



INSTYTUT MEDYCYNY PRACY IM. PROF. J. NOFERA

„Monitorowanie narażenia na hałas i szacowanie ryzyka uszkodzenia  
słuchu u pracowników różnych grup zawodowych”  
Łódź, 04 listopada 2020 r.

# Ocena narażenia na hałas i ryzyka uszkodzenia słuchu wśród operatorów technologicznych urządzeń ultradźwiękowych niskich częstotliwości – wyniki badań własnych



**Adam Dudarewicz, Małgorzata Pawlaczyk-  
Łuszczynska, Kamil Zaborowski,  
Małgorzata Zamojska-Daniszewska**

**Zakład Zagrożeń Fizycznych  
Instytut Medycyny Pracy w Łodzi**



*Zadanie realizowane ze środków Narodowego Programu Zdrowia  
na lata 2016–2020, finansowane przez Ministra Zdrowia*





## CEL BADAŃ

- Ocena narażenia na hałas i ryzyka uszkodzenia słuchu wśród operatorów technologicznych urządzeń ultradźwiękowych niskich częstotliwości



# MATERIAŁ I METODY BADAŃ

- Przeprowadzono pomiary i ocenę narażenia na **hałas (w zakresie częstotliwości słyszalnych i ultradźwiękowych)** na stanowiskach pracy operatorów technologicznych urządzeń ultradźwiękowych niskich częstotliwości
- Badania kwestionariuszowe **(i badania słuchu)** wśród pracowników.



# METODY BADAŃ

## Hałas ultradźwiękowy

- Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych 10–40 kHz,  $L_{f eq,T} \rightarrow L_{f eq, 8h}$
- Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych 10–40 kHz,  $L_{f max}$

*Radosz J.: Procedura pomiaru hałasu ultradźwiękowego, Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, 2015, 4(86): 169-190.*

**PrPN-Z-01339:2020 Hałas ultradźwiękowy — Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów w środowisku pracy.**

*Pawlaczyk-Łuszczynska M., Koton J., Augustyńska D.: Hałas ultradźwiękowy. Procedura pomiarowa. Metody i Podstawy Oceny Środowiska Pracy, Warszawa CIOP, XVII, 2(28):8996, 2001*



# METODY BADAŃ

## Hałas słyszalny

- Równoważny poziom dźwięku A,  $L_{Aeq,T} \rightarrow L_{EX,8h}$
- Maksymalny poziom dźwięku,  $L_{Amax}$
- Szczytowy poziom dźwięku C,  $L_{Cpeak}$

PN-EN ISO 9612:2011 Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.

PN-N-01307:1994 Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.



## Ocena narażenia na hałas

Dla każdego badanego pracownika, na podstawie zgromadzonych wyników pomiarów poziomu dźwięku i danych z kwestionariusza, oszacowano indywidualne dzienne narażenie na hałas ultradźwiękowy i słyszalny.

- Narażenie na hałas ultradźwiękowy charakteryzowały wartości równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego odniesionymi do nominalnego 8-godzinnego dnia pracy w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych z przedziału 10-40 kHz ( $\langle L_{f eq, 8h} \rangle$ ) – wartości średnie energetyczne poziomu  $L_{f eq, 8h}$  na różnych stanowiskach pracy w poszczególnych zakładach pracy.
- Narażenie na hałas słyszalny charakteryzował dzienny poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy uśredniony za cały okres narażenia na hałas ( $\langle L_{EX, 8h} \rangle$ ).

*Całkowity poziom immisji  $L_{IM} \rightarrow L_{IM} = \langle L_{EX, 8h} \rangle + 10 \times \text{Log}(T)$*

*gdzie  $T$  jest czasem narażenia na hałas w latach  $\rightarrow$*

*użyteczny przy wyborze grupy referencyjnej*



## WYNIKI

- Na **115** stanowiskach pracy w **16** zakładach przeprowadzono pomiary hałasu słyszalnego (~**633** cykli pomiarowych) oraz badania hałasu ultradźwiękowego (~**950** cykli).
- Badania słuchu i badania kwestionariuszowe przeprowadzono w grupie **148** pracowników narażonych na hałas generowany przez technologiczne urządzenia ultradźwiękowe niskich częstotliwości (w **8** zakładach na **93** stanowiskach).
- Grupę kontrolną stanowiło **83** pracowników narażonych jedynie na hałas słyszalny.



