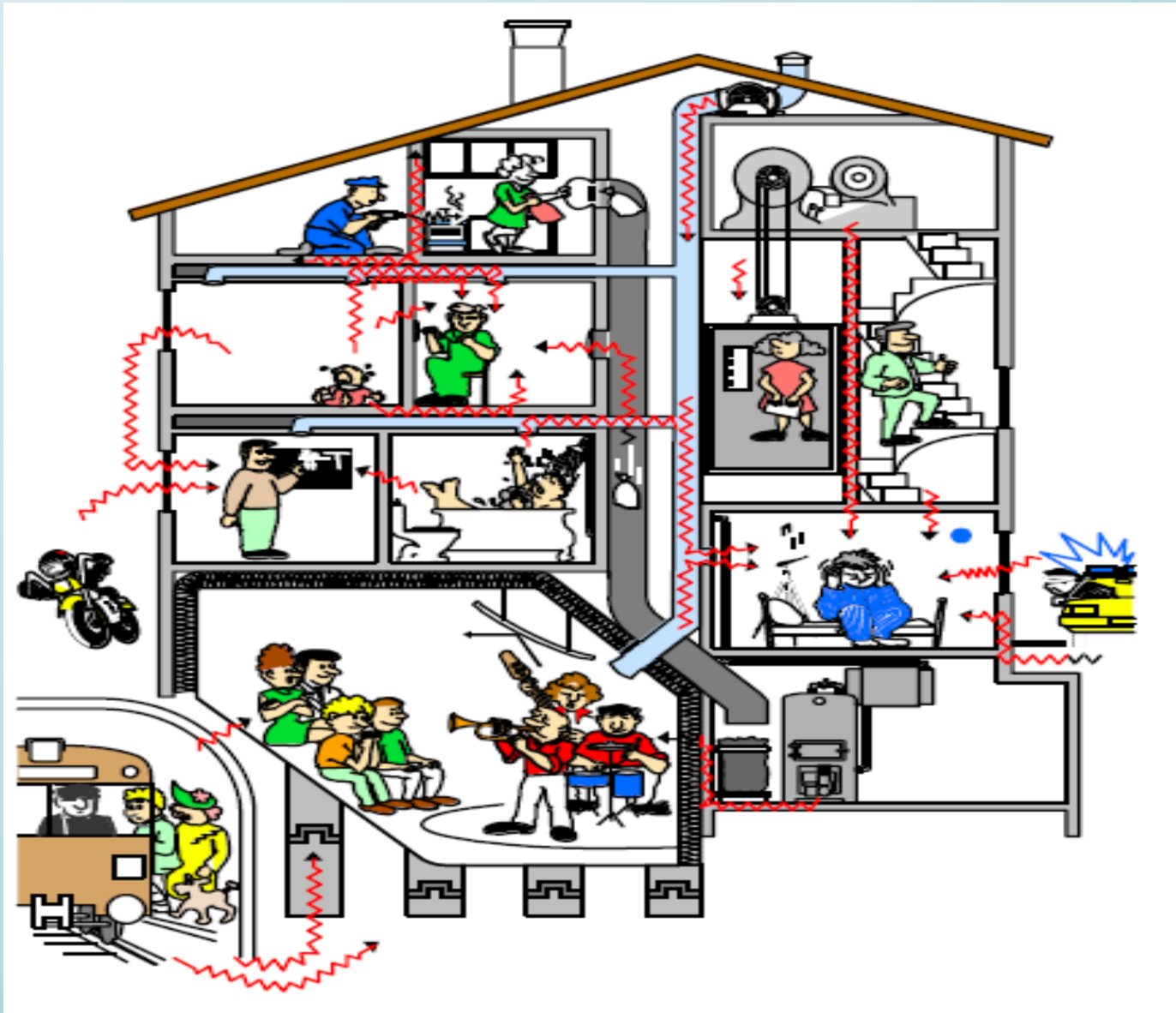
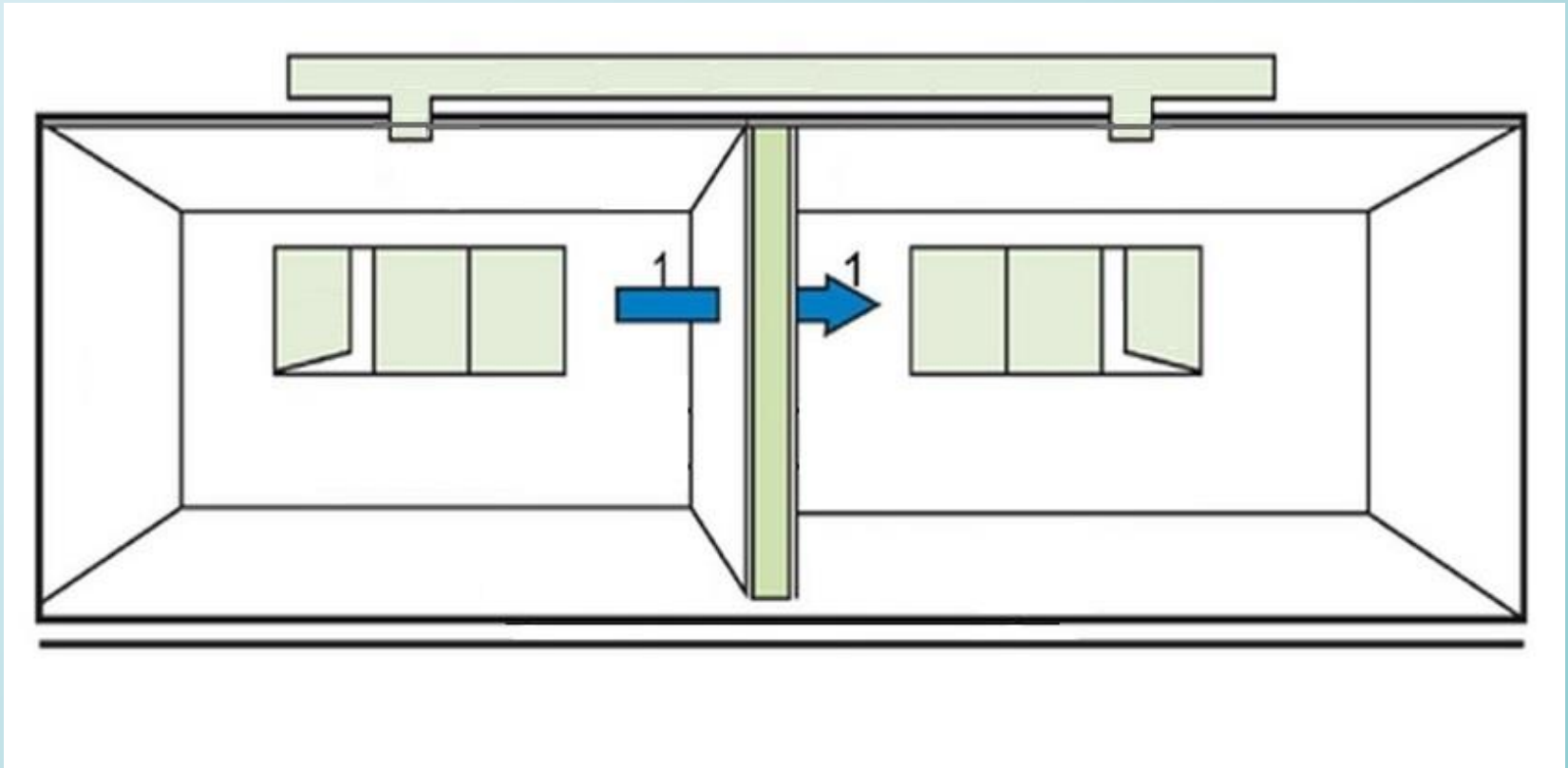


การลดเสียงผ่านผนัง



การลดเสียงทะลุผ่านผนัง (direct sound transmission)



การลดเสียงทะลุผ่านผนัง (direct sound transmission)

ค่าระดับเสียงที่ลดลงเมื่อเสียงทะลุผ่าน มีหน่วย dB

TL (Sound Transmission Loss) สำหรับ ASTM:E90

วัดแยกความถี่ 125 Hz – 4,000 Hz

R (Sound Reduction) สำหรับ ISO:10140

วัดแยกความถี่ 100 Hz – 3,150 Hz

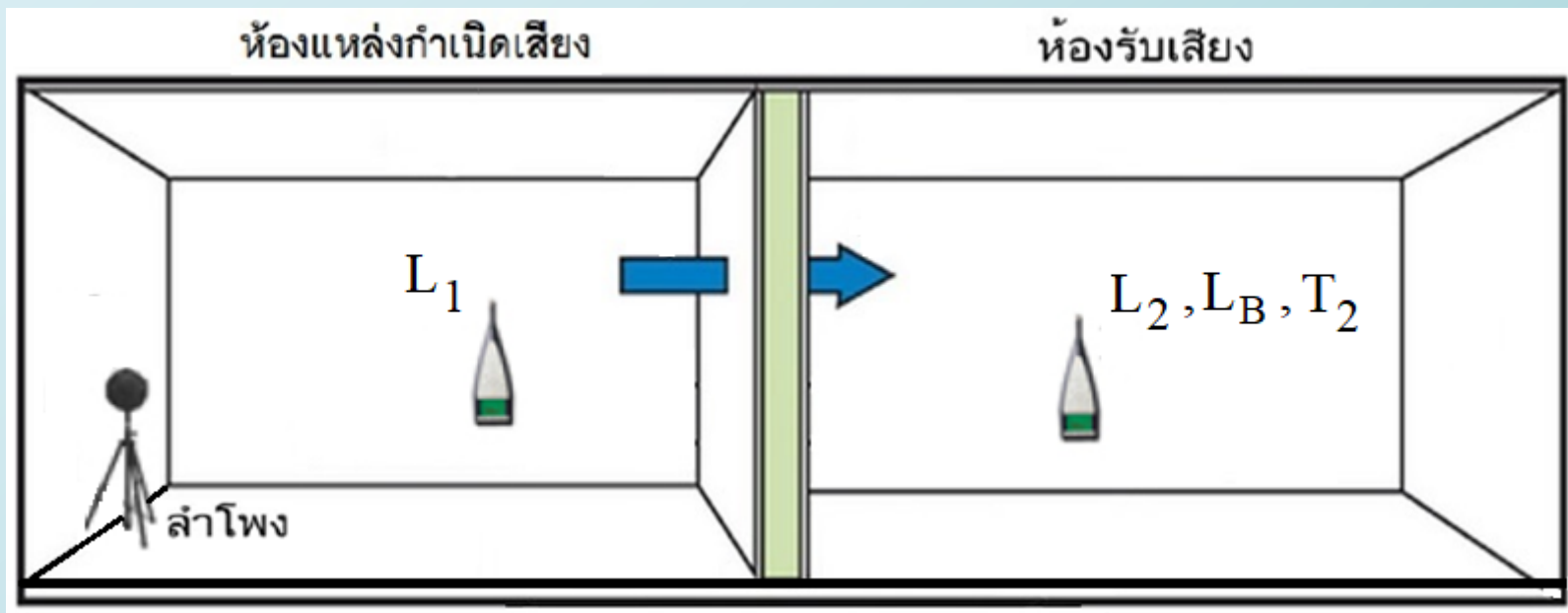
การวัดค่า TL



การวัดค่า TL



การวัดค่า TL หรือ R



$$TL = L_1 - L_2 + 10 \log (S/A)$$

โดย: TL = sound transmission loss มีหน่วย dB,

L_1 = ระดับความดันเสียงในห้องส่งเสียง มีหน่วย dB

L_2 = ระดับความดันเสียงในห้องรับเสียง มีหน่วย dB

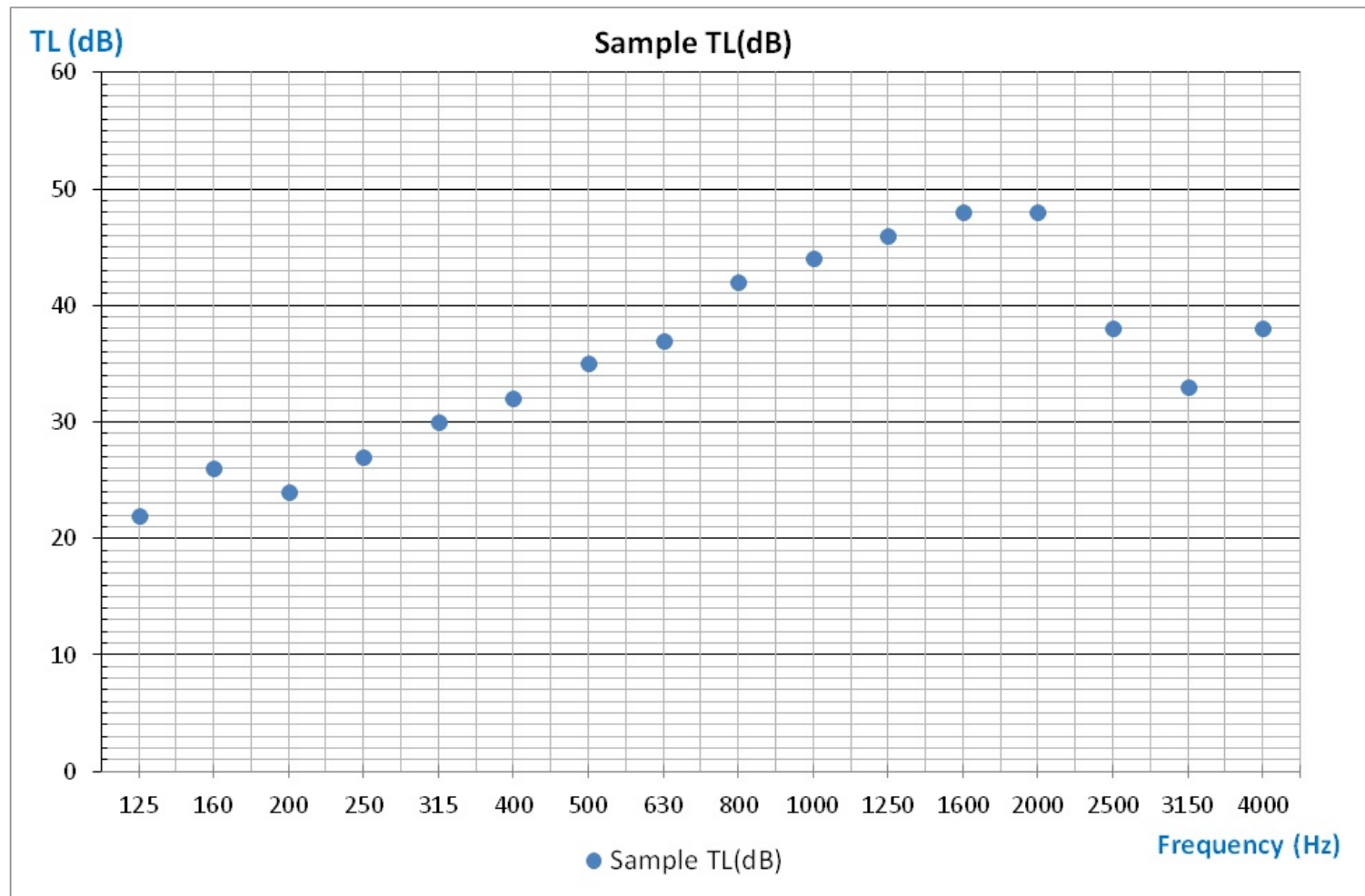
S = พื้นที่ผนังด้านรับเสียง มีหน่วย m^2

A = ค่าดูดกลืนเสียงรวม(total sound absorption) ในห้องรับเสียง มีหน่วย m^2

ตัวอย่างค่า **TL** ของผนังในแถบความถี่ 125 Hz ถึง 4 kHz

Hz	TL
(Hz)	(dB)
125	22
160	26
200	24
250	27
315	30
400	32
500	35
630	37
800	42
1 k	44
1.25 k	46
1.6 k	48
2 k	48
2.5 k	38
3.15 k	33
4 k	38

จาก TL หา STC (Sound Transmission Class) ตาม ASTM E413

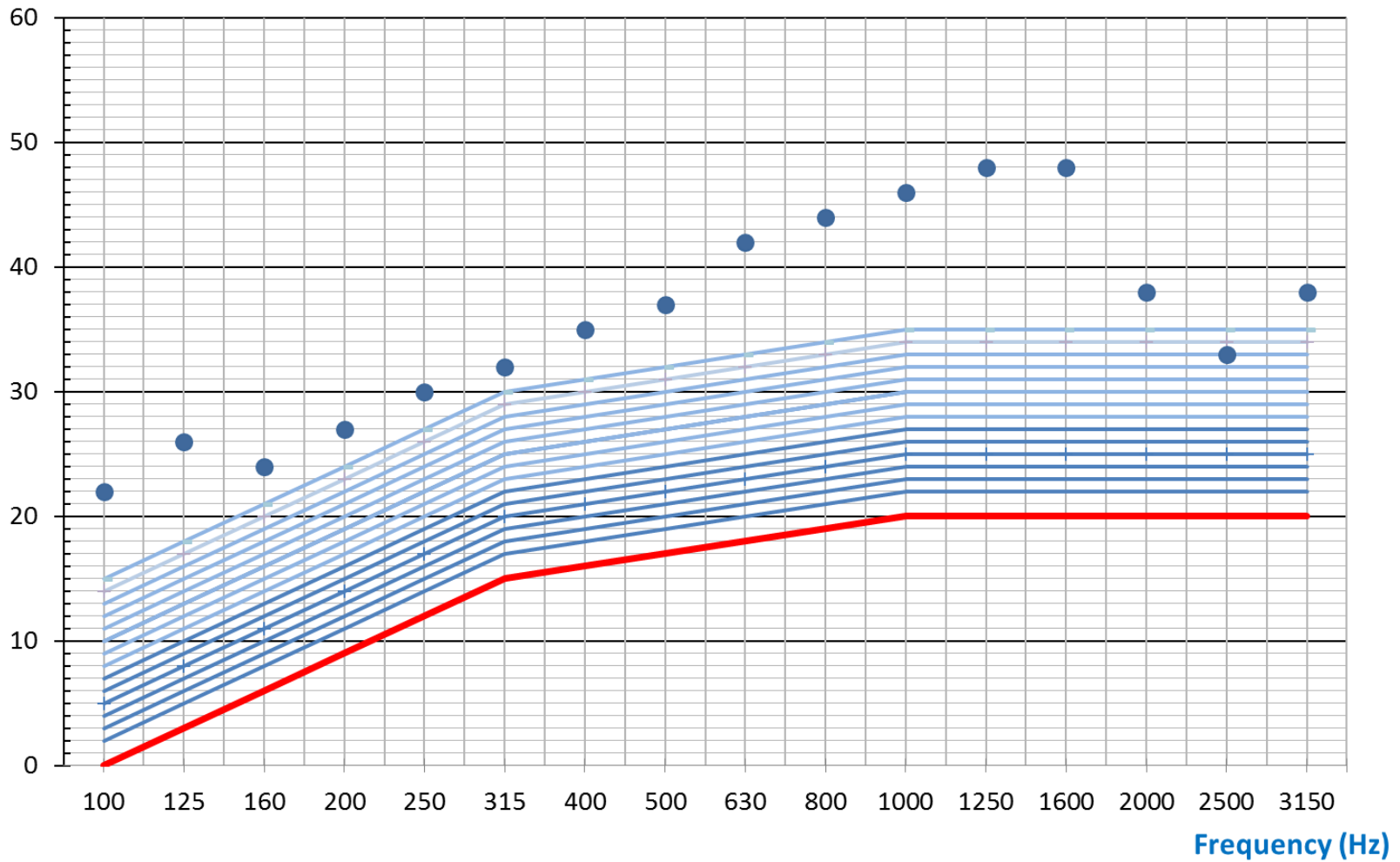


จาก **TL** หา **STC** (Sound Transmission Class) ตาม ASTM E413

ASTM E413 Table 1 Reference values for rating	
Frequency (Hz)	Reference values (dB)
	1/3 octave band
125	-16
160	-13
200	-10
250	-7
315	-4
400	-1
500	0
630	1
800	2
1000	3
1250	4
1600	4
2000	4
2500	4
3150	4
4000	4

