม่ควรก่อสร้างในช่วงฤดูฝน ลักษณะของอิฐดินดิบ ดังแสดงในรูปที่ 2.16

รูปที่2.16 อิฐดินดิบที่นำมาตากแดด

ที่มา: http://www.baandin.com/:2551(Online)

เมื่ออิฐที่ทดลองทำแห้งสนิทดีแล้ว (ถ้าแดดจัดจะใช้เวลาประมาณ ๒ สัปดาห์) ให้ทดสอบความแข็งแรงของอิฐ โดยการยกอิฐดินดิบขึ้นสุดแขน แล้วทิ้งอิฐลงมาโดยให้มุมใดมุม

หนึ่งกระแทกกับพื้น ถ้าก้อนอิฐแตกทั้งก้อนถือว่าใช้ไม่ได้ แต่ถ้าอิฐแค่บิ่นหรือหักที่มุมก็ถือว่าใช้ได้

2.9.2 ขั้นตอนในการก่อผนัง

1) ย่ำดินโดยใช้ส่วนผสมเดียวกันกับการทำอิฐแต่เหลวกว่า (ใส่น้ำเยอะกว่า) อาจใส่แกลบน้อยกว่าที่ทำอิฐดินดิบก็ได้ ดินก่อนี้จะช่วยเชื่อมอิฐแต่ละก้อนเข้าด้วยกันคล้ายกับการก่ออิฐมอญด้วยปูน

2) นำดินที่ย่ำเสร็จแล้วมาเทลงบนฐานราก ให้ตรงช่วงกึ่งกลางผนังหนากว่าตรขอบ เมื่อวางอิฐลงไปแล้วกดให้แน่นหรือเหยียบลงไปเลย เพื่อช่วยไม่ให้เกิดช่องว่างระหว่างอิฐแต่ละชั้น ดินที่ใช้ก่อไม่ควรหนา เพราะจะทำให้ผนังอิฐไม่มั่นคง การกดหรือเหยียบจะช่วยให้อิฐแนบสนิทมากขึ้น ดินที่ล้นออกมาจากการกดก็สามารถนำมาใช้ต่อได้อีก

3) เอาดินโปะที่หัวอิฐก่อนที่จะวางอิฐก่อนถัดไปเพื่อให้ดินเชื่อมอิฐแต่ละก้อนในแนวระดับ

4) ลักษณะของการวางอิฐเหมือนการก่ออิฐธรรมดาทั่วไปคือแต่ละชั้นจะวางอิฐสลับกัน ตัวผนังอาจจะใช้การก่ออิฐตามขวางก็ได้ถ้าต้องการให้ผนังหนา แต่ต้องเตรียมฐานรากเผื่อสำหรับความกว้างของผนังนั้นไว้ด้วย

5) ควรตั้งวงกบประตูก่อนเริ่มก่ออิฐ และเมื่อก่ออิฐถึงระดับที่จะวางวงกบหน้าต่าง (โดยปรกติประมาณ ๘๐ เซนติเมตร ถึง ๑ เมตร) ให้ตั้งวงกบหน้าต่างให้ครบทุกบานก่อนทำการก่ออิฐในชั้นต่อไป

6) เหนือประตูหรือหน้าต่างควรมีไม้แผ่น หรือไม้ท่อนที่ปรับผิวหน้าให้เรียบสำหรับการวางอิฐ กว้างประมาณ ๒๐ เซนติเมตรวางเป็นทับหลัง จะช่วยให้ก่ออิฐขึ้นไปได้ง่ายขึ้น

**2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

2.10.1 ณัฐกานต์ เกษประทุม, 2543, พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารที่มีมวลสารมาก หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน และระดับความสำคัญที่มาจากปัจจัยดังกล่าว เพื่อหาแนวทางการประยุกต์ใช้ผนังมวลสารมากในอาคารให้เกิดความเหมาะสม ปัจจัยที่นำมาศึกษาได้แก่ค่าความจุความร้อน และอุณหภูมิพื้นผิว

ผนัง การทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ การทดลองจากกล่องทดลอง และการทดลอง ณ สถานที่จริง การเก็บข้อมูลประกอบด้วย