# Hałas ultradźwiękowy

- Pomiarы hałasu ultradźwiękowego wykonano w **16** zakładach na **93** stanowiskach pracy.
- Wykonano około **~950** pomiarów.
- W **~30%** przypadków stwierdzono przekroczenie wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN).





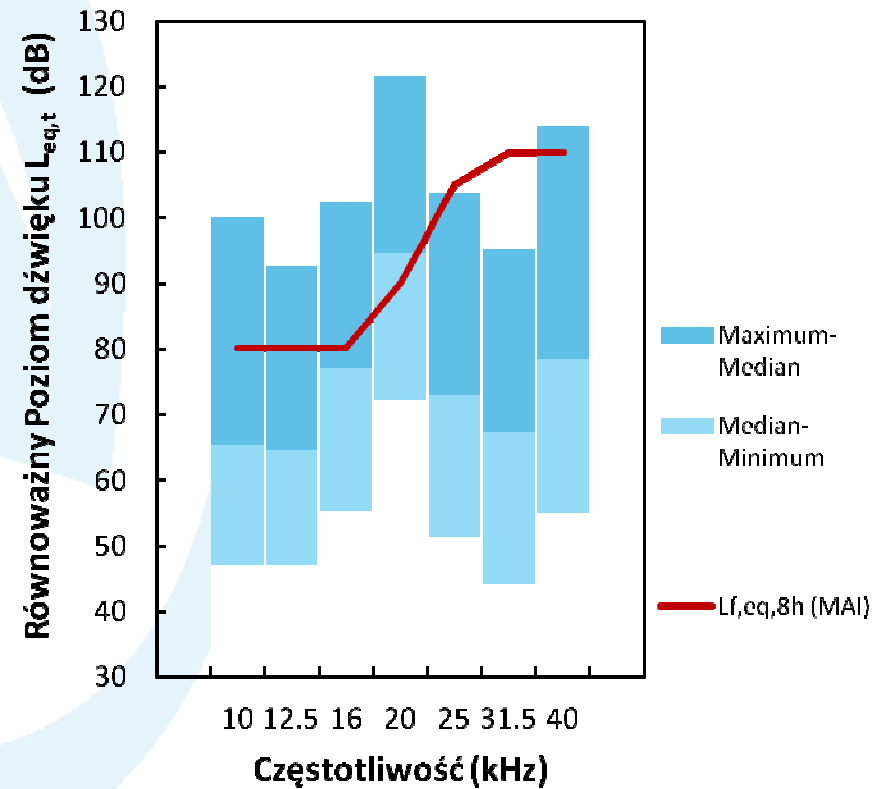
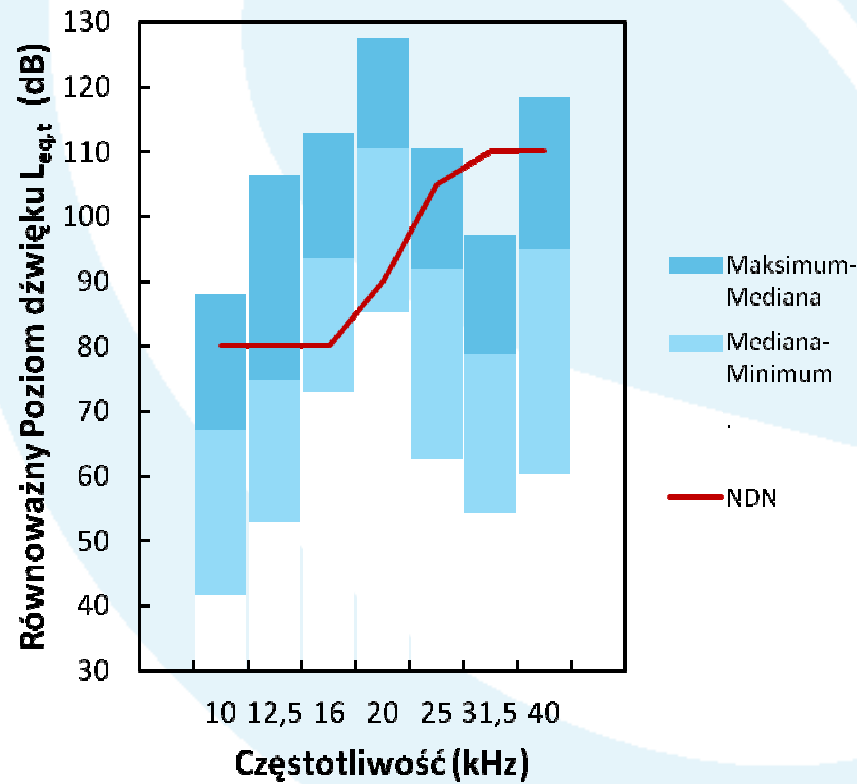
## Wyniki pomiarów hałasu ultradźwiękowego ( $L_{f eq, T}$ )

W 16 zakładach na 94 stanowiskach pracy wykonano ok. 950 pomiarów, w 33% przypadków stwierdzono przekroczenie wartości NDN/NDS (mediany).

