

Rafał Świercz, Krystian Ziarno, Bartosz Zbytniewski

Funkcja wykładnicza i logarytmiczna

Natężenie dźwięku

2012

Spis treści:

WSTĘP		Dlaczego używamy logarytmów?
str.	2	W jaki sposób logarytmy okazują się pomocne?
		Wzór
HAŁAS		Skutki działania hałasu na organizm człowieka
		Hałas infradźwiękowy
		Hałas ultradźwiękowy
str.	3,4	Jak ograniczać hałas?
		Porównanie przykładowych źródeł hałasu
PRZYKŁADY		Przykład 1.
		Przykład 2.
str.	5,6	Przykład 3.
DOŚWIADCZENIE		Natężenie w praktyce
str.	7	
SUMMARY		About the project in English
str.	7	
BIBLIOGRAFIA		Wykorzystane źródła informacji
str.	8	



WSTĘP

Dlaczego używamy logarytmów?

Niektóre wielkości opisujemy wykorzystując szeroki zakres wartości. Posługiwanie się bardzo małymi lub bardzo dużymi liczbami utrudnia wykonywanie rachunków. Dobrym rozwiązaniem w takich sytuacjach okazuje się skala logarytmiczna. Korzysta się z niej między innymi określając poziom głośności dźwięku.

W jaki sposób logarytmy okazują się pomocne?

Siłę dźwięku wyznacza się, obliczając, ile razy dane natężenie jest większe od progu słyszalności. Wartości tego ilorazu wahają się od 1 do 10^{21} . Są to liczby, które porównuje się niezbyt wygodnie.

Aby zmniejszyć zakres wartości i przez to ułatwić posługiwanie się nimi, wykorzystuje się logarytmy dziesiętne. Dzięki nim zakres liczb znacznie się zmniejsza.

Logarytmując wartości od 1 do 10^{21} otrzymujemy nową, przyjazną skalę: od 0 ($\log 1 = 0$) do 21 ($\log 10^{21} = 21$).

Wzór

Wielkość nazywaną poziomem natężenia dźwięku liczy się ze wzoru:

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Nasze ucho jest narządem specyficznym. Zwiększenie natężenia dźwięku nie powoduje proporcjonalnego wzrostu odbieranej przez nas jego głośności.

Dźwięk, który słyszymy jako kilka razy głośniejszy jest spowodowany o wiele większym wzrostem jego natężenia. Jest to skutkiem tego, że ucho nie odbiera całej energii emitowanej przez źródło dźwięku, a tylko jej fragment. Poprzez to powstaje skala logarytmiczna, czyli taka, która przy tej samej długości odcinka zawiera coraz większe jednostki natężenia, tak aby właściwie odzwierciedlić jak nasze ucho odbiera hałas. Zawarte we wzorze I jest natężeniem dźwięku, natomiast I_0 jest wartością odniesienia wynoszącą 10^{-12} W/m^2 . Dlaczego właśnie tyle? Gdyż jest to próg słyszalności ucha człowieka.



HAŁAS

Skutki działania hałasu na organizm człowieka

Zbyt duża głośność dźwięku powoduje przede wszystkim ubytek słuchu. Oprócz tego częsta styczność z hałasem wiąże ze sobą zaburzenia ze strony:

- układu krążenia (bicie i kołatanie serca),
- układu ruchu (bóle mięśni i stawów),
- układu nerwowego i hormonalnego (napięcie, niepokój, zakłócenia równowagi emocjonalnej).

Hałas infradźwiękowy

Dźwięki o bardzo niskiej częstotliwości (poniżej 20 Hz) mogą być emitowane przez:

- sprężarki,
- silniki wysokoprężne,
- młoty,
- wentylatory przemysłowe,
- transport lądowy i wodny,
- lotnictwo.

Fale infradźwiękowe osiągają duże długości (minimum 17 m), przez co mogą rozchodzić się nawet na setki kilometrów.

Hałas ultradźwiękowy

Dźwięki o bardzo wysokiej częstotliwości mogą być wytworzone przez:

- zgrzewarki,
- płuczki,
- palniki,
- niektóre maszyny włókiennicze.

Ultradźwięki wykorzystywane są w procesach technologicznych, diagnostyce medycznej, a także w przemyśle spożywczym. Nieodpowiednie ich stosowanie i nieprzestrzeganie zasad obsługi urządzeń ultradźwiękowych wiąże się z niebezpieczeństwem.

Jak ograniczać hałas?

Szkodliwe dla zdrowia dźwięki są jednym z najbardziej uciążliwych aspektów mieszkania w wielkich miastach. Hałas spowodowany jest głównie ruchem drogowym. Aby ograniczyć negatywne skutki komunikacji, miasta mogą na przykład:

- poprawiać nawierzchnie dróg,
- budować obwodnice,
- stosować dźwiękochłonne elewacje.



