



INSTYTUT ENERGETYKI
Instytut Badawczy
ODDZIAŁ TECHNIKI CIEPLNEJ „ITC” w Łodzi
93-208 Łódź, ul. Dąbrowskiego 113
www.itc.edu.pl, e-mail: itc@itc.edu.pl



Temat w ITC: 04120096

Nr ewidencyjny: 8617

Tytuł pracy

**Określenie parametrów aeroakustycznych
tłumików SIL-50.**

Autor:

inż. Jan Ryszard Jaworski

(podpis)

Z-ca Kierownika Laboratorium:

inż. Jan Ryszard Jaworski

(podpis)

P.o.Dyrektora Oddziału:

dr inż. Jacek Karczewski

(podpis)

Rozpoczęcie pracy:
05.2013

Zakończenie pracy:
07.2013

str.: 5 rys. -, wyk.: -, tabl.: -, poz. bibl.: 3

Załączniki: 6

Data wydania

Egz. Nr

Rozdzielnik

1. Zakład NLH
2. Alnor Systemy Wentylacji Sp. z o.o.

1 egz.
3 egz.

	Tytuł pracy: Określenie parametrów aeroakustycznych tłumików SIL-50.	Strona: 2 Stron: 5
---	--	---------------------------

Streszczenie

W opracowaniu przedstawiono opis metody badań oraz ocenę parametrów użytkowych tłumików wentylacyjnych dostarczonych do badań przez Zamawiającego.

Spis treści

1	PODSTAWA WYKONANIA PRACY	2
2	ZAKRES PRACY	2
3	OPIS STANOWISKA POMIAROWEGO.....	3
4	METODYKA I SPOSÓB PRZEPROWADZENIA POMIARÓW	3
4.1	POMIARY AKUSTYCZNE	3
4.2	POMIARY PRZEPŁYWOWE	5
	LITERATURA	5

Załączniki:

1. Sprawozdanie z badań nr 15-U/13 „Badanie aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200” str. 15
2. Sprawozdanie z badań nr 16-U/13 „Badanie aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900” str. 15
3. Sprawozdanie z badań nr 17-U/13 „Badanie aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900” str. 15
4. Sprawozdanie z badań nr 18-U/13 „Badanie aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900” str. 15
5. Sprawozdanie z badań nr 19-U/13 „Badanie aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900” str. 15
6. Sprawozdanie z badań nr 20-U/13 „Badanie aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200” str. 15

1 Podstawa wykonania pracy:

W ramach tematu 04120096, na podstawie zamówienia nr ZA 237 07 12 MW ITC.xlsx z 04.07.2012 i aktualizacji nr ZA 222 06 13 MW ITC.xlsx z 05.07.2013, przeprowadzono badania aeroakustyczne tłumików, dostarczonych przez Zleceniodawcę.

2 Zakres pracy:

Badania obejmowały określenie następujących parametrów aeroakustycznych tłumików:

D_1 – tłumienie wtrącenia,

L_W – poziom mocy akustycznej szumu przepływu,

ζ – współczynnik strat ciśnienia całkowitego.

Dla określenia ww. parametrów przeprowadzono następujące badania:

- pomiar poziomu ciśnienia akustycznego i wyznaczenie poziomu mocy akustycznej w pasmach tercjowych, w układzie z badanym tłumikiem i z kanałem zastępczym (sygnałem akustycznym jest szum głośników i przepływ),
- pomiar poziomu ciśnienia akustycznego i wyznaczenie poziomu mocy akustycznej w pasmach tercjowych, w układzie z badanym tłumikiem i z kanałem zastępczym (sygnałem akustycznym jest przepływ),
- pomiar różnicy ciśnień statycznych przed i za badanym obiektem, w układzie z badanym tłumikiem i z kanałem zastępczym.

Na podstawie przeprowadzonych badań wyznaczono:

- tłumienie wtrącenia w pasmach tercjowych,
- poziom mocy akustycznej szumu własnego tłumika,
- współczynnik całkowitej straty ciśnienia.



3 Opis stanowiska pomiarowego:

Badania przeprowadzono na stanowisku pomiarowym spełniającym wymagania normy PN-EN ISO 7235:2009 „Akustyka. Metody pomiarów tłumików kanałowych. Tłumienie wtrącenia, hałas przepływu i strata ciśnienia całkowitego”. Wylot stanowiska pomiarowego wyprowadzono do komory pogłosowej, w której wykonywano pomiary akustyczne. Pomiary właściwe poprzedzone były sprawdzeniem (po zamontowaniu badanego tłumika) tłumienia granicznego stanowiska pomiarowego oraz czasu pogłosu komory pogłosowej. Pozostałe parametry, tj. określenie profilu prędkości w kanale pomiarowym przed badanym tłumikiem oraz współczynnika odbicia od płaszczyzny wylotowej kanału pomiarowego wykonano w ramach sprawdzenia własności metrologicznych stanowiska badawczego.

Pomiary sprawdzające stanowiły warunek klasyfikacji układu pomiarowego na zgodność z wymaganiami norm [1] i [2]. Wyniki sprawdzenia warunków pomiaru zamieszczono w sprawozdaniach z badań.

4 Metodyka i sposób przeprowadzenia pomiarów:

4.1 Pomiary akustyczne:

Pomiary akustyczne wykonane zostały przy użyciu wzorcowanego zestawu pomiarowego firmy B&K klasy 1. Przed i po zakończeniu każdej serii pomiarów zestaw był kalibrowany przy pomocy wzorcowanego kalibratora firmy B&K klasy 1. Wyniki kalibracji podano w sprawozdaniu z badań, a wyniki pomiarów uwzględniają aktualną poprawkę kalibracyjną.

Na podstawie przeprowadzonych badań wyznaczano następujące wielkości akustyczne:

Średni poziom ciśnienia akustycznego $\overline{L_p}$ serii pomiarowej w pasmach tercjowych mierzono w dziewięciu punktach pomiarowych:

$$\overline{L_p} = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \right),$$

gdzie:

L_i – poziom ciśnienia akustycznego w tercjowym paśmie częstotliwości w i-tym punkcie pomiarowym, dB,

n – liczba pomiarów.



Poziom mocy akustycznej L_W w komorze pogłosowej w pasmach częstotliwości obliczano wg zależności:

$$L_W = \overline{L}_p + C + K_1,$$

gdzie:

C – różnica poziomów mocy akustycznej promieniowanej do komory pogłosowej oraz uśrednionego poziomu ciśnienia akustycznego w komorze pogłosowej:

$$C = 10 \log \frac{A}{A_0} + 4,34 \frac{A}{S} + 10 \log \left(1 + \frac{S \cdot c}{8 \cdot V \cdot f} \right) - 25 \log \left[\frac{427}{400} \sqrt{\frac{273}{273 + \theta}} \cdot \frac{B}{B_0} \right] - 6$$

A – chłonność akustyczna komory pogłosowej, m^2 ,

$A_0 = 1 m^2$,

V – objętość komory pogłosowej, m^3 ,

$V_0 = 1 m^3$,

S – pole powierzchni ograniczających komorę pogłosową, m^2 ,

f – częstotliwość środkowa pasma pomiarowego, Hz,

B – ciśnienie atmosferyczne, Pa,

$B_0 = 1,013 \times 10^5$ Pa,

c – prędkość dźwięku dla temperatury θ , $c = 20,05 \cdot \sqrt{273 + \theta}$ m/s,

θ – temperatura, $^{\circ}C$,

K_1 – poprawka, uwzględniająca hałas tła, dB:

$$K_1 = 10 \cdot \log(1 - 10^{(-0,1 \cdot \Delta L)})$$

$$\Delta L = \overline{L}'_p - \overline{L}''_p$$

$\overline{L}'_p$ – poziom wartości średniokwadratowej ciśnienia akustycznego w danym paśmie częstotliwości, uśredniony w punktach pomiarowych, podczas pracy badanego źródła, dB,

$\overline{L}''_p$ – poziom wartości średniokwadratowej ciśnienia akustycznego hałasu tła, w danym paśmie częstotliwości, uśredniony w punktach pomiarowych, bez hałasu badanego źródła, dB.

Tłumienie wtrącenia D określano jako różnicę poziomów mocy akustycznej układu z zainstalowanym badanym tłumikiem oraz z kanałem zastępczym.

Poziom mocy akustycznej szumu własnego tłumika wyznaczano wg zależności:

$$L_W = \overline{L}_p + D_{td} + C, \text{ gdzie:}$$

$\overline{L}_p$ – średnia wartość poziomu ciśnienia akustycznego w danym paśmie częstotliwości, dB,

D_{td} – tłumienie przenoszenia na końcu kanału przyłączonego do komory pogłosowej, dB,

C – różnica poziomów mocy akustycznej promieniowanej do komory pogłosowej oraz uśrednionego poziomu ciśnienia akustycznego w komorze pogłosowej.



4.2 Pomiary przepływowe:

Prędkość przepływu określono zgodnie z metodyką opisaną w [3]. Lokalne ciśnienia mierzono sondą Prandtla z przetwornikiem różnicy ciśnień.

Straty ciśnienia tłumika określono zgodnie z normą PN EN ISO 7235:2009 metodą zastępowania (odczyt z przetwornika różnicy ciśnień i zapis do pliku wartości różnicy ciśnień statycznych wykonywany był przez program GeniDAQ). W załączonym sprawozdaniu z badań zdefiniowano stratę ciśnienia badanego tłumika (zgodnie ze szkicem stanowiska zamieszczonym w sprawozdaniach z badań).

Zgodnie z PN EN ISO 7235:2009, p.6.5.2.2. wykonano dwie serie badań, określając:

⇒ ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym badanym obiektem $p_{s1(I)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,

⇒ ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym kanałem zastępczym $p_{s1(II)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,

a następnie wyznaczono zgodnie z PN-EN ISO 7235:2009 współczynnik strat ciśnienia całkowitego ξ :

$$\xi = \frac{\Delta p_{tot,n}}{p_{dn}}$$

W sprawozdaniu z badań dodatkowo zamieszczono tabelę z uzyskanymi wynikami pomiarów przepływowych.

Literatura:

1. PN-EN ISO 3471:2010 „Akustyka. Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metody dokładne w komorach pogłosowych”.
2. PN-EN ISO 7235:2009 „Akustyka. Metody laboratoryjne pomiaru tłumików kanałowych oraz elementów końcowych. Tłumienie wtrącenia, hałas przepływu i strata ciśnienia całkowitego”.
3. PN-EN ISO 5801:2008 „Wentylatory przemysłowe – Badanie charakterystyk działania na stanowiskach znormalizowanych”.



AB 405

LABORATORIUM AEROAKUSTYKI



**INSTYTUT
ENERGETYKI**
Instytut Badawczy
ODDZIAŁ TECHNIKI CIEPLNEJ
„ITC” w Łodzi

93-208 Łódź, ul. Dąbrowskiego 113
www.itc.edu.pl, e-mail: itc@itc.edu.pl



SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13

Badanie aeroakustyczne tłumika

SIL-50-125-1200

Miejsce wykonania badań: Laboratorium Aeroakustyki

Data udostępnienia obiektu do badań: 15.04.2013

Data wykonania badań: 08.05.2013 ÷ 09.05.2013

Data wydania sprawozdania z badań: 22.07.2013

stron: 15

rys: 8

tablic: 11

Nazwa i adres Zamawiającego:

ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
Aleja Krakowska 10
05-552 Wola Mrokwiska

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13	strona: 2 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200	
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617	

ZAMAWIAJĄCY: ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
05-552 Wola Mrokowska, Aleja Krakowska 10.

1. DANE TECHNICZNE BADANEGO OBIEKTU:



Rys.1. Badany tłumik

Nazwa/typ	SIL-50-125-1200	
Konstrukcja tłumika	Materiał - ISOVER	
Długość	mm	1200
Średnica przyłącza	mm	125

2. METODA BADAWCZA I APARATURA POMIAROWA:

Zastosowana metoda pomiaru: metoda pomiaru w komorze pogłosowej zgodnie z normami PN-EN ISO 7235:2009 „Akustyka. Metody laboratoryjne pomiaru tłumików kanałowych oraz elementów końcowych. Tłumienie wtrącenia, hałas przepływu i strata ciśnienia całkowitego”.

PN-EN ISO 3741:2010 „Akustyka. Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metody dokładne w komorach pogłosowych”.

Sposób wyznaczenia poziomu ciśnienia akustycznego: metoda pomiaru w punktach, rozłożonych równomiernie, na okrężnym torze pomiarowym o długości obwodu 10 m.

Pomiary tła: pomiaru dokonywano w tych samych punktach, w których wykonano pomiary właściwe.

Sposób wyznaczenia strumienia objętości: zgodnie z normą PN-EN ISO 5801:2008 „Wentylatory przemysłowe – Badanie charakterystyk działania na stanowiskach znormalizowanych”.

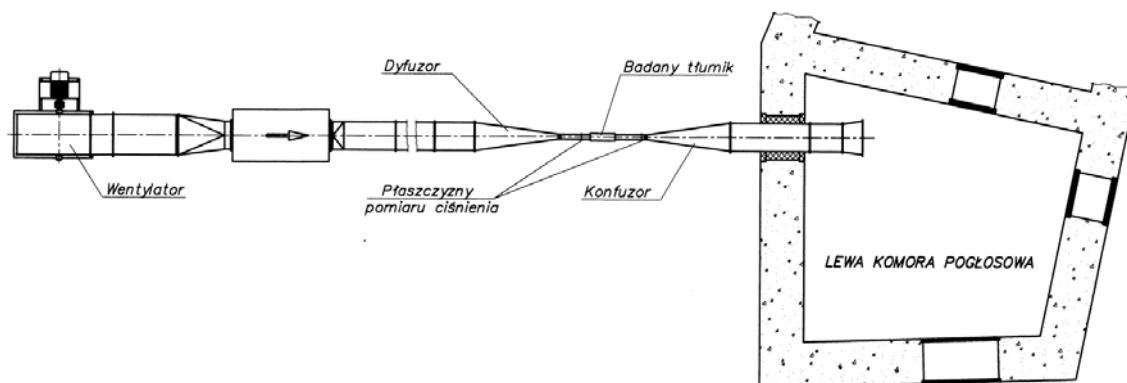
Sposób wyznaczenia współczynnika strat ciśnienia: za pomocą przetwornika mierzono różnice ciśnień przed i za badanym tłumikiem (oraz przed i za kanałem zastępczym). Wartości różnicy ciśnień były zbierane i zapisywane z użyciem programu GeniDAQ.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13		strona: 3 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200		
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617		

Aparatura pomiarowa:

Nazwa		Typ	Producent	Nr fab.	Data ważności świadczenia wzorcowania / sprawdzenia
Zestaw pomiarowy 2144/07/ kanał A	analizator	2144	Brüel & Kjær	1765615	01.2014
	mikrofon	4942	Brüel & Kjær	2647435	
	przedwzmacniacz	2669	Brüel & Kjær	1936057	
Tor głośnikowy	zestaw głośników 8Ω	zestaw specjalny	Tonsil S.A	–	–
	generator szumu	NRG-201	RFT	21180	10.2015
	wzmacniacz mocy	WS 703	Fonica	688276	10.2015
	wzmacniacz pomiarowy	2610	Brüel & Kjær	1146588	05.2015
Kalibrator akustyczny		4231	Brüel & Kjær	2686649	08.2013
Termohigrometr		HD2717T.D0	DeltaOHM	11032846	01.2014
Barometr		HD 9908T	Delta OHM	11002854	02.2014
Czujnik termometru rezystancyjnego		TP-964-1-300	Czaki Thermo- -Product	R063969	06.2013
Ramię obrotowe mikrofonu		3923	Brüel & Kjær	02307038	–
Źródło mocy akustycznej		4205	Brüel & Kjær	1775038	02.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		IPA-01	ZAP S.A.	00050193	12.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		HD404T	Delta OHM	10035709	02.2014
Sonda Prandtla		167-12	Dwyer	–	-
Stacja akwizycji danych		SAD-ADAM	ITC	02/2006	–
Komputer PC z programem GeniDAQ		PC	–	–	–

3. STANOWISKO BADAWCZE I WARUNKI REALIZACJI BADAŃ:



Rys. 2. Schemat stoiska badawczego.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13		strona: 4 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200		
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617		

PARAMETRY STANOWISKA BADAWCZEGO		
Kanał pomiarowy przed tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	18,15
Kanał pomiarowy za tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	7,25
Częstotliwość graniczna pierwszego modu poprzecznego	Hz	338
Element transmisyjny		
Wymiar poprzeczny 1	mm	700 x 700
Wymiar poprzeczny 2	mm	840 x 840
Długość	mm	500

Tablica 1

Współczynnik odbicia elementu transmisyjnego stanowiska

Współczynnik odbicia r	Częstotliwość środkowa, Hz					
	50	63	80	100	125	>160
	0,75	0,59	0,56	0,50	0,31	0,19

Tablica 2

Tłumienie graniczne D_{gr} stanowiska z badanym tłumikiem

f_{sr} , Hz	100	125	160	200	250	315	400
D_{gr} , dB	16,0	14,1	23,1	33,6	39,1	38,6	41,4
f_{sr} , Hz	500	630	800	1000	1250	1600	2000
D_{gr} , dB	41,1	40,8	44,8	44,7	47,5	42,1	46,1
f_{sr} , Hz	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
D_{gr} , dB	45,7	48,4	47,2	45,8	43,4	47,5	47,0

KOMORA POGŁOSOWA		
Objętość V	m ³	237
Całkowita powierzchnia przegród S	m ²	231,5
Płaszczyzny ograniczające komorę	Wszystkie płaszczyzny nierównoległe	
Elementy rozpraszające	Dyfuzor	

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13										strona: 5 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200										
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617										

Tablica 3

Czas pogłosu T komory

08.05.2013	f_{sr}, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	T, s	5,35	4,51	4,44	4,87	5,42	5,40	5,24	5,15	4,91	4,84	4,65
	U _{A,95} , s	0,68	0,37	0,16	0,23	0,24	0,23	0,12	0,12	0,10	0,04	0,05
	f_{sr}, Hz	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	
	T, s	4,36	3,91	3,91	3,71	3,48	3,05	2,57	2,09	1,62	1,18	
	U _{A,95} , s	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	

W powyższej tablicy (Tabela 3) zastosowano oznaczenia:

T – wyznaczony czas pogłosu komory Laboratorium Aeroakustyki ITC z wyprowadzonym wylotem stanowiska badawczego,

U_{A,95} – niepewność rozszerzona pomiaru typu A, wyznaczona metodą t-Studenta dla współczynnika rozszerzenia $t_{95\%}=2,201$, v_{eff} stopni swobody i poziomu ufności $p=95\%$.

Dla całego zakresu pomiarowego czas pogłosu **T** jest zgodny według kryterium normy PN-EN ISO 3741:2010.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13		strona: 6 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200		
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617		

Tablica 4

Warunki środowiskowe

		08.05.2013		09.05.2013	
		przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze
temperatura	°C	14,8	14,0	15,4	14,4
wilgotność	%	94,3	95,6	88,8	91,8
ciśnienie atmosferyczne	hPa	992,7	991,1	991,0	988,0

Kalibracja toru pomiarowego zestaw pomiarowy był kalibrowany przed pomiarem i po jego zakończeniu kalibratorem akustycznym (wg świadectwa wzorcowania $L_{pref} = (94,05 \pm 0,09)$ dB w warunkach odniesienia, tj. przy temperaturze 23°C i dla ciśnienia 1013,25 hPa, wilgotność względna 50%).

Data	Zestaw pomiarowy	Przed pomiarami		Po pomiarach	
		$L_{p \text{ ref}}$	Poprawka kalibracyjna	$L_{p \text{ ref}}$	Poprawka kalibracyjna
dd.mm.yyyy	—	dB			
08.05.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,45	94,5	0,54
09.05.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,54	94,05	0,45

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13		strona: 7 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200		
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617		

4. POMIARY AEROAKUSTYCZNE TŁUMIKA:

4.1 TŁUMIENIE WTRĄCENIA:

Wartości tłumienia obliczono wg zależności:

$D_i = L_{WI} - L_{WII}$; gdzie:

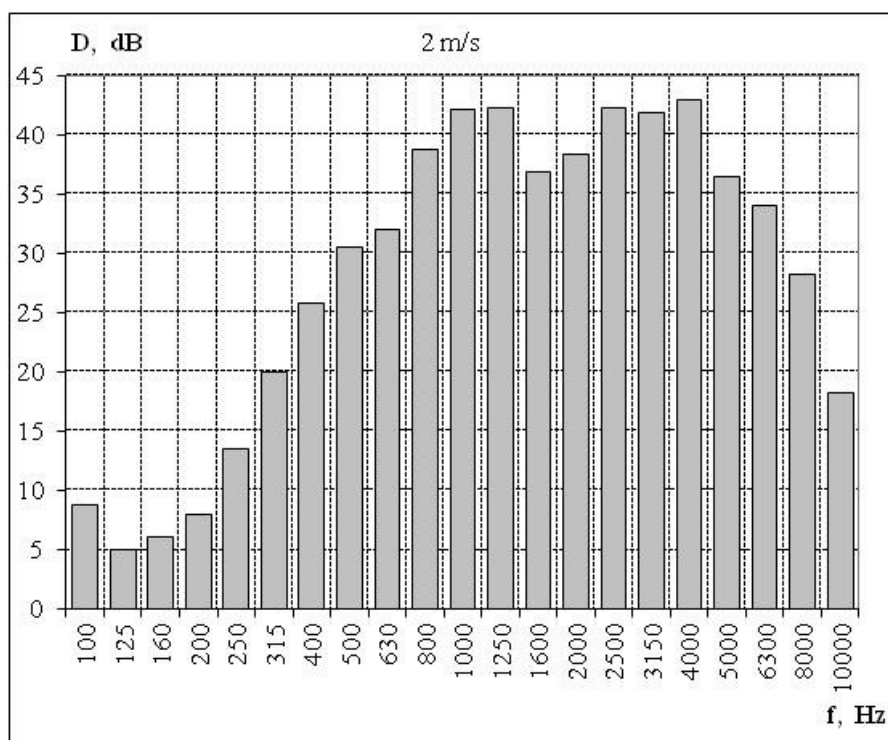
L_{WI} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z kanałem zastępczym, dB,

L_{WII} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z badanym tłumikiem, dB.

Tablica 5

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-125-1200,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=2\text{m/s}$**

f	L_{WI}	L_{WII}	D_i
Hz	dB		
100	64,0	72,7	8,7
125	69,0	74,0	5,0
160	75,9	81,9	6,0
200	74,4	82,4	8,0
250	69,6	83,0	13,4
315	63,0	82,9	19,9
400	57,8	83,6	25,8
500	60,7	91,2	30,5
630	58,1	90,2	32,0
800	51,0	89,8	38,8
1000	47,7	89,8	42,1
1250	46,1	88,4	42,3
1600	43,6	80,5	36,9
2000	39,4	77,9	38,4
2500	35,8	78,1	42,3
3150	39,5	81,4	41,9
4000	36,7	79,7	43,0
5000	39,3	75,7	36,4
6300	44,8	78,8	34,0
8000	50,2	78,4	28,2
10000	57,0	75,2	18,2
D_{iA}, dB	27,9		



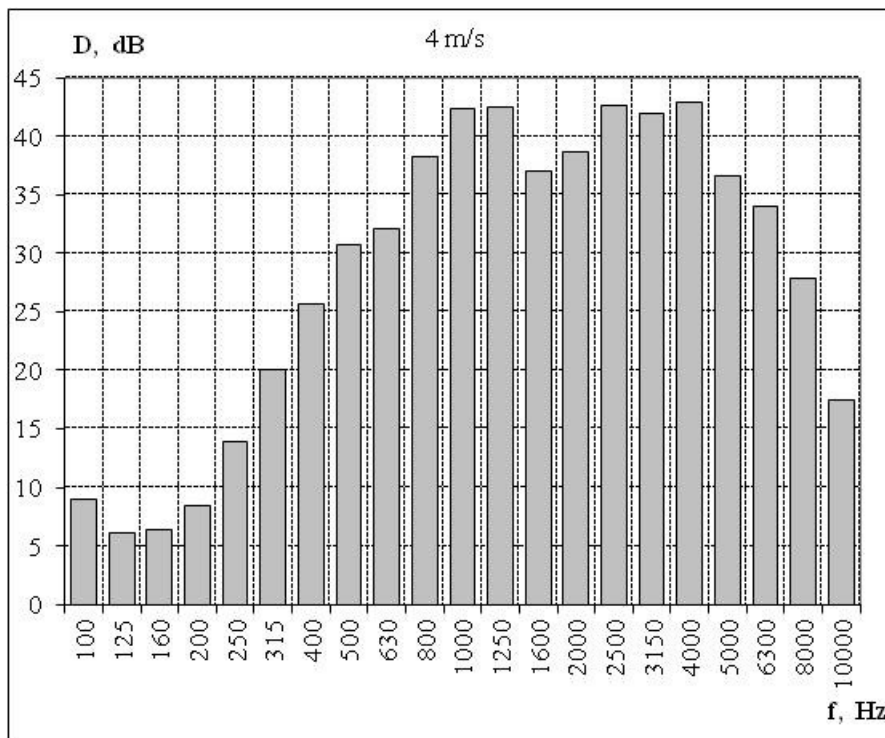
Rys. 3. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=2\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13		strona: 8 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200		
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617		

Tablica 6

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-125-1200,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=4\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	63,4	72,4	9,0
125	68,0	74,1	6,1
160	75,4	81,8	6,4
200	74,3	82,6	8,4
250	69,2	83,0	13,8
315	63,0	83,0	20,0
400	58,0	83,6	25,7
500	60,6	91,3	30,7
630	58,3	90,3	32,0
800	51,4	89,7	38,3
1000	47,8	90,1	42,3
1250	45,9	88,5	42,6
1600	43,5	80,5	37,0
2000	39,1	77,8	38,7
2500	35,6	78,2	42,6
3150	39,4	81,3	42,0
4000	36,5	79,4	42,9
5000	38,7	75,3	36,6
6300	44,5	78,6	34,1
8000	50,3	78,2	27,9
10000	57,2	74,6	17,5
D_{iA}, dB	28,2		



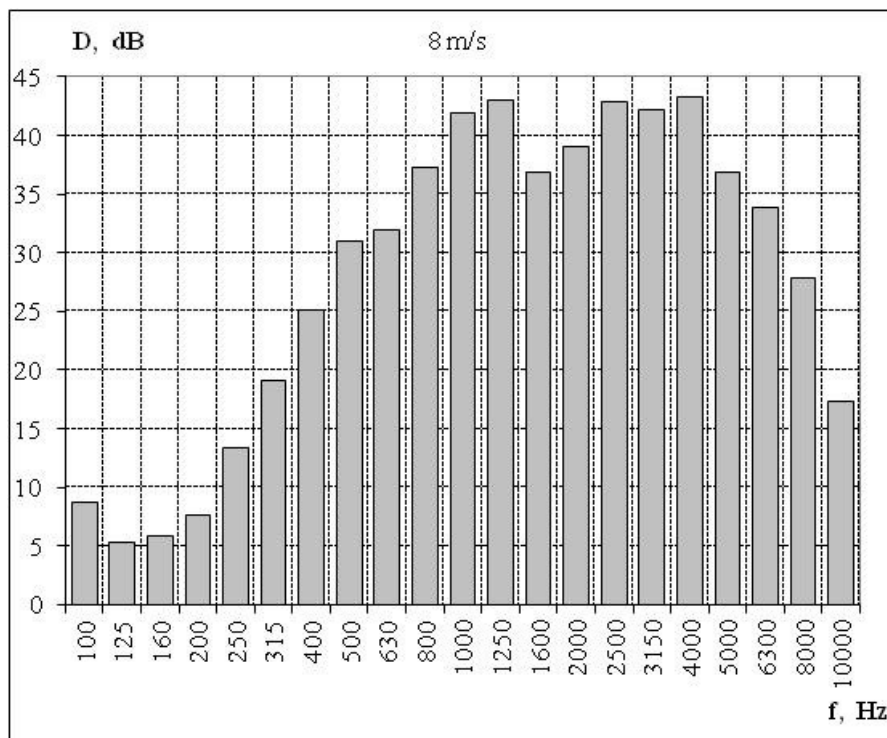
Rys. 4. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=4\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13		strona: 9 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200		
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617		

Tablica 7

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-125-1200,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=8\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	62,7	71,4	8,7
125	69,0	74,3	5,3
160	76,1	81,9	5,8
200	74,8	82,5	7,7
250	69,9	83,2	13,3
315	63,8	82,9	19,2
400	58,4	83,5	25,1
500	60,3	91,2	30,9
630	58,4	90,3	31,9
800	52,2	89,5	37,2
1000	48,2	90,1	41,9
1250	45,5	88,6	43,1
1600	43,9	80,7	36,9
2000	38,9	78,0	39,1
2500	35,5	78,4	42,8
3150	39,2	81,4	42,2
4000	36,0	79,2	43,2
5000	38,1	75,0	36,9
6300	44,8	78,7	33,9
8000	51,0	78,8	27,8
10000	57,8	75,1	17,3
D_{iA}, dB	27,7		



