

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ
Ústav technologie stavebních hmot a dílců



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI

ZPRÁVA č. 10 / 11 / 1700

VÝVOJ PROTIHLUKOVÝCH STĚN S VYSOKÝMI POHLTIVÝMI
VLASTNOSTMI – SOUHRNNÁ ZPRÁVA

Objednavatel:

Moravskoslezský dřevařský klastr, o.s.
Studentská 6202
708 33 Ostrava - Poruba

Vypracoval:

Doc. Ing. Rudolf Hela, CSc.
Ing. Jiří Zach, Ph.D.
Ing. Dagmar Donatřáková

V Brně dne 30.11.2010



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
vedoucí ústavu THD

1. Úvodem

Na základě smlouvy HS1205400964 ze dne 31.1.2010 byl cílem výzkumných a zkušebních prací návrh tvaru a optimalizace směsi pro výrobu protihlukové tvárnice kategorie A4.

2. Zkušební metody a postupy

ČSN EN 1793-1 Zařízení pro snížení hluku silničního provozu - Zkušební metody stanovení akustických vlastností - Část 1: Určení zvukové pohltivosti laboratorní metodou

ČSN EN 1793-3 Zařízení pro snížení hluku silničního provozu - Zkušební metody stanovení akustických vlastností - Část 3: Normalizované spektrum hluku silničního provozu

ČSN EN ISO 354 Akustika. Měření zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti

ČSN EN 12390-3 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles

ČSN EN 12390-7 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu

ČSN 73 1326 Stanovení odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek

2. Zkušební zařízení

Při měření byly použity následující přístroje Brüel & Kjaer:

- přesný modulární analyzátor zvuku typ 2260 Investigator, výrobní číslo 2358416,
ČSN IEC 651 třída přesnosti 1,
ČSN IEC 60804 třída přesnosti 1,
ČSN IEC 61260 (části normy) třída přesnosti 1,
- měřicí předpolarizovaný 1/2" mikrofon typ 4189, výrobní číslo 2352807,
Mikrofon splňuje požadavky normy PNÚ 1802.1, 1802.2
Ověřovací list č. 6035-OL-M072-07,
- hladinový zvukový kalibrátor typ 4231, výrobní číslo 2343360,
ČSN IEC 942 třída přesnosti 1,
Kalibrační list č. 6035-KL-K044-07.

Všechny přístroje ověřil Český metrologický institut, Oblastní inspektorát – laboratoř akustiky, Okružní 31, Brno. Před a po vlastním měření doby dozvuku proběhla kalibrace.

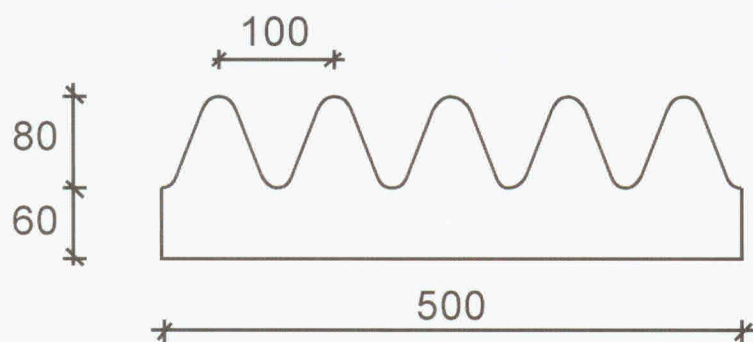
- všesměrový zdroj bílého a růžového šumu OmniPower, Brüel & Kjaer Typ 4296
výrobní číslo 2071 498,
- výkonový zesilovač Power Amplifier, Brüel & Kjaer Typ 2716/iP450
výrobní číslo 234 9449,
- akustický interferometr Brüel & Kjaer, laboratorní váhy Kern, laboratorní lis,
klimatizační zařízení KD20, posuvné měřidlo.

3. Návrh profilu absorpční vrstvy

V první fázi bylo vybráno celkem 5 profilů. Jedná se o dva základní profily:

- jednoduchá vlna (model 1),
- hříbová vlna (model 4).

U modelů 1 a 3 byla zvolena standardní rozteč vlna 100 mm. Model č. 2 byl vytvořen modifikací modelu č. 1 zvýšením počtu vln z 5 (na šířku tvarovky 500 mm) na 7. Tímto způsobem dojde ke zvětšení pohltivé plochy povrchu stěny. Model č. 3 byl dále vytvořen modifikací modelu č. 2 vytvořením šikmého sklonu vln. Tímto způsobem dojde k dalšímu navýšení aktivní pohltivé plochy panelu. Model č. 5 byl vytvořen (podobně, jako tomu bylo u modelu č. 2) modifikací modelu č. 4 zvýšením počtu vln z 5 (na šířku tvarovky 500 mm) na 7. Jednotlivé modely jsou voleny s ohledem na maximální efektivitu pohlcení akustické energie a násobných odrazů směrem do dutin mezi jednotlivými žebry povrchu.



