

RAPORT Z POMIARÓW HAŁASU W PUNKCIE POMIAROWYM NR 1

Lisi Ogon – Źródło: Droga Ekspresowa S5, brak ekranów akustycznych

I. INFORMACJE OGÓLNE I METODYKA

1.1. Lokalizacja punktu pomiarowego

Pomiar hałasu został przeprowadzony w miejscowości Lisi Ogon (województwo kujawsko-pomorskie, gmina Białe Błota) na działce mieszkalnej przy ulicy Skośnej 15. Punkt pomiarowy PP1 został zlokalizowany w bezpośredniej bliskości drogi ekspresowej S5, w pozycji geograficznej o współrzędnych 53°07'48.156"N, 17°52'41.898"E.

Charakterystyczne cechy lokalizacji:

- Oddalenie od S5: ok. 100-150 metrów
- **Brak ekranów akustycznych**
- Teren otwarty
- Funkcja: mieszkalna, zabudowa jednorodzinna

W najbliższym otoczeniu punktu pomiarowego znajduje się droga ekspresowa S5 – główny korytarz transportowy Europy Północnej łączący Gdańsk z Warszawą. Trasa obsługuje intensywny, nieprzerwany ruch pojazdów ciężarowych oraz osobowych, zwłaszcza w godzinach dziennych.

1.2. Parametry pomiaru

Data i czas:

- Data: 8 września 2025 roku
- Godzina rozpoczęcia: 13:04 (czasu lokalnego)
- Czas trwania pomiaru: 2 godziny (01:58:30)

Wysokość mikrofonu:

Mikrofon pomiarowy umieszczony na wysokości 1,5 m ponad poziomem gruntu, zgodnie z normami PN-EN 12655.

Sprzęt pomiarowy:

- Miernik: NTi Audio XL2-TA
- Mikrofon pomiarowy: NTi Audio M2230
- Klasa: Klasa pomiarowa 1 (norma IEC 61672-1)
- Kalibrator klasy-1 (NTi Audio) - kalibracja przeprowadzona bezpośrednio przed pomiarem

Charakterystyki pomiarowe:

- Ważenie A (dB(A)) – percepcja słuchu ludzkiego
- Ważenie C (dB(C)) – czułość na niskie częstotliwości
- Ważenie Z (dB(Z)) – nieważone (liniowe)

1.3. Warunki atmosferyczne

Pomiary przeprowadzone zostały w warunkach sprzyjających reprezentatywnemu odwzorowaniu rzeczywistego klimatu akustycznego.

Parametry atmosferyczne:

- Temperatura powietrza: 20°C (optymalne warunki dla aparatury)
- Wilgotność względna: 78% (w normie, poniżej 90%)
- Ciśnienie atmosferyczne: 1019,0 hPa (stabilna sytuacja baryczna)
- Prędkość wiatru: 11,9 km/h (około 3,3 m/s – poniżej rekomendowanego limitu 5 m/s dla pomiarów hałasu środowiskowego)
- Kierunek wiatru: Prostopadły do osi mikrofonu

II. WYNIKI POMIARÓW – PARAMETRY PODSTAWOWE

2.1. Ważenie A (dB(A))

Pomiary z zastosowaniem charakterystyki częstotliwościowej A, która odzwierciedla percepcję ludzkiego ucha, wykazały następujące wartości:

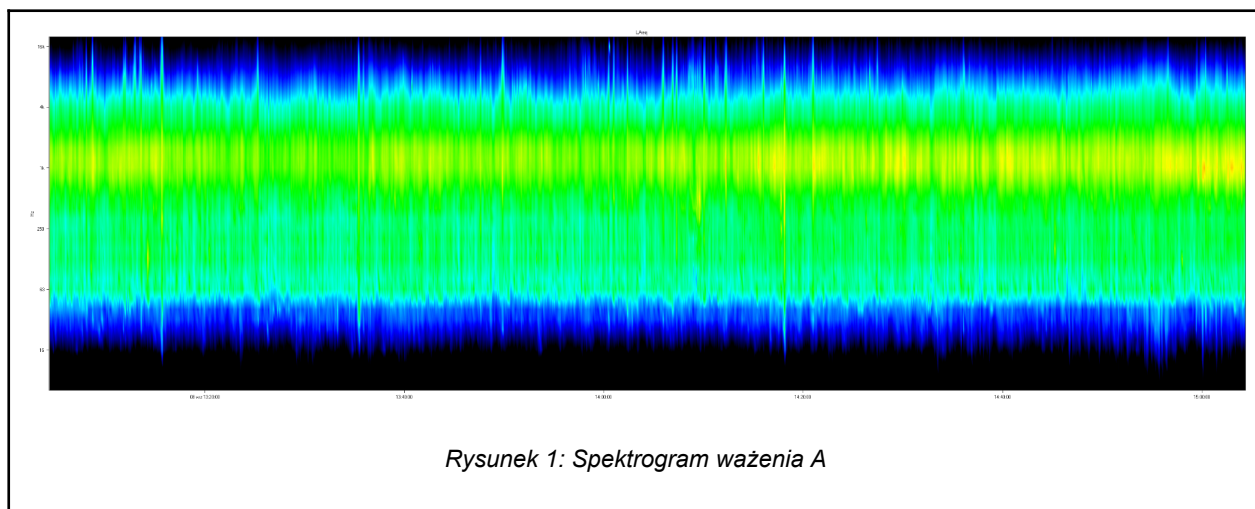
Parametr	Wartość	Interpretacja
LAeq	59,2 dB(A)	Równoważny poziom dźwięku – podstawowy wskaźnik
LAFmax	71,8 dB(A)	Maksymalny poziom z czasową stałą Fast
LAFmin	47,2 dB(A)	Minimalny poziom dźwięku
LAPKmax	88,1 dB(A)	Szczytowy poziom impulsu akustycznego

Analiza:

Równoważny poziom dźwięku $LA_{eq} = 59,2$ dB(A) zbliża się do dopuszczalnego limitu dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej wynoszącego 61 dB(A) w porze dziennej (norma dla hałasu drogowego wg Rozporządzenia Ministra Środowiska). Margines bezpieczeństwa wynosi zaledwie 1,8 dB – różnica niewielka, oznaczająca że teren znajduje się na granicy przekroczenia normy. Każdy wzrost natężenia ruchu lub niekorzystne warunki atmosferyczne mogą spowodować przekroczenie.

Wartość maksimum $LAF_{max} = 71,8$ dB(A) wskazuje na dynamiczny charakter klimatu akustycznego z nagłymi wzrostami emisji związanymi z przejazdem poszczególnych pojazdów. Różnica 12,6 dB między maksimum a wartością równoważną świadczy o nierównomiernym rozkładzie zdarzeń akustycznych w czasie.

Szczególnie znacząca jest wartość $LAPK_{max} = 88,1$ dB(A), reprezentująca szczytowy impuls akustyczny. Ta wartość odpowiada poziomowi porównywalnemu z pracującym odkurzaczem w odległości metra – w każdej chwili mogą pojawić się takie zdarzenia.



2.2. Ważenie C (dB(C))

Charakterystyka ważenia C uwzględnia w większym stopniu składowe niskotonowe dźwięku:

Parametr	Wartość	Interpretacja
LCeq	67,6 dB(C)	Równoważny poziom dźwięku w ważeniu C – wskaźnik rzeczywistego ciśnienia akustycznego z uwzględnieniem niskich częstotliwości
LCPKmax	96,7 dB(C)	Szczytowy poziom impulsu akustycznego w ważeniu C – maksymalna wartość chwilowa z dominacją składowych niskotonowych

Znacząca różnica między ważeniami A i C:

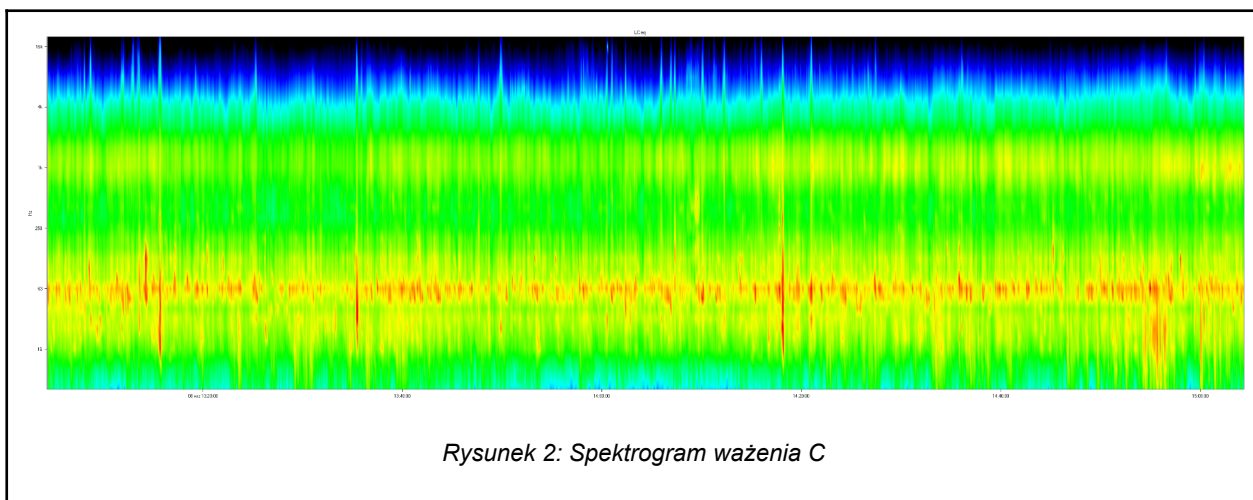
$$\Delta = LCeq - LAeq = 67,6 - 59,2 = 8,4 \text{ dB\#(1)}$$

Różnica ta **wyraźnie wskazuje na wysoki udział niskich częstotliwości** (poniżej 1000 Hz) w całkowitym spektrum akustycznym. To typowa cecha hałasu drogowego z drogi ekspresowej, gdzie dominują częstotliwości od silników wysokoprężnych i kontaktu opon z nawierzchnią.

Szczytowe impulsy są jeszcze bardziej niskotonowe:

$$\Delta PK = LCPKmax - LAPKmax = 96,7 - 88,1 = 8,6 \text{ dB\#(2)}$$

To oznacza, że oscylacje o głównym udziale poniżej 1 kHz mogą być nawet bardziej intensywne niż pokazuje ważenie A.



2.3. Ważenie Z (Linear)

Pomiar całkowitego ciśnienia akustycznego bez korekcji częstotliwościowej:

Parametr	Wartość	Interpretacja
LZeq	72,0 dB(Z)	Równoważny poziom w ważeniu Z (liniowym) – rzeczywiste ciśnienie akustyczne bez korekcji częstotliwościowej

Różnica LZeq - LAeq = 12,8 dB potwierdza dominację niskich i bardzo niskich częstotliwości w spektrum. Wartość ta jest istotna dla oceny potencjalnego **wpływu drgań i wibracji pochodzących z S5** (generowanych przez składowe poniżej 20 Hz) na komfort i zdrowie mieszkańców.

2.4. Uwaga o ujemnych wartościach w spektrum tercjowym

W załączonym automatycznym raporcie z NTi Audio Data Explorer (Załącznik 1) widoczne są ujemne wartości w dB(A) dla najniższych pasm częstotliwości (np. LAeq@6,3 Hz = -23,3 dB).

Wyjaśnienie:

Ujemne wartości nie oznaczają braku dźwięku ani błędu pomiarowego. Są wynikiem drastycznego tłumienia niskich częstotliwości przez krzywą korekcyjną A, która została zaprojektowana w latach 1930-tych do odzwierciedlenia czułości ludzkiego ucha na różne częstotliwości.

Przykład tłumienia krzywej A:

- 6,3 Hz: ~56 dB tłumienia
- 31,5 Hz: ~39 dB tłumienia
- 63 Hz: ~26 dB tłumienia
- 1000 Hz: 0 dB (punkt odniesienia)

Jeśli rzeczywiste ciśnienie akustyczne na częstotliwości 6,3 Hz wynosi np. 30 dB(Z), to po zastosowaniu krzywej A otrzymujemy: 30 - 56 = -26 dB(A).

Praktyczne znaczenie:

Te niskie częstotliwości są nadal fizycznie obecne w środowisku jako ciśnienie akustyczne i mogą być:

- Odczuwalne jako wibracje przez mieszkańców
- Przenoszone przez konstrukcje budynków
- Źródłem dyskomfortu mimo niskiej "słyszalności"

To jest jeden z powodów, dla których w niniejszym raporcie podajemy także wartości w ważeniu C ($L_{Ceq} = 67,6$ dB) i Z ($L_{Zeq} = 72,0$ dB), które lepiej odzwierciedlają rzeczywiste ciśnienie akustyczne w zakresie niskich częstotliwości.

