

# เรียนรู้การถ่ายเทความร้อนจากการถ่ายภาพรังสีอินฟราเรด

## กรณีศึกษา : บ้านประหยัดพลังงานมหาวิทยาลัยศิลปากร

Study of Heat Transfer Through Infrared Thermography :

A Case Study of Energy-Efficient Houses, Silpakorn University

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันธุดา พุฒิไพโรจน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Pantuda Puthipiroj, Arch.D.

Assistant Professor, Faculty of Architecture, Silpakorn University

### บทคัดย่อ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ให้เป็นผู้ดำเนินการจัดการประกวดออกแบบบ้านประหยัดพลังงานประเภทบ้านเดี่ยว กรณีศึกษา : กรุงเทพมหานคร หรือ จังหวัดใกล้เคียง โดยให้นำแบบที่ชนะการประกวด 3 แบบมาก่อสร้างจริง จากนั้นให้ทำการวิจัยผลด้านการประหยัดพลังงานของบ้านแต่ละหลัง เพื่อมอบรางวัลที่ 1, 2, และ 3 แก่ผู้ชนะการประกวด และเผยแพร่ความรู้แก่วิชาการและประชาชนทั่วไป ในการตัดสินมอบรางวัลเกณฑ์อันหนึ่งที่ใช้ในการพิจารณา คือ อุณหภูมิของพื้นผิวโดยรอบห้อง เพราะเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อสภาวะน่าสบาย ในการศึกษานี้ได้เก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวต่างๆ โดยการถ่ายภาพคลื่นความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากวัสดุ (Infrared Thermography) นอกเหนือจากการใช้สายเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) และเครื่องบันทึกข้อมูล (Data logger) ทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพรวมของผลการออกแบบเพื่อลดความร้อนได้ดีขึ้น สามารถเห็นจุดอ่อนที่ถูกมองข้ามไปในขั้นการออกแบบ ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานในงานชิ้นต่อไป

คำสำคัญ อุณหภูมิพื้นผิว รังสีอินฟราเรด บ้านประหยัดพลังงาน

## Abstract

Faculty of Architecture, Silpakorn University was awarded research grant from the Energy Policy and Planning Office (EPPO) to organize the design competition of the energy-efficient houses for Bangkok Metropolis or the nearby provinces, then select the top three best design for construction and evaluate performances of each house in terms of energy consumption in order to award the prize – first, second, and third. The research results were then disseminated to public. One of the criterion used in evaluation was the room surface temperature, a factor affecting thermal comfort. To determine the surface temperatures it was conducted by using infrared thermography in addition to thermocouples and data logger. Infrared thermography can greatly help in analyzing thermal performance of the houses in overall. It unveiled the weaknesses overlooked during a design stage. The lessons learned developed better understandings, beneficial for the next energy-efficient houses.

**Keyword** : surface temperature, infrared thermography, energy-efficient house

## บทนำ

การประหยัดพลังงานจัดเป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของประเทศไทยในปัจจุบัน โดยเฉพาะการใช้พลังงานในที่อยู่อาศัย ซึ่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงเป็นอันดับสามของประเทศ (21%) รองจากภาคคมนาคม/ขนส่ง (37%) และ ภาคอุตสาหกรรม (36%) ดังนั้นสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน จึงมีแนวคิดที่จะเสนอแบบบ้านทางเลือกให้กับประชาชนที่สนใจมีบ้านประหยัดพลังงาน โดยได้มอบหมายให้คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในฐานะที่เป็นหน่วยงานที่มีการจัดการเรียนการสอนด้านการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ให้เป็นผู้ดำเนินงานจัดการประกวดออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน ประเภทบ้านเดี่ยว กรณีศึกษา : กรุงเทพมหานคร หรือจังหวัดใกล้เคียง โดยให้คัดเลือกแบบบ้านที่ชนะการประกวดที่ดีที่สุดจำนวน 3 แบบ มาทำการก่อสร้าง จากนั้นให้ทางมหาวิทยาลัยศิลปากร ประเมินผลด้านการประหยัดพลังงานของบ้านทั้ง 3 หลัง และตัดสินมอบรางวัลที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

ในการตัดสินใจเพื่อมอบรางวัลนั้น คณะดำเนินงานของทางมหาวิทยาลัย ได้พิจารณาจากเกณฑ์ในหลายด้าน ได้แก่