	10	12,5	16	20	25	31,5	40
<b>gilotyny 20 kHz</b>	54,5	55,6	74,1	<b>93,2</b>	75,5	57,7	70,9
inne 10 kHz	70,6	69,2	68,1	66,9	65,2	61,6	58,7
inne 25 kHz	60,7	61,2	60,8	60,6	62,5	62,0	61,1
inne 31,5 kHz	68,5	69,5	70,8	72,6	74,0	74,2	71,3
<b>koronkarki</b>	67,1	74,7	<b>93,4</b>	<b>110,5</b>	91,9	78,7	94,9
myjki 20 kHz	53,6	51,1	69,9	76,1	55,0	48,4	53,5
myjki 31,5 kHz	55,4	63,0	70,4	64,2	68,4	89,0	72,8
myjki 40 kHz	49,3	50,5	57,8	67,6	56,1	67,7	86,2
odstraszacze 10 kHz	31,5	58,2	66,3	60,5	32,3	31,7	37,4
odstraszacze 16 kHz	32,7	60,4	67,8	57,9	32,3	31,7	32,2
odstraszacze 20 kHz	30,6	30,7	47,8	51,3	57,1	45,0	47,7
odstraszacze 25 kHz	30,8	38,0	45,6	62,8	81,1	61,3	45,2
<b>zgrzewarki 20 kHz</b>	65,4	64,5	77,0	<b>94,6</b>	72,9	67,3	78,3
zgrzewarki 31,5 kHz	65,2	63,8	66,0	68,0	77,9	102,5	99,9
zgrzewarki 40 kHz	63,5	63,2	64,7	78,7	64,2	79,9	100,3
<b>NDN <math>L_{f eq, 8h}</math></b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>105</b>	<b>110</b>	<b>110</b>



# WYNIKI - Hałas ultradźwiękowy ( $L_{f,eq,T}$ )



Maszyny do obróbki tkanin (koronkarki)

Zgrzewarki



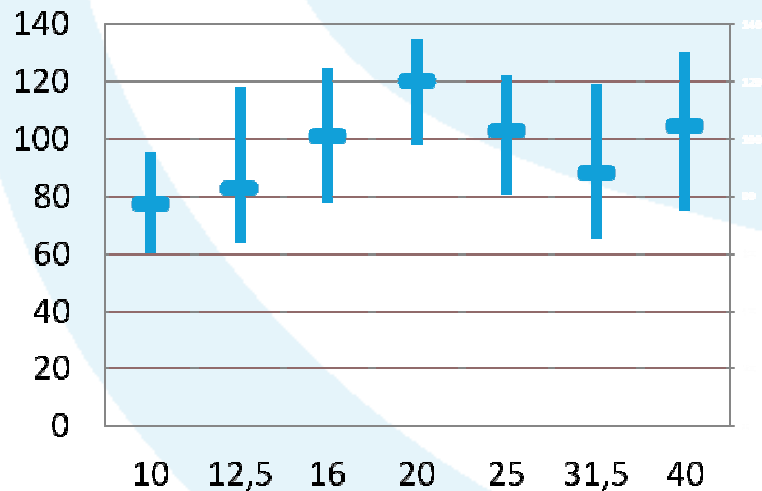
## Wyniki pomiarów hałasu ultradźwiękowego ( $L_{f \max}$ )

W 16 zakładach na 115 stanowiskach pracy wykonano ok. 950 pomiarów, w 33% przypadków stwierdzono przekroczenie wartości NDN/NDS (mediany).

