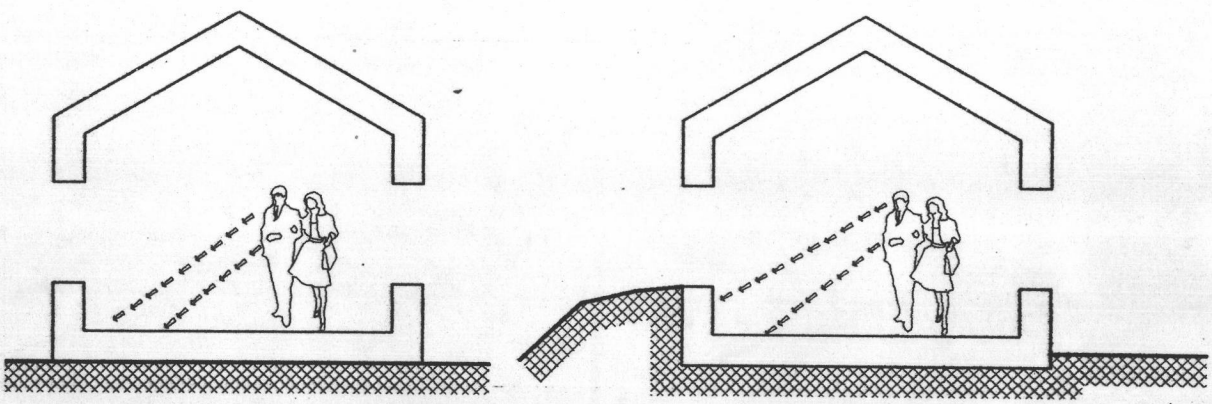
บทที่ 2

การศึกษารายงานการวิจัย

มนุษย์แสวงหาสิ่งที่สามารถกำบังกายเพื่อให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายในฤดูหนาวและให้ความเย็นในฤดูร้อน ดินมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนที่ไม่ดี แต่มีสภาพการสะสมความร้อนที่ดี ในพื้นที่หนึ่งๆแม้ว่าอุณหภูมิของอากาศจะแปรเปลี่ยนมากน้อยเพียงใด อุณหภูมิของดินก็ยังคงมีอุณหภูมิคงที่ แต่สภาพความเป็นจริงอุณหภูมิดินจะขึ้นลงตามอากาศบริเวณผิวดิน และเมื่อมีความลึกลงไปในดิน อุณหภูมิจะคงที่ และจะคงที่มากขึ้นเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวของดิน จึงสามารถสร้างอากาศเย็นในฤดูร้อน และอากาศอบอุ่นในฤดูหนาว ซึ่งจะเห็นประโยชน์จากการทำความเย็นให้อากาศด้วยดินในประเทศที่มีความแปรปรวนของอุณหภูมิอากาศสูงในระหว่างตอนกลางวันและตอนกลางคืน และความแตกต่างของอุณหภูมิสูงในแต่ฤดูกาล ปัจจัยที่มีผลต่อการขึ้นลงของอุณหภูมิดินมีปัจจัยหลายอย่างเช่นชนิดของดิน ความหนาแน่นของดิน ความชื้น สภาพผิวดิน และอุณหภูมิอากาศ เป็นต้น

บ้านทรงไทยโบราณมักจะเป็นอาคารยกใต้ถุนโล่ง หลังคาสูง มีช่องระบายอากาศมีกันสาดโดยรอบอาคาร ซึ่งเหมาะสมกับสภาพภูมิจากาศ ในช่วงเวลากลางวันผู้อาศัยจะลงมาอยู่และทำกิจกรรมที่ใต้ถุน เนื่องจากจะมีความรู้สึกว่าเย็นสบาย ทั้งนี้เป็นผลจากอุณหภูมิดินที่ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ ดังนั้นจากหลักการของการถ่ายเทความร้อนโดยทั่วไป สิ่งที่ร้อนกว่าจะสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งที่เย็นกว่าเสมอ คือจะเกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้นระหว่างดินกับอากาศทำให้อากาศเย็นลง คนที่นั่งอยู่ใต้ถุนจึงมีความรู้สึกเย็นสบายขึ้นด้วย โดยหลักการนี้เรียกว่าการแลกเปลี่ยนความร้อนผิวกับสภาพแวดล้อม (Mean Rediant Temperature)
ส่วนบ้านเรือนในยุคปัจจุบัน ถูกออกแบบไม่ให้มีใต้ถุนเหมือนเรือนไทย แต่ผู้ออกแบบก็ยัง

