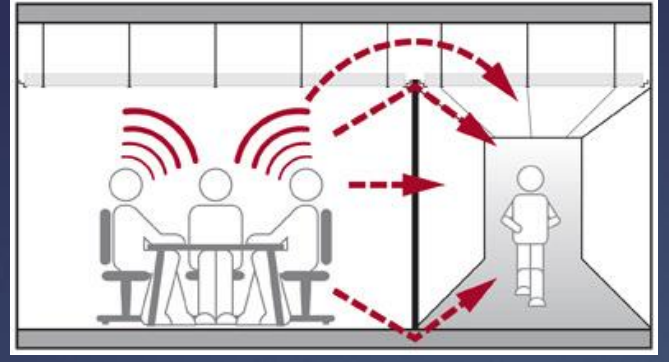
LECTURE 13
เรื่อง ACOUSTIC เสียงเบื้องต้นกับงานสถาปัตยกรรม

วันที่ 10 ตุลาคม 2566



ที่มาของเสียง

เสียง เกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือนของต้นกำเนิดเสียง กระทบอนุภาคตัวกลางที่อยู่รอบๆ เคลื่อนไปเป็นคลื่น

การเดินทางของเสียง

- AIRBORNE NOISE ทางตรงจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้รับเสียง
- STRUCTURE-BORNE NOISE เสียงเดินทางผ่านวัสดุที่เป็นของแข็ง เช่น โครงสร้างอาคาร ไปยังผู้รับเสียง
- REVERBERANT REFLECTED NOISE เสียงเดินทางมาจากการสะท้อนของเสียงบนผิววัตถุ เช่น พื้น-เพดาน-ผนัง-ตู้-โต๊ะ แล้วเดินทางไปยังผู้รับเสียง
- **ไม่สามารถเดินทางในสุญญากาศได้**

ธรรมชาติของเสียง

- เสียงรบกวนขึ้นกับความเข้มของเสียง
- เสียงความถี่สูงรบกวนมากกว่าเสียงความถี่ต่ำ
- เสียงบริสุทธิ์ (PURE TONE) จะรบกวนมากกว่าเสียงที่ประกอบด้วยเสียงหลายๆเสียง

- จำนวนครั้งของการสั่นสะเทือนต่อวินาที เรียกว่าความถี่ Frequency มีหน่วยวัดเป็น Hertz (Hz)

- เสียงรบกวนบ้านพักอาศัย มักจะเกิดจากถนนเข้ามาในตัวอาคาร
- เสียงรบกวนสำนักงาน/ห้องประชุม เกิดจากเสียงภายใน เช่นเสียงพูดคุยกัน เสียงจากเครื่องใช้ในสำนักงาน

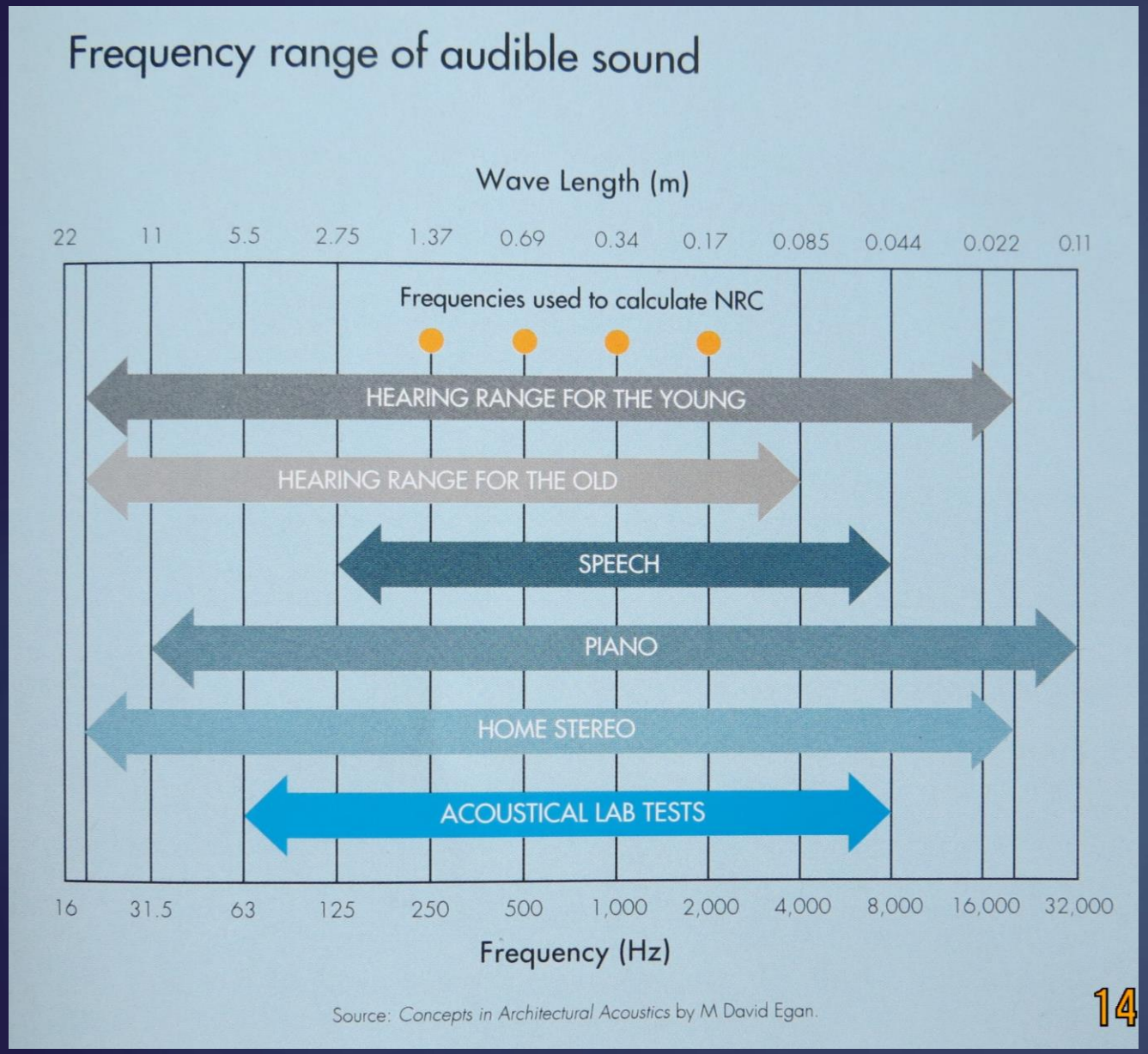
- อาคารโรงละคร โรงภาพยนต์ สถานบันเทิง ต้องออกแบบระบบเสียงแตกต่างกัน (Acoustic Design)
- โรงละครออกแบบเสียงสะท้อน
- โรงภาพยนต์-โฮมเธียเตอร์ต้องออกแบบซับเสียง

- สะท้อนมากเสียงจะก้องหรือเกิดเสียงซ้อนทับ
- ต้องออกแบบให้มีค่าการสะท้อนเสียง หรือการดูดซับเสียงที่เหมาะสม

- ปรกติเรากำหนดเสียงที่มีความถี่ ทุกๆ 1,000 Hz. เป็นตัวแบ่งระหว่างเสียงความถี่สูงกับเสียงความถี่ต่ำ

- เสียงควรเป็นเสียงเดียว ความถี่เดียว (แต่ทั่วไปจะประกอบด้วยเสียงหลายๆเสียงที่มีความเข้มต่างกัน)

- เสียงความถี่ต่ำเรียกว่า Low frequency หรือ Bass tone
- เสียงความถี่สูงเรียกว่า High frequency หรือ Soprano tone


Frequency range of audible sound
Wave Length (m)
22
11
5.5
2.75
1.37
0.69
0.34
0.17
0.085
0.044
0.022
0.11
Frequencies used to calculate NRC
HEARING RANGE FOR THE YOUNG
HEARING RANGE FOR THE OLD
SPEECH
PIANO
HOME STEREO
ACOUSTICAL LAB TESTS
16
31.5
63
125
250
500
1,000
2,000
4,000
8,000
16,000
32,000
Frequency (Hz)
Source: Concepts in Architectural Acoustics by M David Egan.
14

ความดังของเสียงต่างๆ

- เสียง วัดโดยหน่วย เดซิเบล (DECIBEL)
- เสียงกระซิบเบาๆ 30 dB
- เสียงพูดสนทนาทั่วไป 40-60 dB
- เสียงกลางถนนขณะจราจรติดขัด 80 dB
- เสียงในโรงงานที่มีเครื่องจักรทำงาน 80-90 dB
- เสียงขุดเจาะถนน 90-100 dB
- เสียงดังของเครื่องบินขณะบินขึ้น 100-120 dB

ความดังของเสียง

- ในการรับรู้ความดังของเสียง เป็นสัดส่วนกับความเข้มเสียง
- **หูมนุษย์สามารถรับเสียงที่มีความดังตั้งแต่ 0 dB ถึง 120 dB**

WHO กำหนดระดับเสียงที่เริ่มมีอันตรายต่อหูเท่ากับ 80-90 dB

ระดับความดังของเสียงลดลง 3 dB หมายถึงพลังงานเสียงลดลงจากเดิมถึง 2 เท่า

ค่าต่างๆที่ควรรู้ เกี่ยวกับเรื่องเสียง สำหรับออกแบบบรรยากาศภายในอาคาร

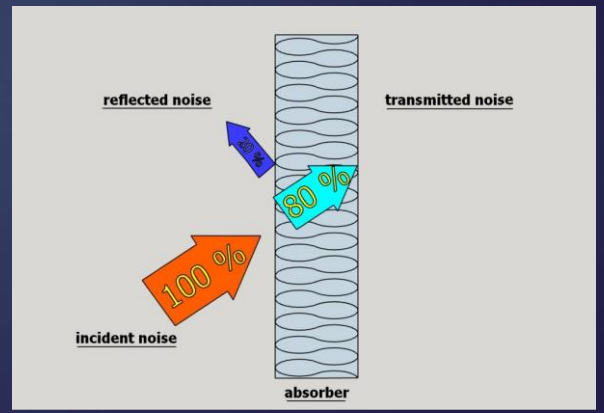
SAC :

SOUND ABSORPTION COEFFICIENT

(สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง)

- สัดส่วนพลังงานเสียงที่ถูกดูดซับไปเมื่อชนกระทบ เทียบกับพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิด
- SAC 0.85 = พลังงานเสียง 85% ได้ถูกดูดซับไว้เมื่อชนวัสดุนี้ และ15% ของพลังงาน เทียบกับแหล่งกำเนิดจะสะท้อนออกมา

SAC 0.80



NRC :

NOISE REDUCTION COEFFICIENT

(สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง)

- วัดความสามารถในการดูดซับเสียงในห้องทดลอง
- ค่าเฉลี่ยของการดูดซับเสียงใน 4 คลื่นความถี่ (250/500/1,000/2,000 Hz)
- NRC =1 คือดูดซับเสียงได้อย่างสมบูรณ์แบบ
- วัสดุซับเสียงต้องมีค่า NRC ไม่น้อยกว่า 0.40
- ค่า NRC วัดมาจากสภาพแวดล้อมในห้อง LAB วัดเสียงโดยปราศจากตัวแปร เช่นผู้คน เฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ จึงไม่ใช่การวัดประสิทธิภาพการใช้งานจริงที่แม่นยำ

ค่าการดูดซับเสียงของวัสดุต่าง ๆ (Absorption Coefficient) แยกความถี่

วัสดุ	ความถี่ (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
อิฐทาสี	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
กระจกหนา	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
ยิปซั่มบอร์ด	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
ไม้อัด	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11
พรมหนา บนพื้นคอนกรีต	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65

ข้อมูลโดย ZEN ACOUSTIC

เอาตัวเลขความถี่ต่างๆมาเฉลี่ยจะได้ค่า NRC

STL :

