

.....เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด

## รู้ 'รักษพลังงาน

## การเลือกใช้วัสดุ เพื่ออนุรักษ์พลังงาน



กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

กระทรวงพลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

# คำนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เราใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า การคมนาคมขนส่ง การบริการและการผลิต ทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม การใช้พลังงานในประเทศโดยเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงนับวันมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกที ในขณะที่ประเทศของเราไม่มีแหล่งน้ำมันเพียงพอกับความต้องการ ในแต่ละปีรัฐจึงต้องสูญเสียงบประมาณในการนำเข้าน้ำมันดิบเป็นจำนวนมหาศาล

แหล่งน้ำมันในโลกก็มีจำนวนจำกัดและต้องหมดไปในวันหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ แนวโน้มราคาน้ำมันจึงมีแต่จะสูงขึ้น ประเทศผู้นำเข้าน้ำมันอย่างประเทศไทยจึงมีความจำเป็นต้องรณรงค์สร้างความร่วมมือร่วมใจกันอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้สามารถใช้จ่ายพลังงานที่เราต้องซื้อมาด้วยราคาแพงให้คุ้มค่าที่สุด การรณรงค์คืออนุรักษ์พลังงานต้องทำในทุกส่วนของสังคม ทั้งภาครัฐและเอกชน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ได้ตระหนักถึงปัญหาเร่งด่วนดังกล่าวและเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาด้านพลังงานที่ทุกคนควรมีความรู้ความเข้าใจ เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน จึงได้จัดทำเอกสารขึ้น

2 ชุด ได้แก่ เอกสารเผยแพร่ชุด **รู้ อนุรักษ์พลังงาน จำนวน 16 เล่ม** สำหรับประชาชนทั่วไป โรงงานและอาคาร เพื่อให้เกิดความตระหนัก รู้เท่าทัน รู้วิธีประหยัดพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม

นอกจากนั้นยังได้จัดทำ **คู่มือชุดความรู้ จำนวน 8 เล่ม** เพื่อใช้เป็นแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน สำหรับภาคอุตสาหกรรมและภาคการบริการ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและบริการ และเป็นการลดการใช้พลังงานของประเทศลงได้อีกด้วย

พพ. หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารทั้งสองชุดจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้จ่ายพลังงาน และประชาชนทั่วไป และก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานจนปรากฏผลลัพธ์จริง พร้อมทั้งจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การอนุรักษ์พลังงานเรวยิ่งขึ้น

หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือต้องการคำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และการแก้ไขปัญหาการอนุรักษ์พลังงานด้านต่างๆ สามารถติดต่อที่หน่วยลูกค้าสัมพันธ์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน

หมายเลขโทรศัพท์ 0-2226-2311 หรือ [www.dede.go.th](http://www.dede.go.th) E-mail: [dedeoss@dede.go.th](mailto:dedeoss@dede.go.th)

## รายชื่อเอกสารเผยแพร่ชุด รู้ 'รักษ์พลังงาน

จำนวน 16 เล่ม

1. รู้เท่าทันสถานการณ์พลังงาน
2. การเลือกใช้วัสดุเพื่ออนุรักษ์พลังงาน
3. กฎหมายอนุรักษ์พลังงานสำหรับ  
โรงงานและอาคารควบคุม
4. การจัดองค์กรเพื่ออนุรักษ์พลังงาน
5. การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า
6. ระบบทำความเย็น
7. ระบบแสงสว่าง
8. ระบบไอน้ำ
9. ระบบอากาศอัด
10. มอเตอร์
11. ตู้เย็นพาณิชย์
12. เครื่องปรับอากาศในบ้าน
13. ไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับบ้านพักอาศัย
14. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน
15. บิ๊มน้ำในบ้าน
16. การใช้รถยนต์อย่างประหยัด

## รายชื่อคู่มือชุดความรู้

จำนวน 8 เล่ม

1. โรงแรม
2. อาคารสำนักงาน
3. ห้างสรรพสินค้า
4. โรงพยาบาล
5. อุตสาหกรรมสิ่งทอ
6. อุตสาหกรรมกระดาษ
7. อุตสาหกรรมอาหาร
8. อุตสาหกรรมโลหะมูลฐาน

### หมายเหตุ

- เอกสารที่มีสันสี น้ำเงิน ส้ม เขียว สำหรับประชาชนทั่วไป
- เอกสารที่มีสันสี น้ำเงิน ส้ม สำหรับอาคารและโรงงาน
- เอกสารที่มีสันสี น้ำเงิน สำหรับโรงงาน
- เอกสารที่มีสันสี ส้ม สำหรับอาคาร
- เอกสารที่มีสันสี เขียว สำหรับบ้านพักอาศัย

## สารบัญ

หน้า

บทนำ	6
บทที่ 1 ปัจจัยการประหยัดพลังงาน	7
บทที่ 2 วัสดุผนังหลังคา	9
บทที่ 3 ผนังภายนอกอาคาร	11
บทที่ 4 ผนังภายในอาคาร	13
บทที่ 5 ฝ้าเพดาน	14
บทที่ 6 พื้น	15
บทที่ 7 กระจก	17
บทที่ 8 ฉนวนกันความร้อน	22
บทที่ 9 สรุปรูป	26
เอกสารอ้างอิง	27

## บทนำ

การอนุรักษ์พลังงานให้ได้ผลนั้น นอกจากจะควบคุมและดูแลในเรื่องการใช้พลังงานเป็นหลักแล้ว การก่อสร้างอาคารควรมีการออกแบบที่ดีตอบสนององวัตถุประสงค์การใช้งานได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะการเลือกใช้วัสดุต่างๆ ในการก่อสร้าง ควรคำนึงถึงปัจจัยหลายๆ ด้าน เช่น ความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ การบำรุงรักษา การประหยัดพลังงาน เพื่อป้องกันปัญหาจากการใช้งานและปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านสาธารณูปโภคให้กับเจ้าของอาคาร และช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานอีกด้วย ที่สำคัญที่สุดเป็นการอนุรักษ์พลังงานโดยรวมให้กับประเทศได้อีกทางหนึ่ง

