



mgr inż. DARIUSZ PUTO
dr inż. EWA KOTARBIŃSKA
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Komputerowe metody doboru ochronników słuchu – program DOBOS3

Zgodnie z dyrektywą europejską 86/188/EWG [1] dotyczącą ochrony pracowników przed zagrożeniami związanymi z narażeniem na hałas, stosowanie środków ochrony indywidualnej słuchu jest koniecznym, uzupełniającym środkiem redukcji hałasu, tam gdzie narażenia na hałas nie można wyeliminować innymi środkami. Zgodnie z rozporządzeniem ministra pracy i polityki socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, pracodawca ma obowiązek zapewnić zaopatrzenie pracowników w ochronniki słuchu, dobrane do wielkości charakteryzujących hałas i do indywidualnych cech pracowników.

Właściwości akustyczne ochronników słuchu (niezależnych nauszników przeciwhałasowych, nahełmowych nauszników przeciwhałasowych, wkładek przeciwhałasowych) są określone przez charakterystykę tłumienia dźwięku w funkcji częstotliwości, wyznaczoną zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 24869-1:1999 *Akustyka. Ochronniki słuchu. Metoda subiektywna pomiaru tłumienia dźwięku. Tłumienie dźwięku* jest definiowane jako **algebraiczna różnica (w dB) dla danego akustycznego sygnału testowego między progiem słyszenia słuchacza biorącego udział w badaniach, z ochronnikiem słuchu i bez ochronnika słuchu.**

Metody doboru ochronników słuchu do wielkości charakteryzujących hałas na stanowisku pracy określają dwie normy:

– norma PN-EN 458:1999 *Ochronniki słuchu. Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej. Dokument przewodni*

– prPN-EN 24869-2 *Ochronniki słuchu. Szacowanie efektywnych poziomów dźwięku A pod ochronnikiem słuchu.*

Istnieją trzy metody doboru ochronników słuchu do wielkości charakteryzujących

hałas: **metoda dokładna** (pasm oktawowych) oraz dwie **metody przybliżone** – **HML** i **SNR**. Metody te opierają się na średnich wartościach tłumienia dźwięku ochronników słuchu i nie biorą pod uwagę indywidualnych cech określonej osoby. Podstawowym założeniem doboru jest zapewnienie pod ochronnikiem słuchu poziomu dźwięku A (lub równoważnego poziomu dźwięku A w odniesieniu do 8 godzin) o wartości mniejszej niż wartość dopuszczalna w danych warunkach hałasowych. Wartość ta jest zależna od uwarunkowań prawnych danego kraju. W Polsce wynosi ona 85 dB i odpowiada wartości dopuszczalnej poziomemu narażenia na hałas odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy.

Wybór metody jest podyktowany dokładnością doboru, jaką chcemy zachować oraz zależy od dostępnych danych pomiarowych hałasu na stanowisku pracy.

Metoda pasm oktawowych jest metodą obliczeniową, w której dane wejściowe stanowią poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach oktawowych hałasu na stanowisku pracy, o częstotliwościach środkowych pasm od 63 Hz lub 125 Hz do 8000 Hz, na stanowisku pracy oraz wartości średnie tłumienia dźwięku ochronników słuchu wraz z odpowiadającymi im wartościami odchyłek standardowych, które są określone dla tych samych częstotliwości. Obliczenia poziomów dźwięku A pod ochronnikiem słuchu dokonuje się odrębnie dla każdego zestawu danych: hałas – ochronniki słuchu.