SOUND TRANSMISSION LOSS

ความสามารถของวัสดุที่กั้น ลดการส่งผ่านของเสียงจากพื้นที่หนึ่งไปยังอีกพื้นที่หนึ่ง

ค่าที่วัดได้คือ TL

วัสดุที่มีค่า TL มากกว่าจะลดเสียงหรือกั้นเสียงได้มากกว่า

มีค่าเป็นเดซิเบล (dB)

STC :

SOUND TRANSMISSION CLASS

- เป็นตัวเลขค่าเดียว ที่แสดงประสิทธิภาพของการยอมให้เสียงจากอากาศผ่านไปได้มากน้อยในกำแพง พื้น หรือเพดาน
- เป็นค่าเฉลี่ยของ TL
- **หาได้จาก TL ที่ความถี่ต่างๆในช่วง 125 – 4,000 Hz**
- **ค่า STC สูงกว่ากันเสียงได้ดีกว่า (TL สูงด้วย)**
- ค่าบ่งบอกการลดเสียงจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของระบบผนังหรือหลังคา
- **มีหน่วยเป็น เดซิเบล (dB)**

STC	คุณภาพ	สภาพการณ์
50-60	ดีเยี่ยม	แทบไม่ได้ยินเสียงที่ดัง
40-50	ดีมาก	ได้ยินเสียงที่ดังเบาๆ ฟังไม่ได้ศัพท์
35-40	ดี	ได้ยินเสียงที่ดัง ฟังไม่ได้ศัพท์
30-35	พอใช้	ได้ยินเสียงที่พูดดังในระดับกลางๆก็ได้ศัพท์
25-30	แย่	ได้ยินเสียงพูดดังปกติแล้วได้ศัพท์
20-25	แย่มาก	พูดเพียงเบาๆ ก็ฟังได้ศัพท์

ชื่อวัสดุ	NRC
อิฐมอญไม่ขัดมัน	0.05
พรมหนา 3 มม.	0.15
พรมหนา 6 มม.	0.25
พรมหนา 8 มม.	0.35
แผ่นฝ้า Mineral หนา 15 มม.	0.55
แผ่นฝ้าใยแก้วหนา 25 มม.	0.75
แผ่นฝ้าใยแก้วปิดด้วยผ้าใยแก้วหนา 38 มม.	1.00

BASIC ACOUSTIC IN ARCHITECTURE

ค่า NRC ของวัสดุต่างๆ

ชื่อวัสดุ	NRC
อิฐบล็อคไม่ทาสี	0.35
อิฐบล็อคทาสี	0.05
พื้นคอนกรีต พื้นหินขัด	0.00
กระเบื้องยางบนพื้นคอนกรีต	0.05
ไม้	0.10
ไม้ปาเก้บนพื้นคอนกรีต	0.05
กระจกหนา 6 มม.	0.05
ยิบซั่มบอร์ด หนา 12.5 มม.ทาสีทับ	0.05
ไม้อัดหนา 6 มม.	0.10

BASIC ACOUSTIC IN ARCHITECTURE

ค่า NRC ของวัสดุต่างๆ

RT :

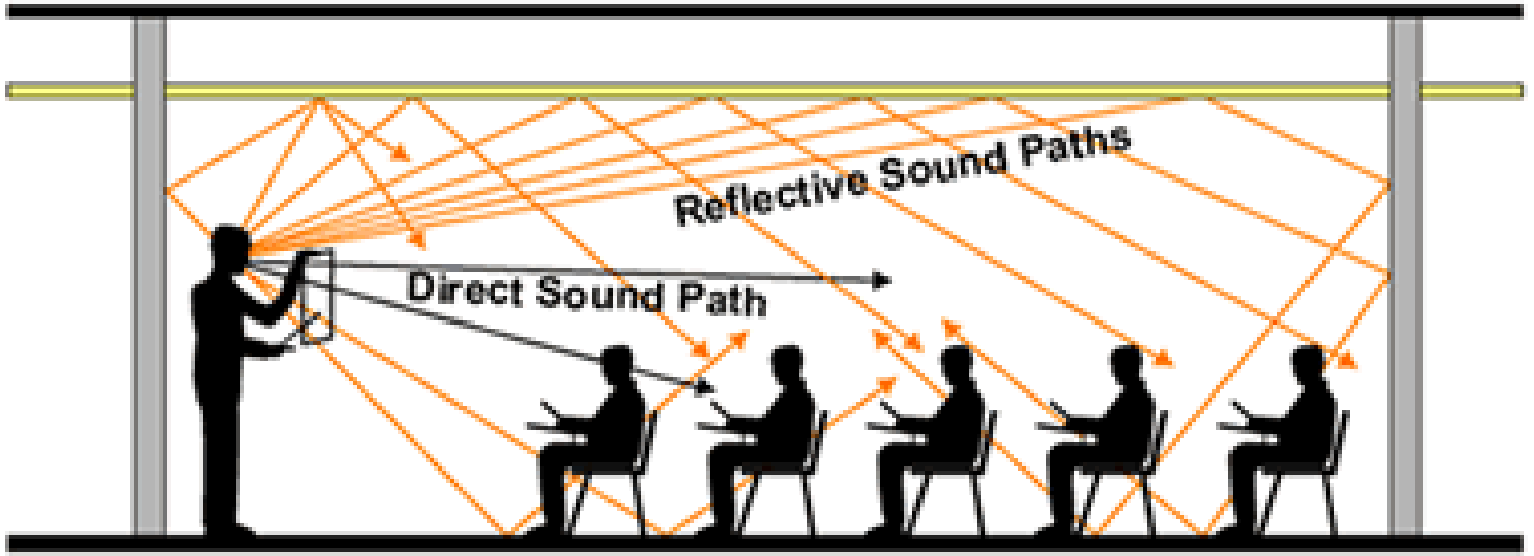
REVERBERATION TIME

- ค่าระยะเวลาในการสะท้อนเสียง เป็นค่าประเมินเสียงสะท้อนจากการใช้วัสดุแต่ละประเภท และลักษณะของห้อง จำนวนคนใช้งาน เพื่อหาค่าเวลาที่เหมาะสมของเสียงสะท้อนในห้องนั้น
- การออกแบบวัสดุผนัง เพดาน สิ่งตกแต่งภายในห้อง มีผลต่อเสียงสะท้อนภายในห้อง
- ห้องบางประเภทต้องพิถีพิถันในการเลือกวัสดุ เนื่องจากต้องควบคุมค่าเสียงสะท้อนอย่างเข้มเข้น เช่น ห้องประชุม ห้องสัมนา ห้องดูหนัง โรงหนัง
- เสียงสะท้อนมากไป ทำให้ฟังไม่รู้เรื่อง
- เสียงสะท้อนน้อยไป คนอยู่ด้านหลังไม่ได้ยิน
- ใช้ลำโพงเปิดดังเพื่อให้คนด้านหลังได้ยิน คนอยู่ใกล้ลำโพงก็จะมีปัญหา

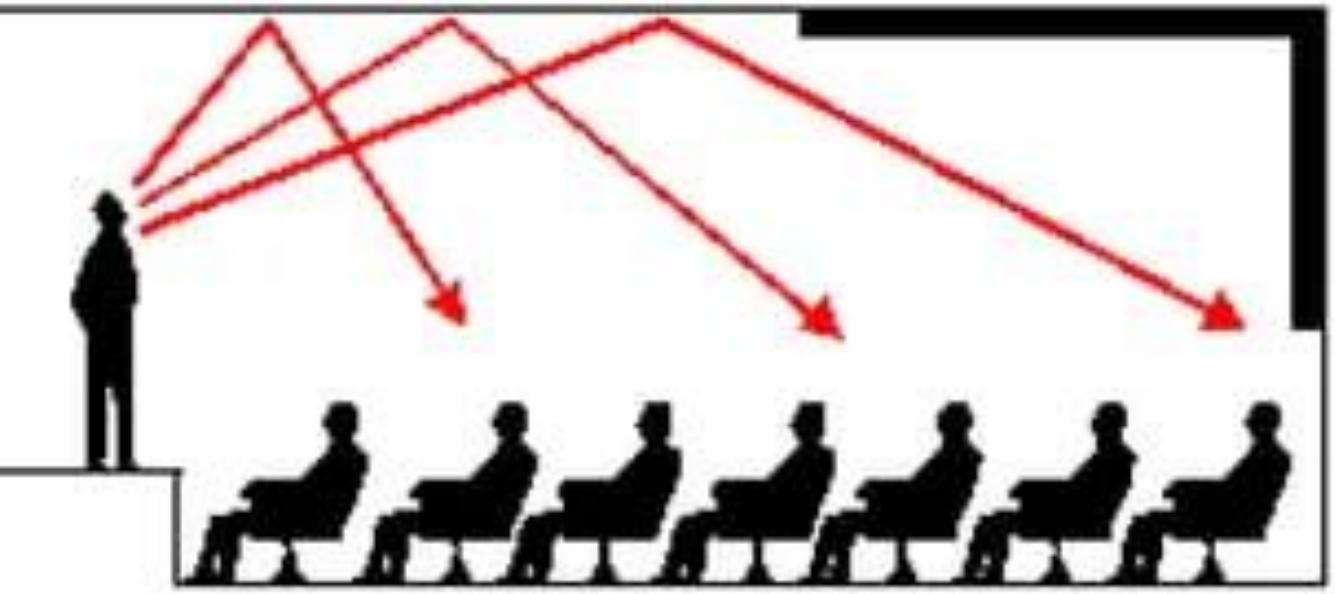
REVERBERATION

The time it takes for reflected sound to die down by 60 decibels from the cessation of the original sound signal (measured in seconds).

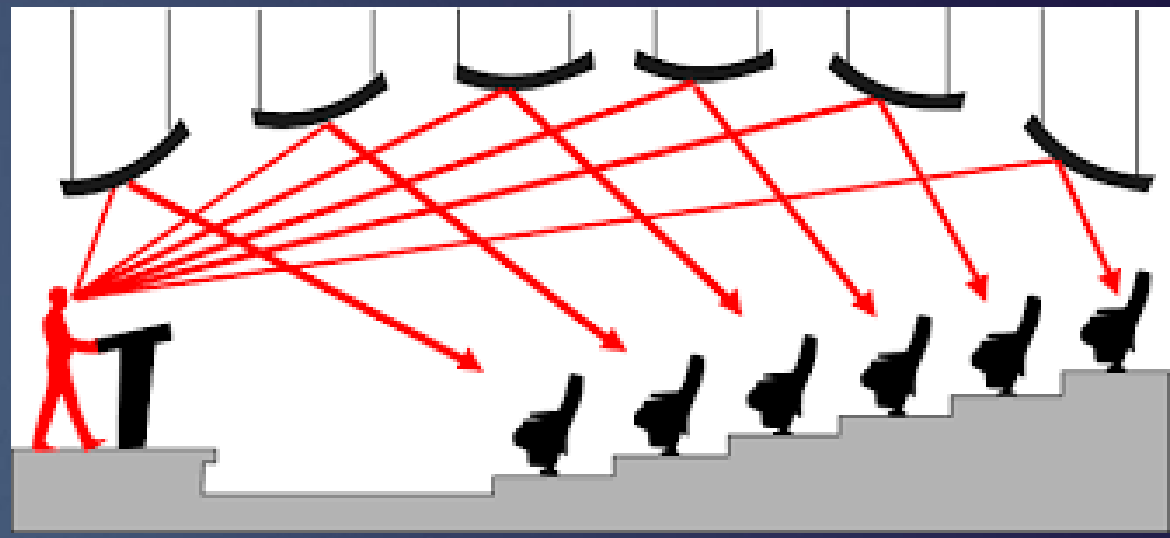
- Reflected sound tends to "build up" to a level louder than direct sound. Reflected sounds **MASK** direct sound.
- Late arriving reflections tend to **SMEAR** the direct sound signal.