# 1 ปัจจัยการประหยัดพลังงาน

ปัจจัยที่ทำให้อาคารหรือบ้านพักอาศัยใช้พลังงานอย่างประหยัดได้หรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

## 1. ภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม

ทิศทางลมในแต่ละท้องถิ่นไม่เหมือนกัน ตามหลักการแล้วควรสร้างอาคารให้ตั้งฉากกับทิศทางลม จะทำให้ได้รับลมอย่างเต็มที่

นอกจากนี้ควรสร้างสภาวะแวดล้อมที่เย็นให้กับอาคารด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

- 1.1 ปลูกต้นไม้ใหญ่หรือพืชคลุมดิน เพราะการคายน้ำของต้นไม้จะช่วยลดอุณหภูมิของอากาศโดยรอบ ทำให้มีความเย็นสบายขึ้น ต้นไม้ยังช่วยกรองฝุ่นและดูดซับเสียงได้อีกด้วย
- 1.2 ใช้ประโยชน์จากร่มเงาของสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใกล้เคียงอาคาร เป็นการลดการสะสมความร้อนลงไปได้
- 1.3 ลดพื้นที่ที่เป็นตัวสะสมความร้อน ได้แก่ ลานหรือทางเดินคอนกรีต โดยทำเป็นสนามหญ้าหรือปลูกต้นไม้แทน
- 1.4 ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำข้างเคียง หรือทำสระน้ำ น้ำพุ เนื่องจากน้ำช่วยลดความร้อนโดยรอบบริเวณได้

## 2. การออกแบบอาคารและการวางทิศทาง

การออกแบบอาคารที่ดีควรเริ่มตั้งแต่การนำประโยชน์จากธรรมชาติมาใช้จนถึงการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ ข้อควรคำนึงในการออกแบบมีดังนี้

- 2.1 ระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติด้วยการทำช่องลมช่วยระบายอากาศให้หลังคา ทำช่องลมระบายอากาศโดยรอบฝ้าชายคาบ้านด้วยการตีระแนงไม้โปร่ง ทำช่องลมระบายความร้อนทางหน้าจั่วหลังคา ทำกันสาดหรือเฉลียงให้ยื่นออกไปมากๆ เพื่อบังแดด เป็นต้น

2.2 ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติเพื่อช่วยลดความร้อนจากการใช้หลอดไฟ โดยการทำช่องเปิดในทิศทางที่เหมาะสม หรือใช้วัสดุโปร่งแสงเพื่อให้แสงธรรมชาติส่องเข้ามาในอาคารได้

2.3 วางที่ตั้งตัวอาคารในทิศทางที่ถูกต้อง โดยดูแนวของแสงอาทิตย์ว่าส่องถูกผนังอาคารทางด้านใดบ้าง ควรออกแบบให้ด้านแคบของอาคารหันไปทางทิศตะวันตกหรือตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นทิศที่รับแสงอาทิตย์ในตอนบ่าย เพื่อให้อาคารได้รับความร้อนน้อยที่สุด

### 3. การเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง

การก่อสร้างอาคารและการเลือกใช้วัสดุที่ไม่คำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงาน จะทำให้สูญเสียทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ผนังอาคารแบบก่ออิฐถือปูนที่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงตลอดทั้งวัน จึงดูดกลืนความร้อนเอาไว้และส่งผ่านเข้าไปในอาคาร ทำให้ภายในอาคารมีความร้อนมากกว่าปกติ ทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อความเย็นสบาย

เทคโนโลยีปัจจุบันมีการพัฒนาและเจริญก้าวหน้าไปอย่างมากมีการค้นคว้าและการประดิษฐ์วัสดุแปลกใหม่เพิ่มขึ้น นอกจากจะตอบสนองการใช้งานในการออกแบบและการก่อสร้าง มีความแข็งแรงทนทาน สวยงาม มีขนาดและชนิดให้เลือกใช้ตามความต้องการแล้ว ยังสามารถช่วยให้การใช้พลังงานภายในอาคารลดลงได้อีกด้วยเท่ากับเป็นการอนุรักษ์พลังงานนั่นเอง

การเลือกใช้วัสดุเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มีข้อควรพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

3.1 มวลสาร (Mass) ของวัสดุ ต้องเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อย เพื่อให้ค่าการดูดกลืนและสะสมความร้อนต่ำ ทำให้การถ่ายเทความร้อนเข้ามาในอาคารลดลง

3.2 ค่าความต้านทานความร้อน (Thermal Resistance ; R-Value) ต้องเป็นวัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง เพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าไปในอาคาร

3.3 การดูดซับความชื้น ต้องเป็นวัสดุที่มีการดูดซับความชื้นต่ำ



## วัสดุบุหลังคา



หลังคาป้องกันน้ำฝน น้ำค้างและความชื้นไม่ให้เข้าไปใน  
ตัวอาคาร รวมทั้งยังกันความร้อนจากแสงอาทิตย์อีกด้วย

การเลือกวัสดุบุหลังคาควรพิจารณาความแข็งแรง  
ทนทานในการรับแรงลม ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม  
เพื่อให้อายุการใช้งานยืนยาว โดยพิจารณาจากมวลสารและ  
ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุนั้นๆ ด้วย

ปัจจุบันมีวัสดุบุหลังคาให้เลือกใช้งานมากมายหลายชนิด

เช่น แป้นเกร็ด กระเบื้องคอนกรีต กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน หลังคาโลหะ หลังคาซิงเกิล แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติ  
และคุณภาพแตกต่างกันไป ซึ่งต้องพิจารณาความเหมาะสมก่อนใช้งาน

