

AUTOREFERAT

Dr inż. Rafał Młyński

Pracownia Zagrożeń Akustycznych, Zakład Zagrożeń Fizycznych

CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

Warszawa, 2025 r.

Spis treści

Informacja dotycząca sposobu określania danych naukometrycznych.....	4
1. Imię i nazwisko	5
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.	5
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.....	5
4. Omówienie osiągnięć naukowych, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy ...	6
4.1. Wykaz publikacji wchodzących w skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych	6
4.2. Omówienie publikacji wchodzących w skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych.....	8
a) zakres uwzględnionej tematyki.....	8
b) wprowadzenie do tematyki hałasu impulsowego.....	11
c) zakres poszczególnych powiązanych tematycznie artykułów naukowych	13
d) Podsumowanie osiągnięcia naukowego.....	51
Zakres osiągnięcia naukowego i wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka	52
Wkład osiągnięcia w rozwiązanie problemu naukowego	54
e) Wykaz piśmiennictwa dotyczący wprowadzenia do tematyki hałasu impulsowego	55
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	58
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę	61
7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej, oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6.....	63
7.1. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.....	63
7.2. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (poza wymienionymi w pkt 4.1).....	64
a) Publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.....	64

b) Publikacje w czasopismach naukowych nie znajdujących się w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych	70
7.3. Publikacje w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych uwzględnionych w uznanej bazie publikacji czasopism naukowych o zasięgu międzynarodowym (Scopus / Web of Science CC)	70
7.4. Publikacje w materiałach konferencyjnych nieuwzględnione w uznanej bazie publikacji czasopism naukowych (Scopus, Web of Science CC).....	72
7.5. Abstrakty konferencji międzynarodowych zamieszczone w czasopiśmie JASA o zasięgu międzynarodowym	74
7.6. Abstrakty konferencji o zasięgu międzynarodowym.....	75
7.7. Abstrakty konferencji o zasięgu krajowym	76
7.8. Prezentacja multimedialna wyników na konferencjach o zasięgu międzynarodowym lub krajowym, nie uwzględnione wcześniej w wykazie w ramach innych kategorii tj., gdy nie opublikowano w materiałach konferencyjnych lub w formie abstraktu.....	77
7.9. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych.....	78
7.10. Targi i wystawy	79
7.11. Uzyskane nagrody i wyróżnienia	80
7.12. Poradniki, materiały informacyjne	81
7.13. Certyfikaty, będące potwierdzeniem odbytych szkoleń	83
7.14. Dorobek publikacyjny	85
7.15. Zestawienie dorobku naukowego, dydaktycznego, wdrożeniowego.....	86

Informacja dotycząca sposobu określania danych naukometrycznych

W całym dokumencie przyjęto następujący sposób określania danych naukometrycznych:

- a) PUNKTACJĘ ARTYKUŁÓW W CZASOPISMACH (**ozn. MEiN/MNiSW**) przygotowano na podstawie wykazów:

za lata 1997-2005:

- zgodnie z Rozporządzeniem MNiE z 04.08.2005 r. (Dz.U.2005, Nr 161, poz.1359) w sprawie kryteriów i trybu przyznawania i rozliczania środków finansowych na naukę oraz Wykazem wybranych czasopism wraz z liczbą punktów za umieszczoną w nich publikację naukową uwzględniający korekty wprowadzone przez Ministra Nauki i Informatyzacji Komunikatem nr 5;

za lata 2006-2010:

- zgodnie z Ujednoliconym wykazem czasopism naukowych z 25 czerwca 2010 roku;

za lata 2011-2012:

- zgodnie z Załącznikiem do Komunikatu MNiSW z dnia 20 grudnia 2012 roku w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach;

za lata 2013-2018:

- zgodnie z Komunikatem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 25 stycznia 2017 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznawanych za publikacje naukowe w tych czasopismach, ustalonego na podstawie wykazów ogłoszonych w latach 2013-2016;
- zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 12 grudnia 2016 r. w sprawie przyznawania kategorii naukowej jednostkom naukowym i uczelniom, w których zgodnie z ich statutami nie wyodrębniono podstawowych jednostek organizacyjnych

za lata 2019-2022:

- zgodnie z Wykazem czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych wraz z przypisaną liczbą punktów (Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r.);

za 2023 rok:

- zgodnie z Wykazem czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych (Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17 lipca 2023 r.) oraz z komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 3 listopada 2023 r. o zmianie i sprostowaniu komunikatu w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych;

za 2024 rok:

- zgodnie z Wykazem czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych (Załącznik do komunikatu Ministra Nauki z dnia 5 stycznia 2024 r.).

- b) PUNKTACJĘ IMPACT FACTOR (**ozn. IF**) określono wg stanu na rok opublikowania artykułu.

- c) PUNKTACJĘ ROZDZIAŁÓW W MONOGRAFIACH (**ozn. MNiSW**) przygotowano na podstawie obowiązujących od 2017 r. zasad oceny:

- na podstawie Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia z dnia 31 lipca 2020 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie ewaluacji jakości działalności naukowej (Dz.U. 2020, poz. 1352) oraz Komunikatu ministra nauki i szkolnictwa wyższego z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie wykazu wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe.

1. Imię i nazwisko

Rafał Młyński

ORCID: 0000-0002-0500-0638

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2011, Doktor nauk technicznych

dyscyplina Inżynieria Środowiska; nadany uchwałą Rady Naukowej Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego z dnia 19 kwietnia 2011 r., Warszawa
Temat rozprawy doktorskiej: „*Określenie właściwości ochronnika słuchu w warunkach występowania hałasu impulsowego z zastosowaniem modelowania numerycznego*”

Promotor: Prof. dr hab. inż. Jan Żera

2004, Magister inżynier

specjalność elektronika; makro kierunek Informatyka, Automatyka i Robotyka, Elektronika i Telekomunikacja; Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych, Politechnika Warszawska

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

2002 – 2004:	Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (CIOP-PIB), współpraca na podstawie umów cywilnoprawnych
2004 – 2005:	stanowisko inżynierijno-techniczne Elektronik, Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (CIOP-PIB)
2005 – 2011:	Asystent, Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (CIOP-PIB)
2011 – 2022:	Adiunkt, Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (CIOP-PIB)
od 2023:	Redaktor naczelny (oraz p.o. Kierownika redakcji w latach 2023-2024) międzynarodowego czasopisma International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (CIOP-PIB)
od 2025:	Adiunkt, Zakład Zagrożeń Fizycznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (CIOP-PIB)

4. Omówienie osiągnięć naukowych, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy¹

Głównym osiągnięciem naukowym jest cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych zatytułowany:

„Hałas impulsowy – kompleksowa ocena narażenia i ochrona słuchu w przemyśle oraz wśród służb mundurowych”.

Łączna wartość wskaźnika Impact Factor² sześciu publikacji wchodzących w skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych wynosi 10,426. Łączna punktacja czasopism³ (MEiN/MNiSW) dotycząca tych 6 artykułów wynosi 460.

4.1. Wykaz publikacji wchodzących w skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych

Ozn.	Autor, tytuł, informacje wydawnicze	MEiN/ MNiSW	IF
A1	Młyński R., Kozłowski E. Impulse noise measurement in view of noise hazard assessment and use of hearing protectors, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2023, 29(2), 528–537, DOI:10.1080/10803548.2023.2174700	70 MEiN	2,4
A2	Młyński R., Kozłowski E., Usowski J., Jurkiewicz D. Evaluation of exposure to impulse noise at personnel occupied areas during military field exercises. Archives of Acoustics, 2018, 43(2), 197–205, DOI:10.24425/122367	20 MNiSW	0,899
A3	Młyński R., Kozłowski E., Adamczyk J. Assessment of impulse noise hazard and the use of hearing protection devices in workplaces where forging hammers are used. Archives of Acoustics, 2014, 39(1), 73-79, http://acoustics.ippt.pan.pl/index.php/aa/article/view/1523	20 MNiSW	0,661
A4	Młyński R., Kozłowski E. Selection of level-dependent hearing protectors for use in an indoor shooting range. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16(13), 2266, DOI:10.3390/ijerph16132266	140 MEiN	2,849
A5	Młyński R., Kozłowski E. Noise reduction at the shooting range by means of level-dependent hearing protectors. Medycyna Pracy, 2019, 70(3), 265-273, DOI:10.13075/mp.5893.00730	70 MEiN	0,768
A6	Młyński R., Kozłowski E. Localization of vehicle back-up alarms by users of level-dependent hearing protectors under industrial noise conditions generated at a forge. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16(3), 394, DOI:10.3390/ijerph16030394	140 MEiN	2,849
Łączna wartość:		460	10,426

¹ ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)

² PUNKTACJĘ IMPACT FACTOR (ozn. IF) określono wg stanu na rok opublikowania artykułu.

³ PUNKTACJĘ ARTYKUŁÓW W CZASOPISMACH (ozn. MEiN/MNiSW) przygotowano wg informacji zamieszczonej za spisem treści.

- ad. A1. Wkład w pracę obejmuje sformułowanie problemu badawczego, opracowanie metodyki przeprowadzenia symulacji obliczeniowych, przeprowadzenie symulacji, obliczeń, przygotowanie schematu postępowania, tabel i graficznej prezentacji wyników oraz tekstu publikacji. Współudział w pracy obejmuje zebranie danych wejściowych oraz interpretację wyników. Ogólny wkład w pracę: 75%.
- ad. A2. Wkład w pracę obejmuje opracowanie sposobu kompleksowej oceny narażenia na hałas na stanowiskach bojowych oraz przeprowadzenie analizy danych, przygotowanie wykresów i opracowanie wniosków. Współudział w pracy obejmuje opracowanie metodologii i zakresu pomiarów, ich przeprowadzenie w warunkach działań na poligonie wojskowym, opracowanie tabel oraz edycję tekstu. Ogólny wkład w pracę: 65%.
- ad. A3. Wkład w pracę obejmuje opracowanie koncepcji kompleksowej oceny narażenia na hałas i badań ochronników słuchu w warunkach przemysłowych, przeprowadzenie analizy danych pomiarowych, opracowanie tabeli i rysunków oraz tekstu publikacji. Współudział w pracy obejmuje ustalenie zakresu pomiarów, przeprowadzenie pomiarów podczas obróbki metalu oraz końcową edycję tekstu. Ogólny wkład w pracę: 70%.
- ad. A4. Wkład w pracę obejmuje przeprowadzenie obliczeń i analizy danych uzyskanych w trakcie badań na strzelnicy, reprezentujących narażenie na hałas i właściwości ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem, przygotowanie tabel, rysunków i wykresów oraz tekstu publikacji. Współudział w pracy obejmuje opracowanie metodyki kompleksowej oceny narażenia na hałas wytwarzany na strzelnicach i sposobu wyznaczenia reprezentatywnych cykli zadań, sposobu badań i oceny ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem, przeprowadzenie pomiarów podczas ćwiczeń na strzelnicy oraz edycję końcowej treści manuskryptu. Ogólny wkład w pracę: 70%.
- ad. A5. Wkład w pracę obejmuje opracowanie metodyki kompleksowej oceny skuteczności ograniczania hałasu przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem w obecności impulsów wytwarzanych przez broń palną w oparciu o obiektywną metodę pomiaru, przeprowadzenie analizy danych oraz wyznaczenie dopuszczalnej, ze względu na ochronę słuchu, liczby strzałów, opracowanie wykresów oraz tekstu publikacji. Współudział w pracy obejmuje przeprowadzenie pomiarów na strzelnicy otwartej przy stosowaniu testera akustycznego, przygotowanie tabel i edycję tekstu. Ogólny wkład w pracę: 75%.
- ad. A6. Wkład w pracę obejmuje przygotowanie sygnałów testowych do przeprowadzenia badań rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa przez użytkownika ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem, przeprowadzenie analizy uzyskanych danych, interpretację wyników, przygotowanie tabel, rysunków, wykresów oraz tekstu publikacji. Współudział w pracy obejmuje opracowanie metodyki badań rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa przez użytkownika ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem, przeprowadzenie pomiarów z udziałem osób w warunkach laboratoryjnych oraz końcową edycję tekstu. Ogólny wkład w pracę: 65%.

4.2. Omówienie publikacji wchodzących w skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych

a) zakres uwzględnionej tematyki

Pomimo tego, że zagadnienia dotyczące hałasu impulsowego w przeszłości podejmowano wielokrotnie, tematyka hałasu impulsowego ciągle obejmuje problemy, które wymagają rozwiązania. Niedostatek wiedzy dotyczy szczególnie obszaru dotyczącego zabezpieczania słuchu przed oddziaływaniem hałasu impulsowego z wykorzystaniem ochronników słuchu. W szczególności brak jest dostatecznych danych charakteryzujących ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem, tj. takich, które zawierają układy elektroniczne odpowiedzialne za kontrolowane przenoszenie dźwięku z otoczenia pod ochronnik słuchu. Ponadto nie ma też dostatecznych danych dotyczących aspektu bezpieczeństwa stosowania tego rodzaju ochronników słuchu ze względu na możliwość rozpoznawania kierunku docierania sygnału ostrzegawczego w warunkach występowania przemysłowego hałasu impulsowego.

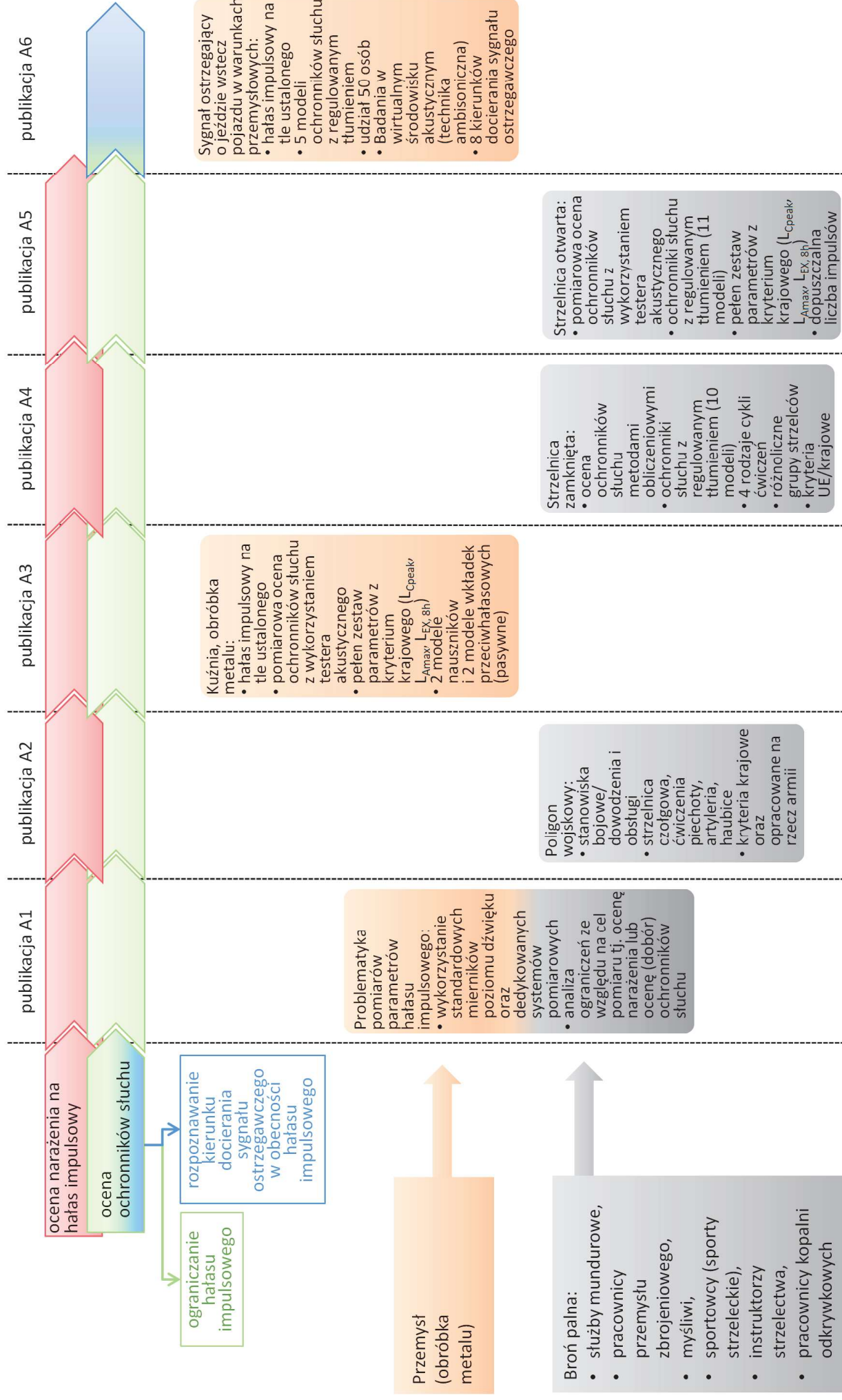
Oprócz braku danych odnoszących się do narażenia na hałas impulsowy, wymienić należy braki w zakresie wzorców postępowania przy ocenie tego narażenia. Najczęściej publikacje odnoszące się do hałasu impulsowego nie obejmują kompleksowej oceny narażenia wymaganej przepisami regulującymi warunki pracy. Źródła hałasu impulsowego najczęściej charakteryzowane są poprzez wartości szczytowego poziomu ciśnienia akustycznego. Pełna ocena zagrożenia hałasem impulsowym powinna jednak uwzględniać również parametr hałasu związany z jego właściwościami energetycznymi, a w przypadku wymagań krajowych istotne jest również uwzględnienie maksymalnego poziomu dźwięku A. Co więcej, należy zwrócić uwagę, że dane literaturowe, które dotyczą określania parametrów hałasu impulsowego, najczęściej odnoszą się do źródeł hałasu, a brakuje oceny narażenia personelu przebywającego w pobliżu takich źródeł, w miejscach związanych z wykonywaniem określonych czynności.

Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, stanowiących główne osiągnięcie naukowe, przedstawiono schematycznie na rysunku 1 (str. 10). Cykl ma na celu pogłębienie stanu wiedzy w zakresie oceny stosowania ochronników słuchu w warunkach występowania hałasu impulsowego oraz oceny narażenia na ten rodzaj hałasu. Tematyka oceny skuteczności ochronników słuchu, pociąga bowiem za sobą konieczność oceny narażenia na hałas. W związku z tym w pracach przeze mnie prowadzonych oba te aspekty tj. ocena narażenia na hałas impulsowy i ocena skuteczności ograniczania hałasu impulsowego przez ochronniki słuchu, przenikają się i wzajemnie uzupełniają. Dodatkowym aspektem, lecz również związanym z zabezpieczaniem słuchu, jest zdolność postrzegania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa (sygnału ostrzegawczego). W cyklu uwzględniono ocenę kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa przez osobę stosującą ochronniki słuchu z regulowanym

tłumieniem, w obecności hałasu impulsowego, występującego w przemyśle na tle hałasu ustalonego.

Przedstawiona w cyklu publikacji ocena narażenia na hałas impulsowy jest kompleksowa w tym sensie, że uwzględnione są w niej parametry związane z właściwościami chwilowymi hałasu, jak też z jego właściwościami energetycznymi. W wybranych sytuacjach uwzględniono pełen zestaw parametrów hałasu wymagany krajowymi przepisami oceny warunków pracy, co standardowo nie jest praktykowane w ocenie ochrony słuchu odnoszącej się do hałasu impulsowego. Istotne jest przy tym, że ocena narażenia nie jest ukierunkowana na charakteryzowanie źródeł hałasu, ale przeprowadzana jest ocena rzeczywistego narażenia osób wykonujących pracę w warunkach występowania hałasu impulsowego, przy uwzględnieniu rodzaju i struktury czasowej wykonywanych czynności. Stanowi to swego rodzaju przewodnik w zakresie wymienionej oceny narażenia. Zawartość merytoryczna opublikowanych prac uwzględnia również:

- źródła hałasu impulsowego związane z wystrzałami z broni palnej, jak też charakterystyczne w przemyśle, gdzie hałas jest następstwem zderzeń obiektów; oznacza to w konsekwencji objęcie analizą niemal wszystkich grup zawodowych narażonych na oddziaływanie hałasu impulsowego,
- obydwa rodzaje ochronników słuchu tj. wkładki przeciwhałasowe (zamykające wejście do zewnętrznego przewodu słuchowego), jak i nauszники przeciwhałasowe (obejmujące małżowinę uszną i przylegające do głowy),
- pasywną ochronę słuchu (ochronniki słuchu bez układów elektronicznych lub używane w trybie pasywnym), jak też ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem (wyposażone w układy elektroniczne wspomagające przekazywanie dźwięku użytkownikowi, coraz powszechniej stosowane),
- obliczeniowe i pomiarowe sposoby oceny ochronników słuchu,
- analizę złożonej struktury czasowej narażenia na hałas impulsowy w rzeczywistych sytuacjach, włączając różne warianty ocenianych czynności,
- zabezpieczanie słuchu przez ochronniki słuchu i wpływ użytkowania ochronników na postrzeganie sygnału ostrzegawczego w obecności hałasu zawierającego impulsy akustyczne.



Rys. 1. Zakres tematyki poszczególnych publikacji wchodzących w skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów

b) wprowadzenie do tematyki hałasu impulsowego

Hałas impulsowy traktowany jest jako szczególny rodzaj hałasu, ze względu na jego naturę oddziaływania, tj. szczególnie szkodliwe oddziaływanie na organizm człowieka, nawet w przypadku krótkotrwałej ekspozycji. Za pierwszą ważną publikację odnoszącą się do terminu „hałas impulsowy” należy uznać pracę z 1968 roku [1]⁴, w której dokonano podziału hałasu impulsowego na dwie grupy tj. na impulsy powstające w wyniku eksplozji oraz na impulsy powstające w wyniku kolizji obiektów. Podział taki kontynuowano [2, 3], jednak ostatnie podejście obejmuje jeden wspólny termin tj. hałas impulsowy, który rozpatrywany jest jako pojedynczy impuls lub seria krótkich impulsów ciśnienia akustycznego [4]. Za ważny element prac dotyczących hałasu impulsowego należy uznać opracowywane od lat sześćdziesiątych kryteria ryzyka uszkodzenia słuchu wynikające z obserwacji przesunięć progu słyszenia po ekspozycji na impulsy akustyczne [1, 5-8], które obecnie również znajdują zastosowanie [9]. W analizie obciążenia słuchu hałasem impulsowym, w tym przeprowadzanej przez badaczy krajowych, rozpatrywano m.in. jego sumaryczną energię akumulowaną przez narząd słuchu w określonym czasie [10-13]. Opracowano także kryterium ryzyka uszkodzenia słuchu, w którym wykorzystano miarę oddziaływania energetycznego hałasu impulsowego [14, 15].

Szczytowy poziom ciśnienia akustycznego hałasu impulsowego może sięgać nawet 194 dB [2]. Natomiast już we wczesnych etapach opisu właściwości oraz oceny zagrożenia hałasem impulsowym, rozpatrywano nie tylko parametry amplitudowe tego hałasu, takie jak szczytowy poziom ciśnienia akustycznego, ale również strukturę czasową impulsów, głównie ich czas trwania i częstość powtarzania [16-20]. Stosowano również miary statystyczne, takie jak współczynnik szczytu lub kurtoza [23]. Zauważano także możliwość opisu zjawisk związanych z hałasem impulsowym poprzez widmo częstotliwościowe [12, 21] i wprowadzono podział źródeł hałasu impulsowego ze względu na zakres częstotliwości, w którym zawarta jest największa część energii akustycznej [22].

Występowanie hałasu impulsowego na tle hałasu ustalonego jest typową sytuacją w warunkach przemysłowych [15], zatem część prac prowadzonych na świecie dotyczyła badań skutków ekspozycji na hałas impulsowy występujący jednocześnie z hałasem ustalonym [24-26]. Prowadzono również badania audiometryczne skutków ekspozycji na hałas impulsowy [27, 28]. Kolejną grupę badań stanowiły te, które dotyczyły ograniczania hałasu impulsowego przez ochronniki słuchu i były realizowane z wykorzystaniem techniki polegającej na umieszczaniu miniaturowego mikrofonu u wejścia do zewnętrznego przewodu słuchowego lub z wykorzystaniem pomiarów czasowego podwyższenia progu słyszenia. Były one przeprowadzane z reguły z uwzględnieniem tylko jednego, dwóch lub trzech ochronników słuchu [29-33]. W celu wyeliminowania ryzyka związanego z ekspozycją na hałas impulsowy

⁴ Wykaz piśmiennictwa dotyczący wprowadzenia do tematyki hałasu impulsowego zamieszczono w podpunkcie 4.2.e)

osób biorących udział w badaniach, pomiary przeprowadzano z wykorzystaniem testerów akustycznych, a więc urządzeń odzwierciedlających głowę [34, 35]. W wybranych pracach wyznaczano tłumienie hałasu impulsowego przez ochronnik słuchu za pomocą szczytowego poziomu ciśnienia akustycznego, uwzględniając wpływ parametrów czasowych impulsu (czasu trwania) lub ułożenia maksimum energii w widmie impulsu [29-31]. Jedną z prac z tego zakresu była realizowana z moim udziałem [36]. Odmienne zagadnieniem podejmowanym w celu szacowania skuteczności ochronników słuchu w ograniczaniu hałasu impulsowego, w tym również przeze mnie, było modelowanie tych ochronników np. z wykorzystaniem ich cech konstrukcyjnych [37, 38].

Przedstawione powyżej prace stanowiły punkt wyjścia do szeregu kolejnych badań dotyczących hałasu impulsowego, prowadzonych w kolejnych latach obecnego stulecia. Wybrane z nich dotyczyły m.in. charakteryzowania hałasu impulsowego wytwarzanego przez określone jego źródła np. wystrzały z pistoletów lub karabinów [39, 40]. Przy tym nawet jeśli podejmowano elementy oceny narażenia na hałas impulsowy, to wyniki badań najczęściej nie odpowiadały potrzebom kompleksowej oceny rzeczywistego narażenia na hałas personelu przebywającego w rejonach, gdzie te źródła były stosowane i nie obejmowały łącznej oceny parametrów hałasu związanych z wartościami chwilowymi ciśnienia akustycznego, jak i z właściwościami energetycznymi tego hałasu. Ze względu na krótkotrwały charakter hałasu impulsowego, w badaniach prowadzonych na świecie, jak i w nielicznych krajowych badaniach [40] najczęściej analizowano wartości szczytowego poziomu ciśnienia akustycznego / szczytowego poziomu dźwięku C impulsów akustycznych. Wymagania kompleksowej oceny narażenia na hałas określone są w odnośnej Dyrektywie Unii Europejskiej [41], jak i w przepisach krajowych [42]. Parametry hałasu ustanowione tymi wymaganiami to szczytowy poziom dźwięku C (odzwierciedlający chwilowe zmiany wartości ciśnienia akustycznego) oraz poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy (odzwierciedlający właściwości energetyczne hałasu). Przepisy krajowe wymagają ponadto, aby w ocenie hałasu uwzględniany był jeszcze jeden parametr odzwierciedlający chwilowe zmiany wartości ciśnienia akustycznego tj. maksymalny poziom dźwięku A. Wartości tego parametru nie były uwzględniane w badaniach hałasu impulsowego prowadzonych na świecie [43]. W przypadku badań prowadzonych w naszym kraju, bezpośrednio odnoszących się do oceny narażenia na hałas impulsowy, uwzględnianie maksymalnego poziomu dźwięku A było sporadyczne. Opublikowane wyniki takich badań w obejmowały ocenę parametrów hałasu powstającego w wyniku detonacji dynamitu [44].

O wiodącej roli ochronników słuchu w zabezpieczaniu przed hałasem impulsowym świadczy częsty brak możliwości dostatecznego ograniczania ekspozycji na ten hałas za pomocą metod organizacyjnych lub technicznych. Przykładowo tłumiki montowane na lufach broni w zbyt małym stopniu ograniczają hałas impulsowy [45, 46]. Raportowane badania ograniczania hałasu impulsowego przez ochronniki słuchu zazwyczaj dotyczyły małej liczby badanych (modeli) ochronników słuchu i najczęściej obejmowały ochronę pasywną

tj. ochronniki bez układów elektronicznych [43]. Natomiast istniejące nieliczne prace publikujące wyniki badań coraz powszechniej stosowanych ochronników słuchu z układami elektronicznymi, określanych jako ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem, nie dostarczają szerszych danych. Grupa zbadanych ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem nie jest wystarczająco liczna, aby w praktyce można było oceniać skuteczność ochrony słuchu wśród personelu [47-49]. Problematyka doboru ochronników słuchu, szczególnie w kontekście hałasu impulsowego, nie jest często poruszana i ogranicza się np. do przedstawienia podstawowych zasad takiego doboru [50]. Za istotny niedostatek należy również uznać brak wytycznych dotyczących szczegółowych działań na etapie oceny narażenia na hałas, będącej elementem doboru ochronników słuchu, tj. przede wszystkim w zakresie określania reprezentatywnych cykli zadań podczas wyznaczania parametrów hałasu [51]. Ze względów bezpieczeństwa pracowników zatrudnionych w przemyśle, stosujących ochronniki słuchu, istotne jest również określanie, z którego kierunku dociera dźwiękowy sygnał ostrzegawczy. Badania w zakresie rozpoznawania kierunku docierania dźwięku nie pozwalały jednak na analizę aspektu dotyczącego ochrony słuchu w przypadku przemysłowego hałasu impulsowego, jak i na szersze wnioskowanie o ochronkach słuchu w szczególności w przypadku ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem [52-56]. Opisane powyżej problemy nie znajdują bezpośredniego rozwiązania także wśród ostatnich badań prowadzonych na świecie w odniesieniu do hałasu impulsowego [57-65]. Realizowane przeze mnie prace poświęcone zatem były uzupełnianiu luk w wymienionych obszarach.

c) zakres poszczególnych powiązanych tematycznie artykułów naukowych

Wytwarzanie hałasu impulsowego, związane jest zarówno z wystrzałami z broni palnej bądź eksplozjami materiałów wybuchowych, jak również jest skutkiem zderzeń obiektów. Stąd osobami narażonymi na ten rodzaj hałasu są pracownicy służb mundurowych, a więc przede wszystkim osoby pełniące funkcje w siłach zbrojnych (żołnierze) i Żandarmerii Wojskowej, pracownicy Policji, Straży Granicznej, Służby Więziennej oraz Służby Ochrony Państwa. Do osób narażonych na oddziaływanie hałasu impulsowego zaliczyć należy również pracowników przemysłu zbrojeniowego, którzy przeprowadzają testy broni palnej, pracowników cywilnych zajmujących się obsługą techniczną broni i organizacji strzelań (instruktorzy, medycy, strażacy, itd.), ale również zawodników, trenerów i sędziów sportów strzeleckich, w tym np. działających w ramach Polskiego Związku Strzelectwa Sportowego oraz osoby zajmujące się myślistwem. Narażeni na hałas impulsowy, związany ze stosowaniem materiałów wybuchowych będą np. pracownicy kopalni odkrywkowych kamienia użytkowego (kamieniołomów) oraz pracownicy ekip wyburzających. Z drugiej strony, hałas impulsowy powstaje w przemyśle, głównie podczas procesów obróbki metalu, gdzie do osób narażonych na hałas impulsowy zaliczyć należy głównie pracowników wykonujących swoje czynności w obecności hałasu będącego skutkiem zderzeń obiektów, gdzie najsilniejsze impulsy

akustyczne wytwarzane są przez młoty parowo-matrycowe. Badania parametrów hałasu impulsowego i ocena narażenia na ten rodzaj hałasu oraz ocena skuteczności jego ograniczania przez ochronniki słuchu prowadzone były przeze mnie w sytuacjach wynikających z obu wymienionych obszarów tj. zarówno podczas wystrzałów z broni palnej, jak też w przemyśle.

Artykuł A1 pt. „Impulse noise measurement in view of noise hazard assessment and use of hearing protectors”

Artykuł był ukierunkowany na kwestie pomiarowe dotyczące oceny narażenia na hałas impulsowy oraz uzyskiwanie danych pomiarowych niezbędnych przy doborze ochronników słuchu, w przypadku narażenia na ten rodzaj hałasu. Zgodnie z odpowiednimi przepisami, w miejscach, w których osoby ekspozowane są na hałas, przeprowadzana musi być ocena narażenia na ten hałas. Ponadto w sytuacji, gdy stwierdzone zostaną przekroczenia wartości kryterialnych parametrów hałasu i nie ma możliwości ograniczenia narażenia na hałas za pomocą metod organizacyjnych lub technicznych, niezbędne jest stosowanie ochronników słuchu, po przeprowadzeniu ich oceny (tzw. doboru). Obie wymienione czynności tj. ocena narażenia na hałas oraz ocena ochronników słuchu, opierają się na wynikach przeprowadzanych pomiarów parametrów hałasu.

