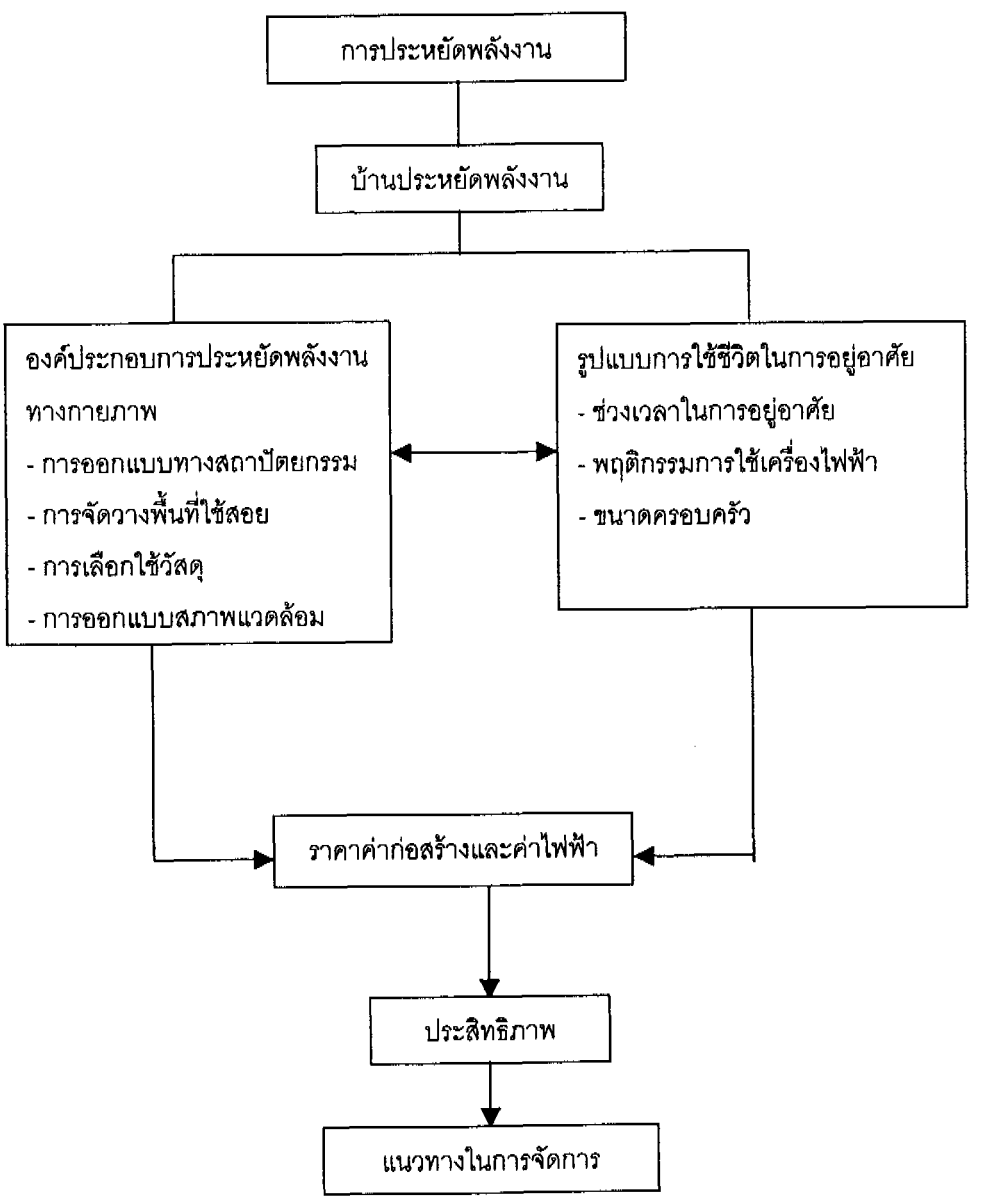
บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.1

กรอบความคิดเชิงทฤษฎี



จากภาพที่ 2.1 ขยายความโดยสรุปได้ดังนี้ ปัจจัยในการประหยัดพลังงานในบ้านพักอาศัยมีอยู่ 2 ปัจจัยหลัก ๆ คือ ลักษณะทางกายภาพของบ้านและรูปแบบการใช้ชีวิตในการอยู่อาศัย ลักษณะทางกายภาพที่ส่งผลต่อการประหยัดพลังงาน ได้แก่ การออกแบบทางสถาปัตยกรรม การจัดวางพื้นที่ใช้สอย และการเลือกวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างและสภาพแวดล้อมภายนอก ส่วนปัจจัยเกี่ยวกับรูปแบบการใช้ชีวิตในการอยู่อาศัย ได้แก่ ช่วงเวลาการอยู่อาศัย พฤติกรรมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า (จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า จำนวนเวลาในการใช้ กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ประสิทธิภาพการสิ้นเปลืองพลังงาน) และขนาดครอบครัว ดังนั้น การปรับปรุงบ้านพักอาศัยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ ตัวแปรในการตัดสินใจในการปรับปรุงของผู้พักอาศัย ได้แก่ ค่าก่อสร้างในการปรับปรุง และค่าไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อปรับปรุงแล้ว โดยสรุปขั้นตอนสุดท้ายเป็นแนวทางในการจัดการปรับปรุง

2.1 แนวคิดการประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงาน เป็นกระแสที่เลี่ยงไม่ได้ในเวลานี้ เนื่องจาก ราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น และกลายเป็นเรื่องใหญ่ระดับชาติที่ต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจของทุก ๆ คนให้ใช้พลังงานให้น้อยลง เพื่อเป็นการประหยัดเงินของชาติ และช่วยประหยัดเงินในกระเป๋าของทุก ๆ คนไปในตัวด้วย "บ้าน" ถือเป็นแหล่งใช้พลังงานที่สำคัญแห่งหนึ่ง ถ้าสามารถประหยัดพลังงานในบ้านได้ จะทำให้ประหยัดพลังงานของประเทศได้อีกมาก ผลที่ได้อีกทางหนึ่งจะช่วยให้บ้านอยู่เย็นสบายขึ้นด้วย การพัฒนาของบ้านประหยัดพลังงานในเมืองนั้นมีการทำกันอยู่บ้าง แต่เป็นการนำเสนอบ้านในลักษณะเป็นบ้านต้นแบบ คือ สำหรับการสร้างบ้านใหม่ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้น คือ บ้านมีราคาก่อสร้างที่ค่อนข้างแพง เนื่องจากเทคโนโลยีหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้ง เพื่อประหยัดพลังงานต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพงอย่าง เช่น solar cell เป็นต้น

บ้านพักอาศัยเป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานของมนุษย์ แต่บ้านหลายหลังถูกสร้างโดยไม่คำนึงถึงสภาพภูมิอากาศที่บ้านตั้งอยู่ และการใช้วัสดุไม่เหมาะสม รวมถึงการอยู่อาศัยอย่างไม่สอดคล้องกับเมืองร้อน ทำให้ต้องปรับอากาศภายในบ้าน ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน และทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น หนทางที่จะลดการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย คือ การปรับวิถีชีวิต พฤติกรรม และบ้านเรือนให้สามารถอยู่อาศัยได้สบาย โดยมีการใช้พลังงานน้อยที่สุด หรือหากต้องใช้พลังงานก็ใช้อย่างมีประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งสองแนวทางนั้นควรต้องทำควบคู่กันไป (วิรัช ปัณฑพรรธน์กุล, 2544)

บ้านแบบที่เน้นการพึ่งพาระบบธรรมชาติ (passive building) เป็นการออกแบบที่มีแนวความคิดในการประยุกต์ใช้ระบบธรรมชาติอย่างเต็มที่ โดยมีสภาพอากาศและบรรยากาศภายใน บ้านอยู่ในเขตสบายเกือบตลอดเวลา โดยไม่ต้องพึ่งพาระบบปรับอากาศ โดยคาดว่าอาคารรูปแบบนี้ จะเป็นบ้านพักอาศัยที่มีอาคารค่าก่อสร้างต่ำ และมีการใช้พลังงานน้อยมาก อีกทั้งยังเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยในชนบทที่ยังมีสภาพแวดล้อมที่ดี การนำเอาพลังงานธรรมชาติมาใช้ คือการออกแบบบ้านที่มีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม และนำเอาพลังงานธรรมชาติเข้ามาประสานกับระบบเครื่องกลแต่พอเหมาะ พลังงานธรรมชาติ ยกตัวอย่างเช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานจากลม พลังงานจากสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ เป็นต้น พลังงานจากแสงอาทิตย์ อาจแบ่งได้เป็น 2 อย่าง ได้แก่ ความร้อน และแสงสว่าง สำหรับบ้านความร้อนเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ ดังนั้น การออกแบบจำเป็นต้องหลบเลี่ยงความร้อนมิให้เข้าสู่บ้าน ส่วนในเรื่องของแสงสว่าง คือ เมืองไทยมีแสงสว่างมากอยู่ตลอดทั้งปี และมีความแรงจ้าที่รบกวนสายตา ดังนั้น การนำเอาแสงธรรมชาติเข้าสู่บ้าน ต้องเป็นแสงที่ไม่มีความร้อน ความจ้า และมีปริมาณที่พอเหมาะไม่มากจนเกินไป (มูลนิธิสถาบันประสิทธิภาพพลังงาน, 2543)

บ้านแบบมุ่งเน้นการออกแบบที่มีทั้งการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากปัจจัยธรรมชาติผสมผสานกับการใช้ระบบเครื่องกล (active building) โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานสูงสุดเป็นหลัก แนวคิดนี้ทำให้ได้อาคารที่สามารถควบคุมสภาวะภายในบ้านให้อยู่ในเขตสบายอยู่ตลอดเวลา และอุณหภูมิภายในบ้านคงที่ตลอดเวลาด้วยเครื่องปรับอากาศ แต่บ้านหลังนี้จะแตกต่างจากบ้านทั่วไปที่ใช้ระบบปรับอากาศทั่วไป (พงษ์พิสิฏฐ์ วิเศษกุล, 2543)

การรณรงค์ให้ประหยัดพลังงาน และลดการใช้พลังงานทุกคนควรมีส่วนร่วมไม่มากก็น้อย การปลูกจิตสำนึกในการประหยัดพลังงาน ควรเริ่มตั้งแต่ที่บ้าน สิ่งที่จำเป็นที่สุดของบ้านที่ก่อสร้างแล้วแต่มีความต้องการจะปรับปรุงเพื่อการประหยัดพลังงาน คือ การจัดการปรับปรุงอย่างไรให้เหมาะสมหรือกระทบต่อพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยน้อยสุดและคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด

2.2 องค์ประกอบทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย

แนวทางการประหยัดพลังงานสำหรับการออกแบบบ้านพักอาศัยในส่วนขององค์ประกอบทางกายภาพ (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2547) สามารถแบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. โครงสร้างหลัก โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมีมวลมากกว่าโครงสร้างเหล็กและไม้ ทำให้มีการสะสมความร้อนมากกว่า ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการยื่นชายคาหรือมีระแนงบังแสงอาทิตย์ที่มากระทบโดยตรง

2. โครงสร้างพื้นและวัสดุพื้น พื้นระเบียงและเฉลียงรอบบ้าน ควรเลือกใช้กรวดล้างหรือบล็อกหญ้าสนาม ซึ่งสามารถลดการสะท้อนความร้อนเข้าสู่บ้านได้

3. วัสดุผนัง ควรเลือกให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน เช่น คอนกรีตบล็อกเหมาะกับพื้นที่ที่มีการระบายอากาศ คอนกรีตมวลเบาเหมาะกับห้องที่มีการปรับอากาศ เป็นต้น

4. โครงสร้างหลังคา ความลาดเอียงไม่น้อยกว่าประมาณ 34 องศา และการเปิดช่องให้อากาศจะช่วยลดปริมาณความร้อนรวม ซึ่งช่วยลดการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาสู่ฝ้าเพดาน

5. วัสดุหลังคา ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ด้านราคา รูปลักษณ์ และคุณสมบัติทางกายภาพ

6. ฝ้าเพดาน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมด้านราคา รูปลักษณ์ และคุณสมบัติทางกายภาพ ฝ้าระแนงไม้สังเคราะห์ และกรุตาข่ายกันแมลง ตีเว้นร่อง 5 มิลลิเมตร สำหรับฝ้าชายคารอบอาคาร ช่วยลดความร้อน และการระบายอากาศของโครงหลังคาได้

7. ประตู และหน้าต่าง การใช้ลูกฟักกระจกเขียวตัดแสงสามารถลดการถ่ายเทความร้อน และการสะท้อนโดยตรงของแสง การเปิดช่องเปิดต่าง ๆ เพื่อการถ่ายเทระบายอากาศ และหน้าต่างระบายอากาศหน้าจั่วหลังคา

8. งานทาสี การเลือกความเข้มของสี จะช่วยสะท้อนรังสีความร้อนออกสู่ภายนอกอาคาร และในกรณีภายในจะสามารถกระจายแสงภายใน เพื่อเป็นการลดการใช้ปริมาณไฟฟ้า (ดังตารางที่ 2.1)

9. งานระบบไฟฟ้า การแยกระบบไฟฟ้าเพื่อสะดวกในการเปิด-ปิด ดวงโคมชนิดที่มีแผ่นช่วยสะท้อน และกระจายแสงเปรียบเทียบกับที่ไม่มีให้แสงสว่างเท่ากัน แต่กินไฟน้อยกว่า รวมถึงการเลือกอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพดี เช่น หลอดประหยัดไฟ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น

10. งานระบบปรับอากาศ เลือกเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเหมาะสมกับขนาดของห้อง และมีประสิทธิภาพในการประหยัดไฟ มีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

ตารางที่ 2.1

ค่าการสะท้อนรังสีความร้อน และค่าการสะท้อนแสงของสี

สี	ค่าการสะท้อนรังสีความร้อน%	ค่าการสะท้อนแสง%
ขาว	80-90	80-90
ครีม	65-75	65-75
เทา	21	35-50
น้ำตาล	15	8-12

ที่มา: สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2547.