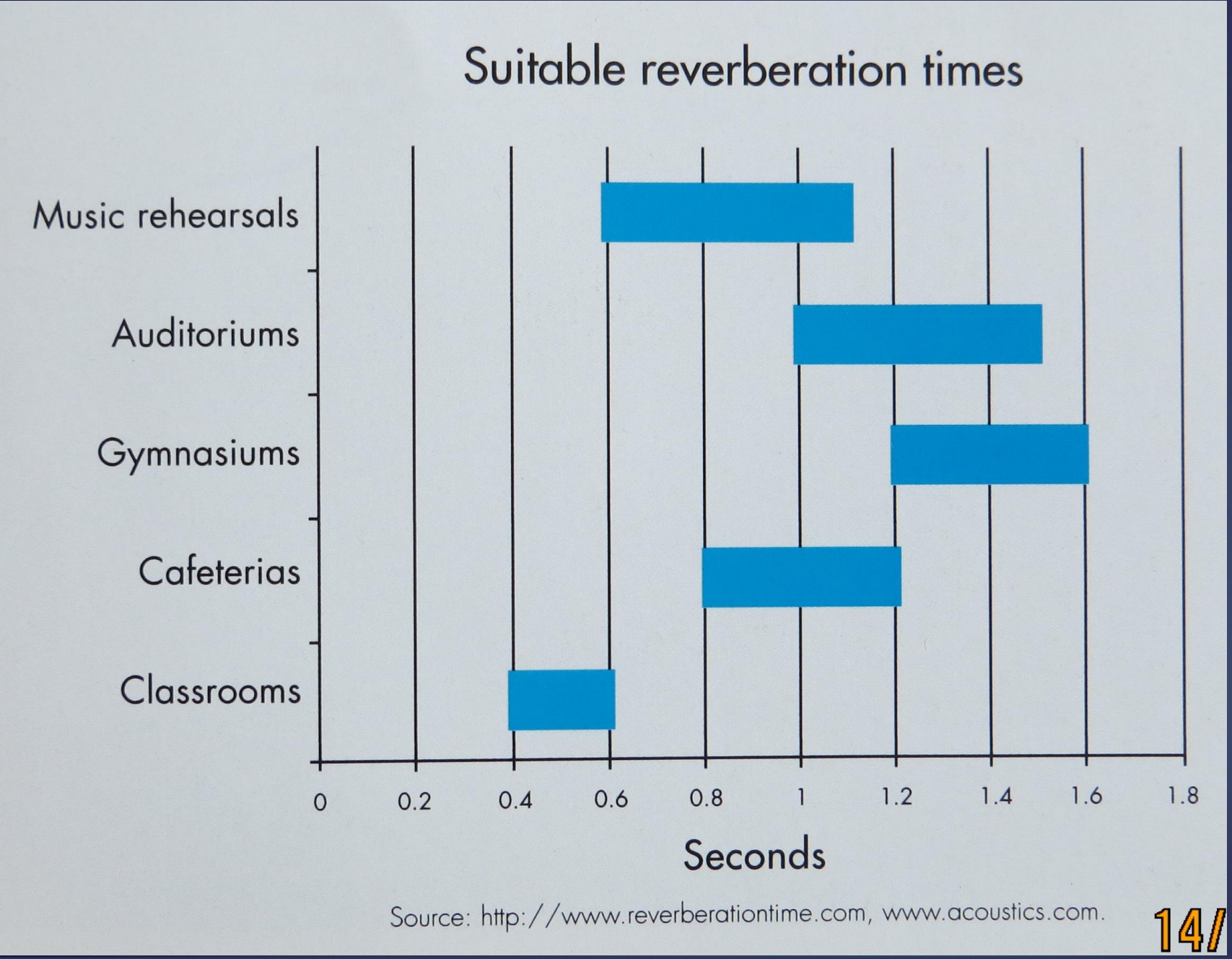


AMITY UNIVERSITY



Reflective near speaker, absorption in rear



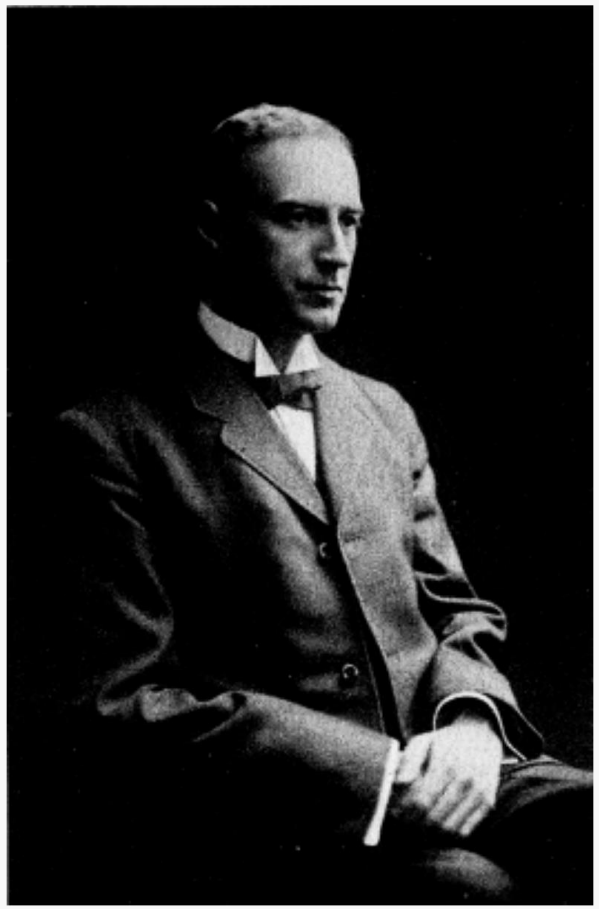

Suitable reverberation times
Music rehearsals
Auditoriums
Gymnasiums
Cafeterias
Classrooms
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
Seconds
Source: http://www.reverberationtime.com, www.acoustics.com.

Environment	RT60 (s)	Volume (m^3)
Open air	very short	-
Average sitting room	0.5	12 - 20
Drama studio - dead end	0.15 - 0.2	-
Pop music studio	0.3	-
Radio talks studio	0.3 - 0.5	30 - 200
Radio general purpose studio	0.6 - 0.85	250 - 800
Television studio	0.6 - 1.2	3,000 - 15,000
Drama studio - live end	1.2 - 1.5	-
Music studio	0.8 - 1.6	700 - 8,000
Theatre	1.0	-
Concert hall	1.5 - 2.0	

BASIC ACOUSTIC IN ARCHITECTURE

AS/NZ S2107 : 2000 Acoustic	
Room type	Rec.RT
Primary school/Class room	0.4-0.5
Secondary school /Class room	0.5-0.6
Libraries/Open plan offices Medical consulting rooms Hospital corridor & lobbies Hospital lobby	0.4-0.6
Call center	0.1-0.4
Meeting rooms/office corridors Office lobbies	0.6-0.8
Hospital wards/Laboratories Waiting rooms & recreation area	0.4-0.7
Speed auditoriums/lecture theaters Conference & Convention centers	0.7-1

Jump to Sabine's Formula ↓



Wallace Clement Sabine, born in 1868, is considered the father of architectural acoustics. He attended Ohio State University where he

Sabine's Formula

$$RT_{60} \sim= \frac{0.161V}{Sa}$$

T= Reverberation time

V= Room volumn (Cu.M.)

S= Total surface area of room

a (alfa)= Average absorbtion coefficient

CALCULATION EXAMPLE

Room dimension 20x10x5 (LxWxH)

Floor a=0.01

Ceiling a=0.5

Wall a=0.2

Find RT_{60} FOR A LECTURE HALL

CALCULATION EXAMPLE

V=20x10x5=1000 Cu.M.

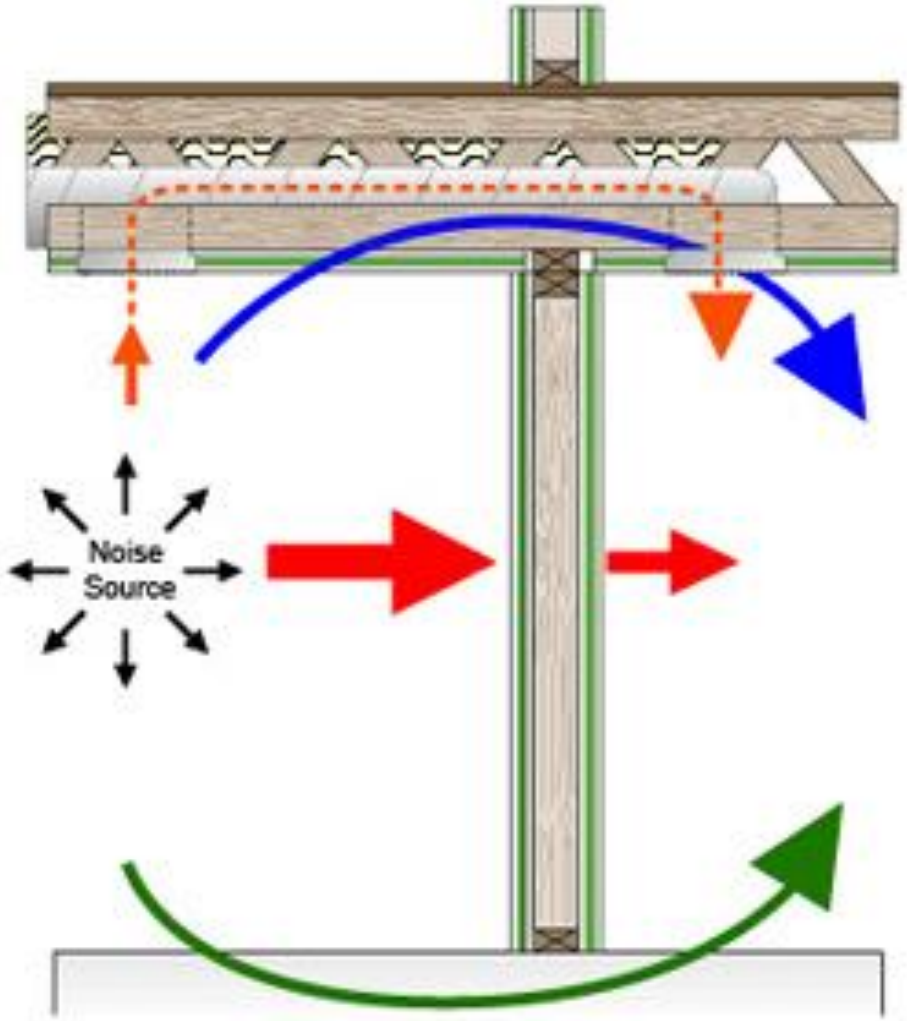
Sa=(200x0.01)+(200x0.5)+2(50x0.2)+2(100x0.2)

=162 sabins

$$RT_{60} = \frac{0.161 \times 1000}{162} = 0.994 \text{ seconds}$$ (near 1 second suitable for lecture hall)

