

Žijeme v hlučné době. Výrobní průmyslové haly, nákupní střediska, sportovní a koncertní arény a další a další, to jsou všechno stavby, kde máme problémy s hlukem. Ten se snažíme všemožným způsobem utlmit, abychom si mohli vychutnat čisté tóny koncertu, nebo jen klidný nákup, nebo jen každodenní klidnější práci. Hlukového smogu je všude kolem spousta a přitom máme u halových staveb k dispozici jednoduché, účinné, designově přívětivé a dokonce levné řešení – vytvořit akusticky pohltivou střešní konstrukci. Obrovská střešní plocha hal, která by fungovala jako obrovský pohlcovač hluku – to je idea představovaného řešení.



Obr. 1. Akustika halových staveb se dnes řeší všelijak, zejména zavěšováním textilních doplňků či materiálů na bázi textilu, na které sedá hořlavý prach.

Lehké střešní pláště na trapézovém plechu jsou dnes pro velkorozponové halové stavby, jako jsou obchodní a logistická centra, výrobní a skladové haly apod. standardní konstrukcí. Téměř výhradně se používá plnostěnný trapézový plech, který je z hlediska prostorové akustiky nepohltivým (odrazivým) materiálem, a prostorová akustika musela být dosud v halových stavbách řešena jinými konstrukcemi. Perforovaný TR plech s pohltivou minerální výplní není ve světě výraznou novinkou, nicméně o jeho vysoké schopnosti pohlcovat hluk se u nás dosud téměř vůbec nehovořilo. Navíc tyto akustické střechy s perforovaným TR plechem dosud neměly odzkoušenou žádnou požární odolnost. To je však již minulost a tyto vysoce účinné akustické konstrukce dokonce s požární odolností můžeme pod značkou ISOVER ROOF ACOUSTIC využívat i u nás.

Stanovení činitele zvukové pohltivosti dle ČSN EN ISO 354, ČSN EN ISO 11654

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),

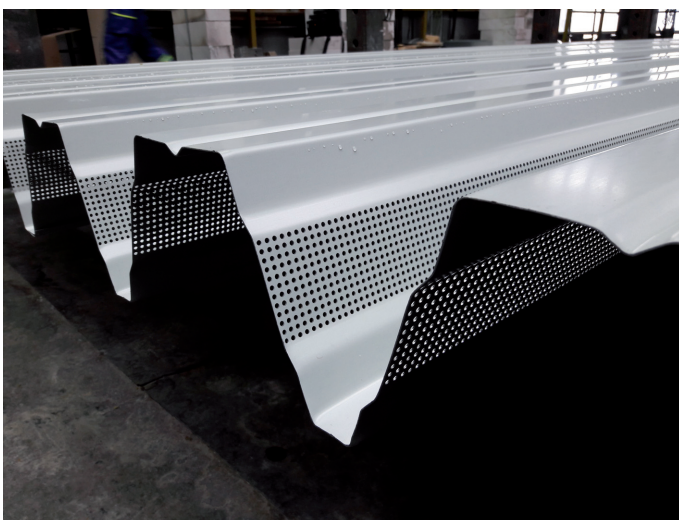
c_1 ... rychlost šíření zvuku ve vzduchu při teplotě t_1 ($m \cdot s^{-1}$),

c_2 ... rychlost šíření zvuku ve vzduchu při teplotě t_2 ($m \cdot s^{-1}$),

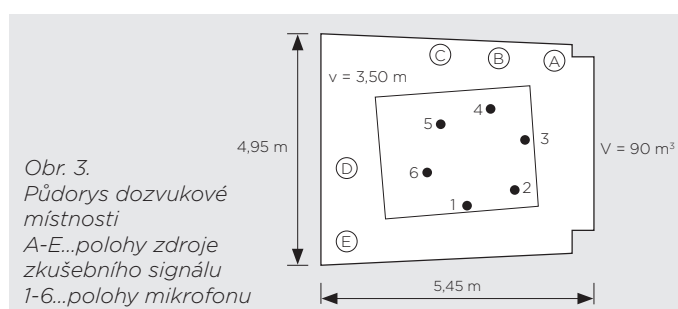
m_1 ... součinitel útlumu ve vzduchu při měření prázdné místnosti (m^{-1}),

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

Tvar dozvukové místnosti, umístění vzorku, polohy zdroje zkušebního signálu a polohy mikrofону jsou schématicky znázorněny na obr. 3.



Obr. 2. Základním prvkem lehkých akustických střech ISOVER ROOF ACOUSTIC je perforovaný trapézový plech.



Stanovení jednočíselné veličiny podle ČSN EN ISO 11654

Z naměřených hodnot činitelů zvukové pohltivosti se nejprve stanoví pro každé oktávové pásmo 125 – 4000 Hz praktický činitel zvukové pohltivosti α_p jako aritmetický průměr tří příslušných třetinooktávových hodnot, zaokrouhlený na 0,05. Z těchto hodnot se pomocí směrné křivky určí jednočíselná veličina – vážený činitel zvukové pohltivosti α_w . Jestliže je v některém pásmu hodnota α_p nejméně o 0,25 vyšší než hodnota posunutá 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

Zkoušené lehké střešní pláště

V akustické laboratoři CSI Zlín byly zkoušeny variantní skladby střešních plášťů na trapézovém plechu s tepelnou izolací z minerální vlny MW, kombinovanou izolací EPS + MW a kombinovanou izolací PIR + MW. Byly zkoušeny pohltivosti především střešních plášťů s perforovaným TR plechem a pro porovnání v jedné verzi také s plnostěnným TR plechem. Vlastní výsledky měření akustických střešních plášťů ISOVER ROOF ACOUSTIC jsou uvedeny v následující přehledné tabulce.