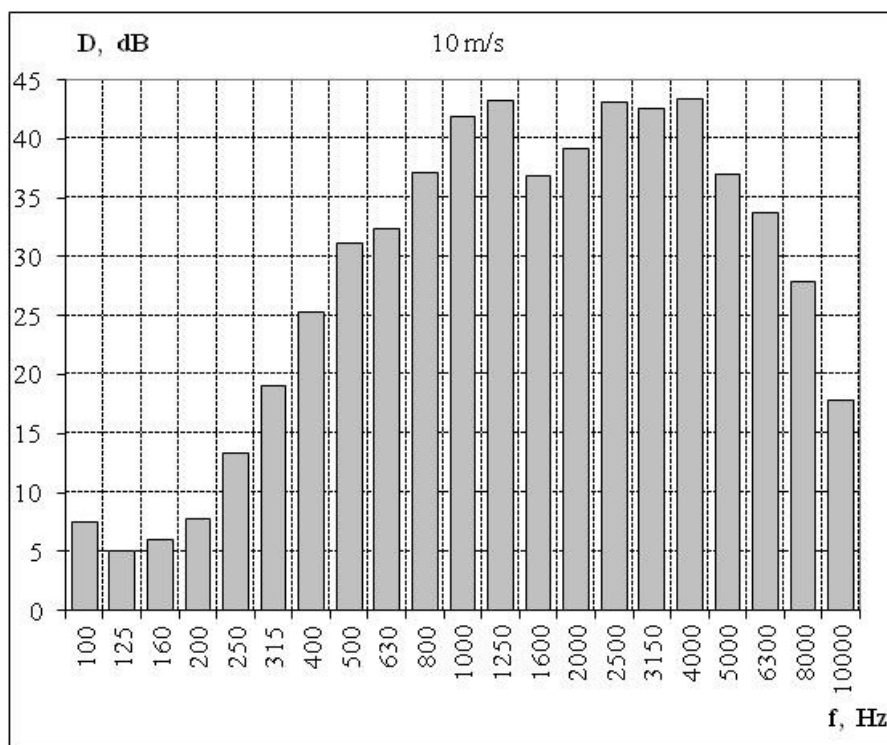
Rys. 5. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=8\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13		strona: 10 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200		
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617		

Tablica 8

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-125-1200,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=10\text{m/s}$**

f	L _{WI}	L _{WH}	D _i
Hz	dB		
100	64,3	71,7	7,4
125	69,1	74,1	5,0
160	76,2	82,1	5,9
200	74,7	82,5	7,8
250	69,9	83,3	13,4
315	64,1	83,1	19,0
400	58,5	83,8	25,3
500	60,2	91,4	31,1
630	58,4	90,7	32,3
800	52,5	89,6	37,1
1000	48,3	90,2	41,8
1250	45,4	88,7	43,3
1600	43,9	80,8	36,9
2000	39,0	78,2	39,2
2500	35,3	78,3	43,1
3150	38,9	81,4	42,5
4000	35,9	79,3	43,4
5000	37,8	74,8	37,0
6300	45,3	79,0	33,8
8000	51,2	79,1	27,9
10000	57,9	75,7	17,8
D_{iA}, dB	27,8		



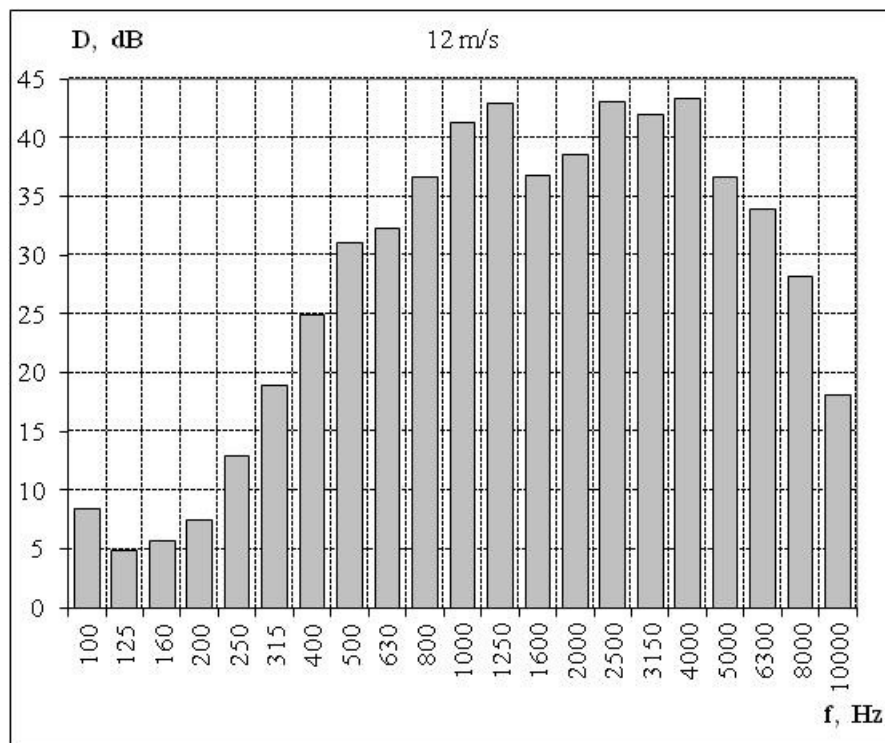
Rys. 6. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=10\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13		strona: 11 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200		
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617		

Tablica 9

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-125-1200,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=12\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	63,2	71,7	8,5
125	69,4	74,2	4,8
160	76,3	82,0	5,7
200	75,2	82,6	7,4
250	70,2	83,1	12,9
315	64,2	83,0	18,9
400	58,8	83,6	24,8
500	60,3	91,3	31,0
630	58,6	90,8	32,2
800	52,9	89,6	36,6
1000	48,8	90,1	41,3
1250	45,7	88,6	43,0
1600	43,9	80,7	36,8
2000	39,5	78,1	38,6
2500	35,4	78,5	43,0
3150	39,6	81,5	42,0
4000	36,0	79,4	43,3
5000	38,0	74,6	36,6
6300	45,5	79,4	33,9
8000	51,2	79,3	28,2
10000	58,0	76,0	18,0
D_{iA}, dB	27,5		



Rys. 7. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=12\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13											strona: 12 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200											
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617											

4.2 SZUM WŁASNY:

Poziom mocy akustycznej przepływu (szumu własnego) w tłumiku obliczono wg zależności:

$$L_W = \bar{L}_p + D_{td} + C, \text{ gdzie:}$$

$\bar{L}_p$ – energetycznie uśredniony poziom ciśnienia akustycznego (bez korekty na tło), dB,

D_{td} – tłumienie przenoszenia na końcu kanału przyłączonego do komory pogłosowej; dla stanowiska badawczego ITC $D_{td}=0$ dB,

C – różnica poziomów mocy akustycznej promieniowanej do komory pogłosowej oraz uśrednionego ciśnienia akustycznego w komorze pogłosowej, dB.

Tablica 10

Poziom mocy akustycznej przepływu tłumika SIL-50-125-1200

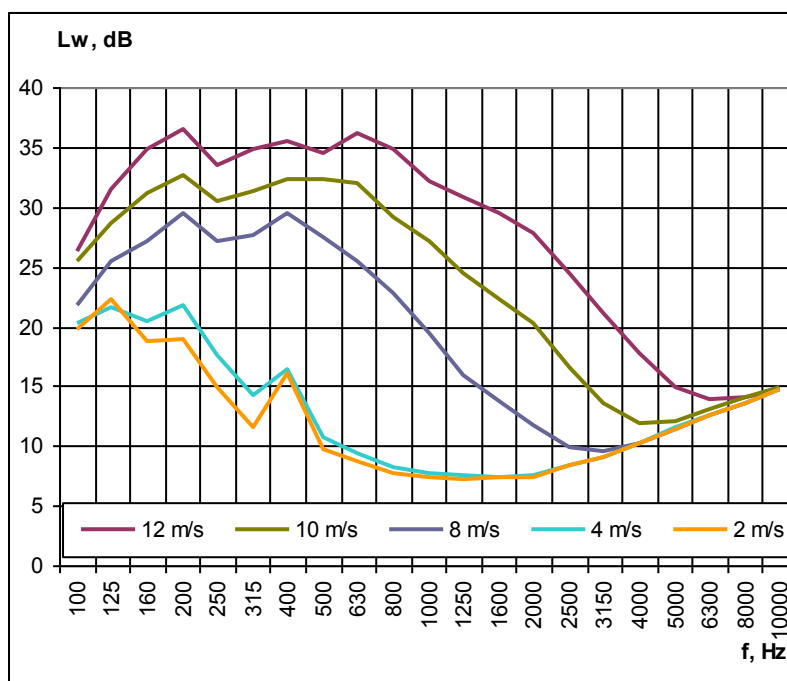
f, Hz	Prędkość w przekroju wlotowym tłumika														
	v=2, m/s			v=4m/s			v=8m/s			v=10 m/s			v=12m/s		
	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W
	dB														
100	15,7	4,0	19,7	16,3	4,0	20,3	17,8	4,0	21,8	21,4	4,0	25,4	22,2	4,0	26,2
125	17,7	4,5	22,2	17,0	4,5	21,5	20,9	4,5	25,4	24,1	4,5	28,6	26,9	4,5	31,4
160	14,4	4,3	18,7	16,1	4,3	20,4	22,9	4,3	27,2	26,8	4,3	31,1	30,5	4,3	34,8
200	15,1	3,8	18,9	17,9	3,8	21,7	25,7	3,7	29,5	29,0	3,7	32,7	32,7	3,7	36,4
250	11,7	3,1	14,8	14,5	3,1	17,6	24,0	3,1	27,1	27,4	3,1	30,5	30,4	3,1	33,5
315	8,6	3,0	11,6	11,2	3,0	14,2	24,6	3,0	27,6	28,3	3,0	31,3	31,8	3,0	34,8
400	12,9	3,0	16,0	13,4	3,0	16,4	26,5	3,0	29,5	29,2	3,0	32,2	32,5	3,0	35,5
500	6,7	3,0	9,7	7,7	3,0	10,7	24,4	3,0	27,5	29,3	3,0	32,3	31,5	3,0	34,5
630	5,5	3,2	8,7	6,2	3,2	9,3	22,2	3,2	25,4	28,9	3,2	32,0	33,0	3,2	36,1
800	4,5	3,2	7,7	5,0	3,2	8,2	19,6	3,2	22,8	25,9	3,2	29,1	31,6	3,2	34,8
1000	4,0	3,3	7,3	4,4	3,3	7,7	16,0	3,3	19,3	23,7	3,3	27,0	28,9	3,3	32,2
1250	3,6	3,6	7,2	3,9	3,6	7,5	12,4	3,6	16,0	20,8	3,6	24,4	27,3	3,6	30,8
1600	3,3	4,0	7,3	3,3	4,0	7,3	9,8	4,0	13,8	18,2	4,0	22,2	25,5	4,0	29,5
2000	3,4	4,0	7,4	3,5	4,0	7,5	7,7	4,0	11,7	16,2	4,0	20,2	23,7	4,0	27,7
2500	4,1	4,2	8,4	4,1	4,2	8,3	5,7	4,2	9,9	12,4	4,2	16,6	20,3	4,2	24,5
3150	4,5	4,5	9,0	4,5	4,5	9,0	5,1	4,5	9,6	9,1	4,5	13,6	16,6	4,5	21,1
4000	5,1	5,1	10,2	5,1	5,1	10,2	5,2	5,1	10,3	6,8	5,1	11,9	12,6	5,1	17,7
5000	5,6	5,9	11,4	5,6	5,9	11,5	5,6	5,9	11,4	6,2	5,9	12,0	9,1	5,9	15,0
6300	5,7	6,8	12,5	5,7	6,8	12,5	5,7	6,8	12,6	6,2	6,8	13,1	7,1	6,8	13,9
8000	5,6	8,0	13,6	5,6	8,0	13,6	5,6	8,0	13,6	6,0	8,0	14,0	6,0	8,0	14,0
10000	5,1	9,6	14,7	5,1	9,6	14,7	5,2	9,6	14,7	5,3	9,5	14,9	5,2	9,5	14,8
L_{WA}	22,4 ¹			22,9 ¹			31,9 ¹			37,1			41,7		

¹ zaciemnione pola L_{WA} reprezentują górną granicę, dla poziomu mocy akustycznej badanego obiektu

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13	strona: 13 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200	
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617	

Zgodnie p. 8.1.4 PN-EN ISO 3741:2010 określono poziom mocy szumu przepływu w tłumiku z uwzględnieniem wszystkich pasm pomiarowych oraz z pominięciem pasm, dla których różnica pomiędzy poziomem hałasu przepływu i poziomem tła akustycznego jest mniejsza niż 10 dB.

Jeżeli różnica pomiędzy poziomami mocy akustycznej wyznaczona obydwoma metodami nie przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że **poziom mocy określono zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010**. Jeśli ta różnica przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że wyznaczony **poziom mocy akustycznej jest określony zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010 i reprezentuje górną granicę dla poziomu mocy akustycznej szumu przepływu badanego tłumika**.



Rys. 8. Widmo poziomu mocy akustycznej tłumika SIL-50-125-1200.

4.3 WSPÓŁCZYNNIK STRAT CIŚNIENIA:

Profil prędkości w kanałach pomiarowych przed badanym tłumikiem spełniał wymagania normy PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2.1 średnią prędkość czynnika na wlocie badanego tłumika v_f wyznaczono na podstawie pomiaru w kanale pomiarowym przed tłumikiem.

Zgodnie z PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2 wykonano dwie serie badań:

- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym badanym obiektem $p_{s1(I)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,
- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym kanałem zastępczym $p_{s1(II)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,

określając współczynnik strat ciśnienia całkowitego ζ .

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13		strona: 14 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200		
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617		

Tablica 11

Straty ciśnienia w tłumiku								
Lp.	wartości założone		wartości rzeczywiste					ζ
	v_f m/s	q_v m ³ /s	v_f m/s	q_v m ³ /s	$P_{t(\text{tłumika})}$ Pa	$P_{t(\text{kanalu})}$ Pa	Δp_{tot} Pa	
1	12,0	0,1472	12,1	0,1479	133,35	117,54	15,82	0,16
2	10,0	0,1227	9,9	0,1220	90,81	80,87	9,94	
3	8,0	0,0982	8,0	0,0984	57,44	52,63	4,82	
4	4,0	0,0491	3,9	0,0481	15,67	13,18	-	
5	2,0	0,0245	2,1	0,0254	5,02	4,84	-	

W powyższej tablicy zastosowano oznaczenia:

- v_f – prędkość przed badanym obiektem (jest równoważna prędkości w tłumiku), m/s,
 q_v – strumień objętości, m³/s,
 $P_{t(\text{tłumika})}$ – ciśnienie całkowite w tłumiku, Pa,
 $P_{t(\text{kanalu})}$ – ciśnienie całkowite w kanale, Pa,
 Δp_{tot} – strata ciśnienia całkowitego, Pa.

Zgodnie z p. 6.5.2.1 wykonano pomiary dla pięciu różnych strumieni objętości przepływu. Do określenia współczynnika strat ciśnienia całkowitego ζ wzięto pod uwagę tylko te wartości strumienia przepływu, które wywołały różnicę ciśnienia większą, niż 10Pa. Jeżeli różnica ciśnień była mniejsza lub równa 10Pa, nie określano również straty ciśnienia całkowitego Δp_{tot} .

5. NIEPEWNOŚĆ POMIARU:

Zgodnie z procedurą ogólną nr 14 wyd. 7 z dnia 06.02.2012 roku do Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki „Określanie niepewności wyników badań” p. 5.4 i normą PN-EN ISO 7235:2009 Tablica 7 przyjęto, że górne wartości odchylenia standartowego odtwarzalności σ_R wyznaczonych poziomów mocy akustycznej badanego tłumika wynoszą:

f, Hz	σ_R , dB
100	1,5
125÷500	1
630÷1250	2
1600÷10000	3

W trakcie realizacji badań Laboratorium przestrzegało procedury pomiarowej zgodnej z normą PN-EN ISO 7235:2009, spełniając warunek wymagany dokumentem EA-04/16 „Wytyczne EA dotyczące wyrażania niepewności w badaniach ilościowych” oraz Procedurą Ogólną nr 14 „Określanie niepewności wyników badań” do 12 wydania Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 15-U/13	strona: 15 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-125-1200	
	Załącznik nr 1 do sprawozdania 8617	

Inne informacje dotyczące badania:

- Ponieważ własności akustyczne zastosowanych przejść nie mogą być pominięte, tłumienie wtrącenia dotyczy badanego tłumika z zastosowanymi przejściami.
- Ustawienie parametrów przepływowych zostało wykonane zgodnie z najlepszą dostępną techniką, z zachowaniem wymagań normy PN-EN ISO 5801:2008. Prezentowane wyniki odnoszą się do wartości prędkości przepływu strumienia powietrza, uzyskanych w trakcie pomiarów i nie wpływają na wyznaczone wartości tłumienia wtrącenia oraz poziomu mocy akustycznej szumu własnego przepływu badanego tłumika.

Kierujący badaniami
J. Jaworski

Badania wykonał:
J. Jaworski

Autoryzacja
J. Jaworski

.....

.....

.....

Łódź, lipiec 2013 r.

Laboratorium oświadcza, że wyniki badania odnoszą się wyłącznie do badanego tłumika SIL-50-125-1200, wybranego i dostarczonego przez Zleceniodawcę. Bez pisemnej zgody Laboratorium niniejsze sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.



AB 405

LABORATORIUM AEROAKUSTYKI



**INSTYTUT
ENERGETYKI**
Instytut Badawczy
ODDZIAŁ TECHNIKI CIEPLNEJ
„ITC” w Łodzi

93-208 Łódź, ul. Dąbrowskiego 113
www.itc.edu.pl, e-mail: itc@itc.edu.pl



SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13

Badanie aeroakustyczne tłumika

SIL-50-150-900

Miejsce wykonania badań: Laboratorium Aeroakustyki

Data udostępnienia obiektu do badań: 12.10.2012

Data wykonania badań: 17.05.2013 ÷ 21.05.2013

Data wydania sprawozdania z badań: 22.07.2013

stron: 15

rys: 8

tablic: 11

Nazwa i adres Zamawiającego:

ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
Aleja Krakowska 10
05-552 Wola Mrokwoska

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13		strona: 2 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900		
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617		

ZAMAWIAJĄCY: ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
05-552 Wola Mrokowska, Aleja Krakowska 10.

1. DANE TECHNICZNE BADANEGO OBIEKTU:



Rys. 1.: Badany tłumik

Nazwa/typ	SIL-50-150-900	
Konstrukcja tłumika	Materiał - URSA	
Długość	mm	900
Średnica przyłącza	mm	150

2. METODA BADAWCZA I APARATURA POMIAROWA:

Zastosowana metoda pomiaru: metoda pomiaru w komorze pogłosowej zgodnie z normami PN-EN ISO 7235:2009 „Akustyka. Metody laboratoryjne pomiaru tłumików kanałowych oraz elementów końcowych. Tłumienie wtrącenia, hałas przepływu i strata ciśnienia całkowitego”.

PN-EN ISO 3741:2010 „Akustyka. Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metody dokładne w komorach pogłosowych”.

Sposób wyznaczenia poziomu ciśnienia akustycznego: metoda pomiaru w punktach, rozłożonych równomiernie, na okrężnym torze pomiarowym o długości obwodu 10 m.

Pomiary tła: pomiaru dokonywano w tych samych punktach, w których wykonano pomiary właściwe.

Sposób wyznaczenia strumienia objętości: zgodnie z normą PN-EN ISO 5801:2008 „Wentylatory przemysłowe – Badanie charakterystyk działania na stanowiskach znormalizowanych”.

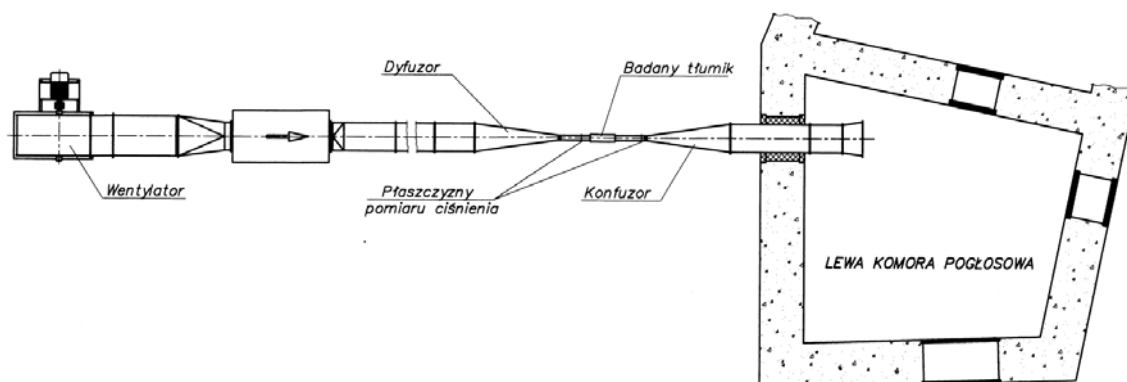
Sposób wyznaczenia współczynnika strat ciśnienia: za pomocą przetwornika mierzono różnice ciśnień przed i za badanym tłumikiem (oraz przed i za kanałem zastępczym). Wartości różnicy ciśnień były zbierane i zapisywane z użyciem programu GeniDAQ.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13		strona: 3 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900		
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617		

Aparatura pomiarowa:

Nazwa		Typ	Producent	Nr fab.	Data ważności świadczenia wzorcowania / sprawdzenia
Zestaw pomiarowy 2144/07/ kanał A	analizator	2144	Brüel & Kjær	1765615	01.2014
	mikrofon	4942	Brüel & Kjær	2647435	
	przedwzmacniacz	2669	Brüel & Kjær	1936057	
Tor głośnikowy	zestaw głośników 8Ω	zestaw specjalny	Tonsil S.A	—	—
	generator szumu	NRG-201	RFT	21180	10.2015
	wzmacniacz mocy	WS 703	Fonica	688276	10.2015
	wzmacniacz pomiarowy	2610	Brüel & Kjær	1146588	05.2015
Kalibrator akustyczny		4231	Brüel & Kjær	2686649	08.2013
Termohigrometr		HD2717T.D0	DeltaOHM	11032846	01.2014
Barometr		HD 9908T	Delta OHM	11002854	02.2014
Czujnik termometru rezystancyjnego		TP-964-1-300	Czaki Thermo-Product	R063969	06.2013
Ramię obrotowe mikrofonu		3923	Brüel & Kjær	02307038	—
Źródło mocy akustycznej		4205	Brüel & Kjær	1775038	02.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		IPA-01	ZAP S.A.	00050193	12.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		HD404T	Delta OHM	10035709	02.2014
Sonda Prandtla		167-12	Dwyer	—	-
Stacja akwizycji danych		SAD-ADAM	ITC	02/2006	—
Komputer PC z programem GeniDAQ		PC	—	—	—

3. STANOWISKO BADAWCZE I WARUNKI REALIZACJI BADAŃ:



Rys. 2. Schemat stoiska badawczego.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13		strona: 4 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900		
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617		

PARAMETRY STANOWISKA BADAWCZEGO		
Kanał pomiarowy przed tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	19,45
Kanał pomiarowy za tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	6,4
Częstotliwość graniczna pierwszego modu poprzecznego	Hz	338
Element transmisyjny		
Wymiar poprzeczny 1	mm	700 x 700
Wymiar poprzeczny 2	mm	840 x 840
Długość	mm	500

Tablica 1

Współczynnik odbicia elementu transmisyjnego stanowiska

Współczynnik odbicia r	Częstotliwość środkowa, Hz					
	50	63	80	100	125	>160
	0,75	0,59	0,56	0,50	0,31	0,19

Tablica 2

Tłumienie graniczne D_{gr} stanowiska z badanym tłumikiem

f_{sr} , Hz	100	125	160	200	250	315	400
D_{gr} , dB	21,1	24,3	32,2	36,1	40,8	43,1	43,3
f_{sr} , Hz	500	630	800	1000	1250	1600	2000
D_{gr} , dB	45,3	43,9	46,7	46,9	47,6	50,6	45,1
f_{sr} , Hz	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
D_{gr} , dB	48,3	55,6	55,9	53,7	41,9	49,6	52,8

KOMORA POGŁOSOWA		
Objętość V	m ³	237
Całkowita powierzchnia przegród S	m ²	231,5
Płaszczyzny ograniczające komorę	Wszystkie płaszczyzny nierównoległe	
Elementy rozpraszające	Dyfuzor	

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13										strona: 5 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900										
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617										

Tablica 3

Czas pogłosu T komory

17.05.2013	fśr, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	T, s	5,56	4,66	4,71	5,22	5,33	5,29	5,21	5,23	4,92	4,76	4,54
	U _{A,95} , s	0,74	0,24	0,32	0,22	0,20	0,15	0,14	0,10	0,06	0,04	0,04
	fśr, Hz	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	
	T, s	4,26	3,80	3,80	3,63	3,27	2,80	2,35	1,84	1,41	1,03	
	U _{A,95} , s	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	

W powyższej tablicy (Tabela 3) zastosowano oznaczenia:

T – wyznaczony czas pogłosu komory Laboratorium Aeroakustyki ITC z wyprowadzonym wylotem stanowiska badawczego,

U_{A,95} – niepewność rozszerzona pomiaru typu A, wyznaczona metodą t-Studenta dla współczynnika rozszerzenia $t_{95\%}=2,201$, v_{eff} stopni swobody i poziomu ufności $p=95\%$.

Dla całego zakresu pomiarowego czas pogłosu **T** jest zgodny według kryterium normy PN-EN ISO 3741:2010.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13		strona: 6 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900		
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617		

Tablica 4

Warunki środowiskowe

		17.05.2013		20.05.2013		21.05.2013	
		przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze
temperatura	°C	16,9	15,9	17,7	17,0	16,9	17,0
wilgotność	%	75,2	74,3	73,4	75,7	68,6	73,0
ciśnienie atmosferyczne	hPa	981,0	980,0	983,0	984,0	988,0	984,0

Kalibracja toru pomiarowego zestaw pomiarowy był kalibrowany przed pomiarem i po jego zakończeniu kalibratorem akustycznym (wg świadectwa wzorcowania $L_{pref} = (94,05 \pm 0,09)$ dB w warunkach odniesienia, tj. przy temperaturze 23°C i dla ciśnienia 1013,25 hPa, wilgotność względna 50%).

Data	Zestaw pomiarowy	Przed pomiarami		Po pomiarach	
		$L_{p \text{ ref}}$	Poprawka kalibracyjna	$L_{p \text{ ref}}$	Poprawka kalibracyjna
dd.mm.yyyy	—	dB			
17.05.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,43	94,05	0,43
20.05.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,45	94,05	0,46
21.05.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,47	94,05	0,42

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13	strona: 7 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900	
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617	

4. POMIARY AEROAKUSTYCZNE TŁUMIKA:

4.1 TŁUMIENIE WTRĄCENIA:

Wartości tłumienia obliczono wg zależności:

$D_i = L_{WI} - L_{WII}$; gdzie:

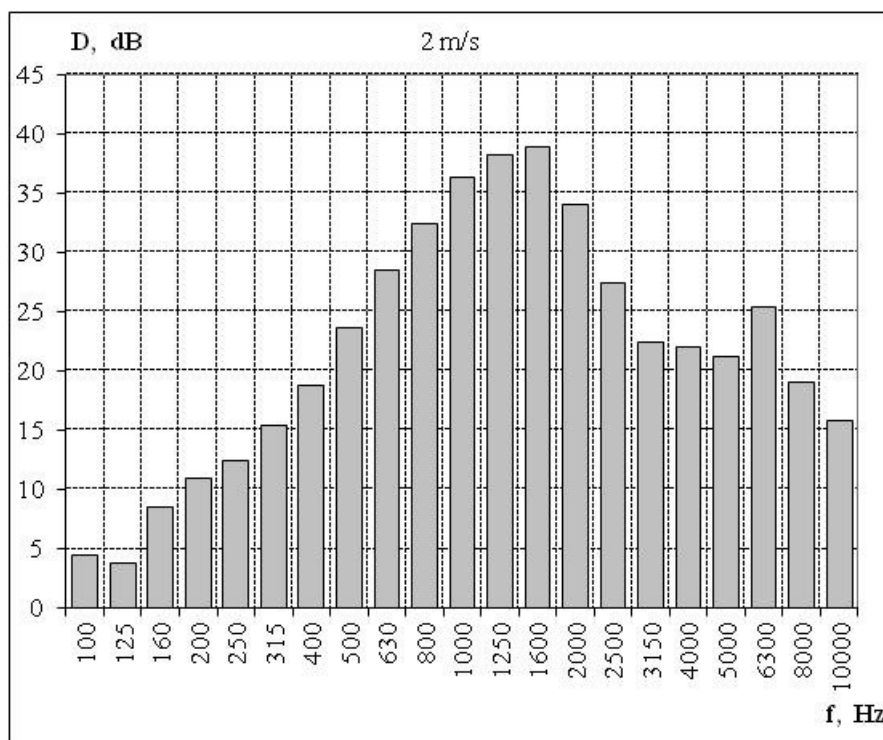
L_{WI} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z kanałem zastępczym, dB,

L_{WII} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z badanym tłumikiem, dB.

