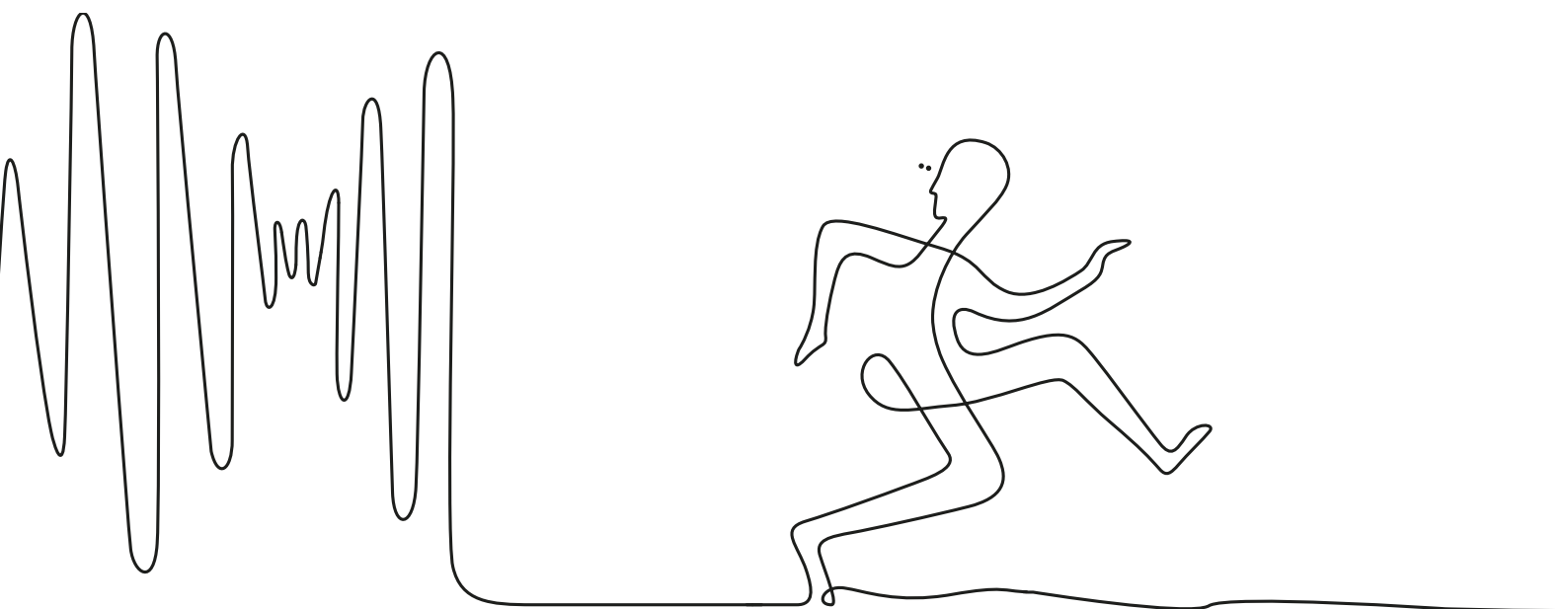


HAŁAS

NIEWIDZIALNY
POŻERACZ TWOJEGO
ZDROWIA



Informacje oraz przepisy

Akustyka

Jest naszą pasją od 25 lat. W trakcie nauki, projektowania, tworzenia innowacyjnych rozwiązań, ich produkcji, montażu oraz wykonywania pomiarów akustycznych zdobywaliśmy wiedzę i doświadczenie, które dziś wykorzystujemy w codziennej pracy projektowej i wykonawczej. Na kolejnych stronach tego dokumentu chcemy krótko opisać naszą działalność, przybliżyć problematykę hałasu, jego wpływ na zdrowie oraz wskazać obowiązujące przepisy w zakresie akustyki i ochrony przed hałasem.

Nasz zespół tworzą specjaliści z zakresu akustyki wnętrz, projektowania produktów, architektury, systemów scenicznych oraz realizacji wydarzeń artystycznych. Wykonujemy kompleksowe pomiary akustyczne, przygotowujemy raporty i ekspertyzy, opracowujemy dokumentację projektową w zakresie akustyki wnętrz, akustyki budowlanej, ochrony przed hałasem oraz zanieczyszczenia środowiska hałasem.

Marka **Architected Sound** kieruje swoją ofertą do architektów, biur projektowych, instytucji publicznych i prywatnych, jednostek budżetowych, mikro, małych, średnich i dużych przedsiębiorstw oraz klientów indywidualnych. Jesteśmy przekonani, że każda przestrzeń wymaga skutecznego, komfortowego i odpowiednio dobranego rozwiązania akustycznego.

Dostosowujemy standard świadczonych usług do potrzeb klienta, jego oczekiwań oraz założonych

możliwości finansowych. Ideą naszej marki jest działanie zgodne z zasadami etyki biznesowej, czyli współpraca oparta na wzajemnym zaufaniu, zrozumieniu i odpowiedzialności. Szerokie portfolio zrealizowanych projektów jest dla nas najlepszym potwierdzeniem jakości naszej pracy.

Działania marki **Architected Sound** przybliżają problem hałasu oraz jego negatywnego wpływu na zdrowie każdego z nas. Nasz zespół pomaga znaleźć właściwe rozwiązania, m.in. poprzez projektowanie efektywnych i ergonomicznych stanowisk pracy, tworzenie komfortowych i cichych przestrzeni życia, konsultacje na różnych etapach opracowywania dokumentacji projektowej oraz weryfikację wykonanych prac budowlanych za pomocą pomiarów akustycznych, w odniesieniu do obowiązujących przepisów i norm z zakresu akustyki.

Zapraszamy na naszą stronę internetową, do śledzenia naszych profili w mediach społecznościowych: Facebook, Instagram i Pinterest, oraz do bezpośredniego kontaktu z naszymi specjalistami.

Zapraszamy również do lektury znajdującego się na kolejnych stronach kompendium informacji o hałasie, krótkiego omówienia wymogów polskiego prawa w zakresie ochrony przed hałasem oraz artykułów poświęconych wpływowi hałasu na zdrowie.

HAŁAS – TWÓJ NIEWIDZIALNY WRÓG

Dzień jak co dzień – stoisz na przystanku tramwajowym, jest 8:00 rano, a mimo wczesnej pory narasta w Tobie irytacja i ogólna nerwowość. Zupełnie nie wiążesz tego z faktem, że od 2 tygodni sąsiad robi remont, a Ty po powrocie do domu słyszysz tylko dźwięki wiertarki. Nie przychodzi Ci także do głowy, że przyczyną może być niedawno zainstalowany w biurze głośny system klimatyzacji, który nie spełnia norm hałasu, gdyż szef wybrał tańszą opcję. Nie szukasz przyczyny swojego kiepskiego samopoczucia w **otaczającym Cię zewsząd hałasie**, bo nikt Ci nie powiedział, że może być on groźny dla zdrowia Twojego i Twojej rodziny.

Dynamiczny rozwój cywilizacji generuje wokół nas coraz więcej hałasu a cisza staje się luksusem, którego nie doświadczasz w domu i w pracy czasem miesiącami.

Współczesny świat otacza nas hałasem praktycznie na każdym kroku: w domu i w pracy, w szkole i w przedszkolu, na basenie i w klubie fitness a nawet w kolejce do lekarza. Hałas wpływa negatywnie na nasze zdrowie, pogarsza samopoczucie, nie pozwala się skupić i bardzo często jest powodem spadku naszej wydajności w pracy. Przez niego odpoczywamy nieefektywnie, męczymy się w restauracjach lub wychodzimy niezadowoleni ze zbyt głośnego koncertu. Wiemy, że tak jest; sami tego doświadczamy.

CZY WIESZ, ŻE...?

Dla zdrowego dorosłego człowieka dźwięki na poziomie 30 dB (czyli naprawdę ciche) zaburzają odpoczynek, a w pracy utrudniają skupienie. Większość otaczających nas przestrzeni jest nasycona hałasem od urządzeń i ludzi o poziomie dźwięku przekraczającym 70 dB. Alarm samochodowy, szczekanie psa czy głośna muzyka w centrum handlowym już po kilkunastu minutach powodują rozdrażnienie, niepokój, a nawet agresję.

Według **Światowej Organizacji Zdrowia (WHO)**, poziom hałasu podczas lekcji w szkole nie powinien przekraczać 35 dB, podczas gdy w polskich szkołach poziomy wahają się od 53 dB do 75 dB (za CIOP-PIB).

Od lat 60. XX wieku drastycznie wzrósł poziom otaczającego nas hałasu, nawet w miejscach takich jak szpitale czy obiekty użyteczności publicznej. **Norma hałasu dla budynku mieszkalnego** wynosi 40 dB w dzień i 30 dB w nocy – czy wiesz o tym? Masz pewność, że deweloper sprzedający Ci mieszkanie zweryfikował, czy ta norma jest spełniona? Czy Twoja wspólnota mieszkaniowa dba o akustykę budynku, w którym mieszkasz? Czy dyrekcja przedszkola, do którego uczęszcza Twoje dziecko, wie, że musi je chronić przed hałasem? Czy masz zapewnione odpowiednie warunki pracy, pozwalające na osiągnięcie pełnej efektywności? Prawdopodobnie nie, ponieważ zagadnienie hałasu w Polsce bardzo powoli przedziera się do naszej świadomości, pomimo faktu znacznego wzmocnienia tego zagadnienia w obowiązujących przepisach i aktach prawnych.

Na kolejnych stronach broszury i w dołączonych do niej artykułach i opracowaniach znajdziesz informacje o niekorzystnym wpływie hałasu na nasze zdrowie, w domu i w miejscu pracy. Popatrz też na schemat zamieszczony na kolejnej stronie – pomoże Ci w zrozumieniu decybeli. Mamy nadzieję, że dzięki temu schematowi łatwiej będziesz „poruszać się” w dość skomplikowanej materii skali logarytmicznej hałasu, opisywanego parametrem decybel (dB).

CZY HAŁAS JEST GROŹNY?

Wydawać by się mogło, że hałas nie może być przecież aż tak szkodliwy... Przecież nie dotyka nas bezpośrednio, nie gryzie i nie wydziela zapachu. Niestety, **hałas jest bardzo szkodliwy dla naszego zdrowia**, co potwierdzają liczne zdiagnozowane przypadki oraz przeprowadzone badania i analizy.

W Europie i USA aż jedna czwarta populacji cierpi na zaburzenia słuchu, ponieważ hałas jest niemal zawsze obecny wokół nas.

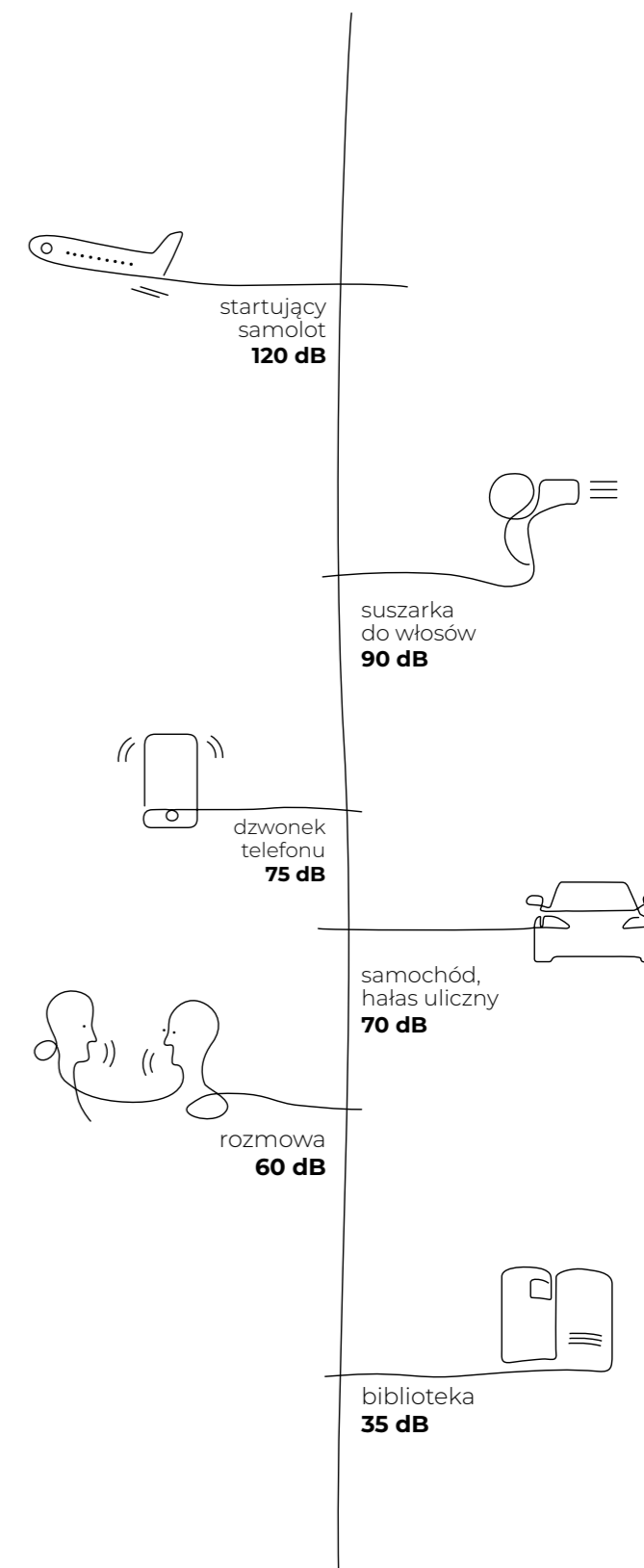
Przytoczmy wnioski z drugiego sprawozdania na temat hałasu w środowisku, opublikowanego przez **Europejską Agencję Środowiska (EEA)** w 2020 roku:

"Długotrwałe narażenie na hałas może wywołać różnorodne skutki zdrowotne, takie jak rozdrażnienie, zaburzenia snu, negatywny wpływ na układ krążenia i metabolizm, a także zaburzenia funkcji poznawczych u dzieci. Biorąc pod uwagę obecne dane, szacujemy, że hałas w środowisku każdego roku przyczynia się do rozwoju 48 000 nowych przypadków choroby niedokrwiennej serca, a także do 12 000 przedwczesnych zgonów. Szacuje się również, że 22 mln osób cierpi z powodu przewlekłej drażliwości, a 6,5 mln osób z powodu poważnych, przewlekłych zakłóceń snu. Oceniamy, że z powodu hałasu emitowanego przez samoloty 12 500 dzieci w wieku szkolnym wykazuje problemy z czytaniem w szkole".

Fragment wywiadu z Eulalią Peris /Ekspert EEA ds. hałasu w środowisku/ opublikowanego w biuletynie informacyjnym EEA 01/2020.

Podsumowując: **przewlekły hałas powoduje uszkodzenie układu nerwowego i krwionośnego**. Negatywnie wpływa na ciśnienie krwi i zaburza pracę serca. Powoduje szum w uszach i znacząco obniża koncentrację. Prowadzi do nadciśnienia i chorób niedokrwienych serca. U dzieci powoduje długotrwałe zaburzenia snu i nieumiejętność koncentracji. Utrudnia przyswajanie wiedzy i może prowadzić do nerwicy.

Czy teraz już rozumiesz, skąd może brać się Twoja nerwowość i rozdrażnienie oraz dlaczego Twoje dziecko nie potrafi się skoncentrować na odrabianiu lekcji?



Przykłady wartości poziomów hałasu, odniesione do elementów i zdarzeń, z którymi spotykamy się codziennie

JAK SOBIE POMÓC?

Problem hałasu został dostrzeżony! Co dalej? Na początek warto określić, które przestrzenie i czynności Twojego dnia pracy czy odpoczynku, narażają Cię na nadmierny hałas. Skorzystaj z dostępnych aplikacji pomiarowych na telefon lub tablet, aby chociaż orientacyjnie poznać poziom hałasu wokół siebie. Spróbuj spędzić kilka godzin w ciszy i ocenić, jak wpływa to na Twoje samopoczucie.

Zastanów się, czy chcesz zniwelować hałas w swoim otoczeniu i w których przestrzeniach możesz to zrobić samodzielnie. Jeśli pojawią się pytania lub wątpliwości – chętnie pomożemy. Skontaktuj się z nami, pisząc lub dzwoniąc – odpowiadamy zawsze.

GDZIE ZNAJDĘ WIĘCEJ INFORMACJI?

Przede wszystkim na naszej stronie www.architected-sound.com w zakładce *Baza wiedzy*. Sekcja ta jest stale rozbudowywana z uwagi na pojawiające się zmiany w obowiązujących przepisach, aktach prawnych i opracowaniach. Oznacza to, że warto i należy tam często zaglądać. Również nasze media społecznościowe Facebook, Instagram i Pinterest (architectedsound) są źródłem informacji oraz inspiracji.

W dalszej części broszury znajdziesz kompendium wiedzy na temat obowiązujących przepisów, wywiad z Eulalią Peris – ekspertką EEA ds. hałasu w środowisku, w którym omawia ona najważniejsze ustalenia zawarte w sprawozdaniu Europejskiej Agencji Środowiskowej (EEA) zatytułowanym **Hałas w środowisku w Europie – 2020**, oraz przedruki dwóch artykułów naukowych. Pierwszy z nich, autorstwa dr inż. Joanny Kamińskiej oraz dr Jana Radosza pt. **Wpływ warunków akustycznych na subiektywnie odczuwane obciążenie i zmęczenie pracowników biurowych** (dostępny na stronie Centralnego Instytutu Pracy), drugi autorstwa dr n. med. Alicji Bortkiewicz i wsp. pt. **Pozasłu-**

chowe skutki działania hałasu ze szczególnym uwzględnieniem chorób układu krążenia (dostępny na stronie Forum Medycyny Rodzinnej).

Poniżej zamieszczamy przykładowe strony internetowe, które warto odwiedzić, aby dowiedzieć się więcej o negatywnym wpływie hałasu na nas, nasze zdrowie i nasze otoczenie:

- / Stowarzyszenie na Rzecz Lepszej Akustyki w Budynkach „Komfort Ciszy”: www.komfortciszy.pl
- / Państwowa Inspekcja Pracy: www.pip.gov.pl
- / Europejska Agencja Środowiska EEA: www.eea.europa.eu
- / kwartalnik *Medycyna Środowiskowa* – *Environmental Medicine*: www.environmentmed.pl
- / Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy: www.ciop.pl
- / dwumiesięcznik *Forum Medycyny Rodzinnej*: journals.viamedica.pl/forum_medycyny_rodzinnej

INFORMACJE MERYTORYCZNE, PRZEPISY, USTAWY, NORMY

Kolejne strony opisują przykłady oraz wymogi wynikające z przepisów polskiego prawa i dotyczące konieczności stosowania ochrony przeciwhałasowej (inaczej: **adaptacji akustycznej wewnątrz**), opisujące wpływ obiektu budowlanego na środowisko (hałas środowiskowy), określające dopuszczalny poziom hałasu we wnętrzach wraz z informacjami o izolacyjności akustycznej przegród budowlanych. Dokument, który jest nazwany **operatem akustycznym lub projektem akustycznym**, zawiera wyżej wymienione, wymagane prawem informacje i jest integralnym załącznikiem dokumentacji projektowej (konceptyjnej, budowlanej, technicznej lub wykonawczej), najczęściej w branży architektury.

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – **Prawo budowlane** z aktualizacjami, w art. 5.1. dla obiektów budowlanych nakłada obowiązek spełnienia m.in. następującego wymogu ochrony przed hałasem:

"Obiekt budowlany jako całość oraz jego poszczególne części, wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając:

1) spełnienie podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych określonych w załączniku I do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającego dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. Urz. UE L 88 z 04.04.2011 r., str. 5, z późn. zm.), dotyczących:

- a) nośności i stateczności konstrukcji,
- b) bezpieczeństwa pożarowego,
- c) higieny, zdrowia i środowiska,
- d) bezpieczeństwa użytkowania i dostępności obiektów,
- e) **ochrony przed hałasem**,
- f) oszczędności energii i izolacyjności cieplnej,
- g) zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych".

Przywołane w Prawie Budowlanym rozporządzenie PEiR (UE) nr 305/2011 wskazuje w Załączniku 1 w Podstawowych wymaganiach dotyczących obiektów budowlanych, w punkcie 5: Ochrona przed hałasem, iż:

"Obiekty budowlane muszą być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby hałas odbierany przez osoby je zajmujące lub znajdujące się w pobliżu tych obiektów **nie przekraczał poziomu stanowiącego zagrożenie dla ich zdrowia** oraz pozwalał im spać, odpoczywać i pracować w zadowalających warunkach".

Szczególnie ważne dla budownictwa mieszkaniowego Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 27 października 2023 r., zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego, poprzez uzu-

pełnienie § 23 o punkt 4a, który w części opisowej projektu technicznego wprowadza **obowiązkową analizę w zakresie rozwiązań technicznych i materiałowych, mających na celu spełnienie wymagań akustycznych** wynikających z przepisów wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy, zawierającą w szczególności informacje o:

- a) zakładanym poziomie hałasu zewnętrznego oddziałującego na budynek,
- b) poziomie wymaganej izolacyjności akustycznej przegród w budynku, w tym dla przegród pomiędzy lokalami, okien, drzwi wejściowych do lokali,
- c) wyrobach budowlanych zapewniających wymaganą izolacyjność akustyczną przegród, o których mowa w lit. b,
- d) dopuszczalnym poziomie hałasu oraz dźwięku przenikających do pomieszczeń budynku oraz o sposobie spełnienia tych wymagań,
- e) w przypadku budynku mieszkalnego jednorodzinne z dwoma lokalami, budynku mieszkalnego jednorodzinne w zabudowie szeregowej lub bliźniaczej lub budynku mieszkalnego wielorodzinnego".

Przepis ten wszedł w życie 1 sierpnia 2024 r.

WAŻNE ROZPORZĄDZENIE!

Bardzo ważnym aktem prawnym z punktu widzenia akustyki wewnątrz jest **rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie**, dalej: „Warunki Techniczne”. Aktualny tekst jednolity tego aktu został ogłoszony Obwieszczeniem Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. (Dz.U. 2022 poz. 1225).

Od 1 stycznia 2018 r. Warunki Techniczne odwołują się również do wymagań dotyczących ochrony przed hałasem pogłosowym, w tym do normy PN-B-02151-4:2015-06, określającej wymagania w zakresie warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach.

Istotne znaczenie dla budownictwa mieszkaniowego ma także nowelizacja z dnia 27 października 2023 r. (Dz.U. 2023 poz. 2442), obowiązująca od 1 sierpnia 2024 r., która doprecyzowała wymagania akustyczne zawarte w § 326, m.in. w zakresie **izolacyjności akustycznej drzwi wejściowych do mieszkań oraz ochrony parametrów akustycznych przegród między lokalami**.

Większość zapisów dotyczących akustyki i ochrony przed hałasem znajduje się w Dziale IX *Ochrona przed hałasem i drganiami*, w § 323-327. Dodatkowe wymagania związane z ochroną przed hałasem i drganiami pojawiają się również w innych częściach rozporządzenia.

§ 323 ust. 1 wskazuje:

„Budynek i urządzenia z nim związane powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby poziom hałasu, na który będą narażeni użytkownicy lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie, nie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwił im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach”.

Jest to jeden z podstawowych zapisów potwierdzających, że **ochrona przed hałasem nie jest wyłącznie kwestią komfortu**, lecz również elementem ochrony zdrowia użytkowników budynków.

Równie istotny jest § 323 ust. 2, zgodnie z którym pomieszczenia w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy chronić przed hałasem:

- / zewnętrznym, przenikającym do pomieszczenia spoza budynku;
- / pochodzącym od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku;
- / powietrznym i uderzeniowym, wytwarzanym przez użytkowników innych mieszkań, lokali użytkowych lub pomieszczeń o różnych wymaganiach użytkowych;
- / pogłosowym, powstającym w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie.

Szczególnie ważny z punktu widzenia akustyki wewnątrz jest również § 326 ust. 5, który stanowi:

„W pomieszczeniach budynków użyteczności publicznej, których funkcja związana jest z odbiorem mowy lub innych pożądaných sygnałów akustycznych, należy stosować takie rozwiązania budowlane oraz dodatkowe adaptacje akustyczne, które zapewnią uzyskanie w pomieszczeniach odpowiednich warunków określonych odrębnymi przepisami. Adaptacje akustyczne należy wykonywać z materiałów o potwierdzonych własnościach pochłaniania dźwięku wyznaczonych zgodnie z Polską Normą określającą metodę pomiaru pochłaniania dźwięku przez elementy budowlane”.

Powyższy zapis ma bardzo duże znaczenie praktyczne. Oznacza, że w pomieszczeniach użyteczności publicznej, w których istotny jest odbiór mowy, muzyki lub innych sygnałów akustycznych, nie wystarczy jedynie spełnienie ogólnych wymagań budowlanych. **Konieczne jest również zapewnienie właściwych warunków akustycznych wewnątrz pomieszczenia**. W tym celu należy stosować odpowiednie rozwiązania projektowe, budowlane oraz adaptacje akustyczne, wykonane z materiałów o potwierdzonych parametrach pochłaniania dźwięku.

Warunki Techniczne, szczególnie po aktualizacji z dnia 14 listopada 2017 r., w wielu punktach powołują **Polskie Normy**. Wykaz tych norm zawiera Załącznik nr 1 do rozporządzenia. Powołanie norm w przepisach sprawia, że ich wymagania mają znaczenie obowiązujące w zakresie wskazanym przez konkretne paragrafy rozporządzenia.

Jedną z najważniejszych norm z punktu widzenia akustyki wewnątrz jest PN-B-02151-4:2015-06 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań*. Jest to pierwsza Polska Norma odnosząca się wprost i kompleksowo do warunków pogłosowych oraz zrozumiałości mowy w pomieszczeniach.

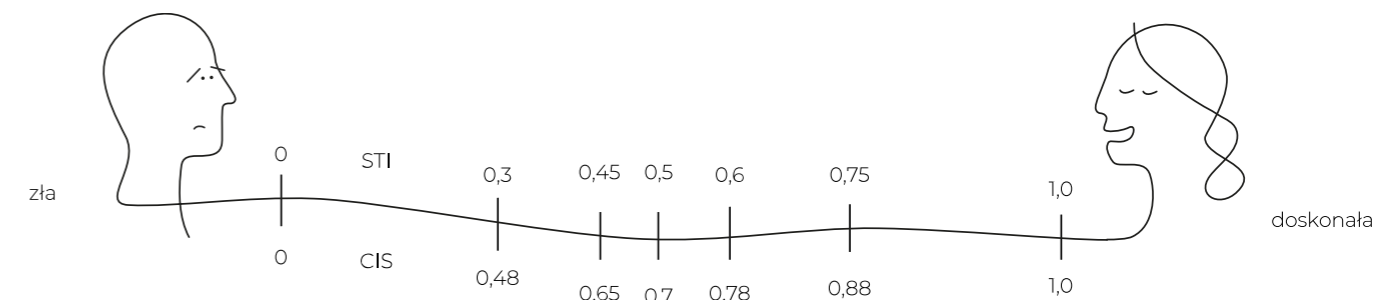
Stosowanie wymagań tej normy ma na celu ograniczenie hałasu pogłosowego oraz zapewnienie warunków umożliwiających prawidłową komunikację słowną. Ma to szczególne znaczenie w pomieszczeniach, w których użytkownicy pracują,

uczą się, odpoczywają, korzystają z obsługi, uczestniczą w zajęciach, spotkaniach, wydarzeniach lub przebywają przez dłuższy czas. **Nadmierny poziom pogłosu może powodować wzrost poziomu hałasu, pogorszenie zrozumiałości mowy, szybsze zmęczenie oraz obniżenie komfortu użytkownika pomieszczenia**.

Pomieszczenia objęte koniecznością stosowania różnych wymagań akustycznych opisanych w normie to m.in.:

- / sale i pracownie szkolne, sale audytoryjne i wykładowe w szkołach podstawowych, średnich i wyższych, pomieszczenia do nauki przedmiotów ogólnych w szkołach muzycznych oraz inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu,
- / sale rozpraw sądowych, sale konferencyjne, audytoria oraz inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu,
- / sale gimnastyczne, hale sportowe oraz inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu,
- / hale basenowe pływalni, parków wodnych oraz innych obiektów o podobnym przeznaczeniu,
- / sale w żłobkach i przedszkolach,

- / świetlice szkolne i sale konsumpcyjne w stołówkach szkolnych,
- / czytelnice, wypożyczalnie oraz pomieszczenia księgozbiorów z wolnym dostępem w bibliotekach,
- / atria, hole, foyer oraz inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu, a także wielokondygnacyjne strefy komunikacji ogólnej w centrach handlowych,
- / galerie wystawowe, sale ekspozycyjne w muzeach oraz inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu,
- / terminale pasażerskie portów lotniczych, dworce kolejowe i autobusowe, w tym obszary komunikacji ogólnej, strefy odpraw pasażerów, odbioru bagażu, kas i informacji oraz poczekalnie,
- / gabinety lekarskie i zabiegowe oraz inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu,
- / pokoje biurowe oraz inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu,
- / pokoje nauczycielskie, socjalne oraz inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu w szkołach i przedszkolach,
- / sale konsumpcyjne w restauracjach,



Wykres zrozumiałości mowy

- / pomieszczenia sakralne, kościoły i kaplice,
- / biura wielkoprzestrzenne, pomieszczenia biurowe typu open space, sale operacyjne banków i urzędów, biura obsługi klienta oraz inne pomieszczenia o podobnym przeznaczeniu,
- / centra obsługi telefonicznej,
- / szatnie w szkołach i przedszkolach, w których ubrania zamknięte są w szafkach z pełnymi drzwiami,
- / pracownie do zajęć technicznych i warsztaty szkolne,
- / sale chorych na oddziałach intensywnej opieki medycznej,
- / poczekalnie i punkty przyjęć w szpitalach i przychodniach lekarskich,
- / korytarze w przedszkolach, szkołach podstawowych, gimnazjach i szkołach ponadgimnazjalnych,
- / korytarze w hotelach, szpitalach i przychodniach lekarskich,
- / klatki schodowe w szkołach, obiektach służby zdrowia i administracji publicznej,
- / kuchnie i pomieszczenia zaplecza gastronomicznego, z wyjątkiem magazynów,
- / połączone pomieszczenia o różnej objętości lub o różnym przeznaczeniu spośród wymienionych powyżej.

Dodatkowo w punkcie dotyczącym zakresu normy wskazano, że **norma nie dotyczy pomieszczeń i obiektów, które powinny spełniać szczególne wymagania w zakresie akustyki wewnątrz**. Dotyczy to m.in. sal teatralnych, koncertowych, operowych, kinowych, studiów nagrań, rozgłośni radiowych i telewizyjnych, sal ćwiczeń w szkołach i akademiach muzycznych oraz laboratoriów do badań akustycznych. **Dla tego typu pomieszczeń i obiektów wymagania dotyczące czasu pogłosu oraz innych parametrów akustycznych określa się indywidualnie.**

W praktyce oznacza to, że również dla takich obiektów konieczne jest indywidualne opracowanie wymagań akustycznych, **najczęściej w formie projektu, koncepcji lub operatu akustycznego**. Dokument taki powinien określać wymagane parametry akustyczne, założenia funkcjonalne, zalecane rozwiązania materiałowe i konstrukcyj-

ne, a w razie potrzeby również sposób weryfikacji uzyskanych warunków akustycznych.

Aktualizacja Warunków Technicznych z dnia 27 października 2023 r. (Dz.U. 2023 poz. 2442), obowiązująca od 1 sierpnia 2024 r., wprowadziła również aktualne odwołania do normy PN-B-02151-2:2018-01 **Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach**". Norma ta ma znaczenie dla szerokiego zakresu budynków i pomieszczeń, w tym:

- / budynków mieszkalnych wielorodzinnych i jednorodzinnych,
- / hoteli,
- / budynków zakwaterowania turystycznego, takich jak hotele turystyczne, pensjonaty i domy wypoczynkowe,
- / budynków zamieszkania zbiorowego, takich jak domy studenckie, internaty i bursy szkolne, hotele robotnicze, domy dziecka i domy opieki społecznej,
- / żłobków i budynków szkolnictwa przedszkolnego,
- / szkół podstawowych i ponadpodstawowych,
- / budynków szkół wyższych i placówek badawczych,
- / budynków szpitalnych i zakładów opieki medycznej,
- / budynków sądów i prokuratury,
- / innych budynków, w zakresie pomieszczeń i przestrzeni wymienionych w normie.

Znaczenie tej normy jest bardzo szerokie, ponieważ dotyczy dopuszczalnych poziomów dźwięku w pomieszczeniach, w tym hałasu pochodzącego od wyposażenia technicznego budynku, instalacji oraz urządzeń. W praktyce oznacza to, że **ochrona akustyczna budynku powinna obejmować nie tylko izolacyjność akustyczną przegród i ograniczenie hałasu zewnętrznego, lecz również kontrolę hałasu instalacyjnego oraz hałasu generowanego przez urządzenia techniczne.**

Podsumowując, obowiązujące przepisy techniczno-budowlane coraz wyraźniej wskazują, że akustyka budynków obejmuje nie tylko ochronę

przed hałasem zewnętrznym i izolacyjność akustyczną przegród, ale również ochronę przed hałasem pogłosowym, zapewnienie zrozumiałości mowy oraz ograniczenie hałasu instalacyjnego. Oznacza to, że **prawidłowe projektowanie budynków powinno uwzględniać akustykę już na etapie koncepcji, projektu budowlanego i projektu wykonawczego**, a nie dopiero po wystąpieniu problemów użytkowych.

WSZYSTKIE PRZEPISY RAZEM

Poniżej wymieniamy najważniejsze obowiązujące akty prawne, normy, wytyczne i opracowania dotyczące problematyki akustyki i ochrony przed hałasem:

- / Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 27 października 2023 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2023 poz. 2405).
- / Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. **Prawo budowlane** (z późn. zm.).
- / Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz. 1225), wraz z nowelizacją z dnia 27 października 2023 r. (Dz.U. 2023 poz. 2442), istotną m.in. dla budownictwa mieszkaniowego.
- / Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku oraz Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 15 października 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. 2014 poz. 112).
- / Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. usta-

nawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. Urz. UE L 88 z 04.04.2011 r., str. 5, z późn. zm.).

- / Polska Norma PN-B-02151-4:2015-06 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.*
- / Polska Norma PN-B-02151-2:2018-01 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach.*
- / Polska Norma PN-B-02151-3:2015-10 oraz PN-B-02151-3:2015-10/Ap1:2016-02 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.*
- / Polska Norma PN-B-02170:2016-12 oraz PN-B-02170:2016-12/Ap1:2017-10 *Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłogę na budynki.*
- / Polska Norma PN-B-02171:2017-06 *Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach.*
- / Polska Norma PN-B-02153:2002 *Akustyka budowlana. Terminologia, symbole literowe i jednostki.*
- / Polska Norma PN-ISO 1996-1:2006 *Akustyka. Opis, pomiary i ocena hałasu środowiskowego. Część 1: Wielkości podstawowe i procedury oceny.*
- / Polska Norma PN-EN ISO 16283-1:2014-05 oraz PN-EN ISO 16283-1:2014-05/A1:2018-02 *Akustyka. Pomiary terenowe izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych.*
- / Polska Norma PN-EN ISO 16283-2:2021-02 *Akustyka. Pomiary terenowe izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Część 2: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych.*
- / Polska Norma PN-EN ISO 16283-3:2016-04 *Akustyka. Pomiary terenowe izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Część 3: Izolacyjność*

akustyczna ściany zewnętrznej.

/ Polska Norma PN-EN ISO 16032:2006 *Akustyka. Pomiar poziomu ciśnienia akustycznego od urządzeń wyposażenia technicznego w budynkach. Metoda dokładna.*

/ Polska Norma PN-EN ISO 10052:2007 *Akustyka. Pomiar terenowe izolacyjności od dźwięków powietrznych i uderzeniowych oraz hałasu od urządzeń wyposażenia technicznego. Metoda uproszczona.*

/ Polska Norma PN-EN ISO 3382-2:2010 *Akustyka. Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń. Część 2: Czas pogłosu w zwyczajnych pomieszczeniach.*

/ B. Szudrowicz, P. Tomczyk, *Właściwości dźwiękoizolacyjne ścian, dachów, okien i drzwi oraz nawiewników powietrza zewnętrznego*, "Instrukcje, wytyczne, poradniki" nr 448, ITB, Warszawa 2009.

CZY POTRZEBUJĘ OPERATU AKUSTYCZNEGO?

W wielu przypadkach należy zadbać o właściwą adaptację akustyczną wewnątrz oraz ochronę budynku przed hałasem. Dotyczy to przede wszystkim przestrzeni przeznaczonych do prowadzenia spotkań, zajęć, wydarzeń artystycznych, prezentacji, komunikacji słownej lub pracy wymagającej koncentracji, a także wszystkich pomieszczeń objętych wymaganiami obowiązujących norm i rozporządzeń.

Operat, projekt lub opracowanie akustyczne pozwala określić wymagania akustyczne dla danego obiektu oraz dobrać rozwiązania niezbędne do ich spełnienia. W zależności od charakteru inwestycji dokumentacja taka może obejmować dobór elementów adaptacji akustycznej wewnątrz, wymagania w zakresie ochrony przed hałasem, wytyczne dotyczące izolacyjności akustycznej przegród, analizę hałasu instalacyjnego, zalecenia

dla urządzeń wentylacji i klimatyzacji, wytyczne dla systemów elektroakustycznych oraz ocenę wpływu środowiska na budynek i budynku na środowisko.

W przypadku obiektów wymagających bardziej szczegółowej analizy opracowanie akustyczne może zawierać również wyniki obliczeń, predykcji lub symulacji komputerowych. Pozwalają one zweryfikować skuteczność zaprojektowanych rozwiązań oraz określić przewidywane wartości parametrów akustycznych, takich jak czas pogłosu, zrozumiałość mowy, poziom hałasu instalacyjnego, izolacyjność akustyczna przegród lub oddziaływanie hałasu na otoczenie.

Posiadanie takiej dokumentacji pozwala inwestorowi, projektantowi i użytkownikowi zweryfikować przyjęte założenia zarówno na etapie projektowym, jak i wykonawczym. Umożliwia również przeprowadzenie odpowiednich pomiarów kontrolnych po wykonaniu adaptacji akustycznej, zamontowaniu i zestrojeniu urządzeń elektroakustycznych oraz uruchomieniu instalacji wentylacji, klimatyzacji lub innych urządzeń technicznych.

Nie należy również pomijać zagadnień związanych z hałasem środowiskowym. W przypadku obiektów, które mogą oddziaływać akustycznie na otoczenie albo są narażone na hałas pochodzący z zewnątrz, **prawidłowo przygotowane opracowanie akustyczne powinno uwzględniać także wymagania dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku.**

Zaniedbanie akustyki może prowadzić do problemów użytkowych, reklamacji, konieczności wykonywania kosztownych poprawek oraz sporów między inwestorem, projektantem, wykonawcą i użytkownikiem obiektu. Budynek lub pomieszczenie o złej akustyce, nadmiernym pogłosie, niewystarczającej izolacyjności akustycznej albo zbyt wysokim poziomie hałasu instalacyjnego może nie spełniać obowiązujących wymagań technicznych i użytkowych. W określonych przypadkach może to skutkować koniecznością doprowadzenia obiektu do wymaganych parametrów, wykonania dodatkowych prac naprawczych lub dochodzenia roszczeń na podstawie właściwych przepisów.

Dbałość o akustykę nie musi być ograniczeniem. Może być istotnym atutem obiektu, wpływającym na komfort użytkowników, jakość pracy, odbiór wydarzeń, bezpieczeństwo komunikacji słownej oraz wartość całej inwestycji. **Jako zespół specjalistów wspieramy inwestorów, projektantów i użytkowników w realizacji zadań związanych z akustyką,** przygotowując operaty, projekty i opracowania akustyczne dostosowane do funkcji obiektu oraz zakresu dokumentacji projektowej.

W skład takiego opracowania mogą wchodzić dwa podstawowe działy:

Dział: ochrona przed hałasem i drganiami

W ramach tego działu zostają:

- / określone zagrożenia obiektu hałasem, zgodnie z obowiązującymi przepisami i wymaganiami dotyczącymi dopuszczalnych poziomów hałasu;
- / określone dopuszczalne poziomy zakłóceń akustycznych w projektowanych pomieszczeniach, zgodnie z obowiązującymi normami budowlanymi;
- / określone wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród, zgodnie z obowiązującymi normami, przepisami oraz wytycznymi projektowymi;
- / przedstawione obliczenia, karty katalogowe, wyniki badań lub inne dokumenty potwierdzają-

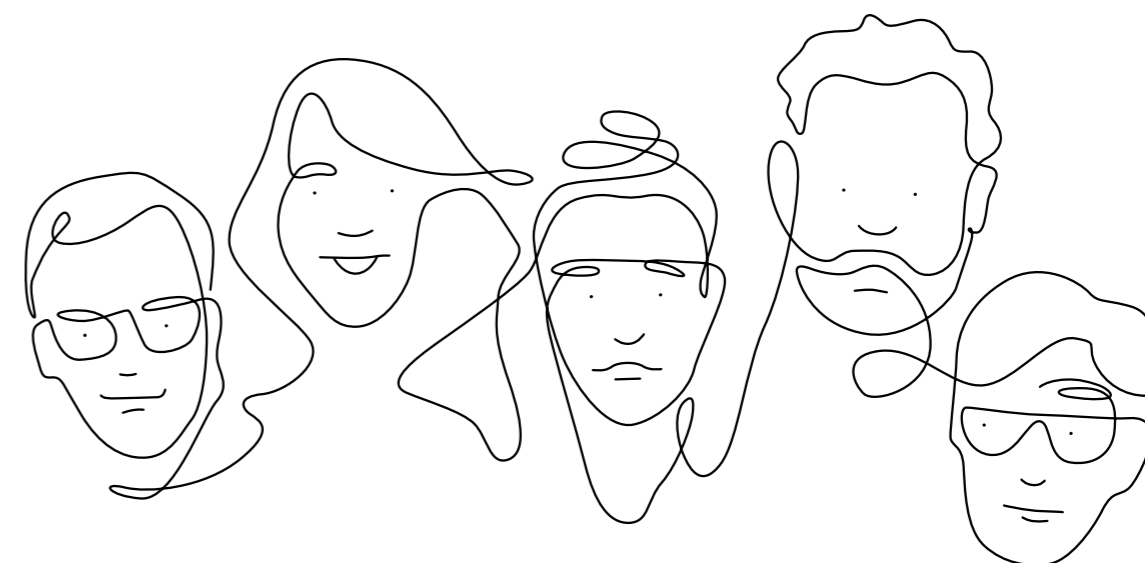
ce poprawność przyjętych rozwiązań;

- / przygotowane rysunki detali rozwiązań specjalnych, jeżeli są wymagane dla prawidłowego wykonania ochrony akustycznej;
- / zweryfikowane projekty instalacji wentylacji, klimatyzacji i innych urządzeń technicznych pod kątem hałasu przenoszonego do pomieszczeń oraz do środowiska;
- / opracowane wytyczne akustyczne dla projektów branżowych.

Dział: akustyka wewnątrz pomieszczeń

W ramach tego działu zostają:

- / określone wymagane parametry akustyczne pomieszczeń oraz ich zakładane wartości, wynikające z funkcji, kubatury i sposobu użytkowania danego wnętrza;
- / przedstawiony układ materiałów i ustrojów akustycznych w pomieszczeniach;
- / opracowane obliczenia lub wyniki predykcji parametrów akustycznych;
- / podane parametry akustyczne proponowanych materiałów i ustrojów akustycznych;
- / przygotowane informacje do STWiORB oraz dane niezbędne do opracowania kosztorysu inwestorskiego dla zaprojektowanych rozwiązań akustycznych.



CO JESZCZE OFERUJEMY?

Przeprowadzamy pomiary akustyczne przy użyciu legalizowanych urządzeń oraz analizujemy ich wyniki w poniższym, przykładowym zakresie:

- / pomiary wstępne czasu pogłosu, wykonywane w przestrzeni lub pomieszczeniu bez adaptacji akustycznej, oraz pomiary po wykonaniu prac akustycznych, wraz z analizą wyników,
- / pomiary pozostałych parametrów akustycznych wewnątrz, w tym pomieszczeń specjalnych,
- / pomiary izolacyjności akustycznej przegród budowlanych od dźwięków powietrznych i uderzeniowych,
- / pomiary zrozumiałości mowy systemów elektroakustycznych oraz systemów DSO,
- / strojenie systemów elektroakustycznych,
- / pomiary i strojenie systemów audio w reżyserniach,
- / doradztwo i konsultacje techniczne wraz z doborem rozwiązań akustycznych, wspomagane symulacjami w specjalistycznym oprogramowaniu do predykcji akustycznej, z możliwością odsłuchania, czyli auralizacji, projektowanego wnętrza,
- / projekty aranżacji wnętrz z rozmieszczeniem urządzeń akustycznych oraz opracowaniem wizualizacji,
- / dostawę i montaż systemów adaptacji akustycznej wewnątrz wraz z autorskimi rozwiązaniami regulowanej akustyki pomieszczeń dla przestrzeni wielofunkcyjnych, takich jak domy kultury, teatry, kina domowe i inne obiekty o podobnym przeznaczeniu.

Oferujemy również:

- / kompleksowe opracowania projektowe w formie operatu, projektu lub opracowania akustycznego dla różnego rodzaju budynków i wnętrz,
- / weryfikację dokumentacji projektowej pod kątem prawidłowego zastosowania obowiązujących przepisów w zakresie ochrony przed hałasem,
- / pełnienie funkcji nadzoru inwestorskiego w branży akustycznej,

- / pełnienie funkcji konsultanta akustycznego dla wykonawców prac budowlanych,
- / weryfikację poprawności wykonania prac budowlanych w zakresie akustyki oraz ich zgodności z obowiązującymi przepisami prawa.

Posiadamy również obszerną bibliotekę tekstów, publikacji i materiałów dotyczących akustyki wewnątrz, problemu zanieczyszczenia środowiska hałasem, zagrożeń powodowanych przez hałas, ekologii akustycznej oraz ochrony słuchu na stanowisku pracy i w przestrzeni domowej. Zapraszamy do konsultowania problemów akustycznych i korzystania z naszej wiedzy.

Marka Architected Sound powstała w odpowiedzi na rosnący problem otaczającego nas, coraz bardziej wszechobecnego hałasu.

Ograniczanie hałasu i poprawa komfortu akustycznego są jednymi z głównych celów naszego zespołu specjalistów z zakresu akustyki wewnątrz, architektury, systemów scenicznych oraz realizacji wydarzeń artystycznych. Dzięki wiedzy technicznej, doświadczeniu projektowemu i współpracy ze środowiskiem naukowym tworzymy rozwiązania, które pomagają zapewniać użytkownikom właściwe warunki akustyczne. Wskazując odpowiednie rozwiązania, zwiększamy również świadomość odbiorców w zakresie znaczenia akustyki w codziennym życiu.

Jesteśmy kreatywni i nie boimy się podejmować nowych, często trudnych wyzwań. Właśnie dlatego projektujemy i wykonujemy indywidualne rozwiązania, dobrane do konkretnych problemów, funkcji pomieszczeń oraz obowiązujących wymagań prawnych i normowych. Zapewniamy ścisłą współpracę z klientem, projektantem, kierownikiem budowy i inwestorem, od chwili pojawienia się koncepcji do momentu uzyskania ostatecznego, dopracowanego rozwiązania.

Opracowane przez nasz zespół **produkty marki Architected Sound pomagają redukować hałas oraz poprawiać komfort akustyczny** w domach, mieszkaniach, obiektach kulturalnych i sportowych, biurach, budynkach użyteczności publicznej, a także w przestrzeniach otwartych.



Część naszych produktów objęta jest ochroną patentową lub ochroną wzoru użytkowego, a wiele z nich stanowi autorskie rozwiązania projektowe opracowane z myślą o konkretnych problemach akustycznych.

Zajmujemy się zarówno adaptacją akustyczną pomieszczeń i przestrzeni, jak i izolacyjnością akustyczną przegród, takich jak ściany, sufity, podłogi, drzwi, okna i inne elementy budowlane.

Warto podkreślić, że w naszej pracy oraz w naszych projektach korzystamy z pełnej palety dostępnych na rynku produktów akustycznych, uzupełniając je autorskimi rozwiązaniami Architected Sound. Wszystkie nasze prace prowadzimy zgodnie z obowiązującymi normami, przepisami oraz wymaganiami kraju, w którym realizowana jest inwestycja.

Możemy poszczycić się wieloma udanymi realizacjami, zarówno w małych i dużych salach o akustyce kwalifikowanej, w niewielkich biurach i dużych przestrzeniach open space, jak i w domach prywatnych, pomieszczeniach odstuchowych, garażach, a nawet łazienkach.

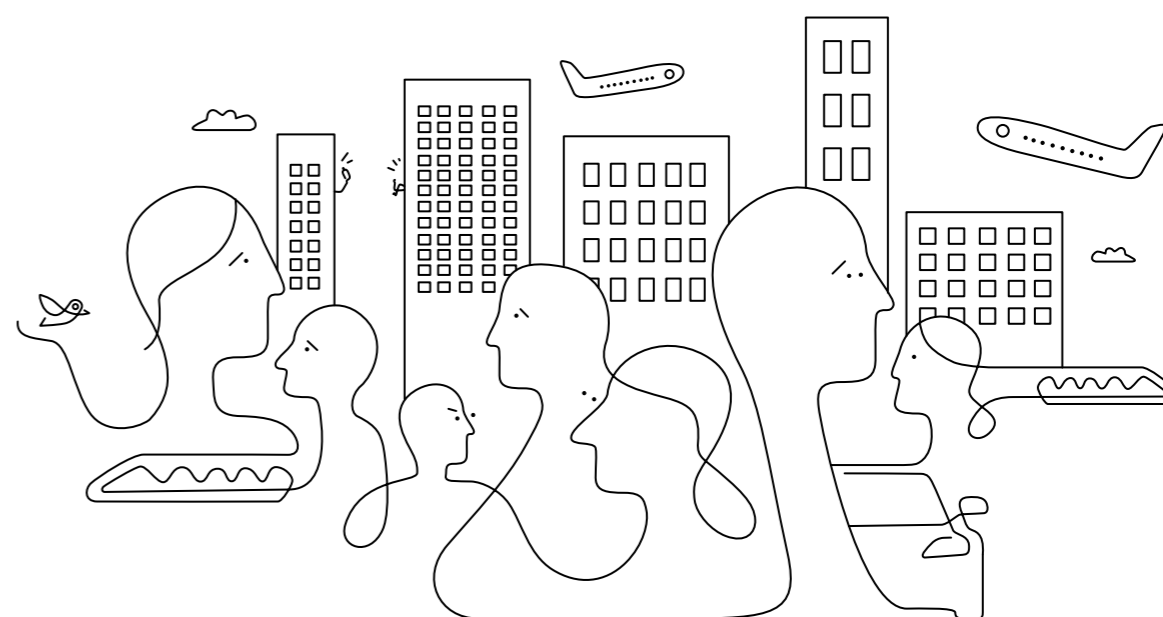
Jeżeli przeszkadza Ci hałas w mieszkaniu lub w miejscu pracy, jesteś zainteresowany pomiarami akustycznymi, opracowaniem wytycznych akustycznych, zakupem urządzeń do poprawy akustyki albo wykonawstwem z zakresu adaptacji akustycznej, napisz do nas na adres:

info@architected-sound.com

lub skontaktuj się telefonicznie. Nasi specjaliści pomogą dobrać najlepsze rozwiązanie dla Twojego wnętrza.

Zapraszamy również do śledzenia naszych profili w mediach społecznościowych oraz do korzystania z nowości, Bazy wiedzy i Przewodnika akustycznego dostępnych na stronie:

www.architected-sound.com



DODATKOWE OPRACOWANIA

/ wywiad z Eulalią Peris, ekspertką EEA ds. hałasu w środowisku, w którym omawia ona najważniejsze ustalenia zawarte w sprawozdaniu Europejskiej Agencji Środowiskowej (EEA) pt. *Hałas w środowisku w Europie – 2020*,

/ przedruk artykułu naukowego autorstwa dr inż. Joanny Kamińskiej oraz dr. Jana Radosza pt. *Wpływ warunków akustycznych na subiektywnie odczuwane obciążenie i zmęczenie pracowników biurowych*, dostępnego na stronie Centralnego Instytutu Ochrony Pracy,

/ przedruk artykułu naukowego autorstwa dr n. med. Alicji Bortkiewicz i Normana Czaji pt. *Pozastuchowe skutki działania hałasu ze szczególnym uwzględnieniem chorób układu krążenia*, dostępnego na stronie dwumiesięcznika „Forum Medycyny Rodzinnej”.

Polecamy zapoznanie się z ich treścią.



**European
Environment
Agency**



Rozmowa z Eulalią Peris o raporcie EEA
Hałas w środowisku w Europie 2020

Zanieczyszczenie hałasem stanowi poważny problem zarówno dla zdrowia ludzi, jak i dla środowiska

Zanieczyszczenie hałasem stanowi coraz poważniejszy problem w całej Europie, a wiele osób może nie zdawać sobie sprawy z tego, jaki wpływ ma ono na ich zdrowie. Podczas spotkania z Eulalią Peris, ekspertem Europejskiej Agencji Środowiska do spraw zanieczyszczenia hałasem, omówiliśmy najważniejsze ustalenia zawarte w sprawozdaniu EEA zatytułowanym *Environmental noise in Europe – 2020 (Hałas w środowisku w Europie – 2020)*, opublikowanym na początku marca.

Jakie są główne wnioski z drugiego sprawozdania na temat hałasu w środowisku, opublikowanego przez EEA?

Sprawozdanie pokazuje, że hałas w środowisku, zwłaszcza hałas powodowany przez ruch drogowy, stanowi poważny problem środowiskowy, wpływający na zdrowie i dobrostan milionów ludzi w Europie. Dwadzieścia procent ludności Europy jest narażonych na długotrwałe, szkodliwe dla zdrowia poziomy hałas. Jest to zatem ponad 100 mln osób w Europie. Z danych wynika również, że cele polityki dotyczącej hałasu w środowisku nie zostały osiągnięte. W rzeczywistości, na podstawie naszych prognoz, mało prawdopodobne jest, aby w przyszłości liczba osób narażonych na działanie hałasu znacznie się zmniejszyła, z uwagi na rozwój terenów miejskich i zwiększone zapotrzebowanie na mobilność.

Jakie są konkretnie skutki dla zdrowia? Na przykład, jak bardzo poważnym problemem jest zanieczyszczenie hałasem w porównaniu z zanieczyszczeniem powietrza?

Długotrwałe narażenie na hałas może wywierać różnorodne skutki dla zdrowia, np. rozdrażnienie, zaburzenia snu, negatywny wpływ na układ krążenia i układ przemiany materii, a także zaburzenia funkcji poznawczych u dzieci. Biorąc pod uwagę obecne dane, szacujemy, że hałas w środowisku każdego roku przyczynia się do rozwoju 48 000 nowych przypadków choroby niedokrwiennej serca, a także do 12 000 przedwczesnych zgonów. Szacuje się również, że 22 mln osób cierpi z powodu przewlekłej drażliwości, a 6,5 mln osób – przewlekłych, poważnych zakłóceń snu. Oceniamy, że z powodu hałasu emitowanego przez samoloty 12 500 dzieci w wieku szkolnym wykazuje problemy z czytaniem w szkole.

Wiele osób nie zdaje sobie sprawy, że zanieczyszczenie hałasem jest poważnym problemem dla ludzkiego zdrowia, w tym ich własnego. Oczywiście liczba przedwczesnych zgonów w wyniku zanieczyszczenia powietrza jest znacznie większa niż z powodu hałasu. Hałas wydaje się jednak mieć większy wpływ na wskaźniki związane z jakością życia i zdrowiem psychicznym. Według niektórych ustaleń Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) hałas jest drugą pod względem znaczenia przyczyną problemów zdrowotnych związanych ze środowiskiem, zaraz po zanieczyszczeniu powietrza (cząstki stałe).

W sprawozdaniu wskazano również problemy związane z wdrażaniem unijnej dyrektywy w sprawie hałasu w środowisku. Jakież?

W niektórych krajach nadal brakuje sporego odsetka danych w postaci map hałasu i planów działania. Problemów związanych z hałasem nie można właściwie ocenić i ich rozwiązać, jeżeli państwa, regiony i miasta nie tworzą map hałasu lub planów działania wymaganych na mocy dyrektywy.

W jaki sposób EEA angażuje się w uświadamianie decydentów politycznych i społeczeństwa na temat zanieczyszczenia hałasem w środowisku?

EEA odpowiada za gromadzenie wszelkich informacji przekazywanych przez państwa na mocy dyrektywy w sprawie hałasu w środowisku. Obecny stan wiedzy na temat źródeł hałasu i narażenia ludności w Europie w dużej mierze opiera się na tej bazie danych. Na jej podstawie opracowujemy liczne sprawozdania i oceny. Dzięki nim można śledzić postępy w osiąganiu celów związanych z zanieczyszczeniem hałasem i dostarczać informacje potrzebne dla rozwoju przyszłych programów działań w zakresie środowiska. Oprócz opublikowanego niedawno sprawozdania pt. *Environmental noise in Europe (Hałas w środowisku w Europie)*, istnieje szereg wcześniejszych sprawozdań dotyczących hałasu opracowanych przez EEA, np. *Quiet areas in Europe – The environment unaffected by noise pollution (2016) (Ciche obszary w Europie – środowisko niezakłócone zanieczyszczeniem hałasem)*, *Unequal exposure and unequal impacts: Social vulnerability to air pollution, noise and extreme temperatures in Europe (2018) (Nierówności w ekspozycji i skutkach: wrażliwość społeczna na zanieczyszczenie powietrza, hałas i skrajne temperatury w Europie)*. Można również uzyskać informacje o zanieczyszczeniu hałasem za pośrednictwem udostępnionej przez EEA strony dotyczącej hałasu lub zestawień informacyjnych na temat hałasu poświęconych poszczególnym krajom.

Jakie działania prowadzi UE w celu skuteczniejszego rozwiązywania tej kwestii?

Kraje, regiony i miasta prowadzą różnorodne działania mające na celu rozwiązanie problemów związanych z hałasem. Przykładowo, stosowanie na drogach nawierzchni asfaltowej o niskim poziomie emisji hałasu, używanie cichych opon w pojazdach transportu publicznego, udostępnianie liczniejszej infrastruktury dla samochodów elektrycznych w miastach, promowanie aktywnego przemieszczania się, np. chodzenia pieszo lub jazdy na rowerze, przekształcanie ulic w strefy dla pieszych itd. Wiele miast i regionów wprowadziło również tzw. ciche strefy, w których można uciec od miejskiego zgiełku. Są to głównie tereny zielone, takie jak parki czy rezerваты przyrody.

Wiele z tych środków okazało się również korzystnych dla zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza.

Widzimy, że sposobem na zwiększenie wpływu środków obniżających poziom hałasu przy optymalizacji kosztów i wysiłków mogłoby być opracowanie połączonych strategii ograniczania hałasu i zanieczyszczenia powietrza powodowanych przez ruch drogowy. Jeżeli nie wdroży się środków rozwiązujących problemy związane z hałasem, jest mało prawdopodobne, aby liczba osób narażonych na działanie hałasu znacznie spadła w przyszłości z uwagi na rozwój terenów miejskich i zwiększone zapotrzebowanie na mobilność. Znaczne zmniejszenie liczby osób narażonych na szkodliwe poziomy hałas można by osiągnąć dzięki zastosowaniu nie tylko pojedynczych środków, lecz kombinacji różnych środków, w tym ulepszeń technologicznych, ambitnej polityki w zakresie hałasu, lepszego planowania urbanistycznego i infrastruktury oraz zmian w zachowaniu obywateli.

Eulalia Peris – ekspert EEA ds. hałasu w środowisku

Wywiad opublikowany w marcowym wydaniu biuletynu informacyjnego EEA 01/2020



dr inż. JOANNA KAMIŃSKA (ORCID: 0000-0001-9818-6963)
 dr JAN RADOSZ (ORCID: 0000-0001-8542-7799)
 Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
 Kontakt: jozab@ciop.pl
 DOI: 10.54215/BP.2022.05.11.Kaminska

Wpływ warunków akustycznych na subiektywnie odczuwane obciążenie i zmęczenie pracowników biurowych



Hałas w środowisku pracy umysłowej jest jednym z czynników negatywnie wpływających na koncentrację uwagi, zdolność przetwarzania informacji, liczbę popełnianych błędów oraz wydajność i komfort pracy. Celem badań omawianych w artykule była ocena wpływu warunków akustycznych na odczuwane obciążenie i zmęczenie pracowników biurowych. Przedstawione wyniki odnoszą się do subiektywnej oceny (dokonanej przez grupę 39 osób w wieku od 20 do 34 lat) pracy wykonywanej w różnych warunkach akustycznych (wariant W1 – bez prezentacji bodźców akustycznych, wariant W2 – dźwięki pochodzące od wyposażenia biurowego, wariant W3 – dźwięki pochodzące od wyposażenia biurowego z cichą rozmową w języku polskim w tle, wariant W4 – dźwięki pochodzące od wyposażenia biurowego z głośną rozmową w języku polskim w pobliżu, wariant W5 – filtrowany szum różowy). Wyniki badań wskazują na istotne statystycznie większe rozkojarzenie (w wariantach W3, W4 i W5) oceniane według skali Grandjeana. Wyniki kwestionariusza NASA-TLX świadczą zaś o związanych z pracą: znacznym obciążeniu psychicznym, silnej presji czasu oraz wysiłku. Te wyniki nie były jednak istotne statystycznie.

Słowa kluczowe: obciążenie pracą, hałas, praca biurowa

The impact of acoustic conditions on the mood and fatigue of office workers

Noise in the office work environment is one of the factors that can negatively affect workers' ability to concentrate, cognitive abilities, number of errors made, productivity and comfort. The aim of the study was to determine the effects of acoustic conditions in the mental work environment on psychosocial load. The presented results refer to the subjective assessment (made by a group of 39 people aged 20 to 34) of work performed in various acoustic conditions (variant W1 – no presentation of acoustic stimuli, variant W2 – sounds from office equipment, variant W3 – sounds of office equipment with quiet conversation in Polish, variant W4 – sounds of office equipment with loud conversation in Polish, variant W5 – filtered pink noise). The results indicate a statistically significant greater separation (in the W3 variant) and fatigue (in the W3, W4 and W5 variant) assessed according to the Grandjean Scale. The data obtained using the NASA-TLX questionnaire indicate that the subjects rated highly psychosocial load, strong time pressure and work-related effort. However, these results were not statistically significantly different between the study variants.

Keywords: work-load, noise, office work

Wstęp

Termin *praca biurowa* jest zwykle rozumiany jako praca umysłowa o różnym stopniu skomplikowania (od rutynowych prac, niewymagających dużego zaangażowania intelektualnego, do prac twórczych o dużym stopniu odpowiedzialności). Ten typ pracy dominuje m.in. w bankach, firmach ubezpieczeniowych, prawniczych i podatkowych oraz w administracji państwowej. Cechą charakterystyczną pracy biurowej jest jej niematerialny produkt, który powstaje w procesie zbierania i przetwarzania informacji. Z ergonomicznego punktu widzenia wszystkie prace biurowe, niezależnie od ich merytorycznych celów, można scharakteryzować jako prace umysłowe, wykonywane w pozycji siedzącej [1]. Praca biurowa jest określana jako lekka ze względu na niewielki wydatek energetyczny związany z pracą rąk, jednak czynniki uciążliwe występujące na tego rodzaju stanowiskach pracy mogą wpływać na obciążenie pracownika i jego wydajność. Podstawowymi czynnikami uciążliwymi, występującymi na stanowiskach pracy biurowej, są: obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego, obciążenie psychiczne, niewłaściwe warunki termiczne i oświetleniowe oraz hałas.

Oddziaływanie hałasu na człowieka

Negatywny wpływ hałasu na człowieka jest związany nie tylko z jego bezpośrednim oddziaływaniem na narząd słuchu, lecz obejmuje także inne skutki zdrowotne. Hałas wpływa m.in. na układ krążenia, układ pokarmowy i układ nerwowy oraz może powodować wcześniejsze starzenie się organizmu. Badania epidemiologiczne i kliniczne potwierdzają występowanie istotnego związku między natężeniem hałasu a ryzykiem zawału serca i nadciśnienia tętniczego. W ostatnim czasie pojawiły się też badania na temat związku cukrzycy typu 2 z narażeniem na hałas – stwierdzono, że u osób narażonych na hałas o natężeniu powyżej 60 dB ryzyko cukrzycy było o 22% wyższe. Wykazano również, że ekspozycja na hałas jest czynnikiem ryzyka przedwczesnego zakończenia aktywności zawodowej z powodu ogólnego stanu zdrowia [2], a ponadto – że hałas o natężeniu na poziomie

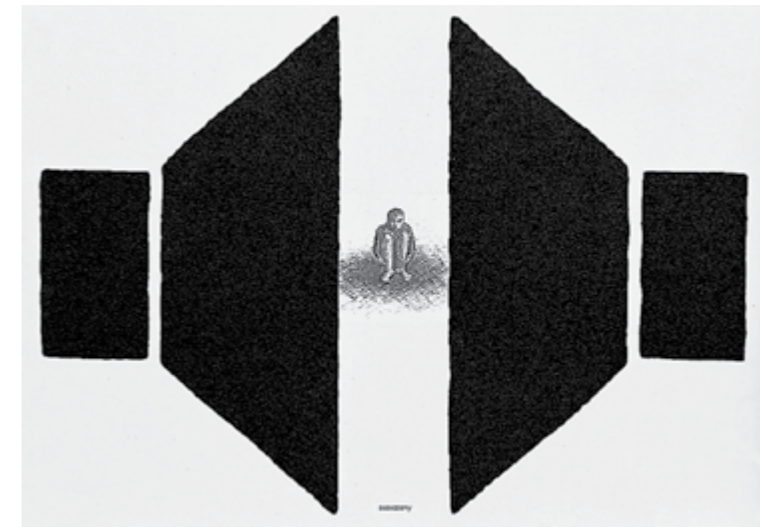
55-60 dB osłabia motywację do podejmowania trudnych zadań.

Chociaż przeprowadzono wiele badań w celu oceny niekorzystnego wpływu hałasu na człowieka, to dotyczyły one głównie hałasu na dość wysokim poziomie. Wyniki obejmujące wpływ umiarkowanego poziomu hałasu na człowieka są rozbieżne ze względu na znaczne różnice w indywidualnej wrażliwości na hałas [3].

Na stanowiskach biurowych w bankowości, w pomieszczeniach kontrolnych, pracownicy (kontrolerzy, dyspozytorzy) są często narażeni na poziomy hałas wyższe niż określone w przepisach wartości NDN¹. Praca na tych stanowiskach wymaga zapamiętywania informacji, koncentracji uwagi i wykonywania czynności o różnych poziomach trudności. Narażenie na hałas jest jednym z czynników, które mogą wpływać na koncentrację uwagi, a przez to na wydajność takich pracowników.

Badania cytowane w [4] wskazują, że hałas związany z rozmowami współpracowników jest najczęściej zgłaszaną skargą. Znaczna grupa pracowników biurowych (ok. 70%) stwierdziła, że byłaby bardziej produktywna, gdyby nie hałas. Dla ponad połowy pracowników (52%) poziom hałasu w miejscu pracy był stresujący, a znakomita większość (81%) deklaruje, że mogłaby wykonać więcej zadań, gdyby ich miejsce pracy było spokojniejsze. Hałas w tle jest najczęstszą skargą zgłaszaną przez pracowników biur na planie otwartym. Nie jest to zaskakujące, biorąc pod uwagę, że koncepcja planowania pomieszczeń typu *open space* powinna się opierać na kompromisie pomiędzy koniecznością zapewnienia warunków do dobrej komunikacji wśród personelu a zachowaniem przy

¹ Wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń hałasu, podane w rozporządzeniu 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. poz. 1286, z późn. zm.).



Jakub Michnowski – plakat wybrany na konkursową wystawę bezpieczeństwa pracy CIOP-PIB 1998 pt. „Hałas”

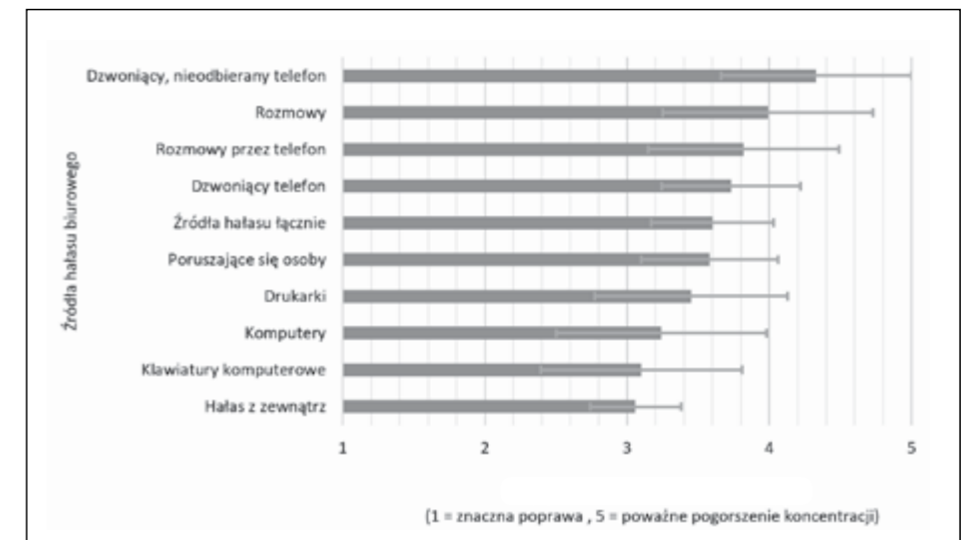
watności poszczególnych pracowników. Badania wskazują, że hałas biurowy jest źródłem niezadowolonych pracowników ze środowiska pracy oraz obniżenia ich motywacji i wydajności, a ponadto powoduje większe rozdrażnienie.

Spośród osób, które wzięły udział w badaniach laboratoryjnych przeprowadzonych w CIOP-PIB, ok. 53% miało kłopoty z koncentracją uwagi w warunkach występowania hałasu niskoczęstotliwościowego, a ok. 43% – w przypadku hałasu infradźwiękowego [3]. Znaczna część pracowników skarżyła się na senność (83%) i zmęczenie (powyżej 45%).

Hałas na stanowiskach pracy biurowej jest analizowany od dawna. Na początku lat 70. XX w. Boyce objął badaniami 200 pracowników – 67% z nich wskazywało na uciążliwość związane z dzwoniącymi telefonami, 55% osób przeszkadzały rozmowy, a blisko połowie – głośna klimatyzacja i urządzenia biurowe [5]. W innych badaniach oceniono, że ponad jedna trzecia z 519 ankietowanych pracowników w 15 europejskich biurach skarży się

na hałas w miejscu pracy, zwłaszcza na rozmowy w tle [6]. Z kolei według Keighleya akceptowalność nie była związana z poziomem hałasu tła, lecz silnie odwrotnie skorelowana ze szczytowymi poziomami dźwięku o wartościach powyżej poziomu hałasu tła, co sugeruje, że dźwięki wyróżniające się lub wyraźne były najmniej akceptowalne [7].

Na subiektywnie odczuwaną uciążliwość hałasu mogą mieć również wpływ jego inne charakterystyki akustyczne, takie jak tonalność [8]. W innych badaniach stwierdzono, że spośród 2000 ankietowanych ponad połowę osób (54%) często przeszkadzał hałas (zwłaszcza rozmowy i dzwonek telefonu), a niezadowolone związane z hałasem korelowało z niezadowolaniem z otoczenia i pracy, aczkolwiek nie stwierdzono związku z wydajnością pracy [9]. Do podobnych wniosków doszli Banbury i Berry [10], którzy na podstawie badań ankietowych wykazali, że największy wpływ na spadek koncentracji pracowników mają dzwoniące telefony oraz rozmowy (rys. 1).



Rys. 1. Źródła hałasu biurowego oraz ocena jego wpływu na koncentrację – na podstawie badań ankietowych [10]
 Fig. 1. Sources of office noise and assessment of its impact on concentration – based on survey research [10]

Charakterystykę dźwięku uzyskuje się poprzez fizyczny pomiar określonego parametru. W badaniach uciążliwości dźwięku często się przyjmuje, że podstawową charakterystyką jest w tym przypadku jego głośność, wyrażana np. przez poziom ciśnienia akustycznego, skorygowany charakterystyką częstotliwościową A.

Badania przeprowadzone w celu oceny związku między ekspozycją na hałas a sprawnością poznawczą dają niejednoznaczne wyniki – zgodnie z nimi hałas może zwiększać lub zmniejszać wydajność pracy albo nie mieć na nią żadnego wpływu. Wiele badań potwierdziło istnienie bezpośredniego związku między zwiększonym poziomem hałasu a obniżoną wydajnością poznawczą [11-13]. Badania przeprowadzone przez Golmohammadia i in. wskazują na wzrost liczby błędów i wydłużenie czasu reakcji w przypadku wykonywania zadań o wyższym poziomie trudności [14]. Gdy zadania są proste (1-Back), wtedy na ich wykonanie ma wpływ poziom hałasu (bardziej niekorzystne warunki akustyczne), natomiast gdy zadania są średnio trudne lub trudne (2 i 3-Back), na ich wykonanie silniej wpływa rodzaj hałasu, a nie jego poziom. W innym badaniu wykazano również, że hałas miał wpływ na pogorszenie uwagi i pamięci krótkotrwałej [12].

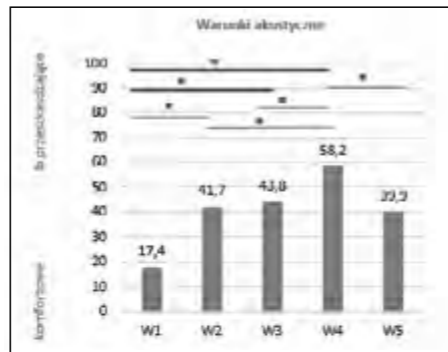
Nowsze doniesienia literaturowe wskazują jednak, że narażenie na hałas może mieć szkodliwy wpływ na sprawność poznawczą, przy czym jest to zależne od różnych czynników, takich jak: rodzaj hałasu (np. nieustalony, impulsowy), poziom ciśnienia akustycznego, widmo hałasu, czas ekspozycji na hałas oraz trudność wykonywanego zadania [11].

Celem badań było sprawdzenie wpływu warunków akustycznych, charakterystycznych dla pracy biurowej, na subiektywnie odczuwane obciążenie pracowników umysłowych.

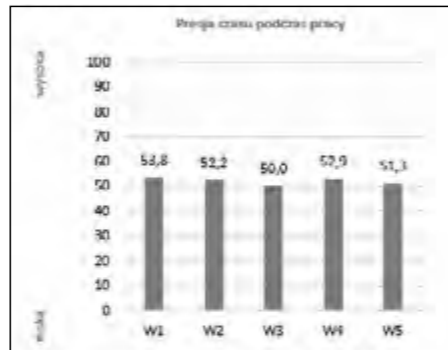
Metodyka badań

W ramach badań prowadzonych w CIOP-PIB przeanalizowano wpływ warunków akustycznych w środowisku pracy biurowej na odczuwane przez pracowników obciążenie pracą. W badaniach laboratoryjnych zasymulowano następujące warianty warunków akustycznych:

- W1 – bez prezentacji bodźców akustycznych,
- W2 – z bodźcami akustycznymi – dźwiękami pochodzącymi od wyposażenia biurowego,
- W3 – z bodźcami akustycznymi – dźwiękami pochodzącymi od wyposażenia biurowego z cichą rozmową w języku polskim w tle (wskaźnik transmisji mowy² $STI < 0,3$),
- W4 – z bodźcami akustycznymi – dźwiękami pochodzącymi od wyposażenia biurowego z głośną rozmową w języku polskim w pobliżu (wskaźnik transmisji mowy $STI > 0,45$),
- W5 – z bodźcami akustycznymi – filtrowanym szumem różowym.

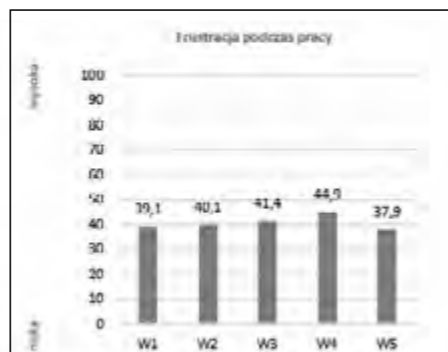


Rys. 2. Subiektywna ocena warunków akustycznych
Fig. 2. Subjective assessment of acoustic conditions



Rys. 4. Subiektywna ocena odczuwanej presji czasu podczas pracy według NASA-TLX

Fig. 4. Subjective assessment of the perceived time pressure during work (NASA-TLX)

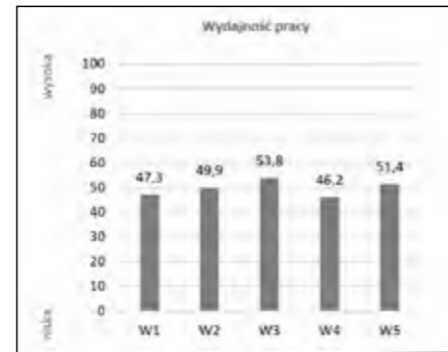


Rys. 6. Subiektywna ocena frustracji odczuwanej podczas pracy według NASA-TLX

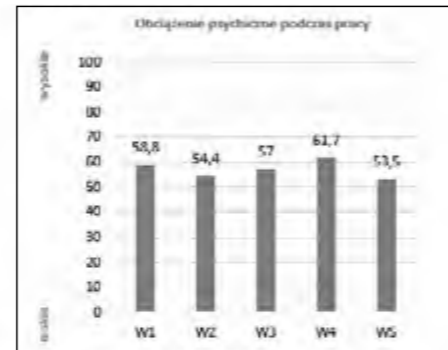
Fig. 6. Subjective assessment of frustration during work (NASA-TLX)

W każdym przypadku uczestnicy badania mieli założone słuchawki, w których prezentowano bodźce dźwiękowe. Warianty od W2 do W5 opracowano przy założeniu, że dla każdego z nich równoważny poziom dźwięku A wynosi 55 dB (kryterium uciążliwości hałasu na stanowisku pracy zgodnie z PN-N-01307:1994³). Poziom dźwięku w słuchawkach kontrolowano techniką MIRE za pomocą sondy mikrofonowej 25S oraz miernika poziomu dźwięku. Zadaniem uczestników było przeczytanie tekstu fikcyjnej biografii, a następnie – udzielenie odpowiedzi na pytania dotyczące lektury.

³ PN-N-01307:1994. Hałas – Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy – Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.

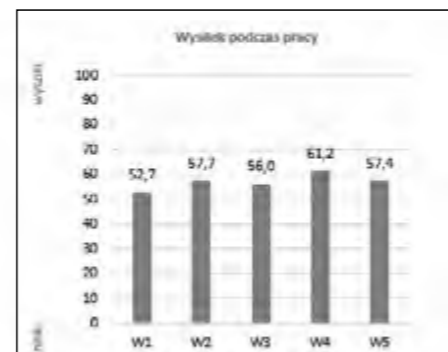


Rys. 3. Subiektywna ocena wydajności pracy według NASA-TLX
Fig. 3. Subjective assessment of work efficiency (NASA-TLX)



Rys. 5. Subiektywna ocena obciążenia psychicznego podczas pracy według NASA-TLX

Fig. 5. Subjective assessment of mental strain at work (NASA-TLX)



Rys. 7. Subiektywna ocena wysiłku odczuwanego podczas pracy według NASA-TLX

Fig. 7. Subjective assessment of the effort felt during work (NASA-TLX)

Badania przeprowadzono na grupie 39 osób – 18 kobiet i 21 mężczyzn – których średnia wieku wynosiła 24 lat ($SD = 4,54$). Do oceny wykorzystano kwestionariusz NASA-TLX [15], który jest szeroko stosowanym subiektywnym, wielowymiarowym narzędziem oceny obciążenia pracą. Składa się on z sześciu podskal opisujących następujące aspekty obciążenia pracą: obciążenie psychiczne, obciążenie fizyczne, presja czasu, wydajność, wysiłek oraz frustracja. Do kwestionariusza dodano pytanie dotyczące warunków akustycznych: *Jak oceniasz warunki akustyczne podczas badania?*

W celu oceny nastroju i zmęczenia psychicznego pracowników posłużono się skalą Grandjeana [16]. Jest ona stosowana jako subiektywna miara zmęczenia wynikającego z wykonywania różnego typu prac i zawodów, a także jako wskaźnik

obciążenia psychicznego, będącego skutkiem wykonywania zadań związanych z aktywnością umysłową. Skala Grandjeana składa się łącznie z 14 podskal, przy czym na subiektywny wskaźnik zmęczenia składają się następujące podskale: silny – słaby, wypoczęty – zmęczony, zainteresowany – znużony, pełen wigoru – wyczerpany, rozbudzony – śpiący, skuteczny w działaniu – nieskuteczny w działaniu, uważny – rozkojarzony, zdolny do koncentracji – niezdolny do koncentracji.

Ze względu na brak normalności rozkładu analizę różnic skal Grandjeana dla stanu przed badaniami i po badaniach w różnych warunkach akustycznych przeprowadzono na podstawie testu znaków, będącego nieparametrycznym odpowiednikiem testu t dla grup zależnych. Normalność rozkładu badano testem W Shapiro-Wilka. Analizę różnic pomiędzy poszczególnymi wariantami badań przeprowadzono na podstawie analizy wariancji. Jednorodność wariancji weryfikowano za pomocą testu Levene'a.

Wyniki badań

Subiektywne odczucia uczestników badania były określane w skali od 0 (niski poziom obciążenia pracą, komfortowe warunki akustyczne) do 100 (wysoki poziom obciążenia pracą, bardzo przeszkadzające warunki akustyczne). Wyniki oceny warunków akustycznych oraz obciążenia pracą (obciążenia psychicznego i fizycznego, odczuwanej presji czasu, wydajności wysiłku i frustracji) według kwestionariusza NASA-TLX przedstawiono na rys. 2-7.

Analiza wyników subiektywnej oceny warunków akustycznych, przeprowadzanej po każdym wariantach badań, potwierdziła występowanie znacznych różnic w odbiorze tych warunków w poszczególnych wariantach, mimo że w przypadkach W2-W5 poziom dźwięku A był identyczny. Istotne statystycznie różnice stwierdzono

tylko w odniesieniu do subiektywnego odczucia warunków akustycznych. Chociaż za najbardziej przeszkadzające uznano dźwięki wyposażenia biurowego z głośną rozmową w tle (rys. 2), to jednak wszystkie warianty oprócz pracy w ciszy określono jako przeszkadzające (oceniono je od 40 do 58 w skali od 0 do 100).

Interesujące są wyniki subiektywnie odczuwanej wydajności podczas pracy w różnych warunkach akustycznych (rys. 3). Najlepszą wydajność uczestnicy badania deklarowali w przypadku pracy w warunkach słyszalnych dźwięków wyposażenia biurowego i cichych rozmów współpracowników, a najniższą – w przypadku pracy przy głośnych rozmowach oraz w ciszy. Wyniki wydajności pracy nie były istotnie statystycznie różne i mogą świadczyć jedynie o tendencjach w odczuwaniu własnej wydajności pracy w różnych warunkach. W warunkach, w których wydajność była najniższa, tj. podczas pracy przy dźwiękach wyposażenia biurowego i głośnych rozmowach oraz podczas pracy w ciszy, pracownicy odczuwali najwyższą presję czasu, natomiast w najmniejszym stopniu odczuwali ją wtedy, gdy – ich zdaniem – byli najbardziej wydajni, tj. podczas pracy przy dźwiękach wyposażenia biurowego i cichych rozmów współpracowników (rys. 4).

Wyniki obciążenia nie różniły się istotnie statystycznie między sobą. Zarówno dźwięki wyposażenia biurowego wraz z towarzyszącymi im głośnymi rozmowami, jak i cisza powodowały, że pracownicy odczuwali największe obciążenie psychiczne, najlepiej zaś czuli się podczas pracy w szumie oraz wtedy, gdy docierały do nich jedynie dźwięki od wyposażenia biurowego (rys. 5). Najwyższe poziomy frustracji i wysiłku związane z pracą zaobserwowano, gdy uczestnicy wykonywali zadania przy dźwiękach wyposażenia biurowego i głośnych rozmów (rys. 6 i 7), co oznacza, że praca w takich warunkach akustycznych

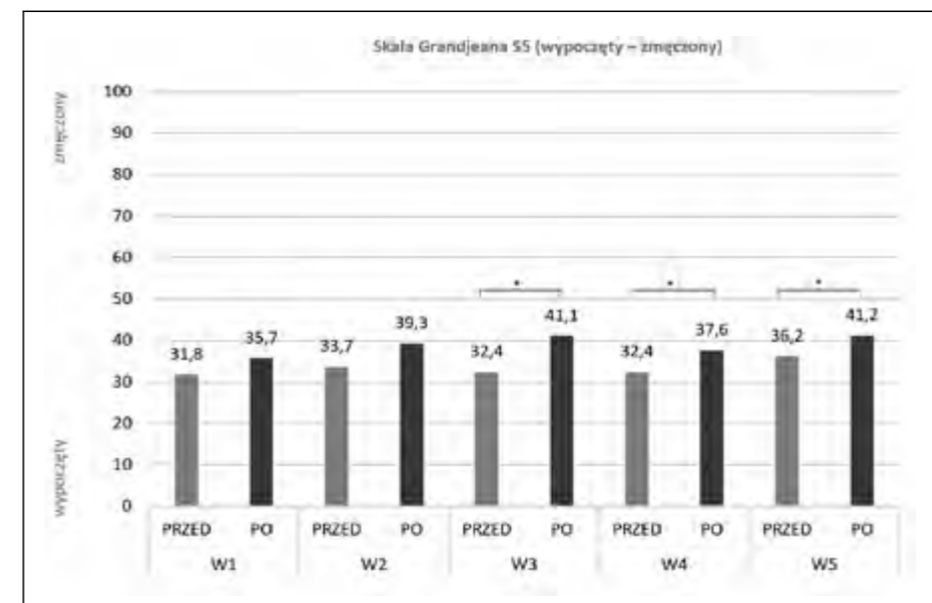
jest najbardziej obciążająca (i związana jest też z najniższą wydajnością). Warto zauważyć, że o ile poziom frustracji oceniono raczej nisko (niezależnie od badanego wariantu), to oceny poziomu obciążenia psychicznego i wysiłku były już dość wysokie (powyżej połowy skali).

Na podstawie analizy wyników skali Grandjeana można stwierdzić, że prawie wszystkie uzyskane wartości mieściły się w granicach wartości przeciętnej (50), co wskazuje, że uczestnicy badań byli w dobrym nastroju (wyrażającym się uczuciem odprężenia, spokojem, dobrym humorem i zainteresowaniem sytuacją) i w dobrej kondycji (charakteryzowanej przez poczucie siły i wigoru oraz uczucie skuteczności działania, bycia uważnym i zdolnym do koncentracji uwagi). Wyniki odnoszące się do wybranych podskal związanych ze zmęczeniem przedstawiono na rys. 8. W przypadku subiektywnej oceny zmęczenia S5 (wypoczęty – zmęczony) najwyższą różnicę między wartościami przed pracą i po pracy zaobserwowano w wariantach W3, a istotne statystycznie różnice stwierdzono w przypadku wariantów W3, W4 i W5.

W zakresie podskal S2 (silny – słaby), S8 (pełen wigoru – wyczerpany) i S12 (skuteczny w działaniu – nieskuteczny w działaniu) nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic dotyczących analizowanych wariantów badań. W zakresie podskali S10 (rozbudzony – śpiący) istotne statystycznie zmiany (w kierunku senności/mniejszego rozbudzenia) występowały w wariantach W1, W3 i W4. W zakresie podskali S13 (uważny – rozkojarzony) istotne statystycznie zmiany (w kierunku większego rozkojarzenia) występowały tylko w wariantach W3. Z kolei wyniki w zakresie podskali S14 (zdolny do koncentracji – niezdolny do koncentracji) istotne statystycznie zmiany (w kierunku mniejszej zdolności do koncentracji) występowały tylko w wariantach W1 i W4. Nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy w wynikach kobiet i mężczyzn.

Podsumowanie

Analiza literatury wskazuje, że podczas pracy biurowej (umysłowej) największe uciążliwości są związane z występowaniem dźwięków wybijających się z tła, a najbardziej niepożądanymi źródłami hałasu są dzwoniące telefony i mowa w tle. Mimo że uczestnicy badań różnie ocenili warunki akustyczne w poszczególnych wariantach, nie miało to wyraźnego wpływu na subiektywnie odczuwane obciążenie związane z pracą. Badania przeprowadzone w CIOP-PIB nie potwierdziły występowania istotnych statystycznie różnic w obciążeniu pracą (obciążeniu psychicznym i fizycznym, odczuwanej presji czasu, wydajności, wysiłku i frustracji) według kwestionariusza NASA-TLX, co może być związane z ograniczeniem wiekowym badanej grupy osób (do 35 lat). Wyniki wskazują jednak, że wariant bodźców akustycznych z dźwiękami wyposażenia biurowego i głośnych rozmów jest oceniany jako najbardziej uciążliwy – praca w tych warunkach



Rys. 8. Ocena subiektywnego odczucia zmęczenia (S5) według skali Grandjeana

Fig. 8. Subjective assessment of fatigue at work (Grandjean scale)



Helena Hribernik – plakat wybrany na konkursową wystawę bezpieczeństwa pracy CIOP-PIB 1998 pt. „Hałas”

wymaga największego wysiłku oraz powoduje większą frustrację i największe obciążenie psychiczne. Mogłoby się wydawać, że ideałem jest praca w ciszy, a jednak ten wariant nie okazał się jednoznacznie najkorzystniejszy – pracownicy odczuwali w tych warunkach największą presję czasu i obciążenie psychiczne porównywalne z tym, jakie towarzyszyło im podczas pracy w hałasie (przy dźwiękach wyposażenia biurowego i głośnie rozmów). Swoją wydajność uczestnicy badania oceniali najwyższą podczas wykonywania zadań przy dźwiękach wyposażenia biurowego i cichych rozmów w tle. Jednocześnie ocena zmęczenia na podstawie skali Grandjeana wskazuje na istotne statystycznie różnice w przypadku trzech wariantów (W3, W4 i W5) z bodźcami akustycznymi – dźwiękami pochodzącymi od wyposażenia biurowego z cichą oraz głośną rozmową w języku polskim oraz filtrowanym szumem różowym. Otrzymane wyniki mogą być wskazówką, jak zorganizować stanowisko pracy umysłowej dostosowane do potrzeb pracownika.

Przedstawione wyniki będą także analizowane pod kątem cech temperamentu poszczególnych uczestników badania i ich wrażliwości na hałas, co umożliwi odnalezienie i wskazanie różnic w obciążeniu pracą w różnych warunkach akustycznych przez poszczególnych pracowników oraz pozwoli lepiej poznać ich preferencje w tym zakresie.

BIBLIOGRAFIA

[1] KONARSKA, M. Praca biurowa – organizacja stanowiska pracy. [https://www.ciop.pl/CIOP_PortalWAR/appmanager/ciop/pl?_nfpb=true&_pageLabel=P30001831335539182278&html_tresc_root_id=19382&html_tresc_id=19839&html_klucz=19558&html_klucz_spis\[17.09.2021\]](https://www.ciop.pl/CIOP_PortalWAR/appmanager/ciop/pl?_nfpb=true&_pageLabel=P30001831335539182278&html_tresc_root_id=19382&html_tresc_id=19839&html_klucz=19558&html_klucz_spis[17.09.2021]).

[2] BORTKIEWICZ, A., CZAJA, N. Pozasłuchowe skutki działania hałasu ze szczególnym uwzględnieniem chorób układu krążenia. *Forum Medycyny Rodzinnej*. 2018, 12(2): 41-49, https://journals.via-medica.pl/forum_medycyny_rodzinnej/article/view/58041 [17.09.2021].

[3] KACZMARSKA, A., ŁUCZAK, A., SOBOLEWSKI, A. Uciążliwość hałasu niskoczęstotliwościowego podczas wykonywania prac wymagających koncentracji uwagi – badania w warunkach laboratoryjnych. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*. 2006, 6: 11-15.

[4] ČEKAN, P., et al. Elimination of excessive noise at the open office workplace. *Vedecké Práce Materiálovotechnologickej Fakulty Slovenskej Technickej Univerzity v Bratislave so Sídrom v Trnave*. 2019, 27: 44.

[5] BOYCE, P.R. User's assessments of a landscaped office. *Journal of Architectural Research*. 1974, 3: 44-62.

[6] NEMECEK, J., GRANDJEAN, E. Results of an ergonomic investigation of large-space offices. *Human Factors*. 1973, 15(2): 111-124.

[7] KEIGHLEY, E.C. Acceptability criteria for noise in large offices. *Journal of Sound Vibration*. 1970, 11(1): 83-93.

[8] RADOSZ, J. Ocena hałasu tonalnego w środowisku pracy. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*. 2020, 1(580): 24-26.

[9] SUNDSTROM, E., et al. Office Noise, Satisfaction, and Performance. *Environment and Behavior*. 1994, 26(2): 195-222, doi: 10.1177/001391659402600204.

[10] BANBURY, S.P., BERRY, D.C. Office noise and employee concentration: Identifying causes of disruption and potential improvements. *Ergonomics*. 2005, 48(1): 25-37, doi: 10.1080/0014013041233131390.

[11] NASSIRI, P., et al. The effect of noise on human performance: a clinical trial. *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2013, 4(2): 87-95, PMID: 23567534.

[12] MONTEIRO, R., et al. The interactive effect of occupational noise on attention and short-term memory: a pilot study. *Noise Health*. 2018, 20: 190-198.

[13] SAEKI, T., et al., Effects of Acoustical Noise on Annoyance, Performance and Fatigue during Mental Memory Task. *Applied Acoustics*. 2004, 65(9): 913-921.

[14] GOLMOHAMMADI, R., et al. Attention and short-term memory during occupational noise exposure considering task difficulty. *Applied Acoustics*. 2020, 158, 107065, doi: 10.1016/j.apacoust.2019.107065.

[15] NASA. Nasa Task Load Index (TLX) v. 1.0 Manual, 1986, <https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/TLX/downloads/TLX.pdf>.

[16] BASCHERA, P., GRANDJEAN, E.P. Effect of repetitive task with different degrees of difficulty on critical fusion frequency (CFF) and subjective state. *Ergonomics*. 1979, 22(4): 377-385, doi: 10.1080/00140137.908924622.

Opracowano i wydano na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (projekt nr I.PB.01 pt. „Ocena wpływu warunków akustycznych w środowisku pracy umysłowej na percepcję wzrokową i obciążenie psychiczne”). Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Pozasłuchowe skutki działania hałasu ze szczególnym uwzględnieniem chorób układu krążenia

Extra-hearing effects of noise, with particular emphasis on cardiovascular diseases

STRESZCZENIE

Obecnie hałas towarzyszy człowiekowi nieprzerwanie, w domu, w pracy, podczas wypoczynku, a często także podczas snu. Szkodliwość oddziaływania hałasu zależy od poziomu ciśnienia akustycznego i czasu trwania narażenia, czyli tak zwanej dawki hałasu. Negatywny wpływ hałasu na organizm człowieka jest utożsamiany przede wszystkim z jego bezpośrednim oddziaływaniem na narząd słuchu. Reakcją obronną organizmu na nadmierny hałas jest czasowe przesunięcie progu słyszenia, które ustępuje po upływie określonego czasu. Trwałe przesunięcie progu słyszenia jest nieodwracalne i wynika z wywołanych hałasem zmian w uchu środkowym i wewnętrznym, które są narządami krytycznymi. Działanie hałasu nie ogranicza się tylko do narządu słuchu, obejmuje także inne skutki zdrowotne. Hałas wpływa na układ krążenia, układ pokarmowy, układ wewnątrzwydzielniczy, układ nerwowy, psychikę, powoduje wcześniejsze starzenie się organizmu. Zarówno badania epidemiologiczne obejmujące bardzo duże grupy ekspozowane, jak i badania kliniczne potwierdzają występowanie istotnego związku między natężeniem hałasu, a ryzykiem zawału serca i nadciśnienia tętniczego. Dotyczy to zarówno hałasu komunalnego, jak i hałasu występującego w pracy. Zgodnie z obecną wiedzą ryzyko takie należy uwzględnić szczególnie w grupach narażonych na wysokie poziomy hałas. W ostatnim czasie pojawiły się także badania na temat związku cukrzycy typu 2 z narażeniem na hałas. Stwierdzono, że u osób, dla których hałas w domu wynosił > 60 dB, ryzyko cukrzycy było o 22% wyższe niż u osób, dla których hałas był niższy. Pozasłuchowe skutki hałasu są bardziej nasilone u osób z ubytkiem słuchu, a także u osób starszych. W badaniach wykazano także, że ekspozycja na hałas jest czynnikiem ryzyka przedwczesnego zakończenia aktywności zawodowej z powodu ogólnego stanu zdrowia.

Forum Medycyny Rodzinnej 2018, tom 12, nr 2, 41–49

Słowa kluczowe: hałas, skutki zdrowotne, choroba niedokrwienna serca, zawał serca, nadciśnienie tętnicze

Alicja Bortkiewicz¹,
Norman Czaja²

¹Zakład Fizjologii Pracy i Ergonomii, Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med. Jerzego Nofera w Łodzi

²Przychodnia „Mój Lekarz”, Brodnica

Adres do korespondencji:
Dr n. med. Alicja Bortkiewicz
Zakład Fizjologii Pracy i Ergonomii,
Instytut Medycyny Pracy w Łodzi
ul. Św. Teresy 8, 91–348 Łódź
tel. 42 6314588
faks: 42 6568331
e-mail: alab@imp.lodz.pl

Copyright © 2018 Via Medica
ISSN 1897–3590

ABSTRACT

Under present conditions of technological development and intensity of urban life, noise is a highly prevalent hazard in occupational and communal environment as it accompanies everyday activities at work, home and even during sleep. The negative impact that noise has on human health depends on the level of acoustic pressure and the duration of exposure, or the „dose of noise” received. The major adverse health effect of noise exposure is thought to be its influence on the function of the hearing organ. A defense mechanism in response to excessive noise is temporary (hearing) threshold shift, which is a transient effect. However, permanent threshold shift, resulting from noise-induced effects within the critical organs of inner and middle ear, is irreversible and corresponds to the hearing loss. The health effects of noise exposure are not limited only to the hearing organ but they may also concern the functions of the cardiovascular, digestive, hormonal and nervous systems as well as the impact on mental health and ageing. Both the large-scale epidemiological studies and case-control studies provide evidence for a significant correlation between noise intensity and the risk of myocardial infarction and arterial hypertension. The findings refer both to communal and occupational noise. According to the state-of-the-art knowledge, such risk of cardiac effects should be considered particularly in individuals exposed to high levels of noise. Recently, some reports have also been published on a possible relationship between noise exposure and type 2 diabetes. It was found that household noise levels > 60 dB were associated with a 22% increase in the risk of diabetes among families dwelling there, compared to lower levels of household noise. The health effects of noise exposure that are not related to hearing tend to be more pronounced in individuals already suffering from hearing impairments and in elderly persons. Exposure to noise was also found to be a risk factor of premature retirement due to the worker’s general health condition.

Forum Medycyny Rodzinnej 2018, vol 12, no 2, 41–49

Key words: noise, health effects, coronary heart disease, myocardial infarction, hypertension

WPROWADZENIE

Hałas jest to każdy niepożądany dźwięk, który może być dla zdrowia szkodliwy lub uciążliwy. Obecnie hałas towarzyszy człowiekowi nieprzerwanie, w domu, w pracy, podczas wypoczynku, a często także podczas snu. To nie znaczy, że warunki komfortowe to całkowita cisza, według Lehmana niezbędny dla dobrego samopoczucia poziom wpływów akustycznych jest cechą indywidualną i wynosi około 20 dB (szept) w warunkach wypoczynku i około 40 dB w warunkach aktywności.

Hałas w środowisku komunalnym związany jest przede wszystkim z ruchem drogowym i lotniczym. Szacuje się, że średniodobowe poziomy hałasu wynoszą na sieci dróg krajowych 70 dB, na sieci dróg kolejowych 69 dB, w otoczeniu

zakładów przemysłowych 50–90 dB, na terenach przylotniskowych 80–100 dB.

W Polsce dopuszczalne poziomy hałasu środowiskowego zależą od pory doby (dzień, noc) oraz rodzaju terenu (uzdrowisko, teren z zabudową jednorodziną, wielorodziną, mieszkaniowo-usługową, teren rekreacyjny itp.) i mieszczą się w granicach 40–70 dB [1].

Szacuje się, że w Polsce na hałas narażonych jest około 13 milionów osób, w tym najwięcej, bo około 4 milionów osób na hałas drogowy powyżej 65 dB.

W Unii Europejskiej na hałas środowiskowy o natężeniu 55 dB jest narażonych około 40% mieszkańców, a około 30% mieszkańców jest narażonych w porze nocnej na hałas o natężeniu powyżej 55 dB.

Hałas zawodowy o bardzo wysokich poziomach występuje w wielu gałęziach przemysłu: przemysł ciężki 90–134 dB(A), przemysł maszynowy 92–125 dB(A), przemysł lekki 90–114 dB(A), budownictwo i przemysł materiałów budowlanych 91–119 dB(A), przemysł chemiczny 90–130 dB(A).

Natężenie hałasu w środowisku pracy i w środowisku komunalnym powinno być ograniczane, najwyższe dopuszczalne natężenia (NDN) są opisane w odpowiednich normach.

W Europie 25–30 milionów ludzi jest zatrudnionych w warunkach hałasu stwarzających ryzyko trwałego uszkodzenia słuchu. W Polsce około jedna trzecia ogółu pracowników skarży się na intensywny hałas, 248 tys. osób jest zatrudnionych w narażeniu na hałas o poziomie > 85 dB(A), a 375 tys. w narażeniu na hałas 80–85 dB(A). Średnio 45/1000 pracowników jest narażonych na hałas ponadnormatywny, a 13% Polaków ma problemy zdrowotne spowodowane hałasem.

Szkodliwość oddziaływania hałasu zależy od poziomu ciśnienia akustycznego i czasu trwania narażenia, czyli tak zwanej dawki hałasu. Im poziom ciśnienia akustycznego jest wyższy a czas narażenia na hałas dłuższy, tym jest on bardziej szkodliwy.

Negatywny wpływ hałasu na organizm człowieka jest utożsamiany przede wszystkim z bezpośrednim oddziaływaniem na narząd słuchu. Reakcją obronną organizmu na nadmierny hałas jest czasowe przesunięcie progu słyszenia, które ustępuje po upływie określonego czasu. Trwałe przesunięcie progu słyszenia jest nieodwracalne i wynika z wywołanych hałasem zmian w uchu środkowym i wewnętrznym, które są narządami krytycznymi. **Uszkodzenie słuchu (upośledzenie sprawności słuchu, uszkodzenia anatomiczne) powoduje postępujący niedosłuch. Z tego względu hałas został uznany za czynnik szkodliwy. Ubytek słuchu związany z zawodową ekspozycją na hałas jest chorobą zawodową**

(poz. 21. Wykazu Chorób Zawodowych, Dz.U. z 2002 nr 132, poz. 115) i w 2016 r. stanowił około 6,3% wszystkich rozpoznanych chorób zawodowych w Polsce (według danych Centralnego Rejestru Chorób Zawodowych w Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi) [2].

Gałęzie przemysłu o najwyższym wskaźniku zapadalności na zawodowe uszkodzenie słuchu na 100 tys. zatrudnionych w 2016 r. to: górnictwo — 27 przypadków, przetwórstwo przemysłowe — 68 przypadków, budownictwo — 15 przypadków, transport i gospodarka magazynowa — 8 przypadków.

POZASŁUCHOWE SKUTKI DZIAŁANIA HAŁASU

Działanie hałasu nie ogranicza się tylko do narządu słuchu, obejmuje także inne skutki zdrowotne. Pozasłuchowe skutki działania hałasu są to wszystkie efekty dotyczące zdrowia lub samopoczucia wywołane przez hałas z wyłączeniem efektów w obrębie organu słuchu i problemów z komunikacją słowną. Zaliczyć je można do dwóch kategorii: skutków psychologicznych i fizjologicznych. Pierwsza grupa obejmuje zaburzenia procesów poznawczych i pamięciowych, trudności skupienia uwagi, uczucie napięcia, drażliwość, bóle głowy, trudności skupienia uwagi na wykonywanej pracy [3]. Hałas o poziomie dźwięku nieprzekraczającym 80 dB(A), czyli niższym niż wartość NDN, może mieć istotny wpływ na wydajność pracy i jakość realizowanych zadań, gdyż ogranicza zdolność koncentracji uwagi, obniża sprawność i chęć działania oraz wydajność pracy; utrudnia wykonywanie prac precyzyjnych i koncepcyjnych, utrudnia zrozumiałość mowy, utrudnia percepcję sygnałów ostrzegawczych, obniża sprawność uczenia się, zwiększa ryzyko wypadków. Z tego względu hałas o natężeniu niższym niż przewidywana norma, jest traktowany jako czynnik uciążliwy w środowisku pracy.

Reakcja organizmu na hałas zależy od wielu czynników: pory doby (w nocy hałas o natężeniu 50–60 dB wywołuje taką samą reakcję, jak w ciągu dnia hałas 80–90 dB),

częstotliwości (dźwięki o wysokiej częstotliwości są gorzej tolerowane), stanu organizmu (wypoczęty/zmęczony), współistnienia innych czynników szkodliwych lub uciążliwych, cech psychologicznych. Doświadczalnie dowiedziono, że uchwytne zaburzenia funkcji fizjologicznych występują już przy poziomie hałasu 75 dB(A). Przy poziomie hałasu 110–120 dB(A) mogą wystąpić silne reakcje, to jest zaburzenia wzroku, równowagi, uczucia.

Hałas zaburza funkcjonowanie wielu układów: układu krążenia (zwężenie drobnych obwodowych naczyń krwionośnych, zmniejszenie objętości wyrzutowej i minutowej serca, wzrost ciśnienia tętniczego (nadciśnienie tętnicze), układu pokarmowego (sprzyja rozwojowi choroby wrzodowej), układu wewnątrzwydzielniczego (ilościowe zmiany hormonalne), układu nerwowego. Hałas wpływa też na psychikę; stwierdzono, że zaburzenia psychiczne występowały częściej u osób mieszkających wzdłuż ruchliwej arterii komunikacyjnej, w porównaniu z mieszkańcami innych rejonów miasta. Hałas powoduje też wcześniejsze starzenie się organizmu. **U człowieka nie występuje adaptacja fizjologiczna do hałasu.**

HAŁAS A CHOROBY UKŁADU KRĄŻENIA

Związek hałasu z występowaniem chorób układu krążenia tłumaczyć można częściowo jego działaniem stresogennym [4, 5]. Przypuszcza się, że przemijająca odpowiedź ze strony układu współczulnego i hormonalnego na hałas staje się patogenna, gdy jest długotrwała lub powtarzająca się. Tak więc okresowy wzrost ciśnienia krwi może doprowadzić do zmian w strukturze regulacji nerwegetatywnej, a w rezultacie do trwałego wzrostu ciśnienia i do rozwoju nadciśnienia. Ponadto powtarzające się epizody wzrostu poziomu kortyzolu w odpowiedzi na hałas mogą prowadzić dootyłości typu wisceralnego i insulinooporności, co zwiększa ryzyko rozwoju chorób układu krążenia [6]. Poza tym hałas wpływa na układ krążenia poprzez zwężenie

drobnych obwodowych naczyń krwionośnych, zmniejszenie objętości wyrzutowej i minutowej serca, co przy częstej ekspozycji powoduje wzrost ciśnienia tętniczego [7, 8].

W badaniach przeprowadzonych na zwierzętach stwierdzono, że hałas zwiększa akumulację wapnia i magnezu w komórkach, powodując przyspieszenie starzenia się serca. Starzenie się jest najsilniejszym czynnikiem ryzyka zawału serca i ten efekt hałasu nie powinien pozostać niezauważony [9, 10]. Dane dotyczące związku między hałasem a występowaniem chorób układu krążenia, w tym choroby niedokrwiennej serca, zawału serca i nadciśnienia tętniczego, dotyczą zarówno osób ekspozowanych na hałas w środowisku komunalnym, jak i na hałas w miejscu pracy. Najnowsze prace wskazują na istotną statystycznie zależność między narażeniem na hałas, zarówno środowiskowy, jak i zawodowy, a zwiększonym ryzykiem rozwoju choroby niedokrwiennej serca. Zgodnie z obecną wiedzą ryzyko takie należy uwzględniać szczególnie w grupach narażonych na wysokie poziomy hałasu.

W 2011 r. grupa robocza *The Environmental Burden of Disease* (EBoDE) przeprowadziła w sześciu krajach Europy badanie wskaźnika DALYs (DALYs, *disability adjusted life years*), który służy między innymi do identyfikacji głównych przyczyn obciążenia chorobami. **W projekcie tym wykazano, że hałas związany z transportem jest jednym z trzech głównych czynników, obok biernego palenia i narażenia na pyły drobnocząsteczkowe, oddziałujących na zdrowie publiczne, a także jest przyczyną zwiększonej zapadalności na choroby układu krążenia i przedwczesnej umieralności z powodu tych chorób** [11].

W ostatnich latach opublikowano wiele badań epidemiologicznych na temat związku chorób układu krążenia z zawodową i środowiskową ekspozycją na hałas. Dotyczyły one przede wszystkim nadciśnienia tętniczego i choroby niedokrwiennej serca. Ze względu na ograniczenia wydawnicze omówione

zostaną tu tylko najnowsze badania i wyniki opracowań typu metaanaliza. Metaanaliza jest to rodzaj opracowania statystycznego, który pozwala zebrać i analizować dane z wielu źródeł (wyniki badań prowadzonych w różnych krajach i ośrodkach, najczęściej opublikowanych w recenzowanych czasopiśmie). Dzięki temu można powiększyć grupę, w której analizowane są określone zależności, co zwiększa moc statystyczną opracowań i pozwala na trafniejsze wnioskowanie, często niemożliwe w przypadku pojedynczych badań obejmujących zbyt małe grupy.

HAŁAS A NADCIŚNIENIE TĘTNICZE

Wyniki pierwszej metaanalizy, obejmującej 43 badania epidemiologiczne (kohortowe, przekrojowe oraz *case-control*), przeprowadzone w latach 1970–1999 wśród pracowników ekspozowanych na hałas w zakresie 55–116 dB(A), wykazały, że wraz ze wzrostem poziomu hałasu o 5 dB (zarówno zawodowego, jak i środowiskowego) wzrasta ciśnienie tętnicze o 0,5 mm Hg [12].

W 2017 r. ukazały się wyniki najnowszej metaanalizy dotyczącej hałasu i nadciśnienia tętniczego [13]. Metaanaliza uwzględniła 32 badania opublikowane w latach 1984–2016 r., w tym pięć badań kohortowych, jedno badanie przypadków (*case-control*) i 26 badań przekrojowych. Uwzględniono tylko dwa badania opublikowane przed 2000 r., gdyż większość wcześniejszych badań była obciążona istotnymi błędami metodologicznymi, brakowało grup odniesienia, analizy czynników zakłócających, prawidłowych pomiarów hałasu itp.

Autorzy wybrali badania na podstawie określonych kryteriów z 2797 artykułów znalezionych w bazach pod hasłem nadciśnienie, ciśnienie tętnicze, hałas. Autorzy uwzględnili wszystkie rodzaje hałasu: zawodowy, środowiskowy (drogowy i lotniczy), występujący w dzień i w nocy. Włączona do analizy populacja wynosiła ogółem 264 678 osób. Dwa-dziesiąt osiem badań dotyczyło oceny ryzyka

wystąpienia nadciśnienia tętniczego związanego z hałasem. Taki związek wykazano w 21 badaniach, a ryzyko nadciśnienia u osób ekspozowanych na hałas było o ponad 60% wyższe niż u osób nieekspozowanych i wynosiło 1,62 (95% CI: 1,40–1,88). W pozostałych badaniach nie stwierdzono istotnego związku między hałasem a nadciśnieniem. Analiza wyników z uwzględnieniem czynników zakłócających (protokół badania, rodzaj hałasu, kraj, zanieczyszczenie powietrza, wiek i płeć osób badanych, palenie tytoniu, indeks masy ciała) potwierdziła występowanie istotnego związku między hałasem a nadciśnieniem tętniczym [13].

Bardzo ważne z punktu widzenia oceny wpływu hałasu na zdrowie osób starszych było badanie przeprowadzone w Japonii, u mieszkańców okolic lotniska wojskowego na Okinawie. Objęto nim 29 000 osób w wieku ponad 40 lat. Oceniano ciśnienie tętnicze, gospodarkę lipidową (stężenie cholesterolu całkowitego i jego frakcji o niskiej gęstości [LDL, *low density lipoprotein*] i wysokiej gęstości [HDL, *high density lipoprotein*]) oraz stężenie kwasu moczowego. Stwierdzono istotną statystycznie korelację między natężeniem hałasu a wzrostem ciśnienia tętniczego. W grupie ekspozowanej na hałas o natężeniu > 70 dB(A) ryzyko nadciśnienia było o 50% wyższe, w porównaniu z grupą ekspozowaną na hałas w granicach 60–65 dB(A) (OR = 1,5; p < 0,0001) [14].

Niektóre badania wskazują, że związane z hałasem uszkodzenie słuchu jest istotnie skorelowane z występowaniem nadciśnienia. Zależność taką wykazały badania Narlawar i wsp. oraz Ni Chun-chui i wsp. [15, 16]. Narlawar i wsp. przeprowadzili badania u 770 pracowników stalowni. Autorzy stwierdzili, że wśród pracowników z oddziałów o wysokim poziomie hałasu istotnie częściej występowało nadciśnienie tętnicze i uszkodzenie słuchu w porównaniu z pracownikami nieekspozowanymi na hałas (odpowiednio 25% vs. 14%, p < 0,001 oraz 20,5% vs. 8,9% p < 0,001) [15].

Ni Chun-chui i wsp. przeprowadzili badania u 618 kobiet eksponowanych na hałas o natężeniu 80–113 dB(A), pracujących w zakładach włókienniczych. Stwierdzono, że w grupie badanej 24,3% osób miało uszkodzenie słuchu w zakresie wysokiej częstotliwości, w tej grupie ciśnienie tętnicze było istotnie wyższe ($p < 0,05$) niż w grupie bez ubytków słuchu [16].

HAŁAS A CHOROBA NIEDOKRWIENNA SERCA I ZAWAŁ SERCA

Davies i wsp. przeprowadzili badania w kohorcie liczącej 27 464 pracowników fizycznych z 14 zakładów przemysłu drzewnego w Kanadzie, którzy w latach 1950–1995 przepracowali co najmniej jeden rok w narażeniu na hałas [17]. Obliczono standaryzowane wskaźniki umieralności z powodu zawału serca (SMR, *standardized mortality ratio*) w odniesieniu do populacji generalnej oraz ryzyko względne, przyjmując za grupę odniesienia osoby o niskiej ekspozycji na hałas. Poziom hałasu oceniono na podstawie 1900 wyników całozmianowej dozimetrii indywidualnej i informacji o potencjalnych determinantach ekspozycji na hałas obecnie i w przeszłości. Stwierdzono, że ryzyko zawału serca w grupie o najwyższej ekspozycji na hałas było o 50% wyższe, w porównaniu z grupą o najniższej ekspozycji (OR = 1,5; 95% CI: 1,1–2,2) i wzrastało wraz ze stażem pracy w narażeniu [17].

Jednym z ważniejszych badań dotyczących wpływu hałasu na układ krążenia było badanie *Noise and Risk of Myocardial Infarction* (NaRoMI), w którym oceniano, czy przebywanie w środowisku o dużym natężeniu hałasu może mieć wpływ na częstość występowania zawałów serca. Analizę przeprowadzono wśród 4115 pacjentów (3054 mężczyzn w wieku 56 ± 9 lat i 1061 kobiet w wieku 58 ± 9 lat) hospitalizowanych w 32 szpitalach na terenie Berlina z rozpoznaniem zawału serca w latach 1998–2000. Grupę kontrolną stanowili pacjenci oddziałów chirurgicznych. Głównymi kryteriami wykluczającymi

był wiek powyżej 70 lat oraz upośledzenie słuchu. Wśród pacjentów zbierano wywiad dotyczący subiektywnej oceny narażenia na hałas (ocena natężenia i czasu trwania ekspozycji w domu oraz w miejscu pracy, w skali od 1 do 5). Ponadto dokonano obiektywnej oceny narażenia w miejscu zamieszkania pacjenta na podstawie mapy hałasu Berlina oraz w miejscu pracy, uwzględniając normy ISO dla poszczególnych zawodów. Pacjenci wypełniali również formularz dotyczący podstawowych czynników ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego. Stwierdzono, że zwiększone ryzyko zawału serca występowało u osób narażonych na hałas w miejscu zamieszkania (oceniany obiektywnie) zarówno w grupie kobiet (OR = 3,36; $p = 0,007$), jak i mężczyzn (OR = 1,46; $p = 0,040$). Hałas w miejscu pracy (również oceniany obiektywnie) był związany ze wzrostem ryzyka zawału jedynie wśród mężczyzn (OR 1,31, 1,01–1,70; $p = 0,045$) [18].

W 2014 r. opublikowano metaanalizę obejmującą 14 badań (w tym pięć badań kohortowych, cztery badania przypadków oraz pięć badań przekrojowych), dotyczących związku między narażeniem na hałas drogowy w zakresie 50–75 dB a zawałem serca oraz chorobą niedokrwienną serca [19]. Oceniano związek ze wzrostem intensywności hałasu ryzyko wystąpienia różnych jednostek chorobowych według kodów Światowej Organizacji Zdrowia (WHO, *World Health Organization*) (choroba niedokrwienna serca, zawał serca, nagła śmierć sercowa) oraz umieralności z powodu choroby niedokrwiennej serca. Stwierdzono, że wzrost intensywności hałasu środowiskowego o każde 10 dB zwiększa ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia o 8% (OR = 1,08; 95% CI: 1,04–1,13) i jest to wzrost statystycznie istotny [19].

Dotychczasowe badania nad wpływem hałasu w miejscu pracy zostały podsumowane przez Dzhambov i Dimitrovą w 2016 r. [20]. W analizie uwzględniono 11 badań na temat związku między hałasem w miejscu pracy

a zapadalnością na chorobę niedokrwienną serca lub zawał serca. Wyniki tych badań wskazują, że u osób eksponowanych na hałas w zakresie 95–124 dB ryzyko wystąpienia choroby niedokrwiennej serca jest dwukrotnie wyższe (OR = 2,18; 95% CI: 1,17, 4,05), w porównaniu z osobami eksponowanymi na hałas w zakresie 46–61 dB. Niektóre badania wskazywały też, że kobiety są bardziej wrażliwe na działanie hałasu w miejscu pracy, ale wyniki nie były jednoznaczne.

Osobno analizowano ryzyko zgonu z powodu zawału w grupie osób eksponowanych na hałas zawodowy. Tego problemu dotyczyły cztery badania, ale nie dały one jednoznacznych wyników ze względu na brak obiektywnej oceny ekspozycji.

Najbardziej istotnych danych o wpływie określonego czynnika na występowanie określonych skutków zdrowotnych dostarczają badania obserwacyjne, czyli prospektywne (follow-up). Pozwalają one śledzić przez wiele lat stan zdrowia określonej grupy osób (w tym wypadku pracowników narażonych na hałas). Ostatnio opublikowano analizę wyników dwunastu takich badań przeprowadzonych w latach 2000–2013, dotyczących wpływu hałasu zawodowego na układ krążenia. Stwierdzono, że występowanie hałasu w pracy było związane ze wzrostem o 68% ryzyka wystąpienia nadciśnienia tętniczego (wskaźnik ryzyka [HR, *hazard ratio*] = 1,68; 95% CI: 1,10–2,57) i o 34% innych chorób układu krążenia (ryzyko względne [RR, *risk ratio*] = 1,34; 95% CI: 1,15–1,56). Stwierdzono także istotny statystycznie wzrost (o 12%) śmiertelności z powodu chorób układu krążenia, związanej z ekspozycją na hałas (HR = 1,12; 95% CI: 1,02–1,24) [21].

W badaniach prowadzonych w ramach *The Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor Study* wykazano, że ekspozycja na hałas jest też czynnikiem ryzyka przedwczesnego zakończenia aktywności zawodowej z powodu ogólnego stanu zdrowia. Z badania prospektywnego, które trwało 4 lata i obejmowało

1038 mężczyzn, wynika, że ryzyko to było prawie trzykrotnie wyższe niż u pracowników nieeksponowanych (OR = 2,83; 95% CI: 1,44–5,56) [22].

NARAŻENIE NA HAŁAS A CUKRZYCA TYPU 2

Ostatnio pojawiły się badania na temat związku cukrzycy typu 2 i hałasu. Ich wyniki były jednak często sprzeczne i z tego względu Dzhambov przeprowadził metaanalizę, która miała pomóc w ocenie związku przyczynowo-skutkowego. Obejmowała dziewięć badań epidemiologicznych (cztery kohortowe, trzy *case-control*, jedno badanie przekrojowe i jedno uwzględniające dane zagregowane), pięć badań dotyczyło narażenia środowiskowego, cztery narażenia zawodowego. U osób, dla których hałas w domu wynosił > 60 dB ryzyko cukrzycy było o 22% wyższe niż u osób, dla których hałas był niższy (95% CI: 1,09–1,37). Dla ekspozycji zawodowej nie stwierdzono istotnego wzrostu ryzyka cukrzycy w zależności od poziomu narażenia [23].

Wyniki tych badań powinny być jednak interpretowane ostrożnie ze względu na różnice metodologiczne w analizowanych badaniach.

PODSUMOWANIE

Zarówno badania epidemiologiczne obejmujące bardzo duże grupy eksponowane (łącznie kilkadziesiąt tysięcy badanych osób), jak i badania kliniczne potwierdzają występowanie istotnego związku między natężeniem hałasu a ryzykiem zawału serca i nadciśnienia tętniczego. Dotyczy to zarówno hałasu komunalnego, jak i hałasu w miejscu pracy [24].

Również bardzo istotnym wynikiem dotychczasowych badań jest obserwacja, że u osób z ubytkiem słuchu narażonych na hałas, częściej niż u osób bez zaburzeń słuchu, rozwija się nadciśnienie tętnicze. Wskazuje to na fakt, że związane z wiekiem pogorszenie słuchu nasila negatywne, pozasłuchowe skutki działania hałasu. Wprawdzie jest

bardzo mało danych na temat zależności między ryzykiem chorób układu krążenia u osób ekspozowanych na hałas a wiekiem, jednak w populacji generalnej, w starszych grupach wiekowych istotnie częściej stwierdza się nadciśnienie tętnicze, chorobę niedokrwioną serca i zawał serca. Można więc wnioskować, że prawidłowość ta nie tylko występuje wśród osób narażonych na hałas, ale że działanie hałasu ją nasila. Tezę tę potwierdzają wyniki badania przeprowadzonego przez de Kluizenaara i wsp. wśród losowo wybranej populacji 40 856 mieszkańców Groningen. Autorzy wykazali, że ryzyko nadciśnienia było istotnie skorelowane z poziomem hałasu komunalnego [25]. Zależność ta była najbardziej istotna w grupie wiekowej 45–55 lat,

ekspozowanej na hałas o najwyższym natężeniu (> 50 dB).

WNIOSKI

- Ekspozycja na hałas zarówno zawodowa, jak i środowiskowa istotnie zwiększa ryzyko choroby niedokrwiennej serca i nadciśnienia tętniczego.
- Badania wskazują, że ekspozycja na hałas środowiskowy może zwiększać ryzyko zachorowania na cukrzycę typu 2, natomiast nie wykazano istotnego ryzyka w przypadku ekspozycji zawodowej.
- Dotychczas nie ma mocnych dowodów, aby ekspozycja na hałas powodowała wzrost ryzyka zgonu z powodu zawału mięśnia sercowego.

PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. (Dz.U. z 2012 r., poz. 1109).
2. Świątkowska B, Hanke W, Szeszenia-Dąbrowska N. Choroby zawodowe w Polsce w 2016 r. Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Centralny Rejestr Chorób Zawodowych, Łódź 2017.
3. Basner M, Babisch W, Davis A, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 2014; 383(9925): 1325–1332, doi: 10.1016/S0140-6736(13)61613-X, indexed in Pubmed: 24183105.
4. Bjornorp P. Stress and cardiovascular disease. *Acta Physiol Scand.* ; 640(Suppl. 1997): 144–148.
5. Babisch W. Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. *Noise Health*. 2003; 5(18): 1–11, indexed in Pubmed: 12631430.
6. Folkow B. Sympathetic nervous control of blood pressure. Role in primary hypertension. *Am J Hypertens*. 1989; 2(3 Pt 2): 103S–111S, indexed in Pubmed: 2647100.
7. Millar K, Steels MJ. Sustained peripheral vasoconstriction while working in continuous intense noise. *Aviat Space Environ Med*. 1990; 61(8): 695–698, indexed in Pubmed: 2400371.
8. Chang TY, Su TC, Lin SY, et al. Effects of occupational noise exposure on 24-hour ambulatory vascular properties in male workers. *Environ Health Perspect*. 2007; 115(11): 1660–1664, doi: 10.1289/ehp.10346, indexed in Pubmed: 18008000.
9. Ising H, Babisch W, Kruppa B. Noise-Induced Endocrine Effects and Cardiovascular Risk. *Noise Health*. 1999; 1(4): 37–48, indexed in Pubmed: 12689488.
10. Ising H, Kruppa B. Health effects caused by noise: evidence in the literature from the past 25 years. *Noise Health*. 2004; 6(22): 5–13, indexed in Pubmed: 15070524.
11. Theakston F. (ed.) Burden of Disease from Environmental Noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Ed. WHO Regional Office for Europe, JRC European Commission 2011.
12. van Kempen EE, Kruize H, Boshuizen HC, et al. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ Health Perspect*. 2002; 110(3): 307–317, indexed in Pubmed: 11882483.
13. Fu W, Wang C, Zou Li, et al. Association between exposure to noise and risk of hypertension: a meta-analysis of observational epidemiological studies. *J Hypertens*. 2017; 35(12): 2358–2366, doi: 10.1097/HJH.0000000000001504, indexed in Pubmed: 28806352.
14. Matsui T, Uehara T, Miyakita T. The Okinawa study: effects of chronic aircraft noise on blood pressure and some other physiological indices. *Journal of Sound and Vibration*. 2004; 277(3): 469–470, doi: 10.1016/j.jsv.2004.03.007.
15. Narlawar UW, Surjuse BG, Thakre SS. Hypertension and hearing impairment in workers of iron and steel industry. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2006; 50(1): 60–66, indexed in Pubmed: 16850905.
16. Ni Ch, Chen Zy, Zhou Y, et al. Associations of blood pressure and arterial compliance with occupational noise exposure in female workers of textile mill. *Chin Med J (Engl)*. 2007; 120(15): 1309–1313, indexed in Pubmed: 17711734.

17. Davies HW, Teschke K, Kennedy SM, et al. Occupational exposure to noise and mortality from acute myocardial infarction. *Epidemiology*. 2005; 16(1): 25–32, indexed in Pubmed: 15613942.
18. Willich SN, Wegscheider K, Stallmann M, et al. Noise burden and the risk of myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2006; 27(3): 276–282, doi: 10.1093/eurheartj/ehi658, indexed in Pubmed: 16308324.
19. Babisch W. Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis. *Noise Health*. 2014; 16(68): 1–9, doi: 10.4103/1463-1741.127847, indexed in Pubmed: 24583674.
20. Dzhambov AM, Dimitrova DD. Occupational noise and ischemic heart disease: A systematic review. *Noise Health*. 2016; 18(83): 167–177, doi: 10.4103/1463-1741.189241, indexed in Pubmed: 27569404.
21. Skogstad M, Johannessen HA, Tynes T, et al. Systematic review of the cardiovascular effects of occupational noise. *Occup Med (Lond)*. 2016; 66(1): 10–16, doi: 10.1093/occmed/kqv148, indexed in Pubmed: 26732793.
22. Krause N, Lynch J, Kaplan GA, et al. Predictors of disability retirement. *Scand J Work Environ Health*. 1997; 23(6): 403–413, indexed in Pubmed: 9476803.
23. Dzhambov AM. Long-term noise exposure and the risk for type 2 diabetes: a meta-analysis. *Noise Health*. 2015; 17(74): 23–33, doi: 10.4103/1463-1741.149571, indexed in Pubmed: 25599755.
24. Basner M, Brink M, Bristow A, et al. IC BEN review of research on the biological effects of noise 2011–2014. *Noise Health*. 2015; 17(75): 57–82, doi: 10.4103/1463-1741.153373, indexed in Pubmed: 25774609.
25. de Kluizenaar Y, Gansevoort RT, Miedema HME, et al. Hypertension and road traffic noise exposure. *J Occup Environ Med*. 2007; 49(5): 484–492, doi: 10.1097/JOM.0b013e318058a9ff, indexed in Pubmed: 17495691.

Architected Sound

ul. Chałubińskiego 53
30-698 Kraków

e-mail: info@architected-sound.com

tel.: +48 664 413 913



www.architected-sound.com

