

**Rafał MŁYŃSKI**

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

**Ocena i ograniczanie narażenia trenera strzelania na hałas impulsowy**

Dr inż. Rafał MŁYŃSKI

Absolwent Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 2011 r. w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym. Pracuje jako adiunkt w Zakładzie Zagrożeń Wibroakustycznych CIOP-PIB. W działalności badawczej zajmuje się zagadnieniami związanymi z ochroną przed hałasem.



e-mail: rmlynski@ciop.pl

**Streszczenie**

W artykule przedstawiono układ umożliwiający pomiary parametrów hałasu impulsowego o wyższym poziomie niż w przypadku typowych mierników poziomu dźwięku. Układ umożliwia też ocenę skuteczności ograniczania hałasu przez ochronniki słuchu. Przeprowadzono ocenę narażenia trenera strzelania z pistoletu na hałas impulsowy: bez ochrony słuchu oraz gdy stosowane są wkładki przeciwhałasowe. Zabezpieczanie słuchu wkładkami zmniejsza narażenie na hałas impulsowy do poziomu poniżej wartości dopuszczalnych.

**Słowa kluczowe:** hałas impulsowy, ochronniki słuchu, wkładki przeciwhałasowe, pomiary hałasu.

**Assessment of exposure to impulse noise and its control at the location of the shooting instructor****Abstract**

The impulse noise hazard is present in many workplaces in the industry and is also associated with shots from firearms or with explosions of explosive materials. The assessment of the hearing hazard in the case of impulse noise is especially important because of the particularly dangerous nature of this kind of noise. According to Polish regulations [2] this assessment should include comparison of three amplitude parameters of noise with exposure limit values (Section 2). The measurement range of standard sound level meters is too small in the case of impulses with high peak sound pressure level. In this paper a special measurement setup for measurements of impulse noise properties is described (Section 4). This setup allows for the assessment of hearing protection devices for protection against impulse noise, too. In Section 5 the performed assessment of exposure to impulse noise reaching the shooting instructor ear in an indoor shooting range is presented. This assessment was made without hearing protection devices and when earplugs were worn. Impulses generated during gunshots are hazardous to hearing (Figs. 4 and 5). The use of foam earplugs allows for reduction of the amplitude parameters of noise below the exposure limit values. The permissible daily number of gunshots when foam earplugs are worn exceeds 3 thousand (Tab. 1).

**Keywords:** impulse noise, hearing protection devices, earplugs, noise measurements.

**1. Wstęp**

Hałas impulsowy występuje na wielu stanowiskach pracy w przemyśle, np. podczas obróbki metali z użyciem pras hydraulicznych, pras mimosrodowych oraz młotów matrycowych. Jest on wytwarzany także podczas przycinania blachy przez nożyce gilotynowe lub podczas zakuwania nitów. Powstawanie hałasu impulsowego związane jest także z eksplozjami materiałów wybuchowych, np. w kamieniołomach. Ponadto, impulsy akustyczne wytwarzane są podczas wystrzałów z broni palnej. Szczytowy poziom dźwięku C hałasu impulsowego obecnego na stanowiskach pracy w przemyśle może przyjmować wartości z zakresu 107 – 147 dB [1]. Często odnotowywane wartości szczytowego poziomu

dźwięku C hałasu wytwarzanego podczas wystrzałów z broni palnej zawierają się w zakresie od 157 dB w przypadku amunicji myśliwskiej oraz przy wystrzałach z karabinów do 177 dB dla ręcznego granatnika przeciwpancerowego [1].

Hałas o charakterze impulsowym jest szczególnie niebezpieczny dla słuchu, ponieważ skutki narażenia w postaci ubytków słuchu mogą wystąpić nawet po krótkotrwałej ekspozycji na ten rodzaj hałasu. W związku z tym istotna jest ocena ryzyka zagrożenia słuchu hałasem impulsowym oraz stosowanie środków ograniczających skutki jego oddziaływania na człowieka. W przypadku hałasu impulsowego, w większości przypadków, jedyną możliwością ograniczenia narażenia jest stosowanie ochronników słuchu. Wiąże się z tym konieczność oceny skuteczności tych ochronników w zabezpieczeniu słuchu.

