

Marta Niciejewska¹

WPLYW HAŁASU IMPULSOWEGO NA ZDROWIE CZŁOWIEKA W ASPEKCIE ZAGROŻEŃ ZAWODOWYCH

Abstract: Niniejszy artykuł dotyczy wpływu jednego z najgroźniejszych rodzajów hałasu na zdrowie człowieka – hałasu impulsowego. Autorka przybliżyła definicje hałasu impulsowego oraz źródła jego pochodzenia. W artykule zostały również przedstawione środki ochrony indywidualnej, chroniące narząd słuchu pracowników przed działaniem hałasu impulsowego, jak również działania profilaktyczne, dzięki którym pracownik może uniknąć bezpośredniego narażenia na wspomniany rodzaj hałasu. Dokonano również przykładowego szacowania tłumienia dźwięku ochronników słuchu w przypadku hałasu impulsowego. Artykuł ma charakter poglądowy.

Słowa kluczowe: hałas impulsowy, zagrożenie, ekspozycja, prewencja, środki ochrony indywidualnej.

1. Wstęp

Hałas impulsowy został po raz pierwszy zdefiniowany w latach 70-tych ubiegłego stulecia. Ówczesna definicja rozróżniała impulsy, które powstawały w wyniku eksplozji i impulsy mające charakter oscylacyjny, które z kolei powstawały w wyniku kolizji obiektów. Termin ten w 1986 roku odniesiono natomiast do wszelkich form dźwięków o dużym natężeniu i małym czasie trwania (MŁYŃSKI R. 2015). Norma PN-ISO 10843:2002 zdefiniowała hałas impulsowy jako pojedynczy impuls lub serię krótkich impulsów ciśnienia akustycznego gdzie przebieg czasowy ciśnienia akustycznego pojedynczego impulsu hałasu obejmuje narastanie do wartości szczytowej ciśnienia, po którym następuje opadanie obwiedni czasowej ciśnienia akustycznego. Wspomniana norma wprowadziła jedynie pojęcie hałasu impulsowego nie czyniąc podziału dodatkowo na udarowy (PN-ISO 10843:2002. Akustyka. Metody...). Z kolei norma

¹ Dr inż., Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania, e-mail: marta.n@vip.onet.pl

PN-N-01307:1994 za hałas impulsowy podaje hałas, który składa się z jednego lub wielu zdarzeń dźwiękowych – każde o czasie trwania mniejszym niż 1 sekunda (PN-N-01307:1994. Hałas- dopuszczalne...).

Hałas impulsowy jest bardzo istotnym zagrożeniem dla słuchu. Posiada bowiem inny mechanizm oddziaływania na system słuchowy niż ma to miejsce w przypadku hałasu ustalonego. Ubytek słuchu nie jest związany z wieloletnią ekspozycją na hałas. Do utraty słuchu może nastąpić nawet po jednym zdarzeniu, w którym wystąpi ekspozycja na silny impuls akustyczny (KORADECKA D. 2008).

Hałas impulsowy to przykład hałasu krótkotrwałego, ale bardzo uciążliwego. Najistotniejszym zagrożeniem dla człowieka związanym właśnie z dźwiękami impulsowymi jest ryzyko uszkodzenia słuchu.

2. Źródła powstawania hałasu impulsowego

Ryzyko uszkodzenia słuchu rośnie wraz z mocą źródła, a maleje ze wzrostem odległości pomiędzy osobą a źródłem. Bardzo istotna jest także droga propagacji dźwięku, gdzie fala akustyczna może podlegać zarówno rozproszeniu, jak i tłumieniu. Dźwięki impulsowe zazwyczaj są dobrze rozpoznawalne przez człowieka, jednak czasem pewna część impulsów jest niezauważalna. Dzieje się to wówczas, gdy wiele źródeł hałasu dociera do naszego narządu słuchu jednocześnie. W psychoakustyce nazywa się takie zjawisko maskowaniem (KUKULSKI B. 2016).

Jak już zostało wspomniane, dźwiękami impulsowymi nazywa się zdarzenia akustyczne, które cechują się wysokim poziomem ciśnienia akustycznego, a przy tym trwają bardzo krótko – często są to tysięczne części sekundy. O hałasie impulsowym mówi się zatem wtedy, gdy jest powodem uciążliwości akustycznej lub stanowi realne zagrożenie uszkodzenia słuchu pracownika (ENGEL Z., ZAWIESKA W. 2010).

