



Rafał Młyński
Emil Kozłowski

KIERUNKOWOŚĆ SŁUCHU ORAZ ZROZUMIAŁOŚĆ MOWY W ŚRODOWISKU PRACY

**KIERUNKOWOŚĆ SŁUCHU
ORAZ ZROZUMIAŁOŚĆ MOWY
W ŚRODOWISKU PRACY**

Warszawa 2016

CIOP  **PIB**

Opracowano i wydano w ramach III etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” (2014-2016) finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autorzy

dr inż. Rafał Młyński, dr. inż. Emil Kozłowski – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Opracowanie redakcyjne:

Zespół Redakcji Wydawnictw Naukowych

Projekt okładki: Anna Antoniszewska

Opracowanie graficzne: Dorota Szymczak

ISBN 978-83-7373-220-9

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2016



Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

tel. (22) 623 36 98, fax (22) 623 36 93, 623 36 95, www.ciop.pl

Spis treści

1. Wstęp.....	5
2. Poprawa warunków pracy w zakresie zagrożenia hałasem...	7
3. Dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa na przykładzie wózka jezdniowego	9
4. Rozpoznawanie kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa.....	14
4.1. Dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa suwnicy	15
4.2. Dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa wózka jezdniowego.....	19
4.3. Dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa ostrzegający o jeździe wstecz pojazdu	22
5. Zrozumiałość mowy	26
6. Podsumowane	33
7. Bibliografia.....	35

1. Wstęp

Percepcja sygnałów dźwiękowych warunkuje prawidłowe funkcjonowanie pracownika w miejscu pracy, dając mu możliwość sprawnego porozumiewania się w celu wykonywania powierzonych zadań oraz wpływając na jego bezpieczeństwo. Bezpieczeństwo pracownika jest związane przede wszystkim z możliwością odbioru określonego sygnału ostrzegawczego, który może docierać z różnych kierunków i oznaczać np. konieczność natychmiastowej zmiany kierunku przemieszczania lub oddalenia się z obszaru, w którym występuje sytuacja niebezpieczna. W kontekście percepcji sygnałów dźwiękowych w środowisku pracy istotne są więc takie zagadnienia, jak zrozumiałość mowy i kierunkowość słuchu.

Występowanie hałasu w środowisku, w którym niezbędna jest komunikacja słowna i odbiór innych sygnałów dźwiękowych, może mieć istotne, niekorzystne konsekwencje, m.in. ograniczenie możliwości odbioru dźwięków [2]. Współobecność hałasu wszędzie tam, gdzie istotne jest porozumiewanie się słowne lub odbiór innych dźwięków, wpływa także na zmniejszenie wydajności pracy i może mieć konsekwencje zdrowotne. Co gorsza, zakłócanie dźwięków użytecznych przez hałas może ujemnie wpływać na bezpieczeństwo ze względu na ograniczenie możliwości postrzegania dźwiękowych sygnałów bezpieczeństwa [2]. Ocena postrzegania dźwięków, w tym ocena zrozumiałości mowy, może być przeprowadzana z uwzględnieniem występowania hałasu [4, 6].

Prawidłowy odbiór dźwięków użytecznych w środowisku pracy jest istotny dla wszystkich pracowników, niezależnie od ich wieku. Zasadne jest zatem poszukiwanie odpowiedzi na pytanie, jakie są możliwości pracowników w wieku powyżej 50 lat oraz osób młodych w zakresie percepcji mowy oraz postrzegania kierunku docierania sygnału ostrzegawczego w identycznych warunkach, tzn. dla identycznych sygnałów hałasu tła, sygnałów ostrzegawczych i dźwięków mowy, oraz przy stosowaniu takich samych ochronników słuchu (w sytuacji, gdy są używane).

2. Poprawa warunków pracy w zakresie zagrożenia hałasem

Hałas negatywnie oddziałuje na organizm człowieka, a w środowisku pracy może również niekorzystnie wpływać na zdolność do wykonywania określonych działań czy też utrudniać odbiór dźwięków użytecznych, co w konsekwencji może wiązać się z ograniczaniem możliwości sprawnego komunikowania się, a nawet niebezpieczeństwem zaistnienia wypadku przy pracy. W związku z tym ważna jest poprawa warunków pracy polegająca na ograniczeniu wpływu hałasu na funkcjonowanie człowieka.

W programie działań zmierzających do ograniczenia narażenia na hałas [8] przewiduje się przede wszystkim stosowanie metod organizacyjnych i rozwiązań technicznych środków ochrony zbiorowej. Metody organizacyjne, czyli stosowanie skróconego czasu pracy, przerw w pracy i rotacji na stanowiskach pracy, ograniczają ekspozycję na hałas, ale nie wpływają na zdolność do percepcji dźwięków. Wprowadzenie takich środków technicznych, jak obudowy dźwiękoizolacyjne, tłumiki, ekrany czy materiały dźwiękochłonne skutkuje obniżeniem poziomu ciśnienia akustycznego, ale może również wpływać na poprawę odbioru dźwięków użytecznych. Spośród przedstawionych rozwiązań technicznych zaleca się stosowanie, wszędzie tam, gdzie jest to możliwe, materiałów dźwiękochłonnych, które wpływają na skrócenie czasu pogłosu, a tym samym, obniżając poziom hałasu, poprawiają zdolność do odbioru istotnych

sygnałów akustycznych, tzn. zdolność do komunikowania się werbalnego. Kwestia ta jest bardzo często podejmowana przez osoby z niepełnosprawnością wzroku lub wzroku i słuchu [7].

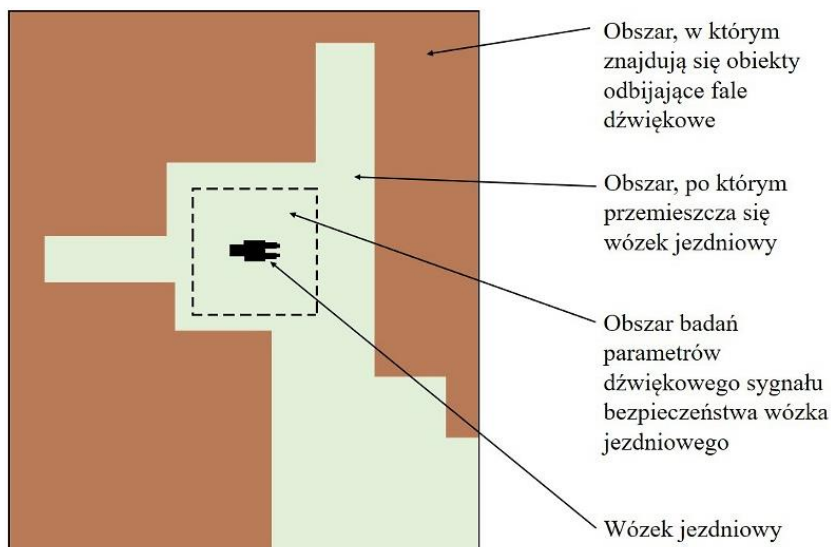
W wielu sytuacjach i na wielu stanowiskach pracy metody techniczne nie mogą być zastosowane lub ich skuteczność okazuje się niedostateczna. Na takich stanowiskach muszą być użyte ochronniki słuchu. Najbardziej powszechne jest stosowanie pasywnych ochronników słuchu. Ochronniki te ograniczają zarówno hałas, jak i dźwięki użyteczne docierające do użytkownika. Rozwiązaniem, które może wspomóc odbiór dźwięków użytecznych, jest zastąpienie pasywnych ochronników słuchu ochronnikami wyposażonymi w funkcję regulowanego tłumienia. Elektroniczny układ wbudowany w ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem przenosi dźwięki o częstotliwościach z zakresu pasma mowy z otoczenia pod te ochronniki, tzn. do ucha użytkownika (pod czasze nauszników przeciwhałasowych lub do zewnętrznego przewodu słuchowego w przypadku wkładek przeciwhałasowych). W wielu miejscach pracy stosowanie ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem jest szczególnie praktyczne. Przykładem jest teren budowy, gdzie hałas jest wytwarzany okresowo. Ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem ograniczają głośne, niepożądane dźwięki związane z pracą maszyn budowlanych, natomiast nie muszą być zdejmowane w momentach ciszy. Osoba stosująca takie ochronniki słuchu ma cały czas wolne ręce i jednocześnie jej słuch jest chroniony w czasie pracy maszyn lub gdy zbliży się do źródła hałasu. Ponadto, w określonych sytuacjach, również w warunkach występowania hałasu, ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem mogą poprawiać odbiór dźwięków użytecznych.

3. Dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa na przykładzie wózka jezdniowego

Operator wózka jezdniowego powinien zwrócić uwagę na fakt, że odbiór dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa tego wózka przez osobę przebywającą w jego otoczeniu może być istotnie zróżnicowany. Wpływ na jego odbiór będą miały:

- ▶ wartość poziomu ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa,
- ▶ występowanie i parametry hałasu tła w miejscu przebywania osoby,
- ▶ charakterystyka kierunkowa i miejsca zamocowania w pojeździe dźwiękowego sygnalizatora wózka jezdniowego,
- ▶ lokalizacja osoby względem wózka jezdniowego,
- ▶ występowanie odbić dźwięku związanych z obecnością obiektów w otoczeniu wózka.

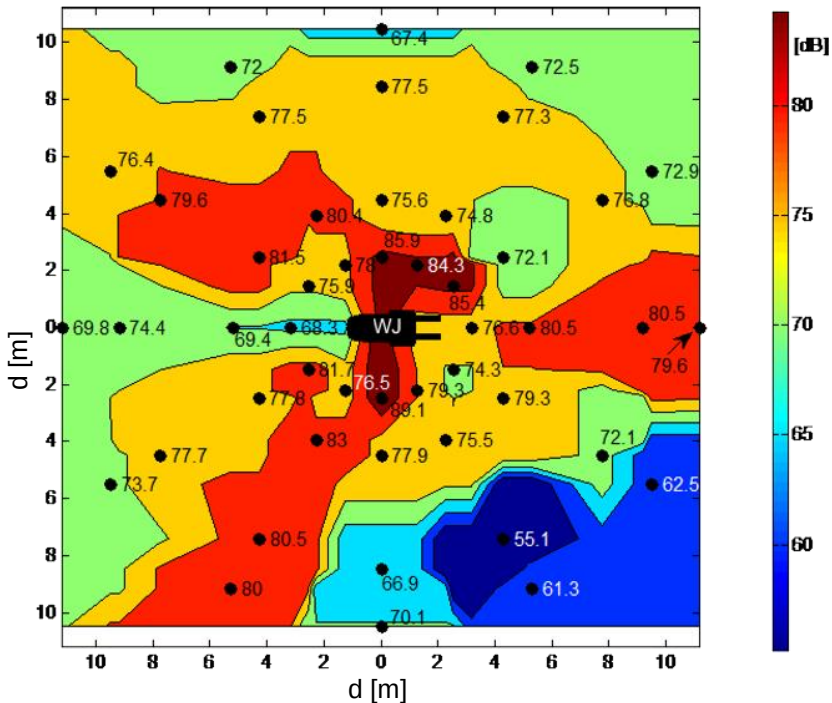
Właściwości dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego analizowano w przykładowym miejscu pracy, którego układ schematycznie zaznaczono na rys. 1. Obszar, po którym przemieszczał się wózek jezdniowy, miał betonowe podłoże i był ograniczony obiektami o dużych gabarytach, odbijającymi fale dźwiękowe. W części tego obszaru (ograniczonej liniami przerywanymi na rys. 1), w punktach wokół wózka jezdniowego przeprowadzono pomiary wartości poziomu ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa tego wózka. Dominujący zakres częstotliwości emitowanego sygnału dźwiękowego przypadął na pasmo oktawowo o częstotliwości środkowej 500 Hz. Wartości poziomu ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego zmierzone w pasmie oktawowym o tej częstotliwości środkowej przedstawiono na rys. 2.



Rys. 1. Układ miejsca pracy, w którym analizowano właściwości dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego

Dane z pomiarów zamieszczone na rys. 2 stanowią przykład analizy wartości poziomu ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa. Dane uzyskane w ten sposób mogą być wykorzystane do wyznaczenia obszarów słyszalności dowolnego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa w środowisku pracy, w którym występuje hałas o określonych parametrach. Metodyka projektowania i oceny słyszalności dźwiękowych sygnałów bezpieczeństwa, niejednokrotnie stosowana w odniesieniu do miejsc pracy [1, 3, 5], jest zamieszczona w normie PN-EN ISO 7731:2009 [9]. W normie tej m.in. zawarto kryterium dotyczące parametrów dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa w odniesieniu do parametrów hałasu tła, które powinno być spełnione, aby dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa mógł być uznany za słyszalny. Na rys. 3 przedstawiono obszar słyszalności dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego, który

wyznaczono z wykorzystaniem danych pomiarowych zamieszczonych na rys. 2, w warunkach występowania hałasu o równoważnym poziomie dźwięku A wynoszącym 69 dB.