Ocena narażenia na hałas na stanowisku pracy powinna być przeprowadzana zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki i Pracy [2], na podstawie porównania wartości parametrów amplitudowych hałasu, na tym stanowisku pracy, z wartościami dopuszczalnymi. Na potrzeby wojska, w przypadku dużych wartości szczytowego poziomu ciśnienia akustycznego impulsów wytwarzanych przez broń palną, opracowano kryteria ryzyka uszkodzenia słuchu, w których uwzględniane są zarówno amplitudowe, jak i czasowe parametry hałasu impulsowego. Ten sposób analizy narażenia pozostaje w zgodzie z faktem, że skutki oddziaływania hałasu impulsowego na słuch są uzależnione od struktury czasowej tego hałasu [3]. Sposoby oceny narażenia na hałas impulsowy wymienione powyżej były prezentowane i stosowane, zarówno w przypadku braku, jak i w sytuacji stosowania ochron słuchu [1, 4].

Niniejsza praca zawiera ocenę narażenia na hałas impulsowy docierający do trenera strzelania podczas strzałów z pistoletu na strzelniczy zamkniętej. Warunki pracy regulowane są przepisami Rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy [2], wobec czego ocenę narażenia na hałas impulsowy w przypadku stanowiska pracy trenera strzelania przeprowadzono zgodnie z kryterium określonym tym dokumentem. Zgodnie z tym rozporządzeniem, ryzyko zawodowe związane z narażeniem pracowników na hałas, wynikające z cech miejsca pracy oraz ze stosowanych w konkretnych warunkach środków lub procesów pracy, powinno być oceniane ze szczególnym uwzględnieniem m.in. poziomu i rodzaju narażenia, włącznie z narażeniem na hałas impulsowy. Ocena narażenia na hałas powinna być przeprowadzana na podstawie porównania wartości parametrów amplitudowych hałasu obecnego na stanowisku pracy, z wartościami dopuszczalnymi.

Ocenę narażenia na hałas impulsowy przeprowadzono również w przypadku stosowania wkładek przeciwhałasowych. Celem pracy była odpowiedź na pytanie, czy wkładki przeciwhałasowe mogą być dostatecznym środkiem ochrony słuchu przed impulsami akustycznymi wytwarzanymi przez pistolet. W przypadku odpowiedzi pozytywnej, należy ponadto określić liczbę strzałów, na które może być w ciągu dnia pracy ekspozowany trener stosujący poszczególne wzory wkładek przeciwhałasowych. Ocenę skutków stosowania ochrony słuchu przeprowadzono metodą pomiarową, ponieważ metody obliczeniowe charakteryzują się ograniczoną dokładnością szacowania parametrów hałasu pod ochronnikami słuchu [5]. Ponadto, metody obliczeniowe nie uwzględniają wszystkich parametrów hałasu, które muszą być wzięte pod uwagę w przypadku hałasu wytwarzanego przez pistolet.

**2. Ocena narażenia na hałas impulsowy**

Narażenie na hałas impulsowy na stanowisku pracy powinno być oceniane poprzez porównanie wartości następujących parametrów hałasu z wartościami dopuszczalnymi: szczytowy poziom dźwięku C ( $L_{Cpeak}$ ), maksymalny poziom dźwięku A ( $L_{Amax}$ ) oraz

poziom ekspozycji odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ( $L_{EX,sh}$ ) [2]. Wartości dopuszczalne odnoszące się do trzech wymienionych parametrów wynoszą:  $L_{Cpeak}$  – 135 dB,  $L_{Amax}$  – 115 dB,  $L_{EX,sh}$  – 85 dB. W przypadku stosowania ochronników słuchu parametry  $L_{Cpeak}$  i  $L_{Amax}$  oceniane są względem tych samych wartości, natomiast w przypadku parametru  $L_{EX,sh}$  uzyskany wynik odnosi się do poziomu 80 dB, poniżej którego praktycznie nie występuje ryzyko powstania ubytków słuchu.