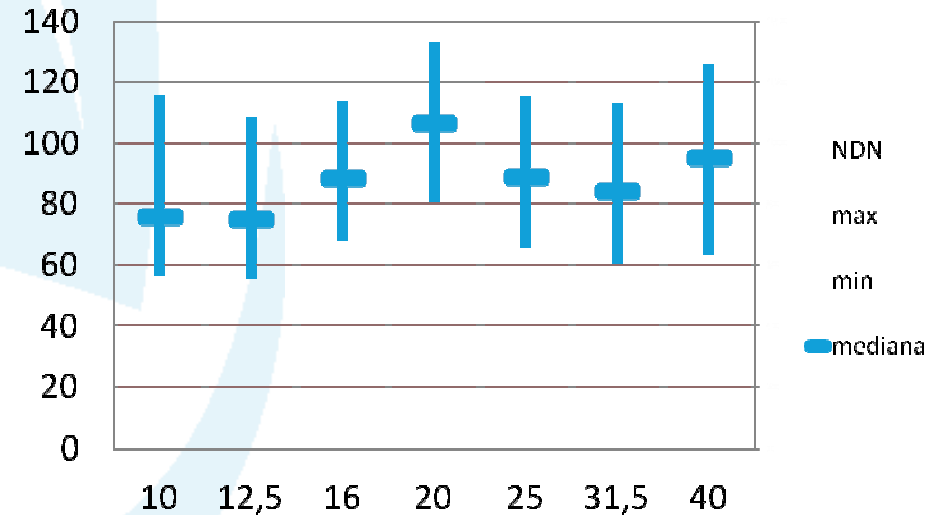
częstotliwość	10	12,5	16	20	25	31,5	40
gilotyny 20 kHz	68,4	68,7	87,0	106,4	89,0	70,6	84,7
inne 10 kHz	83,9	82,9	84,8	82,6	79,6	78,7	77,0
inne 25 kHz	83,5	82,7	89,5	83,0	84,1	83,6	82,0
inne 31,5 kHz	79,2	80,3	80,6	83,6	87,9	92,5	82,7
<b>koronkarki 20 kHz</b>	77,7	82,9	<b>101,5</b>	<b>120,5</b>	102,9	88,5	104,9
myjki 20 kHz	61,0	57,8	76,4	83,7	61,6	55,2	58,1
myjki 31,5 kHz	67,4	70,3	83,3	77,4	78,8	99,7	87,4
myjki 40 kHz	63,8	65,2	72,1	81,1	70,3	83,1	101,6
odstraszacze 10	37,8	68,0	72,5	64,9	44,0	45,1	49,8
odstraszacze 16 kHz	39,0	69,7	72,5	61,7	41,8	41,4	42,9
odstraszacze 20 kHz	32,4	31,7	49,6	56,0	69,2	52,3	57,1
odstraszacze 25 kHz	52,7	58,9	70,3	87,5	106,3	86,6	70,1
zgrzewarki 20 kHz	75,9	74,9	88,4	106,6	89,0	84,0	95,4
zgrzewarki 31,5 kHz	71,0	71,8	80,6	81,4	93,3	119,1	116,0
zgrzewarki 40 kHz	74,5	73,1	74,2	87,4	80,6	97,4	118,8
<b>NDN <math>L_{f \max}</math></b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>125</b>	<b>130</b>	<b>130</b>



# WYNIKI - Hałas ultradźwiękowy ( $L_{f \max}$ )



Maszyny do obróbki tkanin (koronkarki)