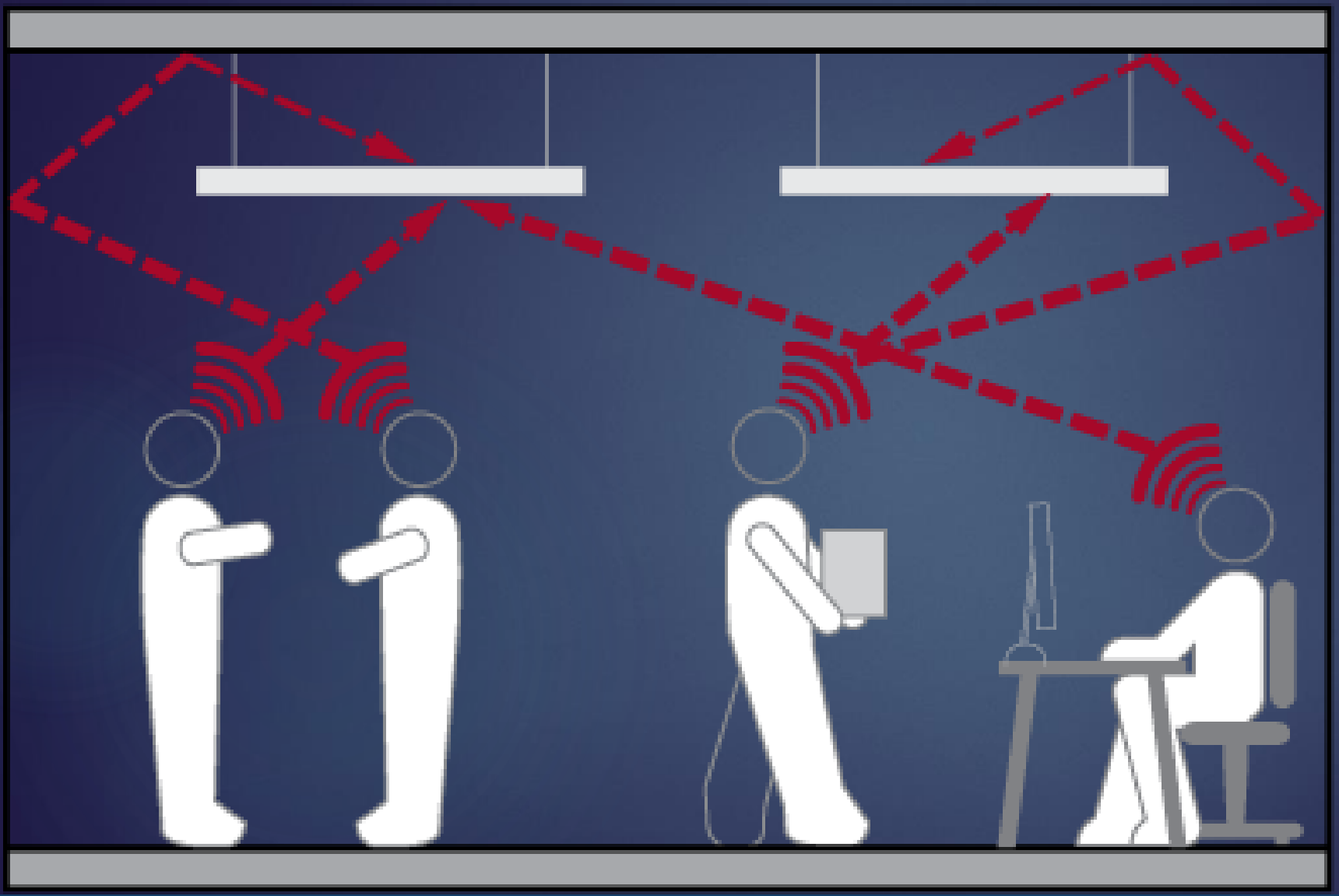
การเลือกใช้วัสดุภายในห้อง เพื่อให้ได้คุณภาพสิ่งแวดล้อมเรื่องเสียง

1. ใช้วัสดุเพดานที่ดูดซับเสียงเพียงพอ
2. ใช้วัสดุดูดซับเสียงได้ดีที่ผนัง
3. ใช้วัสดุที่มีเวลาสะท้อนกลับที่สั้น เพื่อลดเสียงสะท้อนให้ได้ ตามประเภทใช้งาน



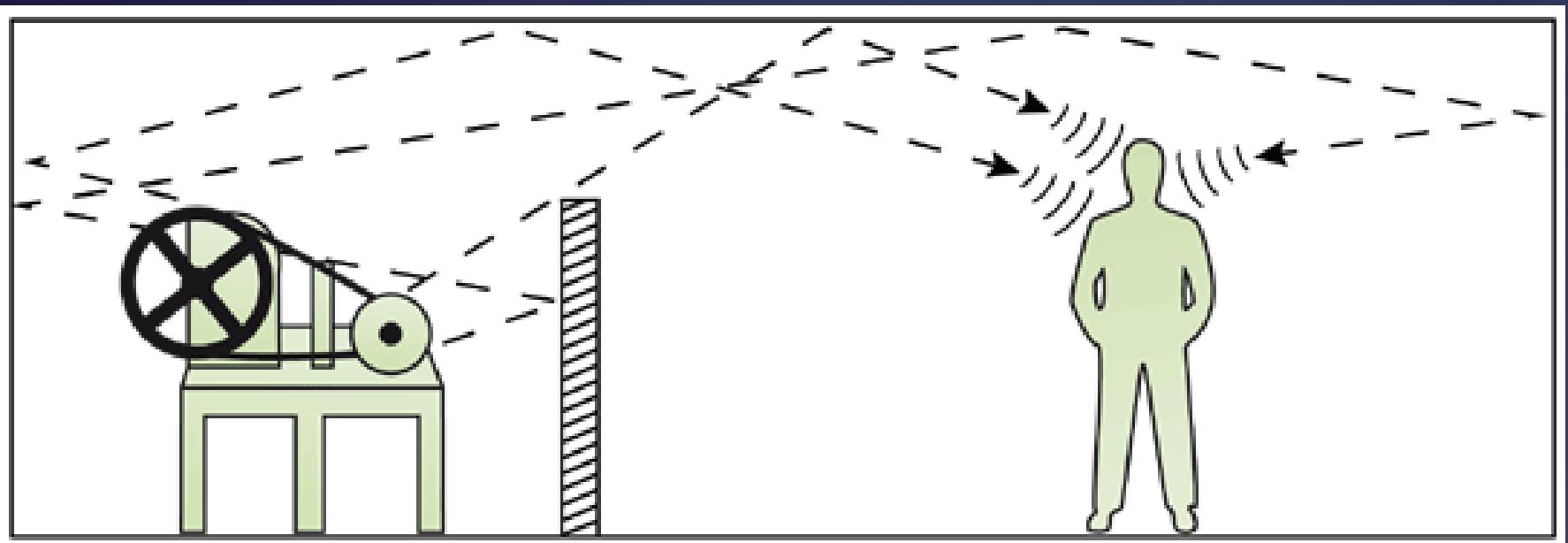
- Source noise = 80 dB
- Noise through direct path = 25 dB
- Noise through ductwork = 40 dB
- Noise through slab = 30 dB
- Noise through ceiling structure = 25 dB