Metoda HML pozwala na oszacowanie poziomu dźwięku A pod ochronnikiem słuchu. Niezbędne dane do przeprowadzenia odpowiednich obliczeń to wartości poziomu dźwięku A i poziom dźwięku C hałasu na stanowisku pracy oraz wartości trzech parametrów ochronnych ochronników słuchu: H, M, L. Wartości

Praca wykonana w ramach programu wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych

H, M i L określają zdolność danego ochronnika słuchu do tłumienia hałasu, odpowiednio: wysokoczęstotliwościowego (H), średniczęstotliwościowego (M) i niskoczęstotliwościowego (L). Wartości H, M i L ochronnika słuchu są obliczane na podstawie charakterystyki częstotliwościowej tłumienia dźwięku przez ochronnik słuchu oraz ośmiu standardowych widm hałasu, modelujących rzeczywiste hałasy na stanowiskach pracy.

Metoda SNR jest metodą najmniej dokładną spośród trzech omawianych metod doboru. Pozwala ona na szacowanie poziomu dźwięku A pod ochronnikiem słuchu na podstawie wartości poziomu dźwięku C hałasu oraz wartości parametru SNR. Parametr SNR (ang. *Single number rating*) określa jednoczłonowo właściwości ochronne wkładek i nauszników przeciwhałasowych. Jest on obliczany na podstawie danych dotyczących tłumienia dźwięku ochronnika słuchu w pasmach częstotliwościowych oraz wartości widma oktawowego znormalizowanego szumu różowego, skorygowanych wg charakterystyki A, o poziomie dźwięku C równym 100 dB, reprezentujących hałas szerokopasmowy na stanowisku pracy.

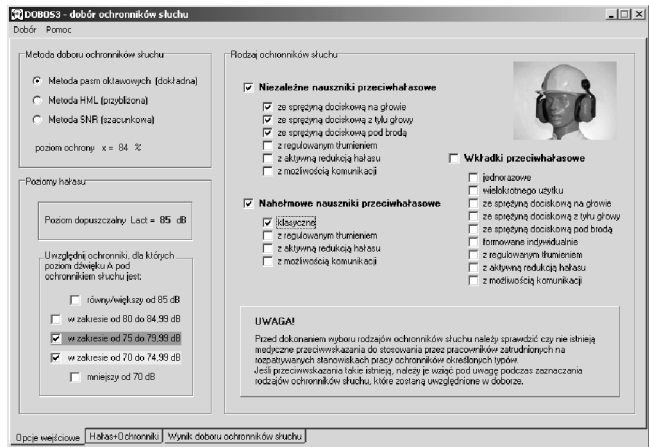
W Centralnym Instytucie Ochrony Pracy opracowano program komputerowy DOBOS3^{*)} umożliwiający dokonywanie doboru ochronników słuchu do wielko-

^{*)} Praca była referowana na XII Międzynarodowej Konferencji Zwalczenia Hałasu *Noise control '01*, Kielce, 24-26 września 2001 r.

DOBOS3

WIELKOŚCI CHARAKTERYZUJĄCE HAŁAS NA STANOWISKU PRACY

Metoda doboru	Dane pomiarowe								
Dokładna (pasm oktawowych)	oktawowe widmo hałasu:								
	f, Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	L _p , dB	89	82	87	96	89	86	88	84
Uproszczona HML	poziomy dźwięku C i A: L _C = 99 dB; L _A = 96 dB								
Szacunkowa SNR	poziomy dźwięku C: L _C = 99 dB								



Rys. 1. Formularz udostępniany przez zakładkę „Opcje wejściowe”, po wybraniu żądanych ustawień

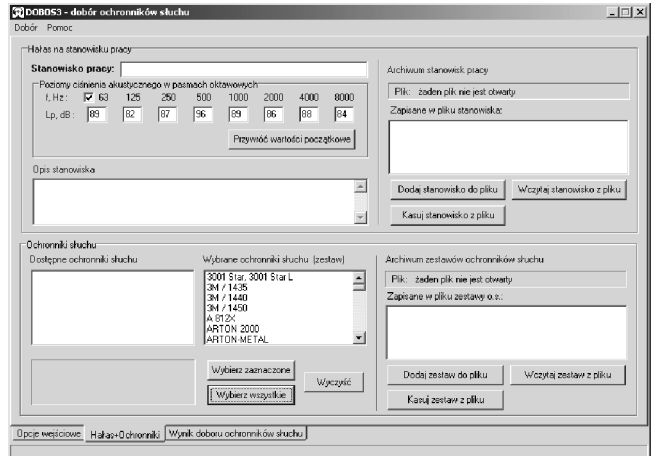
ści charakteryzujących hałas na stanowisku pracy trzema wyżej opisanymi metodami**).