1) สภาวะไม่ปรับอากาศ ทดลองผนังคอนกรีตหนา 10, 20 และ 30 ซม. ผิวภายนอกได้รับและไม่ได้รับรังสีความร้อนโดยตรง ผิวภายนอกทาสีดำและสีขาว

2) สภาวะปรับอากาศทดลองผนังคอนกรีตหนา 10, 20 และ 30 ซม. ในช่วงเวลา 8.00-18.00 น.,20.00-6.00 น. และปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ในการทดลอง ณ สถานที่จริง ทดลองผนัง 2 ด้านได้แก่ ด้านทิศใต้ผิวภายนอกได้รับรังสีความร้อนโดยตรง และด้านทิศเหนือผิวภายนอกไม่ได้รับรังสีความร้อนโดยตรอง

ผลการทดลองพบว่า

1) อาคารไม่ปรับอากาศและใช้งานในช่วงเวลากลางวันเหมาะสมกับการใช้ผนังมวลสารมากที่มีความหนามาก เพื่อเพิ่มค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในต่ำกว่าภายนอกในช่วงเวลากลางวัน แม้อุณหภูมิภายในจะไม่อยู่ในเขตสบายแต่สามารถใช้การพัดพาของอากาศเพื่อปรับอุณหภูมิให้เข้าสู่เขตสบายได้

2) อาคารไม่ปรับอากาศที่มีการใช้งานในช่วงเวลากลางคืนหรือการใช้งานตลอดทั้งวันไม่เหมาะสมกับการใช้ผนังมวลสารมาก เนื่องจากจะมีอุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอกในช่วงเวลากลางคืน

3) อาคารที่ปรับอากาศไม่ตลอด 24 ชั่วโมงไม่เหมาะสมกับการใช้ผนังมวลสารมาก เนื่องจากเครื่องปรับอากาศจะใช้พลังงานในการลดความร้อนสะสมในผนังเป็นปริมาณมากเพื่อจะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ

2.10.2 ดวงนภา ศิลปะสาย ,2546 ,บ้านดิน :สถาปัตยกรรมทางเลือก กรณีศึกษา :บ้านศรีฐาน อำเภอป่าติ้ว จังหวัดยโสธร ,หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ได้ดำเนินการศึกษา เริ่มด้วยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิที่เกี่ยวข้องกับบ้านดินจากหลายพื้นที่ ก่อนมาทำการเก็บข้อมูลในชุมชนกรณีศึกษา จำนวนบ้านดินในชุมชนที่นำมาใช้เป็นกรณีศึกษามีจำนวน ๗ หลัง เป็นบ้านดินเกือบทั้งหมดที่มีอยู่ในชุมชนเวลานี้ ทำการเก็บข้อมูลด้วยวิธีรังวัดขนาด วาดภาพและถ่ายภาพเป็นการบันทึกภาพลักษณ์ทางสถาปัตยกรรม ร่วมกับการ

สังเกตการณ์และสัมภาษณ์ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีเชิงคุณภาพและปริมาณตามหลักพื้นฐานทางสถาปัตยกรรม

และสรุปการศึกษาวิจัยได้ผลว่า บ้านดินอยู่ในฐานะสถาปัตยกรรมทางเลือก ด้วยการเป็นสถาปัตยกรรมพึ่งตนเองที่สามารถตอบสนองต่อรูปแบบของวิถีชาวบ้านด้วยการปลูกสร้างเองได้ จึงช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการปลูกสร้าง รวมทั้งเป็นกิจกรรมที่ก่อเกิดการมีส่วนร่วมที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนอีสาน ยังเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพสร้างความยั่งยืนให้กับสิ่งแวดล้อมและชีวิต ดินมีความงามง่ายอันเกิดจากสิ่งที่สัมผัสอยู่ทุกเมื่อเชื่อวัน ตลอดจนถึงคุณสมบัติของดินที่สามารถปรับตัวไปตามสภาพอากาศร้อนและเย็นจึงเอื้อให้เกิดสภาวะสบายต่อการอยู่อาศัย อย่างไรก็ตามยังคงมีประเด็นที่ควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมถึงศักยภาพของดินในเชิงของการออกแบบสถาปัตยกรรม และความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศของประเทศไทย เพื่อเป็นการขยายความรู้ให้กว้างขึ้นให้บ้านดินเป็นสถาปัตยกรรมทางเลือกที่สอดคล้องเหมาะสมตามวิถีได้อย่างแท้จริง