- o ด้านสภาวะสบายในอาคาร เนื่องจากกำหนดโจทย์ในการประกวดแบบให้เป็นบ้านที่อยู่อาศัยโดยไม่ปรับอากาศ ยกเว้นพื้นที่ห้องนอนใหญ่ ดังนั้นการให้คะแนนจึงพิจารณาจากค่าอุณหภูมิอากาศภายในบ้าน ความเร็วลมภายในบ้าน และอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวภายใน (Mean Radiant Temperature) ซึ่งรวมอุณหภูมิที่ผนังทุกด้าน ฝ้าเพดาน และพื้น ที่แลกเปลี่ยนความร้อนกับผู้อยู่อาศัยโดยการแผ่รังสี ซึ่งถ้าหากอุณหภูมิของพื้นผิวโดยรอบมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศมาก ก็สามารถทำให้เกิดสภาวะไม่สบายได้แม้ว่าอุณหภูมิอากาศจะอยู่ในช่วงสภาวะสบายก็ตาม

- o ด้านการใช้พลังงานในการปรับอากาศ ของห้องนอนใหญ่ ในช่วงเวลา ระหว่าง 21.00 – 06.00 น. ซึ่งกำหนดจากผลการสำรวจพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย

- o การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติเพื่อให้ความสว่างในอาคาร และ การใช้แสงประดิษฐ์อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการประเมินดังกล่าวข้างต้น ได้มีการนำเครื่องมือหลายชนิด มาใช้วัดค่าต่างๆ ซึ่งในบทความนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะการหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวโดยรอบอาคาร โดยการใช้ Infrared Thermography ซึ่งช่วยทำให้สามารถเห็นจุดบกพร่องซึ่งถูกมองข้ามในขั้นการออกแบบ ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ชัดเจนมากขึ้น

### การวัดอุณหภูมิที่ผิวผนังและเพดาน

โดยทั่วไปในการวัดค่าอุณหภูมิที่ผิววัสดุ ถ้ามีจุดที่ต้องการวัดไม่มากนักอาจจะใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดในตำแหน่งที่ต้องการ หรือถ้าต้องการเก็บข้อมูลอุณหภูมิแบบต่อเนื่อง ทุกระยะเวลาที่กำหนด อาจใช้สายเทอร์โมคัปเปิล หรือ เทอร์มิสเตอร์ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) ซึ่งจำนวนข้อมูลอุณหภูมิที่สามารถเก็บได้จะขึ้นกับจำนวนช่องสัญญาณของเครื่องบันทึกข้อมูล เช่น อาจจะมีเพียงประมาณ 40 จุด และการเก็บข้อมูลในลักษณะนี้ จำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงสายเทอร์โมคัปเปิล จากจุดที่ต้องการวัดมายังเครื่องบันทึกข้อมูล ทำให้มีความยุ่งยากอยู่บ้าง ถ้าตำแหน่งที่ต้องการวัดอยู่สูงๆ ยากแก่การติดตั้ง มีระยะการเดินทางไกล หรือมีสิ่งกีดขวาง

ดังนั้นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว ในการวัดอุณหภูมิพื้นผิว คือ การถ่ายภาพสิ่งที่ต้องวัดอุณหภูมิด้วยกล้องถ่ายภาพอินฟราเรด (Infrared Camera) ซึ่งเป็นการถ่ายภาพคลื่นความร้อนหรือคลื่นอินฟราเรด (Infrared Thermography) ที่แผ่รังสีออกมาจากวัตถุนั้น ทำให้สามารถทราบอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ในกรอบของจอภาพได้ในทันทีที่ถ่ายภาพเสร็จ สามารถวัดอุณหภูมิของพื้นผิวต่างๆ พร้อมกันได้หลายตำแหน่ง มากมายกว่าการใช้เทอร์โมมิเตอร์หลายเท่าตัว



รูปที่ 1 (ซ้าย) การหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวภายในบ้านประหยัดพลังงาน โดยใช้กล้องอินฟราเรด  
รูปที่ 2 (ขวา) กล้องอินฟราเรด

### อินฟราเรดเทอร์โมกราฟี (Infrared Thermography) คืออะไร

Infrared Thermography เป็นเทคนิคในการถ่ายภาพรังสีอินฟราเรด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงที่ตาไม่สามารถมองเห็นได้ โดยทั่วไปแล้ววัตถุต่างๆ ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดองศาสมบูรณ์ ( $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) จะแผ่รังสีความร้อนหรือคลื่นอินฟราเรดออกจากตัวเอง ซึ่งเกิดจากการสั่นสะเทือนและการหมุนของอะตอมและโมเลกุล ยิ่งวัตถุมีความร้อนมากเท่าใด การเคลื่อนไหวของอะตอมโมเลกุลก็ยิ่งมากตามไปด้วย ภาพที่ถ่ายโดยกล้องอินฟราเรดเรียกว่า เทอร์โมแกรม (Thermogram) หรือ เทอร์โมกราฟ (Thermograph) กล้องอินฟราเรดจะตรวจจับความแตกต่างของความยาวคลื่นที่แผ่ออกมาจากวัตถุ และทำการแปลค่าออกมาเป็นอุณหภูมิอีกทีหนึ่ง