Możliwość charakteryzowania właściwości hałasu za pomocą przyrządu pomiarowego determinowana jest przede wszystkim przez jego górną granicę zakresu pomiarowego (zakresu dynamiki). W przypadku czterech przykładowych modeli mierników poziomu dźwięku klasy 1 (wg IEC 61672-1), posiadających zatwierdzenie typu, często stosowanych w Polsce, wartości górnej granicy zakresu pomiarowego równoważnego poziomu dźwięku A (wymienione jako pierwsze) i szczytowego poziomu dźwięku C (wymienione po ukośnikach) wynoszą:

- 139,7 dB⁵ / 142,7 dB (Brüel & Kjær 2250 z mikrofonem 4189),
- 137,0 dB / 140,0 dB (Norsonic Nor 140 z mikrofonem Nor1225),
- 135,0 dB / 138,0 dB (Sonopan DSA 50 z mikrofonem WK-21),
- 137,0 dB / 140,0 dB (Svantek SVAN 979 z mikrofonem GRAS 40AE).

Wartości parametru L_{Cpeak} hałasu, na który narażone są osoby przebywające na stanowisku pracy w przemyśle gdzie wytwarzane są impulsy akustyczne lub w obecności wystrzałów z broni palnej (instruktor strzelectwa, operator broni), stosujące ochronniki słuchu, najczęściej przewyższają górną granicę zakresu pomiaru tego parametru przez mierniki poziomu dźwięku. Przykładowe wartości parametru L_{Cpeak} wynoszą:

- 148,9 dB - stanowisko pracy w kuźni,
- 151,4 dB - pistolet maszynowy PM-98 Glauberyt w odległości 1,1 m,
- 153,3 dB - pistolet Glock 17/Walther P99 w odległości 1,1 m,
- 158,1 dB - strzelba gładkolufowa Mossberg 590 w odległości 1,1 m,

⁵ Do analizy wybrano 2 mierniki poziomu dźwięku, o najmniejszej (135,0 dB) oraz największej (139,7 dB) wartości górnej granicy zakresu pomiarowego.

- 158,3 dB - działko przeciwlotnicze ZU-23-2K na stanowisku załogi,
- 160,7 dB - przeciwpancerny pocisk kierowany na stanowisku operatora.

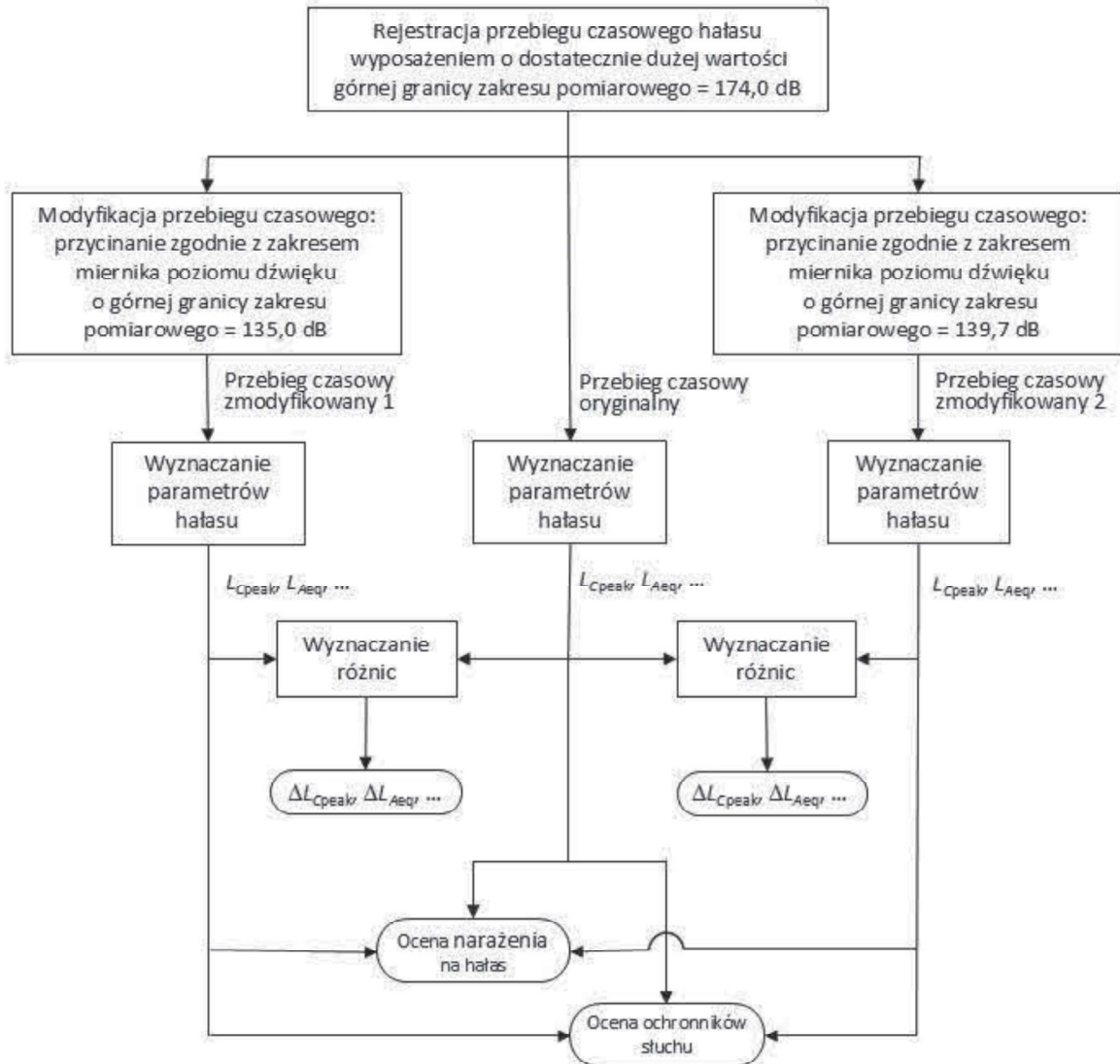
Parametry hałasu impulsowego wytwarzanego w wymienionych sytuacjach nie były mierzone za pomocą mierników poziomu dźwięku. Podane wartości parametru L_{Cpeak} zmierzono z wykorzystaniem systemu pomiarowego składającego się z modułu pomiarowego (Brüel & Kjaer 3052-A-030) oraz przetwornika GRAS 67SB o dostatecznie dużej wartości górnej granicy zakresu pomiarowego wynoszącej 174 dB. Pasma pomiarowe użytego systemu pomiarowego miało szerokość 100 kHz, co około 5 krotnie przewyższało szerokość pasma pomiarowego mierników poziomu dźwięku klasy 1.

Zestawienie podanych wartości L_{Cpeak} hałasu impulsowego z przytoczonymi wartościami górnej granicy zakresu pomiarowego parametru L_{Cpeak} mierników poziomu dźwięku pokazuje, że standardowe mierniki poziomu dźwięku nie są odpowiednie do charakteryzowania właściwości hałasu impulsowego wytwarzanego w wymienionych sytuacjach. Doświadczenie pokazuje, że zdarzają się jednak sytuacje, gdy pomiary parametrów hałasu impulsowego wykonywane są przy użyciu nieodpowiedniego sprzętu pomiarowego względem właściwości charakteryzowanego hałasu. Sytuacja ta jest przede wszystkim konsekwencją uregulowań w zakresie przeprowadzania badań i oceny hałasu na stanowiskach pracy, w powiązaniu z zasadami funkcjonowania akredytowanych laboratoriów badawczych i rozwiązań dostarczanych na potrzeby tych działań przez producentów wyposażenia pomiarowego. Celem omawianego artykułu była analiza wpływu nieprawidłowego pomiaru parametrów hałasu impulsowego za pomocą mierników poziomu dźwięku na ocenę zagrożenia hałasem i dobór ochronników słuchu. Uwzględniono parametry hałasu, które są wykorzystywane do charakteryzowania hałasu impulsowego, jak również do doboru ochronników słuchu:

- L_{Cpeak} związany z chwilowymi wartościami sygnału,
- równoważny poziom dźwięku A (L_{Aeq}) odzwierciedlający właściwości energetyczne sygnału i stowarzyszony z nim tj. wyznaczany na jego podstawie poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX,8h}$),
- równoważny poziom dźwięku C (L_{Ceq}) odzwierciedlający właściwości energetyczne sygnału,
- poziom ciśnienia akustycznego w oktaowych pasmach częstotliwości.

Przyjęto sposób postępowania (rys. A1.1), w którym wyniki pomiarów przeprowadzonych za pomocą mierników poziomu dźwięku porównano z wynikami pomiarów otrzymanych użyciem systemu pomiarowego o odpowiednio dużej górnej granicy zakresu pomiarowego. Wykorzystując zarejestrowane przebiegi czasowe hałasu impulsowego przeprowadzono symulacje wyznaczenia wartości parametrów hałasu za pomocą miernika poziomu dźwięku. Przebiegi czasowe hałasu, zarejestrowane z użyciem wyposażenia pomiarowego o górnej granicy zakresu pomiarowego wynoszącej 174 dB, posłużyły do wyznaczenia parametrów hałasu oraz zostały zmodyfikowane przy założeniu ograniczenia górnej granicy zakresu pomiarowego w stopniu odpowiadającym stosowaniu miernika poziomu dźwięku.

Zmodyfikowane w ten sposób przebiegi czasowe hałasu impulsowego wykorzystano do wyznaczenia parametrów hałasu. Wartości parametrów hałasu wyznaczano obliczeniowo w sposób równoważny algorytmom implementowanym w sprzęcie pomiarowym. Porównywano parametry hałasu wyznaczone na podstawie oryginalnych i zmodyfikowanych przebiegów czasowych, celem ustalenia jaki jest wpływ rozbieżności uzyskiwanych wartości na wyniki oceny narażenia na hałas oraz na wyniki doboru ochronników słuchu.



Rys. A1.1. Sposób postępowania przyjęty w celu pokazania skutków wykonywania pomiarów parametrów hałasu impulsowego przy użyciu nieodpowiedniego, względem właściwości charakteryzowanego hałasu, sprzętu pomiarowego tj. mierników poziomu dźwięku; L_{Cpeak} , L_{Aeq} – (przykładowe) parametry hałasu; Δ - różnica.

Analizę przeprowadzono na przykładach hałasu powstającego podczas wystrzałów z gładkolufowej strzelby Mossberg i karabinu AKM oraz hałasu wytwarzanego w przemyśle, w trakcie obróbki metalu w kuźni. Rozbieżności wyników wyznaczania wartości L_{Cpeak} (związanego z chwilowymi wartościami sygnału), uzyskanych przyrządami pomiarowymi o dostatecznie dużej i niedostatecznie dużej górnej granicy zakresu pomiaru poziomu ciśnienia akustycznego, wyniosły od 6,5 dB (kuźnia) do 20,7 dB (gładkolufowa strzelba Mossberg). W przypadku parametrów hałasu związanych z właściwościami energetycznymi sygnału ($L_{EX,8h}$, L_{Aeq} , L_{Ceq}) rozbieżności te wyniosły od 1,3 dB (kuźnia) do 5,5 dB (gładkolufowa strzelba Mossberg).

Zastosowanie miernika poziomu dźwięku, jako przyrządu o niedostatecznie dużej górnej granicy zakresu pomiarowego, do oceny zagrożenia hałasem impulsowym (ocena narażenia na hałas), pomimo błędnych wyników pomiarów, pozwoliło na stwierdzenie przekroczenia wartości dopuszczalnej narażenia (135 dB) parametru związanego z chwilowymi właściwościami sygnału czyli szczytowego poziomu dźwięku C (L_{Cpeak}). Inaczej sytuacja wyglądała w przypadku parametru odzwierciedlającego właściwości energetyczne sygnału, czyli poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX,8h}$). W przypadku tego parametru (jest on wyznaczany w oparciu o zmierzone wartości równoważnego poziomu dźwięku A tj. L_{Aeq}) zastosowanie miernika poziomu dźwięku w obecności hałasu impulsowego doprowadziło w części przypadków do tego, że nie zostało stwierdzone przekroczenie dopuszczalnej wartości tego parametru, tam gdzie faktycznie była ona przekroczona. Wartość $L_{EX,8h}$ uzyskiwana przy stosowaniu nieodpowiedniego przyrządu była nawet o 3,9 dB niższa niż wartość kryterialna (85 dB), w sytuacji, gdy kryterium było przekroczone. Uzyskane wyniki pokazały, że podczas prób charakteryzowania właściwości hałasu impulsowego w taki sposób, może nie zostać wypełniony przepis dyrektywy 2003/10/WE⁶ stanowiący, iż aparatura pomiarowa służąca do oceny zagrożenia hałasem musi umożliwiać stwierdzenie faktu, że wartości dopuszczalne parametrów hałasu zostały przekroczone. Na szczęście w ocenie hałasu w miejscu pracy uwzględnia się zarówno parametr odzwierciedlający właściwości energetyczne sygnału ($L_{EX,8h}$), jak i właściwości chwilowe sygnału (L_{Cpeak}). Pomaga to uniknąć nie zauważenia zagrożenia stwarzanego przez hałas impulsowy. Ostatecznie zatem, pomimo możliwych niepoprawnych odczytów z przyrządu pomiarowego, wynikających z jego nieodpowiednich właściwości do charakteryzowania hałasu impulsowego, możliwe jest uzyskanie ogólnego prawidłowego wniosku o tym, czy hałas jest szkodliwy dla słuchu.

Skutki wykorzystywania błędnych danych pomiarowych na wyniki oceny ochronników słuchu, analizowano na przykładzie 15 przykładowych ochronników słuchu o zróżnicowanych

⁶ Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (hałasem) (Siedemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG), Dz.U. L 42 z 15.2.2003, str. 38

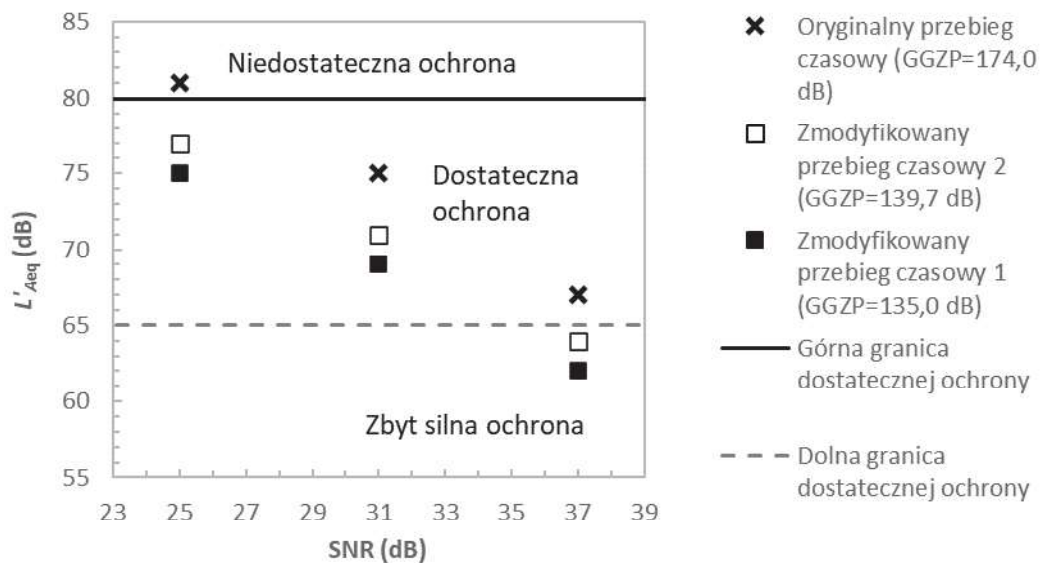
wartościach parametrów akustycznych charakteryzujących ich tłumienie tj. możliwość ograniczania hałasu. W przypadku oceny ochronników słuchu (doboru), zgodnie z zaleceniami odnośnej normy PN-EN 458⁷, niezbędne jest wyznaczenie wartości równoważnego poziomu dźwięku pod ochronnikiem słuchu (L'_{Aeq} - hałas docierający do ucha użytkownika ochronnika słuchu). Trzy podstawowe metody obliczeniowe oceny ochronników słuchu to metoda pasm oktaowych, metoda HML i metoda SNR. W zależności od zastosowanej metody, do przeprowadzenia obliczeń potrzebne są różne parametry hałasu (oprócz parametrów charakteryzujących tłumienie hałasu przez ochronniki słuchu). Wyznaczona wartość L'_{Aeq} pod ochronnikiem słuchu nie powinna przekraczać 80 dB ze względu na ochronę słuchu oraz powinna przewyższać 65 dB ze względu na zapewnienie możliwości postrzegania istotnych dźwięków (np. dźwiękowe sygnały bezpieczeństwa). W przypadku metody pasm oktaowych, uznawanej za najdokładniejszą metodę obliczeniową wyznaczania wartości L'_{Aeq} , do przeprowadzenia obliczeń niezbędna jest znajomość wartości poziomu ciśnienia akustycznego w oktaowych pasmach częstotliwości L_p charakteryzujących hałas. Największe odchylenia wartości L_p uzyskanych z przebiegów czasowych odzwierciedlających stosowanie mierników poziomu dźwięku względem oryginalnego przebiegu czasowego hałasu impulsowego, wynoszą 4,3 dB (gdy górna granica zakresu pomiarowego miernika wynosi 139,7 dB) i 6,5 dB (gdy górna granica zakresu pomiarowego miernika wynosi 135,0 dB).

Przeprowadzona w artykule analiza wykazała, że w przypadku doboru ochronników słuchu możliwe są dwie odmienne w skutkach sytuacje, gdy wykorzystanie błędnych danych pomiarowych prowadzi do nieprawidłowej oceny ograniczania hałasu przez ochronniki słuchu. Obie sytuacje, obok przypadku zgodnej oceny niezależnie od źródła danych do przeprowadzenia doboru ochronników słuchu, pokazano na rysunku A1.2 i są one następujące:

- w przypadku nauszników przeciwhałasowych o stosunkowo dużym tłumieniu hałasu ($SNR = 37$ dB na rysunku A1.2), dane uzyskane z wykorzystaniem miernika poziomu dźwięku (błędne dane pomiarowe) prowadziły do oceny świadczącej o nadmiernej ochronie słuchu. Nauszniki tak ocenione należałoby wyeliminować ze zbioru zalecanych do stosowania, aby uniknąć zbyt silnego odizolowania użytkownika ochronnika słuchu od otoczenia i zwiększonych trudności w odbiorze istotnych dźwięków, w tym dźwiękowych sygnałów bezpieczeństwa. Dobór przeprowadzony z wykorzystaniem prawidłowo uzyskanych danych wskazywał wtedy natomiast na dostateczną ochronę słuchu i nie wymagał wyeliminowania tych samych nauszników, które by odrzucono bazując na błędnych danych. Zatem w przypadku wykorzystania nieprawidłowo pozyskanych danych, zbiór nauszników spełniających wymagania byłby niesłusznie pomniejszony, jednak w ten sposób nie można byłoby zaszkodzić potencjalnemu użytkownikowi ochronnika słuchu;

⁷ PN-EN 458:2016-06 Ochronniki słuchu - Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej - Dokument przewodni

- w przypadku grupy nauszników przeciwhałasowych o stosunkowo niewielkim tłumieniu hałasu ($SNR = 25$ dB na rysunku A1.2) i danych określonych na podstawie prawidłowo zarejestrowanego przebiegu czasowego hałasu, uzyskiwano ocenę tych nauszników wskazującą na „niedostateczną ochronę”. Z kolei wykorzystanie danych pomiarowych z mierników poziomu dźwięku (o niewystarczająco dużej górnej granicy zakresu pomiarowego) skutkowało oceną „dostateczna ochrona”. Sytuacja doboru ochronników słuchu z wykorzystaniem wyników pomiarów uzyskanych za pomocą miernika poziomu dźwięku może być szczególnie niebezpieczna dla potencjalnego użytkownika ochronnika słuchu, ponieważ jego stosowanie nie zapewni właściwego zabezpieczenia słuchu przed hałasem.



Rys. A1.2. Wyznaczone wartości równoważnego poziomu dźwięku A pod ochronnikami słuchu (L'_{Aeq}) w przypadku hałasu wytwarzanego podczas strzałów z gładkolufowej strzelby Mossberg. Uwzględniono 3 przykładowe ochronniki słuchu reprezentujące ochronniki o względnie małym ($SNR = 25$ dB), przeciętnym ($SNR = 31$ dB) oraz dużym ($SNR = 37$ dB) tłumieniu hałasu. GGZP - górna granica zakresu pomiarowego; SNR – jednolicebowa ocena tłumienia charakteryzująca właściwości akustyczne ochronników słuchu.

Istotnym wnioskiem jaki przedstawiono w omawianym artykule jest to, że wyniki pomiarów uzyskanych wyposażeniem o niedostatecznie dużej górnej granicy zakresu pomiarowego nie mogą być podstawą doboru ochronników słuchu. Dobór nauszników przeciwhałasowych do stosowania w obecności hałasu impulsowego, ze względu na parametr odzwierciedlający właściwości energetyczne sygnału, na podstawie danych pomiarowych uzyskanych miernikiem poziomu dźwięku o niedostatecznej górnej granicy zakresu pomiarowego, może skutkować błędną oceną w przypadku około 20–40% nauszników.

Informacje zawarte w omawianym artykule A1 stanowią wskazówki do pomiaru parametrów hałasu niezbędnych do przeprowadzania oceny narażenia na hałas oraz do

prawidłowego doboru ochronników słuchu z użyciem metody obliczeniowej, pod kątem właściwego zabezpieczania słuchu. W podsumowaniu należy stwierdzić, że zastosowanie standardowego miernika poziomu dźwięku do oceny hałasu impulsowego w miejscu pracy o stosunkowo wysokim poziomie ciśnienia akustycznego jest dopuszczalne jedynie warunkowo. Uzyskanie danych pomiarowych do doboru ochronników słuchu wymaga jednak zastosowania sprzętu o odpowiednio dużej górnej granicy zakresu pomiarowego. Nieprawidłowe pomiary mogą bowiem nie tylko prowadzić do błędnych wyników, ale także mogą skutkować nieodpowiednią ochroną słuchu pracowników stosujących ochronniki słuchu.

Artykuł A2 pt. „Evaluation of exposure to impulse noise at personnel occupied areas during military field exercises”

W artykule omówiono konieczność stosowania ochronników słuchu na stanowiskach bojowych/dowodzenia i stanowiskach obsługi podczas ćwiczeń poligonowych, na którą wskazały wyniki przeprowadzonych pomiarów i oceny narażenia na hałas impulsowy. Przeprowadzone pomiary zostały wsparte danymi Kliniki Otolaryngologii Wojskowego Instytutu Medycznego, zgodnie z którymi w 2013 r. w wyniku ostrego urazu akustycznego powstałego po strzale z broni do szpitala trafiło 27 żołnierzy. Każdy z pacjentów doznał nagłego ubytku słuchu wywołanego hałasem, który powstał podczas strzelania i objawiał się charakterystycznym ubytkiem słuchu dźwięku o częstotliwości 4 kHz. Każdy pacjent był poddany wielokierunkowemu leczeniu, które obejmowało leczenie w komorze hiperbarycznej, leczenie steroidami i leczenie naczyniowe. Leczenie spowodowało poprawę słuchu jedynie u 17 pacjentów, natomiast u 11 pacjentów nadal występowały szумы uszne.

Istnieje wiele prac zawierających wyniki pomiarów hałasu impulsowego generowanego przez źródła takie jak pistolety lub karabiny. W omawianym artykule nie charakteryzowano jednak źródeł hałasu impulsowego, lecz przeprowadzono ocenę narażenia na hałas żołnierzy przebywających na:

- stanowiskach obsługi podczas ćwiczeń poligonowych,
- stanowiskach dowodzenia (wliczając obserwatora, ratownika medycznego, itp.) zlokalizowanych w pewnej odległości od stanowisk obsługi.

W artykule przedstawiono badania, które przeprowadzono w obecności strzelania wykonywanego w trakcie użytkowania różnego rodzaju uzbrojenia. Uwzględniano rzeczywiste narażenie osób przebywających na poligonie, obejmujące zarówno hałas impulsowy związany z wystrzałami z broni palnej, jak też hałas wytwarzany przez silniki pojazdów.

Pomiary służące ocenie narażenia żołnierzy na hałas podczas ćwiczeń poligonowych przeprowadzono w 4 obszarach:

- Pierwszym obszarem była strzelnica czołgowa, na której wytwarzany był hałas podczas strzelania z uzbrojenia czołgów T-72;
- Drugim miejscem przeprowadzania pomiarów był obszar przeznaczony do ćwiczeń z udziałem piechoty (obszar 2). Działania polegały tu na ostrzale z następującego rodzaju broni:
 - działko przeciwpancerne 73 mm i przeciwpancerny pocisk kierowany PPK MALUTKA (uzbrojenie bojowego wozu piechoty BWP-1),
 - przeciwpancerny pocisk kierowany PPK SPIKE,
 - ręczny granatnik przeciwpancerny i karabiny maszynowe;
- W trzecim miejscu przeprowadzania pomiarów (obszar 3) odbywały się ćwiczenia artyleryjskie z użyciem działek przeciwlotniczych ZU-23-2K (23 mm);
- Ostatni teren prowadzenia badań (obszar 4) przeznaczony był dla załóg haubic (samobieżna haubica 122 mm 2S1 Goździk).

Cechą charakterystyczną ćwiczeń na strzelnicy czołgowej (obszar 1) było przemieszczanie się głównych źródeł hałasu. W pozostałych 3 miejscach główne źródła hałasu umiejscowione były w stałych lokalizacjach. W ocenie narażenia na hałas na poszczególnych stanowiskach obsługi lub dowodzenia, oprócz różnych rodzajów broni uwzględniono różną odległość pomiędzy tymi stanowiskami i źródłami hałasu. Pomiary przeprowadzono w miejscach rzeczywistej lokalizacji poszczególnych stanowisk obsługi lub dowodzenia, tj. zarówno bezpośrednio przy operatorze określonego rodzaju uzbrojenia, jak też w miejscach przebywania osób, oddalonych od źródła hałasu nawet o 2050 m. Zastosowana metoda pomiaru uwzględniała użytkowanie hełmofonu przez załogi czołgu oraz załogi bojowego wozu piechoty, poprzez pomiar parametrów hałasu za pomocą miniaturowego mikrofonu umieszczanego w uchu żołnierza. Pomiary przeprowadzono w miejscach przebywania personelu takich jak:

- stanowiska obsługi broni,
- pomieszczenia kierownictwa strzelnic,
- pomieszczenia lub stanowiska kierowania ogniem,
- wieże obserwacyjne,
- pojazdy bojowe,
- pojazdy ciężarowe,
- ambulansy,
- miejsca przebywania obserwatorów osi,
- miejsca przebywania obserwatorów artyleryjskich.

Przeprowadzona analiza obejmowała parametry reprezentujące wartości chwilowe ciśnienia akustycznego tj. szczytowy poziom dźwięku C (L_{Cpeak}), oraz (również wymagany

przepisami krajowymi) maksymalny poziom dźwięku A (L_{Amax}). Ocena narażenia obejmowała parametr związany z właściwościami energetycznymi hałasu tj. poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$), wyznaczany na podstawie zmierzonych wartości równoważnego poziomu dźwięku A (L_{Aeq}). Kompleksowość tej oceny polegała również na tym, że wzięto pod uwagę strukturę czasową zdarzeń składających się na rzeczywiste narażenie osób przebywających w obecności hałasu impulsowego. Nie charakteryzowano zatem źródeł hałasu impulsowego, co oddziaływanie hałasu wytwarzanego przez te źródła na osoby, którzy przebywali na stanowiskach obsługi wyposażenia bojowego i w innych miejscach. Podczas wyznaczania wartości parametru $L_{EX, 8h}$, uwzględniono czas przebywania poszczególnych osób przebywających na określonych stanowiskach oraz liczbę strzałów na które ekspozowane były osoby pełniące określone funkcje, a także np. określoną liczbę najazdów w jakich brali udział żołnierze ćwiczący strzelania z uzbrojenia czołgów.

Zgodnie z krajowymi przepisami którykolwiek z parametrów hałasu, na jaki narażona może być osoba, nie powinien przekraczać ustanowionej wartości dopuszczalnej tj.:

- 135 dB w przypadku L_{Cpeak} ,
- 115 dB w przypadku L_{Amax} ,
- 85 dB w przypadku $L_{EX, 8h}$.

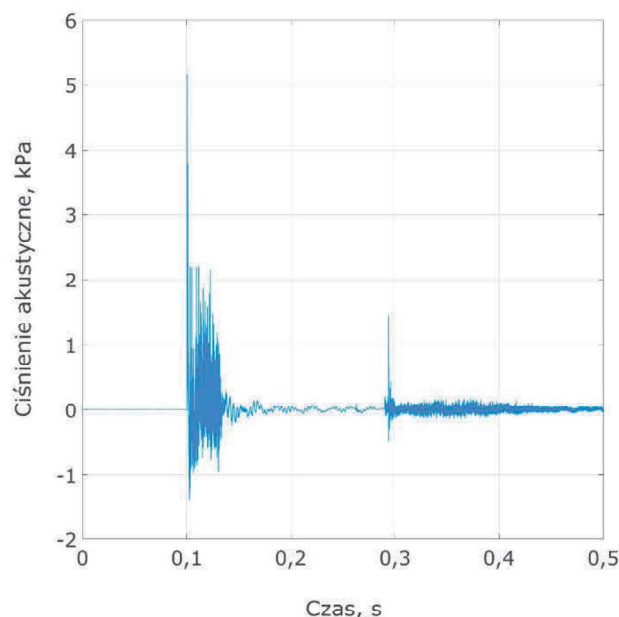
Wyniki badań wskazały, że wśród personelu ćwiczącego na strzelnicy czołgowej (obszar 1) wyróżnić można stanowiska, gdzie żołnierze nie są narażeni na ponadnormatywny hałas tj. kierownictwo strzelnicy czołgowej oraz kierownictwo strzelań przebywające na wieży obserwacyjnej. Wartości L_{Cpeak} w tej grupie stanowisk nie przekraczały 123,2 dB, L_{Amax} osiągało co najwyżej 92,3 dB, natomiast $L_{EX, 8h}$ 75,6 dB. W przypadku obserwatorów osi, zlokalizowanie ich stanowisk na wieży obserwacyjnej nie chroniło ich przed szkodliwym oddziaływaniem hałasu ze względu na wartości L_{Cpeak} sięgające 142,5 dB oraz wartość $L_{EX, 8h}$ wynoszącą 94,4 dB. Parametr L_{Amax} nie wskazał na przekroczenie wartości dopuszczalnej w miejscu przebywania obserwatorów osi, jednak końcowa wskazuje na warunki szkodliwe ze względu na przekroczenia wartości dopuszczalnych pozostałych dwóch parametrów. Hałas stanowi zagrożenie słuchu również w przypadku załóg czołgów, gdzie pod hełmofonem wartości L_{Amax} sięgały 118,3 dB, natomiast $L_{EX, 8h}$ wyniosło 91,5 dB.

Hałas na stanowiskach obsługi związanych z działaniami piechoty, tj. w obszarze 2, miał charakter ponadnormatywny. Wskazywały na to wartości parametrów L_{Cpeak} i $L_{EX, 8h}$ zmierzone pod hełmofonem w przypadku załóg bojowego wozu piechoty oddających strzały z działa 73 mm oraz wartości parametrów L_{Amax} i $L_{EX, 8h}$ zmierzone pod hełmofonem żołnierzy bojowego wozu piechoty oddających strzały z przeciwpancernego pocisku kierowanego PPK MALUTKA. W przypadku obsługi przeciwpancernego pocisku kierowanego PPK SPIKE przekroczenia wystąpiły w przypadku wszystkich trzech parametrów hałasu ($L_{Cpeak} = 160,7$ dB; $L_{Amax} = 128,7$ dB; $L_{EX, 8h} = 85,5$ dB). W przypadku ćwiczeń piechoty i personelu nie

związanego ze stanowiskami obsługi broni, ponadnormatywne narażenie na hałas stwierdzono w przypadku sanitariuszy wtedy, gdy strzelano z działła bojowego wozu piechoty i ręcznego granatnika przeciwpancernego. Wynikało to z wartości L_{Cpeak} wynoszącej 139,2 dB. Podobna sytuacja wystąpiła w przypadku obserwatorów przebywających na wieży obserwacyjnej ($L_{Cpeak} = 138,4$ dB), a także obserwatorów artyleryjskich ($L_{Cpeak} = 141,2$ dB).