Tablica 5

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-150-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=2\text{m/s}$**

f	L_{WI}	L_{WII}	D_i
Hz	dB		
100	62,9	67,3	4,4
125	70,7	74,5	3,8
160	73,5	82,0	8,5
200	72,7	83,6	10,9
250	72,2	84,5	12,3
315	68,1	83,5	15,4
400	65,3	84,0	18,7
500	68,5	92,0	23,6
630	62,6	91,2	28,6
800	57,5	89,9	32,4
1000	54,1	90,5	36,4
1250	49,5	87,6	38,2
1600	47,0	85,9	38,9
2000	41,5	75,6	34,1
2500	51,2	78,6	27,4
3150	61,2	83,5	22,3
4000	61,9	83,9	22,0
5000	62,8	84,0	21,2
6300	53,5	78,8	25,4
8000	63,1	82,1	19,0
10000	63,5	79,2	15,8
D_{iA}, dB	24,4		



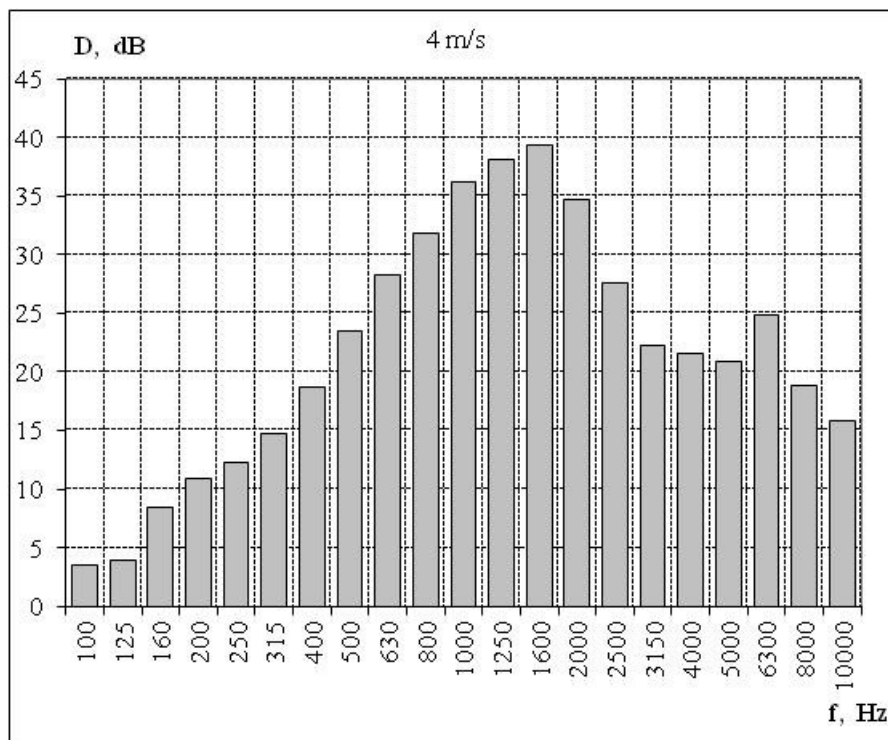
Rys. 3. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=2\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13		strona: 8 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900		
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617		

Tablica 6

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-150-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=4\text{m/s}$**

f	L _{WI}	L _{WH}	D _i
Hz	dB		
100	63,3	66,8	3,5
125	70,7	74,6	3,9
160	73,2	81,6	8,4
200	72,9	83,8	10,9
250	72,2	84,6	12,3
315	68,6	83,4	14,8
400	65,6	84,3	18,6
500	68,7	92,2	23,5
630	63,0	91,3	28,3
800	58,1	89,9	31,8
1000	54,4	90,6	36,1
1250	49,6	87,8	38,2
1600	46,8	86,1	39,4
2000	41,2	75,8	34,7
2500	51,0	78,7	27,6
3150	61,1	83,4	22,3
4000	62,2	83,7	21,5
5000	63,1	84,0	20,9
6300	53,5	78,3	24,8
8000	63,4	82,2	18,9
10000	63,4	79,3	15,9
D_{iA}, dB	24,3		



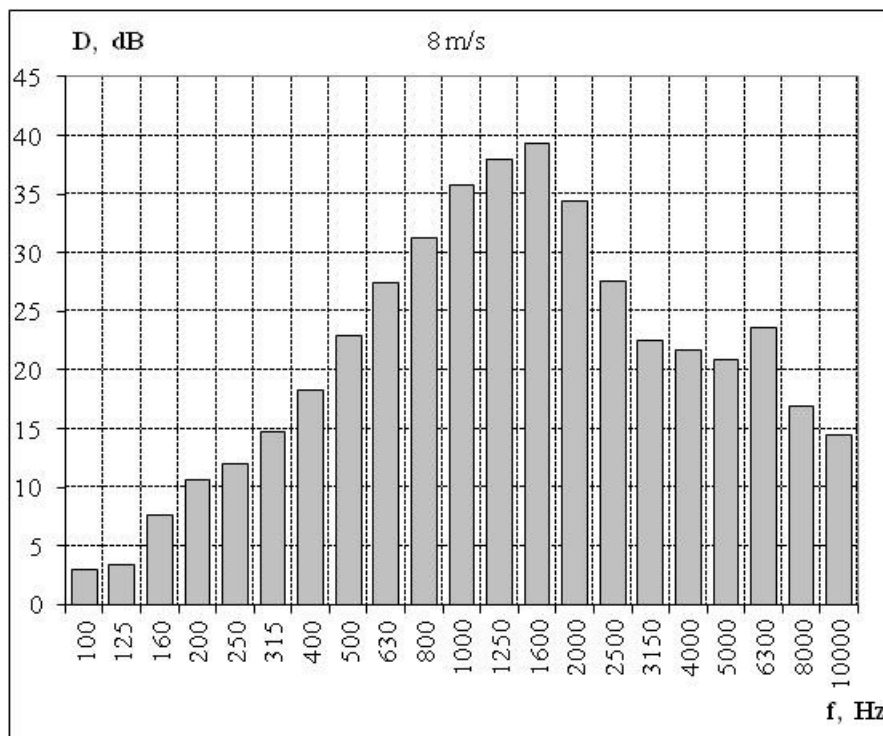
Rys. 4. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=4\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13		strona: 9 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900		
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617		

Tablica 7

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-150-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=8\text{m/s}$**

f	L _{WI}	L _{WH}	D _i
Hz	dB		
100	64,6	67,7	3,1
125	70,9	74,4	3,4
160	73,8	81,5	7,7
200	73,0	83,6	10,6
250	72,5	84,5	12,0
315	68,8	83,5	14,7
400	65,9	84,2	18,3
500	69,2	92,1	22,9
630	63,7	91,2	27,4
800	58,6	89,8	31,3
1000	54,9	90,7	35,8
1250	49,8	87,7	37,9
1600	46,9	86,2	39,4
2000	41,5	75,9	34,4
2500	51,1	78,7	27,6
3150	60,9	83,4	22,6
4000	62,0	83,6	21,7
5000	63,1	84,0	20,9
6300	54,5	78,1	23,6
8000	65,4	82,3	16,9
10000	64,8	79,2	14,4
D_{iA}, dB	23,9		



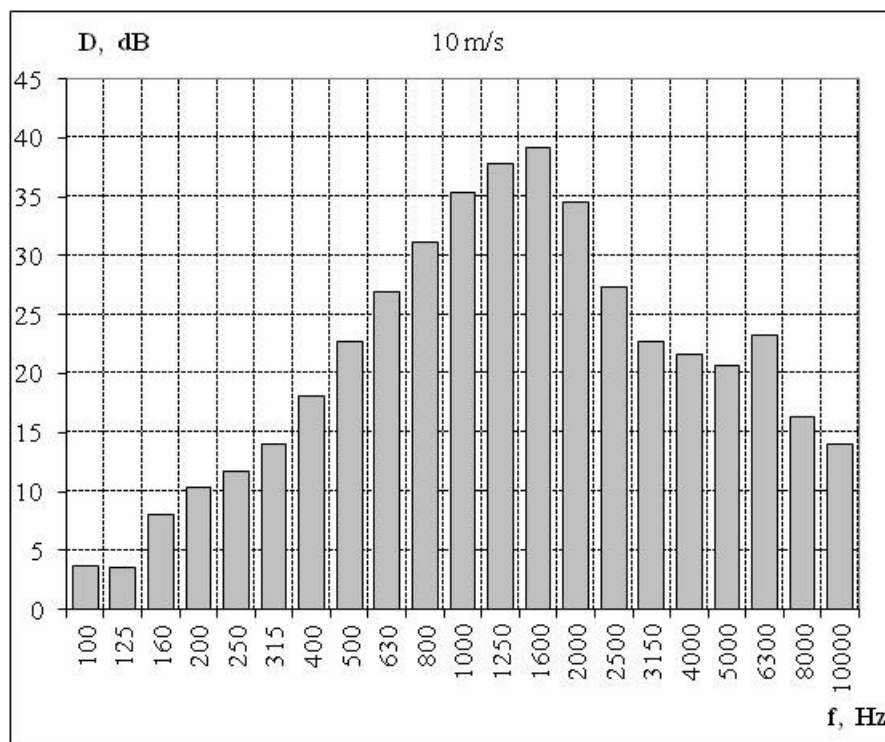
Rys. 5. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=8\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13		strona: 10 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900		
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617		

Tablica 8

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-150-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=10\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	63,9	67,6	3,7
125	70,7	74,3	3,6
160	73,5	81,6	8,1
200	73,2	83,6	10,3
250	72,8	84,5	11,8
315	69,1	83,2	14,0
400	66,1	84,1	18,1
500	69,5	92,2	22,7
630	64,2	91,1	26,9
800	58,6	89,7	31,2
1000	55,2	90,6	35,4
1250	50,0	87,7	37,7
1600	46,9	86,1	39,2
2000	41,4	75,9	34,5
2500	51,2	78,5	27,3
3150	60,8	83,5	22,7
4000	62,1	83,7	21,6
5000	63,2	83,8	20,6
6300	54,8	78,1	23,3
8000	66,2	82,6	16,4
10000	65,4	79,4	14,0
D_{iA}, dB	23,5		



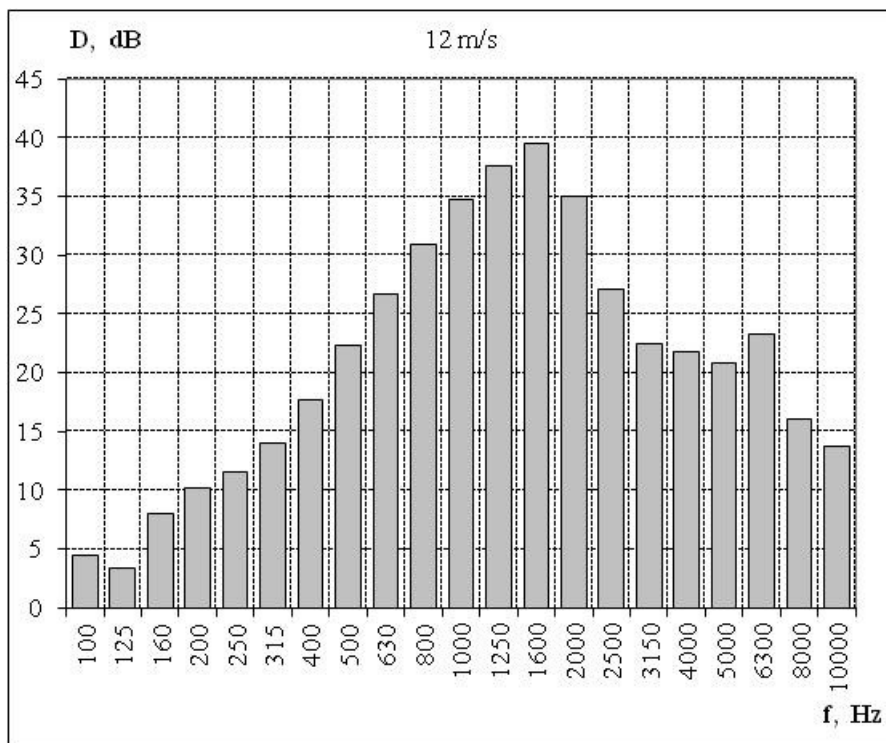
Rys. 6. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=10\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13		strona: 11 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900		
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617		

Tablica 9

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-150-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=12\text{m/s}$**

f	L _{WI}	L _{WII}	D _i
Hz	dB		
100	62,7	67,2	4,5
125	70,7	74,1	3,4
160	73,7	81,7	8,0
200	73,3	83,5	10,2
250	72,9	84,5	11,6
315	69,4	83,4	14,0
400	66,5	84,2	17,7
500	69,9	92,2	22,3
630	64,7	91,4	26,7
800	58,9	89,8	30,9
1000	56,0	90,7	34,7
1250	50,2	87,9	37,7
1600	46,7	86,3	39,6
2000	40,8	75,9	35,1
2500	51,5	78,6	27,1
3150	61,1	83,5	22,4
4000	62,1	83,9	21,7
5000	62,9	83,8	20,9
6300	55,2	78,5	23,3
8000	66,9	82,9	16,0
10000	66,0	79,8	13,7
D_{iA}, dB	23,3		



Rys. 7. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=12\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13												strona: 12 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900												
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617												

4.2 SZUM WŁASNY:

Poziom mocy akustycznej przepływu (szumu własnego) w tłumiku obliczono wg zależności:

$$L_W = \bar{L}_p + D_{td} + C, \text{ gdzie:}$$

$\bar{L}_p$ – energetycznie uśredniony poziom ciśnienia akustycznego (bez korekty na tło), dB,

D_{td} – tłumienie przenoszenia na końcu kanału przyłączonego do komory pogłosowej; dla stanowiska badawczego ITC $D_{td}=0$ dB,

C – różnica poziomów mocy akustycznej promieniowanej do komory pogłosowej oraz uśrednionego ciśnienia akustycznego w komorze pogłosowej, dB.

Tablica 10

Poziom mocy akustycznej przepływu tłumika SIL-50-150-900

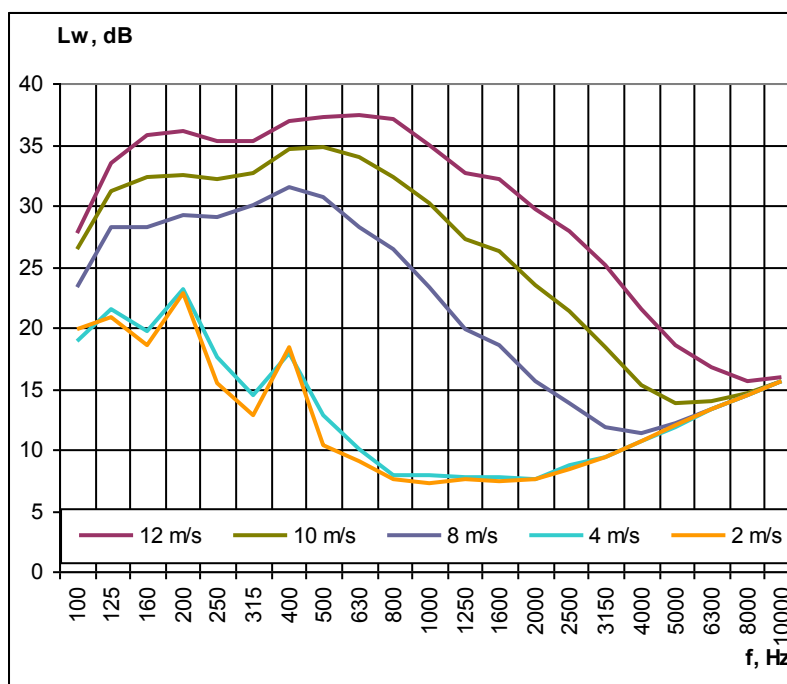
f, Hz	Prędkość w przekroju wlotowym tłumika														
	v=2, m/s			v=4m/s			v=8m/s			v=10 m/s			v=12m/s		
	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W
	dB														
100	15,8	4,0	19,8	14,8	4,0	18,8	19,3	4,0	23,3	22,5	4,0	26,5	23,7	4,0	27,7
125	16,3	4,5	20,8	17,0	4,5	21,5	23,7	4,5	28,2	26,7	4,5	31,1	28,9	4,5	33,4
160	14,4	4,2	18,6	15,5	4,2	19,7	24,0	4,2	28,2	28,0	4,2	32,2	31,5	4,2	35,7
200	19,2	3,6	22,8	19,6	3,6	23,1	25,5	3,6	29,1	28,9	3,6	32,5	32,4	3,6	36,0
250	12,1	3,3	15,5	14,3	3,3	17,6	25,7	3,3	29,0	28,9	3,3	32,2	32,0	3,3	35,3
315	9,5	3,2	12,7	11,1	3,2	14,4	26,8	3,2	30,0	29,5	3,2	32,7	32,0	3,2	35,2
400	15,1	3,2	18,3	14,7	3,2	17,9	28,3	3,2	31,5	31,4	3,2	34,6	33,7	3,2	36,9
500	7,2	3,1	10,3	9,6	3,1	12,7	27,6	3,1	30,7	31,7	3,1	34,8	34,1	3,1	37,1
630	5,7	3,3	9,0	6,6	3,3	9,9	24,8	3,3	28,1	30,6	3,3	33,9	34,1	3,3	37,4
800	4,2	3,4	7,6	4,5	3,4	7,9	23,0	3,4	26,4	28,8	3,4	32,2	33,6	3,4	37,0
1000	3,6	3,6	7,2	4,2	3,6	7,8	19,7	3,6	23,3	26,6	3,6	30,2	31,3	3,5	34,9
1250	3,8	3,8	7,6	3,8	3,8	7,7	16,0	3,8	19,8	23,4	3,8	27,2	28,9	3,8	32,7
1600	3,1	4,3	7,4	3,4	4,3	7,8	14,2	4,3	18,5	21,8	4,3	26,1	27,8	4,3	32,0
2000	3,2	4,3	7,5	3,2	4,3	7,5	11,2	4,3	15,5	19,1	4,3	23,4	25,4	4,3	29,6
2500	4,0	4,5	8,4	4,2	4,5	8,6	9,2	4,5	13,7	16,8	4,5	21,3	23,3	4,5	27,8
3150	4,4	4,9	9,3	4,4	4,9	9,3	6,9	4,9	11,8	13,5	4,9	18,4	20,1	4,9	25,0
4000	5,0	5,6	10,6	5,0	5,6	10,6	5,7	5,6	11,3	9,7	5,6	15,3	15,9	5,6	21,5
5000	5,5	6,4	11,9	5,4	6,4	11,9	5,7	6,4	12,1	7,3	6,4	13,7	12,1	6,4	18,5
6300	5,6	7,6	13,2	5,6	7,6	13,2	5,7	7,6	13,3	6,4	7,6	14,0	9,3	7,6	16,8
8000	5,6	8,9	14,4	5,6	8,9	14,4	5,6	8,9	14,5	5,7	8,9	14,6	6,8	8,8	15,7
10000	5,1	10,4	15,5	5,1	10,4	15,5	5,1	10,4	15,5	5,2	10,4	15,6	5,6	10,4	16,0
L_{WA}	23,2 ¹			23,5 ¹			34,6			39,6			43,7		

¹ zaciemnione pola L_{WA} reprezentują górną granicę, dla poziomu mocy akustycznej badanego obiektu

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13	strona: 13 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900	
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617	

Zgodnie p. 8.1.4 PN-EN ISO 3741:2010 określono poziom mocy szumu przepływu w tłumiku z uwzględnieniem wszystkich pasm pomiarowych oraz z pominięciem pasm, dla których różnica pomiędzy poziomem hałasu przepływu i poziomem tła akustycznego jest mniejsza niż 10 dB.

Jeżeli różnica pomiędzy poziomami mocy akustycznej wyznaczona obydwoma metodami nie przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że **poziom mocy określono zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010**. Jeśli ta różnica przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że wyznaczony **poziom mocy akustycznej jest określony zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010 i reprezentuje górną granicę dla poziomu mocy akustycznej szumu przepływu badanego tłumika**.



Rys. 8.: Widmo poziomu mocy akustycznej tłumika SIL-50-150-900

4.3 WSPÓŁCZYNNIK STRAT CIŚNIENIA:

Profil prędkości w kanałach pomiarowych przed badanym tłumikiem spełniał wymagania normy PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2.1 średnią prędkość czynnika na wlocie badanego tłumika v_f wyznaczono na podstawie pomiaru w kanale pomiarowym przed tłumikiem.

Zgodnie z PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2 wykonano dwie serie badań:

- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym badanym obiektem $p_{s1(I)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,
- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym kanałem zastępczym $p_{s1(II)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,

określając współczynnik strat ciśnienia całkowitego ζ .

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13	strona: 14 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900	
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617	

Tablica 11

Straty ciśnienia w tłumiku								
Lp.	wartości założone		wartości rzeczywiste					ζ
	v_f m/s	q_v m ³ /s	v_f m/s	q_v m ³ /s	$P_{t(\text{tłumika})}$ Pa	$P_{t(\text{kanalu})}$ Pa	Δp_{tot} Pa	
1	12,0	0,2124	11,9	0,2101	179,54	170,71	8,83	0,18
2	10,0	0,1770	10,0	0,1765	128,01	115,58	12,44	
3	8,0	0,1416	8,1	0,1428	83,55	74,84	8,71	
4	4,0	0,0708	4,1	0,0719	20,12	19,44	-	
5	2,0	0,0354	1,9	0,0336	2,87	4,12	-	

W powyższej tablicy zastosowano oznaczenia:

- v_f – prędkość przed badanym obiektem (jest równoważna prędkości w tłumiku), m/s,
 q_v – strumień objętości, m³/s,
 $P_{t(\text{tłumika})}$ – ciśnienie całkowite w tłumiku, Pa,
 $P_{t(\text{kanalu})}$ – ciśnienie całkowite w kanale, Pa,
 Δp_{tot} – strata ciśnienia całkowitego, Pa.

Zgodnie z p. 6.5.2.1 wykonano pomiary dla pięciu różnych strumieni objętości przepływu. Do określenia współczynnika strat ciśnienia całkowitego ζ wzięto pod uwagę tylko te wartości strumienia przepływu, które wywołały różnicę ciśnienia większą, niż 10Pa. Jeżeli różnica ciśnień była mniejsza lub równa 10Pa, nie określano również straty ciśnienia całkowitego Δp_{tot} .

5. NIEPEWNOŚĆ POMIARU:

Zgodnie z procedurą ogólną nr 14 wyd. 7 z dnia 06.02.2012 roku do Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki „Określanie niepewności wyników badań” p. 5.4 i normą PN-EN ISO 7235:2009 Tablica 7 przyjęto, że górne wartości odchylenia standartowego odtwarzalności σ_R wyznaczonych poziomów mocy akustycznej badanego tłumika wynoszą:

f, Hz	σ_R , dB
100	1,5
125÷500	1
630÷1250	2
1600÷10000	3

W trakcie realizacji badań Laboratorium przestrzegało procedury pomiarowej zgodnej z normą PN-EN ISO 7235:2009, spełniając warunek wymagany dokumentem EA-04/16 „Wytyczne EA dotyczące wyrażania niepewności w badaniach ilościowych” oraz Procedurą Ogólną nr 14 „Określanie niepewności wyników badań” do 12 wydania Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 16-U/13	strona: 15 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-150-900	
	Załącznik nr 2 do sprawozdania 8617	

Inne informacje dotyczące badania:

- Ponieważ własności akustyczne zastosowanych przejść nie mogą być pominięte, tłumienie wtrącenia dotyczy badanego tłumika z zastosowanymi przejściami.
- Ustawienie parametrów przepływowych zostało wykonane zgodnie z najlepszą dostępną techniką, z zachowaniem wymagań normy PN-EN ISO 5801:2008. Prezentowane wyniki odnoszą się do wartości prędkości przepływu strumienia powietrza, uzyskanych w trakcie pomiarów i nie wpływają na wyznaczone wartości tłumienia wtrącenia oraz poziomu mocy akustycznej szumu własnego przepływu badanego tłumika.

Kierujący badaniami
J. Jaworski

Badania wykonał:
J. Jaworski

Autoryzacja
J. Jaworski

.....

.....

.....

Łódź, lipiec 2013 r.

Laboratorium oświadcza, że wyniki badania odnoszą się wyłącznie do badanego tłumika SIL-50-150-900, wybranego i dostarczonego przez Zleceniodawcę. Bez pisemnej zgody Laboratorium niniejsze sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.



AB 405

LABORATORIUM AEROAKUSTYKI



**INSTYTUT
ENERGETYKI**
Instytut Badawczy
ODDZIAŁ TECHNIKI CIEPLNEJ
„ITC” w Łodzi

93-208 Łódź, ul. Dąbrowskiego 113
www.itc.edu.pl, e-mail: itc@itc.edu.pl



SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13

Badanie aeroakustyczne tłumika

SIL-50-200-900

Miejsce wykonania badań: Laboratorium Aeroakustyki

Data udostępnienia obiektu do badań: 12.10.2012

Data wykonania badań: 23.05.2013 ÷ 28.05.2013

Data wydania sprawozdania z badań: 22.07.2013

stron: 15

rys: 8

tablic: 11

Nazwa i adres Zamawiającego:

ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
Aleja Krakowska 10
05-552 Wola Mrokwoska

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13		strona: 2 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900		
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617		

ZAMAWIAJĄCY: ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
05-552 Wola Mrokowska, Aleja Krakowska 10.

1. DANE TECHNICZNE BADANEGO OBIEKTU:



Rys. 1.: Badany tłumik

Nazwa/typ	SIL-50-200-900	
Konstrukcja tłumika	Materiał - URSA	
Długość	mm	900
Średnica przyłącza	mm	200

2. METODA BADAWCZA I APARATURA POMIAROWA:

Zastosowana metoda pomiaru: metoda pomiaru w komorze pogłosowej zgodnie z normami PN-EN ISO 7235:2009 „Akustyka. Metody laboratoryjne pomiaru tłumików kanałowych oraz elementów końcowych. Tłumienie wtrącenia, hałas przepływu i strata ciśnienia całkowitego”.
PN-EN ISO 3741:2010 „Akustyka. Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metody dokładne w komorach pogłosowych”.

Sposób wyznaczenia poziomu ciśnienia akustycznego: metoda pomiaru w punktach, rozłożonych równomiernie, na określonym torze pomiarowym o długości obwodu 10 m.

Pomiary tła: pomiaru dokonywano w tych samych punktach, w których wykonano pomiary właściwe.

Sposób wyznaczenia strumienia objętości: zgodnie z normą PN-EN ISO 5801:2008 „Wentylatory przemysłowe – Badanie charakterystyk działania na stanowiskach znormalizowanych”.