1. แป้นเกร็ด เป็นกระเบื้องไม้มีคุณสมบัติเป็นฉนวนในระดับหนึ่ง แต่มีการดูดซับความชื้นค่อนข้างสูง จึงควร  
เคลือบผิวด้วยวัสดุที่กันความชื้น หรือใช้ร่วมกับฉนวนกันความชื้น จะมีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ดีกว่า และ  
เป็นการอนุรักษ์พลังงานในอาคารด้วย

2. กระเบื้องคอนกรีตหรือกระเบื้องโมเนีย ทำจากคอนกรีตอัด มีลวดลาย สี สัน และขนาดให้เลือกใช้มากมาย  
กระเบื้องชนิดนี้มีมวลสารมากและดูดซับความร้อนสูงต้องติดตั้งฉนวนกันความร้อนจึงจะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. กระเบื้องซีเมนต์ใยหินหรือกระเบื้องลอน หรือกระเบื้องลอนลูกฟูก เป็นวัสดุที่ไม่สะสมความร้อน และมี  
การดูดซับความชื้นสูง ทำให้เปราะบางแตกหักง่าย



4. หลังคาโลหะ โลหะที่นิยมนำมาใช้เป็นวัสดุบุหลังคา ได้แก่ เหล็ก อะลูมิเนียม โลหะผสมอะลูมิเนียม สังกะสี และซิลิคอน วัสดุนี้นี้ป้องกันความชื้นได้ถึงร้อยเปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าการนำความร้อนสูงมากหากนำมาใช้ในเขตร้อน จึงควรติดตั้งร่วมกับฉนวนกันความร้อน

5. หลังคาชิงเกิล ผลิตจากวัสดุหลายชนิดโดยมีแกนกลางทำจากใยแก้วอัด และใช้กรวดขนาดเล็กตกแต่งผิว บนด้วยการใช้เรซินเป็นตัวเชื่อม วัสดุนี้นั้นกันน้ำและความชื้นได้ถึงร้อยเปอร์เซ็นต์ มีมวลสารต่ำจึงไม่สะสมความร้อน แต่มีค่าการต้านทานความร้อนไม่สูงมากนัก ถ้าต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนควรใช้ร่วมกับฉนวนกันความร้อน

# 3 ผนังภายนอกอาคาร

ผนังภายนอกอาคารเป็นส่วนที่สัมผัสอากาศภายนอกโดยตรง จึงควรมีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนและความชื้นเป็นอย่างดี การเลือกใช้วัสดุภายนอกอาคารเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานนั้น ต้องพิจารณาคุณสมบัติในเรื่องมีค่าความต้านทานความร้อนสูง มีมวลสารต่ำ มีความทนทานต่อการขยายตัวหรือหดตัวได้ดี และ มีการดูดซับความชื้นต่ำ



วัสดุผนังภายนอกที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ได้แก่ ผนังก่ออิฐถือปูน ผนังไม้ ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก ผนังคอนกรีตมวลเบา เป็นต้น ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติดังนี้

1. ผนังก่ออิฐถือปูน เป็นวัสดุที่มีมวลสารมาก จึงดูดกลืนความร้อนสูง เหมาะสำหรับอาคารที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ เนื่องจากเป็นวัสดุที่ช่วยหน่วงความร้อนไม่ให้เข้าไปในอาคารในเวลากลางวัน อากาศจึงเย็นกว่าภายนอกอาคาร แต่ไม่เหมาะกับอาคารที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ เพราะความร้อนที่สะสมไว้จะทำให้เครื่องปรับอากาศ ต้องใช้พลังงานเพื่อทำงานมากในการคายความร้อนออกมา นอกจากนี้ยังมีข้อเสียในเรื่องดูดซับความชื้นได้สูงด้วย

2. ผนังไม้ ไม้เป็นฉนวนที่กันความร้อนได้ดี ความร้อนจึงถ่ายเทเข้าไปในอาคารได้น้อย แต่ไม้ก็เป็นวัสดุที่ดูดซับความชื้นสูงจึงไม่เหมาะกับการใช้ในอาคารที่ติดตั้งระบบปรับอากาศ เพราะความชื้นจะไปเพิ่มภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ควรมีการทาเคลือบหรือปิดทับด้วยวัสดุที่มีการกันความชื้นก่อนจะดีกว่า



3. ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (Exterior Insulation and Finished System : EIFS) ผนังระบบนี้มีมวลสารน้อย ไม่สะสมความร้อน มีค่าความต้านทานความร้อนสูง และกันความชื้นได้ดี ประกอบด้วยวัสดุหลายชนิดที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ทำให้ผนังมีหน้าที่แตกต่างกันไป โดยแบ่งได้เป็น 4 ส่วนหลักคือ

ส่วนที่ 1 ป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

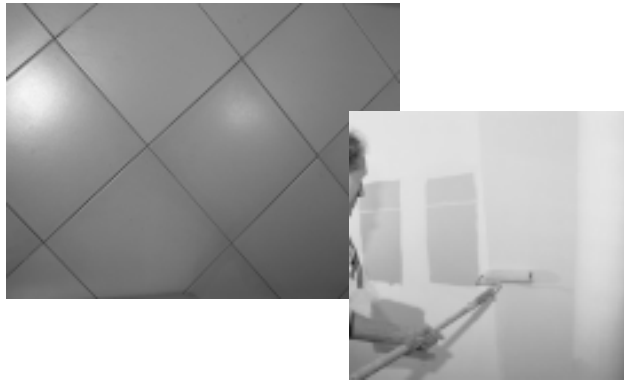
ส่วนที่ 2 สร้างความแข็งแรงให้แก่ระบบผนัง

