

# การวิจัยแบบบูรณาการต่อยอดองค์ความรู้ประหยัดพลังงานสู่บ้านพอเพียง Integrated Energy Conservation Research for Sustainable Houses

รองศาสตราจารย์ ดร. วรสันต์ บูรณากาญจน์  
Associate Professor Vorasun Buranakarn, Ph.D.

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Faculty of Architecture, Chulalongkorn University  
E-mail: vorasun1@gmail.com

## บทคัดย่อ

“ภาวะโลกร้อน” เป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบันมีสาเหตุมาจากการใช้พลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาคารพักอาศัยและอาคารอื่น ๆ บ้านพอเพียงเป็นการวิจัยเชิงบูรณาการ เพื่อต่อยอดองค์ความรู้ในการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานที่มีอยู่เดิมที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น สภาพภูมิอากาศและสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลง รวมถึงเผยแพร่ความรู้สู่สังคมได้อย่างเหมาะสม อันเป็นอีกก้าวในการลดสภาพโลกร้อนตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และตอบสนองต่อ 1) ความเหมาะสมด้านพื้นที่ใช้สอย 2) ราคาและเงื่อนไขการเลือก 3) ความปลอดภัย 4) รูปแบบและความสวยงาม 5) การประหยัดพลังงาน ในการวิจัยได้ทำการทดลองออกแบบบ้านพอเพียงต้นแบบโดยใช้เทคนิคการออกแบบเชิงบูรณาการตามการปฏิบัติแกนความคิดทางสถาปัตยกรรม และทดลองก่อสร้างจริง ผลที่ได้คือ บ้านพอเพียงที่ตอบสนองต่อการอยู่อาศัยยุคใหม่ สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในได้คงที่ ค่าก่อสร้างเฉลี่ย 6,515 บาทต่อตารางเมตร ประหยัดพลังงานและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ประมาณ 6 เท่า ใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 1,085 บาทต่อเดือน มีน้ำหนักเบาและลดระยะเวลาก่อสร้างได้ประมาณ 90 วัน สามารถใช้พลังงานทดแทนได้ทั้งหมด

## Abstract

Global warming is a major problem arising from energy consumption, especially in residential homes and other buildings. The Sustainable House is an integrated research project that extends the knowledge base on energy saving building design to meet the challenges of a hot and humid environment, climate change and social dislocation. This will encourage appropriate social adaptation, in line with the philosophy of economic sufficiency, which is the next step in reducing global warming. This research responds to: 1) appropriate social use; 2) budget and choice; 3) security and safety; 4) aesthetics; and 5) energy conservation. The research led to the design and development of a Sustainable House prototype, using integrated design techniques and guided by the concept of a paradigm shift. The result was a sustainable housing design that responds to modern living by controlling the indoor environment. The average construction cost, in terms of labor and materials, was 6,515 baht/m<sup>2</sup>. This house reduced energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions by about six times. The electricity demand was an average of 1,085 baht/month, and capable of relying solely on renewable energy. The house, which is lightweight, also reduced the construction time to about 90 days.

## คำสำคัญ (Keywords)

การออกแบบเชิงบูรณาการ (Design Integration), บ้านประหยัดพลังงาน (Sustainable House)  
พลังงานทดแทน (Renewable Energy), การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> Emission)  
ค่าก่อสร้างอาคาร (Construction Cost)

## 1. บทนำ

“ภาวะโลกร้อน” เป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบัน มีสาเหตุมาจากการใช้พลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาคารพักอาศัยและอาคารอื่น ๆ “บ้าน” หนึ่งในปัจจัยสี่ที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของมนุษย์เป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญในการสร้างหนทางแก้ปัญหาสภาพโลกร้อนดังกล่าว อีกทั้งยังเป็นการก้าวไปสู่ “สังคมสีเขียวที่ยั่งยืน” ทั้งนี้ บ้านหรือที่พักอาศัยเป็นหนึ่งในแหล่งปล่อยมลพิษหลักมาหลายศตวรรษ นอกจากนี้เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ทันสมัย จะต้องถูกนำมาใช้เพื่อที่การใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยหรือบ้านลดลง และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ในเรื่องเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อให้ที่อาคารพักอาศัยสามารถอยู่ได้ด้วยตนเองไม่ขึ้นอยู่กับแหล่งพลังงานใด ๆ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับสภาพอากาศร้อนชื้น เช่น ประเทศไทย อีกทั้งยังส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัยได้อย่างยั่งยืน

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศในเขตอากาศแบบร้อนชื้น และจากสภาพอากาศที่ร้อนมากและมีความชื้นมากนี้ นำไปสู่ปัญหาที่มีความสำคัญมากต่อสังคมปัจจุบัน นั่นก็คือ ปัญหาการขาดแคลนพลังงานและความต้องการในการใช้พลังงานทดแทน ซึ่งที่ผ่านมาอาคารและบ้านเรือนส่วนใหญ่จะเน้นการใช้ระบบธรรมชาติในการออกแบบ ผสมผสานกับการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศในแต่ละเขตภูมิภาค โดยผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะออกมาแสดงให้เห็นถึงสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น เช่น บ้านทรงเรือนไทย ถือว่าเป็นอัจฉริยภาพของคนไทยในอดีตที่สามารถอยู่ได้อย่างสบายภายใต้สภาพแวดล้อมที่ยังสมบูรณ์ ซึ่งนับว่าประสบความสำเร็จในสมัยที่ประเทศไทยยังไม่มีปัญหาเรื่องมลภาวะและสภาพแวดล้อม

ทั้งนี้ องค์ความรู้ในอดีตเกิดจากการพึ่งพาธรรมชาติซึ่งก่อให้เกิดการสร้างสรรค์ภูมิปัญญาเพื่อให้ชีวิตได้รับความสะดวกสบายโดยใช้ประโยชน์จากธรรมชาติมากที่สุดในการปลูกสร้างและอยู่อาศัยในบ้านเรือนไทย โดยบ้านเรือนไทยในสมัยก่อนนั้นได้ถูกออกแบบให้ครอบคลุมไปด้วยธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นไม้ยืนต้นบริเวณรอบบ้าน หรือการปลูกพืชคลุมดิน รวมถึงการใช้หลักการยกและขยายพื้นที่ใต้ถุนบ้านให้สูงเพื่อช่วยลดอุณหภูมิจากสภาพอากาศที่ร้อนชื้นของประเทศโดยสามารถสังเกตได้ว่าเมื่อเราอยู่บริเวณใต้ถุน

บ้านเรือนไทย เราจะรู้สึกเย็นสบาย ซึ่งถือได้ว่าเป็นแนวคิดในการช่วยถ่ายเทสภาพอากาศร้อนของเรือนไทยด้วยการใช้ภูมิปัญญาไทยอีกทางหนึ่งด้วย

ในสภาวะปัจจุบัน ปัญหาเรื่องมลภาวะ ความร้อน ความชื้น อากาศเสีย ฝุ่น ฯลฯ ตลอดจนสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ผนวกกับความต้องการในการควบคุมอาคารให้อยู่ในสภาวะน่าสบายให้เหมาะสมกับสภาพวิถีชีวิตของสังคมปัจจุบัน การควบคุมดังกล่าวเป็นผลให้เกิดความต้องการและถือว่าการใช้ระบบปรับอากาศภายในอาคารเป็นสิ่งจำเป็นในสภาพสังคมและสภาวะแวดล้อมในปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้เมื่อนำเครื่องปรับอากาศมาใช้กับอาคารที่ออกแบบโดยอิงระบบธรรมชาติแบบในอดีต จึงใช้พลังงานอยู่ในเกณฑ์สูงมากเนื่องจากลักษณะอาคารที่ออกแบบจากแนวคิดอิงระบบธรรมชาติแบบในอดีต มีคุณสมบัติไม่เหมาะสมกับการใช้ระบบปรับอากาศ ทั้งนี้เพราะการผสมผสานความเข้าใจด้านการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานยังแก้ปัญหาที่ไม่ตรงจุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการกันความร้อน การกันความชื้น การเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ที่ใช้เทคโนโลยีจากภูมิอากาศในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาวโดยไม่ประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย อันนำมาซึ่งความสูญเสียทรัพยากรทางธรรมชาติและพลังงานค่อนข้างสูงมาก

การเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงของสภาพแวดล้อมทั้งหมดข้างต้นมีผลทำให้สภาวะภายในบ้านไม่เอื้ออำนวยต่อสภาวะน่าสบาย สภาวะน่าสบายคือ สภาพที่ร่างกายไม่รู้สึกร้อนหรือหนาวจนเกินไป โดยมีตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง 4 ตัวแปร ได้แก่ 1) อุณหภูมิอากาศ 2) ความชื้นสัมพัทธ์ 3) อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ และ 4) ความเร็วลม โดยจะพบว่าอุณหภูมิภายในบ้านบางช่วงเวลาสูงมากจนไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ จึงแก้ปัญหาด้วยการติดตั้งระบบปรับอากาศ ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมาก

วิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมามีการออกข้อกำหนดและกฎหมายต่าง ๆ เช่น พ.ร.บ. อนุรักษ์พลังงานฯ การปรับปรุงโดยการเปลี่ยนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ประสบผลสำเร็จในระดับหนึ่งเป็นการเริ่มต้นและการกระตุ้นจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมแต่จำเป็นต้องแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ ซึ่งเป็นตัวแปรหลักของการประหยัดพลังงานทางแก้ไขอีกทางหนึ่งคือการหาแหล่งพลังงานที่สามารถทดแทนพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีประสิทธิภาพ

มากกว่าแหล่งพลังงานในปัจจุบันในด้านของการไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม แต่ว่าการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทนในประเทศไทยยังต้องมีจุดที่ต้องแก้ปัญหาอีกหลายประเด็น ดังนี้

## 2. การศึกษาทฤษฎีและวิธีดำเนินการวิจัย

### 2.1 การทบทวนวรรณกรรมและสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

ผลงานวิจัยและการศึกษาทางวิชาการมีข้อสรุปถึงปัจจัยที่สำคัญสำหรับการออกแบบเพื่อให้อาคารใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมและลักษณะภูมิอากาศของท้องถิ่นลดการใช้พลังงานและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ได้แก่

1. การปรับอาคารและสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม สามารถใช้ประโยชน์จากระบบธรรมชาติได้มากที่สุดและสอดคล้องกับระบบนิเวศในพื้นที่นั้นๆ
2. การกำหนดรูปลักษณะอาคารที่มีพื้นที่ผิวอาคารน้อย เพื่อลดปริมาณวัสดุก่อสร้าง และลดการถ่ายเทความร้อนและความชื้นเข้าสู่ตัวภายในอาคาร
3. การใช้ประโยชน์จากระบบธรรมชาติให้มากที่สุด โดยการควบคุมตัวแปรที่สำคัญต่าง ๆ เช่น การระเหยของน้ำ การใช้ร่มเงาจากระบบธรรมชาติ การป้องกันกระแสลมและแรงดันบนพื้นที่ผิวอาคาร เป็นต้น
4. การเลือกวัสดุก่อสร้างของผนัง พื้น หลังคา กระฉก ฉนวน การใช้ Thermal Mass การออกแบบผสมผสานของ Thermal Mass และ Reflective Cavity การใช้ Thermal Sink Technique เป็นต้น
5. การสร้างความรู้สึกสบาย (comfort) ในลักษณะต่าง ๆ การจัดโซนกิจกรรมของอาคาร อาทิ ตำแหน่งของห้องรับประทานอาหาร หรือห้องทำงาน ซึ่งต้องการสภาวะทางกายภาพที่แตกต่างกัน
6. การใช้แสงธรรมชาติอย่างถูกต้องโดยการผสมผสานกับแสงประดิษฐ์ที่เหมาะสม ซึ่งถือว่าเป็นการผสมผสานในลักษณะแบบบูรณาการ
7. การใช้วัสดุและอุปกรณ์ เครื่องจักรที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบปั๊มน้ำ ระบบช่องเปิด เป็นต้น
8. การบำรุงรักษาที่ดี โดยการใช้ระบบควบคุมในแต่ละรูปแบบของการใช้งาน และการใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ร่วมกับระบบธรรมชาติและรูปแบบของพลังงานที่ได้รับจากธรรมชาติ

### 2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความรู้สึกสบายของมนุษย์

ประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูงตลอดทั้งปีและมีช่วงของความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเกณฑ์สูงถึง 6-7 เดือน ใน 1 ปี โดยสามารถสรุปเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพอากาศเฉลี่ยโดยทั่วไปของประเทศได้ดังนี้

- ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิมีน้อย ไม่ว่าจะเป็นความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิใน 1 ปี เฉลี่ยเพียง 12.2°C และในแต่ละวันในฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิแตกต่าง 3.3°C และฤดูหนาว 7.2°C
- ปริมาณแสงแดดตลอดทั้งปี โดยช่วงที่มีแดดมีประมาณ 66% ของชั่วโมงที่มีดวงอาทิตย์ใน 1 ปี ดวงอาทิตย์โคจรอ้อมทางทิศเหนือในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม ประมาณ 4 เดือน และโคจรอ้อมทางทิศใต้ในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนเมษายนประมาณ 8 เดือน
- ความชื้นสัมพัทธ์และความดันไอน้ำในบรรยากาศ เฉลี่ยที่ 18 mm. Hg และสูงถึง 20 (มิลลิเมตรปรอท) ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม
- ทิศทางลมตลอดทั้งปีพัดมาจากทุกทิศทาง การปรับสภาพอากาศของประเทศไทยให้อยู่ช่วงสบายต้องคำนึงถึงค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่สูง ทำให้อัตราการระเหยของเหงื่อบริเวณผิวหนังเป็นไปได้ยาก จึงต้องใช้กระแสลมเข้ามาช่วยเร่งอัตราการระเหยของเหงื่อเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งมีปริมาณแสงแดดมากทำให้เกิดการสะสมความร้อนในวัสดุต่าง ๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนรอบร่างกายมากขึ้นตามไปด้วย การพิจารณาตัวแปรเกี่ยวกับความรู้สึกสบายของมนุษย์มีจุดมุ่งหมายสำคัญ เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารได้รับประโยชน์จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ (comfort zone)

#### 2.2.1 ความสมดุลความร้อนของมนุษย์

การผลิตพลังงานในการดำรงชีวิตทำให้เกิดความร้อนในร่างกายมนุษย์ โดยมนุษย์นำพลังงานจากการเผาผลาญอาหารมาใช้ในการทำงานเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ พลังงานความร้อนที่เหลือจึงถูกขับออกมาถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นธรรมชาติของมนุษย์ในสภาวะปกติจึงมีกระบวนการรักษาสมดุลของความร้อนในร่างกายด้วยการระบายความร้อนออกสู่สภาพแวดล้อม เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในให้คงที่ ประมาณ 37.5 องศาเซลเซียส

และผิวหนังจะมีอุณหภูมิประมาณ 32 องศาเซลเซียส การรักษาอัตราการผลิตความร้อนของร่างกายให้เท่ากับอัตราการระบายความร้อนออกเพื่อให้เกิดสมดุลของความร้อนในร่างกาย เกิดจากการสูญเสียความร้อนโดยการระเหยของน้ำและเหงื่อผ่านผิวหนัง การสูญเสียความร้อนแฝงโดยการหายใจ การสูญเสียความร้อนโดยการหายใจ การสูญเสียความร้อนโดยการนำความร้อน การแผ่รังสีความร้อน และการพาความร้อนผ่านเสื้อผ้า (Fanger, 1970)

### 2.2.2 ความสบายของมนุษย์

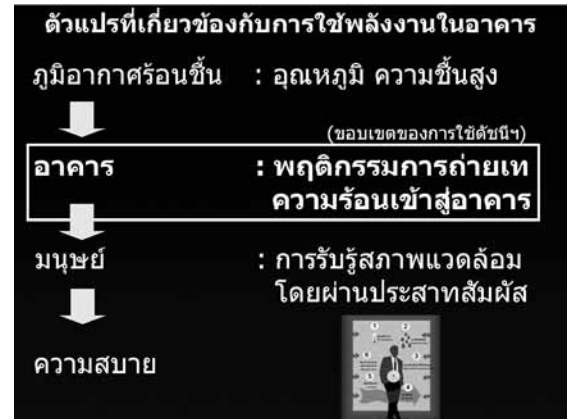
สุนทร บุญญาริการ (2542) ศึกษาว่า ปรัชญาของการอยู่อาศัยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อจะให้เป็นคำตอบสำหรับความต้องการที่ครบถ้วนของการใช้ชีวิต โดยเฉพาะการมีคุณภาพชีวิตที่ดี

ความสบายของมนุษย์ในอดีตกับปัจจุบันในหัวข้อดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากความสบายของมนุษย์ในปัจจุบันมีความต้องการเพิ่มเติมของคุณภาพชีวิตที่ดี การมีเทคโนโลยีสารสนเทศหรือความสามารถในการติดต่อสื่อสาร นอกจากนี้ยังมีปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดของการออกแบบสถาปัตยกรรมในยุคปัจจุบันอีก 6 ประการ ได้แก่ เสถียรภาพทางการเงินและสภาพทางเศรษฐกิจ เทคโนโลยีสมัยใหม่ การประหยัดพลังงาน การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การมีคุณภาพชีวิตที่สูงกว่าในอดีต ค่านิยมของสังคม และความต้องการสร้างสรรค์สภาวะแวดล้อมให้ได้ดังจินตนาการ รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ (สุนทร บุญญาริการ, 2542)

### 2.2.3 สภาวะน่าสบาย

สภาวะน่าสบาย หรือสภาวะที่มนุษย์ไม่สามารถระบุได้ว่าร้อนหรือหนาว เนื่องจากมนุษย์มีความรู้สึกร้อน-หนาวที่พอเหมาะ ผลการสำรวจจากชนชาติต่าง ๆ ได้ข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าสภาวะน่าสบายของมนุษย์มีค่าใกล้เคียงกันแม้จะอาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศแตกต่างกัน การหาความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อกำหนดมาตรฐานของสภาวะน่าสบายสามารถกำหนดช่วงหรือขอบเขตของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกสบายของมนุษย์ไว้เป็นมาตรฐาน เรียกว่า เขตสบาย (comfort zone) จากการศึกษา (Fanger, 1970) พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายด้านอุณหภูมิเมื่อร่างกายอยู่ในภาวะปกติ ประกอบด้วย 6 ตัวแปร

ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ ความเร็วลม เสื้อผ้าที่สวมใส่ และอัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย ซึ่งสามารถแบ่งเป็นตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมและตัวแปรด้านบุคคล



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของการปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคารและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในอาคาร

### 2.2.4 ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อม

1. อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature) เป็นตัวแปรหลักในการบ่งบอกถึงความรู้สึกร้อนหนาว โดยอุณหภูมิอากาศในเขตสบายอยู่ระหว่าง 21.1-27.8 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่สูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ การทำความร้อนหรือการทำความเย็นก็มีความจำเป็นเพื่อปรับสภาพให้เข้าอยู่ในเขตสบาย (Olgay, 1992)
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) อาจอยู่ในช่วง 20-75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเขตสบาย และร่างกายมนุษย์จะรู้สึกถึงผลกระทบของความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงอุณหภูมิ 19.8-24.75 องศาเซลเซียส
3. อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature: MRT) หมายถึง อุณหภูมิที่เกิดจากค่าเฉลี่ยของรังสีความร้อนที่มีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมนั้น ๆ สามารถคำนวณจากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่เกิดจากรังสีความร้อนในพื้นที่ผิวต่าง ๆ และมุมกระทำ (solid angle) ที่เกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งที่วัดกับอุณหภูมิที่เกิดจากค่าเฉลี่ย
4. ความเร็วลม (Air Velocity) การเคลื่อนที่ของกระแสลมจะช่วยพัดพาความร้อนรอบ ๆ ตัวออกไปและช่วยเพิ่มขอบเขตของความสบาย เนื่องจากความเร็วลมที่พัดผ่านผิวกายมนุษย์ช่วยเพิ่มอัตราการระเหยของเหงื่อ ทำให้ร่างกายสูญเสียความร้อนได้ดีจึงรู้สึกเย็นเร็วขึ้น

### 2.2.5 ตัวแปรด้านมนุษย์บุคคล

1. เสื้อผ้าสวมใส่ (Clo-value) ทำหน้าที่ป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์กระทบผิวหนัง ป้องกันความหนาวเย็นจากสภาพแวดล้อม ขณะเดียวกันก็เป็นสิ่งกีดขวางการระเหยกลายเป็นไอของเหงื่อ และขัดขวางการพาความร้อนออกจากร่างกายสู่สภาพแวดล้อมภายนอกในเขตที่มีภูมิอากาศร้อน จึงควรใส่เสื้อผ้าที่ระบายเหงื่อได้ดี และไม่หนาจนเกินไป

2. อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism Rate: MET) เป็นปฏิกิริยาทางกายภาพของมนุษย์ การเผาผลาญพลังงานของร่างกายจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับระดับกิจกรรมประจำวันของมนุษย์

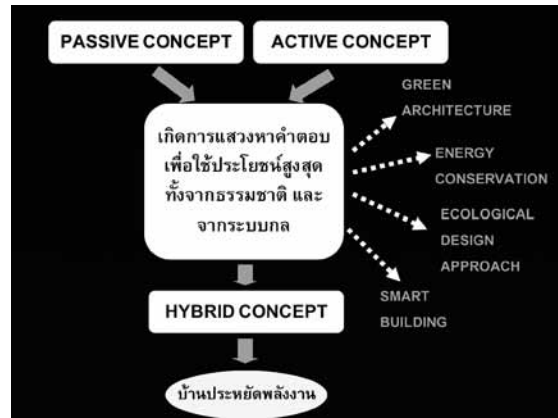
## 2.3 แนวทางการออกแบบอาคารเพื่อประหยัด

### พลังงานในเขตร้อนของสภาพแวดล้อมปัจจุบัน

ปัจจุบันสภาพแวดล้อมเต็มไปด้วยมลภาวะต่าง ๆ เช่น ความร้อนของอากาศในเมืองที่เพิ่มสูงขึ้น สถาปัตยกรรมที่เคยเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและวิถีชีวิตในอดีต จึงไม่สามารถตอบสนองต่อประโยชน์ใช้สอยและคุณภาพชีวิตของคนไทยในปัจจุบันได้ รวมถึงการนำรูปแบบอาคารตลอดจนการใช้วัสดุจากต่างประเทศโดยไม่ได้ปรับให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศร้อนขึ้นทำให้เกิดปัญหาของการใช้พลังงานอาคารขึ้น

จากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง มลภาวะสูง ความต้องการอาคารที่เพิ่มสูงขึ้น และแรงกดดันทางเศรษฐกิจ ทำให้การออกแบบอาคารที่พักอาศัยของประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นสถาปัตยกรรมร่วมสมัย คือ การนำเอาแนวความคิดจากวัฒนธรรมตะวันตก วัสดุใหม่ ๆ และเทคโนโลยีต่างประเทศมาใช้ออกแบบก่อสร้างอาคารผสมผสาน แนวคิดของไทยที่ใช้ระบบธรรมชาติ (passive concept) ร่วมกับระบบเครื่องกล (active concept) เพื่อปรับสภาพแวดล้อมให้คุณภาพชีวิตดีขึ้นแนวคิดในการออกแบบอาคารที่พักอาศัยแสดงให้เห็นถึงการอยู่และใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ เพื่อให้เกิดความรู้สึกน่าสบาย แต่แนวทางนี้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในทุกระดับ เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้นเกินขอบเขตสบายทำให้ระบบธรรมชาติไม่เหมาะสมกับมนุษย์ในสังคมเมือง ด้วยเหตุนี้การนำแนวคิดในการออกแบบอาคารด้วยการใช้ระบบเครื่องกล เพื่อสร้างความสบาย ตอบ

สนองความต้องการของมนุษย์ได้ โดยเฉพาะวิถีชีวิตยุคใหม่ ที่มีความคล่องตัว ทันสมัย และสะดวกสบาย แต่มีความต้องการใช้พลังงานมากและการลงทุนที่สูงขึ้น



รูปที่ 2 แสดงแนวคิดในการออกแบบอาคารแบบ Hybrid Concept

การพัฒนาองค์ความรู้ต่อมาจึงเกิดงานวิจัยที่ต้องการแสวงหาคำตอบจากการใช้ระบบธรรมชาติร่วมกับระบบเครื่องกลให้ได้ประโยชน์สูงสุด ซึ่งการออกแบบอาคารที่พักอาศัยแบบผสมผสานระหว่างธรรมชาติกับระบบเครื่องกล หรือแนวคิดผสมผสาน (hybrid concept) เป็นการนำเอาหลักการของการอนุรักษ์พลังงาน การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เป็นธรรมชาติ การปรับระบบนิเวศน์ให้สมดุล รูปแบบอาคารที่สวยงามซึ่งหลักการดังกล่าวนี้ได้นำไปสู่การออกแบบอาคารและบ้านประหยัดพลังงาน

### 2.3.1 ที่ตั้งและสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมของอาคาร เป็นปัจจัยที่มีทั้งการบั่นทอนสภาวะของอาคารหรือเอื้อประโยชน์ได้ หากมีการปรุงแต่งที่ถูกต้องมีความเข้าใจในสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศ เนื่องจากเอกลักษณ์ที่แตกต่างกันส่งผลให้สภาพแวดล้อมของอาคารแตกต่างกัน

