

ERGONOMICZNA OCENA ŚRODOWISKA DRGANIOWEGO ISTOTNEGO Z PUNKTU WIDZENIA KOMFORTU PRACOWNIKA I ORGANIZACJI PRACY WYBRANEGO PROCESU PRODUKCYJNO-NAPRAWCZEGO

W artykule przedstawiono ocenę ergonomiczną środowiska drganiowego operatora wózka widłowego oraz pracownika fizycznego pracującego wiertarką. Zakres badań obejmował pomiar drgań ogólnych na płaszczyźnie nośnej siedziska oraz drgań miejscowych występujących na rękojeści wiertarki operującej w różnym materiale i zróżnicowanej grubości wiertła. Badania zostały przeprowadzone w warsztacie naprawczym, stanowiącym bazę szkoleniową dla studentów. Pomiary wykonano w 10 powtórzeniach dla każdego urządzenia, tak aby odzwierciedlały tygodniowy cykl pracy pracownika z uwzględnieniem widmowej charakterystyki rozkładu poziomu drgań w wybranych pasmach częstotliwości. Na podstawie pomiarów określono wartość średnią drgań, skuteczną przyspieszenia drgań oraz wartość szczytową przyspieszenia drgań jak również wartość ważoną przyspieszenia drgań. Otrzymane wyniki zostały skonfrontowane z obowiązującymi normatywnymi. Odnotowano, że dzienna ekspozycja na drgania o działaniu ogólnym oscylowała między wartościami $1,043 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a $1,193 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ przekraczając wartości dopuszczalne dla mężczyzn i kobiet w wieku produkcyjnym, zatem czas efektywny pracy operatora wózka widłowego nie powinien przekraczać 5,3 h w ciągu zmiany roboczej.

WSTĘP

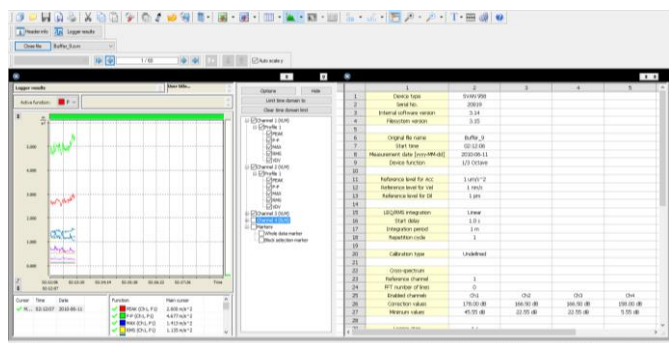
Ergonomia stanowiska pracy ma szczególne znaczenie dla komfortu pracy i stanu zdrowotnego pracownika. Przedmiotowe zagadnienie jest tematem opracowań wielu autorów ujmując różnorakie problemy współistnienia techniki i układu biologicznego jakim jest człowiek. Znaczna część prac dotyczy zagadnień geometrii stanowiska pracy [1,2], poprzez środowisko akustyczne [3,4] a koncentruje się głównie na zagadnieniach obciążenia psychicznego [5,6], niemniej drgania mechaniczne pomimo stosowania nowoczesnych rozwiązań stanowią dalej spore zagrożenie. Źródłem drgań mechanicznych są środki pracy wykorzystywane przy wykonywaniu pracy – instalacje, pojazdy, maszyny, narzędzia, przyrządy. Podczas pracy z urządzeniami, poprzez bezpośredni kontakt ze źródłem drgań przenoszone są do organizmu człowieka. Wibracje są jednym z najczęściej występujących zagrożeń zdrowia pracowników w środowisku pracy [7]. Szeroki rozwój wibro-udarowych narzędzi ręcznych i ich powszechne stosowanie w przemyśle i gospodarce oraz wzrost liczby środków transportu spowodował, że oddziaływanie wibracji stało się masowe. W wielu przypadkach pracownicy są narażeni na drgania miejscowe i ogólne. Skutkiem długotrwałego działania uciążliwych warunków pracy są dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego [8]. Drgania są przenoszone z różnych źródeł (urządzenia, maszyny) poprzez elementy konstrukcji maszyn oraz budynków przez co w różnym stopniu wszyscy są narażeni na ich szkodliwe oddziaływanie. Operator urządzeń, maszyn, środków transportu lub układów sterowania podczas wykonywania czynności podlega działaniu wibracji na swój organizm. Oceniając oddziaływanie drgań mechanicznych na organizm człowieka należy uwzględnić m.in. właściwości fizjologiczne, fizyczne i psychiczne człowieka, częstotliwość drgań własnych organów wewnętrznych człowieka i ich zdolności adaptacyjne. W Polsce wg danych statystycznych jest około 100 tysięcy zatrudnionych osób w warunkach narażenia na drgania. Przy przekroczonych wartościach dopuszczalnych, ustalo-