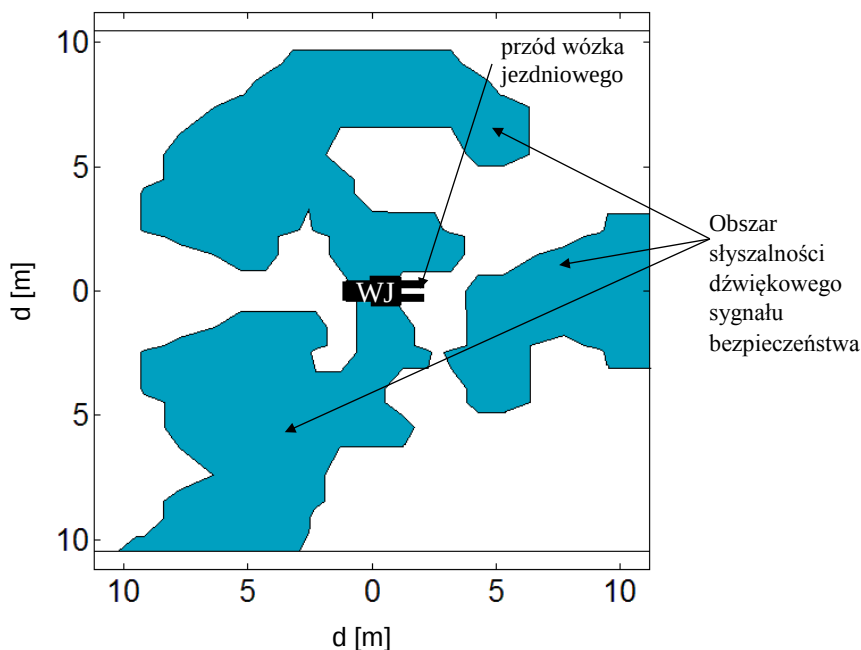
Rys. 2. Wyniki pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa w pasmie oktawowym o częstotliwości środkowej 500 Hz w poszczególnych punktach wokół wózka jezdniowego (na wysokości 1,5 m) i graficzny rozkład poziomu ciśnienia akustycznego na płaszczyźnie wokół tego wózka, w obszarze, który na rys. 1 został ograniczony liniami przerywanymi:

WJ – wózek jezdniowy,

• – punkty, w których przeprowadzano pomiary,

d – odległość od środka wózka jezdniowego

Powierzchnie wyróżnione poszczególnymi kolorami, oznaczającymi określone przedziały wartości poziomu ciśnienia akustycznego, uzyskano z użyciem interpolacji danych pomiarowych przedstawionych w poszczególnych punktach.



Rys. 3. Obszar słyszalności dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego:

WJ – wózek jezdniowy,

d – odległość od środka wózka jezdniowego

Na podstawie przedstawionego przykładu analizy poziomu ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego można sformułować następujące wnioski, które mają praktyczne znaczenie przede wszystkim dla operatorów wózków jezdniowych:

- ▶ poziom ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego w określonym środowisku pracy może przyjmować zróżnicowane wartości w różnych kierunkach przy zachowaniu tej samej odległości od wózka.

Wynika to z właściwości oraz miejsca zamocowania sygnalizatora, co sprawia, że dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa o najwyższym poziomie ciśnienia akustycznego jest emitowany w kierunkach bocznych wózka, a także z istotnego wpływu obecności obiektów odbijających dźwięk w otoczeniu wózka na poziom ciśnienia akustycznego sygnału wokół tego wózka,

- ▶ operator wózka jezdniowego powinien mieć świadomość, że poziom ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa w pobliżu wózka, np. w kierunku za wózkiem lub przed wózkiem, może być znacznie niższy niż np. w bok od tego wózka. Osoba przebywająca z tyłu lub z przodu wózka może nie usłyszeć dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa. Operator powinien również mieć na względzie, że dźwięk wytwarzany przez sygnalizator wózka, który wydaje mu się dobrze słyszalny, w miejscu, w którym potencjalnie będzie przebywała osoba (w otoczeniu wózka), może nie być słyszalny równie dobrze.

4. Rozpoznawanie kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa

W tym rozdziale przedstawiono możliwości rozpoznawania przez pracownika kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa. Uzyskano charakterystyki kierunkowe prawidłowego rozpoznawania skąd dociera dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa. Badania przeprowadzono na specjalnie do tego celu skonstruowanym stanowisku badawczym, na którym osoba biorąca udział w badaniu była otoczona wieloma zestawami głośnikowymi. Zestawy te były rozmieszczone zarówno na wysokości głowy tej osoby, jak i powyżej jej głowy. Umożliwiło to odtwarzanie sygnałów akustycznych w taki sposób, aby odzwierciedlić sytuację panującą w środowisku pracy w przypadku zlokalizowania źródeł dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa na wysokości głowy pracownika oraz powyżej jego głowy. Wszystkie sygnały akustyczne użyte na stanowisku badawczym zarejestrowano wcześniej w warunkach rzeczywistych.

W podanych dalej przykładach uwzględniono następujące aspekty:

- ▶ rozpoznawanie kierunku docierania dźwięku przez osoby w wieku powyżej 50 lat i osoby w wieku do 25 lat,
- ▶ umiejscowienie źródła dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa na wysokości głowy lub powyżej głowy pracownika,
- ▶ zmianę warunków akustycznych panujących w środowisku pracy,
- ▶ stosowanie ochronników słuchu w miejscu pracy.

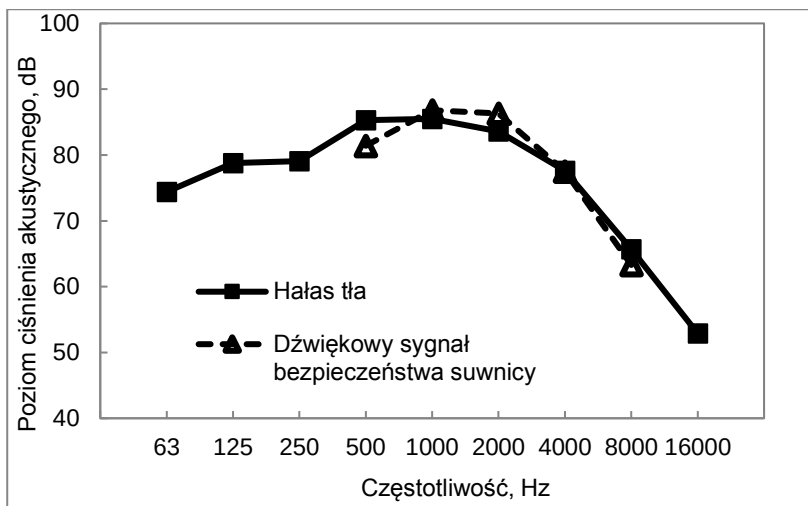
Na podstawie uzyskanych wyników badań wyznaczono **wskaźnik rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa** wyrażający procentowo liczbę poprawnie udzielonych odpowiedzi przez osoby biorące udział w badaniach w odniesieniu do ogólnej liczby dźwiękowych sygnałów bezpieczeństwa odtworzonych podczas badań. Analizę wyników badań przeprowadzono z podziałem na poszczególne kierunki, z których odtwarzano dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa.

4.1. Dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa suwnicy

Przypadek dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa emitowanego powyżej głowy pracownika rozpatrywano na przykładzie dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy (rys. 4). Badania rozpoznawania kierunku docierania sygnału przeprowadzono, gdy był on zagłuszany hałasem tła. Poziom ciśnienia akustycznego w oktawowych pasmach częstotliwości, hałasu tła oraz dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy przedstawiono na rys. 5.