Regulacje dotyczące problematyki ekspozycji na hałas impulsowy oraz ochrony pracowników przed narażeniem na niego znajdują się w rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej. Zawiera ono również zdefiniowane najistotniejsze parametry hałasu impulsowego,

a mianowicie – maksymalny poziom dźwięku A, szczytowy poziom dźwięku C oraz poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy. Oczywiście w odniesieniu do każdego z wyżej wymienionych parametrów zostały określone zarówno najwyższe dopuszczalne natężenia – NDN, jak i wartości progów działania, które zawarte są w tabeli 1.

Tabela 1. Najwyższe dopuszczalne natężenia (NDN) i wartości progów działania

Parametr	NDN [dB]	Próg działania [dB]
Maksymalny poziom dźwięku A	115	-
Szczytowy poziom dźwięku C	135	135
Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy	85	80

Źródło: Opracowanie własne na podstawie GALUSZA M. 2014

Szczytowy poziom dźwięku C hałasu impulsowego, który wytwarzany jest na stanowiskach pracy w przemyśle przyjmuje wartości nawet do około 150 dB. Hałas ten jest związany najczęściej ze zderzeniami obiektów, a impulsy akustyczne, które w ten sposób powstają mają charakter oscylacyjny. Źródła hałasu impulsowego w przemyśle to prasy, pistolety gwoździujące, młoty pneumatyczne, młoty parowo-matrycowe, zakuwarki, znakowniki, nożyce gilotynowe itd. (MŁYŃSKI R. 2015). Źródłem hałasu impulsowego jest również broń palna, czyli pistolety, karabiny i broń dużego kalibru. Hałas impulsowy wytwarzany jest również podczas eksplozji materiałów wybuchowych. Wśród narażonych na działanie hałasu impulsowego pochodzącego z wyżej wymienionych źródeł są pracownicy służb mundurowych, osoby pełniące funkcje w siłach zbrojnych, pracownicy testujący broń (przemysł zbrojeniowy), myśliwi, pracownicy kamieniołomów itp. (MŁYŃSKI R. 2013). Sport to kolejne źródło omawianego w niniejszym artykule hałasu. Przede wszystkim dotyczy on tych dyscyplin

sportowych, które związane są ze strzelectwem. Szczytowy poziom dźwięku C hałasu wytworzonego na skutek wystrzałów z broni palnej może osiągać nawet wartości równe 180 dB.

Mimo tego, że tematyka dotycząca hałasu impulsowego jest poruszana od dziesiątek już lata nadal – według literatury przedmiotu - nie istnieje obiektywny sposób klasyfikacji źródeł hałasu impulsowego. Istnieje jednak jeden podział źródeł hałasu impulsowego, który jest wynikiem kompromisu wielu różnych koncepcji. Został on przedstawiony w tabeli 2.

Tabela 2. Podział źródeł hałasu impulsowego

PODZIAŁ ŹRÓDEŁ HAŁASU IMPULSOWEGO		
Źródła wysokoenergetycznego hałasu impulsowego	Źródła hałasu wysokoimpulsowego	Źródła typowego hałasu impulsowego
Wybuch, który odpowiada równoważnej masie trotylu większej niż 50 gramów	Młotkowanie metalu bądź drewna	Bicie dzwonów alarmowych i kościelnych
Dźwiękowe fale uderzeniowe	Młot pneumatyczny, młot spadowy	Gra w piłkę na powietrzu
Detonacje, eksplozje w kopalniach, kamieniołomach	Wystrzał z broni strzeleckiej	Trzaskanie drzwiami samochodowymi
Pociski broni artyleryjskiej, pancernej	Przejazdy pociągów przez rozjazdy kolejowe	Kłaśnięcie, klakson, tłuczenie szkła
Inne – zbliżona energia i wysoka uciążliwość	Inne – impulsowa charakterystyka i znaczne uciążliwości	Inne – impulsowe o niskiej uciążliwości

Źródło: Opracowanie własne na podstawie KUKULSKI B. 2016

Bardzo istotne jest, by przy każdej próbie kwalifikowania danego impulsu do konkretnej kategorii czynić to w sposób kompleksowy, biorąc

pod uwagę wszystkie elementy – rozpoznanie źródła oraz charakterystycznych cech sygnału impulsowego. Należy bowiem pamiętać, że w kwalifikowaniu mamy do czynienia z dużą subiektywnością. Subiektywne reakcje człowieka na bodźce dźwiękowe znalazły swoje miejsce we wspomnianej już nauce – psychoakustyce. Jest to dziedzina, która bada m.in. wpływ zjawiska maskowania na odczucie uciążliwości sygnałów impulsowych.

