

# Zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia z 10 października 2018 dla ochrony zdrowia publicznego przed hałasem

## The World Health Organization Recommendations of October 10, 2018 regarding the public health noise protection

Anna Preis<sup>1</sup>

Katedra Akustyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 2, 61-614 Poznań

### STRESZCZENIE

W dniu 10 października 2018 roku Oddział Europejski Światowej Organizacji Zdrowia opublikował dokument zatytułowany „Wytyczne w sprawie hałasu środowiskowego dla obszaru europejskiego” (Environmental Noise Guidelines for the European Region). W dokumencie tym przedstawiono zaktualizowany zestaw zaleceń dotyczących ochrony zdrowia publicznego przed hałasem środowiskowym. Odwołując się do najczęściej stosowanych wskaźników oceny hałasu,  $L_{DWN}$  oraz  $L_N$  określono w nim dopuszczalne dawki hałasu, których przekroczenie wywołuje negatywne skutki zdrowotne. Zalecono, by wartości dopuszczalnych poziomów hałasu  $L_{DWN}$  oraz  $L_N$  ustalać przede wszystkim dla czterech podstawowych typów źródeł hałasu środowiskowego: ruchu samochodowego, szynowego, lotniczego oraz aktywności turbin wiatrowych. Wartości te wyznaczono na podstawie szczegółowej analizy badań dotyczących tzw. krytycznych efektów zdrowotnych. W dokumencie WHO efekty te zostały zdefiniowane i uporządkowane ze względu na doniosłość dla ludzkiego zdrowia. Według tego rankingu, najważniejsze krytyczne efekty zdrowotne to: niedokrwienność choroby serca, wpływ hałasu na sen oraz skrajna dokuczliwość. W artykule przedstawiam jak na podstawie wymienionych efektów zdrowotnych wyznaczono dopuszczalne poziomy dla czterech typów źródeł hałasu środowiskowego: ruch samochodowy, szynowy, lotniczy oraz aktywność turbin wiatrowych.

Słowa kluczowe: rekomendacje hałasowe, krytyczne efekty zdrowotne, wskaźniki hałasu

### ABSTRACT

In October 2018 the WHO Regional Office for Europe published the “Environmental Noise Guidelines for the European Region”, proposing an updated set of public health recommendations on exposure to environmental noise. The guidelines focus on the most used noise indicators  $L_{den}$  and/or  $L_{night}$ . The  $L_{den}$  and  $L_{night}$  indicators are those generally reported by the authorities and are widely used for environmental noise exposure assessment in health effect studies. Specific recommendations have been formulated for road traffic, railway, aircraft and wind turbine noise. The recommended  $L_{den}$  and  $L_{night}$  values for these four kinds of environmental noise sources could be a preventative measure for the occurrence of three defined and classified as critical health outcome associated with high noise levels: ischaemic heart disease, high sleep disturbance and high annoyance. In this article I will describe how the recommended noise levels, for four environmental noise sources were established, based on the specific health effects.

Keywords: noise recommendations, critical health outcomes, noise indicators

### 1. Wprowadzenie

Głównym celem dokumentu „Environmental Noise Guidelines for the European Region” [1] jest przedstawienie zaleceń chroniących człowieka przed hałasem pochodzącym z różnych źródeł środowiskowych: komunikacyjnych (hałas samochodowy, szynowy, lotniczy), turbin wiatrowych oraz wydarzeń publicznych pochodzących z szeroko rozumianej „rozrywki”. Hałas związany z rozrywką publiczną pochodzi ze źródeł dźwięku, na które ludzie są ekspozycy, gdy biorą udział w aktywnościach takich jak: udział w koncertach, słuchanie muzyki na żywo, wydarzenia sportowe, słuchanie głośnej muzyki w klubach.

<sup>1</sup>e-mail: apraton@amu.edu.pl

Dokument WHO zawiera odpowiedzi na dwa zasadnicze pytania:

- Jaka jest zależność – „ekspozycja- reakcja” – pomiędzy ekspozycją na hałas (wyrażoną za pomocą różnych wskaźników hałasu) a liczbą ludzi, dla których można zmierzyć odpowiadający tej ekspozycji efekt zdrowotny?
- Czy interwencje prowadzące do redukcji hałasu istotnie przyczyniają się do usunięcia negatywnych efektów zdrowotnych?

Odpowiedzi na te pytania zawarte są w rekomendacjach, w których określono dopuszczalne poziomy hałasu środowiskowego. Stworzenie warunków, w których poziomy te nie są

przekraczane zapewnić ma zachowanie zdrowia w populacjach ludzkich żyjących w Europie i na świecie.

Proces ustalania dopuszczalnych poziomów hałasu środowiskowego i metod wykorzystanych do ich określenia został szczegółowo opisany w omawianym dokumencie [1]. Warto podkreślić, że bardzo rygorystycznie przestrzegano kryteriów metodologicznych, służących do oceny rzetelności badań na podstawie, których opracowano rekomendacje hałasowe. Jakość raportów literaturowych z badań znalazła swoje odzwierciedlenie w wagach poszczególnych rekomendacji. Tak zwana „silna rekomendacja”, oznacza, że raporty literaturowe sporządzone zostały na podstawie badań, które spełniają całkowicie przyjęte przez WHO kryteria, natomiast „słaba rekomendacja” oznacza, że te kryteria są spełnione tylko częściowo.

Nie bez znaczenia były też wstępne decyzje zespołu Guideline Development Group (w skrócie GDG) pracującego nad dokumentem. Dotyczyły one wyboru wskaźników hałasowych, na podstawie których określono ostateczne rekomendacje hałasowe. W efekcie przyjęto, że za podstawowe uznane zostaną wskaźniki hałasu  $L_{WDN}$  oraz  $L_N$ . Ich wartości traktowane są jako miary do wyznaczania zalecanego poziomu dla hałasu pochodzącego z wymienionych wyżej typów źródeł (hałas komunikacyjny, z turbin wiatrowych oraz z wydarzeń publicznych). Wskaźniki te to: długookresowy średni poziom dźwięku wyrażony w decybelach, wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem pory dnia, wieczoru oraz nocy, oznaczany jako  $L_{WDN}$ ; oraz – analogicznie wyznaczony – średni poziom dźwięku wyrażony w decybelach w ciągu wszystkich pór nocy w roku, oznaczany jako  $L_N$ .  $L_{WDN}$  zdefiniowany jest na podstawie średniorocznych poziomów, odpowiednio dziennego ( $L_D$ ), wieczornego ( $L_W$ ) i nocnego ( $L_N$ ). Z kolei, bazą dla każdego z tych poziomów jest równoważny poziom dźwięku  $L_{AeqT}$ . Definicję poziomu  $L_{AeqT}$  przedstawia równanie (1):

$$L_{AeqT} = 10 \log \left( \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right), \quad (1)$$

gdzie  $T$  jest, wyrażonym w sekundach, czasem pomiaru, podczas którego rejestrowane są wartości chwilowe kwadratu ciśnienia akustycznego ważonego krzywą korekcyjną A. Równoważny poziom dźwięku,  $L_{AeqT}$ , interpretowany jest jako stały w czasie dźwięk, który w czasie  $T$  dostarcza słuchaczowi tyle samo energii, co zmienny w czasie dźwięk  $L_{pA}(t)$ . Definicję poziomu  $L_{WDN}$  przedstawia równanie (2):

$$L_{WDN} = 10 \log \left( \frac{12}{24} 10^{0,1L_D} + \frac{4}{24} 10^{0,1(L_W+5)} + \frac{8}{24} 10^{0,1(L_N+10)} \right), \quad (2)$$

gdzie  $L_D$ ,  $L_W$  oraz  $L_N$  oblicza się bazując na równaniu (1), wprowadzając za czas  $T$  odpowiednio 12 godzin dla pory dziennej (od 6.00 do 18.00), 4 godziny dla pory wieczornej (od 18.00 do 22.00) oraz 8 godzin dla pory nocnej (od 22.00 do 6.00). Pory doby podane w równaniu (2) obowiązują w Polsce [3]. W innych krajach te pory mogą być określone odmiennie. Dodatkowo, do wyznaczonych długookresowych średnich poziomów dźwięku dla tych pór doby dodawane są „kary”, odpowiednio o wartości 5 (dla pory wieczornej) albo 10 dB (dla pory nocnej). Poziom nocny, występujący jako jeden z

członów w równaniu (2) jest tożsamy z określonym w dokumencie WHO  $L_{night}$ . Jego definicja jest przedstawiona w równaniu (3):

$$L_N = 10 \log \left( \frac{1}{365} \sum_{i=1}^{365} 10^{0,1L_{Aeq,N}^{(i)}} \right). \quad (3)$$

Sformułowanie rekomendacji dotyczących dopuszczalnych dawek hałasu dla poszczególnych typów źródeł hałasu wymagało określenia zależności pomiędzy poziomem hałasu, a efektem zdrowotnym, jaki dany hałas wywołuje. Warto w tym miejscu przytoczyć definicję dopuszczalnego poziomu hałasu, którą kierował się zespół pracujący nad tymi rekomendacjami (GDG). Brzmi ona następująco: „jest to poziom hałasu, powyżej którego GDG jest pewna, że nastąpi wzrost ryzyka wystąpienia negatywnego efektu zdrowotnego” (tłumaczenie – A.P.).

Pomiar efektu zdrowotnego odbywa się za pomocą tzw. ryzyka absolutnego lub relatywnego. Za pomocą absolutnego ryzyka mierzy się takie efekty zdrowotne jak skrajna dokuczliwość (HA) czy skrajne zaburzenie snu (HSD). Liczbę ludzi cierpiących na niedokrwioną chorobę serca (IHD) wyraża się poprzez ryzyko względne. Ryzyko absolutne definiuje się jako procent ludzi narażonych na skrajną dokuczliwość (HA) lub na skrajne zaburzenie snu (HSD) wywołane hałasem. Natomiast ryzyko względne zachorowania na niedokrwioną chorobę serca (IHS) definiuje się przez iloraz prawdopodobieństwa zachorowalności na tę chorobę w populacji narażonej na działanie hałasu do prawdopodobieństwa zachorowalności na tę chorobę w populacji nie narażonej na ten hałas.

Dopuszczalne poziomy hałasu wyznacza się dla każdego typu źródła oddzielnie, bazując na relacjach, czyli zależnościach przedstawiających funkcje: ekspozycja na hałas - odpowiedź na tę ekspozycję dla każdego efektu zdrowotnego (tzw. exposure – response functions, w skrócie ERFs). Przykładowo, dla hałasu samochodowego wyznaczono dopuszczalne poziomy hałasu dla trzech efektów zdrowotnych: IHD (niedokrwioną chorobę serca), HA (skrajna dokuczliwość) oraz HSD (skrajne zaburzenie snu). Oczywiście są to różne wartości. Spośród tych trzech wartości poziomów hałasu jako poziom dopuszczalny dla hałasu samochodowego przyjmuje się wartość najniższą.

W rekomendowanych zaleceniach dotyczących dopuszczalnych poziomów hałasu generowanego przez różne typy źródeł brano pod uwagę wiele krytycznych i ważnych efektów zdrowotnych. Nadano im rangę ważności na podstawie tzw. wagi niepełnosprawności (disability weight - DW). DW przyjmuje wartości od 0 do 1, gdzie 0 oznacza brak niepełnosprawności a 1 oznacza maksymalną niepełnosprawność. W tym artykule ograniczę się do wyjaśnienia jak na podstawie trzech efektów zdrowotnych, IHD, HA i HSD (których wartości DW wynoszą odpowiednio 0.405, 0.02, 0.07) wyznaczono dopuszczalne poziomy hałasu dla czterech typów źródeł hałasu: samochodowego, szynowego, lotniczego oraz turbin wiatrowych. Hałas z wydarzeń publicznych został tu pominięty ze względu na trudności w zdefiniowaniu poszczególnych typów źródeł tego hałasu jak również ze względu na zastosowanie innego wskaźnika oceny hałasu –  $L_{Aeq24}$ .

Oprócz wagi DW w dokumencie WHO [1] używa się również

parametru DALY (disability-adjusted life-years) do opisu efektu zdrowotnego wywołanego hałasem środowiskowym. Polskie tłumaczenie akronimu DALY to: lata życia skorygowane ze względu na niepełnosprawność. Parametr ten określa liczbę potencjalnych lat życia utraconych w związku z przedwczesną śmiercią oraz liczbę „zdrowych” lat utraconych z powodu trwania w stanie złego stanu zdrowia lub niepełnosprawności. Szacuje się, że w państwach Unii Europejskiej DALY związane z hałasem środowiska wynoszą: 61 000 lat w przypadku choroby niedokrwiennej serca, 45 000 lat w przypadku zaburzeń funkcji poznawczych u dzieci, 903 000 lat w przypadku zaburzeń snu, 22 000 lat w przypadku szumów usznych i 654 000 lat w przypadku dokuczliwości [2]. A zatem, negatywne skutki przebywania w hałasie w największym stopniu objawiają się zaburzeniami snu oraz odczuciem dokuczliwości.

Procedura wyznaczania rekomendowanego poziomu hałasu dla dowolnego źródła hałasu składała się z pięciu etapów:

- dla każdego efektu zdrowotnego określano ERF czyli zależność: ekspozycja na hałas – reakcja zdrowotna organizmu na tę ekspozycję,
- ustalono najmniejszą wartość mierzonego poziomu hałasu dla danego efektu zdrowotnego,
- ustalono najmniejszy, istotny dla danego efektu zdrowotnego, wzrost wartości ryzyka absolutnego albo względnego,
- wyznaczono dopuszczalny poziom hałasu bazując na ERF, zaczynając od najmniejszej mierzalnej wartości poziomu hałasu i związanej z nim najmniejszej zmiany ryzyka istotnego wzrostu negatywnego efektu zdrowotnego
- porównano wartości poziomów dopuszczalnych dla różnych typów efektów zdrowotnych i wybrano wartość najniższą jako docelową dla danego źródła hałasu.

W dokumencie WHO [1], przyjęto następujące kryteria określające najmniejszy przyrost absolutnego bądź względnego ryzyka powodujący istotną negatywną zmianę efektu zdrowotnego. Dane te dla trzech krytycznych efektów zdrowotnych analizowanych w tym artykule zamieszczone są w Tab. 1.

Tab. 1. Krytyczne efekty zdrowotne i istotny wzrost ryzyka brany pod uwagę przy ustalaniu dopuszczalnych poziomów hałasu (na podstawie danych zamieszczonych w Tabeli 5 w dokumencie [1])

Ranga danego efektu zdrowotnego według wskaźnika niepełnosprawności DW	Istotny najmniejszy przyrost ryzyka absolutnego bądź względnego
Niedokrwienność serca IHD (DW=0.405)	5% wzrost ryzyka względnego
Skrajna dokuczliwość HA (DW=0.02)	10% ryzyko absolutne
Skrajne zaburzenie snu HSD (DW=0.07)	3% ryzyko absolutne

Na podstawie procedury opisanej powyżej, przedstawię sposób wyznaczania rekomendowanych poziomów hałasu dla czterech typów źródeł (hałas samochodowy, szynowy lotniczy i turbin wiatrowych), bazując na trzech efektach zdrowotnych (niedokrwienność serca, skrajna dokuczliwość i skrajne zaburzenie snu). W treści rekomendacji dla danego źródła hałasu oprócz dopuszczalnych wartości poziomów  $L_{DWN}$  i  $L_N$

znajdują się również zalecenia dotyczące możliwych interwencji, które w różnym stopniu mogą powodować redukcję poziomu hałasu. Taki sposób przedstawienia rekomendacji dla danego typu źródła wynika z celów dokumentu WHO, sformułowanych w postaci odpowiedzi na dwa pytania przytoczone na początku artykułu.

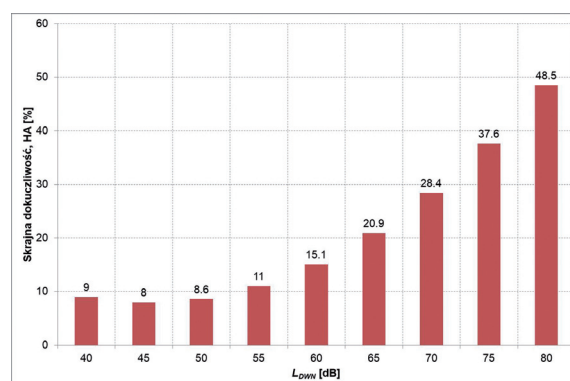
## 2. Wyznaczanie rekomendowanych poziomów hałasu $L_{DWN}$ i $L_N$ dla hałasu samochodowego.

Treść rekomendacji dla hałasu samochodowego jest następująca:

- Dla uśrednionej ekspozycji na hałas GDG silnie rekomenduje, żeby  $L_{DWN}$  generowany przez hałas samochodowy nie przekraczał 53 dB jako, że hałas powyżej tej wartości może wywołać niepożądane efekty zdrowotne.
- Dla ekspozycji nocnej GDG silnie rekomenduje, żeby  $L_N$  generowany przez hałas samochodowy nie przekraczał 45 dB jako, że hałas powyżej tej wartości może mieć niepożądany wpływ na sen.
- GDG również silnie rekomenduje interwencje w celu redukcji poziomu hałasu powyżej rekomendowanych wartości  $L_{DWN}$  i  $L_N$  i to zarówno w źródle jak i na drodze źródło – odbiorca.

Zalecaną wartość  $L_{DWN}$  wyznaczono analizując dwa efekty zdrowotne IHD i HA.

Natomiast wartość  $L_N$  wybrano na podstawie efektu HSD. Dla efektu IHD, czyli niedokrwiennej choroby serca, 5% istotny wzrost występuje przy ekspozycji na hałas 59.3 dB  $L_{DWN}$ . Najniższa mierzalna wartość poziomu w badaniach literaturowych dotyczących tego efektu wynosi 53 dB  $L_{DWN}$ , a wzrost względnego ryzyka na 10 dB wynosi 1.08. Znaczy to, że prawdopodobieństwo zachorowania na tę chorobę w populacji narażonej na hałas jest 1.08 razy większe aniżeli w populacji nie narażonej na hałas. Dla efektu HA, czyli skrajnej dokuczliwości, absolutne ryzyko pojawienia się tego efektu u 10% ludzi występuje przy poziomie 53.3 dB  $L_{DWN}$  (porównaj dane przedstawione na Rys. 1).



Rys. 1. Relacje ERF pomiędzy dawką hałasu samochodowego wyrażoną jako  $L_{DWN}$  i procentem ludzi odczuwających skrajną dokuczliwość %HA (na podstawie danych zamieszczonych w Tabeli 10 w dokumencie [1])

Spośród dwóch wartości: 59.3 dla efektu IHD oraz 53.3 dla

efektu HA, wartość 53.3 jest niższa. Występująca w rekomendacji wartość 53 dB  $L_{DWN}$  bierze się z zaokrąglenia niższej wartości do liczby całkowitej. Dla efektu HDS, czyli skrajnego zaburzenia snu, dla 3% uczestników badań ich sen był skrajnie zaburzony przy poziomie 45.4 dB  $L_N$  (porównaj dane w Tab. 2).

Tab. 2. Relacje ERF pomiędzy dawką hałasu samochodowego wyrażoną jako  $L_N$  i procentem ludzi odczuwających swój sen jako skrajnie zaburzony %HSD. CI oznacza 95% interwał istotności (na podstawie danych zamieszczonych w Tabeli 12 w dokumencie [1])

$L_{night}$ [dB]	%HSD	95% CI
40	2.0	0.9–3.15
45	2.9	1.40–4.44
50	4.2	2.14–6.27
55	6.0	3.19–8.84
60	8.5	4.64–12.43
65	12.0	6.59–17.36

W zaleceniach występuje wartość 45 dB  $L_N$  również z powodu zaokrąglenia do liczby całkowitej.

Z badań literaturowych wykorzystanych w [1] wynika, że zarówno interwencje polegające na zmianie parametrów źródła hałasu (opony, jakość nawierzchni) jak i na zmianie infrastruktury (ekrany akustyczne, obszary cisy), które w istotny sposób redukują poziom hałasu wpływają również na redukcję negatywnych skutków zdrowotnych spowodowanych hałasem. Stąd też w treści zalecenia pojawia się silna rekomendacja dotycząca stosowania wymienionych powyżej rodzajów interwencji w celu redukcji poziomu hałasu.

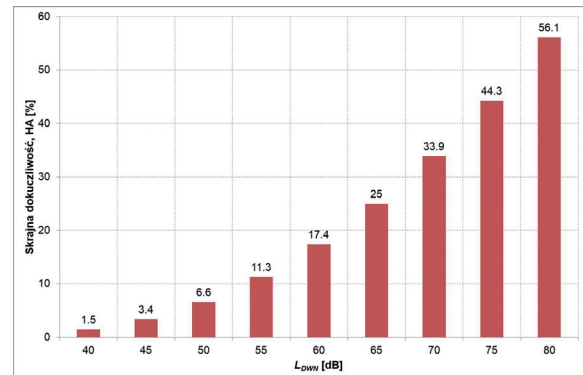
### 3. Wyznaczenie $L_{DWN}$ i $L_N$ dla hałasu szynowego

Treść rekomendacji dla hałasu szynowego jest następująca:

- Dla uśrednionej ekspozycji na hałas GDG silnie rekomenduje, żeby  $L_{DWN}$  generowany przez hałas szynowy nie przekraczał 54 dB jako, że hałas powyżej tej wartości może wywołać niepożądane efekty zdrowotne.
- Dla ekspozycji nocnej GDG silnie rekomenduje, żeby  $L_N$  generowany przez hałas szynowy nie przekraczał 44 dB jako, że hałas powyżej tej wartości może mieć niepożądany wpływ na sen.
- GDG również silnie rekomenduje interwencje w celu redukcji poziomu hałasu powyżej rekomendowanych wartości  $L_{DWN}$  i  $L_N$  i to zarówno w źródle jak i na drodze źródło – odbiorca. Nie ma, niestety, wystarczających danych, aby rekomendować specjalny typ interwencji.

W przypadku hałasu szynowego zalecaną wartość  $L_{DWN}$  wyznaczono analizując tylko efekt związany ze skrajną dokuczliwością HA. Nie ma bowiem danych literaturowych (spełniających założone w dokumencie WHO kryteria) pozwalających ustalić, na podstawie efektu IHD, dopuszczalny poziom hałasu. Natomiast wartość  $L_N$  wybrano na podstawie efektu HSD.

Dla efektu HA, czyli skrajnej dokuczliwości ryzyko absolutne wystąpienia tego efektu u 10% ludzi występuje przy poziomie 53.7 dB  $L_{DWN}$  (porównaj dane przedstawione na Rys. 2).



Rys. 2. Relacje ERF pomiędzy dawką hałasu szynowego wyrażoną jako  $L_{DWN}$  i procentem ludzi odczuwających skrajną dokuczliwość %HA (na podstawie danych zamieszczonych w Tabeli 20 w dokumencie [1])

Występująca w rekomendacji wartość 54 dB  $L_{DWN}$  jest efektem zaokrąglenia do liczby całkowitej.

Dla efektu HDS, najniższa mierzalna wartość poziomu hałasu wynosi 33 dB  $L_N$ . Z badań literaturowych wynika, że dla 3% uczestników badań ich sen był skrajnie zaburzony przy poziomie nocnej ekspozycji hałasu, pochodzącej od pojazdów szynowych, równym 43.7 dB  $L_N$  (porównaj dane w Tab. 3). W zaleceniach występuje wartość 44 dB  $L_N$ , która powstała w wyniku zaokrąglenia do liczby całkowitej.

Tab. 3. Relacje ERF pomiędzy dawką hałasu szynowego, wyrażoną jako  $L_N$ , i procentem ludzi odczuwających swój sen jako skrajnie zaburzony %HSD. CI oznacza 95% interwał istotności (na podstawie danych zamieszczonych w Tabeli 22 w dokumencie [1])

$L_{night}$ [dB]	%HSD	95% CI
40	2.1	0.79–3.48
45	3.7	1.63–5.71
50	6.3	3.12–9.37
55	10.4	5.61–15.26
60	17.0	9.48–24.37
65	26.3	15.20–37.33

Z badań literaturowych [1] wynika, że zarówno interwencje prowadzące do zmian w parametrach źródła hałasu jak i zmian w infrastrukturze, które w istotny sposób redukują poziom hałasu wpływają również na redukcję niepożądanych skutków zdrowotnych spowodowanych hałasem szynowym. Nie ma, niestety, danych empirycznych, które pozwoliłyby ocenić skuteczność różnych typów interwencji. Tym niemniej celowe wydaje się redukcję poziomu hałasu powyżej tego rekomendowanego i to zarówno w przypadku poziomu  $L_{DWN}$

jak i  $L_N$ . Stąd też w treści zalecenia pojawia się silna rekomendacja dotycząca stosowania interwencji w celu redukcji poziomu hałasu szynowego.

#### 4. Wyznaczenie $L_{DWN}$ i $L_N$ dla hałasu lotniczego

Treść rekomendacji dla hałasu lotniczego jest następująca:

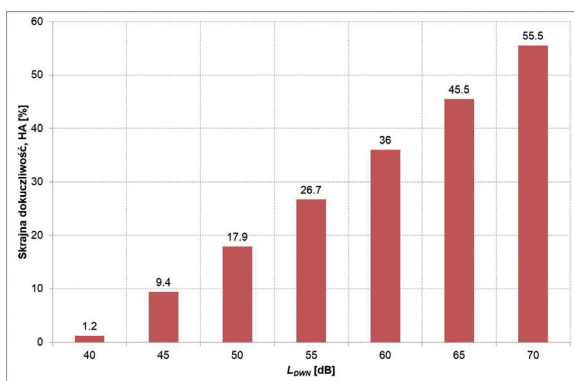
- Dla uśrednionej ekspozycji na hałas GDG silnie rekomenduje, żeby  $L_{DWN}$  generowany przez hałas lotniczy nie przekraczał 45 dB jako, że hałas powyżej tej wartości może wywołać niepożądane efekty zdrowotne.
- Dla ekspozycji nocnej GDG silnie rekomenduje, żeby  $L_N$  generowany przez hałas lotniczy nie przekraczał 40 dB jako, że hałas powyżej tej wartości może mieć niepożądany wpływ na sen.
- GDG również silnie rekomenduje interwencje w celu redukcji poziomu hałasu powyżej rekomendowanych wartości  $L_{DWN}$  i  $L_N$  i to zarówno w źródle jak i na drodze źródło – odbiorca. Specyficzny typ rekomendowanej interwencji to odpowiednie zmiany w infrastrukturze.

Zalecaną wartość  $L_{DWN}$  wyznaczono analizując dwa efekty IHD i HA. Natomiast wartość  $L_N$  wybrano na podstawie efektu HSD.

Dla efektu IHD, czyli niedokrwiennej choroby serca, 5% istotny wzrost występuje przy ekspozycji na hałas 52.6 dB  $L_{DWN}$ . Najniższa mierzalna wartość poziomu wskazywana w badaniach literaturowych dotyczących tego efektu wynosi 47 dB  $L_{DWN}$ , a wzrost relatywnego ryzyka na 10 dB wynosi 1.09. Znaczący to, że prawdopodobieństwo zachorowania na tę chorobę w populacji narażonej na hałas jest 1.09 razy większe aniżeli w populacji nie narażonej na hałas.

Dla efektu HA, czyli skrajnej dokuczliwości, absolutne ryzyko wystąpienie tego efektu u 10% ludzi występuje przy poziomie 45.4 dB  $L_{DWN}$  (porównaj dane przedstawione na Rys. 3).

Spośród tych dwóch wartości 52.6 dla efektu IHD oraz 45.4 dla efektu HA wartość 45.4 jest niższa. Występująca w rekomendacji wartość 45 dB  $L_{DWN}$  jest efektem zaokrąglenia niższej wartości do liczby całkowitej.



Rys. 3. Relacje ERF pomiędzy dawką hałasu lotniczego wyrażoną jako  $L_{DWN}$  i procentem ludzi odczuwających skrajną dokuczliwość %HA (na podstawie danych zamieszczonych w Tabeli 30 w dokumencie [1])

Dla efektu HSD, najniższa mierzalna wartość poziomu hałasu

wynosi 35 dB  $L_N$ . Z badań literaturowych wynika, że dla 11% uczestników badań ich sen był skrajnie zaburzony przy poziomie nocnej ekspozycji hałasu lotniczego, równym 40 dB  $L_N$  (porównaj dane w Tab. 4).

Tab. 4. Relacje ERF pomiędzy dawką hałasu lotniczego wyrażoną jako  $L_N$  i procentem ludzi odczuwających swój sen jako skrajnie zaburzony %HSD. CI oznacza 95% interwał istotności (na podstawie danych zamieszczonych w Tabeli 32 w dokumencie [1])

$L_{night}$ [dB]	%HSD	95% CI
40	11.3	4.72–17.81
45	15.0	6.95–23.08
50	19.7	9.87–29.60
55	25.5	13.57–37.41
60	32.3	18.15–46.36
65	40.0	23.65–56.05

W zaleceniach proponuje się wartość 40 dB  $L_N$ . Spośród interwencji redukujących poziom hałasu zarówno  $L_{DWN}$  jak i  $L_N$  silnie rekomenduje się specyficzne interwencje dotyczące infrastruktury, takie jak otwieranie nowych, bądź zamykanie starych pasów startowych lub reorganizacja ścieżek lotu.

#### 5. Wyznaczenie $L_{DWN}$ dla hałasu turbin wiatrowych

Treść rekomendacji dla hałasu turbin wiatrowych jest następująca:

- Dla uśrednionej ekspozycji na hałas GDG warunkowo rekomenduje, żeby  $L_{DWN}$  generowany przez turbiny wiatrowe nie przekraczał 45 dB jako, że hałas powyżej tej wartości może wywołać niepożądane efekty zdrowotne.
- GDG nie rekomenduje żadnej wartości dotyczącej poziomu  $L_N$ , gdyż jest za mało danych, aby można było taką rekomendację sformułować.
- GDG warunkowo rekomenduje interwencje w celu redukcji poziomu hałasu, jeśli jego wartość przekracza rekomendowaną wartość  $L_{DWN}$ .

W przypadku hałasu turbin wiatrowych, podobnie zresztą jak w przypadku hałasu szynowego, zalecaną wartość  $L_{DWN}$  wyznaczono analizując tylko efekt związany ze skrajną dokuczliwością HA. Nie ma bowiem danych literaturowych (spełniających założone w dokumencie WHO kryteria), które pozwoliłyby ustalić dopuszczalny poziom hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe w przypadku efektu IHD.

Bazując tylko na czterech dostępnych pracach efekt skrajnej dokuczliwości występujący u 10% badanych zaobserwowano dla poziomu hałasu 45 dB  $L_{DWN}$ . W dokumencie WHO dane literaturowe dotyczące skrajnej dokuczliwości zostały zakwalifikowane jako „niska jakość”, stąd też warunkowa rekomendacja tej wartości dopuszczalnego poziomu  $L_{DWN}$ .

W przypadku efektu zaburzonego snu stwierdzono brak istotnych danych literaturowych, które traktowałyby o wpływie hałasu turbin wiatrowych na sen. Stąd też brak jakichkolwiek rekomendacji dotyczących poziomu  $L_N$ . Z tego samego powodu w rekomendacji dotyczącej tego źródła hałasu nie występują żadne zalecenia dotyczące interwencji mających na celu redukcję poziomu hałasu.

## 6. Podsumowanie

Warto podkreślić, że omówione w tym artykule zalecenia dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu dla czterech źródeł środowiskowych są wyznaczone tylko ze względu na krytyczne efekty zdrowotne. Według dokumentu WHO [1] przestrzeganie tych dopuszczalnych poziomów hałasu nie spowoduje wystąpienia żadnego z tych krytycznych efektów zdrowotnych. Obowiązujące aktualnie w świecie i w Europie rozporządzenia dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu różnią się między sobą i z pewnością nie spełniają w 100% kryteriów zawartych w dokumencie WHO. Należy stanowczo stwierdzić, że wprowadzenie norm zgodnych ze wskazanymi w referowanym tu dokumencie WHO dopuszczalnymi poziomami hałasu powinno być traktowane jako obowiązek przez instytucje państwowe odpowiedzialne za ochronę zdrowia publicznego w Polsce. Aby pokazać jak mają się rekomendacje WHO do tych obowiązujących w Polsce przedstawiam w Tab. 5 dopuszczalne poziomy hałasu dla analizowanych tu czterech jego źródeł. Wartości dopuszczalnych poziomów hałasu w Polsce podaję za dokumentem [4].

Tab. 5. Zestawienie wartości dopuszczalnych poziomów hałasu według dokumentu WHO i Rozporządzenia Ministra Środowiska w Polsce

Źródło hałasu	WHO		Polska	
	$L_{DWN}$ [dB]	$L_N$ [dB]	$L_{DWN}$ [dB]	$L_N$ [dB]
Hałas samochodowy	53	45	50 - 70	45 - 65
Hałas szynowy	54	44		
Hałas lotniczy	45	40	55 - 60	45 - 50
Hałas turbin wiatrowych	45	-	45 - 55	40 - 45

Dopuszczalne poziomy hałasu obowiązujące w Polsce dotyczą specyficznych obszarów. Pierwsza z dwóch liczb (występujących w kolumnie 4 oraz 5) dotyczy tzw. „strefy ochronnej”, natomiast druga liczba dotyczy „terenu w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców”. Wartości poziomów dopuszczalnych rekomendowane przez WHO dotyczą ryzyka wystąpienia krytycznych efektów zdrowotnych u człowieka, niezależnie od miejsca jego pobytu. Analizując dane hałasowe dotyczące Polski trzeba zwrócić uwagę, że w naszym kraju nie ma osobnych rekomendacji dotyczących hałasu szynowego. Te dwa typy źródeł hałasu włączone zostały do jednej kategorii - hałasu drogowego - chociaż mapy akustyczne przygotowuje się osobno dla hałasu samochodowego oraz szynowego. Poza tym, w Rozporządzeniu hałasowym Ministra Środowiska [4] turbiny wiatrowe nie tworzą odrębnej kategorii lecz włączono je do kategorii „Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu”. Porównując wartości dopuszczalnych poziomów

w Europie i w Polsce należy brać pod uwagę te wartości, które dotyczą przeważającej części populacji, czyli ludzi mieszkających w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców. W tym kontekście można z całą stanowczością stwierdzić, że obowiązujące w Polsce normy dotyczące omawianych tu czterech typów źródeł hałasu środowiskowego nie chronią dostatecznie mieszkańców naszego kraju przed ryzykiem wystąpienia krytycznych efektów zdrowotnych. Dla przykładu, polskie normy hałasowe pozwalają, aby w przypadku hałasu samochodowego aż 28.4% ludzi (porównaj Rys. 1 dla  $L_{DWN}$  równego 70 dB) odczuwało skrajną dokuczliwość hałasu, podczas gdy WHO rekomenduje, aby było to nie więcej niż 10%. Normy polskie pozwalają na występowanie skrajnych zaburzeń snu u 12% populacji (porównaj Tab. 2 dla  $L_N$  równego 65 dB), natomiast rekomendacje WHO dopuszczają takie stany tylko w stosunku do 3% populacji. Dla hałasu szynowego te różnice są jeszcze większe: normy polskie pozwalają, aby 33,9% odczuwało efekty skrajnej dokuczliwości tego hałasu (porównaj Rys. 2 dla  $L_{DWN}$  równego 70 dB), a 26,3% miało skrajnie zaburzony sen (porównaj Tab. 3 dla  $L_N$  równego 65 dB). Z kolei, jeśli – zgodnie z polskimi normami – przyjmie się jako dopuszczalny poziom  $L_{DWN}$  dla hałasu lotniczego 60 dB, to przystaje się na to, aby skrajną dokuczliwość z tego powodu odczuwało 36% mieszkańców Polski (porównaj Rys. 3). Przy nocnym, dopuszczalnym poziomie hałasu lotniczego 50 dB pozwala się, aby skrajnie zakłócony sen mógł wystąpić u 19,7% populacji w Polsce (porównaj Tab. 5). Jediną pozytywną cechą polskich rekomendacji hałasowych jest stosowanie tych samych dopuszczalnych poziomów hałasu dla hałasów samochodowego i szynowego. Wartości rekomendowane dla tych źródeł hałasu w dokumencie WHO różnią się bowiem tylko o 1 dB.

Jest oczywiste, że nie da się natychmiast zmienić dopuszczalnych poziomów hałasu w Polsce za pomocą jednego rozporządzenia. Niemniej wartości poziomów hałasu występujące w rekomendacjach WHO powinny być traktowane jako drogowskaz wskazujący kierunek pożądanych zmian, tak aby możliwie jak najszybciej eliminowane były niepożądane skutki oddziaływania hałasu na organizm ludzki.

## Bibliografia

1. Environmental Noise Guidelines for the European Region. World Health Organization (2018), ISBN 978 92 890 5356 3.
2. Fritchi, L. i in., Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe, WHO Regional Office for Europe (2011)
3. Preis, A., Gołębiewski, R., Wpływ hałasu na organizm ludzki, w „Protetyka słuchu”, pod redakcją E. Hojana, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, (2014), 93-128.
4. Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 15 października 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. Dz. U. Warszawa, dnia 22 stycznia 2014 r. Poz. 112.