ส่วนที่ 3 เป็นวัสดุเคลือบภายนอกเพื่อเสริมความแข็งแรง

ส่วนที่ 4 เป็นวัสดุเคลือบผิวชั้นบนสุดสำหรับกันการกระแทก กันสีซีด และคงทนในทุกสภาวะอากาศ

4. ผนังคอนกรีตมวลเบา เป็นวัสดุที่สังเคราะห์จากวัสดุธรรมชาติ เช่น ทราย ปูนขาว ปูนซีเมนต์ ยิปซัม และสารกระจายฟองอากาศ มีน้ำหนักเบากว่าอิฐธรรมดา 2-3 เท่า แต่มีความแข็งแรง รับแรงกดได้มากประมาณ 30-80 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีคุณสมบัติเป็นฉนวน มีค่าความต้านทานความร้อนต่ำ ที่รู้จักกันดีและใช้งานในปัจจุบันคือ คิวคอน และซูบเปอร์บล็อก

# ผนังภายในอาคาร



ทำหน้าที่เป็นตัวแบ่งพื้นที่ หรือห้องต่างๆ ในอาคาร ส่วนใหญ่มีโครงสร้างเป็นอิฐ ก่อฉาบปูนซีเมนต์ บล็อก ฉาบปูน ไม้ กระจก และผนังสำเร็จรูปต่างๆ เช่น ยิปซัมบอร์ด เซลโลบอร์ด เซลโลเทค เป็นต้น

การใช้วัสดุผนังภายในอาคารเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน ควรเลือกวัสดุที่มีมวลสารน้อย เพื่อให้มีการดูดกลืนความร้อนน้อยที่สุด ไม่เพิ่มภาระการทำความเย็นให้แก่เครื่องปรับอากาศ จึงไม่ต้องใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น

นอกจากนี้ควรพิจารณาเรื่องการดูดซับความชื้นด้วย เพราะความชื้นเป็นตัวเพิ่มภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเช่นกัน วัสดุที่ใช้ควรมีการดูดซับความชื้นต่ำ หรือใช้วิธีการเคลือบ หรือปิดผิวด้วยวัสดุที่มีการดูดซับความชื้นต่ำ เพื่อเป็นการป้องกันก็ได้

# 5 ฝ้าเพดาน



ควรเลือกวัสดุที่ป้องกันการถ่ายเทความร้อน ผ่านเข้ามาระหว่างชั้นของอาคาร หรือหลังคาบ้าน เมื่อมีการใช้ระบบปรับอากาศภายในอาคาร ฝ้าเพดานที่ดีควรมีคุณสมบัติเป็นฉนวน ซึ่งนอกจากจะช่วยแยกการถ่ายเทความร้อนระหว่างชั้นของอาคารแล้ว ยังช่วยลดการสะสมความร้อนของพื้นที่ที่อยู่เหนือฝ้าเพดานอีกด้วย จึงช่วยลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ และเพื่อให้มีประสิทธิภาพการใช้งานเพิ่มมากขึ้น ควรเพิ่มฉนวนกันความร้อนที่ด้านบนของฝ้าเพดานด้วย จะช่วยป้องกันความร้อนที่จะเข้ามาในอาคารได้เป็นอย่างดี

# 6 พื้น

วัสดุปูพื้นไม่สามารถเปลี่ยนได้บ่อยๆ ต้องใช้งานเป็นเวลานาน การเลือกใช้ควรคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย ความคงทน ความสวยงาม ความแข็งแรง และดูแลรักษาง่าย ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ได้แก่ หินและผลิตภัณฑ์จากหิน ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ กระเบื้อง กระเบื้องยาง พรม เป็นต้น

1. หินและผลิตภัณฑ์จากหิน ได้แก่ หินแกรนิต หินอ่อน หินทราย วัสดุชนิดนี้มีความคงทนถาวรมาก ทนต่อการขีดขูดและแรงกดแรงกระแทกได้ดีพอควร สามารถดึงความเย็นจากพื้นดินเข้ามาในอาคารได้ ทำให้อากาศภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำลง เป็นการลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ แต่ต้องระวังเรื่องความชื้น เพราะประเทศไทยมีอากาศร้อนและมีความชื้นสูง ต้องมีการกันความชื้นจึงจะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ มีความคงทนถาวร และให้ความสวยงามตามธรรมชาติ มีให้เลือกใช้มากมายหลายแบบ เช่น ไม้พื้นปาร์เก้ ไม้พื้นโมเสค แต่ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้จะมีการดูดกลืนความร้อน และดูดซับความชื้นสูงมาก ควรปรับปรุงคุณภาพก่อนนำไปใช้งาน เช่น การเคลือบด้วยแลคเกอร์ โดยเฉพาะเมื่อนำไปใช้งานในอาคารที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ เพราะจะช่วยลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศลงได้

3. กระเบื้อง มีความคงทนแข็งแรงทนทานต่อสารเคมี ติดตั้งดูแลรักษาง่าย ให้ความสวยงาม มีขนาดและแบบให้เลือกใช้มากมาย มีทั้งแบบเคลือบและไม่เคลือบ กระเบื้องเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำที่ต่ำ สามารถถ่ายเทความร้อนได้เร็ว แต่การใช้งานภายในอาคารควรเลือกแบบเคลือบเพราะจะมีการดูดซับความชื้นต่ำ





4. กระเบื้องยาง นิยมใช้กันมากเพราะมีราคาถูก สวยงาม ทนทาน ใช้งานสะดวก ส่วนใหญ่เป็นวัสดุสังเคราะห์ เช่น พลาสติก พีวีซี แผ่นไวนิล เป็นต้น กระเบื้องยางจะมีการดูดกลืนความร้อนและดูดซับความชื้นต่ำมากเหมาะกับการใช้งานภายในอาคาร แต่มีข้อเสียตรงที่ถ้าได้รับความร้อนหรือความชื้นเป็นระยะเวลานานจะเสื่อมสภาพหลุดลอก และติดไฟได้