2.10.3 ดนัย นิลสกุล.2546, กล่าวว่า การอนุรักษ์ตึกดินในอีสานใต้ หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้รายงานการศึกษาวิจัย ตึกดินแถบอีสานใต้ในพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ โดยใช้วิธีการสำรวจภาคสนามร่วมกับข้อมูลทางเอกสาร และการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลทางด้านลักษณะ ทางสถาปัตยกรรม โครงสร้าง-วัสดุ การใช้สอย สภาพปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับอาคารตลอดจนนำเสนอแนวทางการอนุรักษ์ตึกดิน สรุปผลการศึกษาพบว่า

1( ตึกดินในแถบอีสานใต้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ตึกดินประเภทพักอาศัย ปัจจุบันมีจำนวนเหลืออยู่น้อยและไม่ได้ใช้งาน กับตึกดินประเภทค้าขาย ซึ่งพบได้โดยทั่วไปในอีสานใต้ ส่วนใหญ่ยังใช้งานอยู่จนถึงปัจจุบัน

2( โครงสร้างหลักของอาคารทั้งสองประเภทประกอบด้วย โครงสร้างผนังรับน้ำหนักก่อด้วยอิฐดินดิบและโครงสร้างไม้

3( รูปแบบของอาคารโดยเฉพาะตึกดินประเภทร้านค้าที่สร้างต่อๆ กันเป็นแถว ทำให้ตึกดินมีความแตกต่างจากเรือนพื้นถิ่น ในส่วนของปัญหาหลักๆ ที่เกิดขึ้นกับอาคารได้แก่การเสื่อมสภาพของวัสดุ มีสาเหตุจากหลายประการแต่อาคารที่ได้รับความเสียหายอย่างมาก ส่วนใหญ่จะเป็นอาคารที่ถูกปิดไม่ได้ใช้งาน เนื่องจากสภาพภายในอาคารมีความชื้นสูง ส่งผลให้ผนังก่ออิฐดินดิบเสื่อมสภาพได้อย่างรวดเร็ว

ผลการวิจัยในครั้งนี้ได้สรุปแนวทางการอนุรักษ์ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1( ตึกดินประเภทพักอาศัยจะใช้แนวทางการอนุรักษ์มากกว่าการพัฒนา เนื่องจากจำนวนอาคารที่มีเหลืออยู่น้อย และสภาพอาคารที่ไม่เหมาะสมกับการพักอาศัยในปัจจุบัน

2( ตึกดินประเภทที่ใช้ประกอบการค้าซึ่งมีอยู่จำนวนมากและยังคงใช้งานอยู่ จะเน้นไปที่การพัฒนาให้อาคารสามารถสนองต่อการใช้สอยในปัจจุบัน แต่คำนึงคุณค่าด้านต่างของอาคารนั้นไว้ การอนุรักษ์ควรได้รับความร่วมมือจากทั้งภาครัฐและประชาชนในชุมชน เพื่อให้ทุกฝ่ายของชุมชนได้มีส่วนร่วม ในการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของชุมชน นอกจากนี้ควรให้การศึกษาแก่ชุมชน เพื่อให้ตระหนักถึงคุณค่าและศักยภาพของสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น ซึ่งจะมีส่วนให้เกิดความสำนึกและรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งจะช่วยส่งเสริมเมืองในด้านการดำรงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ท้องถิ่นอันจะนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืนของชุมชนต่อไป

2.10.4 ดัมพ์ ผดุงวิเชียร.2545, การศึกษาบ้านดินตามแนวทางสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน กรณีศึกษา บ้านดิน หมู่บ้านศรีฐาน ต.ศรีฐาน อ.ป่าติ้ว จ.ยโสธร ,สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยสภาพแวดล้อมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายละเอียดการศึกษาวิจัยวิธีการดำเนินการศึกษาทำโดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิของบ้านดินจากหลายพื้นที่ แล้วจึงนำมาเก็บข้อมูลบ้านดินที่ชุมชนกรณีศึกษา จำนวน 8 หลัง ที่กำหนดเลือกมา นับเป็นบ้านดินเกือบทั้งหมดที่มีอยู่ในชุมชน ในการเก็บข้อมูล ใช้วิธีการวัดขนาด วาดภาพและถ่ายภาพในการบันทึกภาพลักษณ์ทางสถาปัตยกรรม ประกอบการสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์และสอบถาม แบบมีโครงสร้าง แล้วจึงนำมาวัดค่าความพึงพอใจด้วยค่าร้อยละ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีเชิงคุณภาพตามหลักพื้นฐานทางสถาปัตยกรรม