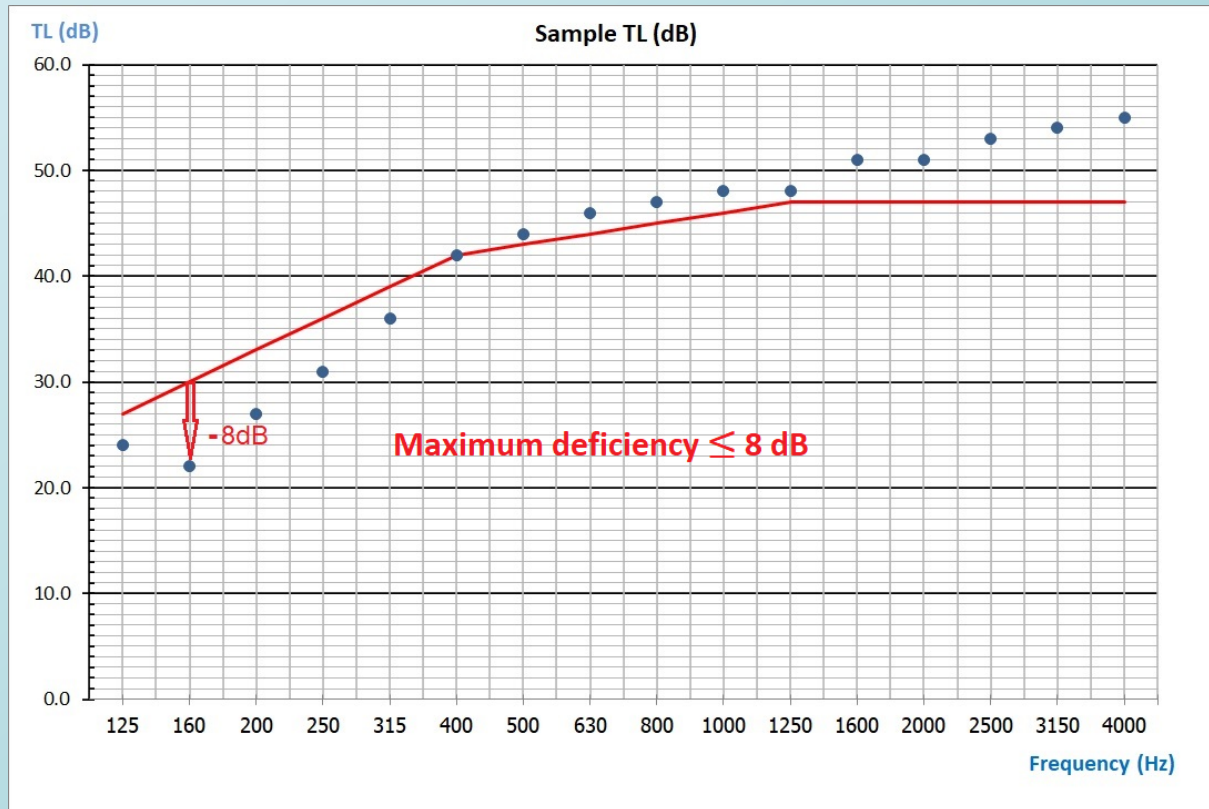
การหา **STC** (Sound Transmission Class)

TL (dB)



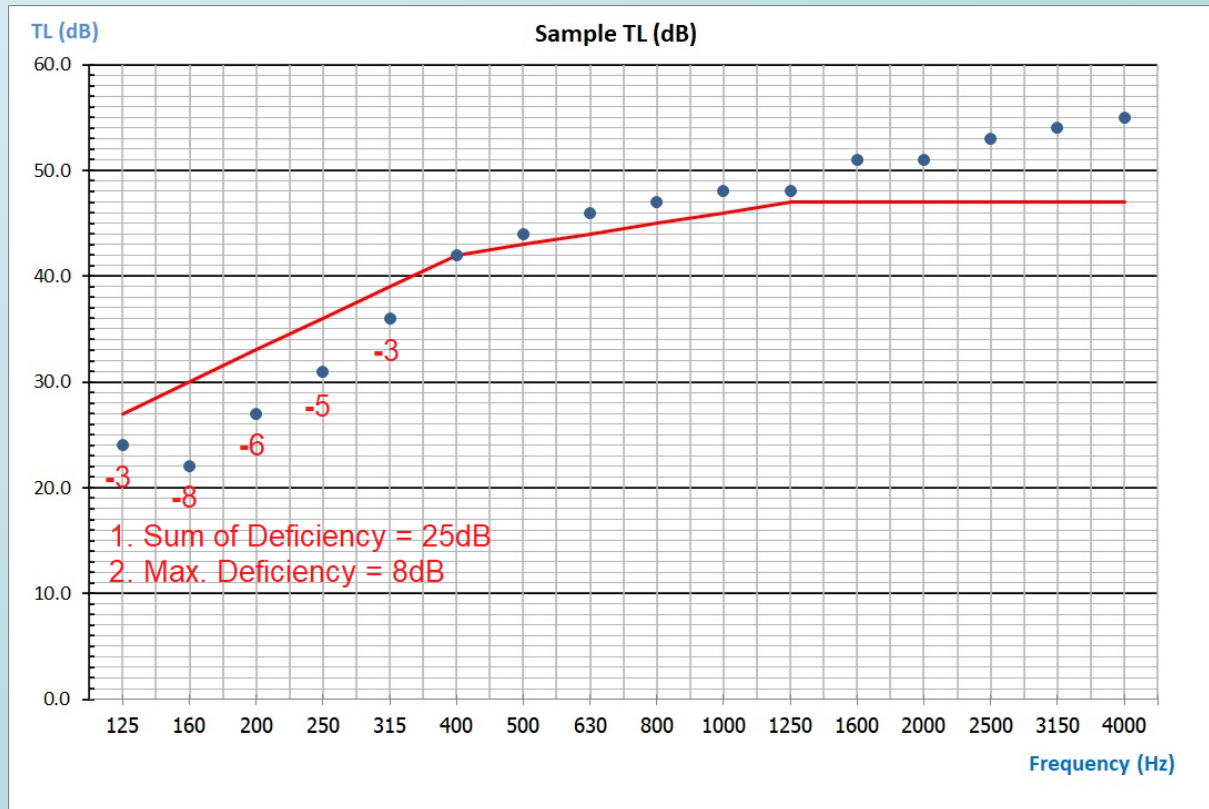
การหา **STC** (Sound Transmission Class)

- ASTM E413:
1. Maximum Deficiency ≤ 8 dB
 2. Sum of deficiency ≤ 32 dB



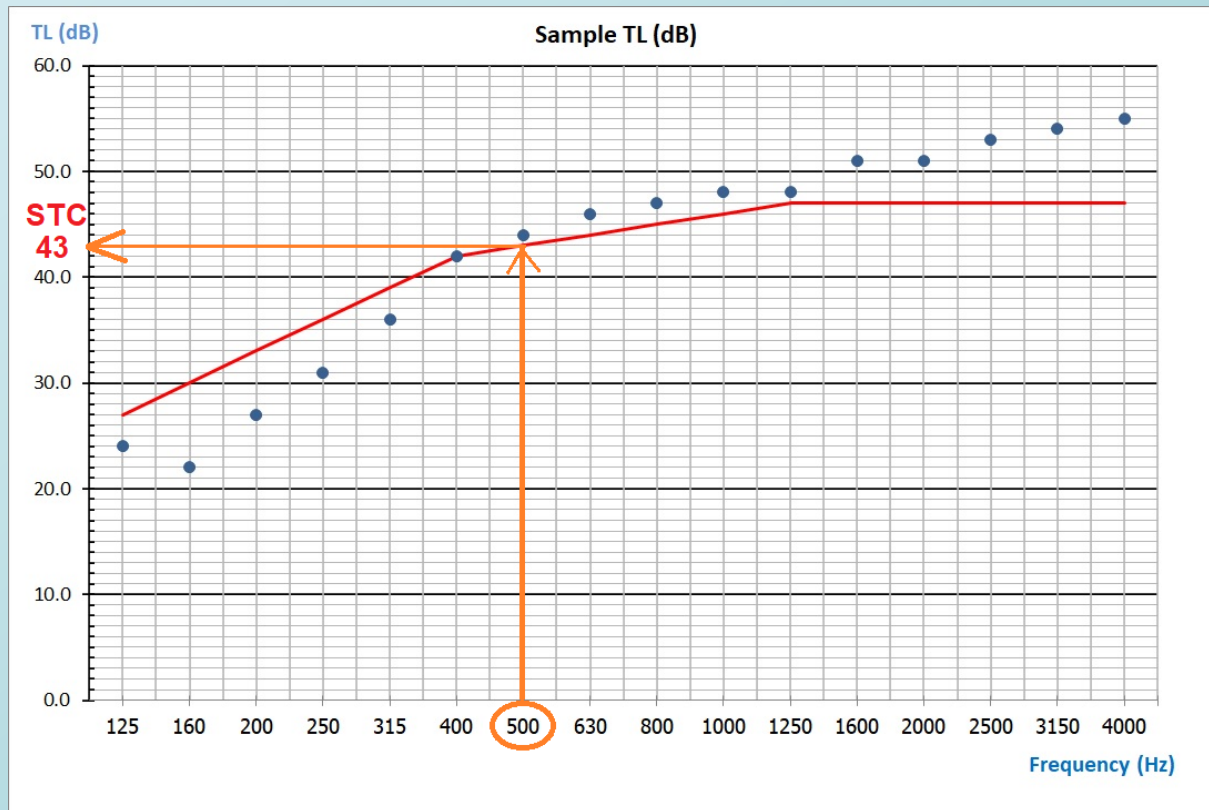
การหา **STC** (Sound Transmission Class)

- ASTM E413:
1. Maximum Deficiency ≤ 8 dB
 2. Sum of deficiency ≤ 32 dB



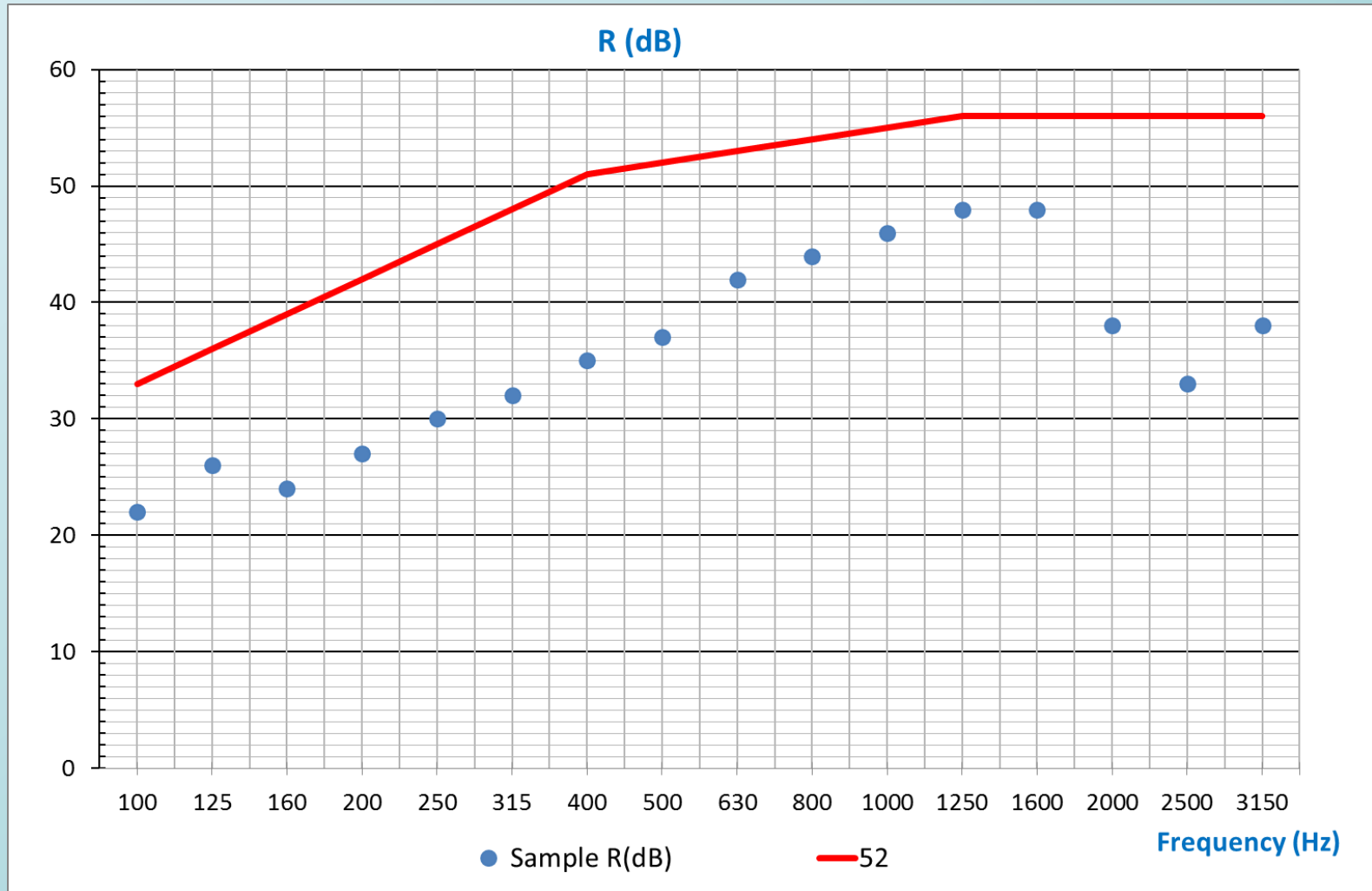
การหา **STC** (Sound Transmission Class)

- ASTM E413:
1. Maximum Deficiency ≤ 8 dB
 2. Sum of deficiency ≤ 32 dB



จากค่า R หาเลข R_w (Weighted Sound Reduction Index) ตาม ISO R717

ค่า ที่ต่ำกว่าเส้นอ้างอิงทุกความถี่รวมกัน ≤ 32 dB

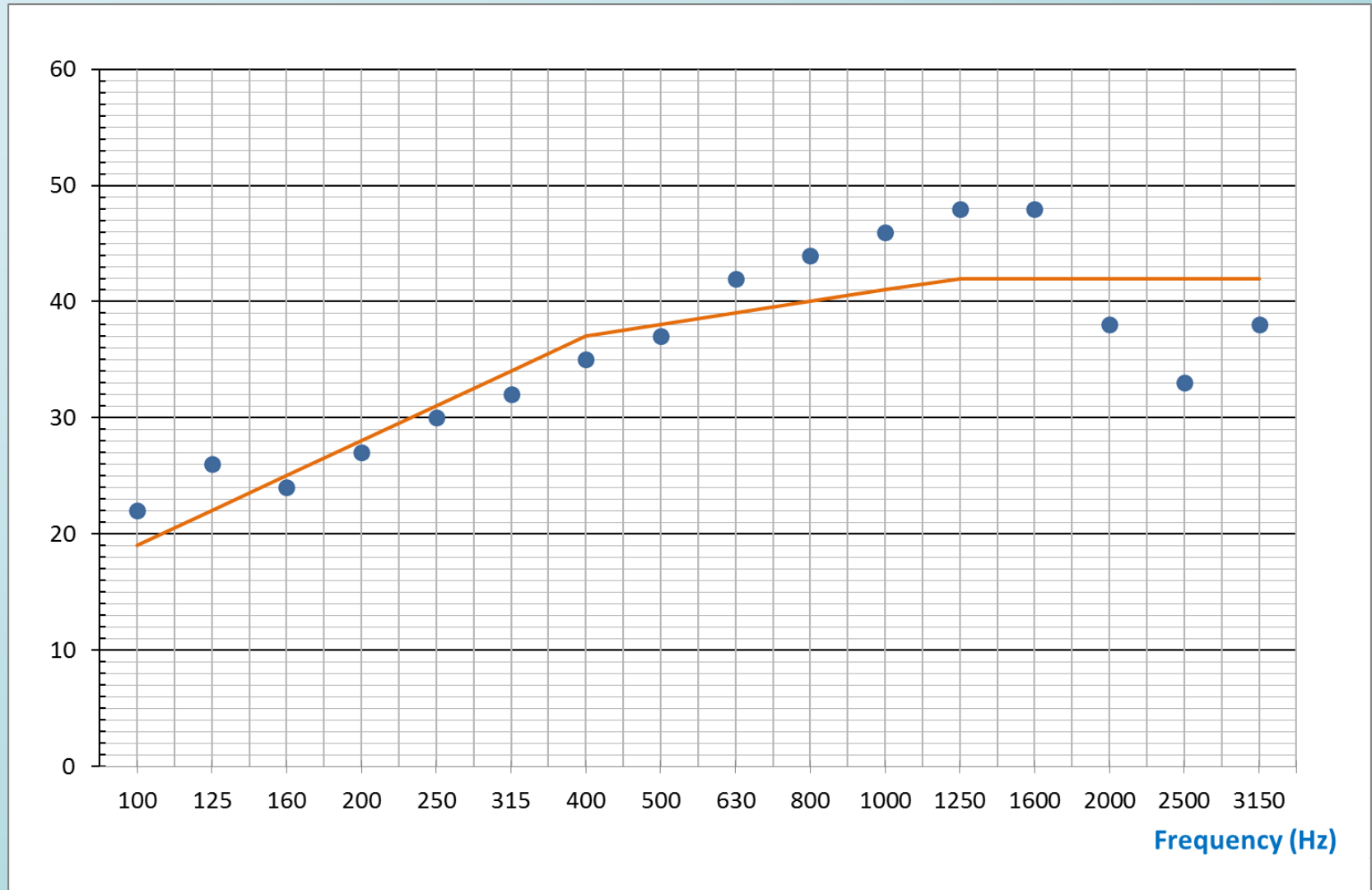


จากค่า R หาเลข R_w (Weighted Sound Reduction Index) ตาม ISO R717

Frequency	R
Hz	dB
100	22
125	26
160	24
200	27
250	30
315	32
400	35
500	37
630	42
800	44
1000	46
1250	48
1600	48
2000	38
2 500	33
3 150	38

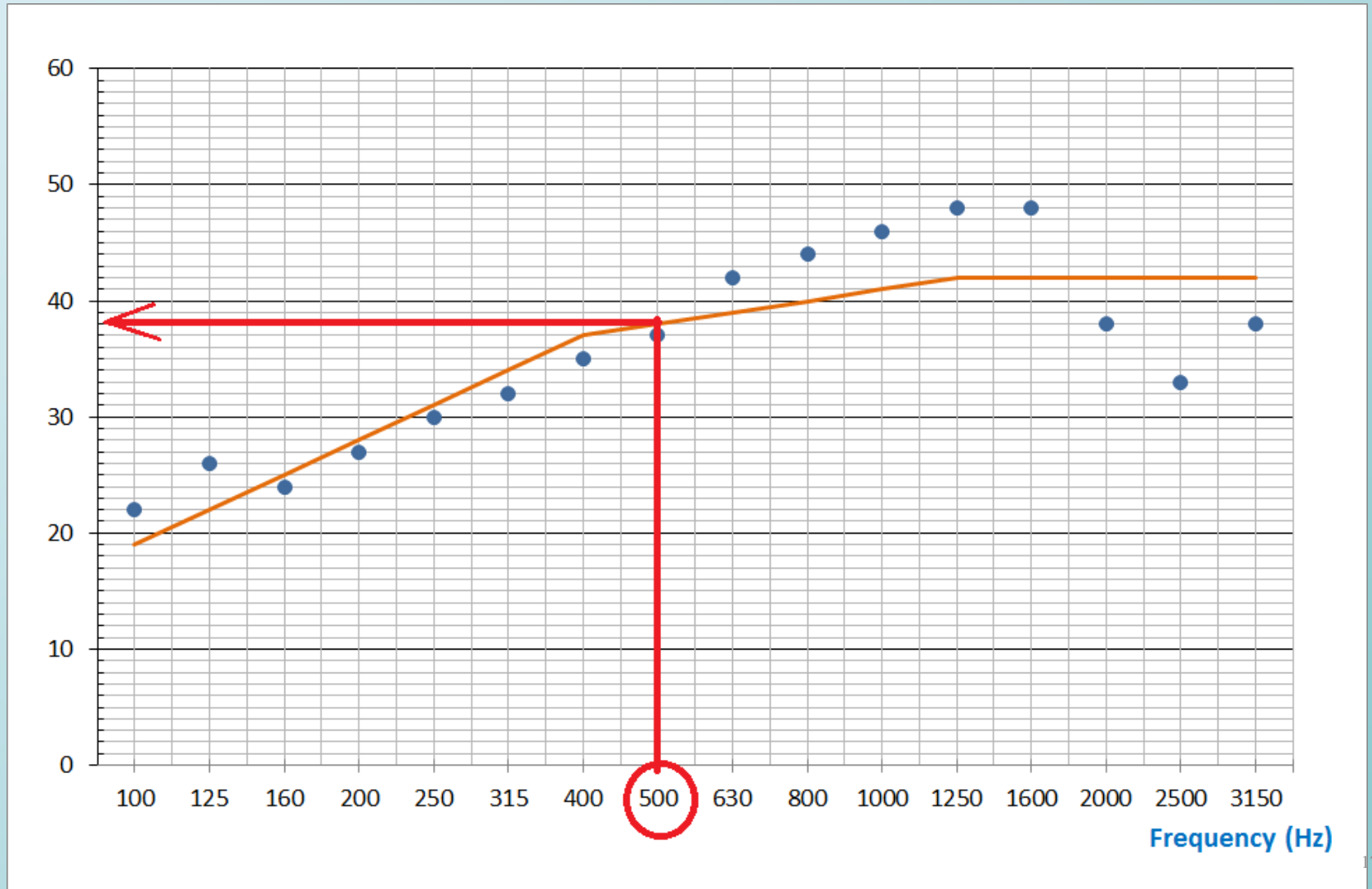
จากค่า R หาเลข R_w (Weighted Sound Reduction Index) ตาม ISO R717