Literatura przedmiotu przytacza szereg typowych wartości szczytowego poziomu dźwięku C dla wybranych źródeł hałasu impulsowego. Zawarte zostały one w tabeli 3.

Tabela 3. Typowe wartości szczytowego poziomu dźwięku C dla wybranych źródeł hałasu impulsowego

Źródło hałasu impulsowego	Szczytowy poziom dźwięku C [dB]
Prasa hydrauliczna	107-120
Prasa mimośrodowa	123-136
Nożyce gilotypowe	137
Uderzenia młota w stalowe elementy	142
Młot parowo-matrycowy	141-147
Wystrzał z pistoletu	151
Wystrzał z broni myśliwskiej	157-161
Wystrzał z karabinu	159-162
Wystrzał z armaty	162-170
Wystrzał z moździerza	170
Wystrzał z ręcznego granatnika przeciwpancerneho	176

Źródło: Opracowanie własne na podstawie MŁYŃSKI R. 2015

Jak już zostało wspomniane, wszelkie wystrzały z broni palnej mogą osiągać najwyższe wartości hałasu impulsowego - nawet rzędu 180 dB. Przy omawianym rodzaju hałasu uzyskiwanych wartościach natężenia, wskazana jest odpowiednia profilaktyka.

3. Wpływ ochronników słuchu na odbiór hałasu impulsowego oraz działania profilaktyczne

Na rodzaj i wielkość ubytku słuchu wpływa różnorodny przebieg czasowy ciśnienia akustycznego hałasu impulsowego. Skuteczność ochronników słuchu w tłumieniu hałasu związana jest natomiast z widmem sygnału oraz właściwościami czasowymi impulsu akustycznego. Zatem do opisu hałasu impulsowego stosowane są wielkości odzwierciedlające właściwości amplitudowe oraz właściwości czasowe przebiegu impulsu akustycznego. Wspomniane widmo sygnału jest ściśle związane z czasem narastania oraz czasem trwania impulsu (HAMERNIK ROGER P., HSUEH KENG D. 1991). Właściwości amplitudowe są w literaturze przedmiotu opisywane z użyciem szczytowego poziomu ciśnienia akustycznego, szczytowego poziomu dźwięku C, poziomu ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy oraz maksymalnego poziomu dźwięku A. Właściwości czasowe z kolei charakteryzowane są głównie przez czas trwania pojedynczego impulsu akustycznego bądź wielu impulsów akustycznych. Ze względu więc na stopień zagrożenia słuchu może być rozpatrywana zarówno liczba, jak i częstotliwość powtarzania impulsów (MŁYŃSKI R. 2015).

W przypadku hałasu impulsowego bardzo trudno jest ograniczyć zagrożenie w inny sposób niż zastosowanie środków ochrony indywidualnej. Poza tym charakter hałasu impulsowego, który stwarza ryzyko natychmiastowego i trwałego ubytku słuchu, nie pozwala na przerwy w noszeniu indywidualnych środków ochrony słuchu w miejscu, w którym człowiek (pracownik) jest narażony na hałas impulsowy. Nauszniki przeciwhałasowe w warunkach narażenia na hałas impulsowy należy nosić bezwzględnie bez żadnych przerw. Tabela 4 zawiera dane dotyczące różnicy w narażeniu na hałas impulsowy jaka występuje w sytuacji gdy brak środków ochrony indywidualnej i gdy są one zapewnione pracownikowi.