nych ze względu na ochronę zdrowia, pracuje około 40 tysięcy osób. Uwzględniając powszechność występowania drgań mechanicznych w środowisku pracy oraz wynikające z tego skutki, niezbędne są pomiary drgań na stanowiskach pracy, w celu oceny zawodowego ryzyka utraty zdrowia wynikającego z ekspozycji. Niezbędne jest również podejmowanie działań, które ograniczają występujące ryzyko.

METODYKA

Pomiar drgań mechanicznych [9] (PN-ISO 5805) miejscowych i ogólnych został wykonany przy pomocy urządzenia SVAN 958 firmy Svantek. SVAN 958 jest to czterokanałowy, cyfrowy miernik poziomu drgań i dźwięku klasy 1 gdzie każdy z kanałów jest niezależnie programowanym miernikiem poziomu dźwięku albo drgań w zależności od czujnika, jaki jest do niego podłączony. Pomiary drgań wykonano w dziesięciu powtórzeniach dla analizowanych kombinacji doświadczenia. Interwał czasowy dla każdej próby pomiarowej wynosił 60 sekund. Struktura pomiarów w obrębie dnia roboczego uwzględniała strukturę wykonywanych czynności przez pracownika w obrębie tygodniowego czasu pracy. Za pomocą programu komputerowego SvanPC+ przeprowadzono analizę drgań mechanicznych. SvanPC+ to zaawansowane oprogramowanie PC przeznaczone do analizy danych z pomiarów dźwięku i wibracji (rys.1).

W programie można wygenerować z uzyskanych podczas pomiarów wyników, wykresy, które zawierają wielkości takie jak: wartość skuteczną (RMS), procent czasu pomiaru, w którym wystąpiło przesterowanie (VDV), chwilowa wartość szczytowa (PEAK), chwilowa wartość międzyszczytowa (P-P) oraz maksymalna wartość skuteczną (MAX). Dla każdej wyodrębnionej (i-tej) czynności wykonywanej przez pracownika dokonano pomiaru wartości ważonych przyspieszeń drgań w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach: a_{wx} ; a_{wy} ; a_{wz} – dla drgań oddziałujących ogólnie; a_{hwxi} ; a_{hwyi} ; a_{hwzi} dla drgań działających przez kończyny górne.

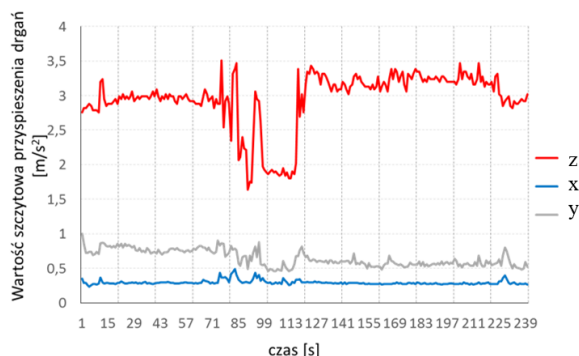


Rys. 1. Widok ekranu roboczego programu wygenerowany w programie SvanPC+

Na szczególną uwagę zasługuje wprowadzenia, wraz z nowymi przepisami, nowych charakterystyk ważenia (korekcyjnych). Pomiar drgań mechanicznych na stanowiskach pracy wykonywano przyrządami wyposażonymi w aktualne charakterystyki korekcyjne: Wh – dla drgań działających przez kończyny górne, Wk – dla drgań działających ogólnie określone w tych normach. W wypadku drgań działających przez kończyny górne różnice wyników pomiarów, wynikające z zastosowania nowej charakterystyki korekcyjnej, są niewielkie w stosunku do wyników otrzymanych przy wykorzystaniu charakterystyki poprzednio stosowanej (określonej w PN-91/N-01355) – sięgają one 2%; nowe charakterystyki korekcyjne dla drgań działających ogólnie mogą wprowadzić znacznie większe różnice – nawet do 30%. Pomiar i stosowne przeliczenia konieczne do analizy występujących w analizowanym środowisku pracy drgań wykonano wg normy wg normy [10,11] PN-EN ISO 5349-1, PN-EN ISO 5349-2.

