

Wyniki badań poziomu mocy akustycznej, poziomu ciśnienia akustycznego emisji oraz charakterystyki kierunkowej emisji energii akustycznej wybranych przemysłowych technologicznych źródeł hałasu ultradźwiękowego

Autor: dr inż. Witold Mikulski

2017 r.

Autor dziękuje Panu Jerzemu Kozłowskiemu za pomoc w wykonaniu badań

Materiał opracowany na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2017-2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. Wyniki I etapu projektu 3.G.02 *Badanie emisji energii akustycznej, przemysłowych, kierunkowych, technologicznych źródeł hałasu ultradźwiękowego o dużej mocy akustycznej oraz badania skuteczności akustycznej obudów dźwiękoizolacyjnych dla tych źródeł.* (8.12.2017r.)

1. Wyniki badań poziomu mocy akustycznej, poziomu ciśnienia akustycznego emisji oraz właściwości kierunkowych emisji energii akustycznej wybranych przemysłowych, technologicznych źródeł hałasu ultradźwiękowego

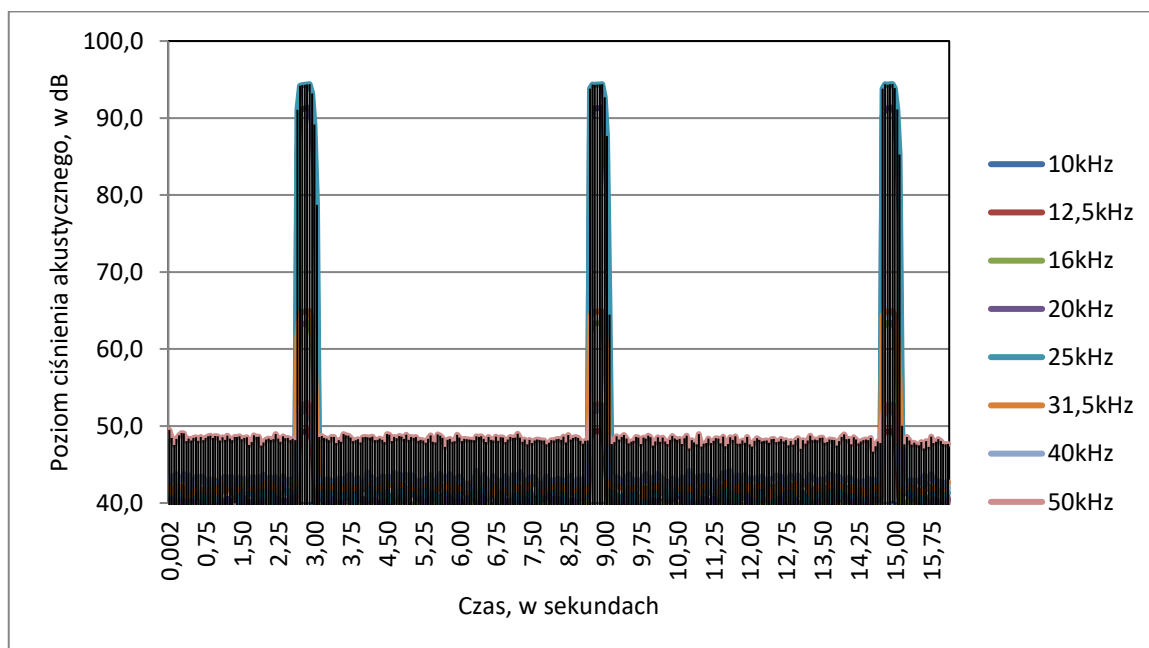
1.1. Metoda badań

Do badań zastosowano metodę określoną w „Metody pomiarowo-obliczeniowe wyznaczania poziomu mocy akustycznej, poziomu ciśnienia akustycznego emisji oraz właściwości kierunkowej emisji energii akustycznej źródeł energii akustycznej w zakresie częstotliwości 20 – 40 kHz”.

1.2. Wyniki badań emisji hałasu źródła odstraszcza

Urządzenie emitowało impulsowy hałas ultradźwiękowy. Na rys. 1.2-1 podano przebieg czasowy poziomu ciśnienia akustycznego w odległości 1m na osi głównej od źródła (w pasmach częstotliwości od 10 kHz do 50 kHz). Czas trwania impulsu 0,4 s, okres powtarzania

6,1 s. Z impulsu określono maksymalne parametry emisji (maksymalny poziom mocy akustycznej $L_{W,max,f}$ oraz maksymalny poziom ciśnienia akustycznego emisji $L_{pe,max,f}$ - określone podczas maksymalnej emisji tj. z wartości maksymalnych poziomu ciśnienia akustycznego) oraz parametry równoważne dla okresu (równoważny poziom mocy akustycznej $L_{W,eq,f}$ i równoważny poziom ciśnienia akustycznego emisji $L_{pe,eq,f}$ - określone jako wartości średnie tj. z wartości równoważnych poziomu ciśnienia akustycznego).

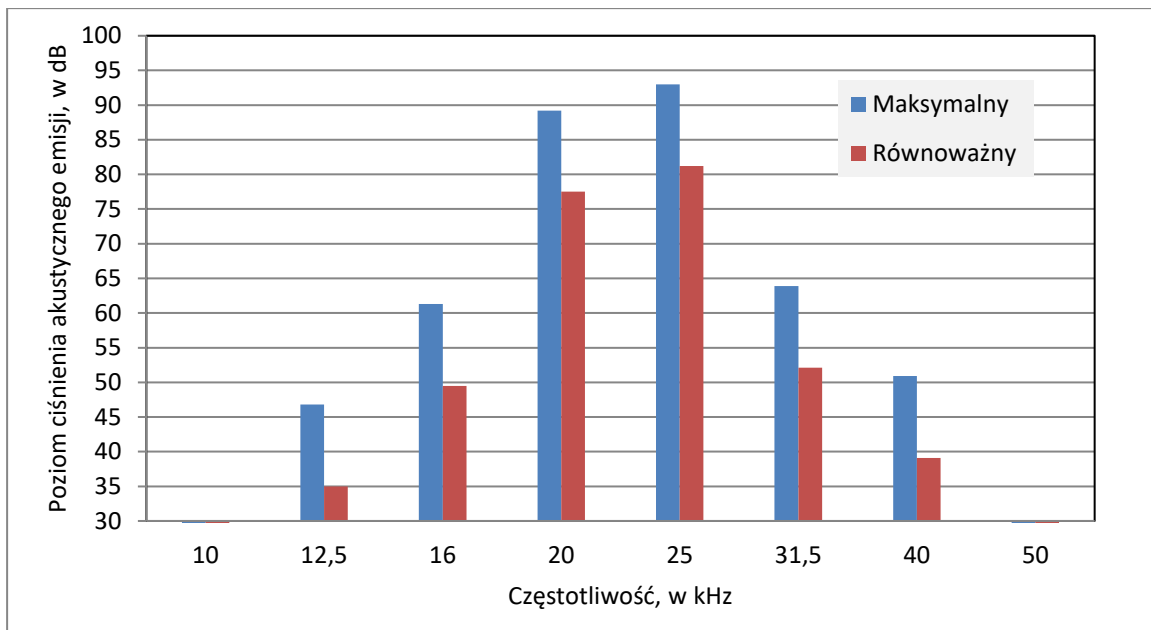


Rys. 1.2-1. Przebieg czasowy poziomu ciśnienia akustycznego w odległości 1m na osi głównej od źródła FG015 (w pasmach częstotliwości od 10kHz do 50kHz) obejmujący 3 impulsy.

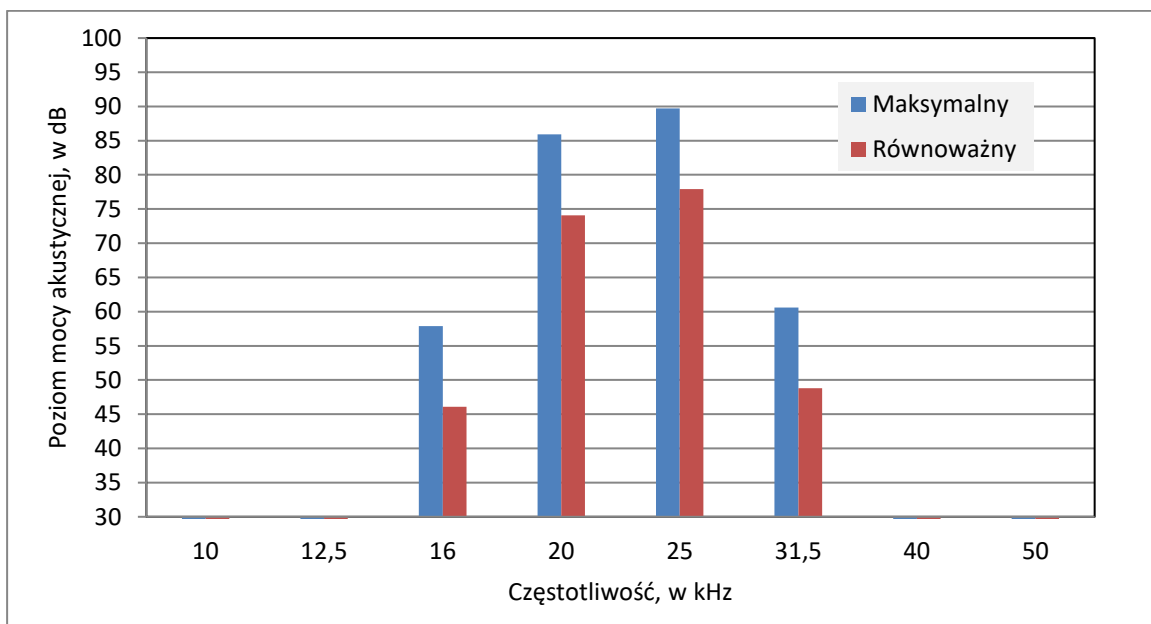
Wielkości określające emisję hałasu zebrano w tabeli 1.2-1.

