

Magdalena Mitera*^{*}

ANALIZA NARAŻENIA PRACOWNIKÓW GÓRNICITWA NA TRWAŁE USZKODZENIA SŁUCHU

Streszczenie

Artykuł dotyczy uszkodzeń słuchu spowodowanych pracą w warunkach szkodliwych – w hałasie. Omówiono w nim narażenie na chorobę zawodową w górnictwie – obustronny trwały ubytek słuchu typu ślimakowego. Porównano narażenie na hałas pracowników w krajach dawnej UE i w nowych krajach członkowskich. Przedstawiono (na podstawie materiałów Instytutu Medycyny Pracy) dane dotyczące zawodowych uszkodzeń słuchu w latach 2004–2007. Porównano narażenie na zawodowy ubytek słuchu w poszczególnych województwach, a także według czasu narażenia na czynnik szkodliwy.

W celu przybliżenia zagadnienia wyjaśniono niezbędne pojęcia z dziedziny hałasu oraz teorię słyszenia. Podano przykładowe wyniki badań audiometrycznych pracowników narażonych na hałas w miejscu pracy. Omówiono metody zapobiegania urazom akustycznym.

Analysis of the exposition of mining workers to permanent damage of hearing

Abstract

The paper presents the hazard related to an occupational disease: bilateral permanent noise-induced hearing loss of cochlear type, amounting to at least 45 dB in better ear as a pure tone average for 1.2 and 3 kHz audiometric frequencies in the mining industry. The data have been presented based on the material obtained from the Institute of Occupational Medicine, relating to the loss of hearing over the years 2004–2007. With the aim to introduce the problem the necessary concepts from the domain of noise and theory of hearing have been presented.

WPROWADZENIE

Z danych dotyczących zatrudnienia w Polsce wynika, że w latach 2004–2007 u ponad 10% pracowników zdiagnozowano zawodowe uszkodzenie słuchu. Większość z tych przypadków dotyczyła robotników zatrudnionych w różnych gałęziach przemysłu, a także rzemieślników. W grupie tej dominowali górnicy oraz robotnicy budowlani, robotnicy z zakładów obróbki metali, mechanicy maszyn i urządzeń, a także robotnicy przemysłu włókienniczego.

Zawodowe uszkodzenie słuchu występuje u znacznie większej liczby zatrudnionych niż wynika to z oficjalnych danych. Przyczyną braku wykrywania uszkodzeń słuchu jest niewiedza i bagatelizowanie problemu przez pracowników, niedokładnie wykonywane badania okresowe, obawa pracodawców przed zaskarżeniem przez pracowników, strach przed utratą pracy.

Należy jednak stwierdzić, że w ostatnich kilku latach sytuacja ta zaczęła ulegać poprawie. Jest to spowodowane zarówno pozytywnymi czynnikami, na przykład dba-

* Śląskie Środowiskowe Studium Doktoranckie w Głównym Instytucie Górnictwa.

łością o przepisy BHP, jak i czynnikami negatywnymi: pogorszeniem funkcjonowania zakładowej służby zdrowia oraz zmniejszeniem zatrudnienia w górnictwie.

1. HAŁAS W GÓRNICTWIE, TEORIA SŁYSZENIA, USZKODZENIA SŁUCHU

1.1. Hałas, podstawowe parametry

Hałas to wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe, uciążliwe lub szkodliwe drgania ośrodka sprężystego, oddziałujące za pomocą powietrza na narząd słuchu i inne zmysły oraz części organizmu człowieka (Koradecka 1999).

Propagację fali akustycznej w przestrzeni opisują:

- prędkość akustyczna v , m/s;
- ciśnienie akustyczne p , Pa.

Wartość ciśnienia akustycznego stanowi na ogół małą część ciśnienia atmosferycznego. Do obliczania wartości ciśnienia akustycznego, ze względu na szeroki zakres jego zmian, jest stosowana skala logarytmiczna

$$L = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \quad (1)$$

gdzie:

- L – poziom ciśnienia akustycznego;
- p – wartość ciśnienia akustycznego, Pa;
- p_0 – progowa wartość skuteczna ciśnienia akustycznego wynosząca 20 μ Pa.