Najważniejszym parametrem wskazującym na zagrożenie hałasem o charakterze impulsowym jest szczytowy poziom dźwięku C ( $L_{Cpeak}$ ). Ocena narażenia na hałas impulsowy nie może jednak ograniczać się jedynie do parametru  $L_{Cpeak}$  chociażby z tego względu, że możliwe jest występowanie hałasu impulsowego charakteryzującego się brakiem przekroczeń dopuszczalnej wartości tego parametru przy jednoczesnym przekroczeniu wartości dopuszczalnej poziomu ekspozycji odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ( $L_{EX,sh}$ ) [1]. W ocenie narażenia na hałas impulsowy muszą więc być uwzględnione wszystkie trzy wymienione parametry ( $L_{Cpeak}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{EX,sh}$ ) przy czym przekroczenie wartości dopuszczalnej w przypadku któregośkolwiek z tych parametrów wskazuje na zagrożenie powodowane tym rodzajem hałasu.

### 3. Obiekt badań

Badania hałasu impulsowego przeprowadzono w obecności strzałów oddawanych z pistoletu Walther P99. Stosowano amunicję Magtech 9mm Luger 8,03g (124gr) FMC (9B).

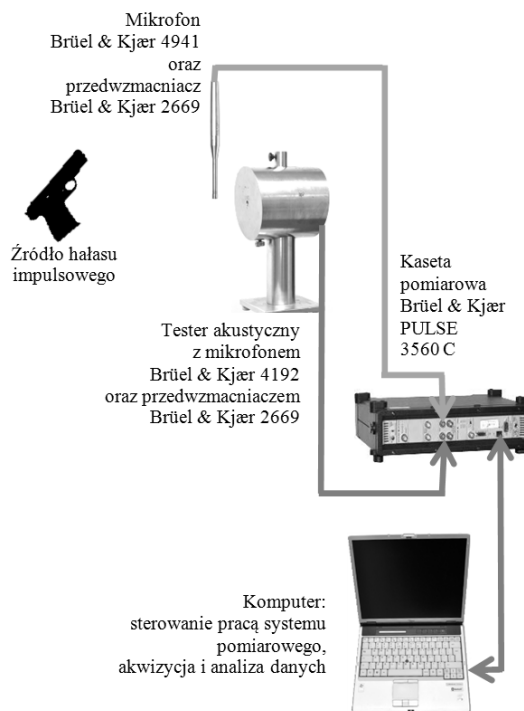
Badaniami objęto sześć wzorów piankowych wkładek przeciwhałasowych różnych producentów. Wkładki te były zróżnicowane pod względem podawanej w informacji dla użytkownika wartości parametru SNR (jednoliczbowa ocena tłumienia), charakteryzującego ich tłumienie odnoszące się do hałasu ustalonego. Zakres wartości parametru SNR wynosił od 33 do 39 dB.

### 4. Układ pomiarowy

Parametry hałasu obecnego na stanowisku pracy, w tym także hałasu impulsowego, powinny być mierzone z użyciem sprzętu spełniającego wymagania dotyczące mierników poziomu dźwięku [6]. Zakres pracy mierników poziomu dźwięku jest jednak z reguły ograniczony pod względem pomiaru poziomu ciśnienia akustycznego do wartości 140-145 dB. W przypadku wielu źródeł hałasu impulsowego poziom ciśnienia akustycznego impulsu przekracza górną wartość graniczną zakresu pomiarowego miernika poziomu dźwięku, co uniemożliwia pomiar parametrów hałasu. Ocena skuteczności ochronników słuchu wymaga jednak znajomości parametrów hałasu impulsowego. W związku z tym badania hałasu impulsowego wytwarzanego przez pistolet przeprowadzono z użyciem specjalnie przygotowanego toru pomiarowego, spełniającego wymagania [6]. Głównym elementem toru jest mikrofon o zakresie pomiarowym do 184 dB (Brüel & Kjaer 4941), współpracujący z przedwzmacniaczem mikrofonowym Brüel & Kjaer 2669. Akwizycję danych pomiarowych dostarczanych przez mikrofon Brüel & Kjaer 4941 przeprowadzono z użyciem kasyety pomiarowej Brüel & Kjaer PULSE 3560 C, zarządzanej przez oprogramowanie LabShop zainstalowane na komputerze przenośnym. Omawiany układ pomiarowy uzupełniono o drugi tor pomiarowy, przeznaczony do pomiaru parametrów hałasu impulsowego w przypadku stosowania wkładek przeciwhałasowych. Schemat stosowanego układu pomiarowego zamieszczono na rys. 1.