Tabela 1.2-1. Wielkości określające emisję hałasu ultradźwiękowego badanego urządzenia

Częstotliwość, w kHz	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego emisji, $L_{pe,max,f}$, w dB	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego emisji, $L_{pe,eq,f}$, w dB-	Maksymalny poziom mocy akustycznej, $L_{w,max,f}$, w dB	Równoważny poziom mocy akustycznej, $L_{w,eq,f}$, w dB
10				
12,5	46,8	35,0		
16	61,3	49,5	57,9	46,1
20	89,2	77,5	85,9	74,1
25	93,0	81,2	89,7	77,9
31,5	63,9	52,1	60,6	48,8
40	50,9	39,1		
50				



Rys. 1.2-2. Poziomy ciśnienia akustycznego emisji badanego urządzenia



Rys. 1.2-3. Poziomoy mocy akustycznej badanego urządzenia

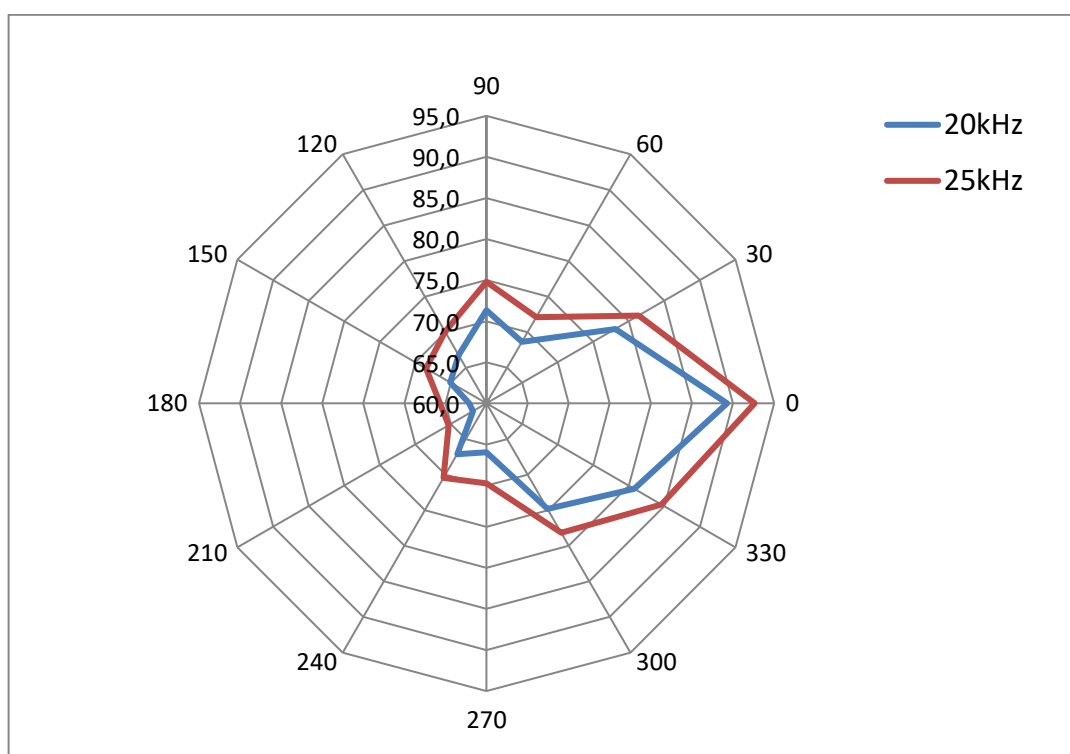
Wyniki obliczeń wskazują na występowanie emisji hałasu ultradźwiękowego w paśmie częstotliwości obejmującym tercjowe pasma częstotliwości 20 kHz i 25 kHz. Dla przypomnienia dopuszczalne wartości hałasu ultradźwiękowego podano w tabeli 1.2-2.

Porównując wyniki pomiarów z wartościami dopuszczalnymi, można stwierdzić, że występujący hałas nie przekracza poziomów dopuszczalnych określonych w rozporządzeniu dotyczącym NDN hałasu [34].

Tabela 1.2-2. Dopuszczalne poziomy hałas ultradźwiękowego

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych, w kHz	Maksymalny dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego w dB	Dopuszczalny równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy lub tygodnia pracy, w dB
10	100	80
12,5	100	80
16	100	80
20	110	90
25	125	105
31,5	130	110
40	130	110

Na rys. 1.2-4 pokazano charakterystykę kierunkowości promieniowania urządzenia w płaszczyźnie poziomej przechodzącej przez oś główną głośnika urządzenia. Wynika z niej, że źródło emituje energię akustyczną w sposób bardzo kierunkowy (różnica poziomów ciśnienia akustycznego z przodu i tyłu źródła w pasmach częstotliwości 20 i 25 kHz wynosi ok. 22,5dB).



Rys. 1.2-4. Kierunkowość promieniowania urządzenia w płaszczyźnie poziomej przechodzącej przez oś główną głośnika urządzenia (liczby w kolumnie przy osi OY są wartościami poziomu ciśnienia akustycznego w dB, natomiast liczby na obwodzie wykresu kołowego są wartościami kąta płaskiego w stopniach od przyjętej osi głównej źródła).

Podsumowując, podaną w rozdziale 6 metodę można zastosować do określania emisji hałasu źródeł impulsowych o stosunkowo wąskim częstotliwościowo paśmie emisji hałasu (zbliżonym do widma tonalnego).

1.3. Wyniki badań emisji hałasu myjki (płuczki) ultradźwiękowej

Urządzenie o mocy 80W emitowało hałas ultradźwiękowy ciągły o zmieniającym się w niewielkim stopniu poziomie w czasie.

Wartości wielkości określające emisję hałasu zebrano w tabeli 1.3-1.

Tabela 1.3-1. Wartości wielkości określające emisję hałasu ultradźwiękowego badanego urządzenia

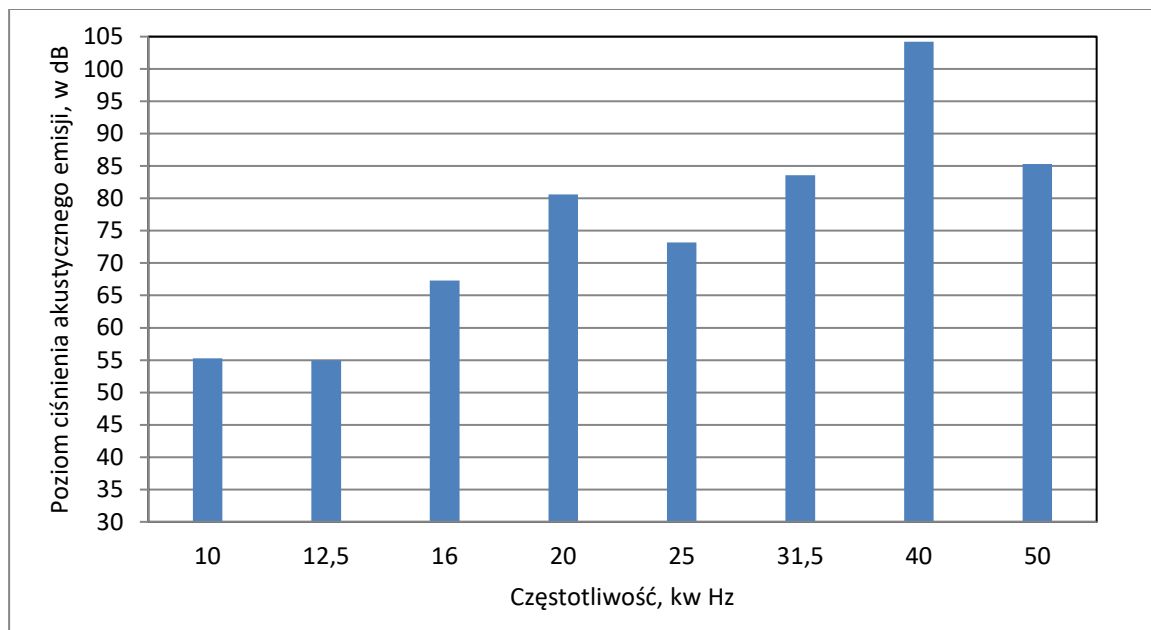
Częstotliwość, w kHz	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego emisji, $L_{pe,eq,f}$, w dB-	Równoważny poziom mocy akustycznej, $L_{w,eq,f}$, w dB
10	55,3	70,7
12,5	55,0	75,5
16	67,3	82,8
20	80,6	98,8
25	73,2	91,2
31,5	83,6	105,6
40	104,2	128,2
50	85,3	109,3

Wyniki obliczeń wskazują na występowanie emisji hałasu ultradźwiękowego, tonalnego (definicja poniżej), głównie w tercjowym paśmie częstotliwości 40 kHz oraz w mniejszym stopniu w dwóch pasmach sąsiednich tj. 31,5 i 50 kHz.

