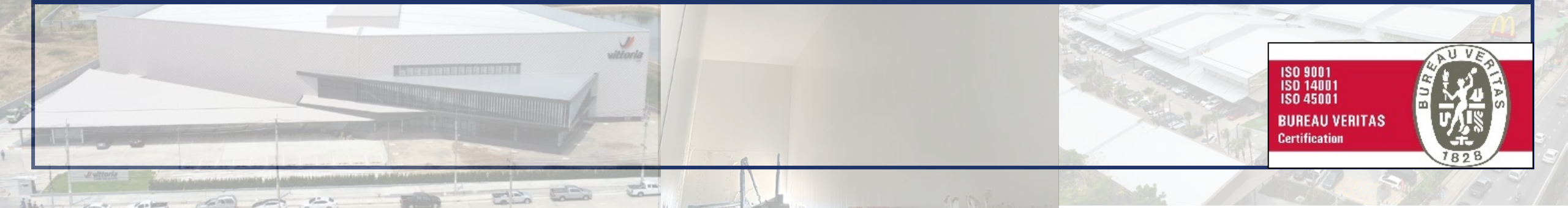




Speaker: Thana Chaichanpanit
Background: BSc Chulalongkorn University
MLitt Management University of St Andrews (UK)
Position: Managing Director

Foam Insulation in Metal Roof & Sandwich Wall : Performance & Safety



AGENDA

*Foam Insulation
in Building
Material*

*Insulated
Roof & Wall
Performance
& Safety*

*Installation &
Reference
Application*

AGENDA

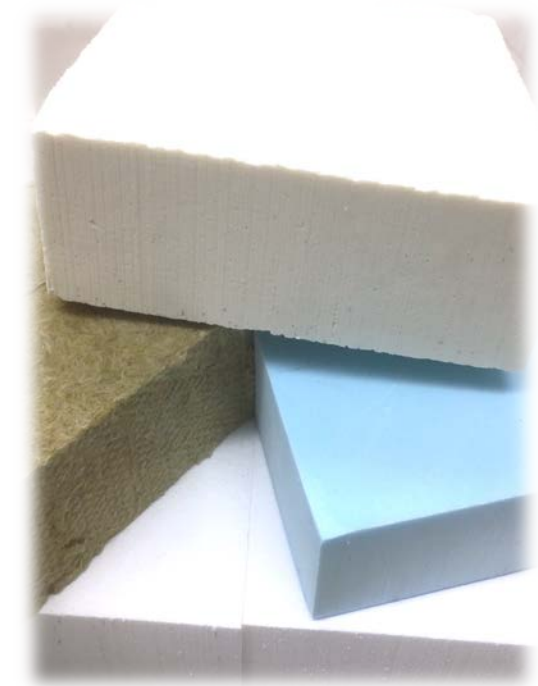
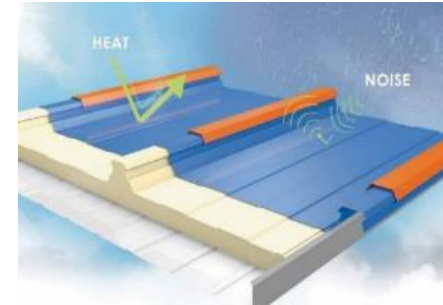
*Foam Insulation
in Building
Material*

*Insulated
Roof & Wall
Performance
& Safety*

*Installation &
Reference
Application*

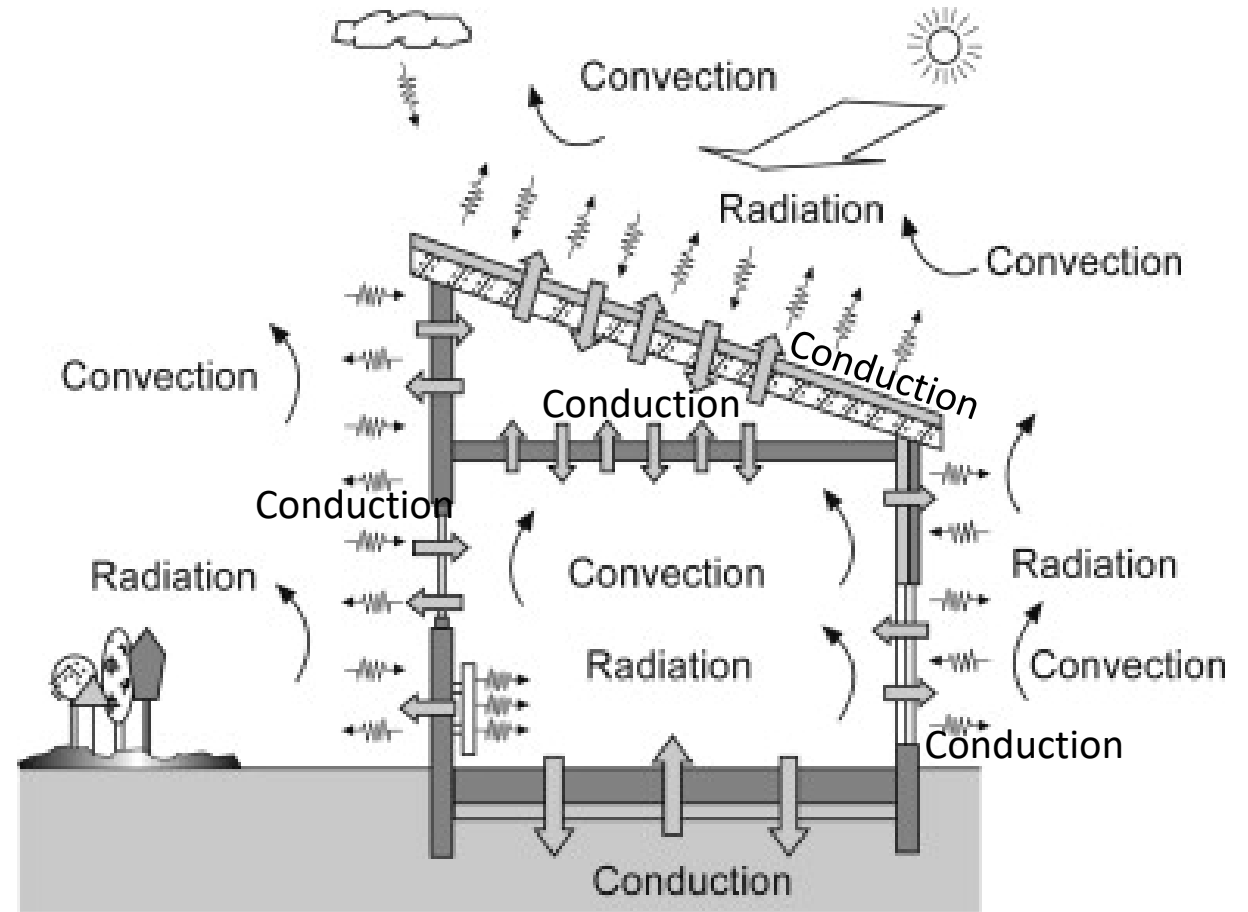
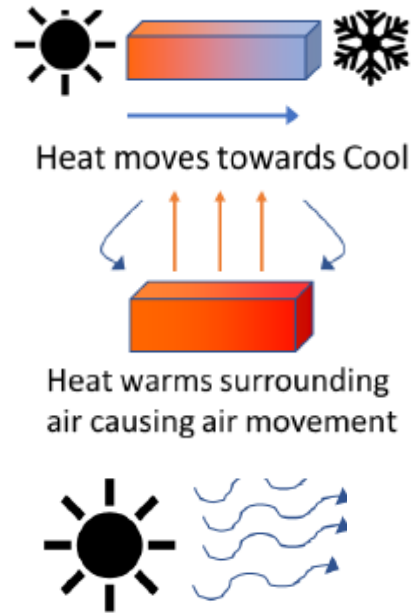
Thailand Construction Insulation

- Mineral / Rock / Stone Wool
- Glass wool
- EPDM
- Air Bubble
- PE Foam (Polyethylene)
- EPS & XPS Foam
- PUR & PIR Foam (Polyiso)
- Phenolic Foam



Heat Transfer

- Conduction
- Convection
- Radiation



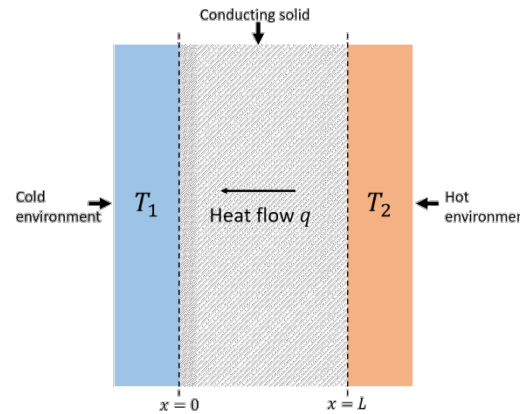
"...building insulation is the most cost-effective solution to reduce energy and greenhouse gases."

McKinsey Global Institute

Thermal Conduction: Key Consider

- Thermal Conductivity

K-Value/Factor or Lambda (λ)



Better Performance Insulation?

- Lower K-Value ↓
- Higher R-Value ↑
- Lower U-Value ↓

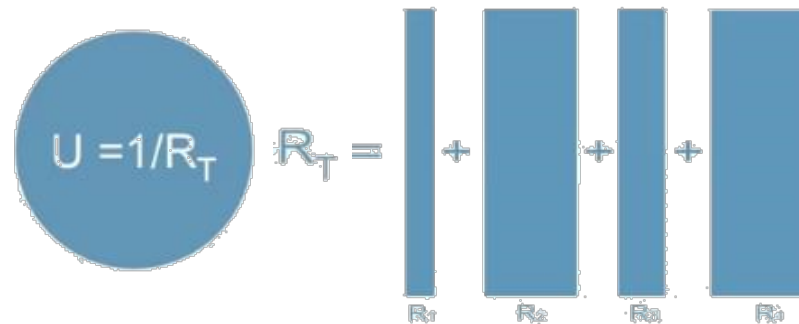
- Thermal Resistance

R-Value or RSI (SI system)

$$R = \frac{t}{\lambda} = \frac{\text{Thickness of material}}{\text{Thermal conductivity}}$$

- Thermal Transmittance

U-Value / U-factor



Building Energy Concern

หน้า ๒๑
เล่ม ๑๒๖ ตอนพิเศษ ๑๒๒ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๘ สิงหาคม ๒๕๕๒

ประกาศกระทรวงพลังงาน

เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ
การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่าง ๆ ของอาคาร
พ.ศ. ๒๕๕๒

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๑๐ แห่งกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๒ ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิ และเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๘ ประกอบกับ มาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ และมาตรา ๔๓ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้ โดยใช้อำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน จึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“อาคาร” หมายความว่า อาคารตามข้อ ๒ ของกฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๒ ซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมและการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕

“อาคารอ้างอิง” หมายความว่า อาคารที่มีการออกแบบให้มีพื้นที่การใช้งาน ที่ตั้ง ทิศทาง พื้นที่กรอบอาคารแต่ละด้าน และลักษณะการใช้งานเช่นเดียวกับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง โดยอาคารดังกล่าวนี้ต้องมีค่าของระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ เป็นไปตามข้อกำหนดของแต่ละระบบ

หมวด ๑

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของระบบกรอบอาคาร

ส่วนที่ ๑

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร

ข้อ ๒ การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร ให้คำนวณ ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดดังต่อไปนี้

- OTTV: Overall Thermal Transfer Value
- RTTV: Roof Thermal Transfer Value

(๒.๕) ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และคุณสมบัติอื่น ๆ ของวัสดุ

สำหรับวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป ให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ (thermal conductivity, k) ซึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อเมตร - องศาเซลเซียส ($W/(m \cdot ^\circ C)$) ความหนาแน่นของวัสดุ (density, ρ) ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3) และค่าความร้อนจำเพาะ (specific heat, c_p) ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัม - องศาเซลเซียส ($kJ/(kg \cdot ^\circ C)$) ตามที่กำหนดในตารางที่ ๑.๓ ดังต่อไปนี้

