



CENTRUM STAVEBNÍHO INŽENÝRSTVÍ a.s.
pracoviště Zlín, K Cihelně 304, 764 32 Zlín - Loučky

Zkušebna fyzikálních vlastností materiálů, konstrukcí a budov - Zlín
Zkušební laboratoř č. 1007.1 akreditovaná ČIA
podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005



Protokol o zkoušce č. 207/17

Stanovení činitele zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti
podle ČSN EN ISO 354, ČSN EN ISO 11654

Předmět zkoušky: ploché střechy z trapézového plechu s izolací Isover

Číslo zakázky: 763 981

Počet stran: 13
Počet výtisků: 3
Výtisk číslo: 1e

Objednatel: **Divize Isover**
Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.
Počernická 272/96
108 03 Praha 10

Datum převzetí vzorku: 05.04.2017

Datum vykonání zkoušky: 12.- 13.04.2017

Zkoušku provedla laboratoř stavební akustiky

Technický vedoucí laboratoře: Ing. Miroslav Figalla

Vedoucí zkušební laboratoře č. 1007.1:

Ing. Miroslav Figalla

Akreditovaná zkušební laboratoř prohlašuje, že výsledek zkoušky se týká pouze předmětu této zkoušky a neznamená schválení nebo osvědčení zkoušeného výrobku. Protokol o zkoušce nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než celý.

Dne: 14.06.2017



tel.: +420 577 604 168, +420 577 604 164, +420 577 604 111, tel./fax: +420 577 604 348
fax: +420 577 104 926, e-mail: miroslav.figalla@csizlin.cz, www.csias.cz, www.csizlin.cz

1. Zadání zkoušky

Zkouška byla provedena na základě objednávky č. 4400776852.

2. Předmět zkoušky

Stanovení činitele zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti podle ČSN EN ISO 354, ČSN EN ISO 11654.

Zkoušený prvek: ploché střechy z trapezového plechu s izolací Isover. Jedná se o vícevrstevnou konstrukci s nosnou částí tvořenou trapezovým plechem. Pohltivost byla měřena ze strany trapezového plechu. Výkresy jednotlivých variant střech jsou uvedeny na str. 12.

3. Zkušební vzorky

Objednatel dodal materiál pro střechy dne 05.04.2017. Zkušební vzorky byly sestaveny na podlaže dozvukové komory v souladu s požadavky ČSN EN ISO 354. Boční strany vzorku byly obloženy odrazivými deskami.

4. Použité předpisy a měřicí technika

4.1 Předpisy

- ČSN EN ISO 354. Akustika. Měření činitele zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti (EN ISO 354:2003),
- ČSN EN ISO 11654. Akustika. Absorbéry zvuku používané v budovách. Hodnocení zvukové pohltivosti. (EN ISO 11654:1997).

4.2 Přístroje

analýzátor Norsonic RTA 840	M 07 2031
– měřicí mikrofón B.K.	M 07 2005
– zesilovač AM-39	I 05160
– všesměrový zdroj zvuku	I 52346

5. Zkušební postup

5.1 Měření činitele zvukové pohltivosti

Činitel pohltivosti se stanoví podle ČSN EN ISO 354 na základě měření doby dozvuku prázdné dozvukové místnosti a místnosti se vzorkem. Hodnoty činitele zvukové pohltivosti α_s se vypočítají podle vztahů:

$$\alpha_s = \frac{A_T}{S}, \quad A_T = 55,3 V \left(\frac{1}{c_2 T_2} - \frac{1}{c_1 T_1} \right) - 4 V(m_2 - m_1)$$

kde A_T je ekvivalentní pohltivá plocha (m^2).