สรุปผลการศึกษาพบว่าบ้านดินไม่ใช่สิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นมาในประเทศไทย บ้านดินที่หมู่บ้านศรีฐานเกิดขึ้นจากความคิดที่จะฟื้นฟูวิถีชีวิตดั้งเดิม หลังจากประสบปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งเป็นวิถีชีวิตแบบพอเพียง และพึ่งพาอาศัยกัน บ้านดินจึงเกิดขึ้นในฐานะตัวแทนทางสถาปัตยกรรมตามแนวความคิดแบบพอเพียง รูปแบบทางสถาปัตยกรรมของบ้านดิน มุ่งเน้นที่จะตอบสนองการใช้สอยแบบตรงไปตรงมาซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมในการใช้งาน ปัจจัยแวดล้อมที่เด่นชัดของบ้านดินในการเป็นสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน คือ ความสอดคล้องกับแนวความคิดในการพึ่งพาตนเองและพึ่งกันเองของชุมชน ความยั่งยืนของอายุการใช้งานของบ้านดินและธรรมชาติ ความประหยัดซึ่งก่อให้เกิดภาพลักษณ์ของสถาปัตยกรรมที่มาจากความเรียบง่ายสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่ทำให้บ้านดินเกิดภาวะความสบายในการอาศัย บ้านดินจึงมีความสอดคล้องกับวิถีชีวิตที่พึ่งพาและพออยู่พอกินของชาวบ้าน รวมถึงความสอดคล้องในองค์รวมของ

งานสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน สรุปได้ว่าบ้านดินอยู่ในฐานะของสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน เนื่องจากสามารถมีความสอดคล้องกับวิถีชีวิตแบบพึ่งพาตนเอง ด้วยการเป็นสถาปัตยกรรมที่พึ่งตนเอง อย่างไรก็ตามบ้านดินยังมีประเด็นที่ควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมให้ครอบคลุม ถึงศักยภาพของดินในการออกแบบสถาปัตยกรรม และการปรับตัวให้สอดคล้องกับสภาพวัฒนธรรมและความเปลี่ยนแปลงทางสังคมเพื่อเผยแพร่ความรู้ซึ่งจะทำให้บ้านดินเป็นสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน

2.10.5 วิทยา วัชรไตรรงค์, 2545, กระบวนการร่วมกันสร้างที่อยู่อาศัยด้วยตนเอง : กรณีศึกษาบ้านดิน บ้านเทพพนา อำเภอเทพสถิตย์ จังหวัดชัยภูมิ ,หลักสูตรปริญญาเคหพัฒนศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคหการ ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดการศึกษาวิจัยชาวบ้านชุมชนมั่นยืนมีจำนวนประมาณ 500 ครอบครัวต้องรื้อย้ายที่อยู่อาศัยเนื่องจากได้รับผลกระทบจากการสร้างเขื่อนในจังหวัดชัยภูมิ จึงได้มีการรวมกลุ่มเพื่อจัดหาที่ดินเพื่อสร้างที่อยู่อาศัยและมีแนวความคิดในการก่อสร้าง เนื่องจากเป็นวัสดุทั่วไปที่หาได้ง่ายและสามารถจะสร้างด้วยตนเองได้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการร่วมกันสร้างที่อยู่อาศัยด้วยตนเองโดยใช้ดินเหนียว รวมทั้งศึกษาพัฒนาการรวมกลุ่มของชาวบ้านในการสร้างที่อยู่อาศัย โดยเป็นกรณีศึกษาการสร้างบ้านด้วยดินของชุมชนมั่นยืน บ้านเทพพนา อำเภอเทพสถิตย์ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งเป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่มีการสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้ดินในลักษณะของหมู่บ้านโดยมีแผนที่จะทำการก่อสร้างที่อยู่อาศัยจำนวน 25 หลัง ศาลากลางบ้าน 1 หลัง

สรุปการศึกษาวิจัยจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2545 ชาวบ้านสามารถสร้างบ้านได้ 4 หลัง และพบว่า การสร้างที่อยู่อาศัยโดยใช้ดินในชนบทมีความเหมาะสมในแง่ของการนำวัสดุที่หาได้ง่ายเพื่อนำมาสร้างบ้านและมีราคาถูกเพียงประมาณ 300 บาทต่อหลังเป็นเพียงค่าตะปูเพื่อทำหลังคา ด้านการรวมกลุ่มในการสร้างบ้านโดยใช้ดิน ทำให้เกิดการเรียนรู้และรู้สึกว่าเป็นเรื่องง่ายในการสร้างบ้าน จากคนหนึ่งคนสร้างบ้านด้วยดินสามารถนำไปสู่การสร้างความมีส่วนร่วมภายในชุมชนได้ การสร้างบ้านด้วยดินจึงเป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดการร่วมมือร่วมใจและทำงานร่วมกัน ส่งผลต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชนต่อไป ในด้านกายภาพยังมีข้อด้อยอยู่บ้างคือการนำดินมาสร้างบ้านในประเทศไทยที่มีฝนตกบ่อยต้องมีหลังคาที่ป้องกันฝนได้ รวมถึงการเลือกที่ตั้งของตัวบ้านเมื่อฝนตกต้องไม่มีน้ำขังบริเวณผนังรอบบ้าน การเลือกบริเวณทำอิฐดินดิบต้องไม่ไกลกับบริเวณก่อสร้างเพราะจะมีปัญหาด้านการขนย้ายตามมา สรุปได้ว่าการสร้างบ้านจากดินเป็นทางเลือกหนึ่งของการก่อสร้างที่อยู่อาศัยราคาถูกและต้องมีการปรับเปลี่ยนตามการใช้งานและวิถีชีวิต การสร้างบ้านด้วยดินในครั้งนี้เป็นครั้งแรกที่ชาวบ้านร่วมกัน

สร้างในลักษณะเป็นชุมชน จึงต้องมีการศึกษาประเมินผลต่อไปก่อนทำการสรุปถึงข้อดีข้อด้อยของการก่อสร้างบ้านด้วยดิน

2.10.6 สรญา ประวิตะรางกูร.2543,อิทธิพลของผนังมวลสารภายนอก ที่มีต่อสภาวะน่าสบาย และภาระการปรับอากาศในการออกแบบอาคาร หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยพบว่า แบบผนังและรูปแบบอาคารที่มีจำนวนชั่วโมงของอุณหภูมิภายในอาคารอยู่ในช่วงสภาวะน่าสบายมากที่สุดภายใต้สภาวะที่ไม่มีการปรับอากาศ ได้แก่ ผนังมวลสารน้อยและรูปแบบอาคารที่มีลักษณะผังพื้นแบบแผ่คลี่-มีพื้นที่ผนังอาคารมาก ส่วนสภาพการใช้งานอาคารในสภาวะที่มีการปรับอากาศตลอด 24 ชม.และปรับอากาศเฉพาะเวลากลางวันนั้นจะให้ผลการทดลองที่เหมือนกัน คือ แบบผนังที่มีผลรวมของค่าภาระการทำความเย็นน้อยที่สุดคือผนังมวลสารมาก โดยมีรูปแบบอาคารที่เหมาะสมที่สุดคือ อาคารที่มีพื้นที่ผนังน้อยที่สุด (คืออาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส) สำหรับในสภาวะที่มีการปรับอากาศเฉพาะกลางคืน ผลการทดลองของแบบผนังและรูปแบบอาคารที่มีค่าภาระการทำความเย็นน้อยที่สุด ได้แก่ ผนังมวลสารน้อยและรูปแบบอาคารที่มีพื้นที่ผนังอาคารที่น้อยที่สุด ผลการทดลองของการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผนังอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานได้