Środowiskiem programowania, w którym powstawał program jest Delphi 5. Dostęp do funkcji oraz zmiennych w programie podzielony jest na dwa poziomy: poziom administratora programu i użytkownika. Administrator ma dostęp nieograniczony do wszystkich funkcji i zmiennych programu. Użytkownik ma dostęp ograniczony z poziomu interfejsu graficznego w zakresie modyfikowania określonych zmiennych oraz dostępności określonych funkcji programu. Dotyczy to w szczególności zmiennych przechowywujących wartości dopuszczalne hałasu na stanowisku pracy, ustalonego poziomu ochrony, standardowe widma hałasu itp. Struktura działania programu jest sekwencyjna, co oznacza, że podejmowane przez użytkownika decyzje, wybory oraz wprowadzane dane są wykorzystywane i od-

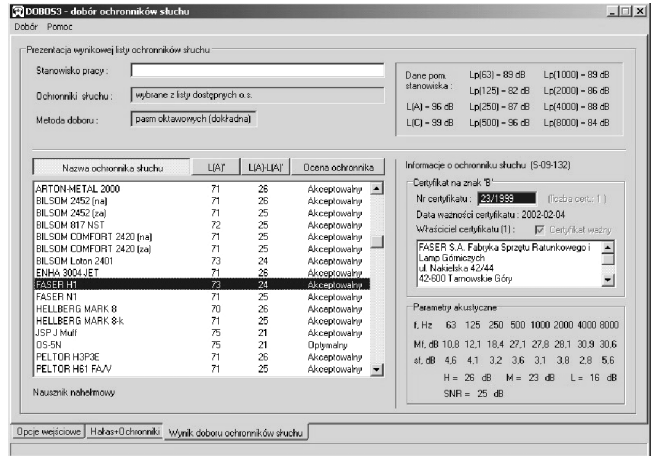
powiednio skutkują w kolejnych etapach doboru.

Jako integralną część programu doboru ochronników słuchu opracowano bazę danych ochronników słuchu, które posiadają aktualny certyfikat upoważniający do oznakowania wyrobu znakiem bezpieczeństwa B. Baza danych zgodna ze standardem baz danych INTERBASE, zawiera dane dotyczące parametrów akustycznych ochronników słuchu, informacje o typie ochronnika oraz dane dotyczące jego certyfikatu (numer, datę ważności certyfikatu oraz adres właściciela certyfikatu). Opracowany program jest wyposażony w przejrzysty i logicznie skonstruowany interfejs użytkownika, dzięki czemu posługiwanie się nim nie będzie sprawiało większych trudności, nawet osobom nie mającym dobrej orientacji w obszarze technologii informatycznych.

W przypadku programu DOBOS3 ograniczenie dostępności danych wejściowych dotyczy właściwie tylko danych



Rys. 2. Formularz uaktywniony przez zakładkę „Hałas + Ochronniki”, po wpisaniu danych pomiarowych i dokonaniu wyboru ochronników



Rys. 3. Formularz – „Wynik doboru ochronników słuchu”

pomiarowych, bowiem wszystkie dane katalogowe ochronników słuchu są zapisane w bazie danych.

Poniżej przedstawiono przykład doboru ochronników słuchu do hałasu na stanowisku pracy, przeprowadzonego za pomocą programu DOBOS3, trzema opisanymi metodami.