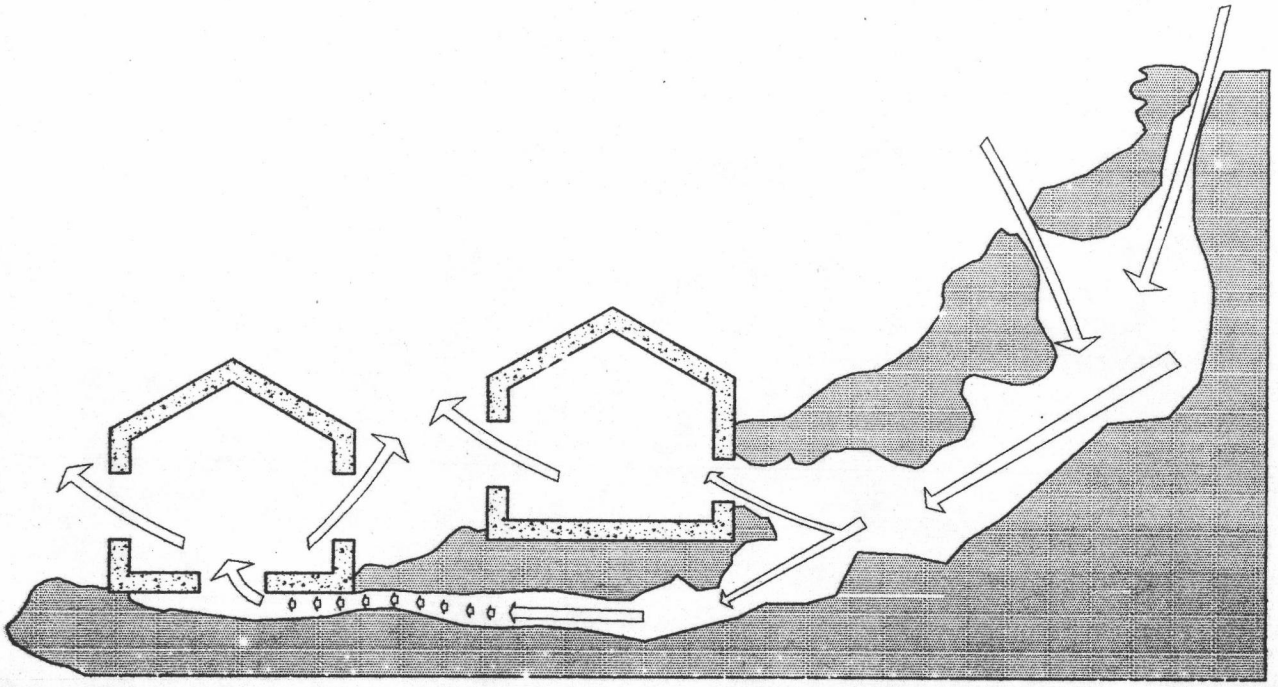
สามารถใช้ประโยชน์จากค่าอุณหภูมิที่ต่ำและคงที่ของดินมาใช้ใน Passive Cooling Design (ธนิต จินดาวนิค, 2536) ในลักษณะของ Heat Sink โดยออกแบบให้พื้นชั้นล่างสัมผัสกับผิวดินและเลือกใช้วัสดุบุผิวที่มีค่าการนำความร้อนได้ดีเพื่อให้ผิวห้องมีอุณหภูมิต่ำลงและใกล้เคียงกับอุณหภูมิดินมากที่สุด ผลที่ตามมาอุณหภูมิอากาศจะถ่ายเทให้กับผิวพื้นและดิน ทำให้ค่าการแลกเปลี่ยนความร้อนผิวกับสภาพแวดล้อมมีค่าสูงและอุณหภูมิห้องจะต่ำลง มีผลทำให้สภาวะของอากาศน่าสบายขึ้น แต่มีข้อระวังคือ ถ้าผู้ออกแบบใช้พื้นของอาคารเป็น Heat Sink ควรคำนึงถึงเรื่อง การลวบแน่นของไอน้ำ ถ้าการออกแบบใช้ผิวพื้นเย็นมากเกินไปจนถึงจุดน้ำค้าง