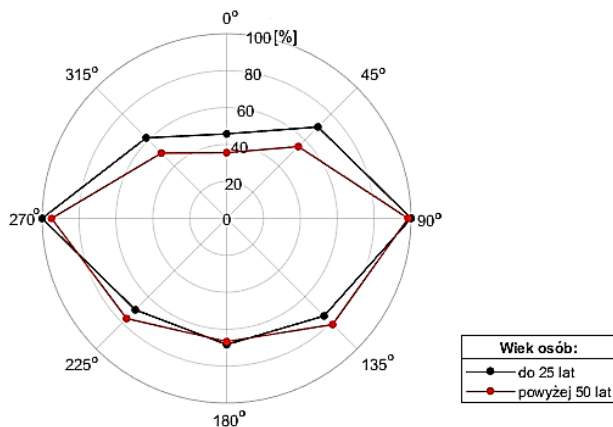
Rys. 4. Suwnica jako przykład obiektu wyposażonego w sygnalizator, który jest zlokalizowany powyżej głowy pracownika przebywającego w hali produkcyjnej



Rys. 5. Wartości poziomu ciśnienia akustycznego w oktawowych pasmach częstotliwości hałasu tła w hali produkcyjnej i dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy

Na rys. 6 zamieszczono wartości wskaźnika rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy. Badane osoby stosowały pasywne nauszники przeciwhałasowe. Poprawne rozpoznawanie kierunków docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy stwierdzono prawie we wszystkich sytuacjach, gdy dźwięk ten docierał z lewej lub z prawej strony badanej osoby. Rozpoznawanie kierunków, gdy dźwięk docierał z tyłu było trudniejsze. Najmniej poprawnych wskazań miało natomiast miejsce w przypadku dźwięków docierających z przodu badanych osób. Uzyskane dane wskazały również na brak istotnych statystycznie różnic w rozpoznawaniu dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy pomiędzy grupami osób w wieku do 25 lat i osób w wieku powyżej 50 lat.

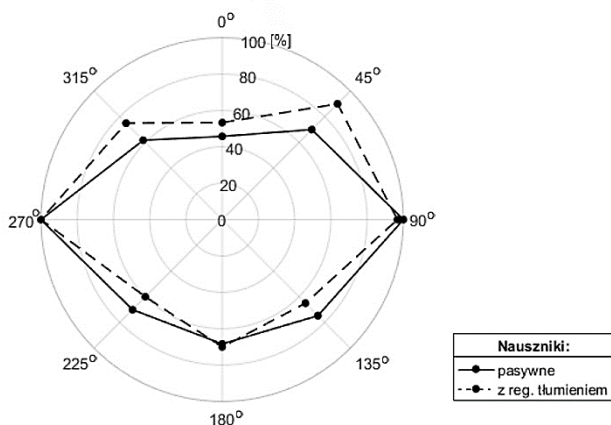
Badania rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy powtórzono, zastępując pasywne nauszники przeciwhałasowe nausznikami przeciwhałasowymi z regulowanym tłumieniem.



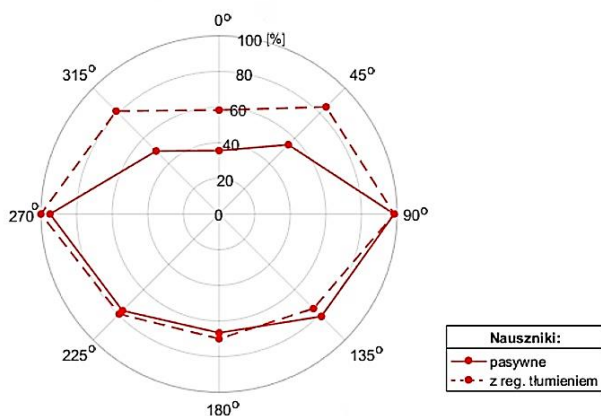
Rys. 6. Wskaźnik rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy w przypadku stosowania pasywnych nauszników przeciwhałasowych przez osoby w wieku do 25 lat oraz powyżej 50 lat. Głowa badanej osoby jest zwrócona w kierunku oznaczonym jako 0°

Wyniki uzyskane w tym przypadku zestawiono z wynikami uzyskanymi podczas stosowania nauszników pasywnych przez osoby w wieku do 25 lat (rys. 7) oraz osoby w wieku powyżej 50 lat (rys. 8).

W przypadku osób w wieku do 25 lat zmiana pasywnych nauszników przeciwhałasowych na nauszники przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem nie dała znaczących efektów. Wyraźny wpływ zamiany pasywnych nauszników przeciwhałasowych na nauszники z regulowanym tłumieniem na osoby w wieku powyżej 50 lat wystąpił w przypadku dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy docierającego z przodu. Zastosowanie nauszników przeciwhałasowych z regulowanym tłumieniem u osób w wieku powyżej 50 lat skutkowało zbliżoną liczbą poprawnych wskazań kierunku docierania dźwięków dochodzących z przodu i z tyłu.



Rys. 7. Wskaźnik rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy w przypadku stosowania pasywnych nauszników przeciwhałasowych oraz nauszników przeciwhałasowych z regulowanym tłumieniem przez osoby w wieku do 25 lat. Głowa badanej osoby jest zwrócona w kierunku oznaczonym jako 0°



Rys. 8. Wskaźnik rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy w przypadku stosowania pasywnych nauszników przeciwhałasowych oraz nauszników przeciwhałasowych z regulowanym tłumieniem przez osoby w wieku powyżej 50 lat. Głowa badanej osoby jest zwrócona w kierunku oznaczonym jako 0°

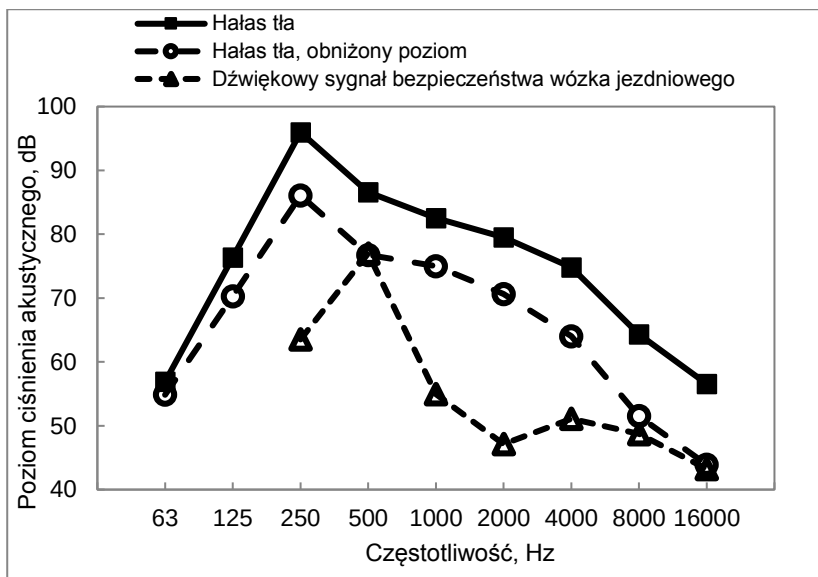
4.2. Dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa wózka jezdniowego

Przypadek dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa emitowanego na wysokości głowy pracownika rozpatrywano na przykładzie sygnału wózka jezdniowego, który jest uruchamiany przez operatora (rys. 9).