W celu scharakteryzowania hałasu zmieniającego się w czasie lub zmiennej ekspozycji na hałas stosuje się równoważny poziom dźwięku A $L_{Aeq,T}$. Jest to średnia wartość poziomu dźwięku A zmiennego w czasie, odpowiadająca reakcji narządu słuchu narażonego na działanie hałasu o stałym poziomie, w równoważnym przedziale czasu

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right] \quad (2)$$

gdzie:

- T – czas obserwacji, s;
- p_A – wartość chwilowa ciśnienia akustycznego skorygowana, według charakterystyki częstotliwościowej A , Pa.

Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do ośmiogodzinnego dnia pracy $L_{EX,8h}$ lub tygodnia pracy $L_{EX,w}$, dany jest wzorami (Koradecka 1999):

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_e} + 10 \lg \frac{T_e}{T_o} \quad (3)$$

$$L_{EX,w} = 10 \lg \left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{EX,8h})_i} \right] \quad (4)$$

gdzie:

- L_{Aeg,T_e} – równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla czasu ekspozycji T_e ,
- T_o – czas odniesienia, 8 h = 28 800 s,
- i – kolejny dzień roboczy w rozpatrywanym tygodniu,
- n – liczba dni roboczych w rozpatrywanym tygodniu.

Wielkością charakteryzującą dawkę energii akustycznej, przekazanej do organizmu w określonym przedziale czasu, jest ekspozycja na hałas E_{A,T_e} określona wzorem

$$E_{A,T_e} = \int_0^{T_e} p_A^2(t) dt \quad (5)$$

gdzie:

- p_A – wartość chwilowa ciśnienia akustycznego skorygowana według charakterystyki częstotliwościowej A, Pa;
- T_e – czas ekspozycji, s.

Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do ośmiogodzinnego dnia pracy lub do tygodnia pracy i odpowiadająca mu dzienna lub tygodniowa ekspozycja na hałas są jednymi z podstawowych wartości służących do oceny skutków narażenia na hałas pracowników w środowisku pracy. Zgodnie z przyjętymi normami, dopuszczalna wartość hałasu wynosi maksymalnie 85 dB przy ośmiogodzinnym dniu pracy.

Efekt biologiczny działania hałasu zależy od ciśnienia akustycznego dźwięku i efektywnego czasu ekspozycji. Zależność ta stanowi podstawę zasady równej energii – zmniejszenie jednego z tych parametrów przy zwiększeniu drugiego powoduje takie same skutki. Zwiększenie poziomu dźwięku o 3 dB oznacza podwojenie energii akustycznej. Ekspozycja 105 dB przez 4,8 min powoduje takie same skutki jak 85 dB przez 8 godzin. Dodatkowymi czynnikami zwiększającymi ryzyko uszkodzenia słuchu jest rodzaj hałasu, a mianowicie:

- wysokie tony – bardziej szkodliwe,
- hałas impulsowy – bardziej szkodliwy,
- czyste tony – bardziej szkodliwe niż szумы,
- bardziej szkodzi hałas ciągły niż ta sama ilość energii rozdzielona przerwami.

1.2. Zagrożenie w górnictwie

Uszkodzenia słuchu są chorobą zawodową często spotykaną w górnictwie. Wynika to z przekroczeń najwyższych dopuszczalnych natężeń hałasu na stanowiskach pracy. Przekroczenia są powodowane przez stosowanie maszyn i urządzeń o coraz większych mocach, a także przestarzałym parkiem maszynowym.

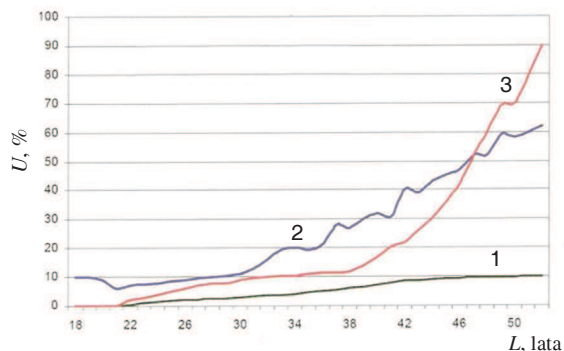
Narażenie pracowników na hałas jest znacznie mniejsze w krajach „starej” Unii Europejskiej (UE-15) niż w nowych krajach członkowskich (UE-12) – tablica 1.