2.3 ที่มาของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในบ้านพักอาศัย

ความร้อนในบ้านพักอาศัย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546) แบ่งตามลักษณะของแหล่งกำเนิด ได้ดังนี้

2.3.1 ความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายในอาคาร (Internal Heat Gain: Qi)

เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นจากผู้พักอาศัย และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ภายในบ้าน เช่น ความร้อนจากหลอดไฟฟ้า ตู้เย็น เป็นต้น

2.3.2 ความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายนอกอาคาร (External Heat Gain)

เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ ได้แก่

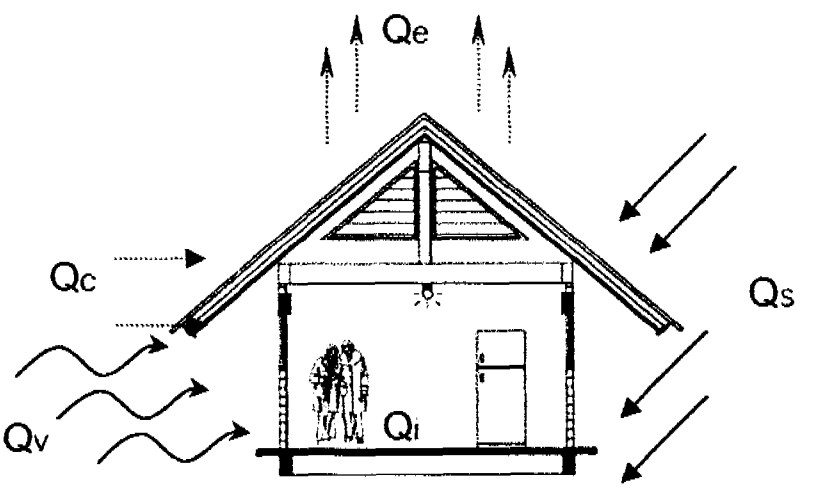
1. Conduction Heat Gain/ Loss: Qc การนำความร้อน ซึ่งเกิดได้จากทั้งการนำความร้อนเข้ามาภายในอาคารหรือการสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกโดยตัวนำความร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร โดยความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเสมอ

2. Solar Radiation: Qs การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ในกรณีของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรจะได้รับผลกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์เป็นอย่างมาก

3. Ventilation Heat Gain/ Loss: Qv ความร้อนที่มาจากการระบายอากาศ จะมีลักษณะคล้ายกับการนำความร้อน แต่มีตัวกลาง คือ อากาศในการพาความร้อน ซึ่งเกี่ยวกับทิศทางและความเร็วของกระแสลมด้วย

4. Evaporative Heat Loss: Qe การระเหยหรือความร้อนที่กลายเป็นไอ และขณะที่เกิดการระเหย จำเป็นต้องใช้พลังงานความร้อนในการเปลี่ยนสถานะ ทำให้สามารถช่วยลดความร้อนบริเวณนั้นได้

ภาพที่ 2.2
ความร้อนเข้าที่เข้าสู่บ้านพักอาศัย



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546, น. 2-4.

2.4 การเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน

ในการออกแบบหรือเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546, น. 2-10) ในส่วนที่เป็นเปลือกอาคารต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานภายในอาคาร เพราะการควบคุมสภาวะภายในอาคาร โดยการใช้เครื่องปรับอากาศหรือใช้ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณา

ส่วนที่มีระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในจะมีความสัมพันธ์กับสภาวะภายนอกมาก จำเป็นต้องเข้าใจถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นกับอาคารช่วงต่าง ๆ

เมื่อเลือกใช้วัสดุต่างชนิดกัน เพราะว่าวัสดุผนังที่มีมวลสารต่างกันนั้น จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในอาคารในแต่ละช่วงเวลา ถ้าเป็นวัสดุที่มีมวลมาก เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน ผนังคอนกรีต เป็นต้น ทำให้อุณหภูมิภายในมีการเปลี่ยนแปลงไม่รุนแรง เมื่อเปรียบเทียบกับผนังที่มีมวลสารน้อย เพราะมวลสารของผนังทำหน้าที่สะสมความร้อนไว้ในช่วงเวลาหนึ่งก่อนกระจายภายในอาคาร ดังนั้น ลักษณะของผนังหรือเปลือกอาคารที่เหมาะสมกับการใช้งานในส่วนที่ไม่มีการปรับอากาศ คือ

1. มีความหนาหรือมีมวลสารมาก
2. สามารถป้องกันความร้อนได้ดี (มีค่าการต้านทานความร้อน R-value สูง)
3. มีช่วงการหน่วงเวลาในการส่งผ่านความร้อนกว้าง
4. ไม่ดูดซับความร้อนและความชื้น
5. มีความจุความร้อนต่ำ (thermal capacity)

เนื่องจากภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครมีอุณหภูมิสูงเกือบตลอดทั้งปี ทำให้เกิดปัญหาสำคัญอย่างหนึ่ง คือ มีความร้อนปริมาณมากเข้ามาภายในอาคาร การนำเอาความเย็นในช่วงเวลากลางคืนมาใช้ในช่วงเวลากลางวัน โดยอาศัยการหน่วงเวลาของวัสดุนั้น ทำได้ยากมาก เพราะความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืนมีไม่มากพอ ดังนั้น การลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารให้มีปริมาณน้อยที่สุด จึงเป็นการช่วยการปรับสภาวะภายในอาคารที่ดีที่สุด

2.5 การป้องกันความร้อนทางหลังคา

หลังคาเป็นพื้นที่ที่มีการรับความร้อนโดยตรงสูงสุดของอาคาร (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546, น. 2-11) เนื่องจากเป็นส่วนที่อยู่บนสุดของอาคารทำหน้าที่ป้องกันแสงอาทิตย์ให้แก่อาคารทั้งหลัง หลังคาที่มีสีเข้ม เช่น สีน้ำตาลแดง สีน้ำเงินเข้ม เป็นต้น อาจมีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงถึง 60 องศาเซลเซียสในช่วงที่มีแดดจัด ซึ่งการป้องกันความร้อนบริเวณหลังคาที่เหมาะสม อาจจะทำได้โดย

การตัดแบ่งพื้นที่ใต้หลังคา และส่วนภายในอาคารด้วยฉนวนกันความร้อน การตัดแบ่งพื้นที่ระหว่างพื้นที่ใต้หลังคาที่มีความร้อนสูง และส่วนภายในอาคารที่ต้องการให้มีความร้อนแพร่ผ่านเข้ามาน้อยที่สุด จำเป็นต้องใช้วัสดุฉนวนที่มีความสามารถในการป้องกันความร้อนสูงมาก สำหรับประเทศไทย และต้องมีการเลือกใช้ระบบฝ้าเพดานที่มีรอยรั่วน้อยที่สุด เพื่อป้องกันการ

รั่วซึมจากอากาศร้อนในส่วนพื้นที่บริเวณใต้หลังคาที่มีความร้อนสูงให้แพร่เข้ามาน้อยที่สุด ถ้าประมาณว่าขอบเขตสูงสุดของเขตสบายอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส ตามแผนภูมิไบโอไคลเมติก ส่วนอุณหภูมิพื้นที่ใต้เพดานอยู่ที่ประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส ในช่วงที่มีความร้อนสูง (ค่าอุณหภูมิใต้หลังคานี้เป็นค่าประมาณกับหลังคาประเภทมวลสาร เช่น หลังคากระเบื้องต่าง ๆ เป็นต้น ค่านี้อาจสูงมากขึ้นถ้าเป็นหลังคาที่มีมวลน้อยและบาง เช่นหลังคาเหล็ก หลังคาสังกะสี เป็นต้น) พบว่า ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในที่ต้องการ และค่าอุณหภูมิใต้ฝ้าเพดานมีความแตกต่างประมาณ 13-18 องศาเซลเซียส เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับฉนวนที่มีค่าความต้านทานความร้อนแตกต่างกัน จะมีการถ่ายเทความร้อนดังนี้

ค่าการต้านทานความร้อน หรือค่า "R-value" เป็นค่าที่บอกถึงอัตราส่วนระหว่างความหนาของวัสดุตามแนวที่ความร้อนไหลผ่าน และความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุ กรณีที่วัสดุซ้อนกันหลายชั้น ค่าความต้านทานความร้อนรวมจะเท่ากับผลบวกของค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุที่กำหนดแต่ละชั้นรวมกัน และค่าการต้านทานความร้อนมีความสัมพันธ์กับค่าการนำความร้อนแบบเป็นส่วนกลับกัน

ค่าการต้านทานความร้อน หรือค่า "R-value" สามารถคำนวณได้จาก

$$R = 1/C = \Delta X / K$$

เมื่อ R = ค่าการต้านทานความร้อน (resistivity) หน่วย $m^2K/watt$ หรือ $ft^2.h.^\circ F/Btu$

C = ค่าความจุความร้อน (thermal capacity) หน่วย $Watt/m^2K$ หรือ J/kg.K

ΔX = ความหนาของวัสดุที่นำมาพิจารณา

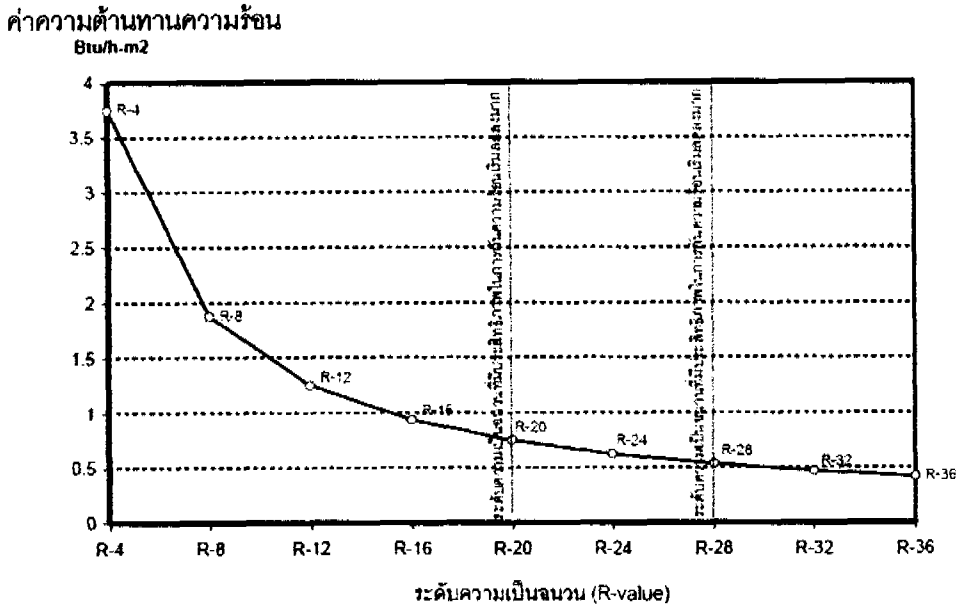
K = ค่าการนำความร้อน (conductivity) หน่วย Watt/m.K หรือ $Btu/h.ft^2.^\circ F$

การนำความร้อน หรือค่า "K-value" สามารถบอกถึงความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุเพียงชนิดเดียว โดยวัดค่าในรูปของอัตราปริมาณความร้อนไหลต่อหน่วยเวลาจากจุดระยะทางหนึ่งถึงอีกจุดหนึ่งที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันต่อหน่วยพื้นที่หน้าตัดที่ไหลผ่าน และหน่วยวัดอุณหภูมิวัดเป็น W/m.K หรือ $W/m^\circ C$ โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดแตกต่างกันมาก เพื่อให้เกิดความง่ายต่อความเข้าใจ (ดังตารางที่ 2.2)

แต่ในการศึกษาการถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคารจริง การคิดค่าการนำความร้อนของเปลือกอาคารย่อมแตกต่างกันไปตามความหนา และกลุ่มวัสดุที่ประกอบเป็นผนังแต่ละชั้น รวมถึงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฟิล์มอากาศทั้งภายนอกและภายในอาคารด้วย ในการศึกษาค่าการนำความร้อนรวมของวัสดุเปลือกอาคารจึงจำเป็นต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมเข้ามาใช้ในการคำนวณ

ภาพที่ 2.3

ระดับความเป็นฉนวนกับค่าความต้านทานความร้อน



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2547, น. 2-12.