Rys. 9. Wózek jezdniowy jako przykład obiektu wyposażonego w sygnalizator, który jest zlokalizowany na wysokości głowy pracownika

Dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa wózka jezdniowego był maskowany hałasem tła. Uwzględniono dwa przypadki warunków akustycznych: hałas tła o parametrach zmierzonych w miejscu pracy oraz hałas tła o obniżonych wartościach poziomu ciśnienia akustycznego, z założeniem zastosowania środka technicznego w postaci obudowy dźwiękochłonna-izolacyjnej maszyny będącej dominującym źródłem hałasu. Poziom ciśnienia akustycznego w oktawowych pasmach częstotliwości, hałasu tła oraz dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego przedstawiono na rys. 10.

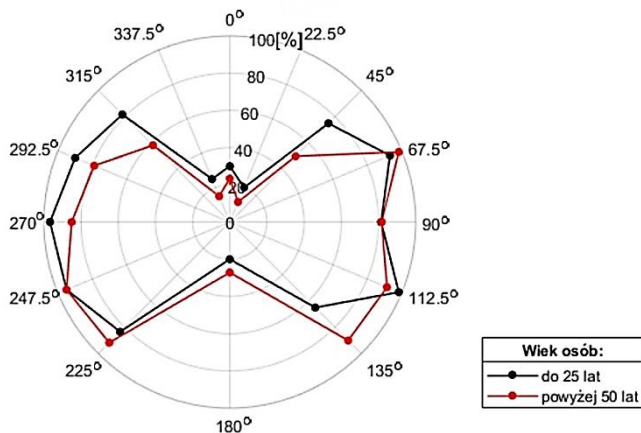


Rys. 10. Wartości poziomu ciśnienia akustycznego w oktaowych pasmach częstotliwości, hałasu tła w hali produkcyjnej i dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego

Na rys. 11 zamieszczono wartości wskaźnika rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego w przypadku hałasu tła o parametrach, jakie zmierzono w miejscu pracy. Podczas przeprowadzania badań osoby badane stosowały pasywne nauszники przeciwhałasowe.

W przypadku dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego, podobnie jak miało to miejsce w przypadku dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa suwnicy, najmniej problemów sprawia rozpoznawanie kierunku docierania dźwięków emitowanych z boku badanej osoby. Poprawne określenie kierunku dźwięków docierających z jej przodu i tyłu jest około czterokrotnie rzadsze niż

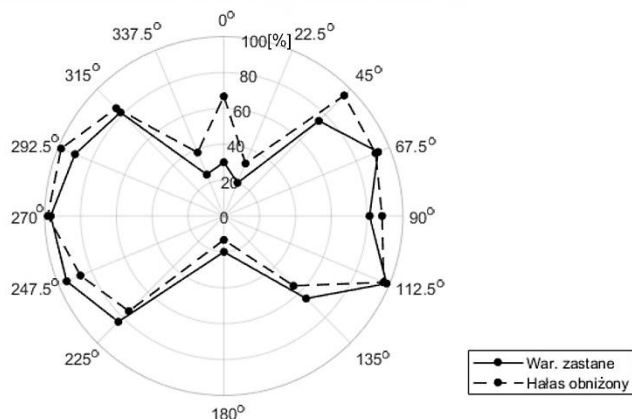
określanie kierunku dźwięków docierających z boku. Rozpoznawanie kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego, w większości kierunków, przez osoby w wieku do 25 lat i osoby w wieku powyżej 50 lat jest poprawne w zbliżonej liczbie przypadków.



Rys. 11. Wskaźnik rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego w przypadku hałasu tła o parametrach, które zmierzono w miejscu pracy, przez osoby w wieku do 25 lat oraz powyżej 50 lat. Głowa badanej osoby jest zwrócona w kierunku oznaczonym jako 0°

Na rys. 12 zamieszczono wartości wskaźnika rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego w przypadku hałasu tła o różnych wartościach poziomu ciśnienia akustycznego: zmierzonych w miejscu pracy oraz obniżonych ze względu na zastosowanie obudowy dźwiękochłonnaizolacyjnej. Podczas przeprowadzania badań w obu sytuacjach pomiarowych osoby badane stosowały pasywne nauszniki przeciwhałasowe. Obniżenie poziomu ciśnienia akustycznego hałasu tła skutkowało około dwukrotnym zwiększeniem liczby poprawnych wskazań

kierunku docierania dźwięku z przodu osoby. W przypadku pozostałych kierunków, w tym kierunków z tyłu, nie obserwowano istotnych zmian związanych z obniżeniem hałasu tła w miejscu pracy. Przedstawione obserwacje poczyniono zarówno w odniesieniu do osób w wieku do 25 lat, jak i osób w wieku powyżej 50 lat.



Rys. 12. Wskaźnik rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego w warunkach zmierzonych w miejscu pracy („War. zastane”) oraz w przypadku hałasu tła o obniżonych wartościach poziomu ciśnienia akustycznego („Hałas obniżony”), wynikających z zastosowania środka technicznego w postaci obudowy dźwiękochłonna-izolacyjnej. Wyniki dotyczą osób w wieku do 25 lat. Głowa badanej osoby jest zwrócona w kierunku oznaczonym jako 0°

4.3. Dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa ostrzegający o jeździe wstecz pojazdu

Analizę rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa emitowanego na wysokości głowy pracownika przeprowadzono również w odniesieniu do sygnału ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu. Uwzględniono sytuację pracownika wy-

konującego czynności w warunkach występowania hałasu wytwarzanego w trakcie prac budowlanych, podczas których przemieszczały się pojazdy (rys. 13).



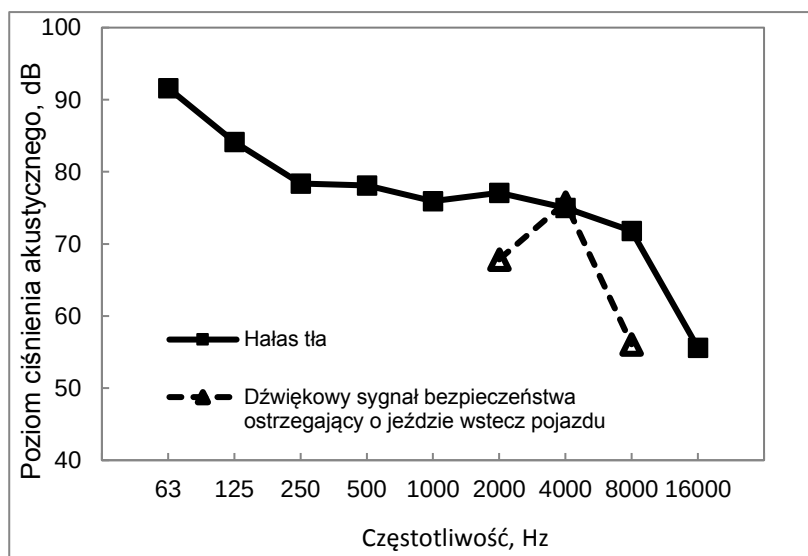
Rys. 13. Przykład miejsca pracy, gdzie hałas tła jest związany z prowadzonymi pracami budowlanymi

W trakcie przeprowadzania badań rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu sygnał ten był maskowany hałasem tła, którego poziom ciśnienia akustycznego w oktaowych pasmach częstotliwości podano na rys. 14. Podano tam również poziom ciśnienia akustycznego sygnału ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu.