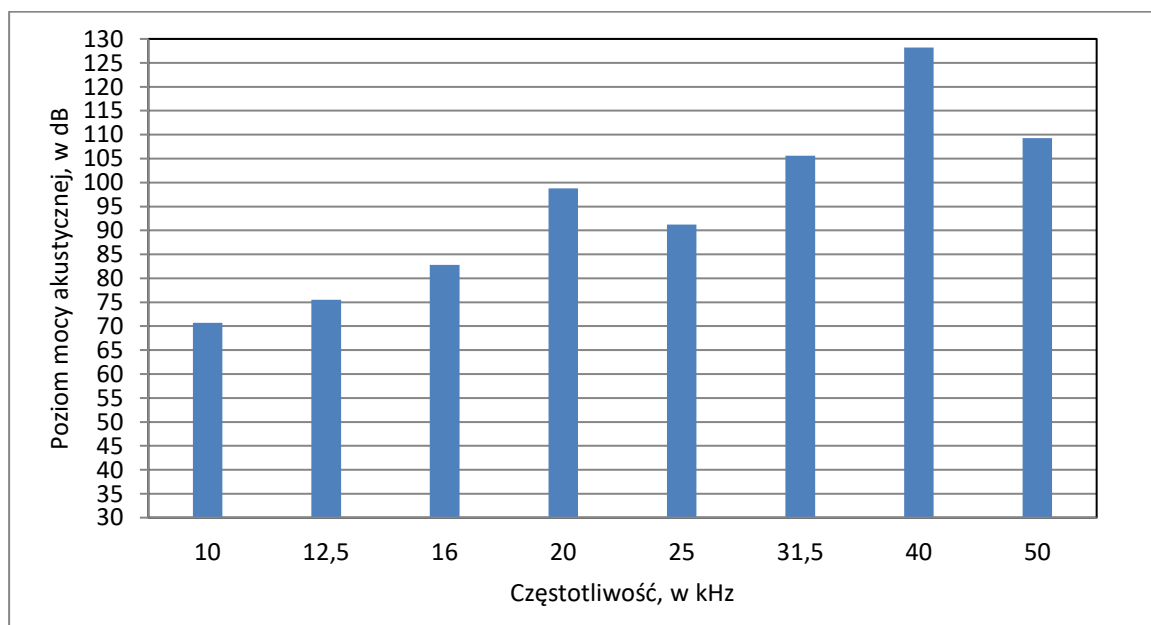
Uwaga: Wg ISO 1996-2:2017 hałas jest tonalny, gdy w paśmie częstotliwości o szerokości tercji poziom ciśnienia akustycznego jest większy od poziomów ciśnienia akustycznego w pasmach sąsiednich o: 15 dB (dla tercji o częstotliwościach z zakresu 25-125Hz), 8 dB (dla tercji o częstotliwościach z zakresu 160-400Hz) i 5 dB (dla tercji o częstotliwościach z zakresu 500-10000Hz). W projekcie przyjęto nazywać ultradźwiękowym hałasem tonalnym taki, gdy różnica wartości poziomu ciśnienia w pasmach z zakresu 10kHz-40kHz przekracza 8 dB.

Dla przypomnienia dopuszczalne wartości hałasu ultradźwiękowego podano w tabeli 1.2-2.

Porównując wyniki pomiarów z wartościami dopuszczalnymi, można stwierdzić że występujący hałas nie przekracza poziomów dopuszczalnych określonych w rozporządzeniu dotyczącym NDN hałasu [34].



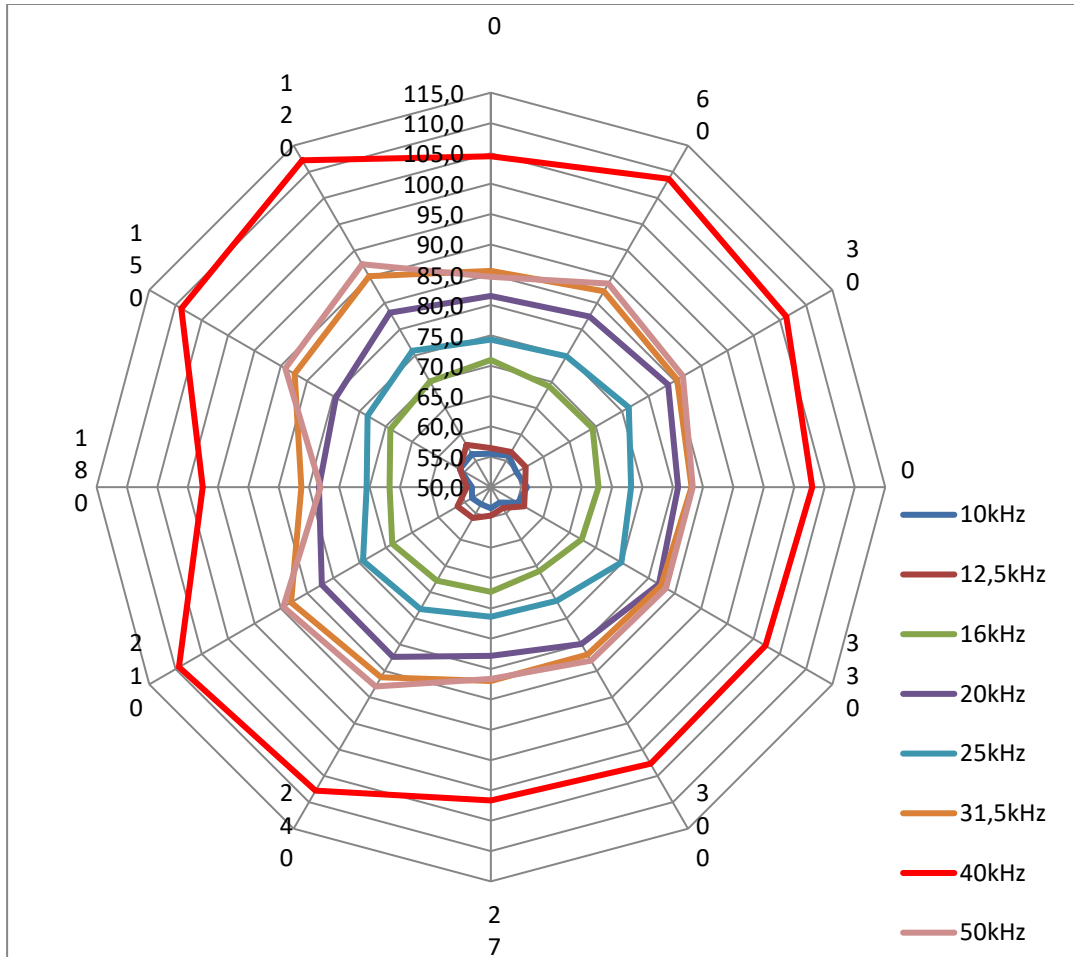
Rys. 1.3-1. Poziomy ciśnienia akustycznego emisji badanego urządzenia



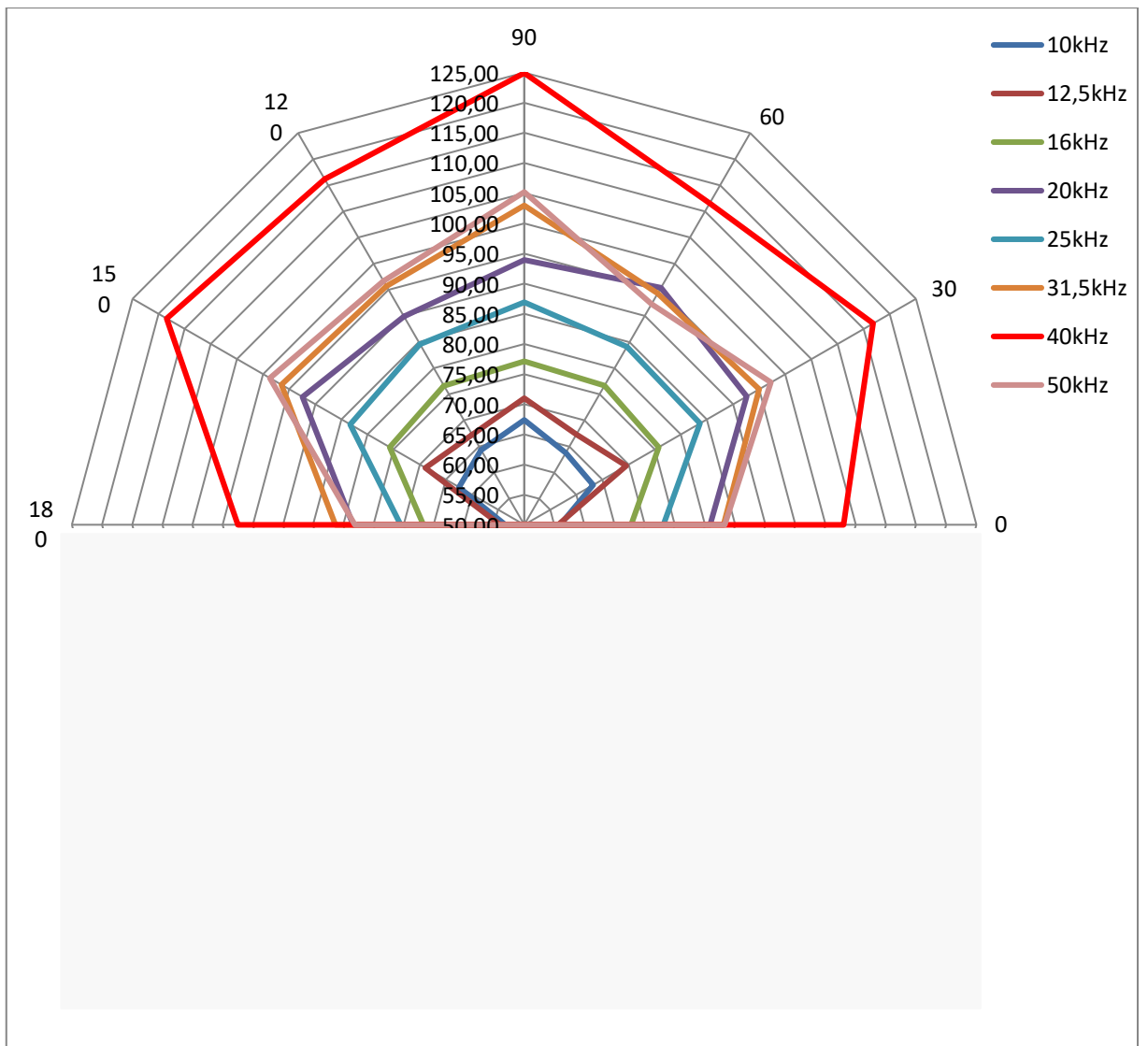
Rys. 1.3-2. Poziomy mocy akustycznej badanego urządzenia