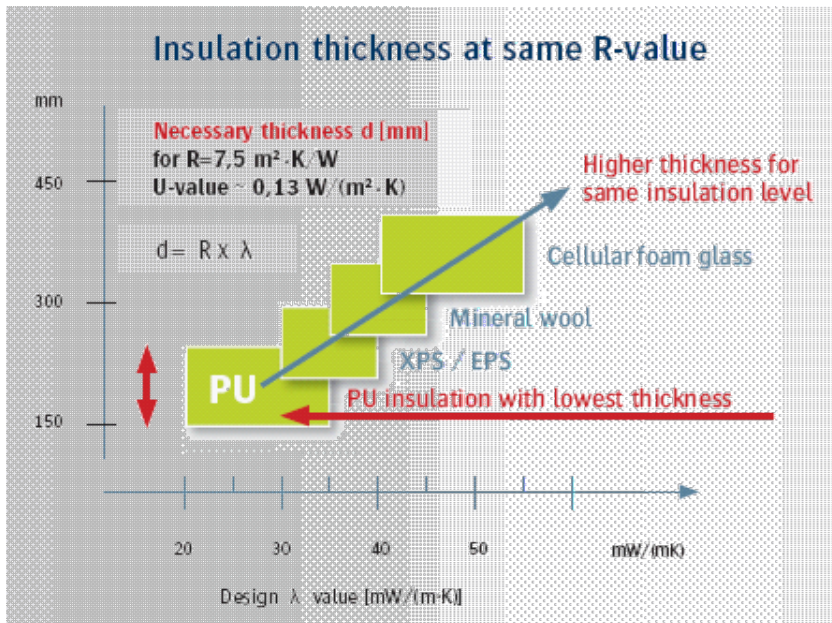
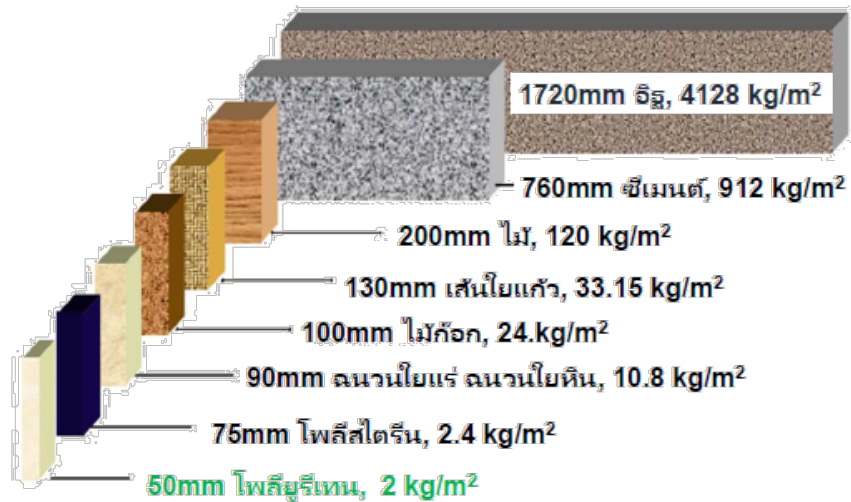
Building Material k-value

ตารางที่ ๑.๓ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ความหนาแน่น (ρ) และค่าความร้อนจำเพาะ (c_p) ของวัสดุชนิดต่าง ๆ

ลำดับ	วัสดุ	k (W/(m . °C))	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/(kg. °C))
๓	ผนังอิฐ/คอนกรีต			
	(ก) อิฐมอญไม่ฉาบ	๐.๔๗๓	๑๖๐๐	๐.๗๕
	(ข) อิฐมอญฉาบปูนสองหน้า	๑.๑๐๒	๑๗๐๐	๐.๗๕
	(ค) อิฐฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสคหรือกระเบื้อง หน้าเดียว	๐.๘๐๗	๑๗๖๐	๐.๘๔
	(ง) คอนกรีตบล็อกกลวง ๘๐ มม. ไม่ฉาบ	๐.๕๔๖	๒๒๑๐	๐.๕๒
	(จ) คอนกรีตเสแลบ	๑.๔๔๒	๒๔๐๐	๐.๕๒
	(ฉ) ปูนฉาบ (ซีเมนต์ผสมทราย)	๐.๗๒	๑๘๖๐	๐.๘๔
๔	คอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่นต่าง ๆ			
	(ก) ๖๒๐ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๑๘๐	๖๒๐	๐.๘๔
	(ข) ๗๐๐ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๒๑๐	๗๐๐	๐.๘๔
	(ค) ๘๖๐ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๓๐๓	๘๖๐	๐.๘๔
	(ง) ๑๑๒๐ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๓๔๖	๑๑๒๐	๐.๘๔
	(จ) ๑๒๘๐ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๔๗๖	๑๒๘๐	๐.๘๔

๖	ฉนวนใยแก้ว (ไฟเบอร์กลาส) แบบม้วน (blanket) แบบแผ่น (rigid board) และแบบท่อสำเร็จ (rigid pipe section)			
	(ก) ความหนาแน่น ๑๐ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๐๔๖	๑๐	๐.๕๖
	(ข) ความหนาแน่น ๑๒ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๐๔๒	๑๒	๐.๕๖
	(ค) ความหนาแน่น ๑๖ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๐๓๘	๑๖	๐.๕๖
	(ง) ความหนาแน่น ๒๔ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๐๓๕	๒๔	๐.๕๖
	(จ) ความหนาแน่น ๓๒-๔๘ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๐๓๓	๓๒ - ๔๘	๐.๕๖
	(ฉ) ความหนาแน่น ๕๖ - ๖๕ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๐๓๑	๕๖ - ๖๕	๐.๕๖
๗	ฉนวนใยหินแบบม้วน (blanket) และแบบแผ่น (rigid board)			
	ความหนาแน่น ๖.๔ - ๓๒	๐.๐๓๕	๖.๔ - ๓๒	๐.๘
๘	ฉนวนชนิดโฟมโพลีสไตรีน แบบขยายตัว			
	(ก) ความหนาแน่น ๕ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๐๔๑	๕	๑.๒๑
	(ข) ความหนาแน่น ๑๖ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๐๓๗	๑๖	๑.๒๑
	(ค) ความหนาแน่น ๒๐ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๐๓๖	๒๐	๑.๒๑
	(ง) ความหนาแน่น ๒๔ - ๓๒ กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	๐.๐๓๕	๒๔ - ๓๒	๑.๒๑
๙	โฟมโพลีเอทิลีน	๐.๐๒๕	๔๕	๑.๒๑
๑๐	โฟมโพลียูรีเทน	๐.๐๒๓- ๐.๐๒๖	๒๔ - ๔๐	๑.๕๕

Insulation Material Thermal Parameters



Reference: *Insulation for sustainability: A guide*, XCO2 Conisbee 2002

K-value & R-value Table @ 24°C/75°F

Material	K-value		R-value		
	W/m.K	Btu.ft/ ft².hr.F	m²K/W	ft².hr.F/ Btu	per inch
Copper	399				
Steel	50				
Brick (2SP)	1.10	0.925	1.081	0.09	R-0.1
Cement	0.72	0.416	2.402	0.20	R-0.2
Gypsum	0.51	0.295	3.391	0.28	R-0.3
Wood	0.15	0.087	11.531	0.96	R-1.0
Glass wool	0.044	0.025	39.309	3.28	R-3.3
Cork board	0.043	0.025	40.223	3.35	R-3.4
PE foam	0.040	0.023	43.239	3.60	R-3.6
Mineral wool	0.038	0.024	41.180	3.43	R-3.4
EPDM	0.036	0.021	48.044	4.00	R-4.0
EPS	0.034	0.020	50.870	4.24	R-4.2
PUR/PIR	0.023	0.013	75.199	6.27	R-6.3

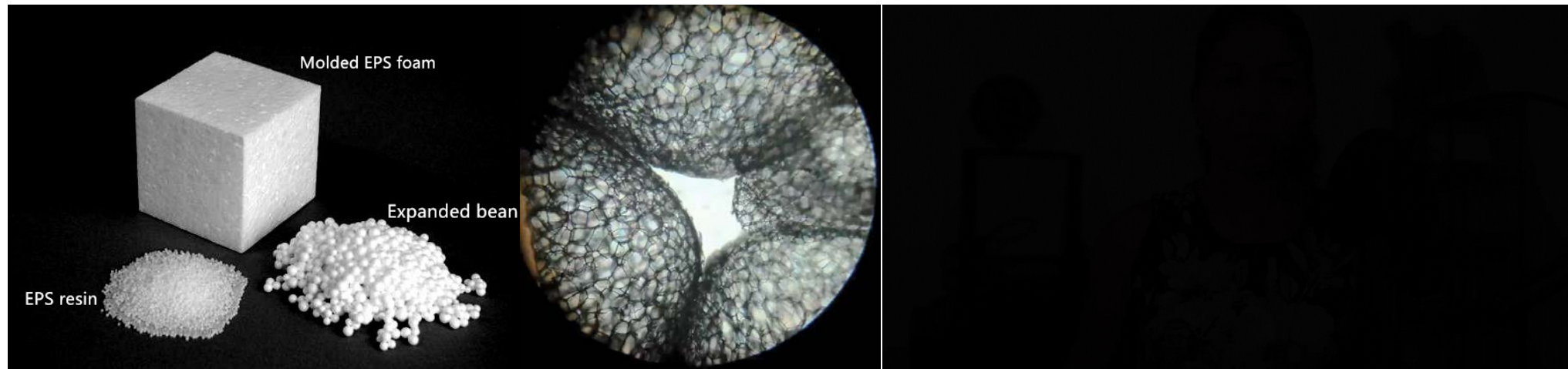
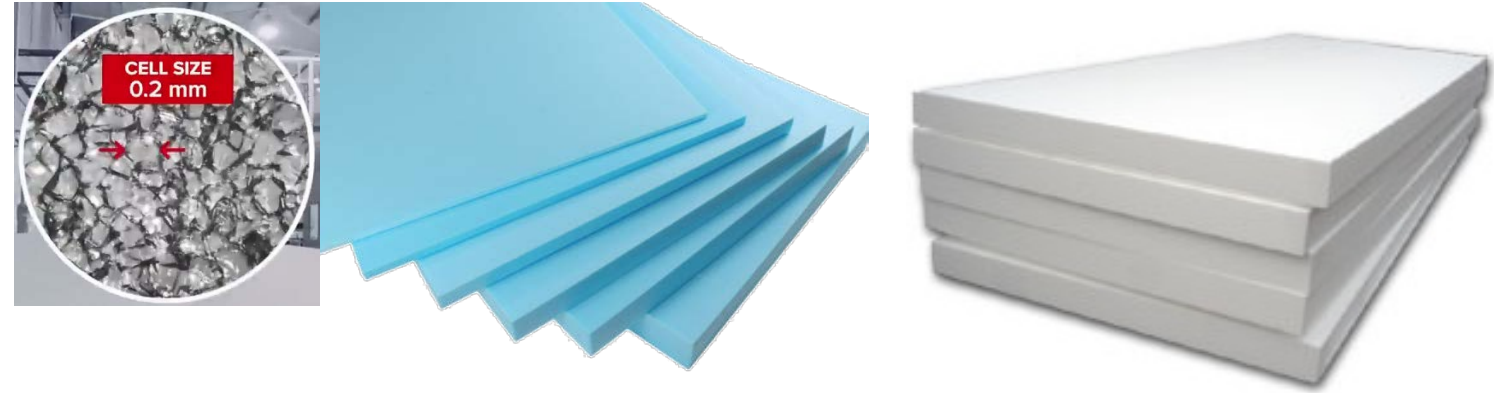
PE Foam

- PE (Polyethylene)
- Thermoplastic Polymer
- Roof application
- Lowest roof insulation cost
- Generally, apply glue to metal roof
- Concern on glue's life expire