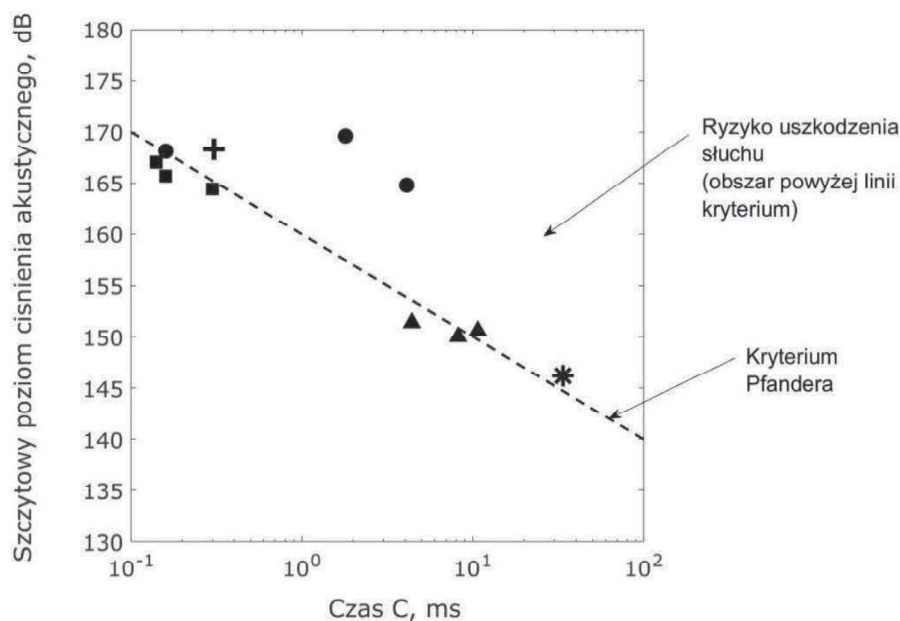
Wystrzały z działek przeciwlotniczych ZU-23-2K (obszar 3) skutkowały znacznymi przekroczeniami wartości dopuszczalnych wszystkich trzech parametrów hałasu zarówno w miejscu przebywania żołnierzy obsługujących te działka, jak też załóg kierowania ogniem i kierowców pojazdów ciężarowych. Wartość L_{Cpeak} sięgała 162,8 dB, wartość L_{Amax} wyniosła nawet 130,7 dB, natomiast największa z wartości $L_{EX, 8h}$ była równa aż 107,0 dB. Jedynie w przypadku obserwatorów przebywających na wieży obserwacyjnej nie stwierdzono przekroczeń wartości dopuszczalnych parametrów hałasu podczas ćwiczeń w obszarze trzecim. Działania w obszarze 4, obejmujące strzelania z haubicy, wiązały się z przekroczeniami dopuszczalnej wartości parametru L_{Cpeak} niezależnie od stanowiska personelu biorącego udział w ćwiczeniach.

W artykule, poza oceną narażenia na hałas wykonywaną wg ogólnych kryteriów (przepisy krajowe), przeprowadzano również ocenę na podstawie dwóch kryteriów wojskowych tj. Pfandera oraz Dancera. W przypadku kryterium Pfandera ocenę przeprowadza się biorąc pod uwagę jednocześnie czas trwania impulsu tzw. „czas C”, jak też szczytowy poziom ciśnienia akustycznego (L_{peak}) impulsów akustycznych. Czas C jest sumą wszystkich przedziałów czasu, w których kształt przebiegu czasowego hałasu impulsowego przekracza wartość odcięcia tj. obniżoną o 10 dB w stosunku do maksymalnej wartości bezwzględnej. Stosowanie kryterium polega na sprawdzeniu po której stronie linii kryterialnej wykresu narysowanego we współrzędnych czas C versus L_{peak} znajduje się punkt reprezentujący wyniki pomiaru charakteryzującego impuls. Lokalizacja punktu wynikowego poniżej linii kryterialnej pozwala traktować impuls akustyczny jako potencjalnie nie zagrażający wobec słuchu. Czas C trwania impulsów wyznaczono zgodnie z odnośnymi definicjami na podstawie przebiegów czasowych hałasu impulsowego zarejestrowanych podczas ćwiczeń na poligonie wojskowym. Przykładowy przebieg czasowy hałasu impulsowego, towarzyszącego wystrzałowi przeciwpancernego pocisku kierowanego PPK SPIKE, zamieszczono na rysunku A2.1.



Rys. A2.1. Zarejestrowany przebieg czasowy ciśnienia akustycznego hałasu impulsowego na przykładzie sygnału zarejestrowanego podczas wystrzału przeciwpancernego pocisku kierowanego PPK SPIKE.

Wartości parametrów hałasu obecnego na stanowisku obserwatora osi podczas strzelania z uzbrojenia czołgu T-72, na stanowiskach obsługi przeciwpancernego pocisku kierowanego PPK SPIKE, na stanowisku kierowania ogniem oraz wewnątrz pojazdu ciężarowego podczas strzelania z dział ZU-23-2K spowodowały przekroczenie wartości kryterialnych Pfandera nawet w przypadku tylko jednego wystrzału (rysunek A2.2). Narażenie na dwa strzały skutkuje przekroczeniem kryterium Pfandera także w przypadku załogi dział ZU-23-2K. Każde zwielokrotnienie liczby strzałów uwzględniające rzeczywistą ekspozycję żołnierzy na hałas impulsowy prowadzi do stwierdzenia, że narażenie na ten hałas jest niebezpieczne wobec słuchu. W przypadku wszystkich pięciu rozpatrywanych we wspólnej analizie rodzajów stanowisk, porównanie wyników oceny narażenia na hałas przeprowadzonej zgodnie z polskimi przepisami oraz zgodnie z kryterium Pfandera ryzyka uszkodzenia słuchu, wskazało na zgodność wyników tych ocen.



Rys. A2.2. Parametry impulsów akustycznych wyznaczone potrzeby kryterium Pfandera ryzyka uszkodzenia słuchu. Parametry impulsów określono przy założeniu ekspozycji na tylko jeden wystrzał w określonych sytuacjach: koła – stanowisko kierowania ogniem z dział przeciwlotniczego ZU-23-2K, kwadraty – obsługa dział przeciwlotniczego ZU-23-2K, trójkąty – kierowca pojazdu ciężarowego wyposażonego w dział przeciwlotnicze ZU-23-2K, gwiazdka - stanowisko obserwatora osi podczas strzelania z uzbrojenia czołgu T-72, plus – stanowisko obsługi przeciwpancernego pocisku kierowanego PPK SPIKE.

Kolejnym kryterium ryzyka uszkodzenia słuchu uwzględnionym w artykule było kryterium Dancera, które jest podobne do kryterium krajowego. Zgodnie z kryterium Dancera poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$) nie powinien przekraczać tej samej wartości, jaka jest określona w przypadku polskich przepisów tj. 85dB. Jednocześnie niedopuszczalne jest nie stosowanie zabezpieczenia słuchu w przypadku narażenia na impulsy akustyczne, w przypadku których wartości szczytowego poziomu ciśnienia akustycznego (L_{peak}) przekraczają 140 dB. Na wszystkich pięciu uwzględnionych w analizie rodzajach stanowisk tj. tych samych, które rozpatrywano z wykorzystaniem kryterium Pfandera, wartości $L_{EX, 8h}$ przekraczały 85 dB. Tym samym hałas impulsowy obecny na tych stanowiskach również należy uznać za potencjalnie niebezpieczny dla słuchu. Można zauważyć, że w przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnej wynoszącej 85 dB ocena narażenia na hałas dokonana według kryterium Dancera pokrywa się z oceną przeprowadzoną zgodnie z polskimi przepisami. W sytuacji odwrotnej (brak przekroczenia wartości dopuszczalnej $L_{EX, 8h}$) w przypadku kryterium polskiego decydujące będą wartości parametrów L_{Cpeak} i L_{Amax} .

Ocena narażenia przeprowadzona na podstawie badań wykazała liczne przekroczenia wartości dopuszczalnych parametrów hałasu na badanych stanowiskach, zarówno w odniesieniu do polskich kryteriów obowiązujących na stanowiskach pracy jak i wojskowych kryteriów ryzyka uszkodzenia słuchu (Pfandera oraz Dancera). Badania wykazały też, że załogi czołgu T-72, Bojowego Wozu Piechoty BWP-1 oraz haubicy goździk 2S1 są narażone na hałas przekraczający wartości dopuszczalne pomimo stosowania ochrony słuchu tj. hełmofonów. Wynika to z faktu niedostatecznego tłumienia wnoszonego przez hełmofon w przypadku hałasu generowanego przez uzbrojenie i silniki pojazdów.

Omawiany artykuł A2 dostarcza zestaw danych o narażeniu na hałas na stanowiskach bojowych/dowodzenia i stanowiskach obsługi. Informacje zawarte w artykule obejmują również opis sposobu postępowania przy ocenie narażenia na hałas impulsowy na wymienionych stanowiskach. W ocenie tej uwzględniane są parametry reprezentujące wartości chwilowe ciśnienia akustycznego i związane z właściwościami energetycznymi hałasu, a także struktura czasowa zdarzeń składających się na rzeczywiste narażenie osób przebywających w obecności hałasu impulsowego oraz wyposażenie stosowane do komunikacji a zarazem ochrony słuchu. Należy zauważyć, że kompleksowa ocena narażenia na hałas impulsowy wytwarzany w rzeczywistych warunkach ćwiczeń poligonowych wymaga szczególnego podejścia i wysiłku organizacyjnego oraz logistycznego, wliczając w to konieczność zachowania bezpiecznych warunków przebywania wszystkich osób w miejscach prowadzenia działań poligonowych. Ocena taka nie należy do standardowo wykonywanych działań tego rodzaju, tak jak ma to miejsce w przypadku stanowisk pracy, które mogą być określane jako „typowe”. Wyniki uzyskane w warunkach poligonowych mają szczególne znaczenie praktyczne, wskazując na konieczność poszukiwania właściwych rozwiązań, w tym zastępujących dotychczas stosowane, prowadzących do zabezpieczania słuchu personelu uczestniczącego w działaniach militarnych.

Artykuł A3 pt. „Assessment of impulse noise hazard and the use of hearing protection devices in workplaces where forging hammers are used”

Artykuł poświęcony był ocenie parametrów hałasu wytwarzanego w przemyśle podczas obróbki metalu, przeprowadzanej z użyciem młotów parowo-matrycowych. Uderzenia młota parowo-matrycowego stanowią źródło impulsów akustycznych o największych spotykanych w przemyśle wartościach szczytowego poziomu ciśnienia akustycznego. Ponadto impulsy te są wytwarzane na tle hałasu ustalonego, co należy uwzględnić w metodyce analizy narażenia na hałas na przemysłowych stanowiskach pracy. W artykule przeprowadzono ocenę narażenia na hałas w oparciu o badania szczytowego poziomu dźwięku C (L_{Cpeak}), traktowanego jako wskaźnik impulsowego charakteru hałasu. Uwzględniono również poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$), odzwierciedlający

właściwości energetyczne hałasu i wyznaczany na podstawie pomiaru równoważnego poziomu dźwięku A (L_{Aeq}). Ocena tych dwóch parametrów wymagana jest zapisami odnośnej Dyrektywy UE (2003/10/WE⁸). Ponadto uwzględniono maksymalny poziom dźwięku A (L_{Amax}), co nie jest praktykowane w przypadku hałasu impulsowego. Parametr ten nie był powszechnie uwzględniany w literaturze dotyczącej oceny narażenia na hałas impulsowy. Analiza wartości L_{Amax} , obok dwóch wymienionych wcześniej parametrów, jest wymagana przez polskie przepisy dotyczące oceny hałasu na stanowiskach pracy. Istotne jest przy tym, że hałas uznawany jest za stwarzający ryzyko wobec słuchu, jeśli przekroczona zostanie wartość dopuszczalna któregośkolwiek z wymienionych parametrów. Wartości dopuszczalne charakteryzujące hałas wynoszą: $L_{Cpeak} = 135$ dB, $L_{Amax} = 115$ dB, $L_{EX, 8h} = 85$ dB.

Pomiary przeprowadzono na stanowiskach obsługi czterech młotów parowomatrixowych: LASCO-400, LASCO-315, MPM 3150 i MPM 1600. Badania prowadzono także na stanowiskach pracy operatorów prasy okrawającej oraz walcarki kuźniczej, sąsiadujących ze stanowiskami pracy operatorów młota, oddalonymi o około 4 m.

W artykule przeprowadzono również analizę zmiany wartości poszczególnych parametrów hałasu związane ze stosowaniem ochronników słuchu. W przypadku hałasu impulsowego najczęściej nie ma możliwości ograniczenia narażenia na ten hałas z użyciem technicznych lub organizacyjnych metod ograniczania hałasu i stosowanie ochronników słuchu staje się jedynym sposobem pozwalającym na uzyskanie bezpiecznych warunków wykonywania pracy. W przypadku narażenia na hałas impulsowy nie istnieją znormalizowane metody oceny ograniczania hałasu przez ochronniki słuchu, nie licząc uproszczonego rozwiązania zaproponowanego w załączniku informacyjnym normy PN-EN 458⁹, o ograniczonej dokładności procedury obliczeniowego doboru oraz w praktyce ograniczające się do wartości szczytowego poziomu ciśnienia akustycznego. Zastosowanie metody pomiarowej umożliwiło pozyskanie danych odnoszących się do kompletu parametrów hałasu rozpatrywanych w odniesieniu do stanowisk pracy tj. L_{Cpeak} , L_{Amax} i $L_{EX, 8h}$. Ze względu na impulsowy charakter hałasu i tym samym brak możliwości przeprowadzenia pomiarów z udziałem osób, badania parametrów hałasu pod ochronnikami słuchu przeprowadzone zostały z wykorzystaniem opracowanego do tego celu sposobu pomiaru, gdzie wykorzystywany jest tester akustyczny tj. symulator głowy. Cechy konstrukcyjne testera spełniają wymagania urządzenia do badań właściwości nauszników przeciwhałasowych zgodnie z normą PN-EN ISO 4869-3¹⁰. Tester

⁸ Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (hałasem) (Siedemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG), Dz.U. L 42 z 15.2.2003, str. 38

⁹ PN-EN 458:2016-06 Ochronniki słuchu - Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej - Dokument przewodni

¹⁰ PN-EN ISO 4869-3:2009 Akustyka - Ochronniki słuchu - Część 3: Pomiary tłumienia wtrącenia nauszników przeciwhałasowych wykonywane z użyciem testera akustycznego

został dodatkowo wyposażony w komorę wejściową o wymiarach odzwierciedlających właściwości geometryczne zewnętrznego przewodu słuchowego i umożliwiający umieszczanie w niej wkładek przeciwhałasowych oraz pokrytej materiałem oddającym właściwości (twardość) skóry. Ponadto w tester wbudowano komorę o objętości 2 cm^3 , odzwierciedlającą właściwości impedancyjne błony bębenkowej i ucha środkowego. Wykorzystanie testera pozwala uniknąć narażenia osób na hałas impulsowy, w szczególności w sytuacjach, gdyby uwzględniony w badaniach ochronnik słuchu nie zapewniał dostatecznej ochrony słuchu, zaś parametry hałasu na stanowisku pracy wskazywałyby na przekroczenia wartości dopuszczalnych. Ocena narażenia na hałas obecny pod ochronnikami słuchu wymagała opracowania sposobu wyznaczania odpowiednich poprawek tak, aby możliwe było zastosowanie kryteriów tej oceny, które zdefiniowane są w odniesieniu do wyników pomiarów uzyskiwanych w miejscu przebywania pracownika tj. nie pod ochronnikami słuchu. Poprawki te wyznaczono pomiarowo na podstawie porównania wyników uzyskiwanych w trakcie pomiaru przy mikrofonie zlokalizowanym 10 cm od ucha pracownika (zgodnie z wymaganiami odnośnej normy dotyczącej pomiarów parametrów hałasu na stanowisku pracy: PN-EN ISO 9612¹¹) z wynikami zmierzonymi testerem akustycznym przy braku założonych ochronników słuchu. Do badań wybrano dwa modele popularnych piankowych wkładek przeciwhałasowych oraz dwa modele popularnych nauszników przeciwhałasowych. Spośród wybranych nauszników celowo wybrano jeden o stosunkowo małym, a drugi o dużym tłumieniu dźwięku.

Wyniki pomiarów wskazały, że wartości dopuszczalne wszystkich trzech rozpatrywanych parametrów hałasu (L_{Cpeak} , L_{Amax} i $L_{EX, 8h}$) zostały przekroczone na stanowiskach obsługi wszystkich czterech badanych młotów parowo-matrycowych sięgając wartości: 148,9 dB (L_{Cpeak} , przekroczenie o 13,9 dB), 121,9 dB (L_{Amax} , przekroczenie o 6,9 dB) oraz 111,4 dB ($L_{EX, 8h}$, przekroczenie o 26,4 dB). W przypadku stanowisk pracy sąsiadujących ze stanowiskami pracy operatorów wszystkich czterech badanych młotów przekroczone zostały wartości dopuszczalne parametru $L_{EX, 8h}$, które sięgały nawet 103,6 dB (przewyższając wartość dopuszczalną o 18,6 dB). Ponadto w przypadku stanowisk pracy sąsiadujących z młotem Lasco-315 przekroczona została wartość dopuszczalna parametru L_{Cpeak} , która wyniosła 135,4 dB (0,4 dB powyżej wartości kryterialnej).

Przeprowadzone badania potwierdziły dominujący udział impulsów akustycznych w hałasie obecnym na stanowiskach obsługi młotów parowo-matrycowych względem sytuacji na sąsiadujących stanowiskach pracy operatorów prasy okrawającej oraz walcarki kuźniczej. Wyniki oceny narażenia na hałas wskazały na przekroczenia wartości dopuszczalnych wszystkich parametrów hałasu na wszystkich stanowiskach obsługi młotów parowo-matrycowych. W przypadku stanowisk oddalonych od tych młotów, przekroczenia wartości dopuszczalnych dotyczyły wszystkich sytuacji oceny parametru odzwierciedlającego wartości

¹¹ PN-EN ISO 9612:2011 Akustyka - Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna

energetyczne hałasu ($L_{EX, 8h}$) i jedynie 2 spośród 4 przypadki oceny obejmującej parametr L_{Cpeak} związany z chwilowymi wartościami sygnału. Sytuację tę podsumowano w tabeli A3.1.

Tabela A3.1. Przekroczenia wartości dopuszczalnej parametrów hałasu ze względu na ochronę słuchu, w przypadku stanowisk pracy w kuźni.

Miejsce obsługi	Nr stanowiska	Przekroczenie wartości dopuszczalnej w przypadku parametru hałasu:		
		L_{Cpeak}	L_{Amax}	$L_{EX, 8h}$
Młot parowo-matrycowy	1	T*	T	T
	2	T	T	T
	3	T	T	T
	4	T	T	T
Prasa okrawająca, walcarka kuźnicza	1	N	N	T
	2	T	N	T
	3	T	N	T
	4	N	N	T

* T – przekroczona wartość dopuszczalna, N – brak przekroczenia wartości dopuszczalnej

Wyznaczone wartości parametrów hałasu pod ochronnikami słuchu wskazały, że największą redukcję wartości L_{Cpeak} zapewniają wkładki przeciwhałasowe, co wynika z tego, że wartości średnio-częstotliwościowego parametru tłumienia dźwięku (M) tych wkładek (określane w przypadku hałasu ustalonego) są również większe niż w przypadku nauszników przeciwhałasowych, a hałas impulsowy wytwarzany podczas uderzeń młota ma dominujące składowe w zakresie częstotliwości odpowiadających parametrowi M. Należy jednak zauważyć, że zostało to wykazane po bardzo głębokim (prawie całkowitym) włożeniu wkładek przeciwhałasowych do komory sprzęgacza akustycznego w testerze, która symulowała zewnętrzny przewód słuchowy. W praktyce osiągnięcie podobnego poziomu ochrony wymaga dobrych umiejętności umieszczania wkładek przeciwhałasowych w uchu. Należy na to zwracać uwagę podczas wszelkich szkoleń dotyczących ochrony słuchu pracowników.

W przypadku parametru $L_{EX, 8h}$ najniższe wartości tego parametru, co najwyżej 74,5 dB, spośród czterech badanych ochronników słuchu (dwóch modeli wkładek i dwóch nauszników przeciwhałasowych), uzyskano pod jednym z dwóch nauszników przeciwhałasowych, tym który charakteryzuje się względnie większym tłumieniem dźwięku tj. parametrze katalogowym określonym w przypadku hałasu ustalonego. Natomiast w przypadku nausznika o mniejszym tłumieniu dźwięku, wartość $L_{EX, 8h}$ wyznaczona pod tym nausznikiem wynosiła nawet aż 87,9 dB. Szczególnie istotne są natomiast dane uzyskane w przypadku parametru L_{Amax} , ponieważ wyznaczanie jego wartości pod ochronnikami słuchu nie było praktykowane. Podobnie jak w przypadku parametru $L_{EX, 8h}$, największe ograniczenie wartości L_{Amax} wystąpiło

w przypadku stosowania nausznika o większym tłumieniu dźwięku, natomiast przy zastosowaniu drugiego z badanych nauszników, ograniczanie to było najmniejsze. Sytuacja w tym wypadku jest jednak odmienna w tym sensie, że wartości L_{Amax} zmierzone pod wszystkimi rozpatrywanymi ochronnikami słuchu były mniejsze od wartości dopuszczalnej tego parametru (115 dB) w przypadku wszystkich stanowisk pracy i nie były większe niż 99,5 dB. Ostatecznie, biorąc pod uwagę wszystkie wyniki wyznaczania parametrów hałasu pod ochronnikami słuchu należy zauważyć, że stosowanie drugiego z rozpatrywanych nauszników przeciwhałasowych (o mniejszym tłumieniu dźwięku) nie zapewniałoby dostatecznego zmniejszenia wartości parametrów hałasu wytwarzanego w kuźni.

Dane zamieszczone w pracy wskazały na istotne przekroczenia wartości dopuszczalnych wszystkich trzech parametrów hałasu podlegających ocenie na stanowiskach pracy (L_{Cpeak} , L_{Amax} , $L_{EX, 8h}$). Dlatego przeprowadzone sprawdzenie do jakiej wartości redukowane są te parametry hałasu na skutek stosowania ochronników słuchu należy uznać za istotne. Uwzględniony sposób postępowania pozwolił różnicować ochronniki słuchu. Włączenie L_{Amax} do zestawu parametrów, których wartości wyznaczano pod ochronnikiem słuchu na podstawie pomiarów jest o tyle istotne, że nie ma możliwości określania tego parametru metodą obliczeniową. Przeprowadzone badania stanowią zatem metodę oceny narażenia na hałas impulsowy występujący w warunkach przemysłowych na tle hałasu ustalonego wraz z oceną skuteczności ochronników słuchu stosowanych podczas jednoczesnej obecności obydwu wymienionych rodzajów hałasu. W omawianym artykule A3 zawarto również dane o narażeniu na hałas impulsowy występujący na tle hałasu ustalonego i dane o skuteczności ograniczania tego hałasu przez pasywne ochronniki słuchu. Przedstawione wyniki pokazały również, że w przypadku hałasu impulsowego, ze względu na ochronę słuchu, ocena ochronników słuchu powinna uwzględniać zarówno parametr reprezentujący właściwości chwilowe sygnału (tj. hałasu), jak i jego właściwości energetyczne. Ocena przeprowadzana w oparciu o obydwa rodzaje parametrów hałasu pozwala ocenić, który ochronnik słuchu można zakwalifikować jako spełniający postawione kryteria zabezpieczania słuchu.

Artykuł A4 pt. „Selection of level-dependent hearing protectors for use in an indoor shooting range”

W artykule oceniano narażenie na hałas instruktora strzelectwa oraz podjęto próbę odpowiedzi na pytanie, czy można właściwie chronić jego słuch z wykorzystaniem ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem. Ochrona słuchu nabiera istotnego znaczenia w przypadku hałasu impulsowego, ponieważ najczęściej nie ma możliwości jego wyeliminowania za pomocą rozwiązań organizacyjnych lub technicznych. W przeciwieństwie do niektórych stanowisk pracy w przemyśle, na strzelnicy nie ma również możliwości

zastąpienia ludzi urządzeniami. Jednocześnie, skutki ekspozycji na hałas impulsowy mogą być nieodwracalne i trwały ubytek słuchu może być skutkiem zarówno pojedynczego narażenia na hałas powstający w wyniku wystrzału artyleryjskiego, jak też wielokrotnego narażenia na impuls akustyczny związany ze strzałami z broni mniejszego kalibru. W literaturze odnotowywano np. średnie przesunięcie progu słuchu o 21 dB u żołnierzy narażonych na hałas powodowany strzałami karabinowymi. Niepokojące dane o ryzyku utraty słuchu dotyczą również innych grup zawodowych korzystających z broni palnej, np. u mężczyzn biorących udział w polowaniu wzrasta ono o 7% na każde 5 lat udziału w tego typu zajęciach. Z uwagi na fakt, że wartości parametrów hałasu generowanego podczas strzałów z broni palnej najczęściej przekraczają wartości szkodliwe dla słuchu, konieczne staje się stosowanie ochronników słuchu. Właściwie zabezpieczanie słuchu wymaga doboru ochronników słuchu, który przeprowadza się z uwzględnieniem parametrów hałasu, na który narażeni są potencjalni użytkownicy tych ochronników i informacji o ograniczaniu przez nie hałasu.

W artykule uwzględniono ocenę ograniczania hałasu wytwarzanego na strzelnicy zamkniętej (tzw. krytej) czyli zlokalizowanej w budynku, przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem. Wzrost popularności takich ochronników wynika przede wszystkim z ich funkcjonalności, zapewnianej przez wbudowane w nie układy elektroniczne. Układy te służą do przekazywania pod ochronnik słuchu dźwięku obecnego w otoczeniu jego użytkownika, z zachowaniem odpowiedniego wzmocnienia sygnału. Wzmocnienie to powinno być możliwe największe, aby przekazywać użytkownikowi istotne informacje, przy jednoczesnym zapewnieniu ograniczania poziomu ciśnienia akustycznego sygnału pod ochronnikiem do bezpiecznych dla słuchu wartości. W sytuacji wzrostu poziomu sygnału na zewnątrz ochronnika słuchu, układ elektroniczny automatycznie ogranicza wzmocnienie w torze elektroakustycznym, aż do całkowitego wyłączenia kanału przekazującego tą drogą dźwięk. Zabezpieczanie słuchu zapewniane jest wtedy przez bierne ograniczanie hałasu przez ochronnik słuchu. Stosowanie ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem przynosi korzyści szczególnie wtedy, gdy przebieg czasowy ciśnienia akustycznego jest znacząco zmienny w czasie. W chwilach względnej ciszy funkcja regulowanego tłumienia wspomaga komunikację werbalną i ewentualne słyszenie innych, oprócz mowy, istotnych dźwięków. Ten rodzaj ochronników słuchu jest szczególnie przydatny w trakcie ćwiczeń ze strzelania, ponieważ wspiera on możliwość komunikacji werbalnej pomiędzy instruktorem strzelectwa a uczestnikami szkolenia. Instruktor może komfortowo porozumiewać się z uczniami w momentach względnej ciszy, bez konieczności zdejmowania ochronników słuchu. Oznacza to jednocześnie, że nie pozbawia się on możliwości potencjalnej ochrony przed impulsem akustycznym związanym np. ze strzałem oddanym na innym torze strzeleckim, niż ten, na którym ćwiczenia prowadzi instruktor.

Przeprowadzenie doboru ochronników słuchu tj. oceny czy ich stosowanie zapewni dostateczne zabezpieczenie słuchu przed hałasem, wymaga określenia zarówno parametrów tego hałasu, jak i informacji o tłumieniu dźwięku przez każdy z ocenianych ochronników

słuchu. Uzyskanie informacji na temat tłumienia dźwięku ochronników słuchu, wykorzystywanego w obliczeniowych metodach doboru dotyczącego hałasu ciągłego nie jest trudne. Tłumienie to jest jednym z parametrów mierzonych w procesie oceny zgodności z rozporządzeniem UE (2016/425)¹², a jego wartości podane są w instrukcji użytkowania ochronników słuchu. W przypadku hałasu impulsowego nie są jednak dostępne wartości ograniczania jego parametrów (tłumienie) przez określone ochronniki słuchu. Znana jest metoda pomiarowa wyznaczania wskaźników dotyczących ograniczania impulsów akustycznych zgodna z amerykańską normą z tego zakresu (ANSI/ASA S12.42¹³), która bazuje na pomiarach laboratoryjnych, przeprowadzonych w obecności impulsów akustycznych o określonych parametrach, co nie odpowiada w pełni warunkom rzeczywistego narażenia na hałas. W omawianym artykule założono zatem, że pomiary parametrów hałasu niezbędne do doboru ochronników słuchu zostaną przeprowadzone w rzeczywistym środowisku akustycznym na strzelnicy, podczas realizacji pełnego programu strzeleckiego z wykorzystaniem różnych rodzajów broni i amunicji. Do wyznaczenia wartości ograniczania parametrów hałasu wykorzystano metody obliczeniowe z odnośnej normy (PN-EN 458¹⁴: metoda „pasm oktaowych”, metoda „HML”, metoda „SNR”) oraz z dodatku informacyjnego do tej normy (metoda odnosząca się do impulsów akustycznych), bazujące na parametrach hałasu oraz parametrach tłumienia dźwięku w powiązaniu z informacjami o składowych widma częstotliwościowego hałasu na jaki narażony jest instruktor. Uzyskanie miarodajnych danych o hałasie na jaki narażeni są instruktorzy w określonych sytuacjach, zgodnych ze znormalizowanymi wymogami metodologii badań hałasu (PN-EN ISO 9612¹⁵), oznaczało konieczność wyznaczenia reprezentatywnych cykli wykonywanych na strzelnicy zadań. Przeprowadzenie oceny narażenia na hałas oraz oceny skuteczności ochronników słuchu wymagało wyznaczenia następujących parametrów hałasu:

- poziom ciśnienia akustycznego w oktaowych pasmach częstotliwości,
- równoważny poziom dźwięku A (L_{Aeq}) odzwierciedlający właściwości energetyczne sygnału i wyznaczany na jego podstawie poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinne gobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$),
- równoważny poziom dźwięku C (L_{Ceq}) odzwierciedlający właściwości energetyczne sygnału,
- szczytowy poziom dźwięku C (L_{Cpeak}), związany z chwilowymi wartościami sygnału.

Pomiary parametrów hałasu przeprowadzono podczas ćwiczeń strzeleckich na strzelnicy o długości 35 m, szerokości 8,5 m i wysokości 2,6 m. Ocenę możliwości ochrony słuchu instruktora strzelectwa przeprowadzono w odniesieniu do miejsc, w których przebywa

¹² Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/425 z dnia 9 marca 2016 r. w sprawie środków ochrony indywidualnej oraz uchylenia dyrektywy Rady 89/686/EWG (Tekst mający znaczenie dla EOG)

¹³ ANSI/ASA S12.42-2010 Methods for the Measurement of Insertion Loss of Hearing Protection Devices in Continuous or Impulsive Noise Using Microphone-in-Real-Ear or Acoustic Test Fixture Procedures (ANSI - American National Standards Institute, Inc./ASA - Acoustical Society of America)

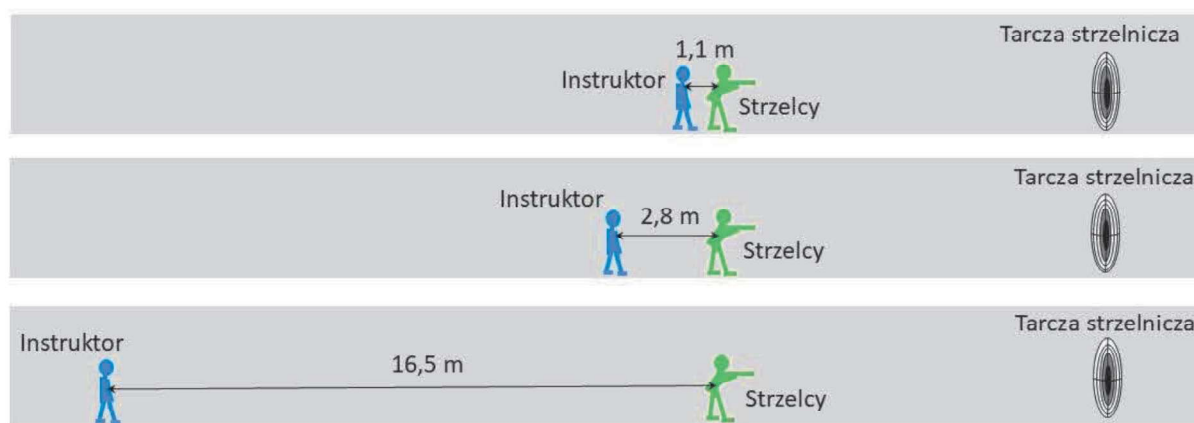
¹⁴ PN-EN 458:2016-06 Ochronniki słuchu - Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej - Dokument przewodni

¹⁵ PN-EN ISO 9612:2011 Akustyka - Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna

on podczas szkolenia, w trzech różnych odległościach od strzelców: 1,1 m, 2,8 m oraz 16,5 m. Trzy wymienione sytuacje pomiarowe przedstawiono graficznie na rysunku A4.1.