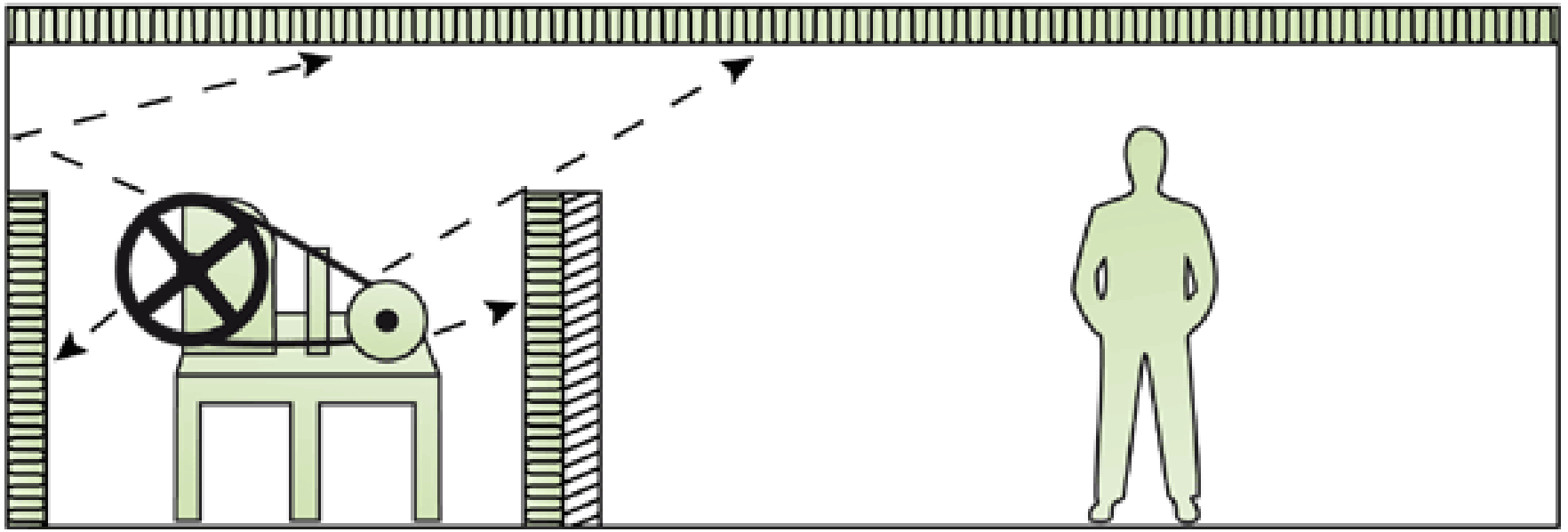
Total noise in receive room = 41 dB



BASIC ACOUSTIC IN ARCHITECTURE

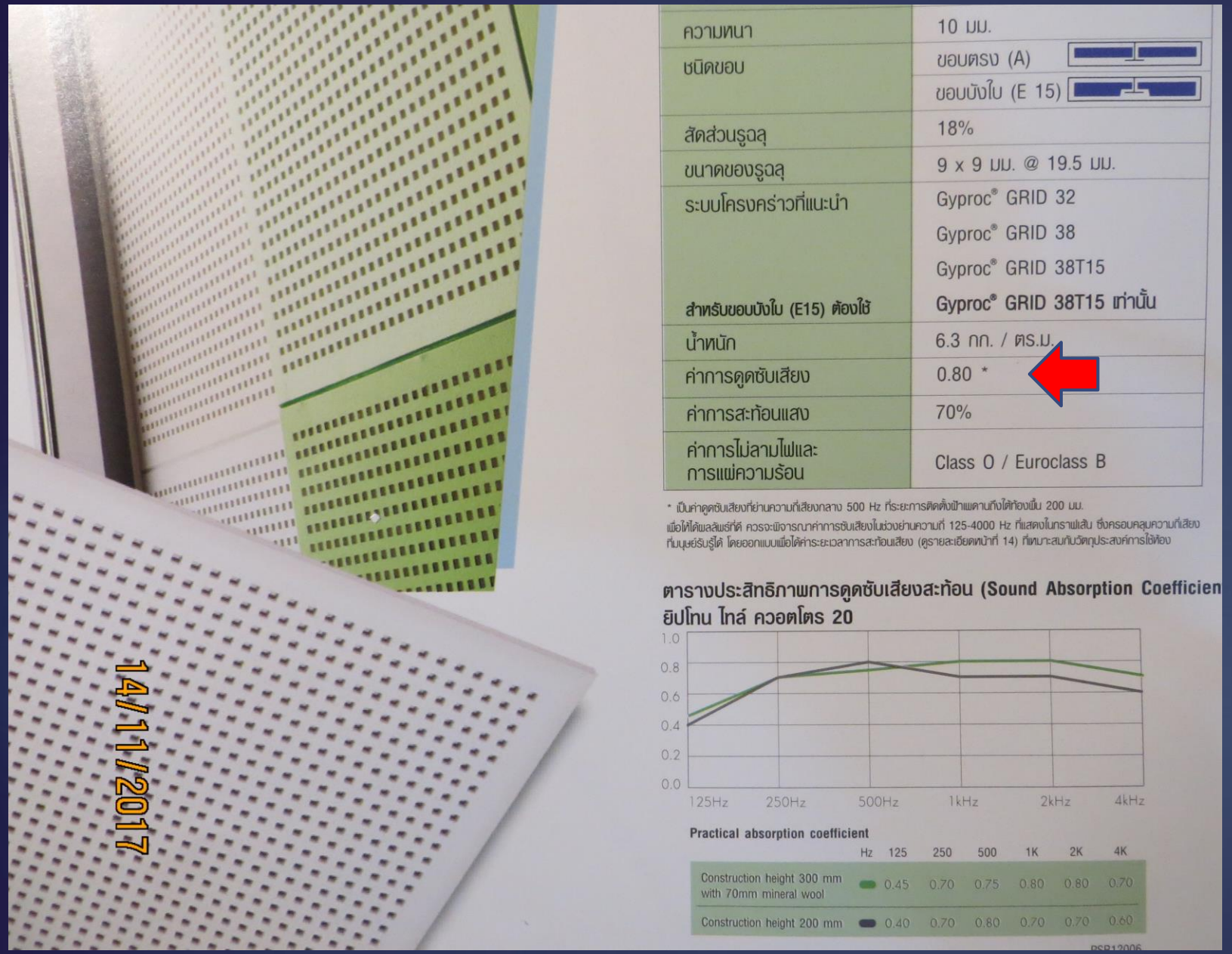
แผงซับเสียงแขวนเพดาน





BASIC ACOUSTIC IN ARCHITECTURE

ผนังกั้นเสียง



ความหนา	10 มม.
ชนิดขอบ	ขอบตรง (A)
	ขอบบังใบ (E 15)
สัดส่วนรูฉลุ	18%
ขนาดของรูฉลุ	9 x 9 มม. @ 19.5 มม.
ระบบโครงคร่าวที่แนะนำ	Gyproc® GRID 32
	Gyproc® GRID 38
	Gyproc® GRID 38T15
สำหรับขอบบังใบ (E15) ต้องใช้	Gyproc® GRID 38T15 เท่านั้น
น้ำหนัก	6.3 กก. / ตร.ม.
ค่าการดูดซับเสียง	0.80 *
ค่าการสะท้อนแสง	70%
ค่าการไม่ลามไฟและการแผ่ความร้อน	Class 0 / Euroclass B

* เป็นค่าดูดซับเสียงที่ย่านความถี่เสียงกลาง 500 Hz ที่ระยะการติดตั้งฝ้าแผ่นถึงใต้ท้องพื้น 200 มม.
เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี ควรจะพิจารณาค่าการซับเสียงในช่วงย่านความถี่ 125-4000 Hz ที่แสดงในกราฟเส้น ซึ่งครอบคลุมความถี่เสียงที่มนุษย์รับรู้ได้ โดยออกแบบเพื่อได้ค่าระยะเวลาการสะท้อนเสียง (ดูรายละเอียดหน้าที่ 14) ที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้ห้อง

ตารางประสิทธิภาพการดูดซับเสียงสะท้อน (Sound Absorption Coefficien
ยิปโทน ไทล์ ควอตโตร 20

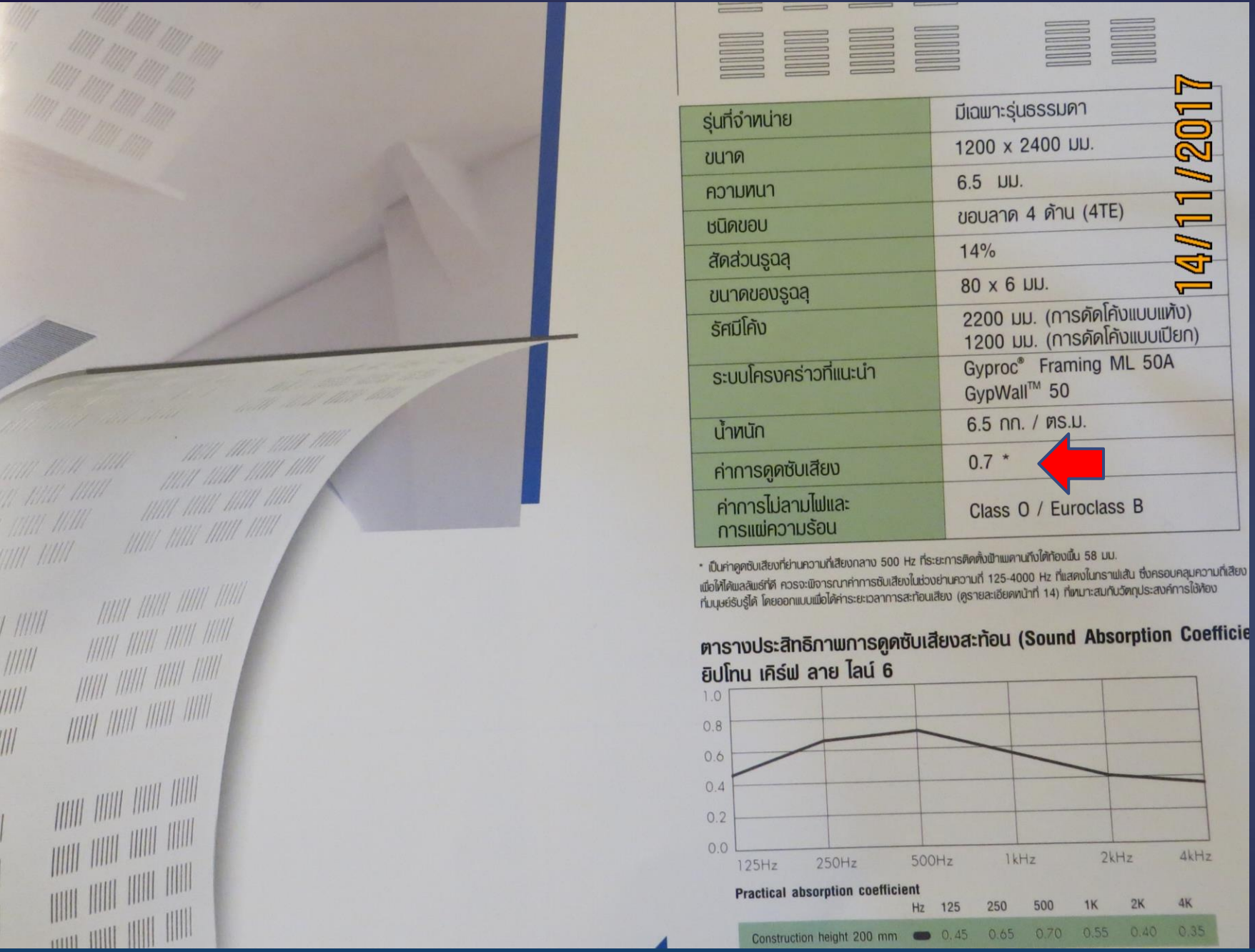
Practical absorption coefficient

Hz	125	250	500	1K	2K	4K
Construction height 300 mm with 70mm mineral wool	0.45	0.70	0.75	0.80	0.80	0.70
Construction height 200 mm	0.40	0.70	0.80	0.70	0.70	0.60

PSB12006

BASIC ACOUSTIC IN ARCHITECTURE

เพดาน GYPTONE ของ GYPROC



รุ่นที่จำหน่าย	มีเฉพาะรุ่นธรรมดา
ขนาด	1200 x 2400 มม.
ความหนา	6.5 มม.
ชนิดขอบ	ขอบลาด 4 ด้าน (4TE)
สัดส่วนรูฉลุ	14%
ขนาดของรูฉลุ	80 x 6 มม.
รัศมีโค้ง	2200 มม. (การดัดโค้งแบบแห้ง) 1200 มม. (การดัดโค้งแบบเปียก)
ระบบโครงคร่าวที่แนะนำ	Gyproc® Framing ML 50A GypWall™ 50
น้ำหนัก	6.5 กก. / ตร.ม.
ค่าการดูดซับเสียง	0.7 *
ค่าการไม่ลามไฟและการแผ่ความร้อน	Class 0 / Euroclass B

14/11/2017

* เป็นค่าดูดซับเสียงที่ย่านความถี่เสียงกลาง 500 Hz ที่ระยะการติดตั้งฝ้าแผ่นถึงใต้ท้องพื้น 58 มม.
เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี ควรจะพิจารณาค่าการซับเสียงในช่วงย่านความถี่ 125-4000 Hz ที่แสดงในกราฟเส้น ซึ่งครอบคลุมความถี่เสียงที่มนุษย์รับรู้ได้ โดยออกแบบเพื่อได้ค่าระยะเวลาการสะท้อนเสียง (ดูรายละเอียดหน้าที่ 14) ที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้ห้อง

ตารางประสิทธิภาพการดูดซับเสียงสะท้อน (Sound Absorption Coefficie

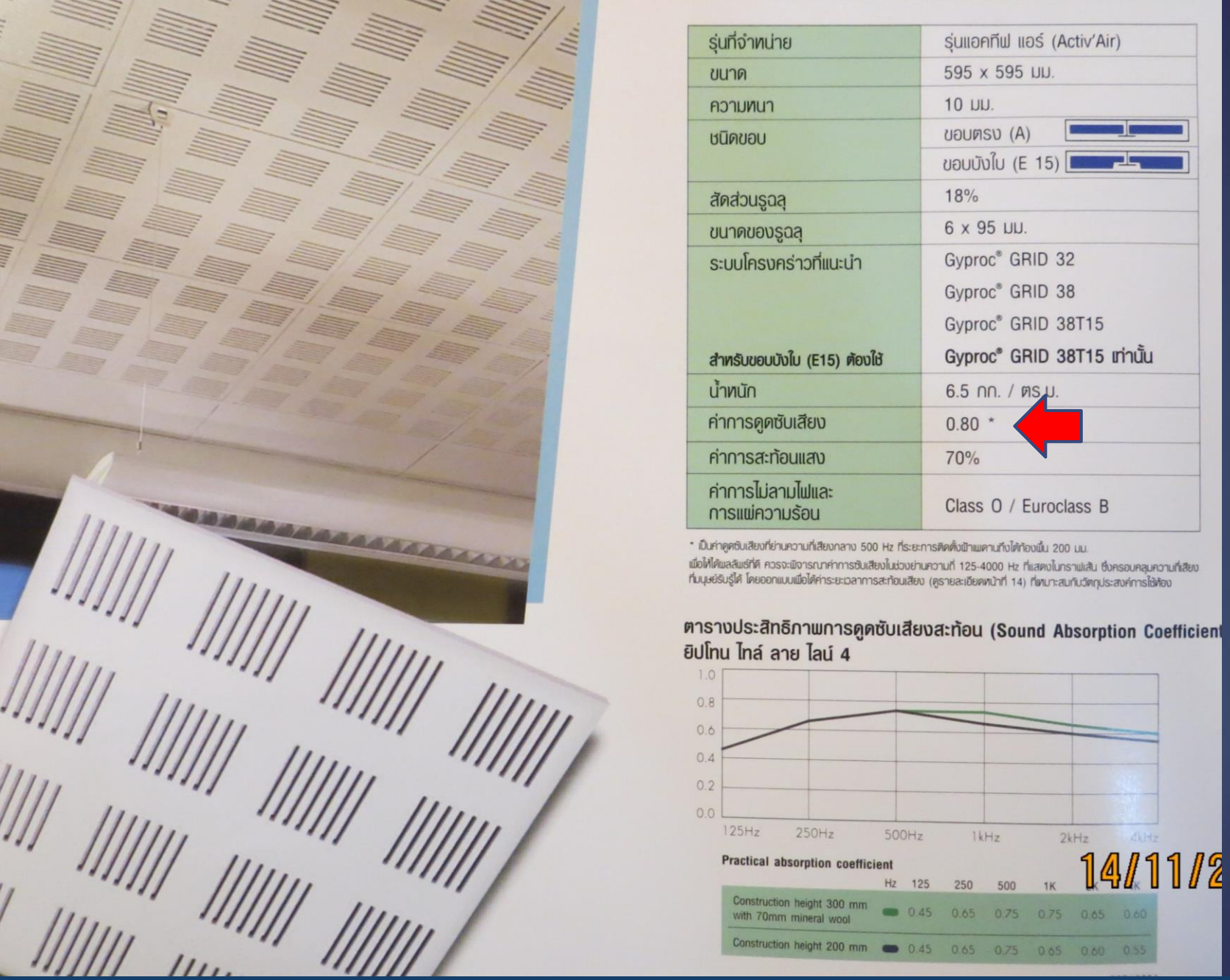
ยิปโทน เคิร์ฟ ลาย ไลน์ 6

Practical absorption coefficient

Hz	125	250	500	1K	2K	4K
Construction height 200 mm	0.45	0.65	0.70	0.55	0.40	0.35

BASIC ACOUSTIC IN ARCHITECTURE

เพดาน GYPTONE ของ GYPROC



รุ่นที่จำหน่าย	รุ่นแอคทีฟ แอร์ (Activ'Air)
ขนาด	595 x 595 มม.
ความหนา	10 มม.
ชนิดขอบ	ขอบตรง (A) ขอบบังใบ (E 15)
สัดส่วนรูฉลุ	18%
ขนาดของรูฉลุ	6 x 95 มม.
ระบบโครงคร่าวที่แนะนำ สำหรับขอบบังใบ (E15) ต้องใช้	Gyproc® GRID 32 Gyproc® GRID 38 Gyproc® GRID 38T15 **Gyproc® GRID 38T15 เท่านั้น**
น้ำหนัก	6.5 กก. / ตร.ม.
ค่าการดูดซับเสียง	0.80 *
ค่าการสะท้อนแสง	70%
ค่าการไม่ลามไฟและการแผ่ความร้อน	Class 0 / Euroclass B