### ลักษณะทั่วไปของบ้านที่ได้รับการคัดเลือก และแนวคิดในการออกแบบ

บ้านประหยัดพลังงานที่ได้รับการคัดเลือกทั้ง 3 หลัง มีลักษณะโดยทั่วไปเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ขนาด 3 ห้องนอน 3 ห้องน้ำ พื้นที่ใช้สอย 150 ตร.ม. สำหรับสร้างในที่ดินขนาด 50 ตร.วา มีงบประมาณค่าก่อสร้าง หลังละ 1.5 ล้านบาท ซึ่งเป็นบ้านสำหรับผู้มีรายได้อปานกลาง โดยได้สร้างในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม บ้านทั้ง 3 หลังสร้างเรียงกันโดยหันหน้าบ้านไปทางทิศใต้ บ้านทั้งสามแบบนี้มีแนวคิดในการออกแบบและใช้วัสดุเปลือกอาคารที่แตกต่างกัน ดังนี้คือ

**บ้านแบบ A (บ้านสายลมแสงแดด)** มีแนวคิดในการออกแบบคือ ต้องการใช้วัสดุผนัง ที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง สำหรับห้องในชั้นล่าง ได้แก่ ส่วนที่เป็นห้องรับแขก พักผ่อน และรับประทานอาหาร ซึ่งเป็นบริเวณที่ผู้อยู่อาศัยใช้งานมากในเวลากลางวัน โดยเลือกใช้คอนกรีตมวลเบา ส่วนพื้นที่ชั้นบนซึ่งเป็นห้องนอน ใช้งานในเวลากลางคืน ผู้ออกแบบเลือกใช้วัสดุผนังที่มีมวลสารน้อย เพราะวัสดุที่มีมวลสารน้อยส่วนใหญ่จะมีความจุความร้อนน้อย จึงสะสมความร้อนไว้ในตัวได้น้อย ทำให้สามารถคายความร้อนที่สะสมไว้ให้หมดไปได้รวดเร็วกว่า ก่อนถึงเวลากลางคืน ซึ่งจะมีการใช้งานโดยเฉพาะการใช้งานโดยการปรับอากาศ จะทำให้ไม่มีภาระความร้อนอยู่ที่เปลือกอาคารมาก ซึ่งเลือกใช้ผนังไม้สังเคราะห์โครงคร่าวโลหะสำหรับผนังชั้นบน (ดูรูปที่ 3)

นอกจากนี้ยังออกแบบเพื่อลดความร้อนที่เข้าสู่ผนังอาคารและหน้าต่างชั้นบน โดยยื่นชายคายาว และต่อปลายชายคาด้วยระแนงอลูมิเนียม เพื่อเพิ่มการกันแดดให้กับส่วนหน้าต่างมากขึ้น (ดูรูปที่ 3) ฝ้าชายคาที่อยู่โดยรอบอาคารจะตีไม้ระแนงเว้นร่องในแนวนอน

ระแนงกันแดดอลูมิเนียม



รูปที่ 3 บ้านแบบ A

**บ้านแบบ B (บ้าน Mind House)** แนวคิดในการออกแบบของอาคารนี้ไม่ได้มองเพียงเรื่องของการใช้พลังงานขณะใช้งานอาคารเท่านั้น แต่ได้พิจารณาถึงพลังงานที่ต้องสูญเสียไปในขั้นตอนของการผลิตวัสดุด้วย ดังนั้นจึงเลือกใช้คอนกรีตบล็อกเป็นวัสดุผนังอาคารโดยรอบทั้งชั้นล่างและชั้นบน เพราะเป็นวัสดุที่มีขบวนการผลิตที่ง่าย ใช้พลังงานในขบวนการผลิตต่ำ เมื่อเทียบกับการใช้วัสดุผนังชนิดอื่น และเป็นวัสดุผนังที่มีราคาถูกเพื่อความคุ้มค่าให้อยู่ในงบประมาณที่กำหนด ผนังอาคารทางทิศตะวันตกมีการทำเป็นผนังสองชั้น มีช่องว่างอากาศกว้างประมาณ 50 ซม. โดยใช้กระเบื้องซีเมนต์เป็นผนังชั้นนอก