Pomiary przeprowadzano w trakcie ćwiczeń, które składały się z czterech rodzajów strzelań przeprowadzanych z użyciem następującej broni:

- pistolety Glock 17 i Walther P99,
- pistolet maszynowy PM-98 Glauberyt,
- strzelba gładkolufowa Mossberg 590 z amunicją hukową i nabojami gumowymi,
- strzelba gładkolufowa Mossberg 590 z amunicją kulową i śrutową.



Rys. A4.1. Trzy sytuacje pomiarowe uwzględnione w pomiarach parametrów hałasu przeprowadzonych na strzelnicy zamkniętej (tzw. krytej) o długości 35 m. Pomiary przeprowadzano w 3 miejscach przebywania instruktora strzelectwa (Instruktor) tj. w 3 różnych odległościach od Strzelców.

Pomiary obejmowały łącznie 53 cykle strzelań, z czego 17 dotyczyło strzałów z pistoletów, 16 z pistoletu maszynowego, a 20 kolejnych (2 warianty x 10) ze strzelby gładkolufowej. Szkolenie odbywało się przy dwóch wariantach liczby strzelców strzelających jednocześnie w cyklu strzeleckim: trzech lub sześciu strzelców. Przez jeden cykl strzelania rozumie się pełny reprezentatywny cykl zadania, ustalony zgodnie z zasadami pomiarów hałasu na stanowisku pracy (norma PN-EN ISO 9612¹⁶). Cykl strzelania obejmował:

- czynności poprzedzające strzelanie (wydawanie poleceń, ładowanie broni i inne czynności przygotowawcze),
- strzelanie,
- czynności po oddaniu strzału związane z rozładowaniem broni, sprawdzeniem jej stanu itp.

¹⁶ PN-EN ISO 9612:2011 Akustyka - Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna

Ocenę narażenia na hałas przeprowadzono w oparciu o przepisy Unii Europejskiej (Dyrektywa 2003/10/WE¹⁷), gdzie wartości kryterialne wynoszą 140 dB w przypadku parametru L_{Cpeak} oraz 87 dB w przypadku $L_{EX, 8h}$, a także na podstawie przepisów krajowych, gdzie L_{Cpeak} nie może przekraczać 135 dB, natomiast w odniesieniu do $L_{EX, 8h}$ jest to 85 dB. Ocena skuteczności ochronników słuchu przeprowadzana jest w oparciu o przepisy krajowe tj. 135 dB (pod ochronnikiem słuchu) w przypadku parametru L_{Cpeak} . Ochronnik słuchu można uznać za odpowiedni do ochrony słuchu przed hałasem impulsowym, jeżeli jednocześnie spełniony jest drugi warunek tj. wartość poziomu dźwięku A pod ochronnikiem słuchu nie powinna przekraczać 80 dB. Wynika to m.in. z danych o szacowanych ubytkach słuchu spowodowanych hałasem.

Wyniki badań przedstawione w artykule pokazały, że źródło hałasu impulsowego można zidentyfikować na podstawie proporcji poszczególnych składowych w widmie hałasu, np. w przypadku strzałów z pistoletu największe wartości poziomu ciśnienia akustycznego występują w paśmie oktawowym o częstotliwości środkowej 1 kHz, podczas gdy w przypadku pistoletu maszynowego maksimum w widmie hałasu mieści się w paśmie o częstotliwości środkowej 2 kHz. W przypadku parametru reprezentującego właściwości energetyczne sygnału tj. L_{Aeq} , największe jego wartości występują podczas strzałów z pistoletów (104,8 dB w odległości 1,1 m od strzelca), a najniższe podczas strzałów ze strzelby gładkolufowej z amunicją hukową i nabojami gumowymi (101,3 dB w odległości 1,1 m od strzelca). Wyniki pomiarów, zgodnie z oczekiwaniami, wskazują na zauważalny spadek wartości L_{Aeq} , od 104,8 dB do 89,8 dB, związany ze wzrostem odległości instruktora od strzelców. Spadek wynosi około 3 dB w przypadku określonego rodzaju broni i zmiany odległości z 1,1 m na 2,8 m i kolejne 8 dB w przypadku zwiększenia odległości do 16,5 m. Jednakże wartości te nie wpisują się idealnie w spadek 3 dB przypadający na podwojenie odległości, co jest teoretyczną wartością odnoszącą się do warunków w polu swobodnym. Wynika to z faktu, że ćwiczenia odbywały się na krytej strzelnicy, co wiąże się z występowaniem odbić fal akustycznych od ścian i sufitu, co ma wpływ na parametry hałasu. Należy jednak zaznaczyć, że odchylenia wyników od linii teoretycznej są stosunkowo niewielkie, co z kolei wynika ze stosowania zabiegów technicznych na strzelnicy zmierzających do ograniczania występowania odbić fal akustycznych. Podobna sytuacja występowała w przypadku parametru L_{Cpeak} , związanego z wartościami chwilowymi sygnału, z różnicą co do prędkości spadku, który zgodnie z wartością teoretyczną był zbliżony do 6 dB na każde podwojenie odległości. Największe wartości L_{Cpeak} (158,1 dB w odległości 1,1 m od strzelca) zmierzono jednak w przypadku strzałów ze strzelby gładkolufowej z amunicji hukowej i naboju gumowego, a najmniejsze w przypadku strzałów z pistoletu maszynowego (149,2 dB w odległości 1,1 m od strzelca), co odbiega od sytuacji obserwowanej podczas wyznaczania wartości parametru L_{Aeq} . Może

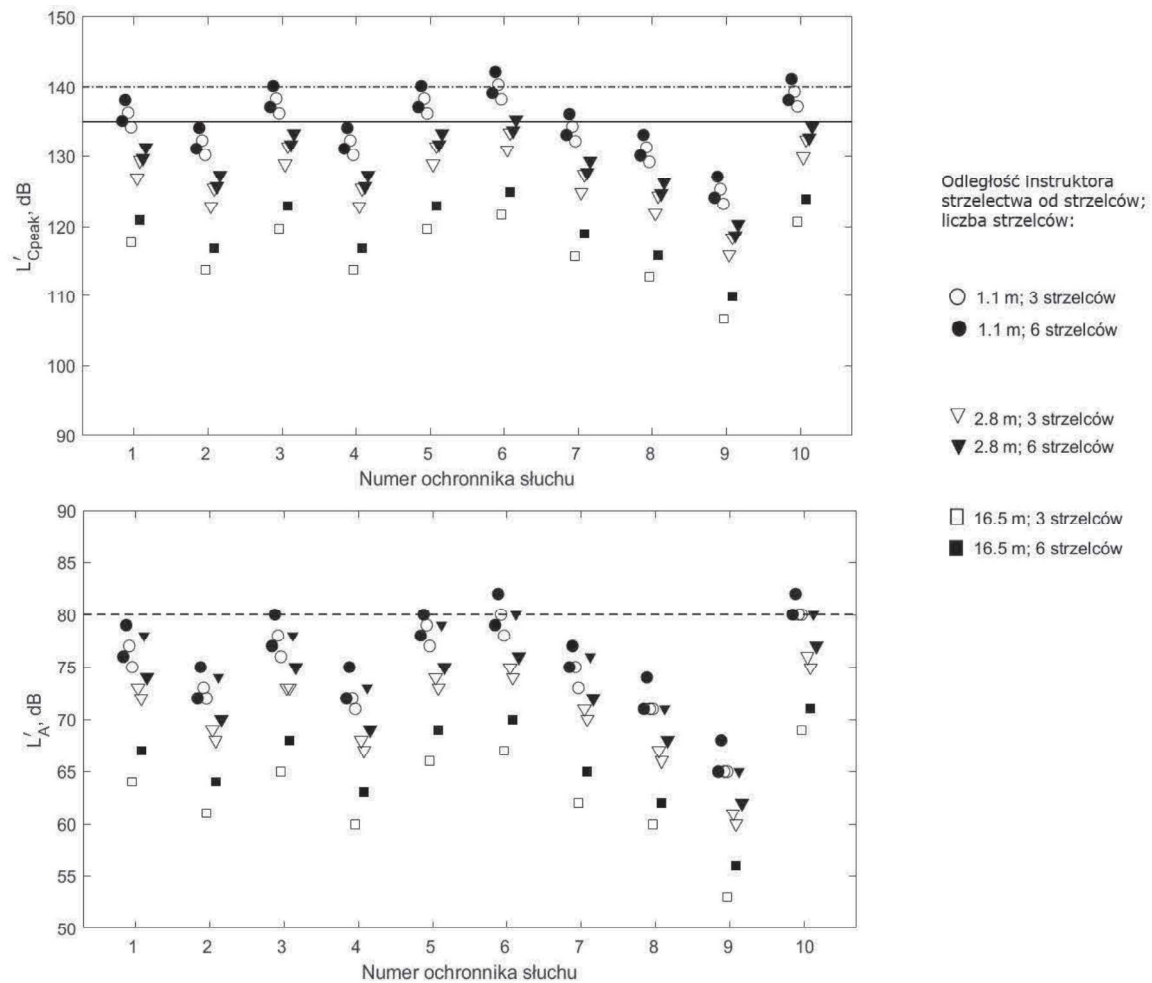
¹⁷ Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (hałasem) (Siedemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG), Dz.U. L 42 z 15.2.2003, str. 38

to wynikać z różnic w widmie hałasu wytwarzanego przez różne źródła i filtrowania składowych o niskiej częstotliwości przy obliczaniu wartości L_{Aeq} .

Przeprowadzona analiza pokazała również, że różnice pomiędzy wynikami pomiarów parametrów hałasu przeprowadzone w różnych odległościach od strzelca, praktykowanych w trakcie szkolenia, są istotne statystycznie. Potwierdzono zatem, że zmiana odległości instruktora względem strzelców, zgodna ze schematem postępowania przyjętym na strzelnicy, znacząco wpływa na zmianę narażenia instruktora strzelectwa na hałas, zarówno pod względem parametru L_{Cpeak} , jak i $L_{EX, 8h}$. Zwiększenie odległości instruktora od strzelców, w sytuacjach, gdy jest to możliwe, można traktować jako jeden ze sposobów ograniczania narażenia tego instruktora na hałas.

Analiza wpływu dwóch różnych scenariuszy prowadzenia ćwiczeń strzeleckich na narażenie instruktora strzelectwa na hałas, uwzględniała szkolenia prowadzone w grupie podzielonej na sześć podgrup trzyosobowych oraz trzy podgrupy sześćosobowe, w ramach których strzelcy strzelają jednocześnie. Wartości $L_{EX, 8h}$ wyznaczano z uwzględnieniem łącznego czasu ekspozycji instruktora na hałas wynoszącego 1800 s (6×300 s) przy trzyosobowych podgrupach, a w przypadku zespołów sześćosobowych 1260 s (3×420 s). Stwierdzono, że zarówno w przypadku L_{Cpeak} , jak i $L_{EX, 8h}$, nie ma istotnych statystycznie różnic pomiędzy wynikami uzyskanymi w zespołach trzyosobowych w porównaniu z wynikami dla grup sześćosobowych. Różna liczba osób strzelających jednocześnie (trzy lub sześć) nie wpływa znacząco na narażenie instruktora strzelectwa na hałas.

Ocenę możliwości ograniczania narażenia na hałas wynikającą ze stosowania ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem przeprowadzono z uwzględnieniem stosunkowo licznych, biorąc pod uwagę publikowane wcześniej prace, zbioru ochronników tj. ośmiu modeli nauszników przeciwhałasowych oraz dwóch modeli wkładek przeciwhałasowych, o różnych charakterystykach tłumienia dźwięku. Wszystkie uwzględnione w badaniach ochronniki słuchu umożliwiają ograniczenie wartości L_{Cpeak} poniżej wartości kryterialnej 135 dB w przypadku strzałów z pistoletów lub pistoletu maszynowego. Jednakże w przypadku strzałów ze strzelby gładkolufowej stosowanie niektórych ochronników słuchu nie powoduje wystarczającego obniżenia wartości tego parametru. Na rysunku A4.2 zamieszczono wartości szczytowego poziomu dźwięku C (L'_{Cpeak}) wyznaczone na przykładzie strzałów z gładkolufowej strzelby Mossberg z amunicją hukową i nabojami gumowymi. Na rysunku tym zamieszczono również wartości równoważnego poziomu dźwięku A pod ochronnikami słuchu (L'_{Aeq}) w przypadku impulsów akustycznych wytwarzanych przez to samo źródło hałasu.



Rys. A4.2. Wartości szczytowego poziomu dźwięku C pod ochronnikami słuchu (L'_{Cpeak}) oraz wartości równoważnego poziomu dźwięku A pod ochronnikami słuchu (L'_{Aeq}) wyznaczone w przypadku impulsów akustycznych wytwarzanych podczas strzałów z gładkolufowej strzelby Mossberg z amunicją hukową i nabojami gumowymi. Pozioma ciągła linia wskazuje na wartość kryterialną 135 dB (wartość dopuszczalna – przepisy krajowe), linia typu kreska-kropka reprezentuje wartość kryterialną 140 dB (wartość dopuszczalna – przepisy Unii Europejskiej), natomiast linia kreskowana oznacza wartość kryterialną 80 dB (wartość dopuszczalna ze względu na ochronę słuchu i ryzyko wystąpienia przesunięcia progu słuchu).

Stosowanie amunicji kulowej i śrutowej powoduje, że wartość L_{Cpeak} pod 4 spośród 10 ochronników słuchu przekracza 135 dB, natomiast wykorzystywanie amunicji hukowej i naboju gumowych (rysunek A4.2) skutkuje takimi przekroczeniami w przypadku 6 na 10 ochronników słuchu. Z kolei przekroczenie mniej ostrego kryterium z Dyrektywy

2003/10/WE¹⁸ tj. 140 dB występuje jedynie w przypadku strzałów ze strzelby użytkowanej razem z amunicją kulową i śrutową i ma to miejsce w przypadku 4 na 10 ochronników słuchu. Kwalifikacja ochronnika słuchu, jako dostatecznego do zabezpieczania słuchu wymaga jednocześnie pozytywnej oceny ze względu na wartość parametru związanego z właściwościami energetycznymi sygnału. Wyniki obliczeń z użyciem metody „pasm oktaowych” pokazały, że nie wszystkie rozpatrywane ochronniki słuchu skutkowały wystarczająco niskimi wartościami (poniżej 80 dB) poziomu dźwięku A. Jeden z ochronników słuchu nie spełnił swojego zadania w odniesieniu do wszystkich czterech wariantów broń/amunicja, natomiast inny spełnił wymienione kryterium jedynie w przypadku pistoletu maszynowego. Zastosowanie dwóch innych metod doboru tj. metody „HML” i metody „SNR” skutkowało w określonych sytuacjach rozbieżnymi wynikami w porównaniu z referencyjną metodą „pasm oktaowych”, co prowadzi do wniosku, że jeśli tylko dostępne są odpowiednie dane pomiarowe, należy zastosować wymienioną referencyjną metodę doboru ochronników słuchu.

Biorąc pod uwagę, że ochronnik słuchu można uznać za właściwy do zabezpieczania słuchu dopiero wtedy, gdy jednocześnie spełnione zostanie kryterium L_{Aeq} (80 dB) i L_{Cpeak} (135 dB), odpowiednia ochrona słuchu instruktora strzelectwa, prowadzącego ćwiczenia w zakresie 4 wariantów rodzajów broni, będzie możliwa podczas stosowania jedynie 4 spośród 10 badanych ochronników słuchu. Zmiana kryterium L_{Cpeak} na mniej ostre tj. 140 dB, stosowane w wielu krajach i zdefiniowane w Dyrektywie 2003/10/EC, powoduje, że odpowiednią ochronę słuchu zapewniałyby dwa kolejne ochronniki słuchu.

Omówione wyniki badań wskazały, że narażenie instruktora strzelectwa na hałas powstający na strzelnicy należy zaliczyć do niebezpiecznych dla słuchu, a zatem wymaga stosowania odpowiednio dobranych ochronników słuchu. Względnie duże wartości parametrów hałasu impulsowego na jaki narażony jest instruktor strzelectwa sprawiają, że charakteryzowanie tego hałasu, w celu uzyskania danych niezbędnych do doboru ochronników słuchu, nie może być zrealizowane za pomocą standardowych mierników poziomu dźwięku. Górny zakres pomiarowy takich urządzeń ogranicza się zwykle do około 145 dB.

W przypadku hałasu impulsowego nie jest możliwe scharakteryzowanie ograniczania tego rodzaju hałasu (tłumienia) przez konkretny ochronnik słuchu za pomocą tylko jednej wartości liczbowej. Uzyskane wyniki potwierdziły, że określonego ochronnika słuchu nie można traktować jako uniwersalnego do zabezpieczania słuchu wobec impulsów akustycznych wytwarzanych przez poszczególne źródła hałasu, nawet jeśli w pierwszym przybliżeniu można

¹⁸ Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (hałasem) (Siedemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG), Dz.U. L 42 z 15.2.2003, str. 38

byłoby traktować je jako podobne. Różne wartości parametrów hałasu wytwarzanych przez każdą kombinację broni/amunicji oraz różne wartości parametrów tłumienia poszczególnych ochronników słuchu skutkowały różnymi wartościami parametrów hałasu określonymi pod poszczególnymi ochronnikami słuchu. Na przykład najwyższe wartości L_{Cpeak} pod jednym z ochronników słuchu wyniosły 122,3 dB, gdy strzały oddawano z pistoletów, 120,4 dB w przypadku pistoletu maszynowego, 138,1 dB gdy była to strzelba gładkolufowa z amunicją hukową i nabojami gumowymi oraz 134,5 dB przy strzałach ze strzelby gładkolufowej z amunicją kulową i śrutową. Zakres tych wartości wynosi zatem 17,7 dB. Jednocześnie można zauważyć, że w przypadku określonego ochronnika słuchu wartości parametru L_{Aeq} pod tym ochronnikiem są znacznie mniej zróżnicowane tj. od 1 dB do 3 dB. Zatem w przypadku hałasu impulsowego parametr odzwierciedlający właściwości energetyczne (L_{Aeq}) różnicuje poszczególne źródła hałasu w znacznie mniejszym stopniu niż parametr odnoszący się do wartości chwilowych charakteryzujących impulsy (L_{Cpeak}). Potwierdza się zatem, że w przypadku narażenia na hałas impulsowy, ocena ochronników słuchu za pomocą parametru L_{Aeq} jest niewystarczająca, co jest odmienną sytuacją niż w przypadku hałasu ustalonego. Ponadto, rozpatrując dobór ochronników słuchu do stosowania w obecności hałasu impulsowego należy uwzględnić parametr L_{Cpeak} , co wynika przede wszystkim z faktu przekraczania wartości dopuszczalnej tego parametru w miejscu przebywania osób.

Zawarte w artykule A4 informacje składają się na sposób postępowania podczas oceny narażenia na hałas impulsowy wytwarzany podczas treningów odbywających się na strzelnicach, w tym z udziałem trenera strzelectwa, przy zróżnicowanych scenariuszach ćwiczeń, z uwzględnieniem sposobu wyznaczenia reprezentatywnych cykli analizowanych zadań i uwzględnieniem stosowania ochronników słuchu przy wykorzystaniu metod obliczeniowych, w tym ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem. Zaprezentowany w artykule schemat analizy sytuacji w zakresie przeprowadzania oceny narażenia na hałas impulsowy ma wartość praktyczną wtedy, gdy ocena taka obejmuje stanowiska pracy związane z przebywaniem osób w warunkach hałasu wytwarzanego przez broń palną. Konsultacje z osobami zajmującymi się problematyką BHP pokazały, że właściwe uwzględnienie harmonogramu udziału osoby w poszczególnych czynnościach, podczas oceny narażenia na hałas na stanowiskach pracy na których wytwarzany jest hałas impulsowy, nastrocza niejednokrotnie liczne problemy i prowadzi do błędów w analizie danych pomiarowych. W artykule pokazano jak zebrać i uwzględnić dane pomiarowe do przeprowadzenia obliczeń umożliwiających ocenę ograniczania hałasu przez ochronniki słuchu. Dane zamieszczone w omawianym artykule obejmują warunki narażenia na hałas na strzelnicy zamkniętej i odnoszą się do oceny możliwości ograniczania tego hałasu przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem. Wystarczające ograniczanie hałasu impulsowego (tłumienie) zapewniała tylko część spośród ochronników słuchu objętych badaniem. Pokazuje to, że w odniesieniu do miejsc przebywania osób narażonych na impulsy akustyczne wymagana jest weryfikacja zabezpieczania słuchu za pomocą poszczególnych ochronników. Praktyczną wiedzę dla organizatorów ćwiczeń ze strzelectwa stanowi natomiast to, że podział określonej

grupy szkolonych strzelców na podgrupy składające się z trzech lub z sześciu osób jednocześnie oddających strzały nie wpływa istotnie na narażenie instruktora strzelectwa na hałas.

Artykuł A5 pt. „Noise reduction at the shooting range by means of level-dependent hearing protectors”

W artykule oceniano możliwość ograniczenia hałasu impulsowego wytwarzanego na strzelnicy otwartej przy użyciu stosunkowo liczego zbioru tj. 11 różnych ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem: 9 modeli nauszników i 2 modele wkładek przeciwhałasowych. Badania ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem wykonywane są sporadycznie i nie dostarczają wyników pozwalających porównać właściwości znacznej liczby ich modeli, w obecności hałasu impulsowego wytwarzanego przez broń palną użytą m.in. w trakcie ćwiczeń na strzelnicach otwartych. Ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem są coraz powszechniej stosowane w miejscach, gdzie występuje narażenie na impulsy akustyczne wytwarzane przez broń palną, na co wskazano już przy omawianiu artykułu A4. Ochronniki takie wspierają bowiem postrzeganie dźwięków z otoczenia i wpływają tym samym na kształtowanie dźwięku docierającego do ich użytkownika. Dzieje się to, jak już nadmieniano, za sprawą układu elektronicznego wyposażonego w mikrofony zamocowane na zewnątrz ochronnika słuchu oraz głośniki, które odtwarzają dźwięk pod ochronnikiem słuchu.

W artykule uwzględniono i scharakteryzowano narażenie na hałas impulsowy wytwarzany przez 7 rodzajów broni popularnych wśród organów ścigania, miłośników sportów strzeleckich i myśliwych: 2 pistolety (Walther P99, Glock 17), pistolet maszynowy (PM-98 Glauberty), 2 karabiny (Remington 700, AKM), strzelbę gładkolufową (Mossberg MMR) i strzelbę (Mossberg 500). Narażenie na hałas wytwarzany na strzelnicy otwartej jest odmienne od sytuacji omawianej w przypadku poprzedniego artykułu A4, nie tylko z powodu odmiennych warunków akustycznych (strzelnica zamknięta), ale również pod względem liczby równocześnie oddawanych strzałów. Na strzelnicy zamkniętej analizowano strzelanie w trakcie którego mogły wystąpić równocześnie 3 albo nawet 6 strzałów, skutkujące nakładaniem się na siebie fal akustycznych pochodzących od wystrzałów oddawanych przez różnych strzelców, podczas gdy na strzelnicy otwartej analiza dotyczy strzałów oddawanych pojedynczo. Omówione różnice uwidaczniają się w wartościach szczytowego poziomu dźwięku C (L_{Cpeak}), gdzie w przypadku trzech porównywalnych rodzajów broni tj. pistoletów i pistoletu maszynowego, na strzelnicy otwartej wynoszą one od 142,1 dB do 149,9 dB, podczas, gdy na strzelnicy zamkniętej odnotowano wartości z przedziału 149,2 dB-153,3 dB. Niesynchroniczne nakładanie się na siebie przebiegów czasowych ciśnienia akustycznego pochodzących od kilku strzałów skutkuje innymi wartościami czasu trwania hałasu

impulsowego niż impulsów wytwarzanych pojedynczo. Różnice w wartościach parametrów czasowych oraz parametrów związanych z poziomem sygnału sprawiają, że istotna staje się ocena skuteczności ograniczania przez ochronniki słuchu, hałasu impulsowego wytwarzanego na obydwu różnych strzelnicach.

Na strzelnicy otwartej stosowano obiektywną metodę badań, w której wykorzystywany jest tester akustyczny, nazywany również sztuczną głową, dedykowany do badań właściwości akustycznych ochronników słuchu (zarówno nauszników, jak i wkładek przeciwhałasowych) i odwzorowujący cechy fizyczne głowy i ucha osób. Konstrukcja testera spełnia wymagania normy ANSI/ASA S12.42¹⁹ i jest w większym stopniu zaawansowana technicznie niż urządzenia spełniające wymagania normy PN-EN ISO 4869-3²⁰ tj. min. umożliwia umieszczanie wkładek przeciwhałasowych w testerze bez konieczności modyfikowania jego konstrukcji. Odwzorowanie cech osób w testerze zgodnym z ANSI/ASA S12.42 wynika z uwzględnienia w jego konstrukcji wymiarów antropometrycznych głowy i ucha, wyposażenia testera w symulatory uszu z komorami kształtującymi charakterystyki częstotliwościowe sygnału docierającego do mikrofonów w sposób przybliżający pomiar w uchu, zamontowania w testerze układu podgrzewania do utrzymywania temperatury testera odpowiadającej temperaturze ciała człowieka oraz z odwzorowania skóry poprzez pokrycie fragmentów testera materiałami o twardości 55 wg skali Shore'a (Shore 00). Mikrofony zamontowane w testerze umożliwiają pomiar parametrów hałasu impulsowego o względnie dużym poziomie ciśnienia akustycznego (do 170 dB), natomiast symulatory uszu uzupełnione są o adaptory umożliwiające umieszczanie w tym testerze wkładek przeciwhałasowych. Układy elektryczne utrzymują temperaturę stref testera mających kontakt z badanymi ochronnikami słuchu tak, aby obiekty badań podlegały testom w warunkach możliwie najbardziej zbliżonych do stosowania ochronników słuchu przez osoby (temperatura ciała człowieka). Jednocześnie, stosowanie testera akustycznego pozwoliło uniknąć narażania osób na impulsy akustyczne, natomiast wyniki nie były obciążone wadami techniki pomiarowej MIRE (mikrofonu umieszczanego w uchu osoby), gdzie wynik pomiaru może być zakłócony skutkami ruchu szczęki osoby biorącej udział w badaniu. Właściwości hałasu impulsowego na zewnątrz ochronników słuchu charakteryzowano za pomocą przetwornika dedykowanego do badań właściwości hałasu impulsowego, o górnej granicy zakresu pomiarowego wynoszącej 174 dB.

W celu zapewnienia warunków przeprowadzania badań umożliwiających możliwie najwierniejsze odzwierciedlenie użytkowania ochronników słuchu przez osoby, między innymi opracowano schemat postępowania umożliwiający uzyskiwanie ścisłego przylegania poduszek nauszników przeciwhałasowych do bocznych powierzchni testera akustycznego. Analogicznie

¹⁹ ANSI/ASA S12.42-2010 Methods for the Measurement of Insertion Loss of Hearing Protection Devices in Continuous or Impulsive Noise Using Microphone-in-Real-Ear or Acoustic Test Fixture Procedures (ANSI - American National Standards Institute, Inc./ASA - Acoustical Society of America)

²⁰ PN-EN ISO 4869-3:2009 Akustyka - Ochronniki słuchu - Część 3: Pomiary tłumienia wtrącenia nauszników przeciwhałasowych wykonywane z użyciem testera akustycznego

postępowano w przypadku wkładek przeciwhałasowych tj. aby uzyskiwać szczelność pomiędzy badanymi wkładkami przeciwhałasowymi a ściankami sprzęgaczy akustycznych (adapterów) symulatorów uszu. Ze względu na trudności w uzyskiwaniu ścisłego przylegania ochronników słuchu do powierzchni testera akustycznego, przeprowadzano kontrolę jakości umiejscowienia ochronników słuchu. Po każdorazowym założeniu nauszników na tester lub wkładek do sprzęgaczy akustycznych, oddawano strzał z pistoletu startowego, obserwując wskazania przyrządów pomiarowych. W razie potrzeby czynność zakładania ochronników słuchu powtarzano, aż do uzyskania zadowalającego rezultatu. Ponadto, badania przeprowadzono w taki sposób, aby w każdej sytuacji pomiarowej uzyskać 6 elementarnych wyników pomiarów pod określonym ochronnikiem słuchu, które posłużyły ostatecznie do wyselekcjonowania 3 najmniej rozbieżnych wyników.

W wyniku badań wyznaczano tzw. tłumienie wtrącenia ochronników słuchu, określane jako różnica wartości określonego parametru hałasu mierzonego testerem akustycznym bez ochronników słuchu i testerem wyposażonym w badane ochronniki. Tak reprezentowane ograniczanie hałasu impulsowego tj. tłumienie wtrącenia, zmierzone za pomocą testera akustycznego, stanowi odpowiednik tłumieniu dźwięku mierzonego przy udziale osób. O ile jednak tłumienie dźwięku może być mierzone z udziałem osób w przypadku hałasu ustalonego, to udział osób jest niemożliwy w przypadku hałasu impulsowego. Stąd, pomimo niedoskonałości odwzorowania użytkowania ochronników słuchu przez osoby za pomocą testera akustycznego, jego wykorzystanie, jest praktycznie jedyną możliwością pozyskania danych za pomocą bezpośredniego pomiaru, tzn. bez stosowania metod obliczeniowych. W praktyce nie jest przy tym możliwe wykonanie jednoczesnego pomiaru testerem przy zdjętych i założonych ochronnikach słuchu w obecności określonego impulsu akustycznego. W związku z tym wykorzystywano dodatkowy przetwornik zlokalizowany w pobliżu testera akustycznego, co przy wykorzystaniu odpowiednich poprawek określonych w trakcie dodatkowych pomiarów tj. bez założonych ochronników słuchu, umożliwiało wyznaczanie wartości tłumienia wtrącenia. Rozpatrywano parametry hałasu:

- szczytowy poziom dźwięku C (L_{Cpeak}), związany z chwilowymi wartościami sygnału,
- maksymalny poziom dźwięku A (L_{Amax}) również związany z chwilowymi wartościami sygnału,
- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$), wyznaczany na podstawie równoważnego poziomu dźwięku A (L_{Aeq}) odzwierciedlającego właściwości energetyczne sygnału.

W celu zaprezentowania skuteczności ograniczania hałasu impulsowego przez ochronnik słuchu ze względu na wartość parametru $L_{EX, 8h}$, wprowadzono dodatkową miarę tj. wyznaczano dopuszczalną liczbę impulsów (PNI), przed którymi będzie chroniony pracownik korzystający z określonego ochronnika słuchu. Wyznaczona dopuszczalna liczba impulsów, na jaką może być narażony użytkownik ochronników słuchu, ma zastosowanie jedynie wtedy, gdy występowało będzie jednocześnie zmniejszenie wartości parametrów L_{Cpeak} i L_{Amax} poniżej wartości dopuszczalnych (odpowiednio 135 dB i 115 dB).

Wyniki uzyskane w odrębnych badaniach laboratoryjnych wykazały, że obecność układu regulowanego tłumienia w przypadku nauszników przeciwhałasowych nie wpływa na wartość tłumienia wyrażoną parametrem L_{Cpeak} , natomiast w przypadku wkładek przeciwhałasowych obecność ta jest istotna. Dlatego pomiar właściwości każdego z badanych nauszników przeciwhałasowych przeprowadzono przy włączonym układzie regulowanego tłumienia (wybrano największe wzmocnienie w systemie). Umożliwiło to uwzględnienie najbardziej niekorzystnej sytuacji z punktu widzenia uzyskania wystarczającej ochrony słuchu względem parametrów L_{Amax} i L_{Aeq} (a zatem i $L_{EX, 8h}$ oraz dopuszczalnej liczby impulsów - PNI). W przypadku wkładek przeciwhałasowych, gdzie w obecności impulsów akustycznych istotna jest rola układu regulowanego tłumienia, badania przeprowadzono w różnych trybach ich użytkowania, w zależności od dostępnych rozwiązań: układ regulowanego tłumienia wyłączony; układ włączony i w torze elektroakustycznym ustawione wzmocnienie średnie lub duże; układ włączony i wzmocnienie małe lub duże).