การนำความร้อน หรือค่า "K-value" สามารถบอกถึงความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุเพียงชนิดเดียว โดยวัดค่าในรูปของอัตราปริมาณความร้อนไหลต่อหน่วยเวลาจากจุดระยะทางหนึ่งถึงอีกจุดหนึ่งที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันต่อหน่วยพื้นที่หน้าตัดที่ไหลผ่าน และหน่วยวัดอุณหภูมิวัดเป็น W/m.K หรือ W/m°C โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดแตกต่างกันมาก เพื่อให้เกิดความง่ายต่อความเข้าใจ (ดังตารางที่ 2.2)

แต่ในการศึกษาการถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคารจริง การคิดค่าการนำความร้อนของเปลือกอาคารย่อมแตกต่างกันไปตามความหนา และกลุ่มวัสดุที่ประกอบเป็นผนังแต่ละชั้น รวมถึงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของฟิล์มอากาศทั้งภายนอกและภายในอาคารด้วย ในการศึกษาค่าการนำความร้อนรวมของวัสดุเปลือกอาคารจึงจำเป็นต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวม เข้ามาใช้ในการคำนวณ

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) ค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อน คือ ส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวม ($W/m^2.C$) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$U = \frac{1}{RT}$$

ตารางที่ 2.2

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) และความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ

วัสดุ	ความหนาแน่น ($kg.m^{-3}$)	ค่า k ($W.m^{-1}.C^{-1}$)
1. แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	1,860	0.198
2. แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสตอส	720	0.108
3. วัสดุมุมหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลท์	2,240	1.226
4. อิฐ		
1) แห้งและฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสด	1,760	0.807
2) ความชื้น 6%	1,872	1.211
3) ผนัง (ไม่ฉาบปูน)		1.154
5. คอนกรีต	2,400	1.442
6. คอนกรีตชนิดเบา	960	0.303
7. แผ่นไม้ก๊อก	144	0.042
8. แผ่นไฟเบอร์ (fiber board)	264	0.052
9. ไฟเบอร์กลาส (ใยแก้ว)		
1) แบบม้วน (blanket)	10-24	0.038
2) แบบแผ่น (rigid board)	32-48	0.033
3) แบบท่อสำเร็จ (rigid pipe sections)	56-80	0.038
10. แผ่นกระจก		
11. ใยแก้ว สานเป็นแผ่นหรือสอดไส้อยู่	2,512	1.053
ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	32	0.035
12. แผ่นยิบซั่ม		
13. แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด	880	0.191
1) ปานกลาง	640	0.123
14. โลหะ		
1) โลหะผสมอลูมิเนียม แบบธรรมดา	2,672	211.000
2) ทองแดง ที่มีขายเชิงพานิชย์	8,784	385.000
3) เหล็กกล้า	7,840	47.600

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

วัสดุ	ความหนาแน่น ($kg.m^{-3}$)	ค่า k ($W.m^{-1}.C^{-1}$)
15. ใยแร่ อัดแน่นเป็นแผ่น	32-104	0.035
16. วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว		
1) ยิบซั่ม	880	0.191
2) ปูนฉาบ		
(1) น้ำหนักเบา	300	0.036
(2) น้ำหนักปานกลาง	1,104	0.274
3) เพอร์ไลท์	616	0.115
4) ปูนผสมทราย	1,568	0.533
5) เวอร์มิคูไลท์	640-960	0.303
17. โพลีสไตรีน แบบขยายตัว	16	0.035
18. โพรียูรีเทน โฟม	24	0.024
19. วัสดุทำพื้น PVC	1,360	0.173
20. ดินอัดหลวม (ร่วนซุย) ความชื้น 1%	1,200	0.375
21. หิน		
1) ทราย	2,000	1.298
2) แกรนิต	2,640	2.927
3) หินอ่อน	2,640	1.298
22. กระเบื้อง หลังคา	1,890	0.836
23. ไม้		
1) ไม้เนื้ออ่อน	608	0.125
2) ไม้เนื้อแข็ง	720	0.138
3) ไม้อัด	528	0.138

ที่มา: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, 2536, น. 56.

2.6 ระบบวัสดุกรอบอาคาร

ระบบของวัสดุกรอบอาคารที่ใช้กันอยู่ทั่วไป (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546, น. 2-14) แบ่งตามวัสดุผนังและหลังคา ดังนี้

2.6.1 วัสดุผนัง แบ่งออกเป็น

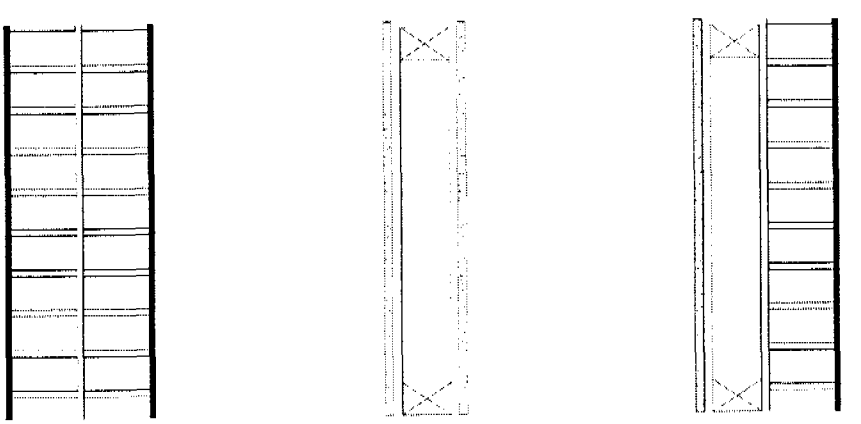
1. ผนังที่เป็นมวลสาร หมายถึง ผนังที่มีมวลสารยึดติดกันทั่วทั้งผนัง โดยการก่อหรือการหล่อเข้าด้วยกัน เช่น ผนังก่ออิฐมอญ ผนังก่ออิฐบล็อก ผนังก่อคอนกรีตมวลเบา ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น

2. ผนังที่เป็นโครงเคร่า หมายถึง ผนังที่มีโครงเคร่าเป็นโครงสร้างของผนัง และบุแผ่นวัสดุปิดผิวด้านนอกและด้านใน วัสดุที่ใช้เป็นโครงเคร่า เช่น เหล็ก เหล็กชุบอลูมิเนียม ไม้ เป็นต้น ส่วนวัสดุปิดผิวที่ใช้กันทั่วไปตามความเหมาะสมในการใช้งาน ได้แก่ แผ่นไม้สังเคราะห์ แผ่นยิบซั่มบอร์ด แผ่นกระเบื้องใยหิน และแผ่นไฟเบอร์บอร์ด

3. ผนังประกอบ หมายถึง ผนังที่ประกอบด้วยผนังมวลสาร และผนังโครงเคร่าเข้าด้วยกัน รวมถึงการบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดต่าง ๆ ระหว่างโครงเคร่าด้วย

ภาพที่ 2.4

วัสดุผนังที่เป็นมวลสาร ผนังโคร่งเคร่า และผนังประกอบ



ก) ข) ค)

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546, น. 2-14.

2.6.2 <u>วัสดุหลังคา</u>

หลังคาเป็นส่วนหนึ่งของอาคารที่สำคัญ ซึ่งช่วยป้องกันอาคารจากสภาพแวดล้อมภายนอก เพราะหลังคาเป็นกรอบอาคารที่ต้องรับความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาจากดวงอาทิตย์โดยตรง วัสดุหลังคาที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน ได้แก่

1. วัสดุมุงหลังคา หมายถึง วัสดุที่ใช้มุงหลังคาของอาคารเป็นส่วนที่รองรับการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง ประเภทวัสดุมุงหลังคาที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ได้แก่ กระเบื้องซีเมนต์ไยหิน กระเบื้องคอนกรีต กระเบื้องเซรามิค แผ่นหลังคาแอสฟัลท์ และแผ่นหลังคาโลหะ

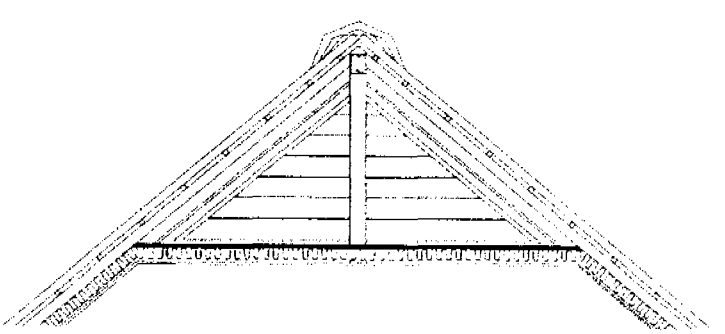
2. ฉนวนกันความร้อน ฉนวนกันความร้อนที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ฉนวนกันความร้อนแบบมีมวล หมายถึง วัสดุที่ใช้ป้องกันความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุ โดยอาศัยความเป็นฉนวนของวัสดุที่มีคุณสมบัติการต้านทานความร้อนที่สูงของตัววัสดุเอง วัสดุส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเส้นใย มีโพรง หรือช่องกลาง เช่น ฉนวนใยแก้ว (fiber glass) ฉนวนใยหิน (rock fiber) ฉนวนใยเซลลูโลส (cellulose fiber) โฟมโพลีสไตรีน (Polystyrene Foam: PS) โฟมโพลียูรีเทน (Polyurethane Foam: PU) และโฟมโพลีเอทธีลีน (Polyethylene Foam: PE)

2) ฉนวนแบบสะท้อนความร้อน (reflective sheet) หมายถึง วัสดุที่ใช้ป้องกันความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุ เพื่อลดพลังงานความร้อนไม่ให้ถูกดูดซับ และทะลุผ่านเข้าไปในวัสดุ เพื่อลดค่าพลังงานความร้อนไม่ให้ดูดซับ และทะลุผ่านเข้าไปในวัสดุ ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง หรือมีผิวที่มีการสะท้อนสูง เช่น แผ่นอลูมินั่มฟอยล์ (aluminum foil sheet) เซรามิคโค้ทติ้ง (ceramic coating) เป็นต้น

ภาพที่ 2.5

วัสดุมุงหลังคา และฉนวนกันความร้อนบริเวณหลังคา



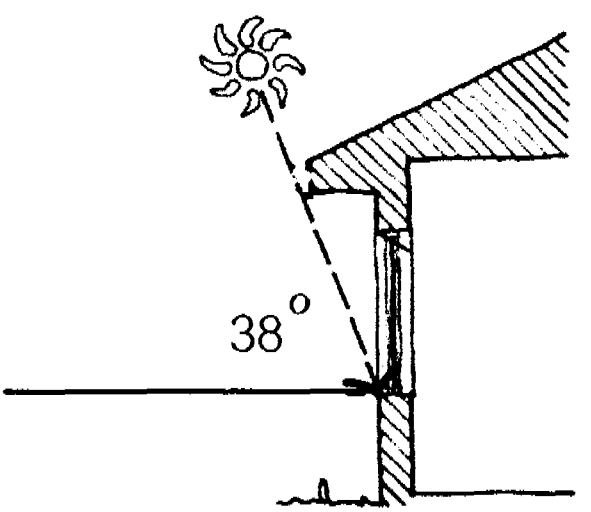
ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546, น. 2-15.