W warunkach występowania hałasu impulsowego o dużych wartościach szczytowego poziomu dźwięku C, stanowiącego potencjalne zagrożenie dla słuchu, badania przeprowadzane muszą być z użyciem wyposażenia odzwzorowującego głowę [7]. Urządzeniami odzwzorowującymi głowę są np. testery akustyczne. Należy przy tym mieć na uwadze, że wyniki badań tłumienia hałasu przez ochronniki słuchu, uzyskiwane z użyciem testerów

akustycznych mogą odbiegać od tłumienia hałasu przez ochronniki użytkowane przez osoby, ze względu na ograniczenia testerów w odzwierciedlaniu cech osób.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego stosowanego w badaniach narażenia na hałas impulsowy

Fig. 1. Measurement setup used for measurements of exposure to impulse noise

Tester akustyczny wykorzystywany do pomiarów hałasu impulsowego docierającego pod wkładkę przeciwhałasową, spełniał wymagania dla tego typu urządzeń [8] i był przystosowany do umieszczania w nim wkładek przeciwhałasowych – w sprzęgaczu odzwzorowującym zewnętrzny przewód słuchowy. Tester wyposażono ponadto w komorę 2 cm<sup>3</sup> odzwierciedlającą ucho środkowe. Zdjęcie przedstawiające tester akustyczny z badaną wkładką przeciwhałasową i mikrofonem do pomiaru na zewnątrz wkładki, podczas badań na stanowisku trenera strzelania, przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Tester akustyczny z zainstalowaną wkładką przeciwhałasową i mikrofonem do pomiarów narażenia na hałas impulsowy na strzelnicy zamkniętej

Fig. 2. The earplug installed in the acoustic test fixture and the microphone used for measurements of exposure to impulse noise in an indoor shooting range

Układ pomiarowy (rys. 1) wykorzystywano do jednoczesnej rejestracji przebiegów czasowych hałasu impulsowego na zewnętrznej wkładce przeciwhałasowych oraz pod nimi (mikrofonem testera akustycznego). Rozwiązanie to dało możliwość późniejszej analizy i wyznaczenia dowolnych parametrów hałasu impulsowego. Parametry hałasu impulsowego, stosowane do oceny narażenia na ten hałas, wyznaczano na podstawie zarejestrowanych przebiegów

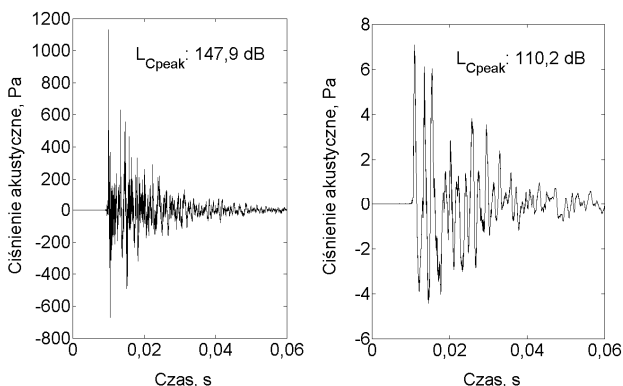
czasowych sygnału, z użyciem procedur uruchamianych w środowisku Matlab. Każda z wartości wyników prezentowanych w tej pracy została wyznaczona na podstawie trzykrotnie przeprowadzonego pomiaru.