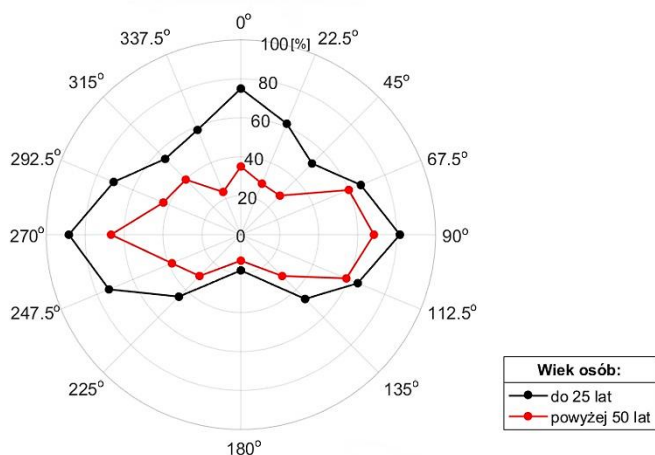
Na rys. 15 zamieszczono wartości wskaźnika rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu. Podczas przeprowadzania badań osoby badane stosowały pasywne nauszники przeciwhałasowe.

Uzyskane dane wskazują na zróżnicowanie wyników rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu przez osoby w wieku do 25 lat i osoby w wieku powyżej 50 lat. W szczególności różnice te są

istotne, gdy dźwięk jest emitowany z kierunków na wprost przed badaną osobą. Sytuacja taka nie wystąpiła w przypadku rozpatrywanych wcześniej dźwiękowych sygnałów bezpieczeństwa suwnicy i wózka jezdniowego. Wynika to z różnic w lokalizacji dominujących składowych w widmie dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa. W przypadku suwnicy i wózka jezdniowego dominujące składowe dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa były zawarte w zakresie częstotliwości wymaganym w zaleceniach normy PN-EN ISO 7731 [9], tj. do 1500 Hz. Natomiast w przypadku dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu dominujące składowe leżały w pasmie oktawowym o częstotliwości środkowej 4 kHz przy braku sygnału w zakresie częstotliwości do 1500 Hz.



Rys. 14. Wartości poziomu ciśnienia akustycznego w oktaowych pasmach częstotliwości hałasu tła podczas prac budowlanych i dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu



Rys. 15. Wskaźnik rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu podczas stosowania pasywnych nauszników przeciwhałasowych. Głowa badanej osoby jest zwrócona w kierunku oznaczonym jako 0°

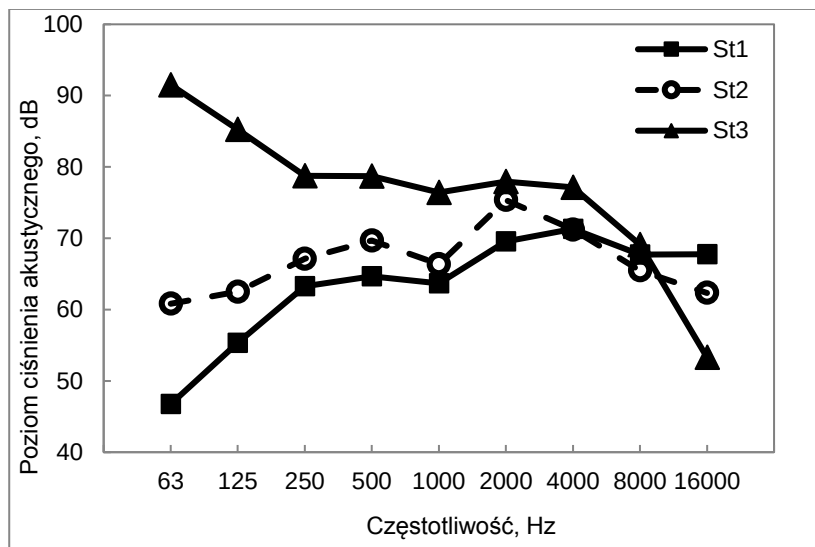
5. Zrozumiałość mowy

Często na stanowiskach pracy, na których niezbędne jest słowne porozumiewanie się, hałas ogranicza zrozumiałość mowy. Problem ograniczonej zrozumiałości mowy analizowano na przykładzie trzech stanowisk pracy, na których komunikacja werbalna jest istotna. W przeprowadzonych badaniach odzwierciedlono w warunkach laboratoryjnych sytuacje charakterystyczne dla następujących stanowisk pracy:

- ▶ recepcjonisty w przychodni szpitalnej (zwanego dalej recepcjonistą),
- ▶ pracownika obsługi klienta w punkcie zlokalizowanym na terenie sklepu (zwanego dalej pracownikiem obsługi klienta),
- ▶ pracownika dokonującego ustaleń słownych w warunkach występowania hałasu wytwarzanego podczas prac budowlanych (zwanego dalej pracownikiem budowy).

W przypadku wymienionych stanowisk pracy uwzględniono warunki akustyczne najbardziej niekorzystne pod względem występowania hałasu zakłócającego komunikację werbalną, wskazane przez pracowników. W komunikacji na stanowisku recepcjonisty przeszkadzał dźwięk rozmów innych osób, a przede wszystkim praca urządzeń drukujących. Pracownik punktu obsługi klienta miał trudności ze zrozumieniem wypowiedzi rozmówcy ze względu na obecność dźwiękowych komunikatów reklamowych i dźwięków związanych z przetaczaniem wózków zakupowych. Głównym źródłem hałasu podczas prac budowlanych były dźwięki związane z pracą koparko-ładowarki. Na rys. 16 podano poziom ciśnienia akustycznego

w pasmach oktaowych częstotliwości hałasu tła na trzech wymienionych stanowiskach pracy. Hałas tła o podanych poziomach był odtwarzany na stanowisku badawczym, na którym sprawdzano zrozumiałość mowy.