Tabela 4. Różnice w narażeniu na hałas impulsowy bez naszników przeciwhałasowych oraz z nasznikami przeciwhałasowymi o dużym tłumieniu

Narażenie na hałas impulsowy bez nasznika przeciwhałasowego			
Maksymalny poziom dźwięku A	Szczytowy poziom dźwięku C	Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy	Dopuszczalna liczba strzałów
133 dB	159 dB	80 dB	0
Narażenie na hałas impulsowy z nasznikami przeciwhałasowymi o dużym tłumieniu			
Maksymalny poziom dźwięku A	Szczytowy poziom dźwięku C	Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy	Dopuszczalna ilość strzałów
100 dB	132 dB	47 dB	6000

Źródło: Opracowanie własne na podstawie www.ciop.pl

Środki ochrony indywidualnej słuchu są dobierane w sposób eliminujący ryzyko uszkodzenia słuchu lub zmniejszający je do najniższego możliwego do osiągnięcia w danych warunkach poziomu. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 roku „w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne mówi, że:

- istnieje niebezpieczeństwo utraty słuchu jeśli nie są noszone ochronniki słuch,
- zakładanie ochronników słuchu musi być wykonywane poprawnie, gdyż ma to znaczący wpływ na skuteczność tłumienia (DZ. U. NR 157, POZ. 1318).

Nie stosowanie ochronników słuchu może skutkować poważnymi konsekwencjami, gdyż – jak już to zostało wspomniane – w przypadku hałasu impulsowego, w skrajnych przypadkach, nawet jeden impuls akustyczny może spowodować natychmiastowy i trwały ubytek słuchu.

Sposób założenia ochronników słuchu też jest bardzo istotny. Należy unikać nieszczelności w przyleganiu nauszników, gdyż ma to wpływ na skuteczność tłumienia. Nie wskazane jest używanie wkładek piankowych momencie gdy pracownik ma do czynienia z niebezpiecznymi materiałami jak smary i rozpuszczalniki, ponieważ istnieje prawdopodobieństwo przeniesienia tych substancji z rąk do ucha przez wkładkę. Ważne jest by pozostałe środki ochrony indywidualnej jak np. okulary, maski, hełm nie pogarszały skuteczności ochronników słuchu. Zatem dopasowanie tych elementów też jest istotne. Specjaliści zalecają również stosowanie podwójnej ochrony słuchu w przypadku pracy w warunkach narażenia na hałas impulsowy. Jednoczesne stosowanie wkładek przeciwhałasowych oraz nauszniaka przeciwhałasowego ma bowiem w pełni i skutecznie chronić narząd słuchu przed skutkami hałasu impulsowego. Stosowanie podwójnej ochrony jest zalecane gdy poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy przekracza 103 dB i gdy szczytowy poziom dźwięku C przekracza 165 dB. Tłumienie, które dostarcza kombinacja wkładki z nauszniakiem nie jest sumą tłumień indywidualnych obu rodzajów ochronnika. Dlatego przy wyborze podwójnej ochrony słuchu rad należy zasięgać u fachowców. Należy pamiętać, że istnieje zasada, iż pierwszeństwo stosowania powinny mieć te podwójne ochrony, których tłumienie przy łącznym stosowaniu jest znane.

4. Szacowanie tłumienia dźwięku ochronników słuchu w przypadku hałasu impulsowego – studium przypadku

Według normy PN-EN 458:2006 istnieją określone źródła hałasu impulsowego przyporządkowane do jednego z trzech typów – typ 1, 2 i 3, ze względu na zakres częstotliwości, w których zawarta jest większa część energii akustycznej poszczególnych źródeł hałasu. Typ 1 dotyczy źródeł, dla których większa część energii akustycznej zawarta jest w zakresie niskich częstotliwości (np. materiał wybuchowy), typ 2 – średnich i wysokich (np. młot), natomiast typ 3 – wysokich częstotliwości (np. pistolet). Takie przyporządkowanie źródła hałasu impulsowego do jednego z trzech wyżej wymienionych typów jest istotne, gdyż dopiero wtedy będzie można wyznaczyć wartości tzw. Zmodyfikowanego tłumienia dźwięku ochronników słuchu (d_m). Parametr ten pozwala zastosować dane ochronników słuchu zamieszczone w informacji dla użytkownika do przeprowadzenia obliczeń odnoszących się do hałasu impulsowego.