Na rys. 1.3-3 pokazano kierunkowość promieniowania urządzenia w płaszczyźnie poziomej, a na rys. 1.3-4 w płaszczyźnie pionowej. Wnika z nich, że źródło emituje energię akustyczną w płaszczyźnie poziomej wszechkierunkowo (różnica poziomów ciśnienia akustycznego z

przodu i tyłu źródła w pasmie częstotliwości 40 kHz wynosi ok. 5,5 dB), natomiast wykazuje silne właściwości kierunkowe w płaszczyźnie pionowej (różnica poziomów ciśnienia akustycznego z boku i góry urządzenia w pasmie częstotliwości 40 kHz wynosi ok. 22 dB).



Rys. 1.3-3. Kierunkowość promieniowania urządzenia w płaszczyźnie poziomej (liczby w kolumnie przy osi OY są wartościami poziomu ciśnienia akustycznego w dB, natomiast liczby na obwodzie wykresu kołowego są wartościami kąta płaskiego w stopniach od przyjętej osi głównej źródła).

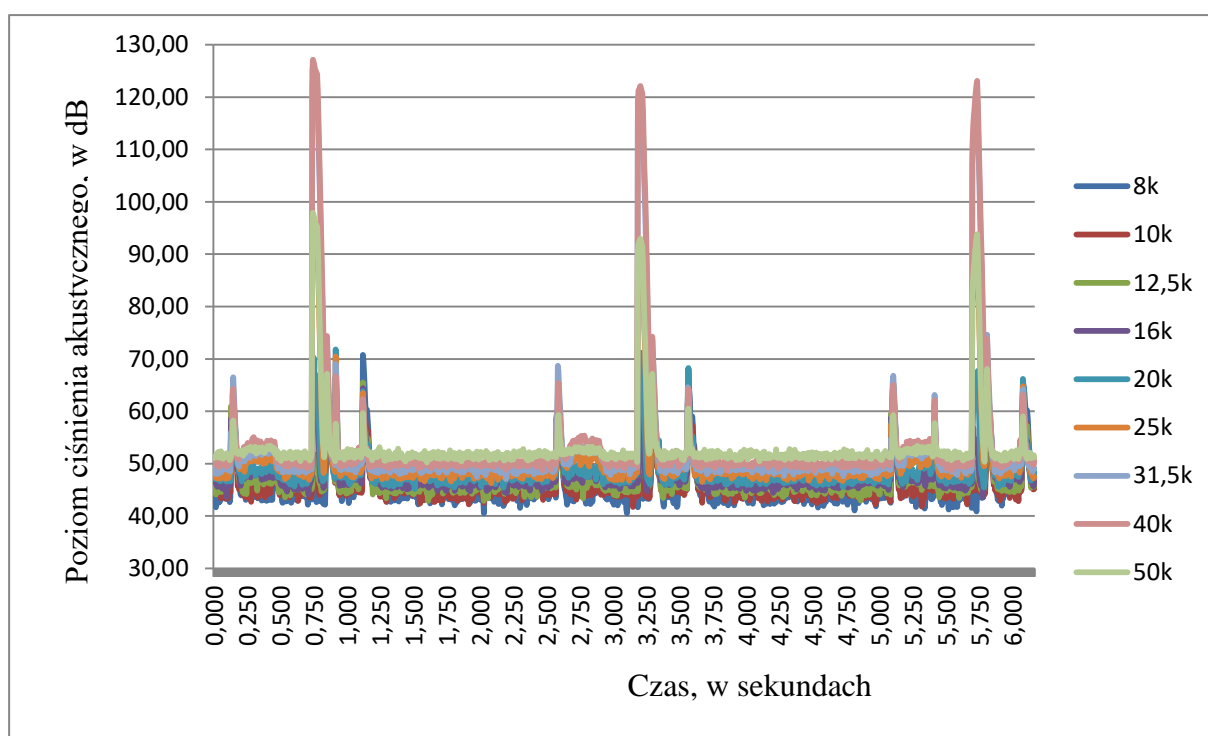


Rys. 1.3-4. Kierunkowość promieniowania urządzenia w płaszczyźnie pionowej (liczby w kolumnie przy osi OY są wartościami poziomu ciśnienia akustycznego w dB, natomiast liczby na obwodzie wykresu kołowego są wartościami kąta płaskiego w stopniach od przyjętej osi głównej źródła).

Podsumowując, podaną w rozdziale 6 metodę, można zastosować do określania emisji hałasu źródeł hałasu ultradźwiękowego o stosunkowo wąskim częstotliwościowo paśmie emisji hałasu (zbliżonym do hałasu tonalnego).

1.4. Wyniki badań emisji hałasu zgrzewarki nr 1

Urządzenie zgrzewarka o mocy 1000W (częstotliwość generatora 36 kHz) emitowała impulsowy hałas ultradźwiękowy. Na rys. 1.4-1 podano przebieg czasowy poziomu ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy (w tercjowych pasmach częstotliwości od 8kHz do 50kHz). W ramach 1 okresu powtarzalności występował jeden impuls główny i trzy impulsy o mniejszych poziomach ciśnienia akustycznego. Czas powtarzania impulsu głównego tj. długość okresu wynosiła 2,45 s, natomiast czas trwania tego impulsu ok. 0,05 s.



Rys. 1.4-1. Przebieg czasowy poziomu ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy (w pasmach częstotliwości od 8kHz do 50kHz) obejmujący 3 impulsy.

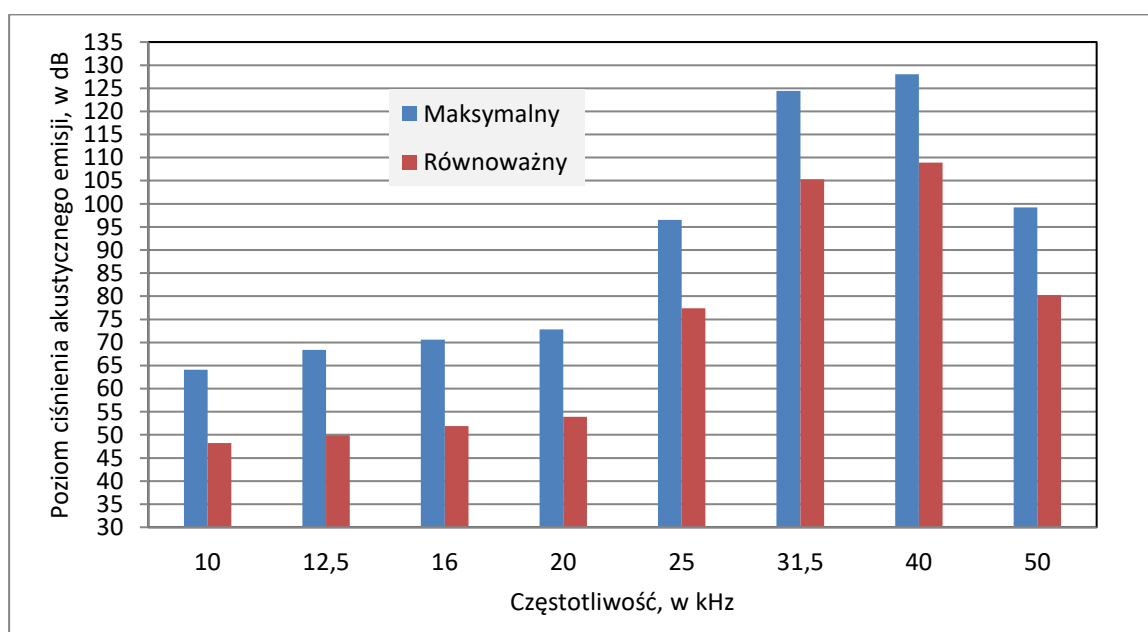
Wartości wielkości określające emisje hałasu zebrano w tabeli 1.4-1.