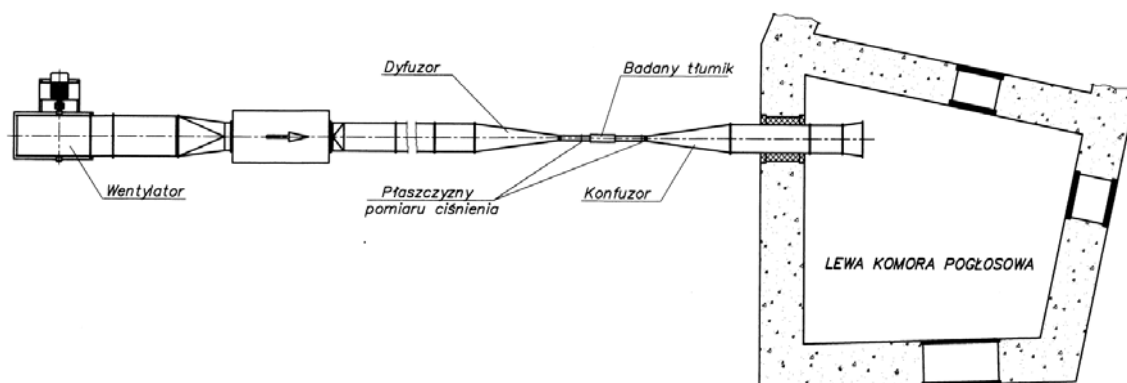
Sposób wyznaczenia współczynnika strat ciśnienia: za pomocą przetwornika mierzono różnice ciśnień przed i za badanym tłumikiem (oraz przed i za kanałem zastępczym). Wartości różnicy ciśnień były zbierane i zapisywane z użyciem programu GeniDAQ.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13		strona: 3 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900		
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617		

Aparatura pomiarowa:

Nazwa		Typ	Producent	Nr fab.	Data ważności świadczenia wzorcowania / sprawdzenia
Zestaw pomiarowy 2144/07/ kanał A	analizator	2144	Brüel & Kjær	1765615	01.2014
	mikrofon	4942	Brüel & Kjær	2647435	
	przedwzmacniacz	2669	Brüel & Kjær	1936057	
Tor głośnikowy	zestaw głośników 8Ω	zestaw specjalny	Tonsil S.A	—	—
	generator szumu	NRG-201	RFT	21180	10.2015
	wzmacniacz mocy	WS 703	Fonica	688276	10.2015
	wzmacniacz pomiarowy	2610	Brüel & Kjær	1146588	05.2015
Kalibrator akustyczny		4231	Brüel & Kjær	2686649	08.2013
Termohigrometr		HD2717T.D0	DeltaOHM	11032846	01.2014
Barometr		HD 9908T	Delta OHM	11002854	02.2014
Czujnik termometru rezystancyjnego		TP-964-1-300	Czaki Thermo- -Product	R063969	06.2013
Ramię obrotowe mikrofonu		3923	Brüel & Kjær	02307038	—
Źródło mocy akustycznej		4205	Brüel & Kjær	1775038	02.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		IPA-01	ZAP S.A.	00050193	12.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		HD404T	Delta OHM	10035709	02.2014
Sonda Prandtla		167-12	Dwyer	—	-
Stacja akwizycji danych		SAD-ADAM	ITC	02/2006	—
Komputer PC z programem GeniDAQ		PC	—	—	—

3. STANOWISKO BADAWCZE I WARUNKI REALIZACJI BADAŃ:



Rys. 2. Schemat stoiska badawczego.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13		strona: 4 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900		
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617		

PARAMETRY STANOWISKA BADAWCZEGO		
Kanał pomiarowy przed tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	19,35
Kanał pomiarowy za tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	6,7
Częstotliwość graniczna pierwszego modu poprzecznego	Hz	338
Element transmisyjny		
Wymiar poprzeczny 1	mm	700 x 700
Wymiar poprzeczny 2	mm	840 x 840
Długość	mm	500

Tablica 1

Współczynnik odbicia elementu transmisyjnego stanowiska

Współczynnik odbicia r	Częstotliwość środkowa, Hz					
	50	63	80	100	125	>160
	0,75	0,59	0,56	0,50	0,31	0,19

Tablica 2

Tłumienie graniczne D_{gr} stanowiska z badanym tłumikiem

f_{sr} , Hz	100	125	160	200	250	315	400
D_{gr} , dB	21,5	22,9	32,3	36,4	40,5	45,1	45,1
f_{sr} , Hz	500	630	800	1000	1250	1600	2000
D_{gr} , dB	45,1	44,0	45,7	47,3	48,0	51,1	46,7
f_{sr} , Hz	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
D_{gr} , dB	51,0	55,2	56,0	53,1	48,1	52,6	57,4

KOMORA POGŁOSOWA		
Objętość V	m ³	237
Całkowita powierzchnia przegród S	m ²	231,5
Płaszczyzny ograniczające komorę	Wszystkie płaszczyzny nierównoległe	
Elementy rozpraszające	Dyfuzor	

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13		strona: 5 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900		
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617		

Tablica 3

Czas pogłosu T komory

17.05.2013	fśr, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	T, s	5,56	4,66	4,71	5,22	5,33	5,29	5,21	5,23	4,92	4,76	4,54
	U _{A,95} , s	0,74	0,24	0,32	0,22	0,20	0,15	0,14	0,10	0,06	0,04	0,04
	fśr, Hz	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	
	T, s	4,26	3,80	3,80	3,63	3,27	2,80	2,35	1,84	1,41	1,03	
23.05.2013	U _{A,95} , s	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	
	fśr, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	T, s	5,46	4,19	4,35	4,79	4,95	5,50	5,18	5,24	4,76	4,71	4,56
	U _{A,95} , s	0,82	0,26	0,11	0,17	0,16	0,19	0,13	0,13	0,08	0,06	0,06
	fśr, Hz	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	
	T, s	4,22	3,77	3,73	3,47	3,09	2,61	2,12	1,67	1,25	0,91	
	U _{A,95} , s	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	

W powyższej tablicy (Tabela 3) zastosowano oznaczenia:

T – wyznaczony czas pogłosu komory Laboratorium Aeroakustyki ITC z wyprowadzonym wylotem stanowiska badawczego,

U_{A,95} – niepewność rozszerzona pomiaru typu A, wyznaczona metodą t-Studenta dla współczynnika rozszerzenia t_{95%}=2,201, v_{eff} stopni swobody i poziomu ufności p=95%.

Dla całego zakresu pomiarowego¹ czas pogłosu **T** jest zgodny według kryterium normy PN-EN ISO 3741:2010.

Tablica 4

Warunki środowiskowe

		23.05.2013		24.05.2013		27.05.2013		28.05.2013	
		przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze
temperatura	°C	14,3	15,5	16,1	16,1	15,4	15,4	14,1	14,6
wilgotność	%	57,6	58,1	58,1	61,1	62,8	63,4	72,7	73,1
ciśnienie atmosferyczne	hPa	983,0	982,0	981,0	981,0	982,3	982,3	974,2	975,1

¹ z wyjątkiem f = 10 000 Hz w dniu 23.05.2013r.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13		strona: 6 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900		
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617		

Kalibracja toru pomiarowego zestaw pomiarowy był kalibrowany przed pomiarem i po jego zakończeniu kalibratorem akustycznym (wg świadectwa wzorcowania $L_{p\text{ref}} = (94,05 \pm 0,09)$ dB w warunkach odniesienia, tj. przy temperaturze 23°C i dla ciśnienia 1013,25 hPa, wilgotność względna 50%).

Data	Zestaw pomiarowy	Przed pomiarami		Po pomiarach	
		$L_{p\text{ref}}$	Poprawka kalibracyjna	$L_{p\text{ref}}$	Poprawka kalibracyjna
dd.mm.yyyy	–	dB			
23.05.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,42	94,05	0,41
24.05.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,41	94,05	0,41
27.05.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,42	94,05	0,43
28.05.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,41	94,05	0,39

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13	strona: 7 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900	
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617	

4. POMIARY AEROAKUSTYCZNE TŁUMIKA:

4.1 TŁUMIENIE WTRĄCENIA:

Wartości tłumienia obliczono wg zależności:

$D_i = L_{WI} - L_{WII}$; gdzie:

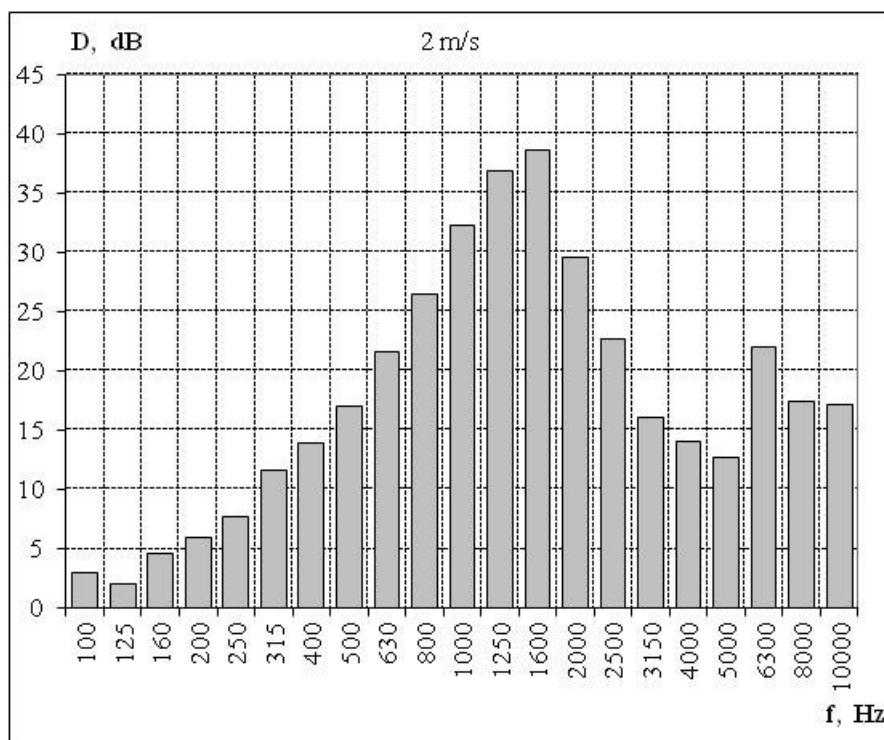
L_{WI} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z kanałem zastępczym, dB,

L_{WII} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z badanym tłumikiem, dB.

Tablica 5

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-200-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=2\text{m/s}$**

f	L_{WI}	L_{WII}	D_i
Hz	dB		
100	67,9	70,9	2,9
125	73,1	75,1	2,0
160	78,9	83,5	4,6
200	77,8	83,7	5,9
250	77,0	84,7	7,7
315	72,8	84,5	11,6
400	71,3	85,2	13,9
500	75,3	92,3	17,0
630	70,4	92,0	21,6
800	63,5	90,1	26,5
1000	58,5	90,7	32,3
1250	50,9	87,7	36,8
1600	47,3	86,0	38,7
2000	48,4	78,0	29,6
2500	59,7	82,3	22,6
3150	68,5	84,5	16,0
4000	71,4	85,4	14,0
5000	72,9	85,5	12,6
6300	63,2	85,1	22,0
8000	67,2	84,6	17,4
10000	65,6	82,7	17,1
D_{iA}, dB	18,4		



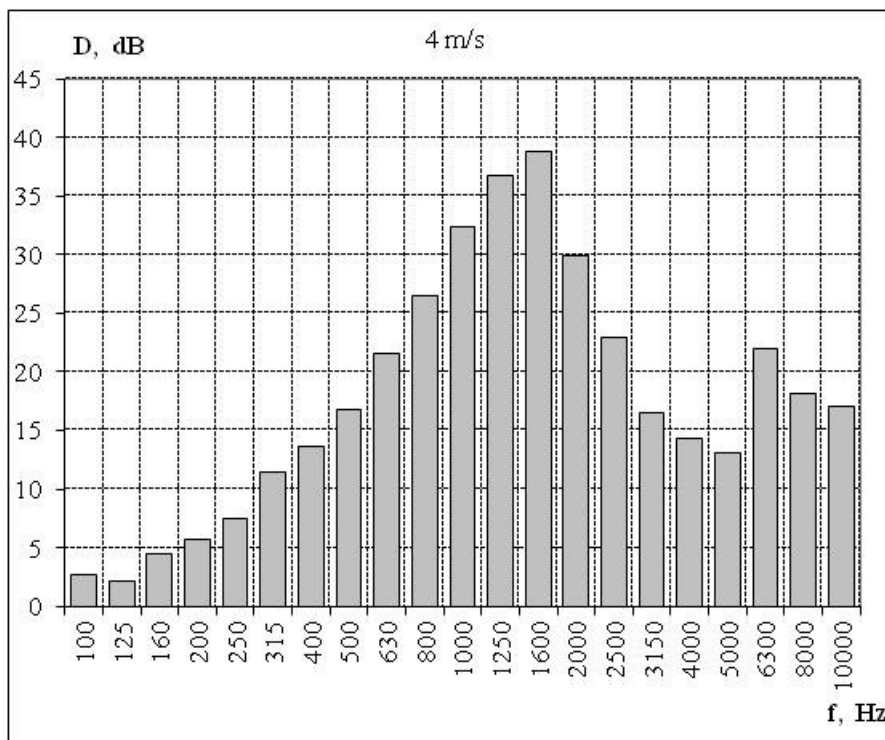
Rys. 3. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=2\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13		strona: 8 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900		
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617		

Tablica 6

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-200-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=4\text{m/s}$**

f	L _{WI}	L _{WH}	D _i
Hz	dB		
100	67,7	70,4	2,7
125	73,2	75,4	2,2
160	79,0	83,4	4,5
200	78,0	83,7	5,7
250	77,2	84,6	7,5
315	72,8	84,3	11,4
400	71,5	85,2	13,7
500	75,6	92,3	16,7
630	70,6	92,1	21,5
800	63,7	90,2	26,5
1000	58,6	90,9	32,3
1250	50,9	87,7	36,8
1600	47,2	86,0	38,8
2000	48,4	78,2	29,8
2500	59,6	82,5	22,9
3150	68,3	84,8	16,4
4000	71,2	85,4	14,3
5000	72,8	85,8	13,0
6300	63,2	85,2	22,0
8000	66,9	85,1	18,1
10000	65,5	82,6	17,0
D_{iA}, dB	18,5		



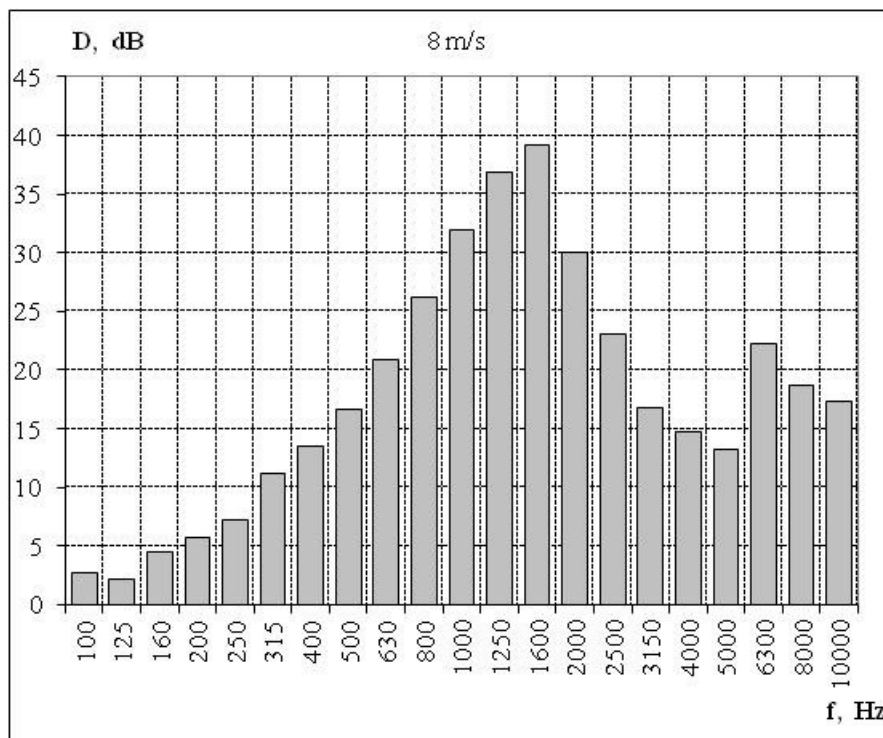
Rys. 4. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=4\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13		strona: 9 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900		
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617		

Tablica 7

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-200-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=8\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	68,2	70,9	2,7
125	73,2	75,3	2,1
160	79,4	83,8	4,5
200	78,1	83,9	5,7
250	77,6	84,8	7,2
315	73,3	84,5	11,2
400	71,9	85,4	13,5
500	76,0	92,6	16,6
630	71,3	92,2	20,9
800	64,2	90,4	26,2
1000	59,0	91,0	32,0
1250	51,0	87,9	36,9
1600	46,9	86,1	39,1
2000	48,3	78,4	30,0
2500	59,5	82,7	23,1
3150	68,1	84,9	16,8
4000	70,8	85,5	14,8
5000	72,6	85,9	13,3
6300	63,1	85,4	22,3
8000	66,6	85,4	18,8
10000	65,7	83,0	17,4
D_{iA}, dB	18,5		



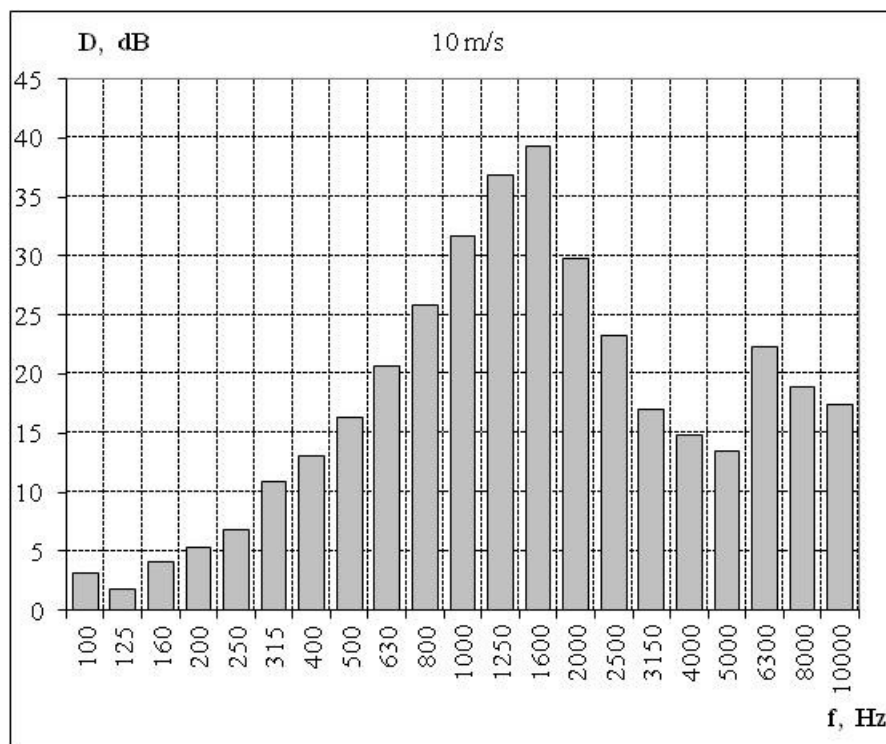
Rys. 5. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=8\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13		strona: 10 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900		
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617		

Tablica 8

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-200-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=10\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	67,7	70,9	3,2
125	72,9	74,8	1,9
160	79,5	83,5	4,1
200	78,3	83,6	5,3
250	77,7	84,6	6,8
315	73,4	84,3	10,9
400	72,1	85,1	13,0
500	76,0	92,3	16,3
630	71,3	92,0	20,7
800	64,4	90,3	25,9
1000	59,2	90,8	31,6
1250	50,9	87,8	36,8
1600	46,7	86,0	39,3
2000	48,2	78,1	29,9
2500	59,3	82,5	23,2
3150	67,9	84,8	17,0
4000	70,5	85,4	14,8
5000	72,3	85,8	13,5
6300	63,1	85,4	22,3
8000	66,5	85,4	18,9
10000	65,7	83,1	17,4
D_{iA}, dB	18,4		



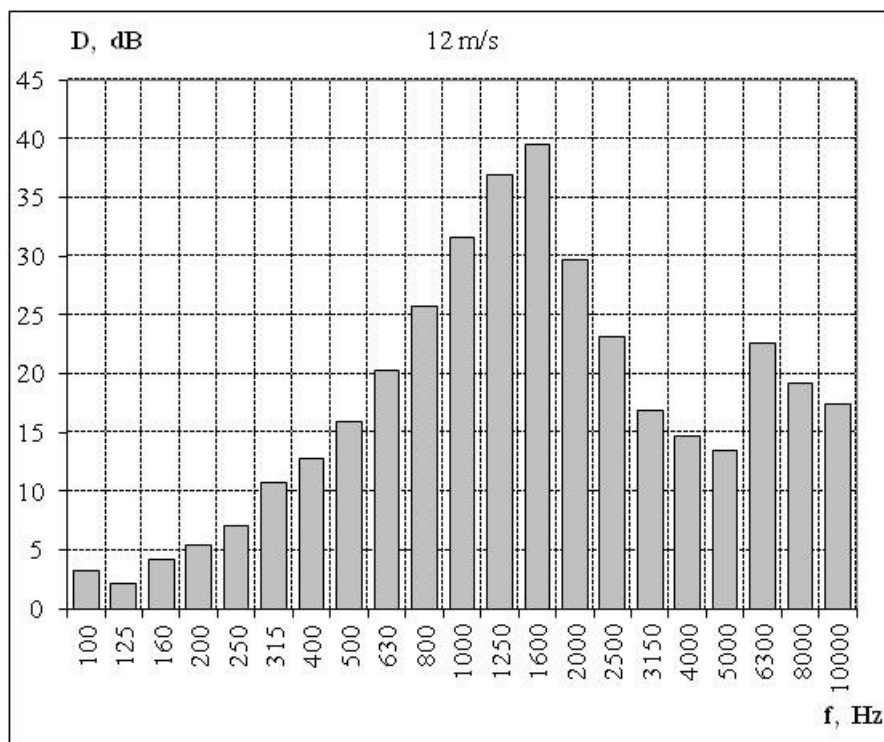
Rys. 6. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=10\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13		strona: 11 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900		
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617		

Tablica 9

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-200-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=12\text{m/s}$**

f	L_{wI}	L_{wII}	D_i
Hz	dB		
100	67,8	71,0	3,2
125	72,7	74,9	2,2
160	79,4	83,6	4,2
200	78,3	83,7	5,4
250	77,6	84,7	7,1
315	73,7	84,4	10,7
400	72,3	85,1	12,8
500	76,3	92,3	15,9
630	71,6	91,9	20,3
800	64,5	90,2	25,7
1000	59,2	90,9	31,7
1250	50,8	87,8	36,9
1600	46,5	86,0	39,5
2000	48,2	77,9	29,7
2500	59,4	82,5	23,1
3150	67,9	84,8	16,9
4000	70,7	85,4	14,7
5000	72,3	85,7	13,4
6300	62,9	85,5	22,6
8000	66,4	85,5	19,1
10000	65,6	83,0	17,3
D_{iA}, dB	18,3		



Rys. 7. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=12\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13										strona: 12 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900										
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617										

4.2 SZUM WŁASNY:

Poziom mocy akustycznej przepływu (szumu własnego) w tłumiku obliczono wg zależności:

$$L_W = \bar{L}_p + D_{td} + C, \text{ gdzie:}$$

$\bar{L}_p$ – energetycznie uśredniony poziom ciśnienia akustycznego (bez korekty na tło), dB,

D_{td} – tłumienie przenoszenia na końcu kanału przyłączonego do komory pogłosowej; dla stanowiska badawczego ITC $D_{td}=0$ dB,

C – różnica poziomów mocy akustycznej promieniowanej do komory pogłosowej oraz uśrednionego ciśnienia akustycznego w komorze pogłosowej, dB.

Tablica 10

Poziom mocy akustycznej przepływu tłumika SIL-50-200-900

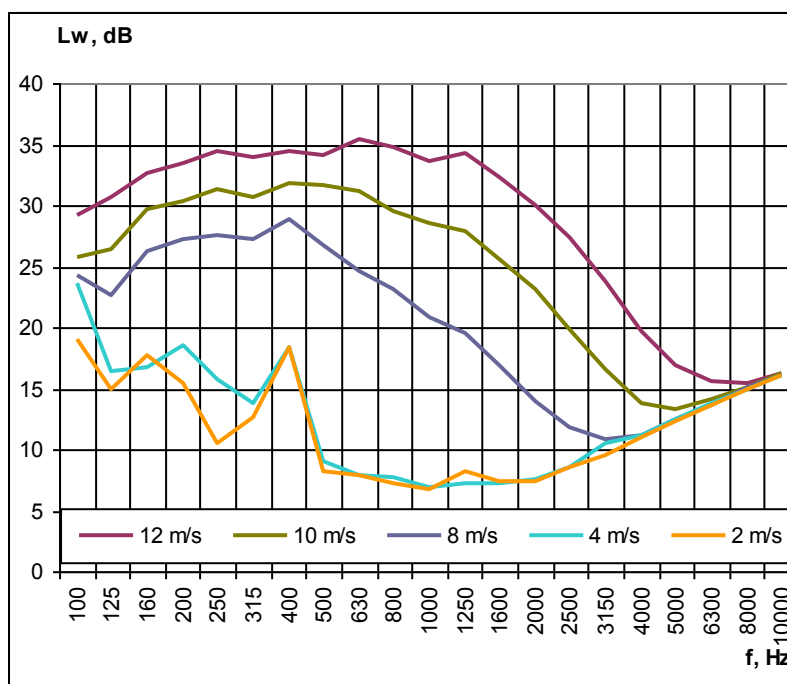
f, Hz	Prędkość w przekroju wlotowym tłumika														
	v=2, m/s			v=4m/s			v=8m/s			v=10 m/s			v=12m/s		
	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W
	dB														
100	14,9	4,0	18,9	19,6	4,0	23,6	20,3	4,0	24,3	21,7	4,0	25,7	25,2	4,0	29,2
125	10,0	4,9	14,9	11,5	4,9	16,4	17,7	4,9	22,7	21,5	4,9	26,4	25,8	4,9	30,7
160	13,1	4,5	17,6	12,1	4,5	16,7	21,6	4,5	26,2	25,2	4,5	29,7	28,2	4,5	32,7
200	11,5	3,9	15,5	14,7	3,9	18,6	23,2	3,9	27,2	26,5	3,9	30,4	29,6	3,9	33,5
250	6,9	3,6	10,5	12,0	3,6	15,7	24,0	3,6	27,6	27,7	3,6	31,4	30,8	3,6	34,4
315	9,6	3,0	12,6	10,7	3,0	13,7	24,2	3,0	27,2	27,6	3,0	30,6	31,0	3,0	34,0
400	15,2	3,2	18,4	15,2	3,2	18,4	25,7	3,2	28,9	28,5	3,2	31,7	31,3	3,2	34,4
500	5,1	3,1	8,1	5,9	3,1	9,0	23,7	3,1	26,7	28,5	3,0	31,6	31,0	3,0	34,0
630	4,4	3,4	7,8	4,4	3,4	7,9	21,1	3,4	24,6	27,8	3,4	31,2	32,0	3,4	35,4
800	3,8	3,4	7,2	4,3	3,4	7,7	19,7	3,4	23,1	26,1	3,4	29,5	31,4	3,4	34,8
1000	3,2	3,5	6,7	3,3	3,5	6,8	17,3	3,5	20,8	25,1	3,5	28,6	30,1	3,5	33,6
1250	4,4	3,8	8,2	3,3	3,8	7,1	15,7	3,8	19,5	24,1	3,8	27,9	30,4	3,8	34,2
1600	3,1	4,3	7,5	3,0	4,3	7,3	12,6	4,3	16,9	21,2	4,3	25,5	27,9	4,3	32,2
2000	3,1	4,3	7,4	3,2	4,3	7,5	9,6	4,3	14,0	18,7	4,3	23,0	25,7	4,3	30,0
2500	3,9	4,7	8,6	4,0	4,6	8,6	7,2	4,6	11,8	15,2	4,6	19,9	22,8	4,6	27,4
3150	4,3	5,2	9,5	5,3	5,2	10,4	5,7	5,1	10,9	11,4	5,1	16,5	18,6	5,1	23,8
4000	5,0	5,9	10,9	5,1	5,9	11,1	5,3	5,9	11,2	7,8	5,9	13,7	13,8	5,9	19,7
5000	5,4	6,9	12,3	5,5	6,9	12,4	5,5	6,9	12,4	6,4	6,9	13,3	10,0	6,9	16,8
6300	5,6	8,0	13,6	5,7	8,0	13,7	5,6	8,0	13,6	6,2	8,0	14,2	7,6	8,0	15,6
8000	5,5	9,4	14,9	5,5	9,4	14,9	5,6	9,4	15,0	5,6	9,4	15,0	6,0	9,4	15,4
10000	5,1	11,0	16,1	5,1	11,0	16,1	5,1	11,0	16,1	5,2	11,0	16,2	5,3	11,0	16,3
L_{WA}	23,0 ²			23,3 ²			31,9 ²			37,6			42,6		

² zaciemnione pola L_{WA} reprezentują górną granicę dla poziomu mocy akustycznej badanego obiektu

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13	strona: 13 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900	
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617	

Zgodnie p. 8.1.4 PN-EN ISO 3741:2010 określono poziom mocy szumu przepływu w tłumiku z uwzględnieniem wszystkich pasm pomiarowych oraz z pominięciem pasm, dla których różnica pomiędzy poziomem hałasu przepływu i poziomem tła akustycznego jest mniejsza niż 10 dB.

Jeżeli różnica pomiędzy poziomami mocy akustycznej wyznaczona obydwoma metodami nie przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że **poziom mocy określono zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010**. Jeśli ta różnica przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że wyznaczony **poziom mocy akustycznej jest określony zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010 i reprezentuje górną granicę dla poziomu mocy akustycznej szumu przepływu badanego tłumika**.



Rys. 8.: Widmo poziomu mocy akustycznej tłumika SIL-50-200-900

4.3 WSPÓŁCZYNNIK STRAT CIŚNIENIA:

Profil prędkości w kanałach pomiarowych przed badanym tłumikiem spełniał wymagania normy PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2.1 średnią prędkość czynnika na wlocie badanego tłumika v_f wyznaczono na podstawie pomiaru w kanale pomiarowym przed tłumikiem.

Zgodnie z PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2 wykonano dwie serie badań:

- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym badanym obiektem $p_{s1(I)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,
- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym kanałem zastępczym $p_{s1(II)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,

określając współczynnik strat ciśnienia całkowitego ζ .