Takie działania powodują, że hałas jest mniej dokuczliwy. Dzięki temu mieszkańcy rozwiniętych cywilizacyjnie miejscowości nie odczuwają skutków drogowego zgiełku.

Porównanie przykładowych źródeł hałasu:

Dźwięk	dB	Dźwięk	dB
Cisza	0	Głośny krzyk z 15 m,	100
Szum liści	10	kosiarka do trawy, piła	
Cichy szept z 5 m,	20-30	łańcuchowa, robot kuchenny	
biblioteka			105
Zwykła rozmowa,	30	Duża ciężarówka z 1 m,	
spokojna muzyka		orkiestra symfoniczna	
Żaglówka	35	grająca IX Symfonię	
Cicha wieś,	40	Beethovena	
tykający zegar		Piła tarczowa z 1 m,	110
Wnętrze mieszkania	45-50	sygnał trąbienia	
Restauracja, biuro	50-60	samochodu z 5 m	
głośna rozmowa		Krzyczenie komuś do ucha	114
Muzyka w tle,	60	Domowy sprzęt stereo	115
łódź motorowa,		Głośny wrzask, grzmot,	120
sklep wielotowarowy		wybuch, przedział silnikowy	
Suszarka do włosów	60-80	łodzi podwodnej	
Warsztat mechaniczny	65	Głośna muzyka rockowa	120-130
Radioodbiornik,	70	Samochód wyścigowy	125
dzwonek telefonu,		Motocykl wyścigowy	130
ruch uliczny, orkiestra,		(bez tłumika)	
głośna telewizja		Petarda, start jumbo jeta	140
Wnętrze samochodu,	80	z 30 m	
Metro		Muzyka rockowa (maks.	150
Młot pneumatyczny z 15 m,	85	głośność 5 m od głośnika)	
wodospad Niagara,		Wystrzał z dużej strzelby na	160
górną granicą akceptowalnej		wysokości ucha	
głośności		Start rakiety kosmicznej	172
Bardzo głośne chrapanie	88	Saturn V	
Intensywny ruch uliczny	90	Zawołanie	188
z 15 m, wewnątrz autobusu		płetwala błękitnego	
		Wybuch wulkanu	272



PRZYKŁADY

Poziom głośności gwizdka wynosi 90 dB, a gwizdka pociągu – 110 dB.

Ile razy natężenie dźwięku gwizdka pociągu jest większe od natężenie dźwięku gwizdka czajnika?

I_c – natężenie dźwięku gwizdka czajnika

I_p – natężenie dźwięku gwizdka pociągu

$$\begin{aligned} 90 &= 10 \log \frac{I_c}{10^{-12}} & 110 &= 10 \log \frac{I_p}{10^{-12}} \\ 9 &= \log \frac{I_c}{10^{-12}} & 11 &= \log \frac{I_p}{10^{-12}} \\ 10^9 &= \frac{I_c}{10^{-12}} & 10^{11} &= \frac{I_p}{10^{-12}} \\ I_c &= 10^{-3} & I_p &= 10^{-1} \end{aligned}$$

korzystamy ze wzoru $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$,

gdzie $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

korzystamy z definicji logarytmu

$$\frac{I_p}{I_c} = \frac{10^{-1}}{10^{-3}} = 100$$

Odp.: Natężenie dźwięku gwizdka pociągu jest 100 razy większe niż natężenie dźwięku gwizdka czajnika.

Oblicz poziom natężenia dźwięku wydawanego przez gwizdki mijających się pociągów.

I_p – natężenie dźwięku gwizdka pociągu

I – natężenie dźwięku gwizdków dwóch pociągów

$$\begin{aligned} I &= I_p + I_p = 2 * 10^{-1} \\ L &= 10 \log \frac{2 * 10^{-1}}{10^{-12}} \end{aligned}$$

natężenia dwóch równoczesnych dźwięków dodają się, wcześniej obliczyliśmy, że $I_p = 10^{-1} \text{ W/m}^2$



$$L = 10 \log(2 * 10^{11})$$

$$L = 10(11 + \log 2)$$

$$L \approx 113$$

$$\log(2 * 10^{11}) = \log 2 + \log 10^{11}$$

Odp.: Poziom głośności gwizdków dwóch pociągów jest równy około 113 dB.

Ile gwizdków czajników stwarza hałas bolesny dla ucha, czyli o poziomie głośności 130 dB?