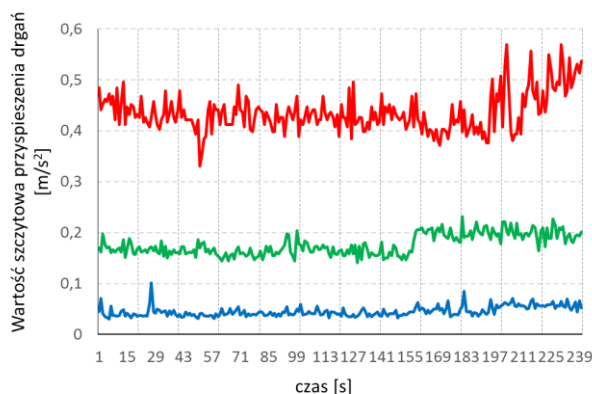
1. WYNIKI BADAŃ

Analizując wartości szczytowe przyspieszenia drgań ogólnych mierzonych na siedzisku operatora wózka widłowego (rys. 2) zaobserwowano, że najwyższe z nich były charakterystyczne dla drgań pionowych (oś „z”), oscylując w przedziale od 1,64 m·s⁻² do 3,51 m·s⁻². W przypadku drgań poziomych (os „x” „y”) odnotowano wartości nieco niższe, które nie przekraczały 1,00 m·s⁻².



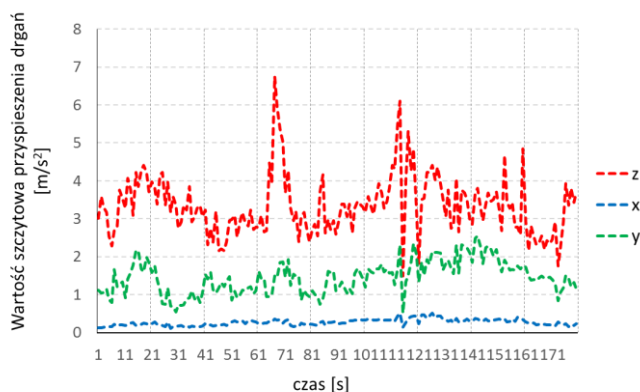
Rys. 2. Rozkład wartości szczytowej przyspieszenia drgań poziomych i pionowych o charakterze ogólnym na siedzisku wózka widłowego

W przypadku pomiaru wartości szczytowej przyspieszenia drgań miejscowych rejestrowanych na kierownicy wózka widłowego, najniższe wartości odnotowano dla poziomego kierunku ich oddziaływania (rys.3) - kolor niebieski i zielony linii, natomiast najwyższymi wartościami oscylującymi między 0,33 m·s⁻² a 0,57 m·s⁻² charakteryzowały się drgania pionowe.



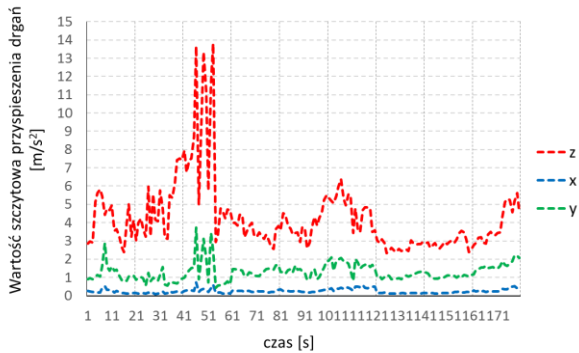
Rys. 3. Rozkład wartości szczytowej przyspieszenia drgań poziomych i pionowych o charakterze miejscowym na kierownicy wózka widłowego

Zdecydowanie wyższe wartości szczytowe przyspieszenia drgań miejscowych odnotowano w przypadku operowania przez pracownika wiertarką (rys. 4). Biorąc pod uwagę wykonywanie otworu wiertłem o średnicy 0,01 m znaczny zakres oscylacji występujących drgań, która w przypadku drgań pionowych wynosiła od 1,56 m·s⁻² do 6,76 m·s⁻², gdzie ich średnia wartość w obrębie zadanego interwału czasowego wynosiła 3,34 m·s⁻². W przypadku drgań poziomych (oś „x”) mierzone wartości mieściły się w przedziale od 0,11 m·s⁻² do 0,51 m·s⁻², natomiast wartości szczytowe dla drgań poziomych – oś „y” wynosiły od 0,51 m·s⁻² do 2,54 m·s⁻².