2.7 ทิศทางของแดดที่กระทำต่ออาคารและการป้องกันแสงแดด

การบังแดดให้กับอาคาร สิ่งแรกที่ควรคำนึง คือ การบังแดดให้กับช่องเปิดที่เป็นกระจก เนื่องจากช่องเปิดเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ความร้อนเข้าสู่อาคาร นอกจากนี้ ควรคำนึงการบังแดดให้กับผนังอาคารด้วย เนื่องจาก ความร้อนที่สะสมไว้ภายในผนังอาคารสามารถถ่ายเทเข้าสู่อาคาร ทำให้เกิดความร้อนได้เช่นเดียวกัน

การพิจารณาศักยภาพในการบังแดดของชายคา ระเบียง และอุปกรณ์บังแดด ขึ้นอยู่กับการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ และลักษณะการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ในวันที่ 21 มีนาคม ดวงอาทิตย์จะอยู่ตรงเส้นศูนย์สูตรพอดี และจะโคจรอ้อมขึ้นไปทางทิศเหนือจนกระทั่งไปอยู่ทางเหนือมากที่สุดในวันที่ 21 มิถุนายน หลังจากนั้น จะโคจรกลับลงมายังเส้นศูนย์สูตรอีกครั้งในวันที่ 21 กรกฎาคม และโคจรอ้อมลงไปทางทิศใต้ จนไปใต้สุดในวันที่ 21 ธันวาคม และพิจารณาถึงความต้องการให้มีบังแดดให้กับอาคาร โดยในช่วงสายถึงบ่าย เวลา 10:00-14:00 น. เป็นช่วงที่มีแดดค่อนข้างแรง

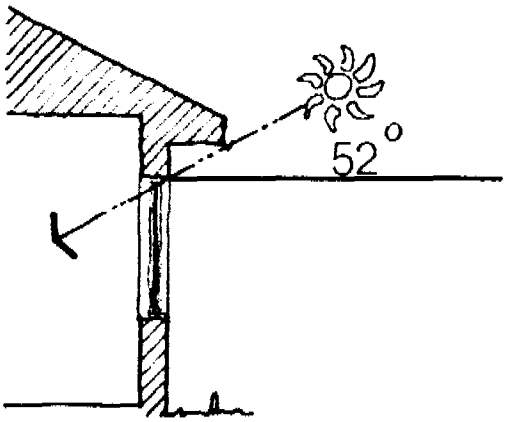
ภาพที่ 2.6
หน้าร้อนแดดอ้อมเหนือ วันที่ 21 มิถุนายน มุม 38 องศา



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546.

ภาพที่ 2.7

หน้าหนาวแดดอ้อมใต้ วันที่ 21 ธันวาคม มุม 52 องศา



ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546.

การป้องกันควบคุมแสงแดดที่ส่องกระทบอาคารเป็นสิ่งที่สำคัญในการออกแบบอาคารที่ประหยัดพลังงาน กรอบอาคารเป็นส่วนที่ต้องการการบังแดด เพื่อลดความร้อนที่ผ่านเข้ามาในอาคาร ซึ่งสามารถจำแนกบริเวณส่วนประกอบของอาคารที่รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง ได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.7.1. <u>การบังแดดบริเวณหลังคา</u>

หลังคาเป็นส่วนบนสุดของอาคารที่จะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง 50% ของความร้อนที่เข้ามาในอาคารชั้นบนจะมาทางหลังคา (ตรึงใจ บูรณสมภพ, 2539, น. 103) การปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ที่แผ่กิ่งก้านในแนวกว้างในตำแหน่งที่ถูกต้องเหมาะสมตามทิศทางแสงแดดจะช่วยให้ร่มเงาแก่หลังคาได้ดี

การเลือกปลูกต้นไม้ยืนต้นที่มีรูปทรงแผ่กว้างขนานใหญ่ ขนาดทรงพุ่ม 20 เมตร พื้นที่ใต้พุ่มสูง 8 เมตร จัดเป็นกลุ่มโดยให้เกิดเป็นเพดานพุ่มขนาดใหญ่ และพื้นที่ใต้พุ่มมากพอที่จะไม่ขวางทางลมและระบายความร้อนออกได้สะดวก ระยะห่างจากอาคารที่ยังได้รับอิทธิพลความเย็นจากต้นไม้ในช่วงที่ลมสงบ อยู่ในระยะไม่เกิน 5 เมตร (ประวีวรรณ อมรพงศ์, 2544, น. 1)

ในการป้องกันแสงแดดให้แก่ส่วนต่าง ๆ ของอาคารนั้น เบื้องต้นตรวจสอบในแผนภาพที่แสดงเขตความสบายและเวลาที่มีความร้อนมากเกินขีดความสบาย ซึ่งต้องหาทางบังแดดสำหรับประเทศไทยโดยเฉพาะกรุงเทพมหานคร เมื่อดูจากแผนภาพแสดงเขตความสบาย (comfort zone) จะเห็นว่าต้องการการกันแดดตลอดปี

2.7.2 การป้องกันความร้อนบริเวณหน้าต่าง

การใช้หน้าต่างเพื่อการประหยัดพลังงาน กระจกที่ติดฟิลม์กรองแสงหรือกระจกที่บังเงาได้ จะช่วยให้บ้านเย็นลง ทิศเหนือ ทิศตะวันตก และทิศตะวันออกควรมีหน้าต่างที่บังเงาได้ และถ้าให้ดีควรมีม่าน (blind) หรือเป็นลักษณะของบานเกล็ด (shutter) ทิศเหนือควรมีหน้าต่างที่บังแสงได้อย่างเหมาะสม เป็นแบบมีชายคา (eave) หรือมีตารางไม้บังเงา (pergola) ทำให้แสงแดดเข้าได้ในฤดูหนาวและก็ยังบังเงาได้ในฤดูร้อน

ความร้อนเข้าสู่อาคารสามารถลดลงครึ่งหนึ่งได้ โดยการใช้กระจกสองชั้น (double glaze) หรือการใช้ม่านช่วย (drape or blind) (เกื้ออนันต์ เตชะโต, 2543)

2.8 ปัจจัยสภาวะน่าสบาย

ธนิต จินดาวณิค (2544) กล่าวในหนังสือสถาปัตยกรรมไทยกับการปรับเย็นตามธรรมชาติ สรุปความได้ว่า ในการออกแบบอาคารให้ปรับเย็นด้วยวิธีธรรมชาติ ผู้ออกแบบต้องทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย อุณหภูมิอากาศไม่ได้เป็นปัจจัยเดียวที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย แต่ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย ประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน (Mean Radiant Temperature: MRT) และความเร็วลม ผู้ออกแบบอาคารต้องออกแบบจัดการควบคุมปัจจัยทั้งสี่นี้ เพื่อทำให้ผู้พักอาศัยรู้สึกสบาย

ระบบเครื่องปรับอากาศเย็นทั่วไปสามารถควบคุมจัดการปัจจัยทางสภาพแวดล้อมได้เพียงแค่สามปัจจัยคือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม แต่อุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนนั้น เครื่องปรับอากาศทั่วไปไม่สามารถควบคุมได้ ในการปรับความเย็นด้วยวิธีธรรมชาติผู้ออกแบบสามารถควบคุมปัจจัยได้เพียงสามปัจจัย คือ อุณหภูมิอากาศ ความเร็วลม และอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์นั้นในสภาพอากาศร้อนชื้นการควบคุมด้วยวิธีธรรมชาติ (ไม่ใช้เครื่องกล) แทบจะเป็นไปไม่ได้เลย

อุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนมีผลต่อความรู้สึกร้อนหนาวมากกว่าอุณหภูมิอากาศถึง 40% ระบบเครื่องปรับอากาศไม่สามารถควบคุมจัดการกับอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนได้ ถ้าผู้ออกแบบอาคารละเลยต่ออุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน และปล่อยให้พื้นผิวภายในห้องมีอุณหภูมิสูงผล คือ ถ้าเป็นอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศจะต้องปรับอุณหภูมิอากาศให้ต่ำลงกว่าปกติ เพื่อให้ผู้พักอาศัยยังรู้สึกสบายไม่ร้อน และถ้าเป็นอาคารที่ใช้ระบบธรรมชาติ พบว่า สภาพภายในนั้นร้อนตลอดเวลา และร้อนกว่าอยู่ภายนอก ทั้ง ๆ ที่มีลมพัด และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารไม่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกเลย

ธนิต จินดาวณิค (2544, น. 56-70) กล่าวสรุปเกี่ยวกับเรื่องสภาพอากาศไว้ในหนังสือ "สถาปัตยกรรมไทยกับการปรับเย็นตามธรรมชาติ" ความว่า ในช่วงกลางวันที่อากาศร้อนจัด สภาพอุณหภูมิอากาศของ microclimate ที่ดีนั้น จะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปได้ถึง 3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศใต้พืชคลุมดินต่ำกว่า 4.4 องศาเซลเซียส เนื่องจาก การคายน้ำของพืชในระหว่างช่วงกลางวันและกลางคืน มีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยของ microclimate สามารถต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกทั่วไป 1.5 และ 0.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

2.9 มวลสารอาคาร

อาคารที่มีมวลสารมาก ๆ จะมีผลกระทบต่ออุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนและอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ผนังอิฐที่หนามาก จะมีค่าความต้านทานความร้อนที่สูงด้วย ดังนั้น ค่าอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน และอุณหภูมิอากาศภายในอาคารดังกล่าวในช่วงเวลากลางวันจะต่ำกว่าหรือเย็นกว่าอากาศภายนอก ทั้งนี้ อากาศมีความจุความร้อนจำเพาะน้อยกว่ามวลสารอาคารมาก ดังนั้น ในช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิอากาศจะลดต่ำลงได้เร็วกว่ามวลอาคาร และพลังงานความร้อนที่สะสมในมวลสารอาคารระหว่างช่วงเวลากลางวันจะคายเข้ามาในอาคาร ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในร้อนกว่าภายนอก อาคารดังกล่าวจะมีสภาพภายในอาคารที่เย็นกว่าภายนอกในช่วงเวลากลางวัน ส่วนในช่วงเวลากลางคืนภายในจะร้อนกว่าภายนอกอาคาร

2.10 แหล่งความเย็นจากพื้นดิน

ตรึงใจ บูรณสมภพ (2521, น. 60-62) กล่าวสรุปเกี่ยวกับเรื่องแหล่งความเย็นจากพื้นดินไว้ในหนังสือการออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย พื้นดินมีผลต่อการขึ้นลงของอุณหภูมิ ที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน และสภาวะน่าสบายกับอาคารที่สัมผัสดิน ตามทฤษฎีอุณหภูมิดินที่ลึกมาก ๆ ตลอดทั้งปีจะมีค่าคงที่ และเท่ากับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยทั้งปี ส่วนอุณหภูมิดินที่ตื้นขึ้นมาจะแปรเปลี่ยนเล็กน้อย ขึ้นกับฤดูกาล สภาพพื้นผิว และสิ่งปกคลุมผิวดิน อุณหภูมิดินค่อนข้างคงที่ เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ ซึ่งขึ้นลงในช่วงกลางวันและกลางคืน เนื่องจาก ดินมีปริมาณความจุความร้อนอันมหาศาล จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า อุณหภูมิดินในกรุงเทพมหานคร จะมีค่าระหว่าง 24.5-26.5 องศาเซลเซียสขึ้นกับสภาพแวดล้อม และแปรผัน

ไม่มากกว่า 0.6 องศาเซลเซียสภายใน 24 ชั่วโมง ในขณะที่อุณหภูมิอากาศสามารถแปรผันมากถึง 10 องศาเซลเซียส ในวันหนึ่งระหว่างกลางวันอุณหภูมิพื้นดินต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ และต่ำกว่าอุณหภูมิผิวหนังของร่างกายคนเรา พื้นดินจึงเป็นเสมือนแหล่งความเย็น พื้นดินมีผลต่อปัจจัยสภาวะน่าสบายสองปัจจัย คือ อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน พื้นอาคารที่สัมผัสดินและวัสดุที่นำความร้อนที่ดีสามารถดูดซับความร้อนภายในอาคาร ทำให้อุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อน และอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ภายในอาคารจึงเย็นกว่าภายนอก ผู้พักอาศัยสูญเสียความร้อนจากร่างกาย โดยการนำและการแผ่รังสีไปยังพื้นที่เย็นกว่าของอาคาร