	Grafické schéma	Skladba	Jednočíselné hodnoty zvukové pohltivosti
Tab. 2 Celkové výsledky zvukové pohltivosti akustických plochých střešních plášťů ISOVER ROOF ACOUSTIC		<ul style="list-style-type: none"> Hydroizolační fólie tl. 1,5 mm ISOVER MW horní vrstva tl. 60 mm ISOVER MW spodní vrstva tl. 120 mm PE fólie 0,2 mm Výplně TR plechu – ISOVER Fassil Geotextilie Perforovaný TR plech 150/280/0,75 	$\alpha_w = 0,70$ (LM) NRC = 0,85 SAA = 0,85
		<ul style="list-style-type: none"> Hydroizolační fólie tl. 1,5 mm ISOVER MW horní vrstva tl. 60 mm ISOVER MW spodní vrstva tl. 120 mm PE fólie 0,2 mm Perforovaný TR plech 150/280/0,75 	$\alpha_w = 0,40$ (LM) NRC = 0,70 SAA = 0,71
		<ul style="list-style-type: none"> Hydroizolační fólie tl. 1,5 mm ISOVER MW horní vrstva tl. 60 mm ISOVER MW spodní vrstva tl. 120 mm PE fólie 0,2 mm Plný TR plech 150/280/0,75 	$\alpha_w = 0,15$ NRC = 0,30 SAA = 0,28
		<ul style="list-style-type: none"> Hydroizolační fólie tl. 1,5 mm Skelný vlies 120 g/m² ISOVER EPS 100 tl. 120 mm ISOVER P tl. 2x30 mm PE fólie 0,2 mm Výplně TR plechu – ISOVER Fassil Geotextilie Perforovaný TR plech 150/280/0,75 	$\alpha_w = 0,70$ (LM) NRC = 0,85 SAA = 0,86

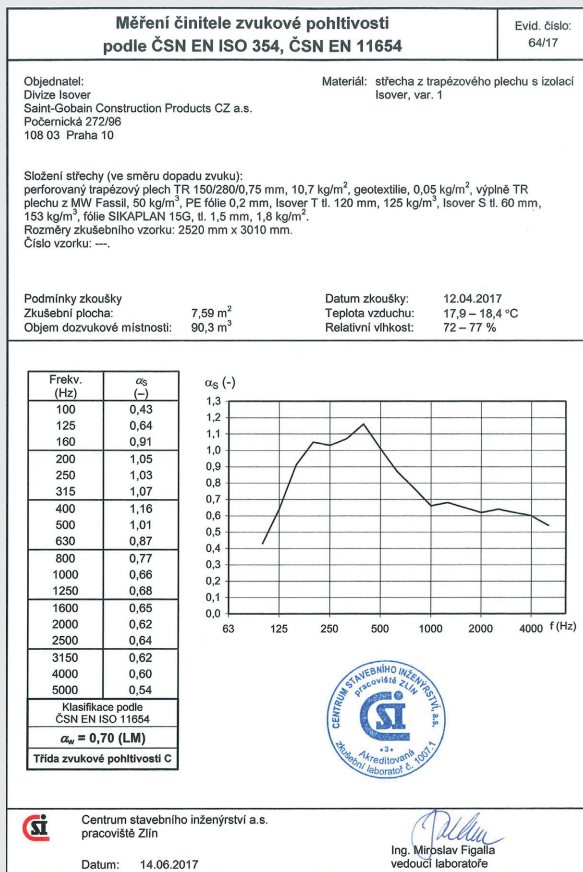
Z výsledků zkoušek ISOVER ROOF ACOUSTIC je zřejmé:

- Střešní konstrukce s perforovaným TR plechem (s akustickou výplní vlny) dosahuje **výborné hodnoty zvukové pohltivosti... $\alpha_w = 0,70$** .
- Vynechání akustické výplně vlny perforovaného TR plechu **zcela degraduje akustickou pohltivost... $\alpha_w = 0,40$**
- Shodná skladba s **plnostěnným TR plechem** nemá akustickou pohltivost prakticky žádnou... $\alpha_w = 0,15$
- Skladba nad parozábranou (MW, EPS, PIR) nemá již **žádný vliv** na zvukovou pohltivost střešního pláště s perforovaným TR plechem (a minerální výplní vlny) ... $\alpha_w = 0,70$.