Tabela 1.4-1. Wartości wielkości określające emisję hałasu ultradźwiękowego badanego urządzenia

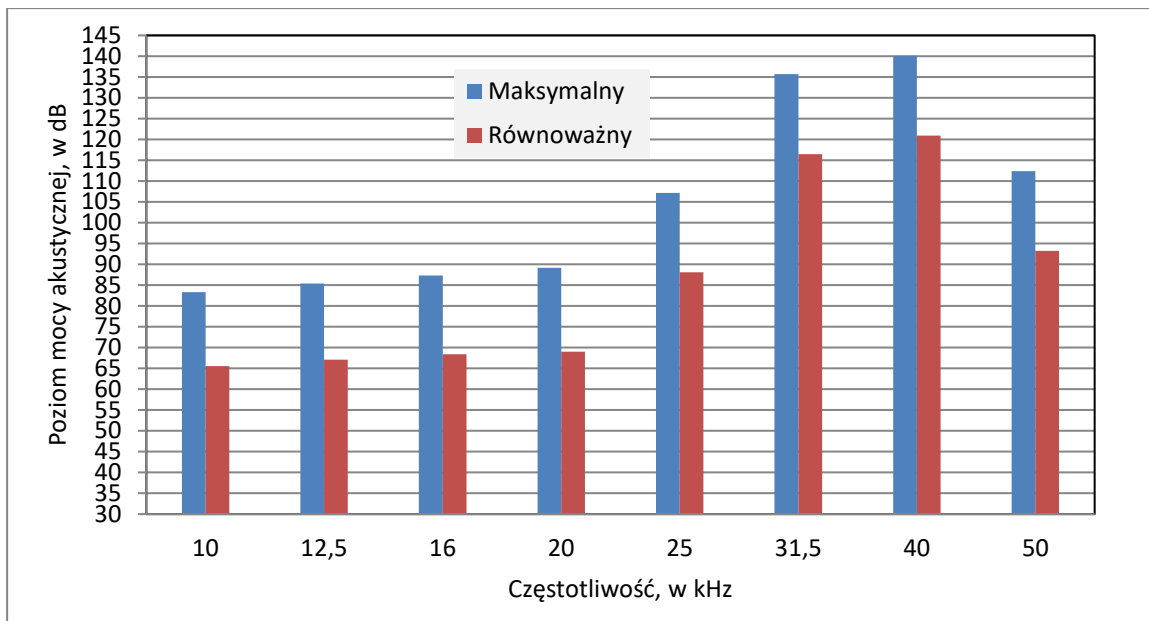
Częstotliwość, w kHz	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego emisji, $L_{pe,max,f}$, w dB	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego emisji, $L_{pe,eq,f}$, w dB-	Maksymalny poziom mocy akustycznej, $L_{w,max,f}$, w dB	Równoważny poziom mocy akustycznej, $L_{w,eq,f}$, w dB
10	64,1	48,2	83,3	65,54
12,5	68,4	49,9	85,4	67,09
16	70,6	51,9	87,3	68,42
20	72,8	53,9	89,2	69,02
25	96,5	77,4	107,2	88,09
31,5	124,4	105,3	135,7	116,49
40	128,0	108,9	140,1	120,91
50	99,2	80,2	112,4	93,27

Wyniki obliczeń wskazują na występowanie emisji hałasu ultradźwiękowego w paśmie częstotliwości obejmującym tercjowe pasma częstotliwości 31,5 kHz i 40 kHz. Dla przypomnienia dopuszczalne wartości hałasu ultradźwiękowego podano w tabeli 1.2-2.

Porównując wyniki pomiarów z wartościami dopuszczalnymi, można stwierdzić, że występujący hałas nie przekracza poziomów dopuszczalnych określonych w rozporządzeniu dotyczącym NDN hałasu [34], ale znajdują się blisko wartości dopuszczalnych.



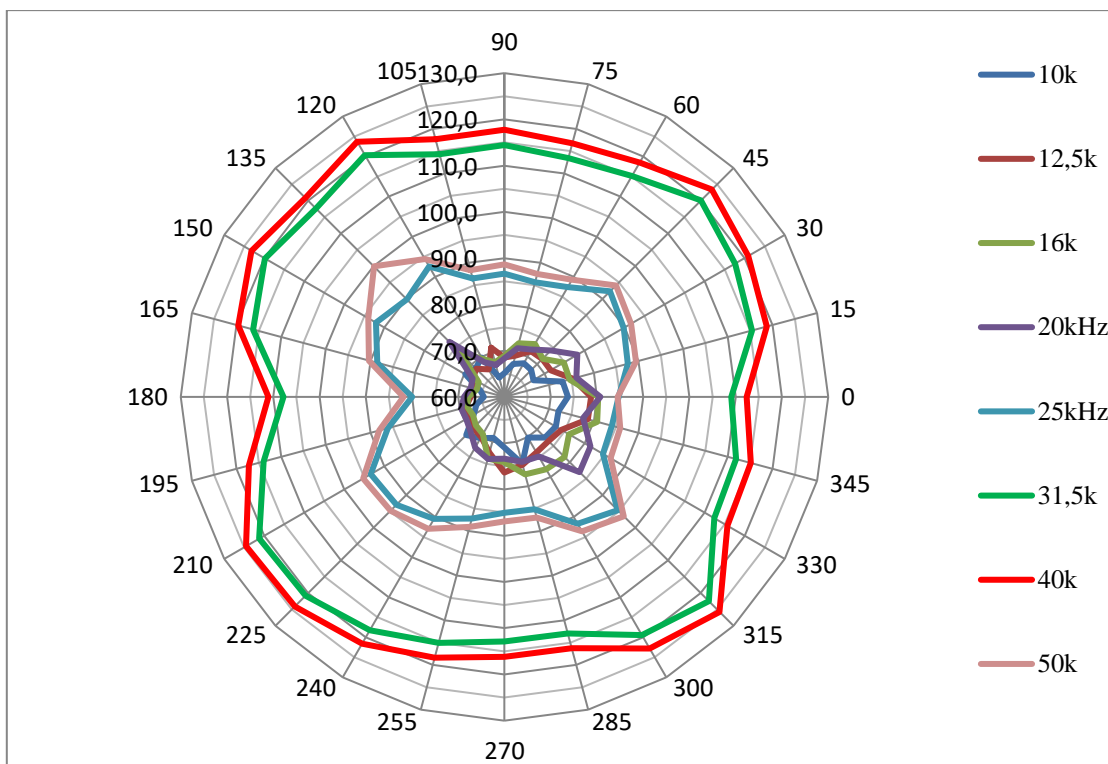
Rys. 1.4-2. Poziomy ciśnienia akustycznego emisji badanego urządzenia



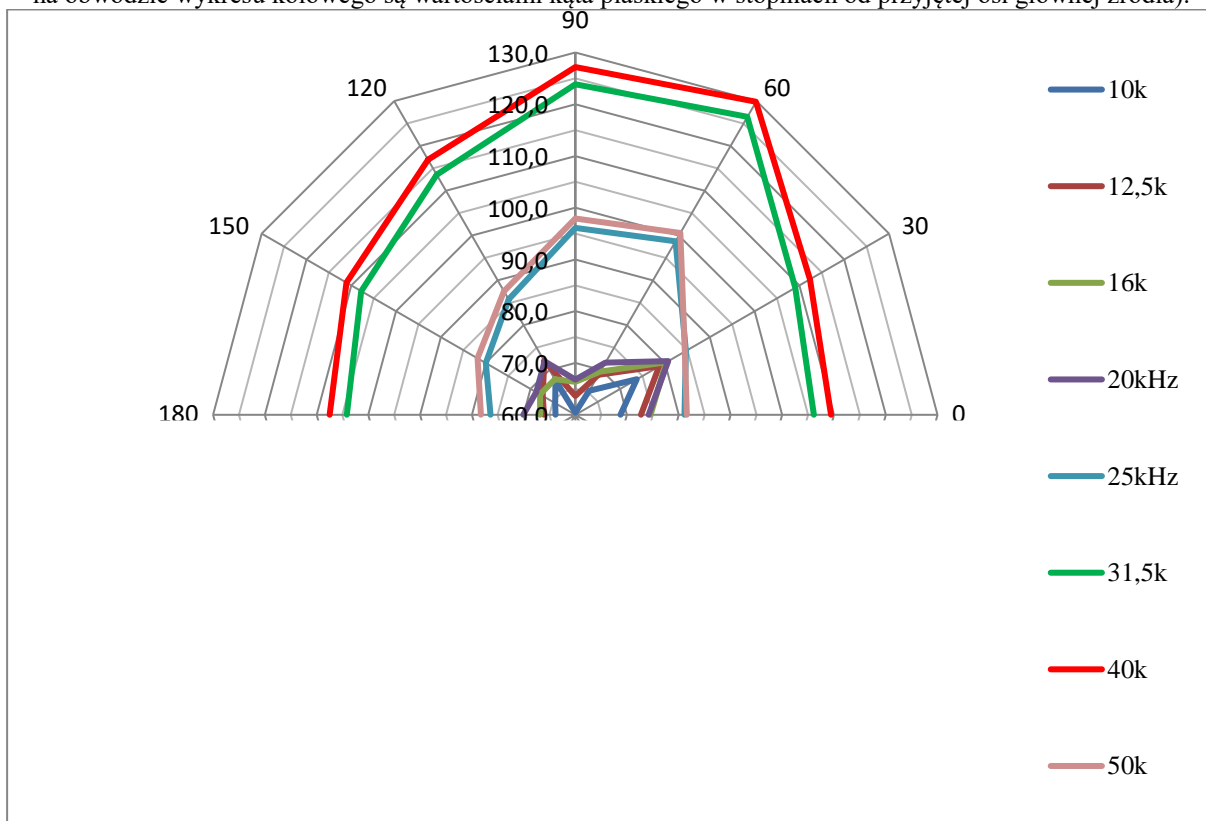
Rys. 1.4-3. Poziomy mocy akustycznej badanego urządzenia

Na rys. 1.4-4 i 1.4-5 pokazano kierunkowość promieniowania urządzenia w płaszczyźnie poziomej i pionowej (w czasie emisji impulsu). Wnika z niej, że źródło emituje energię akustyczną w sposób prawie kierunkowy (różnica poziomów ciśnienia akustycznego z przodu i tyłu źródła w pasmach częstotliwości 31,5 i 40 kHz wynosi 14,7 dB).