2.11 แนวทางประหยัดพลังงานภายในบ้าน

จากวารสารประสิทธิภาพพลังงาน (วิรัช ปัณฑพรรธน์กุล, 2544) สรุปแนวทางในการประหยัดพลังงานในบ้านโดยแบ่งเป็น 3 กรณี ดังนี้

2.11.1 บ้านที่ออกแบบใหม่ยังไม่ได้ก่อสร้าง

การประหยัดพลังงานสามารถทำได้มากที่สุด เพราะสามารถนำทุกวิธีมาประยุกต์ใช้ในการก่อสร้างบ้านประหยัดพลังงาน ข้อจำกัดที่สำคัญ คือ งบประมาณในการก่อสร้าง เนื่องจากวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมีราคาสูงกว่าวัสดุทั่วไป แนวทางการประหยัดพลังงานต้องเริ่มต้นตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ ในกรณีนี้มีความจำเป็นต้องปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญหรือสถาปนิก มีประสิทธิภาพ โดยใช้ร่วมกับพฤติกรรมการใช้พลังงานอย่างประหยัดของผู้อยู่อาศัยภายในบ้านนั้นด้วย

2.11.2 บ้านที่สร้างแล้วแต่มีความต้องการปรับปรุงซ่อมแซม

การปรับปรุงบ้านในกรณีนี้ สามารถปรับปรุงในส่วนที่เป็นเปลือกของอาคาร และส่วนที่ไม่กระทบกับโครงสร้างของอาคารหรือกระทบน้อยที่สุด รวมทั้ง จำเป็นต้องอาศัยพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยเข้าช่วยร่วมกับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงส่วนต่าง ๆ ของบ้าน

2.11.3 บ้านเดิมที่ต้องการลดการใช้พลังงาน

การประหยัดพลังงานในกรณีนี้ ทำได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น แต่เป็นการใช้งบประมาณต่ำที่สุดในการเริ่มการประหยัดพลังงานภายในบ้าน ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสมกับบ้านส่วนใหญ่ที่ต้องการประหยัดพลังงาน เพราะไม่มีการเปลี่ยนแปลงบ้านหรือสร้างบ้านใหม่อยู่บ่อยครั้งนัก การลดการใช้พลังงานในบ้านมีมากมายหลายวิธี ถึงแม้จะไม่มีประสิทธิภาพสูง เมื่อเปรียบเทียบกับบ้านที่มีการออกแบบให้มีการประหยัดพลังงานตั้งแต่แรก

ด้วยความจริงที่ว่าหากต้องการประหยัดพลังงานแล้ว ไม่สามารถทุบบ้านเดิมทิ้ง เพื่อสร้างบ้านหลังใหม่ทันที สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ความเหมาะสม หากสามารถประหยัดพลังงานได้เพิ่มขึ้น แต่กลับต้องเสียงบประมาณจนเกินความจำเป็นคงไม่เป็นประโยชน์เท่าไหร่นัก การใช้วัสดุที่มีประสิทธิภาพสูงในการประหยัดพลังงานไม่สามารถประหยัดงบประมาณได้ ถึงแม้ว่าจะมีการวิเคราะห์ประเมินหาความคุ้มทุนแล้วก็ตาม เพราะวัสดุบางชนิดอาจมีอายุการใช้งานต่ำหรือบางครั้งวัสดุนั้นมีประสิทธิภาพเสื่อมถอยลง ส่วนการประหยัดพลังงานสำหรับบ้านหลังเดิมมีความจำเป็นที่ต้องพึ่งพาอาศัยพฤติกรรมในการประหยัดพลังงานร่วมด้วยมากเป็นพิเศษควบคู่กับวิธีการประหยัดวิธีอื่น ๆ

2.12 ลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร

ข้อมูลจากการไฟฟ้านครหลวง พ.ศ. 2544 พบว่า สัดส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการปรับอากาศมีค่าสูงถึงร้อยละ 50-70 ของค่าไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารทั้งหมด ขึ้นอยู่กับขนาด รูปแบบ และประเภทของอาคารเป็นสำคัญ ความร้อนที่ผ่านเข้ามาภายในอาคารมาจาก 5 แหล่งด้วยกัน คือ ความร้อนที่ผ่านผนังเข้ามา (57%) ระบบแสงสว่าง (23%) คนที่อยู่ในอาคาร (9%) อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในอาคาร (7%) และลมความร้อนที่รั่วเข้าไปในอาคาร (5%) สาเหตุของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารมาจากภายนอกมากกว่าที่เกิดขึ้นภายในอาคาร การลดความร้อนรวมลงได้ ต้องมาจากการมีการป้องกันความร้อนที่ดีจากกรอบอาคาร วัสดุที่ใช้เป็นฉนวนร่วมกับผนังของวัสดุเดิมภายในอาคารที่มีระบบปรับอากาศ เป็นการลดภาระความเย็น (cooling load) อย่างมาก เพราะการที่เครื่องปรับอากาศทำให้อุณหภูมิลดลง 1°C จะเสียค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณ 10% (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2542) ความร้อนจะสะสมอยู่ภายในอาคาร รวมถึงวัสดุภายในอาคาร จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของวัสดุที่จะนำไปใช้งานของแต่ละพื้นที่

จุลละพงศ์ จุลละโพธ์ และคณะ (2539) ได้ทำการศึกษา เรื่อง สมรรถนะเชิงความร้อนของบ้านจัดสรร 3 แบบ ได้แก่ บ้านเดี่ยวชั้นเดียว บ้านเดี่ยวสองชั้น และทาวเฮาส์ มาตราการปรับปรุง พบว่า บ้านทั้ง 3 แบบ มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง สูงเกินมาตราฐานที่กำหนดในกฎกระทรวง กล่าวคือ ประมาณ 51-53 วัตต์/ตารางเมตร สามารถสรุปได้ว่า บ้านจัดสรรที่สร้างกันอยู่ทั่วไป มีสมรรถนะในการป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ต่ำ ทำให้ผู้พักอาศัยภายในบ้านรู้สึกร้อน และต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการปรับสภาวะอากาศภายในบ้านให้เย็นสบาย แสดงว่า การออกแบบผนังบ้าน โดยการใช้วัสดุที่นิยมกันอยู่ คือ "อิฐมอญ" ไม่ใช่รูปแบบการก่อสร้างที่ดีตามเหตุผลข้างต้น (สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศ, 2539)

การปรับปรุงผนังอาคารเดิมที่มีการใช้งานในสภาพจริงมีอยู่ 2 แนวทาง คือ การติดตั้งภายในอาคารเก่า และการติดตั้งภายนอก เมื่อศึกษาผลดีและผลเสียแล้ว การติดตั้งภายในมีข้อได้เปรียบในเรื่องราคา แต่ค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมสถานที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการรื้อถอนหรือค่าขนย้าน และรบกวนต่อผู้ใช้สอยภายในอาคาร ดังนั้น จึงมีความเหมาะสมที่จะเลือกการติดตั้งภายนอกมากกว่า เพราะการติดตั้งภายนอกประสิทธิภาพการใช้ฉนวนป้องกันความร้อนครอบคลุมพื้นที่เปลือกอาคารมีมากกว่าภายในอาคาร และรบกวนผู้ใช้สอยในอาคารน้อยกว่า นอกจากบางอาคารที่ต้องการการอนุรักษ์รูปแบบสถาปัตยกรมภายนอก

การติดตั้งผนังป้องกันความร้อนภายนอกอาคารกับผนังก่ออิฐฉาบปูน (สิทธิชัย วุฒิวรวงศ์, 2539, น. 131) ของผนังระบบ EIFS ที่มีความหนา 1 นิ้ว 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว พบว่า ค่าความต้านทานความร้อนของฉนวนที่เพิ่มขึ้น 1 เท่าที่ความหนา 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว ทำให้ค่าปริมาณการถ่ายเทความร้อนที่ลดลง มีความแตกต่างกันน้อย คือ 2-4% ในขณะที่ความหนาโฟม 1 นิ้วและ 2 นิ้ว มีค่าปริมาณการถ่ายเทความร้อน แตกต่างกัน 7-16%

สาเหตุของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารมาจากภายนอกมากกว่าที่เกิดภายในอาคาร การลดความร้อนรวมลงได้ต้องมาจากการป้องกันความร้อนที่ดีจากกรอบอาคาร ซึ่งส่วนหนึ่งสามารถทำได้โดยการเลือกวัสดุที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานของแต่ละพื้นที่ สามารถลดความร้อนได้ (ดังตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3

ค่าเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุประกอบโครงสร้าง

รายการวัสดุ	อิฐมอญ ½ แผ่น	อิฐมอญ เต็มแผ่น	คอนกรีต บล็อก	คอนกรีต มวลเบา	ยิบซั่มบอร์ด	ไฟเบอร์ บอร์ด
	(ก้อน)	(ก้อน)	(ก้อน)	(ก้อน)	(แผ่น)	(แผ่น)
ราคาต่อหน่วย (บาท)	0.60	0.60	4.50	37.80	230.00	437.00
ราคารวมต่อตารางเมตร (บาท)	190.00	380.00	200.00	412.00	230.00	320.00
ค่าวัสดุ+ค่าแรงต่อตารางเมตร (บาท)	440.00	635.00	390.00	646.00	320.00	390.00
ความหนาแน่น (kg./m³)	1,615.00	1,650.00	765.00	550.00	800.00	1,350.00
จำนวนก้อนต่อตารางเมตร (ก้อน,แผ่น)	145.00	290.00	14.00	8.33	0.35	0.35
น้ำหนักต่อตารางเมตร (kg.m²)	130.00	-	90.00	46.50	8.33	9.38
น้ำหนักรวมปูนฉาบต่อตารางเมตร (kg.m²)	200.00	330.00	130.00	100.00	35.00	-
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม "Q" (Thermal Transfer) (w/m²)	30-45	58-70	-	32-42	-	-
ค่าการนำความร้อน "K" (Conductivity-K value) (w/m.K)		0.47	0.52	0.13	0.140-0.190	0.21
ค่าการต้านทานความร้อน "R" (Resistivity-R value) (m²K/W)		0.34	0.15	0.58	0.04	0.15

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

รายการวัสดุ	อิฐมอญ ½ แผ่น	อิฐมอญ เต็มแผ่น	คอนกรีต บล็อก	คอนกรีต มวลเบา	ยิบซั่มบอร์ด	ไฟเบอร์ บอร์ด
ค่าความจุความร้อน "C"(Thermal Capacity) (J/kg.K)	1,000.00	-	-	น้อยกว่า อิฐมอญ 2.5 เท่า	840.00	-
ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Thermal Expansion/ °C)	4.6x10	-	4.5x10	8-10x10	-	-
การต้านทานแรงอัด (kg./cm²)	35.00	-	-	40-50	-	9-17 นิวตันต่อตารางเมตร
ความแข็งแรงทางกล (kg./cm²)	-	-	-	23	-	-
การกันเสียง (dB)	36-40	-	-	38-43	35-65	64
การทนไฟ (ชั่วโมง)	0.5-2	-	-	4	0.5-4	-
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อธรรมชาติ	-	-	-	-	ไม่ขึ้นรา เนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา	ไม่ขึ้นรา เนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา
อัตราการซึมน้ำ (%)	40.00	-	30.00	30.00	-	13.00
การยืดหดตัวของวัสดุ (มิลลิเมตร / เมตร)	+ 0.18	-	- 0.8	- 0.2	-	± 0.5
จำนวนผู้ผลิต	มาก	มาก	มาก	น้อย	มาก	มาก
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย	ใช้เวลามากกว่า	ง่าย	ต้องการช่างเฉพาะ	ง่าย สะดวก	ง่าย สะดวก
อายุการใช้งาน	มากกว่า 50 ปี	มากกว่า 50 ปี	มากกว่า 50 ปี	ยังไม่คงที่	-	-

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

รายการวัสดุ	อิฐมอญ ½ แผ่น	อิฐมอญ เต็มแผ่น	คอนกรีต บล็อก	คอนกรีต มวลเบา	ยิบซั่มบอร์ด	ไฟเบอร์ บอร์ด
ข้อดี	- เป็นที่ยอมรับทั่วไป - ช่างชำนาญ - แข็งแรงทน	- เป็นที่ยอมรับทั่วไป - ช่างชำนาญ - แข็งแรงทน - กันความร้อน เข้าอาคารได้มากกว่า	- แข็งแรง - ราคาถูก - มีช่องอากาศที่ช่วยกันความร้อนได้	- คุณภาพคงที่ - น้ำหนักรวมน้อย - ป้องกันความร้อนได้ดี	- ป้องกันความร้อน - ประหยัด - ง่ายต่อการดูแลรักษา - ทนไฟ ไม่ลามไฟ - ป้องกันเสียงรบกวน - สะดวก ติดตั้งง่าย	- ทำงานเร็ว - น้ำหนักเบา - ประหยัดพลังงาน - ไม่ลามไฟ - ป้องกันเสียงรบกวน - สะดวกต่อการติดตั้ง
ข้อเสีย	- คุณภาพและขนาดไม่แน่นอน - ใช้เวลานาน - น้ำหนักมาก	- ดูดซึมน้ำและเก็บความชื้น	- อายุใช้งานยังไม่มีการยืนยัน - ต้องการปูนฉาบเฉพาะ	- ไม่ค่อยแข็งแรง - ไม่ทนน้ำ - ราคาสูง	- หากชื้นมากจะบิดงอเปลี่ยนรูป - อาจมีราหากขาดการป้องกัน	- เก็บความชื้น

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546, น. 2-14.