Wszystkie rodzaje testowanej broni skutkowały wytwarzaniem hałasu impulsowego stanowiącego zagrożenie dla słuchu, na co wskazują wartości L_{Cpeak} wynoszące od 142,1 dB do 154,8 dB. Wyniki badań wskazały również, że najniższe wartości tłumienia wtrącenia ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem, wyrażane za pomocą parametru L_{Cpeak} , uzyskano w obecności impulsów akustycznych wytwarzanych przez jeden z pistoletów (Glock), a następnie przez drugi pistolet (Walther P99). Najwyższe wartości tłumienia wtrącenia dotyczą impulsów generowanych podczas wystrzałów ze strzelby gładkolufowej Mossberg MMR. Różnica pomiędzy najwyższymi i najniższymi wartościami tłumienia wtrącenia, czyli pomiędzy tłumieniem wtrącenia dotyczącym parametru L_{Cpeak} ustalonym w obecności impulsów akustycznych generowanych przez pistolet Glock i impulsów generowanych przez strzelbę gładkolufową Mossberg MMR są istotne statystycznie. Tłumienie wtrącenia odnoszące się do parametru L_{Cpeak} przyjmuje wartości z zakresu od 23,5 dB do 42,0 dB w przypadku nauszników przeciwhałasowych oraz od 26,1 dB do 52,7 dB w przypadku wkładek przeciwhałasowych. Na podstawie danych o ograniczaniu wartości L_{Cpeak} , wynikającym ze stosowania ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem, wyznaczono zakres wartości tego parametru odnoszący się do hałasu potencjalnie docierającego do uszu użytkownika tych ochronników słuchu. Okazało się, że zakres wartości L_{Cpeak} pod ochronnikami słuchu objętymi badaniami, niezależnie od modelu ochronnika słuchu, był niższy od wartości dopuszczalnej tego parametru tj. od 135 dB. Dlatego każdy z testowanych ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem w wystarczającym stopniu ogranicza hałas generowany przez objęte badaniem rodzaje broni palnej, ze względu na wartość parametru L_{Cpeak} .

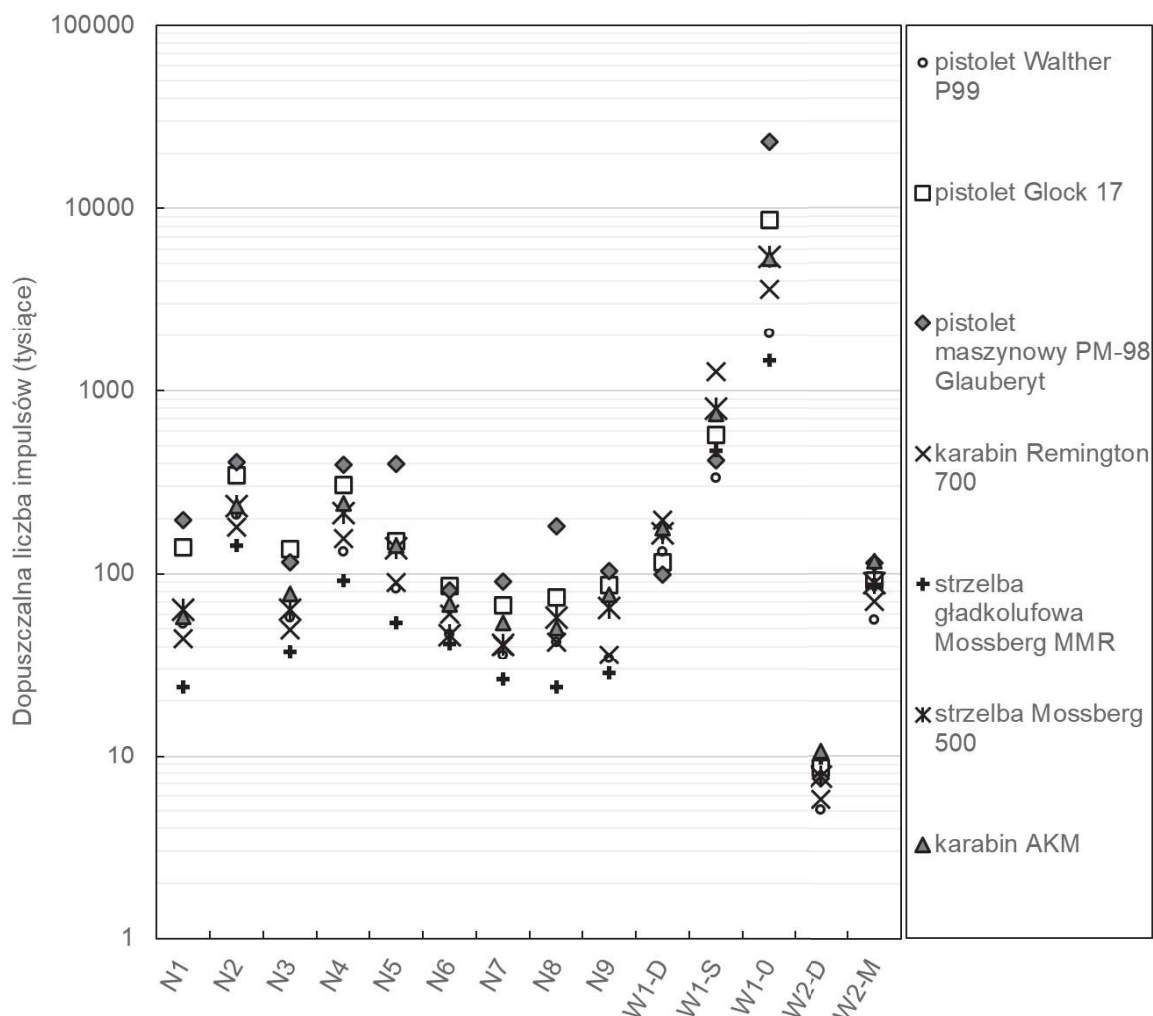
Najwyższa wartość kolejnego parametru tj. L_{Amax} zmierzona w polu akustycznym na zewnątrz ochronników słuchu podczas badań na strzelnicy przekroczyła wartość dopuszczalną 115 dB i wyniosła 118,1 dB. Jednakże wyznaczone zmiany wartości parametru L_{Amax} związane ze stosowania ochronników słuchu są na tyle wysokie, że we wszystkich

analizowanych przypadkach stosowanie ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem spowodowało zmniejszenie wartości L_{Amax} poniżej 115 dB. Najniższa wartość zmiany L_{Amax} w przypadku hałasu wytwarzanego na strzelnicy wyniosła 15,7 dB, co miało miejsce w przypadku jednego z modeli wkładek przeciwhałasowych, pracujących w trybie dużego wzmocnienia sygnału w torze elektroakustycznym. Oznacza to, że ograniczanie hałasu generowanego podczas strzałów z broni palnej uwzględnionej w badaniach, przez wszystkie 11 testowanych modeli ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem jest wystarczające, aby w zadowalający sposób obniżyć wartość parametru L_{Amax} nawet wtedy, gdyby generowane impulsy akustyczne charakteryzowały się L_{Amax} sięgającym 130 dB.

Wyznaczona dopuszczalna liczba impulsów (rysunek A5.1) na jakie mogłaby być narażona osoba, ze względu na wartość parametru $L_{EX, 8h}$, w najbardziej niekorzystnej sytuacji przekracza 5000. W praktyce odbywania treningu na strzelnicy, osoby w nich uczestniczące nie są narażone na tak dużą liczbę impulsów. Podane dane mogą być jednak istotne dla pracowników przeprowadzających testy broni, w przypadku których oczekuje się od pracownika oddania znacznej liczby strzałów, liczonej w tysiącach.

Wyniki opisane w artykule wskazały, że czas trwania impulsu określany wg definicji czasu C nie może być wykorzystywany jako uniwersalny wskaźnik skuteczności ograniczania przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem hałasu impulsowego wytwarzanego przez poszczególne rodzaje broni, co wynika ze złożonego przebiegu czasowego hałasu impulsowego wytwarzanego w warunkach rzeczywistych. Niemniej, wybrane analizowane przypadki potwierdziły znaną ogólną prawidłowość, zgodnie z którą krótszy czas trwania impulsu oznacza większy stopień ograniczania hałasu impulsowego.

Porównanie wyników uzyskanych podczas badań dwóch podobnych modeli ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem, ale o różnych wymiarach ich czasz wskazało, że w przypadku 6 spośród 7 rodzajów broni, tłumienie hałasu impulsowego, wyrażane parametrem L_{Cpeak} jest wyższe o 0,2 dB-3 dB w przypadku nausznika o głębszych, a tym samym cięższych czaszach. Świadczy to o znaczeniu parametrów konstrukcyjnych ochronników słuchu w możliwości ochrony słuchu.



Rys. A5.1. Dopuszczalna liczba impulsów na jakie mogłaby być narażona osoba, ze względu na wartość parametru $L_{EX, 8h}$, z uwzględnieniem stosowania ochronników słuchu: N1-N9 – nauszniki przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem (duże wzmocnienie w torze elektroakustycznym); W1-W2 – wkładki przeciwhałasowe, przy wzmocnieniu w torze elektroakustycznym: dużym (D), średnim (S), małym (M) lub przy wyłączonym układzie elektronicznym (0).

Opracowany sposób przeprowadzenia badań uwzględniał wyznaczenie i stosowanie odpowiednich poprawek pozwalających odnosić wyniki uzyskiwane z użyciem testera akustycznego do wyników w polu akustycznym tak, aby możliwe było przeprowadzanie oceny narażenia na hałas według ustalonych kryteriów, oraz aby możliwe było wyznaczanie wartości tłumienia hałasu impulsowego przez poszczególne ochronniki słuchu. W artykule wykazano, że ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem są odpowiednim środkiem do ochrony słuchu osób przebywających na strzelnicy, przy zachowaniu funkcjonalności tych ochronników polegającej na przekazywaniu istotnych dźwięków np. mowy ich użytkownikowi. Użytkownik uwzględnionych w badaniach, poprawnie stosowanych ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem, zarówno wkładek, jak i nauszników przeciwhałasowych będzie dostatecznie

chroniony przed wpływem hałasu wytwarzanego na strzelnicy podczas wystrzałów z siedmiu rodzajów broni rozpatrywanej w niniejszej pracy. Ochrona ta będzie zapewniona niezależnie od trybu pracy ochronników słuchu tj. gdy układ regulowanego tłumienia będzie włączony lub w trybie pasywnym działania ochronników słuchu. Ustawienie większego wzmocnienia sygnału w torze elektroakustycznym wkładek przeciwhałasowych wiąże się co prawda z mniejszym tłumieniem hałasu, wyrażanym parametrem L_{Cpeak} , to jednak tłumienie to jest dostatecznie duże, aby zapewnić ochronę słuchu. Uwzględnienie trybów włączonego układu regulowanego tłumienia jest podejściem rozwijającym metodykę dotychczas stosowaną, gdzie zgodnie ze wskazówkami z normy odnoszącej się do użytkowania ochronników słuchu (EN-458) ochronniki słuchu wyposażone w układy elektroniczne, w obecności hałasu impulsowego, należałoby traktować tak jakby funkcjonowały jedynie w trybie pasywnym. Badania przeprowadzone w tej pracy są formą weryfikacji tego założenia, gdzie uzyskane wyniki wskazały, że zarówno zmiana wzmocnienia sygnału w torze elektroakustycznym wkładek przeciwhałasowych, jak i fakt włączenia układu regulowanego tłumienia, mają wpływ na tłumienie hałasu impulsowego.

Ograniczenie hałasu związanego z wystrzałami z broni uwzględnionej w pracy, przez 11 testowanych ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem jest wystarczające do dostatecznego obniżenia (poniżej wartości dopuszczalnych) wartości parametrów odzwierciedlających impulsowy charakter hałasu tj. szczytowego poziomu dźwięku C i maksymalnego poziomu dźwięku A. Ponadto, w najbardziej niekorzystnym przypadku dopuszczalna liczba impulsów, określona ze względu na wartość poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinne dobowego wymiaru czasu pracy, przekracza 5 tysięcy dziennie. Ocena narażenia na hałas odnoszące się do wartości chwilowych przebiegu ciśnienia akustycznego obejmowała standardowo rozpatrywany w przypadku hałasu impulsowego szczytowy poziom dźwięku C (względnie szczytowy poziom ciśnienia akustycznego), jak też maksymalny poziom dźwięku A, nie barany pod uwagę w publikowanych badaniach innych zespołów. Analizowano również właściwości energetyczne sygnału wyznaczając liczbę impulsów akustycznych, na którą w bezpiecznych warunkach może być ekspozycja osoba używająca poszczególne ochronniki słuchu podczas użytkowania określonego rodzaju broni. Informacje takie są przydatne dla pracowników zajmujących się użytkowaniem broni, a w szczególności dla osób testujących broń lub amunicję. Zawartość omawianego artykułu A5 obejmuje zatem sposób postępowania podczas oceny skuteczności ograniczania hałasu impulsowego przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem w obecności impulsów wytwarzanych przez broń palną. Ocena ta uwzględnia wykorzystanie obiektywnej metody pomiaru przy stosowaniu testera akustycznego, umożliwiając wyznaczanie dopuszczalnej liczby strzałów, na które może być ekspozycja użytkownik określonego ochronnika słuchu. Przedstawiony sposób postępowania obejmuje parametry reprezentujące wartości chwilowe ciśnienia akustycznego i związane z właściwościami energetycznymi hałasu. Omawiany artykuł dostarcza również zestaw danych odnoszących się do oceny narażenia na hałas na

strzelnicy otwartej oraz do oceny ograniczaniu tego hałasu przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem.

Artykuł A6 pt. „Localization of vehicle back-up alarms by users of level-dependent hearing protectors under industrial noise conditions generated at a forge”

W przypadku czynności takich jak obróbka metalu, które wymagają ręcznej obsługi maszyn w pobliżu źródła hałasu, fizyczne oddzielenie miejsca pracy danej osoby od tego źródła jest niemożliwe. Zastosowanie znajduje wtedy ostatni w kolejności, po wyczerpaniu metod technicznych i organizacyjnych, spośród możliwych sposobów zabezpieczania słuchu, tj. stosowanie ochronników słuchu. Właściwe zabezpieczanie słuchu przed hałasem zapewniane przez ochronniki słuchu to nie jedyny aspekt ich użytkowania. W określonych sytuacjach istotne jest również m.in. wykrywanie, rozpoznawanie i określanie lokalizacji źródeł dźwięku. Możliwości w tym zakresie nabierają znaczenia w środowisku pracy, gdzie przemieszczają się obiekty, które mogą stanowić zagrożenie w zakresie bezpieczeństwa tj. gdy występuje ryzyko kolizji osób z tymi obiektami. W artykule A6 analizowano postrzeganie dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa (sygnału ostrzegawczego) w warunkach przemysłowych podczas obróbki metalu, gdzie hałas impulsowy wytwarzany jest na tle hałasu ustalonego.

Prawidłowa lokalizacja źródła dźwięku umożliwia podjęcie działań mających na celu uniknięcie niebezpiecznej sytuacji np. potrącenia przez pojazd. Warunki przemysłowe są jednym ze środowisk, gdzie coraz częściej podejmowane są działania wspierające postrzeganie istotnych dla ich użytkownika dźwięków, w tym niosących informację o zagrożeniu bezpieczeństwa, poprzez stosowanie ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem. Wspomniane istotne dźwięki przekazywane są w sygnale dostarczanym pod ochronniki słuchu w momentach względnego obniżenia poziomu ciśnienia akustycznego hałasu. Jak wspomniano, obecność układu elektronicznego w ochronnikach słuchu z regulowanym tłumieniem wpływa na kształtowanie dźwięku docierającego do użytkownika tych ochronników. Poziom ciśnienia akustycznego transmitowanego sygnału zmienia się wraz ze zmianami poziomu ciśnienia akustycznego hałasu, co odbywa się z różnym nasileniem, w zależności od wstępnie wybranego przez użytkownika wzmocnienia w torze elektroakustycznym. Ze względu na ochronę słuchu, przebywanie w obecności hałasu o dużym poziomie ciśnienia akustycznego oznacza wyłączenie układu elektronicznego i funkcjonalność ochronnika słuchu z regulowanym tłumieniem sprowadza się do pasywnej ochrony, analogicznie jak w przypadku ochronnika słuchu nie wyposażonego w układ elektroniczny. Pasma częstotliwości sygnału przekazywanego w torze elektroakustycznym ochronnika słuchu z regulowanym tłumieniem jest ograniczone w sposób, na który użytkownik nie ma wpływu i z reguły jest ono ograniczone do pasma odpowiadającego dźwiękom mowy. Nieczęste opublikowane oceny wpływu

stosowania ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem dotyczące postrzegania dźwięków, przeprowadzane w wybranych warunkach, nie dawały jednoznacznych wyników, w tym wskazywano również, że użytkowanie takich ochronników słuchu może upośledzić zdolność lokalizowania źródła dźwięku.

Wymieniona wcześniej zdolność do prawidłowej lokalizacji źródła dźwięku wpływająca na bezpieczeństwo podczas prac związanych z obróbką metalu w warunkach przemysłowych, szczególnie dotyczy sygnałów informujących o przemieszczaniu się pojazdów. Celem omawianego artykułu było sprawdzenie, czy wybór konkretnego ochronnika słuchu z regulowanym tłumieniem może mieć wpływ na możliwość zlokalizowania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa, reprezentowanego przez sygnał ostrzegający o jeździe wstecz pojazdu. Celem było również zbadanie wpływu zmian wzmocnienia sygnału w torze elektroakustycznym wbudowanym w ochronniki słuchu.

W badaniach uwzględniono dźwięk sygnalizatora akustycznego o cechach wymaganych w miejscach, gdzie istotny jest odbiór dźwiękowych sygnałów bezpieczeństwa tj. taki, którego dominujące składowe widmowe, zgodnie ze znormalizowanymi wymaganiami (PN-EN ISO 7731²¹) mieszczą się w przedziale częstotliwości od 500 Hz do 1500 Hz. W trakcie badań, w warunkach laboratoryjnych odzwierciedlano hałas otoczenia z kuźni. Przeprowadzenie badań w obecności dźwięków zawierających składowe impulsowe (hałas impulsowy na tle hałasu ustalonego) odróżnia je od poprzednich badań właściwości ochronników słuchu z zakresu rozpoznawania kierunku docierania dźwięku. Uwzględniono ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem produkowane przez różnych producentów, sterowane cyfrowo lub analogowo, w tym cztery modele nauszników i jeden model wkładek przeciwhałasowych. Rozpatrywano przy tym zarówno ochronniki słuchu dedykowane do zastosowań przemysłowych (2 modele nauszników i 1 model wkładek przeciwhałasowych), ale również militarnych (nauszniki przeciwhałasowe) lub przeznaczone dla myśliwych (nauszniki przeciwhałasowe). Rozpatrywano m. in. tryb pasywny użytkowania ochronników słuchu, uzyskując wartości odniesienia do trybu, gdy włączony był układ elektroniczny (tryb regulowanego tłumienia), przy największym możliwym wzmocnieniu sygnału w torze elektroakustycznym ochronników słuchu oraz przy niepełnym wzmocnieniu.

Badania przeprowadzono z udziałem 50 osób, spełniających kryteria stanu słuchu odnoszące się do badań ochronników słuchu. Rolą osób uczestniczących w badaniach było wskazywanie z którego kierunku dociera dźwiękowy sygnał bezpieczeństwa. Podczas badań każda z osób udzieliła 360 wskazań (sekwencja 24 sygnałów w każdej podstawowej sytuacji pomiarowej, dotycząca 3 trybów pracy podczas używania 5 ochronników słuchu). Na przygotowanym stanowisku badawczym sygnały przeznaczone do rozpoznawania odtwarzano w losowej kolejności z 8 zestawów głośnikowych rozmieszczonych równomiernie

²¹ PN-EN ISO 7731:2009 Ergonomia - Sygnały bezpieczeństwa dla obszarów publicznych i obszarów pracy - Dźwiękowe sygnały bezpieczeństwa

wokół osoby tj. co 45° . W celu odzwierciedlenia, w warunkach laboratoryjnych, obecności hałasu wytwarzanego w warunkach przemysłowych, opracowano wirtualne środowisko akustyczne wykorzystując technologię ambisoniczną. Hałas przemysłowy odtwarzany na stanowisku badawczym, z użyciem 17 przestrzennie rozmieszczonych głośników i 2 niskotonowych zestawów głośnikowych, przygotowano w oparciu o rejestrację hałasu powstającego podczas obróbki metalu w kuźni, przeprowadzoną z wykorzystaniem mikrofonu ambisonicznego.

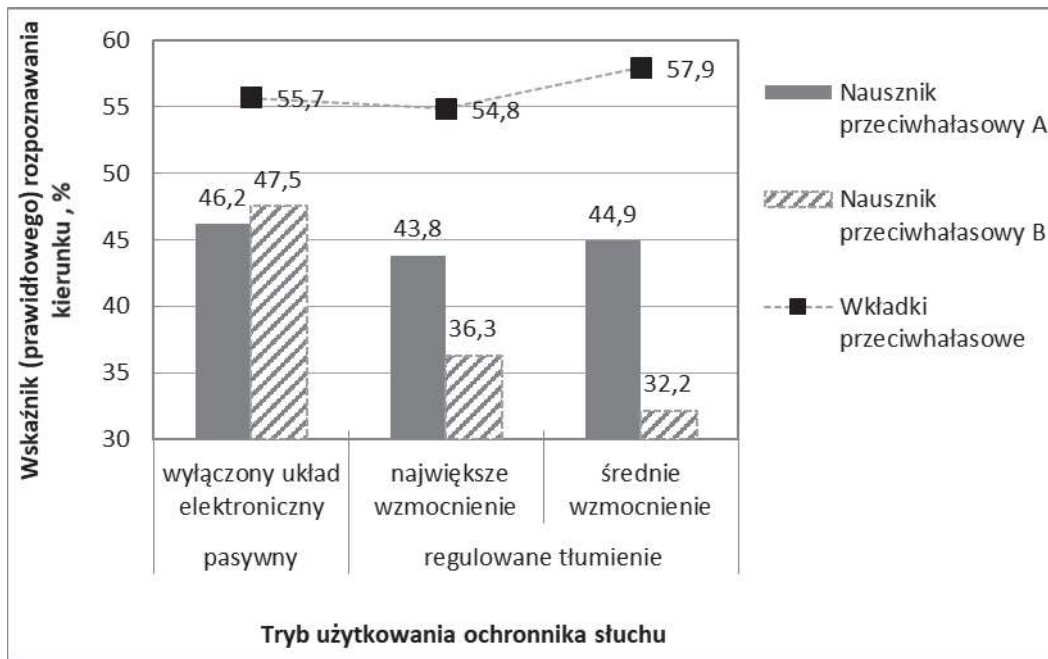
Analiza wyników przeprowadzona z podziałem na poszczególne kierunki odtwarzania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa, pozwoliła poznać, jak znana prawidłowość o problemach w rozpoznawaniu kierunku docierania dźwięku, gdy odtwarzany jest on na wprost przed osobą lub za nią, przenosi się na stosowanie ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem. Ochronniki takie, jak nadmieniono, kształtują bowiem dźwięk docierający do ich użytkownika, jako obiekty fizyczne o określonej geometrii, o nierównomiernej w funkcji częstotliwości charakterystyce pasywnego tłumienia dźwięku i jednocześnie wyposażone w układy elektroniczne transmitujące dźwięk w określonym paśmie częstotliwości. Uzyskane wyniki pokazały, że w większości przypadków użytkownika nauszników przeciwhałasowych z regulowanym tłumieniem i kierunków leżących na wprost przed osobą (kąt 0°) i z tyłu osoby (kąt 180°), miała miejsce znaczna liczba błędów typu „przód-tył”. Osoby, które uczestniczyły w badaniach miały wtedy problemy z określeniem, czy sygnał ostrzegawczy dociera z przodu osoby czy też z za niej. W przypadku jednego z nauszników przeciwhałasowych używanego przy maksymalnym wzmocnieniu w torze elektroakustycznym przekazującym dźwięk, gdy sygnał ostrzegawczy o jeździe wstecz pojazdu odtwarzany był z kierunku określonego kątem 0° , wskazania tego kierunku udzielone przez wszystkie osoby stanowiły 39% ogólnej liczby wskazań, wskazania kierunku wyznaczonego kątem 180° stanowiły wtedy 33% wszystkich wskazań, natomiast wskazania pozostałych kierunków w żadnej sytuacji nie przekraczały 10% ogólnej liczby odpowiedzi. Błędy tego rodzaju, poza wskazywaniem kierunków sąsiednich, były częste również w przypadku odtwarzania sygnału z kierunków określonych kątami 45° oraz 315° . Było to przeciwieństwem sytuacji, gdy sygnał ostrzegawczy odtwarzano z kierunków leżących po bokach osoby (kąty 90° i 270°) i w zdecydowanej większości przypadków kierunki te były rozpoznawane prawidłowo. Takie prawidłowe wskazanie kierunku określonego kątem 90° wystąpiło aż w 81% przypadków stosowania jednego z badanych nauszników przy maksymalnym wzmocnieniu w torze elektroakustycznym przekazującym dźwięk. Uzyskane wyniki wprowadziły natomiast istotne rozróżnienie wkładek i nauszników przeciwhałasowych z regulowanym tłumieniem. W niemal wszystkich rozpatrywanych sytuacjach stosowania wkładek przeciwhałasowych kierunek, z którego odtwarzano sygnał niemal zawsze wskazywany był częściej niż pozostałe 7 kierunków. Taka zależność nie była regułą w przypadku używania nauszników przeciwhałasowych, ponieważ w przypadku kierunków określonych kątami 45° i 315° , kierunek z którego odtwarzany był sygnał nie był najczęściej wskazywany. Analiza średnich bezwzględnych błędów wskazań poszczególnych 8 kierunków docierania dźwięku pokazała, że największe błędy występują

w przypadku kątów 0° i 180° , niezależnie od modelu ochronnika słuchu z regulowanym tłumieniem, gdzie największa wartość wyniosła $147,4^\circ$. W przypadku kątów 90° i 270° średnie wartości błędów były najmniejsze i były w przybliżeniu równe rozdzielczości kątowej zastosowanej w eksperymencie (45°). Zaobserwowany charakter błędów był podobny w przypadku wszystkich trybów użytkowania ochronników słuchu tj. przy różnych wzmocnieniach w torze odtwarzania sygnału oraz przy wyłączonym układzie elektronicznym.

W trakcie badań wszyscy ich uczestnicy udzielili łącznie 18000 wskazań; z których 8181 było prawidłowych, co oznacza, że ogólny wskaźnik (prawidłowego) rozpoznawania kierunku docierania sygnału ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu wyniósł 45,5%. W przypadku każdego z ochronników słuchu ich uczestnicy udzielili po 3600 wskazań. Wartości wskaźnika rozpoznawania kierunku wyznaczone za poszczególne nauszники przeciwhałasowe wynosiły: 41,6%, 45,0%, 45,9% oraz 38,6%, natomiast w przypadku wkładek przeciwhałasowych było to ogółem 56,1%. Prawidłowe rozpoznanie kierunku docierania analizowanego sygnału jest zatem możliwe w większej liczbie przypadków, gdy używane są wkładki, niż nauszники przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem.

W przypadku uwzględnionych w badaniach wkładek przeciwhałasowych z regulowanym tłumieniem tryb ich użytkowania tj. pasywny lub z regulowanym tłumieniem, nie ma większego wpływu na możliwość poprawnego wskazywania kierunku docierania sygnału ostrzegawczego. W przypadku nauszników przeciwhałasowych, ocena przeprowadzona bez podziału na poszczególne kierunki świadczy, że w zależności od modelu nauszника, wpływ włączenia trybu regulowanego tłumienia może być niewielki, ale może też skutkować znaczącym pogorszeniem możliwości rozpoznawania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa. Wyniki odnoszące się do 3 przykładowych ochronników słuchu tj. wkładek przeciwhałasowych oraz 2 modeli nauszników przeciwhałasowych zamieszczono na rysunku A6.1.

Badania wskazały, że odsetek liczby poprawnych wskazań kierunku docierania dźwięku może zmieniać się zaledwie o 2,4 punktu procentowego (nauszник A na rysunku A6.1) pomiędzy różnymi trybami użytkownika nauszника przeciwhałasowego. Z drugiej jednak strony, w przypadku innego modelu nauszника przeciwhałasowego, zmiana trybu jego pracy z pasywnego do trybu regulowanego tłumienia (połowa wzmocnienia w torze elektroakustycznym) może prowadzić do pogorszenia odsetka liczby poprawnych odpowiedzi wynoszącego aż 15,3 punktów procentowych. Wybór właściwego nauszника przeciwhałasowego pod tym względem jest zatem istotny.



Rys. A6.1 Wartości wskaźnika rozpoznawania kierunku docierania dźwięku wyznaczone za wszystkie dane pomiarowe uzyskane w przypadku wkładek przeciwhałasowych oraz 2 nauszników przeciwhałasowych, z podziałem na tryby użytkowania ochronników słuchu.

W przypadku stosowania ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem ważne jest ustalenie, czy zmiana trybu jego pracy znacząco wpływa na zdolność użytkownika do prawidłowej lokalizacji sygnału ostrzegawczego. Analiza z podziałem na poszczególne kierunki wskazuje, że w znacznej liczbie przypadków zmiana trybu pracy nauszników wiąże się, w zależności od kierunku docierania sygnału ostrzegawczego, ze zwiększeniem lub zmniejszeniem możliwości prawidłowego rozpoznawania tego kierunku. Przykładowo w przypadku jednego z nauszników i kierunku 0° zmiana z trybu pasywnego na tryb regulowanego tłumienia spowodowała istotny statystycznie wzrost liczby prawidłowych wskazań o 27 punktów procentowych przy niepełnym (połowa) wzmocnieniu ustawionym w torze elektroakustycznym i o 20 punktów procentowych (zmiana również istotna statystycznie) przy maksymalnym wzmocnieniu. Z kolei w przypadku wkładek przeciwhałasowych, prawidłowe rozpoznawanie kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa w obecności hałasu impulsowego jest możliwe w większej liczbie przypadków niż w przypadku nauszników przeciwhałasowych, a ponadto zmiana trybu użytkowania wkładek przeciwhałasowych ma niewielki wpływ na określanie kierunku docierania sygnału ostrzegawczego. Statystycznie istotne zmiany wystąpiły tylko w dwóch przypadkach na 18 tj. po przejściu z trybu pasywnego na tryb regulowanego tłumienia przy ustawionym niepełnym wzmocnieniu w torze elektroakustycznym i kątach 90° (spadek o 9 punktów procentowych) oraz 225° (wzrost o 14 punktów procentowych).