Precyzyjna analiza sygnału o szybkozmiennym charakterze wymagała stosowania częstotliwości próbkowania równej 262 kHz. W przypadku impulsów o czasie narastania wynoszącym kilka mikrosekund, taka wartość częstotliwości próbkowania umożliwia ograniczenie błędu związanego z próbkowaniem sygnału, wpływającego na wartość wyznaczanych amplitudowych i czasowych parametrów hałasu impulsowego. Niepewność rozszerzona pomiaru szczytowego poziomu dźwięku C ( $L_{Cpeak}$ ) hałasu impulsowego wytwarzanego przez pistolet wyniosła 2,2 dB, natomiast maksymalnego poziomu dźwięku A ( $L_{Amax}$ ) i poziomu ekspozycji odniesionego do 8-godzinne go dobrego wymiaru czasu pracy ( $L_{EX,8h}$ ) 1,5 dB. W przypadku pomiarów pod wkładkami przeciwhałasowymi niepewność rozszerzona pomiaru poszczególnych parametrów wyniosła: 1,8 dB ( $L_{Cpeak}$ ), 2,5 dB ( $L_{Amax}$ ) oraz 2,4 dB ( $L_{EX,8h}$ ).

Zaletą opisywanego układu pomiarowego, w odróżnieniu od możliwości mierników poziomu dźwięku, jest możliwość wyznaczania nie tylko wartości parametrów amplitudowych hałasu impulsowego, ale także określenie dowolnych parametrów czasowych, np. czasu trwania impulsu akustycznego. Analiza właściwości czasowych impulsów akustycznych jest niezbędna do przeprowadzenia oceny zgodnie ze wspomnianymi kryteriami ryzyka uszkodzenia słuchu opracowanymi na rzecz wojska.

## 5. Wyniki badań i analiz

Przykład przebiegu czasowego hałasu impulsowego zarejestrowanego na stanowisku trenera strzelania na zewnątrz wkładek przeciwhałasowych oraz przebiegu zarejestrowanego mikrofonem testera akustycznego pod wkładką przeciwhałasową pokazano na rys. 3.



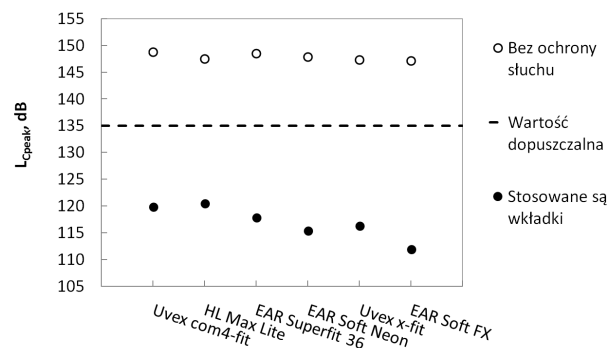
Rys. 3. Przykład jednocześnie zarejestrowanych przebiegów czasowych ciśnienia akustycznego: na zewnątrz wkładek przeciwhałasowych (po lewej), pod wkładką EAR Soft Neon (po prawej)

Fig. 3. An example of the time waveform of the sound pressure registered simultaneously: outside (left panel), under EAR Soft Neon earplug (right panel)

Szczytowa wartość ciśnienia akustycznego przebiegu zarejestrowanego na zewnątrz wkładki wyniosła 1129 Pa, co oznacza, że wartość szczytowego poziomu ciśnienia akustycznego wynosiła 155,0 dB. Zastosowanie korekcji częstotliwościowej „C” w celu wyznaczenia wartości szczytowego poziomu dźwięku C ( $L_{Cpeak}$ ), skutkowało wartością tego parametru wynoszącą 147,9 dB. Szczytowy poziom dźwięku C ( $L_{Cpeak}$ ) hałasu impulsowego docierającego pod wkładkę przeciwhałasową do mikrofonu testera akustycznego był przez nią ograniczony do 110,2 dB. Ocena hałasu w przypadku stosowania ochronników słuchu wymaga uwzględnienia funkcji przejścia pomiędzy mikrofonem stosowanym na zewnątrz badanych wkładek przeciwhałasowych (Brüel & Kjør 4941) i mikrofonem umieszczonym w testerze akustycznym