Rys. 16. Wartości poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach oktaowych częstotliwości hałasu tła na stanowiskach pracy:

St1 – recepcjonisty w przychodni szpitalnej,

St2 – pracownika obsługi klienta w punkcie zlokalizowanym na terenie sklepu,

St3 – pracownika dokonującego ustaleń słownych w warunkach występowania hałasu wytwarzanego podczas prac budowlanych

W przypadku wymienionych stanowisk pracy, na których badano zrozumiałość mowy, uwzględniono wpływ wieku pracowników, tzn. rozpatrywano zrozumiałość mowy u osób w wieku do 25 lat i osób w wieku powyżej 50 lat. Uwzględniono również wpływ określonych zmian warunków akustycznych panujących w środowisku

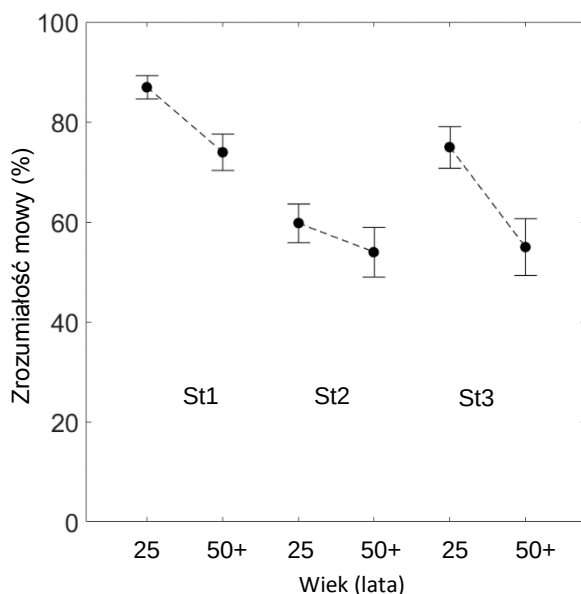
pracy: zmniejszenia poziomu ciśnienia akustycznego hałasu tła (na stanowisku pracy recepcjonisty i na stanowisku pracy pracownika obsługi klienta) lub rodzaju stosowanych ochronników słuchu (na stanowisku pracy pracownika budowy).

W przypadku analizowanego stanowiska pracy recepcjonisty zmniejszenie poziomu ciśnienia akustycznego hałasu tła odzwierciedlało skutki wyciszenia drukarki (zastosowanie dodatkowej obudowy) i wprowadzenia odgrody stanowiska pracy od stanowiska wydruku. Spowodowało to obniżenie poziomu ciśnienia akustycznego o 7 dB. W przypadku pracownika obsługi klienta uwzględniono zmniejszenie poziomu ciśnienia akustycznego hałasu tła (o 2 dB) wynikające z wprowadzenia odgrody stanowiska pracy od pozostałej części pomieszczenia. W odniesieniu do stanowiska pracy pracownika budowy uwzględniono wymianę stosowanych na tym stanowisku pasywnych nauszników przeciwhałasowych na nauszniki przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem.

Wyniki przeprowadzonych badań przeanalizowano, wyznaczając wskaźnik zrozumiałości mowy, tzn. wyrażony procentowo iloraz liczby zdań prawidłowo zrozumianych w trakcie przeprowadzania pomiaru do liczby wszystkich zdań odtworzonych podczas tego pomiaru.

Na rys. 17 został pokazany średni wskaźnik zrozumiałości mowy wyznaczony z udziałem osób w wieku do 25 lat oraz osób w wieku powyżej 50 lat. Wskaźnik zrozumiałości mowy zmierzony u osób w wieku do 25 lat miał największą wartość dla recepcjonisty, ponieważ na tym stanowisku pracy poziom ciśnienia akustycznego hałasu przyjmował najniższe wartości. W przypadku stanowiska pracownika obsługi klienta wskaźnik zrozumiałości mowy był najniższy dla osób do 25 lat. Hałas tła na tym stanowisku pracy przyjmował większe war-

tości poziomu ciśnienia akustycznego niż na stanowisku pracy recepcjonisty. Na stanowisku pracy pracownika budowy poziom ciśnienia akustycznego hałasu tła był co prawda jeszcze wyższy niż na stanowisku pracy pracownika obsługi klienta, ale na stanowisku pracy pracownika budowy osoby biorące udział w badaniach (odwzorowując sytuację w miejscu pracy) stosowały nauszniki przeciwhałasowe, co spowodowało lepszą zrozumiałość mowy u osób do 25 lat.



Rys. 17. Średni wskaźnik zrozumiałości mowy dla osób w wieku do 25 lat („25”) oraz dla osób w wieku powyżej 50 lat („50+”) w przypadku trzech stanowisk pracy uwzględnionych w badaniach. Punkty oznaczają wartości średnie, poziome kreski oznaczają wartości błędu standardowego:

St1 – stanowisko pracy recepcjonisty w przychodni szpitalnej,

St2 – stanowisko pracy pracownika obsługi klienta w punkcie zlokalizowanym na terenie sklepu,

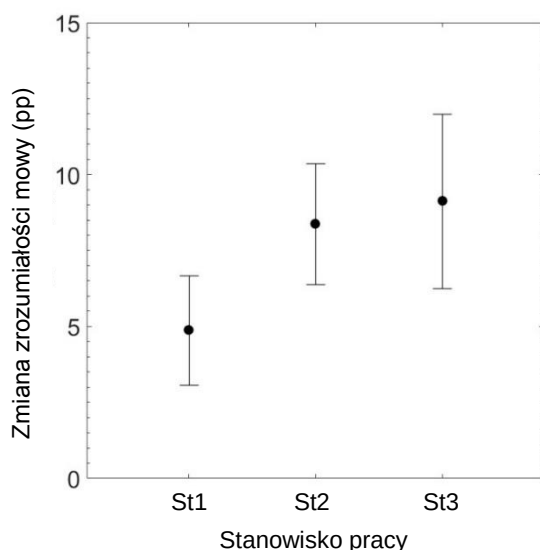
St3 – stanowisko pracy pracownika dokonującego ustaleń słownych w warunkach występowania hałasu wytwarzanego podczas prac budowlanych

Najgorszy wynik zrozumiałości mowy uzyskany w przypadku stanowiska pracy pracownika obsługi klienta jest zbliżony z opiniami pracowników zatrudnionych na tym stanowisku, którzy uważali warunki akustyczne do prowadzenia komunikacji werbalnej za bardzo niekorzystne.

Porównując wyniki badań osób w wieku do 25 lat i osób w wieku powyżej 50 lat można zauważyć, że w sytuacji, gdy na stanowisku pracy występują względnie lepsze warunki akustyczne (stanowisko pracy recepcjonisty), to osoby w wieku powyżej 50 lat słabiej rozumieją mowę niż osoby w wieku do 25 lat. Natomiast gdy poziom ciśnienia akustycznego hałasu na stanowisku pracy przyjmuje większe wartości (stanowisko pracy pracownika obsługi klienta), to stopień rozumienia mowy przez osoby starsze i młodsze jest zbliżony. Stosowanie nauszników przeciwhałasowych na stanowisku pracy pracownika budowy, jak napisano wcześniej, sprawiło, że pomimo wyższego poziomu ciśnienia akustycznego hałasu panującego na tym stanowisku (wyższego niż na stanowisku pracy pracownika obsługi klienta), zrozumiałość mowy dla osób w wieku powyżej 50 lat nie była gorsza, a dla osób w wieku do 25 lat była nawet lepsza.