Sposób postępowania zawarty w omawianym artykule A6 stanowi metodę badań percepcji dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa przez użytkownika ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem, z uwzględnieniem pomiaru kierunku docierania tego sygnału. Wyniki pomiarów zamieszczone w omawianym artykule pozwoliły na różnicowanie rodzajów i modeli ochronników słuchu pod względem możliwości rozpoznawania kierunku docierania sygnału ostrzegającego o jeździe wstecz pojazdu, w rzadko rozpatrywanych warunkach tj. w obecności hałasu impulsowego. Ponadto, przyjęte założenia do realizacji badań umożliwiły wnioskowanie zarówno w odniesieniu do trybu pasywnego użytkowania ochronników słuchu, ale także w przypadku włączonego układu regulowanego tłumienia, wobec stosunkowo licznych zbiorów ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem. Wyniki badań potwierdziły ogólnie znaną tezę, że w przypadku, gdy niezbędne jest rozpoznawanie kierunku docierania dźwięku, lepszym rozwiązaniem jest stosowanie wkładek niż nauszników przeciwhałasowych. Co jest jednak istotne, wyniki te uwzględniają specyficzne warunki użytkowania ochronników słuchu tj. w obecności hałasu impulsowego, a ponadto, obejmują one nie tylko klasyczne rozwiązanie w postaci pasywnej ochrony, ale wnioskowanie rozciągnięte jest również na tryb regulowanego tłumienia. Istotnym wnioskiem uzyskanym w artykule jest informacja, że tryb pracy wkładek przeciwhałasowych (pasywny lub regulowanego tłumienia) nie wpływa znacząco na możliwość prawidłowego wskazania kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa, reprezentowanego przez sygnał ostrzegający o jeździe wstecz pojazdu. Istotne jest również, że w przypadku nauszników przeciwhałasowych, w zależności od ich modelu, wpływ włączenia trybu regulowanego tłumienia może być znikomy, wyraźnie zauważalny, a nawet skutkować znacznym pogorszeniem liczby prawidłowo rozpoznawanych kierunków docierania dźwięku. Generalny wniosek wynikający z omawianej pracy stanowi, że na stanowiskach pracy w przemyśle, gdzie obecny jest hałas impulsowy i ze względu na bezpieczeństwo pracownika konieczne jest prawidłowe rozpoznanie kierunku docierania dźwięku, wybór określonego modelu ochronnika słuchu ma znaczenie. Można przy tym dobrać takie ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem, które oprócz zalet jakie są związane z zasadą ich działania, nie wpłyną znacząco niekorzystnie na możliwość odbioru dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa.

d) Podsumowanie osiągnięcia naukowego

Badania zawarte w artykułach wchodzących w cykl publikacji tematycznych prowadzone były nie tylko w warunkach laboratoryjnych, ale przede wszystkim w warunkach rzeczywistych, w tym na poligonach wojskowych i strzelnicach, w miejscach przebywania żołnierzy i innych służb mundurowych, z uwzględnieniem różnego rodzaju uzbrojenia i pojazdów bojowych. Ponadto uwzględniono warunki przemysłowe charakterystyczne względem wytwarzanych tam silnych impulsów akustycznych. W celu przeprowadzenia badań skompletowano specjalistyczną aparaturę, nie wykorzystywaną standardowo do

charakteryzowania parametrów hałasu. Stosowano przetwornik umożliwiający pomiar poziomu ciśnienia akustycznego impulsów akustycznych w zakresie do 174 dB i tester akustyczny odzwierciedlający fizyczne cechy głowy i uszu, służący pomiarom właściwości akustycznych nauszników i wkładek przeciwhałasowych. Zastosowanie testera akustycznego pozwoliło na przeprowadzanie oceny ograniczania hałasu przez ochronniki słuchu, bez konieczności narażania ludzi na sygnały akustyczne niebezpieczne wobec słuchu. Opracowano sposób gromadzenia danych pomiarowych oraz ich analizy tak, aby oceniać rzeczywiste narażenie osób przebywających w obecności hałasu impulsowego. W analizie uwzględniono wykorzystywanie przebiegów czasowych hałasu impulsowego i informacje o strukturze czasowej analizowanych zdarzeń. W analizie uwzględniono zarówno ocenę narażenia na hałas, jak też ocenę ograniczania hałasu impulsowego przez ochronniki słuchu. W badaniach uwzględniano m.in. ochronniki słuchu z układami elektronicznymi, które coraz częściej znajdują zastosowanie w zabezpieczaniu słuchu. Rozpatrywano zarówno aspekt bezpośredniego zagrożenia słuchu hałasem impulsowym, jak też aspekt bezpieczeństwa użytkownika ochronnika słuchu wynikający z możliwości postrzegania dźwięku. Opracowano sposób badania, jak rozpoznawany jest kierunek docierania sygnału o charakterze informacyjnym tj. ostrzegawczym, w obecności hałasu impulsowego. Uwzględnienie zestawu omówionych aspektów pozwoliło na analizę problematyki dotyczącej sytuacji ochrony osób zmuszonych do przebywania w obecności hałasu impulsowego.

Omówione prace dotyczące oceny narażenia na hałas impulsowy oraz sposobów jego ograniczania z wykorzystaniem środków ochrony indywidualnej słuchu, stanowią wspólnie wkład w zakresie wiedzy odnoszącej się do poprawy warunków przebywania osób w obecności hałasu impulsowego i zagadnień z tym związanych. Wiedza zdobyta w trakcie opracowania przedstawionego cyklu artykułów była przeze mnie wielokrotnie wykorzystywana w pracach o charakterze ekspertyz, które przyczyniły się do poprawy warunków pracy osób zatrudnionych w przemyśle (metalowym i zbrojeniowym), służb mundurowych (policja, wojsko) oraz osób związanych ze strzelectwem sportowym. Wiedza ta, znalazła również swoje odzwierciedlenie w publikacjach oraz w poradnikach, m.in. skutkując wykorzystaniem w praktyce uzyskanych wniosków i wynikających z nich wskazówek, a także jest wykorzystywana w ramach szkoleń specjalistycznych „Hałas i wibracje w środowisku pracy” i studiów podyplomowych pn. „Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy”. Rozpowszechnianie tej wiedzy wymienionymi środkami oraz poprzez materiały udostępnione w tematycznych serwisach internetowych, przyczyniło się do poprawy warunków pracy osób narażonych na hałas impulsowy.

Zakres osiągnięcia naukowego i wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka

Zaprezentowane osiągnięcie naukowe cykl publikacji tematycznych pt. **„Hałas impulsowy – kompleksowa ocena narażenia i ochrona słuchu w przemyśle oraz wśród służb**

mundurowych” można rozumieć jako wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, przede wszystkim poprzez następujące metody / zbiory:

- wytyczne dotyczące sposobu pomiaru parametrów hałasu niezbędnych do przeprowadzania oceny narażenia na hałas oraz do prawidłowego doboru ochronników słuchu z użyciem metody obliczeniowej, pod kątem właściwego zabezpieczania słuchu,
- metoda oceny narażenia na hałas impulsowy na stanowiskach bojowych/dowodzenia i stanowiskach obsługi wyposażenia bojowego, obejmująca parametry reprezentujące wartości chwilowe ciśnienia akustycznego i związane z właściwościami energetycznymi hałasu, z uwzględnieniem struktury czasowej zdarzeń składających się na rzeczywiste narażenie osób przebywających w obecności hałasu impulsowego i stosowanego wyposażenia do komunikacji a zarazem ochrony słuchu; włącznie z zestawem danych o narażeniu na hałas na stanowiskach bojowych/dowodzenia i stanowiskach obsługi,
- metoda oceny narażenia na hałas impulsowy występujący w warunkach przemysłowych na tle hałasu ustalonego wraz z oceną skuteczności ochronników słuchu stosowanych podczas jednoczesnej obecności obydwu wymienionych rodzajów hałasu i danymi o narażeniu i skuteczności ograniczania wymienionych, występujących jednocześnie obydwu rodzajów hałasu przez pasywne ochronniki słuchu,
- metoda oceny narażenia na hałas impulsowy wytwarzany podczas treningów odbywających się na strzelnicach, w tym z udziałem trenera strzelectwa, przy zróżnicowanych scenariuszach ćwiczeń, z uwzględnieniem sposobu wyznaczenia reprezentatywnych cykli analizowanych zadań i uwzględnieniem stosowania ochronników słuchu przy wykorzystaniu metod obliczeniowych, w tym ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem; wraz z danymi obejmującymi warunki narażenia na hałas na strzelnicy zamkniętej i możliwości ograniczania tego hałasu przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem,
- metoda oceny skuteczności ograniczania hałasu impulsowego przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem w obecności impulsów wytwarzanych przez broń palną, z wykorzystaniem obiektywnej metody pomiaru przy stosowaniu testera akustycznego, pozwalająca na wyznaczanie dopuszczalnej liczby strzałów, na które może być ekspozowany użytkownik określonego ochronnika słuchu, obejmująca parametry reprezentujące wartości chwilowe ciśnienia akustycznego i związane z właściwościami energetycznymi hałasu; oraz zestaw danych dotyczących narażenia na hałas na strzelnicy otwartej i o ograniczaniu tego hałasu przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem,
- metoda badań percepcji dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa przez użytkownika ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem, z uwzględnieniem pomiaru kierunku docierania tego sygnału.

Wkład osiągnięcia w rozwiązanie problemu naukowego

Wyżej wymienione osiągnięcie naukowe rozwiązuje następujący problem naukowy:

umożliwia przeprowadzanie kompleksowej oceny narażenia na hałas impulsowy oraz na ocenę ochronników słuchu, w tym ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem (układ elektroniczny) pod kątem zabezpieczania słuchu, a także możliwości postrzegania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa.

Wymienione osiągnięcie naukowe stanowi wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, przede wszystkim poprzez wymienione wcześniej metody/zbiory (w tym reprezentowane przez wytyczne/metodyki), umożliwiające kompleksową ocenę narażenia na hałas impulsowy występujący w warunkach przemysłowych, najczęściej na tle hałasu ustalonego, oraz w warunkach ekspozycji na impulsy akustyczne, w tym w warunkach ćwiczeń poligonowych lub na strzelnicach zamkniętych oraz otwartych. Metody/zbiory umożliwiają przy tym nie tylko ocenę narażenia na hałas, ale przede wszystkim umożliwiają one również ocenę możliwości właściwego zabezpieczenia słuchu z wykorzystaniem ochronników słuchu, pasywnych, ale i z układami elektronicznymi (ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem). Ocena ta (dobór) może być przy tym przeprowadzana zarówno ze względu na konieczność ochrony słuchu, ale także ze względu na możliwość rozpoznawania istotnych pod względem bezpieczeństwa sygnałów ostrzegawczych. Uzyskane wyniki badań objęły względnie dużą liczbę ochronników słuchu (w tym oprócz nauszników przeciwhałasowych z regulowanym tłumieniem uwzględniono wkładki przeciwhałasowe z regulowanym tłumieniem). W odniesieniu do hałasu impulsowego rozpatrywano nie tylko parametry reprezentujące wartości chwilowe ciśnienia akustycznego, ale jednocześnie odnoszono się do właściwości energetycznych hałasu, przy uwzględnieniu struktury czasowej zdarzeń składających się na rzeczywiste narażenie osób przebywających w obecności hałasu impulsowego. W przypadku parametrów związanych z wartościami chwilowymi hałasu, rozpatrywano parametr maksymalny poziom dźwięku A, który jest charakterystyczny wobec krajowego sposobu oceniania warunków pracy i nie jest uwzględniany w metodyce europejskiej oraz międzynarodowej stosowanej wobec hałasu impulsowego. Obiektem zainteresowań były natomiast nie tyle źródła hałasu impulsowego, co analizowane było oddziaływanie tego rodzaju hałasu na personel, który przebywa w jego obecności.

e) Wykaz piśmiennictwa dotyczący wprowadzenia do tematyki hałasu impulsowego

- [1] Coles R.R.A., Garinther G. R., Hodge D. C., Rice C. G. Hazardous Exposure to Impulse Noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 43, 336-343, 1968.
- [2] Hamernik R.P. and Hsueh K.D. Impulse noise: Some definitions, physical acoustics and other considerations. *J. Acoust. Soc. Am.* 90 (1), 189-196, 1991.
- [3] Lipowczan A. Podstawy pomiarów hałasu. Katowice-Warszawa 1987.
- [4] PN-ISO 10843:2002. Akustyka. Metody opisu i pomiaru pojedynczych impulsów lub serii impulsów.
- [5] Ward, W.D. Proposed damage-risk criterion for impulse noise (gunfire). Report of Working Group 57, National Academy of Science – National Research Council, Committee on Hearing, Bioacoustics, and Biomechanics (CHABA), 1968.
- [6] Pfander F. Damage risk criteria with and without ear protection for impulse noise with high intensities regarding ear, larynx and lungs. Hearing and hearing prophylaxis. (Ed. H. M. Borchgrevink) *Scand. Audiol. Suppl.* 16, 41-48, 1982.
- [7] Pfander F. Das Schalltrauma. Schriftenreihe Präventivmedizin – PM 1. Bundesministerium der Verteidigung, Referat Hygiene, Arbeits-, Umweltmedizin. Bonn, 1994.
- [8] Smoorenburg G. F., Damage risk criteria for impulse noise, New perspectives on noise. Eds.: R. P. Hamernik, D. Henderson, R. Salvi (Raven Press, New York), 471-490, 1982.
- [9] The Japan Society for Occupational Health May 22, 2024. Recommendation of occupational exposure limits (2024–2025). *Environmental and Occupational Health Practice* 6 (1), 2024, <https://doi.org/10.1539/eohp.ROEL2024>.
- [10] Price G.R. Loss and recovery process operative at the level of cochlear microphonic during intermittent stimulation. *J. Acoust. Soc. Am.* 56, 183-189, 1974
- [11] Henderson D., Subramaniam M., Gratton M.A. Impact noise: The importance of level, duration, and repetition rate. *J. Acoust. Soc. Am.* 89, 1350-1357, 1991.
- [12] Patterson J.H. Effects of peak pressure and energy of impulses. *J. Acoust. Soc. Am.* 90, 205-208, 1991.
- [13] Sulkowski W. J. Lipowczan A. Impulse noise-induced hearing loss in drop forge operators and the energy concept. *Noise Control Engineering*. Vol. 18, No. 1, 1982.
- [14] Dancer A., Buck K., Parmentier G., Hamery P. The specific problems of noise in military life. *Scan Audiol* 27, 123-130, 1998.
- [15] Dancer, A., Franke, R. Hearing hazard from impulse noise: a comparative study of two classical criteria for weapon noises (Pfander criterion and Smoorenburg criterion) and the LAeq8 method. *Acustica - Acta Acustica* 3, 539-547, 1995.
- [16] Ward W.D., Selters W., Glorig A. Exploratory studies on temporary threshold shift from impulses. *J. Acoust. Soc. Am.*, 33, 781-793, 1961.
- [17] Ward W.D. Effect of temporal spacing on temporary threshold shift from impulses. *J. Acoust. Soc. Am.*, 34, 1230-1232, 1962.
- [18] Perkins C., Hamernik R.P., Henderson D. Effect of inter-stimulus interval on the production of hearing loss from impulse noise. *J. Acoust. Soc. Am. Suppl.* 1, 57, S62, 1975.
- [19] Tremolieres C., Hetu R. A multi-parameter study of impact noise-induced TTS. *J. Acoust. Soc. Am.*, 68, 1652-1659, 1980.
- [20] Buck K., Dancer A., Franke R. Effect of the temporal pattern of a given noise dose on TTS in guinea pigs. *J. Acoust. Soc. Am.* 76, 1090-1097, 1984.
- [21] Erdreich J. A distribution based definition of impulse noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 79, p. 990-998, 1986.
- [22] Price G.R. Relative hazards of weapons impulse. *J. Acoust. Soc. Am.* 73, 556-566, 1983.
- [23] PN-EN 458:2016-06 Ochronniki słuchu - Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej - Dokument przewodni.
- [24] Cohen A., Kylin B., La Benz P.J. Temporary threshold shift in hearing from exposure to combined impact/steady-state noise conditions. *J. Acoust. Soc. Am.*, 40, 1371-1380, 1966.
- [25] Hamernik R.P., Henderson D., Crossley J.J., Salvi R.J. Interactions of continuous and impulsive noise: Audiometric and histological effects. *J. Acoust. Soc. Am.*, 55, 117-121, 1974.
- [26] Hamernik R.P., Ahroon W.A., Hsueh K.D., Shean-Fang Lei, Davis R.I. Audiometric and histological differences between the effects of continuous and impulsive noise exposures. *J. Acoust. Soc. Am.* 93 (4), Pt.1. 2088-2095, 1993.

- [27] Passchier-Vermeer V. Hearing loss due to continuous exposure to steady-state, broad-band noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 56, p. 1585-1593, 1974.
- [28] Thiery L., Meyer-Bisch C. Hearing loss due to partly impulsive industrial noise exposure at levels between 87 and 90 dB (A). *J. Acoust. Soc. Am.* 84, p. 651-659, 1988.
- [29] Ylikoski J., Pekkarinen J., and Starck J. The efficiency of earmuffs against impulse noise from firearms. *Scand. Audiol.* 16, 85-88, 1987.
- [30] Pekkarinen J. O., Starck J. P., and Ylikoski J. S. Hearing protection against high-level shooting impulses in relation to hearing damage risk criteria. *J. Acoust. Soc. Am.* 91, 196-202, 1992.
- [31] Ylikoski M., Pekkarinen J., Starck J., Pääkkönen R., and Ylikoski J. Physical characteristics of gunfire impulse noise and attenuation by hearing protectors. *Scand. Audiol.* 24, 3-11, 1995.
- [32] Pääkkönen R., Lethomäki K., Myllyniemi J., Hämäläinen E., and Savolainen S. Noise attenuation of hearing protectors in the human ear – a method description. *Acustica - Acta Acustica* 86, 477-480, 2000.
- [33] Starck J., Toppila E., Laitinen H., Suvorov G., Haritonov V., and Grishina T. The attenuation of hearing protectors against High-level industrial impulse noise; comparison of predicted and in situ results. *Appl. Acoust.* 63, 1-8, 2002.
- [34] Berger E. H. Methods of measuring the attenuation of hearing protection devices. *J. Acoust. Soc. Am.* 79, 1655-1687, 1986.
- [35] Pfretzchner J., Moreno A., and Colina C. The role of the physical factors involved in sound-attenuation characteristics of ear muffs. *Appl. Acoust.* 36, 1-17, 1992.
- [36] Žera J., Młyński R. Attenuation of high-level impulses by earmuffs. *J. Acoust. Soc. Am.*, 122 (4), 2082-2096, 2007.
- [37] Buck K. Performance of hearing protectors in impulse noise. RTO Lecture Series 219, Report RTO-ENP-11 AC/323(HFM)TP/31, Res. and Tech. Org. (RTO) of NATO, Neuilly-Sur-Seine Cedex, France, 3-1-3-10, 2000.
- [38] Młyński R., Kozłowski E. Determining attenuation of impulse noise with an electrical equivalent of a hearing protection device. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, 19(1), 127-141, 2013. <https://doi.org/10.1080/10803548.2013.11076972>.
- [39] Lenzuni P., Sangiorgi T., Cerini L. Attenuation of peak sound pressure levels of shooting noise by hearing protective earmuffs, *Noise & Health*, 14, 58, 91-99, 2012.
- [40] Lwow F., Jozkow P., Medras M. Occupational exposure to impulse noise associated with shooting, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 17(1), 69-77, 2011.
- [41] Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise), *Official Journal of the European Union*, 2003, L42/38-44.
- Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (hałasem) (Siedemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG), *Dz.U. L 42 z 15.2.2003*, str. 38.
- [42] 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, *Dz.U.* 2018 poz. 1286.
- [43] Starck J., Toppila E., Laitinen H., Suvorov G., Haritonov V., Grishina T. The attenuation of hearing protectors against High-level industrial impulse noise; comparison of predicted and in situ results, *Appl. Acoust.*, 63, 1-8, 2002.
- [44] Kulik A., Malinowska-Borowska J. Exposure to impulse noise at an explosives company: a case study, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 24(3), 366-372, 2018. <https://doi.org/10.1080/10803548.2017.1420583>.
- [45] Murphy WJ, Flamme GA, Campbell AR, et al. The reduction of gunshot noise and auditory risk through the use of firearm suppressors and low-velocity ammunition. *International Journal of Audiology*, 57(8):S28-S41, 2018. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1407459>.
- [46] Lobarinas E, Scott R, Spankovich C, et al. Differential effects of suppressors on hazardous sound pressure levels generated by AR-15 rifles: considerations for recreational shooters, law enforcement, and the military. *International Journal of Audiology*, 55(Suppl1):S59-S71, 2016. <https://doi.org/10.3109/14992027.2015.1122241>.
- [47] 15. Buck K. Performance of different types of hearing protectors undergoing high-level impulse noise. *Int J Occup Saf Ergon*, 15(2), 227-40, 2009. <https://doi.org/10.1080/10803548.2009.11076804>.

- [48] Murphy WJ, Flamme GA, Meinke DK, Sondergaard J, Finan DS, Lankford JE, et al. Measurement of impulse peak insertion loss for four hearing protection devices in field conditions. *Int J Audiol*, 51 Suppl 1, 31–42, 2012. <https://doi.org/10.3109/14992027.2011.630330>.
- [49] Fackler CJ, Berger EH, Murphy WJ, Stergar ME. Spectral analysis of hearing protector impulsive insertion loss. *Int J Audiol*, 56 Suppl 1, 13–21, 2017. <https://doi.org/10.1080/14992027.2016.1257869>.
- [50] Canetto, P. Hearing Protectors: Topicality and Research Needs. *Int. J. Occup. Saf. Ergon.*, 15, 141–153, 2009.
- [51] PN-EN ISO 9612:2011 Akustyka - Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas - Metoda techniczna.
- [52] Zimpfer, V.; Sarafian, D. Impact of hearing protection devices on sound localization performance. *Front. Neurosci.*, 8, 135, 2014.
- [53] Brown, A.D.; Beemer, B.T.; Greene, N.T.; Argo IV, T.; Meegan, G.D.; Tollin, D.J. Effects of Active and Passive Hearing Protection Devices on Sound Source Localization, Speech Recognition, and Tone Detection. *PLoS ONE*, 10, e0136568, 2015.
- [54] Bernstein, E.R.; Brammer, A.J.; Yu, G. Augmented warning sound detection for hearing protectors. *J. Acoust. Soc. Am.*, 135, EL29–EL34, 2014.
- [55] Alali, K.A.; Casali, J.G. The challenge of localizing vehicle backup alarms: Effects of passive and electronic hearing protectors, ambient noise level, and backup alarm spectral content. *Noise Health*, 13, 99–112, 2011.
- [56] Vaillancourt, V.; Nélisse, H.; Laroche, C.; Giguère, C.; Boutin, J.; Laferrière, P. Comparison of sound propagation and perception of three types of backup alarms with regards to worker safety. *Noise Health*, 15, 420–436, 2013.
- [57] Trawick J., Slagley J., Eninger R. Occupational Noise Dose Reduction via Behavior Modification Using In-Ear Dosimetry among United States Air Force Personnel Exposed to Continuous and Impulse Noise. *Open Journal of Safety Science and Technology* 9(2), 2019. DOI: 10.4236/ojsst.2019.92005
- [58] Manuel G., Waddington D.C. Managing occupational impulsive noise from explosive depth hardening operations. *Applied Acoustics*, 213, art. no. 109588, 2023. DOI: 10.1016/j.apacoust.2023.109588.
- [59] Blondé-Weinmann C., Joubaud T., Zimpfer V., Hamery P., De Mezzo S., Roth S. Experimental evaluation of earplug behavior in front of high-level impulse noise using laser Doppler vibrometer. *Journal of the Acoustical Society of America*, 154 (2), 792 - 800, 2023. DOI: 10.1121/10.0020585.
- [60] Blondé-Weinmann C., Joubaud T., Zimpfer V., Hamery P., Roth S. Numerical and experimental investigation of the sound transmission delay from a skin vibration to the occluded ear canal. *Journal of Sound and Vibration*, 542, art. no. 117345, 2023. DOI: 10.1016/j.jsv.2022.117345.
- [61] Toivonen M., Pääkkönen R., Niemensivu R., Aarnisalo A., Mäkitie A.A. Acute Acoustic Trauma after Exposure to Assault Rifle Noise among Conscripts in the Finnish Defence Forces—A Population-Based Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20 (4), art. no. 3366, 2023. DOI: 10.3390/ijerph20043366.
- [62] Chiu M.-C., Chang Y.-C. Optimization of pneumatic mufflers hybridized with metal sintered bronze porous material, expansion cone, and extended tube. *Noise and Vibration Worldwide*, 53 (11), 532 - 549, 2022. DOI: 10.1177/09574565221139653.
- [63] Zhang M., Gao X., Murphy W.J., Kardous C.A., Sun X., Hu W., Gong W., Li J., Qiu W. Estimation of Occupational Noise-Induced Hearing Loss Using Kurtosis-Adjusted Noise Exposure Levels. *Ear and Hearing*, 43(6), 1881 - 1892, 2022. DOI: 10.1097/AUD.0000000000001223.
- [64] Servi A.T., Davis S.K., Murphy S.A., Fellows A.M., Wise S.R., Buckey J.C., Smalt C.J. Prospective measurements of hearing threshold during military rifle training with in-ear, protected, noise exposure monitoring. *Journal of the Acoustical Society of America*, 152(4), 2257 - 2265, 2022. DOI: 10.1121/10.0014700.
- [65] Fackler C., Gauger D., Schmitt J.G., Murphy W., Berger E.H. A new method for measurement of impulsive peak level attenuation of hearing protectors. *The Journal of the Acoustical Society of America* 154(4_supplement):A350-A350, 2023. DOI: 10.1121/10.0023765.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

- a) W 2022 roku współpracowałem z **Wydziałem Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej** w związku z opracowywaniem wspólnego wniosku dotyczącego projektu „Inteligentny system przetwarzania mowy dla lekarzy” zaakceptowanego do realizacji i finansowania w ramach IV konkursu INFOSTRATEG „Zaawansowane technologie informacyjne, telekomunikacyjne i mechatroniczne”, Nr Umowy: INFOSTRATEG4/0042/2022.
- b) Współpracowałem z **Wojskowym Instytutem Medycznym - PIB** (lata 2010-2016) w zakresie realizacji badań obejmujących ocenę zagrożenia hałasem i drganiami żołnierzy, oraz ochronę przed tym zagrożeniem. Współpraca ta obejmowała realizację projektu Ministerstwa Obrony Narodowej MON:15/WNiI/2007 - (129/IWSZ/2007) "Doskonalenie metod diagnostyczno-leczniczych i profilaktycznych w uszkodzeniach narządu słuchu i równowagi" oraz zadań finansowanych przez Ministra właściwego ds. pracy: 3.S.02 „Ocena skuteczności ochronników słuchu w warunkach rzeczywistego hałasu impulsowego”, 3.S.03 „Opracowanie metodyki doboru ochronników słuchu dla pracowników zagrożonych hałasem impulsowym”, 04.A.22 „Ocena skuteczności ograniczenia hałasu impulsowego przez wkładki przeciwhałasowe” oraz projektu finansowanego przez Ministra właściwego ds. Nauki: 3.R.01 „Badanie wpływu różnic w zespolonej charakterystyce tłumienia ochronników słuchu na skuteczność ochrony przed hałasem”; W wyniku współpracy opracowano wspólnie:
- 5 artykułów, w tym 1 artykuł opublikowany w czasopiśmie Archives of Acoustics (wyniki opisane w tym artykule stanowią wkład do osiągnięcia *cykl publikacji tematycznych*), 3 artykuły w czasopiśmie Lekarz wojskowy oraz 1 artykuł w materiałach konferencyjnych:

Młyński R., Kozłowski E., Usowski J., Jurkiewicz D. Evaluation of exposure to impulse noise at personnel occupied areas during military field exercises. Archives of Acoustics, 43(2), 197–205, 2018. <https://doi.org/10.24425/122367>. Artykuł stanowi publikację [A2] (załącznik 4a_cz1, poz. A2) wchodzącą w skład głównego osiągnięcia naukowego.

Kozłowski E., Młyński R., Usowski J., Jurkiewicz D. Hałas ustalony wytwarzany w kołowych i gąsiennicowych pojazdach bojowych. Lekarz Wojskowy 94(2), 159-164, 2016, (załącznik 4e, poz. 1)

Kozłowski E., Młyński R., Usowski J., Jurkiewicz D. Ochronniki słuchu - nowe rozwiązania. Lekarz wojskowy, 92(4), 466-471, 2014, (załącznik 4e, poz. 2)

Kantor I., Żera J., Młyński R., Kozłowski E., Wojdas A., Jurkiewicz D. Ocena narażenia na hałas impulsowy w trakcie służby wojskowej – problem nadal aktualny. Lekarz wojskowy, 88(2), 97-102, 2010, (załącznik 4e, poz. 3)

Żera J., Młyński R., Kozłowski E., Kantor I. Sound levels of gunfire noise during military exercises and the effectiveness of hearing protectors. 39th International Congress on Noise Control Engineering 2010, Internoise 2010, 4, 3059, Lisbon,

Portugal, 13-16 June 2010, publikacja w materiałach konferencyjnych (załącznik 4e, poz. 4)

- prezentację wyników na konferencji (abstrakt konferencyjny oraz wystąpienie plakatowe):

Młyński R., Kozłowski E., Usowski J., Jurkiewicz D. Jak ocenić zagrożenie hałasem? XI Zjazd Otolaryngologów Wojskowych, Ossa k. Rawy Mazowieckiej, 19-21 marca 2015.

- c) W 2018 roku byłem współwykonawcą badań właściwości mechanicznych nauszników przeciwhałasowych, wykonywanych podczas współpracy jednostek notyfikowanych Unii Europejskiej prowadzonej w ramach Grupy Pionowej w zakresie badań i certyfikacji ochronników słuchu (VG4): PZT (Niemcy), STP AUVA (Austria), FIOH (Finlandia), CNMP (Hiszpania), IFA (Niemcy), CRITT (Francja), SATRA (Irlandia). Badane parametry nauszników przeciwhałasowych obejmowały: nastawność i ruchomość czasz, siłę docisku sprężyn dociskowych oraz ciśnienie poduszek czasz.
- d) W latach 2008-2020 współpracowałem z **Wydziałem Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej** w ramach prowadzenia zajęć na studiach podyplomowych pn. „Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy”. Tematyka prowadzonych przeze mnie w ramach tej współpracy wykładów, obejmowała:
 - i. Dźwiękowe sygnały bezpieczeństwa - percepcja sygnałów bezpieczeństwa, wymagania dotyczące dźwiękowych sygnałów bezpieczeństwa i ich projektowanie;
 - ii. Hałas impulsowy – zagrożenie hałasem impulsowym, sposoby opisu właściwości, kryteria ryzyka uszkodzenia słuchu i ocena narażenia, sposoby zabezpieczania słuchu i właściwości ochronników słuchu, dobór ochronników słuchu w przypadku hałasu impulsowego.
- e) W trakcie mojego uczestnictwa w realizacji zadania badawczego nr 4 T07B 004 28 pt. „Badanie obciążenia organu słuchu przez hałas impulsowy na podstawie zmian obrazu otoemisji akustycznej i słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu”, w latach 2005-2008, współpracowałem z **Instytutem Fizjologii i Patologii Słuchu**. Współpraca obejmowała uczestnictwo w przygotowaniu stanowisk pomiarowych i sygnałów testowych oraz przeprowadzanie badań. Ponadto elementem współpracy było opracowanie wystąpień konferencyjnych oraz 2 publikacji zamieszczonych w materiałach konferencyjnych, w tym m.in.:
 - i. Żera J., Kochanek K., Piłka A., Młyński R. “Ocena skuteczności ochrony słuchu przez nauszniki przeciwhałasowe metodą słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu (ABR)”. I Konferencja Audiologiczno-Foniatryczna, Warszawa, 10-12 września 2006.
 - ii. Żera J., Kochanek K., Piłka A., Młyński R. “Attenuation of hearing protectors assessed by auditory brainstem response”. Noise at Work 2007 – First European Forum on Effective Solutions for Managing Occupational Noise, Lille, France, 3-5 July 2007, abstrakt w materiałach konferencyjnych: 92, p. 112. Publikacja w materiałach konferencyjnych: (załącznik 4e, poz. 5).

- iii. Żera J., Kochanek K., Piłka A., Młyński R. "Application of auditory brainstem response for predicting hearing protector attenuation". 19th International Congress on Acoustics "Acoustics for the 21st Century", 2-7 September 2007, Madrid, Spain, abstrakt w materiałach konferencyjnych: 249. Publikacja w materiałach konferencyjnych: (załącznik 4e, poz. 6).
 - iv. Żera J., Kochanek K., Piłka A., Młyński R. "Assessment of exposure to impulsive and continuous noise auditory brainstem responses". The Journal of the Acoustical Society of America 123 No. 5, Pt. 2, p. 3566, 2008, oraz Acta Acustica united with Acustica 94, Suppl. 1, p. S598, 2008. <https://doi.org/10.1121/1.2934623>
- f) Moje uczestnictwo w realizacji projektu „Test-Pro-Safety-Life” (Centre for testing and measurement for improvment of safety of products and working life), w latach 2002-2005, prowadzonego w ramach 5. Programu Ramowego Unii Europejskiej, obejmowało współpracę z naukowcami z ośrodków naukowych z krajów Unii Europejskiej, działających w laboratoriach badawczych Jednostek Notyfikowanych: BIA (Niemcy), INRS (Francja) INSHT (Hiszpania), INSPEC/University of Salford (Wielka Brytania), TNO-HF (Holandia). Mój udział w projekcie wiązał się z uczestnictwem w przygotowaniu stanowiska badawczego oraz w realizacji badań właściwości akustycznych ochronników słuchu z układami elektronicznymi, a ponadto z odbyciem stażu krótkookresowego we **French-German Research Institute of Saint-Louis (ISL)** / Institut Franco-Allemand de Recherche de Saint Louis (ISL) we Francji (załącznik 4d).
- g) Współpracowałem również z **Głównym Urzędem Miar (GUM)**:
- i. Członkostwo w zespole eksperckim "Konsultacyjne Zespoły Metrologiczne, Zespół ds. Zdrowia" w celu udziału w tworzeniu strategii rozwoju polskiej metrologii, wymiany doświadczeń środowiska metrologicznego (rok 2016);
 - ii. wymiana wiedzy i doświadczeń (lata 2016-2023), m.in. w zakresie:
 - opracowywanej w Laboratorium Akustyki w Zakładzie Mechaniki i Akustyki GUM procedury sprawdzania urządzeń wykorzystywanych w pomiarach audiometrii impedancyjnej zgodnie z normą PN-EN 60645-5,
 - opracowywanej w CIOP-PIB metody pomiaru hałasu wytwarzanego przez źródło znajdujące blisko ucha pracownika, jako podstawy do opracowania procedury przeprowadzania takich pomiarów, a także ustalenia elementów niezbędnych podczas sprawdzania aparatury pomiarowej służącej do przeprowadzania pomiarów.

