Ida Leśnikowska-Matusiak
Aneta Wnuk
Instytut Transportu Samochodowego

WPŁYW HAŁASU KOMUNIKACYJNEGO NA STAN ŚRODOWISKA AKUSTYCZNEGO CZŁOWIEKA

Każdej działalności człowieka towarzyszą dźwięki, które mogą być odbierane przez otoczenie jako hałas. Na hałas powodowany działalnością człowieka szczególnie narażeni są mieszkańcy aglomeracji miejskich. Główne źródła hałasu typowe dla środowiska miejskiego tworzą środki transportu oraz wszelkie urządzenia mechaniczne, w tym głośniki nadające muzykę w miejscach publicznych oraz montowane w samochodach. Hałas, infradźwięki i wibracje, między innymi przyspieszając i pogłębiając zmęczenie, zwiększają znacznie możliwość zaistnienia nieszczęśliwych wypadków, także wypadków drogowych. Europa, w tym Polska, są zagrożone wzrastającym poziomem hałasu przede wszystkim komunikacyjnego. Problem narażenia ludności na zbyt duży hałas został dostrzeżony przez Unię Europejską już kilkanaście lat temu. W Polsce świadomość zagrożenia hałasem w społeczeństwie jest na niskim poziomie, przede wszystkim z powodu braku wiedzy o skutkach narażenia na nadmierny długotrwały hałas. Brakuje także woli do podjęcia zdecydowanych, skutecznych działań ograniczających hałas ze strony odpowiednich władz.

THE EFFECTS OF TRAFFIC NOISE ON THE STATE OF ACOUSTIC ENVIRONMENT OF MAN

Every human activity is accompanied by sounds, which can be received by the environment as noise. Particularly vulnerable to the noise caused by human activities are residents of urban agglomerations. The main sources of noise, typical for urban environment, are created by transport means and all mechanical devices, including speakers transmitting music in public places and those installed in cars. Noise, infrasounds and vibrations, while accelerating and deepening fatigue, greatly increase the possibility of accidents occurring, including road accidents. Europe, including Poland, are threatened by the increasing noise level, mainly the traffic one. The problem of population's exposure to excessive noise was recognized by the European Union over a dozen years ago. In Poland, the awareness of noise pollution in society is low, mainly due to lack of knowledge about the effects of prolonged exposure to excessive noise. There is also no will to take strong, effective actions, to reduce noise, on the part of relevant authorities.

Wprowadzenie

Robert Koch (Heinrich Hermann Robert Koch), niemiecki lekarz i bakteriolog, który żył w latach 1843-1910 powiedział, że nadejdzie dzień, gdy człowiek będzie musiał walczyć z bardzo niebezpiecznym wrogiem swojego zdrowia – z hałasem – tak samo jak kiedyś walczył z cholerą i dżumą. To on odkrył m.in. bakterie wywołujące wąglika, cholerę i gruźlicę. Był laureatem Nagrody Nobla w dziedzinie medycyny w 1905 r. oraz obok Ludwika Pasteura, jednym z twórców mikrobiologii lekarskiej. Koch wiedział, co mówi, gdyż obecnie wszędzie na świecie dramatycznie rośnie poziom hałasu. Hałas istnieje wszędzie, ponieważ każda działalność człowieka powoduje powstawanie dźwięków, które mogą być odbierane przez otoczenie jako hałas. Człowiek mieszkający w mieście jest w szczególnie niekorzystnej sytuacji, gdyż stale jest atakowany szkodliwymi dźwiękami. Główne źródła hałasu mają związek z prowadzoną działalnością gospodarczą, transportem oraz rozrywką i rekreacją. Istotny wpływ na klimat akustyczny środowiska ma hałas komunikacyjny oraz stosunkowo nowe zjawisko – hałas związany z muzyczną i rozrywkową działalnością klubów itp. placówek w dużych miastach, prowadzoną także w nocy.

Ze względu na szkodliwość wyróżnia się następujące trzy główne obszary oddziaływania hałasu na ludzki organizm:

- osłabienie lub trwałe uszkodzenie słuchu,
- uszkodzenia układu nerwowego i psychiki (zmęczenie, senność lub rozdrażnienie, wydłużenie czasu reakcji, spadek koncentracji, niepokój, bezsenność, agresja, stres i wynikające z niego konsekwencje dla całego organizmu i psychiki),
- uszkodzenia narządów wewnętrznych (układ sercowo-naczyniowy, pokarmowy i mięśniowo-stawowy, osłabienie systemu immunologicznego, tzw. zespół pohałasowy).

Oprócz dźwięków słyszalnych na człowieka negatywnie oddziałują również dźwięki niedostępne percepcji ludzkiego ucha: infradźwięki i wibracje.

Hałas, infradźwięki i wibracje, między innymi przyspieszając i pogłębiając zmęczenie, przyczyniają się do rozproszenia uwagi, tłumią słyszalność mowy i ostrzegawczych sygnałów akustycznych, przytępiają ostrość widzenia i spostrzegawczość, przez co zwiększają znacznie możliwość zaistnienia nieszczęśliwych wypadków, w tym wypadków drogowych. Każdego dnia wiele osób żyjących w hałasie w ciągu dnia i nie mogących odpocząć od niego w nocy to potencjalni sprawcy i ofiary wypadków w pracy i w ruchu drogowym. Także kierowcy często sami zwielokrotniają szkodliwe oddziaływanie hałasu i infradźwięków na siebie i innych montując w pojeździe sprzęt muzyczny z mocnymi basami i głośno z niego korzystając.

Hałas należy do poważniejszych problemów wpływających na obniżenie jakości życia oraz zdrowia mieszkańców Europy. Problem narażenia ludności na zbyt duży hałas został dostrzeżony przez Unię Europejską już kilkanaście lat temu co przyczyniło się do powstania uregulowań prawnych w tym zakresie (dyrektywa 2002/49/WE).

Od 1995 roku na świecie obchodzony jest Międzynarodowy Dzień Świadomości Zagrożenia Hałasem. Wydarzenie to ma na celu rozpowszechnianie wiedzy i świadomości wśród społeczeństwa oraz władz państwowych i lokalnych na temat zagrożeń związanych z długotrwałym narażeniem na hałas.

W Polsce poziom świadomości społecznej związanej z zagrożeniami, jakie może powodować hałas jest niski, brakuje także ze strony władz woli do podjęcia zdecydowanych, skutecznych działań w tym zakresie. Skala tego zjawiska, podobnie jak

np. ruch rowerowy, wymknęła się spod kontroli władz państwowych i lokalnych.

Warszawa jest jednym z najgłośniejszych miast w Europie, zajmuje drugą pozycję na czarnej liście najbardziej hałaśliwych stolic europejskich. Pomimo to nadal powstają tu – za zgodą i aprobatą władz miasta – nowe, niszczące ludzi i środowisko, źródła hałasu, w tym komunikacyjnego. Niestety, także po raz kolejny władze Warszawy nie włączyły się w obchody Międzynarodowego Dnia Świadomości Zagrożenia Hałasem.

W związku z brakiem jakichkolwiek skutecznych działań ze strony władz Warszawy mających na celu ograniczenie hałasu, mieszkańcy sami zaczynają się organizować aby rozwiązywać ten problem w swoim otoczeniu.

1. Podstawowe pojęcia

Hałas jest zanieczyszczeniem środowiska przyrodniczego charakteryzującym się różnorodnością źródeł i powszechnością występowania.

Jest wiele definicji hałasu, na przykład:

Hałas oznacza dźwięki, które przeszkadzają lub utrudniają wykonywanie pracy bądź w danym miejscu i czasie są niepożądane i szkodliwe dla zdrowia.[1]

Hałas jest to dźwięk, który w pewnych sytuacjach i u pewnych ludzi może powodować dyskomfort psycho-fizyczny[2].

Hałas to wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania ośrodka sprężystego, działające na organ słuchu i inne zmysły oraz części organizmu człowieka. [7]

Hałasem są dochodzące z otoczenia dźwięki, które są niepożądane lub szkodliwe dla zdrowia, utrudniające lub uniemożliwiające pracę i odpoczynek.[3] [20]

Wszystkie przytoczone wyżej definicje mają ważną wspólną cechę – wskazują na szkodliwość i uciążliwość tego zjawiska.

Za **dźwięk** uważa się słyszalne przez ludzi drgania o częstotliwościach od 16 Hz do 20 kHz. Dźwiękiem są także drgania niesłyszalne przez ludzi: ultradźwięki (drgania o częstotliwości powyżej 20 kHz) i infradźwięki (drgania o częstotliwościach poniżej 16 Hz). Hałas o częstotliwościach, które nie są słyszalne dla człowieka wywiera równie niekorzystny wpływ na organizmy żywe jak hałas słyszalny.

Obiektywną ocenę szkodliwości hałasu umożliwia określanie tzw. poziomu dźwięku, który go tworzy. Poziom ten określa poziom ciśnienia akustycznego wywoływanego przez hałas i docierającego do ludzkich uszu. Ciśnienie to w normalnych warunkach i przy zdrowym narządzie słuchu umożliwia słyszenie poprzez przenoszenie energii mechanicznej fali dźwiękowej na membranę ucha, a potem przez system nerwowy, do mózgu. Gdy poziom hałasu jest zbyt duży ciśnienie, które mu towarzyszy może powodować ból wewnątrz ucha, utratę słuchu lub jego uszkodzenie oraz wiele innych negatywnych skutków dla zdrowia człowieka. Poziomowi hałasu o częstotliwości odpowiadającej progowi słyszenia przypisano wartość 0dB, natomiast tzw. granicy bólu odpowiada wartość 130dB. Decybel (dB) jest to dziesięć logarytmów dziesiętnych ze stosunku ciśnienia fali akustycznej do ciśnienia odniesienia wynoszącego $2*10^{-5}$ N/m^2. Przy ocenie hałasu należy brać pod uwagę fakt, że poziom ciśnienia akustycznego (dB) odnosi się do skali logarytmicznej. W związku z tym wzrost hałasu o 10 dB powoduje

[1] D. Augustyńska, Z. Engel., A. Kaczmarska-Kozłowska, J. Koton, W. Mikulski., Hałas, w: D. Koradecka (red.), Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia, CIOP, Warszawa 2000, z. 6, s. 115.

[2] Informacje o hałasie w 2009 roku, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi, Łódź 2010.

[3] portalwiedzy.onet.pl./19952 (11.07.2014)

dziesięciokrotne zwiększenie ciśnienia akustycznego a wzrost o 1 dB – 1,26-krotne zwiększenie ciśnienia akustycznego. Podwojenie ciśnienia, przy którym człowiek zaczyna odczuwać różnice w odbieranym hałasie odpowiada zmianie poziomu dźwięku o 3 dB.