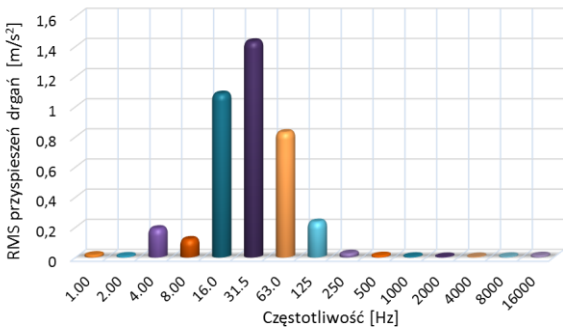
Rys. 4. Rozkład wartości szczytowej przyspieszenia drgań poziomych i pionowych o charakterze miejscowym na rękojeści wiertarki w czasie wykonywania otworu o średnicy 0,01 m w betonie

Na rysunku 5 przedstawiono zróżnicowanie wartości szczytowych przyspieszenia drgań w czasie wiercenia otworu o średnicy 0,02 w warstwie metalu o grubości 0,025 m. Podobnie jak w w/w przypadkach również w tym najwyższe wartości drgań miały kierunek pionowy (oś „z”) a ich zakres oscylacji aż 11,46 m·s⁻². Należy zaznaczyć, że wartości skrajne miały charakter incydentalny a większość wartości mieściła się w przedziale od 2,5 m·s⁻² do 6 m·s⁻². W przypadku drgań poziomych o kierunku Wd nie zauważono istotnego zróżnicowania wartości szczytowych przyspieszeń drgań w obrębie mierzonego interwału czasowego, które mieściły się w przedziale od 0,10 m·s⁻² do 0,73 m·s⁻². Średnia wartość szczytowa przyspieszenia drgań w osi „x” wynosiła 0,25 m·s⁻². Natomiast wartości drgań poziomych o kierunku oddziaływania (oś „y”) mieściły się w przedziale od 0,45 m·s⁻² do 3,72 m·s⁻².



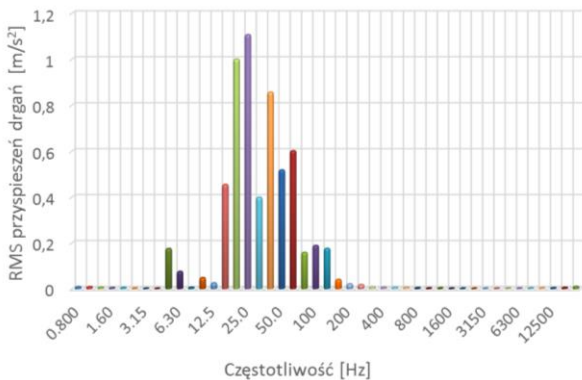
Rys. 5. Rozkład wartości szczytowej przyspieszenia drgań poziomych i pionowych o charakterze miejscowym na rękojeści wiertarki w czasie wykonywania otworu o średnicy 0,02 m w metalu

Analizując wyniki pomiarów wartości skutecznej przyspieszenia drgań w oktaowych pasmach częstotliwości dla pomiaru drgań ogólnych na siedzisku wózka widłowego (rys. 6) zaobserwowano, że w przedziale częstotliwości od 4 Hz do 125 Hz koncentrowały się najwyższe wartości skuteczne drgań. Najwyższą wartość skuteczną drgań $1,43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ odnotowano w obrębie pasma oktaowego o częstotliwości środkowej wynoszącej 31,5 Hz. Po przekroczeniu tego pasma częstotliwościowego wielkości przyspieszenia drgań były niewielkie.



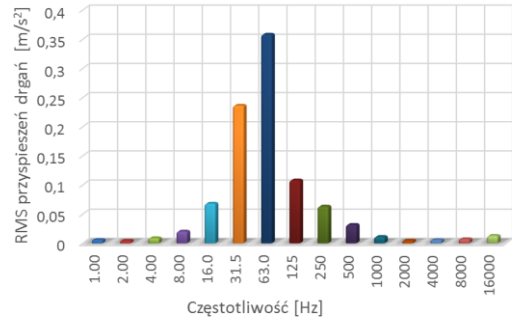
Rys. 6. Wartość skuteczna przyspieszenia drgań w oktaowych pasmach częstotliwości dla pomiaru drgań ogólnych na siedzisku wózka widłowego

Na rysunku 7 zwizualizowano przebieg wartości skutecznej drgań ogólnych na siedzisku wózka widłowego w tercjowych pasmach częstotliwości. Zauważono, że wartości skuteczne osiągały najwyższe wartości w przedziale częstotliwości od 5 Hz do 200 Hz. Najwyższą wartość skuteczną drgań wynoszącą $1,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ odnotowano w pasmie częstotliwościowym o wartości środkowej 25 Hz.