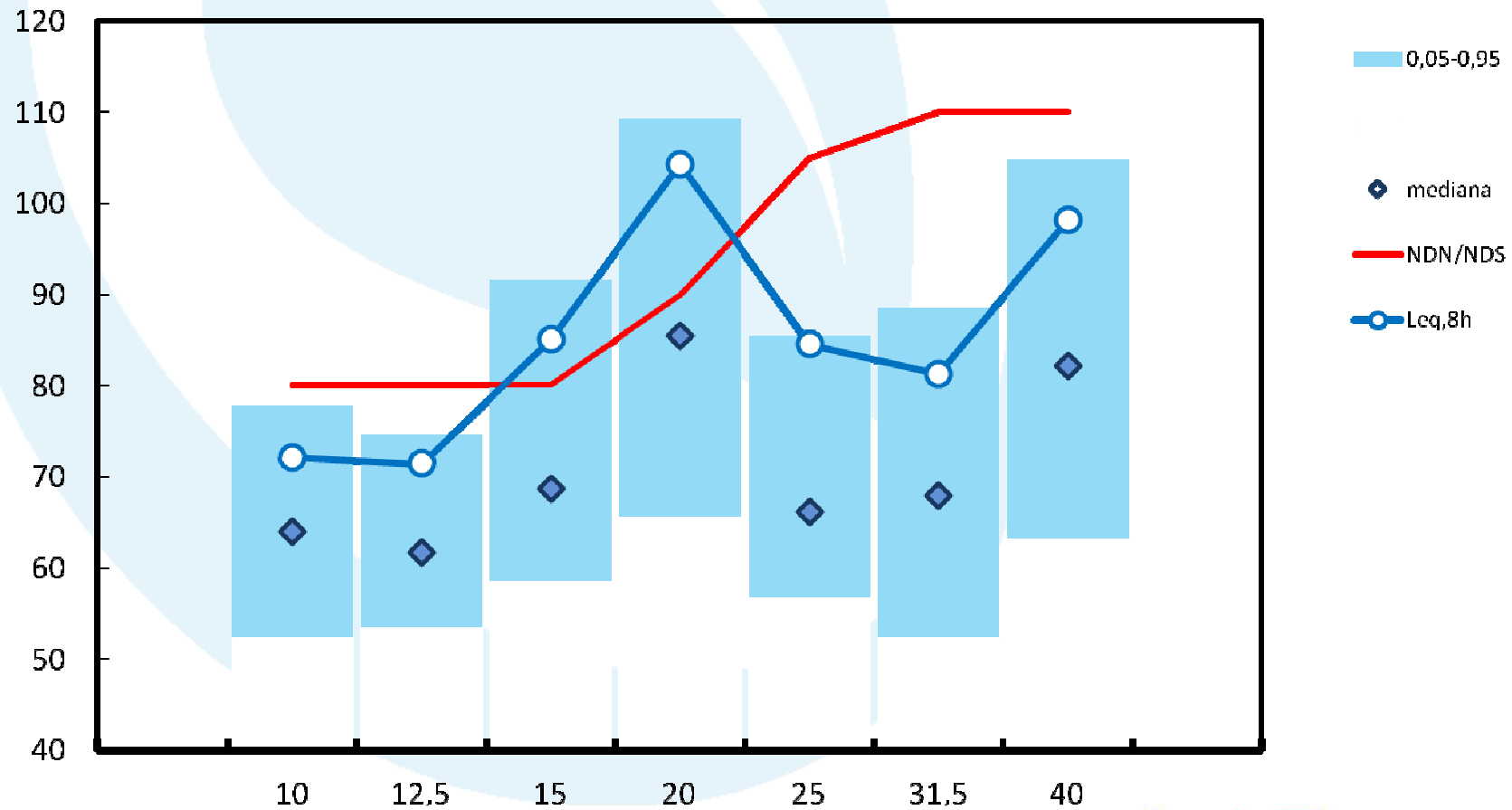


Zgrzewarki



# Wyniki pomiarów hałasu ultradźwiękowego ( $L_{f eq, 8h}$ )

## Przykładowy zakład





## Poziom ekspozycji na hałas ( $L_{EX,8h}$ ) na stanowiskach pracy przy urządzeniach ultradźwiękowych niskich częstotliwości

Technologiczne urządzenia ultradźwiękowe	$L_{EX,8h}$ (dB)
automaty zgrzewalnicze	80,8
zgrzewarki, prasa do wycinania	80,7
automaty zgrzewalnicze, prasa do wycinania	80,1
zgrzewarki, automaty zgrzewalnicze,	81,1
myjki	80,4
maszyny do obróbki tkanin	86,4



## Źródła ekspozycji na hałas słyszalny $L_{EX,8h}$ (dB)

automaty zgrzewalnicze	80,75
automaty zgrzewalnicze, prasa do wycinania	80,69
zgrzewarki, prasa do wycinania	80,14
automaty zgrzewalnicze, prasa do wycinania	81,13
zgrzewarki, automaty zgrzewalnicze, znakowanie	80,44
maszyny do obróbki tkanin	86,41
zgrzewarki, znakowanie, wytłaczanie	81,37
myjki	82,23



# Hałas słyszalny

W 16 zakładach na 115 stanowiskach pracy wykonano 633 pomiary ok. 34 godzin, w ok. 23 % przypadków stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych wartości poziomu ekspozycji na hałas odniesionej do ośmiogodzinnego dnia pracy (85 dB)

	$L_{A \max}$	$L_{Aeq,T}$	$L_{C \text{ peak}}$	$L_{C \max}$	$L_{C \text{ eq},T}$
min	64,0	62,6	80,6	67,7	66,8
<b>0,5</b>	<b>84,6</b>	<b>78,0</b>	<b>104,8</b>	<b>85,9</b>	<b>80,8</b>
0,9	101,5	96,1	112,0	99,6	94,2
max	107,3	104,0	117,9	105,6	102,0
<b>NDN</b>	<b>115</b>	<b>85</b>	<b>135</b>		