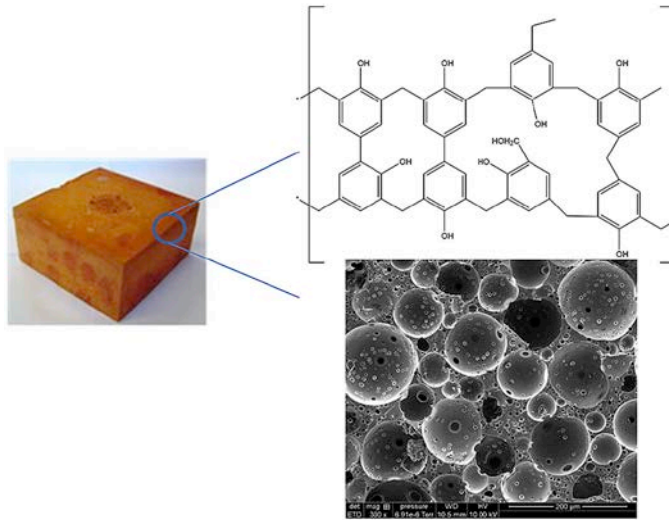
EPS & XPS Foam

- Expanded Polystyrene (EPS)
- Extruded Polystyrene (XPS)
- Thermoplastic polymer
- Lowest cost for sandwich wall insulation



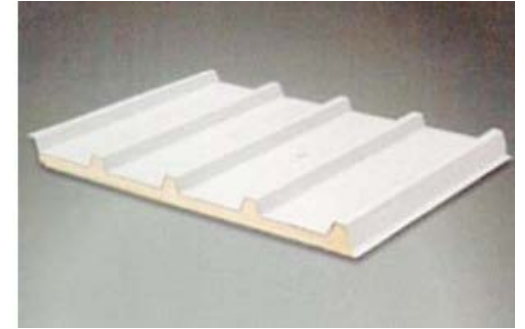
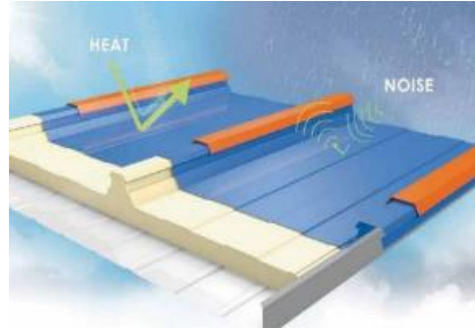
Phenolic Foam

- Thermosetting Polymer
- Application: Pre-insulated Duct (PID), Pipe and board insulation
- Very good thermal performance
- Corrosion property

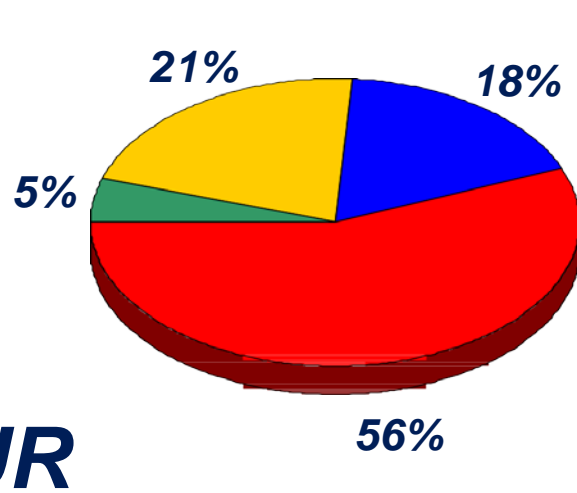


PUR & PIR Foam

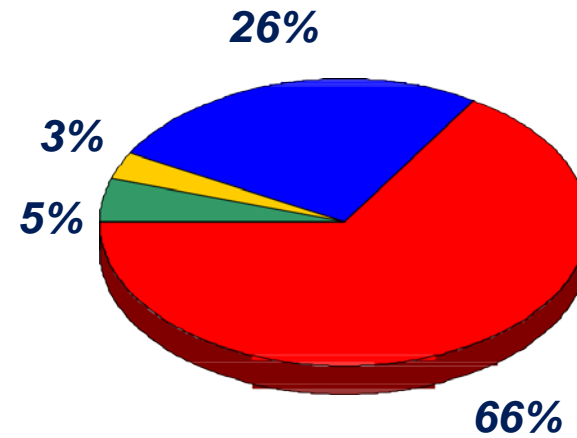
- PUR (Polyurethane Rigid Foam)
- PIR (Polyisocyanurate, Polyiso)
- Thermosetting Polymer
- Rigid foam contain insulation gas
- Variety of application: fridge, truck, roof, panel, pipe,



PUR & PIR Foam Difference



PUR



PIR

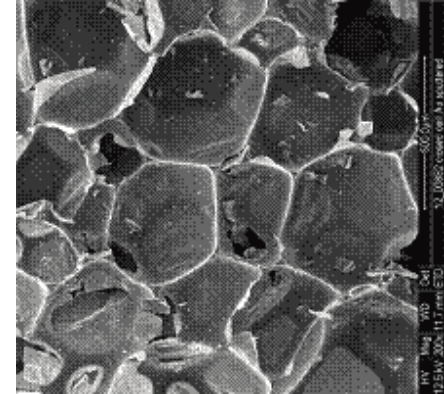
■ Additives
■ Polyol

■ Flame Retardant
■ Isocyanate

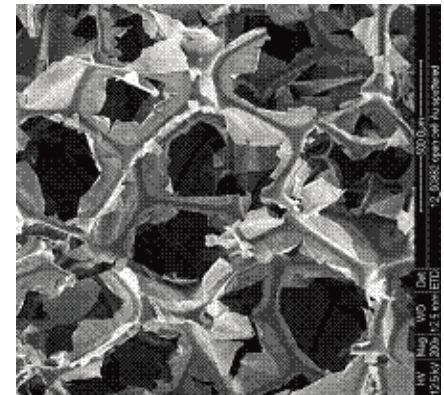
Polyurethane in Roof Market

Topic		TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3	TYPE 4
1	PU Type	PU Rigid	PU Rigid	PU Flexible	PIR (only rigid)
2	Foam Cell	Close-cell	Close-cell	Open-cell	Close-cell
3	Recipe (blowing agent)	Pentane / HFC / HFO	Water	Water	Pentane / HFC / HFO
4	% Close cell	≥ 90%	60-70%	≤ 20%	≥ 95%
5	Overall Density	30-35	40-50	25-30	35-40
6	% Water Content in Chemical	2%	2-3%	5-8%	≤ 1%
7	% PU Water Absorption	< 3%	< 5%	> 40%	< 3%
8	K-Value (W/mK)	0.023	0.028	0.034	0.023
9	R-Value @ 25mm (m ² K/W)	1.087	0.893	0.735	1.087
10	U-Value (W/m ² K)	0.92	1.12	1.36	0.92
11	Heat Penetration Comparison	0%	22%	48%	0%
12	Fire Resistance & Reaction to Fire	-Reaction to fire -Self-extinguished -UL94	-No class -Self-extinguished	-No class (Fire spread by the air in foam-cell)	- Fire resistance & Reaction to fire - UL94, B1, B2 - FM4880 Class1 - FM4471 Class1
14	Strength & Rigidity	High	Medium-high	Low	High
15	Sound Absorption	Medium	Medium-high	High	Medium
16	Price	Medium	Medium	Low	High

Close-cell



Open-cell



<5%

<5%

>85%

<5%

AGENDA

*Foam Insulation
in Building
Material*

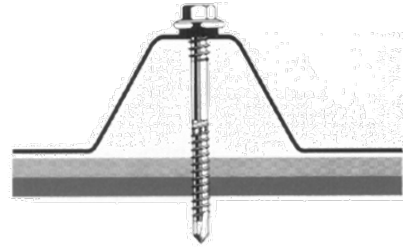
*Insulated
Roof & Wall
Performance
& Safety*

*Installation &
Reference
Application*

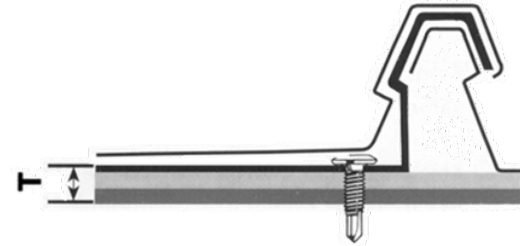
Roof Profile Type

Type

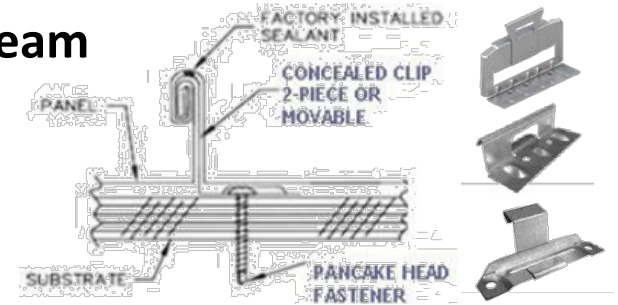
Bolt



Boltless

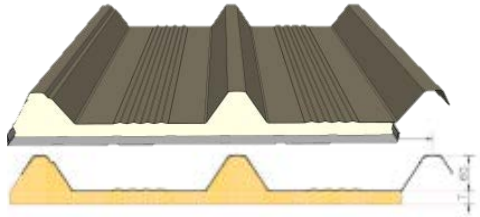


Seam

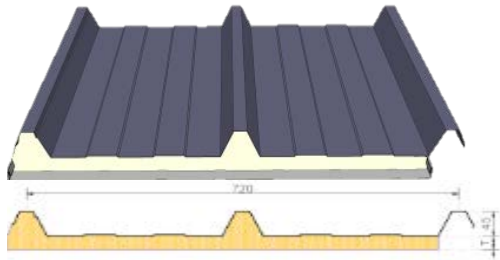


Length	Up to 27 m (trailer transport) Max 70 m (overlapping at site)	Up to 27 m (trailer transport) Up to 120 m (on-site forming)	Up to 27 m (trailer transport) Up to 120 m (on-site forming)
Wind uplift	Up to 300 km/h	Up to 250 km/h	Up to 350 km/h
Shape & Curving	Crimp curve and Sprung curve	Crimp curve and Sprung curve	Convex and Tapered
Characteristic	<ul style="list-style-type: none"> - Economy - The fastest type installation 	For long length roof span	Install with more design shape Low slope installation (start from 1°)
Limitation	<ul style="list-style-type: none"> - Need to choose the right rib height and screw class - Screw durability (optional to add cap cover sheet) - Risk of leakage due to the screw hole expansion in case L>60 m 	<ul style="list-style-type: none"> - Not recommend for overlapping installation (solved by expansion joint) - Connectors & purlin alignment focus - G550 & minimum 0.47TCT is recommended - Blown open by gust of wind (recommend to fasten with screw at roof corners) - Could be rusty by the abrasion at connector area 	<ul style="list-style-type: none"> - Need more skilled workers to install the seaming area for the better look - Rust by abrasion at connector area (solved by unfixed connector) - Can occur oil canning esp. G300 (solved by structural embossed ribs & G550)
Reparation	Easy	Medium	Hard

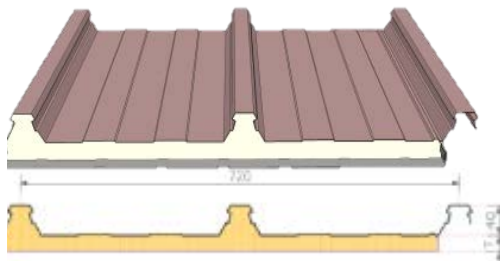
Foam Insulation in Metal Roof



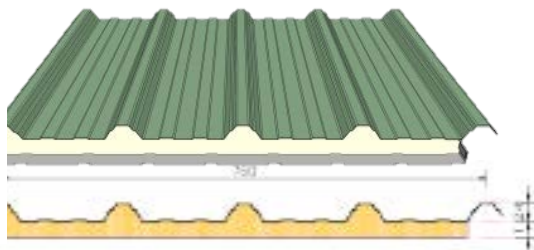
H60



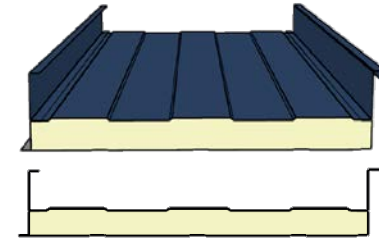
H45



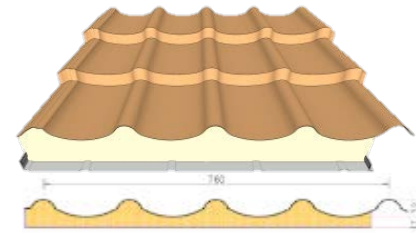
H40



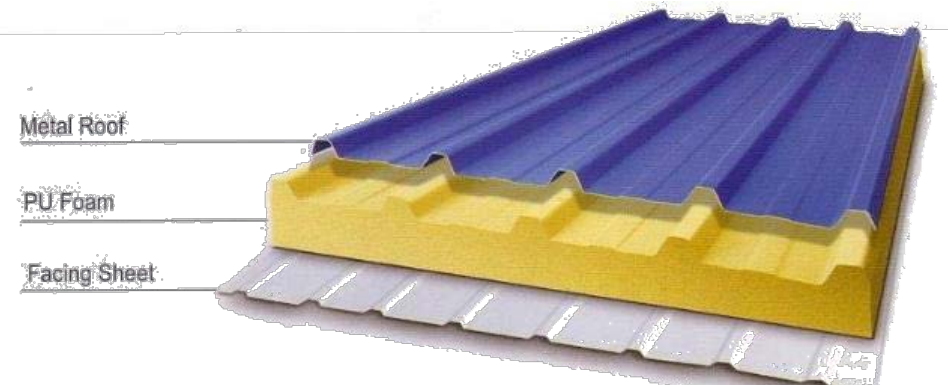
H24



H40



H32



Fire Concern by Insurance Company



Fire and Explosion
Count: 76 (38%)
Gross: \$1,049 M (39%)