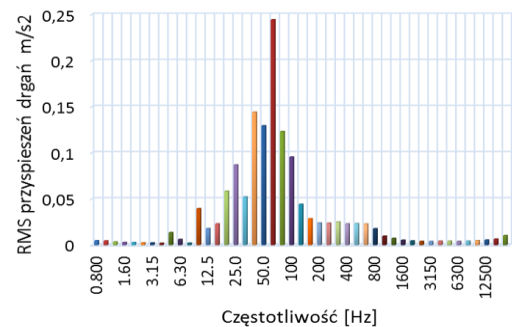
Rys. 7. Wartość skuteczna przyspieszenia drgań w tercjowych pasmach częstotliwości dla pomiaru drgań ogólnych na siedzisku wózka widłowego

W przypadku drgań o oddziaływaniu miejscowym (rys. 8) odnotowano, że najwyższe wartości skuteczne przyspieszenia drgań występowały w przedziale pasm częstotliwościowych od 16 Hz do 500 Hz. Najwyższa zaobserwowana wartość zmierzona w obrębie przedmiotowego przedziału wynosiła $0,36 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ (wartość środkowa pasma częstotliwościowego 63 Hz).



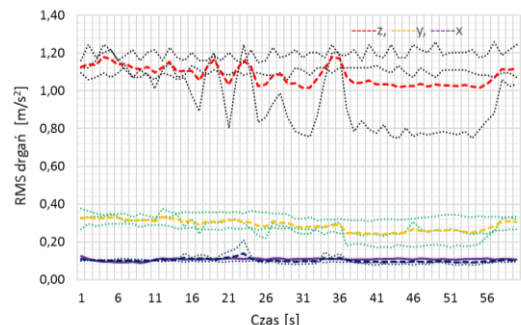
Rys. 8. Wartość skuteczna przyspieszenia drgań w oktaowych pasmach częstotliwości o charakterze miejscowym mierzone na kole kierowniczym wózka widłowego

W przypadku tercjowej analizy wartości skutecznej drgań miejscowych mierzonych na kole kierowniczym wózka widłowego (rys. 9) odnotowano, że najwyższe z nich skoncentrowane były w obrębie częstotliwości od 10 Hz do 800 Hz. Najwyższa odnotowana wartość przyspieszenia drgań znajdowała się w pasmie częstotliwości 63 Hz i wynosiła $0,24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.



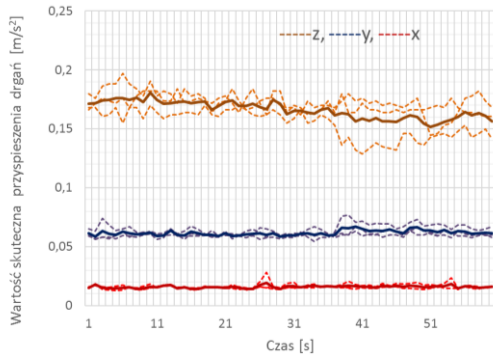
Rys. 9. Wartość skuteczna przyspieszenia drgań w tercjowych pasmach częstotliwości o charakterze miejscowym mierzone na kole kierowniczym wózka widłowego

Analiza wartości skutecznych drgań ogólnych na siedzisku wózka widłowego (rys. 10) wykazała, że jej wartość średnia wynosiła $0,28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ dla kierunku „z”, $0,10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ dla „x” i dla „y” $1,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Należy zaznaczyć duże zróżnicowanie w wartościach drgań dla kierunku „z”.