รูปที่ 1 การออกแบบพื้นและผนังชั้นล่างให้เป็น Heat Sink

การลดอุณหภูมิอากาศผ่านท่อใต้ดิน (Cooling Tube) เป็นอีกแนวความคิดหนึ่งโดยอาศัยความเย็นของดิน และระดับอุณหภูมิที่คงที่ของดิน อุณหภูมิอากาศในช่วงกลางวันสูงกว่าอุณหภูมิดินมาก ในอาคารที่ปรับอากาศจะต้องมีการทำอากาศบริสุทธิ์ ภายนอกเข้ามาทำความเย็นแล้วจึงแจกจ่ายไปยังส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ถ้านำอากาศร้อนภายนอกผ่านท่ออากาศที่ฝังใต้ดินเพื่อที่จะลดอุณหภูมิของอากาศลงก่อนที่จะถูกนำผ่านไปทำความเย็นก็จะเป็นการลดความร้อนจากอากาศระบายเข้าห้อง (Sensible Heat)

กลยุทธ์การลดอุณหภูมิโดยผ่านท่อใต้ดิน ซึ่งเป็นกลยุทธ์ที่ดัดแปลงมาจากตัวอย่างในอดีตที่ The Villa Acolia ซึ่งถูกสร้างขึ้นในปี คศ. 1550 โดย Coung Farncesco Trento.(Fuller Moore, Environment Control System, 1993) ซึ่งอากาศจะถูกทำให้เย็นลง โดยผ่านเข้าไปในถ้ำทางด้านข้างของภูเขาที่เปิดอยู่เหนือถ้ำ และเชื่อมต่อด้วยท่อ ผ่านไปทางใต้ดินของหมู่บ้าน การเคลื่อนตัวของอากาศ จะทำให้เย็นและมีการควบแน่นของอากาศมากกว่าภายนอกการแสดงกลยุทธ์โบราณนี้ สามารถวัดอุณหภูมิคงที่ภายในถ้ำที่ 52 องศาฟาเรนไฮท์ (11.5 องศาเซนติเกรด) ตลอดปี ในขณะที่ช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงถึง 90 องศาฟาเรนไฮท์ (32 องศาเซนติเกรด) อุณหภูมิภายในระบบอยู่ที่ 55 - 57 องศาฟาเรนไฮท์ ถูกนำไปยังหมู่บ้านซึ่งอากาศจะมีอุณหภูมิผสมที่ 68 องศาฟาเรนไฮท์ - 71 องศาฟาเรนไฮท์