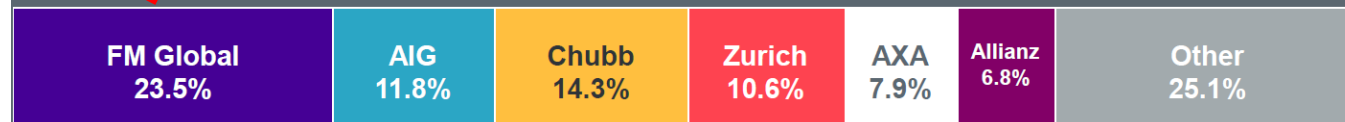


Boiler and Machinery
Count: 33 (16%)
Gross: \$518 M (19%)



Natural Hazards
Count: 41 (20%)
Gross: \$401 M (15%)

2023 Market Share

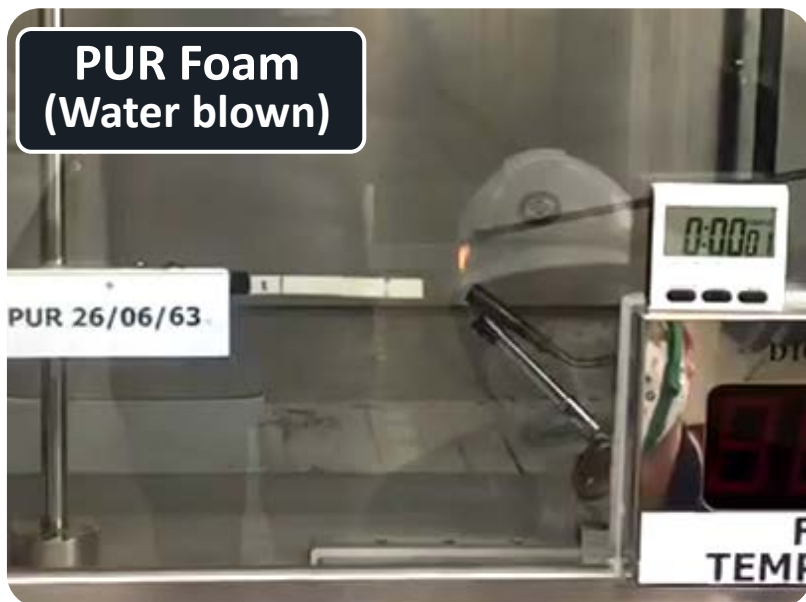


Why Insulation Fire Performance?

- Limit / Minimize loss
- Save Life & Assets
- Business Resilience
- Insurance Benefits



Reaction to Fire - UL94 Comparison



PIR Roof & Sandwich Wall Recommended Standard

Standard	Detail
FM 4471 (PIR Roof)	Approval Standard for Class 1 Panel Roofs
FM 4880 (PIR Sandwich Panel)	Approval Standard for Class 1 Fire Rating of Building Panels or Interior Finish Materials
FM 4881 (PIR Sandwich Panel)	Approval Standard for Class 1 Exterior Wall Systems
BS EN 13501-1:2007 +A1: 2009 (Euroclass / EU Std.)	Reaction to fire classification: B-s1,d0
BS 476 part 20 & 22	Pass: >1 hr
BS 476 part 6 & 7	Class 0
ASTM E84 / UL 723	Standard Method of Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials
UL94	HBF Rating (Self-extinguished)
ASTM C518:2017	0.023 W/mK @24°C
AS 1562.1-1992, AS 4040.2-1992	Wind speed resistance up >250 km/hr
Determination of VOC emissions evaluation as per LEED v4.1	TVOC and Formaldehyde not detect



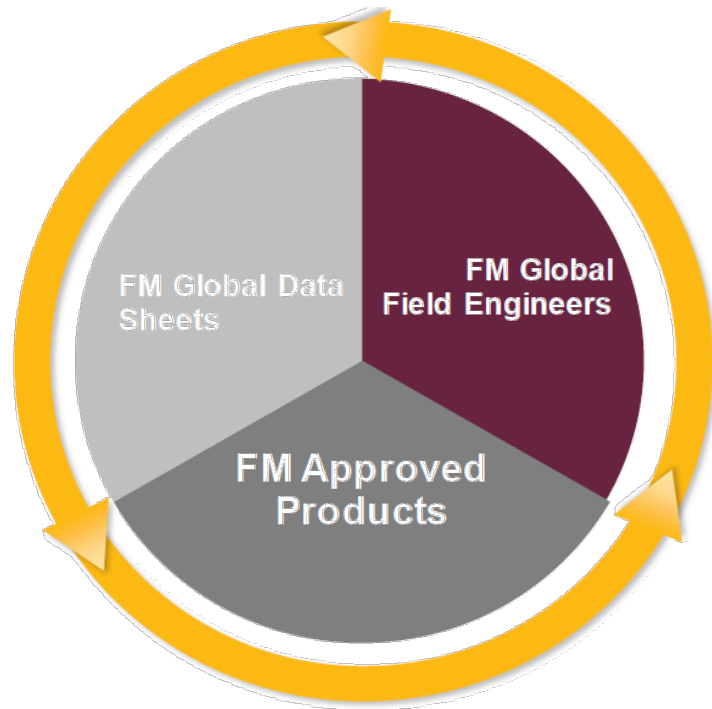
Why FM?






- Project property insurance requirement
- Performance & system-based testing and certification
- International product listing scheme similar to e.g. EU CE Mark, Singapore PLS
- Surveillance Audit



SCIENCE



ENGINEERING

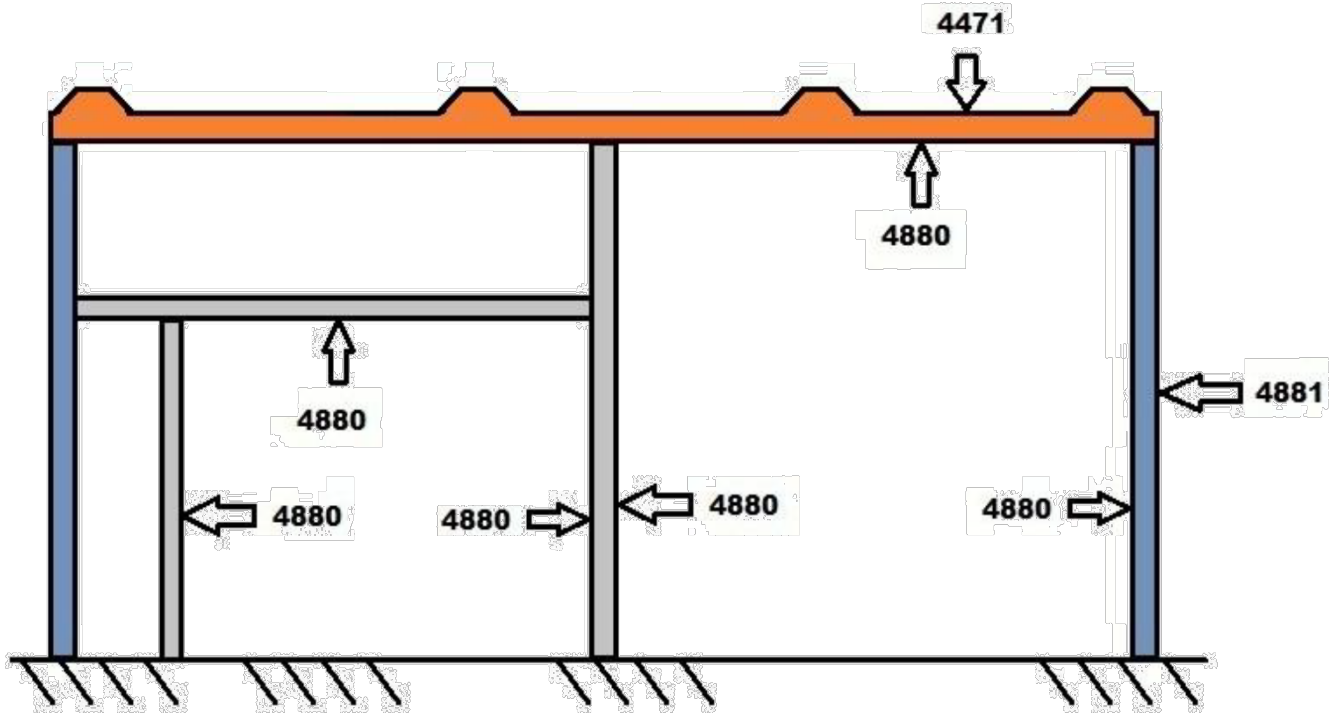
 1,250 field engineers <small>includes jurisdictional & engineering management</small>	 ~50,000 serviced locations	 98,000+ engineering visits <small>includes 61,386 jurisdictional</small>
---	--	---

MITIGATION SOLUTIONS





FM Approved – Roof & Wall



4471	Class 1 Panel Roofs
4880	Class 1 Insulated Wall and Ceiling Panels - Fire
4881	Class 1 Exterior Wall systems

Reduce Clients' Risks

Global Loss Prevention Solutions

Global Acceptance of FM Approved Products



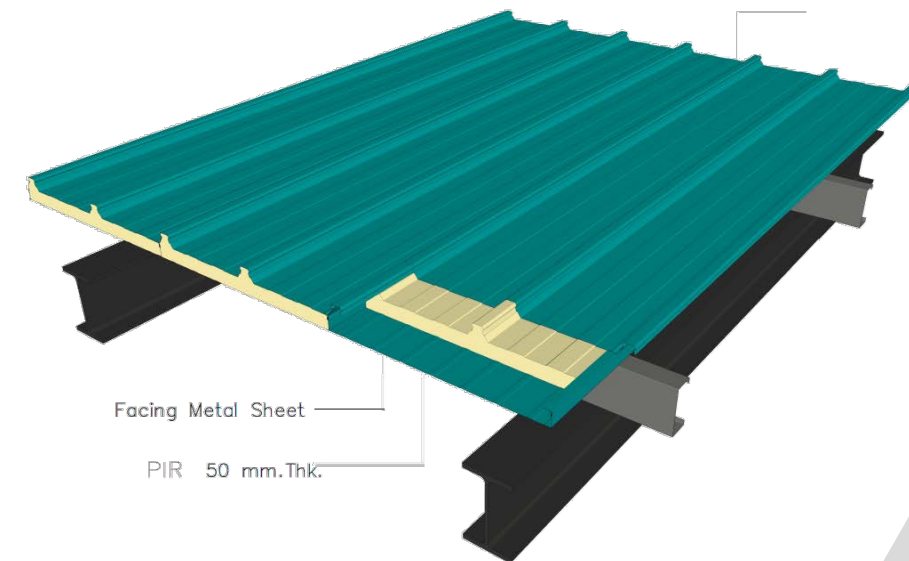
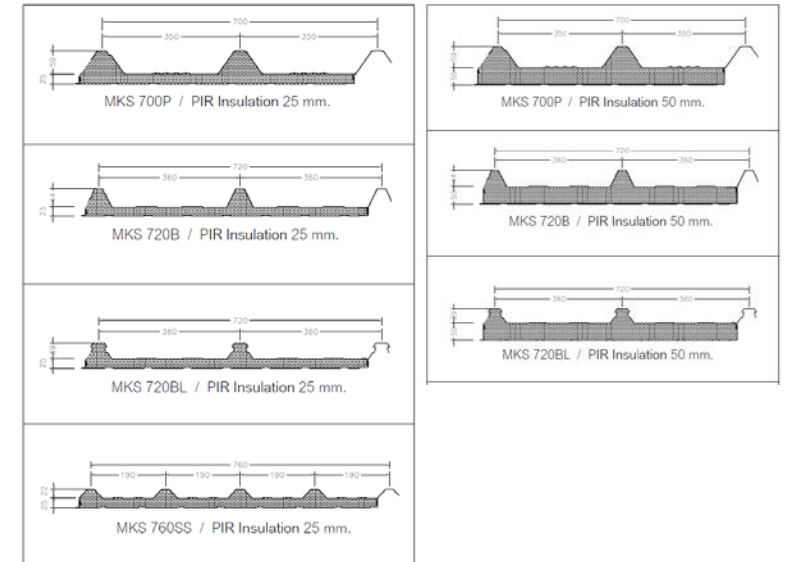