ค่า ที่ต่ำกว่าเส้นอ้างอิงทุกความถี่รวมกัน ≤ 32 dB



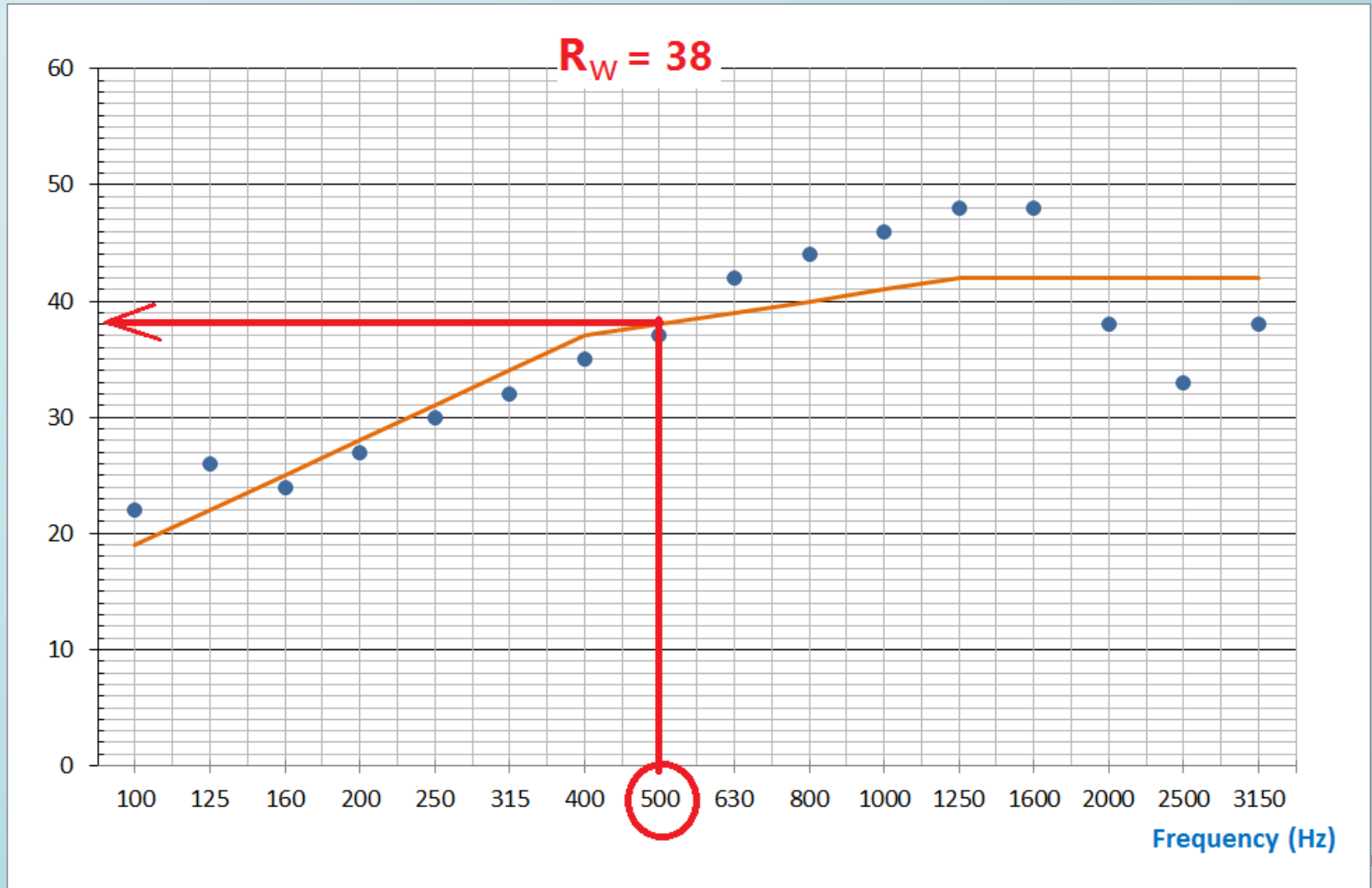
จากค่า R หาเลข R_w (Weighted Sound Reduction Index) ตาม ISO R717

ค่า ที่ต่ำกว่าเส้นอ้างอิงทุกความถี่รวมกัน ≤ 32 dB



จากค่า R หาเลข R_w (Weighted Sound Reduction Index) ตาม ISO R717

ค่า ที่ต่ำกว่าเส้นอ้างอิงทุกความถี่รวมกัน ≤ 32 dB



การหาค่า **TL** หรือ **R** ของผนังอาคารแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้ในห้องทดสอบที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะ และอาจเรียกวิธีนี้ว่า

Double reverberation room method

หรือ

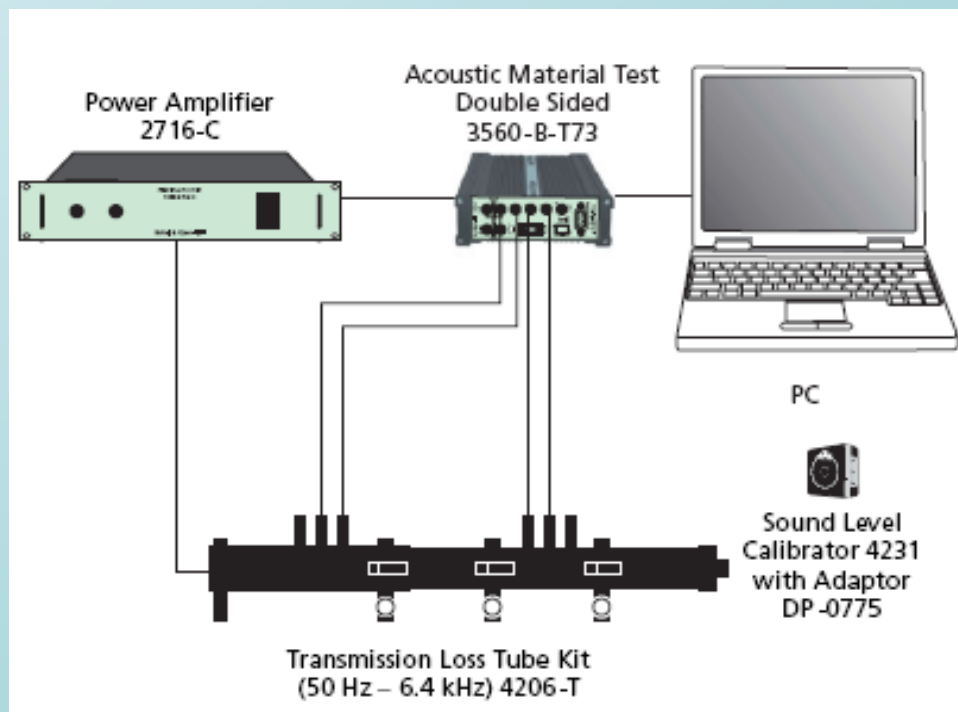
Diffuse sound field Transmission Loss

ค่า **STC** หรือ **R_w** ของผนังจะต้องหาด้วยการทดสอบวิธีนี้

การหาค่า TL ของวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์

ใช้วิธีวัดแบบ Normal incidence sound transmission loss

ASTM E2611 Standard Test Method for Measurement of Normal Incidence Sound Transmission of Acoustical Materials Based on the Transfer Matrix Method

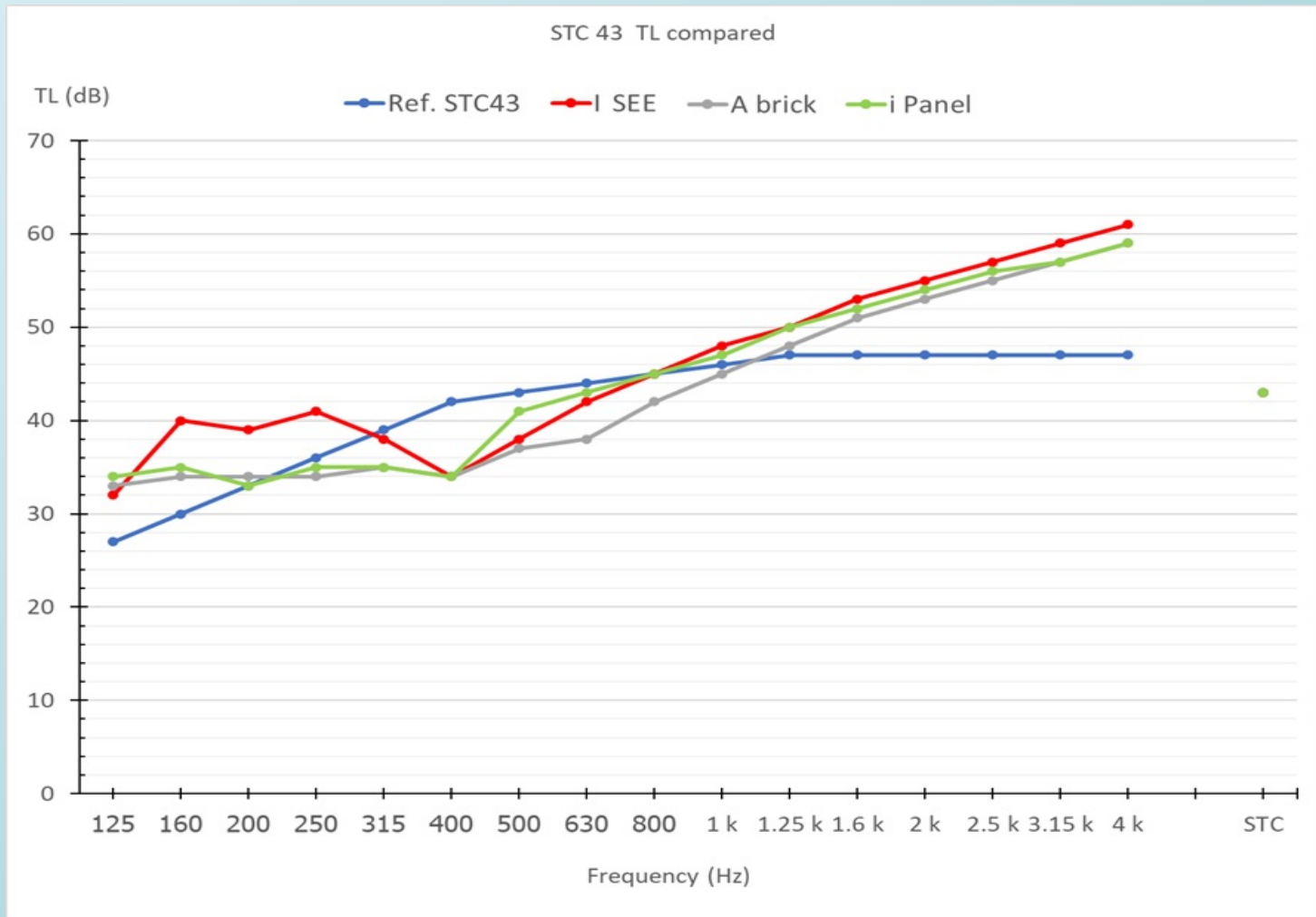


ข้อสังเกตในการนำ TL และ STC ไปใช้

STC	ความรู้สึก
0 - 20	ลดเสียงได้น้อยมาก ไม่มีความเป็นส่วนตัว ได้ยินคำพูดคุยจากห้องข้างๆ
20 - 40	เริ่มมีความเป็นส่วนตัว แต่ยังพอได้ยินคำพูด ข้างห้อง(ทะเลาะมาเบาๆ)
40 - 55	มีความเป็นส่วนตัวปานกลาง กันเสียงพูด คุยดังระดับปกติได้ แต่ยังได้ยินเสียงพูดที่ดัง
55 - 65	มีความเป็นส่วนตัวดี ไม่ได้ยินเสียงพูด ได้ยินเสียงที่ดัง เช่น เสียงเล่นดนตรี
70	ยังพอได้ยินเสียงที่ดังมาก เช่น เสียงเล่นดนตรี

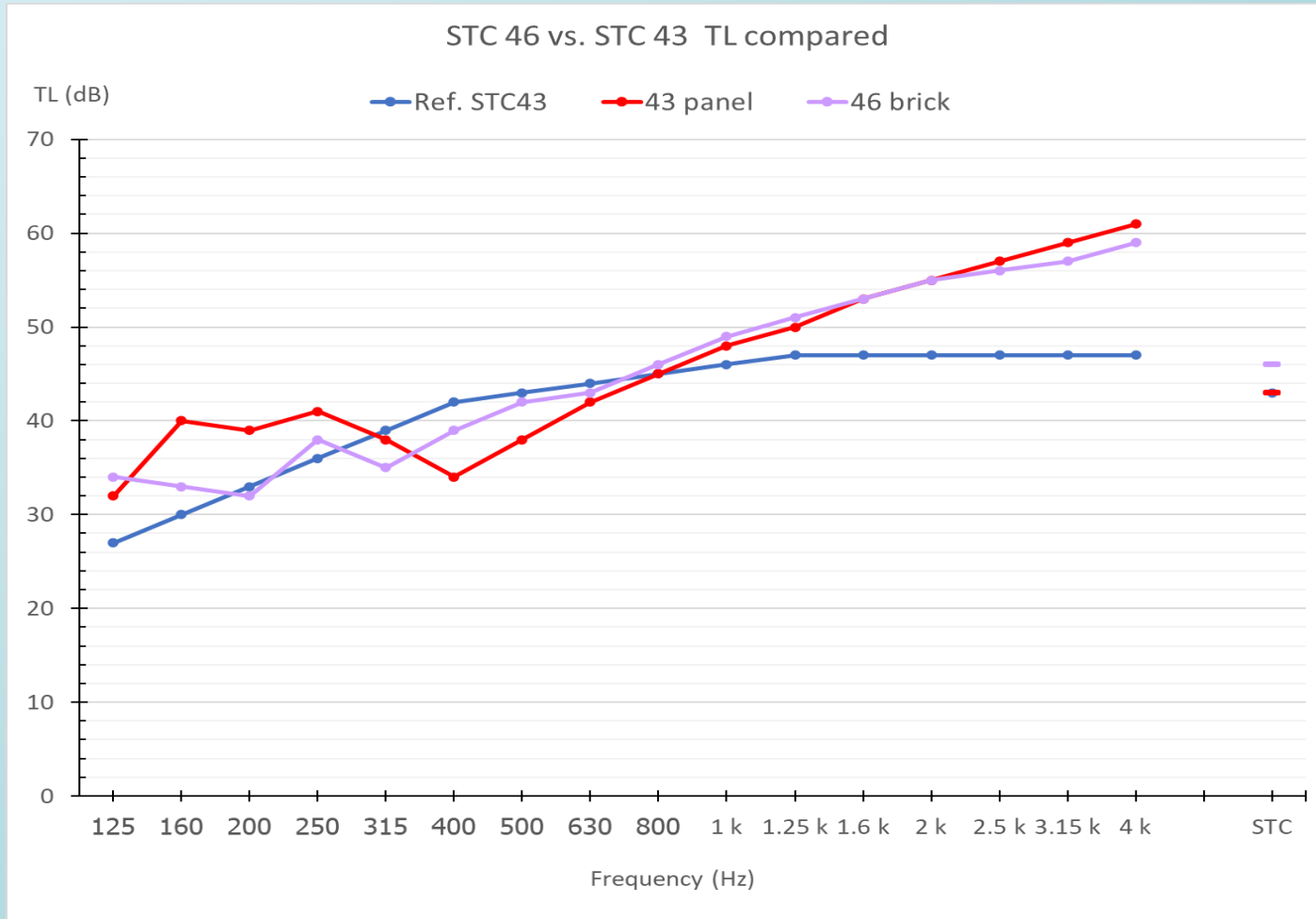
ข้อสังเกตในการนำ TL และ STC ไปใช้

ค่า STC เท่ากัน แต่ค่า TL ของแต่ละความถี่ไม่เท่ากัน



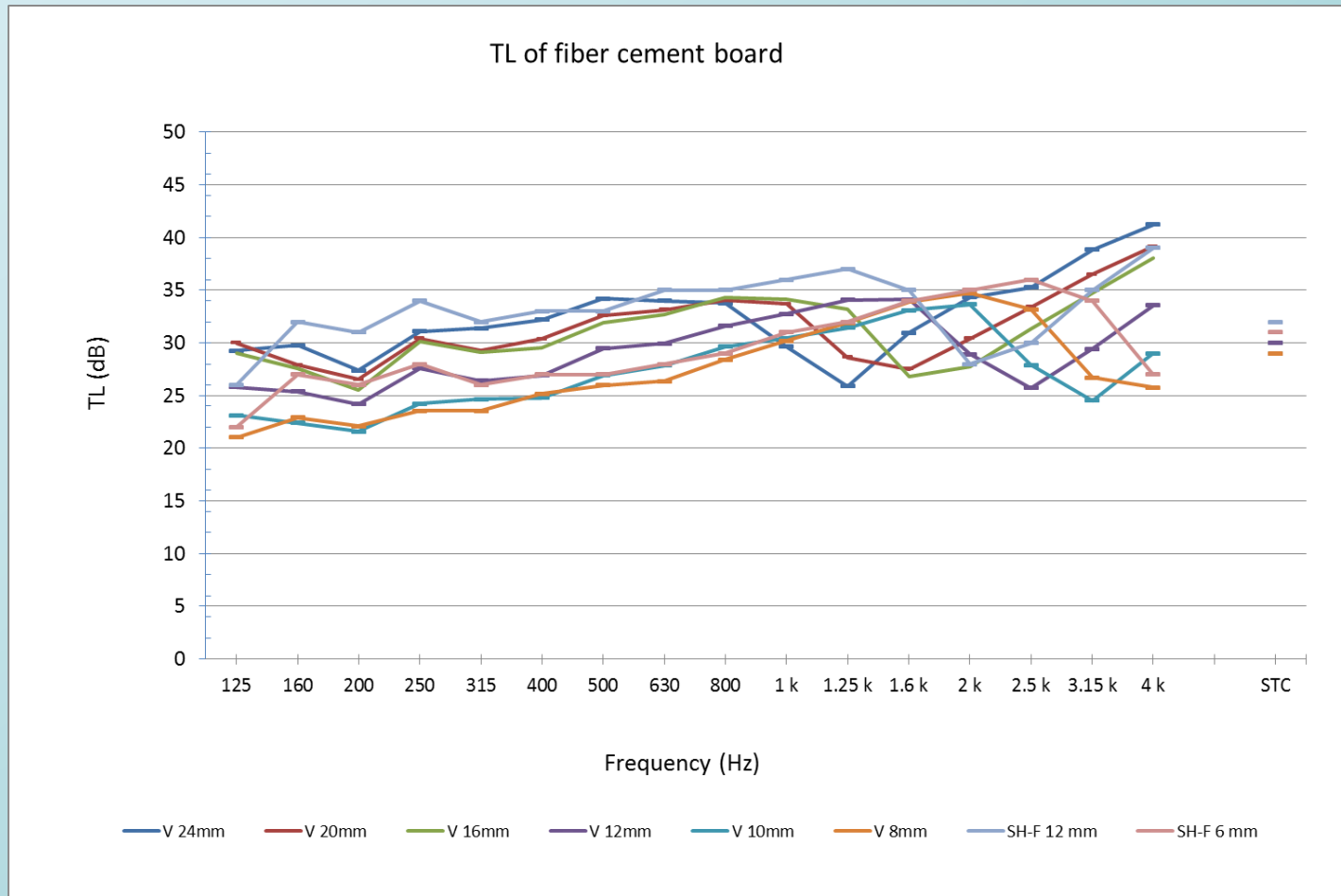
ข้อสังเกตในการนำ TL และ STC ไปใช้

ค่า STC มากกว่า แต่ค่า TL บางความถี่ต่ำกว่า



ข้อสังเกตในการนำ TL และ STC ไปใช้

TL และ STC ของแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์



ข้อสังเกตในการนำ TL และ STC ไปใช้

F_c (ความถี่วิกฤต)

Frequency	Fiber cement board TL (dB)							
(Hz)	V 24mm	V 20mm	V 16mm	V 12mm	V 10mm	V 8mm	SH-F 12 mm	SH-F 6 mm
125	29	30	29	26	23	21	26	22
160	30	28	28	25	22	23	32	27
200	27	27	25	24	22	22	31	26
250	31	30	30	28	24	24	34	28
315	31	29	29	26	25	24	32	26
400	32	30	30	27	25	25	33	27
500	34	33	32	29	27	26	33	27
630	34	33	33	30	28	26	35	28
800	34	34	34	32	30	28	35	29
1 k	30	34	34	33	30	30	36	31
1.25 k	26	29	33	34	31	32	37	32
1.6 k	31	28	27	34	33	34	35	34
2 k	34	30	28	29	34	35	28	35
2.5 k	35	33	31	26	28	33	30	36
3.15 k	39	37	35	29	25	27	35	34
4 k	41	39	38	34	29	26	39	27
STC	30	32	31	30	29	29	32	31
Max Deficiency	7	8	8	8	8	7	8	8
Sum Deficiency	11	26	21	22	29	30	16	32