2.13 ฉนวนป้องกันความร้อน

การลดความร้อนทำได้หลายวิธีแล้วแต่ความเหมาะสม ถ้าเป็นอาคารสร้างใหม่ควรพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ แต่หากเป็นอาคารเก่าต้องใช้วิธีการปรับปรุงอื่น ๆ และวิธีการง่าย ๆ ที่พบ คือ การต่อสปริงเกอร์น้ำไว้บนหลังคา แต่เนื่องจากวิธีนี้มีข้อจำกัดในการใช้งาน จึงต้องหาวิธีอื่นแทน การติดตั้งฉนวนหลังคาเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถลดความร้อนลงได้ ขึ้นอยู่กับ

ประสิทธิภาพของฉนวน เช่น ถ้าเป็นฉนวนประเภทติดตั้งภายในอาคารใต้แผ่นหลังคา ถ้ามีความหนามากขึ้นจะป้องกันได้ดีขึ้น หรือฉนวนเซรามิกโค๊ตติ้ง ถ้ามีการค่าการดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ต่ำกว่าก็จะป้องกันความร้อนได้ดีกว่า และหากฉนวนสามารถลดความร้อนลงได้มากพอ ทำให้ภายในอาคารมีอุณหภูมิเหมาะที่จะพักอาศัยหรือปฏิบัติงานได้ โดยไม่ต้องใช้เครื่องปรับอากาศเป็นการลดสิ่งเร้าหรือความต้องการในการใช้เครื่องปรับอากาศตั้งแต่ต้นทาง จึงเป็นการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่จุดเริ่ม

2.13.1 <u>การติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนใต้แผ่นหลังคา</u>

การติดตั้งประเภทนี้ ขึ้นอยู่กับว่าเป็นฉนวนประเภทใด เช่น ฉนวนใยแก้วหรือฉนวนใยหิน มีลักษณะเป็นแผ่น การติดตั้งที่พบทั่วไป ใช้ตะแกรงลดเชื่อมกับแปแล้วปูฉนวนลงบนตะแกรงก่อนปิดหลังคาในกรณีอาคารสร้างใหม่ ส่วนอาคารเก่าอาจใช้การผูกลวดยึดแผ่นฉนวนเข้าร่องแป โดยที่ฉนวนประเภทนี้อาจมีแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์หรือแผ่นไวนิลห่อหุ้มอยู่ด้วย เพื่อป้องกันความชื้นและป้องกันการหลุดร่วงของฝุ่นฉนวน มิให้ปนเปื้อนกับอากาศภายในอาคารระหว่างใช้งาน คุณสมบัติการแผ่รังสีทั้งหมดที่ส่งของผิวด้านล่างฉนวน (emittance) จะส่งผลต่ออัตราการป้องกันความร้อนรวมของฉนวนที่ติดตั้งด้วยวิธีการนี้ กล่าวคือผิวล่างของฉนวนมีค่าการแผ่รังสีทั้งหมดที่ส่งของผิวต่ำ สามารถป้องกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนที่ผิวล่างมีค่าการแผ่รังสีทั้งหมดที่ส่งของผิวสูง เพราะพฤติกรรมของความร้อนจะส่งถ่ายเข้าภายในอาคารในลักษณะการแผ่รังสีเป็นส่วนใหญ่ จุดเด่นของการติดตั้งด้วยวิธีนี้ นอกจากช่องว่างระหว่างแผ่นหลังคา แผ่นฝ้าจะเรียบร้อย และไม่มีสิ่งกีดขวางงานระบบอื่น ๆ แล้ว จุดเด่นอีกประการคือ กรณีเป็นอาคารที่มีแผ่นฝ้าอุณหภูมิในช่องเพดานจะลดลง และหากสามารถสร้างการระบายอากาศที่อยู่ในช่องว่างนี้ได้ ทำให้ความร้อนอีกส่วนหนึ่งถูกระบายออก โดยการพาความร้อนส่งผลให้ระบบหลังคา และฝ้าเพดานสามารถลดความร้อนได้สูง แต่ถ้าเป็นอาคารที่ไม่มีแผ่นฝ้า ควรเพิ่มค่าการต้านทานความร้อนของฉนวนให้มากพอ ส่วนใหญ่ฉนวนต้องมีความหนามากขึ้น (ครรชิต เหลียงไพบูลย์, 2543)

2.13.2 การติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนบนแผ่นฝ้าของหลังคา

การติดตั้งฉนวนบนแผ่นฝ้าของหลังคา เป็นการปูแผ่นฉนวนประเภทใยแก้ว หรือ พ่นฉนวนประเภทเยื่อกระดาษลงบนแผ่นฝ้า กรณีนี้พบทั้งอาคารเก่าและใหม่ โดยเฉพาะอาคารเก่าที่มีแผ่นฝ้าแบบทีบาร์ จะติดตั้งได้สะดวก ทำได้ไม่ยาก สามารถติดตั้งได้รวดเร็ว และหากสามารถระบายอากาศที่ช่องเพดานออกได้ จะเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนได้ดีขึ้น แต่เนื่องจากฝุ่นในช่องเพดานมีมาก และฉนวนปูอยู่ในแนวราบทำให้ความมันวาวของผิวที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนรังสีความร้อนลดลงอย่างรวดเร็ว จนไม่สามารถคงสภาพการสะท้อนการแผ่รังสีได้ในช่วงเวลาไม่นานภายหลังการติดตั้ง ทำให้ความสามารถในการป้องกันความร้อนลดต่ำลง

จากการทดลองของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2548) ได้ใช้ฉนวนกันความร้อนในห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ โดยใช้ห้องประมาณ 21 ตารางเมตร และมีความสูง 2.4 เมตร มีผนังเป็นอิฐบล็อก หลังคาเป็นกระเบื้อง เพดานเป็นยิปซัมบอร์ดหนา 9 มิลลิเมตร ห้องที่บุฉนวนใยแก้วแบบม้วนหนา 1 นิ้ว ความหนาแน่น 48 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งติดตั้งบนฝ้าเพดานและฝาผนัง แต่อีกห้องหนึ่งไม่มีฉนวน ซึ่งห้องทั้งสองมีโครงสร้างต่าง ๆ เหมือนกันทุกประการ และใช้เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนขนาด 18,000 บีทียู/ชั่วโมง เปิดทดลองตั้งแต่เวลา 08:30-16:30 น. เป็นเวลา 9 ชั่วโมงติดต่อกัน (สำนักงานพลังงานภูมิภาคที่ 11, 2548)

ในที่นี้ขอนำข้อมูลการทดลองมาเป็นตัวอย่างเพียง 3 วัน ซึ่งเป็นตัวแทนของวันท้องฟ้าโปร่ง วันท้องฟ้าหลัว และวันฝนตกของเดือนกุมภาพันธ์ 2531 (ดังตารางที่ 2.4)

สรุปผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ในภูมิอากาศร้อน หากบุฉนวนในห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศจะช่วยให้เครื่องปรับอากาศไม่ต้องทำงานหนัก (ดังตารางที่ 2.4) ในวันที่ท้องฟ้าโปร่ง ห้องบุฉนวนเครื่องปรับอากาศทำงานเพียง 4 ชั่วโมง 40 นาที และห้องที่ไม่บุฉนวนเครื่องปรับอากาศทำงานถึง 7 ชั่วโมง 24 นาที หรือลดการทำงานลงไปประมาณร้อยละ 37 ของเวลาเมื่อเปรียบเทียบกับห้องที่ไม่บุฉนวน และประหยัดค่าไฟฟ้าลงได้มาก ในวันดังกล่าวห้องบุฉนวนเครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 9.3 หน่วย ห้องที่ไม่บุฉนวนเครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้าถึง 15.1 หน่วย หรือลดการใช้พลังงานไฟฟ้าไฟประมาณร้อยละ 38 ของหน่วย เมื่อเปรียบเทียบกับห้องที่ไม่บุฉนวน

ตารางที่ 2.4
ผลการทดลองติดตั้งฉนวนใยแก้ว หนา 1 นิ้ว

วัน เดือน (พ.ศ. 2531)	ลักษณะอากาศ	อุณภูมิสูง/ต่ำ		ห้องบุฉนวน		ห้องไม่บุฉนวน	
		ภายนอกห้อง	ภายในห้อง	จำนวนชั่วโมงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน	จำนวนหน่วยที่ไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน	จำนวนชั่วโมงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน	จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน
4 กุมภาพันธ์	ท้องฟ้าโปร่ง ท้องฟ้าสลัว	32.3/25.2		4 ชั่วโมง 40 นาที	9.3 kWh	7 ชั่วโมง 24 นาที	15.1 kWh
12 กุมภาพันธ์	(เมฆมากเกือบมีฝนตก) ฝนตก	31.5/24.5	25/22	2 ชั่วโมง 25 นาที	6.0 kWh	4 ชั่วโมง 33 นาที	9.9 kWh
17 กุมพาพันธ์		32.8/23.5		2 ชั่วโมง 15 นาที	5.9 kWh	3 ชั่วโมง 48 นาที	9.1 kWh

ตัวอย่างที่นำมาแสดงนี้เป็นการใช้เครื่องปรับอากาศในเวลากลางวัน การบุฉนวนจึงช่วยให้ประหยัดไฟฟ้าได้มาก และหากใช้ห้องปรับอากาศในเวลากลางคืนจะช่วยให้ประหยัดได้เช่นเดียวกัน และสัดส่วนการประหยัดจะลดลง

2.13.3 <u>ฉนวนความร้อนประเภทโฟม</u>

ข้อมูลจากเอกสารเผยแพร่เรื่องฉนวน โดยกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2546) สรุปได้ว่า โฟมเป็นฉนวนที่กันความร้อนได้ดีมาก เมื่อเปรียบเทียบกับฉนวนชนิดอื่น ๆ โดยทั่วไปโฟมจะไม่ดูดซับความชื้น แต่เนื่องจากโฟมมีจุดหลอมเหลวต่ำ เมื่อโดนความร้อนสูงเป็นเวลานาน ๆ โฟมจะเปลี่ยนรูป เช่น บิดงอ บุบสลาย ไหม้ไปในที่สุด เป็นต้น แต่ในบ้านทั่ว ๆ ไป มักไม่มีอุณหภูมิสูงถึงระดับนั้น ยกเว้นกรณีที่มีการนำโฟมไปใช้บุหลังกระจกโดยตรง เช่น กระจกหน้าต่างจะทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ซึ่งโฟมไม่สามารถคงสภาพเดิมเอาไว้ได้