W przypadku typu 1 hałasu d_m oblicza się na podstawie odczytanej z informacji dla użytkownika wartości parametru L – niskoczęstotliwościowy parametr tłumienia, odejmując od niej 5dB. Gdy źródło hałasu impulsowego zakwalifikujemy do typu 2 wówczas obliczając parametr d_m musimy te 5 dB odjąć od odczytanej wartości parametru M – średniczęstotliwościowy parametr tłumienia. W przypadku typu 3 hałasu d_m jest równe podanej w informacji dla użytkownika wartości parametru H – wysokoczęstotliwościowy parametr tłumienia. Następnie wyznaczona wartość zmodyfikowanego tłumienia dźwięku (d_m) wykorzystywana jest do obliczenia parametrów hałasu impulsowego pod określonym ochronnikiem słuchu. Wartość szczytowego poziomu dźwięku C pod ochronnikiem słuchu jest różnicą wartości szczytowego poziomu dźwięku C zmierzonego na stanowisku pracy i wyznaczonej wartości d_m . W ten sam sposób może być obliczona także wartość równoważonego poziomu dźwięku A pod ochronnikiem słuchu, tzn. jako różnica równoważonego poziomu dźwięku A

zmierzonego na stanowisku pracy i wartości d_m . Należy jednak pamiętać, że dobór w zakresie równoważonego poziomu dźwięku A może być przeprowadzany wg zasad odnoszących się do metodyki stosowanej w przypadku hałasu ustalonego. Następnie powinna być przeprowadzona ocena określonego ochronnika słuchu, na podstawie porównania obliczonych wartości parametrów hałasu pod ochronnikiem słuchu z wymienionymi wcześniej wartościami dopuszczalnymi (MŁYŃSKI R. 2015).

Przykładowe szacowanie tłumienia dźwięku ochronników słuchu w przypadku hałasu impulsowego zawarte jest w tabeli 5.

Tabela 5. szacowanie tłumienia dźwięku ochronników słuchu w przypadku hałasu impulsowego na wybranym przykładzie

Etapy	Działania i obliczenia												
1.	<p>Pomiar hałasu w miejscu przebywania osoby: - szczytowy poziom dźwięku C: 150 dB - równoważny poziom dźwięku A : 97 dB Źródło hałasu – materiał wybuchowy</p>												
2.	<p>Kwalifikacja źródła hałasu impulsowego do jednego z trzech typów - typ hałasu 1 Parametry H, M, L dwóch nauszników przeciwhałasowych odczytane z informacji dla użytkownika podane w dB:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>H</th> <th>M</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nausznik 1</td> <td>26</td> <td>18</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Nausznik 2</td> <td>40</td> <td>32</td> <td>23</td> </tr> </tbody> </table>		H	M	L	Nausznik 1	26	18	13	Nausznik 2	40	32	23
	H	M	L										
Nausznik 1	26	18	13										
Nausznik 2	40	32	23										
3.	<p>Obliczanie wartości zmodyfikowanego tłumienia dźwięku d_m - nausznik 1 : $d_m = 13 - 5 = 8$ dB - nausznik 2 : $d_m = 23 - 5 = 18$ dB</p>												
4.	<p>Obliczanie parametrów hałasu pod ochronnikiem słuchu: Nausznik 1: a) szczytowy poziom dźwięku C - L_{Cpeak} pod ochronnikiem = $150 - 8 = 142$;</p>												

	<p>b) równoważny poziom dźwięku A - L_{Aeq} pod ochronnikiem = $97-8=89$</p> <p>Nausznik 2:</p> <p>a) L_{Cpeak} pod ochronnikiem = $150-18=132$;</p> <p>b) L_{Aeq} pod ochronnikiem = $97-18=79$.</p>
5.	<p>Porównanie z wartościami dopuszczalnymi – ocena:</p> <p>Tylko nausznik 2 spełnia wymagania dotyczące dostatecznego tłumienia hałasu impulsowego przez ochronnik słuchu. Obliczony szczytowy poziom dźwięku C pod nausznikiem nr 2 jest mniejszy niż 135 dB, natomiast równoważny poziom dźwięku A jest mniejszy niż 85 dB.</p> <p>Nausznik nr 2 nie zabezpiecza dostatecznie narządu słuchu pracownika.</p>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie MŁYŃSKI R. 2015