* มีค่าดูดซับเสียงที่ย่านความถี่เสียงกลาง 500 Hz ที่ระยะการติดตั้งฝ้าแผ่นถึงใต้ท้องพื้น 200 มม.
เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี ควรจะพิจารณาค่าการซับเสียงในช่วงย่านความถี่ 125-4000 Hz ที่แสดงในกราฟเส้น ซึ่งครอบคลุมความถี่เสียงที่มนุษย์รับรู้ได้ โดยออกแบบเพื่อได้ค่าระยะเวลาการสะท้อนเสียง (ดูรายละเอียดหน้าที่ 14) ที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้ห้อง

ตารางประสิทธิภาพการดูดซับเสียงสะท้อน (Sound Absorption Coefficient
ยิปโทน ไทล์ ลาย ไลน์ 4

Practical absorption coefficient

Hz	125	250	500	1K	2K	4K
Construction height 300 mm with 70mm mineral wool	0.45	0.65	0.75	0.75	0.65	0.60
Construction height 200 mm	0.45	0.65	0.75	0.65	0.60	0.55

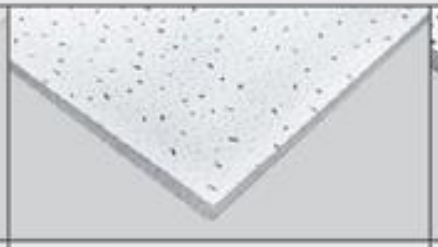
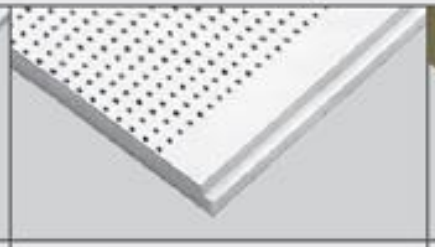
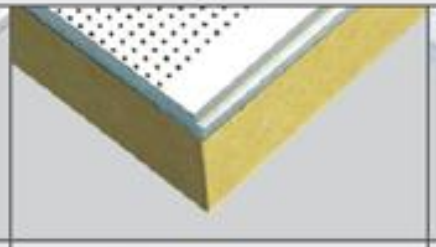
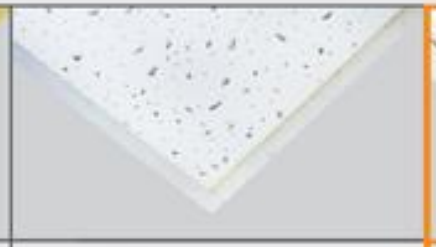
14/11/2

BASIC ACOUSTIC IN ARCHITECTURE

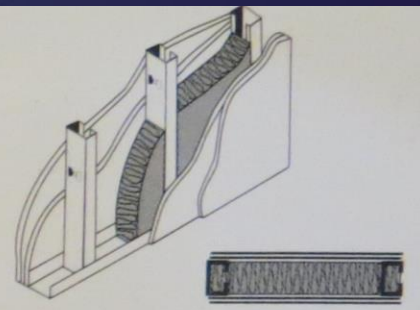
เพดาน GYPTONE
ของ GYPROC

Trandar

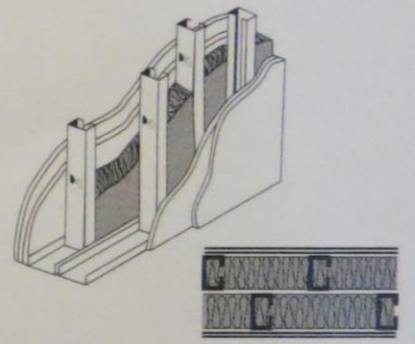
ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติการดูดซับเสียง NRC

					
แผ่นพีอีโฟม 25 มม. (PE Foam Panels 25mm.)	**แผ่นฝ้ายิปซัมปรุลาย** (Textured Gypsum Board)	**แผ่นฝ้ายิปซัมเจาะรู ไม่มีฉนวน** (Perforated Gypsum Board)	**แผ่นฝ้ายิปซัมเจาะรู +ฉนวนใยแก้ว 50 มม.** Perforated Gypsum Board +Fiberglass 50 mm.	**แผ่นฝ้าอคูสติก ลายตัวหนอนทั่วไป** (Acoustic Mineral Fiber)	**แผ่นฝ้าอคูสติก อีโคโฟน(Ecophon)**
0.35	0.05	0.05	0.50 - 0.70	0.50	0.85 - 1.00

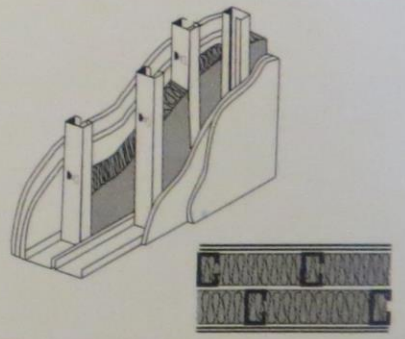
STC 60 แผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์หนา 10 มม. 2 ชั้น 2 ด้าน ติดตั้งกับโครงคร่าวสำเร็จ C65, U66 เบอร์ 24 กรุช่องว่างด้วยแผ่นกรุผนังอะคูสติก Cylence รุ่น ZoundBlock S050



STC 65 แผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์ความหนา 8 มม. 2 ชั้น 2 ด้าน ติดตั้งกับโครงคร่าวสำเร็จ C75, U76 เบอร์ 24 ซ้อนโครงผนัง 2 ชั้น แต่ละชั้นกรุช่องว่างด้วยแผ่นกรุผนังอะคูสติก Cylence รุ่น ZoundBlock S060