Obr. 1: Schématický náčrt profilu pohltivé plochy u modelu č. 1

Pro výrobu fragmentů protihlukových tvárníc byl zvolen profil č. 1. Podrobnosti jsou blíže uvedeny v dílčí zprávě č. 2 z 6.5.2009.

4. Návrh receptur (směsi) pro výrobu

V úvodní etapě bylo provedeno laboratorní stanovení zvukové pohltivosti na třech dodaných vzorcích absorbérů, přičemž naměřené hodnoty zvukových pohltivostí jsou uvedeny v dílčích zprávách 3 a 4.

Tab. 1: Přehled vypočítaných jednočíselných hodnot zvukových pohltivostí u vzorku Thermo N 36,5 (viz. dílčí zpráva č. 3)

Vzorek č.	DL_{α} [dB]	Objemová hmotnost ρ_v [kg.m ⁻³]
1 a	2,94 ^{*)}	631,76
1 b	4,35	613,49
1 c	4,10	632,68
Průměr	4,23	625,98

^{*)} daná hodnota nebyla do průměru započítaná

Tab. 2: Přehled vypočítaných jednočíselných hodnot zvukových pohltivostí u vzorku 22/0 N (viz. dílčí zpráva č. 4)

Vzorek č.	DL_{α} [dB]	Objemová hmotnost ρ_v [kg.m ⁻³]
2 a	4,66	567,04
2 b	5,46	536,31
2 c	5,71	564,69
Průměr	5,27	569,35

*) daná hodnota nebyla do průměru započítaná

Tab. 3: Přehled vypočítaných jednočíselných hodnot zvukových pohltivostí u vzorku z 28.9.2009 (viz. zpráva č. 5)

Vzorek č.	DL_{α} [dB]	Objemová hmotnost ρ_v [kg.m ⁻³]
a	4,02	640,37
b	4,04	613,22
c	4,25	665,88
Průměr	4,10	639,83

Následně byl proveden návrh třech zkušebních receptur, ze kterých byly vyrobeny zkušební fragmenty protihlukových stěn o rozměrech 0,25 x 0,5 m s geometrií modelu č. 1 (viz. výše).

Tab. 4: Receptury zkušebních vzorků (na objem míchačky):

Složka	Vzorek č. 1	Vzorek č. 2	Vzorek č. 3
Štěpka	0,75 RM	0,75 RM	0,75 RM
Barva	1,1 kg	1,1 kg	1,1 kg
Cement	190 kg	195 kg	200 kg
Voda	120 kg	120 kg	120 kg

5. Údaje o zkoušení

Z dodaných fragmentů protihlukových stěn stěny byl v akustické laboratoři sestaven fragment protihlukové stěny o celkových rozměrech 2 x 3 m. Stanovení činitele zvukové pohltivosti bylo provedeno v souladu s citovanými ČSN EN 1793-1, ČSN EN 1793-3 a EN 20354.

Naměřené hodnoty byly sestaveny do grafu a byla vypočítaná jednočíselná hodnota zvukové pohltivosti DL_{α} [dB] v souladu s citovanými ČSN EN 1793-1 ČSN 1793-3 dle vztahu:

$$DL_{\alpha} = -10 \log \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{18} \alpha_{si} 10^{0,1 L_i}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1 L_i}} \right)$$

Z dodaných fragmentů byly dále připraveny vzorky pro stanovení objemové hmotnosti, mechanických vlastností a odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek.