Dobór ochronników słuchu w przypadku hałasu impulsowego na podstawie wyników pomiarów musi zawsze opierać się na trzech filarach. Po pierwsze należy posiadać wiedzę o zmianie parametrów hałasu impulsowego przez określone ochronniki słuchu. Po drugie należy dokonać pomiaru parametrów hałasu impulsowego na stanowisku pracy zarówno amplitudowych jak i czasowych. I po trzecie – dokonać odpowiedniego wyboru ochronników słuchu na podstawie wiedzy o zmniejszeniu wartości szczytowego poziomu dźwięku C przy określonych właściwościach czasowych hałasu impulsowego. Należy również pamiętać, iż przy dokonywaniu pomiarów należy stosować mikrofon, który umożliwi pomiar dużych wartości poziomu ciśnienia akustycznego (do 184 dB), w odróżnieniu od mikrofonów stosowanych w miernikach poziomu dźwięku. Rejestracja czasowa sygnału natomiast musi umożliwić nie tylko wyznaczenie parametrów amplitudowych hałasu impulsowego ale również parametrów czasowych stosowanych w kryteriach ryzyka uszkodzenia słuchu. Badania ochronników słuchu należy przeprowadzać zawsze z użyciem testerów akustycznych

spełniających określone wymagania, badanie musi odbywać się w warunkach rzeczywistych, przy udziale ludzi, a sygnał testowy wytwarzany ma być w warunkach laboratoryjnych. Wszystkie te czynności muszą być wykonywane w warunkach bezpiecznych dla człowieka.

5. Podsumowanie

Hałas impulsowy należy do najniebezpieczniejszego rodzaju hałasu. Już po jednej ekspozycji na silny impuls akustyczny może dojść do trwałego ubytku lub utraty słuchu. W przypadku tego rodzaju hałasu często nie ma innej możliwości ograniczenia zagrożenia hałasem niż zastosowanie indywidualnych ochron słuchu. Charakter oddziaływania hałasu impulsowego, stwarzający ryzyko natychmiastowego wystąpienia trwałego ubytku słuchu sprawia, że nieakceptowane jest stosowanie przerw w noszeniu ochronników słuchu w miejscu, gdzie są one wymagane. Preferowane stosowanie podwójnej ochrony, czyli jednoczesne stosowanie wkładek przeciwhałasowych oraz nasznika przeciwhałasowego wymaga od użytkownika znajomości metody szacowania tłumienia dźwięku ochronników słuchu w przypadku hałasu impulsowego. Należy pamiętać bowiem, iż tłumienie dostarczane przez kombinację wkładki z nasznikiem nie jest sumą tłumień indywidualnych obu rodzajów ochronnika. Skutki narażenia na hałas impulsowy są nieodwracalne, narząd słuchu – mimo, że posiada właściwości regeneracyjne – w przypadku bezpośredniego narażenia na hałas impulsowy nie ma żadnych szans. Jedynym skutecznym działaniem jest więc ochrona narządu słuchu odpowiednio dobranymi ochronnikami słuchu.

Bibliografia

1. ENGEL S., ZAWIESKA W. 2010. *Hałas i drgania w procesach pracy*. Wyd. CIOP-PIB, Warszawa.
2. GAŁUSZA M. 2014. *Poradnik służby BHP*. Wyd. Tarbonus, Tarnobrzeg-Kraków.
3. KORADECKA D. 2008. *Bezpieczeństwo i higiena pracy*. Wyd. CIOP-PIB, Warszawa.
4. KUKULSKI B. 2016. *Wpływ zjawiska maskowania na odczucie uciążliwości sygnałów impulsowych*. [w:] *Bezpieczeństwo pracy – nauka i praktyka*, nr 5, Wyd. CIOP-PIB, Warszawa.
5. MŁYŃSKI R. 2013. *Hałas impulsowy. Stosowanie ochronników słuchu*. Wyd. CIOP-PIB, Warszawa.
6. MŁYŃSKI R. 2015. *Hałas impulsowy*. [w:] *Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy* nr 8, Wyd. CIOP-PIB, Warszawa.
7. PN-ISO 10843:2002. *Akustyka. Metody opisu i pomiaru pojedynczych impulsów lub serii impulsów*.
8. PN-N-01307:1994. *Hałas – Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy – Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów*.
9. www.ciop.pl.