Poziom dźwięku w dB	
pow. 160	**HAŁAS ŚMIERTELNY**
155-160	**HAŁAS POWODUJĄCY WSTRZĄS MÓZGU**
150-155	**HAŁAS POWODUJĄCY TRWAŁE USZKODZENIE SŁUCHU**
145-150	Samolot odrzutowy w czasie startu z odległości 10 m
140-145	Syrena alarmowa z odległości 1 m
135-140	Silnik samolotu śmigłowego
130-135	Prasa hydrauliczna z odległości 0,5 m
125-130	**GRANICA BÓLU**
120-125	Karabin maszynowy z odległości 0,5 m
115-120	Młot pneumatyczny z odległości 5 m
110-115	Dyskoteka
105-110	Metro z odległości 3 m
100-105	Koncert muzyki rozrywkowej
95-100	Klakson samochodowy z odległości 5 m
90-95	Świder pneumatyczny z odległości 2 m
85-90	Wnętrze autobusu
80-85	Krzyk z odległości 1 m
75-80	Dzwonek telefonu z odległości 2 m
70-75	Silnik samochodu osobowego z odległości 6 m
65-70	Domowa maszyna do szycia
60-65	Głośna rozmowa z odległości 2 m
55-60	Dzwon kościelny z odległości 400 m
50-55	Małe pomieszczenie biurowe, mały sklep
45-50	Spokojna rozmowa
40-45	Cicha ulica
35-40	Darcie papieru z odległości 1 m
30-35	Szpital, kościół, czytelnia
25-30	Bardzo ciche pomieszczenie; tykanie zegara z odległości 1 m
20-25	Studio radiowe lub filmowe
15-20	Szept przeciętny z odległości 2 m
10-15	Szept cichy z odległości 2 m
5-10	Oddech z odległości 0,5 m
0-5	szmer liści w bezwietrzny dzień z odległości 3 m
0	**ŚREDNI PRÓG SŁYSZENIA ZDROWEGO UCHA**

Rys. 1. Poziom różnych źródeł dźwięku wyrażony w decybelach oraz jego wpływ na zdrowie człowieka

Fig. 1. The level of the different sound sources, expressed in decibels and its impact on human health

Jednostką dokuczliwości hałasu jest tzw. noys. Wartość 1 noys, oznacza dokuczliwość (dla przeciętnej wrażliwości na hałas) dźwięku o częstotliwościach w zakresie 910-1090 Hz i natężeniu 40 dB. Zarówno zmiana natężenia dźwięku jak

i zmiana częstotliwości przy zachowaniu tego samego natężenia, powoduje zmianę wcześniejszej dokuczliwości. Najmniej dokuczliwe są dźwięki o niskich częstotliwościach – do kilkudziesięciu Hz (przy natężeniu 80 dB – dokuczliwość ok. 5-10 noysów), najbardziej – dźwięki ok. kilku tysięcy Hz (przy natężeniu 80 dB – dokuczliwość ok. 30-35 noysów). [13]

Powyższy rysunek przedstawia poziom różnych źródeł dźwięku wyrażony w decybelach oraz jego wpływ na zdrowie człowieka.

Parametrem służącym do oceny **jakości akustycznej środowiska** jest równoważny (ekwiwalentny) poziom hałasu, określany jako wartość średnia (obliczona logarytmicznie) z mierzonego poziomu hałasu w czasie odniesienia T. W celu zbliżenia wyników pomiarów do odczucia słuchowego człowieka, w układ pomiarowy montowany jest filtr korekcyjny A.

Wynik tak przeprowadzonego pomiaru dźwięku oznaczany jest odpowiednio symbolem L_{Aeq} D (dla pory dnia) i L_{Aeq} N (dla pory nocy) i podawany w decybelach.

Dla terenów, na których stwierdzono przekroczenie poziomów dopuszczalnych opracowuje się programy ochrony środowiska przed hałasem mające na celu dostosowanie poziomów hałasu do obowiązujących norm. Przy tworzeniu wyżej wymienionych programów wykorzystuje się wskaźniki długookresowe oznaczane jako L_{DWN}. Wartość wskaźnika L_{DWN} jest to średni poziom dźwięku wyrażony w decybelach, wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem pory dnia (rozumianej jako przedział czasu od godz. 6.00 do godz. 18.00), pory wieczoru (od godz. 18.00 do godz. 22.00) oraz pory nocy (od godz. 22.00 do godz. 6.00). Wielkością, która opisuje każdy dźwięk, w tym również hałas, jest ciśnienie akustyczne czyli zaburzenie ciśnienia atmosferycznego. Stałe w czasie ciśnienie oznacza ciszę. Dźwięk to zmiana znaku ciśnienia kilkaset razy w ciągu sekundy.

Oceniając wpływ hałasu na pracę, kwadrat ciśnienia uśrednia się po czasie, T_1=12V3073600 s, liczonym od godziny 7:00 do godziny 19:00: $<P^2>_1$ (dzień). Fizyczną miarą hałasu podczas wypoczynku jest wielość, $<P^2>_2$ (wieczór), którą uzyskuje się z uśredniania po czasie T_2=4V3073600 s, liczonym od godziny 19:00 do godziny 23:00. Dla snu czasem uśredniania jest T_3=8V3073600 s (23:00-7:00) oraz wielkość $<P^2>_3$ (noc).

Istnieje następująca 5-stopniowa skala subiektywnej oceny dokuczliwości hałasu:

1. hałas zupełnie niedokuczliwy,
2. hałas trochę dokuczliwy,
3. hałas dokuczliwy,
4. hałas bardzo dokuczliwy,
5. hałas nie do zniesienia.

Oceniając dokuczliwość liczbami: 1, 2, 3,....n, mamy do czynienia z n-stopniową skalą dokuczliwości. Ze względu na odziedziczoną wrażliwość na hałas oraz osobnicze doświadczenie (...) subiektywna ocena dokuczliwości jest inna dla każdego człowieka. Pomimo tego badania wykazały znaczącą korelację pomiędzy dokuczliwością hałasu oraz równoważnym poziomem dźwięku, którego jednostką jest decybel [dB]. Wielkość ta uwzględnia fakt, że "czułość słuchu" jest największa w zakresie średnich częstotliwości. Istnieje wiele sposobów opisu tego zjawiska, które oznaczamy literami A, B, C oraz D. W Polsce, podobnie jak i w Unii Europejskiej, obowiązuje sposób A, dlatego miara

dokuczliwości hałasu jest równoważnym poziomem dźwięku A, który zastępujemy literką L (od ang. level, czyli poziom).[4] [18]

Subiektywna wrażliwość na hałas zależy zarówno od cech indywidualnych każdego człowieka jak i od cech fizycznych dźwięku. Wśród ludzi istnieją ogromne różnice indywidualne, stąd ocena hałasu zależy od wieku, wrażliwości, stanu zdrowia, odporności psychicznej i chwilowego nastroju człowieka. Granica podziału między hałasem dokuczliwym, a niedokuczliwym nie jest wyraźna. Bardzo często ten sam zespół dźwięków może w pewnych przypadkach wywoływać wrażenie przyjemne, a w innych nieprzyjemne.

Dokuczliwość hałasu dodatkowo potęguje się wówczas, jeśli wystąpi on niespodziewanie lub nie można określić kierunku, z którego się on pojawi. Podstawowymi cechami fizycznymi dźwięku wpływającymi na jego odczuwanie są: poziom, częstość występowania, czas trwania oraz charakterystyka widmowa. Przykładową skalę subiektywnej uciążliwości hałasu komunikacyjnego przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Skala subiektywnej uciążliwości hałasu komunikacyjnego

Table 1

The scale of subjective traffic noise nuisance

uciążliwość	L_{Aeq} (dB)
mała	< 52
średnia	52...62
duża	63...70
bardzo duża	> 70

źródło: www.profon.pl/podstawy/podstawy3.html (11.07.2014) [23]

2. Źródła hałasu

Hałas obecnie istnieje wszędzie, ponieważ każda działalność człowieka powoduje powstawanie dźwięków, które mogą być odbierane przez otoczenie jako hałas.

Dźwięki naturalne towarzyszyły człowiekowi od jego początków. Miliony lat ewolucji ukształtowały jego zmysł słuchu w taki sposób, że dźwięki te teraz, na początku XXI wieku, sprzyjają pracy, pogłębiają sen i wypoczynek. Z czasem w środowisku pojawiły się dźwięki sztuczne, nienaturalne, które nazywamy hałasem.

(...) A przecież nie dla takich dźwięków ewoluował miliony lat zmysł słuchu! Płuca pracują normalnie tylko w mieszance tlenu i azotu, z niewielką domieszką innych gazów. Co by było, gdyby miejsce azotu lub tlenu zajął zupełnie obcy gaz, np. hel? Wystąpiłyby kłopoty z oddychaniem. Gdyby błękit nieba zamienił się na kolor pomarańczowy, powszechne stałyby się choroby oczu, kończące się ślepotą (...). Ale tak jak kłopoty z oddechem są początkiem kłopotów z krążeniem, tak od hałasu zaczynają się inne choroby[5]. [18]

Największe nagromadzenie ludzi i związana z tym koncentracja źródeł hałasu występuje na terenie aglomeracji miejskich. Do głównych źródeł hałasu należą: działalność gospodarcza (hałas przemysłowy, budowy, remonty), transport (hałas

[4] R. Makarewicz, Dokuczliwość hałasu dla środowiska, E-czytelnia/ Przegląd Komunalny/ Numer 7/2001 (118). ((e-czytelnia.abrys.pl/?mod=tekst&id=595 (11.07.2014))

[5] Tamże.

komunikacyjny: kolejowy, drogowy, lotniczy itp.) oraz rozrywka i rekreacja (głośna muzyka, imprezy sportowe itp.) Hałas przemysłowy ma charakter lokalny i jego zasięg jest ograniczony do najbliższego otoczenia zakładu przemysłowego. Decydujący wpływ na klimat akustyczny środowiska ma hałas komunikacyjny występujący na znacznych obszarach położonych wzdłuż ciągów ulic i arterii oraz stosunkowo nowe zjawisko – hałas związany z muzyczną i rozrywkową działalnością klubokawiarni itp. placówek w dużych miastach, prowadzoną także w nocy. W zasięgu hałasu komunikacyjnego oraz hałasu mającego związek z rekreacją i rozrywką często znajdują się budynki mieszkalne, kulturalne, sakralne, szkoły, placówki służby zdrowia, parki, tereny wypoczynkowe poza miastem oraz inne obiekty związane z przebywaniem ludzi.

3. Hałas komunikacyjny

W ostatnim czasie nastąpił gwałtowny rozwój infrastruktury miejskiej, wzrasta i tak duża już liczba osób mieszkających w miastach, a także liczba samochodów, linii tramwajowych i metra. Coraz bardziej rozbudowują się również lotniska, ze względu na zwiększenie liczby pasażerów oraz na większą dostępność i stosunkowo niskie ceny podróży samolotem. To wszystko sprawia, że życie w dużych miastach jest coraz bardziej męczące i uciążliwe, głównie ze względu na zanieczyszczenie powietrza i ciągły hałas. Człowiek mieszkający w mieście jest stale atakowany szkodliwymi dźwiękami. Wpływ hałasu komunikacyjnego obejmuje coraz większe grupy osób, wywołując uciążliwości, utrudnienia snu, wypoczynku i pracy, a nawet powodując stany chorobowe.

Do głównych przyczyn narażenia na ponadnormatywny hałas w otoczeniu dróg należą:

1) *duże natężenia ruchu pojazdów,*
2) *duże udziały pojazdów ciężarowych w ruchu,*
3) *duże prędkości pojazdów,*
4) *zły stan techniczny pojazdów,*
5) *rodzaj i stan techniczny nawierzchni drogowych,*
6) *brak właściwej hierarchizacji sieci drogowej i za późno dostrzeżony problem regulacji dostępności – duża część dróg krajowych przechodzi przez miejscowości w sąsiedztwie gęstej zabudowy mieszkaniowej, przenosząc zarówno ruch zewnętrzny (w tym tranzytowy ruch pojazdów ciężarowych) jak również ruch lokalny,*
7) *nieefektywna urbanistyka i brak jednoznacznych zapisów w przepisach dotyczących planowania przestrzennego uwzględniających kryterium hałasu – skutkiem tego jest niekontrolowana obudowa dróg klas Z, G i GP przez budynki o funkcji mieszkalnej, bliska odległość zabudowy od ulicy oraz brak strefowania akustycznego (pierwsza linia zabudowy od ulicy powinna mieć funkcję niemieszkalną).*[6] [9]

Człowiek narażony na hałas w miejscu pracy i nie mający warunków do odpoczynku od hałasu w domu, np. wskutek hałasu drogowego, nie ma możliwości zregenerowania organu słuchu. Następujące w efekcie przesunięcie progu słyszenia ulega utrwaleniu, prowadząc do systematycznego osłabiania słuchu.