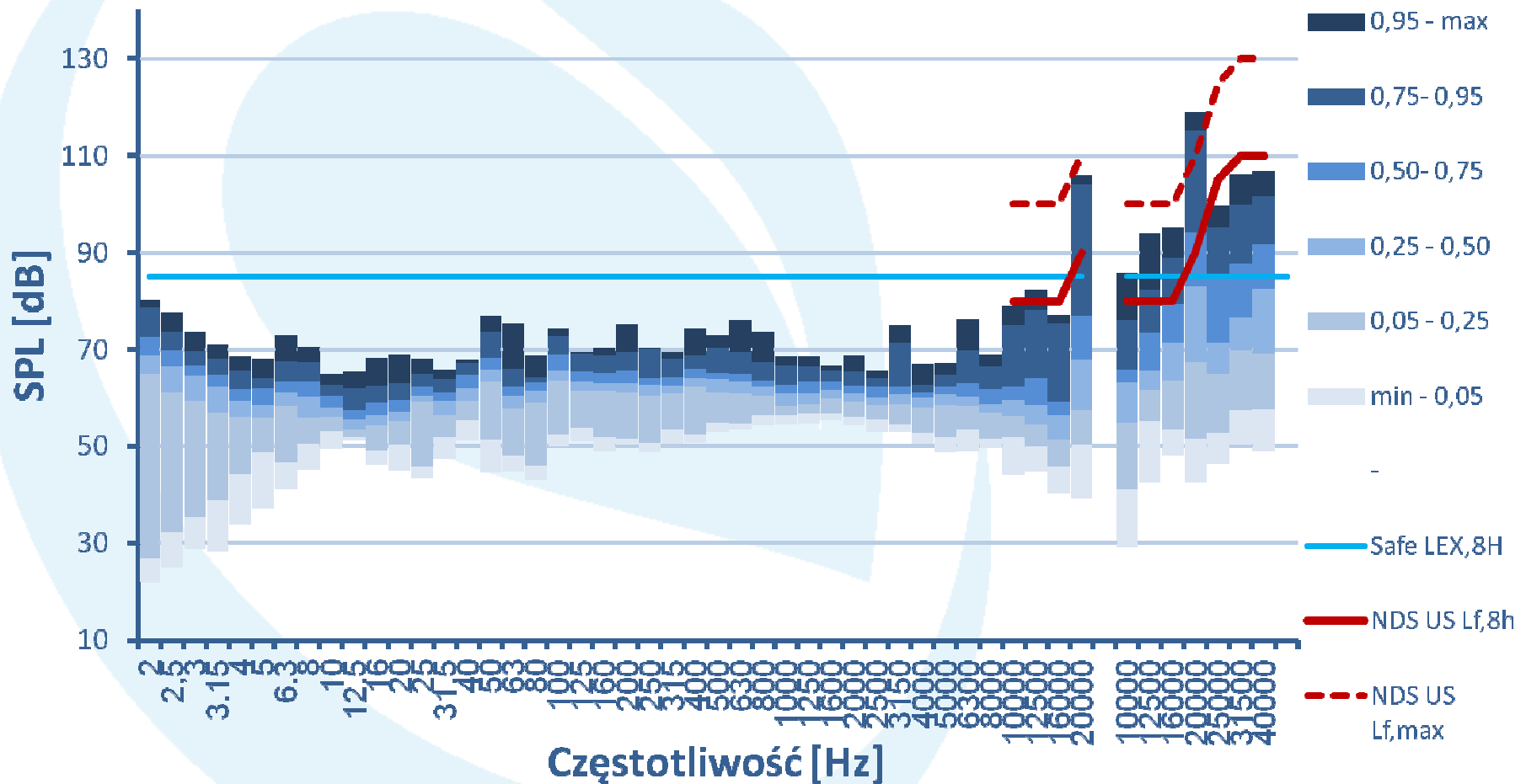




# Zbiornicze zestawienie wyników pomiarów hałas

	NDN3	max	0.95	0.75	0.5	0.25	0.5	min
$L_{EX,8h}$	85	96.3	94.3	76.9	74.1	70.5	65.8	64.0
$L_{Amax}$ [dB]	115	105.5	103.2	86.5	80.8	76.3	68.6	65.6
$L_{Cpeak}$ [dB]	135	116.4	113.3	107.7	102.4	96.3	88.6	83.7
$L_{eq,8hf}$ 10 kHz	80	80.4	78.6	71.5	64.4	61.9	57.0	55.8
$L_{eq,8hf}$ 12,5 kHz	80	77.0	76.2	73.1	66.0	62.8	58.0	56.8
$L_{eq,8hf}$ 16 kHz	80	85.4	84.7	81.8	73.9	66.6	63.6	62.8
$L_{eq,8hf}$ 20 kHz	90	114.7	110.6	94.1	85.2	81.3	76.6	75.4
$L_{eq,8hf}$ 25 kHz	105	93.7	90.9	79.8	74.2	64.8	64.3	64.2
$L_{eq,8hf}$ 31,5 kHz	110	98.0	97.2	94.2	91.3	73.7	69.4	68.4
$L_{eq,8hf}$ 40 kHz	110	102.4	100	90.2	88.1	86.6	83.1	82.2
$L_{max}$ f 10 kHz	100	108.6	107.3	102.0	95.1	91.8	90.8	90.5
$L_{max}$ f 12,5 kHz	100	106.0	105.4	103.1	96.6	92.2	86.6	85.2
$L_{max}$ f 16 kHz	100	116.5	114.0	104.0	103.9	100.9	98.2	97.5