Tablica 1. Narażenie pracowników krajów UE na różne zagrożenia w porównaniu z zagrożeniem hałasem (Kompala, Świder 2009)

Zagrożenie	UE-15, %	UE-12, %
Hałas	11	18
Wibracje	11	13
Wysoka temperatura	6	9
Zanieczyszczenie powietrza	9	14
Promieniowanie	2	3

Pracownicy UE-15 są lepiej poinformowani o potencjalnych zagrożeniach występujących na stanowisku pracy; korzystają również z lepszej ochrony osobistej.

W krajach UE-12 znacznie częściej pracownicy odczuwają zagrożenie zdrowia i bezpieczeństwa z racji wykonywanej pracy. Dla przykładu na rysunku 1 przedstawiono zależność ubytku słuchu od wieku pracownika.



Rys. 1. Ubytek słuchu U u pracowników górnictwa węgla kamiennego i innych surowców w porównaniu z grupą nigdy nienarażoną na hałas w zależności od wieku; pracownicy: 1 – nienarażeni na hałas, 2 – górnictwa węgla kamiennego, 3 – górnictwa innych surowców (Kompala, Świder 2009)

Fig. 1. Loss of hearing U in workers of coal mining industry and of other raw materials as compared to the group that has never been exposed to noise, depending on the age; workers: 1 – unexposed to noise, 2 – of coal mining, 3 – of other raw materials mining (Kompala, Świder 2009)

Podstawowym warunkiem skutecznej ochrony przed uszkodzeniami słuchu w górnictwie jest wiedza dotycząca stanu aktualnego oraz prognoz zapadalności na choroby zawodowe. Na tej podstawie można zarządzać bezpieczeństwem pracy.

1.3. Teoria słyszenia

Fala akustyczna zostaje przekazana przez ucho zewnętrzne i ucho środkowe do ucha wewnętrznego. Ucho zewnętrzne i środkowe przewodzą energię na drodze mechanicznej.

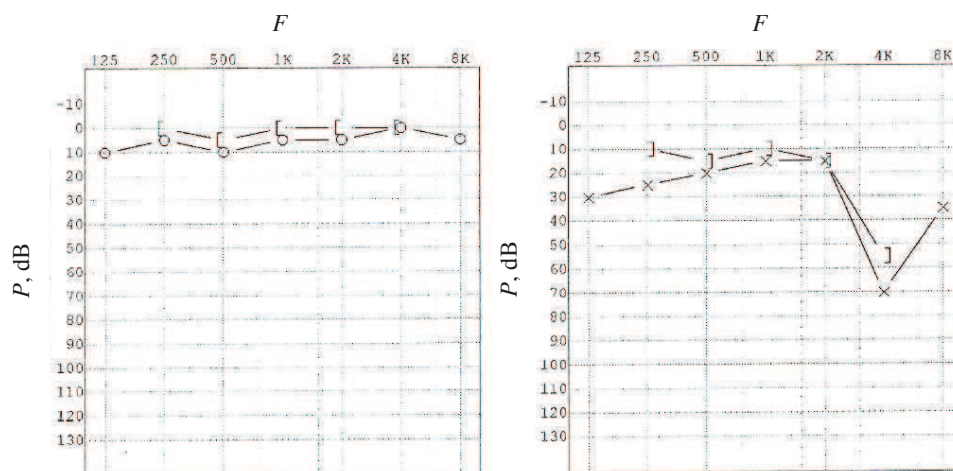
Ucho wewnętrzne zamienia energię mechaniczną w bioelektryczną. Ucho wewnętrzne składa się z błędnika kostnego, błędnika błoniastego i nerwu przedsionkowo-ślimakowego. Błędnik kostny składa się ze ślimaka, przedsionka i trzech kanałów półkolistych. Główną rolą ślimaka jest analiza częstotliwości. Budowa błony podstawnej w ślimaku warunkuje selektywny odbiór częstotliwości: tonów wysokich u podstawy, średnich w części środkowej, a niskich w części szczytowej ślimaka.

Tony o dużej częstotliwości są odbierane jako dźwięki wysokie, tony o małej częstotliwości – jako dźwięki niskie.

Fala dźwiękowa rozchodzi się od podstawy do wierzchołka, dlatego też początkowe uszkodzenie słuchu wywołane hałasem dotyczy wysokich częstotliwości.

