

TYTUŁ

Badania hałasu i drgań równiarki Mista RD-165-FHAD mające na celu zmniejszenie jej szkodliwego wpływu na środowisko.

TITLE

Study on the noise emission of a MISTA RD-165 FHAD grader in order to reduce harmful environmental impact.

Wojciech Zawiejski, Janusz Kobiąłka

STRESZCZENIE

Hałas emitowany przez maszyny budowlane jest jednym z głównych czynników szkodliwych wpływających na zdrowie osób przebywających w obszarze oddziaływania tych maszyn. Narażeniom hałasowym poddane są osoby bezpośrednio zaangażowane w pracę, ale również osoby trzecie znajdujące się w otoczeniu. Artykuł porusza zagadnienia badania hałasu w maszynach budowlanych podlegających pod dyrektywę Unii Europejskiej 2005/88/WE. Omówione zostały sposoby badania hałasu w trakcie produkcji i certyfikacji maszyn. Przedstawiono podstawowe informacje dotyczące przeprowadzania badań emisji hałasu do otoczenia. Przywołano dokumenty odniesienia i normy badawcze które regulują te badania.

Na przykładzie równiarki drogowej Mista RD-165 FHAD, która podlega limitom emisji hałasu, przedstawiono prowadzenie badań podczas prac projektowych i badawczo-rozwojowych. Przedstawione zostały wyniki pomiarów hałasu i wyznaczona moc akustyczna maszyny. Badania były wykonywane na dwóch etapach prac konstrukcyjnych. W artykule zaprezentowano efekty prac doskonalących konstrukcję pod względem zmniejszenia emisji hałasu do otoczenia.

ABSTRACT

Noise emitted by construction machinery is one of the most important harmful factors having impact on human health. The noise emission risk comprises people working on the construction site but as well third party person which are in the wide work environment of the machine. The article concerns the issues of noise level and noise emission measurements applied in heavy machinery / construction machinery which are covered by the EU directive 2005/88/EC. The methods of noise testing during production cycle and in the certification process has been described. The basic information about testing the noise emission to the environment has been presented. The reference documents and EU standards concerning this topic has been described.

The noise testing methods has been presented based on the prototyping and R&D cycle of the Mista RD-165 FHAD grader which is subjected to the European noise limits. The results of noise measurements and sound power level determination has been presented. The testing procedure where implemented during two stages of R&D cycle. The article describes the effects of the improvements in the grader focused on noise emission limitation.

WSTĘP

Każda wprowadzona do użytkowania maszyna na terytorium któregośkolwiek z państw Unii Europejskiej musi posiadać oznakowanie znakiem CE. Oznaczenie to potwierdza, że urządzenie zostało poddane procesowi badań na wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia osób je

użytkujących określonych w Dyrektywach Nowego Podejścia i/lub normach z nimi zharmonizowanych oraz że spełnia te wymagania.

W cyklu projektowania, a następnie certyfikacji nowych maszyn budowlanych prowadzi się badania ukierunkowane na oddziaływanie szkodliwych czynników na zdrowie ludzkie. Wśród takich badań wymienić można badania: hałasu emitowanego przez maszynę do środowiska, hałasu występującego na stanowisku operatora i drgań mechanicznych oddziałujących na użytkownika maszyny.

Hałas emitowany do środowiska przez maszyny do robót ziemnych jest elementem składowym hałasu ulicznego, drogowego. Ten rodzaj hałasu w ocenie ludzi jest uważany za najbardziej szkodliwy i uciążliwy. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku zostały opublikowane w Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 stycznia 2014 r.. Badania przeprowadzone przez Inspekcję Ochrony Środowiska pokazały, że hałasem drogowym powyżej 65dB jest zagrożone aż 54% ludności w Polsce. Dlatego tak ważne jest ograniczanie hałasu emitowanego do środowiska przez każdy pojazd funkcjonujący w obrębie drogi i jej okolicy, a także budowy.

Istotne jest też ograniczanie hałasu i drgań oddziałujących na operatora maszyn wewnątrz pojazdu, na miejscu jego pracy. Dopuszczalne poziomy tych zagrożeń są przedstawione w Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy oraz Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne. Uregulowania BHP ograniczają narażenia na czynniki szkodliwe jakim może być poddawany pracownik obsługujący maszyny. Ekspozycja na hałas i drgania jest w tym przypadku określana w przeliczeniu dla 8 godzinnego dnia pracy. Aby nadzór BHP był możliwy wymagane jest aby producent informował w dokumentacji maszyny o tym jakie są poziomy narażenia na hałas i drgania w miejscu pracy operatora, a także jaką maszyna posiada moc akustyczną.