Podsumowując, podaną w rozdziale 6 metodę można zastosować do określania emisji hałasu źródeł impulsowych o stosunkowo wąskim częstotliwościowo paśmie emisji hałasu (zbliżonym do widma tonalnego).



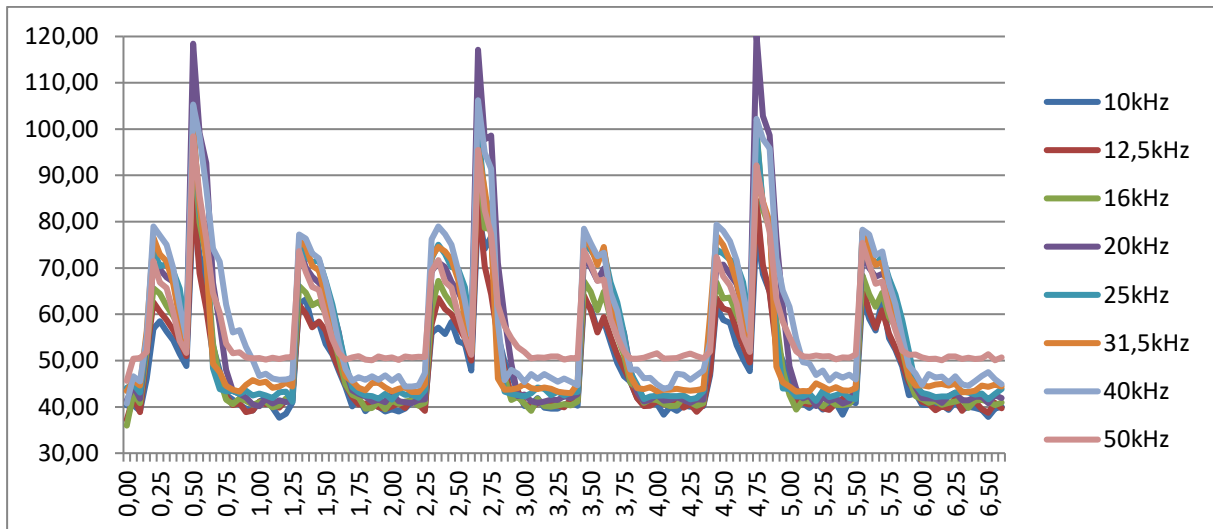
Rys. 1.4-4. Kierunkowość promieniowania urządzenia w płaszczyźnie poziomej (poziom ciśnienia akustycznego w dB) (liczby w kolumnie przy osi OY są wartościami poziomu ciśnienia akustycznego w dB, natomiast liczby na obwodzie wykresu kołowego są wartościami kąta płaskiego w stopniach od przyjętej osi głównej źródła).



Rys. 1.4-5. Kierunkowość promieniowania urządzenia w płaszczyźnie pionowej (poziom ciśnienia akustycznego w dB) (liczby w kolumnie przy osi OY są wartościami poziomu ciśnienia akustycznego w dB, natomiast liczby na obwodzie wykresu kołowego są wartościami kąta płaskiego w stopniach od przyjętej osi głównej źródła).

1.5. Wyniki badań emisji hałasu zgrzewarki nr 2

Urządzenie zgrzewarka 2000W (częstotliwość generatora 20 kHz) emitowała impulsowy hałas ultradźwiękowy. Na rys. 1.5-1 podano przebieg czasowy poziomu ciśnienia akustycznego na powierzchni pomiarowej do pomiaru mocy akustycznej. W ramach 1 okresu powtarzalności występował jeden impuls główny i 2 o mniejszych poziomach ciśnienia akustycznego. Czas powtarzania impulsu głównego tj. długość okresu wynosiła 2,15 s, natomiast czas trwania tego impulsu ok. 0,05 s.



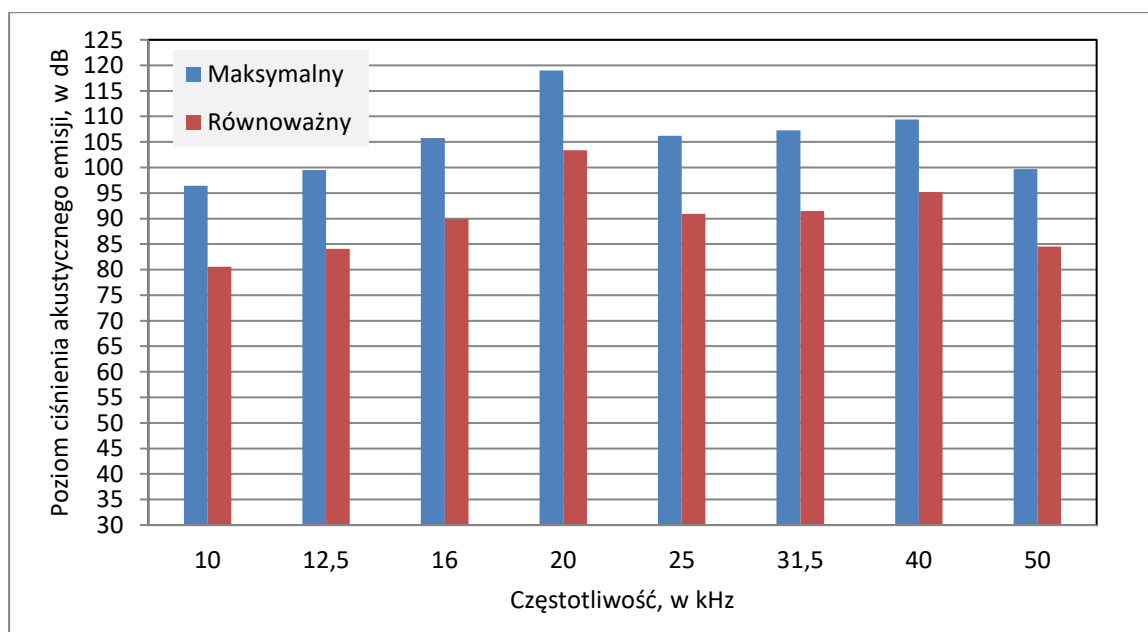
Rys. 1.5-1. Przebieg czasowy poziomu ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy (w pasmach częstotliwości od 8kHz do 50kHz) obejmujący 3 impulsy.

Wartości wielkości określające emisję hałasu zebrano w tabeli 1.5-1.

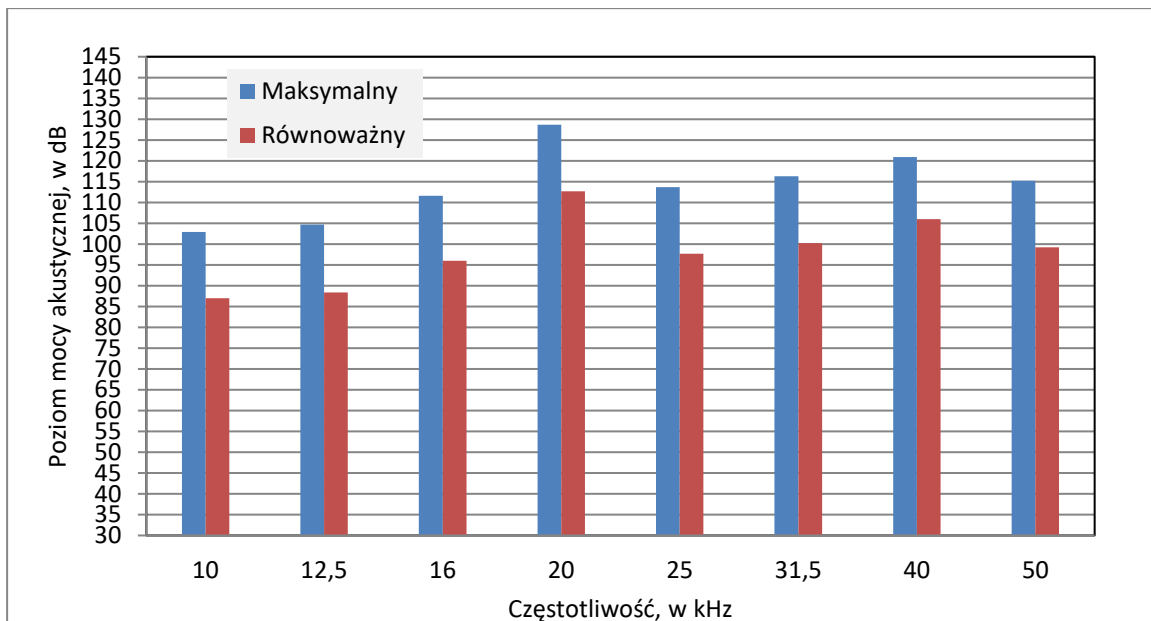
Tabela 1.5-1. Wartości wielkości określające emisję hałasu ultradźwiękowego badanego urządzenia

Częstotliwość, w kHz	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego emisji, $L_{pe,max,f}$, w dB	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego emisji, $L_{pe,eq,f}$, w dB-	Maksymalny poziom mocy akustycznej, $L_{w,max,f}$, w dB	Równoważny poziom mocy akustycznej, $L_{w,eq,f}$, w dB
10	96,4	80,6 (dop. 80)	102,9	87,0
12,5	99,5	84,1(dop. 80)	104,7	88,4
16	105,8(dopuszczalny 100)	89,9(dop. 80)	111,6	96,0
20	119,0 (dopuszczalny 110)	103,4(dop. 90)	128,7	112,7
25	106,2	90,9	113,7	97,7
31,5	107,3	91,5	116,3	100,2
40	109,4	95,2	120,9	106,0
50	99,7	84,5	115,2	99,2

Wyniki obliczeń wskazują na występowanie emisji hałasu ultradźwiękowego w paśmie częstotliwości obejmującym tercjowe pasma częstotliwości 20 kHz i w mniejszym stopniu 40 kHz. Dla przypomnienia dopuszczalne wartości hałasu ultradźwiękowego podano w tabeli 1.2-2. Wynika z nich, że poziom ekspozycji na hałas przekracza poziomy NDN hałasu [34], o 9 dB.