1.4. Uszkodzenia słuchu

Ucho ludzkie jest w stanie odbierać dźwięki z zakresu 16–20 000 Hz. Obszarem najbardziej wrażliwym na występowanie ubytku słuchu jest częstotliwość 4000 Hz. Przykładowe wyniki badania audiometrycznego przedstawiono na rysunkach 2 i 3.



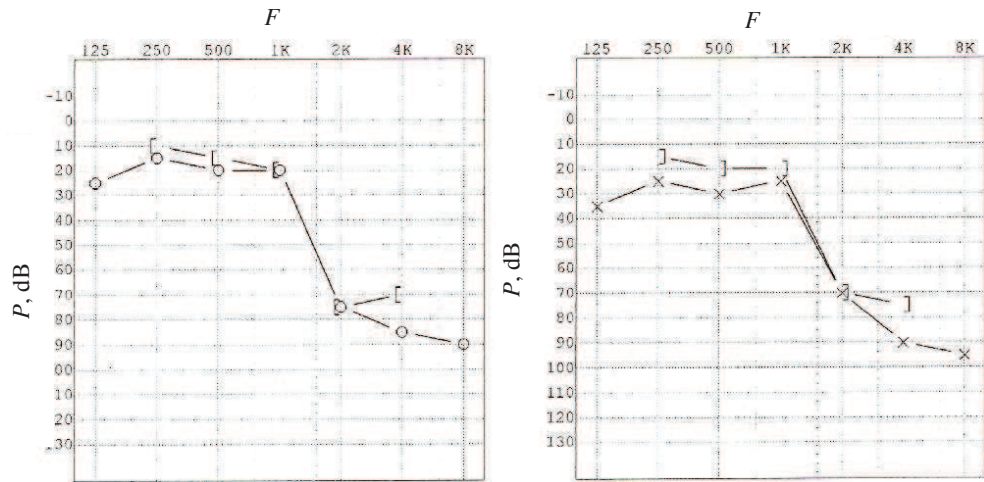
Rys. 2. Przykładowe wyniki badania audiometrycznego (diagnoza: ostry uraz akustyczny ucha lewego):
F – częstotliwość, P – poziom słyszenia

Fig. 2. A model results of the audiometric test (diagnosis: an acute acoustic injury of the left ear):
F – frequency, P – the level of hearing

W następnej kolejności uszkodzenie słuchu dotyczy tonów o częstotliwości najbliższej 4000 Hz, to znaczy od 2000 do 8000 Hz.

Ostatecznie dochodzi do pogorszenia odbioru niskich częstotliwości.

Nierzadko pracownicy, którzy doznali ostrego urazu akustycznego, nie zdają sobie sprawy z tego, że nastąpiło u nich uszkodzenie słuchu. Dzieje się tak, ponieważ uraz ten nie ma wpływu na zrozumienie mowy. Często osoby zwracają uwagę na problem niedosłuchu dopiero wtedy, gdy mają trudności ze zrozumieniem słów. Tymczasem mowa ludzka obejmuje częstotliwość 300–3000 Hz, co oznacza, że u osób tych ubytek słuchu musi istnieć już od jakiegoś czasu.



Rys. 3. Przykładowe wyniki badania audiometrycznego (diagnoza: obustronny wysokoczęstotliwościowy ubytek słuchu): F – częstotliwość, P – poziom słyszenia

Fig. 3. Model results of the audiometric test (diagnosis: double-sided high-frequency hearing loss): F – frequency, P – the level of hearing