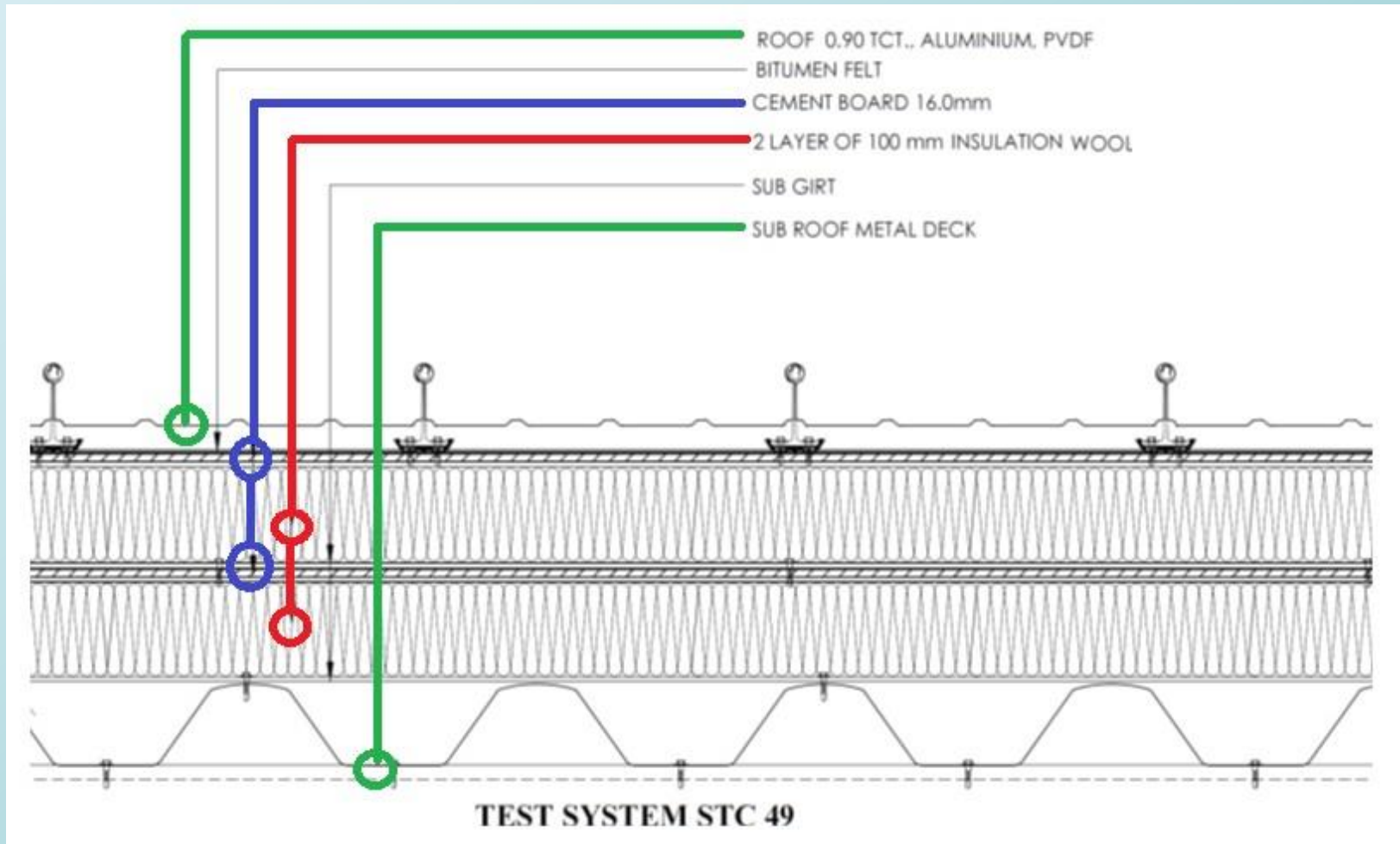
ข้อสังเกตในการนำ TL และ STC ไปใช้

Metal Sheet Roof



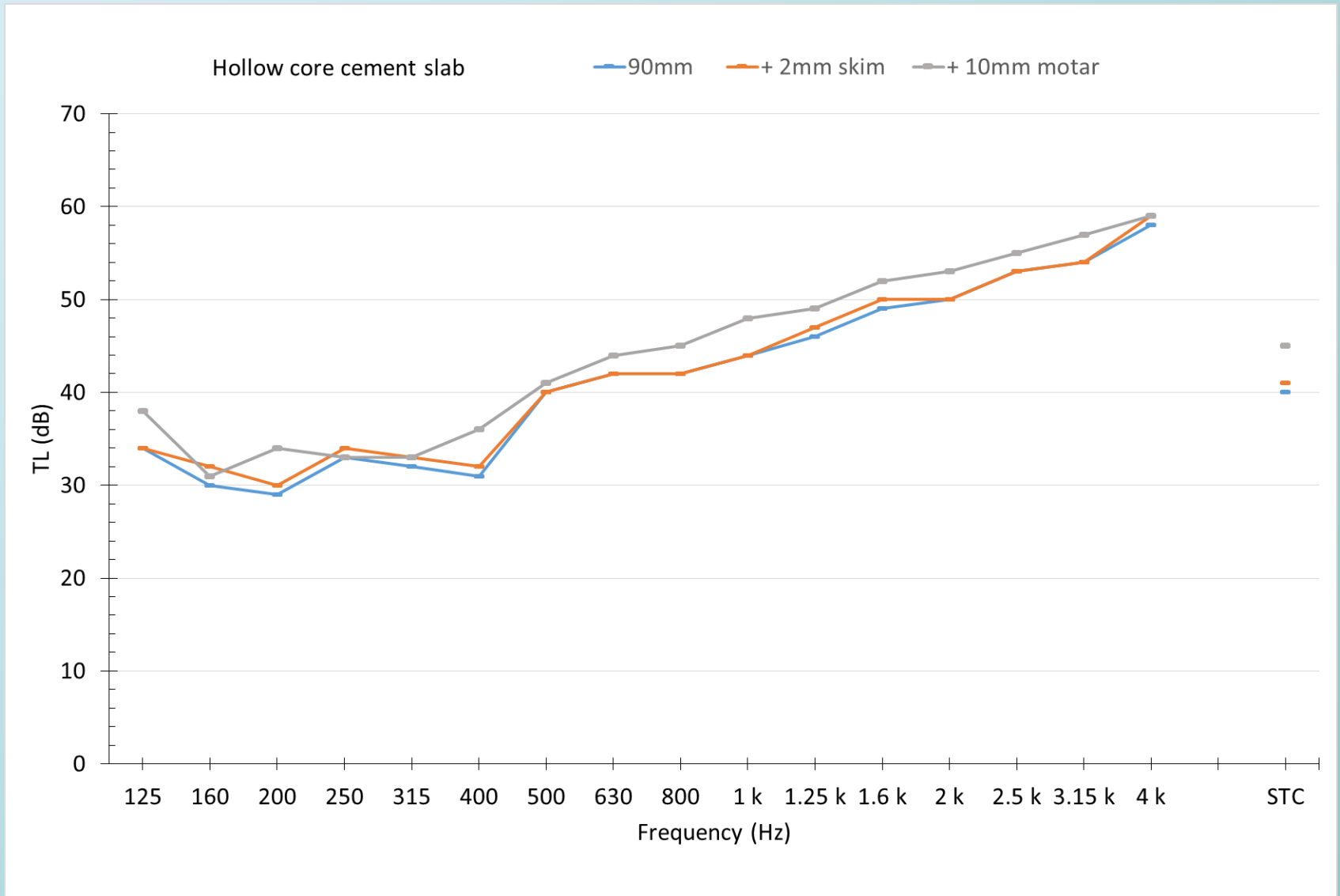
Frequency (Hz)	TL (dB)	TL (dB)
125	19	19
160	17	16
200	16	14
250	19	17
315	20	18
400	20	19
500	21	19
630	22	21
800	23	22
1000	23	24
1250	23	24
1600	20	25
2000	20	24
2500	24	22
3150	26	22
4000	28	24
STC	22	22

ข้อสังเกตในการนำ TL และ STC ไปใช้



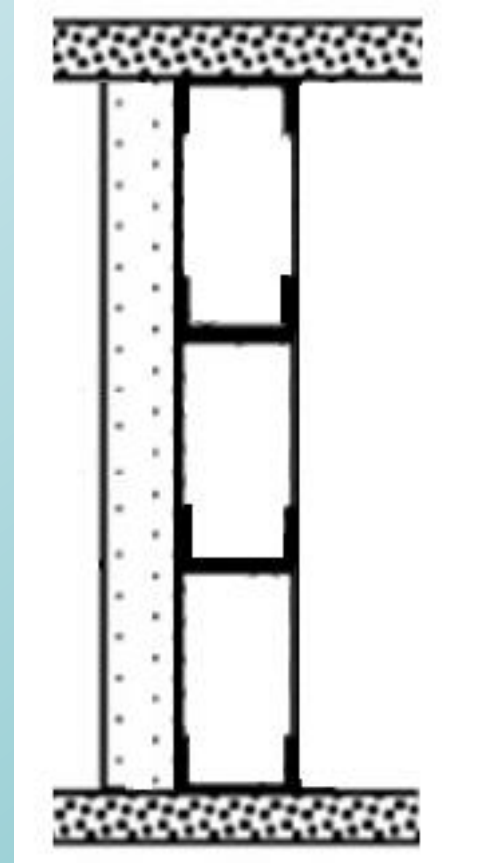
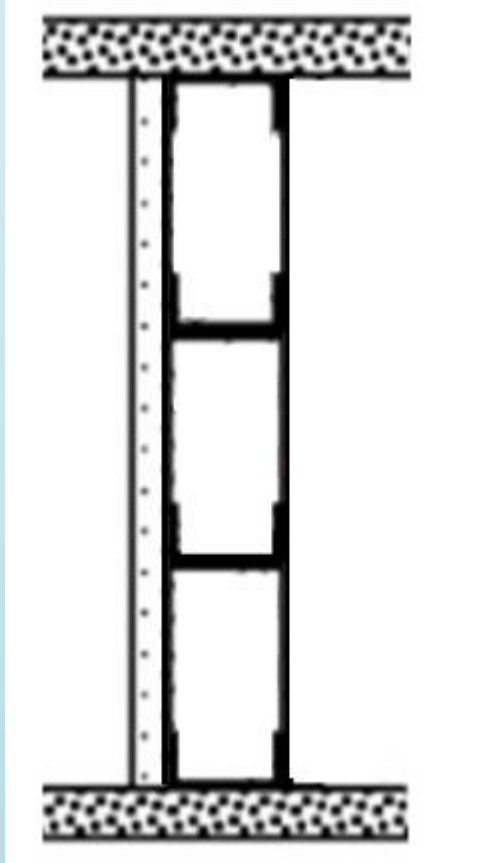
การเพิ่มค่า TL ของผนัง

ตัวอย่างค่า TL ของผนังคอนกรีต ฉาบบาง และ ฉาบหนา



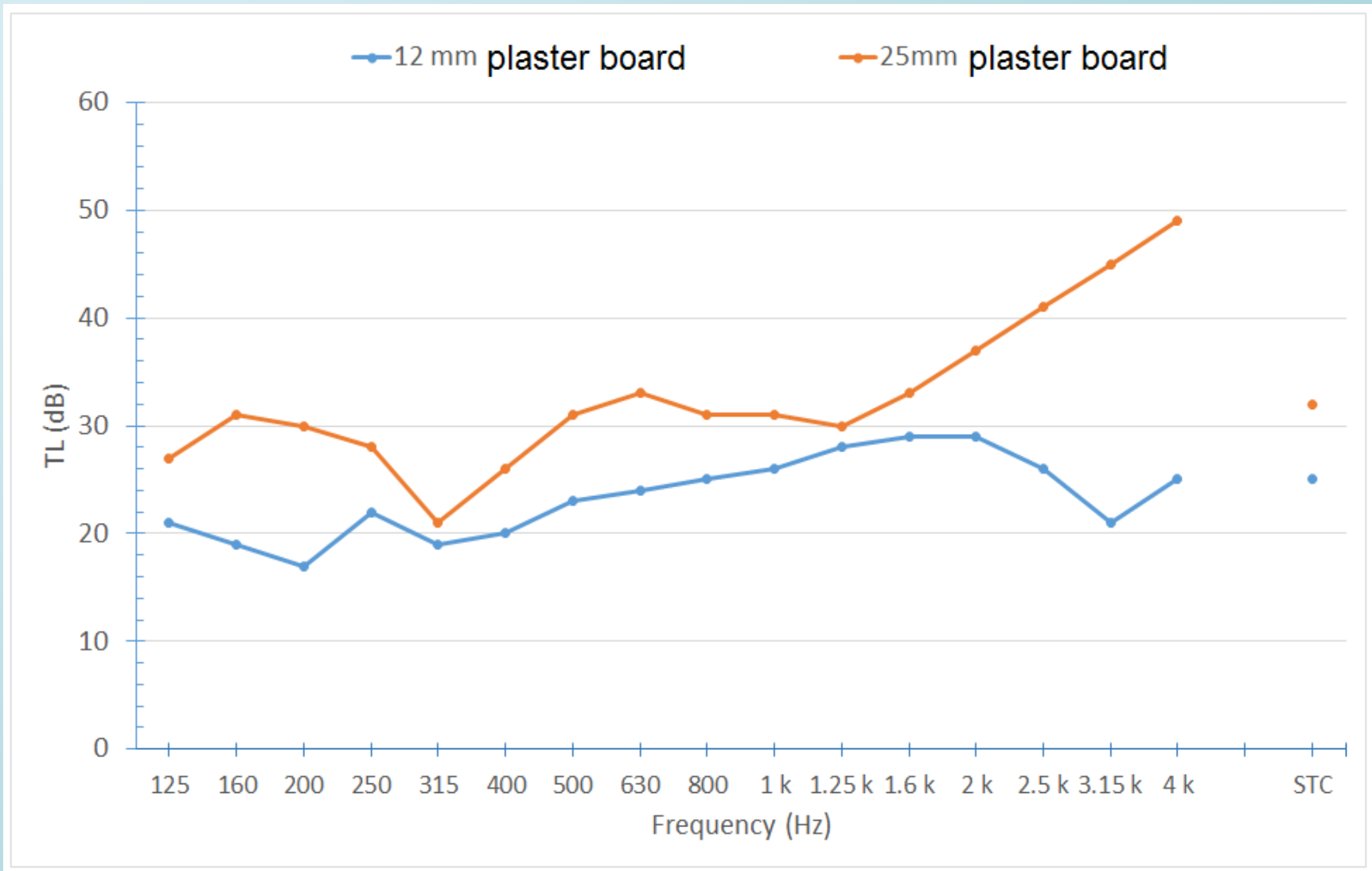
การเพิ่มค่า TL ของผนัง

ผนังชั้นเดียวหนา 2 เท่า



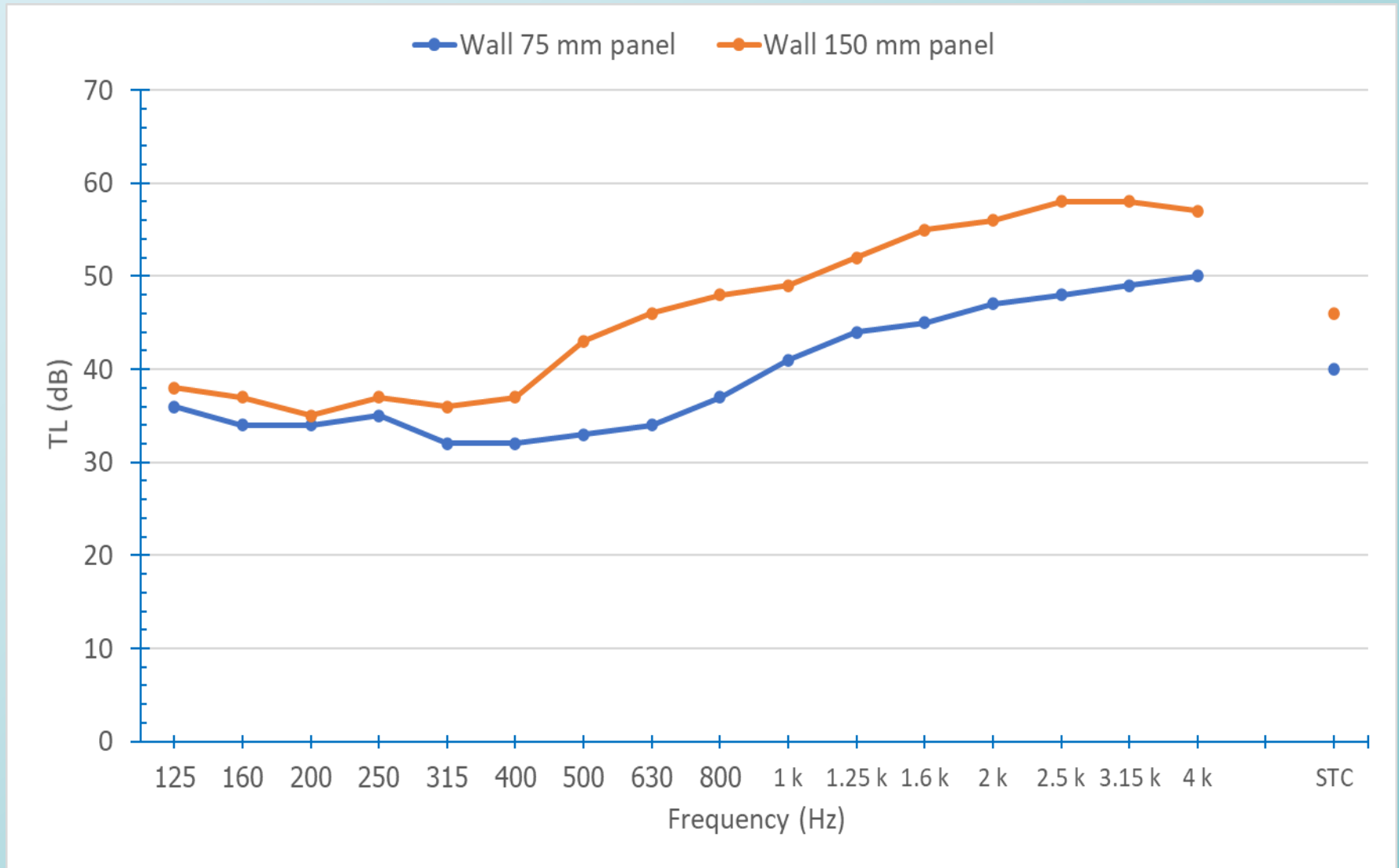
การเพิ่มค่า TL ของผนัง

ตัวอย่างค่า TL ของผนังชั้นเดียวหนา 2 เท้า



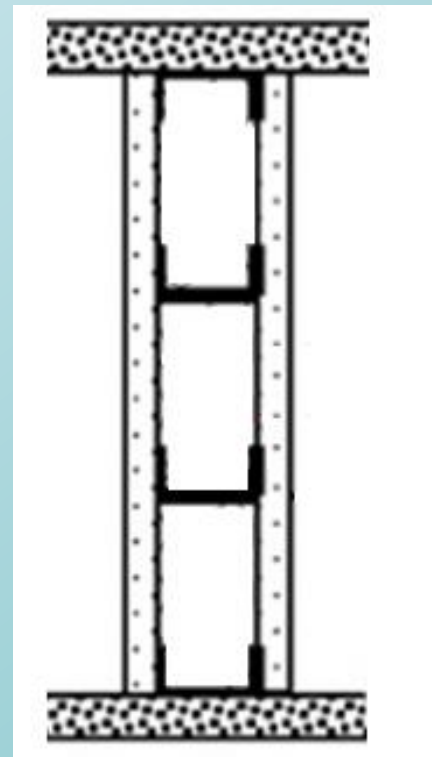
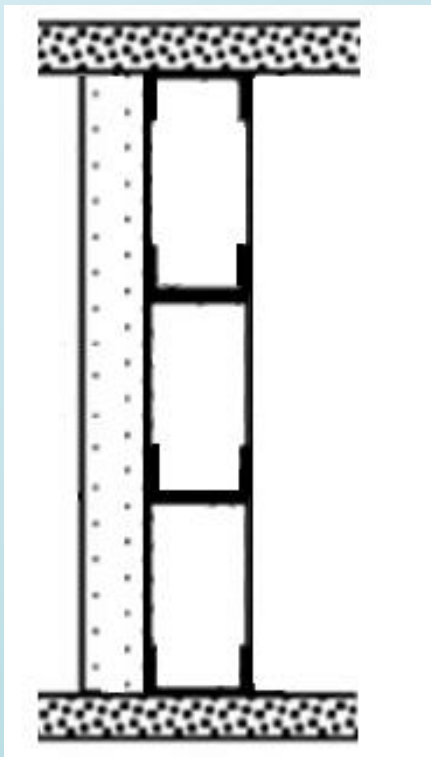
การเพิ่มค่า TL ของผนัง

ตัวอย่างค่า TL ของผนังชั้นเดียวหนา 2 เท้า



การเพิ่มค่า TL ของผนัง

ผนัง 1 ด้าน เทียบกับ 2 ด้าน ที่มีความหนารวมเท่ากัน



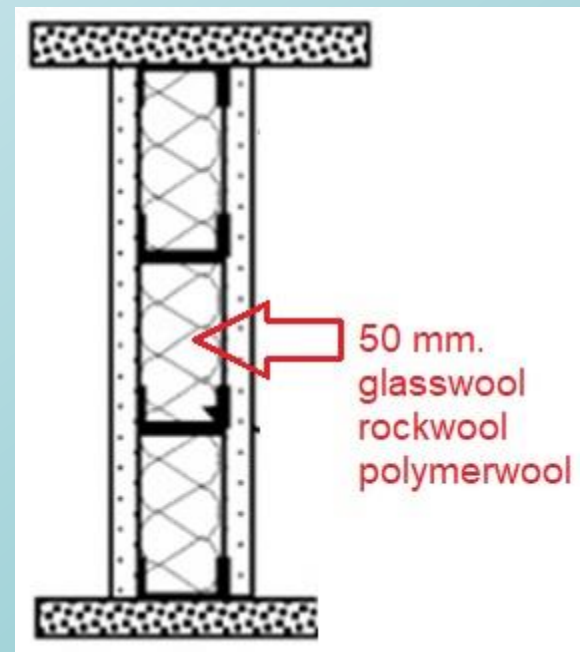
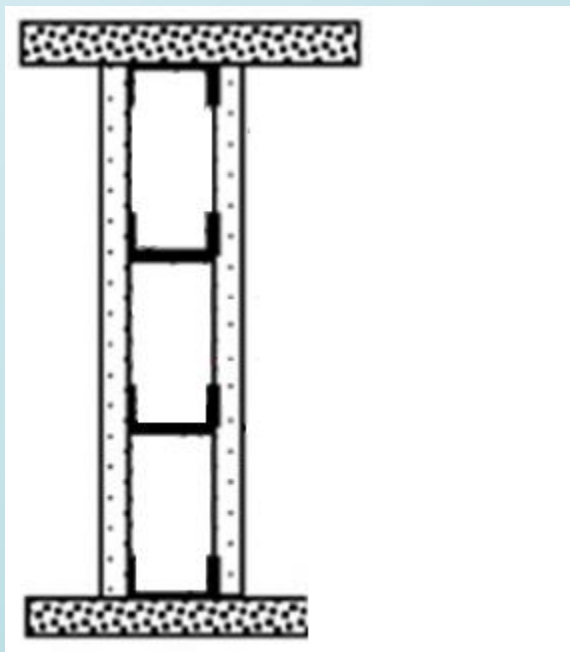
การเพิ่มค่า TL ของผนัง