$L_{max}$ f 20 kHz	110	133.5	132.6	128.9	125.9	119.7	105.7	102.2
$L_{max}$ f 25 kHz	125	114.4	114.4	114	104.3	104.2	96.1	94.0
$L_{max}$ f 31,5 kHz	130	123.1	123.1	122.8	118,5	107.5	106	105.6
$L_{max}$ f 40 kHz	130	122.2	121.6	119.2	114.1	109.9	109.7	109.6

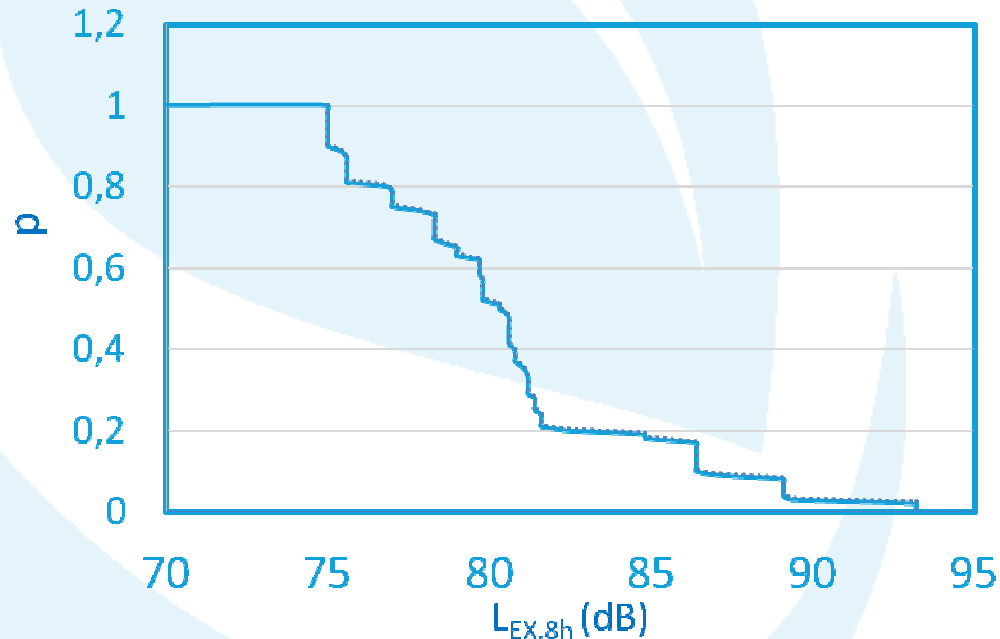
Przekroczenie NDN/NDS



Widma hałasu na stanowiskach z technologicznymi urządzeniami ultradźwiękowymi niskiej częstotliwości. Słupki przedstawiają rozkłady poziomów dźwięku w pasmach tercjowych.



## Charakterystyka ekspozycji na hałas słyszalny operatorów urządzeń ultradźwiękowych



$L_{EX,8h}$  - poziom narażenia na hałas znormalizowany do nominalnego 8-godzinnego dnia pracy,

$L_{IM}$  - całkowity poziom emisji hałasu;

$L_{IM} = L_{EX,8h} + 10 \log (T / T_0)$ , gdzie  $T$  to długość ekspozycji w latach, a  $T_0$  to okres jednego roku.