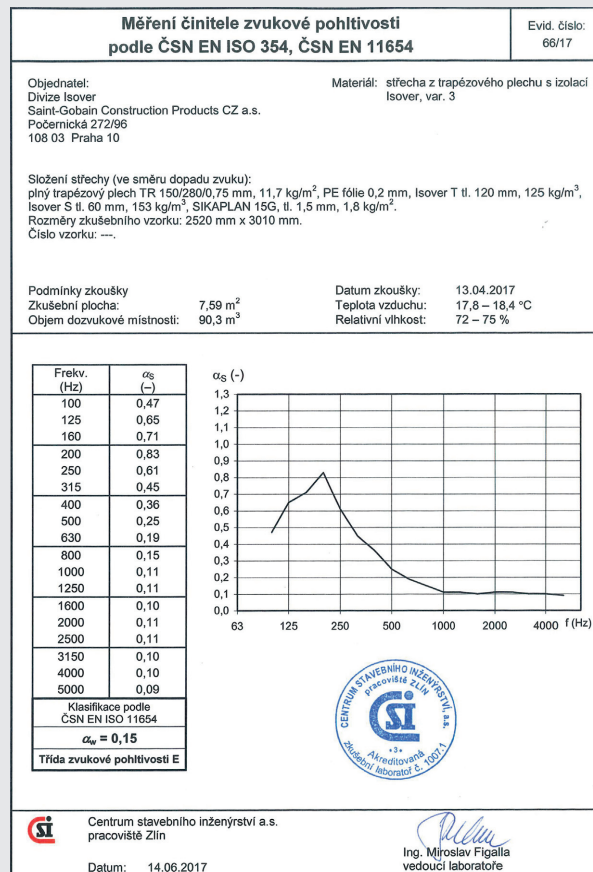
- Jako **horní vrstva** minerální izolace se používají desky **ISOVER S (s pevností v tlaku 70 kPa), nebo ISOVER S-i (60 kPa)**.
- Jako **spodní vrstva** minerální izolace se používají desky s podélným vláknem **ISOVERT (40 kPa), ISOVER R (30 kPa), ISOVER P (20 kPa)** nebo lamelové desky s kolmým vláknem **ISOVER LAM 70 (70 kPa), ISOVER LAM 50 (50 kPa) a ISOVER LAM 30 (30 kPa)**.
- Jako **akustická výplň TR plechu** se ve všech případech používají **přířezy z materiálu ISOVER Fassil**.
- Pro kombinované izolace s pěnovým polystyrenem se používají pro horní vrstvy výrobky **ISOVER EPS 100, 150 a 200 (s pevností v tlaku 100, 150 a 200 kPa)**. Pro podkladní vrstvu lze použít i **ISOVER EPS 70 (70 kPa)**.



Obr. 4 Akustické střešní pláště ISOVER ROOF ACOUSTIC se používají vždy s pohltivou minerální výplní vlny TR plechu.



Obr. 5
Typický kmitočtový průběh zvukové pohltivosti
pro $\alpha_w = 0,70$ pro lehké stření pláště
ISOVER ROOF ACOUSTIC.



Obr. 6
Typický kmitočtový průběh zvukové pohltivosti
pro $\alpha_w = 0,15$ standardní střechy s plnostěnným
TR plechem.



Obr. 7
Akustické střechy s perforovanými TR plechy ISOVER ROOF ACOUSTIC se zkouší na zvukovou pohltivost obráceně tj. TR plechem směrem nahoru do akustické měřicí komory. Tak se projeví silný pohltivý účinek perforovaného TR plechu s akustickou minerální výplní, nebo naopak odrazivý účinek standardního plnostěnného TR plechu bez perforace.

Systémové řešení ROOF ACOUSTIC pro střechy s minerální izolací, pěnovým polystyrenem a PIR

Akustické vlastnosti perforovaného TR plechu s minerální výplní je možno využívat pro všechny stávající používané systémy tj. celovatové i kombinované vata/polystyren a vata/PIR. Stávající názvy se tak rozšíří o doplňující označení ACOUSTIC, které bude jednoznačně znamenat použití perforovaného TR plechu.

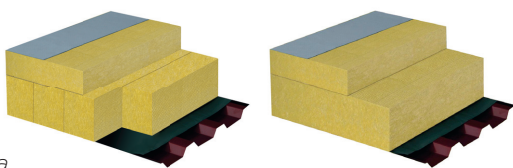
Konkrétní systémová řešení ISOVER pro lehké střechy na TR plechu s požární odolností:

■ TOP ROOF

celovatová střecha na neperforovaném TR plechu

■ TOP ROOF ACOUSTIC

celovatová střecha na **perforovaném** TR plechu



Obr. 8a

■ SG COMBI ROOF

kombinované izolace MW/EPS na neperforovaném TR plechu

■ SG COMBI ROOF ACOUSTIC

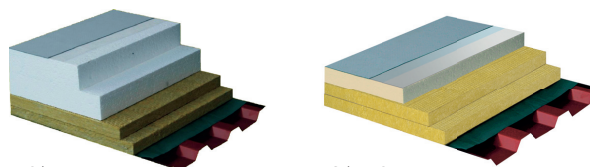
kombinované izolace MW/EPS na **perforovaném** TR plechu