S ... plocha vzorku (m^2),

V ... objem dozvukové místnosti (m^3),

T_1 ... doba dozvuku prázdné místnosti (s),

T_2 ... doba dozvuku místnosti se vzorkem (s),

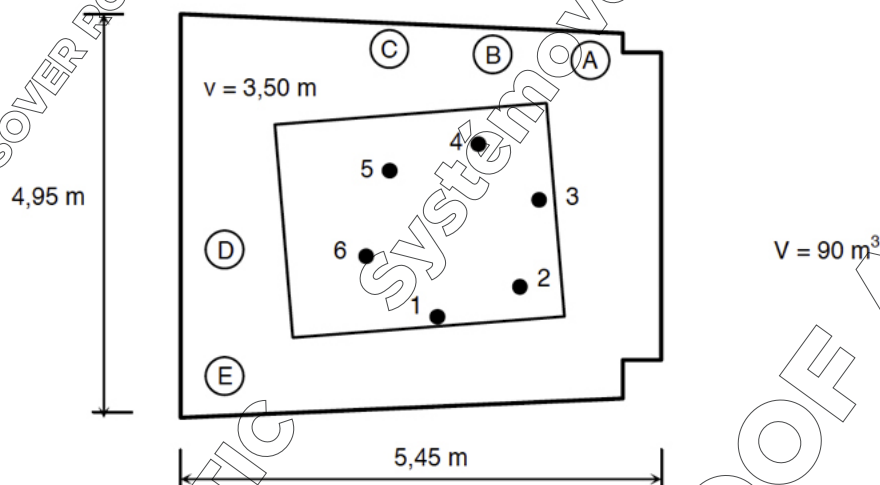
c_1 ... rychlost šíření zvuku ve vzduchu při teplotě t_1 (m/s),

c_2 ... rychlost šíření zvuku ve vzduchu při teplotě t_2 (m/s),

m_1 ... součinitel útlumu ve vzduchu při měření prázdné místnosti (m^{-1}),

m_2 ... součinitel útlumu ve vzduchu při měření místnosti se vzorkem (m^{-1}).

Tvar dozvukové místnosti, umístění vzorku, polohy zdroje zkušebního signálu a polohy mikrofonu jsou schematicky znázorněny na obr. 1.



A- E... polohy zdroje zkušebního signálu

1- 6 ... polohy mikrofonu

Obr. 1. Půdorys dozvukové místnosti

Při měření je použito 7 rozptýlujících prvků - 1 ks o rozměru 1,0 m x 1,5 m, 3 ks o rozměru 0,8 m x 1,2 m a 3 ks o rozměru 1,0 x 1,0 m.

5.2 Stanovení jednočíslné veličiny podle ČSN EN ISO 11654

Z naměřených hodnot činitelů zvukové pohltivosti se nejprve stanoví pro každé oktákové pásmo 125 – 4000 Hz praktický činitel zvukové pohltivosti α_p jako aritmetický průměr tří příslušných třetinoctákových hodnot, zaokrouhlený na 0,05. Z těchto hodnot se pomocí směrné křivky určí jednočíslná veličina - vážený činitel zvukové pohltivosti α_w . Jestliže je v některém pásmu hodnota α_p nejméně o 0,25 vyšší než hodnota posunuté směrné křivky, připojí se k hodnotě α_w do závorky indikátor tvaru. Objeví-li se zvýšená pohltivost na kmitočtu 250 Hz, použije se označení L, na kmitočtu 500 Hz nebo 1000 Hz označení M a na kmitočtu 2000 Hz nebo 4000 Hz označení H.

Pro absorbéry, určené k pohlcování zvuku v širokém kmitočtovém pásmu, uvádí dále ČSN EN ISO 11654, příloha B, klasifikační systém, podle kterého se materiály zařazují do jednotlivých tříd zvukové pohltivosti (viz tab. 1).

Třída zvukové pohltivosti	α_w [-]
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,15; 0,20; 0,25
Neklasifikováno	0,00; 0,05; 0,10

Tab. 1 Třídy zvukové pohltivosti

Kromě hodnocení podle ČSN EN ISO 11654 byly z naměřených hodnot vypočítány hodnoty NRC (Noise Reduction Coefficient) a SAA (Sound Absorption Average) podle normy ASTM C423.

6. Výsledky měření

Celkové výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce 2. Výsledky měření doby dozvuku prázdné dozvukové místnosti, místnosti se vzorkem a hodnoty činitelů zvukové pohltivosti jsou uvedeny v tab. 3 - 6, grafické průběhy činitelů zvukové pohltivosti v závislosti na kmitočtu a další údaje o podmínkách měření na standardních měřicích záznamech na str. 8 - 11.