ตัวอย่างค่า TL ของผนัง 1 ด้าน เทียบกับ 2 ด้าน ที่มีความหนารวมเท่ากัน

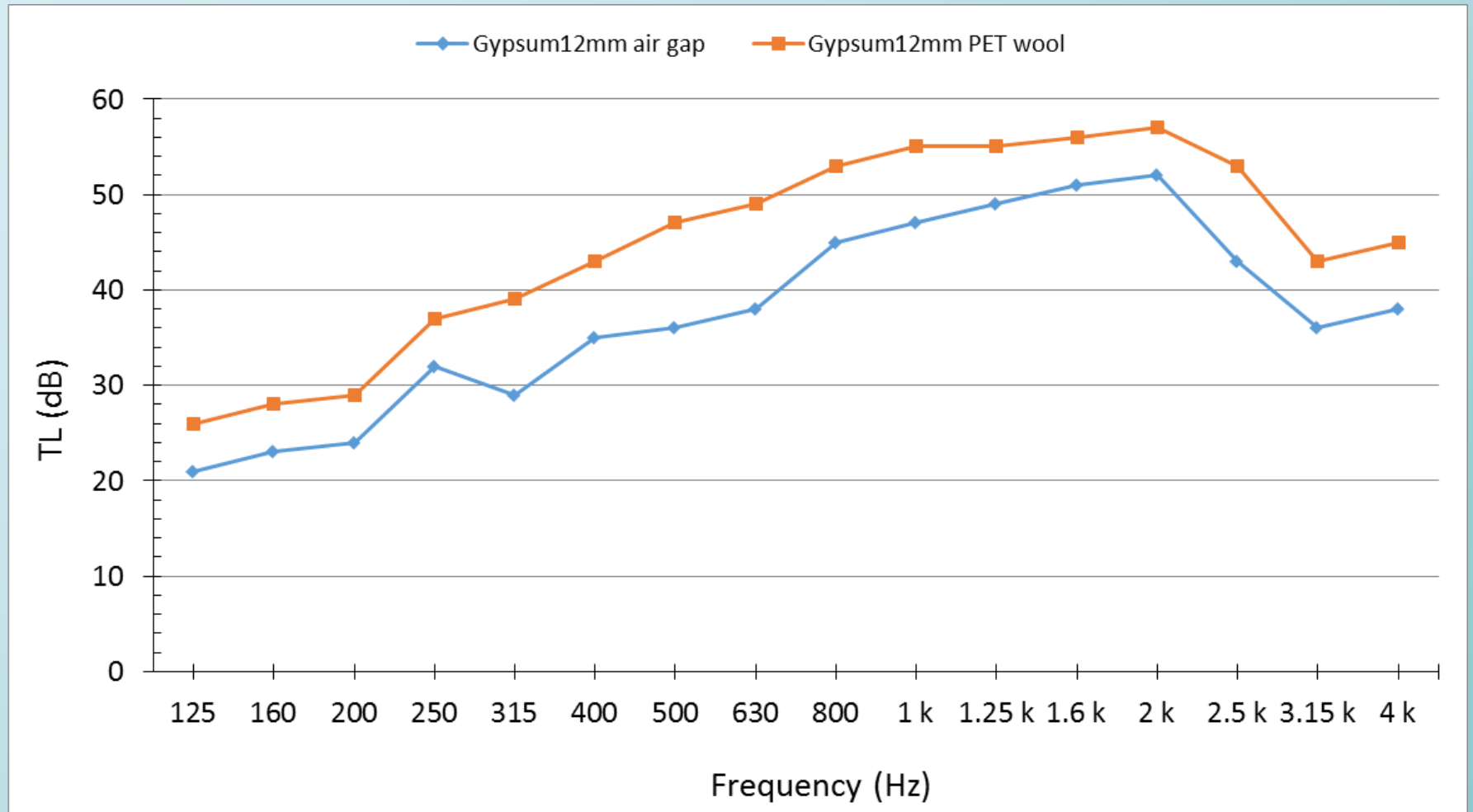


การเพิ่มค่า TL ของผนัง

การใส่วัสดุดูดกลืนเสียงชนิดเส้นใยไว้ในช่องว่างระหว่างผนัง 2 ด้าน



การเพิ่มค่า TL ของผนัง



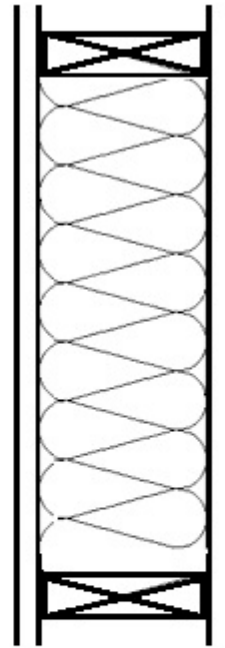
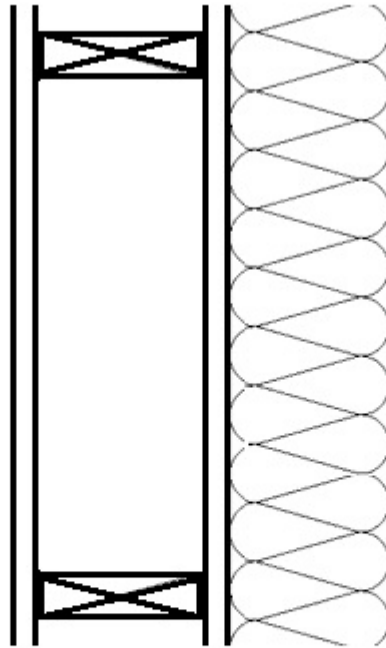
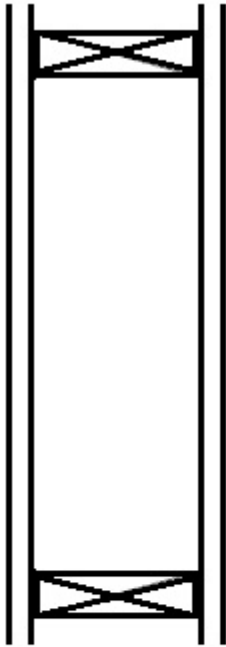
การเพิ่มค่า TL ของผนัง

การใส่วัสดุดูดกลืนเสียงชนิดเส้นใยไว้ในช่องว่างระหว่างผนัง 2 ด้าน



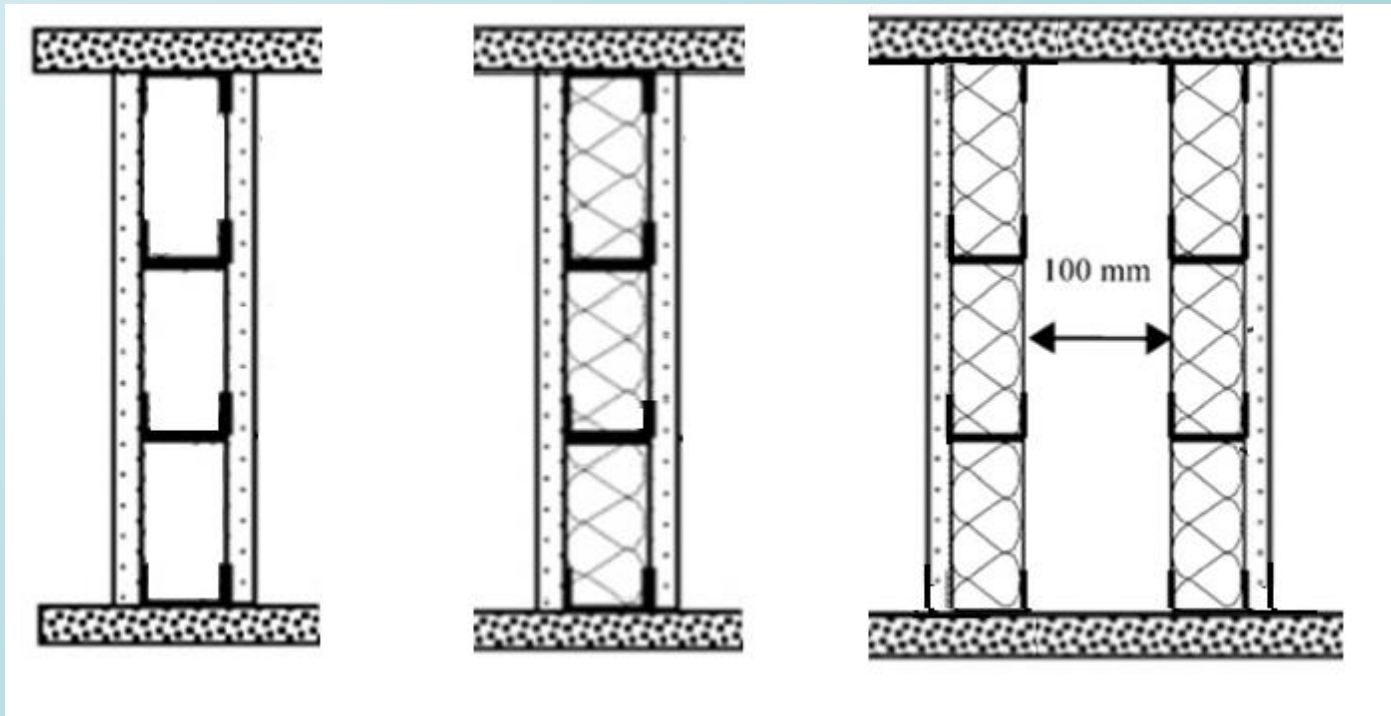
Hz	TL
125	44
160	40
200	36
250	42
315	44
400	40
500	43
630	44
800	46
1 k	49
1.25 k	52
1.6 k	55
2 k	57
2.5 k	58
3.15 k	60
4 k	62
STC	48
Max Deficiency	7
Sum Deficiency	25

การใส่วัสดุดูดกลืนเสียงในระบบผนังเพื่อเพิ่มการกันเสียงของผนัง



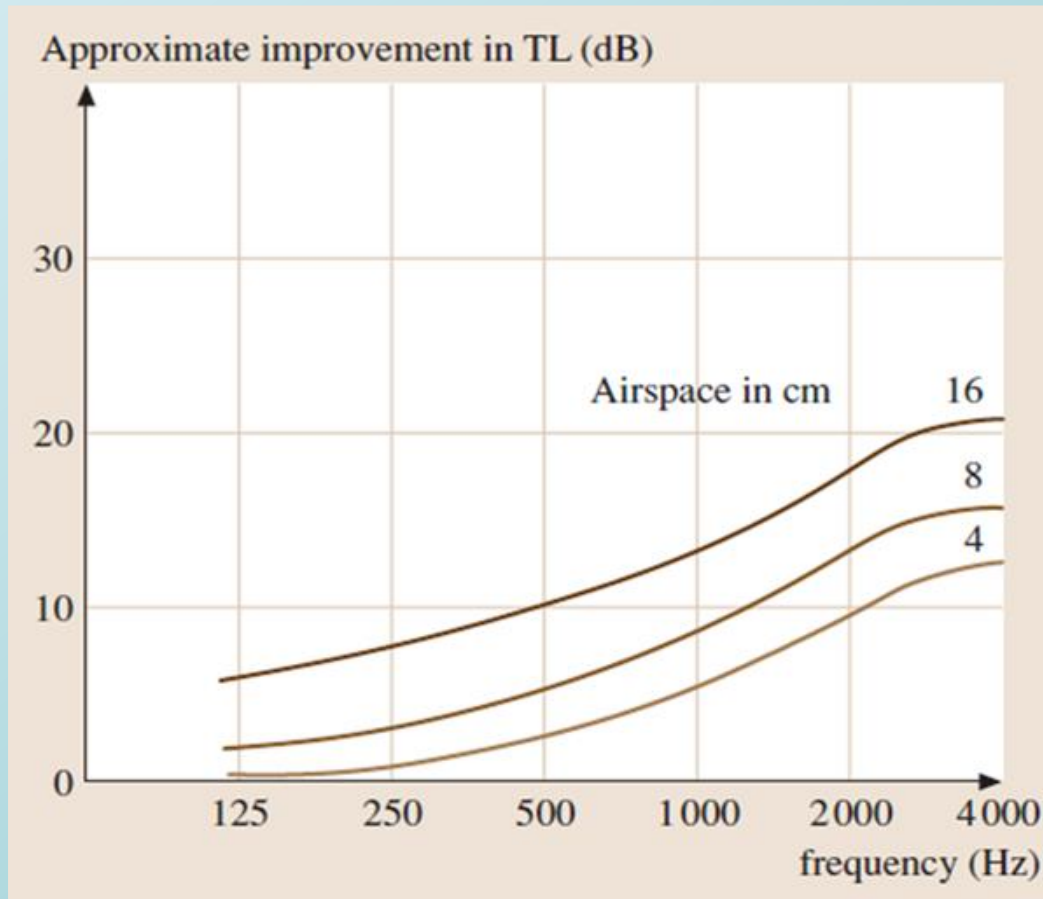
การเพิ่มค่า TL ของผนัง

เพิ่มช่องว่างระหว่างผนัง 2 ด้าน

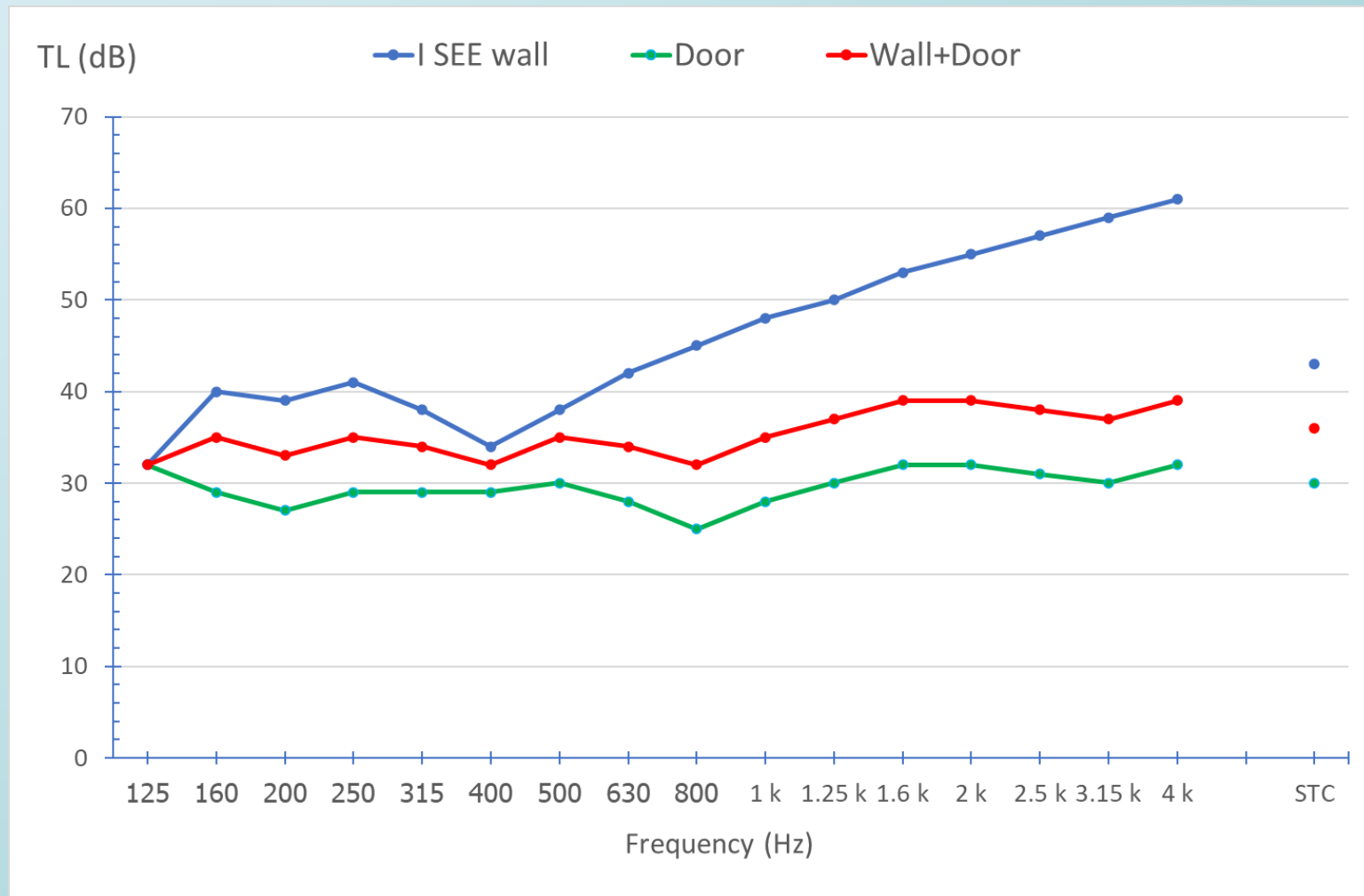


การเพิ่มค่า TL ของผนัง

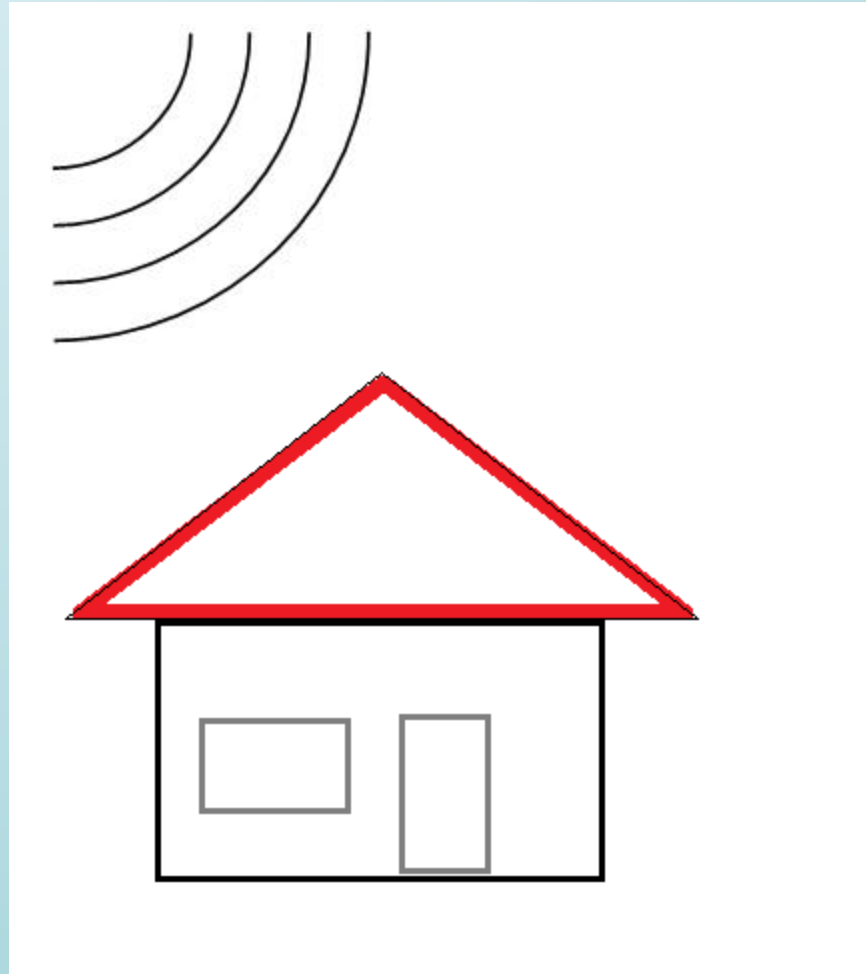
ค่า ที่เพิ่มขึ้นจากช่องว่างระหว่างผนัง 2 ด้าน