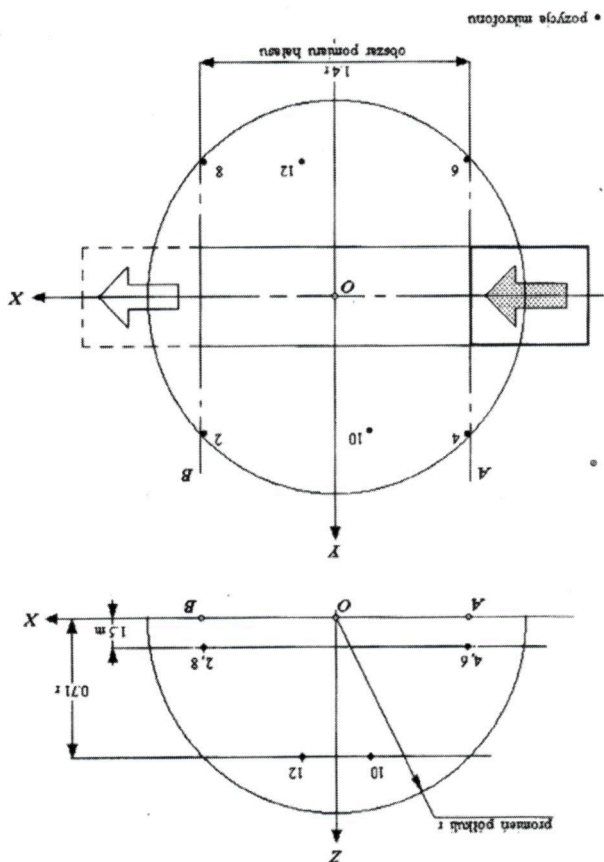
OBIEKT BADAŃ I METODA BADAŃ

Przykładem maszyny, która podlega pod wyżej wymienione wymagania i została poddana badaniom wibroakustycznym na etapie prototypowania i następnie wdrażania produkcji nowego wyrobu jest równiarka typu RD-165 FHAD wyprodukowana przez firmę MISTA Sp. z o.o. Stalowa Wola. Egzemplarz maszyny przeznaczony do badań został wskazany przez zleceniodawcę, tj. firmę Mista. Równiarka wyposażona była w silnik o mocy 129kW o maksymalnych obrotach $2200^{obr}/_{min}$ i do chwili rozpoczęcia pomiarów przepracowała 10mth (Rys. 1).



Rys. 1. Widok równiarki poddanej badaniu

Równiarkę poddano badaniom emisji hałasu do środowiska, które poprowadzono według normy PN-EN ISO 3744, a szczegółowo prowadzenie pomiarów, przygotowanie obiektu badań i obróbka wyników była prowadzona według normy branżowej dla maszyn do robót ziemnych o numerze ISO 6395. Ta druga norma szczegółowo precyzuje metodę badawczą mającą na celu wyznaczenie mocy akustycznej dla wszystkich powszechnie spotykanych maszyn do robót ziemnych. Wymagania dotyczące równiarek zostały przedstawione w załączniku G normy ISO 6395. Maszyna jest poddawana pomiarom uśrednionych w czasie poziomów ciśnienia akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową A w punktach znajdujących się wokół maszyn, rozlokowanych na określonej powierzchni pomiarowej, która jest dopasowana do obiektu badań. W przypadku maszyn do robót ziemnych jest to zazwyczaj półkula lub ćwiec kula z płaszczyzną odbijającą dźwięk, którą zastosowano ćwiec kule z utwardzeniem płytami betonowymi, a sama maszyna, ze względu na ogumienie pneumatyczne, poruszała się po utwardzonej powierzchni. Promień ćwiec kuli wynosił 16m. Do pomiarów użyto zestawu mikrofonów Bruel & Kjaer połączonych z rejestratorem przenośnym PULSE. Mikrofony rozlokowano w 3 punktach pomiarowych wg. wskazań normy, a pomiary prowadzono podczas ustawienia maszyn w obu kierunkach wzdłuż osi X, odzwierciedlając w ten sposób pomiar na półkuli. Dla równiaraki norma przewiduje cykl pracy polegający wyłączenie na jeździe do przodu. Na podstawie uśrednionego wyniku pomiaru ciśnienia akustycznego obliczona została moc akustyczna maszyny.



Rys. 2 Schemat układu mikrofonów do wyznaczania mocy akustycznej. Źródło: ISO 6395.

Pozostałe badania maszyny dotyczyły stanowiska pracy operatora tej maszyny. Wewnątrz kabiny został zmierzony hałas oddziałujący na operatora oraz poziom drgań ogólnych i miejscowych którym poddany jest operator podczas cyklu pracy.