Varianta Evid. č.	Složení střechy	Jednočíselné hodnoty zvukové pohltivosti
1 64/17	<ul style="list-style-type: none"> - fólie SIKAPLAN 15G, tl. 1,5 mm, 1,8 kg/m² - Isover S tl. 60 mm, 153 kg/m³ - Isover T tl. 120 mm, 125 kg/m³ - PE fólie 0,2 mm - výplně TR plechu z MW Fassil, 50 kg/m³ - geotextilie, 0,05 kg/m² - perforovaný TR 150/280/0,75 mm, 10,7 kg/m² 	$\alpha_w = 0,70$ (LM) NRC = 0,85 SAA = 0,85
2 65/17	<ul style="list-style-type: none"> - fólie SIKAPLAN 15G, tl. 1,5 mm, 1,8 kg/m² - Isover S tl. 60 mm, 153 kg/m³ - Isover T tl. 120 mm, 125 kg/m³ - PE fólie 0,2 mm - perforovaný TR 150/280/0,75 mm, 10,7 kg/m² 	$\alpha_w = 0,40$ (LM) NRC = 0,70 SAA = 0,71
3 66/17	<ul style="list-style-type: none"> - fólie SIKAPLAN 15G, tl. 1,5 mm, 1,8 kg/m² - Isover S tl. 60 mm, 153 kg/m³ - Isover T tl. 120 mm, 125 kg/m³ - PE fólie 0,2 mm - plný TR 150/280/0,75 mm, 11,7 kg/m² 	$\alpha_w = 0,15$ NRC = 0,30 SAA = 0,28
4 67/17	<ul style="list-style-type: none"> - fólie SIKAPLAN 15G, tl. 1,5 mm, 1,8 kg/m² - skelný vlies, 120 g/m² - Isover EPS 100 tl. 120 mm, 2,1 kg/m² - Isover P tl. 2x 30 mm, 120 kg/m³ - PE fólie 0,2 mm - výplně TR plechu z MW Fassil, 50 kg/m³ - geotextilie, 0,05 kg/m² - perforovaný TR 150/280/0,75 mm, 10,7 kg/m² 	$\alpha_w = 0,70$ (LM) NRC = 0,85 SAA = 0,86

Tab. 2: Celkové výsledky zkoušek

Střecha - var. 1				
Frekvence f (Hz)	Doba dozvuku		Číselný zvukové pohltivosti α_s (-)	Praktický číselný pohltivosti α_p (-)
	prázdné místnosti T_1 (s)	místnosti se vzorkem T_2 (s)		
100	11,69	3,22	0,43	0,65
125	8,91	2,26	0,64	
160	8,38	1,69	0,91	
200	6,24	1,42	1,05	1,00
250	6,22	1,44	1,03	
315	6,35	1,40	1,07	
400	5,89	1,30	1,16	1,00
500	5,81	1,43	1,01	
630	5,80	1,61	0,87	
800	5,20	1,69	0,77	0,70
1000	5,08	1,85	0,66	
1250	4,71	1,78	0,68	
1600	4,40	1,78	0,65	0,65
2000	3,99	1,74	0,62	
2500	3,50	1,62	0,64	
3150	3,08	1,55	0,62	0,60
4000	2,71	1,46	0,60	
5000	2,21	1,36	0,54	
Vážený číselný zvukové pohltivosti $\alpha_w = 0,70$ (LM)				
Klasifikace podle ČSN EN ISO 11654: třída zvukové pohltivosti C				

Tab. 3.

Střecha - var. 2				
Frekvence f (Hz)	Doba dozvuku		Činitel zvukové pohltivosti α_s (-)	Praktický činitel pohltivosti α_p (-)
	prázdné místnosti T_1 (s)	místnosti se vzorkem T_2 (s)		
100	11,69	3,13	0,45	0,65
125	8,91	2,30	0,62	
160	8,38	1,83	0,82	
200	6,24	1,54	0,94	0,95
250	6,22	1,50	0,97	
315	6,35	1,52	0,96	
400	5,89	1,35	1,10	1,00
500	5,81	1,43	1,01	
630	5,80	1,57	0,90	
800	5,20	1,74	0,74	0,55
1000	5,08	2,21	0,49	
1250	4,71	2,31	0,43	
1600	4,40	2,26	0,41	0,35
2000	3,99	2,45	0,30	
2500	3,50	2,24	0,31	
3150	3,08	2,13	0,28	0,25
4000	2,71	1,96	0,27	
5000	2,21	1,69	0,27	
Vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w = 0,40$ (LM)				
Klasifikace podle ČSN EN ISO 11654: třída zvukové pohltivosti D				

Tab. 4.