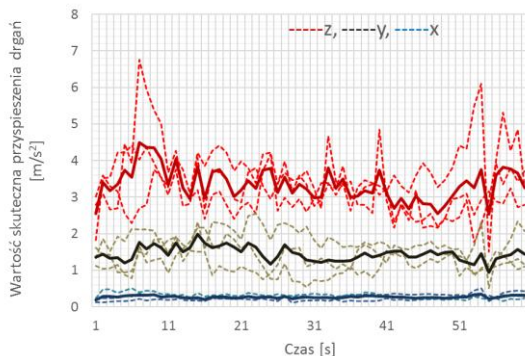
Rys. 10. Wartość skuteczna przyspieszenia drgań o charakterze ogólnym mierzone na siedzisku wózka widłowego

Na rysunku 11 przedstawiono rozkład wartości skutecznych przyspieszeń drgań mierzonych na kole kierowniczym wózka widłowego. Zaobserwowano, że w przypadku drgań o kierunku „z” odnotowywano najwyższe wartości, których średnia wynosiła $0,16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Również zakres oscylacji drgań dla kierunku „z” był największy wynosząc ponad $0,07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. W przypadku pozostałych kierunków oddziaływanie drgań było znacząco niższe a ich wartość skuteczna mieściła się w przedziale od $0,02 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ do $0,06 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.



Rys. 11. Wartość skuteczna przyspieszenia drgań o charakterze miejscowym mierzone na kole kierowniczym wózka widłowego

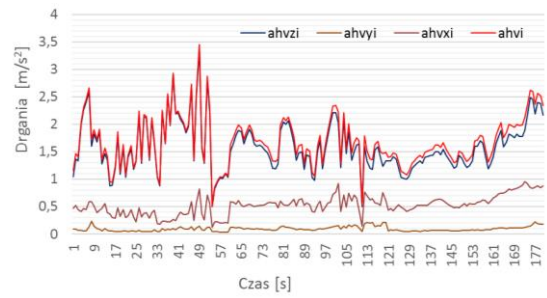
W przypadku wiercenia wiertarką w betonie wiertłem o średnicy $0,01 \text{ m}$, wartość skuteczna przyspieszenia drgań miejscowych charakteryzowała się znacznym zakresem oscylacji (rys. 12). Średnia wartość skuteczna przyspieszenia drgań oddziaływujących w kierunku „z” wynosiła $3,34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ znacznie mniejszą wartość wynoszącą $1,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ odnotowano dla kierunku oddziaływania „y” a najmniejszą wynoszącą $0,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ dla kierunku oddziaływania „x”. W przypadku drgań osi „z”, najwyższa wartość skuteczna przyspieszenia drgań miejscowych występowała w drugiej próbie plasując się na poziomie $6,76 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, natomiast najniższą wartość w obrębie tego kierunku drgań zaobserwowano w drugiej próbie wynosząc $1,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Należy jednak zaznaczyć, że wartości skuteczne przyspieszenia drgań miejscowych przekraczające $4,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ występowały sporadycznie w kilku punktach analizowanego interwału czasowego. Dla osi „x” wartości RMS mieściły się w przedziale od $0,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ do $0,51 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. W przypadku osi „y” najniższa wartość występowała w próbie drugiej i wynosiła $0,51 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, a najwyższa wynosiła $2,54 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.



Rys. 12. Wartość skuteczna przyspieszenia drgań o charakterze miejscowym mierzone na rękojści wiertarki w czasie wykonywania otworu o średnicy $0,01 \text{ m}$ w betonie

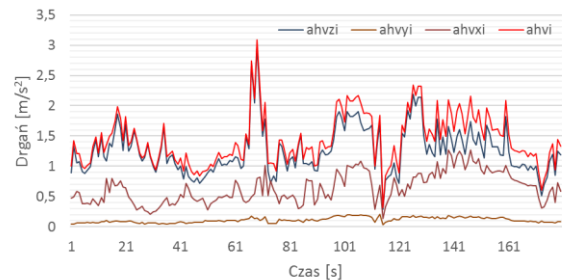
Podczas pracy wiertarki (wiercenie otworu o średnicy $0,02 \text{ m}$ w arkuszu blachy) zauważono, że wartości skuteczne przyspieszenia drgań dla osi „z” - , były znacząco wyższe w stosunku drgań odnotowanych dla osi „x” i „y” (rys. 12). Całkowita wartość drgań a_{wv}

pokrywała się w dużej mierze z drganiami odnotowanymi dla pionowego kierunku oddziaływania drgań (oś „z”).