การสร้างสภาพแวดล้อมให้เย็นลงรอบอาคาร จะช่วยสร้างสภาวะสบายให้กับร่างกายมนุษย์และช่วยลดปริมาณความร้อนสู่ภายในอาคาร ปัจจัยการใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดิน ซึ่งทำหน้าที่ในการดูดซับเอาน้ำจากใต้ดินมาระเหยทำให้ระดับผิวดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศมาก ในบางกรณีอุณหภูมิที่ผิวดินภายใต้พุ่มใบของพุ่มไม้อาจมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะ

การใช้ประโยชน์จากวัสดุภูมิวดิน นอกจากการใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดินแล้ว การเลือกใช้วัสดุภูมิวดินที่เหมาะสมก็จะช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้ ควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนต่ำ มีค่าการกระจายความร้อนสูงหรือเป็นวัสดุที่สามารถนำน้ำจากใต้ดินมาระเหยเป็นไอน้ำได้ดี และควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่มีสีเข้มและมีค่าการดูดความร้อนสูง เช่น ฝ้าย ยางมะตอย ถนนคอนกรีต

### 2.3.2 รูปทรงและทิศทางอาคาร

การออกแบบอาคารระบบกันแสงแดด ต้องคำนึงถึงผลจากรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทำต่ออาคารในมุมต่าง ๆ เป็นสำคัญ เนื่องจากความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารโดยการแผ่รังสีความร้อนมีผลกระทบโดยตรงต่อผู้ใช้อาคาร

การป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานภายในอาคาร เนื่องจากปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารแปรผันโดยตรงกับปริมาณพื้นที่เปลือกอาคารที่มีพื้นที่เปลือกอาคารมากจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารเพิ่มขึ้น จนทำให้ความร้อนภายในห้องเกินขอบเขตสภาวะน่าสบาย

การออกแบบอาคารในแง่ของการปิดผ่านของกระแสลม ตัวอย่างหนึ่งก็คือ การเจาะช่องหน้าต่างในด้านที่มีความกดอากาศสูง จะทำให้ลมที่พัดผ่านสามารถเข้าสู่ตัวอาคาร และระบายออกสู่ด้านที่มีความกดอากาศต่ำ ทำให้ลมพัดผ่านจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งได้โดยตลอด

### 2.3.3 เปลือกอาคาร

การพิจารณาการใช้วัสดุที่เหมาะสมสำหรับเปลือกอาคาร เนื่องจากเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมภายในอาคารได้ ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อการใช้งานและเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ยกตัวอย่างเช่น วัสดุผนังหรือวัสดุปิดผนัง เป็นส่วนสำคัญและมีพื้นที่มากกว่าส่วนอื่น ๆ ของอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผนังภายนอกอาคารซึ่งเป็นส่วนที่สัมผัสกับอากาศภายนอกโดยตรง ซึ่งมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้ามาภายในอาคาร การลดปริมาณความร้อนเท่าที่เทคโนโลยีปัจจุบันจะเอื้ออำนวยจึงเป็นการควบคุมความร้อนให้เข้ามาในอาคารให้น้อยที่สุดเป็นหลัก วัสดุที่ควรพิจารณาคือ

วัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง ไม่เก็บสะสมความร้อนหรือมีค่าความจุความร้อนไม่สูง

## 2.4 ปรัชญาและแนวความคิดการออกแบบสถาปัตยกรรมยั่งยืน

ปัจจุบันการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน มีการทำแนวคิดทฤษฎีและผลการวิจัยไปใช้แพร่หลายมากขึ้น ผู้ออกแบบ ผู้รับเหมาก่อสร้าง เจ้าของอาคาร เริ่มมีประสบการณ์มาเป็นระยะเวลาหนึ่ง การพัฒนาต่อยอดจึงเป็นประเด็นสำคัญสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน และยังช่วยแก้ปัญหาโลกร้อน ซึ่งปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ เนื่องมาจากการดำรงชีวิตของมนุษย์ในทุกด้านนั้นตั้งอยู่บนหลักการที่พยายามที่จะเอาชนะธรรมชาติ มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสิ้นเปลืองและเป็นการใช้ทรัพยากรในรูปแบบที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนสำคัญที่เป็นปัจจัยในการที่จะทำให้ปัญหาดังกล่าวนั้นได้รับการแก้ไขอย่างจริงจัง นั่นคือ แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบสถาปัตยกรรมยั่งยืน (sustainable design)

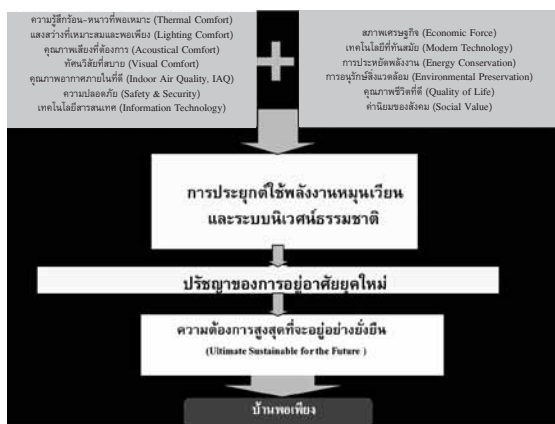
ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบระหว่างกระบวนทัศน์ใหม่และกระบวนทัศน์เก่า

	กระบวนทัศน์เก่า	กระบวนทัศน์ใหม่
น้ำ	ทิ้ง	นำกลับมาใช้ใหม่
ขยะ	ทิ้ง	ทำก๊าซชีวภาพและทำปุ๋ย
น้ำค้าง	ไม่เคยเก็บ	รองเก็บไว้ใช้
บ้าน	มีค่าใช้จ่ายไม่ช่วยประหยัดพลังงาน	สามารถเลี้ยงตัวเองได้ช่วยประหยัดพลังงาน
โครงสร้าง	ตอกเสาเข็ม	ใช้โครงเหล็ก
วัสดุ	ซีเมนต์+ทราย	ซีเมนต์+โฟม
พลังงาน	ใช้อย่างสิ้นเปลือง	ประหยัดพลังงาน

นอกจากนี้ ในเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร สภาพแวดล้อมที่เคยมีอยู่อย่างสมบูรณ์ในอดีตได้เสื่อมสภาพหรือสูญหายไปจากเดิมเกือบหมด ระบบธรรมชาติที่เคยเป็นปัจจัยสำคัญและอำนวยประโยชน์ในอดีตได้เสื่อมสภาพหรือสูญหายไป ในปัจจุบันสภาพแวดล้อมเต็มไปด้วยมลภาวะต่าง ๆ ความร้อนของอากาศในเมืองที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้เกิดการดำเนินชีวิตอยู่ในปัจจุบันของคนไทยรุ่นใหม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต เมื่อเป็นเช่นนั้นสถาปัตยกรรมต่าง ๆ ที่เคยเหมาะสม

กับสภาพแวดล้อมและการใช้ชีวิตในอดีต จึงไม่สามารถตอบสนองต่อประโยชน์ใช้สอยและคุณภาพชีวิตของคนไทยในปัจจุบันได้อีก รวมถึงการที่ในปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านการก่อสร้างมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วจึงเห็นกันอยู่โดยทั่วไป บางส่วนมีการนำรูปแบบอาคารตลอดจนการใช้วัสดุจากต่างประเทศโดยไม่ได้ปรับให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ก่อให้เกิดปัญหาของการใช้พลังงานอาคารขึ้น ปัญหาที่กล่าวมานี้สามารถที่จะแก้ไขให้มีความรุนแรงน้อยลงได้โดยการออกแบบอาคารบนแนวคิดของความยั่งยืน เนื่องจากแนวคิดดังกล่าวนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการอยู่ร่วมกันของธรรมชาติอย่างพึ่งพาอาศัย มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้

การนำองค์ความรู้ด้านการประหยัดพลังงานและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมยังอยู่ในวงผู้ออกแบบบางส่วน ซึ่งการออกแบบด้านนี้จำเป็นต้องใช้เวลาหลายปีในการศึกษาและปฏิบัติจริง ปัจจุบันปัจจัยด้านพลังงานมีอิทธิพลสูงต่อระบบเศรษฐกิจ วิถีชีวิต โดยเฉพาะประชาชนทั่วไป นอกจากค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการสัญจร อาหาร เครื่องแต่งกายแล้ว ค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ด้านพลังงานและดูแลรักษาอาคารบ้านพักอาศัยยังมีมูลค่าสูงตามไปด้วย การออกแบบอาคารที่มีลักษณะพอเพียงจึงเป็นการนำความรู้ต่าง ๆ มาผสมผสานกันเพื่อพัฒนารูปแบบอาคารสู่สาธารณะให้ประชาชนสามารถนำรูปแบบและหลักการไปใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยที่มีคุณสมบัติสูง ประหยัดพลังงาน มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนในวงกว้างและยังช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของประเทศโดยรวมอีกด้วย



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพความคิดใหม่ในการอยู่อาศัย (ประยุกต์จากสุนทร บุญญฤทธิ์การ, 2542)

ปรัชญาของการอยู่อาศัยของคนยุคใหม่เพื่อให้บ้านเป็นคำตอบสำหรับความต้องการที่ครบถ้วนของการใช้ชีวิต 8 ประการ ได้แก่

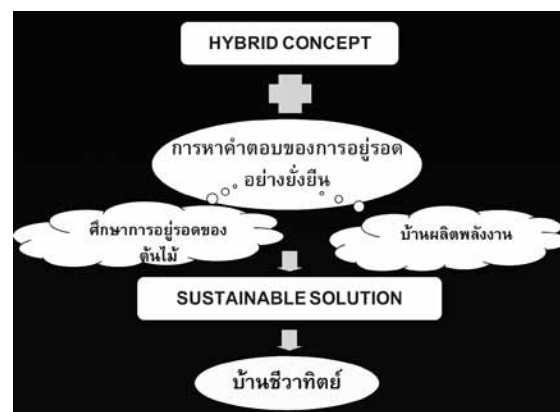
1. ความรู้สึกอ่อน-หนาวที่พอเหมาะ
2. การมีแสงสว่างที่เหมาะสมและพอเพียง
3. การมีคุณภาพเสียงที่เหมาะสม
4. ความต้องการทัศนวิสัยที่สบาย
5. ความงามและบรรยากาศ
6. การมีคุณภาพอากาศภายในที่ดี
7. การมีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน
8. เทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม

นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดของการออกแบบสถาปัตยกรรมในยุคปัจจุบันอีก 6 ข้อ ได้แก่

1. เสถียรภาพทางการเงินและสภาพทางเศรษฐกิจ
2. เทคโนโลยีสมัยใหม่
3. การประหยัดพลังงาน
4. การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
5. การมีคุณภาพชีวิตที่สูงกว่าในอดีต
6. ค่านิยมและความต้องการสร้างสรรค์

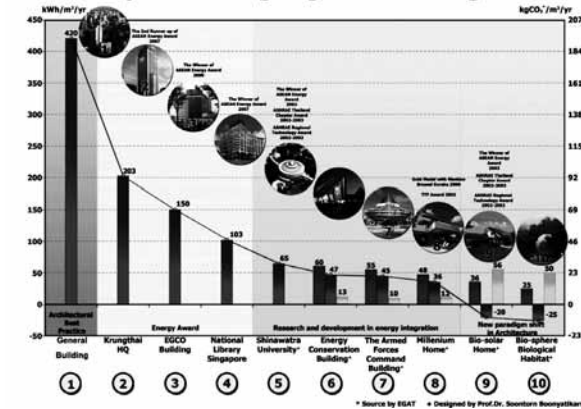
สภาวะแวดล้อมให้ได้ตั้งจินตนาการ รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ

เมื่อรวมเอาความต้องการและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด เกิดเป็นองค์ประกอบที่นำไปสู่ปรัชญาและแนวความคิดใหม่ของการสถาปัตยกรรมเพื่อการอยู่อาศัยในยุคปัจจุบัน และเป็นแนวความคิดหลักที่ใช้ในการออกแบบบ้านสู่โลกร้อนที่ต่ออาศัยการประยุกต์ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีและวิทยาการแบบครบวงจร (สุนทร บุญญฤทธิ์การ, 2542)



รูปที่ 4 แนวความคิดการออกแบบผสมผสานสำหรับอาคารพักอาศัยสู่การออกแบบอย่างยั่งยืน (Hybrid Concept)

**NEW PARADIGM SHIFT IN GLOBAL WARMING SOLUTION**  
**"Where is your building in global warming solution?"**



รูปที่ 5 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารทั่วไป กับอาคารที่ออกแบบประหยัดพลังงาน (วรสันต์ บูรณากาญจน์, 2551)

ตัวอย่างอาคารที่นำแนวคิดข้างต้นมาใช้ได้แก่ บ้านชีวอาทิตย์ (Bio-Solar Home) เป็นตัวอย่างหนึ่งที่มีการนำเอาแนวคิดการออกแบบเพื่อความยั่งยืนมาใช้ได้อย่างบูรณาการ ซึ่งเมื่อนำพลังงานทดแทนมาใช้ประกอบจะทำให้เกิดแนวคิดในการออกแบบอาคารยุคใหม่ที่สามารถลดการใช้พลังงานและลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