(Brüel & Kjør 4192) [7]. Ponadto należy uwzględnić korekcję częstotliwościową związaną z dopasowaniem charakterystyk częstotliwościowych testera akustycznego do sytuacji użytkownika ochronników słuchu przez osoby [7]. W wyniku uwzględnienia funkcji przejścia i korekcji częstotliwościowej, w omawianym przypadku otrzymano podlegającą ocenie wartość 115,5 dB.

Zmierzone wartości szczytowego poziomu dźwięku C ( $L_{Cpeak}$ ) hałasu impulsowego wytwarzanego przez pistolet oraz wyznaczone wartości tego parametru pod badanymi wkładkami przeciwhałasowymi, w zestawieniu z wartością dopuszczalną zamieszczono na rys. 4. Punkty danych zamieszczone na rys. 4 oraz na kolejnych rysunkach (5–6), otrzymano w wyniku analizy z trzech niezależnych pomiarów.

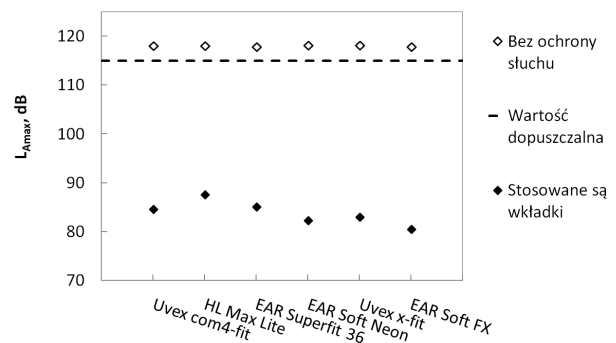


Rys. 4. Maksymalne wartości szczytowego poziomu dźwięku C ( $L_{Cpeak}$ ) hałasu impulsowego zmierzonego na zewnątrz („Bez ochrony słuchu”) oraz pod poszczególnymi badanymi wkładkami przeciwhałasowymi („Stosowane są wkładki”), w zestawieniu z wartością dopuszczalną. HL – Howard Leight

Fig. 4. The maximum values of C-weighted peak sound pressure level ( $L_{Cpeak}$ ) of impulse noise measured outside (without hearing protection devices) and under particular earplugs (earplugs are worn), in comparison with exposure limit value. HL – Howard Leight

Należy zauważyć, że hałas impulsowy bez stosowania ochrony słuchu jest niebezpieczny dla słuchu, natomiast zastosowanie którejkolwiek z badanych wkładek przeciwhałasowych powoduje ograniczenie przez nią wartości  $L_{Cpeak}$  poniżej wartości dopuszczalnej.

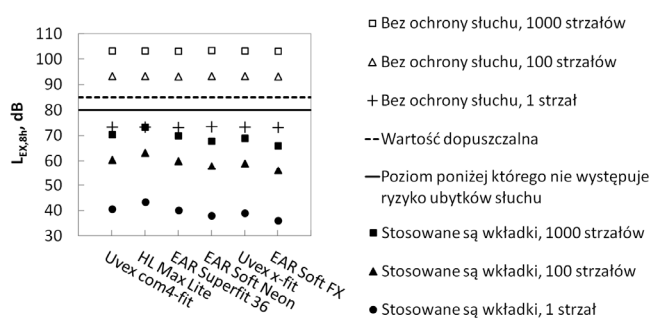
W analogiczny sposób, jak dane z rys. 4, na rys. 5 przedstawiono wyniki odnoszące się do maksymalnego poziomu dźwięku A ( $L_{Amax}$ ). W tym przypadku wartości zmierzone na zewnątrz wkładek przeciwhałasowych przewyższają wartość dopuszczalną, tzn. wskazują że analizowany hałas jest niebezpieczny dla słuchu.