5. พรม เป็นวัสดุปูพื้นสมัยใหม่ที่นิยมใช้ในการตกแต่งภายในให้ความรู้สึกภูมิฐาน หูหรร่า สวยงาม และให้สัมผัสที่อ่อนนุ่ม พรมมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่นำมาผลิต และมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังนี้

5.1 พรมเส้นใยธรรมชาติร้อยเปอร์เซ็นต์ ผลิตจากขนสัตว์ เช่น ขนแกะ ซึ่งดูดซับความชื้นสูงมาก จึงเพิ่มภาระการทำความเย็นให้แก่เครื่องปรับอากาศ

5.2 พรมเส้นใยธรรมชาติผสมเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ขนแกะผสมไนลอน การดูดซับความชื้นจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของเส้นใยธรรมชาติกับเส้นใยสังเคราะห์ ถ้ามีเส้นใยธรรมชาติมากกว่า ก็จะมีการดูดซับความชื้นสูง เป็นการเพิ่มภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

5.3 พรมเส้นใยสังเคราะห์ ผลิตจากเส้นใยสังเคราะห์ร้อยเปอร์เซ็นต์ เช่น วัสดุจำพวกโพลีเอสเตอร์ ที่รู้จักกันดีคือพรมอะคริลิก พรมชนิดนี้มีการดูดกลืนความร้อนและดูดซับความชื้นต่ำมาก เหมาะกับการใช้งานในอาคารที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ



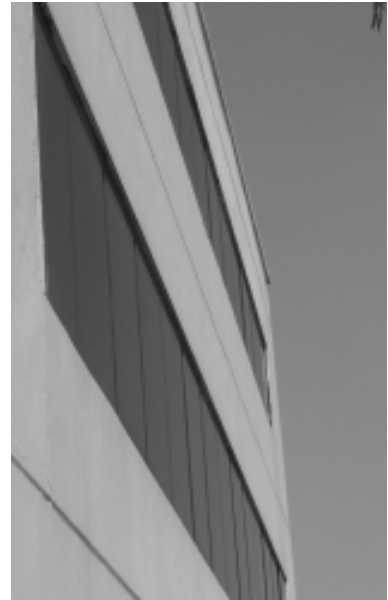
# 7 กระจก

เป็นวัสดุโปร่งแสงที่มีบทบาทมากในปัจจุบัน มีการนำกระจกมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของผนังภายนอกอาคารโดยเฉพาะอาคารสูง เนื่องจากกระจกมีความทนทานและสวยงาม มองเห็นทัศนียภาพภายนอกได้ แต่การที่กระจกได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงตลอดทั้งวัน ความร้อนจากภายนอกก็สามารถเข้ามาในอาคารได้เช่นกันด้วยวิธีการนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน ขณะที่ความร้อนสามารถผ่านผนังทึบได้ด้วยวิธีการนำความร้อนเท่านั้น

การนำความร้อน (Conduction) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยตรงจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งโดยการสัมผัส

การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนทะลุผ่านช่องว่างในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากพื้นผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังพื้นผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในทุกทิศทาง

ดังนั้น การรู้ถึงคุณสมบัติของกระจกแต่ละชนิด รวมทั้งความเหมาะสมในการใช้งานที่แตกต่างกันจะช่วยให้สามารถเลือกใช้กระจกได้อย่างถูกต้อง ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานและสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีแก่ผู้ที่อยู่ในอาคารนั้นได้



## กระจกที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานในปัจจุบันมีดังนี้

1. กระจกธรรมดา เป็นกระจกพื้นฐานที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตโดยตรง แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

1.1 กระจกใส (Clear Glass) เป็นกระจกโปร่งแสงที่มองผ่านได้ชัดเจน ยอมให้แสงผ่านเข้ามาได้มาก ทำให้ความร้อนเข้ามาในอาคารได้มากด้วย

1.2 กระจกสี (Tinted Glass) เป็นกระจกที่ผสมโลหะออกไซด์ทำให้มีสีสันทึบขึ้นมา มีคุณสมบัติในการดูดกลืนความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้มากกว่ากระจกใสและช่วยตัดแสงจ้าไม่ให้เข้ามาในอาคารได้มากทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลมองสบายตา

2. กระจกอบความร้อน เป็นกระจกใส หรือกระจกสีที่นำไปผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อกระจก ทำให้มีความแข็งแรงยิ่งขึ้น สามารถรับแรงกระแทกจากภายนอกได้มากขึ้น แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

2.1 กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered Glass) เป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้กับกระจก โดยผ่านกระบวนการเทมเปอร์ริง (Tempering Process) กระจกที่ผ่านกระบวนการเทมเปอร์ริงนี้จะมี ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า

2.2 กระจกฮีตสเตรงเทน (Heat-Strengthened Glass) มีกระบวนการผลิตคล้ายกระจกนิรภัยเทมเปอร์ แต่ต่างกันที่กระจกฮีตสเตรงเทนจะปล่อยให้กระจกเย็นตัวลงช้าๆ ส่วนกระจกนิรภัยเทมเปอร์ใช้ลมเย็นเป่าเพื่อให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว ดังนั้นกระจกแบบฮีตสเตรงเทนจึงมีความแข็งแรงน้อยกว่าจัดเป็นกระจกกึ่งนิรภัย

การใช้งานกระจกทั้ง 2 ชนิดนี้ จะใช้ในบริเวณที่ต้องการกระจกที่มีความแข็งแรง และปลอดภัยสูง เช่น บริเวณหน้าคาน (Spandrel Area) ของอาคาร ผนังและช่องหน้าต่างของอาคารที่มีแรงอัดของลมสูง ใช้กับอาคารสูงแทนกระจกธรรมดา ซึ่งจะช่วยลดความหนาของกระจกลงได้ รวมทั้งใช้กับห้องโชว์หรือตู้โชว์ที่ต้องทนแรงกระแทกในการใช้งาน เป็นต้น