Badania hałasu oddziałującego na operatora wykonano zgodnie z metodą określoną w normie ISO 6396. Mikrofon pomiarowy urządzenia SONOPAN SON-50 był umieszczony na kasku operatora w pobliżu jego ucha i skierowany w kierunku wzroku operatora. Przeprowadzono trzy pomiary trwające po 5 minut każdy, podczas pracy maszyny polegającej na jeździe po terenie poligonu badawczego, zarówno po nawierzchni nieutwardzonej, jak i utwardzonej. Podczas przejazdów zostały zmierzone:

- równoważnego poziomu dźwięku skorygowanego charakterystyką częstotliwościową A,
- maksymalnego poziomu dźwięku skorygowanego charakterystyką częstotliwościową A,
- szczytowego poziomu dźwięku skorygowanego charakterystyką częstotliwościową C

Normą, która reguluje zasady badania maszyn samojezdnych pod kątem emisji drgań jest norma PN-EN 1032+A1. Ponadto odrębne normy określają zasady pomiarów i wyznaczania ekspozycji na dwa rodzaje drgań oddziałujące na człowieka pracującego przy maszynach.

Podstawowym rodzajem drgań są drgania ogólne, które oddziałują na całe ciało człowieka. Tych drgań dotyczy norma PN-EN 14253 +A1. Takie drgania wprowadzane są do organizmu albo poprzez podłoże, na którym pracuje operator maszyny w pozycji stojącej, albo poprzez siedzisko, w przypadku operatora siedzącego. Ta druga sytuacja jest najczęściej spotykana w maszynach do robót ziemnych. Badanie odbywa się poprzez pomiar specjalnym siedziskowym czujnikiem drgań mierzącym w trzech osiach układu współrzędnych, który umieszczony jest na środku siedziska i dociśnięty ciężarem ciała operatora.

Drugi typ drgań to te działające miejscowo, a więc w miejscu uchwytów maszyny, które operator trzyma dłońmi. Może to być np. kierownica pojazdu lub inne rękojeści lub manipulatory. Do takich elementów montowany jest czujnik trójosiowy, którego orientacja jest określona w normie PN-EN ISO 5349, określającej metodę pomiaru drgań miejscowych. Pomiaru drgań zarówno miejscowych jak i ogólnych dokonuje się poprzez rejestrację ich przebiegu w czasie, który jest reprezentatywny dla charakterystyki działania danej maszyny, tzn. obejmującego pełną zmienność emitowanych drgań. Następnie przebiegi drgań są poddawane analizie tercjowej, w wyniku której otrzymujemy wyniki przyspieszeń drgań w 1/3 oktaowych pasmach częstotliwości. Skuteczne przyspieszenia drgań w pasmach częstotliwościowych są korygowane przez filtry, które wykonują ważenie częstotliwościowe według określonych w wyżej wymienionych normach krzywych ważenia częstotliwościowego. Drgania ogólne i miejscowe mają osobne krzywe ważenia, wynikające z charakterystyki oddziaływania tych drgań na organizm ludzki. W równiarce pomiary drgań wykonano zestawem 2 czujników trójosiowych połączonych z przenośnym rejestratorem produkcji Bruel & Kjaer. Przebiegi były poddane analizie na dedykowanym oprogramowaniu. Pomiary zostały wykonane podczas przejazdów trwających 5 minut każdy. Zarejestrowano 5 przebiegów a następnie wyniki zostały uśrednione z tych przebiegów.

WYNIKI BADAŃ

BADANIA MOCY AKUSTYCZNEJ I UDOSKONALENIA OGRANICZAJĄCE EMISJĘ HAŁASU.

Badania mocy akustycznej dla równiarki Mista RD-165 FHAD były prowadzone na 2 etapach prac badawczo rozwojowych nad maszyną. Pierwsze pomiary zostały wykonane na etapie powstania pierwszej wersji prototypu. Maszyna badana na tym etapie miała opracowaną konstrukcję nośną i układ napędu, natomiast nie były jeszcze dopracowane elementy wykańczające nadwozie takie jak

pokrywy silnika, chłodnic, czy też elementy mocujące i izolujące układ wydechowy. Przeprowadzone na tym etapie pomiary dały wskazanie o szacunkowym poziomie mocy akustycznej dla prototypowej maszyny. Wyniki badań tego etapu nieznacznie przekroczyły dopuszczalny gwarantowany poziom mocy akustycznej, tzn. margines niepewności pomiarowej - $107,5 \pm 1,9$ dB (A) wykraczał poza limit narzucony przez dyrektywę hałasową dla przedmiotowej równiarki o mocy 129 kW, który to wynosił $L_{WA} \leq 108$ dB(A). Oznaczało to, że gwarantowany poziom mocy akustycznej nie mieścił się w limicie.