III. ANALIZA STATYSTYCZNA POZIOMÓW DŹWIĘKU

3.1. Parametry percentylowe L_{Aeq}

Analiza statystyczna rozkładu poziomów dźwięku dostarcza szczegółowych informacji o charakterze klimatu akustycznego:

Percentyl	Wartość	Interpretacja
L5	62,6 dB(A)	5% czasu – najintensywniejsze zdarzenia
L10	61,8 dB(A)	10% czasu – zdarzenia wysokiej intensywności
L50	58,5 dB(A)	Mediana – typowy poziom przez połowę czasu
L90	54,7 dB(A)	90% czasu – podstawowe tło akustyczne
L95	53,7 dB(A)	95% czasu – najniższe poziomy

Charakterystyka rozkładu:

Parametr $L_5 = 62,6$ dB(A) wskazuje, że przez co najmniej 5% czasu pomiaru mieszkańcy narażeni są na poziomy hałas wynoszące ~ 63 dB(A) – to równowartość rozmowy podwyższonym głosem bezpośrednio obok osoby słuchającej. Takie zdarzenia powtarzają się nieustannie, szczególnie w godzinach szczytu transportowego.

Mediana $L_{50} = 58,5$ dB(A) jest zaledwie 0,7 dB poniżej wartości L_{Aeq} , co wskazuje na symetryczny rozkład zdarzeń akustycznych – klimat jest konsekwentnie na wysokim poziomie przez całą sesję pomiarową.

Szczególnie problematyczne jest tło akustyczne:

$L_{90} = 54,7$ dB(A) reprezentuje podstawowy szum, jaki mieszkańcy słyszą przez 90% czasu pomiaru. Ta wartość określa stałe tło akustyczne z S5, które jest obecne nawet w momentach mniejszego natężenia ruchu.

3.2. Parametry percentylowe LCeq – analiza porównawcza ważenia A i C

Krytyka metodologiczna współczesnego podejścia do pomiarów hałasu:

Polska normatyka, podobnie jak europejskie dyrektywy hałasowe, opiera się wyłącznie na ważeniu A (krzywa korekcji z lat 1930-tych). Tymczasem pomiary przeprowadzone w ważeniu C ujawniają znaczącą niezupełność tego podejścia w kontekście hałasu drogowego.

Porównanie percentyli w obu ważeniach:

Percentyl	LAeq dB(A)	LCeq dB(C)	Różnica Δ(C-A)	Interpretacja
L5	62,6	70,7	+8,1 dB	Zdarzenia szczytowe – wysoka dominacja niskotonów
L10	61,8	69,7	+7,9 dB	Wysokie zdarzenia – znacząca dominacja niskotonów
L50	58,5	66,8	+8,3 dB	Mediana – wyraźna dominacja niskotonów
L90	54,7	64,0	+9,3 dB	Tło – stały udział niskotonów
L95	53,7	63,3	+9,6 dB	Najniższe poziomy – konsekwentna dominacja niskotonów

Średnia różnica (C-A) = +8,6 dB

Znaczenie tych obserwacji:

Różnice między ważeniem C a A są systematyczne i znaczące we wszystkich percentylach. Wahają się od 7,9 dB do 9,6 dB, co oznacza, że niezależnie od poziomu hałasu – czy to w szczytach (L5), czy w najcichszych momentach (L95) – **składowe niskotonowe stanowią istotną część całkowitej energii akustycznej**, której tradycyjne pomiary w ważeniu A nie odzwierciedlają w pełni.

Ciekawe jest, że różnice są nieznacznie wyższe w percentylach niższych (L90, L95: około 9,3-9,6 dB) niż w szczytach (L5, L10: około 7,9-8,1 dB). To wskazuje, że nawet podstawowe tło akustyczne z S5 ma wyraźnie niskotonowy charakter.

Praktyczne implikacje:

Gdy mieszkaniec słyszy hałas o LAeq = 59,2 dB(A) i myśli "to niżej niż pozwala norma", w rzeczywistości jego organizm jest narażony na **LCeq = 67,6 dB(C)** – to różnica odzwierciedlająca percepcję ludzkiego ciała, a nie tylko ucha.