3. กระจกเคลือบผิว เป็นกระจกธรรมดาที่นำไปผ่านกระบวนการเคลือบโลหะ เพื่อให้เกิดการสะท้อนแสงและความร้อนจากแสงอาทิตย์ สามารถนำไปใช้งานที่ต้องการอนุรักษ์พลังงานได้เป็นอย่างดี

เทคนิคการเคลือบผิวกระจกทำได้ 2 วิธีคือ

- การเคลือบแบบสุญญากาศ (Vacuum Deposition or Soft Coating) โดยการพ่นโลหะออกไซด์บางชนิดบนผิวของกระจกแล้วใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อทำให้โลหะเกาะบนผิวกระจก

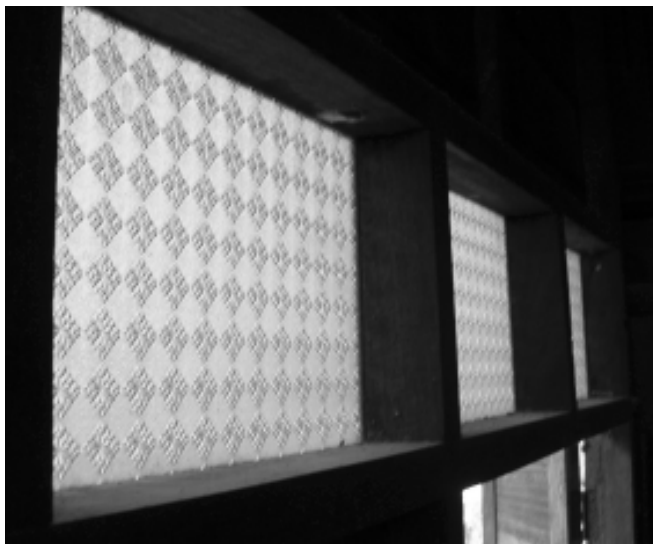
- การเคลือบแบบไพโรลิติก (Pyrolytic Deposition or Hard Coating) กระจกจะถูกเคลือบในกระบวนการผลิตกระจก โลหะออกไซด์จะแทรกซึมลงไปเนื้อกระจก จึงมีความแข็งแรงทนทานกว่ากระจกที่เคลือบแบบสุญญากาศ

กระจกเคลือบผิวแบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ

3.1 กระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์ (Solar Reflective Glass) เป็นกระจกธรรมดาที่เคลือบผิวด้วยโลหะออกไซด์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสง ทำให้แสงอาทิตย์และรังสีความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารได้น้อย ทำให้ภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศลดลง

3.2 กระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ (Low-E Glass) เป็นกระจกที่เคลือบสารโลหะซึ่งมีโลหะเงินบริสุทธิ์เป็นส่วนประกอบสำคัญทำให้ผิวเคลือบมีค่าการคายรังสีต่ำมาก นั่นคือกระจกมีความสามารถในการแผ่รังสีความร้อนออกจากผิวน้อยมาก จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงาน นิยมใช้ทำเป็นกระจกฉนวนกันความร้อน





4. กระจกตัดแปลง เป็นกระจกที่นำมาตัดแปลงด้วยกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองการใช้งานในลักษณะต่างๆ

4.1 กระจกฉนวนกันความร้อน (Insulated Glass) โดยการนำกระจกอย่างน้อยสองแผ่นมาประกบกันแล้วบรรจุสารดูดความชื้นตรงกลาง แล้วปิดรอยที่ขอบกระจก ทำให้อากาศภายในช่องระหว่างกระจกกลายเป็นอากาศแห้งไม่มีความชื้นเหลืออยู่ จึงช่วยป้องกันการถ่ายเท

ความร้อนจากภายนอกเข้ามาในอาคารได้ กระจกชนิดนี้ได้แก่ กระจกฮีตมิเรอร์ กระจกฮีตสตีป เป็นต้น

4.2 กระจกนิรภัยหลายชั้น (Laminated Glass) เป็นกระจกที่ผลิตขึ้นมาเพื่อให้ความปลอดภัย ด้วยการนำกระจกตั้งแต่สองแผ่นขึ้นไปมาผนึกเข้าด้วยกัน โดยมีแผ่นฟิล์มโพลีไวนิล บิวทีเรต (Polyvinyl Butyrate : PVB) ที่เหนียวและแข็งแรงซ่อนอยู่ระหว่างกลาง เพื่อทำหน้าที่ยึดกระจกให้ติดกัน หากกระจกเกิดแตกขึ้นมา แผ่นฟิล์มโพลีไวนิล บิวทีเรตจะช่วยยึดไม่ให้เศษกระจกหลุดกระจายมีเพียงรอยแตกหรือร้าวเหมือนใยแมงมุมเท่านั้นจึงให้ความปลอดภัยสูง นิยมนำมาใช้ทำกระจกบังลมของรถยนต์ หน้าต่างอาคารสูง กระจกกันกระสุน เป็นต้น ที่สำคัญคือช่วยประหยัดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากกระจกชนิดนี้ช่วยลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาในอาคารได้ และยังช่วยลดรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งเป็นตัวการทำให้อุปกรณ์ตกแต่งภายใน เช่น ฝ้าบาน พรม รูปภาพ มีสีซีด และเสื่อมสภาพได้อีกด้วย

จะเห็นได้ว่ากระจกมีมากมายหลายชนิดให้เลือกใช้งาน อย่างไรก็ตามหากพิจารณาในด้านการอนุรักษ์พลังงานและการป้องกันความร้อน มีข้อพิจารณาเพิ่มเติมดังนี้