Równiarka została poddana dalszym pracom, w wyniku których zaprojektowano pokrywy silnika. Od wewnętrznej strony tych pokryw zastosowano wykładziny wygłuszające. Zamontowano żaluzję kierującą rozchodzenie się hałasu z wentylatora chłodnicy w kierunku podłoża. Poprawiono montaż układu wydechowego, izolując go od nadwozia. Druga seria pomiarów równiarki objęła już egzemplarz produkcyjny maszyny. Wyniki badań obu serii zestawiono w tabeli 4. Badania maszyny po zakończeniu prac rozwojowych dały satysfakcjonujące wyniki. Wyznaczony poziom mocy akustycznej obniżył się na tyle, że uwzględniając niepewność pomiaru możliwe jest zagwarantowanie spełnienia wymagań dyrektywy hałasowej UE o nr 2005/88/WE.

Tab. 1 Zestawienie wyników badań mocy akustycznej wykonywanych na prototypie i na egzemplarzu produkcyjnym po modyfikacjach

Cykl pomiarowy	Badania prototypu			Badania egzemplarza produkcyjnego		
	pomiar 1	pomiar 2	pomiar 3	pomiar 1	pomiar 2	pomiar 3
Poziom ciśnienia akustycznego uśrednionego na powierzchni pomiarowej dla cyklu jazdy	75,2	75,4	75,4	71,9	71,8	71,8
Wartość poziomu mocy akustycznej na podstawie średniej z dwóch największych pomiarów ciśnienia akustycznego	107,5 dB (A)			103,9 dB (A)		

Tab. 2 Zestawienie wyników pomiarów równoważnego poziomu dźwięku w punktach na płaszczyźnie pomiarowej wykonywanych na prototypie i na egzemplarzu produkcyjnym po modyfikacjach

Punkty pom. wg rys.1	Równoważny poziom dźwięku dB(A) – pomiar prototypu			Równoważny poziom dźwięku dB(A) – pomiar egzemplarza produkcyjnego		
	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3
4	77,3	77,3	77,2	74,0	74,1	74,1
10	74,2	74,2	74,3	72,2	72,1	71,9
2	75,6	75,6	76,5	69,8	69,7	69,2

8	72,6	72,6	72,4	69,5	69,2	69,1
12	72,1	72,1	72,1	70,0	70,0	70,1
6	76,6	76,6	77,0	73,5	73,3	73,5

Wyniki hałasu oddziałującego na operatora przedstawiono w tabeli 3.

Tab. 3 Wyniki pomiarów hałasu oddziałującego na operatora.

Cykl pomiarowy	Równoważny poziom dźwięku dB(A), L_{Aeq}		
	pomiar 1	pomiar 2	pomiar 3
cykl jazdy do przodu	78,1	78,1	78,9
Wartość średnia z dwóch największych kombinowanych wyników wartości L_{Aeq}	78,5		
Cykl pomiarowy	Maksymalny poziom dźwięku dB(A), L_{Amax}		
	pomiar 1	pomiar 2	pomiar 3
cykl jazdy do przodu	79,9	78,9	78,9
Wartość max	79,9		
Cykl pomiarowy	Maksymalny poziom dźwięku dB(C), L_{Cpeak}		
	pomiar 1	pomiar 2	pomiar 3
cykl jazdy do przodu	106,5	102,1	104,3
Wartość max	106,5		