**2.5 การศึกษาแหล่งพลังงานทางเลือก**  
**(พลังงานทดแทน)**

**2.5.1 พลังงานลม**

ในปัจจุบันมนุษย์จึงได้ให้ความสำคัญและนำพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพลังงานลมมีอยู่โดยทั่วไป ไม่ต้องซื้อหา เป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาพแวดล้อม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่รู้จักหมดสิ้น จึงทำให้พลังงานลมได้รับความสนใจในการศึกษาและพัฒนาให้เกิดประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง

**2.5.2 พลังงานความร้อน**

พลังงานความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งซึ่งอาจได้จากการแปลงรูปของพลังงานเคมีที่สะสมไว้ในวัตถุ เมื่อได้รับพลังงานความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยอุณหภูมิเป็นปริมาณที่บอกระดับ ซึ่งจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นตามความร้อนของวัตถุ พลังงานความร้อนจะถ่ายโอนไปยังวัตถุต่าง ๆ พลังงานความร้อนจะถ่ายโอนจากที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและหยุดถ่ายโอนพลังงานความร้อนเมื่ออุณหภูมิเท่ากัน

**2.3.3 พลังงานไฟฟ้า**

พลังงานไฟฟ้านับว่าเป็นพลังงานที่สำคัญและมนุษย์นำมาใช้มากที่สุด เทคโนโลยีด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ดังที่เห็นได้รอบตัวในทุกวันนี้เครื่องใช้เหล่านี้ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานรูปอื่น

**2.5.4 พลังงานแสงอาทิตย์**

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง ปัจจุบันการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบคือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน นอกจากนี้ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความเย็นให้อาคาร เป็นสิ่งที่จำเป็นต้องศึกษาอย่างยิ่ง

**3. ผลการวิจัย**

บ้านพอเพียงลดโลกร้อน เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการออกแบบบ้านเพื่อให้ประหยัดพลังงาน มีสภาน่าสบาย และช่วยอนุรักษ์สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ เป็นการออกแบบบ้านที่ใช้ประโยชน์จากวัสดุ การจัดการพื้นที่ การใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างเป็นประโยชน์ที่สุดอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน โดยเป็นบ้านที่ตอบสนองความต้องการ ในการอยู่อาศัยได้อย่างสมบูรณ์ แม้จะมีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ และงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด

**3.1 แนวทางการออกแบบบ้านพอเพียง**

บ้านพอเพียงสามารถใช้ประโยชน์จากระบบธรรมชาติได้มาก การเลือกใช้วัสดุที่มีการเก็บกักความร้อนน้อย การจัดวางพื้นที่ใช้งานโดยแยกครัวไทยและครัวตะวันตก เอาโครงสร้างของบ้านมารับน้ำหนักจนกลายเป็นบ้านไม่มีเสา เป็นการประยุกต์วิธีการประหยัดพลังงานผ่านแนวความคิดในการออกแบบไปสู่กระบวนการออกแบบทางสถาปัตยกรรมโดยการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมเพื่อลดการนำความร้อน ออกแบบมาเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในบ้าน การออกแบบหลังคาให้มีความลาดชันที่เหมาะสมต่อการกักเก็บน้ำค้างที่เกิดขึ้นในปริมาณที่เพียงพอ



แนวคิดการสร้างบ้านที่ประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม โดยผู้อยู่อาศัยต้องมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นนั้น เป็นนวัตกรรมการออกแบบสถาปัตยกรรมยุคใหม่ คือการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน (sustainable design) โดยการสร้างบ้านเพื่อวิถีชีวิตที่พอเพียงต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ

จากความต้องการพื้นฐานของมนุษย์และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบทำให้สามารถที่จะกำหนดแนวคิดและเทคนิคในการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืนได้เป็นหัวข้อที่สำคัญที่จะสามารถนำมาศึกษาต่อยอดและพัฒนาองค์ความรู้ในแต่ละด้าน

### 3.1.1 ลักษณะเฉพาะของบ้านพอเพียง

บ้านพอเพียงสร้างด้วยต้นทุนต่ำ ประหยัดเวลาการก่อสร้างที่รวดเร็ว วัสดุที่ใช้มีความคงทนในการใช้งานยาวนาน วัสดุกันความร้อนได้เป็นอย่างดี ทำให้บ้านนี้สามารถรักษาอุณหภูมิภายในบ้านให้คงที่ ฤดูร้อนอุณหภูมิอากาศภายในบ้านจะเย็นสบาย และฤดูหนาวอุณหภูมิอากาศภายในบ้านจะอุ่นสบาย ซึ่งเป็นการประหยัดพลังงานและประหยัดค่าไฟฟ้า รวมถึงรักษาสีงแวดล้อม เมื่อเพิ่มแหล่งพลังงานทดแทนให้กับบ้านหลังนี้จะทำให้พึ่งพาตัวเองได้โดยการผลิตพลังงานใช้เองอย่างพอเพียง การนำเอาน้ำเสียและน้ำใช้มาหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้ระบบกรองและบำบัดครบ

ตารางที่ 2 ลักษณะเฉพาะของบ้านพอเพียงและบ้านทั่วไป

บ้านพอเพียง	บ้านทั่วไป
- อุณหภูมิอากาศภายในบ้านคงที่	- อุณหภูมิอากาศภายในบ้านเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อม
- ประหยัดพลังงานภายในบ้านได้มากกว่า 3 – 5 เท่า	- ใช้พลังงาน 300–500 kWh ต่อตารางเมตรต่อปี
- สร้างสรรค์คุณภาพชีวิตและสุขภาพต่อผู้อยู่อาศัยภายในบ้าน	- ผู้ใช้อาคารต้องปรับตัวตามสภาพแวดล้อม
- ระยะเวลาในการก่อสร้างได้ถึง 90 วัน	- 240–360 วัน
- ใช้พลังงานทดแทนได้ทั้งหมด เนื่องจากลดการใช้พลังงานในอาคารลงแล้ว	- ใช้พลังงานทดแทนบางส่วน เนื่องจากใช้พลังงานในอาคารสูง
- ลดน้ำหนักบรรทุก (Dead Load) ลงได้ประมาณครึ่งหนึ่ง เพื่อใช้เป็นน้ำหนักจร	- น้ำหนักบรรทุกมากกว่าน้ำหนักจร

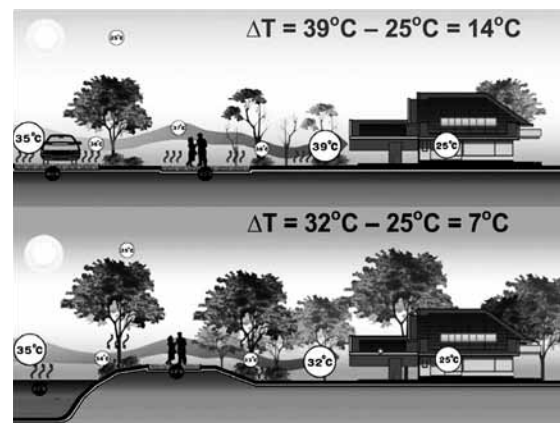
วงจรและการเก็บน้ำจากน้ำค้างบนหลังคา ซึ่งเป็นการประหยัดต้นทุนในการใช้น้ำประปา และการผลิตก๊าซหุงต้มที่ได้จากการหมักขยะและของเสีย ก๊าซชีวภาพนี้เหลือสามารถนำก๊าซไปบรรจุถังหรือนำไปขายได้

## 3.2 การวางผังอาคารโดยรอบด้วยหลักวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปปรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและนำไปสู่แนวคิด Sustainable

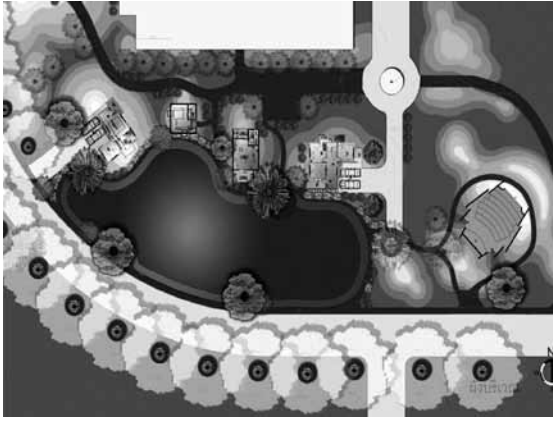
### 3.2.1 การนำหลักวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปปรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและนำไปสู่แนวคิด Sustainable

- การระเหยของน้ำ ของอากาศผ่านแหล่งน้ำ
- Heat Capacity การเก็บกักความร้อน
- ต้นไม้ นำไปสู่ การคายน้ำ การสร้างร่มเงา การปรับทิศทางลม
- น้ำมีค่าความจุความร้อนสูง เมื่อน้ำระเหยช่วยลดอุณหภูมิจากการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำ
- ลม ช่วยระบายความร้อนจากผิวร่างกาย ช่วยลดความร้อน

ดังนั้น การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมด้วยต้นไม้และแหล่งน้ำจึงถือว่ามีสำคัญต่อการออกแบบอาคารและที่พักอาศัย สามารถช่วยในการลดความร้อน



รูปที่ 6 ความแตกต่างของอุณหภูมิจากการใช้เทคนิคตามหลักวิทยาศาสตร์เพื่อปรับสภาพแวดล้อมให้มีอุณหภูมิเย็นลง ซึ่งจากภาพจะเห็นได้ว่าการออกแบบที่ไม่เข้าใจการปรับสภาพแวดล้อมจะทำให้อุณหภูมิอากาศสูงขึ้น ในขณะที่การปรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะทำให้อุณหภูมิลดลง และทำให้ลดภาระการทำความเย็นน้อยลงครึ่งหนึ่งของสภาพแวดล้อมที่ร้อน (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)



รูปที่ 7 การออกแบบและวางผังในการก่อสร้างบ้านพอเพียง เริ่มจากการปรับปรุงภูมิทัศน์ โดยการปลูกพืชรอบอาคารทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับทรงพุ่มสูงเพื่อสร้างร่มเงาให้กับสภาพแวดล้อมและอาคาร ระดับทรงพุ่มเตี้ยเพื่อปรับกระแสน้ำให้กับอาคาร ระดับผิวดินเพื่อเพิ่มอัตราการระเหยของน้ำจากผิวดินและแหล่งน้ำทางทิศใต้ ลักษณะหลังคาบ้านพอเพียงหันสู่ทิศใต้เพื่อการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์

ในตอนกลางวันได้ ด้วยการลดลงของอุณหภูมิอากาศรอบอาคาร ลดอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ ลดความแตกต่างของอุณหภูมิสภาพแวดล้อม

### 3.3 การวิจัยเพื่อผสมผสานวัสดุ ระบบอาคารและแนวทางการแปลงทรัพยากรธรรมชาติเพื่อให้เกิดความสมดุลของสภาพแวดล้อม เพื่อให้บ้านมีแนวโน้มอยู่ได้ด้วยตัวเอง

บ้านพอเพียงถือเป็นหนึ่งใน การออกแบบบ้าน เพื่อให้ประหยัดพลังงาน โดยอาศัยแนวคิดหลัก 6 ประการในการออกแบบบ้านพักอาศัยให้เหมาะสมกับสภาพอากาศเมืองร้อนชื้น ดังนี้

1. การออกแบบที่มีการเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับสภาพความเป็นเมืองร้อนชื้น โดยสามารถกันแดด กันฝน กันความร้อน กันความชื้น
2. การใช้วัสดุโพรมีไซเคิลที่เหมาะสมสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น สามารถกันความร้อน ความชื้นได้ดี และก่อสร้างง่าย รวดเร็ว และบำรุงรักษาต่ำ
3. การใช้เทคนิคการก่อสร้างที่ลดความยุ่งยาก วัสดุก่อเม็ดโม่คอนกรีตบล็อก
4. การเลือกอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเป็น การออกแบบบ้านที่ใช้เครื่องปรับอากาศเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่สามารถควบคุมสภาวะน่าสบาย และมีสภาพแวดล้อมภายในได้อย่างสมบูรณ์

5. เน้นการปรุงแต่งสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และบำรุงรักษาต่ำ การกำหนดที่ตั้งและทิศทางของอาคาร การสร้างสภาพแวดล้อมให้เย็นเพื่อลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอก เพื่อให้สภาพแวดล้อมของบ้านเย็นลงกว่าเดิม

6. ส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัย

#### 3.3.1 เทคนิคการก่อสร้างบ้านพอเพียง

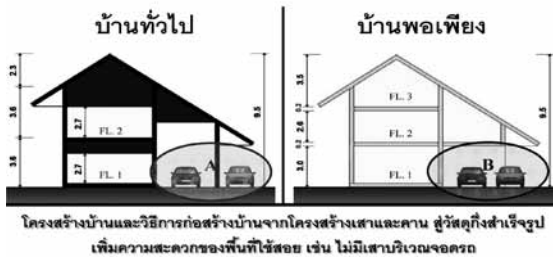
ขั้นตอนการก่อสร้างบ้านพอเพียงเริ่มจากการออกแบบที่ผสมผสาน 1) ระบบเปลือกอาคาร 2) ระบบท่อและระบบปรับอากาศ และ 3) ระบบโครงสร้างอาคาร รูปแบบบ้านพักอาศัยทั่วไปมักเริ่มจากการกำหนดช่วงเสาตามสินค้ามาตรฐานเพื่อให้ค่าก่อสร้างไม่แพงและสามารถก่อสร้างได้รวดเร็ว แต่แนวคิดการออกแบบบ้านพอเพียงนั้นใช้แนวทางการผสมผสานองค์ประกอบทั้งหมดในขั้นตอนการออกแบบพร้อมกับการวิเคราะห์วิธีการก่อสร้างไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้น การออกแบบจึง Integrate ระบบอาคารไปพร้อม ๆ กับวัสดุทางสถาปัตยกรรม โดยผนังอาคารทำหน้าที่เป็นวัสดุเปลือกอาคาร ช่องท่อทางระบบประปา ไฟฟ้าปรับอากาศ ควบคู่กับเป็นผนังรับน้ำหนักของอาคารทั้งหมด ผนังบ้านพอเพียงจึงมีความหนา 0.20 เมตร ซึ่งมีคุณสมบัติการกันความร้อนที่สูง สามารถซ่อนช่องท่อขนาดใหญ่ 0.15 เมตร ของท่อสุขภัณฑ์ได้และยังมีวัสดุฉนวนของผนังหุ้มท่อทั้งสองด้าน การรับน้ำหนักของผนังมีความหนาเพียงพอสำหรับน้ำหนักอาคาร เนื่องจากวัสดุพื้นอาคารใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาจึงลดน้ำหนักวัสดุ (dead load) และน้ำหนักของวัสดุโครงสร้างส่วนต่างนั้นเป็นน้ำหนักจร (live load) จึงทำให้น้ำหนักรวม (dead load และ live load) มีปริมาณน้อยลง ศักยภาพการรับน้ำหนักของผนังที่มีความหนา 0.20 เมตร จึงสามารถรับน้ำหนักได้ปลอดภัย

การก่อสร้างบ้านพอเพียงเริ่มจากการศึกษาศักยภาพการรับน้ำหนักของดินบริเวณนั้น พื้นที่มหาวิทาลัยราชภัฏวชิรชาญนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า มีค่าการรับน้ำหนักค่อนข้างดี การก่อสร้างเริ่มจากการใช้เข็มคอนกรีตหกเหลี่ยมหกนิ้วหกเมตร

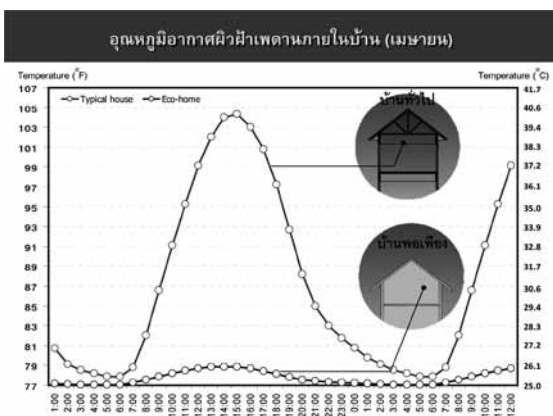
วัสดุก่อสร้างทั้งหมดมีน้ำหนักเบา จึงสามารถก่อสร้างได้สะดวกและรวดเร็ว ผนังเปลือกอาคาร เป็นระบบโครงสร้างที่สามารถรับน้ำหนักอาคาร วัสดุจะมีน้ำหนักเบา แข็งแรง ทนทานการรับน้ำหนักลักษณะของ Wall Baring จึงไม่ใช่โครงสร้างแบบเสาคาน ดังนั้น การออกแบบพื้นที่ใช้สอยจึงไม่มีเสา



รูปที่ 8 เปรียบเทียบระบบการก่อสร้างบ้านทั่วไปและบ้านพอเพียง



รูปที่ 9 เปรียบเทียบโครงสร้างและวิธีการก่อสร้างบ้านทั่วไปและบ้านพอเพียง พื้นที่ใช้สอยที่มี



รูปที่ 10 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวฝ้าเพดานภายในบ้านทั่วไปและบ้านพอเพียงตลอด 24 ชั่วโมง ของเดือนเมษายน

### 3.3.2 วัสดุส่วนประกอบที่สำคัญของบ้านพอเพียง

- ฟิล์มโฟมผสมคอนกรีต บริเวณพื้นชั้นล่าง เพื่อลดความร้อนจากดินสู่ภายในบ้าน
- หลังคาบ้าน ใช้วัสดุ Roof Panel หนา 6 นิ้ว แบบขนาดกว้าง 1.20 เมตร ยาวตามระยะออกแบบ
- เครื่องเรือนและวัสดุภายในที่คำนึงถึงการใช้ไม้ดูดความชื้น มีมวลสารน้อยลดการสะสมความร้อน
- กระจกลามิเนตป้องกันรังสี อัลตราไวโอเล็ต (UV)
- วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างเป็นวัสดุป้องกันปลวก 100%

### ก. คุณสมบัติของบ้านพอเพียง

- กรอบประตูหน้าต่างยูพีวีซี มีระบบล็อกหลายจุด ลดปริมาณฝุ่น เสียงจากภายนอก
- ระบบปรับอากาศรวมบนฝ้าเพดานใต้หลังคาและต่อท่อลมเย็นสู่ห้องต่างๆ ขนาด 18,000 บีทียูทั้งอาคาร
- ประตูหน้าต่างป้องกันแสงแดดจากดวงอาทิตย์

### ข. คุณสมบัติทางด้านประหยัดพลังงานและการกันความร้อน

- มีคุณสมบัติเป็นฉนวนความสามารถกันความร้อนและความชื้นเป็นอย่างดี
- ไม่สะสมความร้อนเก็บไว้
- สามารถป้องกันการแทรกซึมระหว่างอากาศภายนอกและภายในได้เป็นอย่างดี

### ค. คุณสมบัติในการก่อสร้างและระบบเศรษฐกิจ

- พื้นและผนังมีความสวยงาม น้ำหนักเบา แข็งแรงทนทาน
- ก่อสร้างง่าย
- บำรุงรักษาง่าย

### ง. คุณสมบัติทางด้านที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม

- ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและผู้อยู่อาศัย
- เป็นมิตรกับสภาพแวดล้อม

### จ. คุณสมบัติทางการใช้แสงของบ้าน

ออกแบบให้มีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในบ้านอย่างพอเหมาะ เพื่อลดจำนวนหลอดไฟ การใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวันโดยแสงธรรมชาติที่นำเข้ามาใช้นี้จะสะท้อนจากผิวพื้นที่เรียบและมัน (specular surface) ทำให้ฝ้าเพดานสะท้อนกลับสู่พื้นที่ใช้งานในลักษณะ (diffuse surface) รูปแบบแสงสะท้อน (indirect light) ซึ่งเป็นแสงที่มีคุณภาพสูง มีความสม่ำเสมอควบคุมได้ ซึ่งการออกแบบกำหนดให้ทุกตำแหน่งของภายในบ้านมีแสงสว่างที่พอเหมาะต่อกิจกรรมเข้าถึงในทุก ๆ ส่วน โดยหลีกเลี่ยงแสงอาทิตย์โดยตรง (direct sun) ผ่านช่องเปิด ซึ่งแสงอาทิตย์โดยตรงมีความเข้มข้นและพลังงานมากเกินความต้องการพร้อมกับความร้อน และแสงจ้าที่บาดตาเกินไป

### 3.3.3 วัสดุส่วนประกอบที่สำคัญของตัวบ้าน

#### ก. วัสดุผนัง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัสดุผนังที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านสุโลกร้อน มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรื่องความเหมาะสมในการนำวัสดุผนังเม็ดโพลีคอนกรีตมาประยุกต์ใช้เป็นเปลือกอาคารสำหรับบ้านพักอาศัยในภูมิอากาศร้อนชื้น พบว่าเมื่อนำวัสดุผนังเม็ดโพลีคอนกรีตหนา 20 เซนติเมตร พบว่าสามารถลดภาระการทำความเย็นในส่วนของเปลือกอาคารได้ 6 เท่า ลดขั้นตอนการก่อสร้าง ลดน้ำหนักได้เท่าตัวทั้งยังลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อนด้วย

คุณสมบัติที่สำคัญของวัสดุก่อสร้างที่ใช้เป็นเปลือกอาคาร หากมีน้ำหนักเบา ก็อาจมีคุณสมบัติความเบาเป็นฉนวน และกักเก็บความร้อนน้อย ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการประหยัดพลังงาน ดังนั้น จึงควรรหาแนวทางที่จะปรับปรุงคุณภาพของวัสดุเบาให้มีคุณสมบัติอื่น เช่น ทางด้านการรับแรง เพื่อจะใช้วัสดุเบา เพื่อให้สามารถนำมาใช้ก่อสร้างโดยเป็นวัสดุชนิดเดียว (single material) สามารถนำมาก่อสร้างเปลือกอาคารในส่วนต่าง ๆ ได้ โดยสะดวก หรือต่างกันเล็กน้อยในการทำโครงสร้าง ชิ้นส่วนของเปลือกอาคารต่าง ๆ

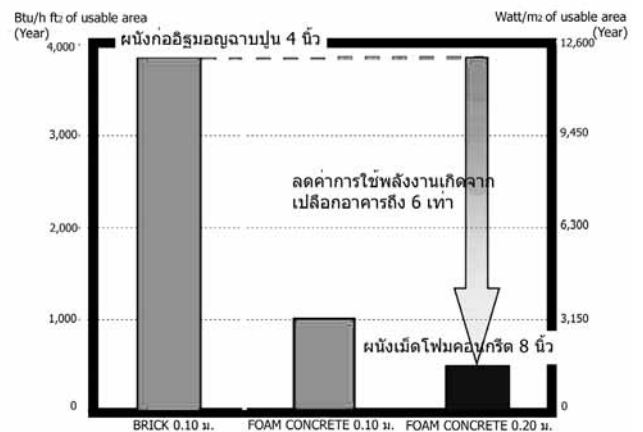
โพลีซีเมนต์บล็อกเป็นวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ภายในกระบวนการก่อสร้างโดยบดและผสมกับปูนซีเมนต์ใช้เป็นวัสดุเนื้อเดียวกับผนังและมีคุณสมบัติด้านการกันความร้อนได้ดีเหมือนเดิม

### ข. การลดการถ่ายเทความร้อนของผนัง

การเปรียบเทียบคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนของผนังชนิดต่าง ๆ ที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน พบว่าผนังเม็ดโพลีคอนกรีตมีคุณสมบัติการต้านทานความร้อนสูง ดังนั้นการเลือกวัสดุสำหรับบ้านสุโลกร้อนจึงสามารถสกัดกั้นความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารได้

#### ค. ภาระการทำความเย็น

เปลือกอาคารใช้วัสดุเม็ดโพลีคอนกรีต หนา 8 นิ้ว สามารถลดค่าการใช้พลังงานที่เกิดจากเปลือกอาคารถึง 6 เท่า โดยสามารถลดพลังงานในส่วนผนังอาคารถึง 3,333 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางฟุต (10,500 วัตต์ต่อตารางเมตร) หรือประมาณ 6.5 เท่า ของพื้นที่ใช้สอยของอาคารถึง 751 บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางฟุต (2,365.6 วัตต์ต่อตารางเมตร)



รูปที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนค่าภาระการทำความเย็น Cooling load ของวัสดุผนังชนิดต่าง ๆ (ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม, 2552)

### 3.3.4 ประโยชน์ของการใช้วัสดุโพลีคอนกรีตเป็นองค์ประกอบโครงสร้างบ้านพอเพียง

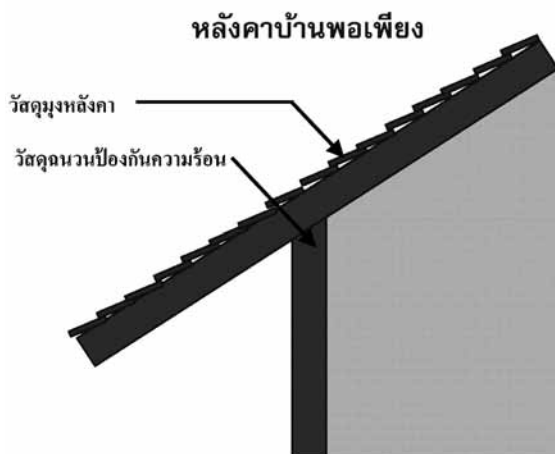
โพลีเป็นวัสดุเบา และอาจนำมาจากวัสดุใช้แล้วที่นำมาเข้ากระบวนการใหม่ เมื่อนำมาปรับปรุงประกอบการจัดระบบโครงสร้าง และรูปร่าง ตลอดจนหน้าตัด และรายละเอียดอื่น ๆ แล้วอาจเป็นคำตอบของวัสดุที่เหมาะสม ง่ายต่อการก่อสร้าง และมีประสิทธิภาพดีในการรับแรง พร้อมด้วยคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อน และความชื้นอยู่ในตัว จึงเป็นนวัตกรรมใหม่ในการเป็นโครงสร้างบ้านพักอาศัยประหยัดพลังงาน โพลีคอนกรีต มีกระบวนการผลิต ที่เกิดจากการนำเม็ด

โพลีมาผสมผสานเข้ายึดเกาะกับปูนซีเมนต์ได้เป็นอย่างดี ผลลัพธ์ที่ได้คือ

- ทำให้มีน้ำหนักที่เบา ง่ายต่อการใช้งาน
- เป็นฉนวนป้องกัน ความร้อนและเสียง
- ลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ
- สามารถใช้งานในการก่อสร้างได้ทุกประเภท
- วัสดุไม่สะสมความชื้น
- ไม่เป็นอาหารของปลวก
- อายุการใช้งานยาวนาน
- เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

### 3.3.5 หลังคาบ้านพอเพียง

ใช้วัสดุ EPS FOAM และเคลือบด้วยโลหะ 2 ด้าน ความหนา 6 นิ้ว ในการก่อสร้างอาคารส่วนของหลังคา และใช้เป็นแผ่นพื้นของระเบียงของบ้านพอเพียง



รูปที่ 12 ระบบ Roof Panel พร้อมระบบฉนวนกันความร้อน และวัสดุผิวหลังคาของบ้านพอเพียง

### 3.3.6 การเลือกใช้กระจก

การออกแบบอาคารทั่วไปนั้น มักจะไม่มี การคำนึงถึงปัญหาที่เกิดจากรังสีความร้อนจากผิวกระจก ไปยังผู้ใช้อาคาร เนื่องจากกระจกเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนที่ดี จึงสามารถถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้มาก การนำกระจกมาใช้ในอาคารก็มีข้อดี ในเรื่องการนำแสงธรรมชาติมาสู่อาคารได้ ดังนั้นการเลือกใช้กระจกจึงควรใช้กระจกที่ยอมให้แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารมากที่สุด แต่ความร้อนเข้ามาน้อยที่สุด ในกรณีบ้านพอเพียงใช้กระจกลามิเนต ที่มีสัดส่วนการให้แสงสว่างสู่พื้นที่ภายในมาก แต่ความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารน้อย

บ้านพอเพียง ใช้กระจกลามิเนต เป็นกระจก สีเขียวธรรมชาติ สามารถกักกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต และอินฟราเรดได้ดี ทำให้ผู้อยู่อาศัยปลอดภัยจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งเป็นสาเหตุทำให้วัสดุมีสีซีดจางและเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งผิวหนัง อีกทั้งมีคุณสมบัติช่วยลดความเสี่ยงจากการจัดวาง การขโมย กันรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) และกันแตก

### 3.3.7 การใช้แสงในบ้าน

แสงสะท้อนจากท้องฟ้าเป็นแสงที่มีคุณภาพสูง และสม่ำเสมอ ดังนั้นการออกแบบแสงธรรมชาติควรเน้นการนำแสงธรรมชาติจากท้องฟ้ามาใช้ รวมทั้งการใช้แสงธรรมชาตินี้ยังสามารถลดการใช้แสงประดิษฐ์หรือหลอดไฟต่าง ๆ ให้น้อยลงเป็นแนวคิดในการออกแบบระบบธรรมชาติให้มากที่สุดในช่วงกลางวัน โดยไม่ต้องใช้แสงจากหลอดไฟหรือแสงประดิษฐ์ แนวความคิดนี้ทำได้โดยควบคุมความสม่ำเสมอของแสงสะท้อนจากท้องฟ้า (indirect light) และสภาพแวดล้อมข้างเคียง ซึ่งในการออกแบบพยายามให้มีแสงสะท้อนเข้าสู่อาคารได้มากที่สุด โดยปราศจากแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง ยกเว้นเฉพาะในช่วงเช้าตรู่และช่วงเย็น (เช่น ก่อนเวลา 08.00 น. และหลังเวลา 17.00 น.)

### 3.4 วิธีการออกแบบประหยัดพลังงานของบ้านพอเพียง

การใช้พลังงานส่วนใหญ่ในอาคารสูญเสียไปกับการทำงานของเครื่องปรับอากาศมากที่สุด จากดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานในอาคาร สามารถสรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลในการประหยัดพลังงานได้ ดังนี้

#### 3.4.1 ตัวแปรอุณหภูมิอากาศ ( $\Delta T$ )

อุณหภูมิอากาศได้รับอิทธิพลจากฤดูกาลในประเทศเขตร้อนชื้น อิทธิพลทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศ ได้แก่ ลักษณะพื้นผิวโดยรอบ รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ อัตราการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนจากการแผ่รังสีสู่ท้องฟ้า คุณสมบัติการสะสมความร้อนของพื้นผิวต่าง ๆ กระแสลมและทิศทางลม คุณสมบัติการแผ่รังสีของพื้นผิวสู่สภาพแวดล้อม ดังนั้น จำเป็นต้องสร้างสภาวะแวดล้อมภายนอกอาคารให้เหมาะสมเพื่อให้อุณหภูมิภายนอกอาคารและภายในอาคารมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิน้อยที่สุด

### 3.4.2 ตัวแปรสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุผิวอาคาร ( $\Sigma U.S$ )

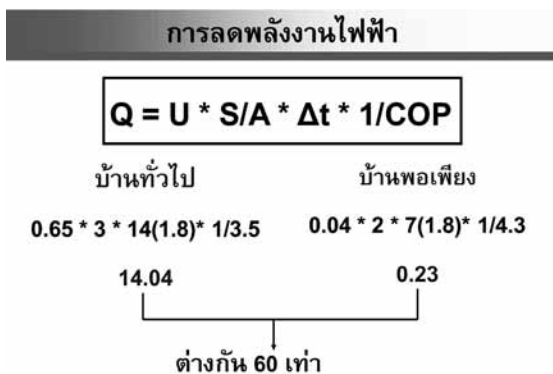
วัสดุผิวอาคารภายนอกที่เหมาะสมควรมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในต่ำ จึงเหมาะสมกับประเทศในเขตร้อนชื้น การลดการถ่ายเทความร้อนต้องคำนึงถึงตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ รังสีตรงจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิผิว และการปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน รวมของระบบเปลือกอาคาร (U-Value)

### 3.4.3 ตัวแปรพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอย (S/A)

นอกจากการใช้วัสดุที่ดีมีคุณสมบัติกันความร้อนหรือถ่ายเทความร้อนต่ำแล้ว จำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวอาคารโดยรอบ ทั้งผนังทุกด้าน หลังคาและพื้น ต้องมีพื้นที่ผิวน้อยเพื่อความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารจะได้มีปริมาณน้อยลงไปด้วย พลังงานแบบยั่งยืนสามารถสรุปตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการออกแบบ ได้แก่ การลดอัตราส่วนพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย (Surface-to-Area Ratio, S/A) เพิ่มพื้นที่ใช้งานและลดพลังงานต่อพื้นที่ใช้งาน

### 3.4.4 ตัวแปรประสิทธิภาพระบบปรับอากาศ COP

ระบบปรับอากาศเป็นปัจจัยสุดท้ายที่ส่งผลต่ออัตราการใช้พลังงานและมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากเป็นปัจจัยที่ต้องการใช้พลังงานโดยตรง การเลือกเครื่องปรับอากาศในท้องตลาดที่มีประสิทธิภาพเบอร์ 5 หรือมากกว่า เพื่อการประหยัดพลังงานสูงสุด



รูปที่ 13 การคำนวณเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ระหว่างบ้านทั่วไปและบ้านพอเพียงต่อพื้นที่ใช้สอยเท่ากัน

### 3.5 รูปแบบบ้านพอเพียงสำหรับผู้มีรายได้ปานกลางมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำ

#### 3.5.1 พื้นที่ใช้สอยบ้านพอเพียง ชั้นที่ 1

จากผังพื้นที่ชั้น 1 จะเห็นได้ว่า มีการจัดพื้นที่ใช้สอยของบ้านให้สามารถใช้ประโยชน์ของพื้นที่ได้อย่างเต็มที่คุ่มค่าสูงสุด เป็นสัดส่วนอย่างชัดเจน ลานจอดรถที่กว้างขวาง จอดรถได้ถึง 2 คัน ไม่มีเสามาเกาะเกาะให้ทวนใจ โถงที่สามารถแจกจ่ายไปยังส่วนต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึง ห้องน้ำส่วนตัวที่มีถึง 4 ห้องของบ้าน คริวที่เข้าถึงง่ายเป็นสัดส่วน แบ่งเป็นส่วนเตรียมอาหารภายในบ้านหรือครัวฝรั่งและครัวไทยภายนอกอาคาร ด้านหลังมีอากาศถ่ายเทสะดวกตำแหน่งห้องต่าง ๆ ที่เหมาะสม มุมมองสวยงามทุกห้องมีหน้าต่างได้รับแสงธรรมชาติ



รูปที่ 14 ผังพื้นที่ชั้นล่างของบ้านพอเพียง ประกอบด้วย โรงจอดรถ 2 คัน ห้องครัว ห้องรับแขก ห้องอาหาร ห้องนอน ห้องน้ำ และห้องเก็บของ

#### 3.5.2 พื้นที่ใช้สอยบ้านพอเพียง ชั้นที่ 2

พื้นที่ใช้สอย ชั้น 2 ของบ้านพอเพียงชั้น 2 ออกแบบให้เป็นบริเวณแห่งการเป็นส่วนตัว ใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า แม้กระทั่งส่วนของใต้หลังคาของห้องนอนก็ออกแบบจัดแจงให้มีรูปแบบการใช้งานที่เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ ห้องนอน ที่มีห้องน้ำ และระเบียงส่วนตัวที่มีรูปแบบเป็นลักษณะเด่น มุมมองและตำแหน่งที่พอเหมาะสวยงาม ห้องพระกลางใจบ้าน ที่สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ในอนาคต ชานพักบันได ที่จัดแต่งให้มีการใช้งานอื่นร่วมด้วย ซึ่งรวมแล้วถือเป็นการออกแบบการใช้สอยพื้นที่ได้อย่างคุ้มค่าสูงสุด



รูปที่ 15 ผังพื้นที่ชั้น 2 ของบ้านพอเพียง ประกอบด้วย ห้องนอน 2 ห้อง พร้อมระเบียงส่วนตัว ห้องพระ ห้องน้ำส่วนตัว และห้องเก็บของ

#### 4. สรุปผลการวิจัย

##### 4.1 ผลการก่อสร้างบ้านพอเพียง

บ้านพอเพียงเป็นบ้านที่ออกแบบโดยใช้จินตนาการที่ล้ำยุค นับเป็นนวัตกรรมการสร้างสรรคบ้านคุณภาพชีวิตยุคใหม่ ที่เน้นทั้งความสุขสบาย คุณภาพชีวิตสูง การก่อสร้าง ราคาประหยัด การบำรุงรักษาต่ำ ประโยชน์ใช้สอยครบครัน ในขณะที่เดียวกันได้เลือกสรรวัสดุและเทคนิคการออกแบบที่นับว่าเป็นคำตอบแห่งยุคอนาคตที่แท้จริง ถ้าจะลงรายละเอียดถึงเทคนิคการออกแบบพบว่าตั้งแต่มองรูปลักษณ์ของบ้าน จะเป็นลักษณะที่โดดเด่นแบบไทยประยุกต์โดยมีระเบียบแบบไทย ๆ อยู่ทางด้านหน้า เหนือระเบียบเป็นหลังคาที่ปรับมุมให้เหมาะกับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่อยู่บนหลังคาอย่างสมบูรณ์แบบโดยเน้นให้เซลล์แสงอาทิตย์ที่อยู่บนหลังคามีสภาพสูง ขณะเดียวกันก็มีฝู่นเกาะน้อย นับเป็นรูปลักษณ์ที่ทันสมัย เหมาะสำหรับการแก้ปัญหาโลกร้อนแห่งยุคอนาคต เมื่อติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เต็มรูปแบบจะพบว่าบ้านหลังนี้สามารถอยู่ได้โดยไม่ต้องพึ่งพาแหล่งพลังงานจากภายนอก

เทคนิคการออกแบบนี้ได้ใช้งานวิจัยเป็นระยะเวลาอันยาวนานทำให้อุณหภูมิผิวโดยรอบของห้องเย็นเท่า ๆ กับอุณหภูมิของอากาศภายในดังจะพบว่าเมื่ออยู่ในบ้านหลังนี้แล้วจะรู้สึกเย็นสบาย ไม่ว่าจะปรับ