Risk on Roofing



FM4471 Class 1 Panel Roofs

No	List Testing	Procedure	Result
1	Combustibility – From Above Roof Assembly	ASTM E-108 Spread of Flame	Pass Class A with Slope within 22.6°
2	Combustibility – From Below Roof Assembly	NFPA276 Materials Calorimeter Test	Pass (30 mins test)
3	Wind Uplift Resistance	12 x 24ft Wind Uplift Testing (3.6x7.4m) 1 min holding at every 15 psf	Pass at minimum 60 psf
4	Foot Traffic Resistance	The ability of the panel roof assembly to resist foot traffic (200-pound weight) without puncture of the panel roof, no separation or disengagement of the side or end laps	Pass
5	Hail Damage Resistance	no evidence of puncture or chipping, peeling, blistering, cracking, or crazing of the coating when examined under 10X magnification	Pass with 12 points severe hail criteria
6	UV Resistance	QUV testing procedure	During 1,000 hrs test



FM4471 – Fire test

1. ASTM E-108 Spread of Flame Testing

Sample:

Panel	Length	Thickness	Width	Interior/Exterior Facer
MKS 720B	2.44 m	50 mm	720 mm	0.23 / 0.47 mm

Results: PASS Class A 5/12 slope



2. Materials Calorimeter Test (NFPA 276)

Sample:

Panel	Length	Thickness	Width	Interior/Exterior Facer
MKS 700P	2.44 m	50 mm	700 mm	0.23 / 0.47 mm

Results: PASS



FM4471 – Fire Test Fail Example



Example of
FAIL RESULT
of ASTM E108

Fire spread to the edge
of Panel Roof Sample

FM4471 – Wind Uplift Test

3. 12 x 24 Wind Uplift Testing

Sample:

Panel	Length	Thickness	Width	Interior/Exterior Facer
MKS 720BL	2.44 m	25 mm	720 mm	0.23 / 0.47 mm

Supports: 200 mm tall x 80 mm wide x 1.5 mm thick steel C-Channels, spaced 1500 mm on center

Fasteners: FM Approved intersection

= 29 mbar = 247 km/h

every rib/purlin

Results: PASS at 60 PSF

4. 12 x 24 Wind Uplift Testing

Sample:

Panel	Length	Thickness	Width	Interior/Exterior Facer
MKS 760SS	2.44 m	25 mm	760 mm	0.23 / 0.47 mm

Supports: 200 mm tall x 80 mm wide x 1.5 mm thick steel C-Channels, spaced 1500 mm on center

Fasteners: FM Approved intersection

= 44 mbar = 301 km/h

every rib/purlin

Results: PASS at 90 PSF



FM4471 – Foot traffic & Hail resistance

6. Foot Traffic Testing

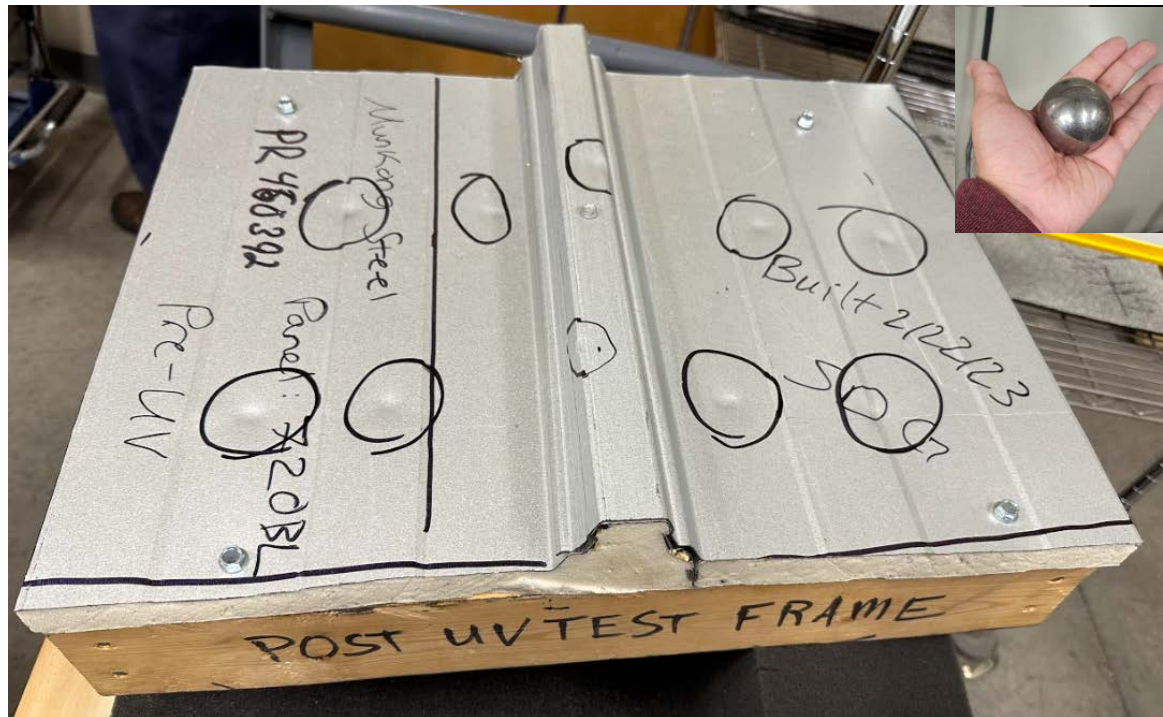
Sample:	Panel	Length	Thickness	Width	Interior/Exterior Facer
	MKS 720BL	2.44 m	25 mm	720 mm	0.23 / 0.47 mm

Results: PASS

7. Pre/Post-UV Hail Testing

Sample:	Panel	Length	Thickness	Width	Interior/Exterior Facer
	MKS 720BL	2.44 m	25 mm	720 mm	0.23 / 0.47 mm

Results: PASS – Severe Hail



Roof FM4471 Certificate Example

<https://roofnav.app.fmglobal.com/>



FM Approvals
Member of the FM Global Group

Not to be distributed outside of FM Approvals and its affiliates except by Customer

APPROVAL REPORT

Project No: PR460392
Class: 4471
Product Name: MKS PIR 700P Roof Panel, MKS PIR 720B Roof Panel,
MKS PIR 720BL Roof Panel, MKS PIR 760SS Roof Panel
Name of Listing Company: Munkong Steel Public Company Limited
Address of Listing Company: 1/348 Soi Onnuch 59/1,
Sukhumvit 77 Rd, Prawet
Bangkok 10250
Thailand
Customer ID: 244716-1
Customer website: <http://www.munkongsteel.com>

Prepared by
Sean Gillis
Sean Gillis
Advanced Engineer

Reviewed by
R. Scott Holmes
R. Scott Holmes
Operations VP, Group Manager, Materials

Phillip J. Smith
Phillip J. Smith
VP, Manager of Materials

27 July 2023
Date of Approval

FM Approvals
1151 Boston-Providence Turnpike
PO Box 9102
Norwood, MA 02062

Page 1 of 5

Sandwich Panel Insulation

“Sandwich Panel” / “Sandwich Wall” / “ISOwall” / “Insulated Metal Panel (IMP)”

50+	Years
20+	Years
10+	Years
8	Years
5	Years

EPS Sandwich Panel in Thailand cold storage industry

PU Sandwich Panel in Japanese-owner cold-chain logistic

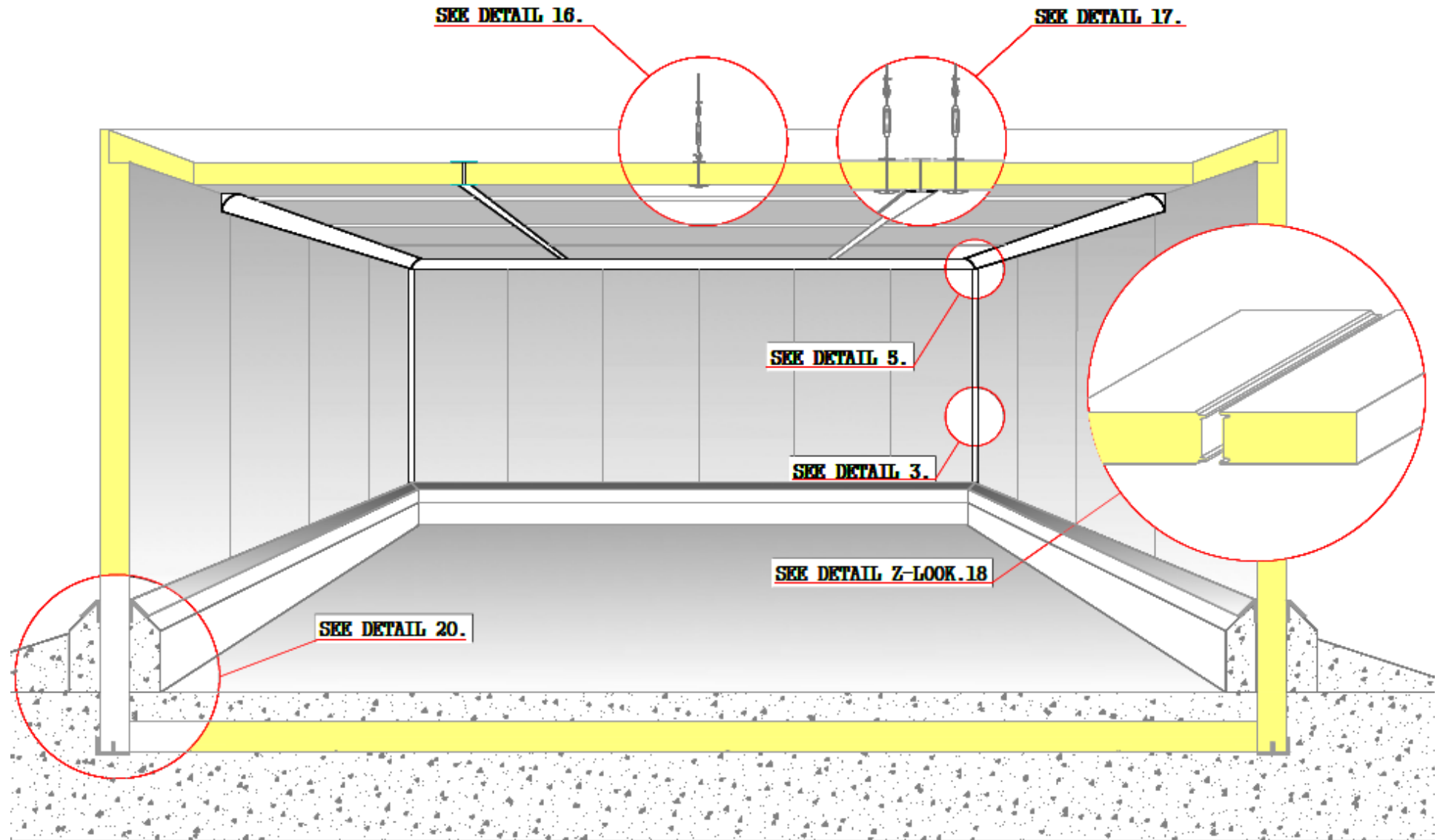
Imported PIR Sandwich Panel in European-owner cold storage