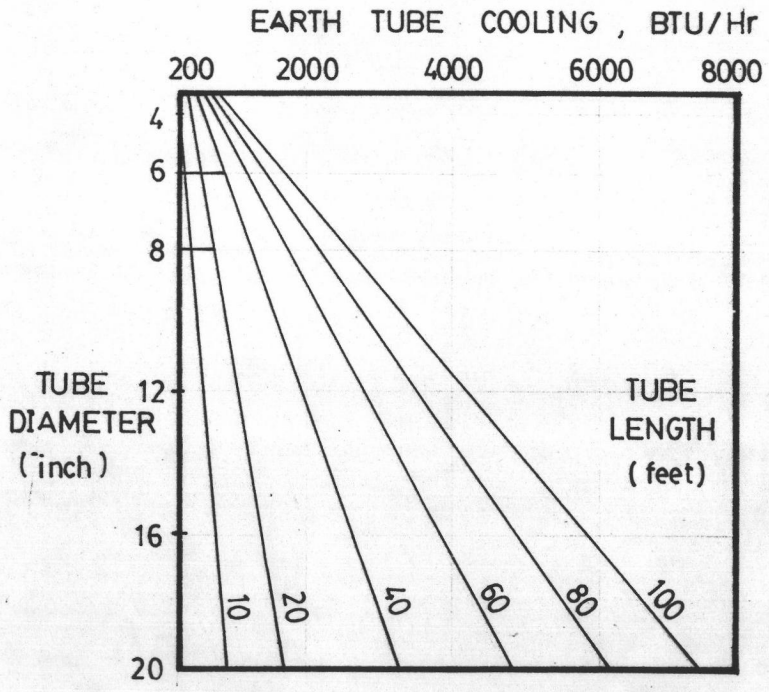


รูปที่ 3. แสดงลักษณะการทำความเย็นที่ Villa Acolia โดย
Count Francesco Trento

ที่มา : Fuller Moore, Environment Control System, 1993, p.215

บททบทวนการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

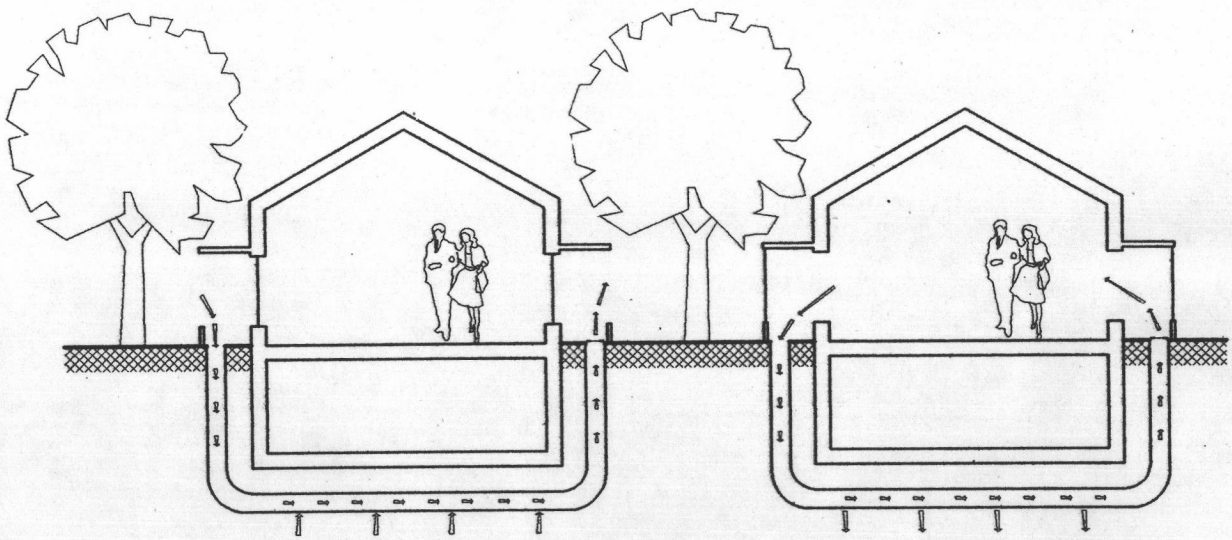
1. Donald W. Abrams (1986) ได้ทำการทดลองประเมินค่าความเย็นของระบบ Earth Tube โดยพิจารณาท่อที่ขนาดต่างๆกัน ในดินที่มีการนำความร้อน 0.79 BTU/Hr F.ft และใช้ความเร็วลมที่ 500 fpm ดึงอากาศจากภายนอกผ่านท่อ ได้ผลประเมินว่า ปริมาณความเย็นที่ได้นั้นมีความสัมพันธ์กับขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อและความยาวของท่อ



รูปที่ 4.

ที่มา : Stein, Reynold and McGuinness. p.223

2. US. Department of Housing and Urban Development Cycle Five Demonstration Program, Cincinnati (Fuller Moore , 1992) ได้ทำการทดลองโดยใช้ท่อ PVC ขนาด 6 นิ้ว ยาว 70 ฟุต ฝังใต้ดินลึก 8 ฟุต โดยใช้พัดลมขนาด 1/10 แรงม้าดูดอากาศผ่านท่อ ในช่วงฤดูหนาวจะดูดอากาศจากภายนอกผ่านท่อเพื่อไปทำให้ดินบริเวณที่ฝังท่อมีการสะสมความเย็นอยู่ ในฤดูร้อนจะใช้พัดลมตัวเดียวกันดูดอากาศจากภายในอาคารผ่านท่อ เพื่อไปนำความเย็นที่สะสมอยู่ในดินมาใช้ทำอากาศภายในอาคารให้เย็นดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงลักษณะการใช้พื้นดินสะสมความเย็นในฤดูหนาวเพื่อนำความเย็นนี้มาใช้ในฤดูร้อน

ที่มา FULLER MOORE,1992.