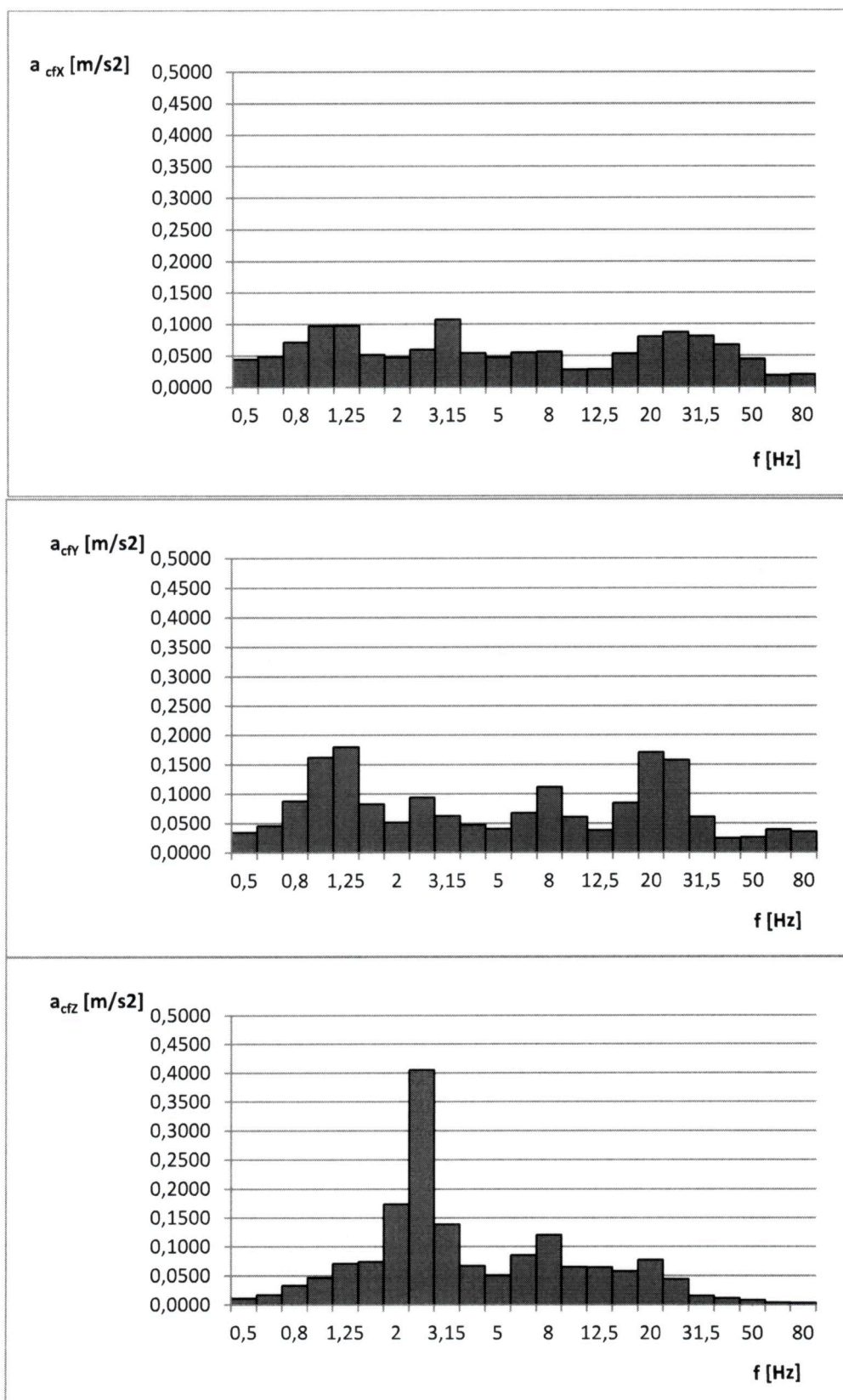
Wyniki badań drgań przedstawiono w formie tabel oraz wykresów widma otrzymanego z analizy trójwymiarowej. Dla drgań miejscowych normy przyjmują tzw. wartość dominującą jako wynik końcowy badań. Wartość dominująca to najwyższa wartość drgań z poszczególnych kierunków pomiaru z uwzględnieniem współczynników przedstawionych w tabeli 2. Oś Z to kierunek wzdłuż kręgosłupa siedzącego operatora, natomiast X to kierunek do przodu, a Y to kierunek na boki W przypadku drgań miejscowych wynikiem badań jest wektor wypadkowy z 3 kierunków pomiaru.

Tab. 4 Wyniki badań drgań ogólnych.

Pasmo	a_{cfX}	a_{cfY}	a_{cfZ}
Hz	m/s ²	m/s ²	m/s ²
0,5	0,0446	0,0342	0,0115
0,63	0,0485	0,0454	0,0176
0,8	0,0716	0,0880	0,0335
1,0	0,0977	0,1622	0,0469
1,25	0,0981	0,1805	0,0706
1,6	0,0514	0,0829	0,0746
2,0	0,0477	0,0518	0,1739
2,5	0,0600	0,0943	0,4052
3,15	0,1077	0,0630	0,1390
4,0	0,0539	0,0472	0,0669
5,0	0,0478	0,0404	0,0510
6,3	0,0553	0,0676	0,0851
8,0	0,0564	0,1118	0,1207
10,0	0,0277	0,0607	0,0650
12,5	0,0280	0,0379	0,0648
16,0	0,0530	0,0846	0,0583
20,0	0,0800	0,1707	0,0777
25,0	0,0870	0,1574	0,0442
31,5	0,0810	0,0605	0,0163
40,0	0,0671	0,0240	0,0119
50,0	0,0447	0,0256	0,0085
63,0	0,0186	0,0388	0,0046
80,0	0,0199	0,0353	0,0041
$a_{w,śr}$	0,203	0,293	0,365
a_{wmax} $\{1,4 \cdot a_{wx}, 1,4 \cdot a_{wy}, a_{wz}\}$	0,411		

Tablica zawiera:

- a_{cf} Ważone częstotliwościowo wartości skuteczne przyspieszenia drgań w tercjowych pasmach częstotliwości,
- $a_{w,śr}$ średniokwadratowe wartości skuteczne przyspieszenia drgań, ważone w dziedzinie częstotliwości
- a_{wmax} skuteczne, ważone częstotliwościowo przyspieszenie drgań dominujące wśród przyspieszeń drgań, wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych z uwzględnieniem właściwych współczynników



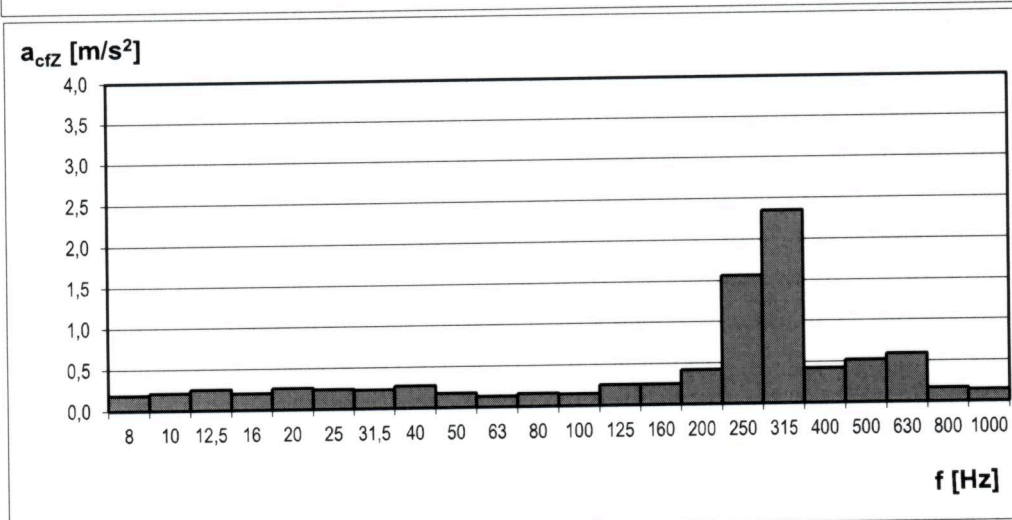
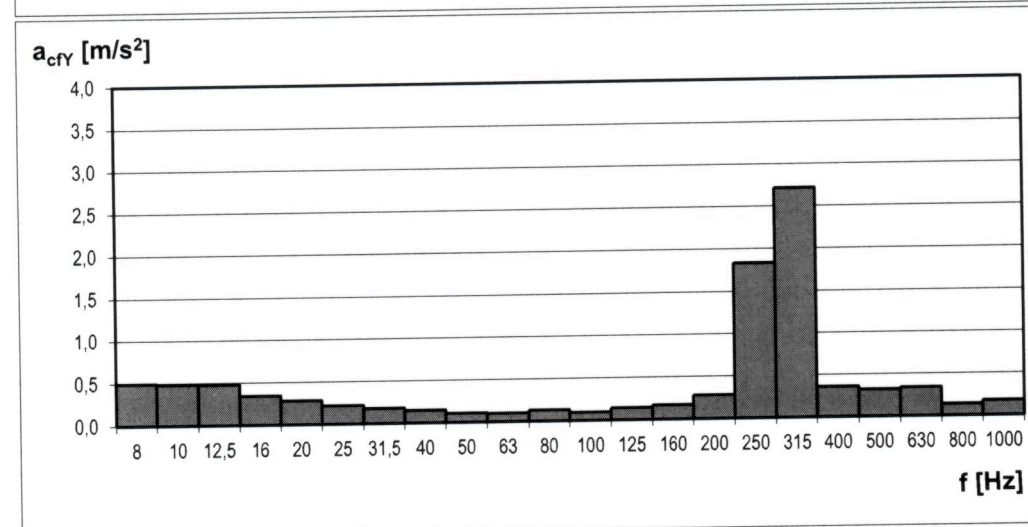
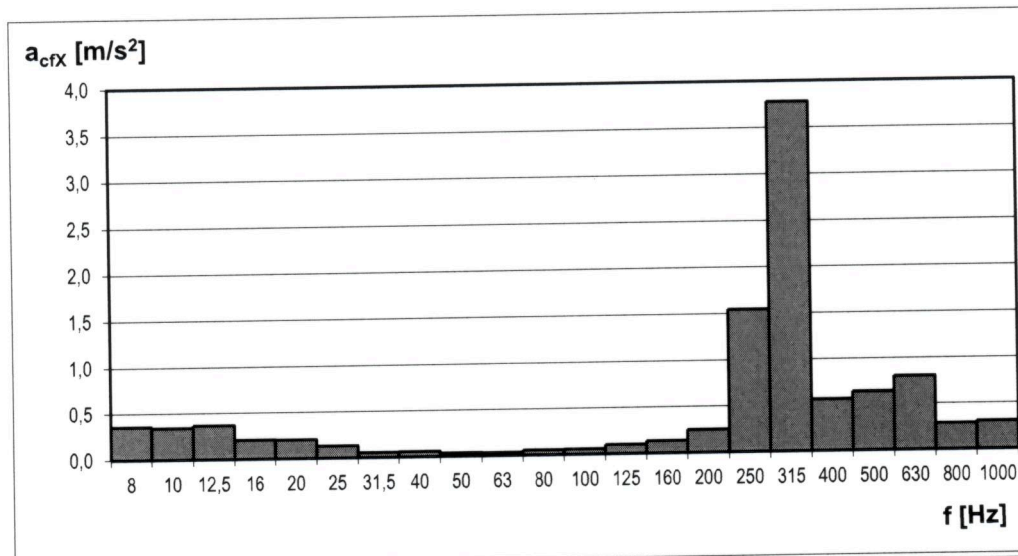
Rys. 3 Wykresy widma drgań ogólnych w kierunkach X, Y, Z..