2.10.7 อุทัย ศุจิสกุลวงศ์.2543, กล่าวถึงการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังวัสดุก่อของอาคารพักอาศัยในเขตร้อนชื้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาถึงพฤติกรรมในการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังที่ใช้วัสดุก่อและศึกษาถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังเพื่อที่จะนำไปพัฒนารูปแบบและความเหมาะสมของวัสดุก่อผนังสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น โดยเลือกผนังที่ใช้ทดสอบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ผนังก่ออิฐฉาบปูนฉาบปูน 4 นิ้ว ผนังก่ออิฐฉาบปูนฉาบปูน 8 นิ้ว ผนังก่ออิฐฉาบปูนฉาบปูน 8 นิ้วมีช่องอากาศผนังวัสดุก่อมวลเบา และระบบผนังที่มีฉนวนกันความร้อนภายนอกหนา 3 นิ้วขั้นตอนในการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1) การศึกษาพฤติกรรมในการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุก่อทั้งในกรณีปรับอากาศตลอดวันและในกรณีไม่ปรับอากาศ

2) เลือกวัสดุที่มีศักยภาพในการป้องกันความร้อนที่ดีที่สุดมาศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิอากาศภายใน ได้แก่ การได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรง และค่าการดูดซับความร้อนที่แตกต่างกันทั่งในกรณีปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

3) วิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาแนวทางในการเลือกใช้และปรับปรุงรูปแบบผนังให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ

จากการศึกษาพบว่า ในกรณีไม่ปรับอากาศ ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้วและผนังวัสดุมวลเบามีศักยภาพในการป้องกันความร้อนน้อยที่สุดและมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าความแตกต่างอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุด สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกประมาณ 9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ยในช่วงเวลา กลางวันสูงกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 2.5 องศาเซลเซียส ส่วนผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้ว และผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้วมีช่องอากาศมีค่าความแตกต่างอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุดใกล้เคียงกัน โดยแตกต่างกันประมาณ 2 องศาเซลเซียสซึ่งคงที่และต่ำกว่าผนังสองชนิดแรกอุณหภูมิอากาศภายในเซลทดสอบเฉลี่ยในช่วงกลางวันต่ำกว่าอุณหภูมิอากาประมาณ 0.5 องศาเซลเซียส ส่วนผนังที่มีการติดตั้งฉนวนกับความร้อนภายนอกมีค่าความแตกต่างอุณหภูมิอากาศภายในสูงสุดและต่ำสุดคงที่และใกล้เคียงกับผนังก่ออิฐฉาบปูน 8 นิ้ว อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเซลทดสอบช่วงกลางวันต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศประมาณ 1 องศาเซลเซียสส่วนในกรณีที่ มีการปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง พบว่าผนังที่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายนอกมีค่าความแตกต่างระหว่างผิวภายในและอุณหภูมิอากาศในห้องเฉลี่ยต่ำสุดประมาณ 1.4 องศาเซลเซียสผนังวัสดุก่อมวลเบามีค่าความแตกต่างระหว่างผิวภายในและอุณหภูมิอากาศในห้องเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 4.3 องศาเซลเซียส และพบว่าในกรณีปรับอากาศ 24 ชั่วโมงและไม่ปรับอากาศอิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์โดยตรงและค่าการดูดซับความร้อนของผิวผนังที่แตกต่างกันจะส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศภายในเซลทดสอบของผนังที่เป็นวัสดุก่อทั้งหมด แต่สำหรับผนังที่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายนอกซึ่งมีค่าการต้านทานความร้อนสูง พบว่า อิทธิพลดังกล่าวส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศภายในน้อยมาก ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผนังที่เหมาะสมสำหรับภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนั้นควรมีการผสมผสานระหว่างมวลสารของผนังและฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศนั้นผนังที่ใช้วัสดุก่อควรที่จะมีมวลสารที่พอเหมาะเพื่อช่วยดูดซับ และหน่วงเหนี่ยวความร้อนในเวลากลางวันเพื่อลดความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศ ภายในอาคารและใช้การระบายอากาศช่วยลดอุณหภูมิอากาศในเวลากลางคืน สำหรับอาคารปรับอากาศผนังควรที่จะมีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผิวภายนอกเพื่อช่วยสกัดกั้นความร้อนจากภายนอกและผิวผนังภายในควรมีมวลสารน้อยเพื่อลดภาระในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