■ COMBI PIR

kombinovaná izolace MW/PIR na neperforovaném TR plechu

■ COMBI PIR ACOUSTIC

kombinovaná izolace MW/PIR na **perforovaném** TR plechu



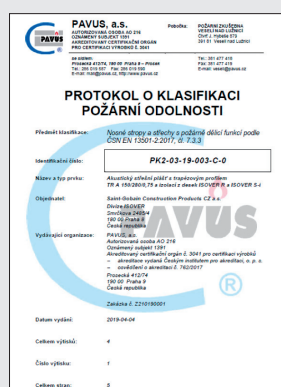
Obr. 8b

Obr. 8c

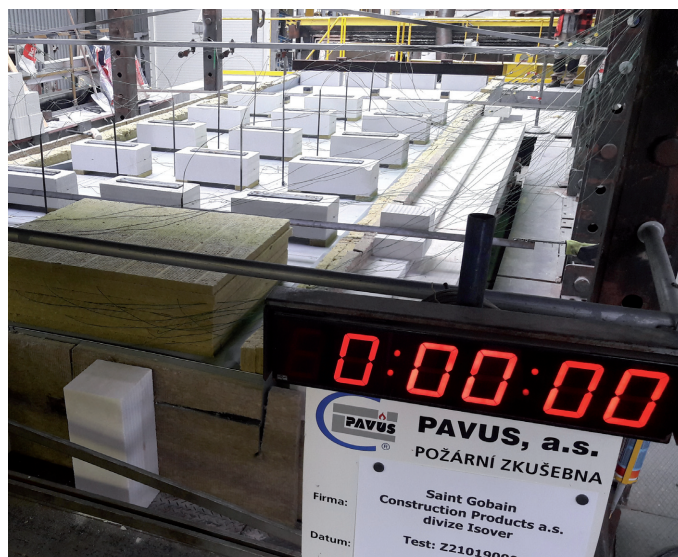
Obr. 8
Systémové skladby plochých střech ISOVER na TR plechu: TOP ROOF, SG COMBI ROOF, COMBI PIR je možno nyní využívat i ve verzi ACOUSTIC s perforovaným TR plechem.

Požární odolnost akustických střech s perforovaným TR plechem ISOVER ROOF ACOUSTIC

V letošním roce 2019 byly pro střechy ISOVER ROOF ACOUSTIC provedeny základní zkoušky požární odolnosti pro velké rozpory a bylo dosaženo výborných výsledků. Na skladbu byla vystavena **požární klasifikace s požární odolností REI 45**. V současnosti probíhají expertizní práce na rozšíření požární klasifikace pro celé široké spektrum skladeb, které se na halových stavbách vyskytují.



Obr. 9
Protokol o požární klasifikaci akustických střech ISOVER ROOF ACOUSTIC.



Obr. 11 Akustické ploché střechy ISOVER ROOF ACOUSTIC byly klasifikovány s požární odolností REI 45 DPI pro celovatovou izolaci MW. Foto požární zkoušky na začátku a ve 46 minutě. Střešní plášť je zcela funkční.

Obr. 10
Podrobné projektové podklady pro navrhování lehkých požárně odolných a akustických střech je možné nalézt v katalogu ISOVER Ploché střechy.



Katalog je ke stažení na www.isover.cz



STUDIE PRŮMYSLVÉ HALY

Na základě výborných výsledků akustických zkoušek střešních pláštů ISOVER ROOF ACOUSTIC v CSI Zlín byla na univerzitním centru UCEEB zadána akustická studie, která má za cíl doložit zcela praktické výsledky při použití nových akustických střešních s perforovaným TR plechem oproti konvenčnímu řešení s plnostěnným TR plechem. Zpracováním studie s názvem Akustika hal se střešními perforovanými TR plechy v systémových střešních skladbách ISOVER ROOF ACOUSTIC byl pověřen vedoucí akustické laboratoře UCEEB Ing. Jiří Nováček, Ph.D. Následný text je podstatnou částí této studie, kompletní text je k dispozici na https://www.isover.cz/sites/isover.cz/files/assets/documents/isover_akusticka_studie_haly.pdf.

Předmětem studie je výpočtové stanovení vlivu systémových skladeb ISOVER ROOF ACOUSTIC s perforovanými trapézovými plechy ve skladbách střešních na prostorovou akustiku průmyslových halových objektů, zejména na zkrácení doby dozvuku a snížení hladiny akustického tlaku z provozu zdrojů hluku. K tomuto účelu byl vytvořen akustický model „typické“ jednodolní haly s ocelovou nosnou konstrukcí a lehkým opláštěním. Akustické výpočty byly provedeny ve specializovaném softwaru ODEON Combined verze 14 a doplněny predikcemi dle běžně používaných výpočtových metod.

Objemové a tvarové řešení vzorové haly

Nejprve byl vytvořen trojrozměrný model haly, který byl následně importován do softwaru ODEON. Hala je navržena jako jednodolní, s obdélníkovým půdorysem (15 × 36 m) a sedlovou střešinou. Výška haly je 7,5 m u okapu a 8,5 m ve hřebeni. Nosnou konstrukci haly tvoří ocelové rámy svařované z profilů tvaru I v osové vzdálenosti 6 m. Stěny haly tvoří sendvičové panely s tepelněizolačním jádrem a opláštěním z ocelového plechu (typ Kingspan).