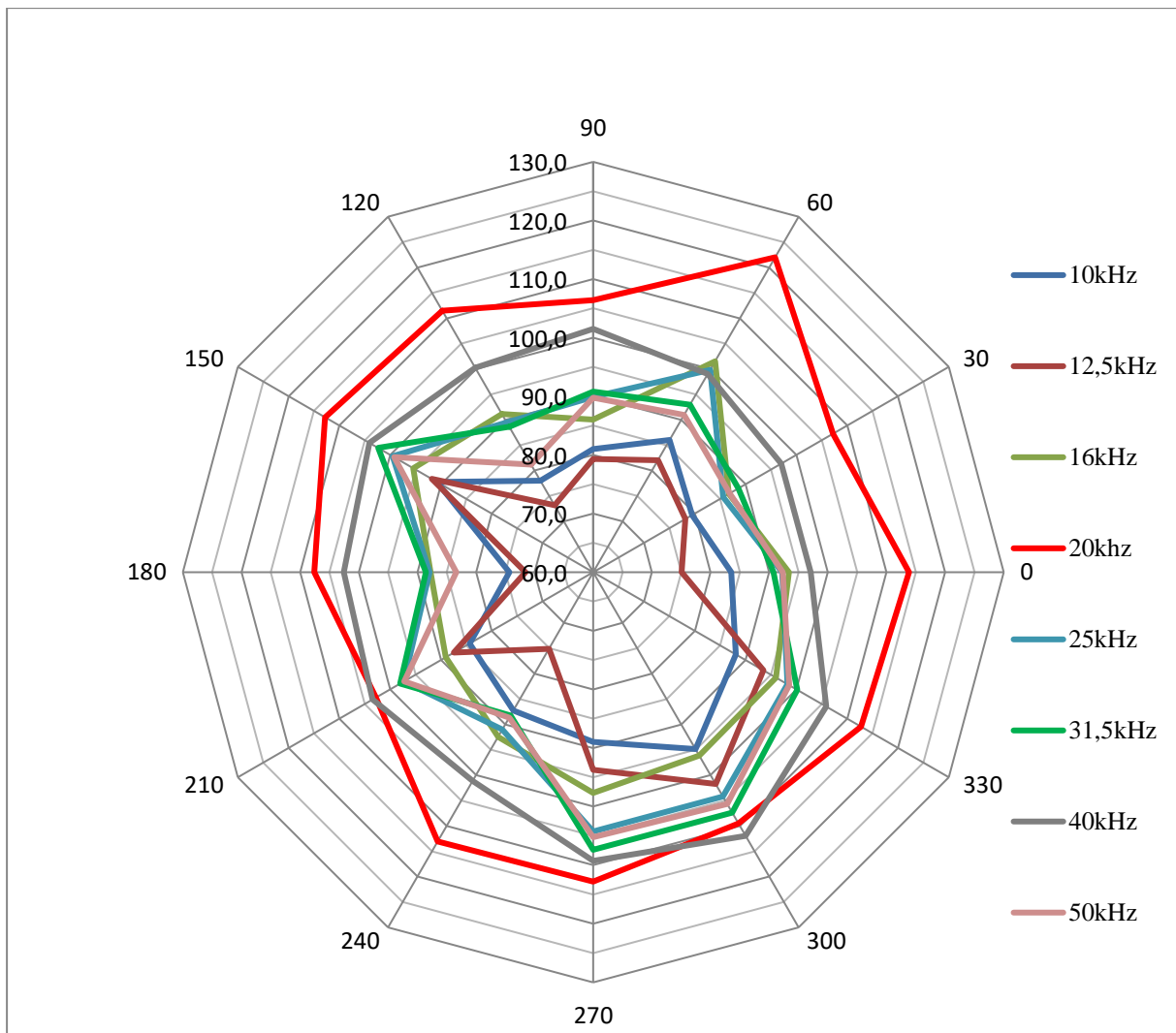


Rys. 1.5-2. Poziomy ciśnienia akustycznego emisji badanego urządzenia

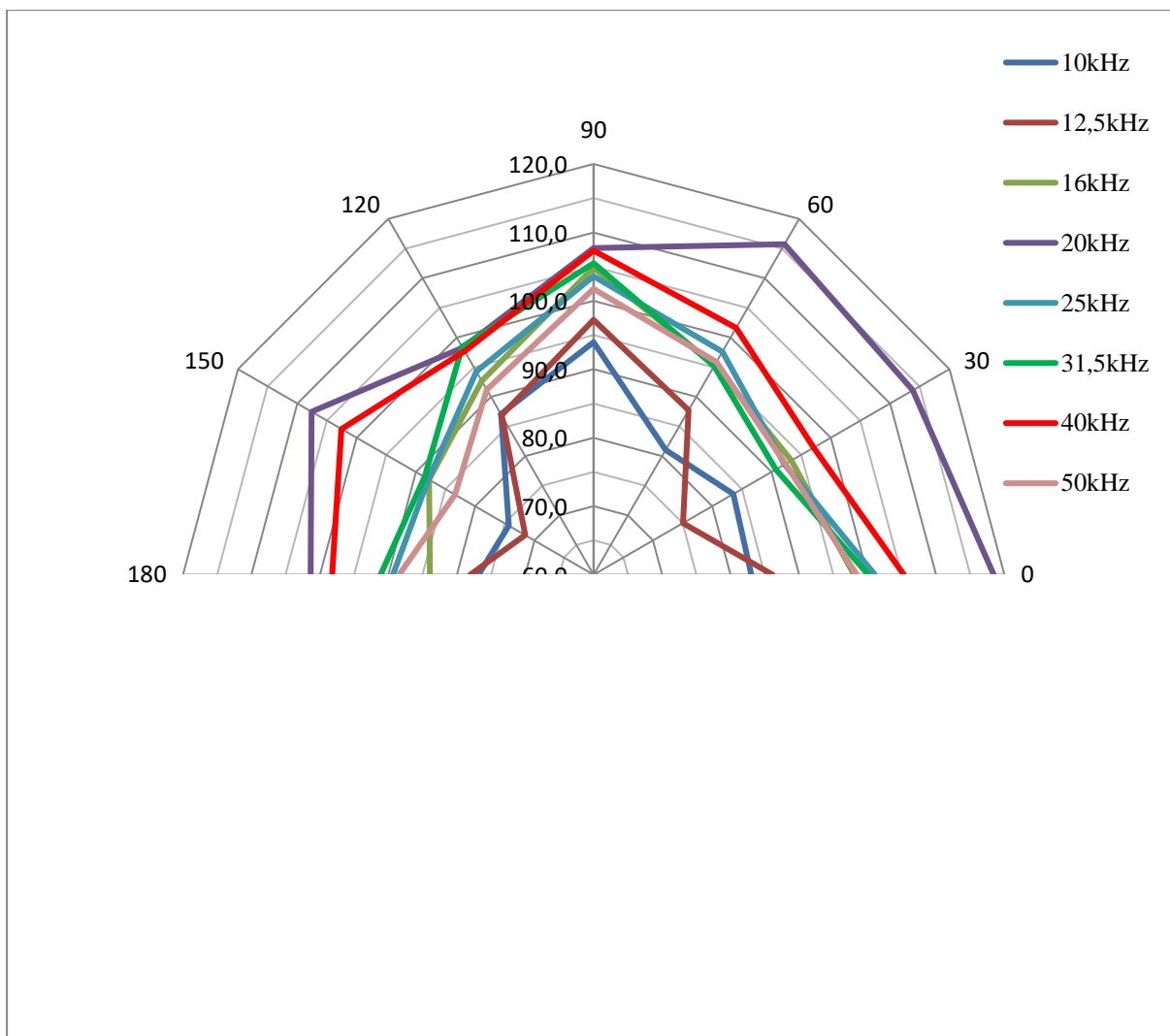


Rys. 1.5-3. Poziomy mocy akustycznej badanego urządzenia

Na rys. 1.4-4 i 1.4-5 pokazano kierunkowość promieniowania urządzenia w płaszczyźnie poziomej i pionowej (w czasie emisji impulsu). Wnika z niej, że źródło emituje energię akustyczną w sposób kierunkowy (różnica poziomów ciśnienia akustycznego z przodu i tyłu źródła w pasmach częstotliwości 31,5 i 40 kHz wynosi 14,7 dB).