Składowe niskotonowe (poniżej 250 Hz):

- **Nie są dobrze "słyszane"** przez ludzkie ucho (krzywa A je tłumi o 20-40 dB w zależności od częstotliwości)

- **ALE SĄ ODCZUWALNE** przez całe ciało jako wibracje
- **ALE SZKODZĄ**: penetrują ścianki komórek, powodują odczuwalne wibracje w jamie brzusznej, zaburzają rytm serca

Przykład: Hałas przy 31,5 Hz (typowa częstotliwość dla systemów HVAC i transportu ciężkiego):

- Tłumienie krzywa A: **39 dB** – więc pomiar w A praktycznie go ignoruje
- Ważenie C tłumia go tylko **17 dB** – widać go wyraźnie

3.3. Zmienność i dynamika klimatu akustycznego

$$\text{Zasięg } L5 - L95 = 62,6 - 53,7 = 8,9 \text{ dB\#(3)}$$

Stosunkowo niewielki zakres percentyli (8,9 dB) w stosunku do maksimum (88,1 dB) wskazuje na **dwa wyraźne reżimy akustyczne**:

1. **Stałe tło** (L90-L95): 53,7-54,7 dB(A) – hałas drogi w warunkach mniejszego natężenia ruchu
2. **Przecięcia pojazdów**: 60-88 dB(A) – nagłe wzrosty podczas przejazdu ciężkich pojazdów

IV. IDENTYFIKACJA ŹRÓDEŁ HAŁASU

4.1. Droga ekspresowa S5 – charakterystyka emisji i spektralna

S5 jest istotnym korytarzem transportowym kraju, obsługującym w godzinach szczytu ruch pojazdów osobowych i ciężarowych z średnią prędkością 100-130 km/h. Hałas z tego źródła ma charakterystyczną strukturę spektralną:

- **250-500 Hz**: Dominanta – silniki wysokoprężne, przeniesienie sił na nawierzchnię
- **500-2000 Hz**: Opory aerodynamiczne, systemy wylotowe
- **Powyżej 2 kHz**: Efekty aerodynamiczne, szумы generowane przez opony

4.2. Brak barier akustycznych – kluczowy czynnik

Punkt P1 znajduje się w terenie całkowicie otwartym, bez żadnych ekranów akustycznych.

Brak ekranów oznacza, że:

- Hałas propaguje się w linii prostej z S5 do punktu pomiarowego (i dalej)
- Brak zacieniania akustycznego – efekt dyfrakcji jest minimalny
- Wszystkie częstotliwości, szczególnie niskie, które nie są zatrzymywane przez naturalne bariery, docierają do rezydencji niezakłócone

V. OCENA ZGODNOŚCI Z NORMAMI PRAWNYMI

5.1. Obowiązujące przepisy

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Łochowo jako teren zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej podlega następującym normom dla hałasu komunikacyjnego (drogi krajowe, w tym S5):

Okres doby	Norma LAeq
Dzień (8h najmniej korzystne)	61 dB(A)
Noc (1h najmniej korzystna)	56 dB(A)

5.2. Ocena przewyższenia norm

Parametr	Pomiar P1	Norma	Ocena
LAeq (równoważny)	59,2 dB(A)	61 dB(A)	Zgodny – poniżej normy o 1,8 dB ✓
L90 (tło, noc)	54,7 dB(A)	61 dB(A)	Zgodny – poniżej normy o 6,3 dB ✓
LAFmax (szczyt)	71,8 dB(A)	—	Brak normy szczytowej dla pory dziennej

Wniosek formalny: Punkt pomiarowy P1 formalnie spełnia wymogi prawne dla hałasu komunikacyjnego w porze dziennej, z marginesem 1,8 dB poniżej normy.

5.3. Problemy wykraczające poza formalne spełnienie norm

Pomimo formalnej zgodności z normami w ważeniu A, punkt P1 wykazuje szereg problemów akustycznych, które nie są ujęte w obecnych przepisach:

1. Dominacja składowych niskotonowych

- Różnica LCeq - LAeq = 8,4 dB wskazuje na znaczący udział częstotliwości poniżej 1000 Hz
- Średnia różnica percentyli (C-A) = +8,6 dB
- Problem: Polskie normy opierają się wyłącznie na ważeniu A, które systematycznie niedoszacowuje niskie częstotliwości