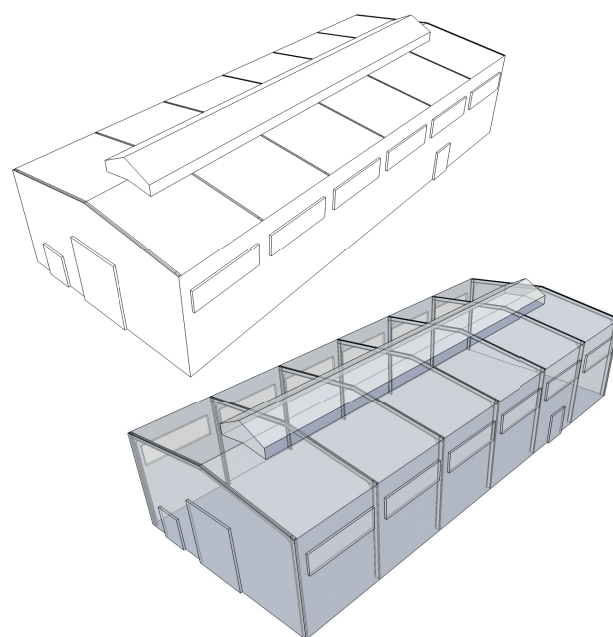
Skladba střešiny byla namodelována ve variantách:

- **1. plný trapézový plech** TR 150/280/0,75, PE fólie 0,2 mm, ISOVER T tl. 120 mm, ISOVER S tl. 60 mm, fólie SIKAPLAN tl. 1,5 mm,
- **2. perforovaný trapézový plech** TR 150/280/0,75, geotextilie, výplně TR plechu z MW ISOVER Fassil, PE fólie 0,2 mm, ISOVER T tl. 120 mm, ISOVER S tl. 60 mm, fólie SIKAPLAN tl. 1,5 mm,

Skladby střešiny se navzájem liší především spodními vrstvami orientovanými do prostoru haly. V první variantě byl trapézový plech plný, ve druhé perforovaný a vyplněný klíny z minerálních vláken. Podlaha haly je betonová. V obou delších stěnách jsou umístěna okna o rozměrech 1,5 × 5 m (celkem 12 oken). Ve hřebeni střešiny se nachází pásový světlík. Pro úplnost jsou ve dvou stěnách umístěna vrata a venkovní dveře (bez bližší specifikace).

Zvuková pohltivost vnitřních povrchů

Zvuková pohltivost vnitřních povrchů závisí na frekvenci a obvykle se vyjadřuje hodnotami činitele zvukové pohltivosti α (-) v oktávních pásmech nejméně v rozsahu od 125 Hz do 4 000 Hz. Pro běžné stavební povrchy jsou tyto hodnoty uváděny v odborné literatuře, u výrobků určených pro pohlcování zvuku



Obr. 12
3D model jednodolní haly

bývají obsahem technické dokumentace.

Pro akustické výpočty byly použity hodnoty činitelů zvukové pohltivosti z materiálové knihovny programu ODEON a z podkladů výrobců stavebních materiálů, viz tabulka 3.

Povrch	f [Hz]					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Střešina - plný trapézový plech TR 150/280/0,75 ¹	0,60	0,65	0,25	0,10	0,10	0,10
Střešina - perforovaný trapézový plech TR 150/280/0,75	0,65	1,00	1,00	0,70	0,65	0,60
Stěny - sendvičový panel s opláštěním z ocelového plechu ²	0,25	0,20	0,10	0,15	0,10	0,08
Podlaha - hladký beton	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05
Okna a světlík	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02
Vrata - pohltivost 10 %	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Nosné ocelové prvky - pohltivost 2 %	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

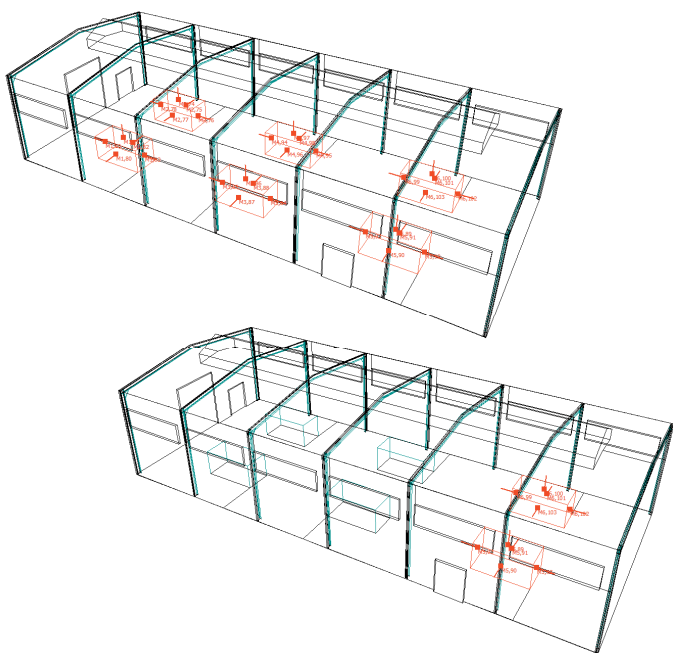
¹ Protokol č. 207/17 o zkoušce stanovení činitele zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti ploché střešiny z trapézového plechu s izolací ISOVER, CSI a. s., 2017