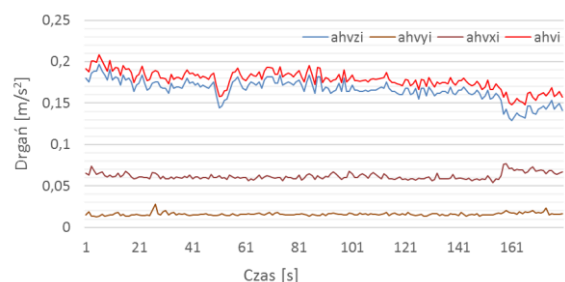
Rys. 13. Wartość skuteczna przyspieszenia drgań o charakterze miejscowym mierzone na rękojści wiertarki w czasie wykonywania otworu o średnicy $0,02 \text{ m}$ w arkuszu blachy

Na rysunku 14 przedstawiono wartości przyspieszenia drgań zarejestrowane na rękojści wiertarki w czasie wykonywania otworu w betonie. Dominującym kierunkiem drgań pod względem intensywności były drgania pionowe („z”). Wartości skuteczne drgań dla osi „y” były znikome i nie przekraczały $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, natomiast drgania zmierzone w osi „x” mieściły się w przedziale od $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ do $1,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Całkowita wartość drgań mieściła się w przedziale od $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ do $3,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Górna wartość drgań ($3,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) miała charakter incydentalny a wartości w pozostałych przypadkach nie przekraczały $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.



Rys. 14. Wartość skuteczna przyspieszenia drgań o charakterze miejscowym mierzone na rękojści wiertarki w czasie wykonywania otworu o średnicy $0,01 \text{ m}$ w betonie

W przypadku drgań miejscowych zarejestrowanych na kole kierowniczym wózka widłowego (rys. 15), zaobserwowano podobną do w/w prawidłowości, że najwyższe wartości skuteczne przyspieszenia drgań były charakterystyczne dla osi „z” wynosząc średnio $0,16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, następnie dla osi x- $0,064 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a najmniejsze na osi y- $0,017 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Średnia całkowita wartość przyspieszenia drgań wynosiła $0,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a jej zakres oscylacji mieścił się w przedziale $0,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ do $0,21 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Należy podkreślić że wartości dopuszczalne nie zostały przekroczone w żadnym punkcie pomiaru, stwierdzenie to dotyczy również młodocianych i kobiet w ciąży.



Rys. 15. Wartość skuteczna przyspieszenia drgań o charakterze miejscowym mierzone na kierownicy wózka widłowego

Dzienna ekspozycja pracownika na drgania zależy od ich intensywności, które w przypadku drgań ogólnych wózka widłowego wynosiły $1,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ przy całkowitym czasie ekspozycji wynoszącym 6 godziny w ciągu 8-godzinnej zmiany roboczej (tab.1)

Tab. 1. Dzienna 8-godzinna ekspozycja na drgania o oddziaływaniu ogólnym na organizm człowieka

Narzędzie i rodzaj drgań	A(8)	A(8) _{dop}	A(8) _{dop} dla młodocianych	A(8) _{dop} dla kobiet w ciąży
wózek widłowy (z)	0,90	0,8	0,19	wzbroniona
wózek widłowy (y)	0,12	0,8	0,19	wzbroniona
wózek widłowy (x)	0,33	0,8	0,19	wzbroniona

W przypadku wózka widłowego wartość A(8) oscylowała między $0,12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ dla kierunku „y”- oraz $0,90 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ dla kierunku „z”. Należy zaznaczyć, że odnotowana wartość drgań dla kierunku „z” przekraczała wartości dopuszczalne. Biorąc pod uwagę drgania miejscowe rękojeści w czasie wiercenia otworu w betonie zaobserwowano, że ich średnia intensywność wynosiła $1,48 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ przy sumarycznym czasie ekspozycji wynoszącym 4,5 godziny w ciągu 8-godzinnej zmiany roboczej. Natomiast podczas wiercenia otworu w metalu intensywność drgań wynosiła ok $1,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, przy podobnym czasie ekspozycji wynoszącym 4,25 godziny. W

PODSUMOWANIE

1. Odnotowano, że najwyższe wartości szczytowe drgań występowały dla kierunku poziomego ich oddziaływania, zarówno w przypadku drgań ogólnych mierzonych na siedzisku operatora, gdzie były ponad trzykrotnie wyższe, jak również drgań występujących na kole kierowniczym wózka widłowego, gdzie były dwukrotnie wyższe w stosunku do drgań oddziaływujących na innych kierunkach.
2. Stwierdzono znaczną oscylację zakresu drgań miejscowych w przypadku pracy wiertarki wiertłem o grubości 20 mm w materiale metalowym w stosunku do pracy wiertarki z wiertłem o średnicy wynoszącej 10 mm.
3. Zaobserwowano, że w przedziale częstotliwości od 4 do 125 Hz wartości skuteczne drgań odnotowane na siedzisku wózka widłowego były dominujące a najwyższą wartość skuteczną drgań odnotowano przy częstotliwości środkowej wynoszącej 31,5 Hz. Natomiast w przypadku drgań miejscowych na kierownicy wózka widłowego najwyższe wartości skuteczne drgań odnotowano przedziale częstotliwości od 10 Hz do 800 Hz.
4. Zaobserwowano, że dzienna ekspozycja na drgania o działaniu ogólnym oscylowała między wartościami $1,043 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a $1,193 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ przekraczając wartości dopuszczalne dla mężczyzn i kobiet w wieku produkcyjnym, zatem czas pracy operatora wózka widłowego nie powinien przekraczać 5,3 h w ciągu zmiany roboczej.