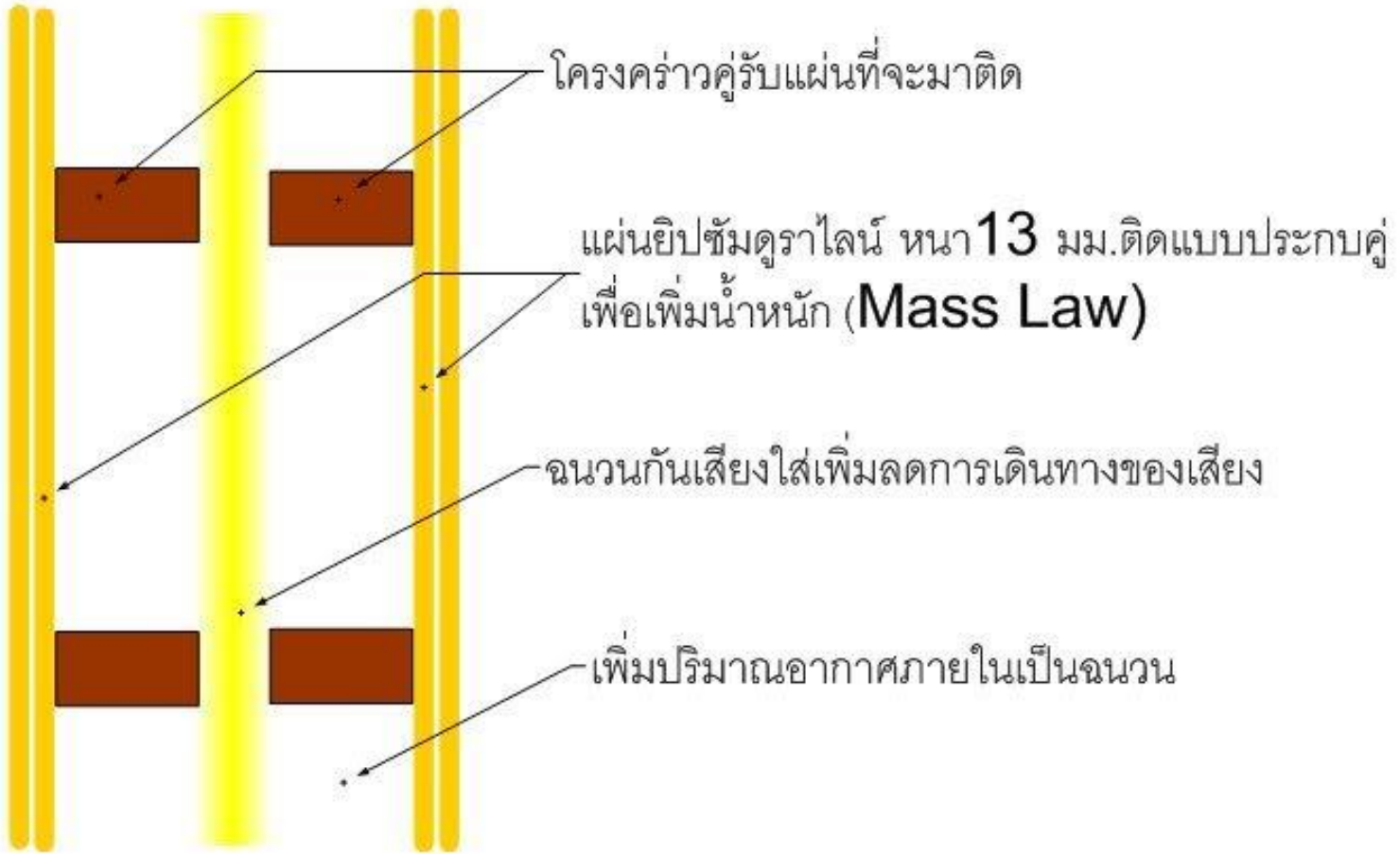


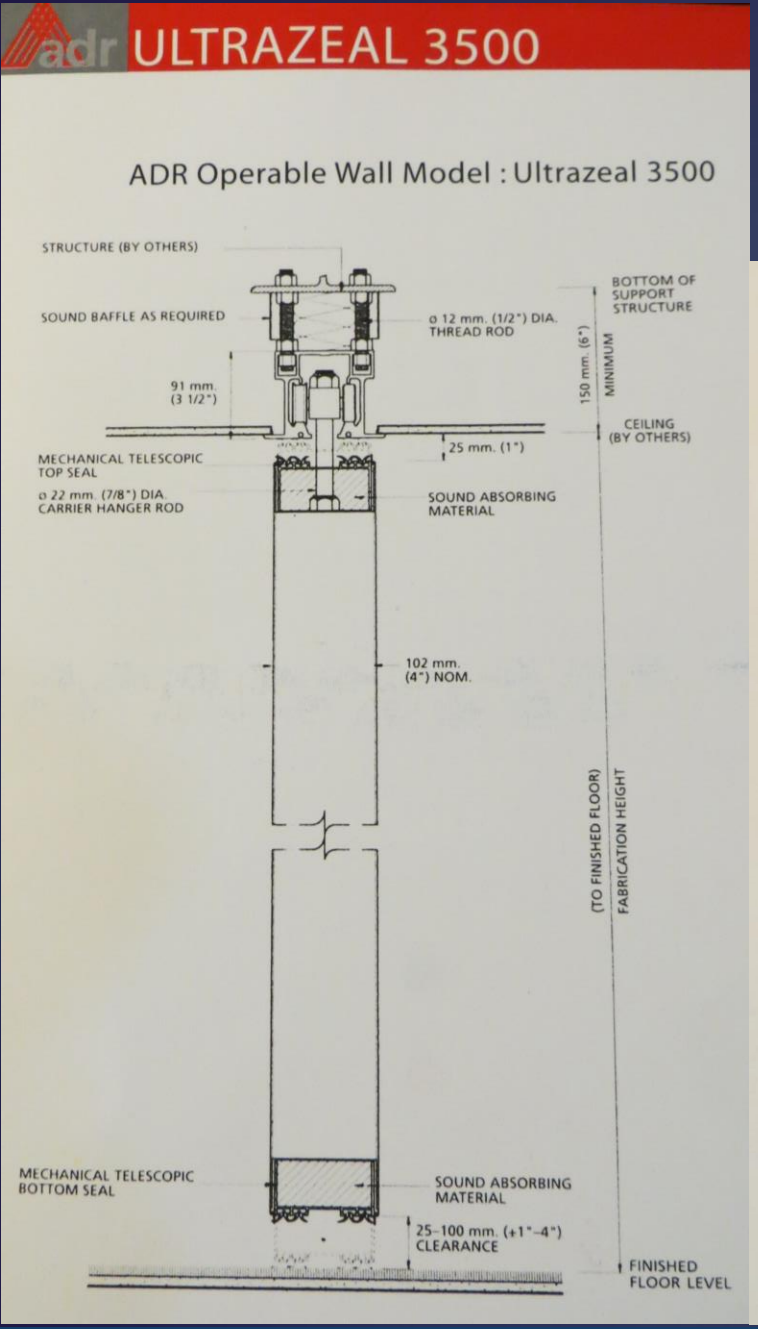
STC 67 แผ่นไฟเบอร์ซิเมนต์ความหนา 10 มม. 2 ชั้น 2 ด้าน ติดตั้งกับโครงคร่าวสำเร็จ C75, U76 เบอร์ 24 ซ้อนโครงผนัง 2 ชั้น แต่ละชั้นกรุช่องว่างด้วยแผ่นกรุผนังอะคูสติก Cylence รุ่น ZoundBlock S060



Cylence™ SOUND SOLUTION | ZoundBlock™

Cylence รุ่น ZoundBlock	สินค้า	ขนาด
	รุ่น ZoundBlock **S100**	0.60 x 1.20 ม. 0.40 x 1.20 ม.
	รุ่น ZoundBlock **S060**	0.60 x 1.20 ม. 0.40 x 1.20 ม.
	รุ่น ZoundBlock **S050**	0.60 x 1.20 ม. 0.40 x 1.20 ม.

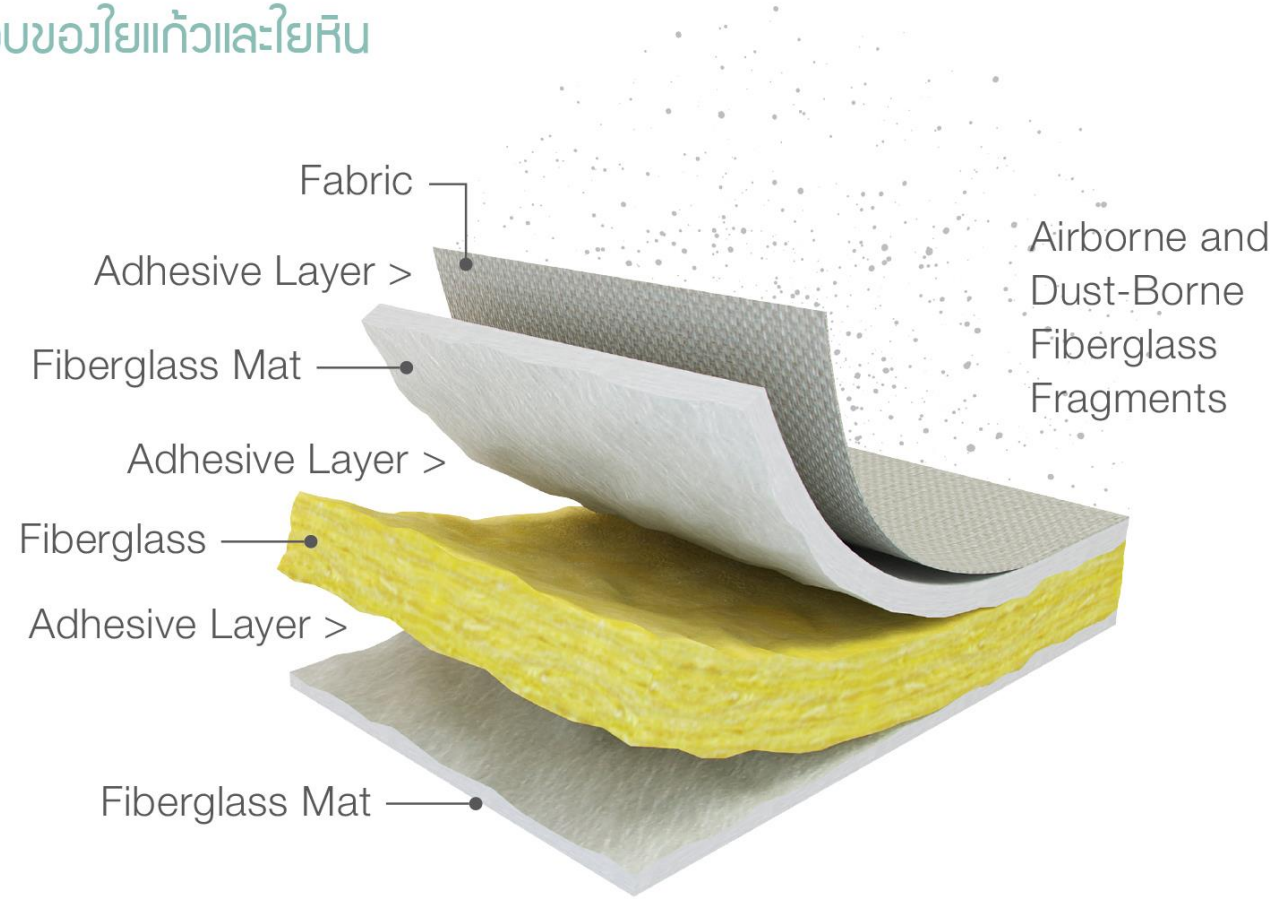

โครงคร่าวคู่รับแผ่นที่จะมาติด
แผ่นยิปซัมดูราไลน์ หนา13 มม.ติดแบบประกบคู่
เพื่อเพิ่มน้ำหนัก (Mass Law)
ฉนวนกันเสียงใส่เพิ่มลดการเดินทางของเสียง
เพิ่มปริมาณอากาศภายในเป็นฉนวน
ค่ากันเสียง STC 68

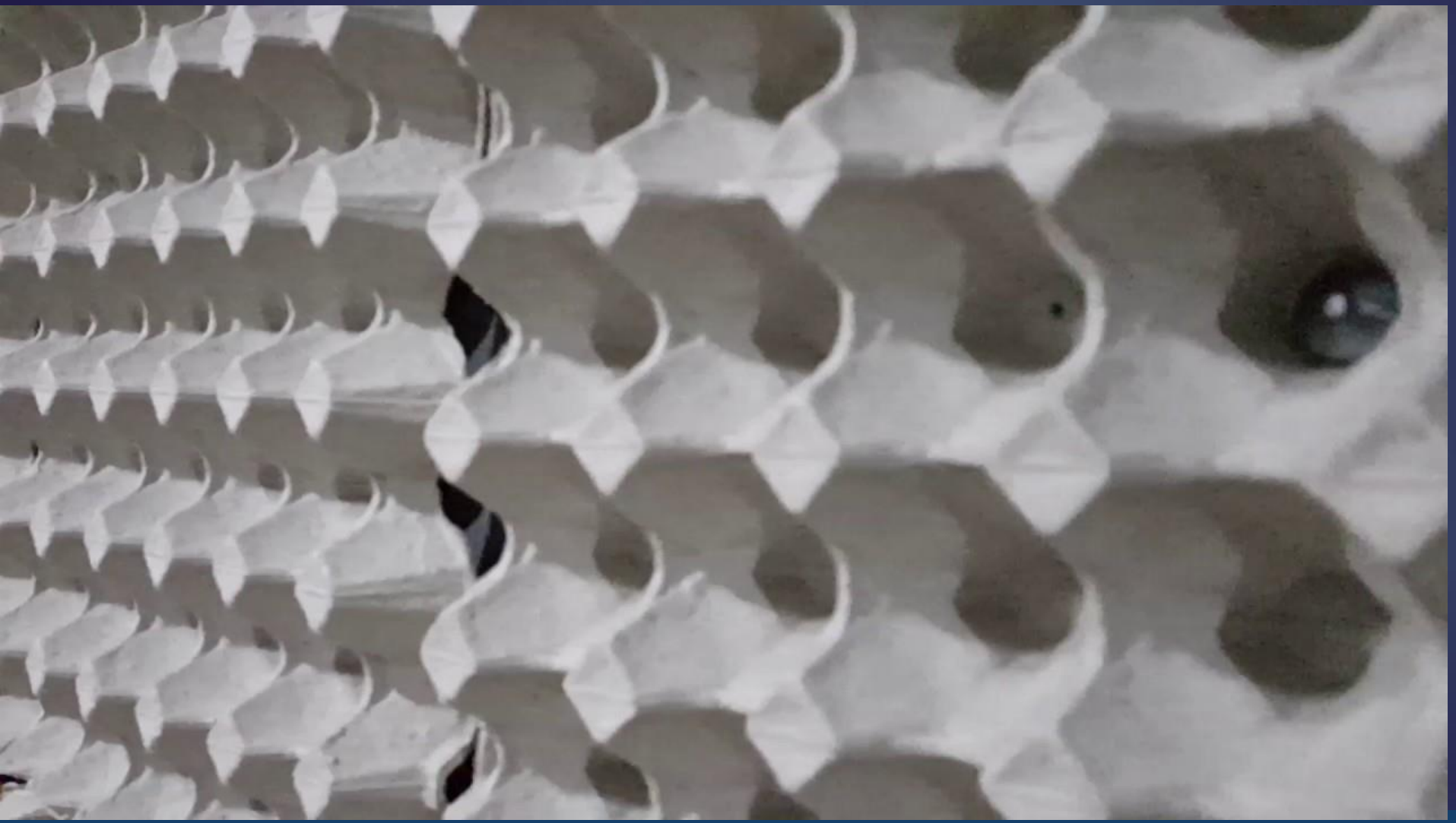


The ADR 3500 system provides a high degree of acoustical performance with the standard thickness of 102 mm. (4 inches) Available in standard panel widths up to 2.40 meters (8 feet), ADR 3500 provides greater modular flexibility compared to the standard narrow panels available from other sources. Advantages of this high performance wide panel operable wall include fewer panels to move and store, plus the option of factory and, alternatively, field assembly, where conditions permit. The ADR Ultrazeal 3500 wall system has a laboratory rating in accordance with ASTM procedure of STC 53. ADR will guarantee field performance in terms of Noise Isolation Class (NIC) and will work with the architect to assure that flanking paths around the movable wall are properly designed and installed.