² Acoustic Performance Guide, Insulated roof, wall and facade systems, společnosti Kingspan (6/2005)

Tab. 3 Činitelé zvukové pohltivosti α (-) vnitřních povrchů haly

Zdroje zvuku

V hale bylo uvažováno celkem šest identických zdrojů zvuku, každý s hladinou akustického výkonu A, $L_{wA} = 90$ dB. Výpočty šíření zvuku byly provedeny pro dva provozní stavy, kdy současně běží všech šest zdrojů zvuku nebo jen dva z nich. Protože reálné průmyslové zdroje hluku v halových objektech většinou tvoří strojní zařízení větších rozměrů, v akustickém modelu byly tyto zdroje namodelovány jako boxy o rozměrech 2 m × 4 m × 2 m (š × d × v), které vyzařují hluk ze čtyř bočních povrchů a jednoho horního. Díky tomuto přístupu je ve výpočtech zahrnut i vliv zdrojů na zmenšení vnitřního objemu haly. Zdroje zvuku byly rozmístěny rovnoměrně na podlaze haly, jak je naznačeno na obrázku 13.

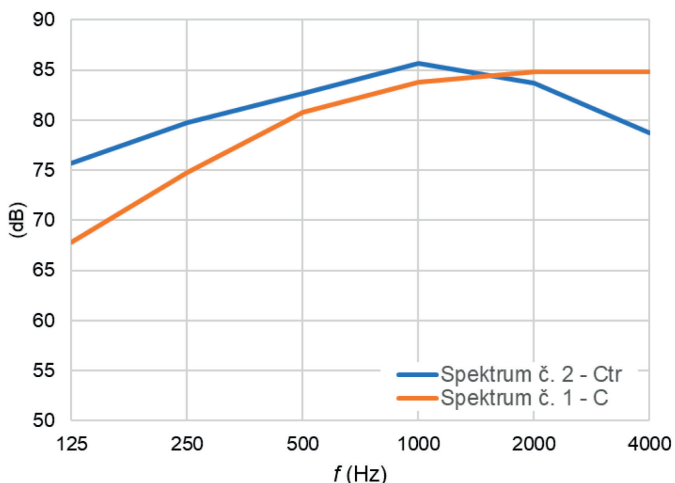


Obr. 13
Akustický model haly se znázorněním zdrojů zvuku

Frekvenční spektrum zdrojů zvuku bylo převzato z ČSN EN ISO 717-1, dle faktorů přizpůsobení spektru C (spektrum č. 1) – provozovny emitující zejména hluk středních a vyšších kmitočtů) a C_{tr} (spektrum č. 2 – provozovny emitující zejména hluk nízkých a středních kmitočtů). Hladiny akustického výkonu zdrojů zvuku vážené funkcí A jsou v závislosti na frekvenci uvedeny v tabulce 4 a znázorněny na obrázku 14.

Povrch	L_w vážená funkcí A (dB)					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Spektrum č. 1 – faktor C	67,8	74,8	80,8	83,8	84,8	84,8
Spektrum č. 2 – faktor C_{tr}	75,7	79,7	82,7	85,7	83,7	78,7

Tab. 4 Hladiny akustického výkonu zdrojů zvuku



Obr. 14
Hladiny akustického výkonu L_w (dB) vážené funkcí A

Doba dozvuku

Doba dozvuku haly závisí na jejich rozměrech, zejména vnitřním objemu, tvaru, množství zvukové pohltivosti vč. jejího rozmístění atp.

Výpočet doby dozvuku byl proveden softwarem ODEON a ručně podle Eyringova vzorce, uvedeného v ČSN 73 0525:

$$T = 0,163 \frac{V}{-S \ln(1 - \alpha_m) + 4mv}$$

kde

V je objem uzavřeného prostoru (m^3),

S ... plocha vnitřních povrchů (m^2),

α_m ... střední činitel zvukové pohltivosti (-),

m ... činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu (m^{-1}).

Varianta	Doba dozvuku T [s]					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Plný trapézový plech	1,48	1,58	3,13	3,67	3,93	2,62
Děrovaný trapéz. plech - var. 1	1,45	1,40	1,73	1,70	1,85	1,56

Tab. 5 Doba dozvuku vypočtená softwarem ODEON

Varianta	Doba dozvuku T [s]					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Plný trapézový plech	1,41	1,48	3,42	3,77	3,99	2,38
Děrovaný trapéz. plech - var. 1	1,34	1,06	1,22	1,49	1,63	1,33

Tab. 6 Doba dozvuku podle Eyringova vzorce

Z výsledků uvedených v tabulkách 5 a 6 vyplývá, že doba dozvuku haly s perforovaným trapézovým plechem vypočtená podle Eyringova vztahu je obecně kratší než doba dozvuku stanovená programem ODEON. Je to dáno tím, že počítačový model zo hledňuje vliv rozmístění pohltivých povrchů na prostorou akustiku, zatímco ruční výpočet vychází z předpokladu rovnoměrně rozložené pohltivosti. Umístění perforovaného plechu výhradně na střechu a ponechání odrazivých stěn vede k prodloužení skutečné doby dozvuku v porovnání s predikovanými hodnotami. Lepšího výsledku by bylo dosaženo, kdyby část pohltivosti byla umístěna také na stěny.