PIR Sandwich Panel local made

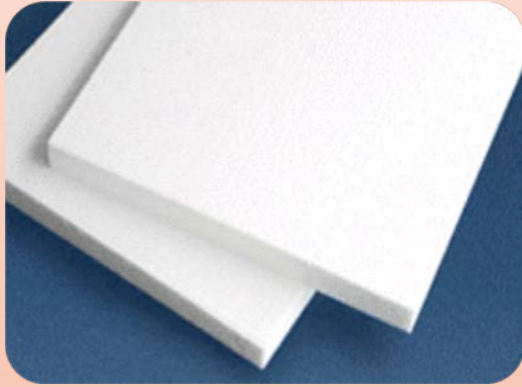
FM Approved PIR Sandwich Panel local made



Sandwich Panel in Cold Chain Facility



Sandwich Panel Insulation in Thailand



Polystyrene (EPS)



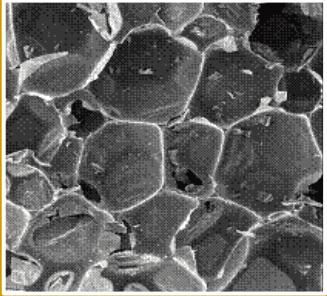
Polyurethane
(PU)
Polyisocyanurate
(PIR)



Rockwool /
Mineral wool

How to Select Insulation for Panel

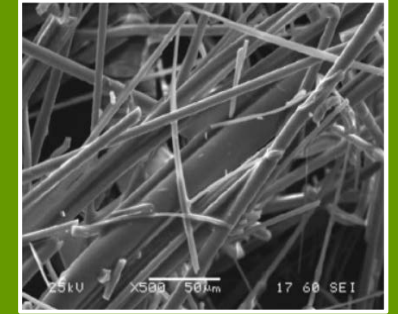
PIR (Polyisocyanurate)



Close cell insulation

Factors

Rockwool



PIR (Polyisocyanurate)	Factors	Rockwool
Close cell insulation	Insulation Structure	Fibrous insulation
High R-Value	Thermal Performance	Lower R-Value
Resistance to moisture	Moisture Resistance	Absorb moisture in long term
Reaction to Fire	Fire Performance	Fire Resistance
Lighter weight	Structure Load	Heavier weight
Moderate	Initial Cost	Slightly higher (by labor cost)
Food processing, Cold storage, Cleanroom, other buildings	Application Scenarios	Data Center, Cleanroom, Painting Line, other buildings

Thickness Selection (k-value 0.023 w/m²)

**Optimization
Heat Flow
Design (Q)
8-10 Watt/m²**

(See IACSC Code of Practice for the design of cold storage envelopes)

Goal Temp (°C)	ΔT (°C)	Panel Thickness (mm)									Optimization mm (W/m ²)
		40	50	75	100	125	150	200	250	300	
	U (W/m ² .K)	0.58	0.46	0.31	0.23	0.18	0.15	0.12	0.09	0.08	K-Value: 0.023 W/mK
	R (m ² .K/W)	1.72	2.17	3.26	4.35	5.43	6.52	8.70	10.87	13.04	
25	15	8.63	6.90	4.60	3.45	2.76	2.30	1.73			40 (8.63)
20	20	11.50	9.20	6.13	4.60	3.68	3.07	2.30			50 (9.20)
15	25	14.38	11.50	7.67	5.75	4.60	3.83	2.88			75 (7.67)
10	30	17.25	13.80	9.20	6.90	5.52	4.60	3.45			75 (9.20)
5	35	20.13	16.10	10.73	8.05	6.44	5.37	4.03			100 (8.05)
0	40	23.00	18.40	12.27	9.20	7.36	6.13	4.60			100 (9.20)
-5	45	25.88	20.70	13.80	10.35	8.28	6.90	5.18			125 (8.28)
-10	50	28.75	23.00	15.33	11.50	9.20	7.67	5.75			125 (9.20)
-15	55	31.63	25.30	16.87	12.65	10.12	8.43	6.33			150 (8.43)
-20	60	34.50	27.60	18.40	13.80	11.04	9.20	6.90			150 (9.20)
-25	65	37.38	29.90	19.93	14.95	11.96	9.97	7.48			150 (9.97)
-30	70	40.25	32.20	21.47	16.10	12.88	10.73	8.05			200 (8.05)
-35	75	43.13	34.50	23.00	17.25	13.80	11.50	8.63			200 (8.63)
-40	80	46.00	36.80	24.53	18.40	14.72	12.27	9.20			200 (9.20)

Unit: W/m²

Low Investment /
High Energy Loss

Optimization
Line

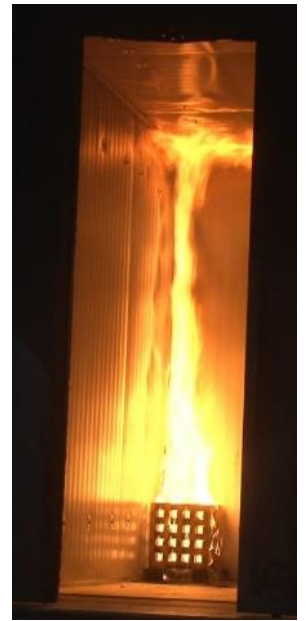
High Investment /
Low Energy Loss

FM4880 & FM4881 System Test

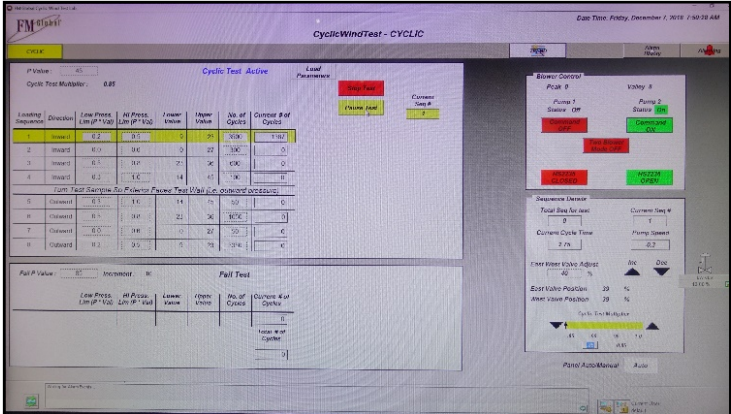


FM 4880 Class1

- Room Test
- Parallel Panel Test
- Flammability
Characterization of
Insulation Core
- Heat Content
- Ash Content
- Combustion



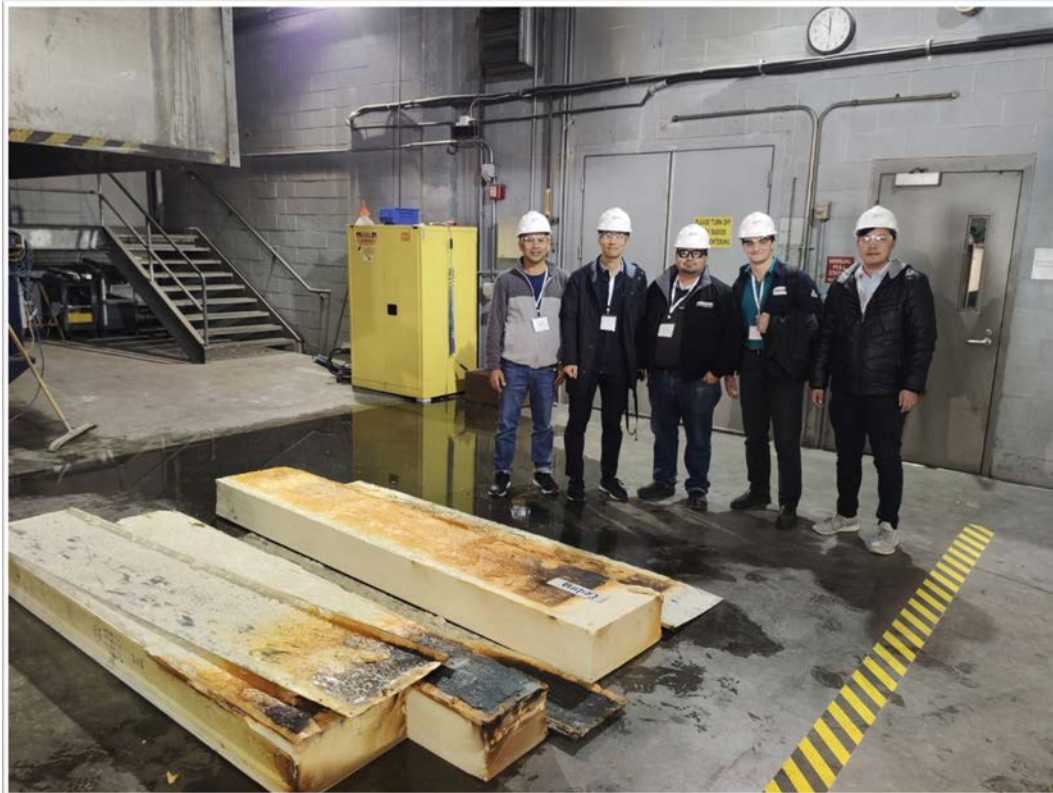
FM4881 Wind Load Test



Wind Load Test

Criteria : inward 4,500 cycles & outward 4,500 cycles

FM4880 & FM4881 Test



FM4880 & FM4881 Certificate Example

<https://www.approvalguide.com/>



Certificate of Compliance
This certificate is issued for the following:

MKS PIR Firewall Sandwich Panel
and
MKS RWX Fireproof Sandwich Panel

Prepared for:
Munkong Steel Co. Ltd
1/348 Soi Onnuch 59/1, Sukhumvit 77 Rd, Prawet
Bangkok, 10250
Thailand

FM Approvals Class: 4881

Approval Identification: PR456555 Approval Granted: 2/5/2021

To verify the availability of the Approved products, please refer to www.approvalguide.com

Said Approval is subject to satisfactory field performance, continuing Surveillance Audits, and strict conformity to the constructions as shown in the Approval Guide, an online resource of FM Approvals.

Phillip J. Smith
Phillip J. Smith
VP - Manager of Materials
FM Approvals
1151 Boston-Providence Turnpike
Norwood, MA 02062



Member of the FM Global Group



Certificate of Compliance
This certificate is issued for the following:

MKS PIR Firewall Sandwich Panel

Prepared for:
Munkong Steel Co. Ltd
1/348 Soi Onnuch 59/1, Sukhumvit 77 Rd, Prawet
Bangkok, Thailand

FM Approvals Class: 4880

Approval Identification: PR449573 Approval Granted: 1/13/2020

To verify the availability of the Approved product, please refer to www.approvalguide.com

Said Approval is subject to satisfactory field performance, continuing Surveillance Audits, and strict conformity to the constructions as shown in the Approval Guide, an online resource of FM Approvals.

Phillip J. Smith
Phillip J. Smith
VP - Manager of Materials
FM Approvals
1151 Boston-Providence Turnpike
Norwood, MA 02062



Member of the FM Global Group



Not to be distributed outside of FM Approvals and its affiliates except by Customer.