Střecha - var. 3				
Frekvence f (Hz)	Doba dozvuku		Činitel zvukové pohltivosti α_s (-)	Praktický činitel pohltivosti α_p (-)
	prázdné místnosti T_1 (s)	místnosti se vzorkem T_2 (s)		
100	11,69	3,02	0,47	0,60
125	8,91	2,23	0,65	
160	8,38	2,06	0,71	
200	6,24	1,69	0,83	0,65
250	6,22	2,08	0,61	
315	6,35	2,56	0,45	
400	5,89	2,79	0,36	0,25
500	5,81	3,34	0,25	
630	5,80	3,72	0,19	
800	5,20	3,72	0,15	0,10
1000	5,08	3,96	0,11	
1250	4,71	3,73	0,11	
1600	4,40	3,58	0,10	0,10
2000	3,99	3,23	0,11	
2500	3,50	2,89	0,11	
3150	3,08	2,64	0,10	0,10
4000	2,71	2,37	0,10	
5000	2,21	2,00	0,09	
Vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w = 0,15$				
Klasifikace podle ČSN EN ISO 11654: třída zvukové pohltivosti E				

Tab. 5.

Střecha - var. 4				
Frekvence f (Hz)	Doba dozvuku		Číselník zvukové pohltivosti α_s (-)	Praktický číselník pohltivosti α_p (-)
	prázdné místnosti T_1 (s)	místnosti se vzorkem T_2 (s)		
100	11,69	3,35	0,41	0,70
125	8,91	2,19	0,66	
160	8,38	1,55	1,01	
200	6,24	1,39	1,08	1,00
250	6,22	1,54	0,94	
315	6,35	1,40	1,07	
400	5,89	1,32	1,13	1,00
500	5,81	1,42	1,03	
630	5,80	1,52	0,94	
800	5,20	1,64	0,80	0,70
1000	5,08	1,81	0,68	
1250	4,71	1,76	0,68	
1600	4,40	1,74	0,67	0,65
2000	3,99	1,73	0,63	
2500	3,50	1,60	0,65	
3150	3,08	1,53	0,63	0,60
4000	2,71	1,46	0,61	
5000	2,21	1,37	0,53	
Vážený číselník zvukové pohltivosti $\alpha_w = 0,70$ (LM)				
Klasifikace podle ČSN EN ISO 11654: třída zvukové pohltivosti C				

Tab. 6.

7. Odchyłky od standardních zkušebních metod

Objem dozvukové komory a plocha vzorku je menší než stanoví ČSN EN ISO 354, čl. 6.

8. Nejistota měření

Nejistota měření se vyjadřuje podle ČSN EN ISO 354 pomocí ukazatelů opakovatelnosti r , což jsou hodnoty, pod níž budou s pravděpodobností 95 % ležet absolutní hodnoty rozdílů výsledků zkoušek, provedených za předepsaných podmínek. Pro hodnoty činitele pohltivosti α_s se ukazatele opakovatelnosti r pohybují v rozmezí 0,01 až 0,05 (–).

Zkoušku provedl a protokol vypracoval: Ing. Miroslav Figalla

**Měření činitele zvukové pohltivosti
podle ČSN EN ISO 354, ČSN EN 11654**Evid. číslo:
64/17

Objednatel:
Divize Isover
Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.
Počernická 272/96
108 03 Praha 10

Materiál: střecha z trapézového plechu s izolací
Isover, var. 1

Složení střechy (ve směru dopadu zvuku):

perforovaný trapézový plech TR 150/280/0,75 mm, 10,7 kg/m², geotextilie, 0,05 kg/m², výplně TR
plechu z MW Fassil, 50 kg/m³, PE fólie 0,2 mm, Isover T tl. 120 mm, 125 kg/m³, Isover S tl. 60 mm,
153 kg/m³, fólie SIKAPLAN 15G, tl. 1,5 mm, 1,8 kg/m².