Rys. 5. Maksymalne wartości maksymalnego poziomu dźwięku A ( $L_{Amax}$ ) hałasu impulsowego zmierzonego na zewnątrz („Bez ochrony słuchu”) oraz pod poszczególnymi badanymi wkładkami przeciwhałasowymi („Stosowane są wkładki”), w zestawieniu z wartością dopuszczalną. HL – Howard Leight

Fig. 5. The maximum values of A-weighted maximum sound pressure level ( $L_{Amax}$ ) of impulse noise measured outside (without hearing protection devices) and under particular earplugs (earplugs are worn), in comparison with exposure limit value. HL – Howard Leight

Parametry  $L_{Cpeak}$  i  $L_{Amax}$  rozpatrywane są bez względu na liczbę ekspozycji, ponieważ w ich przypadku przekroczenie wartości dopuszczalnej, oznacza ryzyko uszkodzenia słuchu. W przypadku parametru  $L_{EX, 8h}$  istotny jest rzeczywisty czas ekspozycji na hałas. W przypadku hałasu impulsowego analiza przekroczenia wartości  $L_{EX, 8h}$  powinna być powiązana z wyznaczeniem dopuszczalnej liczby impulsów. W związku z tym na rys. 6. przedstawiono wyniki pomiaru  $L_{EX, 8h}$  na stanowisku trenera strzelania, przy założeniu ekspozycji na 1, 100 oraz 1000 strzałów. Zauważyć można, że pod względem wartości  $L_{EX, 8h}$  ekspozycja na jeden strzał byłaby dopuszczalna nawet bez stosowania ochron słuchu. Należy jednak mieć na uwadze, że wnioskowanie o bezpieczeństwie impulsów musi być dokonywane na podstawie wartości wszystkich trzech rozpatrywanych parametrów hałasu. Stąd, pomimo braku przekroczenia wartości dopuszczalnej dla parametru  $L_{EX, 8h}$  strzał z pistoletu należy uznać za niebezpieczny dla słuchu, ze względu na wystąpienie przekroczenia parametrów  $L_{Cpeak}$  i  $L_{Amax}$ .



Rys. 6. Średnie wartości poziomu ekspozycji odniesionego do 8-godzinnej dobowego wymiaru czasu pracy ( $L_{EX,8h}$ ) hałasu impulsowego zmierzonego na zewnątrz („Bez ochrony słuchu”) oraz pod poszczególnymi badanymi wkładkami przeciwhałasowymi („Stosowane są wkładki”), w przypadku ekspozycji na 1, 100 i 1000 strzałów, w zestawieniu z wartością dopuszczalną i poziomem poniżej którego nie występuje ryzyko powstania ubytków słuchu. HL – Howard Leight

Fig. 6. The average values of A-weighted noise exposure level normalized to an 8 h working day ( $L_{EX,8h}$ ) of impulse noise measured outside (without hearing protection devices) and under particular earplugs (earplugs are worn), in the case of exposure to 1, 100 and 1000 gunshots, in comparison with exposure limit value and value below which there is no hearing damage risk. HL – Howard Leight

W przypadku stosowania wkładek przeciwhałasowych nie odnotowano przekroczenia wartości dopuszczalnych parametrów  $L_{Cpeak}$  i  $L_{Amax}$ . W związku z tym uzasadnione jest poszukiwanie liczby strzałów, przy której nie wystąpi przekroczenie wartości dopuszczalnej parametru  $L_{EX, 8h}$ . Wyniki wyznaczania dopuszczalnej liczby ekspozycji na strzały z pistoletu w sytuacji stosowania poszczególnych wzorów wkładek przeciwhałasowych, ze względu na kryterium o wartości 80 dB, zamieszczono w tab. 1. Należy zauważyć, że w przypadku wkładki przeciwhałasowej, której użycie skutkuje najniższą dopuszczalną liczbą impulsów (Howard Leight Max Lite) dopuszczalna jest ekspozycja na ponad 3 tysiące strzałów dziennie.