- เลือกใช้กระจกที่กันความร้อนได้ดี เช่น การใช้กระจกฉนวนกันความร้อน
- เลือกกระจกที่กันการรั่วซึมของอากาศ เพื่อป้องกันความร้อนเข้ามาในอาคาร
- เลือกกระจกที่กันน้ำและกันความชื้นได้ดี
- เลือกใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ต่ำ และมีค่าการส่งผ่านของแสง (SF) สูง เป็นการใช้แสงธรรมชาติ เพื่อลดการใช้หลอดไฟลง เช่น กระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์ กระจกฉนวนกันความร้อนที่มีการแผ่รังสีต่ำ

# ฉนวนกันความร้อน

ฉนวน คือวัสดุที่ต้านทานหรือป้องกันไม่ให้ความร้อนส่งผ่านวัสดุจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้โดยสะดวก ปัจจุบันมีการผลิตฉนวนกันความร้อนออกมาใช้งานหลายรูปแบบ ที่สำคัญและนิยมใช้กันอย่างมาก ได้แก่

1. โยแก้ว ผลิตจากการนำเศษแก้วที่นำมาหลอมและปั่นจนเป็นเส้นใยละเอียด แล้วจึงนำไปทำฉนวนกันความร้อนในรูปแบบต่างๆ เช่น แบบคลุมห่ม แบบแผ่น แบบหุ้มท่อ มีทั้งชนิดที่มีวัสดุปิดผิวและไม่มีปิดผิว วัสดุที่นำมาปิดผิวส่วนใหญ่จะเป็นแผ่นอะลูมิเนียมพอยล์ เพื่อใช้ป้องกันไอน้ำและความชื้น ข้อเสียของฉนวนชนิดนี้คือ ใช้งานได้ในที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 700 องศาเซลเซียส และยังมีค่าการดูดซับความชื้นสูงอีกด้วย ทำให้เกิดปัญหาการเสื่อมสภาพของฉนวนถ้าไม่มีการป้องกันความชื้นที่ดีพอ



2. โยแร่หรือโยหิน มีกรรมวิธีการผลิตคล้ายฉนวนโยแก้ว แต่ใช้วัสดุประเภทแร่ เช่น ทองแดง ตะกั่ว ซีโลสจากการผลิตเหล็กกล้าเป็นวัสดุหลัก ฉนวนโยแร่นี้มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดีเท่าฉนวนโยแก้วแต่ทนไฟได้ดีกว่า จึงนิยมนำมาใช้เป็นฉนวนกันไฟด้วย และยังคงดูดซับเสียงได้ดีอีกด้วย ข้อเสียของฉนวนชนิดนี้คือมีค่าการดูดซับความชื้นสูง

3. โยเซลลูโลส ผลิตจากไม้หรือกระดาษที่ใช้แล้วมาย่อยจนละเอียดแล้วประสานเข้าด้วยกันด้วยบอแรกซ์ มีคุณสมบัติในการต้านทานการลุกไหม้ได้ระดับหนึ่ง สามารถใช้งานได้หลายลักษณะ ทั้งแบบเทบรรจุในช่องผนังหรือเพดาน แบบแผ่น แบบคลุมห่ม หรือ

แบบโฝมฉืดสำหรับใช้เป็นฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา หรือดาดฟ้า ฉนวนใยเซลลูโลสนี้ใช้กันความร้อนได้ดีเท่า ฉนวนใยแก้วและฉนวนใยแร่ แต่มีข้อเสียคือ ถ้าไม่ควบคุมความหนาแน่นตามมาตรฐานที่กำหนด จะทำให้การ ด้านทานความร้อนลดลง นอกจากนี้วัสดุที่ใช้ทำฉนวนเป็นเส้นใยธรรมชาติที่สามารถติดไฟได้ จึงควรต้องระวังใน เรื่องนี้ รวมทั้งมีค่าการดูดซับความชื้นสูงอีกด้วย

4. โฝม เป็นฉนวนที่กันความร้อนได้ดีมาก เมื่อเปรียบเทียบกับฉนวนชนิดอื่น มีคุณสมบัติที่ไม่ดูดซับความชื้น แต่มีจุดหลอมเหลวต่ำ เมื่อได้รับความร้อนสูงเป็นเวลานานจะเปลี่ยนรูปได้ โฝมที่นิยมใช้เป็นฉนวนในการก่อสร้าง มีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ โฝมโพลีสไตรีน โฝมโพลียูรีเทน และโฝมชนิดยืดหยุ่น หรือเรียกอีกชื่อว่า โฝมยางแบบขยาย

5. ฟอยล์ เป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจใช้เป็นฉนวนกันความร้อน แต่การใช้ฟอยล์เพียงชั้นเดียวจะมีศักยภาพ ไม่เพียงพอที่จะกันความร้อนได้ ต้องใช้ฟอยล์ไม่น้อยกว่า 3-4 ชั้น และแต่ละชั้นต้องมีช่องว่างอากาศไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว รวมทั้งต้องมีระบบป้องกันการรั่วซึมด้วย ที่สำคัญคือ ต้องให้ผิวของฟอยล์มีความมันและเป็นเงายู่ตลอดเวลา เพราะ ถ้าสกปรกก็จะสูญเสียค่าการสะท้อนรังสีและหากมีฝุ่นผงเกาะติดจนหนาที่บก็ไม่สามารถใช้เป็นฉนวนกันความร้อนได้

ฉนวนกันความร้อนมีมากมายหลายชนิด ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้งานมีดังนี้

## 1. รูปแบบ

ควรเลือกรูปแบบของฉนวนให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน และตำแหน่งที่ติดตั้ง ตัวอย่างเช่น