ค่า TL รวมของผนังที่ประกอบด้วยผนังที่มีค่า TL ต่างกัน



ค่า TL ของหลังคา

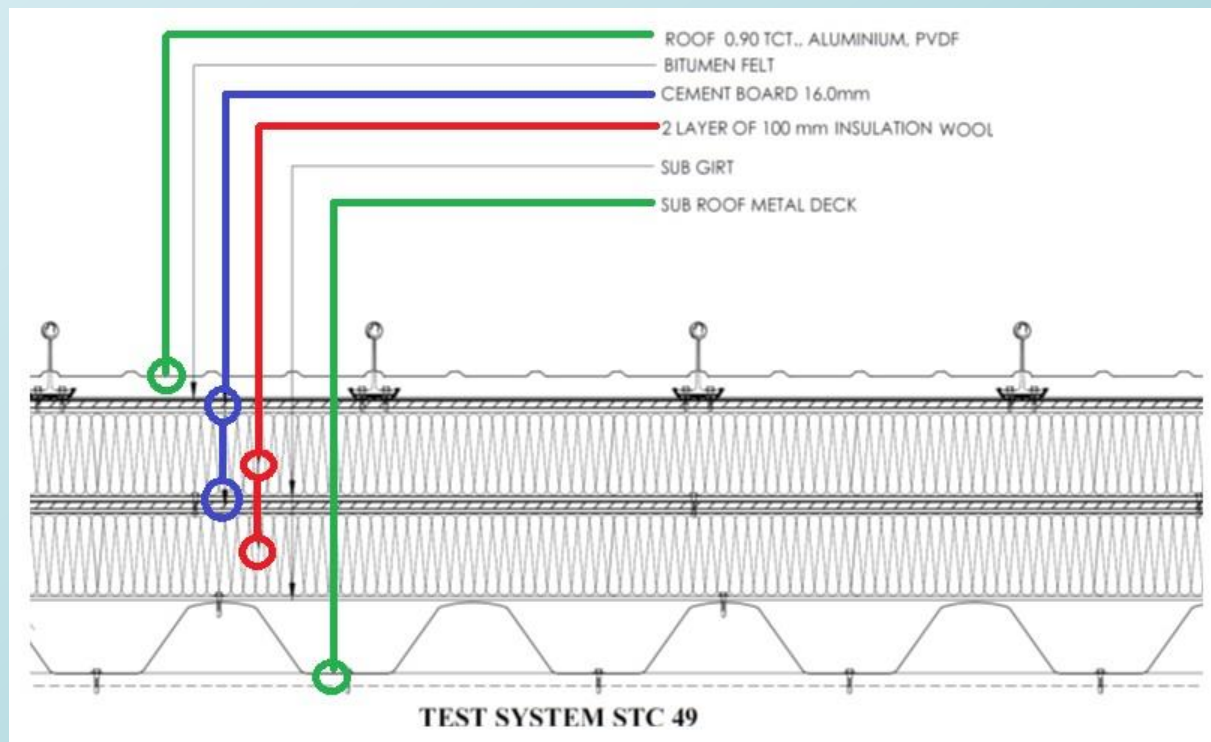


Metal Sheet Roof



Frequency (Hz)	TL (dB)	TL (dB)
125	19	19
160	17	16
200	16	14
250	19	17
315	20	18
400	20	19
500	21	19
630	22	21
800	23	22
1000	23	24
1250	23	24
1600	20	25
2000	20	24
2500	24	22
3150	26	22
4000	28	24
STC	22	22

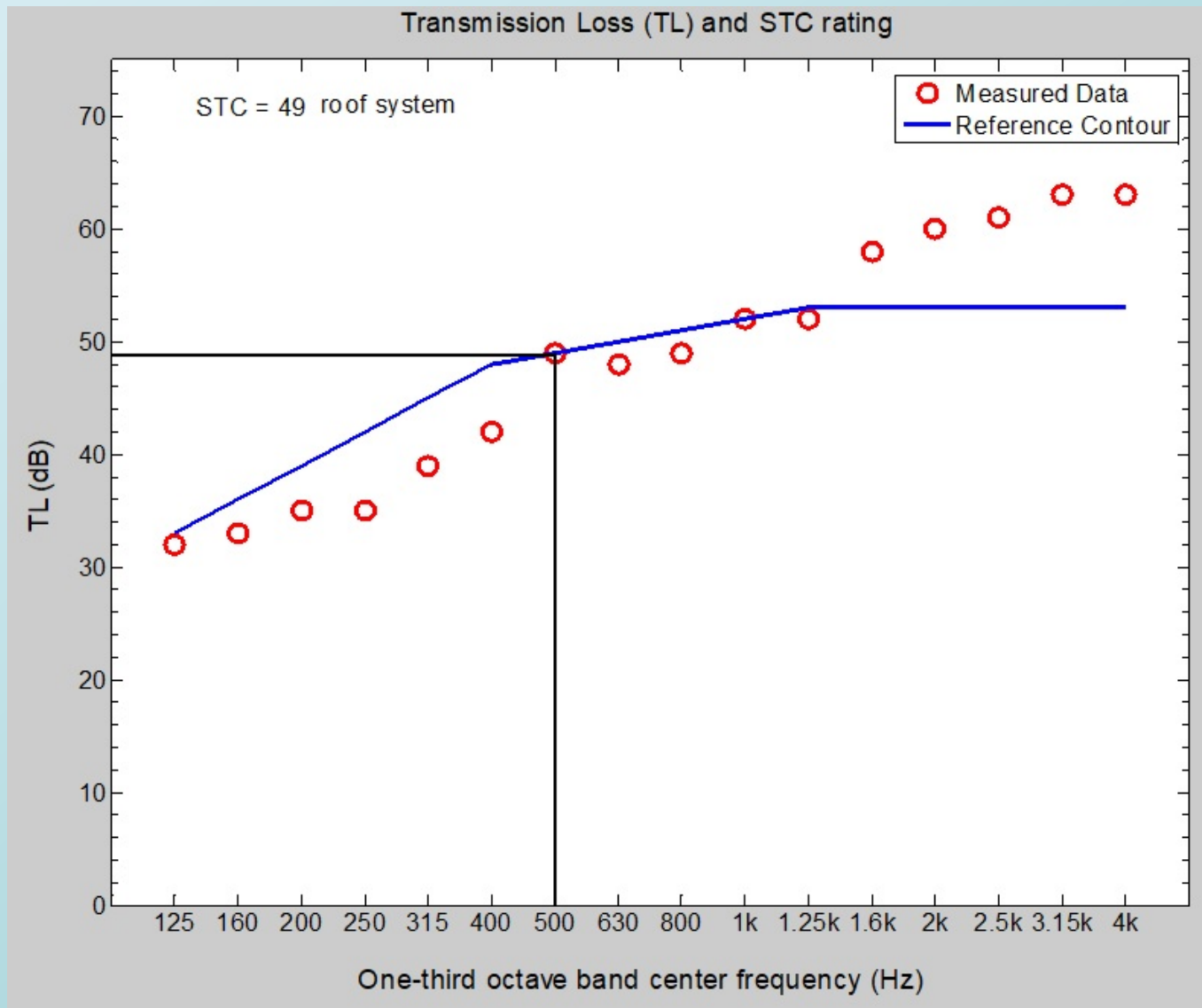
ค่า TL ของหลังคา



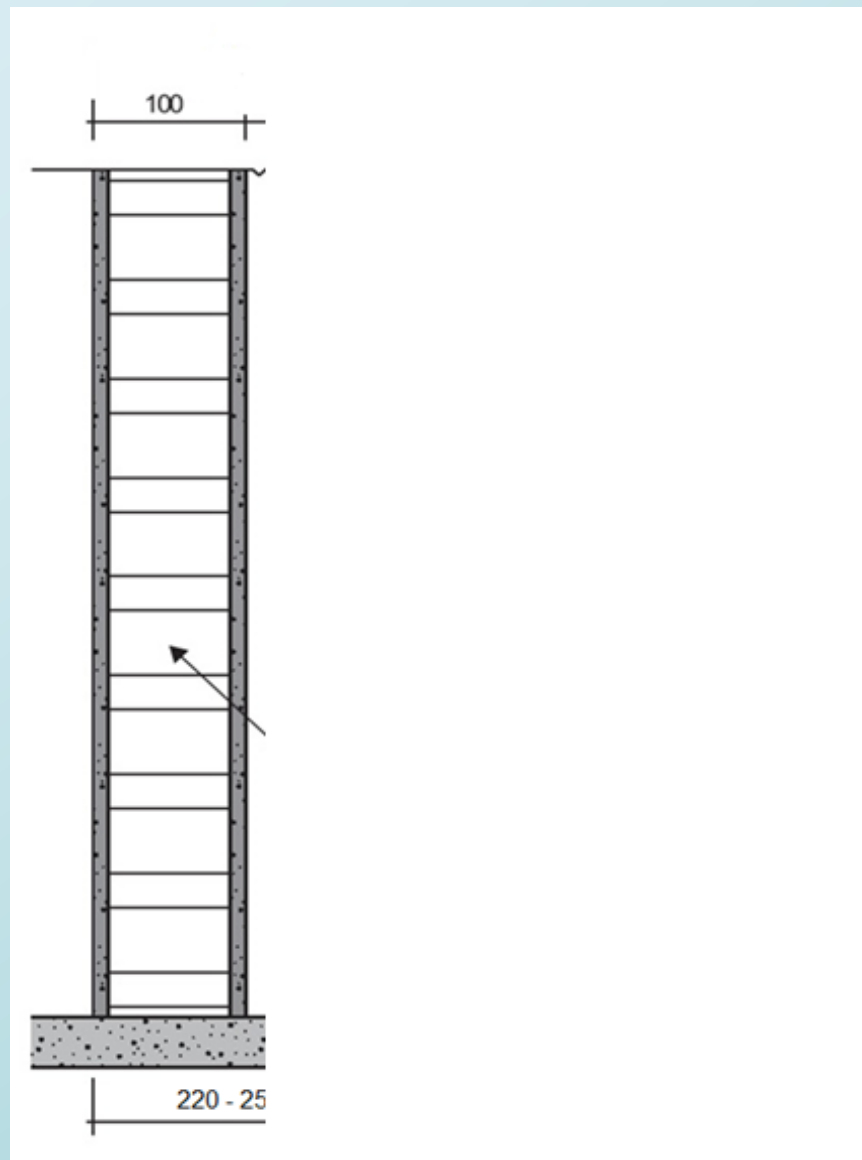
ค่า TL ของหลังคา



ค่า TL ของหลังคา

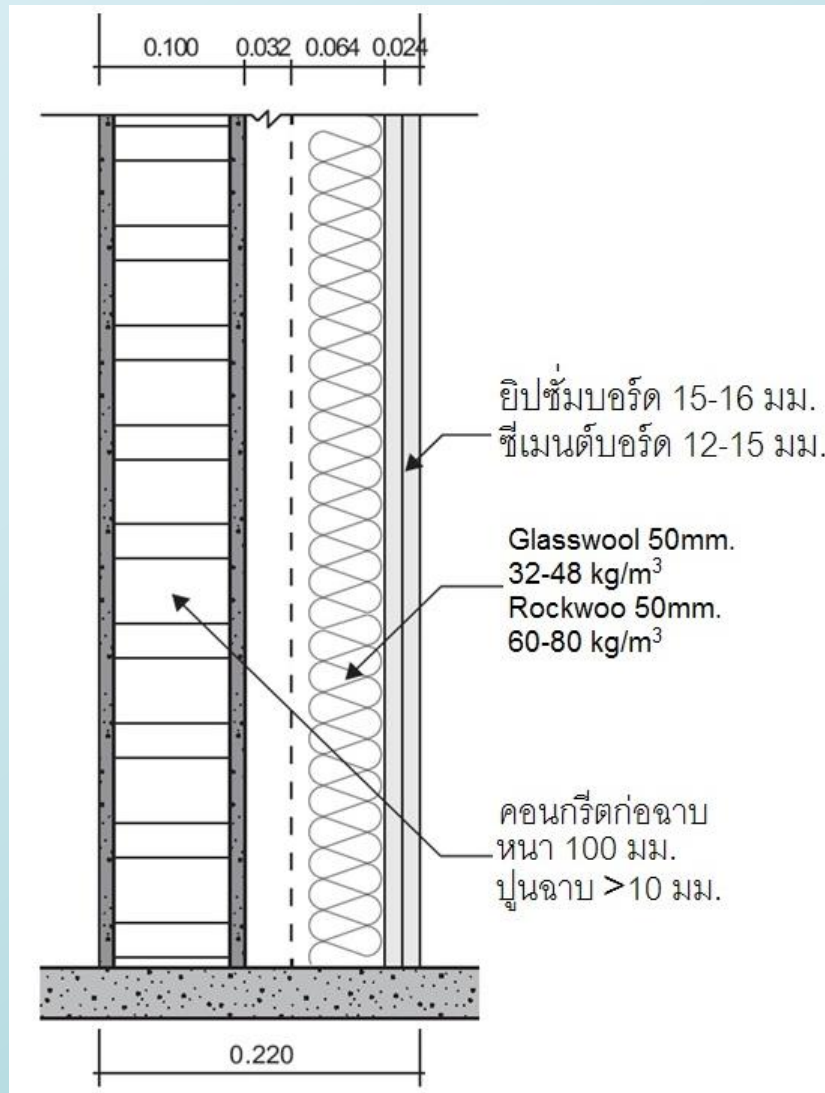


ตัวอย่างผนังที่ลดเสียงได้มาก



	Concrete
(Hz)	(dB)
125	34
160	28
200	27
250	32
315	32
400	31
500	35
630	41
800	43
1 k	45
1.25 k	39
1.6 k	45
2 k	48
2.5 k	50
3.15 k	46
4 k	45
STC	40

ตัวอย่างผนังที่ลดเสียงได้มาก



	Concrete	Concrete +2xGB12mm
(Hz)	(dB)	(dB)
125	34	47
160	28	44
200	27	43
250	32	52
315	32	54
400	31	55
500	35	56
630	41	56
800	43	56
1 k	45	56
1.25 k	39	56
1.6 k	45	60
2 k	48	61
2.5 k	50	61
3.15 k	46	62
4 k	45	65
STC	40	58

ตัวอย่างผนังที่ลดเสียงได้มาก



ตัวอย่างผนังที่ลดเสียงได้มาก



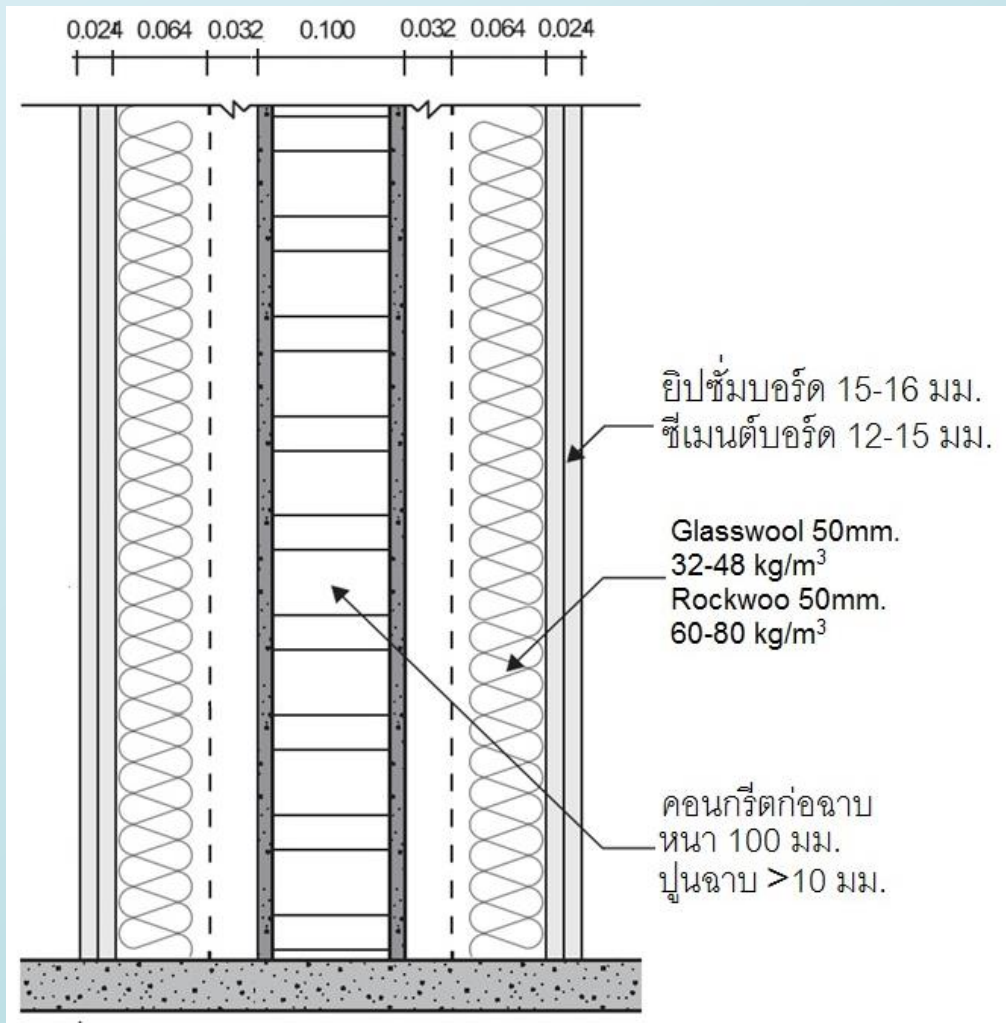
ตัวอย่างผนังที่ลดเสียงได้มาก



ตัวอย่างผนังที่ลดเสียงได้มาก

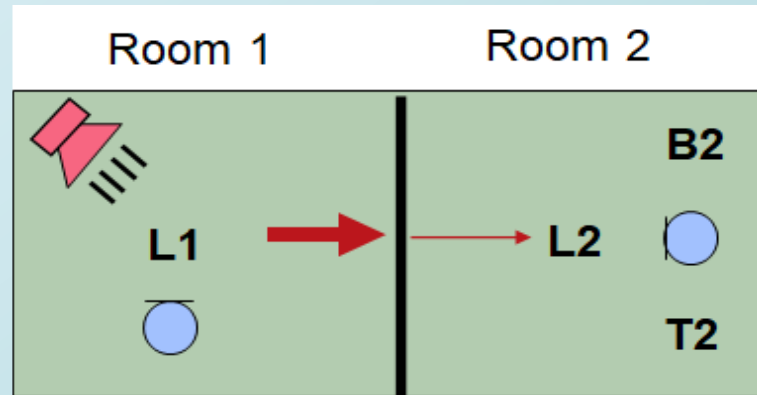


ตัวอย่างผนังที่ลดเสียงได้มาก



Sample	Wall on 14 Oct 2015 (room B to A)	
Wall size	11.20	
Room volume	44.80	
Room temp.	31	
Room rel. hud.	72	
Frequency (Hz)	L1 - L2 (dB)	TL (dB)
125	49.0	50
160	51.7	52
200	49.9	51
250	57.2	60
315	60.9	63
400	63.5	66
500	65.8	68
630	67.6	70
800	69.3	72
1 k	71.0	73
1.25 k	68.4	70
1.6 k	68.5	70
2 k	68.6	70
2.5 k	72.0	73
3.15 k	71.9	73
4 k	69.9	71
STC		70
Max Deficiency		8
Sum Deficiency		32

การวัดความสามารถในการลดเสียงในสถานที่



ASTM E 336:

Noise reduction (**NR**)

$$NR = L_1 - L_2$$

Apparent transmission loss (**ATL**)

$$ATL = L_1 - L_2 + 10\log(S/A)$$

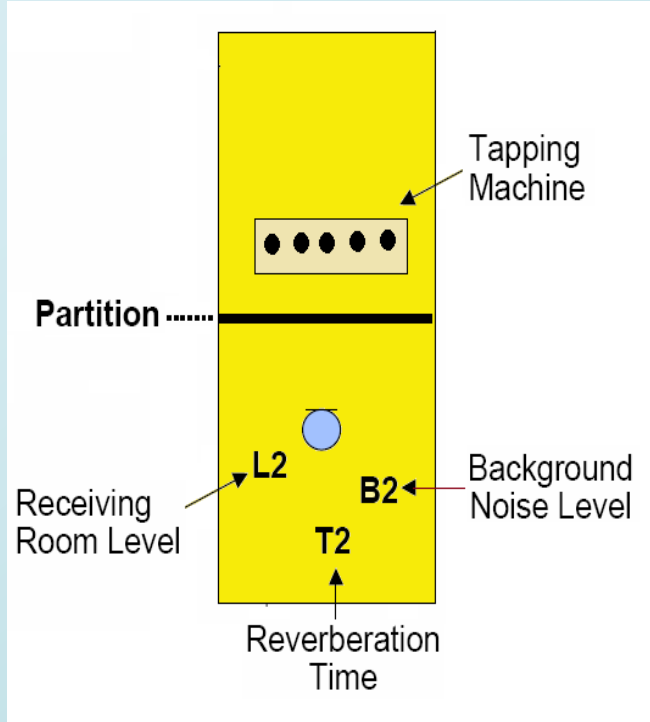
ASTM E413:

ใช้ NR หา **NIC** (Noise insulation class)

ATL หา **ASTC** (Apparent Sound Transmission class)

การวัดความสามารถในการลดเสียงในสถานที่





$$IL = L_2 + 10 \log (A)$$

โดย: IL = Impact level, dB,

“ค่าระดับเสียงเคาะ”

L_2 = ระดับความดันเสียงในห้องรับเสียง
มีหน่วย dB

A = ค่าดูดกลืนเสียงรวมในห้องรับเสียง
(total sound absorption)
มีหน่วย m^2

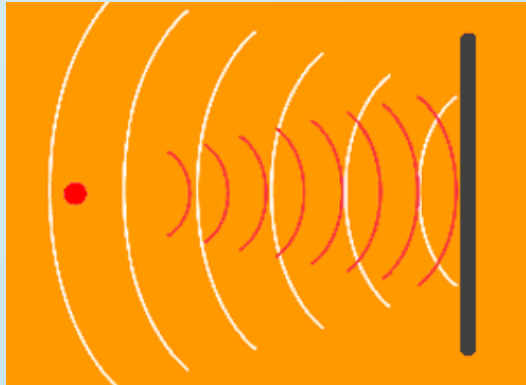
Impact level, dB → Impact Insulation Class, IIC

TABLE 15.5 Impact Insulation Class vs Level of Construction for Party Floor-Ceiling Construction