Tab. 5 Wyniki badań drgań miejscowych

Pasmo	a_{cfX}	a_{cfY}	a_{cfZ}
Hz	m/s ²	m/s ²	m/s ²
8	0,359	0,498	0,189
10	0,346	0,487	0,212
12,5	0,369	0,481	0,255
16	0,211	0,345	0,202
20	0,206	0,284	0,264
25	0,135	0,222	0,244
31,5	0,058	0,182	0,232
40	0,058	0,152	0,272
50	0,040	0,111	0,175
63	0,036	0,105	0,133
80	0,056	0,133	0,159
100	0,058	0,101	0,149
125	0,104	0,146	0,255
160	0,138	0,169	0,257
200	0,252	0,281	0,423
250	1,549	1,836	1,564
315	3,780	2,716	2,352
400	0,562	0,361	0,426
500	0,641	0,324	0,520
630	0,805	0,341	0,591
800	0,286	0,139	0,171
1000	0,309	0,179	0,148
$a_{wi, \dot{s}r}$	0,671	0,912	0,537
a_{hv}	1,253		

Tablica zawiera:

- a_{cf} wartości skuteczne przyspieszenia drgań w tercjowych pasmach częstotliwości,
 $a_{wi, \dot{s}r}$ średniokwadratowe wartości skuteczne przyspieszenia drgań ważone w dziedzinie częstotliwości $a_{wX, \dot{s}r}$, $a_{wY, \dot{s}r}$ i $a_{wZ, \dot{s}r}$
 a_{hv} suma wektorowa skutecznych, ważonych częstotliwościowo przyspieszeń drgań trzech składowych kierunkowych X, Y, Z



Rys. 4 Wykresy widma drgań miejscowych w kierunkach X, Y, Z..

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Równiarka RD 165 FHAD jest maszyną opracowaną przez firmę Mista Sp. z o.o. ze Stalowej Woli w ramach projektu POIR.01.01.01-00-0236/15 "Opracowanie innowacyjnej technologii systemu sterowania i układu chłodzenia silnika równiarki drogowej o napędzie hydrostatycznym - RD-165 FHAD (Full Hydrostatic Advance Drive)". Maszyna jest wyposażona w silnik wysokoprężny o mocy 129 kW, a jej cechą charakterystyczną jest zastosowanie układu napędu jazdy, który jest w pełni hydrostatyczny. W wyniku współpracy pomiędzy producentem i Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutem Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Laboratorium Maszyn i Konstrukcji, przeprowadzono badania wibroakustyczne maszyny, które objęły etapy w trakcie prac rozwojowych, a także po ich zakończeniu i wyprodukowaniu egzemplarza produkcyjnego. W wyniku tych prac zweryfikowano czy poziomy mocy akustycznej oraz hałasu i drgań oddziałujących na operatora są na poziomie dopuszczalnym względem regulacji prawnych obowiązujących w tej materii. Porównanie wyników z wymaganiami prawnymi przedstawiono w tabeli 6. Pierwsze badania mocy akustycznej zostały wykonane na etapie prototypu, a ich wyniki z uwzględnieniem niepewności pomiaru nie zapewniały gwarancji spełnienia wymagań dyrektywy maszynowej. Producent udoskonalił elementy odpowiadające za zmniejszenie emisji hałasu do środowiska. Na egzemplarzu produkcyjnym przeprowadzono ponowne badania, które dały pomyślne rezultaty, zapewniające spełnienie wymagań. Przeprowadzone badania wskazują, że badania wibroakustyczne są ważnym elementem składowym prac badawczo – rozwojowych maszyn do robót ziemnych oraz wszelkich innych maszyn, w których uwzględnia się optymalizację konstrukcji pod względem emisji drgań i hałasu.