ตารางที่ 2.5

เปรียบเทียบคุณสมบัติของฉนวนกันความร้อนประเภทโฟม

คุณสมบัติ	ฉนวน P.E. FOAM	ฉนวน P.U. FOAM	ฉนวน P.S. FOAM
1. โครงสร้างเซล	เซลปิด	เซลกึ่งเปิด-กึ่งปิด	เซลปิด
2. ความหนาแน่น	33-45 kg/m^3	32-35 kg/m^3	16-32 kg/m^3
3. การนำความร้อน	0.030 W/mk. (Mean Temp=25°C)	0.028 W/mk. (not mention)	0.037 W/mk. (Mean Temp=20°C)
4. อุณหภูมิการใช้งาน	-80°C ถึง +85°C	-118°C ถึง +82°C	-180°C ถึง +85°C
5. ความทนทานต่อสารเคมี	ดีเยี่ยม	ไม่ดี	ดี
6. ค่าการดูดซึมน้ำ	ต่ำมาก	สูง	ต่ำ
7. การติดไฟ	ไม่ลามไฟ	ลามไฟ	ติดไฟ
8. การเกิดควันพิษเมื่อติดไฟและปริมาณควัน	ไม่มีพิษ ควันน้อย	ปริมาณควันมากและเป็นพิษ แก้ไขโดยใส่สารกันไฟ	มีพิษ กลิ่นเหม็น ควันน้อย
9. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสภาพวัสดุ	ไม่เป็นพิษต่อสภาพแวดล้อม คงสภาพเซลปิดและมีความเป็นฉนวนตลอดอายุการใช้งาน กรณีอยู่ที่โล่งแจ้ง ควรทาสีทับวัสดุ	เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งเนื้อโฟมจะแตกตัวเป็นรอยทำให้น้ำซึมเข้าไปสะสมและเนื้อฉนวนจะเสื่อมสภาพหลุดร่อน ทำให้คุณสมบัติการเป็นฉนวนลดลงไปตามอายุการใช้งาน	ไม่เกิด condensation และ moisture ง่ายต่อการนำไปใช้

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546, น. 2-43

2.14 พฤติกรรม และขนาดพื้นที่ใช้สอยในบ้านเดี่ยว

จากการศึกษาเพื่อเสนอแนะรูปแบบบ้านเดี่ยวพักอาศัย เพื่อการประหยัดพลังงาน โดย วิเชษฎ์ สุวิสิทธิ์ (2542, น. 14-24) สรุปพื้นที่ใช้สอย กิจกรรม และขนาดเฟอร์นิเจอร์ที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาที่เพียงพอ สำหรับแต่ละองค์ประกอบให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงสำหรับบ้านเดี่ยวพักอาศัยสามารถแจกแจงรายละเอียดได้ดังนี้

ตารางที่ 2.6
แสดงรูปแบบบ้านเดี่ยวเพื่อการประหยัดพลังงาน

ประเภทห้อง	จำนวนผู้ใช้	เวลา	กิจกรรม	ระบายอากาศโดยธรรมชาติ (ความเร็ว)	แสงสว่าง (มาตราฐาน CIE)	เฟอร์นิเจอร์และขนาดพื้นที่
1. ห้องรับแขก	5-6 คน ได้แก่ พ่อ แม่ ลูก และแขก	วันธรรมดา 16:00-22:00 น. วันหยุด 18:00-24:00 น.	พื้นที่ร่วมกิจกรรมของครอบครัว	10-15 ฟุตต่อนาที	200 LUX	ชุดรับแขก 16-20 ตร.ม.
2. ห้องทานอาหาร	5-6 คน ได้แก่ พ่อ แม่ ลูก และแขก	ทุกวันช่วงเวลา 06:00-08:00 น.	ต่อเนื่องกับห้องพักผ่อนและห้องครัว	5-10 ฟุตต่อนาที	200 LUX	โต๊ะอาหาร 4-6 คน ขนาด 9-12 ตร.ม.
3. ห้องครัว	1-2 คน ได้แก่ แม่บ้าน และคนใช้	ทุกวันช่วงเวลา 06:00-08:00 น. 11:00-13:00 น. 17:00-20:00 น.	ปรุงอาหาร เก็บอาหาร เตรียมอาหาร ซักล้าง	50-200 ฟุตต่อนาที	300 LUX	อ่างล้างจาน ตู้เย็นและเตา 16-18 ตร.ม.
4. ห้องนอน 1 (พ่อแม่)	2 คน ได้แก่ พ่อ และ แม่	ทุกวันช่วงเวลา 20:00-06:00 น. 8-10 ชั่วโมง	นอน พักผ่อน อ่านหนังสือ นั่งเล่น ควรต่อเนื่องกับห้องน้ำ	10-15 ฟุตต่อนาที บางเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ	50 LUX	พื้นที่ 20-24 ตร.ม.

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ประเภทห้อง	จำนวนผู้ใช้	เวลา	กิจกรรม	ระบายอากาศโดยธรรมชาติ (ความเร็ว)	แสงสว่าง (มาตราฐาน CIE)	เฟอร์นิเจอร์และขนาดพื้นที่
5. ห้องนอน 2 (ลูก)	1-2 คน โดยแยกเป็นห้องลูกชาย และลูกสาว	ทุกวันช่วงเวลา 20:00-06:00 น. 8-10 ชั่วโมง	นอน พักผ่อน อ่านหนังสือ นั่งเล่น ควรต่อเนื่องกับห้องน้ำ	10-15 ฟุตต่อนาที บางเวลาใช้เครื่องปรับอากาศ	50 LUX	พื้นที่ 12-16 ตร.ม.
6. ห้องนอน 3 (ลูก)	1-2 คน ได้แก่ คนใช้ (ลูกจ้าง)	ทุกวันช่วงเวลา 20:00-06:00 น.	นอน พักผ่อน ควรต่อเนื่องส่วนงานบ้าน	10-15 ฟุตต่อนาที	50 LUX	พื้นที่ 12-16 ตร.ม.
7. ห้องน้ำ	2-3 คน ตามความเป็นส่วนตัว	ทุกวัน ไม่เป็นเวลา	อาบน้ำ ขับถ่ายในเวลาเช้า-เย็น	5-10 ฟุตต่อนาที	100 LUX	อ่านล้างหน้า โถส้วม ส่วนอาบน้ำ 2.5-3.0 ตร.ม.

2.15 <u>พฤติกรรมการใช้สอยพลังงานที่ส่งผลต่อการประหยัดพลังงานทั้งทางตรงและทางอ้อม</u>

พฤติกรรมการใช้สอยเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการประหยัดพลังงาน ดังนั้น ถ้าบ้านที่มีกายภาพที่เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงาน ประกอบกับ การเข้าใจของผู้ที่ใช้สอย สามารถทำให้การประหยัดพลังงานมีประสิทธิภาพสูงสุดตามไปด้วย โดยวิธีต่าง ๆ (จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์, 2549) ได้แก่

1. ในห้องปรับอากาศมักติดตั้งพัดลมระบายอากาศไว้สำหรับระบายอากาศออกจากห้องปรับอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งห้องที่มีกลิ่นหรือควันจากการสูบบุหรี่ เมื่อมีการระบายอากาศออกจากห้อง จะมีอากาศในปริมาณเท่ากันไหลเข้ามาในห้อง เพื่อทดแทนอากาศส่วนที่ถูกระบาย

พัดลมระบายอากาศนี้มีความจำเป็น หากเป็นห้องที่มีคนใช้งานมาก หรือมีกลิ่นจากเอกสาร อาหาร หรือควันบุหรี่ แต่หากเป็นห้องที่มีคนใช้งานไม่มาก และไม่มีกลิ่นรบกวน ไม่จำเป็นต้องเปิดพัดลมระบายอากาศ เนื่องจาก โดยธรรมชาติจะมีอากาศรั่วซึมผ่านทางกรอบประตูหน้าต่างอยู่ในปริมาณหนึ่งอยู่แล้ว ซึ่งเพียงพอสำหรับใช้ในการหายใจ

2. ตั้งปิดจอคอมพิวเตอร์ เมื่อไม่ใช้งาน ปัจจุบันบ้านส่วนมาก มีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์กันมากขึ้น ความร้อนจากเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นภาระมากขึ้นเรื่อย ๆ สำหรับเครื่องปรับอากาศ เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหนึ่งเครื่อง จะปล่อยความร้อนออกมาโดยประมาณ 250 วัตต์ ส่วนใหญ่เป็นความร้อนจากจอมอนิเตอร์ประมาณ 180-200 วัตต์

โดยปกติแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ได้ถูกใช้งานตลอดเวลา ดังนั้น ผู้ผลิตโปรแกรมมีส่วนที่ให้ผู้ใช้สามารถตั้งโปรแกรมให้จอมอนิเตอร์ปิดโดยอัตโนมัติ เมื่อไม่ได้สัมผัสคีย์บอร์ด หรือเมาส์ในระยะเวลาหนึ่ง

3. ตั้งอุณหภูมิ 28°C แล้วเปิดพัดลมเสริม ความเย็นสบาย หรือความสบายเชิงความร้อน เกิดขึ้นได้จากการมีปัจจัยหลัก 3 ประการที่สมดุลกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม หากต้องการระดับความสบายเท่าเดิม เมื่อปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนสามารถเปลี่ยนปัจจัยอื่นเป็นการทดแทนได้

การตั้งอุณหภูมิในห้องสูงขึ้น จะประหยัดพลังงานได้ โดยปกติแล้วจะตั้งได้สูงสุดประมาณ 25-26 °C มิฉะนั้น จะร้อนเกินไป แต่ถ้าเปิดพัดลมช่วยเพิ่มความเร็วลมในห้อง จะสามารถตั้งอุณหภูมิได้สูงถึง 28-30 °C โดยยังเย็นสบายเหมือนเดิมและมีระดับความสบายเชิงความร้อนเท่ากัน ซึ่งช่วยประหยัดพลังงานได้มาก

4. นำตู้มาตั้งชิดผนังด้านตะวันออกหรือตะวันตก ผนังด้านที่มีความร้อนเข้ามามากที่สุด คือ ด้านตะวันออก และตะวันตก นอกจากความร้อนที่ผ่านผนังเข้ามาแล้ว เวลาที่แสงอาทิตย์ส่องถูกผนัง ทำให้ผนังมีอุณหภูมิร้อนขึ้นมาก และจะแผ่รังสีความร้อนมาสู่ตัวบุคคล ทำให้คนรู้สึกร้อนขึ้น แม้อุณหภูมิในห้องจะเท่าเดิม ในห้องที่มีสภาพนี้จะต้องตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ประมาณ 21-22°C จึงจะรู้สึกเย็นสบาย แต่เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น

การนำตู้ไปตั้งชิดผนัง จะช่วยป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากผนังได้ ดังนั้น จึงไม่ต้องตั้งอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ ในห้องที่ผนังห้องไม่ร้อน และการตั้งอุณหภูมิที่ 25°C จะเย็นสบายเพียงพอ

นอกจากป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากผนังแล้ว การมีตู้ตั้งชิดผนังยังเสมือนว่ามีผนังหนาขึ้น จึงเป็นการช่วยลดความร้อนที่ผ่านผนังเข้ามาได้ด้วย

5. ปิดแอร์เมื่อไม่ใช้ และอย่าเปิดประตูหน้าต่างทิ้งไว้ในขณะปิดแอร์การปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อไม่ใช้ห้องปรับอากาศจะสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ แต่ในขณะที่ปิดเครื่องปรับอากาศนั้น จะต้องไม่เปิดประตูหรือหน้าต่างทิ้งไว้มิฉะนั้น ความร้อนและความชื้นจากภายนอกจะเข้าไปในห้องปรับอากาศ และสะสมอยู่ที่พื้น ผนัง เฟอร์นิเจอร์ พรม กระดาษ และผ้าม่าน เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศครั้งต่อไป เครื่องปรับอากาศจะทำงานหนักขึ้น เพื่อดึงเอาความร้อนและความชื้นนี้ออกไป ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานมากกว่าการเปิดเครื่องปรับอากาศอย่างต่อเนื่อง

6. ย้ายเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกนอกห้องปรับอากาศ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดจะปล่อยความร้อนออกมาเท่ากับพลังงานไฟฟ้าที่อุปกรณ์นั้นใช้ ดังนั้น ภาระส่วนหนึ่งที่สำคัญของเครื่องปรับอากาศจึงเกิดจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในห้องปรับอากาศ หากลดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องปรับอากาศ โดยการย้ายออกไปตั้งไว้นอกห้องปรับอากาศได้จะช่วยประหยัดพลังงาน

7. ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและไฟแสงสว่างที่ไม่จำเป็น เครื่องใช้ไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าแสงสว่างจะปล่อยความร้อนเข้าสู่ห้องปรับอากาศเท่ากับพลังงานที่อุปกรณ์ไฟฟ้าและหลอดไฟใช้ และความร้อนนั้นจะกลายเป็นภาระของเครื่องปรับอากาศ และต้องเสียพลังงานในการนำความร้อนนี้ทิ้งออกไปข้างนอก จะเห็นได้ว่า การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าหรือไฟฟ้าแสงสว่างในห้องปรับอากาศจะเป็นการเสียค่าไฟสองต่อ คือ เสียค่าไฟที่อุปกรณ์หรือหลอดไฟใช้ และเสียค่าไฟที่เครื่องปรับอากาศเพื่อนำความร้อนออกไปทิ้งนอกห้อง