Dane epidemiologiczne wskazują, że chroniczny hałas jest także czynnikiem ryzyka w rozwoju chorób krążeniowo-naczyniowych. Wyniki badań nad powiązaniem symptomów niepokoju i rozdrażnienia z powodu hałasu komunikacyjnego i przypadków niedokrwiennej choroby serca (prowadzone wśród mężczyzn nie chorujących dotąd na

[6] P.Gierasimiuk, M. Motylewicz, Hałas w otoczeniu dróg i ulic – problemy oceny i działania ochronne, s. 9 (materialy.wb.pb.edu.pl/marekmotylewicz/files/2014/06/Gierasimiuk-Motylewicz-Halas-w-otoczeniu-drog-i-ulic-problemy-oceny-i-dzialania-ochronne.pdf (11.07.2014))

przewlekłe choroby układu krążenia) wskazują, że ryzyko choroby jest 1,7 do 3,0 razy większe w grupie najbardziej narażonej na wpływ hałasu w porównaniu z grupą narażoną najmniej. [2]

Wraz ze wzrostem liczby samochodów wzrasta znacznie natężenie ruchu drogowego. Hałas wywołany ruchem drogowym większy od 60 dB występuje na ponad 60% długości dróg rangi krajowej i aż na 92% długości dróg międzyregionalnych. Średniodobowe poziomy hałasu wynoszą: w sieci dróg krajowych 70dB; w sieci dróg kolejowych 69 dB; na terenach przylotniskowych 80-100 dB; w otoczeniu zakładów przemysłowych od 50 do 90 dB. Hałas emitowany przez samoloty startujące i lądujące oraz będące w ruchu obejmuje swym zasięgiem nie tylko tereny lotniska, ale tereny położone od kilku do kilkunastu kilometrów od granicy lotniska. Szczególnie uciążliwe dla okolicznych mieszkańców są loty, które odbywają się nocą. [4]

Z ostatnich badań wynika, że narażenie na hałas stanowi istotne zagrożenie dla zdrowia publicznego oraz wykazuje tendencję wzrostową zajmując obecnie drugie miejsce wśród czynników stresogennych. Jest on szczególnie niekorzystny w porze nocnej i może powodować: rozdrażnienie, stres, stany chronicznego zmęczenia, zaburzenia snu, choroby układu krążenia, spadek koncentracji oraz zaburzenia funkcji poznawczych np. u uczniów. W związku z negatywnymi skutkami hałasu dla zdrowia WHO postulowała, aby poziom hałasu w nocy nie przekraczał wartości 42 dB mierzone na zewnątrz budynku. Szacuje się, że społeczne koszty ponadnormatywnego hałasu transportowego, mające wpływ na zdrowie publiczne, wynoszą 40 mld euro rocznie (0,4% PKB UE), z czego 90% związane jest z hałasem drogowym. Gospodarcze koszty zagrożenia hałasem obejmują spadek cen nieruchomości, obniżenie wydajności pracy i inne. Z tych powodów w Unii Europejskiej oraz w innych krajach świata podejmuje się liczne działania zmierzające do obniżenia negatywnego wpływu hałasu na środowisko. [9]



motocykl: 79-87 dB

samochód osobowy: 75-84 dB

samochód ciężarowy: 83-93 dB

autobus: 86-92 dB

ciągnik rolniczy: 85-92 dB

tramwaj: 70-95 dB

samolot: 74-108 dB

pociąg: 79-95 dB

Powyżej przedstawiono poziomy dźwięku, jakie emitują poszczególne środki transportu.

Zwalczanie hałasu komunikacyjnego polega głównie na eliminacji lub ograniczaniu jego źródeł oraz izolowaniu ludzi od uciążliwych sygnałów akustycznych. W tym celu w wielu miastach, szczególnie wzdłuż głównych dróg wznoszone są osłony (ekrany) przed hałasem. Znaczne efekty dają również obwodnice prowadzone wokół miast, oddalające od terenów mieszkalnych przemieszczanie się pojazdów o znacznej ładowności i dużej emisji hałasu.

Hałas komunikacyjny nadal jest podstawowym źródłem uciążliwości w miastach, pomimo ogromnego postępu jaki dokonał się w ostatnich latach, zwłaszcza w zakresie redukcji hałaśliwości pojazdów. Bardzo ważnym problemem jest również wpływ, jaki wywiera hałas emitowany przez pojazd na jego kierowcę.

4. Wpływ hałasu na zdrowie człowieka

Szkodliwość hałasu zależy od wielu czynników, głównie od:

- natężenia tworzących go dźwięków,
- częstotliwości tworzących go dźwięków,
- czasu oddziaływania dźwięków,
- charakteru zmian dźwięków w czasie lub długotrwałości ich zmian w czasie,
- zawartości tzw. składowych niesłyszalnych.

Każdy człowiek ma inną wrażliwość na dźwięki, czyli na hałas. U niektórych ludzi już nawet niewielki hałas powoduje trudności w koncentracji, zdenerwowanie i rozdrażnienie. W procesie słyszenia przy małym natężeniu dźwięku człowiek słyszy najlepiej środkowe pasmo częstotliwości fal dźwiękowych, natomiast im głośniejszy jest dźwięk tym lepiej go słyszymy zarówno w zakresie niskich jak i wysokich tonów. Istnieje jednak granica, powyżej której hałas jest jednoznacznie określany jako szkodliwy, a nawet niebezpieczny. Wyróżnia się dwa rodzaje hałasu ze względu na czas jego trwania: ciągły (jak szum, szmer) i impulsowy (jak huk, trzask). Natomiast pod względem widma częstotliwości hałas dzielimy na: złożony i prosty. [13]

Ze względu na różne oddziaływanie hałasu na organizm człowieka, a tym samym różną szkodliwość dla zdrowia, hałasy słyszalne można podzielić w zależności od ich poziomu na pięć następujących grup:

- poniżej 35 dB(A) – nieszkodliwe dla zdrowia, mogą być denerwujące lub przeszkadzać w pracy wymagającej skupienia,
- 35 ÷ 70 dB(A) – wpływają na zmęczenie układu nerwowego człowieka, poważnie utrudniają zrozumiałość mowy, zasypianie i wypoczynek,
- 70 ÷ 85 dB(A) – wpływają na znaczne zmniejszenie wydajności pracy, mogą być szkodliwe dla zdrowia i powodować uszkodzenie słuchu,
- 85 ÷ 130 dB(A) – powodują liczne schorzenia organizmu ludzkiego, uniemożliwiają zrozumiałość mowy nawet z odległości 0,5 m,
- powyżej 130 dB(A) – powodują trwałe uszkodzenie słuchu, wywołują pobudzenie do drgań organów wewnętrznych człowieka powodując ich schorzenia. [26]

Ze względu na szkodliwość dla człowieka wyróżnia się następujące trzy główne obszary oddziaływania hałasu na ludzki organizm:

a. wpływ bezpośredni: słuch,
b. wpływ pośredni: układ nerwowy i psychika,
c. wpływ na zasadzie odruchu: inne narządy.

a) Uszkodzenia słuchu

Nadmierny hałas zawsze powoduje mniej lub bardziej poważne uszkodzenia słuchu, gdyż ucho jest bardzo wrażliwym i delikatnym narządem. Gdy głośne dźwięki przez dłuższy czas osłabiają budowę ucha, następuje skurcz jego naczyń krwionośnych, a tym samym zmniejsza się dopływ tlenu i substancji odżywczych do ucha. Uszkodzeniu ulegają wówczas komórki słuchowe ucha wewnętrznego. W zależności od stopnia ich zniszczenia pierwszymi objawami zmian w jakości słyszenia jest okresowy lub nieustanny szum w uszach albo dzwonienie, a także utrata zdolności słyszenia wysokich tonów oraz zdolności zrozumienia mowy w hałaśliwym otoczeniu. Towarzyszyć temu mogą również zaburzenia wzroku i trudności koncentracji uwagi. Uszkodzenie słuchu może nastąpić nagle pod wpływem jednorazowego impulsu – np. wybuch petardy lub też może następować stopniowo w wyniku długotrwałego i powtarzającego się hałasu o poziomie do 90 dB – np. podczas koncertu, w czasie głośnego słuchania muzyki przez słuchawki noszone bezpośrednio w uszach, itp. Długotrwałe działanie takiego hałasu może trwale uszkodzić słuch. W drastycznych przypadkach wystąpienia hałasu powyżej granicy bólu może nastąpić nawet pęknięcie bębenka w uchu.

Grupą ludzi najbardziej narażoną na uszkodzenie lub utratę słuchu w wyniku oddziaływania hałasu są ludzie młodzi i małe dzieci. Szczególnie narażone są osoby, u których w rodzinie występuje niedosłuch, osoby długo przebywające w głośnym otoczeniu, leczone lekami potencjalnie uszkadzającymi słuch, cierpiące na stany zapalne uszu, szumy uszne i nadwrażliwość słuchową. U osób tych osłabienie słuchu może postępować bardzo szybko, a istniejące już wady słuchu mogą się znacznie pogłębić.

b) Uszkodzenia układu nerwowego i psychiki

Hałas silnie oddziałuje na cały układ nerwowy człowieka, a tym samym na jego psychikę i samopoczucie. Zbyt długie przebywanie w hałaśliwym miejscu lub też w otoczeniu cichych, ale jednostajnych i monotonnych dźwięków objawia się zmęczeniem, sennością lub przeciwnie rozdrażnieniem, uczuciem "obciążenia" dźwiękiem, wydłużeniem czasu reakcji, spadkiem koncentracji, a nawet niepokojem lub lękiem. Hałas, niezależnie od sposobu powstawania, natężenia i czasu trwania, powoduje dyskomfort psychiczny i jest postrzegany i odczuwany jako coś uciążliwego. Z powodu hałasu wiele ludzi cierpi na zaburzenia emocjonalne i nerwicowe na tle napięcia nerwowego i uczucia niepokoju, a nawet psychiczne urojenia, czy inne schorzenia. Istotne jest również to, że jeśli nawet ciche dźwięki wywołują silne stany emocjonalne (np. z powodu złych skojarzeń, wspomnień związanych z danym dźwiękiem), to mogą one powodować w mózgu podobne objawy jak mocny hałas. Są to przede wszystkim zakłócenia w rytmie pracy mózgu oraz tzw. desynchronizacja procesów bioelektrycznych mózgu. Znacznym problemem wśród ludzi narażonych na długie przebywanie w hałasie jest bezsenność. Sen umożliwia spowolnienie pracy organizmu i regenerację sił. Dotyczy to przede wszystkim układu nerwowego i mózgu. Dlatego obciążenie układu nerwowego długotrwałym oddziaływaniem hałasu, może prowadzić do jego zaburzeń, a tym samym do utrudnienia zapadania w sen. Nawet, gdy hałas jest już niesłyszalny w momencie zasypiania, to jednak układ nerwowy jest tak bardzo nim "naładowany", że trudniej jest go "uspokoić" i zregenerować. Nawet, jeśli uda się zasnąć, to sen bywa i tak niespokojny, a rano często człowiek budzi się z poczuciem zmęczenia i ciągłego niewyspania. Hałas jest szczególnie szkodliwy dla układu nerwowego małych dzieci, gdyż budzi w nich strach, poczucie zagrożenia, niepewności, powoduje płacz, jąkanie się, a nawet może wywołać padaczkę.

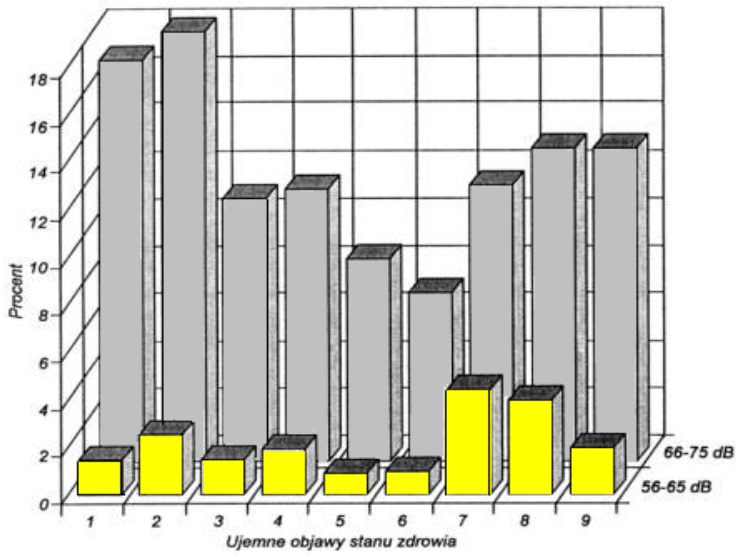
Może być przyczyną wybuchu agresji, czy też znacznego stresu i wynikających z niego konsekwencji dla całego organizmu i psychiki.