Hladina akustického tlaku A

Hladina akustického tlaku A v hale se mění s počtem a vlastnostmi zdrojů zvuku, jejich umístěním, vzdáleností od místa příjmu, množství zvukové pohltivosti, atp. Pokud je vzdálenost mezi zdrojem zvuku a místem příjmu větší než dozvuková vzdálenost, pak lze v poli odražených vln vypočítat hladinu akustického tlaku podle vztahu:

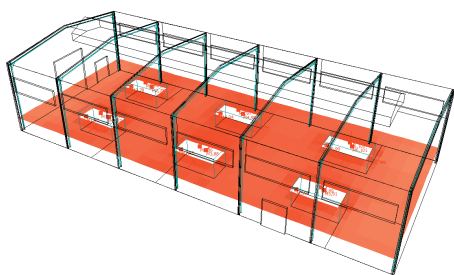
$$L = L_w + 10 \lg \left[\frac{4(1 - \alpha_m)}{-S \ln(1 - \alpha_m) + 4mv} \right]$$

kde

L_w je hladina akustického výkonu zdroje zvuku (db).

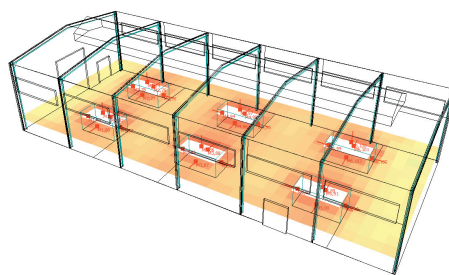
Výsledky výpočtů dle tohoto vzorce jsou uvedeny kurzívou v následujících obrázcích spolu s výsledky simulačních výpočtů programem ODEON. Přestože oba postupy poskytují podobné hodnoty, ruční výpočet vede obecně k mírně nižším hodnotám, zejména ve variantě s více zdroji. Rozdíl je způsoben především zanedbáním vlivu přímého zvukového pole v ručním výpočtu a skutečného rozmístění pohltivých povrchů.

Jednolodní hala - plný trapézový plech

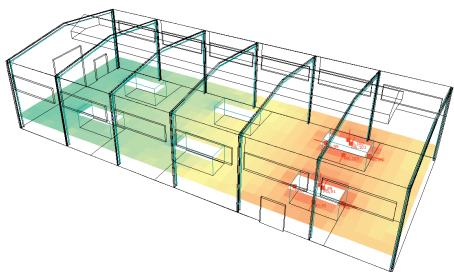


Obr. 15
Hladiny akustického tlaku A, L_A (dB) pro spektrum č. 1 a 6 zdrojů zvuku, průměrná hodnota 80,4 dB (80,1 dB)

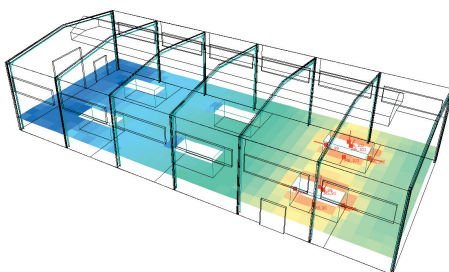
Jednolodní hala - perforovaný trapézový plech s minerální výplní



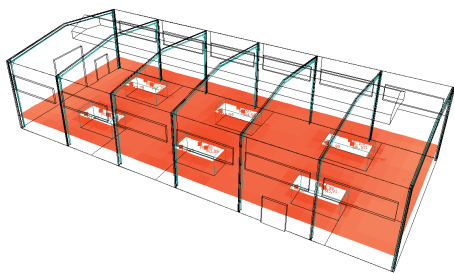
Obr. 19
Hladiny akustického tlaku A, L_A (dB) pro spektrum č. 1 a 6 zdrojů zvuku, průměrná hodnota 77,1 dB (76,0 dB)



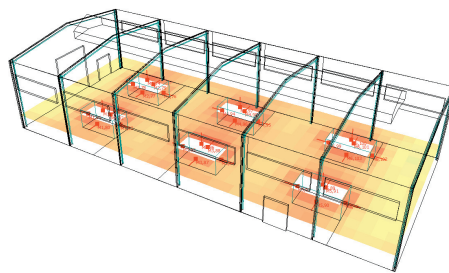
Obr. 16
Hladiny akustického tlaku A, L_A (dB) pro spektrum č. 1 a 2 zdroje zvuku, průměrná hodnota 75,3 dB (75,3 dB)



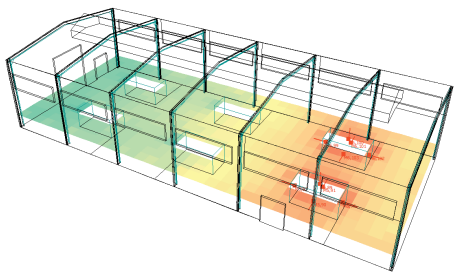
Obr. 20
Hladiny akustického tlaku A, L_A (dB) pro spektrum č. 1 a 2 zdroje zvuku, průměrná hodnota 71,4 dB (71,2 dB)