ดังนั้น การปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและไฟแสงสว่างที่ไม่จำเป็นในห้องปรับอากาศจึงเป็นการประหยัดสองต่อ คือ ประหยัดที่ตัวอุปกรณ์ และเครื่องปรับอากาศ

8. สวมเสื้อผ้าบาง ๆ การสวมเสื้อผ้าบาง ๆ จะช่วยให้ร่างกายระบายความร้อนได้ดีขึ้น จึงสามารถตั้งอุณหภูมิให้สูงขึ้นได้ทำให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น ดังนั้น จึงควรให้ผู้ใช้งานในห้องปรับอากาศหันมาใส่เสื้อผ้าบาง ๆ เพื่อที่จะตั้งอุณหภูมิให้สูงขึ้นได้

9. ปิดประตูหน้าต่างให้สนิท หากปิดประตูหรือหน้าต่างไม่สนิท จะทำให้มีอากาศร้อนชื้นจากภายนอกรั่วไหลเข้าไปในห้องได้ ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักขึ้น และสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น มาตรการเป็นเรื่องง่าย ๆ แต่เป็นปัญหาที่พบบ่อย และละเลยกันมากที่สุด นอกจากการปิดประตูหน้าต่างไม่สนิทรอยรั่วรอบ ๆ กรอบประตู และหน้าต่างเป็นปัญหาที่พบบ่อย ๆ หากพบว่ามีรอยแยกและมีลมรั่วจากภายนอกเข้ามา ควรดำเนินการแก้ไข เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

นอกจากการปิดประตูหน้าต่างไม่สนิทรอยรั่วรอบ ๆ กรอบประตู และหน้าต่างเป็นปัญหาที่พบบ่อย ๆ หากพบว่ามีรอยแยกและมีลมรั่วจากภายนอกเข้ามา ควรดำเนินการแก้ไข เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

10. ปิดผ้าม่าน การปิดผ้าม่านจะช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนจากภายนอกเข้ามาสู่ตัวบุคคลโดยตรงได้ และช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนจากผิวกระจกมาสู่ตัวบุคคลด้วย ทำให้ไม่ต้องตั้งอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ เพื่อชดเชยการแผ่รังสีความร้อนจึงช่วยประหยัดพลังงานได้ นอกจากลดการแผ่รังสีความร้อนมาสู่ตัวบุคคลแล้ว ผ้าม่านช่วยสะท้อนความร้อนกลับออกไปภายนอกได้ด้วย ถึงแม้ว่าจะไม่มากนัก จึงเป็นการช่วยประหยัดพลังงานได้อีกทางหนึ่ง

2.16 วิธีการประหยัดไฟ

1. ปิดสวิตซ์ไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกครั้ง เมื่อเลิกการใช้งาน
2. เลือกอุปกรณ์ที่มีมาตราฐานการรับรองประหยัดไฟที่ได้รับการรับรอง
3. แยกสวิตซ์ไฟฟ้าภายในบ้านออกจากกัน เพื่อสะดวกในการเลือกปิด-เปิดเฉพาะที่จำเป็น
4. เลือกใส่เสื้อผ้าที่เหมาะสม จะสามารถประหยัดค่าไฟเครื่องปรับอากาศ
5. ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส
6. ถ้าออกจากห้องเกิน 1 ชั่วโมง ควรปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้ง
7. หลีกเลี่ยงการเก็บวัสดุที่ไม่จำเป็นในห้องปรับอากาศ
8. ไม่ติดตั้งอุปกรณ์ที่ปล่อยความร้อนในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ
9. หลีกเลี่ยงการใช้เฟอร์นิเจอร์ที่อมความร้อน เช่น เก้าอี้นวมหรือสักหลาด เป็นต้น
10. ไม่ควรเปิดตู้เย็นบ่อย และปิดให้สนิททุกครั้งหลังการเปิด รวมถึงละลายน้ำแข็งในตู้เย็นสม่ำเสมอ
11. เลือกขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับขนาดของครอบครัว
12. ดึงปลั๊กกาต้มน้ำไฟฟ้าออกทันทีเมื่อน้ำเดือด
13. ไม่เสียบปลั๊กหม้อหุงข้าวทิ้งไว้ตลอดเวลา
14. ไม่ควรพรมน้ำจนแฉะเวลารีดผ้า เพราะใช้ไฟในการรีดมากขึ้น
15. ดึงปลั๊กออกก่อนรีดผ้าเสร็จ เพราะสามารถใช้ความร้อนต่อได้อีก
16. ตากเสื้อผ้าด้วยแสงแดดธรรมชาติ แทนการใช้เครื่องอบผ้า

2.17 โครงสร้างทางสังคมและเศรษฐกิจของผู้พักอาศัย

โครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมถือว่าเป็นส่วนสำคัญในการตัดสินใจของผู้พักอาศัย ต้องสอดคล้องกับการกำหนดรูปแบบการประหยัดพลังงาน โดยปัจจัยในการพิจารณาประกอบด้วย

1. ขนาดครอบครัวของผู้พักอาศัย
2. กลุ่มรายได้ของผู้พักอาศัย

ในการทราบถึงกลุ่มรายได้ของผู้พักอาศัย มีประโยชน์ในการจัดกลุ่มกายภาพ เพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถในการจ่าย หรือการออมเรื่องค่าใช้จ่ายด้านที่พักอาศัย

เสาวรักษ์ อินทร์หา (2546) ได้ศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคในการเลือกซื้อบ้านเดี่ยวในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยอาศัยแนวคิดทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์จุลภาคศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคในการเลือกซื้อบ้านเดี่ยว ภายใต้สมมติฐานที่สำคัญ ได้แก่ ระดับรายได้ จำนวนประชากร ระดับการศึกษาและอาชีพมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมผู้บริโภคในการเลือกซื้อบ้านเดี่ยวในทิศทางตรงข้ามกัน ซึ่งผลการศึกษา พบว่า ผู้บริโภคที่ต้องการซื้อบ้านเดี่ยว ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 20-30 ปี สถานภาพโสด และอาศัยอยู่กับครอบครัวที่มีสมาชิกอยู่ 3-4 คน มีบ้านอยู่แล้ว จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ประกอบอาชีพรับราชการมีรายได้อยู่ระหว่าง 10,000-30,000 บาทต่อเดือน

2.18 การเปรียบเทียบมูลค่าพลังงานที่ต้องใช้ในแต่ละปีและการคำนวนณการคืนทุนอย่างง่าย

หลักเกณฑ์การคิดคำนวณการคืนทุนโดยอาศัยอัตราการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง ที่ประกาศใช้ตั้งแต่เดือนมกราคม 2540 ใช้ทั่วประเทศ ประเภทที่ 1 บ้านพักอาศัยข้อ 1.2 ที่มีอัตราไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วย (1 หน่วย = 1 Kw.hr หรือ 3.412 Btu.hr)

2.18.1 วิธีการคิดค่าใช้ไฟฟ้า

สมมุติว่าเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท 1.2 ใช้ไฟฟ้าไป 990 หน่วย ตัวอย่างค่า Ft หน่วยละ 5.45 สตางค์ (การไฟฟ้านครหลวง, 2548)

ตารางที่ 2.7

การคำนวณค่าใช้ไฟฟ้า

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
35 หน่วยแรก		85.21
115 หน่วยต่อไป	(115x1.1236 บาท)	129.21
250 หน่วยต่อไป	(250x2.1329 บาท)	533.22
ส่วนที่เกินกว่า 400 หน่วย	990-400 = 590 x 2.4226 บาท	1,429.33
ค่า Ft	990 หน่วย x 0.05045 บาท	499.46
รวมเป็นเงิน	2,176.97+499.46	2,676.43
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	2,676.43 x 7/ 100	187.35
<u>รวมเป็นเงิน</u>		2,863.78
<u>ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ</u>		2,863.75

หมายเหตุ: ในกรณีที่คำนวณค่าไฟฟ้าแล้วเศษสตางค์ที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่า 12.50 สตางค์ การไฟฟ้านครหลวง จะทำการปัดเศษลง ให้เต็ม จำนวน ทุก ๆ 25 สตางค์ และถ้าเศษสตางค์ มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 12.5 สตางค์ การไฟฟ้านครหลวงจะปัดเศษขึ้นให้เต็มจำนวนทุก ๆ 25 สตางค์

2.18.2 <u>หน่วยไฟฟ้า</u>

1,000 วัตต์ เท่ากับ 1 กิโลวัตต์ และ 1 กิโลวัตต์.ชั่วโมง เท่ากับ 1 หน่วย หรือยูนิต (ยูนิตมาจากคำว่า "unit" แปลว่า หน่วย)

วัตต์ คือ ปริมาณที่แสดงถึงกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์ที่มีขนาดวัตต์สูงกว่าจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากกว่าอุปกรณ์ที่มีขนาดวัตต์ต่ำกว่า เมื่อถูกเปิดใช้งานในระยะเวลาที่เท่ากัน

กิโลวัตต์.ชั่วโมง หรือหน่วย คือ ปริมาณที่แสดงถึงปริมาณความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยคิดคำนวณจากขนาดกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ (กิโลวัตต์) คูณกับระยะเวลาที่อุปกรณ์เปิดใช้งาน (ชั่วโมง)

การเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีคุณภาพดี มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ร่วมด้วยการปฏิบัติตามคำแนะนำการใช้อย่างถูกต้อง ช่วยให้ประหยัดค่าไฟฟ้ารายเดือน และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ โดยยังคงได้รับประโยชน์จากการใช้ไฟฟ้าเช่นเดิม

ตารางที่ 2.8

ปริมาณความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
1. พัดลมตั้งพื้น	25 – 75
2. พัดลมเพดาน	70 – 100
3. โทรทัศน์สี	80 – 180
4. เครื่องเล่นวีดีโอ	25 – 50
5. ตู้เย็น 7 - 10 คิว	70 – 145
6. หม้อหุงข้าว	450 – 800
7. เตาหุงต้มไฟฟ้า	1,200 – 1,500
8. หม้อชงกาแฟ	200 – 600
9. เตาไมโครเวฟ	70 – 700
10. เครื่องปิ้งขนมปัง	800 – 1,000
11. เครื่องทำน้ำร้อน	900 – 4,000
12. เครื่องเป่าผม	400 – 1,000
13. เตารีดไฟฟ้า	750 – 2,000
14. เครื่องซักผ้า	400 – 1,400
15. เครื่องซักผ้าแบบมีเครื่องอบผ้า	3,000
16. เครื่องปรับอากาศ	1,200 – 2,300
17. เครื่องดูดฝุ่น	750 – 1,200
18. มอเตอร์จักเย็บผ้า	40 – 90

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2546.

2.18.3 <u>ระยะเวลาคุ้มทุน</u>

หลักเกณฑ์การคิดคำนวณการคืนทุนควรใช้โปรแกรมคำนวณ เพื่อได้ค่าที่ละเอียด แต่ในการวิจัยนี้ใช้วิธีนี้เพื่อศึกษาการคุ้มทุนอย่างง่าย ซึ่งสามารถคำนวณเปรียบเทียบค่าก่อสร้างในการปรับปรุงและมูลค่าพลังงานที่ลดลงได้ตามขั้นตอนดังนี้

การคำนวณระยะเวลาคุ้มทุน (payback period) จาก

$$\text{payback period/ ปี} = \frac{\text{จำนวนเงินในการปรับปรุง}}{\text{ค่าใช้ไฟฟ้าที่ลดลงต่อปี}}$$

ระยะเวลาคุ้มทุนคำนวณจากจำนวนเงินค่าก่อสร้างที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงทางด้านกายภาพ เปรียบเทียบกับค่าใช้ไฟฟ้าที่ลดลงหลังจากการปรับปรุง เมื่อระยะเวลาที่ค่าใช้ไฟฟ้าที่ลดลงเท่ากับกับค่าก่อสร้างที่ลงทุนปรับปรุงเบื้องต้น (ดังในภาพที่ 2.8)

ภาพที่ 2.8

การคำนวณระยะเวลาคุ้มทุน