

## Hałas jako czynnik zanieczyszczający środowisko – aspekty medyczne

### Noise as environmental pollution – medical aspects

Krystyna Pawlas<sup>1,2)</sup>

1) Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu Pracownia Audiologii i Hałasu  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Krystyna Pawlas,

2) Uniwersytet Medyczny im Piastów Śląskich we Wrocławiu, Katedra i Zakład Higieny  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Krystyna Pawlas

#### Streszczenie

Hałas jest powszechnym czynnikiem w środowisku życia człowieka. W publikacji przedstawiono dotychczas nagromadzoną wiedzę dotyczącą pozasłuchowych skutków zdrowotnych środowiskowej ekspozycji na hałas. Hałas jest nie tylko uciążliwością, ale coraz więcej badań wskazuje, jest to taka forma zanieczyszczanie środowiska, która stanowi również ryzyko różnorodnych zaburzeń zdrowia. Hałas powoduje zaburzenia snu, wpływa na pracę układu hormonalnego, jest czynnikiem ryzyka nadciśnienie tętniczego, chorób układu krążenia i innych, stanowiąc nie tylko problem dla zdrowia publicznego, ale także mający poważny wymiar społeczny i ekonomiczny.

**Słowa kluczowe:** hałas, ekspozycja środowiskowa, skutki pozasłuchowe, uciążliwość, sen, układ sercowo-naczyniowy

#### ABSTRACT

Noise is ubiquitous in human environment. Paper presents current knowledge on extra-aural health effects of exposure to environmental noise. noise is not solely annoyance, but more and more researches show that this pollution is a risk factor for different health disorders: sleep, hypertension, cardiovascular diseases and others that challenge for public health. Moreover it has social and economical dimensions.

**Key words:** noise, environmental exposure, extra-aural effects, annoyance, sleep, cardiovascular system

#### Wprowadzenie

Alarmy samochodowe szczekające psy, krzyżące dzieci podczas zabawy, oraz inne dźwięki dochodzące z ulicy, czy zza ściany to zjawiska akustyczne towarzyszące nam codziennie podczas pracy, wypoczynku, czy snu tworząc specyficzny klimat akustyczne określane jednym słowem – hałas. Hałas stanowił problem już w czasach starożytnych, choć na podstawie dostępnych źródeł szacuje się, że wówczas udział hałasu wytwarzanego przez ówczesne urządzenia techniczne stanowił 5 % udziału w ogólnej puli środowiska akustycznego, w jakim żyli ludzie przy prawie 70% udziale dźwięków wytwarzanych przez naturę. Obecnie proporcje te odwróciły się [1]. Ale już wówczas wprowadzano przepisy mające ograniczyć uciążliwość tych źródeł hałasu. Obecnie hałas jest najpowszechniejszą uciążliwością zwłaszcza mieszkańców miast, a na jego wpływ narażona jest największa liczba osób. Najważniejszym źródłem hałasu środowiskowego są kolejno transport drogowy, ko-

lejowy i lotniczy, do tego dochodzi hałas przemysłowy, hałas związany ze sposobem rekreacji i wypoczynku oraz różnymi aktywnościami człowieka.

W krajach Unii Europejskiej według szacunków przedstawionych w raporcie Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) [2] w 2012 roku na hałas drogowy o poziomie powyżej 55 dB L<sub>den</sub> narażonych było ok. 90 milionów mieszkańców miast i ok. 28 mln osób poza tym obszarem. Około 7 mln osób w miastach i ok. 3 mln poza nimi doświadcza tak wysokich ekspozycji od hałasu kolejowego, a w przypadku hałasu lotniczego dotyczy to ok. 2 mln osób w miastach i ok. 1 mln poza nimi. W przypadku hałasu przemysłowego na taką ekspozycję narażonych jest ok. 1 mln osób. W tej łącznej liczbie 150 mln osób aż 37 mln jest narażonych na hałas powyżej 65 dB L<sub>den</sub>. Według tego samego raportu w Polsce ok. 50% mieszkańców miast narażonych jest na hałas powyżej 55 dB L<sub>den</sub>. Sumaryczna liczba osób narażonych na nadmierne poziomy hałasu jest w rzeczywistości więk-

sza, bowiem raportowanie nie dotyczy innych źródeł hałasu niż te od środków transportu.

Dotychczas nagromadzona wiedza pokazuje, że hałas jest nie tylko uciążliwością, ale coraz więcej badań wskazuje, że jest to taka forma zanieczyszczenia środowiska, która stanowi również ryzyko różnorodnych zaburzeń zdrowia, stanowiąc nie tylko problem dla zdrowia publicznego, ale także mający poważny wymiar społeczny i ekonomiczny. W opublikowanym w 2011 roku raporcie, Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) ocenia, że tylko w krajach Unii Europejskiej liczącej około 0,5 mld osób, ekspozycja na hałas środowiskowy powoduje utratę 61 000 lat DALY (lata życia skorygowane niesprawnością) z powodu chorób układu krążenia, 90 300 lat z powodu zaburzeń snu, 654 000 lat z powodu uciążliwości powodowanej przez ten czynnik, 45 000 lat upośledzenia zdolności poznawczych u dzieci i 22 000 lat z powodu szumów usznych. Według tej organizacji na całym świecie ok. 1.3 mld jest ekspozycyjnych na takie poziomy hałasu, że są zagrożeni ubytkami słuchu. Gorsza sytuacja jest pod tym względem w krajach rozwijających się [3].

Hammer i współ. oceniają, że w 2013 roku USA ok. 104 mln osób było ekspozycyjnych na hałas > 70 dB (A) (jako wartość średnia 24 godzinna) co stanowi nie tylko ryzyko dla zdrowia, ale nawet rozwoju ubytków słuchu. [4].

Hałas środowiskowy, choć jest najpowszechniejszym czynnikiem, w przeciwieństwie do innych zanieczyszczeń środowiska stanowi niedoceniane zagrożenie, a jego poziom w środowisku, mimo pewnych starań, nieustannie rośnie. Jest to spowodowane postępującą urbanizacją, rozwojem transportu i przemysłu.

Badania nad skutkami hałasu na zdrowie są niezwykle złożone, bowiem skutki zdrowotne ekspozycji na hałas są związane z jednej strony z jego parametrami i charakterem zjawiska akustycznego, jakim jest hałas, a z drugiej z człowiekiem z jego cechami, jako organizmu biologicznego, a także jego aktywnościami życiowymi. Dotychczasowe badania dotyczące wpływu hałasu na człowieka wykazały, że szkodliwość hałasu zależy przede wszystkim od jego poziomu natężenia i jest modyfikowana przez takie czynniki jak skład częstotliwościowy (bardziej szkodliwy jest hałas o wyższych częstotliwościach, ale bardziej uciążliwy o częstotliwościach niższych), zmienność w czasie (receptory z czasem tracą wrażliwość na stałe bodźce, natomiast reagują na zmiany parametrów bodźca) charakterem (hałas ze składowymi tonalnymi i z impulsami jest bardziej uciążliwy niż hałas bez takich elementów) [5]. W końcu na efekt zdrowotny wpływ ma także informacja, jaką zawiera bodziec akustyczny. Zmiany są także modyfikowane porą doby. Wieczorem i w nocy reagujemy ostrzej, w dzień reakcje są słabsze, jest większa tolerancja dla hałasu. Skutki zdrowotne ponadto są modyfikowane przez cechy osobnicze, porę doby i rodzaj aktywności. W warunkach środowiskowych, na hałas ekspozycyjne są nie tylko osoby dorosłe i zdrowe, ale dzieci w różnym wieku i osoby starsze, jak i osoby chore, o różnego rodzaju schorzeniach i różnym stopniu i rodzaju niepełnosprawności.

Do tej pory najlepiej rozpoznane są skutki ekspozycji na hałas w obrębie narządu słuchu w wyniku ekspozycji na hałas o dużych natężeniach, taki jaki jest spotykany przede

wszystkim w środowisku pracy. O ile zaawansowana jest wiedza dotycząca wpływu intensywnego hałasu na narząd słuchu, to w przypadku hałasu o umiarkowanym poziomie, czyli tym, jaki występuje w środowisku istnieją kontrowersje, jakie zmiany słuchu powoduje i czy są one nieodwracalne. Powszechnie akceptowane jest, że ekspozycja na hałas w środowisku komunalnym na ogół nie stanowi ryzyka trwałego uszkodzenia narządu słuchu, przynajmniej dla populacji osób dorosłych z wyjątkiem ekspozycji na ekstremalnie wysokie poziomy takie jak: skutki wybuchu petard, czy innych głośnych aktywności jak np. myślistwo czy strzelectwo [6]. Aczkolwiek w dużych aglomeracjach, gdzie ekspozycja na hałas może osiągać wysokie poziomy dźwięku, hałas także stanowi ryzyko uszkodzenia słuchu w szczególności w populacjach wrażliwych jak np. dzieci czy osoby z niektórymi obciążeniami [3].

W środowisku pozazawodowym duże ryzyko niesie za sobą systematyczne słuchanie bardzo głośno muzyki w samochodach, czy powszechnie obecnie stosowanych przenośnych odtwarzaczy muzyki. W wyniku takich nawyków, u coraz większego odsetka młodzieży stwierdza się szumy i dzwonięcie w uszach, a nawet zaczynają u nich rozwijać się ubytki słuchu. Niedocenianie zagrożenia ze strony takich ekspozycji stanowi ryzyko rozwoju ubytków słuchu podobnych do tych, jakie wywołuje zawodowa ekspozycja na hałas wraz z konsekwencjami tego, czyli obniżeniem społecznej wydolności słuchu i w efekcie obniżenia, jakości życia takich osób. Problem ten ma już tak obszerne piśmiennictwo, że wymagałoby odrębnego opracowania [7].

Niniejszy przegląd poświęcony jest pozasłuchowym skutkom ekspozycji na hałas w środowisku życia.

## Metody

Przegląd dotyczy pozasłuchowych skutków ekspozycji na hałas w miejscu zamieszkania w populacji (przede wszystkim) osób dorosłych w oparciu o publikacje wybrane w bazach danych: Medline, CINAHL, Embase i Web of Science. z lat 2010 do czerwca 2015 oraz raporty międzynarodowych agencji. Słowami kluczowymi były:

<b>environmental noise</b> lub <b>urban noise:</b>	+	extra-aural effects,
	+	cardiovascular diseases,
	+	metabolic diseases,
	+	annoyance
	+	sleeping disorders
	+	endocrine system

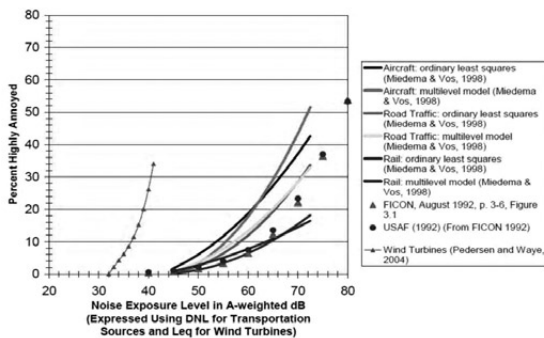
Do przeglądu jest też włączonych kilka pozycji nie spełniających tych kryteriów, ale z uwagi na to, że są to klasyczne lub źródłowe pozycje piśmiennictwie z tego zakresu, nie sposób było ich pominąć. Ze względu na ograniczenia wydawnicze, co do dopuszczalnej liczby pozycji piśmiennictwa w pracy przeglądowej, wybrano te pozycje, które najszerzej przedstawiały dane zagadnienie. W przypadku równorzędnych, zdaniem autora, pozycji z jakiegoś zakresu, decyzję co do wyboru podejmowano arbitralnie. W niniejszym przeglądzie nie uwzględniano badań laboratoryjnych nad pozasłuchowymi skutkami hałasu, ani skutków ekspozycji w specyficznych sytuacjach np. pobytu w szpitalu czy badań dotyczących

skutków równoczesnej ekspozycji na hałas środowiskowy i innych czynników środowiskowych ( np. zanieczyszczenie powietrza).

## Hałas i uciążliwość

Hałasem określamy każde niepożądane zjawisko akustyczne, i z tego wynika, że zaliczenie jakiegokolwiek zjawiska akustycznego jako hałas jest zawsze subiektywne. Zatem i muzyka może być hałasem, jeśli nie chcemy jej słuchać. Najczęstszym miernikiem reakcji na hałas w środowisku pozazawodowym jest ocena uciążliwości jako wywołuje. Efekt z jednej strony zależy od parametrów akustycznych hałasu, z drugiej od cech osobniczych oraz jest modyfikowany różnymi poza-akustycznymi czynnikami [8]. Uciążliwość hałasu jest spowodowana jego zakłócającym wpływem na komunikację słowną, na rekreację i wypoczynek, zaburzenia snu, zaburzenia koncentracji oraz możliwości nauki i pracy. Najwięcej badań dotyczącej uciążliwości hałasu poświęcono dzieciom, niewiele osobom dorosłym, a w tym przypadku, najczęściej w środowisku pracy. Skutkiem ekspozycji na hałas jest zmęczenie i rozdrażnienie. Badania z tego zakresu są głównie oparte o ankiety i subiektywną ocenę uciążliwości. Najczęstszym miernikiem jest odsetek osób znużonych hałasem.

Wszystkie badania pokazują, że uciążliwość hałasu rośnie wraz z poziomem ekspozycji. Wartość progowa reakcji dla hałasu lotniczego, drogowego i kolejowego wynosi 42 dB A ( $L_{den}$ ), podczas gdy dla hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe próg ten jest niższy i wynosi 32 dB A [9, 10].



Rycina nr 1. Uciążliwość różnych źródeł hałasu wg badań Pedersena [10]

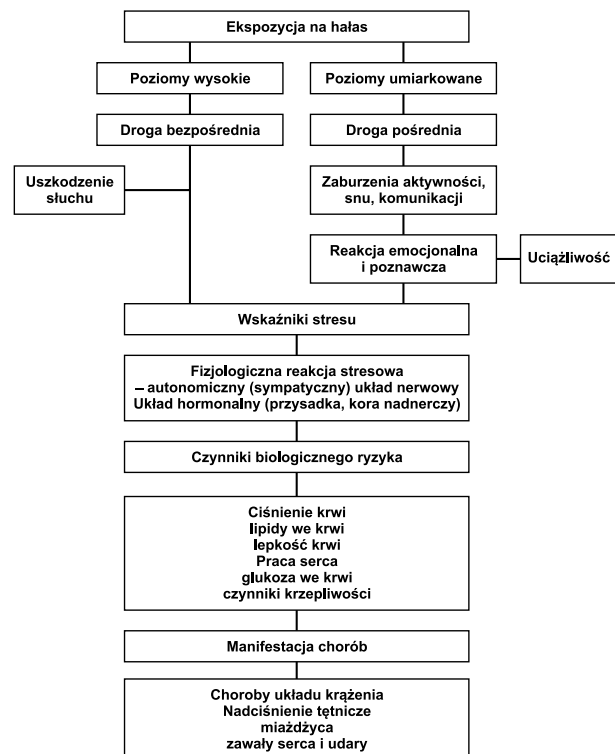
Uciążliwość hałasu jest modyfikowana przez zawartość składowych niskoczęstotliwościowych w jego widmie, modulację dźwięku, obecność tonów i impulsów. Hałas niskoczęstotliwościowy i zawierający składowe tonalne jest odbierany jako bardziej uciążliwy [11]. Na uciążliwość wpływ mają także czynniki nieakustyczne. Uciążliwość jest zależna od pory dnia i roku, rodzaju wykonywanych aktywności. Przy tym samym poziomie jest oceniana jak znaczniejsza podczas nauki, pracy umysłowej i wypoczynku. Ocena stopnia uciążliwości zależy także od wrażliwości osobniczej na hałas, odległości od źródła czy miejsca przebywania (na zewnątrz czy wewnątrz pomieszczeń). Hałas jest bardziej uciążliwy w porze nocnej i latem. Długotrwa-

ła ekspozycja wywołuje adaptację, co w pewnym zakresie zmniejsza odczucie uciążliwości [12]. Badania van Kempen [13] i Babischa [14] pokazały, że odczuwanie przez dzieci w wieku 8 -14 lat uciążliwości hałasu, choć przebiega podobnie jak u dorosłych, to są one jednak mniej wrażliwe. Odczucie uciążliwości wraz z wiekiem przyjmuje kształt litery U i zmniejsza się ponownie u osób w wieku 60+.

Różne źródła hałasu stanowią różną uciążliwość przy tym samym poziomie ekspozycji.

Za najbardziej uciążliwy jest oceniany hałas generowany przez turbiny wiatrowe, co jest związane z jego specyficznym charakterem, potem kolejno hałas lotniczy, drogowy i kolejowy, aczkolwiek biorąc pod uwagę powszechność występowania i odsetek populacji ekspozowanej największy problem stanowi hałas drogowy [10]. Będąc czynnikiem intruzyjnym, zakłócając aktywności dnia codziennego człowieka, hałas pogarsza jakość życia.

Działając, jako stresor przez długi czas, wywołuje różnorakie zmiany w stanie zdrowia, negatywnie odbija się na psychice i zachowaniach. Badania pokazują, że zmiany w fizjologicznych funkcjach mogą być albo tylko chwilowe, ale także i trwałe [15]. Schemat reakcji i skutków ekspozycji opracowany przez Babischa [16] pokazany jest na rycinie nr 2.



Rycina nr 2 Schemat reakcji na ekspozycje na hałas wg Babischa 2002 [16].

## Wpływ hałasu na układ hormonalny

W latach 90-tych ubiegłego wieku ukazały się liczne publikacje badaczy niemieckich [7] i holenderskich pokazujące, że ekspozycja na hałas pobudza autonomiczny układ nerwowy i układ wydzielniczy - oś przysadkowo-

nadnerczową do wydzielania hormonów stresu: adrenalinę, noradrenalinę i kortyzolu, powoduje wzrost poziomu lipidów i glukozy we krwi oraz lepkości krwi. Badania pokazują, że pod wpływem hałasu reakcja organizmu może być dwojaka: albo obronna albo reakcja typu: „uciekaj albo walcz” [7,18]. W przypadku hałasu znanego dla odbiorcy lub hałasu powyżej 90 dB (jak to ma miejsce w warunkach zawodowych) układ sympatyczny wydziela noradrenalinę, w przypadku hałasu nieznanego przyjmuje reakcję typu „uciekaj albo walcz”, z czym wiąże się wydzielanie przede wszystkim adrenalinę, a w przypadku niespodziewanego hałasu lub hałasu bardzo intensywnego >120 dB (A) dominuje wyrzut kortyzolu.

Potwierdziły to badania grupy Isinga i Babischa oraz badania przeprowadzone w sześciu europejskich krajach w ramach projektu HYENA. W badaniach wykazali, że zarówno ekspozycja jednorazowa jak i przewlekła, zwiększają wydzielanie kortyzolu oraz, że ten hormon był wydzielany także podczas snu [5,19]. Poziomy hormonów stresu były wyższe w grupie osób mieszkających przy ulicach z intensywnym ruchem samochodowym w porównaniu do osób z okolic o małym ruchu. W wielośrodkowych badaniach HYENA [20] wykazano związek między rannym poziomem kortyzolu w osoczu u kobiet, a ekspozycją na hałas lotniczy. Kobiety narażone na hałas  $L_{Aeq24} > 60$  dB miały o 34% wyższy poziom kortyzolu w porównaniu do kobiet eksponowanych na hałas  $L_{Aeq24} < 50$  dB, chociaż nie stwierdzono takiego związku w grupie mężczyzn. Poziom kortyzolu był zróżnicowany w zależności od kraju: najwyższy w populacji zamieszkałej wokół lotniska Heathrow w Londynie, a najniższy wokół lotniska w Atenach. Jednym z powodów może być fakt, że lotnisko londyńskie jest największe i odbywają się na nim loty także w nocy, podczas gdy Ateńskie lotnisko jest mniejsze i najnowsze, a co za tym idzie, z najkrótszą ekspozycją populacji zamieszkałej w pobliżu [21]. Istnieją jednak też badania, w których nie wykazano, takich relacji. Haines i wspólnie uważają, że może się to wynikać z problemów, jakie są związane ze zmiennością i podatnością poziomu kortyzolu na różne czynniki [22]. Wyniki wielośrodkowego projektu ENNAH, obejmujące metaanalizę licznych badań, potwierdziły zwiększone wydalanie kortyzolu u osób eksponowanych na wyższe poziomy hałasu. W ramach tego projektu stwierdzono także, że dla długotrwałej ekspozycji badanie kortyzolu we włosach jest reprezentatywne i nie tak zmienne jak stężenie kortyzolu w osoczu [23]. Podniesione wartości kortyzolu i katecholamin pociągają za sobą szereg reakcji fizjologicznych zmieniając także metabolizm organizmu poprzez podniesienie poziomu glukozy i lipidów we krwi, zwiększenie lepkości krwi, wzrost ciśnienia tętniczego i przyspieszenie tętna, a w efekcie zmienia się praca układu krążenia [18].

### Wpływ hałasu na ciśnienie krwi

Związek między ekspozycją na hałas a nadciśnieniem tętniczym jest oparty na hipotezie, że ekspozycja na hałas może pobudzać autonomiczny układ nerwowy i układ dokrewny a w efekcie może powodować wzrost ciśnienia

krwi i częstości skurczów serca. W kilku badaniach przekrojowych pracowników eksponowanych na intensywny hałas stwierdza się wyższe ciśnienie krwi w porównaniu do osób eksponowanych na hałas o niższych poziomach w szczególności w przypadku ciśnienia skurczowego, w przypadku ciśnienia rozkurczowego wyniki nie są tak jednoznaczne [24, 25].

Podobne wyniki uzyskano także w przypadku hałasu środowiskowego, gdzie poziomy ekspozycji są znacznie niższe niż zawodowe. Badania Babischa pokazały, że ryzyko nadciśnienia tętniczego rośnie, gdy poziom hałasu środowiskowego w porze dziennej przekracza wartość 65 dB A. Na podstawie swoich badań Babisch określił, że w populacji z ekspozycją w ciągu dnia z zakresu 60-70 dB A względne ryzyko nadciśnienia tętniczego rośnie od 1,5 do 3,3 [20].

Badania wykonane między innymi w ramach projektu HYENA [26] potwierdziły, że zarówno długotrwała ekspozycja na hałas lotniczy w nocy jak i na hałas drogowy w ciągu dnia, są czynnikami ryzyka nadciśnienia tętniczego, przy czym ryzyko związane z ekspozycją na hałas lotniczy nocą jest nieco wyższe niż po dziennej ekspozycji na hałas drogowy, i chociaż u osób eksponowanych w ocenie subiektywnej uciążliwości hałasu pojawiło się zjawisko lekkiej habituacji, to badania wykazały iż autonomiczny układ nerwowy nadal reaguje na hałas jak na stresor niezależnie od stopnia snu czy czuwania. Badania German Environmental Survey for Children (28) wśród dzieci w wieku 8-14 lat, pokazały, że populacja dzieci mająca swoje pokoje przy zatłoczonych ulicach miała ciśnienie krwi wyższe średnio o 1,8 mmHg (95% CI: 0,1 do 3,5,  $p=0,036$ ) w przypadku ciśnienia skurczowego i o 1 mm Hg (95% CI: 0,4 do 12,4,  $p=0,148$ ) w przypadku ciśnienia rozkurczowego w porównaniu do dzieci mających swoje pokoje przy ulicach spokojnych. Krótkotrwałe pomiary pokazały, że na każde 10 dB (A) wzrostu poziomu dźwięku w środowisku, stwierdzono przyrost ciśnienia skurczowego o 1 mm Hg (95% CI: 0,3 do 1,6,  $p=0,004$ ) i rozkurczowego o 0,6 mm Hg (95% CI: 0,1 do 1,2,  $p=0,025$ ).

Natomiast badania dzieci wykonane w ramach projektu RANCH, wykazały wzrost ciśnienia tylko w grupie dzieci eksponowanej na hałas lotniczy, podczas gdy nie znaleziono takiego związku w przypadku ekspozycji na hałas miejski [29].

Metaanaliza 24 badań opublikowanych przekrojowych pokazała, na każde 10 dB przyrostu poziomu ekspozycji w porze dziennej w zakresie 47-77 dBA ( $L_{Aeq16hr}$ ) iloraz szans dla rozwoju nadciśnienia tętniczego wynosi  $OR=1,07$  (z 95% przedziałem ufności (CI)=1.02-1.12) w przypadku hałasu drogowego. Podobna metaanaliza dla hałasu lotniczego (oparta o 4 badania przekrojowe i jedno kohortowe) pokazała, że ryzyko jest wyższe:  $OR = 1.13$  na 10 dB (A) (z CI = 1.00-1.28) dla przedziału poziomów dźwięku 47-67 dB (A)  $L_{dn}$  dla osób dorosłych. W przypadku dzieci wyniki nie były spójne [30].

Efekty ekspozycji są modyfikowane przez inne czynniki, takie jak wiek, stan zdrowia i poziom hałasu jak i stopień odczuwania uciążliwości hałasu. U osób bardziej znudzonych hałasem ryzyko rozwoju nadciśnienia tętniczego wzrasta [26, 27,29].

## Wpływ hałasu układ sercowo-naczyniowy

Nadciśnienie tętnicze jest jednym z czynników ryzyka zawałów serca i udarów. Biologiczny mechanizm jest opisany powyżej, w części poświęconej układowi hormonalnemu. Reakcja stresowa z wyrzutem hormonów stresu i ich następstwami w przypadku długotrwałej ekspozycji prowadzi do rozwoju miażdżycy, nadciśnienia tętniczego i w końcu chorób układu krążenia, w tym zawałów serca i udarów mózgu, ze zgonami z tego powodu włącznie, co jest potwierdzone badaniami epidemiologicznymi. [18].

Obszerne badania Davisa i współp. [31] wykazały, że względne ryzyko zawałów w populacji ekspozowanej zawodowo na hałas, gdzie ocena ekspozycji jest dużo dokładniejsza w porównaniu do ekspozycji środowiskowej, wynosi  $RR = 1,5$  i rośnie wraz z wydłużaniem się ekspozycji. Podobną wielkość zagrożenia stwierdzili na podstawie swoich badań badacze fińscy [32].

Według coraz liczniejszych badań także długotrwała ekspozycja na hałas środowiskowy skutkuje zwiększonym ryzykiem doznania zawału serca. Badania grupy Babischa analizujące przypadki zawałów serca zanotowane w latach 1998 – 2001 w Berlinie wykazały, że ryzyko to jest większe wśród mieszkańców (mężczyzn) ulic o intensywnym ruchu samochodowym w porównaniu do mieszkańców spokojniejszych okolic, zwłaszcza, jeśli okres zamieszkiwania przekracza 10 lat. Podobne zagrożenie pokazały wyniki badań populacji zamieszkujących dwie miejscowości Caerphilly i Speedwell [33]. Wśród populacji zamieszkującej hałaśliwe miejsca o poziomach powyżej 70 dB (A) stwierdzono ryzyko powstania zawału 1,5-krotnie wyższe w porównaniu do populacji zamieszkujących spokojne okolice. Inni autorzy [34] uzyskali w swoich badaniach nawet wyższe wartości ryzyka ( $RR=1,9$ ), a najnowsze raporty z badań populacji zamieszkującej hałaśliwe miejsca pokazują, że ryzyko powstania zawału jest nawet 3 – krotnie wyższe w porównaniu do populacji zamieszkujących spokojne okolice [35].

Pojawiły się już doniesienia sugerujące, że nawet przy niższych poziomach (55 dB w nocy) wzrasta już w nieznacznym stopniu ryzyko zawałów [36]. Najwartościowsze badania z tego zakresu przeprowadziła grupa Sørensen. W badaniach kohortowych obejmujących populację ponad 57 tysięcy osób przez 20 lat obserwowano zapadalność na zawały serca i ustalono, że w grupie osób w wieku 64,5+, na każde 10 dB (A)  $L_{den}$  wzrostu poziomu ekspozycji na hałas drogowy ryzyko zawałów rośnie o 14%, podczas gdy w grupie osób młodszych taki związek nie wystąpił [37]. Ze względów oczywistych pojawienie się schorzenia sercowo-naczyniowego u ludzi młodych jest mało prawdopodobne, stąd badania w tym zakresie dotyczą jedynie populacji dojrzałej. W przypadku hałasu lotniczego badania także wykazują związek ekspozycji na ten hałas z chorobami serca, a ponadto ze zwiększonym spożyciem leków nasercowych (38). Niemieccy badacze stwierdzili, że ryzyko zawałów u osób, mieszkających co najmniej 20 lat w pobliżu lotnisk, rośnie w większym stopniu niż w przypadku hałasu drogowego bo aż o 25% na każde 10 dB(A)  $L_{den}$  [39].

Jak do tej pory brak badań w tym zakresie dla hałasu kolejowego.

Mimo, że problem ten wymaga jeszcze wielu badań nie ulega wątpliwości, że badania przeprowadzone w ostatnich latach w ramach 5 tego Programu Ramowego UE takich jak wymienione wyżej HYENA i RANCH, czy LARES wskazują, że do licznych czynników ryzyka chorób serca i układu krążenia takich jak: palenie papierosów, cukrzyca, nadwaga, brak aktywności fizycznej, należy też dodać ekspozycję na hałas i że problem ten jest poważniejszy niż wcześniej sądzono.

## Wpływ hałasu na sen

Nieprzerywany sen jest warunkiem prawidłowego funkcjonowania umysłu jak i całego organizmu człowieka. Natomiast zaburzenia snu, są najczęstszą przyczyną skarg osób ekspozowanych na hałas. Ocenia się, że 80-90% przypadków zaburzeń snu jest spowodowane hałasem środowiskowym.

Negatywny wpływ hałasu na sen i jego jakość jest niekwestionowany przez nikogo już od czasów starożytnych. Wszak Juliusz Cezar w swych *Julia Minicipale* [40] wydał zakaz poruszania się w nocy po ulicach Rzymu wozów konnych by hałas przez nie wytwarzany nie zakłócał snu mieszkańców. Normalny sen ma swoją strukturę, złożoną z powtarzających się cykli składających się z sześciu kolejno następujących po sobie faz. W fazie snu głębokiego dochodzi do odnowy zasobów energetycznych organizmu, a faza marzeń sennych jest istotna dla odnowy procesów umysłowych i pamięciowych. Dla pełnej odnowy organizmu potrzebna jest, zatem prawidłowa struktura snu. Ekspozycja na hałas zaburza ten cykl. Zaburzenia snu obejmują zmiany przebiegu snu ze skracaniem lub eliminacją fazy snu głębokiego (badania polisomnograficzne i EEG), zjawisko wybudzania się ze snu, kłopoty z zasypianiem, ocenę mobilności ciała podczas snu, czy też ocenę zmęczenia po przebudzeniu. Wprawdzie ludzie żyjący w hałaśliwym środowisku po pewnym czasie uzyskują pewien stopień habituacji w subiektywnym odbiorze hałasu, ale badania pokazują że ekspozycja na hałas podczas snu pobudza układ dokrewny i układ krążenia niezależnie od wytworzenia zjawiska habituacji. Wydziela się adrenalina, noradrenalina i kortyzol. Rejestrowany jest wzrost ciśnienia krwi, wzrost częstości oddychania, oraz zmiany rytmu serca, pojawia się dyssynchronizacja aktywności kory mózgowej wydłuża się I faza snu NREM a skraca faza snu fal wolnych i REM. Osoby śpiące przejawiają ruchliwość ciała w końcu się wybudzają. Taki sen ma niską wartość dla wypoczynku i regeneracji organizmu [41, 42, 43, 44, 45].

Najbardziej wrażliwi na zakłócenia snu pod wpływem hałasu są ludzie starsi, osoby z zaburzeniami snu, chorzy na schizofrenię i autyzm, osoby z szumami usznymi, osoby pracujące na zmiany, szczególnie po zmianie nocnej. Badania fińskie na populacji 7019 osób dorosłych pokazały, że osoby o większym poziomie obaw i niepokojów (po uwzględnieniu różnych czynników modyfikujących) doświadczają zaburzeń snu przy poziomach o 5 dB(A) niższych niż tzw. populacja generalna (średni poziom dźwięku na zewnątrz w porze nocnej: 50 dB(A)  $L_{night, outside}$  vs 55 dB(A)  $L_{night, outside}$ ) [46]. Wprawdzie dzieci mają wyższy próg wrażliwości na wybudzenia (o ok. 10 dB) oraz zakłócenia cyklu snu, ale są bardziej wrażliwe na takie

fizjologiczne zmiany, jak wzrost ciśnienia krwi i wzbudzenie ruchliwości ciała podczas snu [47, 42]. Biorąc pod uwagę zmiany zdrowotne wywołane ekspozycją na hałas podczas snu uważa się, że hałas ma szkodliwy wpływ na tą fazę życia z uwagi intensywny rozwój w okresie dziecięcym i dlatego ta populacja jest także zaliczana do grup szczególnej wrażliwości, aczkolwiek brak badań odległych skutków zdrowotnych ekspozycji na sen u dzieci [48, 49].

Zmiany w jakości snu pojawiają się już, gdy poziom hałasu przekroczy 30 dB. Najwcześniej pojawiają się kłopoty z zasypianiem. Wraz ze wzrostem poziomu hałasu, zmiany są głębsze oraz prowadzą do częstszego wybudzenia coraz większej liczby osób. Gdy poziom hałasu przekroczy 55 - 60 dB (A), sen nie zapewnia pożądaną jakość stanu wypoczynku w jego wyniku. Następnego dnia po takim niepełno-jakościowym śnie, pojawia się zmęczenie, depresja, spadek sprawności, senność w ciągu dnia i złe samopoczucie. Oprócz parametrów samego hałasu, na zaburzenia snu wpływ mają cechy osobnicze, wiek, stan zdrowia, pora nocy, w jakiej te zaburzenia się pojawiają oraz w przypadku ekspozycji chronicznej pojawienie się zjawiska habituacji.

Przy dostatecznie intensywnym bodźcu akustycznym wybudzenie może nastąpić w każdej fazie snu, całkowicie przerywając cykl snu. Inne efekty hałasu środowiskowego dotyczą zmian w zachowaniu polegającym na zamykaniu okien w sypialniach, zwiększonym stosowaniu środków nasennych i ochronników słuchu [50, 51].

Nie bez znaczenia jest tu także czas, w jakim pojawiają się zakłócenia. Najszybciej do wybudzenia dochodzi w godzinach wczesno-rannych, między 4 - 5 rano. Dla ryzyka wybudzenia poziom równoważny hałasu stosowany zwykle w pomiarach środowiskowych nie jest najlepszą miarą. W tym przypadku, wybudzenie zdecydowanie koreluje z wartościami maksymalnymi poziomu dźwięku zdarzeń akustycznych. Incydenty wybudzenia pojawiają się, gdy hałas przekracza 30 dB w porze nocnej, a jeśli przekracza 55 dB wybudzenie się jest niezwykle wysoko prawdopodobne [35]. Metaanaliza 24 badań wykonanych na 23 tysiącach osób wykazała, że podobnie jak w przypadku uciążliwości, najczęściej zaburzenia snu zgłaszają osoby ekspozowane na hałas lotniczy, a potem kolejno osoby ekspozowane na hałas drogowy i osoby ekspozowane na hałas kolejowy. Ponadto analiza wykazała, że największe kłopoty ze snem mają osoby w wieku 50-56 lat [52].

WHO ocenia, że poziom 40 dBA na zewnątrz budynków w porze nocnej jest poziomem zabezpieczającym przed szkodliwym wpływem hałasu na sen i zdrowie [53]. Zaburzenia snu wywołane hałasem są też największą uciążliwością dla pacjentów w szpitalach wydłużając czas leczenia i zwiększając zużycie leków oraz stwarzając dodatkowy stres dla układu krążenia [54].

### Inne zaburzenia zdrowia

Zaburzenia zdrowia wywołane ekspozycją na hałas inne, niż choroby układu krążenia czy zaburzenia snu, są nieliczne i były badane incydentalnie.

Zarówno zmiany w układzie dokrewnym, jak i zaburzenia snu wywołane długotrwałą ekspozycją na hałas mogą być czynnikami ryzyka chorób metabolicznych a konkretnie cukrzycy typu 2. Badania w tym zakresie nie mają jednak bogatego piśmiennictwa. Dotychczas opublikowano 9 prac, w tym 5 związanych z ekspozycją na hałas środowiskowy i 4 z zawodową ekspozycją na hałas. Metaanaliza Dzhambova [55] tych 9 prac pokazała, że w populacji osób ekspozowanych w miejscu życia na hałas o poziomach  $L_{den} > 60$  dB ryzyko pojawienia się cukrzycy typu 2 jest o 22% wyższe (z 95% przedziałem ufności 1,09 - 1,37) w porównaniu do populacji ekspozowanej na hałas o poziomach  $L_{den} < 60$  dB. Z prac wybranych do tej analizy, największą wartość miała praca wykonana w Danii. Badania kohortowe przeprowadzone w Danii, na populacji ponad 57 tysięcy osób w wieku 50-64 lata ekspozowanej długotrwale (9,6 lat) na hałas drogowy, wykazały wzrost ryzyka wystąpienia cukrzycy typu 2 o 8% na każde 10 dB (A) wzrostu poziomu hałasu, po uwzględnieniu potencjalnych czynników zakłócających takie jak wiek BMI styl życia, wykształcenie oraz zanieczyszczenie środowiska tlenkami azotu. Do pozostałych prac autor zaleca podchodzić z ostrożnością z uwagi na mniej lub bardziej poważne zastrzeżenia co do ich metodologii. Unikatowe szwedzkie badania prospektywne (prowadzone przez 10 lat) związane z ekspozycją na hałas lotniczy 5156 mieszkańców hrabstwa Sztokholm (county Stockholm) po uwzględnieniu czynników modyfikujących (takich jak: wiek, płeć, obciążenie rodzinne cukrzycą oraz styl życia; palenie alkohol aktywność fizyczna, status socjoekonomiczny, dochody, i stres a także stopień bezrobocia) potwierdziły, że z ekspozycją na hałas lotniczy są związane skutki metaboliczne takie jak wzrost BMI i obwodu talii, oraz zapadalności na cukrzycę typu 2 i stanów przedcukrzycowych (upośledzona tolerancja glukozy). Po uwzględnieniu wszystkich czynników modyfikujących, zmiany w zakresie wzrostu obwodu talii były znamienne statystycznie i wykazywały zależność monotoniczną, a pozostałe parametry nie osiągały znamienności statystycznej. Dla kumulatywnych przypadków stanów przedcukrzycowych (upośledzona tolerancja glukozy) i /lub przypadków cukrzycy typu 2 wprawdzie nie stwierdzono zależności z ekspozycją na hałas lotniczy znamiennych statystycznie w populacji generalnej, ale w przypadku kobiet stwierdzono monotoniczną zależność z hałasem o poziomach  $L_{den}$  50-54 dB(A) OR 1.51 (95% CI: 0.69, 3.32) i wzrastająca do 2.78 (95% CI: 0.80, 9.60) dla poziomów  $L_{den} \geq 55$  dB(A), natomiast w przypadku mężczyzn takie zależności nie pojawiły się. Znamienności były silniejsze w tej podgrupie, która przez cały okres badania zamieszkiwała w tym samym miejscu, choć z czasem z różnych powodów poziom ekspozycji na hałas uległ obniżeniu. Autorzy uważają, że ekspozycja na hałas jest czynnikiem ryzyka zaburzeń metabolicznych, a w szczególności otyłości centralnej, ale wymaga to jeszcze dalszych długoterminowych badań [56].

W przypadku zawodowej ekspozycji na hałas natomiast nie stwierdzono wzrostu ryzyka zapadalności na tę chorobę porównując populację ekspozowaną na hałas o poziomach  $L_{A,eq} > 85$  dB w porównaniu do pracowników ekspozowanych na hałas  $L_{A,eq} < 85$  dB [57].

Dotychczasowe badania nie wykazały związku między psychicznymi zaburzeniami zdrowia a ekspozycją na hałas, ale badania w tym zakresie są nieliczne. W tych kilku opublikowanych dotychczas pracach pokazano, że podstawowym czynnikiem wpływającym na efekt jest wrażliwość na hałas. Osoby o wysokiej wrażliwości na hałas w przypadku ekspozycji są bardziej rozdrażnione i hałas stanowi dla nich większą uciążliwość z jej konsekwencjami niż dla osób o niższej wrażliwości [49, 57, 58].

Również szerokie badania nad wpływem środowiskowej ekspozycji na hałas kobiet ciężarnych na płód i noworodki nie wykazały tego wpływu ani na wagę urodzeniową, ani na wady wrodzone, porody przedwczesne czy też wielkość płodu. Metaanaliza opublikowanych prac z tego zakresu pokazała jednak związek między poziomami hormonów stresu w moczu i ślinie a wzrostem ciśnienia skurczowego we wczesnym dzieciństwie, chociaż ze względu na znaczne zróżnicowanie ekspozycji i badanych parametrów zdrowotnych różnych autorów, do tych wyników należy podchodzić z dużą ostrożnością [59].

## Podsumowanie

Niewątpliwie hałas jest stresorem zarówno w środowisku pracy jak i życia. Problemem badań wpływu hałasu środowiskowego na zdrowie jest duża różnorodność stosowanych parametrów hałasu stosowanych ( $L_{den}$ ,  $L_{dn}$ ,  $L_{Aeq\ 24}$ , SEL,  $L_{night}$  i różne kombinacje) przez różnych badaczy do określenia tego wpływu jak i metod pomiarowych. Podobnie problemy wiążą się z ogromnym zróżnicowaniem w wybranych do badań efektów zdrowotnych lub parametrów zdrowia, uwzględniania czynników modyfikujących (np. czynniki stylu życia, zażywane leki), czy współwystępujących źródeł hałasu (np. hałas wewnętrzny budynków) czy współwystępujących zanieczyszczeń środowiska. Niemniej wyniki dotychczas opublikowanych badań pokazują, że środowiskowa ekspozycja na hałas stanowi poważny problem dla zdrowia publicznego, z jednej strony z uwagi na wciąż rosnące poziomy ekspozycji populacji ogólnej i liczby osób ekspozowanych, a z drugiej z uwagi na stwarzanie ryzyka wystąpienia zaburzeń w układzie hormonalnym, zaburzeń w układzie krążenia czy ryzyka wystąpienia schorzeń określanych mianem chorób cywilizacyjnych, w efekcie zaburzając możliwości wykonywania niektórych czynności dnia codziennego oraz obniżając jakość zdrowia i życia.

Brak spójności wyników w niektórych badaniach może być spowodowane heterogennością metod badawczych, różnorodnością wybranych badanych parametrów zdrowia i środowiska akustycznego. Problem zatem wymaga dalszych badań w oparciu o wystandaryzowane metody badawcze i pomiarowe.

## Piśmiennictwo

1. de Hollander A.E., van Kempen E.M., Staatsen B.A.: Community noise burden of disease: An impossible choice of endpoints? Assessing and evaluating the health impact of environmental exposures. Deaths, DALYs or Dollars? Uni-

- versiteit Utrecht 2004: 139-160. : <http://www.dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/315/c6.pdf>
2. EEA Report 10.2014 Noise in Europe 2014. [http://www.skas.sk/dokumenty-skas/EEA\\_10-2014\\_Noise\\_in\\_Europe\\_2014.pdf](http://www.skas.sk/dokumenty-skas/EEA_10-2014_Noise_in_Europe_2014.pdf)
3. Burden of disease from environmental noise. WHO, Copenhagen 2011 [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf)
4. Hammer M. S., Swinburn T. K., Neitzel R. L.: Environmental Noise Pollution in the US: Developing and Effective Public Health Problem. Environ. Health Perspect. 2014; 122(2): 115-119
5. Kryter K.D.: The Effects of Noise on Man. ed. Academic Press, 1970: 491-543
6. Smoorenburg G.F.: Risk of noise hearing loss following exposure to Chinese firecrackers. Audiology 1993;32: 333-343
7. Beach E.F., Giliver M., Williams W.: Leisure noise exposure: participation trends, symptoms of hearing damage, and perception of risk. Int. J. Audiol. 2013; 52, Suppl.1: S20-5.
8. Carter L., Williams W., Black D., et al The leisure-noise dilemma: hearing loss or hearsay? What does the literature tell us? Ear Hear. 2014;35(5):491-505
9. Miedema H.M.E., Oudshoorn C.G.M.: Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. Environ. Health Perspect. 2001;109(4): 409-416
10. Pedersen E., Waye K.P.: Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments. Occup. Environ. Med. 2007;64:480-486
11. van Gerven J., Vos H., Van Boxel M.P., et al: Annoyance from environmental noise across the lifespan. J. Acoust. Am. Soc. 2009; 126: 187-194
12. Laszlo H.E., McRobie E.S., Stansfeld S.A., et al: Annoyance and other reaction measures to changes in noise exposure — A review. Science Total Environ. 2012; 435-436: 551-562
13. Van Kempen E.E., van Kamp I., Stellato R.K., et al: Children's annoyance reactions to aircraft and road traffic noise. J. Acoust. Am. Soc. 2009; 125: 895-904
14. Babisch W., Schultz C., Seiwert M., et al Noise annoyance as reported by 8 – 14 year old children Environ. Behav. 2012; 44(1): 68-86
15. Babisch W., Fromme H., Beyer A., et al Increased catecholamine levels in urine in subjects exposed to road traffic noise: The role of stress hormones in noise research. Environ. Intern. 2001; 26, 7-8: 475-481
16. Babisch W.: The noise/stress concept, risk assessment and research needs. Noise Health 2002; 4(16) :1 -11
17. Ising H., Babisch W., Guski R., et al.: Exposure and effects indicators of Environmental Noise .WHO 2003 <http://www.dfl.de/Downloads/IsingPaper.pdf>
18. Munzel T., Gori T., Babisch W., et al.: Cardiovascular effects of environmental noise. Europ. Heart J. 2014; 35(13): 829-836
19. Ising H., Braun C.: Acute and chronic endocrine effects of noise : Review of the research conducted at the Institute for water, soil and air hygiene. Noise Health 2000; 2:7-24.
20. Babisch W.: Health aspects of extra-aural noise research Noise Health 2004; 6: 69-81
21. Selander J., Bluhm G., Theorell T., et al:HYENA Consortium Exposure to Aircraft Noise in Six European Countries Environ. Health. Perspect. 2009; 117 (11): 1713-1717
22. Haines M. M., Stansfeld S. A., Job R. F., et al: Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. Psychol. Med. 2001; 31: 265-277
23. Final Report ENNAH – European Network on Noise and Health EU Project no. 226442 [http://www.ennah.eu/assets/files/ENNAH-Final\\_report\\_online\\_19\\_3\\_2013.pdf](http://www.ennah.eu/assets/files/ENNAH-Final_report_online_19_3_2013.pdf)

24. Wang, S., Qin Q Liu L., Han L., et al A cross-sectional study on the effects of occupational noise exposure on hypertension or cardiovascular among workers from automobile manufacturing company of Chongqing, China. *J. Biomed. Science Eng.* 2013; 6: 1137-1142
25. Powązka E., Pawlas K., Zahorska-Markiewicz B., et al A cross-sectional study of occupational noise exposure and blood pressure in steelworkers. *Noise Health* 2002;5:15-22
26. Jarup L., Babisch W., Houthuijs D., et al: Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study. *Environ. Health Perspect.* 2008;116:329-333
27. Babisch W., Pershagen G., Selander J., et al: Noise annoyance — A modifier of the association between noise level and cardiovascular health? *Science Total Environ.* 2013; 452-453:50-57
28. Babisch W., Neuhauser H., Thamm M., et al.: Blood pressure of 8-14 year old children in relation to traffic noise at home - Results of the German Environmental Survey for Children (GerES IV). *Science of the Total Environ.* 2009; 407: 5839-5843
29. van Kempen E., van Kamp I., Fischer, P., et al: Noise exposure and children's blood pressure and heart rate: The RANCH project. *Occup. Environ. Med.* 2006; 63(9): 632-639
30. Babisch W.: Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: A meta-analysis. *Noise Health* 2014;16:1-9
31. Davies W., Teschke K., Kennedy S M., et al: Occupational Exposure to Noise and Mortality From Acute Myocardial Infarction. *Epidemiology* 2005; 16.1: 25-32
32. Virkkunen H., Kauppinen T., Tenkanen L.: Long-term effect of occupational noise on the risk of coronary heart disease. *Scand. J. Work Environ. Health* 2005;31(4): 291-299
33. Babish W., Ising H., Gallacher J.E.J., et al: The Cearphilly and Speedwell studies, 10 years followup w: *Proceed. of Noise as Public Health Problem, Sydney, 1998: 230-235*
34. Grazuleviciene R., Lekaviciute J., Mozgeris G., et al: Traffic Noise Emissions and Myocardial Infarction Risk. *Pol. J. Environ. Stud.* 2004; 13 (6): 737-741
35. Sobotova L., Jurkovicova J., Stefanikova Z., et al: Community response to environmental noise and impact on cardiovascular risk score. *Science Total Environ.* 2010; 408: 1264-1270
36. Passchier-Vermeer W., Passchier W.F.: Noise exposure and public health. *Environ. Health Perspect.* 2000; 108 (1): 123-131
37. Sørensen M., Hvidberg M., Andersen Z.J., et al: Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur. Heart J.* 2011; 32(6):737-44
38. Franssen E.A., van Wiechen C.M., Nagelkerke N.J., et al: Aircraft noise around large international airport and its impact on general health and medication use. *Occup. Environ. Med.* 2004; 61: 405-413
39. Floud S., Blangiardo M., Clark C., et al: Exposure to aircraft and road traffic noise and associations with heart disease and stroke in six European countries: a cross – sectional study. *Environ. Health* 2013; 12: 89 <http://www.ehjournal.net/content/pdf/1476-069X-12-89.pdf>
40. Goines L., Hagler R.N., Hagle L.: Noise Pollution: A Modern Plague. *South. Med. J.* 2007; 100: 287-294 <http://mikegoldsmith.weebly.com/history-of-noise.html>
41. Griefahn B., Spreng M.: Disturbed sleep patterns and limitation of noise. *Noise Health* 2004;6:27-33,
42. Muzet A.: Environmental noise, sleep and health. *Sleep Med. Rev.* 2007;11 (2): 135-142
43. Basner M., Babisch W., Davis A., et al; Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*, 2014; 383 (9925): 1325-1332
44. Basner M., Samel A.: Effects of nocturnal aircraft noise on sleep structure. *Somnologie*, 2005; 9 (2); 84-95
45. Halperin D.: Environmental noise and sleep disturbances: A threat to health? *Sleep Science* 2014; 7(4): 209-212
46. Halonen J.L., Vahtera J., Stansfeld S., et al: Associations between Nighttime Traffic Noise and Sleep: The Finnish Public Sector Study. *Environ. Health Perspect.* 2012;120:1391-1396
47. Öhstom E., Hadzibajramovic E., Holmes M., et al Effects of road traffic noise on sleep – studies on children and adults. *J. Environ. Psychol.* 2006; 26: 116-126
48. van Kamp I., Davies H.: Noise and health in vulnerable groups: a review. *Noise Health* 2013; 15:153-159,
49. Bisturp M.L.: Health effects of noise on children and perception of the risk of noise. ed. *Nat Public Health Instit. Copenhagen* 2001
50. Ising H., Kruppa B.: Health effects caused by noise: evidence in the literature from the past 25 years. *Noise Health.* 2004; 6: 5-13
51. Barregard L., Stansfeld S.: Medication use as an outcome variable in environmental (noise) epidemiology. *Scand. J. Work Environ. Health.* 2014; 40(3): 211-213
52. Miedema H.M.E, Vos H.: Association between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on re-analyses of pooled data from 24 studies. *Behav. Sleep Med.* 2007; 5(1): 1- 20
53. Night Noise guidelines for Europe WHO 2009; [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43316/E92845.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf)
54. Buxton O.M., Ellenbogen, J.M., Wang W., et al: Sleep Disruption due to Hospital Noises: A Prospective Evaluation. *Ann. Intern. Med.* 2012; 157(3): 170-179
55. Dzhambov A.M.: Long-term noise exposure and risk for 2 diabetes: A meta-analysis. *Noise Health* 2015; 17: 23-34
56. Sørensen M., Andersen Z.J., Nordsborg R.B., et al: Long-Term Exposure to Road Traffic Noise and Incident Diabetes: A Cohort Study. *Environ. Health Perspect.* 2013; 121,2: 217-222
57. Stansfeld S.A., Sharp D.S., Gallacher J., et al: Road traffic noise, noise sensitivity and psychological disorder. *Psychol. Med.* 1993;2 3: 977-985
58. Schreckenberg D., Griefahn B., Meis M.: The associations between noise sensitivity, reported physical and mental health, perceived environmental quality, and noise annoyance. *Noise Health* 2010; 12:7 -16
59. Hohmann C., Grabenhenrich L., de Kluienaar Y., et al: Health effects of chronic noise exposure in pregnancy and childhood: a systematic review initiated by ENRIECO. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2013; 216(3): 217-29

*Adres do korespondencji:*

prof. dr hab.n. med. Krystyna Pawlas  
 Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego,  
 41-200 Sosnowiec, Kościelna 13  
 krystyna.pawlas@wp.pl.  
 tel: 48 32 6341294 , 48 71 7841501