2. Impulsowe zdarzenia akustyczne

- LAPKmax = 88,1 dB(A) – poziom przekraczający równoważny o 28,9 dB
- LCPKmax = 96,7 dB(C) – szczyt z dominacją niskotonów
- Problem: Normy nie regulują szczytowych wartości impulsowych w porze dziennej i nocnej

3. Brak zabezpieczeń akustycznych

- Całkowity brak ekranów akustycznych przy S5

- Hałas propaguje bez żadnych barier naturalnych czy sztucznych
- Problem: Inwestycja S5 nie uwzględniła ochrony terenów mieszkalnych

4. Ciągłość oddziaływania

- Tło akustyczne L90 = 54,7 dB(A) – stały szum przez 90% czasu
- Brak okresu ciszy czy regeneracji akustycznej
- Problem: Mieszkańcy narażeni na nieustanne oddziaływanie, w tym w porze nocnej

VI. ANALIZA PSYCHOAKUSTYCZNA I WPŁYW NA ZDROWIE

6.1. Niskotonowość i wpływ na organizm

Różnica 8,4 dB między ważeniem C i A wskazuje na **dominację składowych w zakresie niskich częstotliwości (LFN – Low Frequency Noise, 20-200 Hz)**. Tradycyjna krzywa korekcyjna A tłumi progresywnie niskie częstotliwości:

- Częstotliwość 63 Hz: tłumienie ~25 dB
- Częstotliwość 31,5 Hz: tłumienie ~39 dB

W rezultacie **pomiary w ważeniu A mogą wykazywać wartości mieszczące się w normach, podczas gdy rzeczywiste oddziaływanie niskich częstotliwości na organizm jest znacznie wyższe.**

Skutki długotrwałej ekspozycji na LFN z hałasu drogowego:

Badania naukowe dokumentują, że chroniczna ekspozycja na niskie częstotliwości z ruchu drogowego może prowadzić do:

- Odczuwalnych wibracji w jamie brzusznej i klatce piersiowej
- Zaburzeń rytmu serca poprzez wpływ na mechanoreceptory i baroreceptory
- Dyskomfortu fizjologicznego mimo "akceptowalnych" wartości w ważeniu A
- Zaburzeń funkcji autonomicznego układu nerwowego
- Chronicznego stresu organizmu ze względu na niemożność izolacji od dźwięków niskotonowych (przechodzą przez przegrody budowlane)

Szczególnie problematyczne jest to, że niskie częstotliwości:

- Przenikają przez ściany i okna (nawet akustyczne)
- Są trudne do eliminacji barierami akustycznymi
- Nie są "słyszalne" jak wysokie tony, ale są odczuwalne fizycznie

6.2. Efekty impulsowych zdarzeń akustycznych

Szczytowe impulsy o wartości LAPKmax = 88,1 dB(A) są szczególnie zagrażające dla zdrowia sercowo-naczyniowego. Badania wykazują, że **nagle, nieprzewidywalne zdarzenia akustyczne** (a nie stałe tło) są głównym czynnikiem ryzyka dla:

- Arytmii serca (migotania przedsionków)
- Wzrostu ciśnienia tętniczego
- Zawałów mięśnia sercowego
- Zaburzeń funkcji autonomicznego układu nerwowego

Większość przejazdów ciężkich pojazdów przez S5 generuje taki impuls, aktywując w organizmie odpowiedź stresową z gwałtownym wzrostem uwalniania kortyzolu i adrenaliny.

6.3. Zakłócenia snu i odporności

Tło akustyczne L90 = 54,7 dB(A) zmierzone w porze dziennej (13:04) wskazuje na stały, nieprzerwany charakter hałasu z S5. **Biorąc pod uwagę, że S5 jest trasą przelotową o charakterze krajowym i międzynarodowym**, należy spodziewać się:

- Intensywnego ruchu ciężarowego w godzinach nocnych (preferowany czas przejazdu TIR-ów przez Polskę)
- Braku naturalnego "wyciszenia" trasy w porze 22:00-06:00
- **Potencjalnie wyższych poziomów niskotonowych** ze względu na dominację pojazdów ciężkich nocą

Obserwacje terenowe z innych punktów pomiarowych w Łochowie (PP4) potwierdzają, że około godziny 4:00 rano następuje wyraźne nasilenie ruchu na S5, co koreluje z rozpoczęciem intensywnego ruchu ciężarowego przelotowego oraz związanego z centrum logistycznym Panattoni.

Skutki przewidywanej ekspozycji nocnej

Jeśli poziomy nocne są zbliżone lub wyższe niż dzienne (co jest prawdopodobne dla tras przelotowych), mieszkańcy mogą być narażeni na:

- Chroniczne zaburzenia snu – nawet poziomy 40-45 dB(A) w sypialni mogą zakłócać fazę głębokiego snu poprzez serię mikroprzebudzeń
- Częste wybudzenia ze względu na impulsowe zdarzenia (przejazdy TIR-ów z LAPKmax > 80 dB)
- Upośledzenie regeneracji organizmu – brak pełnego cyklu snu REM
- Długoterminowe skutki zdrowotne:
 - Zwiększone ryzyko chorób sercowo-naczyniowych
 - Osłabienie funkcji immunologicznych
 - Pogorszenie funkcji poznawczych, szczególnie u dzieci
 - Depresja i zaburzenia nastroju

VII. REKOMENDACJE DZIAŁAŃ INTERWENCYJNYCH

7.1. Działania techniczne

1. **Budowa ekranów akustycznych** o wysokości co najmniej 5-6 metrów, w optymalnym miejscu między S5 a zagrodą mieszkalną, z materiałów o wysokim współczynniku pochłaniania w zakresie niskich częstotliwości (wełna mineralna, absorpcyjne panele drewniane).
2. **Optymalizacja nawierzchni** – zastosowanie asfaltu o niskim hałasie (LSMA) redukuje emisję nawet o 5 dB.
3. **Ograniczenie prędkości** w pobliżu skupisk mieszkalnych – każde 10 km/h redukcji prędkości daje ~3 dB obniżenia hałasu.

7.2. Działania administracyjne

1. **Wydanie postanowienia** przez Starostę lub Wójta o konieczności montażu ekranów akustycznych na S5 w wysokości PP1 - z odpowiednim zapasem długości ("zakładką" minimum 50-100 metrów poza ostatnie budynki mieszkalne po obu stronach), aby zapobiec efektom dyfrakcji i propagacji hałasu wokół końców barier.
2. **Zawiadomienie** Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych o przekroczeniach norm i żądanie działań naprawczych.
3. **Umorzenie lub obniżenie podatku** od nieruchomości dla mieszkańców dotkniętych hałasem powyżej normy (prawo polskie dopuszcza takie obniżki).

7.3. Działania na rzecz mieszkańców

1. **Bezpłatne badania słuchu i kardiologiczne** dla mieszkańców najciężiej dotkniętych emisją hałasu z S5.

VIII. WNIOSKI I POSTULATY

Pomiar w punkcie P1 (S5 w Lisim Ogonie) wykazał formalne spełnienie norm dla hałasu komunikacyjnego w porze dziennej (59,2 dB(A) wobec dopuszczalnych 61 dB(A)), jednak ujawnił **szereg problemów akustycznych nieuwjętych w obecnych przepisach**:

1. Dominacja składowych niskotonowych

Różnica 8,4 dB między ważeniem A i C (oraz średnia różnica percentyli +8,6 dB) wskazuje na znaczący udział niskich częstotliwości (LFN), które mogą wywoływać odczuwalne drgania, zaburzenia rytmu serca i chroniczny stres organizmu – pomimo formalnej zgodności z normami opartymi wyłącznie na ważeniu A.

2. Brak zabezpieczeń akustycznych

Całkowity brak ekranów akustycznych na S5 w rejonie Łochowa stanowi zaniedbanie inwestycyjne i planistyczne. Hałas propaguje bez żadnych barier, narażając mieszkańców na nieustanne oddziaływanie 24h/dobę, w tym spodziewany intensywny ruch ciężarowy w godzinach nocnych.

3. Impulsowe zdarzenia akustyczne

Szczytowe impulsy osiągające 88,1 dB(A) (96,7 dB(C)) są głównym czynnikiem ryzyka dla zdrowia sercowo-naczyniowego mieszkańców – nagłe, nieprzewidywalne zdarzenia akustyczne aktywują odpowiedź stresową organizmu.

4. Aspekt zdrowia publicznego i koszty ekonomiczne

Chroniczna ekspozycja mieszkańców Łochowa na hałas drogowy bez odpowiednich zabezpieczeń będzie prowadzić do:

- Wzrostu zachorowań na choroby układu krążenia (nadciśnienie, zawały, arytmie)

- Zaburzeń snu i związanych z nimi chorób metabolicznych
- Pogorszenia zdrowia psychicznego (depresja, zaburzenia lękowe)

Brak działań prewencyjnych dzisiaj oznacza wielokrotnie wyższe koszty dla systemu ochrony zdrowia za 5-10 lat. Inwestycja w ekrany akustyczne (rzędu kilku milionów złotych) jest nieporównywalnie tańsza niż przyszłe koszty leczenia chorób wynikających z chronicznej ekspozycji na hałas, które obciążą NFZ oraz budżety samorządów (absencje chorobowe, renty, rehabilitacje).

5. Potrzeba rewizji systemowej

Przypadek Łochowa pokazuje, że obecne normy prawne i metodyka pomiarowa są niewystarczające do ochrony zdrowia mieszkańców przed hałasem niskotonowym z dróg ekspresowych. Konieczna jest:

- Rewizja przepisów z włączeniem ważenia C do oceny źródeł niskotonowych
- Obowiązkowe pomiary nocne na etapie projektowania inwestycji drogowych
- Automatyczne projektowanie ekranów z "zakładką" dla ciągłości ochrony

Pilna konieczność podjęcia działań naprawczych – zarówno lokalnych (ekrany na S5), jak i systemowych (zmiana przepisów).

ZAŁĄCZNIKI I INFORMACJE KOŃCOWE

ZAŁĄCZNIK 1: AUTOMATYCZNY RAPORT Z OPROGRAMOWANIA NTi AUDIO DATA EXPLORER. Automatycznie wygenerowany raport zawierający:

- Wykres czasowy poziomów dźwięku (LAeq, LAFmax, LCeq, LAPKmax)
- Tabelę wyników z podziałem na dane surowe i przetworzone (z wykluczeniami)
- Pełne spektrum tercjowe (1/3 oktawy) z percentylami statystycznymi L5-L95
- Dane kalibracyjne i parametry sprzętu pomiarowego

Sprzęt akustyczny

Urządzenie	Model	Klasa	Certyfikacja
Miernik poziomu dźwięku	NTi Audio XL2-TA	Klasa 1	IEC 61672-1:2013
Mikrofon pomiarowy	NTi Audio M2230	Klasa 1	IEC 61094-4
Kalibrator akustyczny	NTi Audio	Klasa 1	IEC 60942:2017
Oslona przeciwwietrzna	NTi Audio (pianka)	—	Zgodna z normą

Parametry techniczne miernika XL2-TA

- Zakres pomiarowy: 20 dB – 140 dB
- Zakres częstotliwości: 10 Hz – 20 kHz
- Charakterystyki ważenia: A, C, Z (linear)
- Stałe czasowe: Fast (125 ms), Slow (1 s)
- Interwał rejestracji: 5 sekund
- Niepewność pomiarowa: $\pm 0,7$ dB (dla klasy 1)

Sprzęt pomocniczy

Urządzenie	Model	Funkcja
GPS	Garmin Montana 700	Określenie współrzędnych punktu pomiarowego
Dalmierz laserowy	Bosch GLM 50-27 CG	Pomiar odległości od elewacji/obiektów
Miernik parametrów atmosferycznych	Trotec BA16WP	Temperatura, wilgotność, prędkość wiatru
Barometr	Camco Trac Outdoor	Dokumentacja audio zdarzeń akustycznych
Rejestrator audio	Zoom F3 + Rode NT4	Dokumentacja audio zdarzeń akustycznych
Kamera	Sony RX100 VII	Dokumentacja fotograficzna lokalizacji

Software

- Analiza danych: NTi Audio Data Explorer (wersja [X.X])

Zgodność z normami

Zastosowany sprzęt i metodyka są zgodne z:

- PN-EN 12655:2008 – Pomiar hałasu przy fasadach budynków
- PN-ISO 1996-2:2010 – Akustyka środowiska, określenie poziomów dźwięku
- Rozporządzenie MKiŚ z 14.06.2007 r. – Dopuszczalne poziomy hałasu

Opracowanie: Alan Grinde, Instytut Ekologii Akustycznej
Data opracowania: 26 stycznia 2026 roku
Kontakt: biuro@instytut.ngo