Rozměry zkušební vzorku: 2520 mm x 3010 mm.

Číslo vzorku: ---.

Podmínky zkoušky

Zkušební plocha: 7,59 m²

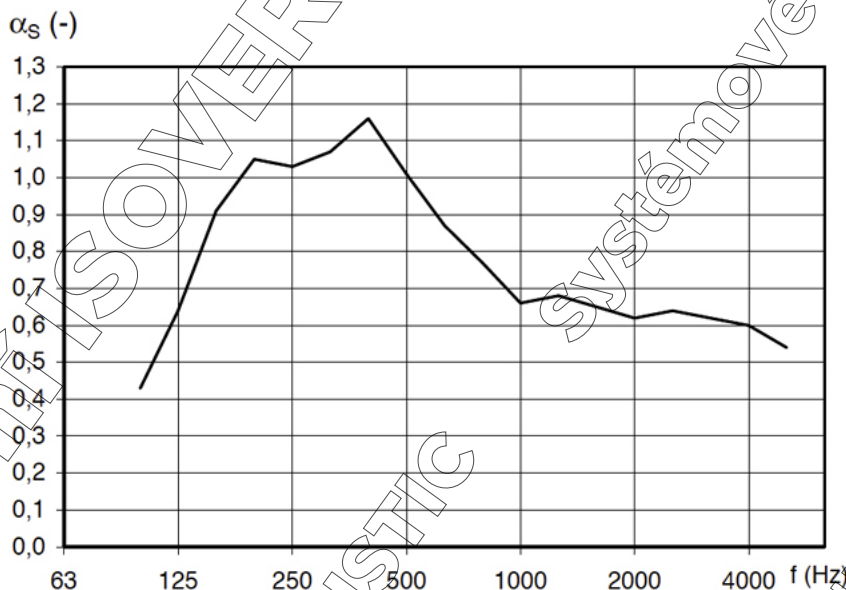
Objem dozvukové místnosti: 90,3 m³

Datum zkoušky: 12.04.2017

Teplota vzduchu: 17,9 – 18,4 °C

Relativní vlhkost: 72 – 77 %

Frekv. (Hz)	α_s (-)
100	0,43
125	0,64
160	0,91
200	1,05
250	1,03
315	1,07
400	1,16
500	1,01
630	0,87
800	0,77
1000	0,66
1250	0,68
1600	0,65
2000	0,62
2500	0,64
3150	0,62
4000	0,60
5000	0,54
Klasifikace podle ČSN EN ISO 11654	
$\alpha_w = 0,70$ (LM)	
Třída zvukové pohltivosti C	



Centrum stavebního inženýrství a.s.
pracoviště Zlín

Datum: 14.06.2017

Ing. Miroslav Figalla
vedoucí laboratoře

Měření činitele zvukové pohltivosti podle ČSN EN ISO 354, ČSN EN 11654

Evid. číslo:
65/17

Objednatel:
Divize Isover
Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.
Počernická 272/96
108 03 Praha 10

Materiál: střeška z trapézového plechu s izolací
Isover, var. 2

Složení střechy (ve směru dopadu zvuku):
perforovaný trapézový plech TR 150/280/0,75 mm, 10,7 kg/m², PE fólie 0,2 mm, Isover T tl. 120 mm,
125 kg/m³, Isover S tl. 60 mm, 153 kg/m³, SIKAPLAN 15G, tl. 1,5 mm, 1,8 kg/m².
Rozměry zkušební vzorku: 2520 mm x 3010 mm.
Číslo vzorku: ---.