Pisma dotyczące współpracy z GUM, odbywającej się z moim udziałem zamieszczono w załączniku 4e, poz. 7 i 8.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

- Od 2007 roku prowadzę wykłady w ramach studiów podyplomowych pn. „Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy” prowadzonych przez Centrum Edukacyjne CIOP-PIB. Część prowadzonych wykładów realizowana była we współpracy z Wydziałem Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej. Prowadzone przez mnie wykłady obejmowały zagadnienia:
 - Niepewność pomiaru – przeprowadzanie pomiarów parametrów hałasu w kontekście wyznaczania ich niepewności;
 - Stosowanie i projektowanie dźwiękowej sygnalizacji bezpieczeństwa w środowisku pracy w powiązaniu z problematyką percepcji dźwięków, występowania ubytków słuchu oraz z uwzględnieniem stosowania ochronników słuchu;
 - Ocena narażenia na hałas impulsowy, pomiary parametrów hałasu impulsowego i wartości tych parametrów charakteryzujące źródła występujące w przemyśle oraz w sytuacjach w których przebywają pracownicy służb mundurowych, a także ocena możliwości zabezpieczania słuchu za pomocą ochronników słuchu.
- Od 2012 roku współtworzę materiał dydaktyczny „Hałas” wykorzystywany przez Centrum Edukacyjne CIOP-PIB podczas studiów podyplomowych (ISBN 978-83-7373-415-9).
- Od 2007 roku jestem wykładowcą cyklicznych szkoleń specjalistycznych „Hałas i wibracje w środowisku pracy” organizowanych przez Centrum Edukacyjne CIOP-PIB. Tematyka prowadzonych przez mnie wykładów oraz szkoleń specjalistycznych jest zbieżna z przedstawioną powyżej tematyką realizowaną podczas wykładów prowadzonych w ramach studiów podyplomowych.
- Od 2018 roku prowadzę zajęcia w trakcie szkoleń okresowych w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie zagrożenia hałasem organizowanych przez Centrum Edukacyjne CIOP-PIB.

Ponadto brałem udział w realizacji szeregu przedsięwzięć o charakterze dydaktycznym oraz promujących naukę:

- W 2005 roku współprowadziłem szkolenia z zakresu ochrony słuchu podczas pikników edukacyjnych odbywających się w Puławach i Lubawie w ramach Europejskiego Tygodnia Walki z Hałasem w trakcie kampanii informacyjnej Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy pod hasłem Stop hałasowi! realizowanej i koordynowanej w Polsce przez Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy.

- W 2007 roku współprowadziłem szkolenia w zakresie zagrożenia czynnikami niebezpiecznymi, szkodliwymi, uciążliwymi ukierunkowane na pracowników branży gastronomicznej i fryzjerskiej, w ramach działań prewencyjnych Zakładu Ubezpieczeń Społecznych.
- W 2009 roku byłem współuczestnikiem materiału filmowego dotyczącego hałasu wyemitowanego w programie TV (Fakty, TVN).
- W 2012 roku byłem współuczestnikiem materiału filmowego dotyczącego narażenia słuchu na dźwięk emitowany za pośrednictwem słuchawek wyemitowanego w programie TV (Dzień dobry TVN, TVN).
- W 2012 roku współprowadziłem szkolenie dotyczące zagrożenia hałasem impulsowym oraz zagrożeń elektromagnetycznych dla pracowników BHP służb mundurowych,
- W 2013 roku współprowadziłem w Toruniu szkolenie realizowane dla pracowników i żołnierzy służby BHP.
- W 2013 roku współprowadziłem dwa szkolenia „Hałas i ochrona słuchu” dla pracowników producenta wkładek przeciwhałasowych indywidualnie formowanych dla użytkownika.
- Byłem współorganizatorem dwóch laboratoriów powstałych w 2015 r., działających w Laboratoriach Tech-Safe-Bio Centralnego Instytutu Ochrony Pracy - Państwowego Instytutu Badawczego: Laboratorium audiometrycznego oraz Laboratorium badań akustycznych.
- W 2017 roku byłem współautorem referatu pt. „Tłumienie dźwięku nauszników przeciwhałasowych stosowanych jednocześnie z innymi środkami ochrony indywidualnej” wygłoszonego podczas Seminarium Akustycznego – Pomiary ochronników słuchu współorganizowanego przez firmy dystrybuujące w kraju środki ochrony słuchu oraz wyposażenie pomiarowe do pomiarów hałasu i stanu słuchu (3M Poland, Brüel & Kjaer Polska, Systemy Pomiarowe).
- Pełniłem również rolę opiekuna nad przebiegiem praktyki zawodowej studentki Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego (Zdrowie Publiczne) odbywanej przez nią w 2017 roku w CIOP-PIB.
- W 2022 roku byłem współautorem modułu „Szkolenia” w powstałego w ramach „Interaktywnej bazy wiedzy o środkach ochrony indywidualnej”.

Moje uczestnictwo w funkcjonowaniu Instytutu, którego jestem pracownikiem wiązało się również z następującymi rolami:

- Trzykrotnie byłem członkiem Komisji Wyborczej przeprowadzającej wybory do Komisji Dyscyplinarnej CIOP – PIB, lata: 2015, 2019, 2024.
- W 2021 roku byłem członkiem Zespołu ds. wprowadzenia Planu Równości Płci w CIOP – PIB.

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej, oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6

7.1. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych

<i>Po uzyskaniu stopnia doktora:</i>		
Lp.	Autor, tytuł, informacje wydawnicze	MEiN/ MNiSW
1.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Chapter 16, Speech perception by level-dependent hearing protectors users in impulse noise conditions. Digital monograph “New techniques and methods for noise and vibration measuring, assessing and reducing”. Edited by Dariusz Pleban. 2022. Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy. DOI:10.54215/Noise_Control_2022_A_Digital_Monograph_Mlynski_R_Kozlowski_E	20
2.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Sprawdzenie spełnienia wymagań normatywnych dotyczących wyposażenia i warunków przeprowadzenia badań tłumienia dźwięku ochronników słuchu, 79-88. Polskie Towarzystwo Akustyczne Oddział w Krakowie. Postępy Akustyki. 2021, ISBN:978-83-61402-02-2	-
3.	Bartkowiak G., Baszczyński K., Bogdan A., Brochocka A., Dąbrowska A., Hrynyk R., Irzmańska E., Koradecka D., Kozłowski E., Majchrzycka K., Makowski K., Marszałek A., Młynarczyk M., <u>Młyński R.</u> , Owczarek G., Żera J. Chapter 25, Use of Personal Protective Equipment, 668-684. Handbook of Human Factors and Ergonomics, 5th Edition; Gavriel Salvendy and Waldemar Karwowski, 2021, 1600 Pages, ISBN:978-1-119-63608-3, DOI:10.1002/9781119636113.ch25	20
4.	Zradziński P., Karpowicz J., Gryz K., Morzyński L., <u>Młyński R.</u> , Swidziński A. Internet Rzeczy w przemyśle i życiu codziennym; w: Aktualny stan prawny ochrony przed promieniowaniem jonizującym i polami elektromagnetycznymi 0-300 GHz w Polsce, 103-116, WAT, 2021. ISBN 9788379383504	20

7.2. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (poza wymienionymi w pkt 4.1).

Poniżej wymieniono publikacje niewchodzące w skład cyklu publikacji tematycznych tj. nie wymienione w pkt 4.1.

a) Publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych

<i>Po uzyskaniu stopnia doktora:</i>			
Lp.	Autor, tytuł, informacje wydawnicze	Punktacja czasopism	IF
1.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Exercises to improve directional sound recognition by visually impaired users heading to the workplace. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2025 ²² , DOI:10.1080/10803548.2024.2420495	40	1,6
2.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> , Łada K. Parametry akustyczne ochronników słuchu i metody ich pomiaru. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2024, 10, 14-20, DOI:10.54215/BP.2024.10.21.Kozłowski	20	-
3.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Materiał dźwiękowy wspierający przygotowanie się osób z dysfunkcją wzroku do udania się w nieznane im środowisko. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2023, 1, 18-22, DOI:10.54215/BP.2023.01.2.Mlynski	20	-
4.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E., Morzyński L. Nowe rozwiązanie układu przekazywania dźwięku użytkownikowi ochronnika słuchu - koncepcja i konstrukcja. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2023, 3, 23-28, DOI:10.54215/BP.2023.03.6.Mlynski	20	-
5.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> , Morzyński L., Swidziński A. A Tester to Evaluate the Correct Placement of Earplugs. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19, 8482, DOI:10.3390/ijerph19148482	140	-
6.	<u>Młyński, R.</u> Headphone Audio in Training Systems or Systems That Convey Important Sound Information.	140	-

²² Opublikowano online: 14.11.2024 r.; Redakcja czasopisma zaplanowała wydanie artykułu w nr 1/2025; 31(1)

Lp.	Autor, tytuł, informacje wydawnicze	Punktacja czasopism	IF
	International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(5), 2579, DOI:10.3390/ijerph19052579		
7.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Pomiar hałasu wytwarzanego przez źródła znajdujące się blisko ucha – na przykładzie zestawów słuchawkowych, Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2022, 7, 21-24, DOI:10.54215/BP.2022.07.19.Kozlowski	20	-
8.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Badania prawidłowego umieszczania wkładek przeciwhałasowych w przewodzie słuchowym z użyciem przenośnego urządzenia. Medycyna Pracy, 2021, 72(5), DOI:10.13075/mp.5893.01085	70	1,058
9.	Okrasa M., Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Preliminary Assessment of a Fire Escape Hood Integrated with Positioning and Motion Sensors. Journal of Sensors, 2021, Article ID 5526002, 1-9, DOI:10.1155/2021/5526002	70	2,336
10.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E., Adamczyk J. Sounds That People with Visual Impairment Want to Experience. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(5), 2630, DOI:10.3390/ijerph18052630	140	4,614
11.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> The influence of frequency component content on the selection result of hearing protectors. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2021, 27(4), 1005-1018, DOI:10.1080/10803548.2021.1883906	40	2,665
12.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E., Morzyński L., Swidziński A. Propozycje rozwiązań filtrowania sygnału w elektronicznych systemach przekazywania dźwięku. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2021, 11, 22-27, DOI:10.54215/BP.2021.11.8.Mlynski, https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/93563/202111228516&BP_11_2021_22_27.pdf	20	-
13.	Zradziński P., Karpowicz J., Gryz K., Morzyński L., <u>Młyński R.</u> , Swidziński A., Godziszewski K., Ramos V. Modelling the Influence of Electromagnetic Field on the User of a Wearable IoT Device Used in a WSN for Monitoring and Reducing Hazards in the Work Environment. Sensors, 2020, 20(24), 7131; DOI:10.3390/s20247131	100	3,576
14.	<u>Młyński R.</u> , Morzyński L., Kozłowski E. Porównanie rozwiązań systemów ostrzegających osoby stosujące ochronniki słuchu przed zbliżającymi się pojazdami,	20	-

Lp.	Autor, tytuł, informacje wydawnicze	Punktacja czasopism	IF
	Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2020, 6, 26-29, DOI:10.5604/01.3001.0014.1924,		
15.	Morzyński L., <u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Koncepcja systemu ostrzegania pracowników stosujących ochronniki słuchu przed zbliżającym się pojazdem. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2020, 3, 16-19, DOI:1056.04/01.3001.0014.0203	20	-
16.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Przenoszenie sygnału przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem w obecności impulsu akustycznego. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2019, 8, 21-23, DOI:10.5604/01.3001.0013.3200, https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/89610/2020032494212&BP_8_2019_21_23.pdf	20	-
17.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E., Morzyński L. Przekazywanie informacji o zagrożeniu pracownikowi wyposażonemu w indywidualny system ostrzegania za pomocą sygnału drganowego. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2019, 5, 21-23, DOI: 10.5604/01.3001.0013.1978, https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/89604/2020032493345&BP_5_2019_21_23.pdf	20	-
18.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Selection of earmuffs and other personal protective equipment used in combination. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16 (9), 1477; DOI:10.3390/ijerph16091477	140	2,849
19.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Tłumienie hałasu ultradźwiękowego w zakresie częstotliwości 10–16 kHz przez wkładki przeciwhałasowe. Medycyna Pracy, 2018, 69(4), 395–402, DOI:10.13075/mp.5893.00721	15	0,778
20.	Szczepański G., Morzyński L., Pleban D., <u>Młyński R.</u> Stanowisko badawcze CIOP-PIB do badań percepcji dźwięku przestrzennego z zastosowaniem techniki ambisonicznej. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2018, 10, 24-27, DOI:10.5604/01.3001.0012.6477	7	-
21.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Attenuation of earmuffs used simultaneously with safety spectacles in exposure to impulse noise. Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej, 2018; 67(1), 43-52, DOI:10.5604/01.3001.0011.8033	8	-
22.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Measurement of earmuffs attenuation at high audible frequencies. Archives of Acoustics, 2017, 42(2), 249–254, DOI:10.1515/aoa-2017-0027	20	0,917

Lp.	Autor, tytuł, informacje wydawnicze	Punktacja czasopism	IF
23.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Tłumienie dźwięku nauszników przeciwhałasowych stosowanych jednocześnie ze sprzętem ochrony układu oddechowego. Medycyna Pracy, 2017, 68(3), 349-361, DOI:10.13075/mp.5893.00464	15	0,61
24.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Ograniczanie impulsów akustycznych przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem. Przegląd Mechaniczny, 2017, 12, 40-42, DOI:10.15199/148.2017.12.6, http://sigma-not.pl/publikacja-111168-2017-12.html	8	-
25.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Pomiary poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach 1/3 oktaowych za pomocą smartfonów. Przegląd Mechaniczny, 2017, 10, 54-56, DOI:10.15199/148.2017.10.10, http://sigma-not.pl/publikacja-110119-2017-10.html	8	-
26.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Analiza parametrów dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa docierającego pod ochronniki słuchu. Przegląd Mechaniczny, 2017, 7-8, 56-59, DOI:10.15199/148.2017.7-8.9, http://sigma-not.pl/publikacja-108357-2017-7-8.html	8	-
27.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Examination of recognition of the direction from which an industrial truck auditory danger signal was coming. Measurement Automation Monitoring (Pomiary Automatyka Kontrola), 2017, 1(63), 6-9, ISSN:2450-2855, https://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-7082d372-0841-473a-939d-8f1e8ada7516 , https://bibliotekanauki.pl/articles/114105	11	-
28.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Directivity of hearing of auditory danger signal emitted by overhead crane,. Medycyna Pracy, 2016, 67(5), 589-597, DOI:10.13075/mp.5893.00407	15	0,416
29.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> , Usowski J., Jurkiewicz D. Hałas ustalony wytwarzany w kołowych i gąsiennicowych pojazdach bojowych. Lekarz Wojskowy, 94(2), 159-164, 2016	6	-
30.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Ocena obszaru słyszalności dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa emitowanego przez wózek jezdniowy. Medycyna Pracy, 2015, 66(2), 173-184, DOI:10.13075/mp.5893.00132	15	0,401

Lp.	Autor, tytuł, informacje wydawnicze	Punktacja czasopism	IF
31.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Tłumienie dźwięku hełmofonu czołgisty, Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej, 2015, 64(1), 79-90	8	-
32.	Radosz J., Górski P., <u>Młyński R.</u> Sygnalizacja akustyczna w środowisku pracy osób niepełnosprawnych. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2015, 2, 14-17, https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/76178/2015102011959&BP_2_2015_14_17.pdf	7	-
33.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Ocena ograniczania hałasu impulsowego przez wkładki przeciwhałasowe podczas obróbki metalu. Medycyna Pracy, 2014, 65(2), 197–207, DOI:10.13075/mp.5893.2014.019	15	0,397
34.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> Effects of acoustic treatment on music teachers' exposure to sound. Archives of Acoustics, 2014, 39(2), 159-163, http://acoustics.ippt.gov.pl/index.php/aa/article/view/1514	20	0,565
35.	Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> , Usowski J., Jurkiewicz D. Ochronniki słuchu - nowe rozwiązania. Lekarz wojskowy, 92(4), 466-471, 2014	6	-
36.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E. Determining attenuation of impulse noise with an electrical equivalent of a hearing protection device. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2013, 19(1), 127–141, DOI:10.1080/10803548.2013.11076972	15	0,253
37.	<u>Młyński R.</u> , Ocena i ograniczanie narażenia trenera strzelania na hałas impulsowy. Pomiary Automatyka Kontrola, 2013, R. 59, 11(11), 1210-1213	11	-
38.	<u>Młyński R.</u> , Żera J., Kozłowski E. Zagrożenie hałasem impulsowym wytwarzanym w przemyśle oraz podczas strzałów i eksplozji. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka, 2012, 3, http://archiwum.ciop.pl/54041	5	-

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

Lp.	Autor, tytuł, informacje wydawnicze	Punktacja czasopism	IF
39.	Kozłowski E., Żera J., <u>Młyński R.</u> Effect of musician's earplugs on sound level and spectrum during musical performances. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 17(3), 249-254, 2011.	13	0,354

Lp.	Autor, tytuł, informacje wydawnicze	Punktacja czasopism	IF
	http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10803548.2011.11076890		
40.	Morzyński L., Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> , Karpowicz J., Ocena hałasu generowanego przez skanery rezonansu magnetycznego i jego wpływu na narząd słuchu – badania pilotażowe, <i>Acta Bio-Optica et Informatica Medica. Inżynieria Biomedyczna</i> , 4(17), 292-296 (2011). http://www.inzynieria-biomedyczna.com/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=143:dokumenty&Itemid=138	6	-
41.	Kantor I., Żera J., <u>Młyński R.</u> , Kozłowski E., Wojdas A., Jurkiewicz D. „Ocena narażenia na hałas impulsowy w trakcie służby wojskowej – problem nadal aktualny”. <i>Lekarz wojskowy</i> , 88(2), 97-102, 2010.	6	-
42.	<u>Młyński R.</u> , Kozłowski E., Żera J. “Attenuation of Noise by Motorcycle Safety Helmets”. <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics</i> , 15(3), 287-293, 2009. DOI:10.1080/10803548.2009.11076810	6	0,407
43.	<u>Młyński R.</u> , Żera J. Effect of measurement method on an earmuff’s frequency response. <i>Archives of Acoustics</i> 32(4 Supplement), 253–258, 2007.	6	-
44.	Żera J., <u>Młyński R.</u> “Attenuation of high-level impulses by earmuffs”. <i>Journal of the Acoustical Society of America</i> . 122 (4), 2082-2096, 2007. DOI:10.1121/1.2756973	24	1,433
45.	Żera J., <u>Młyński R.</u> , “Efficiency of attenuation high-level acoustic impulses by double protection (earplugs and earmuffs used simultaneously)”. <i>Archives of Acoustics</i> 31(4 Supplement), 319-324, 2006.	6	-
46.	Kotarbińska E., Kozłowski E., <u>Młyński R.</u> , ”Objective tests and assessment of acoustic properties of ear-plugs”. <i>Archives of Acoustics</i> 31(4 Supplement), 275-280, 2006.	6	-
47.	Żera J., <u>Młyński R.</u> , “Attenuation of impulse noise by hearing protectors: effect of impulse A-duration”. <i>Archives of Acoustics</i> 30(4 Supplement), 241–244, 2005.	6	-
48.	Żera J., <u>Młyński R.</u> “Attenuation of outside noise by shotblasting helmets”. <i>Archives of Acoustics</i> 29(2), 347-358, 2004. http://acoustics.ippt.gov.pl/index.php/aa/article/view/488	2	-

b) Publikacje w czasopismach naukowych nie znajdujących się w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych

Po uzyskaniu stopnia doktora:

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

1. Kozłowski E., Młyński R., Radosz J. Metoda oceny narażenia na hałas z zastosowaniem techniki mikrofonu umieszczonego w uchu pracownika. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 3(121), 2024. DOI: 10.54215/PiMOSP/4.121.2024
Punktacja czasopism MEiN/MNiSW: 5
2. Młyński R., Kozłowski E. Tłumienie hałasu w zakresie częstotliwości słyszalnych powyżej 8 kHz przez nauszniki przeciwhałasowe. Logistyka 5, 2015, 1159-1164.
3. Kozłowski E., Młyński R. Zmiana tłumienia dźwięku nauszników przeciwhałasowych używanych jednocześnie z okularami korekcyjnymi. Logistyka 5, 2015, 1011-1017.
4. Młyński R., Kozłowski E. Problematyka ochrony słuchu i oceny zagrożenia hałasem wytwarzanym przez broń palną. Logistyka, 2014, 5, 1140-1146.

7.3. Publikacje w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych uwzględnionych w uznanej bazie publikacji czasopism naukowych o zasięgu międzynarodowym (Scopus / Web of Science CC)

Po uzyskaniu stopnia doktora:

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

1. Młyński R., Sygocki W. Hearing protection, sound, audiometry - Representative Examples of European Publications Indexed in Database. Proceedings of the 30th International Congress on Sound and Vibration ICSV30, Amsterdam – 2024
2. Szczepański G., Młyński R., Morzyński L. Concept of a system for monitoring hearing status and checking the correct use of earplugs. Proceedings of the 30th International Congress on Sound and Vibration ICSV30, Amsterdam – 2024
3. Młyński R., Sygocki W. Issues related to noise and protection against noise against the background of hazards present in the working environment. Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration ICSV29, Prague – 2023, Edited by: Eleonora Carletti, ISSN 2329-3675, ISBN 978-80-11-03423-8, Published by: IIAV CZECH s.r.o., Copyright © International Institute of Acoustics and Vibration (IIAV), 2023

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

4. Młyński R., Kozłowski E., Passive hearing protector and equipped with electronic circuits. Proceedings of the 28th International Congress on Sound and Vibration 2022, ICSV28, Singapore 2022, ISBN: 978-1-7138-6704-3, Curran Associates, Inc., Copyright© (2022) International Institute of Acoustics and Vibration (IIAV), 2022
5. Młyński R., Kozłowski E. Aspects of using hearing protection devices in the presence of impulse noise. Proceedings of the 26th International Congress on Sound and Vibration, ICSV 2019. Montreal bridges, 2019, Edited by: ICSV26 Local Committee in Montreal Canadian Acoustical Association.
6. Morzyński L., Młyński R. Sound pressure levels of warning signals generated by emergency vehicles—results of measurements inside and outside vehicles. The 22nd International Congress on Sound and Vibration ICSV22, Florence (Italy) 12-16 July 2015.
Punktacja czasopism: 15 MNiSW
7. Młyński R., Kozłowski E. Impulse noise attenuation when earmuffs are worn with safety spectacles. Proceedings of the 22nd International Congress on Sound and Vibration, ICSV22. Florence (Italy) 12-16 July 2015.
Punktacja czasopism: 15 MNiSW
8. Kozłowski E., Młyński R., The change of earmuffs attenuation resulting from the use of personal eye protectors, Proceedings of The 44th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, San Francisco, USA 9-12 August 2015.
9. Kozłowski E., Żera J., Młyński R. Sound levels on stage during performances of music school symphony and wind symphony orchestras, Proceedings of The 20th International Congress on Sound and Vibration, Bangkok, Thailand, 7-11 July 2013.
10. Młyński R., Górski P. Impulse noise attenuation by earplugs measured with the use of an acoustical test fixture and with the participation of subjects. ICA 2013 Montreal, 2-7 June, 2013. The Journal of the Acoustical Society of America 133 No. 5, Pt. 2, May 2013, p. 3236.
11. Kozłowski E., Młyński R., Żera J. Effect of wearing earplugs by musicians in solo and ensemble performances. In: Burroughs C., Conlon S. [ed.]. Proceedings of 41st International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2012 (INTER-NOISE 2012);, 2012 August 19–22; New York City, New York, USA. Indianapolis; Institute of Noise Control Engineering (INCE); 2013, p. 3881–3887

*Przed uzyskaniem stopnia doktora:***Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze**

12. Kozłowski E., Żera J., Młyński R. “The effect of wearing earplugs on the level and spectrum of performed music”. 20th International Congress on Acoustics, ICA 2010, Sydney, Australia. 23-27 August 2010.

13. Żera J., Młyński R. "Determination of earmuff transmittance with the use of MIRE technique and with artificial test fixtures". 20th International Congress on Acoustics, ICA 2010, Sydney, Australia. 23-27 August 2010.
14. Żera J., Młyński R., Kozłowski E., Kantor I. Sound levels of gunfire noise during military exercises and the effectiveness of hearing protectors. 39th International Congress on Noise Control Engineering 2010, Internoise 2010, 4, 3059, Lisbon, Portugal, 13-16 June 2010, abstract 261.
15. Żera J., Młyński R., Kozłowski E. "Performance of earmuffs in cannon firing noise", The 16th International Congress on Sound and Vibration, 2009, ICSV 2009, Kraków, Poland, 5-9.07.2009, abstract 166.
16. Żera J., Młyński R. "Attenuation of high-level acoustic impulses by a combination of earmuffs and earplugs (double protection)". Institute of Noise Control Engineering of the USA - 35th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, INTER-NOISE 2006 4, 2335. Inter-noise 2006, Honolulu, Hawaii, USA, Item 765, p. 129, 3-6 grudnia 2006.

7.4. Publikacje w materiałach konferencyjnych nieuwzględnione w uznanej bazie publikacji czasopism naukowych (Scopus, Web of Science CC)

Po uzyskaniu stopnia doktora:

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

materiały konferencji o zasięgu międzynarodowym:

1. Zradziński P.; Karpowicz J.; Gryz K.; Morzyński L.; Młyński R.; Swidziński A.; Godziszewski K.; Ramos V. Modelling the Influence of the 2.4 GHz Electromagnetic Field on the User of a Wearable Internet of Things (IoT) Device for Monitoring Hazards in the Work Environment. Engineering Proceedings (**Eng. Proc.**) 2020, 2, 39. DOI: 10.3390/ecsa-7-08238
2. Morzyński L., Pleban D., Szczepański G., Młyński R. Laboratory for testing of sound perception in virtual acoustic working environment. Tecnicástica 2017: 48º Congreso Español de Acústica ; Encuentro Ibérico de Acústica; European Symposium on Underwater Acoustics Applications; European Symposium on Sustainable Building Acoustics : A Coruña 3-6 Octubre 2017 / Antonio Calvo Manzano (ed. lit.), Antonio Pérez López (ed. lit.), 2017, ISBN 978-84-87985-29-4, p. 401-406

materiały konferencji o zasięgu krajowym:

3. Młyński R.: Ocena zagrożenia oraz ochrona przed hałasem impulsowym. Materiały XVI Konferencji Naukowej Wibrotechniki i Wibroakustyki, XI Ogólnopolskiego Seminarium Wibroakustyka w Systemach Technicznych, Wibrotech 2012, Kraków, 13-14.11.2012.

4. Kozłowski E., Żera J., Młyński R. (2012) „Metody ograniczania narażenia muzyków na hałas”. Materiały XL Zimowej Szkoły Zwalczenia Zagrożeń Wibroakustycznych, Gliwice-Szczyrk, 27 lutego-2 marca 2012, str. 153-159.
5. Młyński R., Żera J., Kozłowski E. ”Ocena skuteczności ochronników słuchu w ograniczaniu hałasu impulsowego występującego w przemyśle”, Materiały 58 Otwartego Seminarium z Akustyki, Gdańsk-Jurata, 13-16 września 2011, tom II, str. 101-106.
6. Kozłowski E., Żera J., Młyński R., Attenuation of instrumental sound by chair mounted screen for musicians. Materiały 58 Otwartego Seminarium z Akustyki, tom I str. 393-400, Gdańsk-Jurata 13-16 września 2011.

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

materiały NATO Research and Technology Organisation (RTO):

7. Żera J., Młyński R., “Measurements of attenuation of impulsive noise by HPDs”, RTO Lecture series HFM-111: „Personal Hearing Protection Including Active Noise Reduction”. Warsaw, 25-26 Oct. 2004.

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

materiały konferencji o zasięgu międzynarodowym:

8. Kozłowski E., Żera J., Młyński R., “Effect of musician’s earplugs on sound level and spectrum during musical performances”, The 15th International Conference on Noise Control Książ-Wałbrzych, 6-9 June 2010.
9. Żera J., Młyński R., Kozłowski E. “Sound levels produced by hunting and sport ammunition”, The 15th International Conference on Noise Control Książ-Wałbrzych, 6-9 June 2010.
10. Żera J., Kochanek K., Piłka A., Młyński R. “Application of auditory brainstem response for predicting hearing protector attenuation”. 19th International Congress on Acoustics “Acoustics for the 21st Century”, 2-7 September 2007, Madrid, Spain, Abstract 249.
11. Młyński R., Żera J. “Assessment of impulse noise reduction from the earmuff complex transmittance”. 19th International Congress on Acoustics “Acoustics for the 21st Century”, 2-7 September 2007, Madrid, Spain, Abstract 248.
12. Żera J., Kochanek K., Piłka A., Młyński R. “Attenuation of hearing protectors assessed by auditory brainstem response”. Noise at Work 2007 – First European Forum on Effective Solutions for Managing Occupational Noise, Lille, France, 92, p. 112, (3-5 July 2007), 1247-1251, Abstract 112.
13. Młyński R., Żera J. “Measuring amplitude and phase response of earmuffs”. Noise at Work 2007 – First European Forum on Effective Solutions for Managing Occupational Noise, Lille, France, 91, p. 111, (3-5 July 2007), 1241-1245, Abstrakt 111.

14. Młyński R., Kozłowski E., Żera J. "Attenuation of noise by motorcycle safety helmets", XIV International Conference Noise Control'07 (Abstract: Archives of Acoustics 32, 2, p.430), Elbląg, 3-6 June 2007.
15. Żera J., Młyński R., "Laboratory Measurement of attenuation of high level impulse noise by hearing protectors". International conference. Research and standardization in the field of development and use of personal protective equipment. Cracow, p. 149-152, 12-14 September 2005.

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

materiały konferencji o zasięgu krajowym:

16. Kozłowski E., Żera J., Górski P., Młyński R. (2011) „Skuteczność tłumienia ustroju akustycznego dla muzyków”. Materiały XXXIX Zimowej Szkoły Zwalczenia Zagrożeń Wibroakustycznych, Gliwice-Szczyrk, 28 lutego-4 marca 2011, str. 23-29.
17. Kozłowski E., Żera J., Młyński R. (2010) „Poziomy dźwięku na estradzie przy wykonaniach muzyki rozrywkowej”. Materiały XXXVIII Zimowej Szkoły Zwalczenia Zagrożeń Wibroakustycznych, Gliwice-Szczyrk, 1-5 marca 2010, str. 103-108.
18. Kozłowski E., Żera J., Młyński R. „Narażenie na hałas muzyków podczas ćwiczenia indywidualnego, próby i koncertu”. Materiały XXXVII Zimowej Szkoły Zwalczenia Zagrożeń Wibroakustycznych, Gliwice-Korbielów, 23-27 luty 2009, str. 43-49.
19. Kozłowski E., Żera J., Młyński R. „Poziomy dźwięku wśród muzyków klasycznych i rockowych”, Materiały 56 Otwartego Seminarium z Akustyki, Warszawa-Goniądz, 15-18 września 2009, str. 341-346.
20. Młyński R. „Prediction of the impulse waveform at the ear canal entrance from complex transmittance of the hearing protector”. 56 Otwarte Seminarium z Akustyki „OSA'2009”. Goniądz nad Biebrzą, 15-18 września 2009.
21. Młyński R., Żera J. Wpływ metody pomiaru na przebieg charakterystyki przenoszenia nausznika przeciwhałasowego. LIV Otwarte Seminarium z Akustyki „OSA 2007”. Rzeszów – Przemyśl, 10 – 14 września 2007.