APPROVAL REPORT

Project No: PR456555
Class: 4880 and 4881
Product Name: MKS PIR Firewall Sandwich Panels¹, MKS RW Fireproof Sandwich Panels² and MKS RWX Fireproof Sandwich Panels³
Product Type:
¹Walls and Ceilings
Inert-Faced with Combustible Core
Interior and Exterior Use
²Walls and Ceilings
Inert Faced with Noncombustible Core
Interior Use Only
³Walls and Ceilings
Inert Faced with Noncombustible Core
Interior and Exterior Use
Name of Listing Company: Munkong Steel Co., Ltd.
Address of Listing Company: 1/348 Soi Onnuch 59/1, Sukhumvit 77 Rd, Prawet, Bangkok 10250 Thailand
Customer ID: 244716-1
Customer website: <http://www.munkongsteel.com>

Prepared by
Sean Gillis
Sean Gillis
Advanced Engineer

Reviewed by
R. Scott Holmes
R. Scott Holmes
Operations VP, Group Manager, Materials
Phillip J. Smith
Phillip J. Smith
VP, Manager of Materials
2/5/2021
Date of Approval

FM Approvals
1151 Boston-Providence Turnpike
PO Box 9102
Norwood, MA 02062

Reaction to Fire Testing

ASTM E84

- FSI & SDI criteria
- Class A, B, C

UL94

- Flammability Rating
- V0, V1, V2
- HBF, HF1, HF2



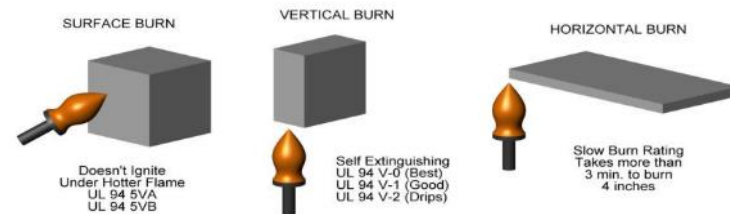
Horizontal Burning Foamed Material Test

การทดสอบนี้ จะคล้ายกับการทดสอบในแนวนอน แต่วัสดุที่ทดสอบเป็นโฟม การจ่อไฟจะจ่อเป็นเวลา 60 วินาที ชิ้นงานยาว 150 mm. และขีดเส้นค้นหนึ่งไว้ที่ 25 mm, 60 mm และ 125 mm. โดยตำแหน่งการวัดอัตราการเผาไหม้อยู่ระหว่าง ระยะ 25 ถึง 125 mm.

HB Rating :

- **HB** อัตราการไหม้ไม่เกิน 40 mm/min หรือ ดัดไฟแค่ดับไปก่อนถึงขีดระยะ 125 mm.
- **HF-1** ถ้าตัวอย่าง 4 ใน 5 ชิ้น มีการลามไฟภายใน 2 วินาที และเกิดลุกลไฟหยดลง แต่สำลิจ้างล่างไม่ติดไฟ
- **HF-2** เกิดการติดไฟเหมือน HF-1 แต่สำลิจ้างล่าง

UL94 serves as a preliminary indication of a plastic's acceptability for use as part of a device or appliance with respect to its flammability. It is not intended to reflect the hazards of a material under actual fire conditions.



Department of Materials and Metallurgical Engineering
Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thakuraj
Bangkok, Thailand. Telephone : 010-100-2000000-7 Fax: 010-2000000-7

TESTING REPORT

CLIENT: MUNKONG STEEL CO., LTD
1348 MOO 5, SOI OBUCHI 881, SUKHUMVIT 77 ROAD,
PRAWET, BANGKOK 10250

DATE of TEST: JULY 31st, 2019

AMBIENT CONDITION: 23.62 °C, 50±3 %Relative Humidity

TEST DESCRIPTION: UL 94 FLAMMABILITY.
The procedure and specimen has shown in Fig.1

INSTRUMENT: Laboratory Burner and Chamber

SPECIMEN PREPARATION: As Received

SPECIMEN DIMENSION: Approximately 50.0 x 135.0 x 12.0 mm

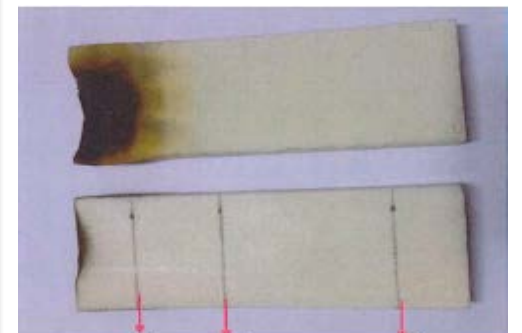
Sample Description: PFR (PS)

Items	Results	Rating
1	After flaming for 60 seconds, it ceases to burn before flaming reach the 25 mm mark. Specimens have expressed as a self-extinguish	HB

Analyzed by: *Banchong*
Dr. Banchong Phakhat

Approved by: *Kullanand*
Dr. Kullanand Sornpanich

Note: The sample and material identification are given by the client. The results in the above table are only representative that have been analyzed in our laboratory. There are concerned with temperature, pressure, treatment and/or processing techniques, etc. Therefore, the comparison between each laboratory must be taken with care.



25 mm. 60 mm. 125 mm

Reaction to Fire Europe Classification

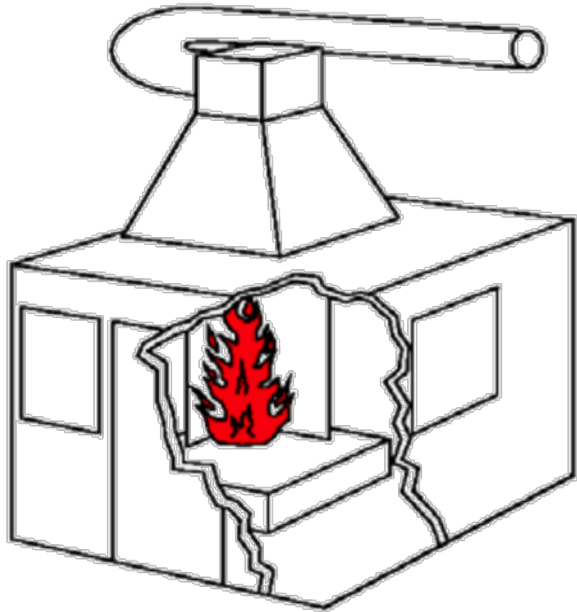
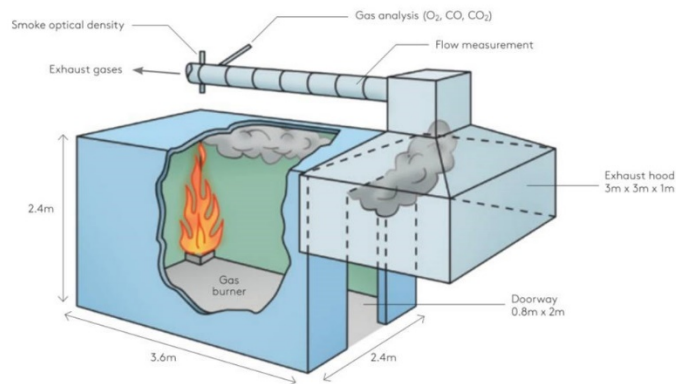
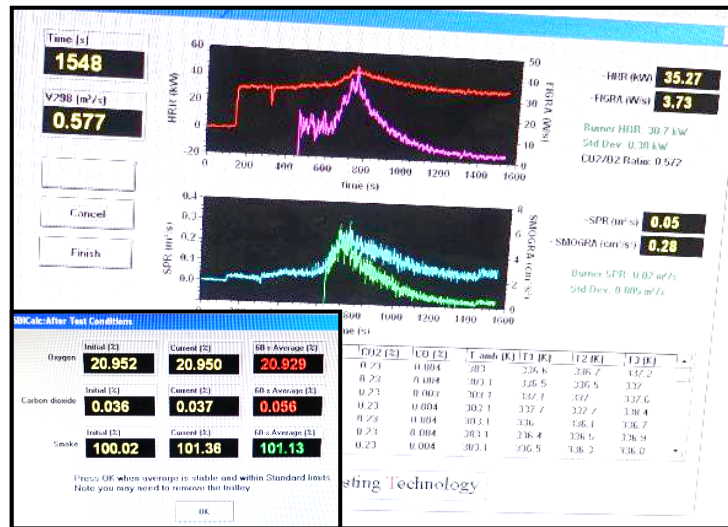
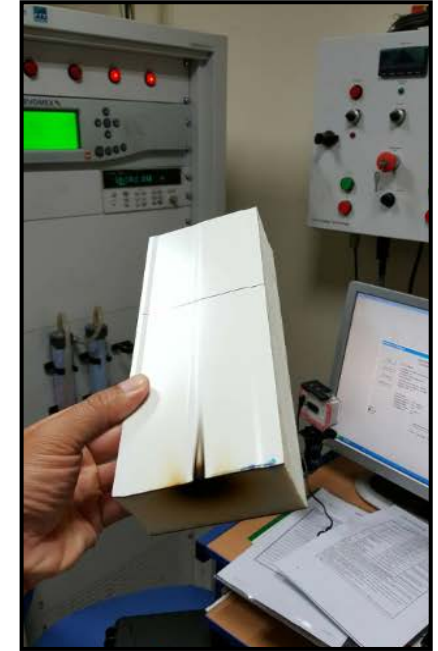


Figure 2. The AS ISO 9705 small room test for measuring fire spread, heat release and gas emission levels. It is used to assess surfaces, finishes, linings and attachments to walls and ceilings.



Class	Fire, Smoke, Droplet			Description
A1	A1			Non-combustible materials
A2	A2-s1,d0	A2-s1,d1	A2-s1,d2	
	A2-s2,d0	A2-s2,d1	A2-s2,d2	
	A2-s3,d0	A2-s3,d1	A2-s3,d2	
Low Smoke B	B-s1,d0	B-s1,d1	B-s1,d2	Hardly combustible materials
	B-s2,d0	B-s2,d1	B-s2,d2	
	B-s3,d0	B-s3,d1	B-s3,d2	
C	C-s1,d0	C-s1,d1	C-s1,d2	Normally flammable materials
	C-s2,d0	C-s2,d1	C-s2,d2	
	C-s3,d0	C-s3,d1	C-s3,d2	
D	D-s1,d0	D-s1,d1	D-s1,d2	Easily inflammable materials
	D-s2,d0	D-s2,d1	D-s2,d2	
	D-s3,d0	D-s3,d1	D-s3,d2	
E	E			
	E-d2			
F	F			

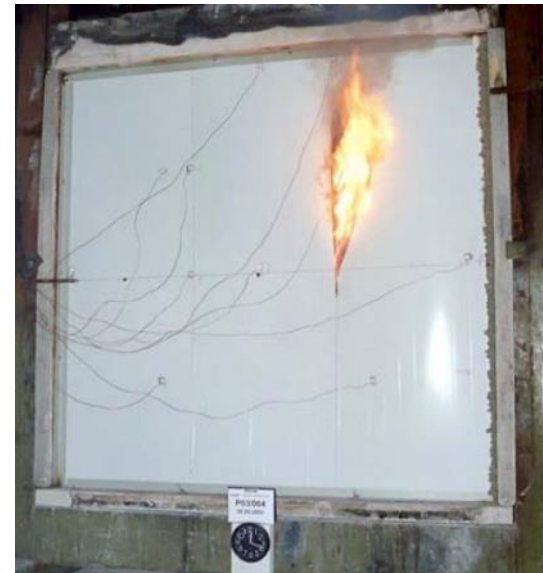
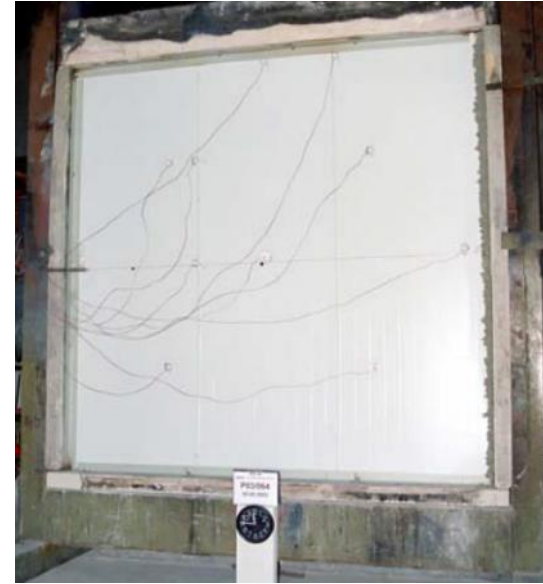
EN 13823 SBI & ISO 11925-2 Single Flame Source Test