BIBLIOGRAFIA

1. Kielbasa P., Juliszewski T., Cieślowski B., Bąba K. *Ergonomiczna ocena geometrii stanowiska pracy wybranych ciągników rolniczych*, „Logistyka”, 2015, nr 4.
2. Juliszewski T., Cieślowski B., Kielbasa P., Bąba S. *Ergonomiczna charakterystyka urządzeń sterowniczych we współczesnych ciągnikach rolniczych o mocy od 130kW do 165kW*, „Logistyka”, 2014, nr 6.
3. Kielbasa P., Szelaż T. *Ergonomic evaluation of acoustic environment in the livestock building converted for industrial purposes*, „Agricultural Engineering”, 2013, Z 4 (148).
4. Cieślowski B., Kielbasa P. *Poprawa klimatu akustycznego hali montażu*, „Technika Transportu Szybnowego”, 2015, nr 12.

5. Kielbasa P., Juliszewski T., Chachłowska M. *Analiza obciążenia fizycznego o charakterze statycznym pracowników warsztatowych, wykonujących wybrane czynności naprawcze typowego parku maszynowego*. „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 6.
6. Kielbasa P., Juliszewski T., Kądzioła D. *Wpływ rodzaju czynności umysłowej związanej z pracą informatyka na zmęczenie psychiczne i stopień obciążenia fizjologicznego pracą*, „Technika Transportu Szybnowego”, 2015, nr 12.
7. Dziurdz J. *Zagrożenia człowieka w środowisku pracy. Drgania i hałas*, „Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej”, Warszawa 2011.
8. Konarska M. *Ergonomia w dyrektywach i normach*, „Bezpieczeństwo pracy”, 2007, nr 1.
9. Polska Norma. PN-EN 14253+A1: 2011 Drgania mechaniczne Pomiar i obliczanie zawodowej ekspozycji na drgania o ogólnym działaniu na organizm człowieka dla potrzeb ochrony zdrowia Wytyczne praktyczne.
10. Polska Norma. PN-EN ISO 5349 – 1: 2004 Drgania mechaniczne. Pomiar i wyznaczanie ekspozycji człowieka na drgania przenoszone przez kończyny górne. Część 1: Wymagania ogólne.
11. Polska Norma. PN-EN ISO 5349 – 2: 2004 Drgania mechaniczne. Pomiar i wyznaczanie ekspozycji człowieka na drgania przenoszone przez kończyny górne. Część 2: Praktyczne wytyczne do wykonania pomiarów na stanowisku pracy.

The influence kind of activities in the manufacturing and repair process, of on magnitude of general and local vibrations, significant because of operator's work comfort

The thesis has been attempted ergonomic assessment of environmental vibration for a forklift operator and employee working with drill which was equipped with a different diameter drill. The scope of work included the measurement of whole-body vibration and vibration on the seat of local hilt drill working in different materials and with various diameter drill. The measurements were performed in 10 repetitions for each device, so as to reflect the employees weekly cycle, taking into account the spectral distribution characteristics of vibration level in the selected frequency bands. Based on the measurements specified the average value of vibration, root mean square of vibration and the peak value of vibration and the value of the weighted vibration acceleration. The results were confronted with the applicable European standard. It was noted that daily exposure to vibration having general values oscillated between $1,043 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ and $1,193 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ exceeding the limit values for men and women of working age. It was noted that effective working time forklift operator should not exceed 5,3 h during the shift, Exceeding causes forklift operators health hazards.

Autorzy:

dr hab. inż. **Paweł Kielbasa** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, pawel.kielbasa@ur.krakow.pl

prof. dr hab. inż. **Tadeusz Juliszewski** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych,

mgr inż. **Anna Zieba** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych,

mgr inż. **Łukasz Smółka** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych,

dr inż. **Mirosław Zagórda** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych,