
Marcin Dąbrowski
Koło Naukowe Zintegrowane Systemy Informatyczne Katedra Podstaw Systemów
Technicznych, Wydział Organizacji i Zarządzania, Politechnika Śląska

ANALIZA TECHNICZNO-EKONOMICZNA MOŻLIWOŚCI OGRANICZENIA HAŁASU NA STANOWISKACH PRACY

Streszczenie. W artykule przedstawiono przykład analizy możliwości redukcji hałasu na stanowiskach pracy w wybranym przedsiębiorstwie przemysłowym. Dokonano inwentaryzacji oddziaływania akustycznego na hali produkcyjnej zakładu, w tym identyfikacji głównych źródeł hałasu i narażenia pracowników na hałas. Opisano przykłady możliwości redukcji hałasu w aspekcie organizacyjnym i technicznym oraz analizę ekonomiczną w aspekcie problemu hałasu w przedsiębiorstwie.

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF NOISE REDUCTION IN THE WORKPLACES

Summary. The paper presents examples of analysis of noise reduction in the workplaces in chosen industrial company. Moreover in the paper there is the stock-taking of acoustic influence in productive hall of company, which contains the identification of main sources of noise and the noise influence on the workers. The examples of possibility of noise reduction taking into consideration organizational and technical aspects are also described. Finally the paper presents the economic analysis of the problem of noise in company.

Wprowadzenie

Zagadnienie hałasu jest jednym z podstawowych problemów bezpieczeństwa pracy, z jakimi współcześnie borykają się pracodawcy. Występujące na stanowiskach pracy drgania oraz hałas stają się coraz bardziej uciążliwe dla pracowników.

Hałas jest jednym z głównych czynników szkodliwych związanych ze środowiskiem pracy. Zawodowe uszkodzenie słuchu jest od lat na czołowym miejscu na liście chorób

zawodowych (przed chorobami zakaźnymi i inwazyjnymi, pylicami płuc, chorobami skóry i zatruciami). Wynosi ono wg krajowej statystyki chorób zawodowych około 3000 nowych przypadków rocznie, co stanowi około 1/3 wszystkich rejestrowanych przypadków. Jak wynika z publikacji GUS dotyczącej warunków pracy w Polsce w 2002 r. na ogólną liczbę około 637,4 tysięcy zatrudnionych w warunkach zagrożenia około 277,3 tysięcy, to jest 43,5 %, było narażonych na hałas [9]. Ten spory odsetek wskazuje na to z jak dużym problemem mamy do czynienia.

Hałas w czasie pracy w sposób zasadniczy wpływa na wydajność pracy, a co z tym jest bezpośrednio powiązane – ma wpływ również na inne czynniki ekonomiczne. Zaburza on możliwość skoncentrowania uwagi, obniżając w ten sposób wydajność pracy. Na skutek hałasu następuje stopniowa utrata energii, a funkcjonalne zmiany zachodzące w ośrodkowym układzie nerwowym stają się przyczyną narastającego zmęczenia i spadku zdolności do pracy. Hałas utrudnia wykonywanie prac precyzyjnych i koncepcyjnych wymagających udziału procesów myślowych, przedłuża czas reakcji prostych i złożonych, zwłaszcza czas wyboru. Z tego powodu utrudnione są prace związane z obserwacją, percepcją i analizą informacji, prace sterownicze i sygnalizacyjne [1].

Występowanie hałasu przyczynia się istotnie do utrzymywania się wysokiej liczby wypadków i urazów, absencji chorobowej (także powypadkowej). Straty, ponoszone przez przedsiębiorstwa, zakłady ubezpieczeniowe i służbę zdrowia na skutek stwierdzanych chorób zawodowych oraz wypadków i urazów, są stosunkowo istotne. Ale straty związane z faktem, że osoby pracujące w złych warunkach, np. w hałasie wykonują mniej pracy, ich praca będzie miała niższą jakość i wytworzą więcej braków, są co najmniej 10-krotnie większe. Jak widać występowanie hałasu, docierającego do pracowników, jest przyczyną znacznych strat. Rozsądne zmniejszenie hałasu na stanowiskach pracy czyni przedsiębiorstwo – sprawniejszym, a pracowników – wydajniejszymi. Zmniejszenie hałasu w przedsiębiorstwie to najczęściej, z ekonomicznego punktu widzenia, opłacalna inwestycja. Ponadto racje humanitarne ograniczenia ryzyka utraty słuchu, czy zmniejszenia prawdopodobieństwa zaistnienia wypadku, tylko ją wspierają.

Wzrost liczby wypadków i chorób zawodowych oraz wzrost liczby pracowników, dla których stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych wartości czynników materialnego środowiska pracy (np. hałasu, stężenia par związków toksycznych, zapylenia, mikroklimatu itd.), może pociągnąć za sobą dodatkowe niekorzystne, dla pracodawców, skutki ekonomiczne. Inspektorzy Państwowej Inspekcji Pracy oraz Państwowej Inspekcji Sanitarnej mogą wystosować wniosek do ZUS o podwyższenie składki ubezpieczeniowej dla przedsiębiorstwa, w którym doszło do wzrostu powyższych wskaźników. Zmniejszając

poziom hałasów dobrze jest mieć ten aspekt na uwadze. Tym bardziej, że podwyższenie składki ZUS dotyczy w takim samym przypadku wszystkich pracowników przedsiębiorstwa a nie tylko pracowników narażonych na hałas przekraczający NDN [2].

1. Podstawy prawne ochrony przed hałasem

Współcześnie występuje cały szereg regulacji prawnych, wymuszających na pracodawcy konieczność podejmowania działań zmierzających do zapewnienia zdrowych i bezpiecznych warunków pracy pracownikom zatrudnionym w ich przedsiębiorstwie. Z punktu widzenia podjętego w pracy problemu hałas jako czynnik szkodliwy w miejscu pracy powinien być ograniczany lub, jeśli to możliwe, całkowicie wyeliminowany.

O ochronie pracownika wspomina Konstytucji RP (Art. 66. 1.), w której możemy przeczytać, że każdy ma prawo do bezpiecznych i higienicznych warunków pracy. Sposób realizacji tego prawa oraz obowiązki pracodawcy określa ustawa.

Według Prawa ochrony środowiska (Art. 112) – ochrona przed hałasem polega na zapewnieniu jak najlepszego stanu akustycznego środowiska, w szczególności poprzez utrzymanie poziomu hałasów poniżej dopuszczalnego lub co najmniej na tym poziomie oraz zmniejszenie poziomu hałasów do dopuszczalnego, gdy nie jest on dotrzymany.

Według Kodeksu Pracy, pracodawca ponosi odpowiedzialność za stan bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładzie pracy. Art. 207 Kodeksu Pracy nakłada na pracodawcę obowiązek ochrony zdrowia i życia pracowników poprzez zapewnienie bezpiecznych i higienicznych warunków pracy przy odpowiednim wykorzystaniu osiągnięć nauki i techniki.

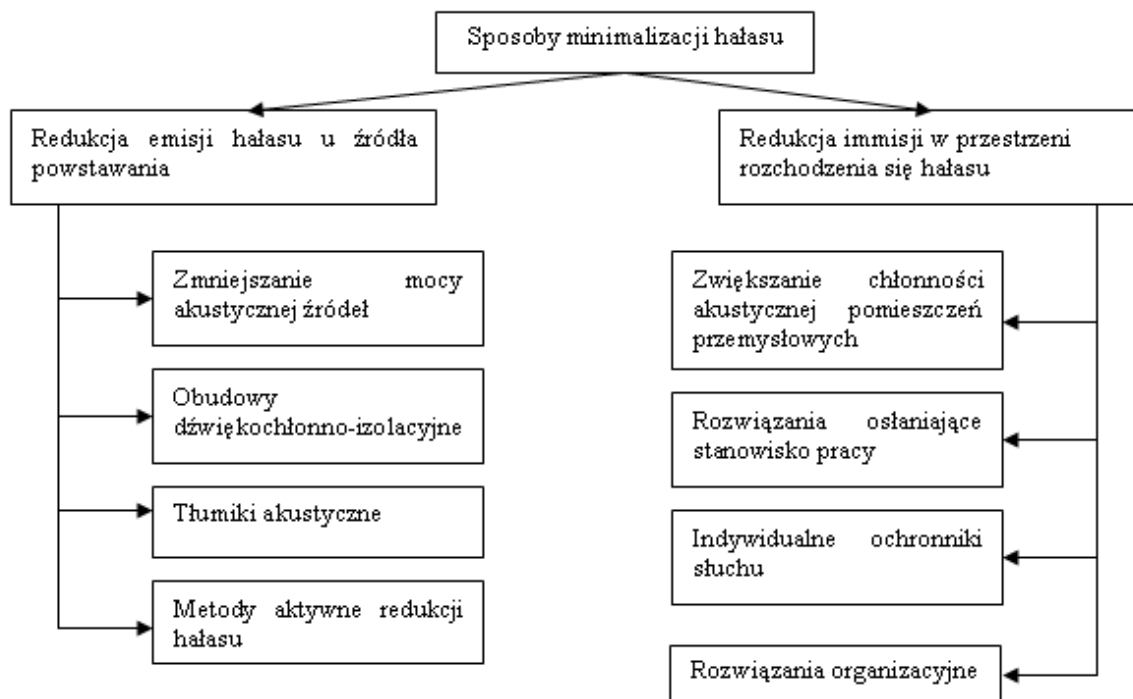
Zagadnieniu hałasów poświęcony jest cały szereg przepisów krajowych oraz dyrektyw europejskich, jednak ze względu na zakres tej pracy nie będą one analizowane.

W sytuacji występowania przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasów na stanowiskach pracy [6], pracodawca (zgodnie z [7]) zobligowany jest do płacenia kar. W tym wypadku redukcja hałasów prowadzi do bezpośrednich oszczędności.

2. Sposoby minimalizacji hałasów na stanowiskach pracy

Istnieje wiele metod i sposobów obniżania poziomu hałasów w środowisku pracy i życia człowieka. Na Rys. 1 przedstawiono podział metod i sposobów zwalczania hałasów według kryterium przyjętego w pracy [1], czyli:

- zwalczanie emisji hałasu u źródeł powstawania,
- redukcja immisji hałasu w przestrzeni jego rozchodzenia.



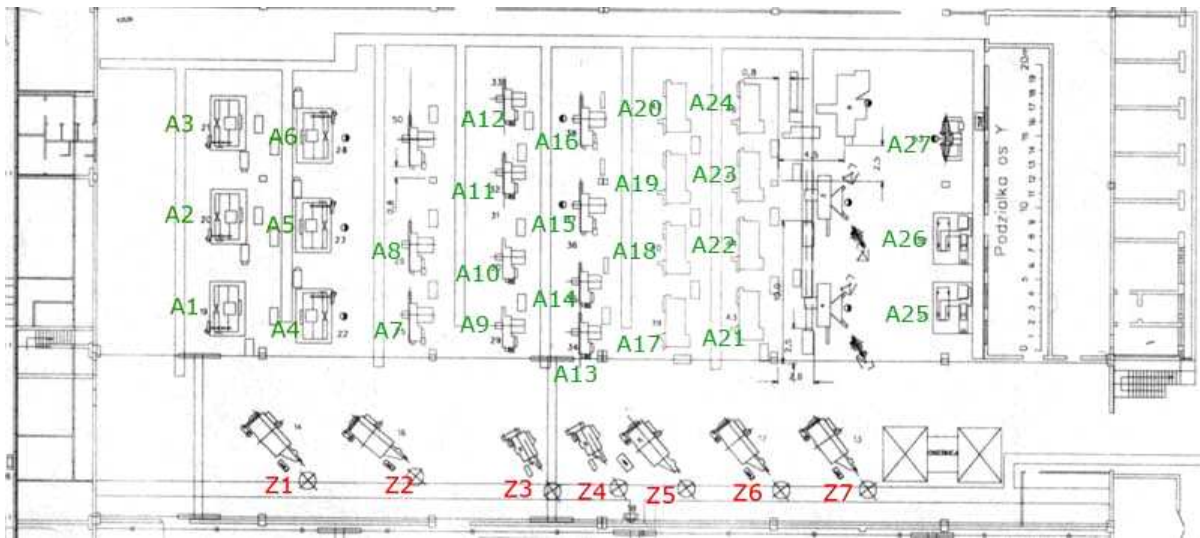
Rys. 1. Sposoby minimalizacji hałasu na stanowiskach pracy. [1]
 Fig. 1. Ways of minimization of noise at the workplaces.

3. Analiza techniczno-ekonomiczna możliwości ograniczenia hałasu na stanowiskach pracy

W niniejszym artykule podjęto się próby dokonania oceny możliwości ograniczenia niekorzystnego oddziaływania hałasu na pracowników w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Profil przedsiębiorstwa związany jest z przemysłem maszynowym (Fabryka Narzędzi Górniczych). W takich przypadkach główne przyczyny emisji hałasu do środowiska pracy dotyczą oddziaływania akustycznego elementów maszyn i urządzeń stosowanych w produkcji oraz procesy technologiczne (np. obróbka mechaniczna). Przedstawiona analiza obejmuje propozycję rozwiązań technicznych i organizacyjnych, zgodnych ze schematem przedstawionym na Rys. 1, oraz ich ocenę ekonomiczną wdrażania wybranych rozwiązań.

3.1 Identyfikacja oddziaływania hałasu w badanej hali przemysłowej

Podjęta w pracy analiza przeprowadzona została w Fabryce Narzędzi Górniczych. Badanym obiektem była hala Wydziału Łączuchowni o wymiarach: długość 65 [m], szerokość 37 [m]. W hali znajdują się dwa rodzaje maszyn: zaginarki na zimno oraz zgrzewarki iskrowe. Rozmieszczenie wymienionych obiektów technicznych na Hali Łączuchowni przedstawia Rys. 2.



Rys. 2. Rozmieszczenie maszyn przemysłowych na Hali Łączuchowni Fabryki Łączuchów. [materiały źródłowe przedsiębiorstwa]

Fig. 2. The distribution of industrial machines in the productive hall of analysed company.

W hali znajduje się siedem zaginarek na zimno, oznaczonych symbolami Z1, Z2, Z7, oraz dwadzieścia siedem zgrzewarek iskrowych, które oznaczono symbolami A1, A2, A27.

Na zaginarkach odbywa się proces zaginania łańcucha o przekrojach od $\phi 9$ do $\phi 20$. W pierwszym etapie walcówka lub pręt, które są wsadem do produkcji, cięte są na zaginarkę na odpowiedniej długości odcinki, które następnie zawijane są za pomocą rolek wokół stempla. W ten sposób powstaje ogniwo, które po tym jest odpowiednio ustawiane tak, aby kolejny odcinek pręta przeszedł przez środek powstałego ogniwa zanim zostanie zagięty i powstanie z niego nowe ogniwo.

Na zgrzewarkach iskrowych następuje rozgrzewanie czół ogniw a następnie ich dociśnięcie do siebie. W wyniku tego procesu powstają spoiny ogniw.

Źródłem hałasu w Hali Łączuchowni są zaginarki na zimno. Hałas towarzyszący pracy zaginarek w dużej mierze pochodzi z procesu cięcia walcówki. Wyniki pomiarów poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy - $L_{EX,8h}$, przedstawia tabela 2.

Tabela. 2 Wartości $L_{EX,8h}$ towarzyszące pracy zaginarki [materiały źródłowe przedsiębiorstwa].

Table. 2 The value of $L_{EX,8h}$ parametr during the work of the bends machine.

Wartość $L_{EX,8h}$ [dB]	Proces produkcyjny będący źródłem hałasu
87,3	Zaginanie łańcucha o przekroju ϕ 10
88	Zaginanie łańcucha o przekroju ϕ 18

Liczba pracowników narażonych na hałas zależna jest od procesu produkcyjnego odbywającego się na zaginarkach. W związku z tym, że zaginarki na zimno znajdują się w jednej hali wraz ze zgrzewarkami iskrowymi – emitowany przez nie hałas oddziałuje nie tylko na pracowników obsługujących zaginarki, ale również na operatorów zgrzewarek oraz wszystkich innych pracowników przebywających w hali. Przykładem tego może być zgrzewarka A25. Liczba pracowników obsługujących zgrzewarkę A25 zależy od rodzaju wytwarzanego wyrobu i kształtuje się zgodnie z danymi przedstawionymi w tabeli 3.

Jak widać w tabeli 3 liczba pracowników przypisanych do maszyny jest zmienna. Podobnie jest z pozostałymi maszynami zlokalizowanymi w Hali Łańcuchowni.

Ze zbiorczej analizy ilości pracowników obsługujących maszyny w Hali Łańcuchowni wynika, że minimalna ilość pracowników stale narażonych na hałas podczas codziennego przebywania w hali wynosi 22 osoby. Na liczbę tą składa się 7 operatorów zaginarek oraz 15 operatorów zgrzewarek.

Zastosowanie wskazanej na rys.3 lokalizacji zgrzewarek A_i pozwala na przydzielenie mniejszej liczby pracowników do ich obsługi. W przypadku najprostszej opcji produkcji jeden pracownik może obsługiwać 2 zgrzewarki.

Tabela. 3 Ilość pracowników na stałe przypisana do zgrzewarki iskrowej A25 w Hali Łańcuchowni w zależności od rodzaju produkowanego wyrobu [materiały źródłowe przedsiębiorstwa].

Table. 3 The number of workers working at sparkle welder A25 in dependence from kind of produced article.

Zgrzewarka iskrowa A25		Zgrzewany rodzaj łańcucha
Ilość pracowników obsługujących zgrzewarkę		
1.	Jeden pracownik obsługuje 2 maszyny	ϕ 10 – 14
2.	Dwóch pracowników obsługuje 3 maszyny	ϕ 9 – 13
3.	Jeden pracownik obsługuje 1 maszynę	ϕ 9x59, 10x66, 11x72

W wariacie najbardziej złożonym 3 pracowników obsługuje jedną zgrzewarkę. Maksymalna ilość pracowników przydzielonych do maszyn, którzy przebywają w hali podczas produkcji to – 9 operatorów zaginarek oraz 44 operatorów zgrzewarek. W sumie daje to maksymalnie 53 osoby pracujące na maszynach w analizowanej hali. Liczba narażonych na hałas może być jeszcze powiększona o wszystkich pracowników przebywających w hali, ale nie przypisanych do niej na stałe – np. operatorzy wózków

widłowych przywożących kosze z łańcuchem czy pracownicy przechodzący przez halę do hal sąsiednich.

3.2 Straty ekonomiczne wywołane występowaniem hałasu w przedsiębiorstwie

Pracodawca zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2005 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy pracodawca ma obowiązek zapewnienia odpowiedniej ochrony pracownikom przed czynnikami szkodliwymi środowiska pracy. W wypadku braku odpowiednich zabezpieczeń inspektorzy Państwowej Inspekcji Sanitarnej mogą nałożyć na pracodawcę mandat do 1000 zł a w wypadku braku jakichkolwiek działań pracodawcy mimo wcześniejszych mandatów i upomnień – sprawa może zostać skierowana do sądu, który może wyznaczyć grzywnę do 5000 zł.

Skutki występowania hałasu w środowisku pracy nie są obojętne dla sytuacji ekonomicznej samych pracodawców, jak i pracowników oraz całego społeczeństwa. W skali pojedynczego zakładu – hałas jest źródłem szeregu kosztów obniżających zysk przedsiębiorcy. Źródłem tych dodatkowych obciążeń są:

- koszty wypłacanych dodatków za pracę w warunkach szkodliwych dla zdrowia,
- koszty zakupu ochron osobistych,
- koszty nadzoru nad środowiskiem pracy – częstszych pomiarów hałasu,
- koszty wynikające z ewentualnych stwierdzonych chorób zawodowych,
- koszty wynikające z większej wypadkowości (urazowości) w pracy,
- koszty większej absencji chorobowej (pozawypadkowej), w tym części finansowanej bezpośrednio przez pracodawcę, a także koszty ewentualnych zastępstw,
- straty wynikające z obniżonej jakości produkcji,
- straty spowodowane mniejszymi ilościowo efektami pracy,
- wyższa składka na ubezpieczenie wypadkowe (od roku składkowego 2006).

Hałas w środowisku pracy generuje również koszty dla całego społeczeństwa. Z jednej strony są to ubezpieczone koszty leczenia oraz koszty wypłacanych zasiłków chorobowych i rent. Z drugiej, niższe zyski pracodawcy przekładają się na mniejsze wpływy do budżetu państwa.

3.3 Organizacyjne rozwiązania redukcji hałasu

Jedną z możliwości ograniczenia narażenia pracowników na nadmierny hałas są rozwiązania organizacyjne. W wyniku odpowiedniego zaplanowania produkcji możliwa jest taka organizacja pracy, aby na badanej hali przebywała jednocześnie jak najmniejsza ilość pracowników, a co za tym idzie żeby jak najmniejsza ilość pracowników narażona była na hałas.

Kolejnym rozwiązaniem jest taka rotacja pracowników, aby pracowali oni przez różne części zmiany lub dni tygodnia na przemian na cichszych lub głośniejszych stanowiskach pracy. Rotacja taka nie zmienia wartości hałasu występującego na stanowisku pracy. Powoduje ona jednak obniżenie średniej wartości hałasu docierającego do pracownika w czasie typowej ośmiogodzinnej zmiany produkcyjnej.

Odmianą rotacji jest usuwanie pracowników poza nadmiernie hałaśliwe stanowisko pracy na część zmiany lub też wybrane dni tygodnia.

Wprowadzenie do przedsiębiorstwa większej liczby zmian produkcyjnych, zamiast jednej – dwóch lub trzech – również może posłużyć jako działanie przeciwhałasowe. Powoduje ono odpowiednio zmniejszenie o $\frac{1}{2}$ lub $\frac{1}{3}$:

- liczbę pracujących źródeł hałasu,
- sumę średnich dla zmiany produkcyjnej wartości mocy akustycznej źródeł,
- sumę składowych hałasu docierających bezpośrednio od wszystkich źródeł poza obsługiwany oraz składową docierającą od wszystkich źródeł pośrednio poprzez odbicia od płaszczyzn ograniczających pomieszczenie.

Ostateczny efekt obniżenia poziomu hałasu docierającego do pracownika w tym wypadku jest rzędu 1,5 dB(A) dla dwóch zmian oraz 2 dB(A) dla trzech zmian produkcyjnych zamiast jednej.

Rozwiązaniem organizacyjnym, pozwalającym na uzyskanie największych efektów zmniejszenia hałasu docierającego do pracowników, jest odsunięcie stanowiska pracy od źródeł hałasu. Wymaga ono zazwyczaj zastosowania nowych urządzeń podających obrabiany materiał lub transportujących go po obróbce. Zwiększenie odległości między pracownikiem a obsługiwany źródłem o 50% - daje zmniejszenie składowej hałasu pochodzącej od obsługiwanego źródła o 55%. Podwojenie tej odległości daje czterokrotne zmniejszenie tej składowej. Łączny efekt obniżenia poziomu hałasu docierającego do pracownika w czasie zmiany produkcyjnej ΔL jest rzędu 1-2 dB(A), a praktycznie nie przekracza 3 dB(A) bez względu na to, na jaką odległość odsuniemy pracownika od źródła [5].

Innym rozwiązaniem, które przyniesie zmniejszenie ilości pracowników narażonych na hałas jest przeniesienie zaginerek do innych pomieszczeń.

Ważnym aspektem są również szkolenia pracowników w zakresie odpowiedniego używania wyposażenia stanowisk pracy – tak, aby ograniczyć emisję hałasu.

3.4. Indywidualne ochronniki słuchu

Indywidualne ochronniki słuchu są najprostszym i najszybszym sposobem ochrony narządu słuchu przed skutkami oddziaływania hałasu. Dzieli się je na nauszники przeciwhałasowe i wkładki przeciwhałasowe. Współcześnie często stosowane są również nauszники z układami elektronicznymi, które dzielimy na trzy grupy: z aktywną redukcją hałasu, z regulowanym tłumieniem oraz łącznością przewodową i bezprzewodową [3].

Podstawowy problemem wynikający z zastosowania filozofii ochrony pracowników indywidualnymi ochronnikami słuchu jest taki, że skuteczność tego rozwiązania

ogranicza się wyłącznie do osób wyposażonych w ochronniki. Wszyscy pozostali pracownicy przechodzący lub przejeżdżający przez halę byłiby narażeni na hałas.

Indywidualne ochronniki słuchu przeznaczone są do użytku osobistego i nie mogą być stosowane przez kilka osób, dlatego też każdy z pracowników przebywających w warunkach narażenia na hałas powinien mieć swoje ochronniki.

Czas użytkowania i magazynowania oraz oddziaływania naturalnych warunków atmosferycznych na ochronniki słuchu ma istotny wpływ na ich właściwości ochronne. Dlatego też kolejnymi problemami pojawiającym się wraz z zastosowaniem ochronników osobistych są: odpowiednia ich konserwacja, kontrola skuteczności tłumienia starzejących się ochronników, jak również problem doboru ochronników o odpowiednich parametrach dla poszczególnych pracowników. Wszystkie te aspekty pociągają za sobą pewne stałe koszty, które pracodawca ponosi podczas eksploatacji ochronników.

3.5. Rozwiązania techniczne ograniczające hałas w analizowanym zakładzie

Obsługa maszyn bez ochron indywidualnych daje większy komfort pracy. Nie ma dyskomfortu związanego z używaniem nauszników bądź wkładek przeciwhałasowych, takiego jak uczucie gorąca, podrażnienia skóry czy nadmierny ucisk. Brak nauszników powoduje również ułatwione porozumiewanie się oraz łatwe odbieranie sygnałów ostrzegawczych – co pociąga za sobą zwiększenie bezpieczeństwa pracy.

Dlatego też mając na uwadze powyższe czynniki ograniczenie hałasu emitowanego przez zaginarki do poziomu 85 dB lub niższego spowodowałoby znaczną poprawę warunków pracy w hali.

Najskuteczniejszym rozwiązaniem z punktu widzenia skuteczności wyciszenia zaginarek na zimno byłoby zastosowanie obudów dźwiękochłonnych całkowicie zamkniętych. W miejscach, do których potrzebny jest dostęp do elementów zaginarki – obudowa posiadałaby otwierany, przesuwany lub podnoszony element, ułatwiający przeprowadzenie prac obsługowych. Zastosowana obudowa powinna zapewniać nieingerowanie w rzeczywisty przebieg procesów technologicznych, poza tym powinna zapewnić uzyskanie odpowiednich efektów akustycznych, jak również spełnienie wymagań dotyczących funkcjonalności, higieny produkcji, trwałości i bezpieczeństwa.

Decyzja o wyborze jednego z zaproponowanych sposobów redukcji hałasu panującego w hali należy do pracodawcy. Szacunkowe koszty wyposażenia 53 pracowników w osobiste ochronniki słuchu wynoszą około 5600 zł w roku zakupu ochronników. Na koszt ten składa się koszt zakupu ochronników, oraz dodatki za pracę w warunkach szkodliwych dla zdrowia. W kolejnych latach koszt ten byłby niższy i wynosiłby około 2200 zł na rok. W rozpatrywanym okresie 5 lat całkowity koszt stosowania ochronników osobistych szacowany jest na około 14,4 tyś. zł. Kwota ta jest jeszcze powiększona o koszt okresowych badań lekarskich dla pracowników pracujących na stanowiskach pracy, na których poziom hałasu przekracza dopuszczalne normy.

W przypadku podjęcia decyzji o całkowitym wyciszeniu 7 zaginarek na zimno – koszt obudów dźwiękochłonno-izolacyjnych wraz z montażem wynosiłby około 60 tyś. zł. Koszt inwestycji rozłożony na okres 5 lat wynosiłby około 12 tyś. zł na każdy rok.

Redukcja hałasu w analizowanym przedsiębiorstwie przez zastosowanie obudów dźwiękochłonno-izolacyjnych – jest rozwiązaniem o wyższej jakości niż stosowanie ochronników indywidualnych. Chociaż koszt wyciszenia zaginarek jest znacznie wyższy niż w przypadku stosowania ochron osobistych, to inwestycja ta pozwoli na ostateczne rozwiązanie problemu nadmiernego hałasu. Wraz z obniżeniem poziomu hałasu nastąpi polepszenie komfortu pracy pracowników a co za tym idzie wzrost jakości pracy. Modernizacja zaginarek powinna też przynieść wzrost wydajności pracy.

Podsumowanie

Wybór metody redukcji hałasu w dużej mierze uzależniony jest od analizowanego obiektu technicznego. W przypadku zastosowania rozwiązań technicznych minimalizacji hałasu, należy brać pod uwagę zasadę działania i przeznaczenia hałaśliwego obiektu technicznego, a także miejsce zlokalizowanych w nim najgłośniejszych źródeł dźwięku.

Niektóre z maszyn przemysłowych, z racji specyfiki wykonywanych przez nie procesów produkcyjnych, nie mogą zostać całkowicie izolowane akustycznie. W takim przypadku wykorzystywane są obudowy częściowo zamknięte, które swoją konstrukcją umożliwiają prawidłowy przebieg procesów produkcyjnych dzięki odpowiedniej liczbie otworów lub otwartej jednej ze ścian bocznych. Mimo iż skuteczność ochrony przeciwdźwiękowej takiej obudowy u wylotu otworów technologicznych jest niewielka to rozwiązanie takie, w wielu przypadkach, może polepszyć warunki akustyczne na innych, sąsiednich stanowiskach pracy.

W sytuacji, gdy maszynę lub urządzenie można całkowicie zamknąć w obudowie, należy zwrócić szczególną uwagę na elementy jej funkcjonowania, szczególnie w zakresie obsługi. Dostęp pracownika do maszyny lub jej części zależnie od częstości występowania takiej potrzeby, może następować przez drzwi, specjalne klapy, rozsunięcie części obudowy, rozebranie jej fragmentów lub uniesienie specjalnymi urządzeniami podnośnymi. Stosowane w takich przypadkach obudowy całkowicie zamknięte charakteryzuje najwyższa skuteczność akustyczna.

Jeśli źródłem hałasu w maszynie przemysłowej jest jeden z jej elementów konstrukcyjnych lub funkcjonalnych – np. silnik lub przekładnia, wtedy najkorzystniej jest zastosować obudowę fragmentaryczną, osłaniającą tenże element. Rozwiązanie to jest korzystne zarówno z ekonomicznego, jak i technicznego punktu widzenia [4].

Środki ochrony indywidualnej – (np. wkładki lub nauszники przeciwhałasowe) powinny być stosowane jako środek ostateczny po wyczerpaniu wszystkich innych sposobów

eliminacji i redukcji źródeł hałasu. W przypadku stosowania środków ochrony indywidualnej, należy uwzględnić następujące zagadnienia:

- należy upewnić się, że wybrane środki są odpowiednie do rodzaju i czasu trwania hałasu, a także zgodne z innymi środkami ochrony indywidualnej,
- pracownicy powinni mieć możliwość wyboru odpowiednich dla siebie środków ochrony słuchu,
- wielu pracowników (np.: kierowcy, policjanci, piloci czy operatorzy kamer) potrzebuje słuchawek lub hełmofonów służących do komunikacji, które często są wyposażone w układ aktywnej redukcji hałasu w celu zapewnienia dobrej komunikacji i minimalizacji ryzyka wypadków,
- środki ochrony indywidualnej powinny być właściwie przechowywane i konserwowane,
- należy przeprowadzać szkolenia dotyczące powodów, dla których stosowanie środków ochrony indywidualnej jest niezbędne, sposobów ich stosowania i konserwacji [8].

Pracodawcy zawsze powinni dokonać konsultacji z pracownikami przed wprowadzeniem nowych rozwiązań wyciszających. Dzięki temu ustalone mogą zostać własności ergonomiczne i funkcjonalne wprowadzanych środków redukcji hałasu. Pracodawcy powinni ponad to pozyskiwać informacje z bieżącej eksploatacji wyciszonych maszyn aby dowiedzieć się jakie są wrażenia, odczucia, czy komfort pracy towarzyszący użytkownikom zastosowanych wyciszeń. Korzystanie z takiej wiedzy daje pewność, że zagrożenia zostały poprawnie zidentyfikowane i zastosowano odpowiednie rozwiązania.

Wszelkie zastosowane środki zmniejszające poziom hałasu na stanowisku pracy będą skuteczne tylko wówczas, gdy wykorzystujący je pracownicy będą je stosowali zgodnie z przeznaczeniem. Na pracodawcę spada obowiązek poinformowania pracowników o znaczeniu i przeznaczeniu środków ochrony słuchu. Zastosowane do wyciszenia maszyn obudowy dźwiękochłonno-izolacyjne na pewno początkowo mogą przeszkadzać pracownikom w wykonywaniu wyuczonych czynności, dlatego też należy utrwalać nowe nawyki – odpowiednie dla nowego układu tej samej maszyny. Podobnie sprawa wygląda w przypadku indywidualnych ochron słuchu. Stosowanie takich ochronników musi być bezwzględnie egzekwowane na stanowiskach pracy.

Eliminowanie lub ograniczanie nadmiernego hałasu w miejscu pracy to nie tylko prawny obowiązek pracodawców. Zadanie to leży również w interesie organizacji. Im bardziej bezpieczne i zdrowe środowisko pracy, tym mniejsze prawdopodobieństwo kosztownych absencji, wypadków i zmniejszonej wydajności pracy.

Literatura

1. Engel Z., *Ochrona środowiska pracy przed drganiami i hałasem. Wybrane zagadnienia. Część 1* Skrypt uczelniany nr 744, Wydawnictwo AGH, Kraków 1980.
2. Rybarczyk W., *Hałas w przemyśle i jego ograniczanie. Ujęcie ekonomiczne – dla przedsiębiorców*, Centrum Zastosowań Ergonomii, Zielona Góra 1999.
3. Kotarbińska E., Ogłaza R., *Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy. Część 8 Hałas*, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1998.
4. Engel Z., Sikora J., *Obudowy dźwiękochłonne-izolacyjne*, Wydawnictwo AGH, Kraków 1989.
5. Rybarczyk W., Walerian E., Kowal E., *Projektowanie i wdrażanie rozwiązań zmniejszających hałas*, Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa 1988.
6. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (DzU nr 217, poz. 1833).
7. Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 29 września 2001 r. w sprawie wysokości jednostkowych stawek kar za przekroczenie dopuszczalnego poziomu hałasu (Dz. U. Nr 120, poz. 1285).
8. Materiały informacyjne dotyczące Europejskiego Tygodnia Bezpieczeństwa i Zdrowia Pracy 2005. Stop Hałasowi!, Krajowy Punkt Centralny Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, Warszawa, kwiecień 2005.
9. http://www.stat.gov.pl/dane_spol-gosp/praca_ludnosc/warunki_pracy/2002/.