Fire Resistance Test

BS476 part 20/22

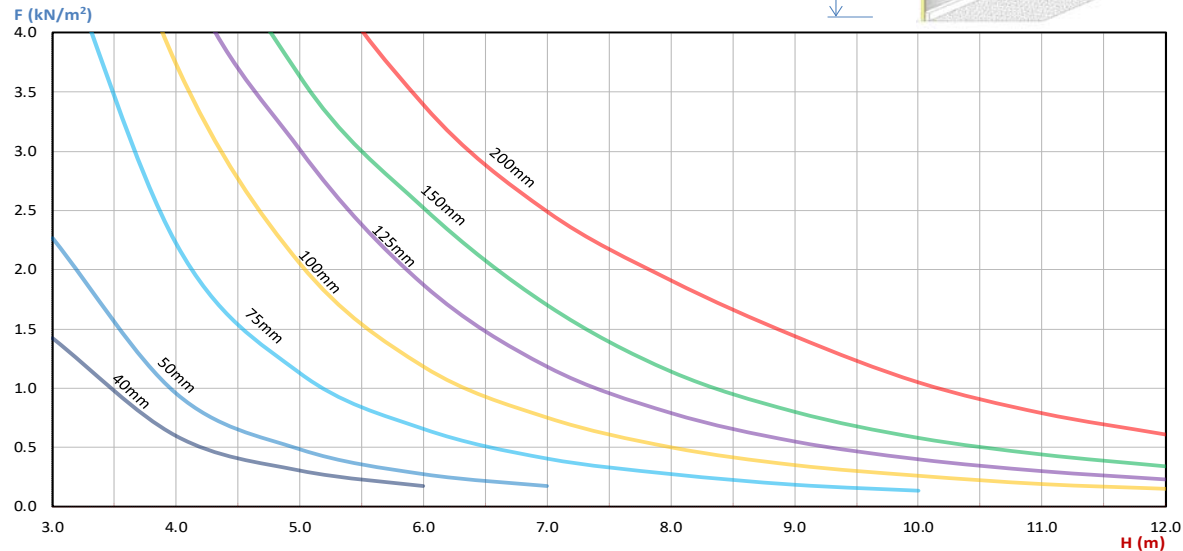
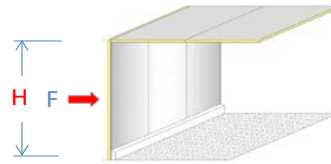
- Non-loadbearing Fire resistance testing for partition
- Integrity: Fire Rating



Vertical & Horizontal Span Suggestion

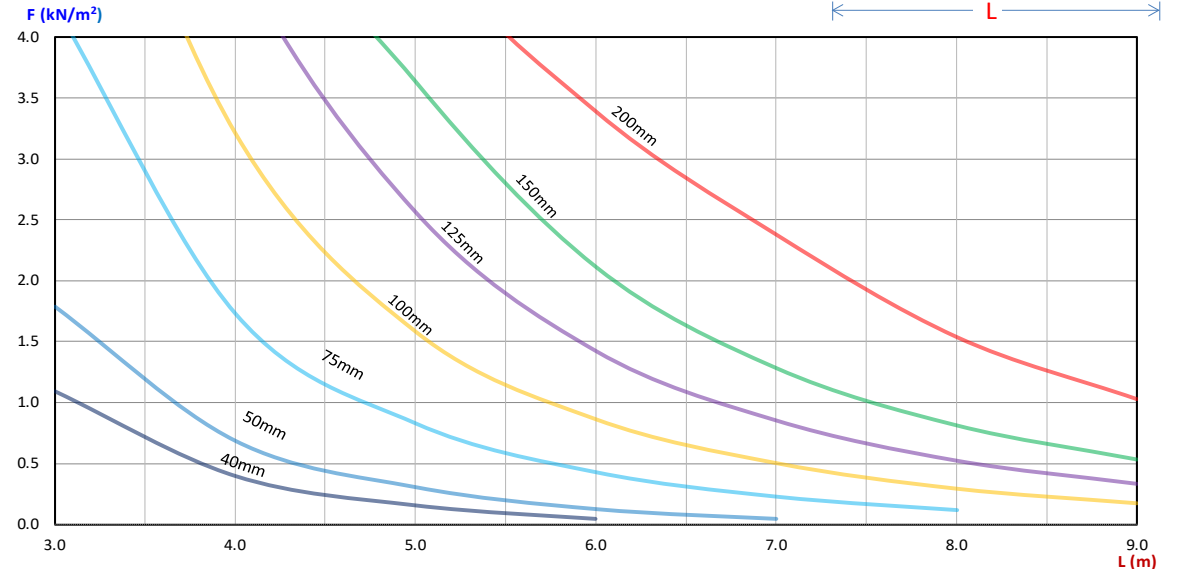
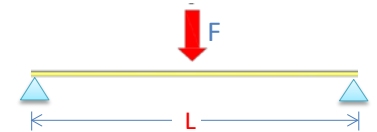
Internal Wall Single Span Condition

Outer sheet 0.5 mm (Steel), Inner Sheet 0.5 mm. (sheet)
With(L/100)



Internal Ceiling Single Span Condition

Outer sheet 0.5 mm (Steel), Inner Sheet 0.5 mm. (sheet)
With(L/100)



- Note .**
- 1 Load Pressure or suction with Internal Wall 0.3 kN/m² and require ≥ 0.30 kN/m²
 - 2 Load Pressure or suction with Internal Ceiling 0.25kN/m² and require ≥ 1.0 kN/m²
 - 3.The table is for an internal temperature of 0°C

Calculated by Mr.Chaiyanuchit Srihard (Senior Professional Civil Engineer)

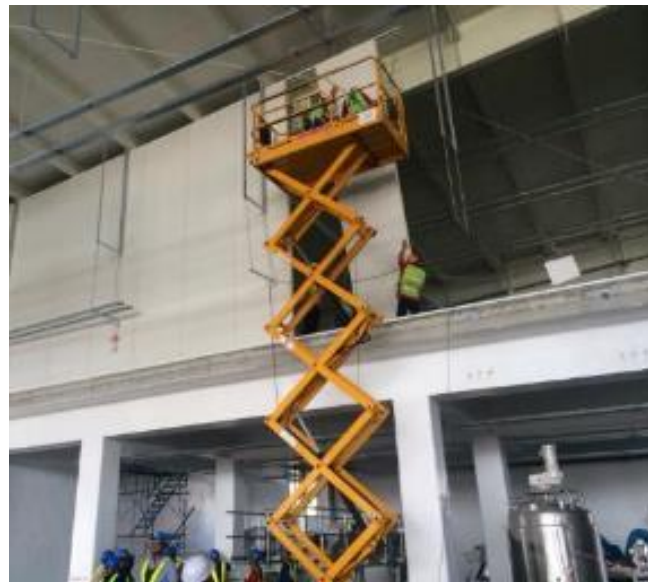
AGENDA

*Foam Insulation
in Building
Material*

*Insulated
Roof & Wall
Performance
& Safety*

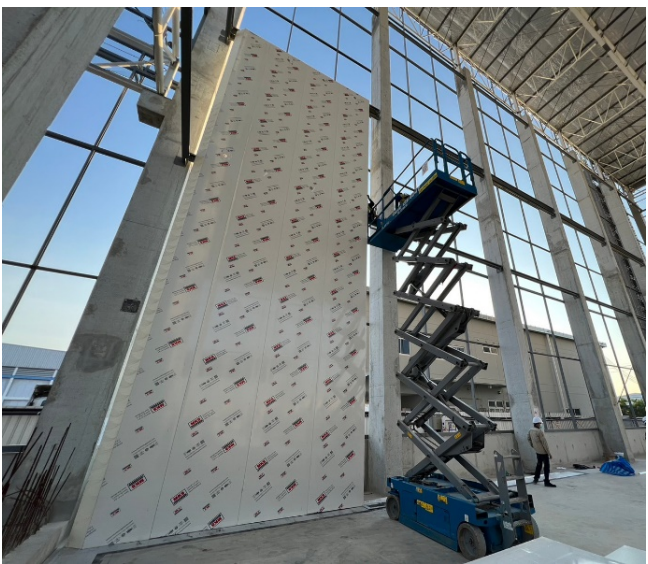
*Installation &
Reference
Application*

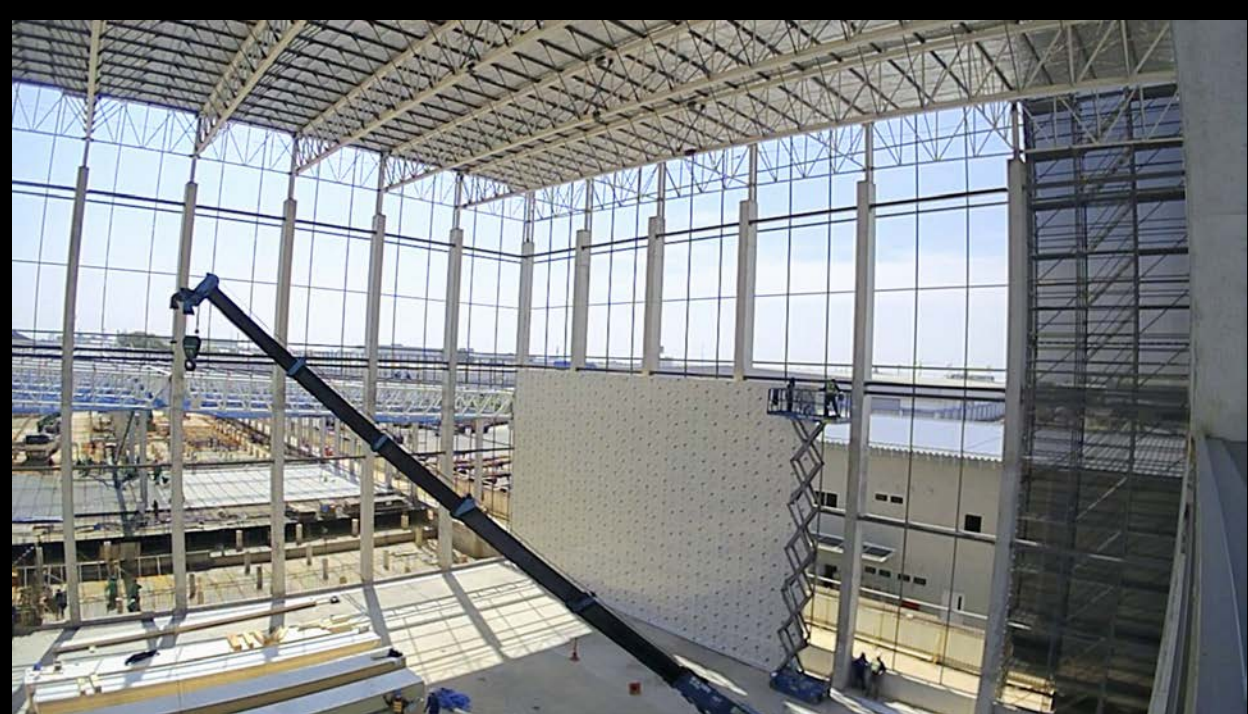
Installation



Sandwich Panel Installation

In





Industrial Roof



Data Center Hub



Customer	Kasetphan
Project	True Service Center
Location :	Pathum Thani
Roof Profile	MKS720B +PUM50mm
Size	500 SQM
Year	2022



Industrial PU Roof & Siding



Industrial PU Roof



Automotive Services PU Roof



Customer	Car Dealers
Project	Show room & Service
Size	> 100,000 SQM
Year	2018-2023



Modern Market PU Roof



Academic Sector PU Roof & Siding



Customer	Owner
Project	International School
Size	29,150 SQM
Year	2020



Residential PU Roof



Food Processing & Cold Storage



High-rise Insulated Warehouse



Cleanroom Electronics



Data Storage Center



Cleanroom Pharmaceutical



External Wall



Insulated Doors



Tiny House/ Knock-down House



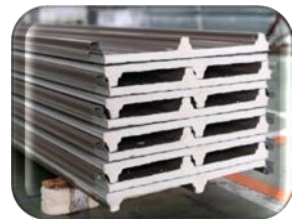
Company Overview



30	300	20 M	2.6 M
Years	Staffs	m ² Metal & Insulated Roof Delivered & Installed	m ² Sandwich Panel Delivered & Installed



Metal
Roof



Insulated
Roof



Purlin
& Decking



Sandwich
Panel



SILO
& System



THANK YOU. ANY QUESTION?

Thana.c@munkongsteel.com



CONTACT CENTER: 098-272-1979