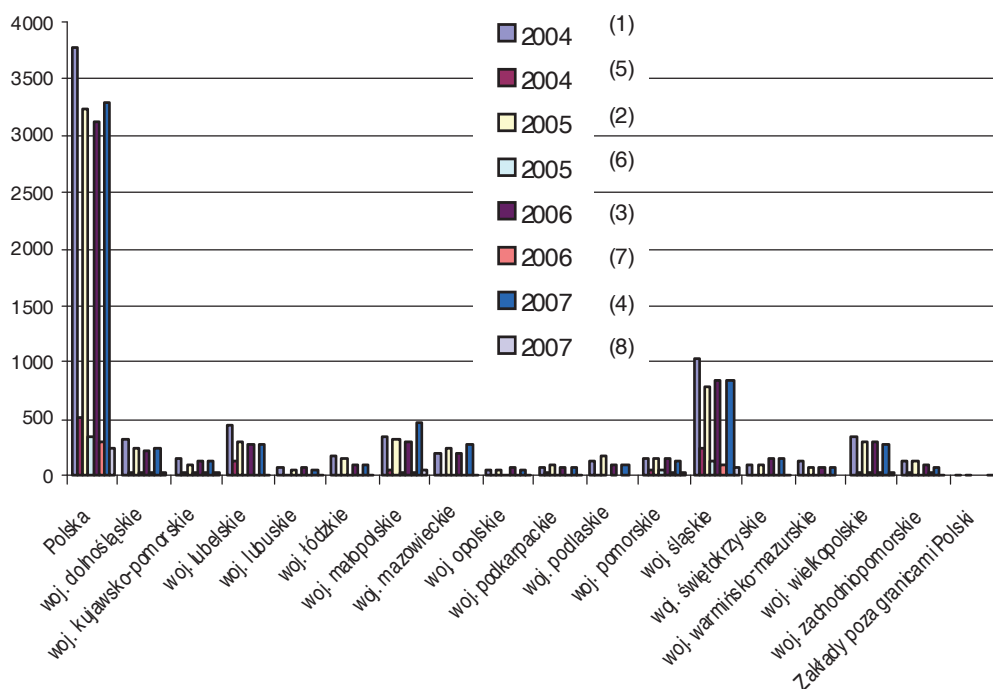
2. USZKODZENIE SŁUCHU JAKO CHOROBA ZAWODOWA

Za chorobę zawodową uznaje się: „Obustronny trwały ubytek słuchu typu ślimakowego podwyższający próg słyszenia o co najmniej 45 dB w uchu lepiej słyszącym, obliczony jako średnia arytmetyczna dla częstotliwości 1,2 i 3 kHz” (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r.). Ostry uraz akustyczny nie jest chorobą zawodową.

Rejestrowanie i analiza występowania chorób zawodowych w Polsce są prowadzone na podstawie „kart stwierdzenia choroby zawodowej”, przesyłanych przez placówki orzekające do Centralnego Rejestru Chorób Zawodowych Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi. Dane dotyczą wyłącznie pracowników zatrudnionych na podstawie stosunku pracy.

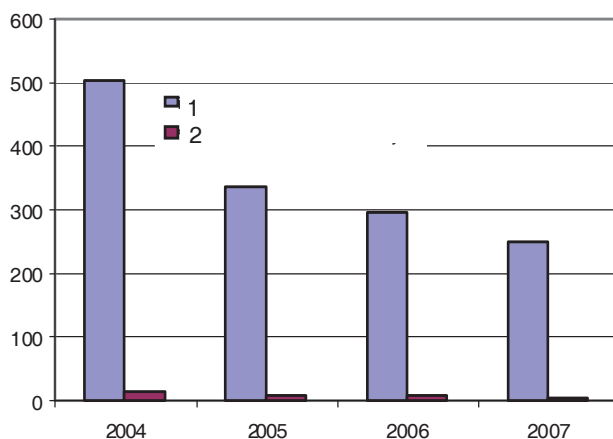
Terytorialne zróżnicowanie zapadalności na choroby zawodowe jest związane ze zróżnicowanym rozwojem przemysłu. Sporządzono listę przedsiębiorstw, które były głównymi źródłami chorób zawodowych. Na liście znalazły się głównie kopalnie węgla kamiennego. Na rysunku 4 przedstawiono stosunek ogólnej liczby chorób zawodowych do liczby przypadków trwałego obustronnego ubytku słuchu typu ślimakowego. Dane dotyczą całego kraju i poszczególnych województw. Obustronny ubytek słuchu pracowników ogółem w stosunku do występujących chorób zawodowych przedstawiono na rysunku 5.

Większość stwierdzonych w Polsce chorób zawodowych powstała w wyniku wieloletniej ekspozycji na czynniki szkodliwe. Najliczniejsza była grupa pracowników z dwudziestoletnim stażem pracy (rys. 6). Znalazło to również odzwierciedlenie w strukturze chorób zawodowych według wieku (rys. 7).