3. ธนิต จินดาวณิค, (2527) ได้ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิดิน ตามสถานที่ 3 แห่ง ดังนี้

1. อาคารศูนย์วัฒนธรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. บ้านพักอาศัยของรองศาสตราจารย์ผุสดี ทิพทัส
3. บ้านพักอาศัยของคุณนลินี จินดาวณิค

พบว่า ดินมีความสามารถสร้างเสริมสภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort) ภายในอาคาร และบริเวณที่อยู่อาศัย โดยเก็บข้อมูลของอุณหภูมิดินที่มีความลึก 6 นิ้ว ได้ผลการเก็บข้อมูลดังนี้

ศูนย์วัฒนธรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในเดือน ตุลาคม 2535 โดยมีอุณหภูมิดินอยู่ในช่วง 25.5 ถึง 26.5 องศาเซนติเกรด ซึ่งมีความแปรเปลี่ยน 0.6 ในขณะที่อุณหภูมิมีความแปรเปลี่ยนประมาณ 4.7 องศาเซนติเกรด ซึ่งอุณหภูมิร้อนจัดสูงสุดที่ 29.2 องศาเซนติเกรด

บ้านพักอาศัยรองศาสตราจารย์ ผุสดี ทิพทัส ในเดือนพฤศจิกายน 2535 อุณหภูมิดินที่ความลึก 6 นิ้ว อยู่ในช่วง 24.23 ถึง 24.66 องศาเซนติเกรด ซึ่งมีความแปรเปลี่ยนอยู่ในช่วง 0.43 องศาเซนติเกรด ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกมีความแปรเปลี่ยนประมาณ 9.75 องศาเซนติเกรด และในช่วงร้อนจัดมีอุณหภูมิภายนอกสูงสุดที่ 32.7 องศาเซนติเกรด

บ้านพักอาศัยของคุณ นลินี จินดาวณิค ในเดือนมกราคม 2536 วัดอุณหภูมิดินที่ความลึก 8 นิ้ว มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 26.00 - 26.6 องศาเซนติเกรด ซึ่งมีความแปรเปลี่ยน 0.6 องศาเซนติเกรด ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกมีความแปรเปลี่ยน 9.71 องศาเซนติเกรด

จากกรณีดังกล่าวจะเห็นว่าอุณหภูมิดินนั้นค่อนข้างคงที่ และมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยเฉพาะในช่วงเวลาร้อนจัด

สถานภาพของปริมาณความร้อนจากอากาศที่ผ่านระบบท่อ

โดยปกติทั่วๆไป ความร้อนสามารถเข้าสู่ตัวอาคารได้หลายหนทาง ไม่ว่าจะเป็นการนำ การพา หรือการแผ่รังสี สำหรับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการระบายอากาศ หรืออากาศที่ผ่านระบบท่อเข้ามาในอาคารสามารถหาปริมาณความร้อนได้ดังนี้

$$Q = 1.08 * CFM * (T_o - T_i)$$

โดย

Q	=	ปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคารโดยการระบาย (BTU/Hr)
CFM	=	อัตราการไหลของอากาศ (ft^3/min.)
T_o-T_i	=	ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอก ($^\circ F$)
1.08	=	ค่าคงที่ซึ่งได้จากผลคูณระหว่างความหนาแน่นของอากาศกับ Sensible Heat ของอากาศ (BTU min./ft^3.F Hr)

จะเห็นว่า ปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารจากการระบายอากาศ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราการระบายอากาศ ลักษณะการใช้งาน และจำนวนผู้ที่อยู่อาศัย ส่วนความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในนั้น ถ้าสามารถทำให้อุณหภูมิภายนอกลดต่ำลง ปริมาณความร้อนที่เข้ามาในอาคาร ก็จะต่ำลงตามสัดส่วนความแตกต่างอุณหภูมิที่ลดลงจึงมีผลทำให้ภาวะการปรับอากาศต่ำลง