Zmiana warunków akustycznych na trzech analizowanych stanowiskach pracy spowodowała poprawę zrozumiałości mowy w stopniu porównywalnym dla osób w wieku do 25 lat oraz w wieku powyżej 50 lat. Na rys. 18 pokazano, jak zmieniała się zrozumiałość mowy po zmianie warunków akustycznych w stosunku do stanu wyjściowego. Należy zwrócić uwagę, że nawet niewielkie obniżenie poziomu ciśnienia akustycznego hałasu tła (o 2 dB), które miało miejsce w przypadku stanowiska pracy pracownika obsługi klienta, gdzie wyjściowe warunki akustyczne były szczególnie niekorzystne, skutkowało zwiększeniem wskaźnika zrozumiałości mowy o 8 punktów procentowych. W przypadku stanowiska pracy recepcjonisty, gdzie warunki akustyczne były lepsze, większe obniżenie poziomu

ciśnienia akustycznego hałasu tła (o 7 dB) spowodowało poprawę wskaźnika zrozumiałości mowy o 5 punktów procentowych. W związku z tym, na stanowiskach pracy, na których występuje hałas, ważne jest nawet niewielkie obniżenie wartości poziomu ciśnienia akustycznego tego hałasu, ponieważ taka zmiana może poprawić warunki pracy związane z możliwością komunikowania się werbalnego. Należy ponadto mieć na uwadze korzyści związane z ograniczeniem uciążliwości lub narażenia na hałas pracowników.



Rys. 18. Średnia zmiana wskaźnika zrozumiałości mowy związana z wprowadzeniem zmian warunków akustycznych w przypadku trzech stanowisk pracy uwzględnionych w badaniach. Punkty oznaczają wartości średnie, poziome kreski oznaczają wartości błędu standardowego:

pp – punkty procentowe,

St1 – stanowisko pracy recepcjonisty w przychodni szpitalnej,

St2 – stanowisko pracy pracownika obsługi klienta w punkcie zlokalizowanym na terenie sklepu,

St3 – stanowisko pracy pracownika dokonującego ustaleń słownych w obecności hałasu wytwarzanego podczas prac budowlanych

Znaczącą korzyść odnośnie do poprawy zrozumiałości mowy wnosi również stosowanie naszników przeciwhałasowych z regulowanym tłumieniem zamiast pasywnych naszników przeciwhałasowych, co zaobserwowano na przykładzie stanowiska pracy pracownika budowy.

6. Podsumowanie

W środowisku pracy poziom ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wózka jezdniowego może w jego otoczeniu przyjmować zróżnicowane wartości w różnych kierunkach, przy zachowaniu tej samej odległości od wózka. Wokół wózka jezdniowego będą występowały strefy, gdzie pomimo niewielkiej odległości od tego wózka, poziom ciśnienia akustycznego dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa będzie stosunkowo niewielki, np. ze względu na zasłanianie drogi docierania dźwięku przez osłonę silnika lub widły wózka czy lokalizację sygnalizatora. W konsekwencji, w zależności od poziomu ciśnienia akustycznego hałasu tła, mogą wystąpić sytuacje, że w określonych obszarach wokół wózka jezdniowego, dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa tego wózka nie będzie odebrany przez przebywającego tam pracownika.

Od pracownika (stosującego nauszники przeciwhałasowe), do którego dźwiękowe sygnały bezpieczeństwa docierają z przodu lub z tyłu, wymagana jest zwiększona uwaga, ponieważ rozpoznawanie kierunku docierania dźwięków w takich sytuacjach jest trudniejsze niż rozpoznawanie kierunków docierania dźwięków leżących po bokach pracownika. Możliwości poprawnego rozpoznawania kierunku dźwięków docierających z przodu można zwiększyć przez obniżenie poziomu ciśnienia akustycznego hałasu tła.

Poprawne rozpoznawanie kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa jest podobne u pracowników w wieku do 25 lat i powyżej 50 lat, gdy dźwięki te zawierają dominujące składowe w zakresie częstotliwości do 1500 Hz, a więc spełniają pod tym

względem wymaganej odnośnej normy PN-EN ISO 7731 [9]. Odmienna sytuacja występuje w przypadku sygnału o dominującej składowej leżącej w pasmie oktawowym o częstotliwości środkowej 4 kHz, a więc poza wymaganym zakresem [9]. W takich warunkach pracownicy w wieku powyżej 50 lat mogą mieć większe problemy ze wskazywaniem kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa. Stąd wniosek, że zachowanie możliwości poprawnego rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa wymaga stosowania takich sygnałów, które pod względem lokalizacji dominujących składowych w widmie dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa spełniają wymagania normy z tego zakresu [9].

Zaletą stosowania naszników przeciwhałasowych z regulowanym tłumieniem w środowisku pracy, w którym występuje hałas, jest to, że umożliwiają one ochronę słuchu, gdy obecny jest hałas, a jednocześnie umożliwiają odbiór dźwięków użytecznych w momentach ciszy, bez potrzeby ich zdejmowania. Rozwiązanie takie jest zatem wygodne dla pracownika. Okazało się, że stosowanie naszników z regulowanym tłumieniem zamiast naszników pasywnych może nie pogorszyć (osoby w wieku do 25 lat), a w określonych sytuacjach (osoby w wieku powyżej 50 lat) wręcz istotnie poprawić możliwości rozpoznawania kierunku docierania dźwięków emitowanych na wprost przed stosującą je osobą.

Generalnie w miejscach pracy, w których występuje hałas, osoby w wieku powyżej 50 lat słabiej rozumieją mowę niż osoby w wieku do 25 lat. Zmiana warunków akustycznych, polegająca na nawet niewielkim (pojedyncze decybele) obniżeniu poziomu ciśnienia akustycznego hałasu tła lub wymianie pasywnych naszników przeciwhałasowych na naszniki przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem, może skutkować poprawą zrozumiałości mowy w stopniu porównywalnym dla osób w wieku do 25 lat oraz w wieku powyżej 50 lat.

6. Bibliografia

1. Asawarungsangkul K., Nanthavanij S. *On evaluation and localization of auditory warning devices for adequate audibility*. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2013, 19(3), 355-369.
2. Brammer A.J., Laroche C. *Noise and communication: A three-year update*. Noise and Health. 2012, 14 (61), 281-286.
3. Carbonneau M.A., Lezzoum N., Voix J., Gagnon G. *Detection of alarms and warning signals on an digital in-ear device*. International Journal of Industrial Ergonomics. 2013, 43(6), 503-511.
4. Kociński J., Hafke-Dys H., Preis A. *Subiektywne metody oceny zrozumiałości mowy w „Protetyka słuchu”*. Red. E. Hojan. Wydawnictwo naukowe UAM, Poznań, 2014, 309-324.
5. Młyński R., Kozłowski E. *Ocena obszaru słyszalności dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa emitowanego przez wózek jezdniowy*. Medycyna Pracy 2015, 66(2), 173–184.
6. Ozimek E., Warzybok A., Kutzner D. *Polish sentence matrix test for speech intelligibility measurement in noise*. International Journal of Audiology, 2010, 49(6), 444-454.
7. *Projektowanie obiektów, pomieszczeń oraz przystosowanie stanowisk pracy dla osób niepełnosprawnych o specyficznych potrzebach – ramowe wytyczne*. Red. nauk. W. M. Zawieska. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2014.
8. Rozporządzenie 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. Dz.U. 2005 nr 157 poz. 1318.

9. PN-EN ISO 7731:2009 Ergonomia – Sygnały bezpieczeństwa dla obszarów publicznych i obszarów pracy – Dźwiękowe sygnały bezpieczeństwa.