การกันแดดให้กับส่วนหน้าต่าง ใช้กันสาดคอนกรีตเสริมเหล็กในแนวนอนอยู่ชิดวงกบบนของหน้าต่าง (ดูรูปที่ 4 และ 5)



รูปที่ 4 (ซ้าย) บ้านแบบ B

รูปที่ 5 (ขวา) กันแดดโดยใช้กันสาด คอนกรีตเสริมเหล็ก

**บ้านแบบ C (บ้านเก้าห้อง)** เป็นบ้านที่ก่อสร้างโดยการใช้คอนกรีตบล็อกทั้งหลังสำหรับผนังอาคาร เช่นเดียวกับบ้านแบบ B เปลือกอาคารบางส่วนทำเป็นหน้าต่างบานเกล็ดไม่ติดตาย เพื่อระบายลม ไข้แผงไม้ระแนงเพื่อบังแดดให้กับผนังอาคารบางส่วนทางทิศตะวันตกและตะวันออก

การกันแดดให้กับหน้าต่างชั้นบนใช้การยื่นหลังคา โดยตีฝ้าชายคาเอียงตามแนวหลังคา ซึ่งแตกต่างจากบ้านแบบ A ซึ่งตีฝ้าชายคาในแนวนอน (ดูรูปที่ 6 และ 7)

รูปที่ 6 (ชาย) บ้านแบบ C  
ด้านทิศตะวันตกและทิศใต้

รูปที่ 7 (ขวา) บ้านแบบ C  
ด้านทิศใต้และตะวันออก



### สิ่งที่คิด vs. สิ่งที่เกิดขึ้นจริง

จากการประเมินผลอาคารทั้งสามแบบ โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิ จากการถ่ายภาพรังสีอินฟราเรด (Infrared Thermography) ทำให้พบจุดที่ควรปรับปรุง เพื่อให้สามารถลดความร้อนได้ดียิ่งขึ้น หลายแห่ง เช่น

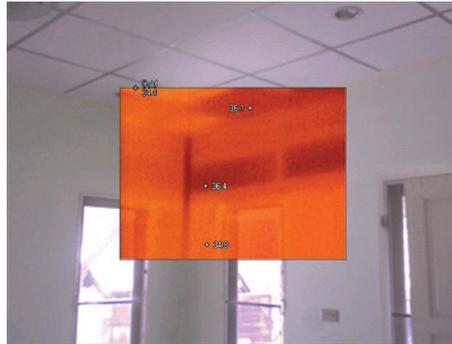
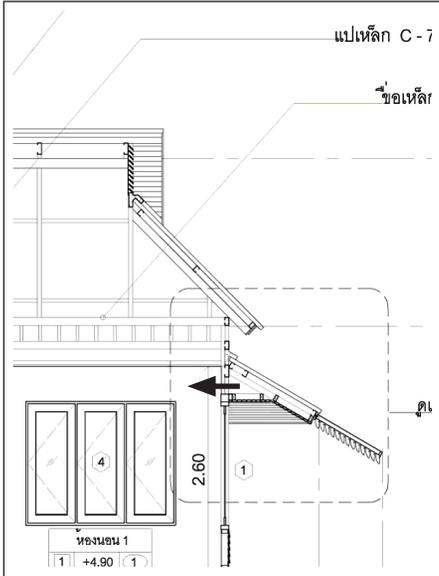
#### ๑ การป้องกันความร้อนที่ถ่ายเทจากหลังคาผ่านผนังภายนอก

การออกแบบส่วนใหญ่จะเน้นการป้องกันความร้อนผ่านฝ้าเพดาน โดยการใส่ฉนวนกันความร้อน แต่อาจลืมนึกความร้อนที่อาจถ่ายเทจากหลังคาผ่านผนังภายนอกสู่ภายใน ดังกรณีของบ้านแบบ A ซึ่งออกแบบให้มีระดับของฝ้าชายคาภายนอกต่ำกว่าฝ้าเพดานในห้อง (ดูรูปที่ 8) ทำให้ความร้อนที่สะสมอยู่ในช่องหลังคาถ่ายเทผ่านผนังช่วงบน โดยจะสังเกตเห็นอุณหภูมิที่ผนังตอนบนที่ต่อเนื่องกับช่องเหนือฝ้าชายคามีอุณหภูมิสูงกว่าผนังช่วงล่างถึงประมาณ 3 องศาเซลเซียส (ดูรูปที่ 9)

การแก้ปัญหาในจุดนี้อาจทำได้โดยการตีฝ้าชายคาภายนอก ให้เอียงตามแนวจันทัน เพื่อให้ความร้อนจากหลังคาระบายอยู่ภายนอก แทนที่จะไหลผ่านผนังภายนอกเข้ามา หรือถ้าต้องการทำฝ้าชายคาในแนวนอนเช่นเดิม ควรต้องใส่ฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้วย

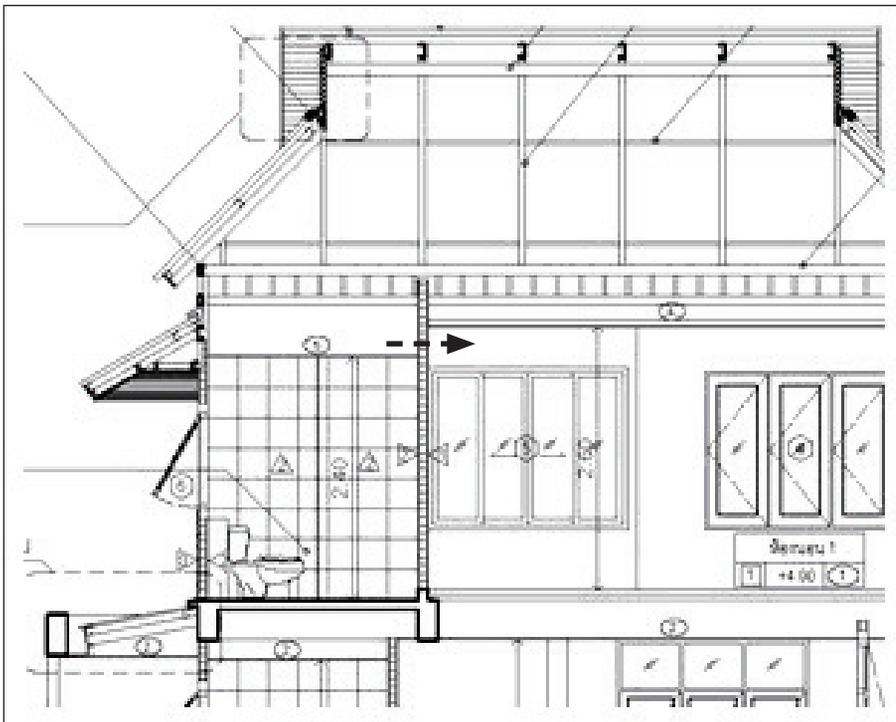
#### ๒ การป้องกันความร้อนจากหลังคาสู่ผนังภายใน เมื่อเปลี่ยนระดับฝ้า

กรณีที่ออกแบบโดยใช้ห้องน้ำเป็นส่วนกันความร้อน (Buffer) ที่ถ่ายเทเข้าสู่ห้องนอนทางทิศตะวันตก เช่นในรูปที่ 10 แต่มีการเปลี่ยนระดับฝ้าเพดานห้องน้ำให้ต่ำกว่าฝ้าเพดานห้องนอน จะทำให้ความร้อนถ่ายเทสู่ห้องนอนที่ผนังตอนบน (คล้ายคลึงกับกรณีแรก) ซึ่งควรมีการใส่ฉนวนผนังตรงนี้ด้วย หรือยกระดับฝ้าเพดานห้องน้ำให้เสมอกับห้องนอน



รูปที่ 8 (ซ้าย) จุดที่ความร้อนขังในช่องหลังคาและถ่ายเทผ่านผนังบ้านแบบ A

รูปที่ 9 (ขวา) ภาพถ่ายอินฟราเรดจากในห้อง แสดงให้เห็นอุณหภูมิที่ผนังส่วนบนจะสูงกว่าส่วนล่าง