Hałas bardzo negatywnie wpływa również na kształtowanie się i rozwój umysłowy dzieci, przebywających w pomieszczeniach zbytnio nagłośnionych. Mogą mieć one częste kłopoty ze skupieniem uwagi, a nawet poprawną nauką mówienia, czytania i myślenia.

c) Wpływ hałasu na inne narządy

Hałas może również powodować wiele innych zaburzeń w organizmie człowieka, z chorobami wewnętrznymi włącznie. Zakłócenia pracy organizmu pod wpływem hałasu dotyczą głównie układu sercowo-naczyniowego (podwyższenie ciśnienia krwi, odczuwalne bicie i kołatanie serca, osłabienie kondycji, uderzenia krwi do głowy). Przy natężeniu 60-75 dB (standardowe natężenie hałasu w miastach) występują zauważalne zmiany akcji serca, ciśnienia krwi czy rytmu oddychania. Inne objawy "przedawkowania" hałasu, to uczucie duszności, mdłości, zawroty i bóle głowy, a także bóle mięśni, stawów i wiele chorób przemiany materii. Badania hałasu drogowego przeprowadzone w Niemczech wykazały wpływ hałasu o poziomie 65 dB na skurczowe ciśnienie krwi, czas krzepnięcia krwi oraz obniżenie kortyzolu i liczby trombocytów. [16]

Podobne badania prowadzone w Anglii pokazały, że ekspozycja na hałas uliczny o poziomie 66-70 dB może powodować niewielki wzrost relatywnego ryzyka niedokrwiennej choroby serca. Podobne wyniki zanotowano również w Szwecji analizując przypadki zawałów mięśnia sercowego u mężczyzn.



Rys. 2. Ryzyko względne pogorszenia stanu zdrowia ocenianego przez mieszkańców z rejonu o wyższym poziomie hałasu w odniesieniu do osób zamieszkałych w korzystnych warunkach akustycznych: 1– szybkie męczenie się, 2 – bóle i kołatanie serca, 3 – duszność, 4 – zawroty głowy, 6 – uderzenia krwi do głowy, 7 – bóle i łzawienie oczu, 8 – marznięcie kończyn, 9 – niska samoocena zdrowia [23]

Fig. 2. The relative risk of deterioration in health status, evaluated by the inhabitants of the region with a higher level of noise in relation to persons residing in favourable acoustic conditions: 1- quickly getting tired, 2 - headaches, palpitations, 3 - shortness of breath, 4 - dizziness, 6 - flushing, 7 - headaches, watery eyes, 8 - freezing limbs, 9 - low self-evaluation of health [23]

źródło: www.profon.pl/podstawy/podstawy3.html (11.07.2014)

Wyniki badań prowadzonych przez PZH w Warszawie oraz na zlecenie GIOŚ w Lublinie pozwalają wyciągnąć podobne wnioski. Zaobserwowano zmiany w zakresie układu krążenia, pokarmowego i mięśniowo-stawowego, a także zakłócenia równowagi emocjonalnej u osób zamieszkałych w rejonie ekspozycji hałasu powyżej 65 dB. Wyniki tych badań przedstawia rys. 2.

Prowadzi się również badania nad wpływem hałasu na powstawanie chorób nowotworowych, ponieważ hałas osłabia także w dużym stopniu system immunologiczny człowieka. Organizm osłabiony hałasem wykazuje większą podatność na infekcje i rozwój różnych chorób, w tym nowotworowych. Niektórzy lekarze rozróżniają tzw. zespół pohałasowy obejmujący: bóle i zawroty głowy, osłabienie, zwiększoną pobudliwość nerwową, zaburzenie snu, zwiększoną potliwość, uszkodzenie słuchu. Hałas wpływa również na zmniejszenie zrozumiałości mowy, zaburza wzrok i rozprasza uwagę. Udowodniono, że hałas jest przyczyną przedwczesnego starzenia i w 30 przypadkach na 100 skraca życie mieszkańców dużych miast o 8-10 lat. [26]

W tabeli 2 przedstawiono progowe wartości poziomu hałasu (określone wskaźnikami L_{DWN}, L_{max} lub L_{AE}), powyżej, których pojawiają się negatywne efekty oddziaływania hałasu na organizm ludzki. [11]

Tabela 2

Wpływ hałasu na organizm ludzki

Table 2

The effect of noise on the human body

Efekt	**Wymiar**	**Wskaźnik oceny hałasu***	**Próg ** [dBA]**	**Przedział czasu**
Dokuczliwość, uciążliwość	Psychospołeczny, jakość życia	L_{DWN}	42	Długotrwały
Własna ocena zaburzeń snu	Jakość życia, somatyczne brak efektów somatycznych	L_N	42	Długotrwały
Uczenia się, pamięć	Wydajność	L_{Aeq}	50	Chwilowy, długotrwały
Hormony stresu	Wskaźnik stresu	L_{max}	Brak danych	Chwilowy, długotrwały
Sen (polisomnografia)	Podniecenie, ruchliwość, jakość snu	L_{max}, wewnątrz pomieszczeń	32	Chwilowy, długotrwały
Odnotowane przebudzenia	Sen	L_{AE} wewnątrz	53	Chwilowy
Własna ocena stanu zdrowia	Dobrostan, zdrowie kliniczne	L_{DWN}	50	Długotrwały
Nadciśnienie	Fizjologia zdrowia somatycznego	L_{DWN}	50	Długotrwały
Niedokrwienne choroby serca	Zdrowie w sensie braku objawów klinicznych	L_{DWN}	60	Długotrwały

* L_{DWN} i L_N są definiowane jako poziomy zewnętrznego narażenia (na zewnątrz pomieszczeń). L_{max} może być wyznaczony zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz.

** Poziom powyżej, którego efekty zaczynają występować lub zaczynają rosnąć powyżej normalnego tła.

źródło: Good practice guide on noise exposure and potential health effects. European Environment Agency Technical report 11/2010) [11]

Przedstawione w powyższej tabeli wartości (kolumna 4) powinny decydować o dopuszczalnych wartościach poziomu hałasu obowiązujących wskaźników oceny hałasu. Przekroczenie bowiem tych wartości progowych poziomu hałasu stanowi początek problemów zdrowotnych człowieka narażonego na działanie hałasu. Mądre decyzje ludzi decydujących o dopuszczalnych wartościach poziomu hałasu mogą te problemy w zdecydowanym stopniu ograniczyć. Z kolei powszechna wiedza ludzi, o potencjalnych zagrożeniach zdrowotnych może zaktywizować społeczności ludzkie o domaganie się swoich praw do życia w zdrowiu bez narażania ich na problemy zdrowotne spowodowane hałasem.[7] [22]

5. Ultra i infradźwięki

Różne zwierzęta rozpoznają dźwięki niedostępne percepcji ludzkiego ucha. Między innymi delfiny, psy, nietoperze rozpoznają ultradźwięki, których ludzie nie słyszą. Z kolei słonie albo tygrysy posiadają własny rodzaj "mowy" oparty o infradźwięki – dźwięki tak bardzo niskie, basowe, że ludzkie ucho nie reaguje na nie (natomiast reagować może całe ciało odbierając duże natężenie infradźwięków jako wibracje). Dźwięki niesłyszalne przez człowieka mogą być rejestrowane przez urządzenia pomiarowe i analizowane za pomocą wielu technik.

5.1. Ultradźwięki

Ultradźwięki znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach. Dzięki małej długości fali pozwalają na uzyskanie dokładnych obrazów przedmiotów, dlatego wykorzystywane są m.in. w budowie sonarów do lokalizacji obiektów zanurzonych w wodzie.

Ultradźwięki znajdują także zastosowanie w medycynie. Za pomocą urządzenia generującego i rejestrującego fale ultradźwiękowe (ultrasonograf) można uzyskać obraz narządów wewnętrznych.

Ultradźwięki mają zastosowanie również w zabiegach kosmetycznych oraz w rehabilitacji medycznej w zabiegach fizykoterapeutycznych.

Silne źródło ultradźwięków może niszczyć niektóre materiały, co pozwala na obróbkę powierzchniową wytwarzanych przedmiotów (obróbka ultradźwiękowa).

Ultradźwięki są również wykorzystywane przez istoty żywe – wiele gatunków posługuje się nimi w celu echolokacji. Na przykład większość nietoperzy wytwarza ultradźwięki krtanią i emituje je przez pysk lub nos, wiele gatunków posiada również duże i bardzo sprawne uszy. Są one zdolne do wykrywania owadów latających w ciemnościach. Ultradźwięki wykorzystują również walenie. Wieloryby używają ich do echolokacji w podobny sposób jak to się odbywa w technice morskiej, dzięki czemu mogą namierzać ławice ryb lub plankton. Najdoskonalszy zmysł echolokacji posiadają delfiny. Na ich głowach znajduje się rezonator pozwalający na generowanie precyzyjnie ukierunkowanego strumienia ultradźwięków. Jednocześnie ogromne mózgi delfinów są w stanie przetworzyć uzyskane w ten sposób dane w trójwymiarowy model otoczenia.

Ultradźwięki są także emitowane przez niektóre maszyny stosowane w przemyśle, budownictwie czy włókiennictwie – lutownice ultradźwiękowe, palniki, narzędzia pneumatyczne, itp.

---

[7] A. Preis, R. Gołębiewski, Wpływ hałasu na organizm ludzki, www.staff.amu.edu.pl/~apraton/Wplyw_halasu_na_organizm_ludzki_AP_RG%202_04_2014_final.pdf (11.07.2014)

Ultradźwięki mają ponadto szerokie zastosowanie w wielu technologiach przemysłowych i spożywczych, ale wymagają bardzo dużej ostrożności, odpowiedniego stosowania i szczególnej troski o zachowanie norm dopuszczalności nasilenia ich działania.

5.2. Infradźwięki

Infradźwięki (poddźwięki) są to fale sprężyste nie wywołujące u człowieka wrażenia dźwięku.[8] [28] Infradźwięki generowane przez naturalne zjawiska to: grzmoty, trzęsienia ziemi, erupcje wulkanów, fale oceaniczne, wodospady, wiatry i zorze.

Źródłem sztucznych niebezpiecznych infradźwięków są drgające/wibrujące konstrukcje m.in. wszystkie rodzaje pojazdów (samochody, autobusy, pociągi, motocykle, samoloty, helikoptery), a także urządzenia przemysłowe (sprężarki tłokowe, pompy próżniowe i gazowe, wieże wiertnicze, turbodmuchawy), urządzenia chłodzące i ogrzewające powietrze oraz głośniki (dyskoteki, koncerty i inne duże imprezy, głośniki montowane w samochodach).

Prawie wszystkie środki transportu wytwarzają, charakterystyczny dla siebie, rodzaj infradźwięków na skutek pokonywania tarcia i oporów wynikających z bezwładności. Karoseria rozpędzonego samochodu staje się źródłem niskich tonów, które mogą wywoływać tzw. chorobą lokomocyjną. Eksperci wiedzą, że infradźwiękowe drgania kadłuba samolotu całkowicie przenikają ciała pilotów. Może to powodować wydłużony czas reakcji, pogorszenie wzroku, nieprawidłową ocenę sytuacji i wyciąganie nielogicznych wniosków. Dlatego czas lotów pilotów wojskowych ogranicza się do niezbędnego minimum.

Każdy ze środków transportu ma swój własny, charakterystyczny dla siebie, rodzaj infradźwięku będącego nieuniknionym wynikiem pokonywania mechanicznego tarcia i oporów wynikających z bezwładności.

Infradźwięk jest złożony z bardzo szerokiej gamy tonów. Charakteryzujące się ogromnym ciśnieniem i okresem trwania tony te „wspierają się" nawzajem, kiedy natykają się na rezonansową przestrzeń (...) Infradźwięk jest okrutnym tonalnym gigantem rozdzierającym wszystko, co napotyka na swojej drodze (...) Nie istnieje pełna ochrona przed infradźwiękami. Nie absorbują ich zwykłe materiały, także żadne zapory ani schrony nie są w stanie ich zatrzymać.[9] [28] Infradźwięki rozchodzą się na bardzo duże odległości i powodują hałas o poziomie ok. 135 dB. Po przekroczeniu tej wartości mogą zaburzać pracę narządów wewnętrznych, tkanek i komórek w wyniku wywoływania zjawiska rezonansu w ludzkim ciele.

Typowe dla infradźwięków jest to, że nie można dokładnie zlokalizować ich źródła. Infradźwięki rozprzestrzeniają się tuż nad ziemią. Nie przeszkadza im ukształtowanie terenu, wiatr czy burza. Pokonują duże odległości, praktycznie bez utraty swej mocy, mogą pojawiać się daleko od miejsca, w którym powstały.

Eksperci dokładnie opisali reakcję organizmu ludzkiego na infradźwięki w zakresie częstotliwości od 1 do 100 herców. Przy częstotliwości 100 herców występują umiarkowane mdłości, zawroty głowy, zaczerwienienie skóry i mrowienie w całym ciele. W miarę obniżania częstotliwości narastają niekorzystne objawy. Przy częstotliwości 60 herców występuje kaszel, ucisk podmostkowy, trudności w oddychaniu i silne bóle głowy i żołądka. Obniżenie częstotliwości poniżej 40 herców powoduje kompletne

[8] G. Vassilatos, Śmiercionośne dźwięki, NEXUS Nowe Czasy, Rok III, Numer 6(14), listopad-grudzień 2000, Wydawnictwo Agencja Nolpress s.c.
[9] Tamże.

zaburzenie orientacji przestrzennej, zaburzenie ostrości widzenia, dławienie, brak poczucia równowagi i koordynacji mięśni oraz stopniową zapaść systemu oddechowego. Tuż przed utratą świadomości stwierdzano także spadek sprawności manualnej, bełkotliwą mowę, wzrost pulsu o 40 procent i inne objawy charakterystyczne dla stanu przedśmiertnego. Śmierć następuje przy około siedmiu hercach. Te właściwości infradźwięków stały się przyczyną do wykorzystania ich jako broni. Nakierowana na pole bitwy nie tylko unicestwiłaby żołnierzy wroga, ale z łatwością niszczyłaby mury obronne oraz wnętrza czołgów i wozów bojowych przeciwnika. Co gorsza, nie towarzyszyłyby temu żadne dźwięki, a taką machinę wojenną trudno byłoby zlokalizować. Taka broń mogłaby być równie skuteczna w powietrzu. Infradźwiękowe wiązki mogą omiatać niebo z dużą dokładnością niszcząc napotkane cele z podobną skutecznością jak na ziemi. Jest prawie pewne, że niektóre państwa mają już w swoim arsenale bronią infradźwiękową. Według informacji opublikowanych przez pismo The Weekly Telegraph armie państw wysokouprzemysłowionych są w posiadaniu tzw. bomb akustycznych wytwarzających fale dźwiękowe bardzo niskiej częstotliwości, podobne do tych, które powstają podczas trzęsień ziemi. Fale te powodują bardzo silne mdłości, zakłócają równowagę i wyrządzają szkody w zabudowaniach (...). Twórcy propagandy nazistowskiej metodycznie stosowali infradźwięki w celu wywołania uczucia wrogości w masach ludzkich, które zbierano, aby wysłuchały obłąkańca (...). Infradźwięki trzymają się ziemi (...) nie tracą intensywności w miarę oddalania się na dużą odległość, ich moc pozostaje prawie taka sama jak w chwili wyemitowania ze źródła… nie można zlokalizować infradźwięków nie posiadając przeznaczonej do tego celu specjalistycznej aparatury.[10] [28]

W przeprowadzonym badaniu nt. dolegliwości zgłaszanych przez mieszkańców większość nie słyszała dźwięków. Jednak prawie wszystkie osoby opisywały sensoryczną percepcję w formie wibracji ciała lub obiektu. [12]

Tak więc wiele osób nawet nie wie, że ich złe samopoczucie może być wynikiem przebywania, często wbrew ich woli, w strefie oddziaływania infradźwięków emitowanych przez urządzenia nagłaśniające, np. klubów czy wykorzystywane podczas różnych imprez rekreacyjnych. Także wielu kierowców, którzy instalują i wykorzystują głośniki w swoich pojazdach, nie ma świadomości, że nie tylko słucha głośnej muzyki, ale również podlega negatywnym skutkom oddziaływania infradźwięków.

Ponieważ dźwięki o niskiej częstotliwości i infradźwięki można tylko nieznacznie tłumić, władze lokalne oraz specjaliści odpowiedzialni za planowanie inwestycji, takich jak parki wiatrowe, drogi czy dyskoteki i kluby powinni brać pod uwagę ochronę zdrowia mieszkańców i zaplanować odpowiednią odległość do ich najbliższego sąsiedztwa. Ze względu na brak skutecznych i obiektywnych metod pomiarowych przedstawiających całościowe obciążenie infradźwiękami zgłaszane skargi powinny być traktowane poważnie nawet, jeśli wyniki pomiarów nie dostarczają wiarygodnych danych.

6. Wibracje

Wibracja jest to przekazywanie drgań mechanicznych z ciała stałego na poszczególne tkanki ciała człowieka lub na cały jego organizm z pominięciem środowiska powietrznego. Towarzyszący wibracji dźwięk powstaje na skutek przekazania części energii drgających cząsteczek materiału poprzez powietrze do narządu słuchu człowieka. Energia drgań przekazywana jest tkankom, wywołując podrażnienie zakończeń nerwowych

[10] Tamże.

odbierających odkształcenia mechaniczne. Im drgania są intensywniejsze, tym uczucie związane z ich odbiorem jest bardziej przykre.

Uboczne skutki powstawania wibracji mają ścisły związek z rozwojem cywilizacji i technologii. Obecnie większość prac prowadzonych jest z wykorzystaniem maszyn, pojazdów i innych urządzeń, szczególnie pneumatycznych i udarowych. W obszarze rekreacji i rozrywki nagminnie wykorzystywane są głośniki o dużej mocy (np. na koncertach, dyskotekach). Źródłem wibracji są również wszelkie wstrząsy, tąpnięcia, itp. podczas jazdy samochodem, gdy przejeżdża obok ciężki pojazd, gdy pracuje koparka, spychacz, gdy ktoś trzaśnie drzwiami, przesuwa meble, słucha muzyki (tzw. basy) itp.

Pomiary wykazały, że drgania mechaniczne o niskich częstotliwościach powodują pojawienie się rotacyjnych ruchów głowy. Na skutek tych ruchów zostaje zakłócony układ równowagi, czego konsekwencją jest wystąpienie objawów choroby lokomocyjnej. Kierowcy często skarżą się na bóle mięśniowe karku i potylicy głowy. Ma to związek z napięciem mięśni grzbietu i szyi, które powinny przeciwdziałać nadmiernym ruchom głowy spowodowanym wibracją.

Źródłem wibracji są także różnego rodzaju urządzenia, montowane w budynkach (kotłownie, windy, hydrofory itp.). Działanie wibracji, o poziomie przekraczającym próg wrażliwości, wywołuje wiele doznań aż do pojawienia się bólu. Najsilniejsze odczucia wibracji występują przy częstotliwościach do 35 Hz, szczególnie dla zakresu 20 Hz. Przy takich częstotliwościach drgań występuje rezonans narządowy i silne podrażnienie błędnika, co jest przyczyną najbardziej przykrych doznań.

Istotnym objawem powstającym w następstwie rezonansu narządowego jest upośledzenie czynności wielu organów, co przejawia się ich mniejszą sprawnością lub wystąpieniem nieprawidłowych odruchów połączonych z bólem. Na przykład dotyczy to *upośledzenia mowy spowodowanego rezonansowym drganiem szczęki, zmianami napięcia mięśnia krtani oraz drganiami słupa powietrza w jamie nosowo-gardłowej. Na to zjawisko ma wpływ także rezonans narządów klatki piersiowej. Drgania tych narządów (w zakresie 1-4 Hz) o dużej intensywności utrudniają także oddychanie oraz mogą spowodować ból w okolicy serca. Wibracja niekorzystnie działa na wzrok, powoduje zwłaszcza pogorszenie jego ostrości. Można to stwierdzić przy dwóch zakresach częstotliwości: przy 20-40 Hz oraz 60-90 Hz. Pogorszeniu ostrości towarzyszy również zwężenie pola widzenia i słabsze rozróżnianie barw. Bardzo przykre następstwa wywołuje wibracja narządów jamy brzusznej, ponieważ ze względu na swobodne zawieszenie takich narządów jak żołądek, trzustka, śledziona czy wątroba, mogą one ulegać dużym przemieszczeniom. Również podrażnienie narządu równowagi niesie za sobą nieprzyjemne skutki - są to objawy typowe dla choroby morskiej. Charakteryzują się one bólem i zawrotami głowy, szumem w uszach, dusznością oraz bólem żołądka i nudnościami*[11].[27]

Drgania wibracyjne są praktycznie nie do uniknięcia, dlatego w celu ochrony przed ich negatywnym wpływem należy ograniczać ich działanie. Na przykład klimat akustyczny poprawiają we francuskich miastach drzewa, których w polskich miastach jest coraz mniej. Dwa rzędy siedmiometrowych topoli są w stanie wytłumić 20 dB, a gęsty żywopłot – dodatkowe 8-11 dB. Wszelkie wstrząsy i wibracje bardzo negatywnie wpływają na organizm człowieka, dlatego konieczne jest jak największe ograniczanie ich wpływu na ludzkie zdrowie, nie tylko w miejscu pracy, ale również w domu i w miejscach wypoczynku. [27]

[11] E. Wągrowska-Koska, Zagrożenia zdrowia kierowców pojazdów silnikowych związane ze szkodliwymi i uciążliwymi warunkami środowiska pracy, Oficyna Wydawnicza Instytutu Medycyny Pracy, Łódź 2007.

7. Wpływ hałasu, infradźwięków i wibracji na organizm kierowcy

Dominującym skutkiem wpływu infradźwięków na organizm kierowcy, przy niewielkich nawet przekroczeniach progu słyszenia, jest: nadmierne zmęczenie, senność, dyskomfort, zaburzenia równowagi, sprawności psychomotorycznej oraz funkcji fizjologicznych. Infradźwięki, podobnie jak przy spożyciu większej ilości alkoholu, powodują zmniejszenie ostrości widzenia, zachwianie równowagi, trudności w skupieniu się, osłabienie refleksu. Obiektywnym potwierdzeniem tych stanów są zmiany w ośrodkowym układzie nerwowym, charakterystyczne dla obniżenia stanu czuwania. Zmiany te są skorelowane ze zmianami w układzie oddechowym i układzie krążenia oraz mają związek ze zmniejszeniem wydzielania adrenaliny, kortyzolu i wolnych kwasów tłuszczowych. [27]

Niektóre wyniki badań wskazują na to, że infradźwięki o częstotliwości 2-20 Hz i poziomie ciśnienia akustycznego 115-120 dB mogą powodować wydłużenie o 30-40 % czasu reakcji u kierowców samochodów w teście sprawności psychomotorycznej oraz przyczyniać się do powstawania objawów senności.

Na podstawie przeprowadzonych badań przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy w ramach pracy pt. *Zagrożenie hałasem niskoczęstotliwościowym kierowców środków transportu drogowego* stwierdzono, że:

1. *wysokie poziomy hałasu niskoczęstotliwościowego (w tym infradźwiękowego) występowały powszechnie w badanych środkach transportu drogowego (autobusach i samochodach ciężarowych) zarówno produkcji krajowej jak i zagranicznej,*
2. *najwyższe wartości poziomu ciśnienia akustycznego hałasu niskoczęstotliwościowego były zarejestrowane w samochodach ciężarowych typu furgon i autobusach miejskich.*
3. *najniższe wartości poziomu ciśnienia akustycznego hałasu niskoczęstotliwościowego liniowego zostały zarejestrowane na stanowiskach pracy kierowców ciężkich samochodów ciężarowych, gdzie zaobserwowano istotne zróżnicowanie poziomu hałasu (10 dB) pomiędzy poszczególnymi typami pojazdów*[12]. [15]

Ponadto badania wykazały, że stan zagrożenia hałasem niskoczęstotliwościowym na stanowiskach pracy kierowców, poza rodzajem pojazdu i prędkością, zależy w znacznym stopniu od stanu technicznego nawierzchni.

Jednym z elementów profilaktyki zagrożeń związanych z hałasem niskoczęstotliwościowym jest ograniczanie ekspozycji na hałas. Stąd wskazane jest ograniczanie czasu pracy kierowców i stosowanie przerw w pracy.

Kolejnym elementem profilaktyki organizacyjnej jest kontrolowanie stanu technicznego pojazdu, a w szczególności tych elementów, które mogą powodować znaczący wzrost hałasu na stanowisku pracy kierowcy (m.in. układ wydechowy, układ zawieszenia, układ hamulcowy). Istotna jest również kontrola stanu ogumienia, jak również kontrola ciśnienia w ogumieniu.

W sferze prywatnej między innymi zaleca się:

- rezygnację ze sprzętu muzycznego z mocnymi basami i niezbyt głośne korzystanie z niego, także w samochodzie,
- wrzucanie odpowiednio wcześnie wyższego biegu podczas jazdy samochodem,
- ograniczenie wyjść do dyskoteki,
- rezygnację z elektronarzędzi np. zamiatanie liści zamiast użycia dmuchawy.

[12] A. Kaczmarska-Kozłowska i in., Zagrożenie hałasem niskoczęstotliwościowym kierowców środków transportu drogowego, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2010.

W Polsce w 2013 roku wydarzyło się 35 857 wypadków drogowych, w których zginęło 3 357 osób, a 44 059 doznało obrażeń. Raporty Państwowej Inspekcji Pracy wykazują, że wypadkom przy pracy ulegają najczęściej kierowcy. Również oni stanowią dominującą (ponad 17%) grupę ofiar wypadków śmiertelnych. Do wypadków dochodzi najczęściej na skutek nieprawidłowego zachowania się pracownika, zaskoczenia niespodziewanym zdarzeniem, niedostatecznej koncentracji uwagi na wykonywanej czynności, lekceważenia zagrożenia, nieznajomości zagrożenia oraz braku doświadczenia. Polska ma również jeden z najwyższych wskaźników ciężkości wypadków w Europie. Badania ankietowe dotyczące warunków pracy w transporcie wykazują, że znaczny odsetek (ok.75% spośród 300 badanych) kierowców środków transportu miejskiego uskarża się na nadmierny hałas działający przez co najmniej ¼ czasu pracy. [15]

Hałas przyspieszając i pogłębiając zmęczenie rozprasza uwagę, tłumi słyszalność mowy i ostrzegawczych sygnałów akustycznych, przytępia ostrość widzenia i obserwacji co wpływa łącznie na opóźnienie przebiegu reakcji obronnych zwiększając znacznie możliwość nieszczęśliwych wypadków.

Na stanowisku pracy kierowcy hałas emitowany przez pracujący silnik stanowi istotne zagrożenie, a także źle zabezpieczony ładunek na skrzyni pojazdu, używane urządzenia i narzędzia oraz odgłosy ruchu drogowego. Obniża on komfort jazdy oraz utrudnia identyfikację dźwięków zewnętrznych i wewnętrznych, które są dla kierowcy źródłem informacji lub ostrzeżeniem przed niebezpieczeństwem, np. sygnałów pojazdów uprzywilejowanych, przemieszczania się ładunku czy niewłaściwego funkcjonowania mechanizmów pojazdu.[13] [27]

Bezpieczne prowadzenie pojazdu wymaga od kierowcy wysokiego poziomu sprawności psychofizycznej. Zmęczenie, głównie *zmęczenie sensoryczne*, polegające na obniżonej reaktywności narządów zmysłów, będącej skutkiem długotrwałej ekspozycji na określony rodzaj bodźców (np. hałas, wibracje) oraz *zmęczenie umysłowe*, polegające na obniżeniu funkcji poznawczych często jest przyczyną poważnych wypadków.

W ostatnich latach przeprowadzono badania poszerzające wiedzę o skutkach fizjologicznych wibracji o rożnych częstotliwościach. *Występujące w pojazdach wibracje są z reguły złożone. Przebiegają jednocześnie w różnych kierunkach i są urozmaicone wstrząsami o różnej sile. W badaniach laboratoryjnych potwierdzono, że pionowa wibracja całego ciała o częstotliwości 1-10 Hz może wywołać zmęczenie. Stwierdzono, że wibracje o różnych częstotliwościach wywołują różne poziomy stresu psychicznego i zmęczenia u zdrowych kierowców. Wykazano, że wibracja pionowa o niskiej częstotliwości 1-2 Hz sprawia, że zmęczenie kierowcy podczas jazdy na długich trasach narasta stopniowo i stale.*[14] [28]

Oprócz osób zatrudnionych na stanowiskach kierowców wiele osób, wykonując inny zawód, wykorzystuje samochód do celów służbowych i spędza wiele godzin za kierownicą. Są to np. przedstawiciele handlowi firm, osoby trudniące się handlem obwoźnym czy rolnicy rozwożący płody własnych gospodarstw rolnych. Jednak najliczniejszą grupą kierowców są tzw. kierowcy-amatorzy. Ocenia się, że przeciętny użytkownik prywatnego pojazdu spędza za kierownicą samochodu średnio około 350 godzin rocznie, kierowcy wykorzystujący pojazd do celów zarobkowych nawet wielokrotnie więcej. Oni także narażeni są na negatywne skutki hałasu i wibracji związane

[13] E. Wągrowska-Koska, Zagrożenia zdrowia kierowców…
[14] G. Vassilatos, Śmiercionośne dźwięki…

z kierowaniem pojazdem, przy czy często sami zwielokrotniają te oddziaływania montując sprzęt muzyczny z mocnymi basami w pojeździe i głośno z niego korzystając.

8. Hałas jako problem w wymiarze europejskim

Hałas należy do poważniejszych problemów wpływających na obniżenie jakości życia oraz zdrowie mieszkańców Europy. To drugi największy problem ekologiczny Unii Europejskiej, po zanieczyszczeniu powietrza. Szacuje się, że:

- prawie 67 milionów ludzi na terenie Unii Europejskiej jest narażonych na ponadnormatywny hałas drogowy (przekraczający 55 dB L_{DWN}),
- prawie 21 milionów ludzi na terenie UE mieszka w miejscach, na których przekroczenia hałasu dla pory nocnej negatywnie oddziałują na ich zdrowie. [8]

Według niedawnego raportu Światowej Organizacji Zdrowia, hałas może powodować nie tylko uszkodzenia słuchu, choroby układu krążenia, trudności w uczeniu się (u dzieci) i zaburzenia snu. Raport przygotowany na zlecenie federacji Transport & Environment w 2008 wskazuje, że hałas może być odpowiedzialny za 50 tys. ataków serca rocznie, a także 5% udarów w Europie. Z powodu hałasu cierpią słabsi członkowie społeczeństwa – dzieci, osoby starsze i już schorowane. Hałas może negatywnie wpływać na rozwój płodu poprzez podwyższanie poziomu stresu u kobiety ciężarnej. [6]

Hałas zakłócając sen przyczynia się do wzrostu agresji, zmęczenia oraz braku koncentracji, a tym samym do zwiększenia liczby wypadków.

Hałas może przyczynić się do zaistnienia wypadku przy pracy i w ruchu drogowym przez:

- pogorszenie słyszalności poleceń i sygnałów, a w wyniku tego błędne ich zrozumienie (zinterpretowanie),
- zagłuszenie sygnałów ostrzegających o niebezpieczeństwie (np. sygnału dźwiękowego lub odgłosu zbliżającego się pojazdu),
- rozproszenie uwagi pracowników, na przykład kierowców i operatorów,
- zwiększenie prawdopodobieństwa popełnienia błędu przez osoby zmęczone pracą wykonywaną w hałasie lub przebywające stale w hałasie.

Hałas i wibracje przyczyniają się do pogorszenia jakości środowiska przyrodniczego, powodując między innymi zmianę zachowań ptaków i innych zwierząt oraz zmniejszenie ich populacji. Wibracje i hałas przynoszą też ujemne skutki gospodarcze w postaci kosztów leczenia oraz wypłacania rent inwalidzkich; szybszego zużywania się środków produkcji i transportu; pogorszenia jakości i przydatności terenów zagrożonych nadmiernym hałasem oraz zmniejszenie wartości obiektów tam położonych.

Dlatego problem hałasu należy traktować w kategoriach jego wpływu na zdrowie publiczne oraz koszty społeczne i gospodarcze. Problem narażenia ludności na zbyt duży hałas został dostrzeżony przez Unię Europejską już kilkanaście lat temu co przyczyniło się do powstania uregulowań prawnych w tym zakresie. Zgodnie z dyrektywą 2002/49/WE odnoszącą się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku, ***żaden mieszkaniec UE nie powinien być narażony na hałas zagrażający zdrowiu lub jakości życia*** – *ekspozycja populacji na hałas powyżej 65 dB(A) powinna zostać zlikwidowana, a pod żadnym pozorem nie wolno dopuszczać na ekspozycję na hałas o poziomie powyżej 85 dB(A). Celem obowiązującej dyrektywy jest zdefiniowanie przez wszystkie kraje UE wspólnego podejścia do unikania, zapobiegania lub zmniejszenia szkodliwych skutków*

narażenia na działanie hałasu, w tym jego dokuczliwości na podstawie ustalonych priorytetów[15].[9]

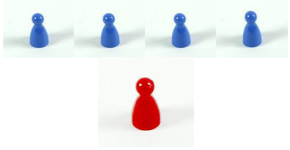
Pierwotnie działania związane ze zwalczaniem nadmiernego hałasu miały niższy priorytet niż inne problemy środowiskowe. Obecnie hałas traktowany jest jako zanieczyszczenie środowiska, stąd przyjmowane są takie same ogólne zasady, obowiązki i formy postępowań w stosunku do hałasu, jak do pozostałych dziedzin ochrony środowiska. Walka z hałasem ma krótką historię – **Międzynarodowy Dzień Świadomości Zagrożenia Hałasem** (NAD, ang. *Noise Awareness Day*) po raz pierwszy był obchodzony na świecie dopiero w roku 1995 z inicjatywy amerykańskiej organizacji The Center for Hearing and Communication (dawniej *Liga Niedosłyszących – League for Hard of Hearing*). Jej Centrum Hałasu (*Noise Center*) promuje ochronę słuchu i świadomość skutków hałasu poprzez edukację i aktywne działania. Dzień ten jest obchodzony co roku na świecie i przypada w kwietniu. Początkowo jego data była ruchoma i przypadało ono zazwyczaj w ostatnią środę kwietnia aż do roku 2006, kiedy to ustalono ją na 25 kwietnia.