<u>Classification</u>	<u>IIC</u>	<u>FIIC</u>
Minimum Code	50	45
Minimum Quality	55	50
Medium Quality	65	60
High Quality	75	70

(Architectural Acoustics, Marshall Long p.514)

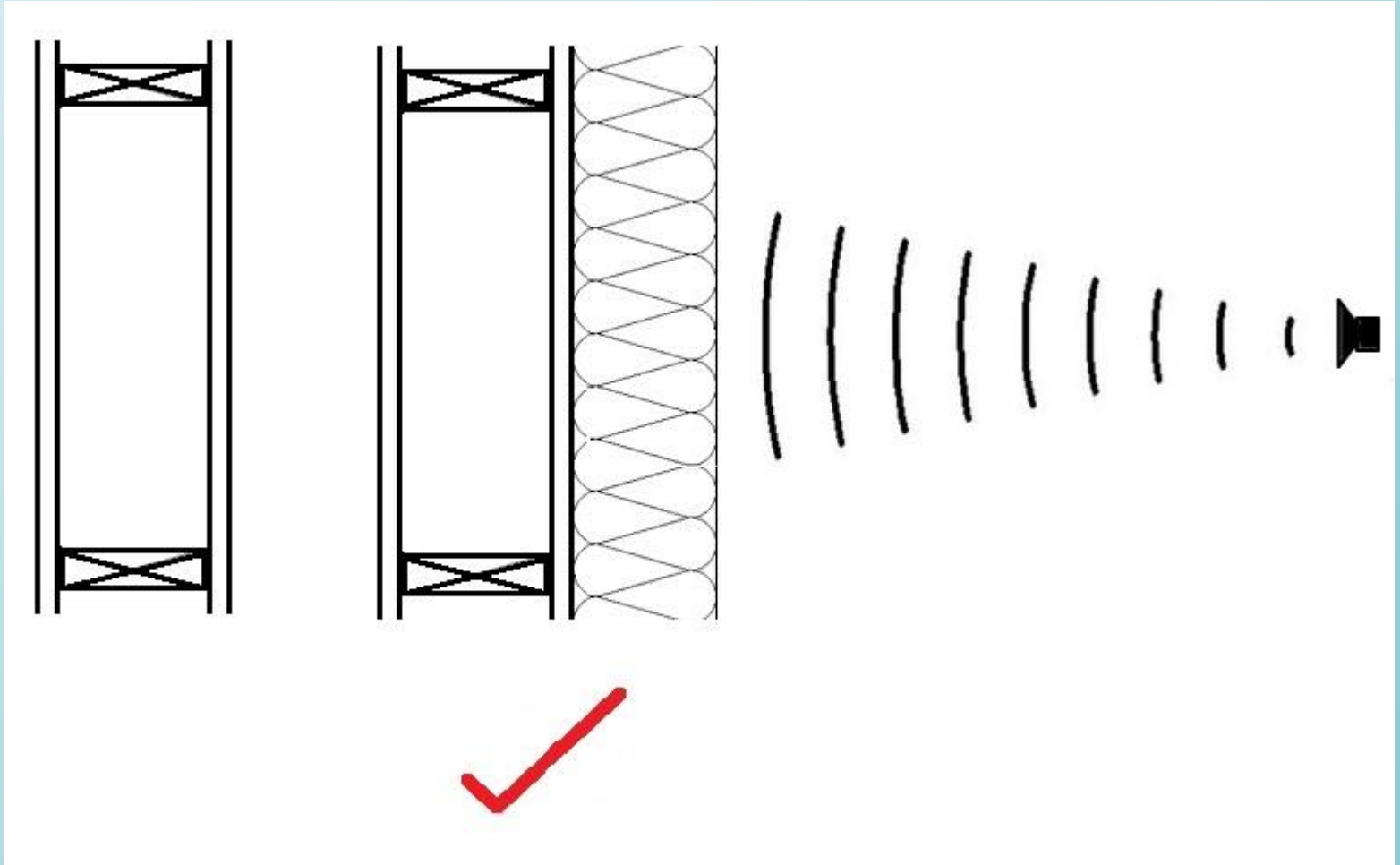
การดูดกลืนเสียง (Sound absorption)



การใช้วัสดุดูดกลืนเสียงในการป้องกันและลดเสียงจากสถานบันเทิง

- ใช้เพิ่มความสามารถในการกั้นเสียงของผนัง
 - ต้องใส่ไว้ในช่องว่างตรงกลางระหว่างผนังทึบ 2 ด้าน
- ใช้เพิ่มความชัดเจนและความไพเราะของเสียงดนตรี
 - ต้องติดตั้งไว้ที่ผิวหน้าของผนังภายในห้องหรืออาคาร
- ใช้ลดระดับเสียงภายในช่องทางที่เสียงจะเล็ดลอดออกสู่ภายนอก
 - ต้องติดตั้งไว้ที่ผิวหน้าของผนังภายในช่องทาง

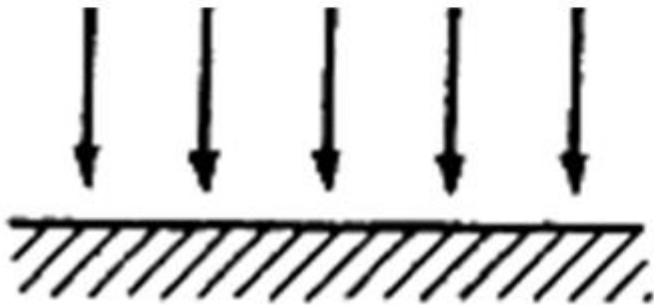
การติดวัสดุดูดกลืนเสียงบนผิวหน้าผนังเพื่อลดการสะท้อนเสียงของผนัง



วิธีการหาค่าการดูดกลืนเสียง

จำแนกตามทิศทางของคลื่นเสียงที่มาตกกระทบกับแผ่นวัสดุได้ 2 แบบ คือ

1. ตกกระทบตั้งฉาก
Normal incidence



2. ตกกระทบแบบสุ่ม
Random incidence



การหาด้วยคลื่นเสียงที่มีทิศการตกกระทบแบบสุ่ม



ใช้ห้อง Reverberation room

ที่มีการสะท้อนเสียงมากทำให้คลื่นเสียงเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆ แบบสุ่มในการทดสอบ

ค่าที่ได้จากการทดสอบคือ

สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง

**Sound absorption
coefficient (α_s)**

มาตรฐานของวิธีการทดสอบคือ ASTM C423 หรือ ISO 354

การดูดกลืนเสียง (sound absorption)



$$A = \alpha S$$

A = การดูดกลืนเสียง

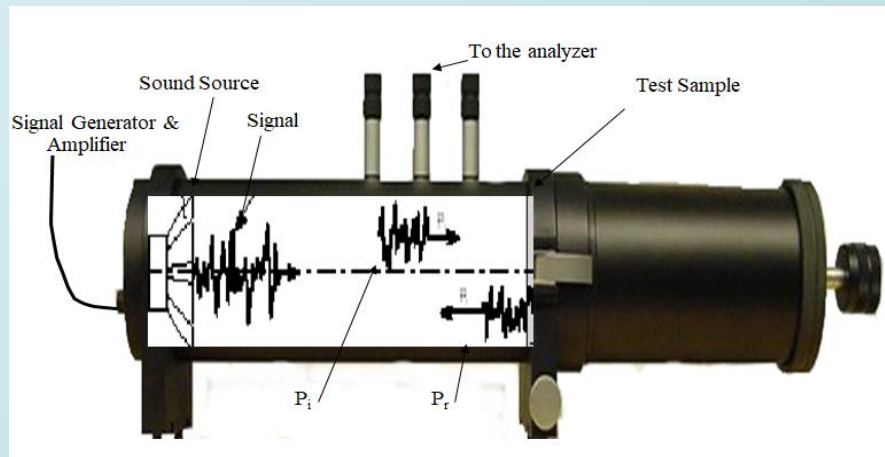
มีหน่วย ซาบิน (sabin) หรือ m^2

S = พื้นที่ผิววัสดุมีหน่วย m^2

α = สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง
(sound absorption coefficient)

การหาด้วยคลื่นเสียงที่มีทิศการตกกระทบแบบตั้งฉาก

ใช้หาค่าการดูดกลืนเสียงของวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์



ASTM E1050-12(2012) หรือ ISO 10534-2:1998

สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (Absorption coefficient)

- Sabin absorption coefficient (α_s)
- แยกความถี่แบบ 1/3 octave 125 Hz – 4000 Hz
- Noise Reduction Coefficient (NRC)

$$NRC = \frac{\alpha_{250} + \alpha_{500} + \alpha_{1000} + \alpha_{2000}}{4}$$

- Sound Absorption Average (SAA)

$$SAA = \frac{\alpha_{200} + \alpha_{250} + \dots + \alpha_{2500}}{12}$$

วัสดุดูดกลืนเสียงแบ่งได้ 3 ชนิด

1. ชนิดเส้นใย หรือ มีรูพรุน
(Fibrous or Porous)
2. ชนิดแผ่นบาง
(Membrane)
3. ชนิดเรโซแนนซ์
(Resonator)

วัสดุดูดกลืนเสียงชนิดเส้นใย หรือ มีรูพรุน



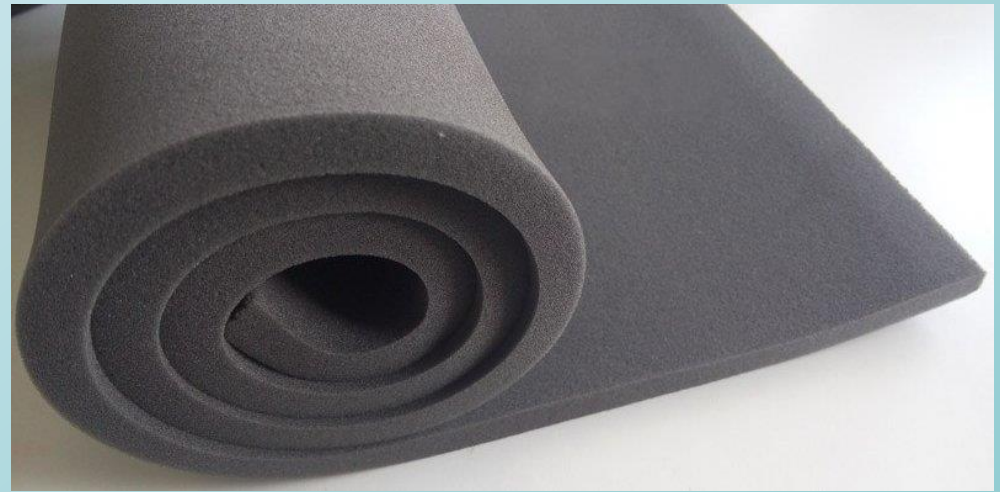
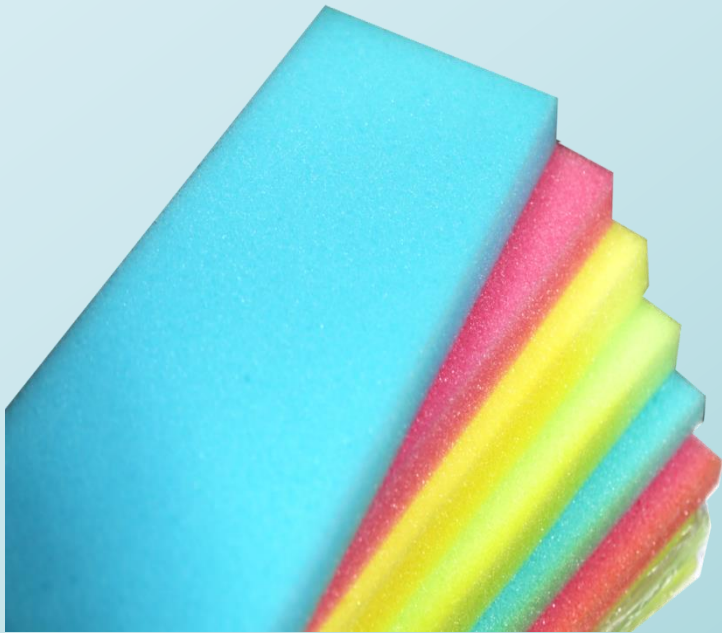
วัสดุดูดกลืนเสียงชนิดเส้นใย หรือ มีรูพรุน



วัสดุดูดกลืนเสียงชนิดเส้นใย หรือ มีรูพรุน

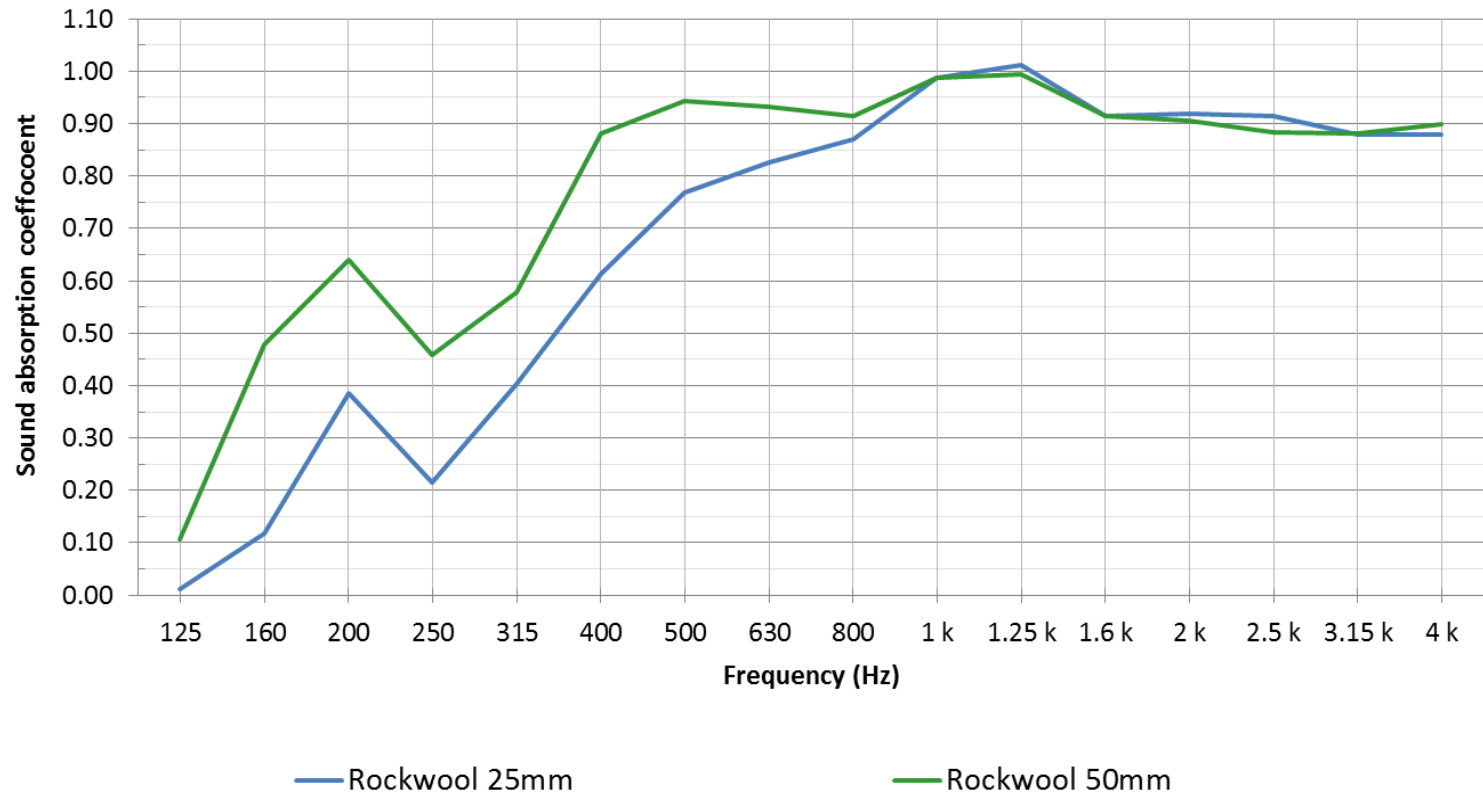


วัสดุดูดกลืนเสียงชนิดเส้นใย หรือ มีรูพรุน



วัสดุดูดกลืนเสียงชนิดเส้นใย หรือ มีรูพรุน

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของแผ่นเส้นใย ล็อควูล หุ้มผ้าใยแก้ว
sound absorption coefficient of fabric wrapped rock **wool**:



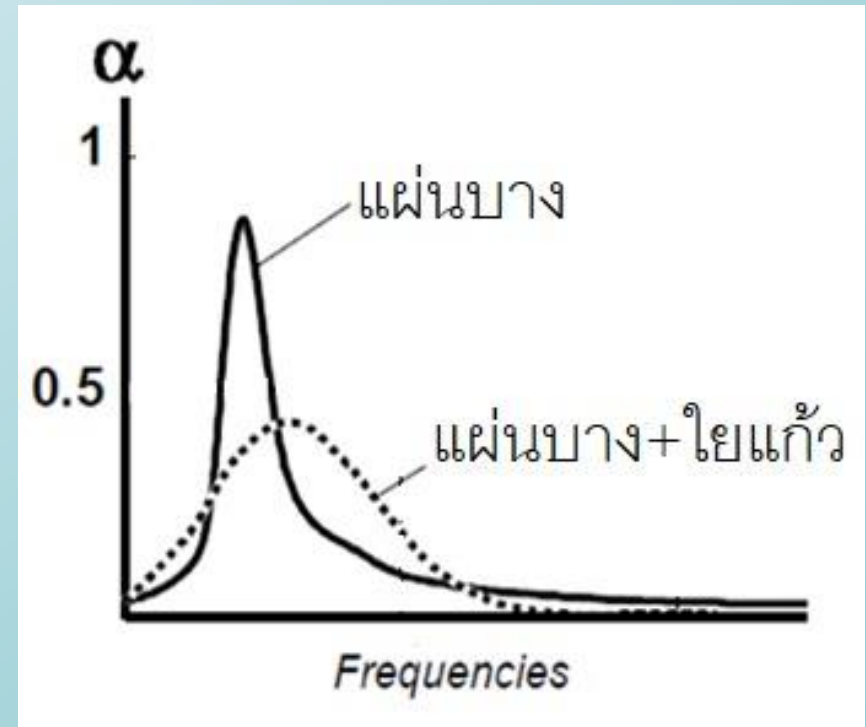
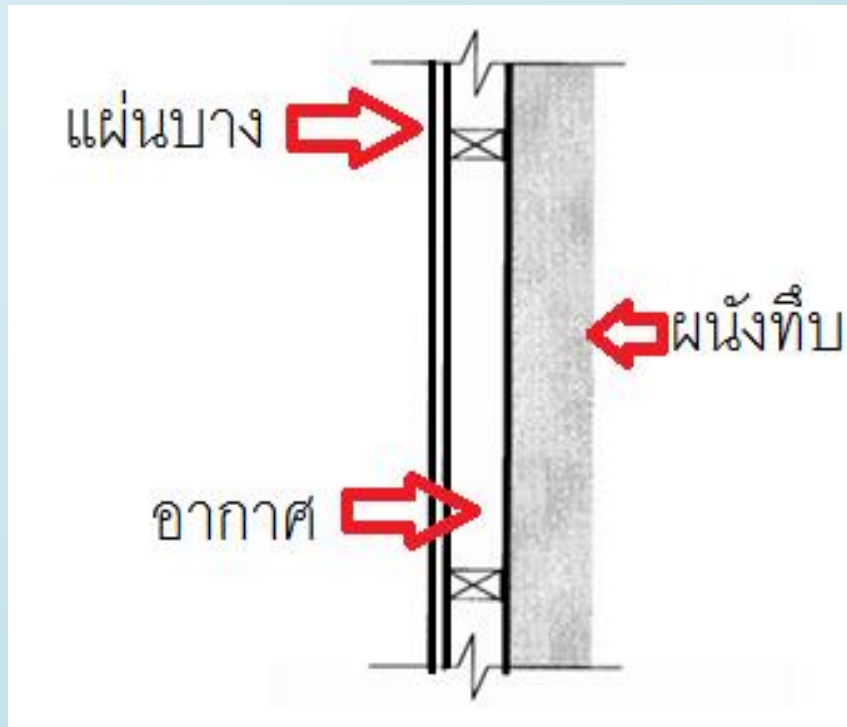
วัสดุดูดกลืนเสียงชนิดเส้นใย หรือ มีรูพรุน

ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของสินค้าที่นำเสนอต่อสาธารณะ

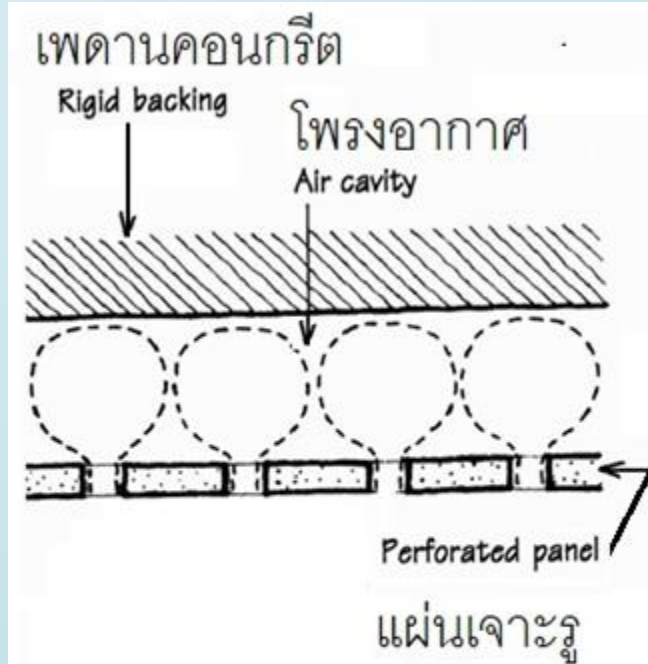
สินค้า Product	ความหนา (มม.) Thickness (mm)	Sound Absorption Coefficient (SAC) at 1/3 octave band center frequencies Hz. (ASTM C 423)						NRC
		125	250	500	1000	2000	4000	
Cylence™ Zoftone™ แบบแผ่นแข็งมาตรฐาน* (Light 25mm : w025L)	25	0.08	0.27	0.61	0.85	0.92	0.96	0.65
Cylence™ Zoftone™ แบบแผ่นแข็งมาตรฐาน (Light 50mm : w050L)	50	0.16	0.73	0.88	0.94	0.79	0.56	0.85