Tab. 6 Zestawienie wyników badań z wymaganiami prawnymi dla maszyn obowiązującymi w RP i wymaganiami UE.

Lp.	Badana cecha wyrobu lub wielkość i wymagania	Wyniki pomiarów lub obserwacji
1	Hałas działający na operatora -Równoważny poziom dźwięku A wg Dziennika Ustaw Nr 2014 z dnia 6 czerwca 2014 r. poz.817 $L_{Aeq,dop} \leq 85 \text{ dB(A)}$ wg Dziennika Ustaw Nr 157 z dnia 5 sierpnia 2005 r. poz.1318 „próg działania” $\leq 80 \text{ dB(A)}$	$L_{Aeq} = 79 \pm 3 \text{ dB(A)}$
2	Hałas działający na operatora -Maksymalny poziom dźwięku A wg Dziennika Ustaw Nr 2014 z dnia 6 czerwca 2014 r. poz.817 $L_{Amax,dop} \leq 115 \text{ dB(A)}$	$L_{Amax} = 80 \pm 3 \text{ dB(A)}$
3	Hałas działający na operatora -Szczytowy poziom dźwięku C wg Dziennika Ustaw Nr 2014 z dnia 6 czerwca 2014 r. poz.817 $L_{Cpeak,dop} \leq 135 \text{ dB(C)}$	$L_{Cpeak} = 107 \pm 5 \text{ dB(C)}$
4	drżania działające na całe ciało wg Dziennika Ustaw Nr 2014 z dnia 6 czerwca 2014 r. poz.817 skuteczne, ważone częstotliwościowo przyspieszenie drgań dominujące wśród przyspieszeń drgań, wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych X, Y, Z, z uwzględnieniem współczynnika 1,4 dla kierunków X,Y, przy 8-godzinny działaniu drgań na człowieka $a_{wmax,dop} = 0,8 \text{ m/s}^2$ wg Dziennika Ustaw Nr 157 z dnia 5 sierpnia 2005 r. poz.1318 „próg działania” $= 0,5 \text{ m/s}^2$	$a_{wmax} = 0,41 \pm 0,13 \text{ m/s}^2$,
5	Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn Dz. U. nr 199, poz. 1228 Instrukcja maszyny przemieszczającej się powinna zawierać najwyższą ważoną wartość skuteczną przyspieszenia drgań działających na całe ciało operatora, gdy wartość ta przekracza $0,5 \text{ m/s}^2$ – jeżeli wartość ta nie przekracza $0,5 \text{ m/s}^2$, należy zamieścić tę informację w instrukcji	
6	drżania działające przez kończyny górne wg Dziennika Ustaw Nr 2014 z dnia 6 czerwca 2014 r. poz.817 Wartości sumy wektorowej skutecznych, ważonych przyspieszeń drgań wyznaczonych dla trzech składowych kierunkowych X, Y, Z nie powinna przekraczać $2,8 \text{ m/s}^2$, przy 8-godzinny działaniu drgań na człowieka. $a_{hv} / (w, \text{sr})_{wek} (8h)_{dop} = 2,8 \text{ m/s}^2$ wg Dziennika Ustaw Nr 157 z dnia 5 sierpnia 2005 r. poz.1318 „próg działania” $= 2,5 \text{ m/s}^2$	$a_{hv} = 1,253 \pm 0,49 \text{ m/s}^2$,
7	Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn Dz. U. nr 199, poz. 1228 Instrukcja maszyny przemieszczającej się powinna zawierać całkowitą wartość drgań działających na kończyny górne operatora, jeżeli wartość ta przekracza $2,5 \text{ m/s}^2$, jeżeli wartość ta nie przekracza $2,5 \text{ m/s}^2$, należy zamieścić tę informację w instrukcji	
8	Skorygowany poziom mocy akustycznej $L_{wA} \leq 108 \text{ dB(A)}$	Prototyp $L_{wA} = 107,5 \pm 1,9 \text{ dB(A)}$ Egzemplarz produkcyjny $L_{wA} = 103,9 \pm 1,9 \text{ dB(A)}$

LITERATURA

[1] M. Kazimierska-Grębosz; „Problem hałasu w czasie eksploatacji maszyn do prac ziemnych”;
Biuletyn WAT vol. LVI, Numer Specjalny, 2007

[2] <https://bhpodpodszeewki.pl/halas-w-srodowisku-pracy/>

[3] D. Dobrowolska, J. Kolasa; „Akustyka Ultradźwięki Drgania mechaniczne Przewodnik po
dziedzinie”; Materiał opracowano w Biurze Strategii Głównego Urzędu Miar