6. Výsledky zkoušek

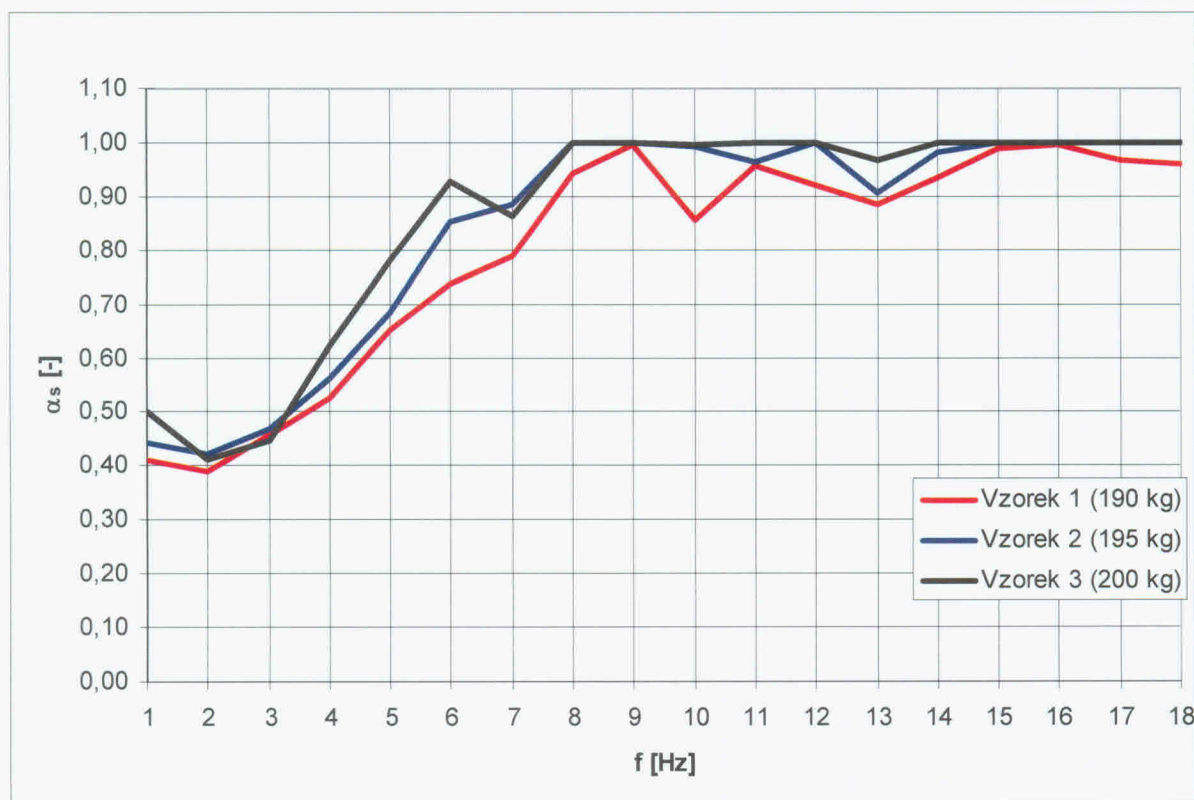
Stanovení činitele zvukové pohltivosti bylo provedeno v dozvukové místnosti dle ČSN EN 1793-1 a EN 20354. Z naměřených hodnot doby dozvuku a známé charakteristiky dozvukové místnosti byla výpočtově stanovena zvuková pohltivost v třetinooktávových pásmech.

Tab. 5: Výsledky stanovení činitele zvukové pohltivosti u jednotlivých zkušebních vzorků

Frekvence f_i [Hz]	Hladina akustického tlaku normalizovaného spektra silničního hluku L_i [dB]	Činitel zvukové pohltivosti α_{si} [-]		
		Vzorek č. 1 (190 kg)	Vzorek č. 2 (195 kg)	Vzorek č. 3 (200 kg)
100	-20	0,41	0,45	0,50
125	-20	0,39	0,42	0,41
160	-18	0,46	0,47	0,45
200	-16	0,53	0,56	0,62
250	-15	0,65	0,69	0,78
315	-14	0,74	0,85	0,93
400	-13	0,79	0,88	0,86
500	-12	0,94	1,00	1,00
630	-11	1,00	1,00	1,00
800	-9	0,86	0,99	1,00
1000	-8	0,96	0,96	1,00
1250	-9	0,92	1,00	1,00
1600	-10	0,89	0,91	0,97
2000	-11	0,94	0,98	1,00
2500	-13	0,99	1,00	1,00
3150	-15	1,00	1,00	1,00
4000	-16	0,97	1,00	1,00
5000	-18	0,96	1,00	1,00

pozn.: L_i [dB] hladina akustického tlaku normalizovaného spektra silničního hluku v i -tém třetinooktávovém pásmu definovaná v EN 1793-3

Graf. 1: Průběhy činitele zvukové pohltivosti u jednotlivých zkušebních vzorků



Tab. 6: Přehled vypočítaných jednočíselných hodnot zvukových pohltivostí

Vzorek č.	DL_α [dB]	Kategorie zvukové pohltivosti dle ČSN EN 1793-1
1	9,31	A3
2	11,71	A4
3	13,21	A4

Tab. 7: Přehled fyzikálních a mechanických vlastností zkušebních vzorků

Vzorek č.		Objemová hmotnost ρ_v [kg.m ⁻³]	Pevnost v tlaku f_c [N.mm ⁻²]
1	a	740	3,95
	b	732	3,70
	c	728	4,20
	průměr	733	3,95
2	a	735	3,50
	b	728	3,00
	c	745	3,40
	průměr	736	3,30
3	a	739	2,80
	b	743	3,25
	c	723	2,95
	průměr	735	3,00

Tab. 8: Výsledky stanovení odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek u zkušebních vzorků

Vzorek č. / počet cyklů		Odpad [g.m ⁻²]					
		25	50	75	100	125	150
1	1	21,1	41,1	65,6	82,2	94,5	115,6
	2	29,9	41,0	76,4	99,7	125,2	142,9
	průměr	25,5	41,1	71,0	91,0	109,9	129,3
2	1	21,2	33,0	53,1	74,3	87,4	109,7
	2	31,0	45,8	59,0	75,9	97,6	116,8
	průměr	26,1	39,4	56,1	75,1	92,5	113,3
3	1	21,3	42,5	61,5	82,5	95,9	115,4
	2	25,8	38,5	66,9	88,4	102,3	120,3
	průměr	23,6	40,5	64,2	85,45	99,1	117,9

Zodpovědný zpracovatel:


 Doc. Ing. Rudolf Hela, CSc.