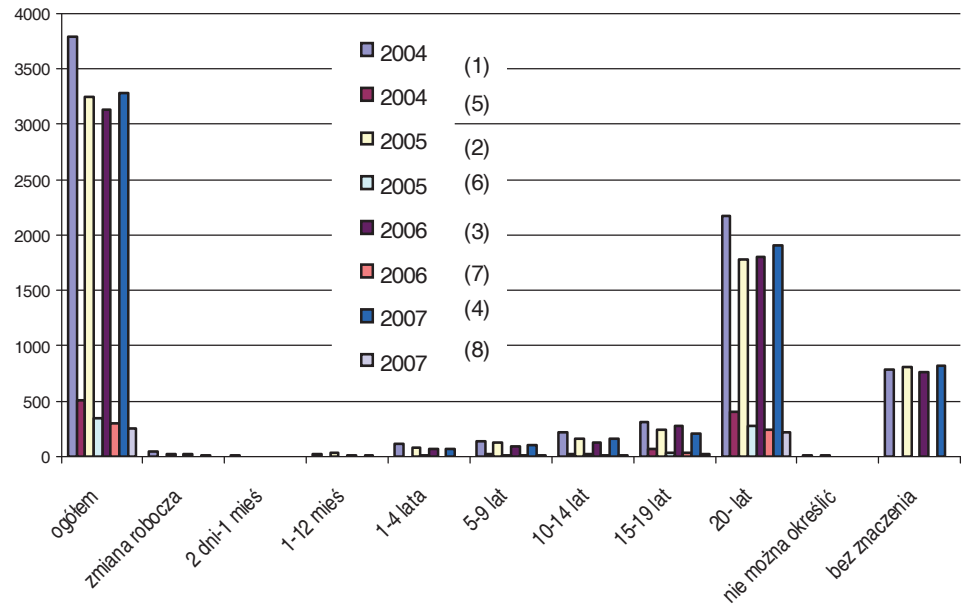
Rys. 4. Choroby zawodowe w Polsce według podziału na województwa: 1, 2, 3, 4 – liczba chorób zawodowych ogółem w latach 2004–2007; 5, 6, 7, 8 – liczba przypadków uszkodzenia słuchu [1, 2, 3, 4]

Fig. 4. Occupational diseases in Poland according to division into voivodeships 1, 2, 3, 4 – number of occupational diseases in total in the years: 2004–2007; 5, 6, 7, 8 – number of cases of hearing injuries [1, 2, 3, 4]



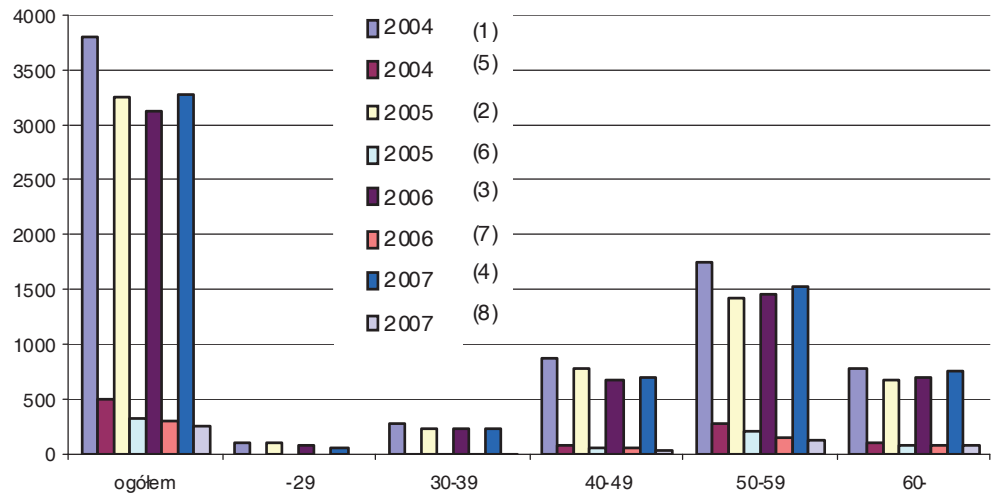
Rys. 5. Obustronny ubytek słuchu typu ślimakowego: 1 – liczba przypadków, 2 – procentowy udział w chorobach zawodowych [1, 2, 3, 4]