อากาศหรือไม่ปรับอากาศก็ตาม และนี่คือเอกลักษณ์ของไทยเท่าที่ค้นพบจากภูมิปัญญาไทยคือ การสร้าง-สรรคอุณหภูมิผิวโดยรอบตัวเราให้เย็นเท่า ๆ อุณหภูมิอากาศ แนวคิดนี้ได้แตกต่างจากบ้านทั่วไป พบว่าด้วยความไม่เข้าใจดังกล่าวทำให้อุณหภูมิผิวผนังและหลังคาร้อน ผู้อยู่อาศัยเกิดความไม่สบาย เทคนิคที่ผิดพลาดนี้ได้นำมาวิจัยและประยุกต์ใช้จนเกิดเป็นวัสดุยุคใหม่ที่ป้องกันได้ทั้งความร้อน และความชื้นอย่างสมบูรณ์แบบ ทำให้อุณหภูมิผิวโดยรอบของทุกห้องอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ร้อนกว่าอากาศภายนอกหรือใกล้เคียงกับอากาศภายนอก เทคนิคดังกล่าวได้เกิดจากการเลือกใช้วัสดุครอบอาคารเป็นเม็ดโฟมคอนกรีตที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวน ทำจากวัสดุรีไซเคิล (recycle) จึงช่วยลดปริมาณขยะที่ไม่สามารถกำจัดได้มาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบกับเทคนิคการก่อสร้างที่ใช้วัสดุชนิดเดียว (single materials) การนำวัสดุรีไซเคิลของโฟมผสมกับซีเมนต์ โดยใช้เทคนิคทางการวิจัยทำให้เกิดผนังยุคใหม่ที่กันได้ทั้งความร้อน ความชื้น ในขณะที่เดียวกันก็มีความแข็งแรงทนทานต่อแรงสั่นสะเทือนและแรงลม เมื่อนำองค์ประกอบและแนวคิดทางงานวิจัยมาผสมผสานกัน จึงเกิดเป็นบ้านพอเพียงสำหรับคนรุ่นใหม่ ที่พร้อมที่จะแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อน ขณะเดียวกันชีวิตความเป็นอยู่จะสุขสบาย มีการบำรุงรักษาต่ำ โดยเฉพาะตัวบ้านแล้วเป็นระบบแรกที่ไม่ต้องเป็นกังวลกับอิทธิพลของปลวกและแมลง เนื่องจากวัสดุที่ใช้เป็นองค์ประกอบของโฟมและซีเมนต์ ซึ่งนอกจากจะกันปลวกได้อย่างดีแล้ว ยังสามารถกันไฟได้อย่างยอดเยี่ยมด้วยการบำรุงรักษาในบ้านหลังนี้จึงอยู่ในเกณฑ์น้อยหรือน้อยมาก ในขณะที่เมื่อมีการใช้เครื่องปรับอากาศใช้เพียง 1 ตัวเท่านั้น บ้านหลังนี้ก็จะเย็นสบายทั้งหลัง นับเป็นการประหยัดพลังงานเป็นการประหยัดพลังงานได้มากกว่าบ้านทั่วไป ไม่ต่ำกว่า 6 เท่า บ้านหลังนี้ยังลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศได้มากกว่าบ้านธรรมดาถึง 6 เท่า เช่นกัน ด้วยเทคนิคทั้งปวงนี้จะพบว่า บ้านหลังนี้สามารถก่อสร้างได้เร็วมาก โดยสภาวะปกติ สามารถทำให้สำเร็จได้ภายในเวลาไม่เกิน 1 เดือน

กล่าวโดยสรุป น่าจะเป็นบ้านที่ตอบคำถามคนรุ่นใหม่ได้ครบวงจร ภายใต้งบประมาณที่จำกัด และเพิ่มพูนคุณภาพชีวิตให้สูงกว่าบ้านธรรมดาหลายเท่า และคาดว่าจะเป็จุดเปลี่ยนแปลงของนวัตกรรมการออกแบบบ้านพักอาศัยสำหรับคนรุ่นใหม่อย่างแท้จริง



รูปที่ 16 บรรยากาศและสภาพแวดล้อมรอบบ้านพอเพียง

## 4.2 จุดเด่นของบ้านพอเพียง

### 4.2.1 ภูมิอากาศ

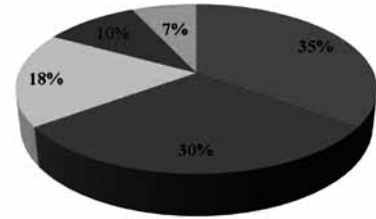
อุณหภูมิผิวภายในโดยรอบของห้องใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศภายใน ดังจะพบว่าเมื่ออยู่ในบ้านหลังนี้แล้วจะรู้สึกเย็นสบาย ไม่ว่าจะปรับอากาศหรือไม่ปรับอากาศก็ตาม และสิ่งนี้คือเอกลักษณ์ของไทยที่ค้นพบจากภูมิปัญญาไทย คือการสร้างสรรค์อุณหภูมิผิวโดยรอบตัวเราให้เย็นเท่า ๆ อุณหภูมิอากาศ แนวคิดนี้มีความแตกต่างจากบ้านอื่น ๆ ทั่วไป ซึ่งจะพบว่าด้วยความไม่เข้าใจดังกล่าวทำให้อุณหภูมิผิวผนังและหลังคามีอุณหภูมิสูง ผู้อยู่อาศัยก็จะเกิดความรู้สึกร้อนกว่าปกติการเรียนรู้จากเทคนิคที่ผิดพลาดนี้ได้นำมาวิจัยและประยุกต์ใช้จนเกิดเป็นวัสดุยุคใหม่ที่ป้องกันได้ทั้งความร้อนและความชื้นอย่างสมบูรณ์แบบ ทำให้อุณหภูมิผิวโดยรอบของทุกห้องอยู่ในระดับใกล้เคียงกับอากาศภายนอก

### 4.2.2 คุณภาพชีวิต

การออกแบบบ้านหลังนี้ใช้เทคนิคในเชิงวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับศาสตร์ของฮวงจุ้ยสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากรังสีภายนอกได้เป็นอย่างดี ทำให้อุณหภูมิผิวผนังภายในเย็น เรียกว่าเป็นการลด Mean Radiant Temperature (MRT) ซึ่งเป็นหลักการที่ที่นักวิจัยค้นพบโดยมีการออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนชื้น ทำให้สามารถตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศได้ที่ 26-27 องศาเซลเซียส ทำให้ประหยัดการปรับอากาศเพราะสามารถตั้งอุณหภูมิให้สูงกว่าบ้านทั่ว ๆ ไปได้ พื้นที่ 200 ตารางเมตร ใช้เครื่องปรับอากาศเพียง 1.5 ตัน ประหยัดกว่าบ้านธรรมดาถึง 5 เท่า และเมื่อไม่ใช้เครื่องปรับอากาศร่างกายรู้สึกเย็นกว่าบ้านทั่วไปมากเพราะไม่มีความร้อนเข้าสู่อาคาร

## 4.3 แบบสอบถาม

ผลการสำรวจกลุ่มประชากรตัวอย่าง ถึงประเด็นที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อบ้านพักอาศัย เรียงลำดับได้ ดังนี้



รูปที่ 17 จุดเด่นของบ้านพอเพียงที่กลุ่มประชากรตัวอย่างสนใจ

ผลการสำรวจข้อมูลจากกลุ่มประชากรตัวอย่างที่สนใจบ้านพอเพียง พบว่า

อันดับ 1 ปัจจัยด้านพื้นที่ใช้สอย 35%

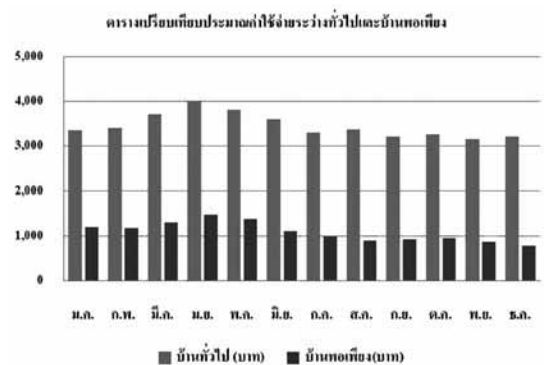
อันดับ 2 ปัจจัยด้านการเงิน 30%

อันดับ 3 ปัจจัยด้านความปลอดภัย 18%

อันดับ 4 ปัจจัยด้านรูปแบบบ้านและความ

สวยงาม 10%

อันดับ 5 ปัจจัยด้านการประหยัดพลังงาน 7%



รูปที่ 18 เปรียบเทียบประมณค่าใช้จ่ายระหว่างบ้านทั่วไปและบ้านพอเพียง



ตารางที่ 3 เปรียบเทียบประมาณการค่าไฟฟ้าจากระบบปรับอากาศระหว่างบ้านทั่วไปและบ้านพอเพียง

เดือน	บ้านทั่วไป (บาท)	บ้านพอเพียง (บาท)
มกราคม	3,340	1,200
กุมภาพันธ์	3,400	1,170
มีนาคม	3,700	1,300
เมษายน	4,000	1,470
พฤษภาคม	3,800	1,380
มิถุนายน	3,600	1,100
กรกฎาคม	3,300	980
สิงหาคม	3,360	890
กันยายน	3,200	920
ตุลาคม	3,250	950
พฤศจิกายน	3,150	870
ธันวาคม	3,200	780

#### 4.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากบ้านพอเพียง

- ลดระยะเวลาการก่อสร้าง
- ลดปริมาณวัสดุก่อสร้าง
- ลดปริมาณดอกเบี้ย
- ลดความซับซ้อนในวิธีการก่อสร้าง
- ลดเศษวัสดุและขยะ
- ลดค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาและค่าสาธารณูปโภค

#### 4.5 เกร็ดลักษณะของบ้านพอเพียง

1. ราคาไม่แพง อยู่ในช่วงที่ประชาชนในกลุ่มเป้าหมายสามารถจ่ายได้ ระหว่าง 1.5 ถึง 2.5 ล้านบาท
2. ประหยัดพลังงาน สามารถใช้แอร์เพียง 18,000 บีทียู เครื่องเดียวทำให้บ้านทั้งหลังมีความเย็นเพียงพอ จึงสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้อย่างมาก
3. ก่อสร้างเสร็จเร็วภายในระยะเวลา 3 เดือน (ไม่รวมระบบฐานราก เนื่องจากมีความแตกต่างกันในพื้นที่ต่าง ๆ)
4. ใช้วัสดุที่มีคุณภาพสูง ได้แก่ ประตู หน้าต่าง ภายนอกใช้บานกรอบยิวีซี กระจกลามิเนตกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ผนังกันความร้อนและความชื้น หลังคาฉนวนกันความร้อน
5. อายุการใช้งานของวัสดุยาวนาน มีการบำรุงรักษาน้อย

6. การใช้งานบ้านสามารถใช้ความเย็นจากระบบแอร์และความเย็นของโครงสร้างบ้านได้ 24 ชั่วโมง โดยไม่ต้องเปิดประตูหน้าต่าง ทำให้ไม่มีฝุ่นภายในบ้าน ลดการทำความสะอาด

7. เมื่อปิดประตูหน้าต่างสามารถป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอกบ้าน ภายในบ้านไม่มีเสียงรบกวนจากเครื่องแอร์

8. ใช้แสงสว่างจากประตูหน้าต่าง ช่วยลดค่าไฟฟ้าจากหลอดไฟช่วงกลางวัน

สาระสำคัญ 4 ประการที่ทำให้บ้านพอเพียงมีคุณสมบัติประหยัดพลังงาน ได้แก่ คุณสมบัติของวัสดุ ก่อสร้างอาคาร รูปแบบรูปทรงอาคาร การปรับสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร และประสิทธิภาพระบบเครื่องจักรกลโดยเฉพาะระบบปรับอากาศ

#### 4.6 คุณสมบัติของบ้านพอเพียงที่ทำให้ประหยัดพลังงาน

##### 4.6.1 คุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างอาคาร

คุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างอาคารแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ผิวภายนอกอาคารหรือเปลือกอาคาร และภายในอาคาร การแบ่งวัสดุลักษณะนี้เนื่องจากการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานมีการถ่ายเทความร้อนและการส่งผ่านความร้อน ซึ่งตัวแปรที่สำคัญมากในภูมิอากาศเขตร้อนชื้น ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติป้องกันความร้อนและความชื้น จึงมีความจำเป็นควบคู่กับความเข้าใจถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตลอด 24 ชั่วโมงและทุกฤดูกาล การวิจัยวัสดุก่อสร้างเกี่ยวข้องกับวิศวกรและผู้ผลิต วัสดุเปลือกอาคารที่เหมาะสมต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การป้องกันความร้อนสูงไปพร้อม ๆ กับการกันความชื้นสูง ค่าการกันความร้อนควรมีค่าไม่น้อยกว่า 16 Btu/sq.ft h F สำหรับผนังภายนอกทั้งหมด 24 Btu/sq.ft h F สำหรับหลังคา ส่วนวัสดุภายในอาคารต้องมีน้ำหนักเบาเพื่อลดการสะสมความร้อนของมวลสาร มีค่าการดูดความชื้นต่ำเพื่อลดการลดความชื้นของระบบปรับอากาศและป้องกันการเกิดเชื้อราภายในอาคาร