รูปที่ 10 ความร้อนถ่ายเทผ่านผนังตอนบนเข้าห้องนอน มากกว่าส่วนล่าง

### ๑ การป้อนนวนบนฝ้าเพดานเพื่อลดความร้อน

ในทางปฏิบัติพบว่า ผู้รับเหมาส่วนใหญ่จะไม่สามารถป้อนนวนจนเต็มพื้นที่ฝ้าเพดานได้อย่างเรียบร้อย เพราะการป้อนนวนบนโครงฝ้าเพดานชนิดแขวน จะติดโครงลวดยึดฝ้าที่ห้อยระเกะระกะลงจากโครงหลังคา ซึ่งกีดขวางการป้อนนวน และถ้าหากมีการติดตั้งโคมดาวนไฟล์ที่ฝ้าเพดานด้วยแล้ว ปกติจะต้องเว้นระยะฉนวนใยแก้วให้ห่างจากโคมดาวนไฟล์ประมาณ 6 นิ้ว แต่ในความเป็นจริงช่างอาจจะเว้นระยะห่างรอบโคมมากกว่านั้น เพราะการตัดฉนวนให้ห่างพอดีและปิดเทปหุ้มอลูมิเนียมฟอยล์ให้เรียบร้อยเป็นการเสียเวลา และช่างอาจจะคิดว่าคงไม่มีใครเห็น (ถ้าไม่บังเอิญมีกล้องอินฟราเรดมาตรวจสอบ) ดังนั้นการป้อนนวนใยแก้วบนฝ้าเพดานแขวน จึงอาจจะลดความร้อนไม่ได้เต็มที่ เพราะเกิดจุดที่ช่างป้อนนวนแห้งหลายแห่ง (ดูรูปที่ 12) และฝ้าส่วนที่ไม่มีฉนวนปูจะมีอุณหภูมิสูงกว่าส่วนที่มีฉนวนถึงประมาณ 3 องศาเซลเซียส ( $36.5^{\circ}\text{C}$  และ  $33.4^{\circ}\text{C}$ ) ดังนั้นการเลือกใช้ฉนวนชนิดที่ติดกาสำเร็จรูปมากับแผ่นฝ้าเพดานเลย อาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าพิจารณา

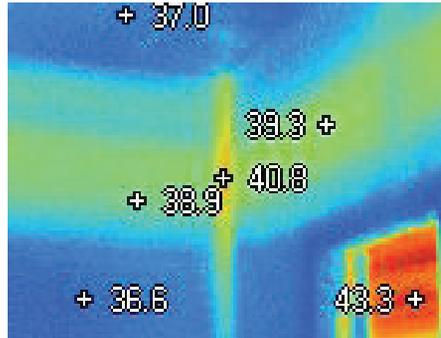
รูปที่ 11 (ซ้าย) ฝ้าเพดานดูด้วยตาเปล่า

รูปที่ 12 (ขวา) การตรวจสอบด้วยกล้องอินฟราเรดพบการป้อนนวนบริเวณโคมดาวนไฟล์แห้งมากกว่าที่ควรจะเว้นระยะ



### ๑ การใช้ผนังไม้สังเคราะห์และสะพานความร้อนจากโครงคร่าวโลหะ

จากรูปที่ 13 พบว่าการใช้ผนังเบาที่มีโครงคร่าวโลหะของบ้านแบบ A โดยที่ไม่มีการใส่ฉนวนที่ผนังนั้นจะทำให้มีอุณหภูมิที่ผนังสูงมากถึง  $36.6^{\circ}\text{C}$  ทำให้ห้องร้อนมากในเวลากลางวัน แม้ว่าจะมีข้อดีคือกลางคืนสามารถคายความร้อนไปได้รวดเร็ว และการใช้โครงคร่าวโลหะจำเป็นต้องระวังปัญหาสะพานความร้อน (Thermal Bridge) นำความร้อนเข้าสู่ภายในได้ เพราะอุณหภูมิที่ตำแหน่งเสามุมอาคารจะสูงถึง  $40.8^{\circ}\text{C}$  ซึ่งควรให้ความสำคัญในการออกแบบรายละเอียด เพื่อลดการนำความร้อนตรงส่วนนี้ด้วย เช่น การใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการนำความร้อนต่ำมาปิดทับ เป็นต้น