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13		strona: 14 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900		
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617		

Tablica 11

Straty ciśnienia w tłumiku								
Lp.	wartości założone		wartości rzeczywiste					ζ
	v_f m/s	q_v m ³ /s	v_f m/s	q_v m ³ /s	$p_{t(\text{tłumika})}$ Pa	$p_{t(\text{kanalu})}$ Pa	Δp_{tot} Pa	
1	12,0	0,3768	12,1	0,3786	162,78	158,25	4,53	0,05
2	10,0	0,3140	10,1	0,3164	113,89	109,75	4,14	
3	8,0	0,2512	8,0	0,2520	72,39	71,60	0,78	
4	4,0	0,1256	3,9	0,1228	17,06	17,45	-	
5	2,0	0,0628	2,1	0,0653	4,77	5,17	-	

W powyższej tablicy zastosowano oznaczenia:

- v_f – prędkość przed badanym obiektem (jest równoważna prędkości w tłumiku), m/s,
 q_v – strumień objętości, m³/s,
 $p_{t(\text{tłumika})}$ – ciśnienie całkowite w tłumiku, Pa,
 $p_{t(\text{kanalu})}$ – ciśnienie całkowite w kanale, Pa,
 Δp_{tot} – strata ciśnienia całkowitego, Pa.

Zgodnie z p. 6.5.2.1 wykonano pomiary dla pięciu różnych strumieni objętości przepływu. Do określenia współczynnika strat ciśnienia całkowitego ζ wzięto pod uwagę tylko te wartości strumienia przepływu, które wywołały różnicę ciśnienia większą, niż 10Pa. Jeżeli różnica ciśnień była mniejsza lub równa 10Pa, nie określano również straty ciśnienia całkowitego Δp_{tot} .

5. NIEPEWNOŚĆ POMIARU:

Zgodnie z procedurą ogólną nr 14 wyd. 7 z dnia 06.02.2012 roku do Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki „Określanie niepewności wyników badań” p. 5.4 i normą PN-EN ISO 7235:2009 Tablica 7 przyjęto, że górne wartości odchylenia standartowego odtwarzalności σ_R wyznaczonych poziomów mocy akustycznej badanego tłumika wynoszą:

f, Hz	σ_R , dB
100	1,5
125÷500	1
630÷1250	2
1600÷10000	3

W trakcie realizacji badań Laboratorium przestrzegało procedury pomiarowej zgodnej z normą PN-EN ISO 7235:2009, spełniając warunek wymagany dokumentem EA-04/16 „Wytyczne EA dotyczące wyrażania niepewności w badaniach ilościowych” oraz Procedurą Ogólną nr 14 „Określanie niepewności wyników badań” do 12 wydania Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 17-U/13	strona: 15 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-200-900	
	Załącznik nr 3 do sprawozdania 8617	

Inne informacje dotyczące badania:

- Ponieważ własności akustyczne zastosowanych przejść nie mogą być pominięte, tłumienie wtrącenia dotyczy badanego tłumika z zastosowanymi przejściami.
- Ustawienie parametrów przepływowych zostało wykonane zgodnie z najlepszą dostępną techniką, z zachowaniem wymagań normy PN-EN ISO 5801:2008. Prezentowane wyniki odnoszą się do wartości prędkości przepływu strumienia powietrza, uzyskanych w trakcie pomiarów i nie wpływają na wyznaczone wartości tłumienia wtrącenia oraz poziomu mocy akustycznej szumu własnego przepływu badanego tłumika.

Kierujący badaniami
J. Jaworski

Badania wykonał:
J. Jaworski

Autoryzacja
J. Jaworski

.....

.....

.....

Łódź, Czerwiec 2013 r.

Laboratorium oświadcza, że wyniki badania odnoszą się wyłącznie do badanego tłumika SIL-50-200-900, wybranego i dostarczonego przez Zleceniodawcę. Bez pisemnej zgody Laboratorium niniejsze sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.



AB 405

LABORATORIUM AEROAKUSTYKI



**INSTYTUT
ENERGETYKI**
Instytut Badawczy
ODDZIAŁ TECHNIKI CIEPLNEJ
„ITC” w Łodzi

93-208 Łódź, ul. Dąbrowskiego 113
www.itc.edu.pl, e-mail: itc@itc.edu.pl



SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13

Badanie aeroakustyczne tłumika

SIL-50-315-900

Miejsce wykonania badań: Laboratorium Aeroakustyki

Data udostępnienia obiektu do badań: 12.10.2012

Data wykonania badań: 07.06.2013 ÷ 12.06.2013

Data wydania sprawozdania z badań: 22.07.2013

stron: 15

rys: 8

tablic: 11

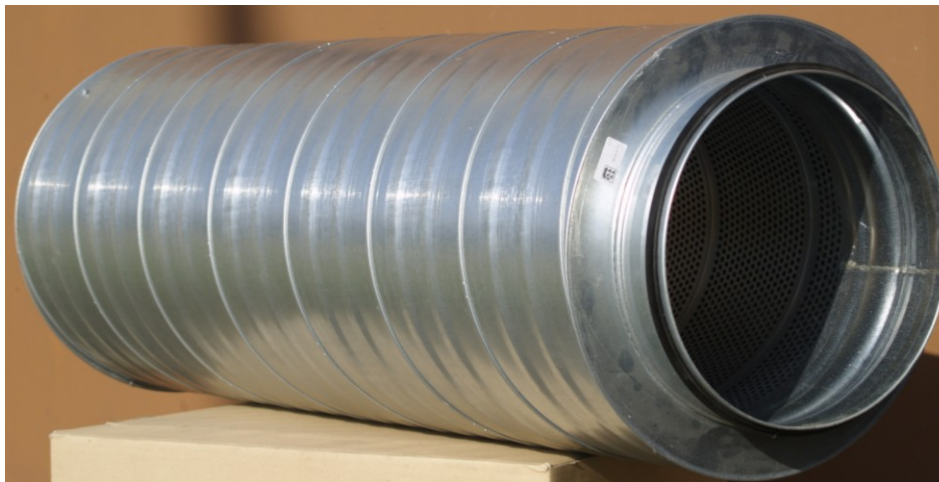
Nazwa i adres Zamawiającego:

ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
Aleja Krakowska 10
05-552 Wola Mrokwoska

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13		strona: 2 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900		
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617		

ZAMAWIAJĄCY: ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
05-552 Wola Mrokowska, Aleja Krakowska 10.

1. DANE TECHNICZNE BADANEGO OBIEKTU:



Rys. 1.: Badany tłumik

Nazwa/typ	SIL-50-315-900	
Konstrukcja tłumika	Materiał - URSA	
Długość	mm	900
Średnica przyłącza	mm	315

2. METODA BADAWCZA I APARATURA POMIAROWA:

Zastosowana metoda pomiaru: metoda pomiaru w komorze pogłosowej zgodnie z normami PN-EN ISO 7235:2009 „Akustyka. Metody laboratoryjne pomiaru tłumików kanałowych oraz elementów końcowych. Tłumienie wtrącenia, hałas przepływu i strata ciśnienia całkowitego”.

PN-EN ISO 3741:2010 „Akustyka. Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metody dokładne w komorach pogłosowych”.

Sposób wyznaczenia poziomu ciśnienia akustycznego: metoda pomiaru w punktach, rozłożonych równomiernie, na określonym torze pomiarowym o długości obwodu 10 m.

Pomiary tła: pomiaru dokonywano w tych samych punktach, w których wykonano pomiary właściwe.

Sposób wyznaczenia strumienia objętości: zgodnie z normą PN-EN ISO 5801:2008 „Wentylatory przemysłowe – Badanie charakterystyk działania na stanowiskach znormalizowanych”.

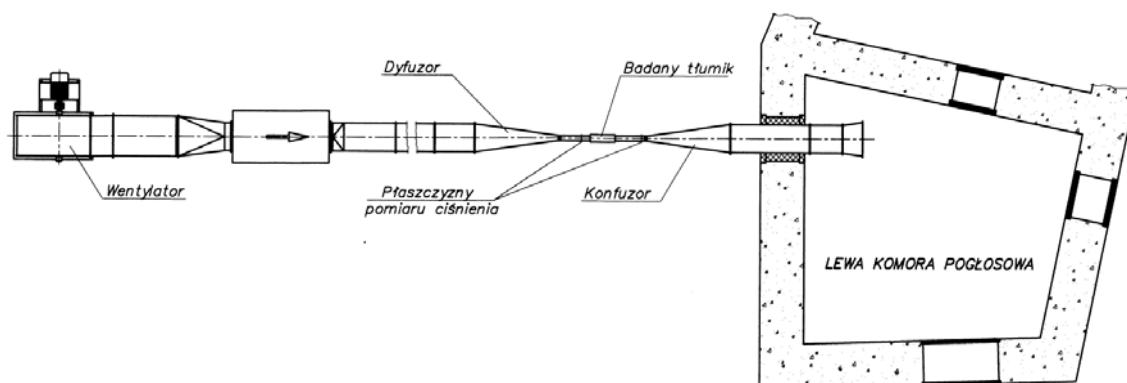
Sposób wyznaczenia współczynnika strat ciśnienia: za pomocą przetwornika mierzono różnice ciśnień przed i za badanym tłumikiem (oraz przed i za kanałem zastępczym). Wartości różnicy ciśnień były zbierane i zapisywane z użyciem programu GeniDAQ.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13		strona: 3 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900		
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617		

Aparatura pomiarowa:

Nazwa		Typ	Producent	Nr fab.	Data ważności świadczenia wzorcowania / sprawdzenia
Zestaw pomiarowy 2144/07/ kanał A	analizator	2144	Brüel & Kjær	1765615	01.2014
	mikrofon	4942	Brüel & Kjær	2647435	
	przedwzmacniacz	2669	Brüel & Kjær	1936057	
Tor głośnikowy	zestaw głośników 8Ω	zestaw specjalny	Tonsil S.A	—	—
	generator szumu	NRG-201	RFT	21180	10.2015
	wzmacniacz mocy	WS 703	Fonica	688276	10.2015
	wzmacniacz pomiarowy	2610	Brüel & Kjær	1146588	05.2015
Kalibrator akustyczny		4231	Brüel & Kjær	2686649	08.2013
Termohigrometr		HD2717T.D0	DeltaOHM	11032846	01.2014
Barometr		HD 9908T	Delta OHM	11002854	02.2014
Czujnik termometru rezystancyjnego		TP-964-1-300	Czaki Thermo- -Product	R063969	06.2013
Ramię obrotowe mikrofonu		3923	Brüel & Kjær	02307038	—
Źródło mocy akustycznej		4205	Brüel & Kjær	1775038	02.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		IPA-01	ZAP S.A.	00050193	12.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		HD404T	Delta OHM	10035709	02.2014
Sonda Prandtla		T2 - 600	Delta OHM	—	-
Stacja akwizycji danych		SAD-ADAM	ITC	02/2006	—
Komputer PC z programem GeniDAQ		PC	—	—	—

3. STANOWISKO BADAWCZE I WARUNKI REALIZACJI BADAŃ:



Rys. 2. Schemat stoiska badawczego.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13		strona: 4 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900		
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617		

PARAMETRY STANOWISKA BADAWCZEGO		
Kanał pomiarowy przed tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	19,25
Kanał pomiarowy za tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	6,3
Częstotliwość graniczna pierwszego modu poprzecznego	Hz	338
Element transmisyjny		
Wymiar poprzeczny 1	mm	700 x 700
Wymiar poprzeczny 2	mm	840 x 840
Długość	mm	500

Tablica 1

Współczynnik odbicia elementu transmisyjnego stanowiska

Współczynnik odbicia r	Częstotliwość środkowa, Hz					
	50	63	80	100	125	>160
	0,75	0,59	0,56	0,50	0,31	0,19

Tablica 2

Tłumienie graniczne D_{gr} stanowiska z badanym tłumikiem

f _{śr} , Hz	100	125	160	200	250	315	400
D _{gr} , dB	25,2	27,7	32,8	36,0	42,9	47,1	48,9
f _{śr} , Hz	500	630	800	1000	1250	1600	2000
D _{gr} , dB	46,6	44,7	47,3	48,0	50,2	54,7	51,7
f _{śr} , Hz	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
D _{gr} , dB	53,3	57,1	55,8	55,0	50,5	56,2	56,5

KOMORA POGŁOSOWA		
Objętość V	m ³	237
Całkowita powierzchnia przegród S	m ²	231,5
Płaszczyzny ograniczające komorę	Wszystkie płaszczyzny nierównoległe	
Elementy rozpraszające	Dyfuzor	

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13										strona: 5 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900										
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617										

Tablica 3

Czas pogłosu T komory

07.06.2013	fśr, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	T, s	5,13	4,50	4,61	4,99	5,32	5,21	5,26	5,25	4,75	4,69	4,61
	U _{A,95} , s	0,89	0,28	0,24	0,13	0,27	0,23	0,17	0,10	0,07	0,08	0,06
	fśr, Hz	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	
	T, s	4,20	3,87	3,86	3,79	3,47	3,09	2,64	2,19	1,71	1,29	
17.05.2013	U _{A,95} , s	0,06	0,05	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	
	fśr, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	T, s	5,56	4,66	4,71	5,22	5,33	5,29	5,21	5,23	4,92	4,76	4,54
	U _{A,95} , s	0,74	0,24	0,32	0,22	0,20	0,15	0,14	0,10	0,06	0,04	0,04
	fśr, Hz	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	
	T, s	4,26	3,80	3,80	3,63	3,27	2,80	2,35	1,84	1,41	1,03	
	U _{A,95} , s	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	

W powyższej tablicy (Tabela 3) zastosowano oznaczenia:

T – wyznaczony czas pogłosu komory Laboratorium Aeroakustyki ITC z wyprowadzonym wylotem stanowiska badawczego,

U_{A,95} – niepewność rozszerzona pomiaru typu A, wyznaczona metodą t-Studenta dla współczynnika rozszerzenia $t_{95\%}=2,201$, v_{eff} stopni swobody i poziomu ufności $p=95\%$.

Dla całego zakresu pomiarowego czas pogłosu **T** jest zgodny według kryterium normy PN-EN ISO 3741:2010.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13		strona: 6 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900		
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617		

Tablica 4

Warunki środowiskowe

		07.06.2013		10.06.2013		12.06.2013	
		przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze
temperatura	°C	16,2	16,5	16,9	16,6	17,2	17,0
wilgotność	%	91,7	96,7	86,6	88,3	74,8	76,4
ciśnienie atmosferyczne	hPa	996,4	993,6	980,	980,0	997,0	995,0

Kalibracja toru pomiarowego zestaw pomiarowy był kalibrowany przed pomiarem i po jego zakończeniu kalibratorem akustycznym (wg świadectwa wzorcowania $L_{pref} = (94,05 \pm 0,09)$ dB w warunkach odniesienia, tj. przy temperaturze 23°C i dla ciśnienia 1013,25 hPa, wilgotność względna 50%).

Data	Zestaw pomiarowy	Przed pomiarami		Po pomiarach	
		$L_{p \text{ ref}}$	Poprawka kalibracyjna	$L_{p \text{ ref}}$	Poprawka kalibracyjna
dd.mm.yyyy	—	dB			
07.06.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,41	94,05	0,40
10.06.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,39	94,05	0,41
12.06.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,47	94,05	0,45

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13	strona: 7 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900	
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617	

4. POMIARY AEROAKUSTYCZNE TŁUMIKA:

4.1 TŁUMIENIE WTRĄCENIA:

Wartości tłumienia obliczono wg zależności:

$D_i = L_{WI} - L_{WII}$; gdzie:

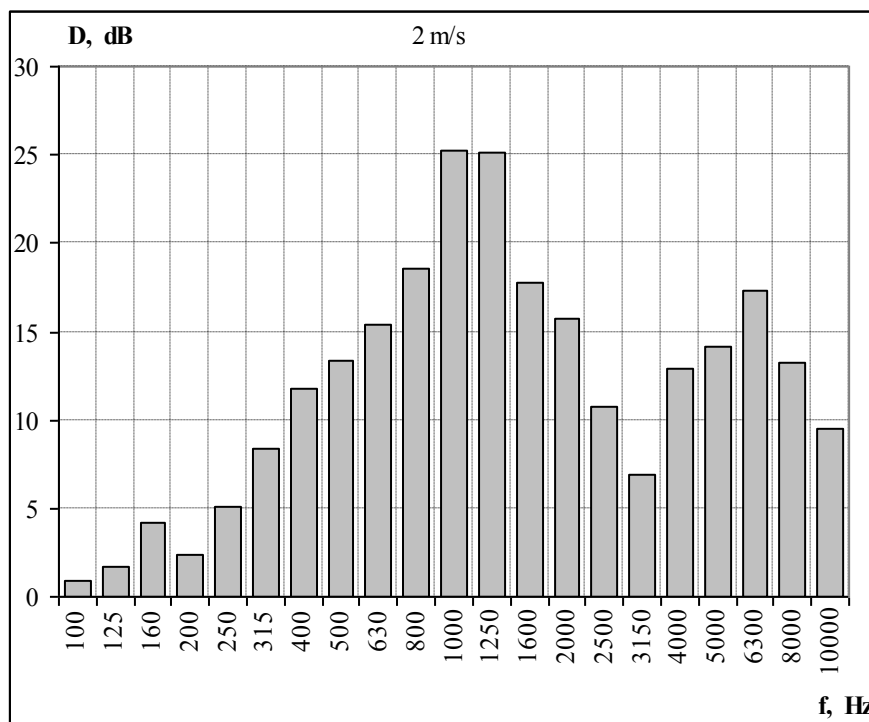
L_{WI} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z kanałem zastępczym, dB,

L_{WII} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z badanym tłumikiem, dB.

Tablica 5

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-315-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=2\text{m/s}$**

f	L_{WI}	L_{WII}	D_i
Hz	dB		
100	72,9	73,8	0,9
125	76,5	78,2	1,7
160	81,0	85,3	4,2
200	81,4	83,8	2,4
250	80,4	85,5	5,1
315	75,7	84,1	8,3
400	73,7	85,4	11,8
500	78,8	92,2	13,4
630	76,4	91,7	15,3
800	71,6	90,1	18,5
1000	66,4	91,6	25,2
1250	63,5	88,7	25,2
1600	71,6	89,5	17,8
2000	68,1	83,9	15,8
2500	74,7	85,4	10,7
3150	81,6	88,6	6,9
4000	76,1	88,9	12,9
5000	75,6	89,7	14,2
6300	71,8	89,1	17,3
8000	76,9	90,1	13,2
10000	77,1	86,6	9,5
D_{iA}, dB	13,2		



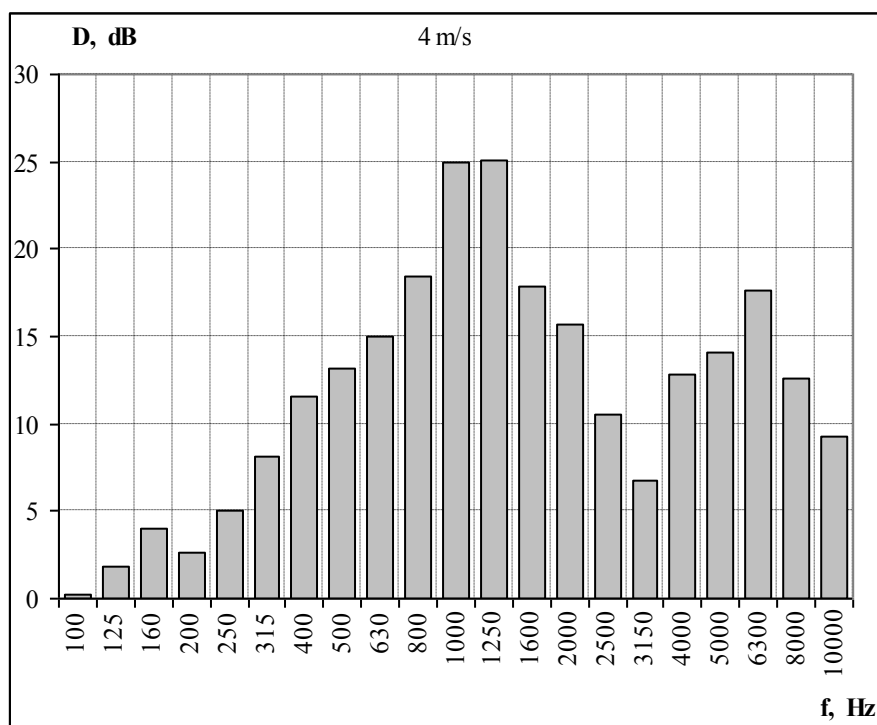
Rys. 3. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=2\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13		strona: 8 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900		
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617		

Tablica 6

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-315-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=4\text{m/s}$**

f	L _{WI}	L _{WH}	D _i
Hz	dB		
100	73,1	73,4	0,2
125	76,4	78,2	1,8
160	81,2	85,1	4,0
200	81,3	83,9	2,6
250	80,2	85,3	5,0
315	76,0	84,1	8,1
400	73,8	85,4	11,6
500	79,0	92,2	13,2
630	76,7	91,7	15,0
800	71,8	90,2	18,4
1000	66,6	91,6	25,0
1250	63,6	88,7	25,1
1600	71,5	89,4	17,9
2000	68,2	83,8	15,6
2500	74,9	85,4	10,5
3150	81,8	88,6	6,8
4000	76,1	88,9	12,8
5000	75,7	89,8	14,1
6300	71,8	89,4	17,6
8000	77,8	90,4	12,6
10000	77,6	86,8	9,2
D_{iA}, dB	13,1		



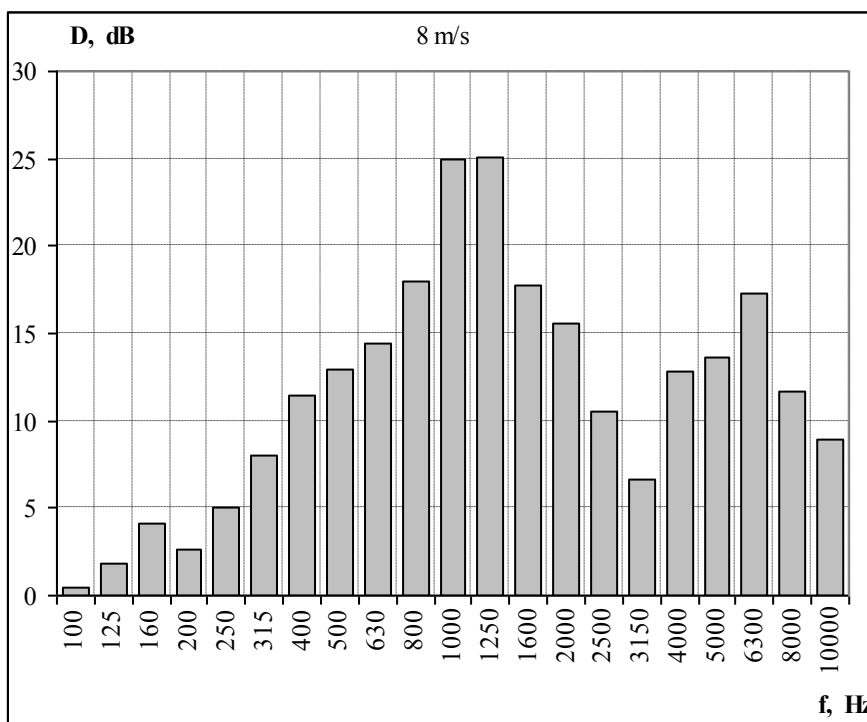
Rys. 4. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=4\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13		strona: 9 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900		
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617		

Tablica 7

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-315-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=8\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	73,2	73,7	0,5
125	76,5	78,3	1,8
160	81,1	85,2	4,1
200	81,4	84,0	2,6
250	80,4	85,4	5,0
315	76,2	84,2	8,0
400	74,1	85,5	11,4
500	79,3	92,2	12,9
630	77,2	91,7	14,5
800	72,3	90,4	18,0
1000	66,8	91,7	24,9
1250	63,8	88,9	25,1
1600	71,9	89,7	17,8
2000	68,5	84,2	15,6
2500	75,0	85,6	10,6
3150	82,0	88,7	6,7
4000	76,2	89,1	12,8
5000	76,1	89,7	13,6
6300	72,3	89,6	17,2
8000	78,8	90,4	11,7
10000	78,2	87,1	8,9
D_{iA}, dB	12,8		



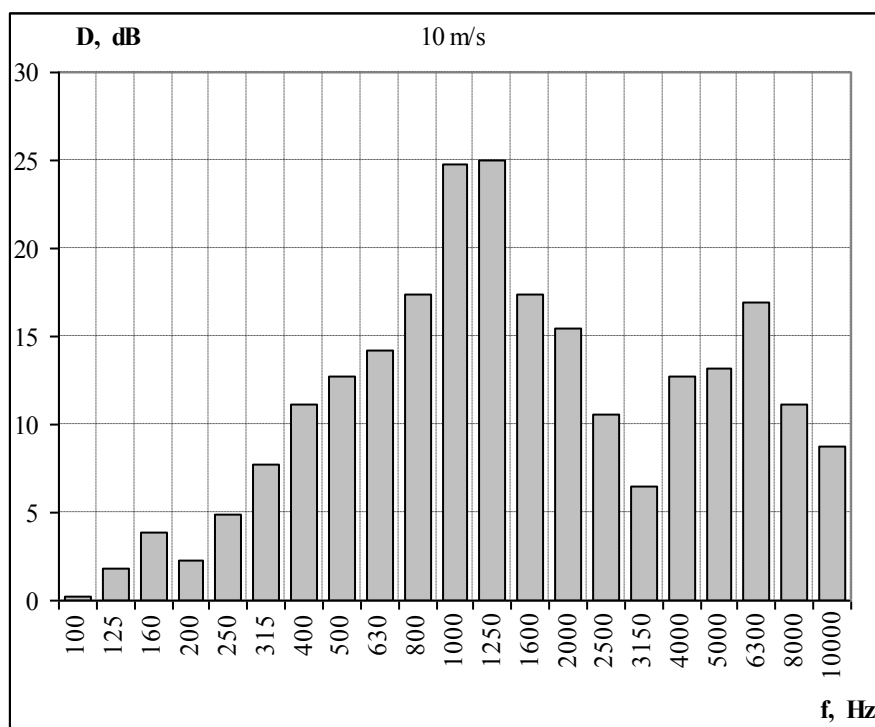
Rys. 5. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=8\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13		strona: 10 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900		
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617		

Tablica 8

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-315-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=10\text{m/s}$**

f	L _{WI}	L _{WH}	D _i
Hz	dB		
100	73,3	73,5	0,2
125	76,4	78,2	1,8
160	81,4	85,3	3,9
200	81,6	83,9	2,3
250	80,6	85,4	4,8
315	76,4	84,2	7,8
400	74,4	85,5	11,1
500	79,5	92,2	12,7
630	77,5	91,7	14,2
800	72,9	90,3	17,4
1000	66,9	91,7	24,8
1250	63,9	88,9	25,0
1600	72,3	89,6	17,4
2000	68,8	84,2	15,4
2500	75,2	85,8	10,5
3150	82,3	88,8	6,5
4000	76,4	89,1	12,7
5000	76,6	89,8	13,2
6300	72,7	89,6	16,9
8000	79,4	90,5	11,1
10000	78,8	87,4	8,7
D_{iA}, dB	12,6		



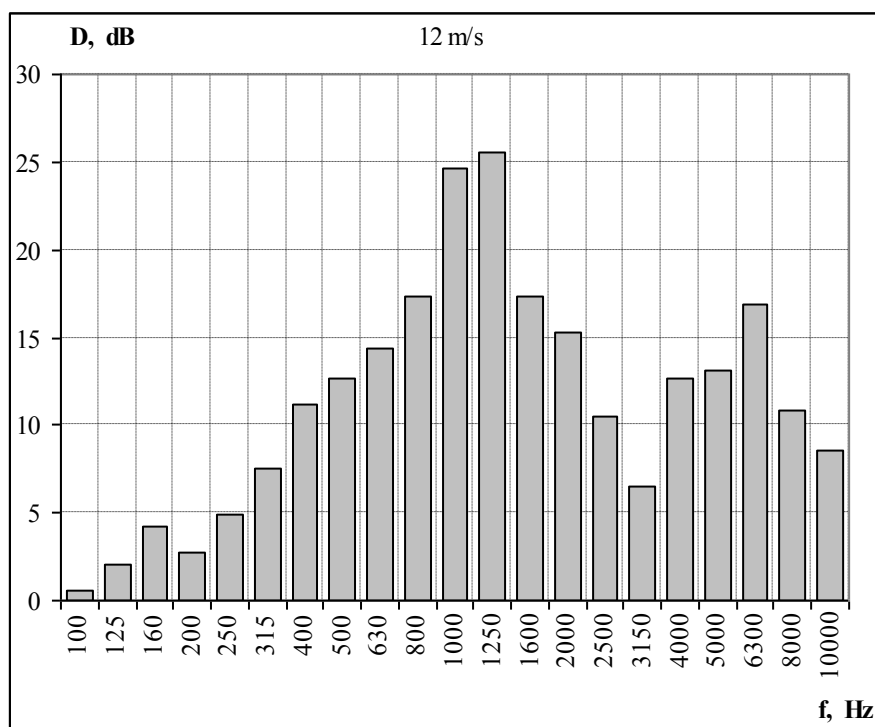
Rys. 6. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=10\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13		strona: 11 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900		
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617		

Tablica 9

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-315-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=12\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	72,8	73,4	0,6
125	76,4	78,5	2,1
160	81,2	85,4	4,2
200	81,4	84,1	2,7
250	80,6	85,5	4,9
315	76,6	84,2	7,6
400	74,4	85,5	11,2
500	79,6	92,3	12,7
630	77,5	91,8	14,4
800	73,1	90,5	17,4
1000	67,2	91,8	24,6
1250	63,5	89,0	25,6
1600	72,2	89,5	17,3
2000	68,8	84,2	15,3
2500	75,5	85,9	10,5
3150	82,5	89,0	6,5
4000	76,5	89,2	12,7
5000	76,7	89,9	13,2
6300	72,9	89,8	16,8
8000	79,9	90,7	10,9
10000	79,0	87,6	8,6
D_{iA}, dB	12,5		



Rys. 7. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=12\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13											strona: 12 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900											
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617											

4.2 SZUM WŁASNY:

Poziom mocy akustycznej przepływu (szumu własnego) w tłumiku obliczono wg zależności:

$$L_W = \overline{L}_p + D_{td} + C, \text{ gdzie:}$$

$\overline{L}_p$ – energetycznie uśredniony poziom ciśnienia akustycznego (bez korekty na tło), dB,

D_{td} – tłumienie przenoszenia na końcu kanału przyłączonego do komory pogłosowej; dla stanowiska badawczego ITC $D_{td}=0$ dB,

C – różnica poziomów mocy akustycznej promieniowanej do komory pogłosowej oraz uśrednionego ciśnienia akustycznego w komorze pogłosowej, dB.