Rys. 1.5-4. Kierunkowość promieniowania urządzenia w płaszczyźnie poziomej (poziom ciśnienia akustycznego w dB) (liczby w kolumnie przy osi OY są wartościami poziomu ciśnienia akustycznego w dB, natomiast liczby na obwodzie wykresu kołowego są wartościami kąta płaskiego w stopniach od przyjętej osi głównej źródła).



Rys. 1.4-5. Kierunkowość promieniowania urządzenia w płaszczyźnie pionowej (poziom ciśnienia akustycznego w dB) (liczby w kolumnie przy osi OY są wartościami poziomu ciśnienia akustycznego w dB, natomiast liczby na obwodzie wykresu kołowego są wartościami kąta płaskiego w stopniach od przyjętej osi głównej źródła).

Literatura

1. Hassall J.R. and Zaveri K. (1979). "Acoustic Noise Measurements", Bruel & Kjaer, Denmark, 1–280.
2. Kling C., Koch C. and Kühler R. (2015). "Measurement and assessment of airborne ultrasound noise", Proceedings The 22nd International Congress on Sound and Vibration, Italy.
3. Koton J. (1986). „Ultradźwięki”, Inst. Wyd. Zw. Zaw., Warszawa, 1–125.
4. Koton J. (1988). „Przemysłowe źródła hałasu ultradźwiękowego, Bezpieczeństwo Pracy, 10, 11–15.
5. Mikulski W., Smagowska B. (2016). „Hałas ultradźwiękowy na wybranych stanowiskach pracy”, XXXIV Zimowa Szkoła Zwalczania Zagrożeń Wibroakustycznych, Ustroń 27.02-03.03.2006.
6. Mikulski W. (2013). "Method of determining the sound absorbing coefficient of materials within the frequency range of 5000-50000 Hz in a test chamber of a volume of about 2 m³", Archives of Acoustics, 38, 2, 177-183.
7. 23. Mikulski W., Radosz J. (2009). „Metoda określania poziomu mocy akustycznej źródeł hałasu ultradźwiękowego. Określenie kryteriów ustalania minimalnej liczby punktów pomiarowych”, 56 Otwarte Seminarium Akustyki, Warszawa-Goniądz, 15-18.09.2009r.
8. 24. Mikulski W., Radosz J. (2010). „Określanie poziomu mocy akustycznej źródeł hałasu ultradźwiękowego na podstawie pomiaru średniego poziomu ciśnienia akustycznego na powierzchni pomiarowej metodą omiatania”, XV Konferencja Noise Control, Książ-Wrocław, 6-9.06.2010r.
9. 25. Mikulski W. (2017). „Metoda określania poziomu mocy akustycznej źródeł hałasu w zakresie częstotliwości powyżej 10kHz”. XLV Szkoła Zimowa Akustyki Środowiska i Wibroakustyki, Szczyrk, 27.02-3.3.2017r.
10. Mikulski W. (2017). „Określanie emisji hałasu źródeł w zakresie częstotliwości 10-40 kHz”. WIBROTECH, Pruszków, 19-20.05.2017.
11. Pawlaczyk-Łuszczynska M., Koton J. and Augustyńska D. (2001). „Hałas ultradźwiękowy”, Podst. i Metody Oceny Środowiska Pracy, 17, 2(28), 89–95.
12. Pawlaczyk-Łuszczynska M., Dudarewicz A. and Śliwińska-Kowalska M. (2007). „Źródła ekspozycji zawodowej na hałas ultradźwiękowy – ocena wybranych urządzeń”. Medycyna Pracy 2007. (58), str.105-116.
13. Pleban D. (2012). "Methods of determination of sound absorption properties of materials in frequency range above 4000 Hz", Proc. INTER-NOISE 2012.
14. Pleban D. (2013). "Method of testing of sound absorption properties of materials intended for ultrasonic noise protection", Archive of Acoustics, 38, 2, 191-195.
15. Radosz J. (2012). "Methodology issues of ultrasonic noise exposure assessment". NOISE CONTROL ENG J 60 (6): 645-654 NOV 2012.
16. Radosz J. (2014). "Uncertainty due to instrumentation for sound pressure level measurement in high frequency range", Noise Control Eng. J., 62, 4, 186–195.
17. Radosz J. (2015). "Procedura pomiaru hałasu ultradźwiękowego", Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy (PIMOS), 4, 86, 169–190.
18. Smagowska B. (2011). "Ultrasonic noise at workstations with machinery and devices with air compression", [in Polish], Bezpieczeństwo Pracy-Nauka i Praktyka, 7/8, 38-41.
19. Smagowska B. (2012). "Źródła hałasu ultradźwiękowego w środowisku pracy", XL Szkoła Zimowa Zwalczania Zagrożeń Wibroakustycznych, Gliwice – Szczyrk, 27.02 – 2.03.2012.
20. Smagowska B. (2013). "Ultrasonic Noise Sources in a Work Environment", Archives of Acoustics, 38, 169–176.
21. Smagowska B. and Mikulski W. (2008). "Hałas ultradźwiękowy na stanowiskach pracy dźwazek ultradźwiękowych – ocena ryzyka zawodowego", Bezpieczeństwo Pracy-Nauka i Praktyka, 10, 18-22.
22. Smagowska B., Mikulski W., Jakubowska I. (2014). "Sound absorbing materials for collective protections against ultrasonic noise research results", Bezpieczeństwo Pracy-Nauka i Praktyka, 5, 24-26.

23. Śliwiński A. (2001). „Ultradźwięki i ich zastosowania”. WNT. Warszawa.
24. Śliwiński A. (2013). “Assessment of ultrasonic noise hazard in work places environment”, Arch. Acoust. 38, 243–252.
25. Śliwiński A. (2016). “On the Noise Hazard Assessment within the Intermediate Range of the High Audible and the Low Ultrasonic Frequencies”. Archives of Acoustics, 41, No. 2, 331-338.
26. 57.PN-EN ISO 3744:2011, Akustyka - Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej i poziomów energii akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego – Metody techniczne stosowane w warunkach zbliżonych do pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk.
27. 58.PN-EN ISO 3746:2011, Akustyka - Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej i poziomów energii akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego – Metoda orientacyjna z zastosowaniem otaczającej powierzchni pomiarowej nad płaszczyzną odbijającą dźwięk.
28. 59.PN-EN ISO 11201:2012, Akustyka -- Hałas emitowany przez maszyny i urządzenia -- Wyznaczanie poziomów ciśnienia akustycznego emisji na stanowisku pracy i w innych określonych miejscach w warunkach zbliżonych do pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk z pomijalnymi poprawkami środowiskowymi
29. 60.PN-EN ISO 11202: 2012, Akustyka -- Hałas emitowany przez maszyny i urządzenia -- Wyznaczanie poziomów ciśnienia akustycznego emisji na stanowisku pracy i w innych określonych miejscach z zastosowaniem przybliżonych poprawek środowiskowych
30. 61.PN-EN ISO 9295:2015-09 Akustyka -- Wyznaczanie poziomów mocy hałasu wysokiej częstotliwości emitowanego przez maszyny i urządzenia.
31. PN-EN ISO 4871:2012, Akustyka – Deklarowanie i weryfikowanie wartości emisji hałasu maszyn i urz.
32. PN-ISO 9613-1:2000 Akustyka - Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej - Obliczanie pochłaniania dźwięku przez atmosferę.
33. PN-ISO 9613-2:2002 Akustyka - Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej - Ogólna metoda obliczania.
34. Obwieszczenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dn. 7 czerwca 2017 r. (Dz.U. 2017 poz. 1348 z 7 lipca 2017) w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.
35. Rozporządzenie Rady Ministrów z 3 kwietnia 2017 (Dz.U.2017 poz. 796) w sprawie uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży i kobiet karmiących dziecko piersią (poprzednie RRM 30 lipca 2002r. Dz.U. Nr 127 poz. 1092, RRM 29 października 2015 Dz.U. 2015.1737).
36. .Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 29 sierpnia 2016 r. (Dz.U. 20161509) w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom w ciąży.
37. Rozporządzenie Ministerstwa Pracy i Polityki Socjalnej z 6 czerwca 2008r. (Dz.U. Nr 108 z 2008r Poz.690) zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (zmiana Dz.U. 2011 nr 173 poz. 1034).
38. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z 5 sierpnia 2005r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (Dz.U. Nr 157 poz. 1318 z 19 sierpnia 2005) (wdraża przepisy Dyrektyw 2002/44/WE i 2003/10/WE)
39. Dyrektywa 2000/14/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 8 maja 2000 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw państw członkowskich dotyczących emisji hałasu do środowiska przez urządzenia używane na zewnątrz pomieszczeń.
40. Dyrektywa 2005/88/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 grudnia 2005 r. zmieniająca dyrektywę 2000/14/WE w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do emisji hałasu do środowiska przez urządzenia używane na zewnątrz pomieszczeń.
41. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 21 grudnia 2005r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do

- środowiska (Dz.U. Nr 263 poz. 2202) (zmiany RMG 15 lutego 2006r. Dz.U. Nr 32 poz. 223 i 28 maja 2007 r. oraz Dz.U. Nr 105 poz. 718 z 14 czerwca 2007)
42. Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn
 43. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 21 października 2008r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz.U. Nr 199, poz. 1228) (zmiany RMG 13 czerwca 2011 Dz.U. 2011 nr 124 poz. 701) (wdraża przepisy Dyrektywy 2006/42/WE).