- ฉนวนที่ติดตั้งด้านบนหลังคาหรือด้านนอกของผนังอาคาร ควรเลือกใช้ฉนวนชนิดฟืน ซึ่งจะ มีสถานะเป็นของเหลวในขณะที่ฟืนและจะแห้งเกาะติดแน่นกับพื้นผิวหลังคาหรือผนัง มีความ แข็งแรงทนทานมากเป็นพิเศษ รวมทั้งมีคุณสมบัติป้องกันความร้อนและความชื้นได้ดี
- ฉนวนที่ติดตั้งบริเวณด้านบนโครงเคร่าเพดาน (เหนือฝ้า) นิยมใช้ฉนวนแบบแผ่นหรือแบบคลุมห่ม
- ฉนวนที่ติดตั้งระหว่างชั้นของผนังอาจ เลือกใช้ฉนวนแบบเทอร์รจูลงในช่องว่างระหว่างผนัง หรือแบบแผ่น เป็นต้น

## 2. อุณหภูมิใช้งาน

เนื่องจากฉนวนแต่ละชนิดจะมีข้อจำกัดด้านอุณหภูมิใช้งานที่แตกต่างกัน การเลือกใช้จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับอุณหภูมิที่ใช้งาน มิฉะนั้นฉนวนอาจเกิดการเสื่อมสภาพ สูญเสียคุณสมบัติความเป็นฉนวนได้ ตัวอย่างฉนวนที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆ มีดังนี้

- (-270) — 100 °C ได้แก่ กลาสไฟม เซลลูโลสไฟม เป็นต้น
- >100 — 500 °C ได้แก่ แคลเซียมซิลิเกต กลาสไฟม โยแรว์ ฟอยล์ เป็นต้น
- > 500 °C ได้แก่ ฟอยล์ เซรามิกไฟม โยเซรามิก โยคาร์บอน เป็นต้น

## 3. คุณสมบัติการป้องกันความร้อน

คุณสมบัติดังกล่าวพิจารณาได้จากค่าความต้านทานความร้อน (Thermal Resistance; R-value) โดยฉนวนที่มีค่า R สูงจะป้องกันความร้อนได้ดีกว่าฉนวนที่มีค่า R ต่ำกว่า

## 4. คุณสมบัติการป้องกันความชื้น

เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศที่มีความชื้นสูงเกือบตลอดทั้งปี หากเกิดความชื้นในฉนวน ฉนวนก็จะเสื่อมสภาพและสูญเสียความเป็นฉนวนไป ดังนั้น จึงควรเลือกใช้ฉนวนที่มีค่าการกันความชื้นที่เหมาะสมหรือติดตั้งวัสดุป้องกันความชื้นให้กับฉนวนเพิ่มเติม เช่น แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ แผ่นโพลีเอทิลีน แผ่นพีวีซี เป็นต้น

## 5. ความแข็งแรงคงทน

เป็นคุณสมบัติที่ใช้สำหรับการพิจารณาเลือกใช้ฉนวนให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยเฉพาะฉนวนในส่วนที่ต้องรับแรงอัดสูง เช่น พื้น ขอบประตู-หน้าต่าง ท่อ และอุปกรณ์ เป็นต้น

## 6. ความปลอดภัย

ฉนวนที่เลือกใช้ภายในอาคารนอกจากจะมีความสามารถในการป้องกันความร้อน ยังควรมีคุณสมบัติด้านความปลอดภัยเบื้องต้น ดังนี้



- กันไฟได้ในระดับหนึ่ง
- ไม่เป็นแหล่งของแมลงและเชื้อรา
- ไม่ก่อให้เกิดสารพิษ เมื่อเกิดการเผาไหม้ เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้ว การเลือกใช้ฉนวนสำหรับอาคารส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ในการใช้งานหลายวัตถุประสงค์ ดังนั้น การพิจารณาเลือกชนิดของฉนวนจึงจำเป็นต้องพิจารณาคูณสมบัติหลายๆ ข้อร่วมกัน จากนั้นจึงเลือกฉนวนที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น

- ควรเลือกใช้ใยแก้ว หรือใยแร่ เมื่อต้องการกันความร้อนและความชื้น
- ควรเลือกใช้แคลเซียมซิลิเกต หรือเวอร์มิคูไลท์ เมื่อต้องการกันความร้อนและกันไฟ
- ควรเลือกใช้ฉนวนประเภทโฟม เมื่อต้องการกันความร้อนและกันความชื้น



การเลือกใช้วัสดุในส่วนต่างๆของอาคารโดยคำนึงถึงคุณสมบัติด้านพลังงานสามารถทำให้ง่ายขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากมีวัสดุคุณภาพสูงให้เลือกใช้ได้มากมายหลายชนิด การให้ความสำคัญในการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติด้านพลังงานที่ดี จะทำให้อาคารมีประสิทธิภาพด้านพลังงานสูง ลดปริมาณการใช้พลังงานในอาคารลงได้มาก ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายของเจ้าของอาคารได้โดยตรงแล้ว ยังช่วยลดการใช้พลังงานในภาพรวมของประเทศลงได้อีกด้วย

## เอกสารอ้างอิง

1. การใช้วัสดุและอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน.  
กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
2. การใช้กระจก. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.  
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
3. การใช้ฉนวน. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน,  
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
4. บუნนวกันความร้อนช่วยประหยัดพลังงาน. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน.กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.  
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

# พัฒนาพลังงานไทย ลดใช้พลังงานชาติ



กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กระทรวงพลังงาน

[www.dede.go.th](http://www.dede.go.th)

หน่วยลูกค้าสัมพันธ์

17 ถนนพระราม 1 เจริญสะพานกษัตริย์ศึก ยศเส ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 0-2226-2311 โทรสาร 0-2226-3943 E-mail: [dedeoss@dede.go.th](mailto:dedeoss@dede.go.th)