Tablica 10

Poziom mocy akustycznej przepływu tłumika SIL-50-315-900

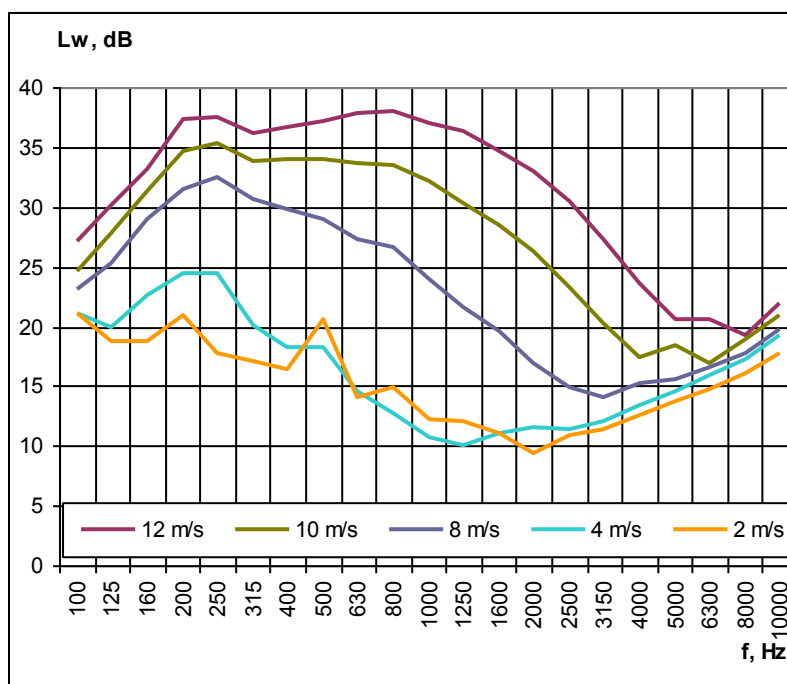
f, Hz	Prędkość w przekroju wlotowym tłumika														
	v=2, m/s			v=4m/s			v=8m/s			v=10 m/s			v=12m/s		
	$\overline{L}_p$	C	L_W	$\overline{L}_p$	C	L_W	$\overline{L}_p$	C	L_W	$\overline{L}_p$	C	L_W	$\overline{L}_p$	C	L_W
	dB														
100	16,8	4,2	21,0	16,9	4,2	21,1	18,8	4,2	23,0	20,5	4,2	24,6	23,0	4,2	27,2
125	14,3	4,5	18,8	15,4	4,5	19,9	20,8	4,5	25,3	23,3	4,5	27,7	25,6	4,5	30,1
160	14,6	4,2	18,8	18,5	4,2	22,6	24,9	4,1	29,0	27,1	4,1	31,3	29,1	4,1	33,2
200	17,3	3,6	20,9	20,9	3,6	24,5	27,8	3,6	31,5	31,1	3,6	34,7	33,6	3,6	37,3
250	14,6	3,2	17,8	21,2	3,2	24,4	29,2	3,2	32,4	32,1	3,2	35,3	34,3	3,2	37,5
315	13,9	3,2	17,1	17,0	3,2	20,1	27,5	3,2	30,6	30,6	3,2	33,7	33,1	3,1	36,2
400	13,4	3,0	16,4	15,2	3,0	18,3	26,8	3,0	29,8	31,0	3,0	34,0	33,6	3,0	36,6
500	17,7	2,9	20,7	15,3	2,9	18,3	26,0	2,9	28,9	31,1	2,9	34,0	34,2	2,9	37,2
630	10,8	3,3	14,1	11,3	3,3	14,6	24,0	3,3	27,3	30,3	3,3	33,6	34,5	3,3	37,8
800	11,5	3,3	14,8	9,5	3,3	12,8	23,4	3,3	26,7	30,1	3,3	33,4	34,6	3,3	37,9
1000	8,9	3,4	12,3	7,4	3,4	10,7	20,6	3,3	23,9	28,8	3,3	32,2	33,6	3,3	36,9
1250	8,3	3,7	12,0	6,2	3,7	10,0	17,9	3,7	21,6	26,6	3,7	30,3	32,7	3,7	36,4
1600	6,9	4,1	11,0	6,9	4,1	11,0	15,4	4,1	19,5	24,4	4,1	28,5	30,7	4,1	34,7
2000	5,4	4,1	9,4	7,5	4,1	11,6	12,8	4,1	16,9	22,2	4,1	26,3	28,9	4,0	32,9
2500	6,7	4,1	10,8	7,2	4,1	11,3	10,7	4,1	14,9	19,1	4,1	23,2	26,3	4,1	30,4
3150	6,8	4,5	11,3	7,5	4,5	12,0	9,6	4,5	14,1	15,7	4,5	20,2	22,8	4,5	27,3
4000	7,4	5,0	12,5	8,4	5,0	13,4	10,2	5,0	15,2	12,3	5,0	17,3	18,6	5,0	23,6
5000	7,9	5,7	13,7	8,7	5,7	14,5	9,9	5,7	15,6	12,7	5,7	18,5	14,8	5,7	20,6
6300	8,2	6,6	14,8	9,4	6,6	16,0	10,0	6,6	16,6	10,4	6,6	17,0	14,1	6,6	20,7
8000	8,3	7,8	16,1	9,5	7,8	17,3	10,0	7,8	17,7	11,2	7,8	19,0	11,5	7,7	19,3
10000	8,7	9,1	17,8	10,1	9,1	19,2	10,7	9,1	19,8	11,8	9,1	20,9	12,8	9,1	22,0
L_{WA}	25,9 ¹			26,7 ¹			34,7 ¹			40,7			45,4		

¹ zaciemnione pola L_{WA} reprezentują górną granicę, dla poziomu mocy akustycznej badanego obiektu

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13	strona: 13 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900	
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617	

Zgodnie p. 8.1.4 PN-EN ISO 3741:2010 określono poziom mocy szumu przepływu w tłumiku z uwzględnieniem wszystkich pasm pomiarowych oraz z pominięciem pasm, dla których różnica pomiędzy poziomem hałasu przepływu i poziomem tła akustycznego jest mniejsza niż 10 dB.

Jeżeli różnica pomiędzy poziomami mocy akustycznej wyznaczona obydwoma metodami nie przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że **poziom mocy określono zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010**. Jeśli ta różnica przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że wyznaczony **poziom mocy akustycznej jest określony zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010 i reprezentuje górną granicę dla poziomu mocy akustycznej szumu przepływu badanego tłumika**.



Rys. 8.: Widmo poziomu mocy akustycznej tłumika SIL-50-315-900

4.3 WSPÓŁCZYNNIK STRAT CIŚNIENIA:

Profil prędkości w kanałach pomiarowych przed badanym tłumikiem spełniał wymagania normy PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2.1 średnią prędkość czynnika na wlocie badanego tłumika v_f wyznaczono na podstawie pomiaru w kanale pomiarowym przed tłumikiem.

Zgodnie z PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2 wykonano dwie serie badań:

- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym badanym obiektem $p_{s1(I)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,
- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym kanałem zastępczym $p_{s1(II)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,

określając współczynnik strat ciśnienia całkowitego ζ .

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13		strona: 14 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900		
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617		

Tablica 11

Straty ciśnienia w tłumiku								
Lp.	wartości założone		wartości rzeczywiste					ζ
	v_f m/s	q_v m ³ /s	v_f m/s	q_v m ³ /s	$P_{t(\text{tłumika})}$ Pa	$P_{t(\text{kanalu})}$ Pa	Δp_{tot} Pa	
1	12,0	0,9352	12,0	0,9360	146,94	141,81	5,13	0,07
2	10,0	0,7793	10,0	0,7809	103,39	99,55	3,84	
3	8,0	0,6234	8,0	0,6227	65,17	62,00	3,17	
4	4,0	0,3117	4,1	0,3164	15,49	15,18	-	
5	2,0	0,1559	2,0	0,1527	2,34	2,33	-	

W powyższej tablicy zastosowano oznaczenia:

- v_f – prędkość przed badanym obiektem (jest równoważna prędkości w tłumiku), m/s,
 q_v – strumień objętości, m³/s,
 $P_{t(\text{tłumika})}$ – ciśnienie całkowite w tłumiku, Pa,
 $P_{t(\text{kanalu})}$ – ciśnienie całkowite w kanale, Pa,
 Δp_{tot} – strata ciśnienia całkowitego, Pa.

Zgodnie z p. 6.5.2.1 wykonano pomiary dla pięciu różnych strumieni objętości przepływu. Do określenia współczynnika strat ciśnienia całkowitego ζ wzięto pod uwagę tylko te wartości strumienia przepływu, które wywołały różnicę ciśnienia większą, niż 10Pa. Jeżeli różnica ciśnień była mniejsza lub równa 10Pa, nie określano również straty ciśnienia całkowitego Δp_{tot} .

5. NIEPEWNOŚĆ POMIARU:

Zgodnie z procedurą ogólną nr 14 wyd. 7 z dnia 06.02.2012 roku do Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki „Określanie niepewności wyników badań” p. 5.4 i normą PN-EN ISO 7235:2009 Tablica 7 przyjęto, że górne wartości odchylenia standartowego odtwarzalności σ_R wyznaczonych poziomów mocy akustycznej badanego tłumika wynoszą:

f, Hz	σ_R , dB
100	1,5
125÷500	1
630÷1250	2
1600÷10000	3

W trakcie realizacji badań Laboratorium przestrzegało procedury pomiarowej zgodnej z normą PN-EN ISO 7235:2009, spełniając warunek wymagany dokumentem EA-04/16 „Wytyczne EA dotyczące wyrażania niepewności w badaniach ilościowych” oraz Procedurą Ogólną nr 14 „Określanie niepewności wyników badań” do 12 wydania Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 18-U/13	strona: 15 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-315-900	
	Załącznik nr 4 do sprawozdania 8617	

Inne informacje dotyczące badania:

- Ponieważ własności akustyczne zastosowanych przejść nie mogą być pominięte, tłumienie wtrącenia dotyczy badanego tłumika z zastosowanymi przejściami.
- Ustawienie parametrów przepływowych zostało wykonane zgodnie z najlepszą dostępną techniką, z zachowaniem wymagań normy PN-EN ISO 5801:2008. Prezentowane wyniki odnoszą się do wartości prędkości przepływu strumienia powietrza, uzyskanych w trakcie pomiarów i nie wpływają na wyznaczone wartości tłumienia wtrącenia oraz poziomu mocy akustycznej szumu własnego przepływu badanego tłumika.

Kierujący badaniami
J. Jaworski

Badania wykonał:
J. Jaworski

Autoryzacja
J. Jaworski

.....

.....

.....

Łódź, lipiec 2013 r.

Laboratorium oświadcza, że wyniki badania odnoszą się wyłącznie do badanego tłumika SIL-50-315-900, wybranego i dostarczonego przez Zleceniodawcę. Bez pisemnej zgody Laboratorium niniejsze sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.



AB 405

LABORATORIUM AEROAKUSTYKI



**INSTYTUT
ENERGETYKI**
Instytut Badawczy
ODDZIAŁ TECHNIKI CIEPLNEJ
„ITC” w Łodzi

93-208 Łódź, ul. Dąbrowskiego 113
www.itc.edu.pl, e-mail: itc@itc.edu.pl



SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13

Badanie aeroakustyczne tłumika

SIL-50-450-900

Miejsce wykonania badań: Laboratorium Aeroakustyki

Data udostępnienia obiektu do badań: 12.10.2012

Data wykonania badań: 21.06.2013 ÷ 03.07.2013

Data wydania sprawozdania z badań: 22.07.2013

stron: 15

rys: 8

tablic: 11

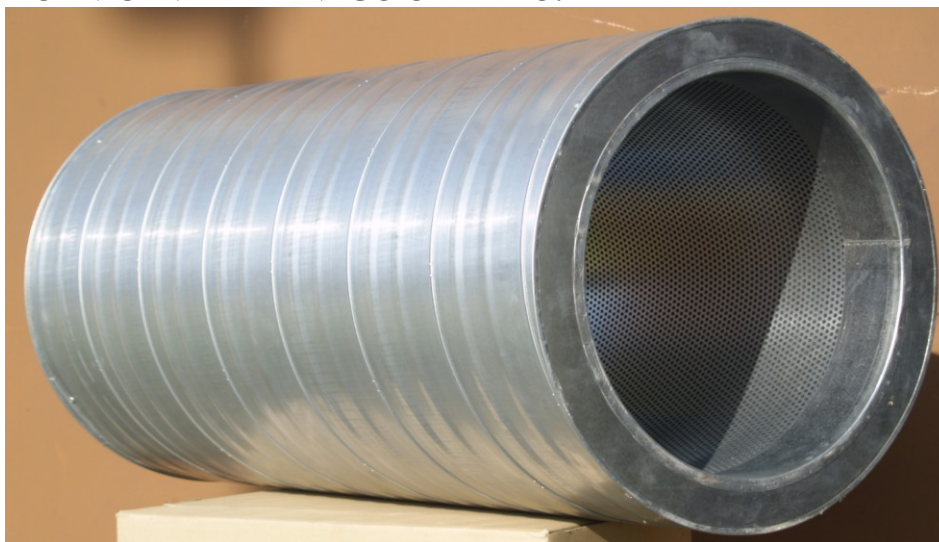
Nazwa i adres Zamawiającego:

ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
Aleja Krakowska 10
05-552 Wola Mrokwoska

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13		strona: 2 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900		
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617		

ZAMAWIAJĄCY: ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
05-552 Wola Mrokowska, Aleja Krakowska 10.

1. DANE TECHNICZNE BADANEGO OBIEKTU:



Rys. 1.: Badany tłumik

Nazwa/typ	SIL-50-450-900	
Konstrukcja tłumika	Materiał - URSA	
Długość	mm	900
Średnica przyłącza	mm	450

2. METODA BADAWCZA I APARATURA POMIAROWA:

Zastosowana metoda pomiaru: metoda pomiaru w komorze pogłosowej zgodnie z normami PN-EN ISO 7235:2009 „Akustyka. Metody laboratoryjne pomiaru tłumików kanałowych oraz elementów końcowych. Tłumienie wtrącenia, hałas przepływu i strata ciśnienia całkowitego”.

PN-EN ISO 3741:2010 „Akustyka. Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metody dokładne w komorach pogłosowych”.

Sposób wyznaczenia poziomu ciśnienia akustycznego: metoda pomiaru w punktach, rozłożonych równomiernie, na określonym torze pomiarowym o długości obwodu 10 m.

Pomiary tła: pomiaru dokonywano w tych samych punktach, w których wykonano pomiary właściwe.

Sposób wyznaczenia strumienia objętości: zgodnie z normą PN-EN ISO 5801:2008 „Wentylatory przemysłowe – Badanie charakterystyk działania na stanowiskach znormalizowanych”.

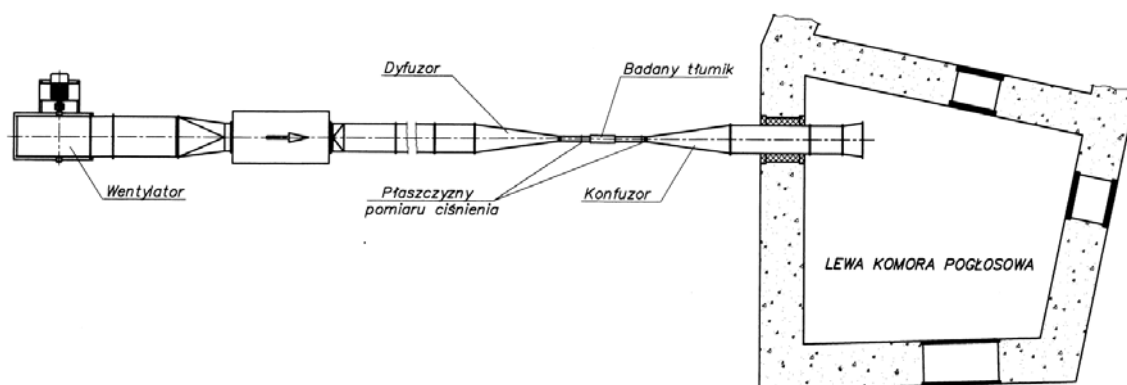
Sposób wyznaczenia współczynnika strat ciśnienia: za pomocą przetwornika mierzono różnice ciśnień przed i za badanym tłumikiem (oraz przed i za kanałem zastępczym). Wartości różnicy ciśnień były zbierane i zapisywane z użyciem programu GeniDAQ.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13		strona: 3 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900		
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617		

Aparatura pomiarowa:

Nazwa		Typ	Producent	Nr fab.	Data ważności świadczenia wzorcowania / sprawdzenia
Zestaw pomiarowy 2144/07/ kanał A	analizator	2144	Brüel & Kjær	1765615	01.2014
	mikrofon	4942	Brüel & Kjær	2647435	
	przedwzmacniacz	2669	Brüel & Kjær	1936057	
Tor głośnikowy	zestaw głośników 8Ω	zestaw specjalny	Tonsil S.A	–	–
	generator szumu	NRG-201	RFT	21180	10.2015
	wzmacniacz mocy	WS 703	Fonica	688276	10.2015
	wzmacniacz pomiarowy	2610	Brüel & Kjær	1146588	05.2015
Kalibrator akustyczny		4231	Brüel & Kjær	2686649	08.2013
Termohigrometr		HD2717T.D0	DeltaOHM	11032846	01.2014
Barometr		HD 9908T	Delta OHM	11002854	02.2014
Czujnik termometru rezystancyjnego		TP-964-1-300	Czaki Thermo- -Product	R063969	06.2013
Ramię obrotowe mikrofonu		3923	Brüel & Kjær	02307038	–
Źródło mocy akustycznej		4205	Brüel & Kjær	1775038	02.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		IPA-01	ZAP S.A.	00050193	12.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		HD404T	Delta OHM	10035709	02.2014
Sonda Prandtla		T2 - 600	Delta OHM	–	-
Stacja akwizycji danych		SAD-ADAM	ITC	02/2006	–
Komputer PC z programem GeniDAQ		PC	–	–	–

3. STANOWISKO BADAWCZE I WARUNKI REALIZACJI BADAŃ:



Rys. 2. Schemat stoiska badawczego.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13		strona: 4 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900		
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617		

PARAMETRY STANOWISKA BADAWCZEGO		
Kanał pomiarowy przed tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	19,45
Kanał pomiarowy za tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	6,35
Częstotliwość graniczna pierwszego modu poprzecznego	Hz	338
Element transmisyjny		
Wymiar poprzeczny 1	mm	700 x 700
Wymiar poprzeczny 2	mm	840 x 840
Długość	mm	500

Tablica 1

Współczynnik odbicia elementu transmisyjnego stanowiska

Współczynnik odbicia r	Częstotliwość środkowa, Hz					
	50	63	80	100	125	>160
	0,75	0,59	0,56	0,50	0,31	0,19

Tablica 2

Tłumienie graniczne D_{gr} stanowiska z badanym tłumikiem

fśr, Hz	100	125	160	200	250	315	400
Dgr, dB	27,5	29,9	34,8	38,8	43,7	46,5	48,2
fśr, Hz	500	630	800	1000	1250	1600	2000
Dgr, dB	44,5	43,5	47,0	51,4	54,5	56,3	52,8
fśr, Hz	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
Dgr, dB	52,8	54,6	56,4	60,6	54,5	58,6	57,5

KOMORA POGŁOSOWA		
Objętość V	m ³	237
Całkowita powierzchnia przegród S	m ²	231,5
Płaszczyzny ograniczające komorę	Wszystkie płaszczyzny nierównoległe	
Elementy rozpraszające	Dyfuzor	

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13											strona: 5 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900											
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617											

Tablica 3

Czas pogłosu T komory

21.06.2013	fśr, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	T, s	5,20	4,34	4,36	5,26	5,44	5,20	5,25	5,02	4,65	4,51	4,40
	U _{A,95} , s	0,76	0,32	0,30	0,18	0,25	0,18	0,19	0,12	0,07	0,04	0,08
	fśr, Hz	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	
	T, s	4,09	3,66	3,65	3,56	3,32	2,97	2,62	2,19	1,78	1,35	
	U _{A,95} , s	0,09	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	
03.07.2013	fśr, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	T, s	5,44	4,34	4,43	4,96	5,15	5,13	5,10	5,11	4,68	4,56	4,38
	U _{A,95} , s	0,60	0,17	0,29	0,29	0,13	0,16	0,11	0,10	0,07	0,05	0,06
	fśr, Hz	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	
	T, s	4,15	3,72	3,71	3,51	3,19	2,83	2,37	1,90	1,46	1,06	
	U _{A,95} , s	0,07	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	

W powyższej tablicy (Tabela 3) zastosowano oznaczenia:

T – wyznaczony czas pogłosu komory Laboratorium Aeroakustyki ITC z wyprowadzonym wylotem stanowiska badawczego,

U_{A,95} – niepewność rozszerzona pomiaru typu A, wyznaczona metodą t-Studenta dla współczynnika rozszerzenia $t_{95\%}=2,201$, v_{eff} stopni swobody i poziomu ufności $p=95\%$.

Dla całego zakresu pomiarowego czas pogłosu **T** jest zgodny według kryterium normy PN-EN ISO 3741:2010.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13		strona: 6 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900		
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617		

Tablica 4

Warunki środowiskowe

		21.06.2013		02.07.2013		03.07.2013	
		przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze
temperatura	°C	24,6	25,0	18,9	18,5	21,9	20,3
wilgotność	%	78,7	78,1	71,4	72,7	66,1	67,3
ciśnienie atmosferyczne	hPa	989,0	987,0	994,1	994,1	993,0	988,0

Kalibracja toru pomiarowego zestaw pomiarowy był kalibrowany przed pomiarem i po jego zakończeniu kalibratorem akustycznym (wg świadectwa wzorcowania $L_{pref} = (94,05 \pm 0,09)$ dB w warunkach odniesienia, tj. przy temperaturze 23°C i dla ciśnienia 1013,25 hPa, wilgotność względna 50%).

Data	Zestaw pomiarowy	Przed pomiarami		Po pomiarach	
		$L_{p \text{ ref}}$	Poprawka kalibracyjna	$L_{p \text{ ref}}$	Poprawka kalibracyjna
dd.mm.yyyy	—	dB			
21.06.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,45	94,05	0,45
02.07.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,46	94,05	0,45
03.07.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,43	94,05	0,45

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13	strona: 7 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900	
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617	

4. POMIARY AEROAKUSTYCZNE TŁUMIKA:

4.1 TŁUMIENIE WTRĄCENIA:

Wartości tłumienia obliczono wg zależności:

$D_i = L_{WI} - L_{WII}$; gdzie:

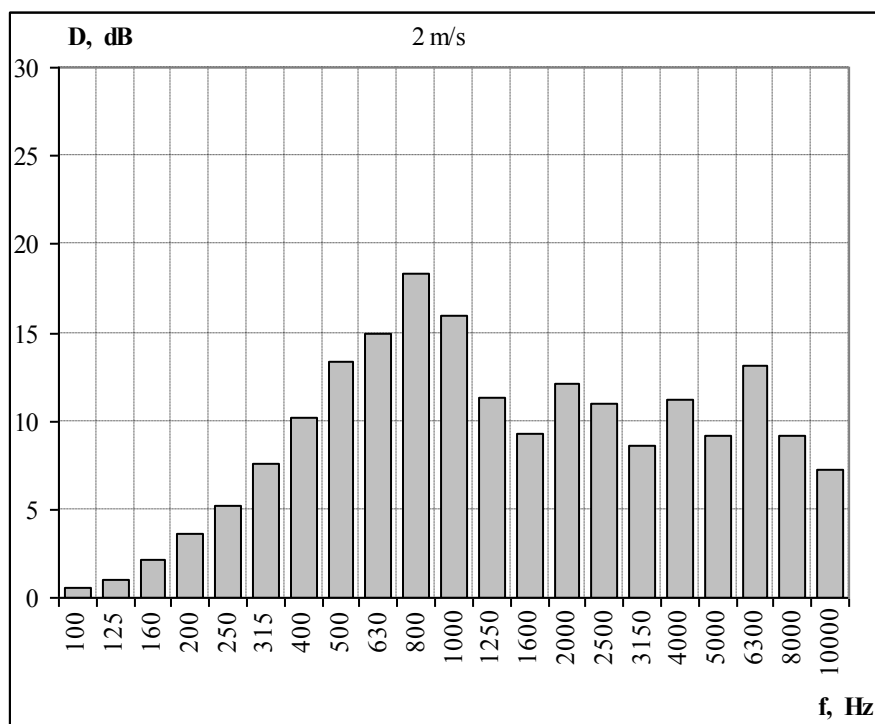
L_{WI} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z kanałem zastępczym, dB,

L_{WII} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z badanym tłumikiem, dB.