สินค้า Product	ความหนา (มม.) Thickness (mm)	Sound Absorption Coefficient (SAC) at 1/3 octave band center frequencies Hz. (ASTM C 423)						NRC
		125	250	500	1000	2000	4000	
Cylence™ Zoftone™ แบบแผ่นแข็งมาตรฐาน (Light 50mm : w050L)	50	0.16	0.73	0.88	0.94	0.79	0.56	0.85
Cylence™ Zoftone™ แบบแผ่นแข็ง (Medium 50mm : w050M)	50	0.23	0.80	1.15	1.05	0.93	0.91	1.00

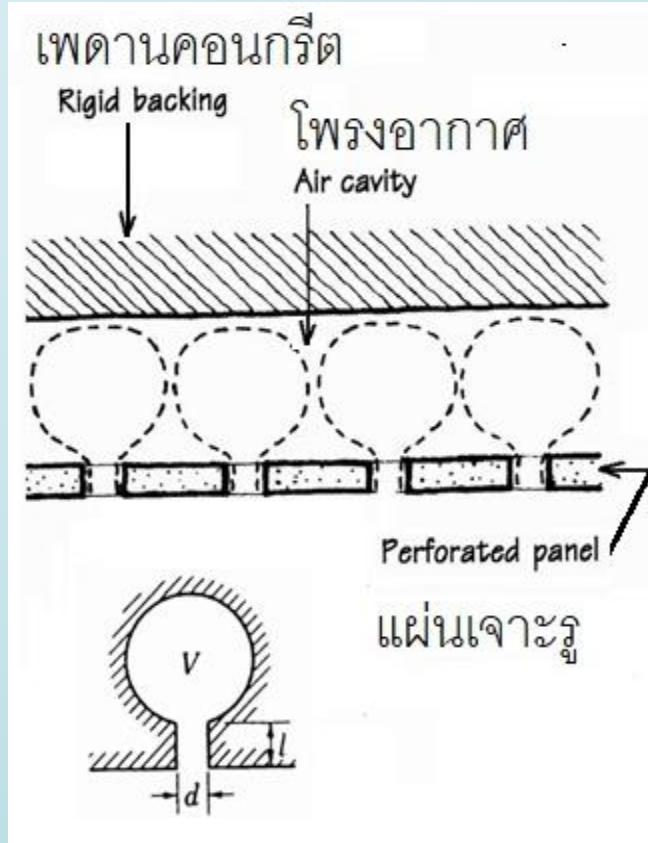
วัสดุดูดกลืนเสียงชนิด Membrane absorber



วัสดุดูดกลืนเสียงชนิด resonator



วัสดุดูดกลืนเสียงชนิด resonator



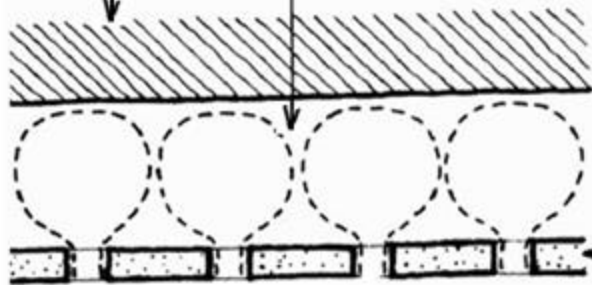
วัสดุดูดกลืนเสียงชนิด resonator

เพดานคอนกรีต

Rigid backing

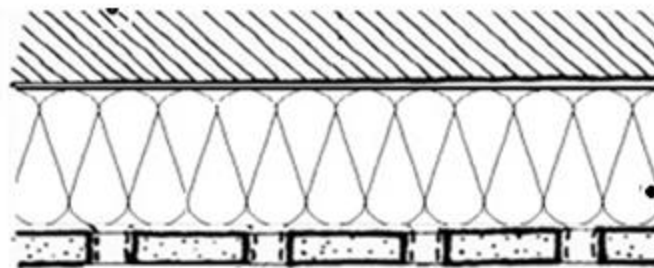
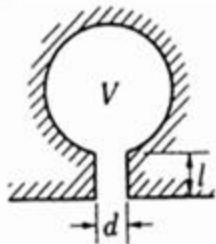
โพรงอากาศ

Air cavity



Perforated panel

แผ่นเจาะรู



วัสดุดูดกลืนเสียง
เส้นใย

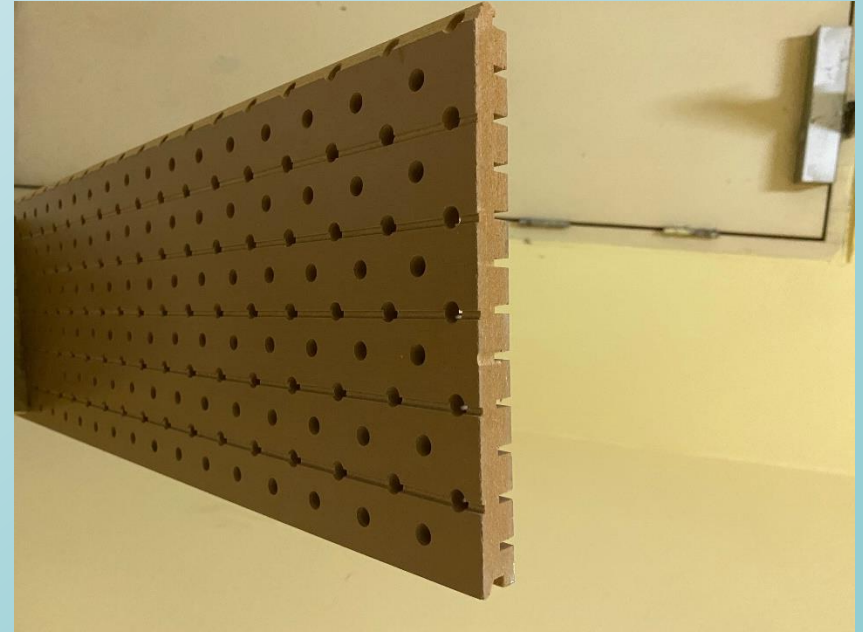
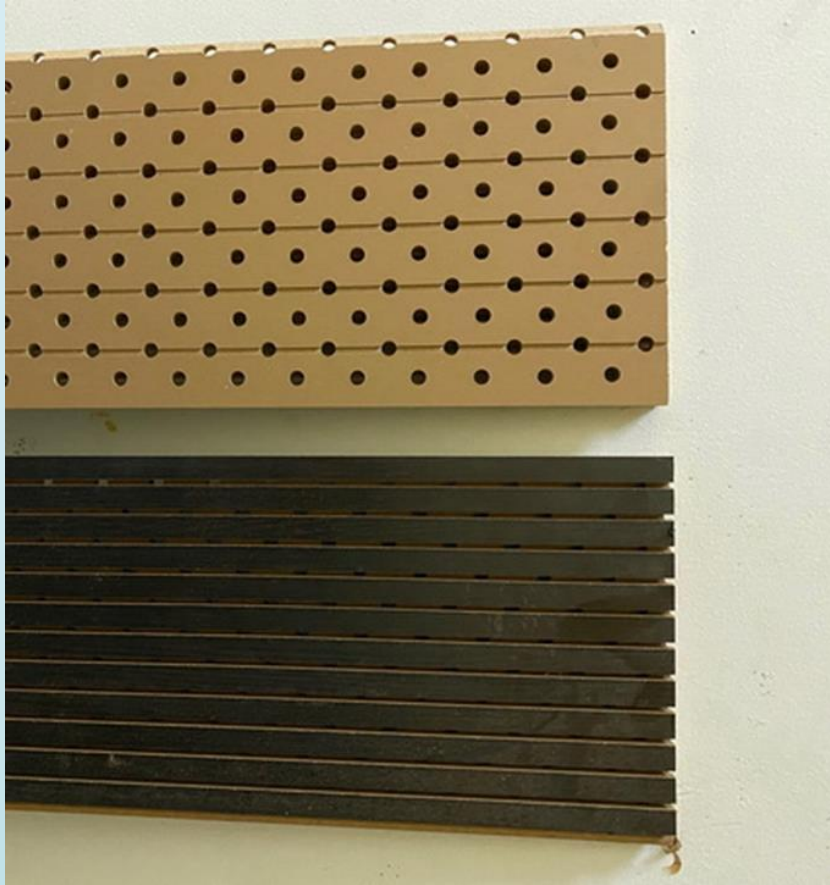
วัสดุดูดกลืนเสียงชนิด resonator



วัสดุดูดกลืนเสียงชนิด resonator

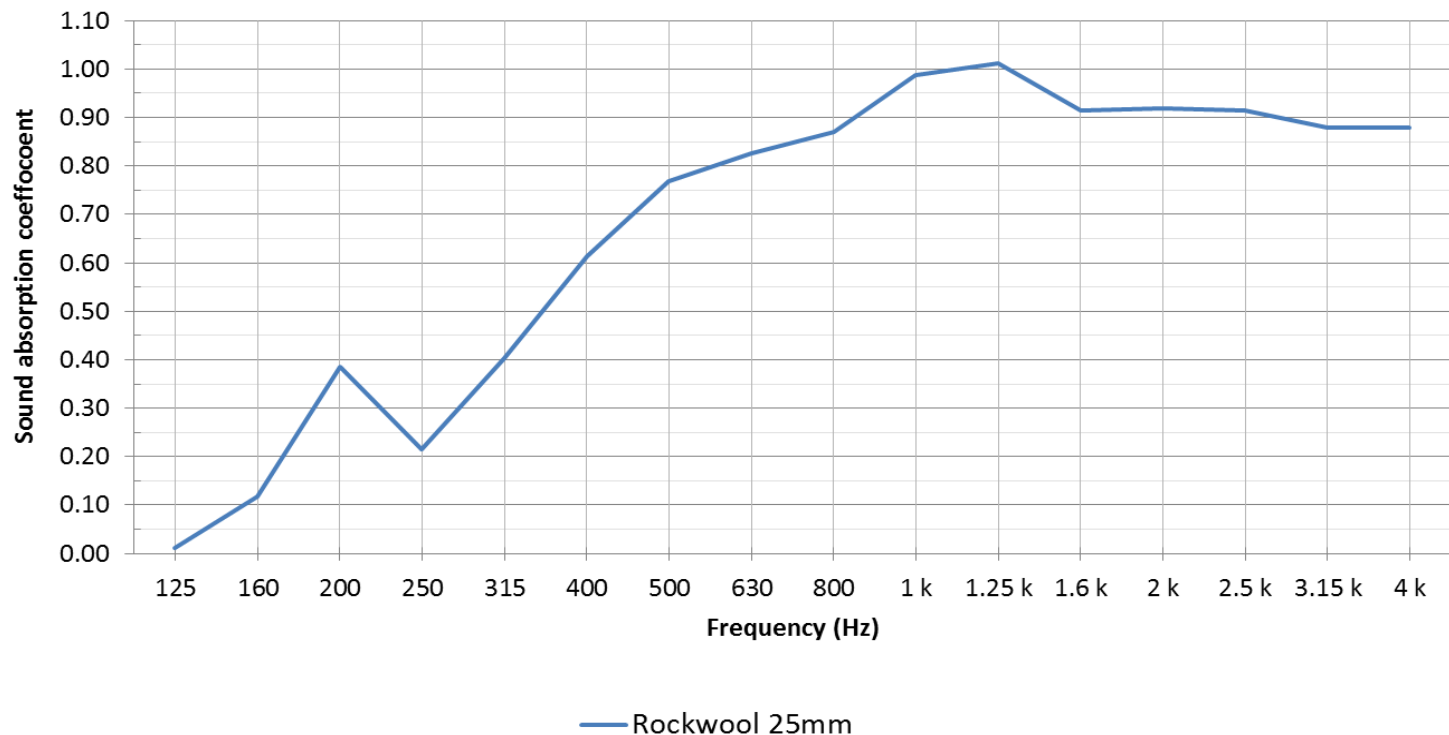


วัสดุดูดกลืนเสียงชนิด resonator



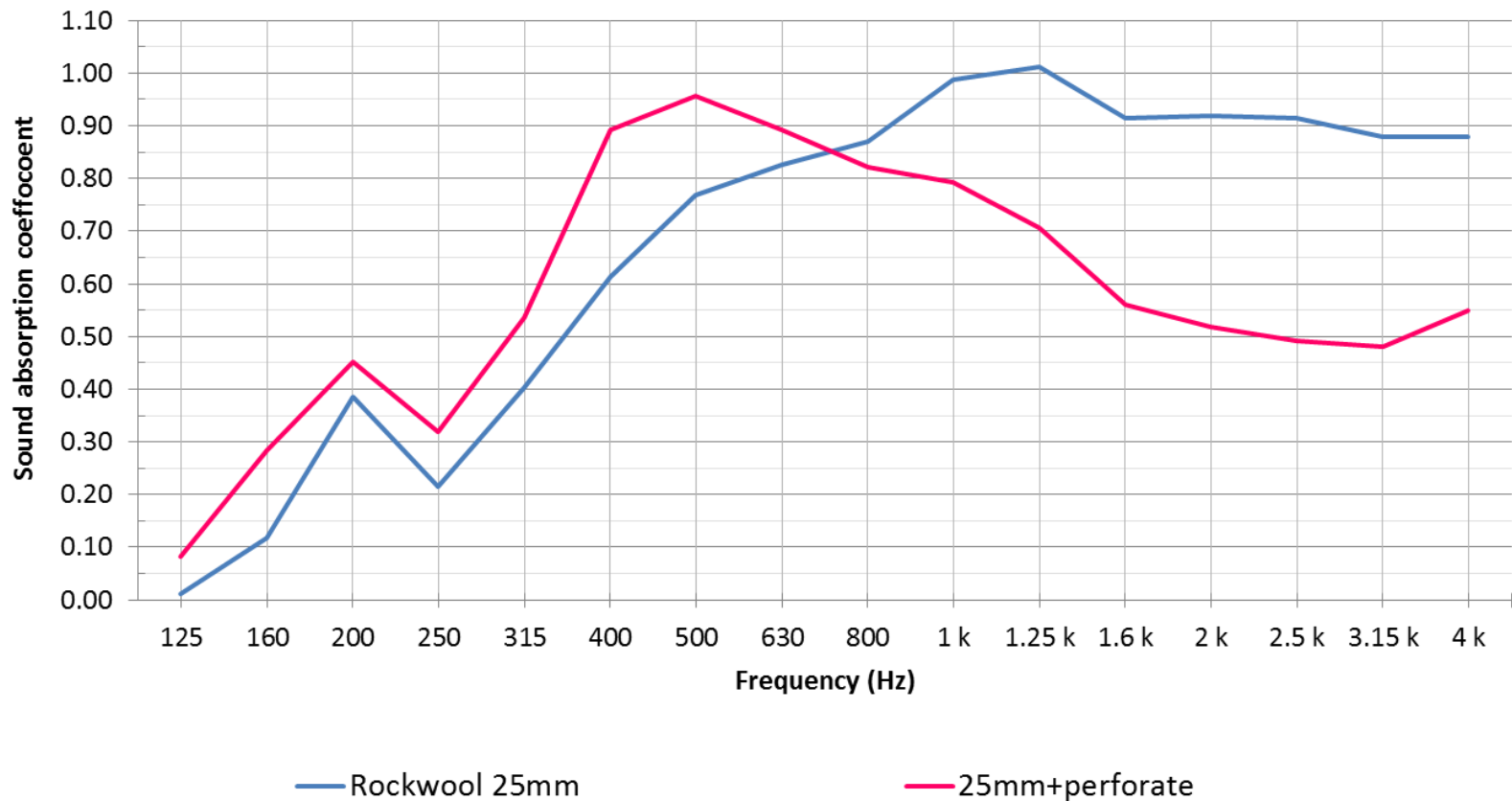
วัสดุดูดกลืนเสียงชนิด resonator

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของแผ่นเส้นใย ล็อควูล หุ้มผ้าใยแก้ว



วัสดุดูดกลืนเสียงชนิด resonator

ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงของแผ่นเส้นใย ล็อควูล หุ้มผ้าใยแก้ว ที่ปิดทับด้วยแผ่นไม้เจาะรู



เวลากังวาน Reverberation time (R_T)

$$R_t = \frac{0.16 V}{\Sigma A}$$

โดย V คือ ปริมาตรห้อง มีหน่วย m^3

ΣA คือ ค่าการดูดกลืนเสียงรวมภายในห้อง มีหน่วย sabin หรือ m^2

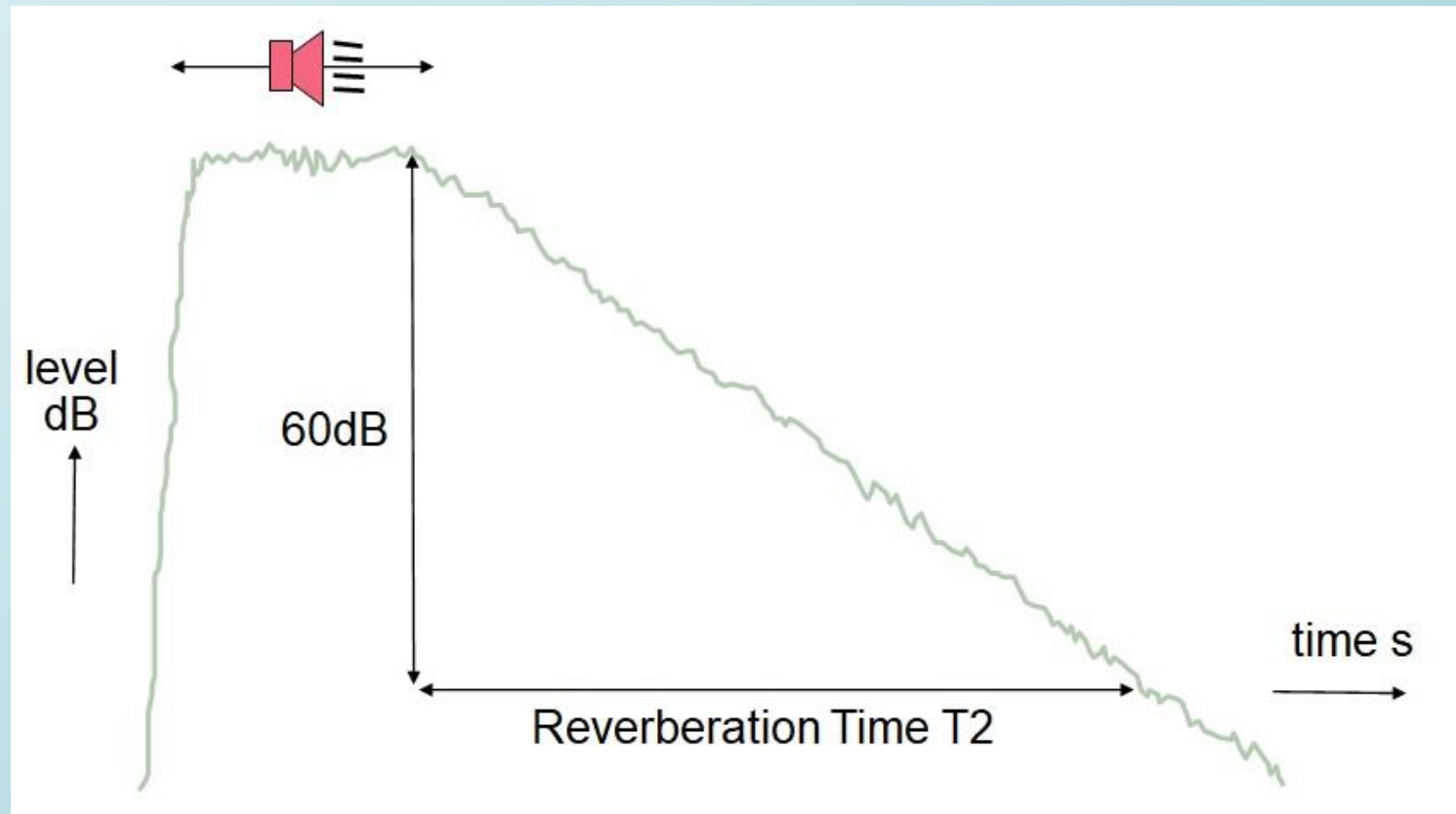
$$A = \alpha S$$

โดย A = ค่าการดูดกลืนเสียง (sound absorption) มีหน่วย sabin หรือ m^2

S = พื้นที่ผิววัสดุดูดกลืนเสียงมีหน่วย m^2

α = สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง (sound absorption coefficient)

เวลากังวาน Reverberation time (R_T)



การวัดเวลากังวาน (R_T)