I_n - natężenie dźwięku n gwizdków czajników

$$I_n = n * I_c$$

$$I_n = n * 10^{-3}$$

$$130 = 10 \log \frac{n * 10^{-3}}{10^{-12}}$$

$$13 = \log \frac{n * 10^{-3}}{10^{-12}}$$

$$13 = \log(n * 10^9)$$

$$n * 10^9 = 10^{13}$$

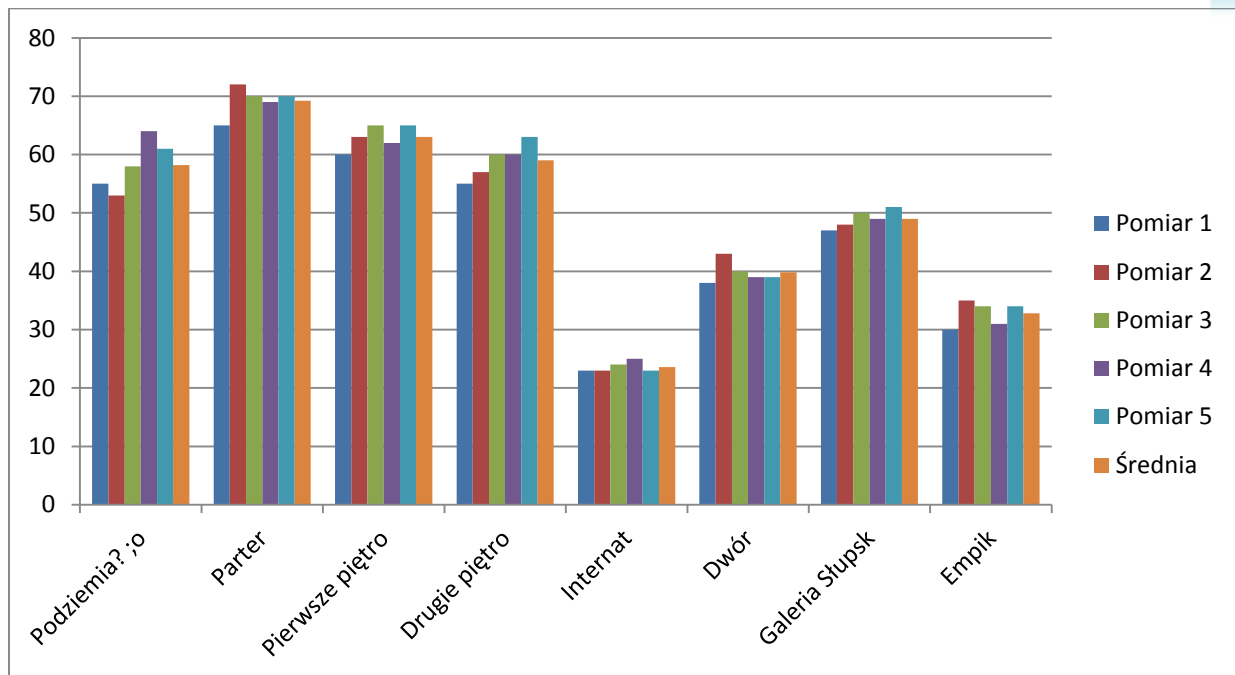
$$n = 10^4$$

obliczyliśmy wcześniej,

że $I_c = 10^{-3} \text{ W/m}^2$

korzystamy ze wzoru $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$

Odp.: Potrzeba byłoby aż 10 000 gwizdzących czajników, aby poziom głośności wyniósł 130 dB.



Jak głośno może być w poszczególnych miejscach Słupsk? Na to pytanie postanowiliśmy odpowiedzieć wybierając się pewnego dnia w kilka typowych lokacji miasta ze specjalistycznym sprzętem. Oczywiście, co na pewno zbytnim zaskoczeniem nie jest, okazało się, że najgłośniej jest w szkole, a konkretniej na parterze, gdzie zawsze znajduje się najwięcej ludzi i gdzie gra muzyka. Najcichszym okazał się pokój w internacie. Zauważmy, że zazwyczaj im jest ciszej, tym mniejsze są wahania poszczególnych pomiarów.

SUMMARY:

The topic of our project are logarithms and their application in sound issues. At the beginning of our book we have explained why exactly do we use logarithms. Further, we have written about logarithmic scale and how it can be useful in describing the sound intensity level. Then we have described the formula of sound intensity level.



BIBLIOGRAFIA:

- ➔ „Whitaker’s World of Facts”, 2008, Russell Ash
- ➔ http://www.fizykon.org/akustyka/akustyka_natezenie_fali.htm
- ➔ <http://pl.wikipedia.org/wiki/D%C5%BAwi%C4%99k>
- ➔ <http://pl.wikipedia.org/wiki/Decybel>
- ➔ <http://pl.wikipedia.org/wiki/Logarytm>
- ➔ http://pl.wikipedia.org/wiki/Funkcja_logarytmiczna
- ➔ <http://pl.wikipedia.org/wiki/Ultrad%C5%BAwi%C4%99ki>
- ➔ <http://pl.wikipedia.org/wiki/Infrad%C5%BAwi%C4%99ki>
- ➔ <http://pl.wikipedia.org/wiki/Ha%C5%82as>
- ➔ http://pl.wikipedia.org/wiki/Nat%C4%99%C5%BCenie_d%C5%BAwi%C4%99ku
- ➔ http://pl.wikipedia.org/wiki/Poziom_nat%C4%99%C5%BCenia_d%C5%BAwi%C4%99ku