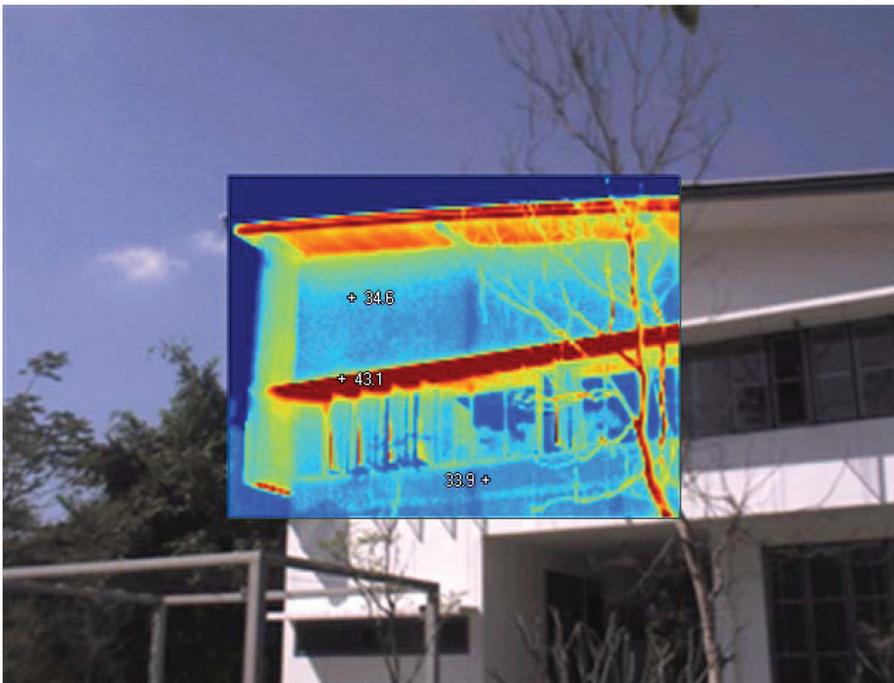


รูปที่ 13 (ซ้าย) สังเกตชายคาที่ยื่นยาว ต่ำกว่าขอบบนของวงกบ ทำให้เกิดมีมุมที่แผ่รังสีความร้อนเข้ามาในห้องได้มากขึ้น

รูปที่ 14 (ขวา) รูปบริเวณมุมห้องที่เปิดหน้าต่างจากกล่องอินฟราเรด

### ชายคาที่ยื่นต่ำมากอาจทำให้ร้อนมากกว่า

จากรูปที่ 13 เช่นกันจะสังเกตเห็นชายคาที่ยื่นลงมาต่ำมากเพื่อบังแดดให้หน้าต่างกลับไม่เป็นผลดี เพราะหลังคาบริเวณนี้เมื่อรับแดดเต็มที่ อุณหภูมิที่ระเนงลูมิเนียมสูงถึง 43.3 °C และการทำให้ชายคาต่ำมาก ทำให้เกิดมุมที่แลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีกับผู้อยู่อาศัยในอาคารได้มากยิ่งขึ้น เท่ากับเป็นการเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบที่แลกเปลี่ยนความร้อนโดยการแผ่รังสีกับผู้อยู่อาศัย (Mean Radiant Temperature) ให้สูงขึ้น ซึ่งทำให้รู้สึกร้อนไม่สบายมากขึ้น



รูปที่ 15 กันสาดคอนกรีตให้ร่มเงากับหน้าต่างแต่อุณหภูมิสูงมากและนำความร้อนสู่ภายใน

### การใช้กันสาดคอนกรีตเสริมเหล็กต้องระวังเรื่องสะพานความร้อน

การใช้กันสาดคอนกรีตที่บริเวณหน้าต่าง ควรระวังปัญหาเรื่องสะพานความร้อน โดยเฉพาะถ้าเป็นห้องปรับอากาศ ดังเช่นในรูปที่ 15 กันสาดจะมีอุณหภูมิสูงกว่าผนังถึงประมาณ  $9^{\circ}\text{C}$  (43.1 และ 33.9) ซึ่งอาจจะแก้ไขโดยการออกแบบให้มีจุดที่กันสาดสัมผัสต่อเนื่องพื้นที่ผนังให้น้อยลง เพื่อลดพื้นที่ในการนำความร้อน

จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้เป็นเพียงบางตัวอย่างที่ค้นพบในการวิจัย จากการถ่ายภาพถ่ายรังสีอินฟราเรดในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว ทำให้สามารถเห็นภาพรวมของอุณหภูมิและสังเกตเห็นจุดที่มีความร้อนสูงกว่าส่วนอื่นๆ ได้ง่าย ทำให้เห็นจุดที่ควรปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นในงานออกแบบครั้งต่อไป

### ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลอุณหภูมิที่ได้จากการวัดโดยใช้กล้องอินฟราเรด

เนื่องจากกล้องไม่ได้จับค่าอุณหภูมิของวัตถุโดยตรง แต่เป็นการรับรังสี (Radiosity) ของวัตถุที่กล้องนั้นถ่าย คือรังสีอินฟราเรดที่แผ่จากวัตถุนั้นผ่านบรรยากาศ และมากระทบกล้อง ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จึงขึ้นกับคุณสมบัติในการแผ่รังสีออกจากผิวหน้าของวัสดุด้วย ซึ่งวัสดุส่วนใหญ่ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารจะเป็นวัตถุที่มีคุณสมบัติในการแผ่รังสีสูง ส่วนวัตถุที่มีผิวมันเงา เช่น ผิวสแตนเลส จะมีคุณสมบัติในการแผ่รังสีต่ำ การเก็บข้อมูลด้วยกล้องอินฟราเรดจึงมีความสำคัญที่จะต้องตั้งค่าการแผ่รังสีของวัสดุ (Emissivity) ที่จะวัดและค่าอื่นๆที่เกี่ยวข้องให้ถูกต้อง ทั้งนี้อาจเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากเครื่องมืออื่น เช่น เทอร์โมคัปเปิล อีกทางหนึ่งด้วย เพื่อเพิ่มความแน่ใจในความถูกต้อง