Wydarzenie to ma na celu rozpowszechnianie wiedzy i świadomości wśród społeczeństwa oraz władz państwowych i lokalnych na temat zagrożeń związanych z długotrwałym narażeniem na hałas. Przesłanie tego dnia jest jasne – **Stop hałasowi!** Ogromny negatywny wpływ, jaki ma hałas na nasze życie, zdrowie i jakość życia nie może być więcej tolerowany. Setki badań naukowych od lat ostrzegają o ryzyku, jakie niesie ze sobą długotrwałe narażenie na hałas.

Dzięki wzrostowi świadomości społecznej, hałas w ostatnich latach nie jest już tolerowany jako naturalna konsekwencja rozwoju przemysłu i postępującej urbanizacji. Na Świecie ludzie coraz częściej organizują się by rozwiązywać problem hałasu w swoich domach i w najbliższym sąsiedztwie. [4, 5, 10]

Poniższe zestawienie zostało wykonane na podstawie materiałów opracowanych w ramach 19 Międzynarodowego Dnia Świadomości Zagrożenia Hałasem. Przedstawia zagrożenia dla człowieka powodowane hałasem.

[15] J. Danielewski, Ogólne zasady kreacji klimatu akustycznego obiektów budowlanych, Publikacja ukazała się w ramach działań edukacyjnych: Międzynarodowy Dzień Świadomości Zagrożenia Hałasem Edycja XV - 2014 Akustyczne Warunki Techniczne 25 kwietnia 2014.

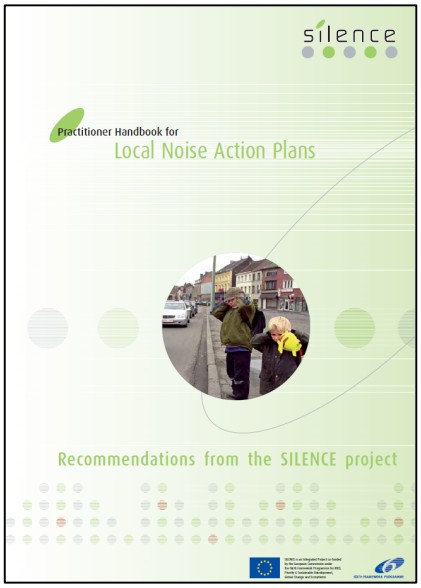
<table>
<tr><td>
Jednej na trzy osoby przeszkadza hałas w ciągu dnia.</td><td>
Jednej na pięć osób przeszkadza hałas uliczny podczas snu.</td><td>
Hałas obok zatrucia powietrza jest najważniejszym problemem związanym z zanieczyszczeniem środowiska.</td></tr>
<tr><td>
wystrzał z broni</td><td>160 db(A)</td><td>Możliwość pęknięcia błony bębenkowej</td></tr>
<tr><td>
start samolotu</td><td>130 db(A)</td><td rowspan="3">Uczucie bólu/utrata słuchu nawet po krótkiej ekspozycji</td></tr>
<tr><td>
dźwięk piły mechanicznej</td><td>120 db(A)</td></tr>
<tr><td>
głośna muzyka</td><td>100 db(A)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">
ruch drogowy</td><td>85 db(A)</td><td>
Utrata słuchu (w stałej ekspozycji); w takim natężeniu hałasu potrzebna jest już ochrona</td></tr>
<tr><td>80 db(A)</td><td>Choroba układu sercowo-naczyniowego (w stałej ekspozycji)</td></tr>
<tr><td>
hałas w biurze</td><td>60 db(A)</td><td>Stres / słaba koncentracja (w stałej ekspozycji)</td></tr>
<tr><td>
szept</td><td>30 db(A)</td><td>Problemy ze snem (w stałej ekspozycji)</td></tr>
</table>

Rys. 3. Hałas i jego negatywne oddziaływanie na człowieka
Fig. 3. Noise and its negative impact on a man

źródło: www.slyszymy.pl/aktualnosci/id-19-miedzynarodowy-dzien-walki-z-halasem.html (11.07.2014) [25]

9. Lokalny plan działań w zakresie redukcji hałasu – podręcznik dla decydentów, planistów i inżynierów transportu

Podręcznik jest elementem projektu SILENCE. Został opracowany jako pomoc dla decydentów, planistów i inżynierów transportu przy podejmowaniu decyzji i działań w zakresie redukcji hałasu komunikacyjnego w skali lokalnej.



silence
e-learning

Badania pokazują, że hałas może zabić, gdyż zwiększa ryzyko wysokiego ciśnienia krwi i możliwość ataku serca (hałas w ruchu drogowym jest przyczyną 3% ataków serca w Niemczech). Hałas zakłóca sen i znacząco wpływa na jakość życia ludzi. Ponadto generuje koszty zdrowotne i społeczne oraz ma skutki ekonomiczne w postaci zmniejszenia wartości nieruchomości i kwoty podatków. Jest to istotny czynnik powodujący przenoszenie się mieszkańców z miast na tereny podmiejskie. Dlatego rozwój badań nad ograniczeniem hałasu jest tak istotny w ramach europejskiej polityki.

Europejska dyrektywa w sprawie hałasu w środowisku została przyjęta w 2002 roku w celu prowadzenia i zarządzania działaniami w odniesieniu do hałasu w wielkich aglomeracjach miejskich państw członkowskich UE w najbliższych latach oraz wypracowania wspólnej podstawy do rozwiązania tego problemu w całej UE.

Autorzy projektu wskazują także inne inicjatywy, w których ograniczenia hałasu były znaczącym elementem. Były to:

- CALM Network,
- Guidelines for Road Traffic Noise Abatement from the SMILE project,
- Healthier Environment through the Abatement of Vehicle Emissions and Noise – HEAVEN project,
- Road Traffic Noise Model – ROTRANOMO project,
- Sustainable Road Surfaces for Traffic Noise Control – SILVIA project,
- Benefits of Urban Green Space – BUGS project,
- Sustainable Strategies for a Better Life – GOAL project,
- Prediction of Environmental Noise Levels Caused by Road and Railway Traffic – HARMONOISE project,
- Calculation Methods for Noise – IMAGINE project.

Celem projektu SILENCE było wdrożenie w sposób kompleksowy europejskich priorytetów dotyczących ograniczenia hałasu. W jego ramach przeanalizowano szczegółowo problem hałasu w ruchu drogowym.

Nowe rozwiązania techniczne zostały opracowane aby stworzyć cichsze pojazdy drogowe i szynowe, infrastrukturę kolejową, nawierzchnię dróg i opony pojazdów.

Ponadto SILENCE zapewnia zestaw odpowiednich narzędzi stworzonych w celu zmniejszenia hałasu poprzez zarządzanie ruchem, systemy wsparcia kierowcy w pojeździe oraz system monitorowania hałasu emitowanego przez pojazdy drogowe, które mogą być wykorzystywane do kontroli i egzekwowania dopuszczalnych norm hałasu i samego dostępu do systemów.

Opracowano także narzędzia pomocne urbanistom w celu zmniejszenia hałasu w skali lokalnej, zgodnie z Dyrektywą dotyczącą ekspozycji hałasu w środowisku.

Zintegrowany projekt SILENCE trwał 3 lata i był realizowany ze środków Szóstego Programu Ramowego Komisji Europejskiej. Projekt był koordynowany przez AVL List GmbH (Austria). W jego ramach opracowano Lokalny Plan Działań Redukcji Hałasu przeznaczony dla decydentów, planistów i inżynierów transportu.

Projekt połączył we wspólnym działaniu władze miast, operatorów transportu publicznego, instytutów badawczych i technicznych, stowarzyszeń europejskich, producentów pojazdów, sprzętu, systemów i technologii, wyspecjalizowanych dostawców.

Lokalny Plan Działań Redukcji Hałasu ma na celu ochronę zdrowia i poprawę jakości życia mieszkańców obszarów miejskich w celu unikania dalszych migracji do przedmieść oraz zwiększenie atrakcyjności tych obszarów dla firm i turystów.

Główne cele i korzyści, jakie daje Lokalny Plan Działań Redukcji Hałasu to ograniczenie hałasu w obszarach gdzie ekspozycja mieszkańców na hałas jest zbyt wysoka. Plan działań pomaga usystematyzować i potraktować priorytetowo środki na rzecz ograniczania hałasu poprzez analizę sytuacji, przejrzyste ustalanie najważniejszych działań i środków, jakimi się je osiągnie z udziałem zainteresowanych stron i społeczeństwa. Podręcznik ma pomóc usystematyzować poszczególne etapy działań i podać przykłady rozwiązań.

Kroki Lokalnego Planu Działań Redukcji Hałasu:

1. rozpoczęcie: odpowiedzialność i kompetencje,
2. przegląd obecnych limitów wartości, kompetencji, pomiarów, konfliktów,
3. włączenie decydentów,
4. konsultacje społeczne,
5. wytypowanie i analiza zagrożonych hałasem miejsc,
6. identyfikacja poziomu hałasu i jego obniżenie w długotrwałej strategii,
7. opracowanie planu,
8. adaptacja, monitorowanie i raportowanie,
9. analiza i doskonalenie.

Do zaproponowanych wielosektorowych działań, wymienionych w programie, mających na celu ograniczenie hałasu m.in. należą: przeprowadzenie badań nt. hałasu; planowanie i zarządzanie użytkowaniem gruntów; ciche nawierzchnie dróg; uspokajające zarządzanie ruchem; ciche opony; ciche pojazdy; właściwe zachowanie kierowcy; konstrukcja budynków i budynki jako bariery dźwiękochłonne; tunele; roślinność jako bariera redukcji szumów; izolacja akustyczna; podatki i opłaty dla podmiotów będących źródłem hałasu; bodźce ekonomiczne dla cichych pojazdów; zmniejszenie zapotrzebowania na transport; podnoszenie świadomości itp.

Podręcznik jest dostępny na:
www.silenceip.org/site/fileadmin/SP_J/Elearning/Planners/SILENCE_Handbook_Local_noise_action_plans.pdf

10. Przeciwdziałanie hałasowi w Polsce

W wielu krajach świata hałas uznano za formę zanieczyszczania środowiska naturalnego. Hałasem interesują się rządy zwłaszcza krajów wysoko uprzemysłowionych (np. USA, Kanady, Japonii i wielu krajów Europy). W Polsce niestety, działania mające przeciwdziałać szkodliwym skutkom hałasu są wciąż nieskoordynowane, a poziom świadomości związanej z zagrożeniami, jakie może on powodować – nadal zbyt niski, brakuje także woli do podjęcia zdecydowanych, skutecznych działań ze strony odpowiednich władz.

Gwałtowny rozwój motoryzacji oraz wzrost liczby samochodów spowodował, że problem hałasu komunikacyjnego również w Polsce nabiera rangi jednego z trudniejszych problemów w obszarze ochrony środowiska. W związku z powyższym oraz dyrektywą 2002/49/WE został uwzględniony w treści zapisów *Prawa ochrony środowiska* obowiązek prowadzenia monitoringu hałasu. Celem monitoringu jest uzyskanie informacji o zmianach klimatu akustycznego dla potrzeb ochrony przed hałasem. Uzyskane informacje powinny być wykorzystywane w planowaniu przestrzennym oraz przy realizacji map akustycznych i programów ochrony przed hałasem.

Mapy akustyczne obligatoryjnie powinny być wykonywane co 5 lat dla aglomeracji miejskich o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tysięcy oraz dla dróg o natężeniu ruchu powyżej 6 milionów pojazdów w ciągu roku tj. ok. 16400 poj./dobę (od 2010 r. powyżej 3 milionów pojazdów w ciągu roku). Poza wyżej wymienionymi terenami, oceny klimatu akustycznego dokonują wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska.