Warunkiem niezbędnym do dokonania doboru ochronników słuchu jest znajomość wielkości charakteryzujących hałas na rozpatrywanym stanowisku pracy. W zależności od wybranej metody doboru potrzebne będą różne dane pomiarowe. W tabeli zamieszczono przykładowe dane pomiarowe, które zostaną wykorzystane podczas doboru każdą z metod.

W programie doboru ochronników słuchu DOBOS3 możliwy jest wybór rodzajów ochronników słuchu, które będą brane pod uwagę w kolejnych fazach do-

** Informacje dotyczące zakupu programu DOBOS3 można uzyskać w CIOP: tel. +22 6233299, email: putek@ciop.pl

DOBOS3

ru. W prezentowanym przykładzie założono, że na stanowisku pracy można używać tylko niezależnych nauszników przeciwhałasowych oraz nauszników nahełmowych.

W programie istnieje także możliwość ustalenia zakresu poziomu dźwięku A pod ochronnikiem słuchu. Zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 458 standardowo ustalony jest zakres od 70 dB do 85 dB. W ramach prezentacji przykładu obliczeń zakres ten zostanie zawężony o 5 dB od góry (70 dB do 80 dB).

Najbardziej powszechną i polecaną metodą doboru ochronników słuchu jest metoda dokładna. Aby rozpocząć dobór metodą dokładną z uwzględnieniem wymienionych wcześniej założeń, należy zaznaczyć odpowiednie pola formularza dostępnego na pierwszej zakładce głównego okna programu zatytułowanej „Opcje wejściowe” (rys. 1).

W dalszej kolejności należy uaktywnić drugą zakładkę programu – „Hałas + Ochronniki”. W odpowiednie pola udostępnionego formularza należy wpisać dane z tabeli, czyli wartości poziomów ciśnienia akustycznego hałasu w pasmach oktawowych. Ponadto z listy dostępnych ochronników słuchu należy wybrać modele i typy ochronników, w odniesieniu do których w ostatnim etapie doboru zostaną wykonane obliczenia poziomu dźwięku A pod ochronnikiem. Ochronniki z listy można wybierać pojedynczo lub grupowo (jako grupę ochronników określoną przez użytkownika lub wszystkie występujące na liście ochronniki słuchu). Na rys. 2 przedstawiono widok formularza udostępnianego przez zakładkę „Hałas + Ochronniki”, po wpisaniu danych pomiarowych i dokonaniu wyboru wszystkich dostępnych ochronników.

Ostatnim etapem doboru ochronników słuchu za pomocą programu DOBOS3 jest wykonanie obliczeń poziomu dźwięku A pod ochronnikiem słuchu. Obliczenia wykonywane są po uaktywnieniu formularza trzeciej, ostatniej zakładki programu („Wynik doboru ochronników słuchu”). Podstawą do obliczania poziomów dźwięku A pod ochronnikami słuchu (L_A') są wartości średniego tłumienia dźwięku, M_p , wraz z odchyleniami standardowymi, s_p , oraz wartości poziomów ciśnienia akustycznego w pasmach oktawowych,

wprowadzonych jako dane pomiarowe.

Na powyższym formularzu prezentowane są wyniki obliczeń w postaci listy, którą można sortować rosnąco lub malejąco względem nazwy ochronnika słuchu, obliczonej wartości poziomu dźwięku pod ochronnikiem słuchu (L_A'), wartości tłumienia ochronnika słuchu ($L_A - L_A'$) lub tzw. „Oceny”. Ocena odnosi się do wartości L_A' i w myśl zapisów z normy PN-EN 458 określa czy dany ochronnik jest optymalny, akceptowalny, czy niezalecany na rozpatrywanym stanowisku pracy.

Dodatkowo na formularzu uaktywnionym przez zakładkę „Wynik doboru ochronników słuchu” znajdują się informacje dotyczące stanowiska pracy, parametrów akustycznych ochronników słuchu oraz certyfikatu na znak bezpieczeństwa, włącznie z informacją o właścicielu certyfikatu. Formularz – „Wynik doboru ochronników słuchu” przedstawiono na rys. 3.