##### 4.6.2 รูปแบบรูปทรงอาคาร

รูปแบบรูปทรงอาคารภายนอกที่มีพื้นที่ผิวน้อยที่สุดเพื่อลดพื้นที่การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร การออกแบบป้องกันไม่ให้แสงแดดผ่านเข้าสู่ช่องแสงโดยตรงเพื่อใช้แสงธรรมชาติจากภายนอก แต่ลด

ปริมาณความร้อนจากแสงเข้าสู่ภายในอาคาร รูปทรงภายนอกอาคารหรือเปลือกอาคาร หมายถึง พื้น ผัง ช่องเปิดประตูหน้าต่างและหลังคา การลดพื้นที่ผิวภายนอกอาคารจะช่วยลดงบประมาณการก่อสร้าง เนื่องจากวัสดุฉนวนมีราคาสูง การลดพื้นที่ก่อสร้างจะช่วยบริหารงบประมาณให้แก่เจ้าของอาคาร การออกแบบช่องเปิดยังหมายถึงตำแหน่งการเปิดประตูและหน้าต่าง เพื่อลดปริมาณการรั่วซึมของอากาศขณะเปิดหรือปิดประตูหน้าต่าง เนื่องจากปริมาณความชื้นของอากาศภายนอกสูงมาก เกินขอบเขตสบายของร่างกาย กรณีปรับอากาศความชื้นจากอากาศจะเพิ่มภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ยิ่งไปกว่านั้น ความชื้นจากอากาศภายนอกอาจสะสมในวัสดุก่อสร้าง เฟอร์นิเจอร์ และวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ทำให้ระบบปรับอากาศต้องใช้พลังงานเพื่อลดปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น ตำแหน่งประตูมีความสำคัญมากที่สุดของช่องเปิด เนื่องจากมีการใช้งานมากที่สุดจึงเป็นส่วนที่ต้องจัดวางตำแหน่งให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและการออกแบบด้านประโยชน์ใช้สอยที่เหมาะสม ตำแหน่งที่ดีที่สุดควรอยู่ด้านที่มีกระแสลมน้อยที่สุดทั้งฤดูร้อน และฤดูฝน ลักษณะและรูปแบบอาคารที่เหมาะสม รวมถึงการบริหารงบประมาณการก่อสร้างเกี่ยวข้องโดยตรงกับสถาปนิก

#### 4.6.3 การปรับสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

การปรับสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารมีอิทธิพลสูงมากในการออกแบบและการใช้อาคาร ประเด็นแรกการปรับอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิจากพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature: MRT) ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร การสร้างสภาพแวดล้อมให้มีความอุณหภูมิแตกต่างน้อยจะช่วยองค์กรประกอบทางสถาปัตยกรรมของอาคาร ได้แก่ ฉนวน ระบบปรับอากาศ เป็นต้น การสร้างสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารให้มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับภายในอาคารยังช่วยให้เกิดความสบายมากขึ้น รวมถึงการปรับอุณหภูมิอากาศภายนอกที่อาจมีความร้อนสูง เมื่อผ่านเข้าสู่พื้นที่บริเวณรอบอาคารสามารถช่วยปรับลดอุณหภูมิลง ทำให้ปริมาณพลังงานหรือภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศน้อยลง ปัจจัยสำคัญของการปรับสภาพแวดล้อมประกอบด้วย การสร้างพื้นผิวที่เย็นจากองค์ประกอบธรรมชาติ เช่น การปลูกต้นไม้ที่มีทรงพุ่ม

กว้างเพื่อสร้างร่มเงาให้แก่พื้นผิวดินและด้านล่างมีลำต้นสูงไม่มีทรงพุ่มเพื่อให้กระแสลมผ่านได้สะดวก การปลูกพืชคลุมดินที่สามารถอยู่ในที่ร่มได้ดีสำหรับบริเวณใต้ร่มไม้ขนาดใหญ่เพื่อสร้างการระเหยของน้ำในการสังเคราะห์แสงและการสร้างความชุ่มชื้นให้กับผิวดิน กรณีที่มีพื้นที่เพียงพอสำหรับแหล่งน้ำรอบบริเวณบ้าน ควรสร้างแหล่งน้ำให้มีความลึกระหว่าง 1.20-1.50 เมตร โดยให้มีความกว้างยาวเพียงพอให้กระแสลมสามารถผ่านผิวน้ำและได้รับการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสภาพแวดล้อม ทั้งนี้ขึ้นกับความเร็วลม การสร้างปัจจัยการระเหยของน้ำอาจใช้การตกแต่งสวน เช่น การใช้น้ำตกไหลผ่านหินตกแต่ง ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์จากการระเหยของละอองน้ำและจากเสียงน้ำเพื่อลด Background Noise ของสภาพแวดล้อมที่ไม่พึงประสงค์ การวิจัยต่อยอดและความเข้าใจลักษณะสภาพแวดล้อม ต้นไม้ ภูมิอากาศ คุณสมบัติของดิน ฯลฯ เกี่ยวข้องโดยตรงกับภูมิสถาปนิกและนักผังเมือง

#### 4.6.4 ประสิทธิภาพระบบเครื่องจักรกลโดยเฉพาะระบบปรับอากาศ

ประสิทธิภาพระบบเครื่องจักรกลโดยเฉพาะระบบปรับอากาศเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูง สามารถออกแบบควบคุมกับสถาปนิก การพัฒนาความเข้าใจระบบต่าง ๆ ของอาคารเป็นการผสมผสานให้เกิดความสอดคล้องกับงานระบบพร้อม ๆ กับการใช้งานอาคารของผู้ใช้อาคารได้อย่างเหมาะสมลงตัว เช่น การสร้างร่มเงาให้กับเครื่องระบายความร้อน (คอนเดนเซอร์) ของระบบปรับอากาศ การนำที่ระบายความร้อนระบายในน้ำก่อนระบายด้วยอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศ การปรับช่องจ่ายลมเย็นและช่องลมกลับ เป็นต้น ส่วนการวิจัยออกแบบเพื่อพัฒนาต่อยอดยังเป็นส่วนสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยเฉพาะเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและใช้พลังงานน้อยลง การออกแบบ การคำนวณและประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ใช้ในอาคารเกี่ยวข้องโดยตรงกับวิศวกรเครื่องกลและผู้ผลิต

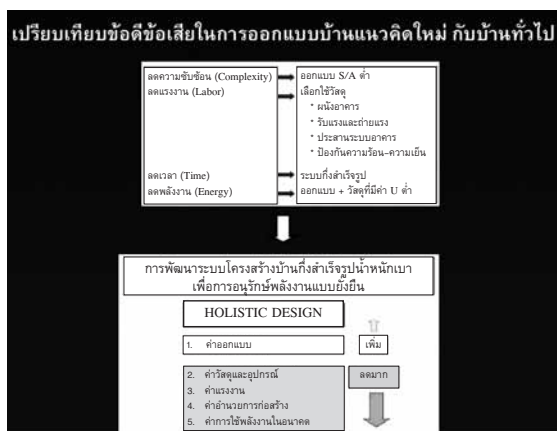
#### 4.7 บทสรุปของบ้านพอเพียง

บ้านพอเพียงเป็นบ้านที่ตอบคำถามคนรุ่นใหม่ได้ครบวงจรภายใต้งบประมาณที่จำกัด และเพิ่มพูนคุณภาพชีวิตให้สูงกว่าบ้านธรรมดาหลายเท่าและคาดว่าจะเปลี่ยนแปลงของนวัตกรรมการออกแบบ

บ้านพักอาศัยสำหรับคนรุ่นใหม่อย่างแท้จริง เพราะเป็นบ้านที่มีที่จอดรถอย่างกว้างขวาง สะดวกสบาย ห้องนอน 3 ห้องขนาดใหญ่ พร้อมห้องน้ำ ห้องเก็บของเพียงพอ และยังเป็นสบายโดยปราศจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) ผู้อยู่อาศัยจึงมีความเป็นอยู่ที่สุขสบาย

การขยายผลบ้านพอเพียงสู่ประชาชนทั่วไปจะเป็นประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ของประเทศไทย ตั้งแต่ระดับครัวเรือน ระดับชุมชน ระดับตำบล ระดับอำเภอ ระดับจังหวัด ระดับประเทศ และระดับภูมิภาค ประโยชน์ที่ได้รับระดับครัวเรือน ตัวของบ้านประหยัดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ได้แก่

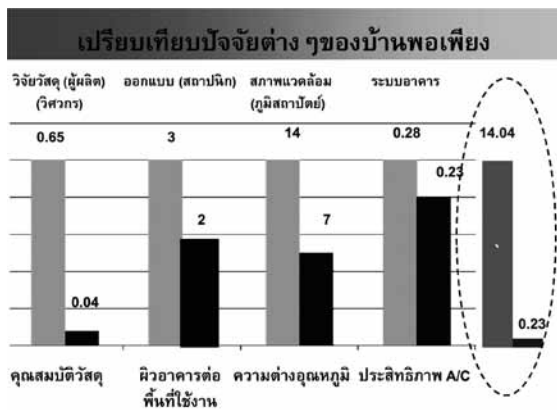
1. ค่าใช้จ่ายพลังงาน (ประหยัดพลังงานมากกว่า 5 เท่า)
2. ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เช่น การซ่อมเครื่องจักร ซึ่งมีจำนวนน้อยลง การทำความสะอาดจากการปิดประตูหน้าต่างและการกรองอากาศ พื้นผิวภายในที่แห้งจากการปรับอากาศ จึงไม่เกิดเชื้อราจากความชื้น เช่น คราบเชื้อราในห้องน้ำ เป็นต้น
3. ลดการซ่อมแซมผิววัสดุจากการซีดจางและแตกหักจากการทำลายของรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV)
4. การสร้างบ้านที่รวดเร็ว ทำให้เจ้าของบ้านใช้อาคารได้เร็ว จึงลดค่าใช้จ่าย ดอกเบี้ยต่าง ๆ รวมถึงค่าเช่าที่พักของเจ้าของบ้าน
5. สร้างรายได้จากการให้เช่าหลังคาติดตั้งเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 19 การลดอัตราส่วนพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย (Surface-to-Area Ratio, S/A)

### กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สามารถสำเร็จได้ เนื่องจาก การให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และการให้ความอนุเคราะห์พื้นที่สำหรับการก่อสร้างบ้านพอเพียงต้นแบบ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ วิทยาเขตบางคล้า



รูปที่ 20 ปัจจัยที่ทำให้บ้านพอเพียงประหยัดพลังงานกว่าบ้านทั่วไป (บ้านทั่วไปใช้พลังงาน 14.04 หน่วย บ้านพอเพียงใช้พลังงาน 0.23 หน่วย)

## References

- วรสันต์ บูรณากาญจน์. (2546). การบริหารจัดการอาคารมหาธีรราชานุสรณ์ โดยสถาปนิกและหน่วยงานเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน. ใน *สถาบันวิทยบริการ 2546: บริหารเพื่อความเป็นเลิศ (25 ปีสถาปนาสถาบัน)*, (น. 99-104). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรสันต์ บูรณากาญจน์. (2551). การปฏิวัติแกนความคิดทางสถาปัตยกรรม Paradigm Shift in Architecture. *วารสารอาษา 10:51/11:51*, 72-76.
- สุนทร บุญญาธิการ และคณะ. (2545). *พลังงานใกล้ตัว*. กรุงเทพฯ: เฟิสท์ ออฟเซท.
- สุนทร บุญญาธิการ. (2542). *เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนทร บุญญาธิการ. (2545). *อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ เดอะมาสเตอร์ เจอร์นัล
- สุนทร บุญญาธิการ. (2546). *การออกแบบประสานระบบ มหาวิทยาลัยชินวัตร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนทร บุญญาธิการ. (2547). *บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนทร บุญญาธิการ. (2550). การวิจัยการออกแบบเพื่อกายภาพบำบัดและสร้างดัชนีระบบนิเวศ. *แบบเสนอแผนงานวิจัยประกอบการเสนอของบประมาณของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550*. [พิมพ์อัดสำเนา].
- ASHRAE. (1977). *Handbook of fundamentals (1977)*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (1999). *Handbook of HVAC application (1999)*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- ASHRAE. (2001). *Handbook of fundamentals (2001)*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Bovill, C. (1991). *Architectural design: Integration of structural and environmental system*. New York: John Wiley & Sons.
- Fanger, O.P. (1972). *Thermal comfort*. New York: McGraw-Hill.
- Olgay, V. (1963). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton: Princeton University Press.
- Richard D. Rush. (1985). *The building system integration handbook*. New York: John Wiley & Sons.
- Stein, B., & Reynolds, S. (1992). *Mechanical and electrical equipment for building (8<sup>th</sup> ed.)*. New York: John Wiley & Sons.