Podmínky zkoušky

Zkušební plocha: 7,59 m²

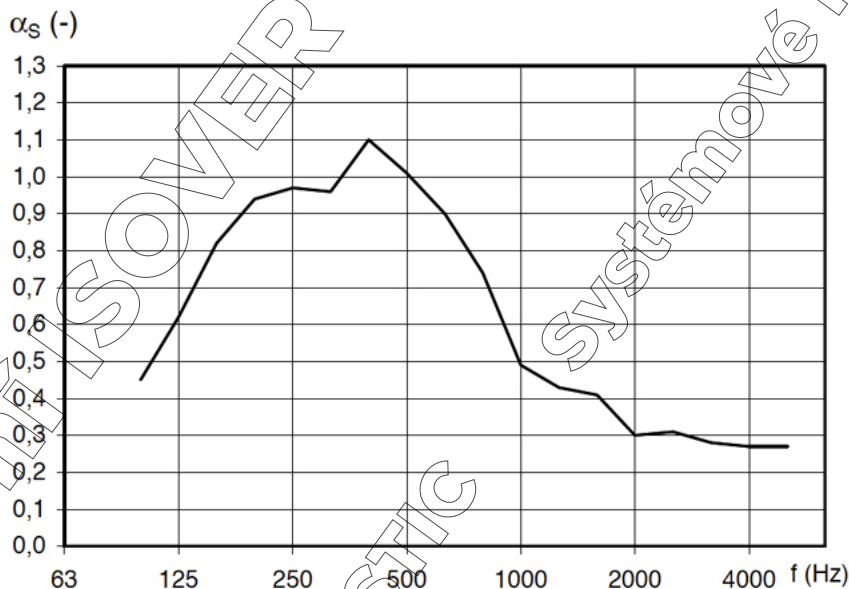
Objem dozvukové místnosti: 90,3 m³

Datum zkoušky: 12.04.2017

Teplota vzduchu: 17,8 – 18,4 °C

Relativní vlhkost: 72 – 74 %

Frekv. (Hz)	α_s (-)
100	0,45
125	0,62
160	0,82
200	0,94
250	0,97
315	0,96
400	1,10
500	1,01
630	0,90
800	0,74
1000	0,49
1250	0,43
1600	0,41
2000	0,30
2500	0,31
3150	0,28
4000	0,27
5000	0,27
Klasifikace podle ČSN EN ISO 11654	
$\alpha_w = 0,40$ (LM)	
Třída zvukové pohltivosti D	



Centrum stavebního inženýrství a.s.
pracoviště Zlín

Datum: 14.06.2017

Ing. Miroslav Figalla
vedoucí laboratoře

Měření činitele zvukové pohltivosti podle ČSN EN ISO 354, ČSN EN 11654

Evid. číslo:
66/17

Objednatel:
Divize Isover
Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.
Počernická 272/96
108 03 Praha 10

Materiál: střecha z trapézového plechu s izolací
Isover, var. 3

Složení střechy (ve směru dopadu zvuku):

liný trapézový plech TR 150/280/0,75 mm, 11,7 kg/m², PE fólie 0,2 mm, Isover T tl. 120 mm, 125 kg/m³,
Isover S tl. 60 mm, 153 kg/m³, SIKAPLAN 15G, tl. 1,5 mm, 1,8 kg/m².

Rozměry zkušební vzorku: 2520 mm x 3010 mm.

Číslo vzorku: ---.