Tablica 5

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-450-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=2\text{m/s}$**

f	L_{WI}	L_{WII}	D_i
Hz	dB		
100	74,9	75,4	0,5
125	78,3	79,3	1,0
160	82,9	85,1	2,1
200	81,1	84,7	3,6
250	79,7	84,9	5,2
315	76,5	84,1	7,6
400	74,6	84,8	10,1
500	77,9	91,3	13,4
630	75,1	90,0	14,9
800	71,2	89,6	18,4
1000	77,4	93,3	15,9
1250	81,6	92,9	11,3
1600	81,7	91,0	9,3
2000	74,2	86,3	12,1
2500	78,2	89,1	11,0
3150	81,9	90,5	8,6
4000	80,1	91,3	11,2
5000	83,5	92,7	9,2
6300	78,2	91,4	13,2
8000	82,8	91,9	9,1
10000	81,2	88,5	7,3
D_{iA}, dB	10,8		



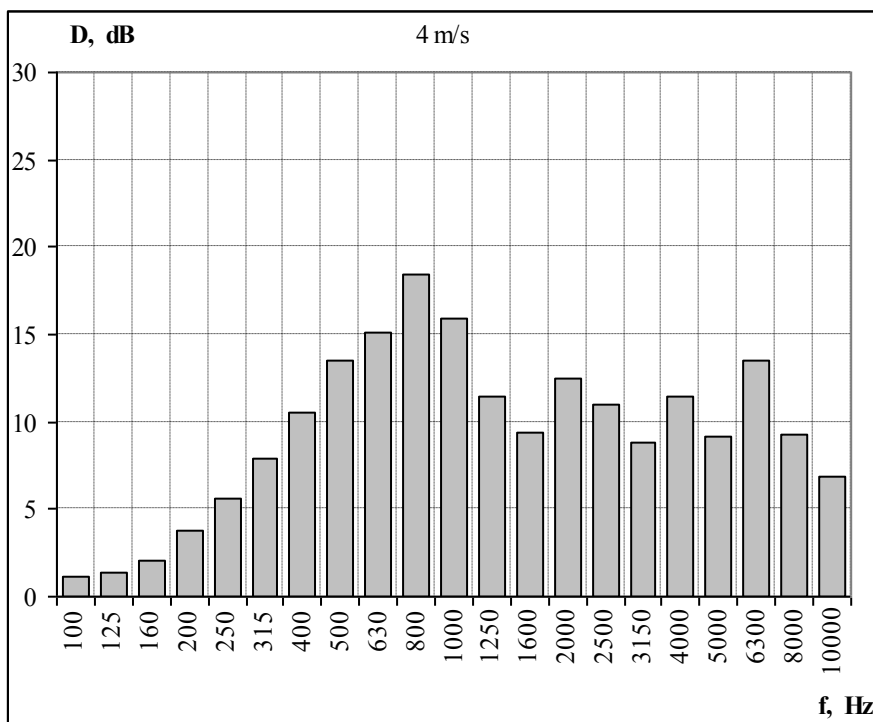
Rys. 3. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=2\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13		strona: 8 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900		
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617		

Tablica 6

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-450-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=4\text{m/s}$**

f	L _{WI}	L _{WH}	D _i
Hz	dB		
100	74,8	76,0	1,2
125	78,2	79,7	1,4
160	83,0	85,1	2,1
200	81,1	84,9	3,7
250	79,6	85,2	5,6
315	76,5	84,5	7,9
400	74,6	85,1	10,5
500	78,0	91,6	13,6
630	75,2	90,3	15,1
800	71,1	89,5	18,4
1000	77,4	93,3	15,9
1250	81,6	93,0	11,4
1600	81,7	91,1	9,4
2000	74,0	86,5	12,5
2500	78,2	89,2	11,0
3150	81,9	90,7	8,8
4000	80,2	91,7	11,5
5000	84,1	93,2	9,1
6300	78,7	92,1	13,5
8000	83,3	92,6	9,3
10000	82,0	88,9	6,9
D_{iA}, dB	10,8		



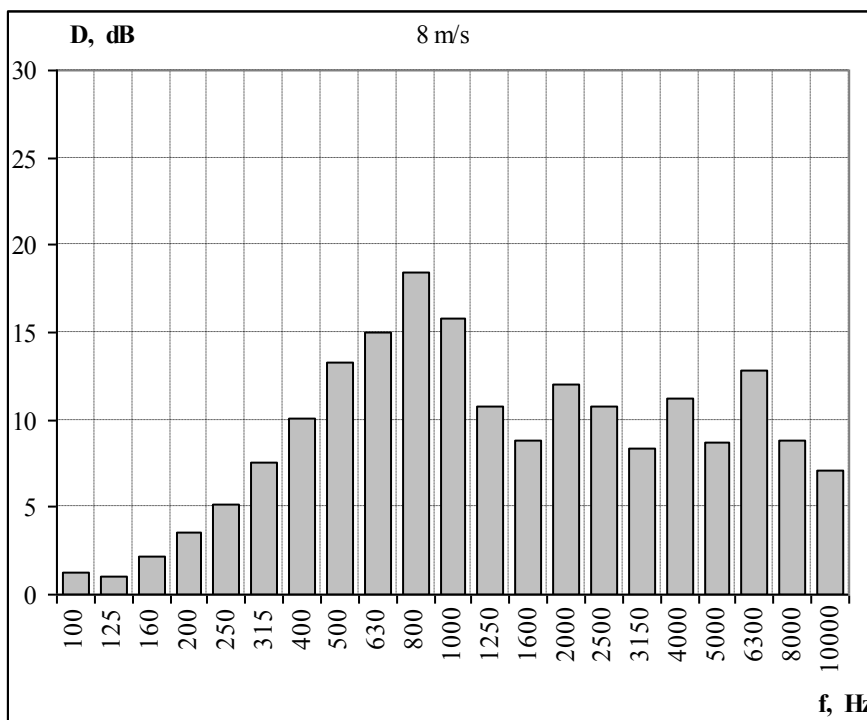
Rys. 4. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=4\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13		strona: 9 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900		
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617		

Tablica 7

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-450-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=8\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	74,5	75,7	1,2
125	78,5	79,5	1,0
160	82,9	85,0	2,2
200	81,2	84,7	3,5
250	80,0	85,2	5,2
315	76,8	84,4	7,6
400	74,9	85,0	10,1
500	78,5	91,8	13,2
630	75,5	90,5	15,0
800	71,2	89,6	18,5
1000	77,6	93,4	15,8
1250	81,8	92,6	10,8
1600	82,3	91,1	8,9
2000	74,4	86,5	12,1
2500	78,5	89,3	10,8
3150	82,4	90,8	8,4
4000	80,5	91,7	11,2
5000	84,7	93,5	8,7
6300	79,6	92,4	12,8
8000	84,2	93,0	8,8
10000	82,5	89,6	7,1
D_{iA}, dB	10,4		



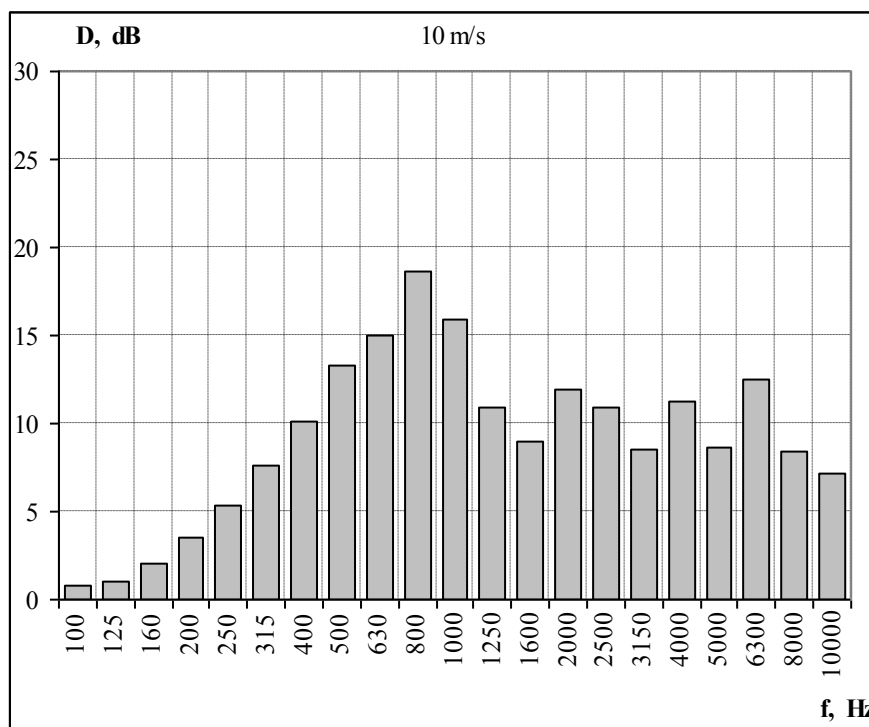
Rys. 5. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=8\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13		strona: 10 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900		
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617		

Tablica 8

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-450-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=10\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	74,7	75,5	0,8
125	78,4	79,5	1,1
160	82,9	84,9	2,0
200	81,3	84,9	3,5
250	80,0	85,4	5,4
315	76,9	84,4	7,6
400	75,0	85,1	10,1
500	78,7	92,0	13,3
630	75,8	90,8	15,0
800	71,3	89,9	18,6
1000	77,7	93,6	15,9
1250	81,7	92,7	10,9
1600	82,4	91,3	9,0
2000	74,5	86,4	11,9
2500	78,7	89,6	10,9
3150	82,5	91,0	8,5
4000	80,6	91,8	11,3
5000	85,0	93,7	8,6
6300	80,1	92,5	12,5
8000	84,9	93,3	8,4
10000	83,1	90,2	7,1
D_{iA}, dB	10,4		



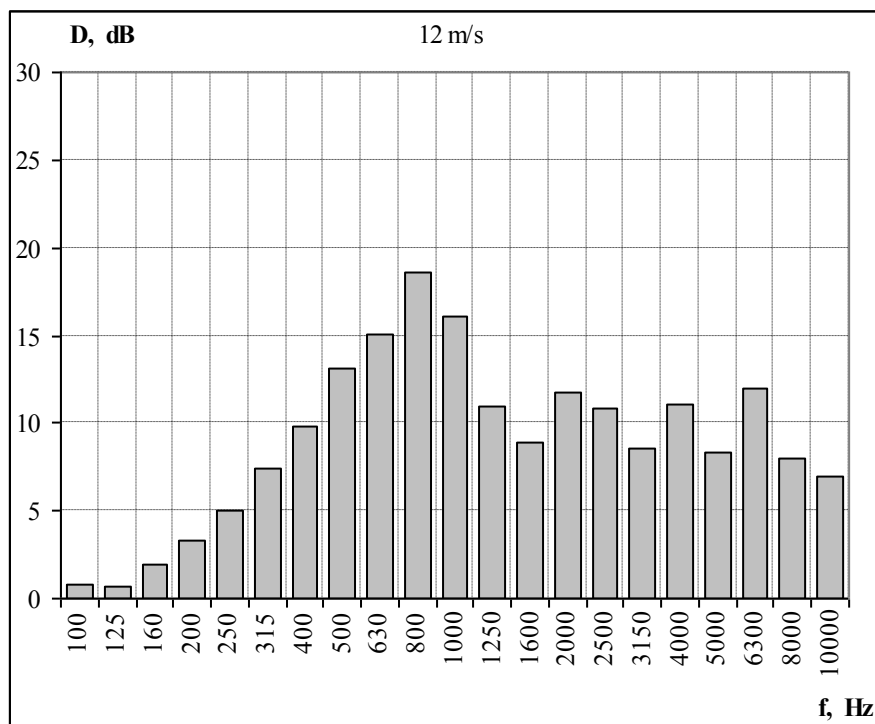
Rys. 6. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=10\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13		strona: 11 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900		
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617		

Tablica 9

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-450-900,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=12\text{m/s}$**

f	L_{wI}	L_{wII}	D_i
Hz	dB		
100	74,6	75,5	0,8
125	78,6	79,3	0,7
160	83,1	85,0	2,0
200	81,4	84,7	3,3
250	80,3	85,3	5,0
315	77,1	84,5	7,4
400	75,2	85,0	9,8
500	78,9	92,1	13,2
630	76,0	91,1	15,0
800	71,5	90,0	18,6
1000	77,8	93,9	16,1
1250	81,7	92,7	11,0
1600	82,4	91,3	8,9
2000	74,6	86,4	11,8
2500	78,9	89,7	10,8
3150	82,7	91,2	8,6
4000	80,8	91,9	11,1
5000	85,5	93,8	8,3
6300	80,8	92,7	12,0
8000	85,5	93,6	8,0
10000	83,5	90,5	7,0
D_{iA}, dB	10,2		



Rys. 7. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=12\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13											strona: 12 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900											
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617											

4.2 SZUM WŁASNY:

Poziom mocy akustycznej przepływu (szumu własnego) w tłumiku obliczono wg zależności:

$$L_W = \overline{L}_p + D_{td} + C, \text{ gdzie:}$$

$\overline{L}_p$ – energetycznie uśredniony poziom ciśnienia akustycznego (bez korekty na tło), dB,

D_{td} – tłumienie przenoszenia na końcu kanału przyłączonego do komory pogłosowej; dla stanowiska badawczego ITC $D_{td}=0$ dB,

C – różnica poziomów mocy akustycznej promieniowanej do komory pogłosowej oraz uśrednionego ciśnienia akustycznego w komorze pogłosowej, dB.

Tablica 10

Poziom mocy akustycznej przepływu tłumika SIL-50-450-900

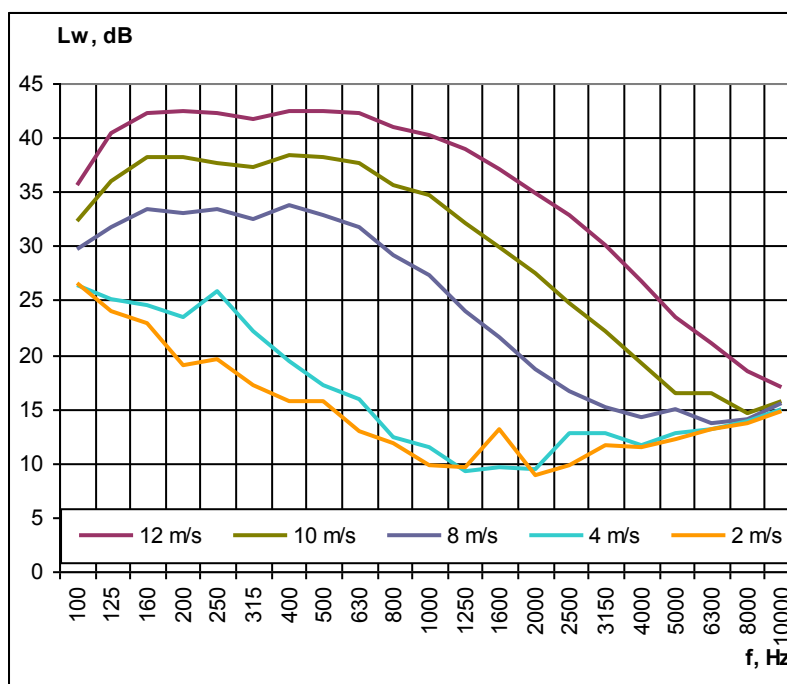
f, Hz	Prędkość w przekroju wlotowym tłumika														
	v=2, m/s			v=4m/s			v=8m/s			v=10 m/s			v=12m/s		
	$\overline{L}_p$	C	L_W	$\overline{L}_p$	C	L_W	$\overline{L}_p$	C	L_W	$\overline{L}_p$	C	L_W	$\overline{L}_p$	C	L_W
	dB														
100	22,2	4,4	26,5	22,1	4,4	26,4	25,4	4,3	29,7	28,0	4,3	32,3	31,3	4,3	35,7
125	19,2	4,9	24,0	20,1	4,9	25,0	26,9	4,8	31,8	31,1	4,8	36,0	35,6	4,8	40,5
160	18,2	4,6	22,8	20,0	4,6	24,6	28,7	4,6	33,3	33,5	4,6	38,1	37,7	4,6	42,3
200	15,5	3,6	19,1	19,8	3,6	23,4	29,4	3,6	33,0	34,6	3,6	38,2	38,9	3,6	42,5
250	16,3	3,3	19,6	22,5	3,3	25,8	30,1	3,3	33,4	34,4	3,3	37,7	38,9	3,3	42,2
315	13,8	3,4	17,1	18,7	3,4	22,1	29,2	3,4	32,5	33,8	3,4	37,2	38,3	3,4	41,6
400	12,4	3,2	15,6	16,1	3,2	19,3	30,5	3,2	33,7	35,2	3,2	38,4	39,3	3,2	42,5
500	12,4	3,3	15,7	13,8	3,3	17,1	29,6	3,3	32,9	34,9	3,3	38,2	39,2	3,3	42,5
630	9,3	3,6	12,9	12,2	3,6	15,8	28,1	3,6	31,7	34,0	3,6	37,6	38,6	3,6	42,2
800	8,2	3,7	11,9	8,7	3,7	12,4	25,4	3,7	29,1	31,9	3,7	35,6	37,3	3,7	41,0
1000	6,1	3,8	9,8	7,7	3,8	11,4	23,6	3,7	27,3	31,0	3,7	34,7	36,5	3,7	40,2
1250	5,5	4,1	9,5	5,2	4,1	9,3	20,0	4,0	24,1	28,1	4,0	32,2	35,0	4,0	39,0
1600	8,5	4,5	13,1	5,0	4,5	9,6	17,0	4,5	21,5	25,4	4,5	29,9	32,6	4,5	37,1
2000	4,3	4,5	8,8	4,9	4,5	9,4	14,1	4,5	18,6	23,0	4,5	27,5	30,4	4,5	34,9
2500	5,2	4,6	9,8	8,1	4,6	12,7	11,9	4,6	16,5	20,2	4,6	24,7	28,2	4,6	32,7
3150	6,7	4,9	11,6	7,9	4,9	12,8	10,2	4,9	15,1	17,2	4,9	22,1	25,2	4,9	30,0
4000	6,1	5,4	11,5	6,2	5,4	11,6	8,9	5,4	14,3	13,7	5,4	19,1	21,3	5,4	26,7
5000	6,2	6,0	12,2	6,7	6,0	12,7	8,9	6,0	14,9	10,5	6,0	16,5	17,6	5,9	23,5
6300	6,2	6,8	13,0	6,4	6,8	13,2	6,9	6,8	13,7	9,7	6,8	16,5	14,3	6,8	21,1
8000	5,9	7,8	13,7	6,0	7,8	13,8	6,2	7,8	14,0	6,8	7,8	14,6	10,7	7,7	18,5
10000	5,6	9,1	14,7	5,9	9,1	15,0	6,3	9,1	15,4	6,6	9,1	15,7	8,0	9,1	17,0
L_{WA}	24,5 ¹			26,2 ¹			37,5			43,6			49,0		

¹ zaciemnione pola L_{WA} reprezentują górną granicę, dla poziomu mocy akustycznej badanego obiektu

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13	strona: 13 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900	
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617	

Zgodnie p. 8.1.4 PN-EN ISO 3741:2010 określono poziom mocy szumu przepływu w tłumiku z uwzględnieniem wszystkich pasm pomiarowych oraz z pominięciem pasm, dla których różnica pomiędzy poziomem hałasu przepływu i poziomem tła akustycznego jest mniejsza niż 10 dB.

Jeżeli różnica pomiędzy poziomami mocy akustycznej wyznaczona obydwoma metodami nie przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że **poziom mocy określono zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010**. Jeśli ta różnica przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że wyznaczony **poziom mocy akustycznej jest określony zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010 i reprezentuje górną granicę dla poziomu mocy akustycznej szumu przepływu badanego tłumika**.



Rys. 8.: Widmo poziomu mocy akustycznej tłumika SIL-50-450-900

4.3 WSPÓŁCZYNNIK STRAT CIŚNIENIA:

Profil prędkości w kanałach pomiarowych przed badanym tłumikiem spełniał wymagania normy PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2.1 średnią prędkość czynnika na wlocie badanego tłumika v_f wyznaczono na podstawie pomiaru w kanale pomiarowym przed tłumikiem.

Zgodnie z PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2 wykonano dwie serie badań:

- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym badanym obiektem $p_{s1(I)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,
- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym kanałem zastępczym $p_{s1(II)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,

określając współczynnik strat ciśnienia całkowitego ζ .

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13	strona: 14 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900	
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617	

Tablica 11

Straty ciśnienia w tłumiku								
Lp.	wartości założone		wartości rzeczywiste					ζ
	v_f m/s	q_v m ³ /s	v_f m/s	q_v m ³ /s	$P_{t(\text{tłumika})}$ Pa	$P_{t(\text{kanalu})}$ Pa	Δp_{tot} Pa	
1	12,0	1,9085	12,1	1,9165	131,60	129,10	2,50	0,03
2	10,0	1,5904	10,0	1,5825	89,39	88,02	1,37	
3	8,0	1,2723	8,0	1,2739	57,94	56,71	1,23	
4	4,0	0,6362	4,0	0,6362	12,78	13,49	-	
5	2,0	0,3181	2,1	0,3372	2,56	2,60	-	

W powyższej tablicy zastosowano oznaczenia:

- v_f – prędkość przed badanym obiektem (jest równoważna prędkości w tłumiku), m/s,
 q_v – strumień objętości, m³/s,
 $P_{t(\text{tłumika})}$ – ciśnienie całkowite w tłumiku, Pa,
 $P_{t(\text{kanalu})}$ – ciśnienie całkowite w kanale, Pa,
 Δp_{tot} – strata ciśnienia całkowitego, Pa.

Zgodnie z p. 6.5.2.1 wykonano pomiary dla pięciu różnych strumieni objętości przepływu. Do określenia współczynnika strat ciśnienia całkowitego ζ wzięto pod uwagę tylko te wartości strumienia przepływu, które wywołały różnicę ciśnienia większą, niż 10Pa. Jeżeli różnica ciśnień była mniejsza lub równa 10Pa, nie określano również straty ciśnienia całkowitego Δp_{tot} .

5. NIEPEWNOŚĆ POMIARU:

Zgodnie z procedurą ogólną nr 14 wyd. 7 z dnia 06.02.2012 roku do Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki „Określanie niepewności wyników badań” p. 5.4 i normą PN-EN ISO 7235:2009 Tablica 7 przyjęto, że górne wartości odchylenia standartowego odtwarzalności σ_R wyznaczonych poziomów mocy akustycznej badanego tłumika wynoszą:

f, Hz	σ_R , dB
100	1,5
125÷500	1
630÷1250	2
1600÷10000	3

W trakcie realizacji badań Laboratorium przestrzegało procedury pomiarowej zgodnej z normą PN-EN ISO 7235:2009, spełniając warunek wymagany dokumentem EA-04/16 „Wytyczne EA dotyczące wyrażania niepewności w badaniach ilościowych” oraz Procedurą Ogólną nr 14 „Określanie niepewności wyników badań” do 12 wydania Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 19-U/13	strona: 15 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-900	
	Załącznik nr 5 do sprawozdania 8617	

Inne informacje dotyczące badania:

- Ponieważ własności akustyczne zastosowanych przejść nie mogą być pominięte, tłumienie wtrącenia dotyczy badanego tłumika z zastosowanymi przejściami.
- Ustawienie parametrów przepływowych zostało wykonane zgodnie z najlepszą dostępną techniką, z zachowaniem wymagań normy PN-EN ISO 5801:2008. Prezentowane wyniki odnoszą się do wartości prędkości przepływu strumienia powietrza, uzyskanych w trakcie pomiarów i nie wpływają na wyznaczone wartości tłumienia wtrącenia oraz poziomu mocy akustycznej szumu własnego przepływu badanego tłumika.

Kierujący badaniami
J. Jaworski

Badania wykonał:
J. Jaworski

Autoryzacja
J. Jaworski

.....

.....

.....

Łódź, lipiec 2013 r.

Laboratorium oświadcza, że wyniki badania odnoszą się wyłącznie do badanego tłumika SIL-50-450-900, wybranego i dostarczonego przez Zleceniodawcę. Bez pisemnej zgody Laboratorium niniejsze sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.



AB 405

LABORATORIUM AEROAKUSTYKI



**INSTYTUT
ENERGETYKI**
Instytut Badawczy
ODDZIAŁ TECHNIKI CIEPLNEJ
„ITC” w Łodzi

93-208 Łódź, ul. Dąbrowskiego 113
www.itc.edu.pl, e-mail: itc@itc.edu.pl



SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13

Badanie aeroakustyczne tłumika

SIL-50-450-1200

Miejsce wykonania badań: Laboratorium Aeroakustyki

Data udostępnienia obiektu do badań: 12.10.2012

Data wykonania badań: 26.06.2013 ÷ 03.07.2013

Data wydania sprawozdania z badań: 22.07.2013

stron: 15

rys: 8

tablic: 11

Nazwa i adres Zamawiającego:

ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
Aleja Krakowska 10
05-552 Wola Mrokwiska

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13		strona: 2 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200		
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617		

ZAMAWIAJĄCY: ALNOR – SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o. o.
05-552 Wola Mrokowska, Aleja Krakowska 10.

1. DANE TECHNICZNE BADANEGO OBIEKTU:



Rys. 1.: Badany tłumik

Nazwa/typ	SIL-50-450-1200	
Konstrukcja tłumika	Materiał - URSA	
Długość	mm	1200
Średnica przyłącza	mm	450

2. METODA BADAWCZA I APARATURA POMIAROWA:

Zastosowana metoda pomiaru: metoda pomiaru w komorze pogłosowej zgodnie z normami PN-EN ISO 7235:2009 „Akustyka. Metody laboratoryjne pomiaru tłumików kanałowych oraz elementów końcowych. Tłumienie wtrącenia, hałas przepływu i strata ciśnienia całkowitego”.

PN-EN ISO 3741:2010 „Akustyka. Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metody dokładne w komorach pogłosowych”.

Sposób wyznaczenia poziomu ciśnienia akustycznego: metoda pomiaru w punktach, rozłożonych równomiernie, na określonym torze pomiarowym o długości obwodu 10 m.

Pomiary tła: pomiaru dokonywano w tych samych punktach, w których wykonano pomiary właściwe.

Sposób wyznaczenia strumienia objętości: zgodnie z normą PN-EN ISO 5801:2008 „Wentylatory przemysłowe – Badanie charakterystyk działania na stanowiskach znormalizowanych”.

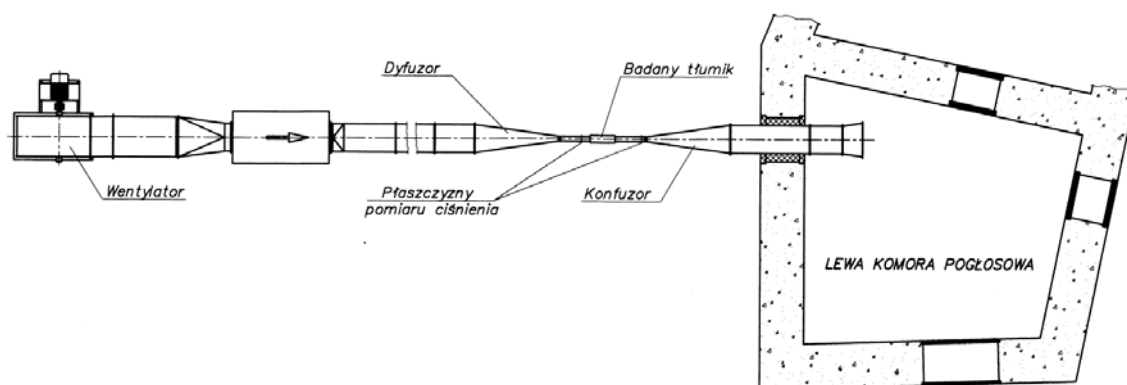
Sposób wyznaczenia współczynnika strat ciśnienia: za pomocą przetwornika mierzono różnice ciśnień przed i za badanym tłumikiem (oraz przed i za kanałem zastępczym). Wartości różnicy ciśnień były zbierane i zapisywane z użyciem programu GeniDAQ.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13		strona: 3 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200		
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617		

Aparatura pomiarowa:

Nazwa		Typ	Producent	Nr fab.	Data ważności świadczenia wzorcowania / sprawdzenia
Zestaw pomiarowy 2144/07/ kanał A	analizator	2144	Brüel & Kjær	1765615	01.2014
	mikrofon	4942	Brüel & Kjær	2647435	
	przedwzmacniacz	2669	Brüel & Kjær	1936057	
Tor głośnikowy	zestaw głośników 8Ω	zestaw specjalny	Tonsil S.A	–	–
	generator szumu	NRG-201	RFT	21180	10.2015
	wzmacniacz mocy	WS 703	Fonica	688276	10.2015
	wzmacniacz pomiarowy	2610	Brüel & Kjær	1146588	05.2015
Kalibrator akustyczny		4231	Brüel & Kjær	2686649	08.2013
Termohigrometr		HD2717T.D0	DeltaOHM	11032846	01.2014
Barometr		HD 9908T	Delta OHM	11002854	02.2014
Czujnik termometru rezystancyjnego		TP-964-1-300	Czaki Thermo- -Product	R063969	06.2013
Ramię obrotowe mikrofonu		3923	Brüel & Kjær	02307038	–
Źródło mocy akustycznej		4205	Brüel & Kjær	1775038	02.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		IPA-01	ZAP S.A.	00050193	12.2014
Ciśnieniomierz elektroniczny		HD404T	Delta OHM	10035709	02.2014
Sonda Prandtla		T2 - 600	Delta OHM	–	-
Stacja akwizycji danych		SAD-ADAM	ITC	02/2006	–
Komputer PC z programem GeniDAQ		PC	–	–	–

3. STANOWISKO BADAWCZE I WARUNKI REALIZACJI BADAŃ:



Rys. 2. Schemat stoiska badawczego.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13		strona: 4 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200		
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617		

PARAMETRY STANOWISKA BADAWCZEGO		
Kanał pomiarowy przed tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	19,45
Kanał pomiarowy za tłumikiem		
Szerokość	mm	700 x 700
Długość	m	6,35
Częstotliwość graniczna pierwszego modu poprzecznego	Hz	338
Element transmisyjny		
Wymiar poprzeczny 1	mm	700 x 700
Wymiar poprzeczny 2	mm	840 x 840
Długość	mm	500

Tablica 1

Współczynnik odbicia elementu transmisyjnego stanowiska

Współczynnik odbicia r	Częstotliwość środkowa, Hz					
	50	63	80	100	125	>160
	0,75	0,59	0,56	0,50	0,31	0,19

Tablica 2

Tłumienie graniczne D_{gr} stanowiska z badanym tłumikiem

f _{śr} , Hz	100	125	160	200	250	315	400
D _{gr} , dB	27,5	29,9	34,8	38,8	43,7	46,5	48,2
f _{śr} , Hz	500	630	800	1000	1250	1600	2000
D _{gr} , dB	44,5	43,5	47,0	51,4	54,5	56,3	52,8
f _{śr} , Hz	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
D _{gr} , dB	52,8	54,6	56,4	60,6	54,5	58,6	57,5

KOMORA POGŁOSOWA		
Objętość V	m ³	237
Całkowita powierzchnia przegród S	m ²	231,5
Płaszczyzny ograniczające komorę	Wszystkie płaszczyzny nierównoległe	
Elementy rozpraszające	Dyfuzor	

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13										strona: 5 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200										
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617										

Tablica 3

Czas pogłosu T komory

26.06.2013	fśr, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	T, s	5,02	4,20	4,31	4,62	5,14	5,15	5,18	5,07	4,67	4,62	4,47
	U _{A,95} , s	0,61	0,20	0,23	0,15	0,22	0,18	0,11	0,10	0,08	0,08	0,05
	fśr, Hz	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	
	T, s	4,15	3,78	3,73	3,58	3,25	2,83	2,39	1,92	1,48	1,09	
03.07.2013	U _{A,95} , s	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	
	fśr, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
	T, s	5,44	4,34	4,43	4,96	5,15	5,13	5,10	5,11	4,68	4,56	4,38
	U _{A,95} , s	0,60	0,17	0,29	0,29	0,13	0,16	0,11	0,10	0,07	0,05	0,06
	fśr, Hz	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	
	T, s	4,15	3,72	3,71	3,51	3,19	2,83	2,37	1,90	1,46	1,06	
	U _{A,95} , s	0,07	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	

W powyższej tablicy (Tabela 3) zastosowano oznaczenia:

T – wyznaczony czas pogłosu komory Laboratorium Aeroakustyki ITC z wyprowadzonym wylotem stanowiska badawczego,

U_{A,95} – niepewność rozszerzona pomiaru typu A, wyznaczona metodą t-Studenta dla współczynnika rozszerzenia $t_{95\%}=2,201$, v_{eff} stopni swobody i poziomu ufności $p=95\%$.