7.5. Abstrakty konferencji międzynarodowych zamieszczone w czasopiśmie JASA o zasięgu międzynarodowym

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

1. Żera J., Kochanek K., Piłka A., Młyński R. "Assessment of exposure to impulsive and continuous noise auditory brainstem responses". The Journal of the Acoustical Society of America 123 No. 5, Pt. 2, p. 3566, 2008, oraz Acta Acustica united with Acustica 94, Suppl. 1, p. S598, 2008. <https://doi.org/10.1121/1.2934623>
2. Młyński R., Żera J. "Prediction of impulsive noise waveform under an earmuff worn by a real user". The Journal of the Acoustical Society of America 123 No. 5, Pt. 2,

p. 3529, 2008, oraz Acta Acustica united with Acustica 94, Suppl. 1, p. S561, 2008.
<https://doi.org/10.1121/1.2934480>

3. Żera J., Młyński R., “Applicability of impulse noise hearing damage risk criteria (DRCs) of hearing protectors”. The Journal of the Acoustical Society of America 120, No. 5, Pt. 2, 3162, 2006. <https://doi.org/10.1121/1.4787878>
4. Żera J., Młyński R., “A source of high-level acoustic impulses for the measurement of hearing protectors”. The Journal of the Acoustical Society of America 120, No. 5, Pt. 2, 3162, 2006. <https://doi.org/10.1121/1.4787876>
5. Żera J., Młyński R., “Attenuation of high-level acoustic impulses by earplugs”, The Journal of the Acoustical Society of America 115, No. 5, Pt. 2, 2379, 2004. <https://doi.org/10.1121/1.4780189>

7.6. Abstrakty konferencji o zasięgu międzynarodowym

Po uzyskaniu stopnia doktora:

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

1. Młyński R., Kozłowski E., Morzyński L., Swidziński A. Processing of the acoustic signal in electronic systems supporting the functioning of personal protective equipment. The 19th International Conference on Noise Control, Lidzbark Warmiński, 26-29 June 2022.
2. Młyński R., Kozłowski E. Preparing sounds to familiarize people with visual impairment with specific life situations. The 19th International Conference on Noise Control, Lidzbark Warmiński, 26-29 June 2022.
3. Kozłowski E., Młyński R., Morzyński L., Swidziński A. Portable device for measuring sound attenuation of earplugs. The 19th International Conference on Noise Control, Lidzbark Warmiński, 26-29 June 2022.
4. Kozłowski E., Młyński R. Measurement of noise from sources such as headsets. The 19th International Conference on Noise Control, Lidzbark Warmiński, 26-29 June 2022.
5. Zradziński P., Karpowicz J., Gryz K., Morzyński L., Młyński R., Swidziński A., Godziszewski K., Ramos V. Numerical modeling of SAR in the user's head of protecting wearable IoT device equipped with Bluetooth and Wi-Fi radio module. URSI GASS 2021, Rome, Italy, 28 August - 4 September 2021.
6. Młyński R., Kozłowski E. Directivity of hearing as part of assessment of level-dependent hearing protectors. The 18th International Conference on Noise Control, Janów Podlaski, 26-29 May 2019.
7. Młyński R., Kozłowski E., Morzyński L. The use of wireless communication to implement the warning system for users of hearing protectors. The 18th International Conference on Noise Control, Janów Podlaski, 26-29 May 2019.

8. Kozłowski E, Młyński R. Selection of hearing protectors with the application installed on smartphone. The 18th International Conference on Noise Control, Janów Podlaski, 26-29 May 2019.
9. Młyński R., Kozłowski E. Measurement of speech intelligibility in workplace noise for subjects aged over 50. The 17th International Conference on Noise Control, Gniew, 22-25 May 2016.
10. Kozłowski E, Młyński R. Measurement of earmuffs attenuation at high audible frequencies. The 17th International Conference on Noise Control, Gniew, 22-25 May 2016.

7.7. Abstrakty konferencji o zasięgu krajowym

Po uzyskaniu stopnia doktora:

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

1. Kozłowski E., Młyński R. Sposoby pomiaru właściwości akustycznych klasycznych ochronników słuchu i z układami elektronicznymi, XXIV Konferencja Polskiego Towarzystwa Higienistów Przemysłowych, Łódź, 2-4.10.2024.
2. Morzyński L., Młyński R., Kozłowski E., Łada K. Elektroniczne kształtowanie dźwięku pod ochronnikami słuchu, XXI Konferencja Naukowa Wibroakustyki i Wibrechniki XVI Ogólnopolskie Seminarium Wibroakustyka w Systemach Technicznych WibroTech 2023, Warszawa-Pruszków, 29-30.05.2023.
3. Młyński R., Kozłowski E. Wykorzystanie informacji zawartej w dźwiękach w przygotowaniu do codziennego funkcjonowania osób z niepełnosprawnością narządu wzroku. II Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Zagrożenia zdrowia człowieka – przyczyny, stan obecny, sposoby na przyszłość”. Online, 22.10.2022.
4. Kozłowski E, Młyński R. Pomiar poziomu dźwięku odtwarzanego przez zestawy słuchawkowe z użyciem manekina akustycznego i mikrofonów miniaturowych. II Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Zagrożenia zdrowia człowieka – przyczyny, stan obecny, sposoby na przyszłość”. Online, 22.10.2022.
5. Kozłowski E., Młyński R. Sprawdzenie spełnienia wymagań normatywnych dotyczących wyposażenia i warunków przeprowadzenia badań tłumienia dźwięku ochronników słuchu, Otwarte Seminarium z Akustyki, Kraków, 14-17 września 2021, (on-line).
6. Młyński R., Kozłowski E. Stanowisko do badania percepcji dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa przez użytkownika ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem. XIX Sympozjum nt. Higiena pracy - aktualne problemy, Łódź, 24-26.10.2018.
7. Młyński R., Kozłowski E., Morzyński L. Wykorzystanie bezprzewodowej transmisji sygnału do potrzeb realizacji systemów ostrzegania osób w środowisku pracy. XIX Sympozjum nt. Higiena pracy - aktualne problemy, Łódź, 24-26.10.2018.

8. Kozłowski E, Młyński R. Wykorzystanie urządzeń przenośnych typu smartfon, tablet do doboru ochronników słuchu. XIX Sympozjum nt. Higiena pracy - aktualne problemy, Łódź, 24-26.10.2018.
9. Morzyński L., Młyński R., Szczepański G., Pleban D. Wirtualne akustyczne środowisko pracy na potrzeby badań percepcji dźwięków. XIX Sympozjum nt. Higiena pracy - aktualne problemy, Łódź, 24-26.10.2018.
10. Młyński R., Kozłowski E. Ograniczanie impulsów akustycznych przez ochronniki słuchu z regulowanym tłumieniem. Materiały XIX Konferencji Naukowej Wibrotechniki i Wibroakustyki Wibrotech 2017, Pruszków koło Warszawy, 19-20.05.2017.
11. Młyński R., Kozłowski E. Analiza parametrów dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa docierającego do użytkownika ochronników słuchu. Materiały XIX Konferencji Naukowej Wibrotechniki i Wibroakustyki Wibrotech 2017, Pruszków koło Warszawy, 19-20.05.2017.
12. Kozłowski E, Młyński R., Pomiary poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach 1/3-oktawowych za pomocą smartfonów. Materiały XIX Konferencji Naukowej Wibrotechniki i Wibroakustyki Wibrotech 2017, Pruszków koło Warszawy, 19-20.05.2017.
13. Młyński R., Kozłowski E. Rozpoznawanie kierunku docierania dźwiękowego sygnału bezpieczeństwa podczas stosowania naszników przeciwhałasowych. Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Edukacja – Zdrowie – Środowisko” Kielce, 6–7 czerwca 2016.
14. Młyński R., Kozłowski E., Usowski J., Jurkiewicz D. Jak ocenić zagrożenie hałasem? XI Zjazd Otolaryngologów Wojskowych, Ossa k. Rawy Mazowieckiej, 19-21 marca 2015.

7.8. Prezentacja multimedialna wyników na konferencjach o zasięgu międzynarodowym lub krajowym, nie uwzględnione wcześniej w wykazie w ramach innych kategorii tj., gdy nie opublikowano w materiałach konferencyjnych lub w formie abstraktu

Po uzyskaniu stopnia doktora:

Lp. Autor, tytuł, informacje wydawnicze

1. Młyński R., Kozłowski E., Łada K., Zestaw ćwiczeń dźwiękowych przeznaczonych do rozwijania możliwości percepcji dźwięków przez osoby z niepełnosprawnością narządu wzroku. Konferencja pt. Problemy zdrowotne i niepełnosprawność a praca, Warszawa, 27 października 2022.
2. Morzyński L., Pleban D., Kozłowski E., Młyński R. Application of innovative technologies for noise exposure reduction. 6th European Conference on standardization, testing and certification in the field of occupational safety and health: Be smart, stay safe together – Innovative products and workplaces. Drezno, Niemcy, 12-14 czerwca 2019.

3. Młyński R., Kozłowski E. Tłumienie hałasu w zakresie częstotliwości słyszalnych powyżej 8kHz przez nauszniki przeciwhałasowe. II Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Bezpieczeństwo Techniczne 2015, Warszawa, 16-17.11.2015.
4. Kozłowski E, Młyński R. Zmiana tłumienia dźwięku nauszników przeciwhałasowych używanych jednocześnie z okularami korekcyjnymi. II Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Bezpieczeństwo Techniczne 2015, Warszawa, 16-17.11.2015.
5. Młyński R., Kozłowski E. Problematyka ochrony słuchu i oceny zagrożenia hałasem wytwarzanym przez broń palną. I Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Bezpieczeństwo Techniczne 2014, Wrocław, 11-12.12.2014.

Przed uzyskaniem stopnia doktora:

1. Żera J., Kochanek K., Piłka A., Młyński R. „Ocena skuteczności ochrony słuchu przez nauszniki przeciwhałasowe metodą słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu (ABR)”. I Konferencja Audiologiczno-Foniatryczna, Warszawa, 10-12 września 2006.

7.9. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych

Po uzyskaniu stopnia doktora:

Realizowałem, kierując przebiegiem prac, opracowanie następujących rozwiązań:

- a) Aplikacja komputerowa „DŹWIĘKI I KIERUNKI” zawierająca zestaw ćwiczeń dźwiękowych przeznaczony do rozwijania możliwości percepcji dźwięków występujących w środowisku akustycznym przez osoby z niepełnosprawnością narządu wzroku. Aplikacja, opracowana z uwzględnieniem opinii osób z niepełnosprawnością narządu wzroku i wniosków uzyskanych z ćwiczeń przeprowadzonych z udziałem tych osób, umożliwia przede wszystkim zapoznanie z dźwiękami nagranyymi w różnych sytuacjach życiowych oraz ćwiczenie rozpoznawania kierunku docierania dźwięku. Rok opracowania: 2022.
- b) System przekazywania dźwięku pod ochronnik słuchu sterowany bezprzewodowo przez użytkownika. Rozwiązanie zrealizowano w formie modelu układu elektronicznego przekazywania dźwięku z aplikacją sterującą. Zweryfikowany system umożliwia regulację kształtu charakterystyki przenoszenia dźwięku w oktaowych pasmach częstotliwości, przy bezprzewodowym konfigurowaniu nastaw z wykorzystaniem urządzeń przenośnych typu smartfon. Rok opracowania: 2022.
- c) System ostrzegania osób stosujących ochronniki słuchu przed zbliżającymi się pojazdami składający się z układów nadajnika, odbiornika oraz układu alarmowania osoby stosującej ochronnik słuchu. Rozwiązanie zrealizowano w formie modelu systemu, który przetestowano w warunkach laboratoryjnych oraz rzeczywistych. Rok opracowania: 2019.

- d) Baza danych tłumienia dźwięku nauszników i wkładek przeciwhałasowych w przypadku wysokich częstotliwości, w pasmach o częstotliwościach środkowych 10 kHz, 12,5 kHz i 16 kHz, oraz opracowanie sposobu doboru ochronników słuchu z wykorzystaniem danych zamieszczonej w tej bazie. Dane uzyskano na podstawie pomiarów przeprowadzonych w CIOP-PIB i udostępniono je w postaci cyfrowej. Sposób doboru ochronników słuchu zamieszczono w udostępnionych materiałach informacyjnych. Opracowane rozwiązanie umożliwia dobór ochronników słuchu w zakresie wyższych częstotliwości, które nie są standardowo rozpatrywane (dane z zakresu wyższych częstotliwości nie są zamieszczane w informacji dla użytkownika udostępnianej razem z dystrybuowanymi ochronnikami słuchu). Rok opracowania: 2016.

Uczestniczyłem ponadto w opracowaniu następujących rozwiązań:

- e) Tester do sprawdzania oraz nauki prawidłowego umieszczania wkładek przeciwhałasowych w zewnętrznym przewodzie słuchowym. Rok opracowania: 2021.
- f) Interaktywna baza wiedzy o środkach ochrony indywidualnej, zakres udostępniona w serwisie internetowym CIOP-PIB. Narzędzie przeznaczone jest do upowszechniania wiedzy o środkach ochrony indywidualnej wśród pracodawców, pracowników służb BHP, producentów i dystrybutorów oraz instytucji państwowych, których obszar działania związany jest z problematyką środków ochrony indywidualnej. Rok opracowania: 2021.
- g) Aplikacja wspomagająca dobór ochronników słuchu. Aplikacja przeznaczona do stosowania na urządzeniach z systemem operacyjnym Android. Rok opracowania: 2019.
- h) Baza danych tłumienia nauszników przeciwhałasowych stosowanych jednocześnie z innymi środkami ochrony indywidualnej. Uzyskane pomiarowo dane udostępniono w serwisie internetowym CIOP-PIB. Rozwiązanie to, razem z opracowanymi materiałami informacyjnymi, wspomaga dobór ochronników słuchu w sytuacji konieczności ich stosowania z innymi środkami ochrony indywidualnej. Rok opracowania: 2015.

7.10. Targi i wystawy

Wyniki moich prac, które realizowałem jako kierownik lub uczestnik były prezentowane podczas 44. Międzynarodowych Targów Wynalazczości INOVA CROATIA 2019 oraz Międzynarodowych Targów Ochrony Pracy, Pożarnictwa i Ratownictwa „SAWO” 2016.

7.11. Uzyskane nagrody i wyróżnienia

- a) Nagroda zespołowa I stopnia w dziedzinie bioelektromagnetyzmu i ochrony przed promieniowaniem jonizującym za cykl trzech prac naukowych nt. modelowania komputerowego zagrożeń elektromagnetycznych związanych z użytkowaniem technologii Internetu Rzeczy od Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych im. Marii Skłodowskiej-Curie. XIX Zjazd PTBR, Gliwice, 22 września 2022 r. (Załącznik 4c, poz. 1)
- b) Srebrny medal nadany przez organizatora 44. Międzynarodowych Targów Wynalazczości INOVA CROATIA za rozwiązanie: „Warning system against approaching vehicles for workers using hearing protectors”, 2019. Nagroda zespołowa. (Załącznik 4c, poz. 2)
- c) Złoty medal nadany przez Politechnikę w Bukareszcie za rozwiązanie: „Warning system against approaching vehicles for workers using hearing protection” 2019. Nagroda zespołowa. (Załącznik 4c, poz. 3)
- d) ZŁOTY MEDAL MTP; kategoria: działalność edukacyjna, wydawnicza i doradcza w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy za Ramowe wytyczne w zakresie projektowania obiektów, pomieszczeń oraz przystosowania stanowisk pracy dla osób niepełnosprawnych o specyficznych potrzebach (PFRON, CIOP-PIB); Międzynarodowe Targi Ochrony Pracy, Pożarnictw i Ratownictwa „SAWO” 2016, Poznań, 26-28 kwietnia 2016. Nagroda zespołowa. (Załącznik 4c, poz. 4)
- e) GRAND PRIX SAWO 2016; kategoria: działalność edukacyjna, wydawnicza i doradcza w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy za Ramowe wytyczne w zakresie projektowania obiektów, pomieszczeń oraz przystosowania stanowisk pracy dla osób niepełnosprawnych o specyficznych potrzebach (PFRON, CIOP-PIB); Międzynarodowe Targi Ochrony Pracy, Pożarnictw i Ratownictwa „SAWO” 2016, Poznań, 26-28 kwietnia 2016. Nagroda zespołowa. (Załącznik 4c, poz. 5)
- f) Jako członek zespołu autorskiego pracy „Ramowe wytyczne w zakresie projektowania obiektów, pomieszczeń oraz przystosowania stanowisk pracy dla osób niepełnosprawnych o specyficznych potrzebach” w 2015 r. zostałem laureatem nagrody I stopnia w kategorii Przedsięwzięcia organizacyjne i edukacyjne 43. edycji Ogólnopolskiego Konkursu Poprawy Warunków Pracy. Nagroda zespołowa. (Załącznik 4c, poz. 6)

7.12. Poradniki, materiały informacyjne*Po uzyskaniu stopnia doktora:*

1. Kozłowski E., Mikulski W., Młyński R., Radosz J., Augustyńska D., Kaczmarzka-Kozłowska A., Kotarbińska E., Koton J., Smagowska B., Żera J. Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy, Hałas. CIOP-PIB, Warszawa 2023. Wydanie dziesiąte uaktualnione. ISBN 978-83-7373-415-92023.
2. Kozłowski E., Młyński R. Ochronniki słuchu – dobór i użytkowanie. CIOP-PIB, Warszawa 2021. Wydanie II.
3. Kozłowski E., Młyński R. Prawidłowe umieszczanie wkładek przeciwhałasowych w zewnętrznym przewodzie słuchowym. Wytyczne do sprawdzania oraz nauki. CIOP-PIB, Warszawa 2021. ISBN 978-83-7373-362-6.
4. Młyński R., Kozłowski E. Użytkowanie ochronników słuchu z regulowanym tłumieniem w warunkach występowania hałasu impulsowego. CIOP-PIB, Warszawa 2019. ISBN 978-83-7373-339-8
5. Bugajska J., Kapica Ł., Kamińska J., Młyński R., Radosz J., Pawlak A., Skupień A., Hadław A., Żmuda Ł., Sokołowski M., Pora H., Spychała E., Łuczywek S. Osoba z niepełnosprawnością słuchową w pracy. Poradnik dla pracodawców. CIOP-PIB, Warszawa 2019. ISBN 978-83-7373-288-9
6. Bugajska J., Nowak K., Pawłowska-Cyprysiak K., Kapica Ł., Kamińska J., Młyński R., Radosz J., Pawlak A., Skupień A., Hadław A., Żmuda Ł., Sokołowski M., Pora H., Spychała E., Zadrozny J. Osoba z niepełnosprawnością wzrokową w pracy. Poradnik dla pracodawców. CIOP-PIB, Warszawa 2019. ISBN 978-83-7373-289-6
7. Bugajska J., Baka Ł., Kozłowski E., Kapica Ł., Łastowiecka-Moras E., Łuczak A., Pawłowska-Cyprysiak K., Mazur-Różycka J., Młyński R., Najmiec A., Kamińska J., Łach P., Tokarski T., Warszevska-Makuch M. Model oceny zdolności do pracy dla potrzeb aktywizacji zawodowej młodych osób z niepełnosprawnością ruchową – poradnik dla osób niepełnosprawnych, CIOP-PIB, Warszawa 2018. ISBN 978-83-7373-262-9
8. Bugajska J., Baka Ł., Kozłowski E., Kapica Ł., Łastowiecka-Moras E., Łuczak A., Pawłowska-Cyprysiak K., Mazur-Różycka J., Młyński R., Najmiec A., Kamińska J., Łach P., Tokarski T., Warszevska-Makuch M. Model oceny zdolności do pracy dla potrzeb aktywizacji zawodowej młodych osób z niepełnosprawnością ruchową – podręcznik i procedury, CIOP-PIB, Warszawa 2018. ISBN 978-83-7373-263-6

9. Młyński R., Kozłowski E. Stosowanie indywidualnych ochron słuchu w przypadku hałasu w zakresie częstotliwości słyszalnych powyżej 8 kHz. CIOP-PIB, Warszawa 2016. ISBN: 978-83-7373-221-6.
10. Młyński R., Kozłowski E. Kierunkowości słuchu oraz zrozumiałość mowy w środowisku pracy. CIOP-PIB, Warszawa 2016. ISBN 978-83-7373-220-9.
11. Kozłowski E., Młyński R. Ochronniki słuchu – dobór i użytkowanie, CIOP-PIB, Warszawa 2015. ISBN 978-83-7373-200-1.
12. Bartuzi P., Bugajska J., Gajewska K., Gryz K., Górski P., Kamińska J., Kalwasiński D., Karpowicz J., Młyński R., Pawlak A., Pawłowska-Cyprysiak K., Przybyszewska A., Radosz J., Tokarski T., Walichnowski A., Wolska A., Zradziński P., Zwolińska M., Żołnierczyk-Zreda D., Zawieska W. M. Przystosowanie obiektów, pomieszczeń oraz stanowisk pracy dla osób niepełnosprawnych o specyficznych potrzebach – Dobre praktyki. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa, 2014; ISBN 978-83-7373-182-0.
https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/74755/Dobre_praktyki-wersja_finalna2014.pdf (data dostępu: 23.09.2024)
13. Bartuzi P., Bugajska J., Gajewska K., Gryz K., Górski P., Kamińska J., Kalwasiński D., Karpowicz J., Młyński R., Pawlak A., Pawłowska-Cyprysiak K., Przybyszewska A., Radosz J., Tokarski T., Walichnowski A., Wolska A., Zradziński P., Zwolińska M., Żołnierczyk-Zreda D., Zawieska W. M. Projektowanie obiektów, pomieszczeń oraz przystosowanie stanowisk pracy dla osób niepełnosprawnych o specyficznych potrzebach – Ramowe wytyczne. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa, 2014; ISBN 978-83-7373-179-0.
https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/74754/Ramowe_wytyczne2014.pdf (data dostępu: 23.09.2024)
14. Młyński R. Hałas impulsowy. Stosowanie ochronników słuchu. CIOP-PIB, Warszawa, 2013. ISBN 978-83-7373-137-0; <https://m.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/71775/halas-impulsowy-ochronniki> (data dostępu: 23.09.2024)
15. Bugajska J., Gryz K., Karpowicz J., Kozłowski E., Młyński R., Morzyński L., Pawlak A., Tokarski T., Wolska A. Zagrożenia w placówkach diagnostyki obrazowej. CIOP-PIB, Warszawa, 2013. ISBN 978-83-7373-133-2.

7.13. Certyfikaty, będące potwierdzeniem odbytych szkoleń

Termin	Nazwa szkolenia
14.06.2024	Szkolenie „Nowelizacja normy PN-EN ISO/IEC 17043 na podstawie angielskiej wersji PN-EN ISO/IEC 17043:2023-10 Ocena zgodności - Ogólne wymagania dotyczące kompetencji organizatorów badania biegłości”, Webinar, Klub Polskich Laboratoriów Badawczych POLLAB, Warszawa
15.10.2020	Konferencja HBK Products Physics Conference „Exploring the World of Sensors & Industrial SMART Electronics”, online
14.10.2020	Konferencja HBK Products Physics Conference „Smarter Testing: Applications and Analysis”, online
02-03.04.2019	Szkolenie „Statystyczne metody analizy danych w PT/ILC wg norm ISO 17043, ISO 5725 oraz ISO 13528 – przegląd, charakterystyka i przykłady stosowania”, Klub Polskich Laboratoriów Badawczych POLLAB, Warszawa
8-9.10.2018	Szkolenie „Wymagania dotyczące kompetencji laboratorium według normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących; Spełnianie wymagań normy”, Biuro Zarządzania Jakością, Środowiskiem i BHP, Warszawa
19-20.06.2018	Seminarium szkoleniowe „Akustyka budowlana; Wprowadzenie do platformy pomiarowej BK Connect”, Bruel & Kjaer Polska Sp. z o.o., Warszawa
20-21.06.2017	Warsztaty pomiarowe „Pomiary dźwięku i drgań z wykorzystaniem nowoczesnych systemów akwizycji danych”, Bruel & Kjaer Polska Sp. z o.o., Warszawa
20-21.06.2017	Seminarium szkoleniowe „Elektrodynamiczne wzbudniki drgań: zasady doboru i eksploatacja; Pomiary dźwięku i drgań z wykorzystaniem nowoczesnych systemów akwizycji danych”, Bruel & Kjaer Polska Sp. z o.o., Warszawa
13.04.2016	Seminarium Audiologiczne „Testy aparatów słuchowych i słuchawek”, Systemy Pomiarowe, Warszawa
16-17.11.2015	Szkolenie z zakresu obsługi kamery akustycznej, KFB Polska, Warszawa

22.05.2014	Konferencja „Zastosowanie pakietu MATLAB i Simulink w przemyśle obronnym”, Oprogramowanie Naukowo-Techniczne Ont, Warszawa
26-27.11.2013	Szkolenie „Wyznaczanie niepewności pomiarów”, Biuro Naukowo Techniczne PROLAB, Warszawa
11-12.06.2013	Seminarium „1. Elektrodynamiczne wzbudniki drgań: zasady doboru i eksploatacja, 2. Pomiary dźwięku i drgań: PULSE, PULSE REFLEX, 2250, 2270, Photon”, Bruel & Kjaer Polska Sp. z o.o., Warszawa
10.01.2012	Szkolenie „Zastosowania programu PULSE oraz PULSE Reflex w zaawansowanych technikach przetwarzania sygnałów, Bruel & Kjaer Polska Sp. z o.o., Warszawa
7-8.04.2010	Szkolenie „System zarządzania w laboratoriach zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025”, Omex Centrum Zarządzania, Warszawa
3-5.02.2010	Warsztaty „Auditor wewnętrzny w laboratorium”, Omex Centrum Zarządzania, Warszawa
14-15.05.2007	Seminarium „Dźwięk w architekturze widowiskowej”. Organizator: Polskie Centrum Międzynarodowej Organizacji Scenografów Techników i Architektów Teatru OISTAT, Warszawa
8.04.2006	Warsztaty Otoemisji Akustycznych, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu i East Tennessee State University USA, Kajetany
6.11.2003	Szkolenie „Statystyka w laboratorium”, StatSoft Polska, Warszawa

7.14. Dorobek publikacyjny

Wiodące znaczenie wśród opracowań wliczających się do mojego dorobku publikacyjnego ma 6 publikacji tworzących cykl o tematyce „**Hałas impulsowy – kompleksowa ocena narażenia i ochrona słuchu w przemyśle oraz wśród służb mundurowych**”. Mój dorobek publikacyjny obejmuje łącznie **144** pozycje (artykuły, rozdziały w monografiach, publikacje w materiałach konferencyjnych, abstrakty konferencyjne, poradniki), przy czym po obronie rozprawy doktorskiej powstało **108** pozycji. Wśród znaczących publikacji, które ukazały się po obronie mojej rozprawy doktorskiej należy uznać:

- 4 rozdziały w monografiach naukowych,
- 44 publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, w tym 20 artykułów w czasopismach naukowych posiadających współczynnik wpływu Impact Factor IF,
- 11 publikacji w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych uwzględnionych w uznanej bazie publikacji czasopism naukowych o zasięgu międzynarodowym (Scopus / Web of Science CC),

Moje prace publikowane były między innymi w czasopismach:

- International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (6 artykułów),
- Archives of Acoustics (9 artykułów),
- Sensors (1 artykuł),
- Journal of Sensors (1 artykuł),
- Journal of the Acoustical Society of America (1 artykuł),
- Medycyna Pracy (7 artykułów),
- International Journal of Environmental Research and Public Health (6 artykułów),
- Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka (12 artykułów),

Wyniki moich prac badawczych prezentowałem podczas krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych (łącznie 30 wystąpień podczas 25 konferencji) i publikowałem je w materiałach konferencyjnych, w tym w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych uwzględnionych w uznanej bazie publikacji czasopism naukowych o zasięgu międzynarodowym (Scopus / Web of Science CC) – 16 pozycji w tym 11 po obronie rozprawy doktorskiej. Po obronie rozprawy doktorskiej powstało również 6 publikacji w materiałach konferencyjnych nieuwzględnionych w uznanej bazie publikacji czasopism naukowych (spośród 22 publikacji w tej kategorii wliczając te, które przygotowywałem przed obroną rozprawy doktorskiej). Wyniki moich prac, po uzyskaniu stopnia doktora, znalazły się również w 10 abstraktach konferencji o zasięgu międzynarodowym i 14 abstraktach konferencji o zasięgu krajowym. Szczegółowe informacje nt. publikacji opracowanych w związku z aktywnością konferencyjną zostały zamieszczone w dokumencie zawierającym wykaz osiągnięć, razem z omówieniem mojego udziału w konferencjach naukowych.

7.15. Zestawienie dorobku naukowego, dydaktycznego, wdrożeniowego

Lp.	Rodzaj osiągnięcia	Liczba osiągnięć		
		Po uzyskaniu stopnia doktora	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Łącznie
1	Publikacje (łącznie pozycje od 1.1 do 1.9)	108	36	144
1.1	Rozdziały w monografiach naukowych	4	-	4
1.2	Publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych w tym uwzględnione w ramach głównego osiągnięcia naukowego - cyklu publikacji tematycznych	44 6	10 -	54 6
1.3	Publikacje w czasopismach naukowych nie znajdujących się w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych	4	-	4
1.4	Publikacje w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych uwzględnionych w uznanej bazie publikacji czasopism naukowych o zasięgu międzynarodowym (Scopus, Web of Science CC)	11	5	16
1.5	Publikacje w materiałach konferencyjnych nieuwzględnione w uznanej bazie publikacji czasopism naukowych, w tym: - materiały konferencji o zasięgu międzynarodowym - materiały konferencji o zasięgu krajowym - materiały NATO Research and Technology Organisation (RTO)	6 2 4 -	15 8 6 1	21 10 10 1
1.6	Abstrakty konferencji międzynarodowych zamieszczone w czasopiśmie JASA o zasięgu międzynarodowym (przed uzyskaniem stopnia doktora)	-	5	5
1.7	Abstrakty konferencji o zasięgu międzynarodowym	10	-	10
1.8	Abstrakty konferencji o zasięgu krajowym	14	-	14
1.9	Poradniki, materiały informacyjne	15	-	15

Lp.	Rodzaj osiągnięcia	Liczba osiągnięć		
		Po uzyskaniu stopnia doktora	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Łącznie
2	Inne formy prezentowania wyników prac			
2.1	Prezentacja multimedialna wyników na konferencjach o zasięgu międzynarodowym lub krajowym, nie uwzględnione wcześniej w wykazie w ramach innych kategorii tj., gdy nie opublikowano w materiałach konferencyjnych lub w formie abstraktu	5	1	6
2.2	Uczestnictwo w konferencjach naukowych i prezentacja wyników: - referaty - wystąpienia plakatowe	18 15 8	7 7 -	25 22 8
3	Pozostałe osiągnięcia			
3.1	Osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne w tym kierowanie pracami	8 4	- -	8 4
3.2	Przewodniczenie obradom sesji konferencji międzynarodowych Organizacja lub współorganizacja sesji konferencji międzynarodowych	6 4	- -	6 4
3.3	Członkostwo w organizacjach naukowych lub działających na rzecz nauki w tym: krajowych + międzynarodowych			2 1+1
3.4	Uczestnictwo w krótkookresowych stażach w zagranicznych ośrodkach naukowych		1	1
3.5	Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism (redaktor naczelny)	1		1
3.6	Recenzje artykułów naukowych, w tym: - złożonych do czasopism posiadających wskaźnik IF - złożonych do czasopism nie posiadających wskaźnika IF	55 49 6	- - -	55 49 6
3.7	Wstępne recenzje artykułów naukowych złożonych do czasopism nie posiadających współczynnika wpływu IF	2	-	2
3.8	Recenzje prac magisterskich/inżynierskich	2	-	2

Lp.	Rodzaj osiągnięcia	Liczba osiągnięć		
		Po uzyskaniu stopnia doktora	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Łącznie
3.9	Uczestnictwo w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych	1	3	4
3.10	Kierowanie zrealizowanymi krajowymi pracami badawczymi	7	2	9
3.11	Udział w realizacji zakończonych prac badawczych - wykonawca, nie wliczając tych, które były wykonywane w roli kierownika	14	13	27
3.12	Udział w realizacji nie zakończonych prac badawczych - wykonawca, nie wliczając tych, które zostały zakończone	3	-	3
3.13	Badania zrealizowane w ramach akredytacji i pozostałych prac eksperckich w tym na rzecz klientów zagranicznych	74 25	4 -	78 25
3.14	Uzyskane nagrody/wyróżnienia (nagroda zespołowa)	6	-	6
3.15	Odbyte szkolenia	14	5	19



.....
(podpis wnioskodawcy)