Wyniki doboru można zapisać w postaci pliku lub wydrukować jako raport.

Dobór metodą uproszczoną HML lub szacunkową SNR odbywa się według podobnego schematu: najpierw określa się warunki początkowe doboru (metoda doboru, rodzaj ochronników, zakres poziomu dźwięku A pod ochronnikiem), następnie wpisuje się dane pomiarowe – w zależności od metody: L_C i L_A lub tylko L_C oraz wybiera typy i modele ochronników, dla których wykonane zostaną obliczenia. Pozostałe funkcje programu opisane podczas omawiania metody dokładnej działają analogicznie w przypadku metod HML i SNR.

W metodzie HML obliczeń poziomu dźwięku A pod ochronnikiem dokonuje się na podstawie parametrów H, M i L ochronników słuchu oraz danych pomiarowych w postaci poziomów dźwięku C i A, oraz dla metody SNR – na podstawie parametru SNR i poziomu dźwięku C.

Ze względu na bardziej uproszczoną formę danych wejściowych w metodach HML i SNR, wyniki szacowania poziomu dźwięku pod ochronnikiem mogą znacznie różnić się od analogicznych wartości uzyskanych metodą dokładną.

Po przeprowadzeniu doboru ochronników słuchu do wielkości charakteryzujących hałas, wykorzystując program DOBOS3 dysponuje się listą ochronników, których stosowanie zapewnia obniżenie

poziomu hałasu przy błonie bębenkowej ucha do wartości niższych niż dopuszczalne. Nie oznacza to jednak, że każdy z tych ochronników jest odpowiedni. Niezbędne jest wybranie nauszników i wkładek przeciwhałasowych właściwych w danym środowisku pracy i wykonywanych przez pracownika czynności. W tym celu należy zapoznać się z instrukcjami użytkownika ochronników słuchu. Na przykład na stanowisku pracy pod ziemią, w polach niemietanowych i metanowych, należy wybrać ochronniki słuchu spełniające dodatkowe wymagania w zakresie własności przeciwybuchowych. Na stanowiskach pracy, na których stosowane są dźwiękowe sygnały ostrzegawcze lub są przekazywane komunikaty słowne, należy stosować ochronniki słuchu umożliwiające prawidłową percepcję sygnałów i odpowiednią zrozumiałość mowy.

Ostatnim krokiem w wyborze ochronników słuchu jest konsultacja z przyszłym użytkownikiem. Należy go zapytać, czy ma jakiegokolwiek kłopoty z uszami (podrażnienia przewodu słuchowego, ból ucha itp.) oraz który ochronnik słuchu najbardziej by mu odpowiadał. Osoby z wymienionymi dolegliwościami powinny być zbadane przez laryngologa. Konsultacje medyczne są szczególnie zalecane wówczas, gdy proponuje się pracownikowi stosowanie wkładek przeciwhałasowych. Należy dążyć do tego, aby pracownik użytkował te ochronniki słuchu, które w pełni akceptuje.

PIŚMIENNICTWO

- [1] *Dyrektywy Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej dotyczące ochrony pracy, tom I.* Warszawa, CIOP 1992
- [2] PN-EN 458:1999 *Ochronniki słuchu. Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej. Dokument przewodni*
- [3] prPN-EN 24869-2 *Ochronniki słuchu. Szacowanie efektywnych poziomów dźwięku A pod ochronnikiem słuchu*
- [4] Puto D., Kotarbińska E., Kozłowski J. *Komputerowe metody doboru ochronników słuchu do wielkości charakteryzujących hałas. Sprawozdanie z prac planowych CIOP, grudzień 2001*
- [5] Instrukcja obsługi programu DOBOS3, CIOP 2001