Dla całego zakresu pomiarowego czas pogłosu **T** jest zgodny według kryterium normy PN-EN ISO 3741:2011.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13		strona: 6 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200		
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617		

Tablica 4

Warunki środowiskowe

		26.06.2013		02.07.2013		03.07.2013	
		przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze	przed pomiarem	po pomiarze
temperatura	°C	16,9	16,8	18,9	18,5	21,9	20,3
wilgotność	%	74,0	76,9	71,4	72,7	66,1	67,3
ciśnienie atmosferyczne	hPa	992,4	991,0	994,1	994,1	993,0	988,0

Kalibracja toru pomiarowego zestaw pomiarowy był kalibrowany przed pomiarem i po jego zakończeniu kalibratorem akustycznym (wg świadectwa wzorcowania $L_{pref} = (94,05 \pm 0,09)$ dB w warunkach odniesienia, tj. przy temperaturze 23°C i dla ciśnienia 1013,25 hPa, wilgotność względna 50%).

Data	Zestaw pomiarowy	Przed pomiarami		Po pomiarach	
		$L_{p \text{ ref}}$	Poprawka kalibracyjna	$L_{p \text{ ref}}$	Poprawka kalibracyjna
dd.mm.yyyy	—	dB			
26.06.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,45	94,05	0,46
02.07.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,46	94,05	0,45
03.07.2013	2144/07/kanal A	94,05	0,43	94,05	0,45

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13		strona: 7 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200		
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617		

4. POMIARY AEROAKUSTYCZNE TŁUMIKA:

4.1 TŁUMIENIE WTRĄCENIA:

Wartości tłumienia obliczono wg zależności:

$D_i = L_{WI} - L_{WII}$; gdzie:

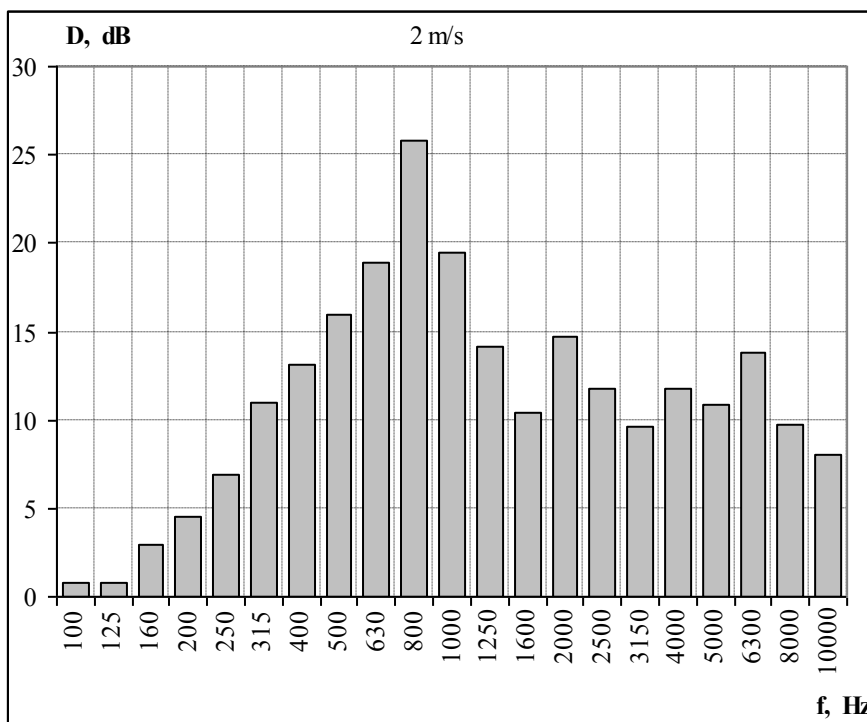
L_{WI} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z kanałem zastępczym, dB,

L_{WII} – średni poziom mocy akustycznej określony w komorze pogłosowej, dla układu z badanym tłumikiem, dB.

Tablica 5

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-450-1200,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=2\text{m/s}$**

f	L_{WI}	L_{WII}	D_i
Hz	dB		
100	74,6	75,4	0,8
125	78,5	79,3	0,8
160	82,1	85,1	3,0
200	80,1	84,7	4,6
250	77,9	84,9	7,0
315	73,1	84,1	11,0
400	71,6	84,8	13,1
500	75,3	91,3	16,0
630	71,1	90,0	18,9
800	63,8	89,6	25,8
1000	73,9	93,3	19,4
1250	78,7	92,9	14,2
1600	80,5	91,0	10,4
2000	71,6	86,3	14,8
2500	77,4	89,1	11,8
3150	81,0	90,5	9,6
4000	79,5	91,3	11,8
5000	81,9	92,7	10,8
6300	77,7	91,4	13,8
8000	82,1	91,9	9,8
10000	80,4	88,5	8,1
D_{iA}, dB	12,2		



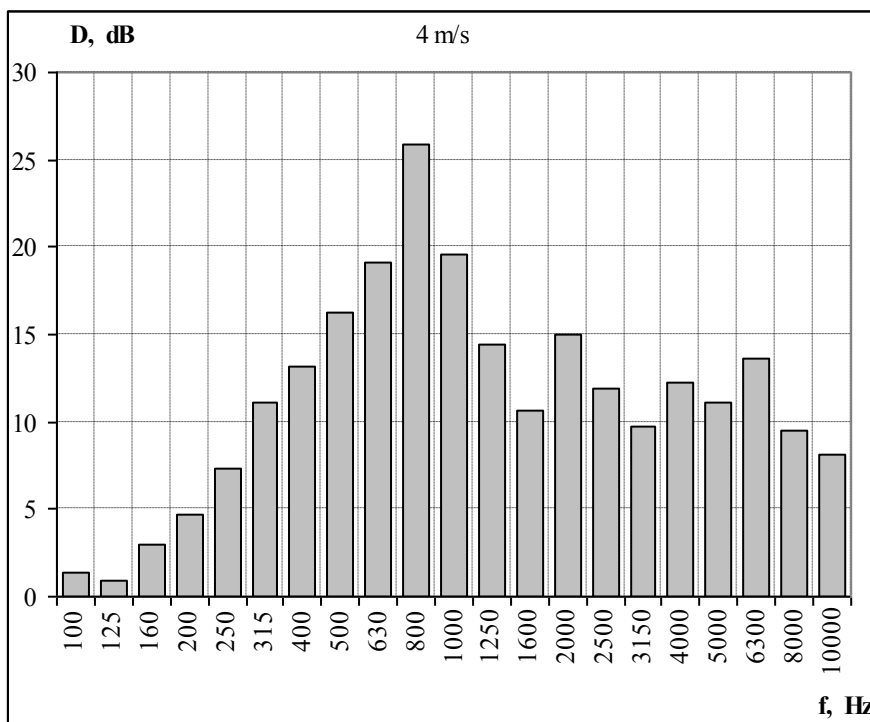
Rys. 3. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=2\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13		strona: 8 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200		
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617		

Tablica 6

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-450-1200,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=4\text{m/s}$**

f	L _{WI}	L _{WH}	D _i
Hz	dB		
100	74,6	76,0	1,3
125	78,7	79,7	0,9
160	82,1	85,1	3,0
200	80,2	84,9	4,7
250	77,9	85,2	7,3
315	73,3	84,5	11,1
400	71,9	85,1	13,2
500	75,4	91,6	16,2
630	71,2	90,3	19,1
800	63,7	89,5	25,9
1000	73,8	93,3	19,5
1250	78,6	93,0	14,4
1600	80,5	91,1	10,6
2000	71,5	86,5	15,0
2500	77,4	89,2	11,9
3150	80,9	90,7	9,7
4000	79,4	91,7	12,3
5000	82,1	93,2	11,1
6300	78,4	92,1	13,7
8000	83,2	92,6	9,5
10000	80,8	88,9	8,1
D_{iA}, dB	12,2		



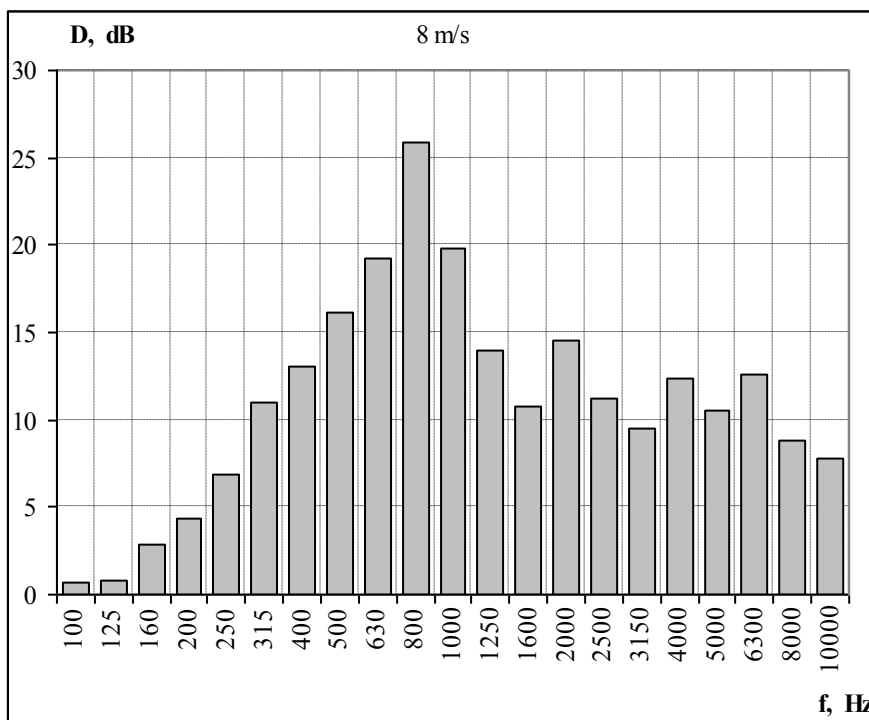
Rys. 4. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=4\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13		strona: 9 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200		
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617		

Tablica 7

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-450-1200,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=8\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	75,0	75,7	0,7
125	78,7	79,5	0,8
160	82,2	85,0	2,9
200	80,3	84,7	4,3
250	78,3	85,2	6,9
315	73,3	84,4	11,0
400	72,0	85,0	13,1
500	75,7	91,8	16,1
630	71,2	90,5	19,3
800	63,8	89,6	25,8
1000	73,6	93,4	19,8
1250	78,7	92,6	13,9
1600	80,4	91,1	10,7
2000	72,0	86,5	14,5
2500	78,1	89,3	11,2
3150	81,3	90,8	9,5
4000	79,4	91,7	12,3
5000	82,9	93,5	10,6
6300	79,8	92,4	12,6
8000	84,2	93,0	8,8
10000	81,8	89,6	7,8
D_{iA}, dB	11,8		



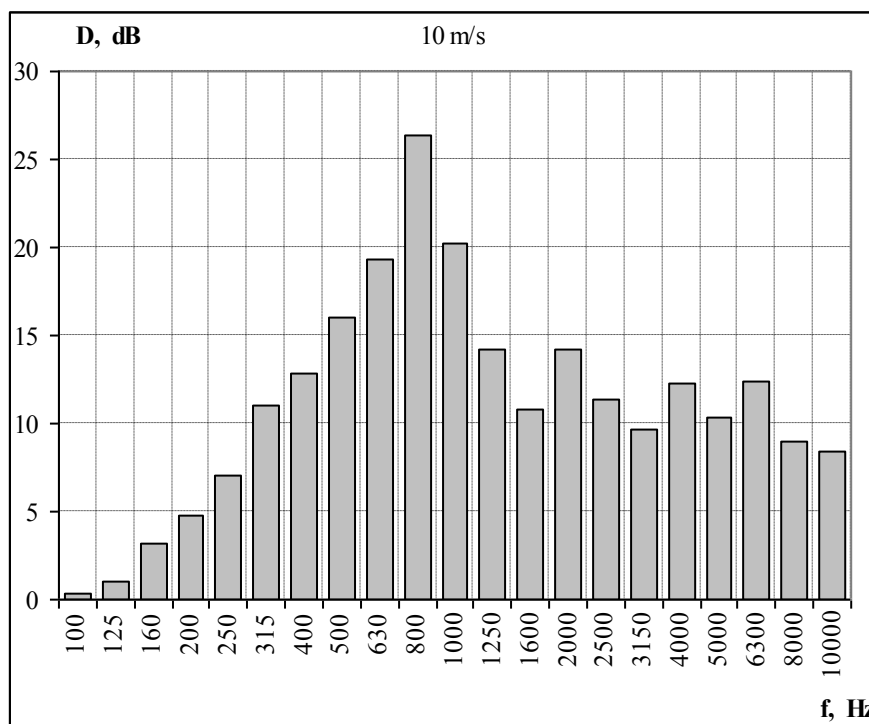
Rys. 5. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=8\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13		strona: 10 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200		
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617		

Tablica 8

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-450-1200,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=10\text{m/s}$**

f	L _{wI}	L _{wII}	D _i
Hz	dB		
100	75,2	75,5	0,3
125	78,4	79,5	1,0
160	81,7	84,9	3,2
200	80,0	84,9	4,8
250	78,3	85,4	7,1
315	73,5	84,4	11,0
400	72,2	85,1	12,9
500	76,0	92,0	16,0
630	71,5	90,8	19,3
800	63,5	89,9	26,4
1000	73,4	93,6	20,2
1250	78,5	92,7	14,2
1600	80,6	91,3	10,8
2000	72,2	86,4	14,2
2500	78,2	89,6	11,4
3150	81,4	91,0	9,6
4000	79,5	91,8	12,3
5000	83,4	93,7	10,3
6300	80,1	92,5	12,4
8000	84,3	93,3	9,0
10000	81,7	90,2	8,5
D_{iA}, dB	11,8		



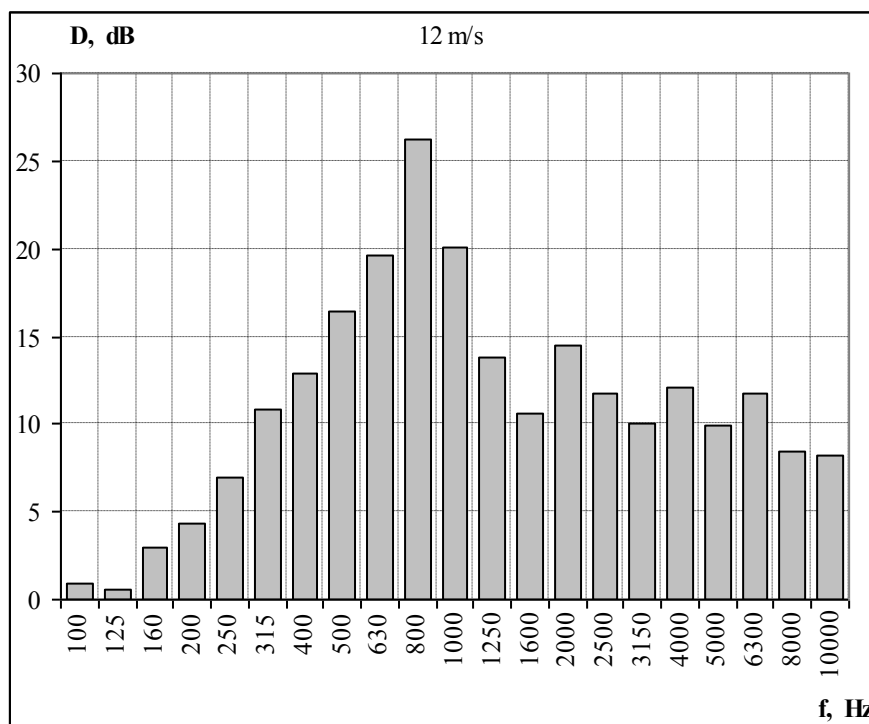
Rys. 6. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=10\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13		strona: 11 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200		
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617		

Tablica 9

**Tłumienie wtrącenia tłumika SIL-50-450-1200,
dla prędkości przepływu w przekroju wlotowym tłumika $v=12\text{m/s}$**

f	L _{WI}	L _{WII}	D _i
Hz	dB		
100	74,5	75,5	0,9
125	78,8	79,3	0,6
160	82,0	85,0	3,0
200	80,4	84,7	4,3
250	78,4	85,3	6,9
315	73,6	84,5	10,9
400	72,1	85,0	12,9
500	75,7	92,1	16,4
630	71,4	91,1	19,7
800	63,9	90,0	26,2
1000	73,8	93,9	20,1
1250	78,9	92,7	13,8
1600	80,7	91,3	10,6
2000	71,9	86,4	14,5
2500	78,0	89,7	11,7
3150	81,2	91,2	10,0
4000	79,8	91,9	12,1
5000	83,9	93,8	9,9
6300	81,0	92,7	11,7
8000	85,1	93,6	8,5
10000	82,3	90,5	8,3
D_{iA}, dB	11,6		



Rys. 7. Tłumienie wtrącenia dla prędkości przepływu $v=12\text{m/s}$.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13												strona: 12 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200												
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617												

4.2 SZUM WŁASNY:

Poziom mocy akustycznej przepływu (szumu własnego) w tłumiku obliczono wg zależności:

$$L_W = \bar{L}_p + D_{td} + C, \text{ gdzie:}$$

$\bar{L}_p$ – energetycznie uśredniony poziom ciśnienia akustycznego (bez korekty na tło), dB,

D_{td} – tłumienie przenoszenia na końcu kanału przyłączonego do komory pogłosowej; dla stanowiska badawczego ITC $D_{td}=0$ dB,

C – różnica poziomów mocy akustycznej promieniowanej do komory pogłosowej oraz uśrednionego ciśnienia akustycznego w komorze pogłosowej, dB.

Tablica 10

Poziom mocy akustycznej przepływu tłumika SIL-50-450-1200

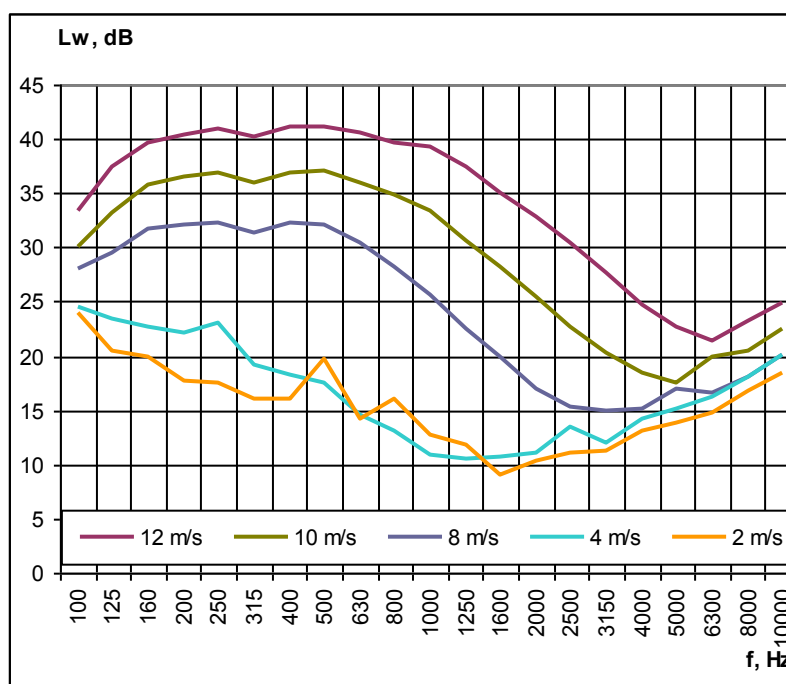
f, Hz	Prędkość w przekroju wlotowym tłumika														
	v=2, m/s			v=4m/s			v=8m/s			v=10 m/s			v=12m/s		
	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W	$\bar{L}_p$	C	L_W
	dB														
100	19,6	4,3	23,9	20,2	4,3	24,5	23,8	4,3	28,1	25,8	4,3	30,1	29,1	4,3	33,4
125	15,6	4,8	20,4	18,5	4,8	23,4	24,7	4,8	29,6	28,4	4,8	33,2	32,6	4,8	37,5
160	15,4	4,5	19,9	18,1	4,5	22,6	27,3	4,5	31,8	31,3	4,5	35,8	35,2	4,5	39,6
200	13,7	4,0	17,8	18,1	4,0	22,1	28,1	4,0	32,1	32,5	4,0	36,5	36,4	4,0	40,4
250	14,1	3,4	17,5	19,7	3,4	23,0	28,9	3,4	32,3	33,5	3,4	36,9	37,6	3,4	40,9
315	12,8	3,3	16,1	15,9	3,3	19,2	28,2	3,2	31,4	32,7	3,2	36,0	37,0	3,2	40,2
400	12,9	3,1	16,0	15,1	3,1	18,2	29,1	3,1	32,2	33,8	3,1	36,9	38,1	3,1	41,2
500	16,6	3,1	19,8	14,4	3,1	17,6	28,9	3,1	32,0	33,9	3,1	37,0	38,0	3,1	41,2
630	10,8	3,4	14,2	11,2	3,4	14,6	26,9	3,4	30,4	32,6	3,4	36,0	37,1	3,4	40,5
800	12,7	3,4	16,1	9,7	3,4	13,1	24,8	3,4	28,2	31,4	3,4	34,8	36,3	3,4	39,7
1000	9,1	3,5	12,7	7,4	3,5	10,9	22,0	3,5	25,5	29,9	3,5	33,4	35,7	3,5	39,2
1250	8,0	3,8	11,8	6,7	3,8	10,5	18,6	3,8	22,4	26,8	3,8	30,6	33,7	3,8	37,5
1600	4,9	4,2	9,1	6,6	4,2	10,8	15,7	4,2	19,9	23,9	4,2	28,2	30,8	4,2	35,0
2000	6,1	4,3	10,3	6,9	4,3	11,1	12,7	4,2	17,0	21,3	4,2	25,5	28,7	4,2	32,9
2500	6,6	4,4	11,0	9,0	4,4	13,4	10,9	4,4	15,3	18,2	4,4	22,6	26,0	4,4	30,4
3150	6,4	4,9	11,3	7,1	4,9	12,0	10,1	4,8	15,0	15,4	4,8	20,3	22,8	4,8	27,6
4000	7,5	5,5	13,0	8,8	5,5	14,3	9,7	5,5	15,2	12,9	5,5	18,4	19,3	5,5	24,8
5000	7,5	6,3	13,8	8,8	6,3	15,0	10,7	6,2	16,9	11,4	6,2	17,6	16,5	6,2	22,7
6300	7,6	7,3	14,8	9,0	7,3	16,2	9,3	7,3	16,6	12,7	7,2	19,9	14,2	7,2	21,5
8000	8,3	8,5	16,8	9,6	8,5	18,1	9,6	8,5	18,1	11,9	8,5	20,4	14,8	8,5	23,3
10000	8,4	10,0	18,4	10,1	10,0	20,1	10,2	10,0	20,2	12,5	10,0	22,4	14,9	10,0	24,8
L_{WA}	26,0 ¹			26,9 ¹			36,4			42,3			47,5		

¹ zaciemnione pola L_{WA} reprezentują górną granicę, dla poziomu mocy akustycznej badanego obiektu

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13	strona: 13 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200	
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617	

Zgodnie p. 8.1.4 PN-EN ISO 3741:2010 określono poziom mocy szumu przepływu w tłumiku z uwzględnieniem wszystkich pasm pomiarowych oraz z pominięciem pasm, dla których różnica pomiędzy poziomem hałasu przepływu i poziomem tła akustycznego jest mniejsza niż 10 dB.

Jeżeli różnica pomiędzy poziomami mocy akustycznej wyznaczona obydwoma metodami nie przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że **poziom mocy określono zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010**. Jeśli ta różnica przekraczała 0,5 dB, przyjmowano, że wyznaczony **poziom mocy akustycznej jest określony zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3741:2010 i reprezentuje górną granicę dla poziomu mocy akustycznej szumu przepływu badanego tłumika**.



Rys. 8.: Widmo poziomu mocy akustycznej tłumika SIL-50-450-1200

4.3 WSPÓŁCZYNNIK STRAT CIŚNIENIA:

Profil prędkości w kanałach pomiarowych przed badanym tłumikiem spełniał wymagania normy PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2.1 średnią prędkość czynnika na wlocie badanego tłumika v_f wyznaczono na podstawie pomiaru w kanale pomiarowym przed tłumikiem.

Zgodnie z PN-EN ISO 7235:2009, p. 6.5.2.2 wykonano dwie serie badań:

- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym badanym obiektem $p_{s1(I)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,
- ciśnienie statyczne w kanale wlotowym z zainstalowanym kanałem zastępczym $p_{s1(II)}$, mierzone względem ciśnienia wylotowego, Pa,

określając współczynnik strat ciśnienia całkowitego ζ .

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13		strona: 14 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200		
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617		

Tablica 11

Straty ciśnienia w tłumiku								
Lp.	wartości założone		wartości rzeczywiste					ζ
	v_f m/s	q_v m ³ /s	v_f m/s	q_v m ³ /s	$P_{t(\text{tłumika})}$ Pa	$P_{t(\text{kanalu})}$ Pa	Δp_{tot} Pa	
1	12,0	1,9085	12,0	1,9069	133,51	127,82	5,69	0,08
2	10,0	1,5904	10,1	1,6016	94,05	90,15	3,90	
3	8,0	1,2723	8,0	1,2723	60,32	56,56	3,76	
4	4,0	0,6362	4,1	0,6537	16,42	14,24	-	
5	2,0	0,3181	2,0	0,3165	4,04	2,29	-	

W powyższej tablicy zastosowano oznaczenia:

- v_f – prędkość przed badanym obiektem (jest równoważna prędkości w tłumiku), m/s,
 q_v – strumień objętości, m³/s,
 $P_{t(\text{tłumika})}$ – ciśnienie całkowite w tłumiku, Pa,
 $P_{t(\text{kanalu})}$ – ciśnienie całkowite w kanale, Pa,
 Δp_{tot} – strata ciśnienia całkowitego, Pa.

Zgodnie z p. 6.5.2.1 wykonano pomiary dla pięciu różnych strumieni objętości przepływu. Do określenia współczynnika strat ciśnienia całkowitego ζ wzięto pod uwagę tylko te wartości strumienia przepływu, które wywołały różnicę ciśnienia większą, niż 10Pa. Jeżeli różnica ciśnień była mniejsza lub równa 10Pa, nie określano również straty ciśnienia całkowitego Δp_{tot} .

5. NIEPEWNOŚĆ POMIARU:

Zgodnie z procedurą ogólną nr 14 wyd. 7 z dnia 06.02.2012 roku do Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki „Określanie niepewności wyników badań” p. 5.4 i normą PN-EN ISO 7235:2009 Tablica 7 przyjęto, że górne wartości odchylenia standartowego odtwarzalności σ_R wyznaczonych poziomów mocy akustycznej badanego tłumika wynoszą:

f, Hz	σ_R , dB
100	1,5
125÷500	1
630÷1250	2
1600÷10000	3

W trakcie realizacji badań Laboratorium przestrzegało procedury pomiarowej zgodnej z normą PN-EN ISO 7235:2009, spełniając warunek wymagany dokumentem EA-04/16 „Wytyczne EA dotyczące wyrażania niepewności w badaniach ilościowych” oraz Procedurą Ogólną nr 14 „Określanie niepewności wyników badań” do 12 wydania Księgi Jakości Laboratorium Aeroakustyki.

ITC NLH	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ nr 20-U/13	strona: 15 stron: 15
	Badania aeroakustyczne tłumika SIL-50-450-1200	
	Załącznik nr 6 do sprawozdania 8617	

Inne informacje dotyczące badania:

- Ponieważ własności akustyczne zastosowanych przejść nie mogą być pominięte, tłumienie wtrącenia dotyczy badanego tłumika z zastosowanymi przejściami.
- Ustawienie parametrów przepływowych zostało wykonane zgodnie z najlepszą dostępną techniką, z zachowaniem wymagań normy PN-EN ISO 5801:2008. Prezentowane wyniki odnoszą się do wartości prędkości przepływu strumienia powietrza, uzyskanych w trakcie pomiarów i nie wpływają na wyznaczone wartości tłumienia wtrącenia oraz poziomu mocy akustycznej szumu własnego przepływu badanego tłumika.

Kierujący badaniami
J. Jaworski

Badania wykonał:
J. Jaworski

Autoryzacja
J. Jaworski

.....

.....

.....

Łódź, lipiec 2013 r.

Laboratorium oświadcza, że wyniki badania odnoszą się wyłącznie do badanego tłumika SIL-50-450-1200, wybranego i dostarczonego przez Zleceniodawcę. Bez pisemnej zgody Laboratorium niniejsze sprawozdanie nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.