Niestety, w Polsce standardy ochrony przed hałasem są bardzo niskie. Szacuje się, że na działanie hałasu jest dziś narażony co trzeci mieszkaniec Polski. Zagrożenie hałasem stało się od końca 2012 r. jeszcze większe skutkiem bezprecedensowego w Europie podniesienia przez Ministerstwo Środowiska poziomów dopuszczalnego hałasu komunikacyjnego – przeciętnie o 6 dB, czyli aż czterokrotnie! [17]

Jesienią 2012 roku ówczesny minister środowiska Marcin Korolec ugiął się pod presją samorządów chcących oszczędzić na ekranach akustycznych i bardzo mocno podwyższył dopuszczalne normy hałasu w środowisku. W większości przypadków dopuszczają one hałas dużo wyższy niż próg uciążliwości dla zdrowia, wyznaczony przez WHO na 55 dB. Jeszcze bardziej obniżają je samorządy. W programach walki z hałasem, które każde miasto musi mieć, zwykle przewidują podjęcie jakichkolwiek działań tylko przy przekroczeniach o 10 i więcej dB. Biorąc pod uwagę nadzwyczaj liberalne normy, a także to, że skala decybeli jest logarytmiczna, realnie możemy liczyć na uwzględnienie naszej okolicy w planie walki z hałasem tylko wtedy, gdy poziom hałasu przekracza próg szkodliwości kilkunastokrotnie (np. powyżej 70 lub powyżej 75 dB).[16] [6]

W Polsce, próba koordynacji walki z hałasem znajduje się nadal w fazie początkowej. Dotyczy ona określenia i ujednolicenia metodyki pomiaru hałasu na całym obszarze UE, zbadania aktualnego stanu klimatu akustycznego i budowania bazy danych oraz wprowadzania instrumentów ograniczających hałas lub chroniących obszary jeszcze niezagrożone tym zanieczyszczeniem. [24]

W Polsce pierwsze obchody Międzynarodowego Dnia Świadomości Zagrożenia Hałasem miały miejsce w 2000 roku, a więc pięć lat później niż pierwszy Międzynarodowy Dzień Świadomości Zagrożenia Hałasem obchodzony na świecie.

[16] Eko Kalendarz. Pakiet edukacyjny. 22 kwietnia – Dzień Świadomości Zagrożenia Hałasem, materiały opracowano w ramach projektu „Ekologia mieszczucha" realizowanego przez Ośrodek Działań Ekologicznych „Źródła".

Zapoczątkowało je Towarzystwo Higieny Akustycznej. Pierwsze polskie obchody opierały się głównie na tłumaczeniu i przedruku materiałów przygotowanych z okazji tego dnia udostępnionych przez Ligę Niedosłyszących. Obecnie święto obchodzone jest w dniu 25 kwietnia.

Warszawa zajmuje drugą pozycję na liście najbardziej hałaśliwych stolic europejskich. W związku z brakiem jakichkolwiek skutecznych działań ze strony władz Warszawy mających na celu ograniczenie hałasu, mieszkańcy sami zorganizowali się by rozwiązywać ten problem w swoich domach i w najbliższym sąsiedztwie. We wrześniu 2013 roku zostało zarejestrowane Stowarzyszenie „Koalicja: Ciszej, proszę", którego głównym celem jest dbanie o jakość życia mieszkańców ze szczególnym uwzględnieniem działań na rzecz ich bezpieczeństwa i porządku oraz na rzecz ochrony przed szkodliwymi skutkami hałasu. Stowarzyszenie „Koalicja: Ciszej, proszę" utworzyli przedstawiciele wspólnot i spółdzielni mieszkaniowych z Powiśla, Starego i Nowego Miasta, Mariensztatu oraz Centrum tj. miejsc, których mieszkańcy są najbardziej narażeni na nocne klubowe hałasy. Stowarzyszenie prowadzi stronę www.ciszejprosze.pl, na której mieszkańcy Warszawy mogą dowiedzieć się jak radzić sobie z trudnościami związanymi z łamaniem prawa do odpoczynku.

Podsumowanie

Hałas, obok zanieczyszczenia powietrza, należy do najpoważniejszych problemów wpływających na obniżenie jakości życia oraz zdrowia mieszkańców Europy. Hałas w środowisku powodowany jest głównie przez środki transportu, działalność przemysłową oraz aktywność związaną z rekreacją. Szacuje się, że:

- Prawie 67 milionów ludzi na terenie Unii Europejskiej jest narażonych na ponadnormatywny hałas drogowy (przekraczający 55 dB L_{DWN}).
- Prawie 21 milionów ludzi na terenie UE mieszka w miejscach, na których przekroczenia hałasu dla pory nocnej negatywnie oddziałują na ich zdrowie. [8]

Hałas może powodować uszkodzenie słuchu, choroby układu krążenia, trudności w uczeniu się u dzieci i zaburzenia snu oraz negatywnie wpływać na rozwój płodu. Z powodu hałasu cierpią słabsi członkowie społeczeństwa – dzieci, osoby starsze i już schorowane.

Hałas zakłócając sen przyczynia się do wzrostu agresji, zmęczenia oraz braku koncentracji, a tym samym do zwiększenia liczby wypadków w pracy i na drogach.

Hałas i wibracje mają wpływ na pogorszenia jakości środowiska przyrodniczego, powodując między innymi zmianę zachowań ptaków i innych zwierząt oraz zmniejszenie ich populacji. Wibracje i hałas przynoszą też ujemne skutki gospodarcze w postaci kosztów leczenia oraz wypłacania rent inwalidzkich; szybszego zużywania się środków produkcji i transportu; pogorszenia jakości i przydatności terenów zagrożonych nadmiernym hałasem oraz zmniejszenie wartości obiektów tam położonych.

W wielu krajach świata (np. w USA, Kanadzie, Japonii i wielu krajach Europy) hałas uznano za formę zanieczyszczania środowiska naturalnego i podjęto wiele działań mających na celu ograniczenie jego emisji między innymi poprzez administracyjne regulacje (wyznaczanie i kontrola dopuszczalnych poziomów hałasu tam gdzie to jest konieczne) oraz długofalową edukację społeczeństwa o skutkach zdrowotnych narażenia na hałas i wpływanie na zmianę indywidualnych i zbiorowych zachowań (np. słuchanie muzyki przez słuchawki douszne oraz akceptowanie i przyzwalanie na nadmierny poziom

nagłośnienia na publicznych koncertach, imprezach, festynach, zabawach, dyskotekach itp.).

W Polsce niestety, działania mające przeciwdziałać szkodliwym skutkom hałasu są wciąż nieskoordynowane, a poziom świadomości związanej z zagrożeniami, jakie może on powodować – nadal zbyt niski, brakuje także woli do podjęcia zdecydowanych, skutecznych działań ze strony odpowiednich władz.

Do zaproponowanych wielosektorowych działań, mających na celu ograniczenie hałasu drogowego m.in. należą: planowanie i zarządzanie użytkowaniem gruntów; ciche nawierzchnie dróg; zarządzanie ruchem w celu jego uspokojenia; ciche opony; ciche pojazdy; właściwe zachowanie kierowcy; konstrukcja budynków i budynki jako bariery dźwiękochłonne; tunele; roślinność jako bariera redukcji szumów; izolacja akustyczna; podatki i opłaty dla podmiotów będących źródłem hałasu; bodźce ekonomiczne dla cichych pojazdów; zmniejszenie zapotrzebowania na transport; podnoszenie świadomości itp.

LITERATURA:

[1] Augustyńska D., Engel Z., Kaczmarska-Kozłowska A., Koton J., Mikulski W., Hałas, w: Koradecka D. (red.), Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia, CIOP, Warszawa 2000, z. 6, s. 115.

[2] Babisch W., Ising H., Gallacher J., Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. Occupational and Environmental Medicine, 2003, 60: 739-745. NAUKA 4/2010, ss.115-125.

[3] www.chchearing.org/noise-center-home/international-noise-awareness-day (11.07.2014)

[4] Danielewski J., Ogólne zasady kreacji klimatu akustycznego obiektów budowlanych, Publikacja ukazała się w ramach działań edukacyjnych: Międzynarodowy Dzień Świadomości Zagrożenia Hałasem Edycja XV -2014 Akustyczne Warunki Techniczne 25 kwietnia 2014.

[5] www.eea.europa.eu/themes/noise/the-european-soundscape-award (11.07.2014)

[6] Eko Kalendarz. Pakiet edukacyjny. 22 kwietnia – Dzień Świadomości Zagrożenia Hałasem, materiały opracowano w ramach projektu „Ekologia mieszczucha" realizowanego przez Ośrodek Działań Ekologicznych „Źródła".

[7] www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/halas (11.07.2014)

[8] Europejskie Centrum Tematyczne ds. użytkowania ziemi i informacji przestrzennej, www.krakow.pios.gov.pl/pobierz/2009/050609_gios.pdf (11.07.2014)

[9] Gierasimiuk P., Motylewicz M., Hałas w otoczeniu dróg i ulic – problemy oceny i działania ochronne, (materialy.wb.pb.edu.pl/marekmotylewicz/files/2014/06/Gierasimiuk-Motylewicz-Halas-w-otoczeniu-drog-i-ulic-problemy-oceny-i-dzialania-ochronne.pdf (11.07.2014))

[10] www.gios.gov.pl/halas/index.htm (11.07.2014)

[11] Good practice guide on noise exposure and potential health effects. European Environment Agency Technical report 11/2010.

[12] hipokrates2012.wordpress.com/2013/09/21/dzwieki-nieslyszalne-wplyw-na-czlowieka/ (11.07.2014)

[13] Informacje o hałasie w 2009 roku, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi, Łódź 2010.

[14] Kaczmarska – Kozłowska A. i in., Zagrożenie hałasem niskoczęstotliwościowym kierowców środków transportu drogowego, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2010.

[15] Koradecka D., Augustyńska D., Pośniak M. i In., Opracowanie zasad monitorowania stanu narażenia na czynniki szkodliwe i uciążliwe w środowisku pracy spełniających standardy obowiązujące w krajach UE w ramach działalności Europejskiej Fundacji Poprawy Warunków Życia i Pracy zadanie 6.4/PW, etap II, CIOP, 2003
[16] Koszarny Z., Wpływ hałasu na zdrowie człowieka, Ekopartner, maj 1999.
[17] www.lwzh.org.pl (11.07.2014)
[18] Makarewicz R., Dokuczliwość hałasu dla środowiska, E-czytelnia/ Przegląd Komunalny/ Numer 7/2001 (118). ((e-czytelnia.abrys.pl/?mod=tekst&id=595 (11.07.2014))
[19] noise.eionet.europa.eu/viewer.html (11.07.2014)
[20] portalwiedzy.onet.pl./19952 (11.07.2014)
[21] Practitioner Handbook for Local Noise Action Plans, Recommendations from the SILENCE project, POLIS, AVL. www.silence-ip.org/site/fileadmin/SP_J/E learning/Planners/SILENCE_Handbook_Local_noise_action_plans.pdf
[22] Preis A., Gołębiewski R., Wpływ hałasu na organizm ludzki, www.staff.amu.edu.pl/~apraton/Wplyw_halasu_na_organizm_ludzki_AP_RG%202_04_2014_final.pdf (11.07.2014)
[23] www.profon.pl/podstawy/podstawy3.html (11.07.2014)
[24] senat.gov.pl/gfx/senat/pl/senatopracowania/30/plik/ot-612_inter.pdf (7.08.2014)
[25] www.slyszymy.pl/aktualnosci/id-19-miedzynarodowy-dzien-walki-z-halasem.html (11.07.2014)
[26] Starkowski D., Bieńczak K., Zwierzycki W., Samochodowy Transport Krajowy i Międzynarodowy t. III SYSTHERM SERWIS Poznań 2007, archiwum.ciop.pl/6541.html (11.07.2014)
[27] Wągrowska-Koska E., Zagrożenia zdrowia kierowców pojazdów silnikowych związane ze szkodliwymi i uciążliwymi warunkami środowiska pracy, Oficyna Wydawnicza Instytutu Medycyny Pracy, Łódź 2007.
[28] Vassilatos G., Śmiercionośne dźwięki, NEXUS Nowe Czasy, Rok III, Numer 6(14), listopad-grudzień 2000, Wydawnictwo Agencja Nolpress s.c.