Fig. 5. A double-sided hearing loss of the cochlea type: 1 – number of cases, 2 – percentage participation in occupational diseases [1, 2, 3, 4]



Rys. 6. Choroby zawodowe w Polsce według okresu narażenia na czynnik szkodliwy: 1, 2, 3, 4 – liczba chorób zawodowych ogółem w latach 2004–2007; 5, 6, 7, 8 – liczba przypadków uszkodzenia słuchu [1, 2, 3, 4]

Fig. 6. Occupational diseases in Poland according to disease entities and age: 1, 2, 3, 4 – number of occupational diseases in total in the years: 2004–2007; 5, 6, 7, 8 – number of cases of hearing injuries [1, 2, 3, 4]



Rys. 7. Choroby zawodowe w Polsce według jednostek chorobowych i wieku: 1, 2, 3, 4 – liczba chorób zawodowych ogółem w latach 2004–2007; 5, 6, 7, 8 – liczba przypadków uszkodzenia słuchu [1, 2, 3, 4]

Fig. 7. Occupational diseases in Poland according to the time of exposition to harmful factor: 1, 2, 3, 4 – number of occupational diseases in total in the years: 2004–2007; 5, 6, 7, 8 – number of cases of hearing injuries [1, 2, 3, 4]

PODSUMOWANIE

Istnieje udowodniona zależność między wykonywaną pracą a narażeniem na choroby zawodowe. W przypadku uszkodzenia słuchu objawy choroby występują z opóźnieniem, dlatego niezwykle ważna jest ciągła kontrola oraz korekty natężenia dźwięku na stanowiskach pracy. Profilaktyce urazów akustycznych służy poprawa procesów technologicznych, zapobieganie rozprzestrzenianiu się hałasu oraz osobista ochrona pracowników.

Hałas przyczynia się do zmniejszenia bezpieczeństwa pracy między innymi w wyniku: niesłyszania sygnałów alarmowych o wysokich częstotliwościach i zmęczenia.

Hałas działa nie tylko bezpośrednio na ucho środkowe i wewnętrzne, działa również na układ nerwowy i psychikę. Hałas o małym natężeniu powoduje złe samopoczucie. Podczas jego nasilenia dochodzi do odczucia niepokoju. Silny hałas powoduje rozdrażnienie, pobudzenie. W końcu może dojść do apatii, zwolnienia podejmowania decyzji, możliwości zwiększenia popełniania błędów w pracy oraz obniżenia wydajności.

W celu zmniejszenia natężenia dźwięku maszyn stosuje się różnego rodzaju zasłony i izolacje. Często nie ma jednak możliwości zmniejszenia hałasu pochodzącego z procesów technologicznych. Pracownicy, zgodnie z przepisami BHP, są zobowiązani do używania różnego rodzaju ochronników akustycznych: hełmów, słuchawek, wkładek wewnątrzusznych.

Literatura

1. Choroby zawodowe w Polsce w 2004 roku (2005). Łódź, Instytut Medycyny Pracy.
2. Choroby zawodowe w Polsce w 2005 roku (2006). Łódź, Instytut Medycyny Pracy.
3. Choroby zawodowe w Polsce w 2006 roku (2007). Łódź, Instytut Medycyny Pracy.
4. Choroby zawodowe w Polsce w 2007 roku (2008). Łódź, Instytut Medycyny Pracy.
5. Kompała J., Świder J. (2009): Zagrożenie hałasem i drganiami w górnictwie. Materiały XXXVII Zimowej Szkoły Zwalczenia Zagrożeń Wibroakustycznych.
6. Koradecka D. (1999): Bezpieczeństwo pracy i ergonomia. Tom 1. Warszawa, Centralny Instytut Ochrony Pracy.
7. Pruszczyk A. (2000): Zarys audiologii klinicznej. Wyd. II. Poznań, Wydaw. Akademii Medycznej (Praca zbiorowa).
8. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczegółowych zasad postępowania w sprawach zgłaszania, podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzenia chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach (Dz. U. z dnia 19 sierpnia 2002 r.).
9. Śliwińska-Kowalska M., red. (2005): Audiologia kliniczna. Praca zbiorowa. Łódź, Wydaw. Mediton.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Adam Lipowczan