### การประยุกต์ใช้ประโยชน์ของ Infrared Thermography ในลักษณะอื่นๆ

นอกจากการนำมาใช้ในวัดอุณหภูมิของพื้นผิวต่างๆ ดังเช่นตัวอย่างข้างต้น ยังสามารถใช้ในด้านอื่นๆ เช่น ที่มีการใช้มากในต่างประเทศ คือ

การใช้หาจุดที่มีความชื้นสะสมในวัสดุ เพราะอุณหภูมิที่ผิวตรงจุดที่มีความชื้นจะต่างจากบริเวณโดยรอบ เช่น ใช้หาบริเวณที่มีรอยแตกบนหลังคาคอนกรีต รอยซึมของน้ำในผนัง หรือ บนฝ้าเพดานซึ่งมีฉนวนเปื่อยขึ้น

การหาจุดที่อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือสายไฟมีปัญหา ซึ่งอาจเกิดการลัดวงจรได้

การหาตำแหน่งที่เกิดการรั่วซึมของอากาศเข้า หรือ ออกจากอาคาร (Infiltration or Exfiltration) ผ่านรอยแตกที่ผนังหรือตามแนววงกบ กรอบบานต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการไม่ประหยัดพลังงานอย่างมาก

นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้วัดอุณหภูมิที่ผิวหนังและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น การถ่ายภาพคน หากอุณหภูมิที่ผิวภายในการศึกษาเรื่องสภาวะสบาย หากจุดที่มีอุณหภูมิผิดปกติในร่างกาย เพื่อหาจุดที่เป็นโรคหรือเกิดความผิดปกติ ซึ่งเรียกว่า Medical Thermography เป็นการถ่ายภาพอินฟราเรดทางการแพทย์ และ เรียกศาสตร์ในการนำภาพอินฟราเรดมาใช้วิเคราะห์ว่า Thermology ปัจจุบันได้มีบางประเทศ เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย จีน นำวิธีการนี้มาใช้แล้ว ในการถ่ายภาพแยกแยะห่านักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าประเทศที่มีแนวโน้มจะป่วยเป็นโรคร้าย (SARS)

### สรุป

การใช้วิธีถ่ายภาพคลื่นรังสีความร้อนที่แผ่ออกมาจากวัตถุ หรือการใช้ Infrared Thermography สามารถช่วยในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวได้ดี เพราะเป็นวิธีที่ไม่จำเป็นต้องเจาะผิววัสดุที่ต้องการวัด จึงไม่สร้างผลเสียหายกับอาคารหรือผิวที่ต้องการวัด (Nondestructive Testing) และทำให้เห็นภาพรวมของอุณหภูมิที่ผิววัสดุต่างๆ ได้ทันที ซึ่งคาดว่าในอนาคตจะมีการนำเทคนิคนี้มาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ที่เกี่ยวเนื่องกับการประหยัดพลังงานมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันยังมีการใช้น้อยในประเทศไทยเนื่องจากปัญหาราคากลับที่สูงมาก แต่คาดว่าในอนาคตอันใกล้ ราคาจะถูกลงอย่างรวดเร็ว และกลายเป็นเครื่องมือที่มีบทบาทช่วยในการศึกษาวิเคราะห์มากขึ้น

### บรรณานุกรม

ชวลิต พิชาลัย. ผู้อำนวยการสำนักวิเคราะห์แผนพลังงาน. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. นโยบายและทิศทางการประหยัดพลังงานและการส่งเสริมพลังงานทดแทนของประเทศ. เอกสารประกอบการบรรยายในงานสัมมนาบ้านประหยัดพลังงานประเภท บ้านเดี่ยวสำหรับกรุงเทพมหานครหรือจังหวัดใกล้เคียง จัดโดย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ณ โรงแรมรอยัลซิติ้ กรุงเทพฯ, 21 กันยายน 2549.

American Society for Non destructive Tesing. *Nondestructive Handbook. Volume 3 – Infrared and Thermal Testing*. Technical Editor, Xavier P.V. Maldague; Patrick O. Moore, Editor. (3rd ed), Columbus: 2001.

*Thermography Applications Plus Thermology and Night Vision*. Available from <http://www.temperatures.com/tiapps.com.html>. Accessed April 13, 2007.

Wulfinghoff, Donald R. Energy Efficiency Manual. "Referece Note 15-Infrared Thermal Scanning". Energy Institute Press. 2003.