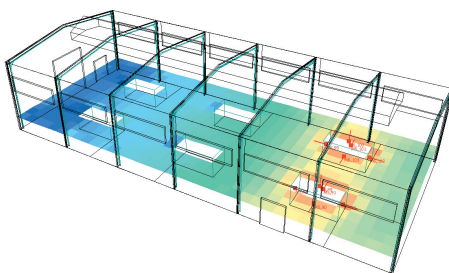
Obr. 17
Hladiny akustického tlaku A, L_A (dB) pro spektrum č. 2 a 6 zdrojů zvuku, průměrná hodnota 80,4 dB (80,1 dB)



Obr. 21
Hladiny akustického tlaku A, L_A (dB) pro spektrum č. 2 a 6 zdrojů zvuku, průměrná hodnota 77,0 dB (75,9 dB)



Obr. 18
Hladiny akustického tlaku A, L_A (dB) pro spektrum č. 2 a 2 zdroje zvuku, průměrná hodnota 75,4 dB (75,4 dB)




Obr. 22
Hladiny akustického tlaku A, L_A (dB) pro spektrum č. 2 a 2 zdroje zvuku, průměrná hodnota 71,2 dB (71,1 dB)

Závěry

Použití perforovaného trapézového plechu ve skladbě střechy systémového řešení ISOVER ROOF ACOUSTIC má výrazný vliv na prostorovou akustiku haly. **Doba dozvuku haly s perforovaným trapézovým plechem je přibližně poloviční** oproti běžnému řešení s plným plechem ($T = 3,42$ s – plný plech, 1,72 s – perforovaný plech; průměrné hodnoty pro oktávová pásma 500 Hz a 1 000 Hz).

Obecně platí, že kratší doba dozvuku přispívá ke srozumitelnosti řeči (např. při komunikaci zaměstnanců na pracovišti, služebním nebo bezpečnostním hlášení apod.). Pro srovnání, ČSN 73 0527 doporučuje pro haly se sportovním využitím dobu dozvuku 1,6 s (vztaženo k vnitřnímu objemu 4 423 m³). **Vypočtená doba dozvuku haly s perforovaným trapézovým plechem je velmi blízká této hodnotě, což v hale zajišťuje optimální akustické podmínky.**

Perforovaný plech dále výrazně přispívá ke snížení hluku v hale (s výjimkou míst v těsné blízkosti zdrojů zvuku). Z výsledků výpočtů je zřejmé, že výsledky pro obě frekvenční spektra zdrojů zvuku jsou obdobné, zatímco vliv počtu současně běžících zdrojů není zanedbatelný. Bylo dosaženo průměrné snížení hladiny akustického tlaku A o **3,3 dB** (6 zdrojů), resp. o **4,0 dB** (2 zdroje). **Pokles o 3 dB zjednodušené odpovídá fiktivnímu snížení počtu běžících zdrojů zvuku o 50 %, resp. rozdíl 4 dB o 60 %.**

 **ČVUT**
UNIVERZITNÍ CENTRUM ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH BUDOV
TRINECKÁ 1024, 273 43 BUŠTĚHRAD
WWW.UCEEB.CZ

Akustika hal se střešními perforovanými trapézovými plechy v systémových střešních skladbách ISOVER ROOF ACOUSTIC

souhrnná zpráva

Ing. Jiří Nováček, Ph.D.

Zákazník: Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.
Divize ISOVER
Smrčkova 2485/4, 180 00 Praha 8

výtisk č. 1/3 12. března 2020

ČVUT UCEEB
TRINECKÁ 1024
273 43 BUŠTĚHRAD +420 224 736 701
INFO@UCEEB.CZ
WWW.UCEEB.CZ IČ 68407700 | DIČ CZ68407700
BANKOVNÍ SPOJENÍ KB PRAHA
Č. Ú. 107-44130902171010 1 / 15

Další související informace naleznete na:

<https://www.isover.cz/isover-roof-acoustic-dokumenty>

**Ing. Pavel Rydlo (1967)*

pracuje jako manažer technické podpory společnosti Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. divize ISOVER. Vystudoval ČVUT v Praze, je autorizovaným inženýrem v oboru pozemní stavby. Od roku 1996 se aktivně zabývá vývojem a aplikacemi tepelných izolací pro stavebnictví.

Technická podpora
ISOVER ROOF ACOUSTIC
a další systémové střechy s požární odolností
Ing. Pavel Rydlo
Tel.: +420 602 427 678
E-mail: pavel.rydlo@saint-gobain.com

Produktový specialista
PLOCHÉ STŘECHY
Roman Jahoda
Tel.: +420 721 055 812
E-mail: roman.jahoda@saint-gobain.com

Divize ISOVER
SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS CZ a.s.
Smrčkova 2485/4 • 180 00 Praha 8

Bezplatná informační linka
800 ISOVER (800 476 837)

Technické poradenství
E-mail: technickedotazy@isover.cz • Tel.: 734 123 123

Internetový obchod
www.e-isover.cz



info@isover.cz
www.isover.cz


SAINT-GOBAIN