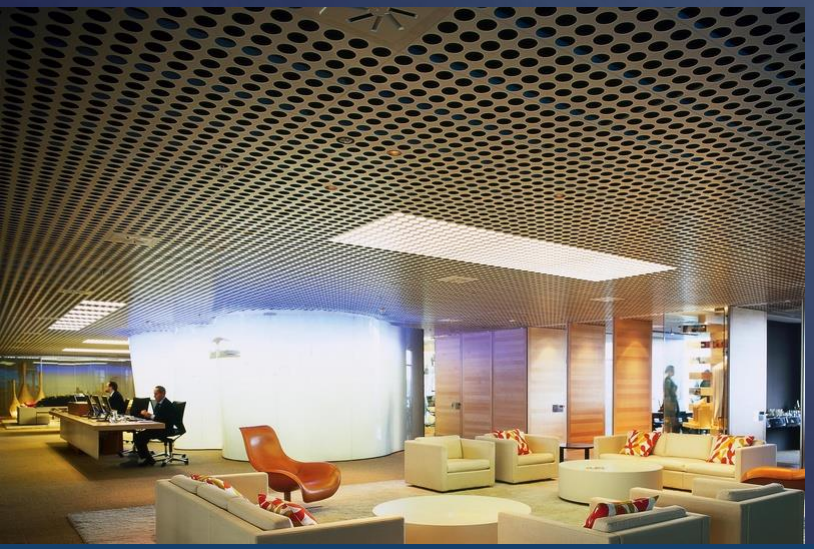
แผ่นซับเสียงทั่วไป

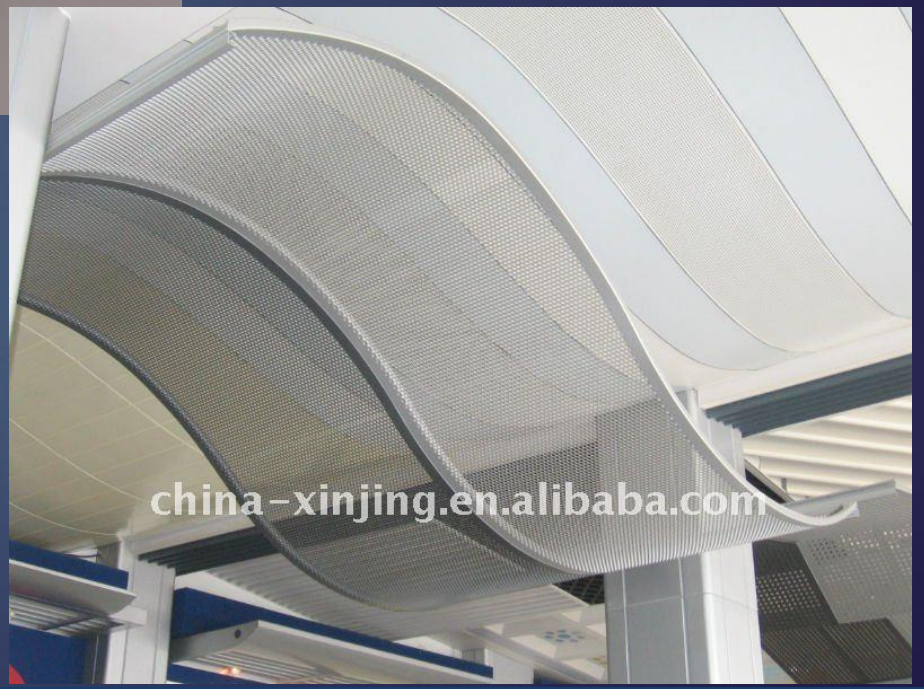
มีส่วนประกอบของใยแก้วและใยหิน

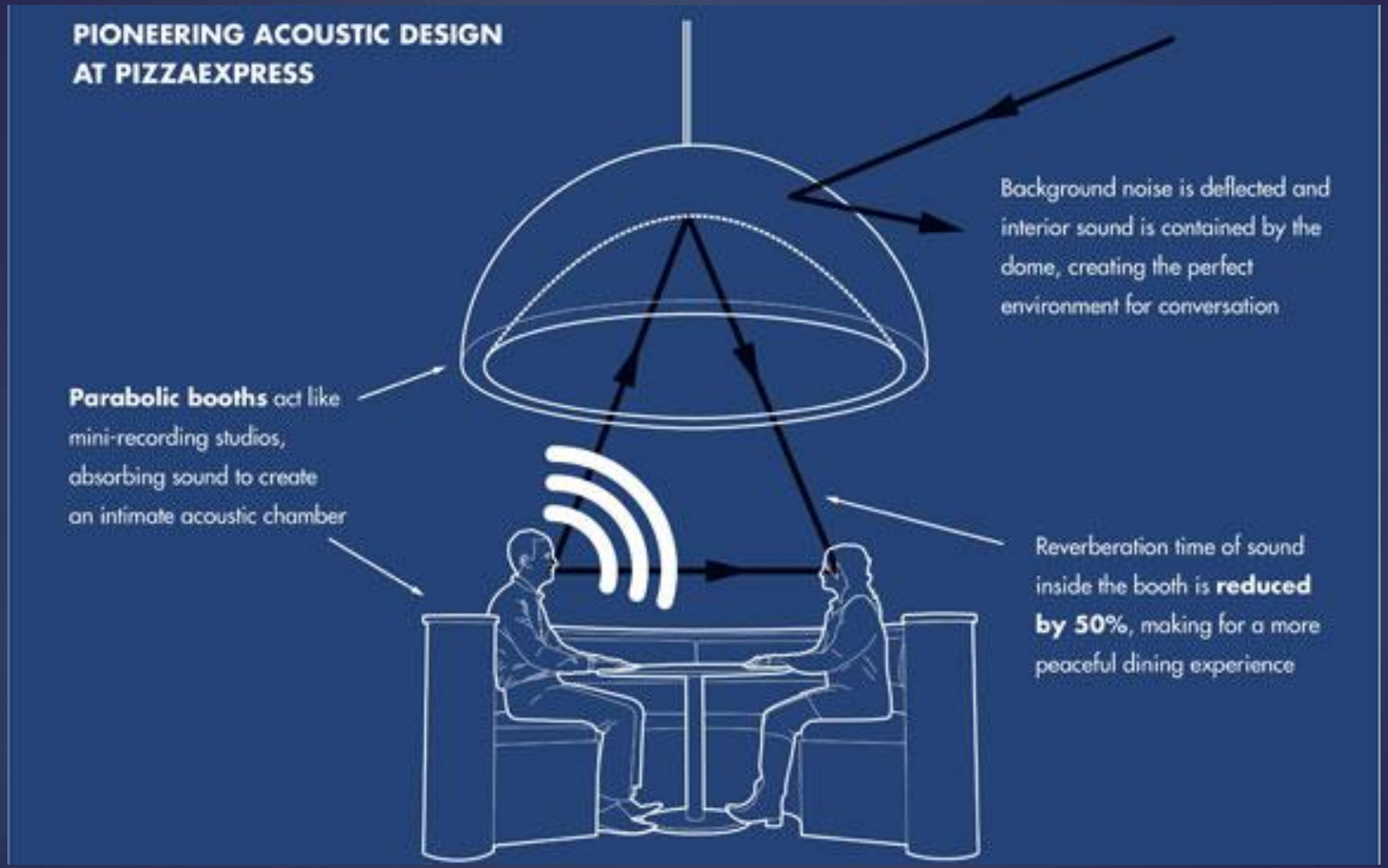


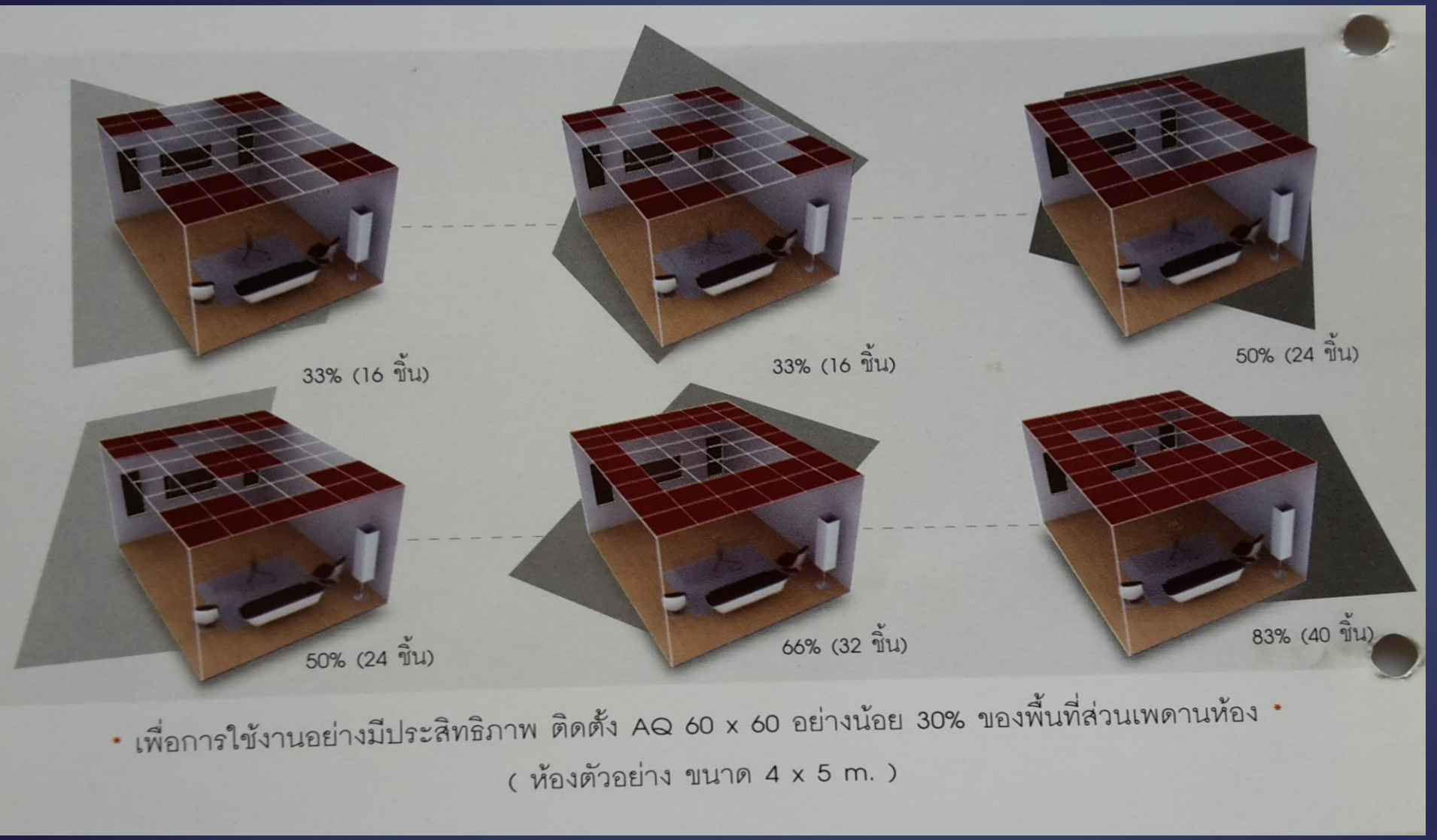


แผ่นโลหะปรุรู ด้านหลังอาจกรุแผ่นฉนวนสีดำเพิ่ม






PIONEERING ACOUSTIC DESIGN
AT PIZZAEXPRESS
Background noise is deflected and interior sound is contained by the dome, creating the perfect environment for conversation
Parabolic booths act like mini-recording studios, absorbing sound to create an intimate acoustic chamber
Reverberation time of sound inside the booth is reduced by 50%, making for a more peaceful dining experience



แนะนำการใช้วัสดุซับเสียง
จากผู้ผลิตและจำหน่ายแผ่น
ซับเสียง Mic-cell

END OF LECTURE 13