# Operatorzy urządzeń ultradźwiękowych

Ryzyko (%) PTS >25 dB

Kobiety	25	30	35	40	45	50	55	60
0,50	0	0	0	0	0	0	0	0
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,0	0	0	0	0	1	1	2	2
4,0	0	0	0	0	1	2	3	4
6,0	0	0	0	1	1	2	2	2

Mężcz.	25	30	35	40	45	50	55	60
0,50	0	0	0	0	0	0	0	0
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,0	0	0	0	0	0	0	0	1
3,0	0	0	0	1	1	2	3	3
4,0	0	0	0	1	2	4	4	4
6,0	0	0	0	1	2	2	2	2

Prawdopodobieństwo PTS >25 dB

Kobiety	25	30	35	40	45	50	55	60
0,5	0	0	0	0	0	0	1	3
1	0	0	0	0	0	0	1	3
2	0	0	0	0	1	3	7	12
3	0	0	1	2	4	8	14	22
4	0	0	2	4	8	14	22	32
6	0	2	4	7	14	22	33	44

Mężcz.	25	30	35	40	45	50	55	60
0,5	0	0	0	0	0	0	1	2
1	0	0	0	0	0	0	1	3
2	0	0	0	1	3	6	11	18
3	0	0	2	4	10	19	30	42
4	0	1	5	11	21	34	47	61
6	1	2	6	13	24	38	51	65

Ryzyko (%) PTS >40 dB

Kobiety	25	30	35	40	45	50	55	60
0,50	0	0	0	0	0	0	0	0
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,0	0	0	0	0	0	0	1	1
4,0	0	0	0	0	1	1	1	1
6,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Mężcz.	25	30	35	40	45	50	55	60
0,50	0	0	0	0	0	0	0	0
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,0	0	0	0	0	0	1	1	0
4,0	0	0	0	1	1	1	1	1
6,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Prawdopodobieństwo PTS >40 dB

Kobiety	25	30	35	40	45	50	55	60
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	1	1	2	4
4	0	0	0	0	1	2	4	9
6	0	0	0	1	2	5	10	18

Mężcz.	25	30	35	40	45	50	55	60
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	2
3	0	0	0	1	1	3	8	15
4	0	0	1	1	4	10	20	33
6	0	0	1	2	6	13	25	39

Ryzyko (%) PTS >45 dB

Kobiety	25	30	35	40	45	50	55	60
0,5123	0	0	0	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0
234	0	0	0	0	0	0	0	1

Mężcz.	25	30	35	40	45	50	55	60
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
123,0	0	0	0	0	0	0	0	0
234,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Prawdopodobieństwo PTS >45 dB

Kobiety	25	30	35	40	45	50	55	60
0,5123	0	0	0	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	1
234	0	0	0	0	1	2	4	4

Mężcz.	25	30	35	40	45	50	55	60
0,5123	0	0	0	0	0	0	0	2
123	0	0	0	0	0	0	1	3
234	0	0	0	0	1	3	7	15



# WNIOSKI

- Na badanych stanowiskach pracy występuje jednoczesna ekspozycja na hałas słyszalny i hałas ultradźwiękowy:
  - w **20%** przypadków stwierdzono przekroczenie wartości NDN/NDS dla hałasu słyszalnego (zwykle w tych przypadkach przekroczony jest również dopuszczalny poziom narażenia na hałas ultradźwiękowy);
  - w około **30%** przypadków stwierdzono przekroczenie wartości NDN/NDS dla hałasu ultradźwiękowego.
- Średni poziom ekspozycji na hałas badanej grupy operatorów urządzeń ultradźwiękowych  $L_{EX,8h} = 80,2+4,3$  dB.
- Wobec stosunkowo niskich poziomów ekspozycji w badanej grupie operatorów standardowo szacowane ryzyko uszkodzenia słuchu wywołane hałasem nie przekracza **5%**,
- jednak około **30%** z nich podlega ekspozycji przekraczającej NDN/NDS co wiąże się dla tej części pracowników z dużym ryzykiem zawodowym związanym z narażeniem na hałas (słyszalny i/lub ultradźwiękowy).



INSTYTUT MEDYCYNY PRACY IM. PROF. J. NOFERA

**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**



*Zadanie realizowane ze środków Narodowego Programu Zdrowia  
na lata 2016–2020, finansowane przez Ministra Zdrowia*