Podmínky zkoušky

Zkušební plocha: 7,59 m²

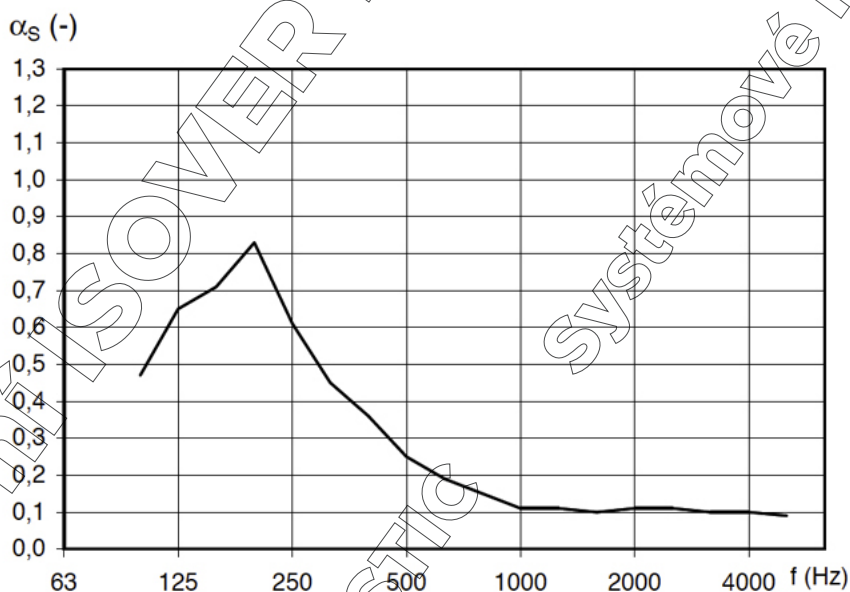
Objem dozvukové místnosti: 90,3 m³

Datum zkoušky: 13.04.2017

Teplota vzduchu: 17,8 – 18,4 °C

Relativní vlhkost: 72 – 75 %

Frekv. (Hz)	α_s (-)
100	0,47
125	0,65
160	0,71
200	0,83
250	0,61
315	0,45
400	0,36
500	0,25
630	0,19
800	0,15
1000	0,11
1250	0,11
1600	0,10
2000	0,11
2500	0,11
3150	0,10
4000	0,10
5000	0,09
Klasifikace podle ČSN EN ISO 11654	
$\alpha_w = 0,15$	
Třída zvukové pohltivosti E	



Centrum stavebního inženýrství a.s.
pracoviště Zlín

Datum: 14.06.2017

Ing. Miroslav Figalla
vedoucí laboratoře

Měření činitele zvukové pohltivosti podle ČSN EN ISO 354, ČSN EN 11654

Evid. číslo:
67/17

Objednatel:
Divize Isover
Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.
Počernická 272/96
108 03 Praha 10

Materiál: střecha z trapézového plechu s izolací
Isover, var. 4

Složení střechy (ve směru dopadu zvuku):

perforovaný trapézový plech TR 150/280/0,75 mm, 10,7 kg/m², geotextilie, 0,05 kg/m², výplně TR plechu z MW Fassil, 50 kg/m³, PE fólie 0,2 mm Isover P tl. 2x 30 mm, 120 kg/m³, Isover EPS 100 tl. 120 mm, 2,1 kg/m², skelný vln, 120 g/m², SIKAPLAN 15G, tl. 1,5 mm, 1,8 kg/m².

Rozměry zkušební vzorku: 2520 mm x 3010 mm.

Číslo vzorku: ---.

Podmínky zkoušky

Zkušební plocha: 7,59 m²

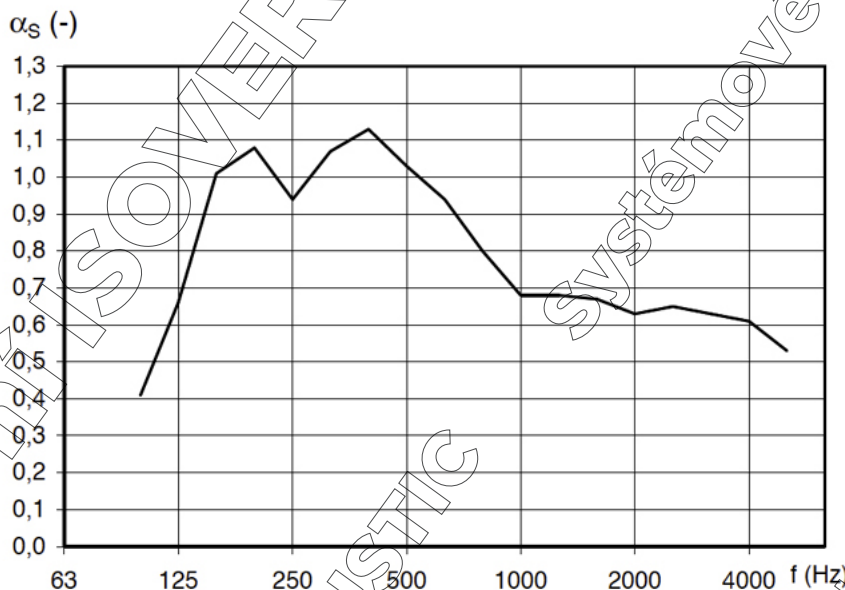
Objem dozvukové místnosti: 90,3 m³

Datum zkoušky: 13.04.2017

Teplota vzduchu: 17,8 – 18,4 °C

Relativní vlhkost: 72 – 75 %

Frekv. (Hz)	α_s (-)
100	0,41
125	0,66
160	1,01
200	1,08
250	0,94
315	1,07
400	1,13
500	1,03
630	0,94
800	0,80
1000	0,68
1250	0,68
1600	0,67
2000	0,63
2500	0,65
3150	0,63
4000	0,61
5000	0,53
Klasifikace podle ČSN EN ISO 11654	
$\alpha_w = 0,70$ (LM)	
Třída zvukové pohltivosti C	