Tab. 1. Dopuszczalna liczba strzałów z pistoletu przy stosowaniu wkładek przeciwhałasowych

Tab. 1. The permissible number of gunshots when earplugs are worn

Wkładka przeciwhałasowa	Dopuszczalna liczba strzałów
Uvex com4-fit	8029
Howard Leight Max Lite	3484
EAR Superfit 36	8188
EAR Soft Neon	13504
Uvex x-fit	11817
EAR Soft FX	23823

Analizując dane z rys. 4-6 można stwierdzić, że wobec zakresu różnicowania wartości parametru jednoliczbowej oceny tłumienia (SNR) wkładek przeciwhałasowych, wynoszącego 6 dB, zakres zmian wartości parametrów hałasu wyznaczonych pod wkładkami, rozpatrywanych w odniesieniu do wartości parametrów hałasu wytwarzanego przez pistolet, był porównywalny i w zależności od parametru wynosił od 6,9 do 8,2 dB.

## 6. Wnioski

W pracy oceniono narażenie na hałas impulsowy trenera strzelania oraz określono skuteczność ograniczania parametrów hałasu przez piankowe wkładki przeciwhałasowe. Ocena ta była możliwa przez zastosowanie układu pomiarowego, który w odróżnieniu od mierników poziomu dźwięku, pozwalał na pomiar wysokich wartości poziomu ciśnienia akustycznego.

Stwierdzono, że w przypadku braku stosowania ochron słuchu, hałas impulsowy stanowi zagrożenie dla słuchu trenera. Szczytowy poziom dźwięku C ( $L_{Cpeak}$ ) oraz maksymalny poziom dźwięku A ( $L_{Amax}$ ) przekraczały wartości dopuszczalne i wynosiły odpowiednio 147 – 149 dB oraz 118 dB.

Zastosowanie piankowych wkładek przeciwhałasowych przez trenera strzelania pozwala zmniejszyć narażenie na hałas impulsowy do poziomu poniżej wartości dopuszczalnych. Możliwa jest przy tym ekspozycja na co najmniej trzy tysiące strzałów z pistoletu. Trzeba przy tym zaznaczyć, że ograniczanie parametrów hałasu impulsowego przez inne rodzaje/wzory wkładek przeciwhałasowych może przyjmować inne wartości, nie zapewniając dostatecznej ochrony słuchu przed strzałami z pistoletu.

*Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*

## 7. Literatura

- [1] Młyński R., Żera J., Kozłowski E.: Zagrożenie hałasem impulsowym wytwarzanym w przemyśle oraz podczas strzałów i eksplozji. Bezpieczeństwo Pracy - Nauka i Praktyka, nr 3 (486), s. 22-25, 2012.
- [2] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne, (Dz. U. Nr 157, poz. 1318).
- [3] Lwów F., Józków P., Mędraś M.: Occupational Exposure to Impulse Noise Associated With Shooting. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE), 17(1), 69-77, 2011.
- [4] Żera J., Mlynski R.: Attenuation of high-level impulses by earmuffs. Journal of the Acoustical Society of America, 122(4), 2082-2096, 2007.
- [5] Kotarbińska E., Kozłowski E.: Measurement of effective noise exposure of workers wearing ear-muffs. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE), 15(2), 193-200, 2009.
- [6] PN-EN 61672-1:2005. Elektroakustyka - Mierniki poziomu dźwięku - Część 1: Wymagania.
- [7] Lenzuni P., Sangiorgi T., Cerini L.: Attenuation of peak sound pressure levels of shooting noise by hearing protective earmuffs. Noise&Health, vol. 14, 91-99, 2012.
- [8] PN-EN ISO 4869-3:2009. Akustyka - Ochronniki słuchu - Część 3: Pomiary tłumienia wtrącenia nauszników przeciwhałasowych wykonywane z użyciem testera akustycznego.

otrzymano / received: 25.04.2013

przyjęto do druku / accepted: 01.10.2013

artykuł recenzowany / revised paper