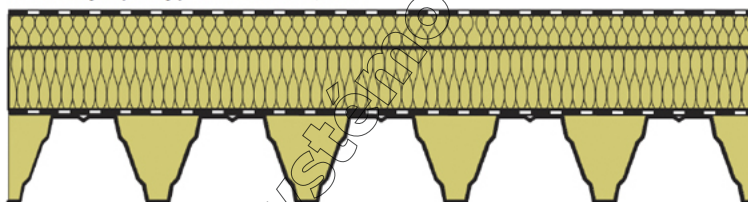
Centrum stavebního inženýrství a.s.
pracoviště Zlín

Datum: 14.06.2017

Ing. Miroslav Figalla
vedoucí laboratoře

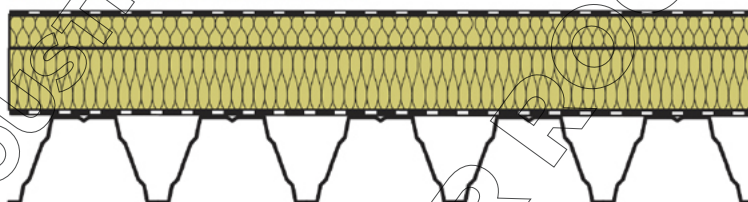
VAR. 1

Folie Sikaplan 15 G tl. 1,5 mm
 Isover S tl. 60 mm
 Isover T tl. 120 mm
 PE folie tl. 0,2 mm
 Výplně TR plechu z MW
 Separace
 Perforovaný trapézový plech TR 150/280/0,75mm



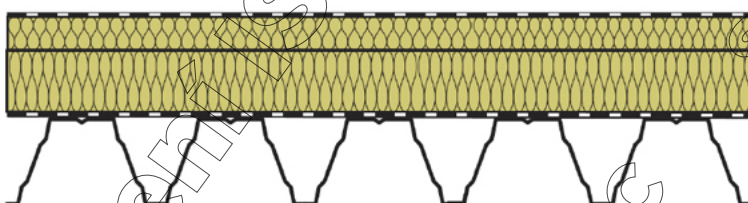
VAR. 2

Folie Sikaplan 15 G tl. 1,5 mm
 Isover S tl. 60 mm
 Isover T tl. 120 mm
 PE folie tl. 0,2 mm
 Perforovaný trapézový plech TR 150/280/0,75mm



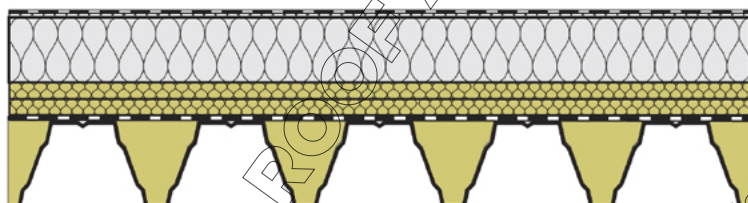
VAR. 3

Folie Sikaplan 15 G tl. 1,5 mm
 Isover S tl. 60 mm
 Isover T tl. 120 mm
 PE folie tl. 0,2 mm
 Plný trapézový plech TR 150/280/0,75mm



VAR. 4

Folie Sikaplan 15 G tl. 1,5 mm
 Separace
 Isover EPS 100 tl. 120 mm
 Isover P tl. 2x30 mm
 Parozábrana PE folie tl. 0,2 mm
 Výplně TR plechu z minerální izolace
 Separace
 Perforovaný trapézový plech TR 150/280/0,75mm





Zkušební vzorek střechy
s perforovaným plechem



Zkušební vzorek střechy
s plným plechem



Detail skladby - var. 1



Detail skladby - var. 2



Detail skladby - var. 3



Detail skladby - var. 4