

Hałas w środowisku

Wykład dla kierunku
OCHRONA ŚRODOWISKA
© UWM w Olsztynie

Wstęp

Hałas często kojarzony jest z dźwiękiem,
jednakże pojęcia te **nie są** równoznaczne.
Dźwięk to pojęcie czysto fizyczne, natomiast
hałas jest pojęciem fizyczno-biologicznym.

Wstęp

Hałas jest zjawiskiem, którego dokuczliwość
jest różnie przez ludzi odczuwana.
Np. właścicielowi warsztatu mechanicznego
praca maszyn nie zakłóca spokojnego snu, a
wręcz przeciwnie, budzi go dopiero ich
zatrzymanie. Natomiast jego sąsiadowi ten
sam hałas może sprawiać wielką przykrość.

Boeker, van Grondelle (2002)

Wstęp

Nie jesteśmy w stanie zbudować urządzenia pomiarowego odróżniającego dźwięk przyjemny od dokuczliwego (hałasu).

Jesteśmy natomiast w stanie określić poziom dźwięku, a wiadomo, że im jest on wyższy tym hałas jest bardziej dokuczliwy.

Podstawowe pojęcia

- **HAŁAS** – są to wszystkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego, działające za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne zmysły i elementy organizmu człowieka.

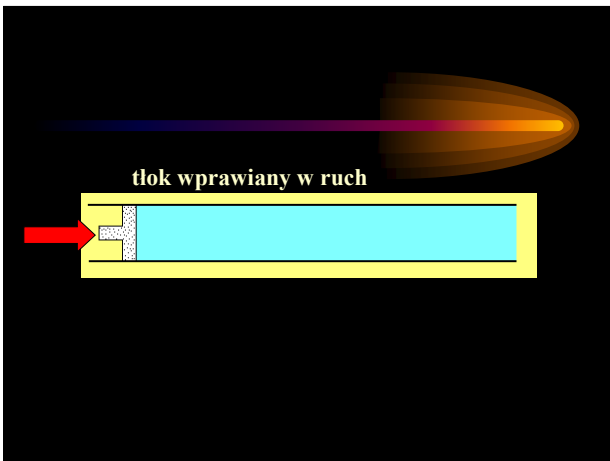
Engel, Malecki, Sadowski (1971 za Sadowski 2001)

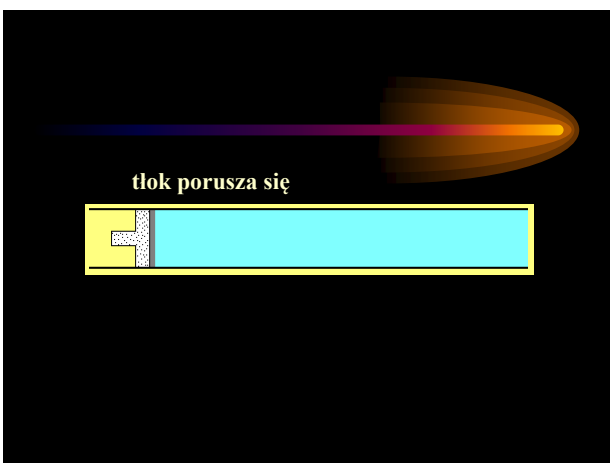
Podstawowe pojęcia

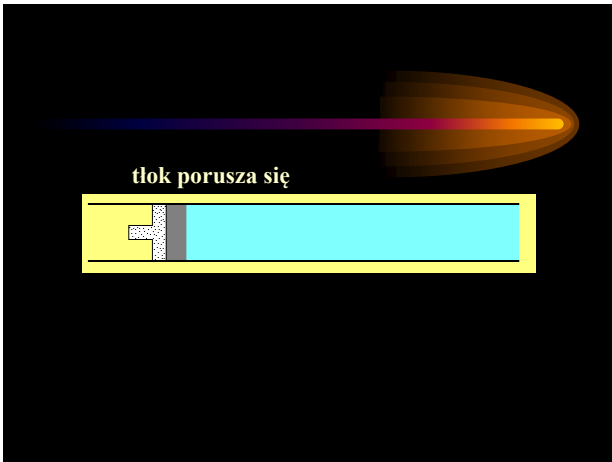
- **DŹWIĘK** – jest to zaburzenie środowiska sprężystego rozchodzące się w sposób falowy.

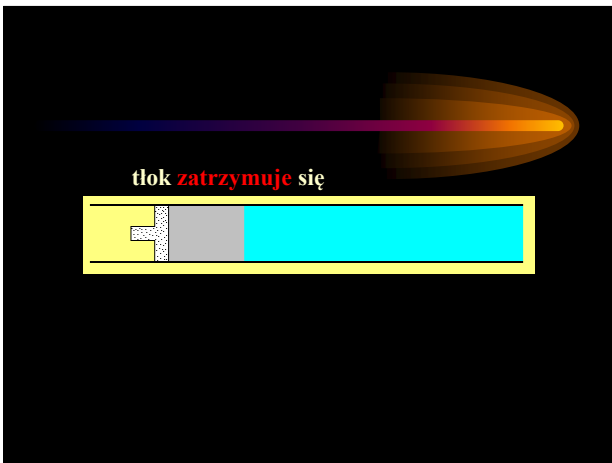
Engel 1993, Boeker, van Grondelle 2002

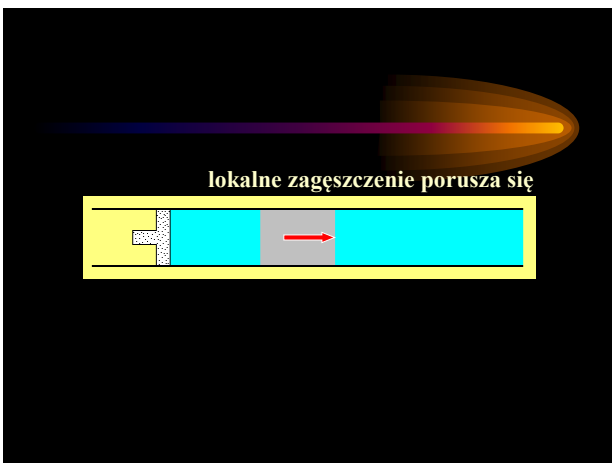
*Prosty przykład rozchodzenia się
zaburzenia akustycznego*

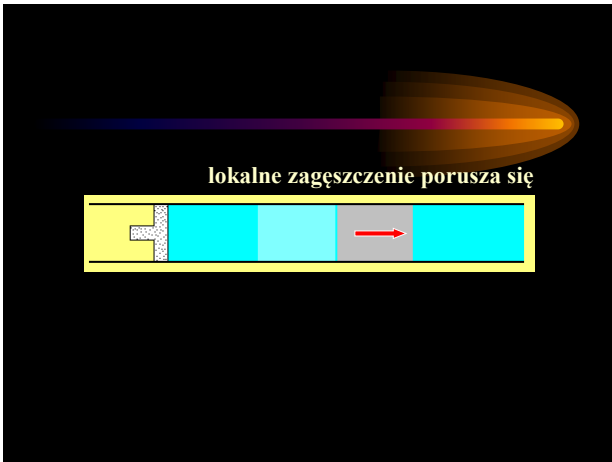


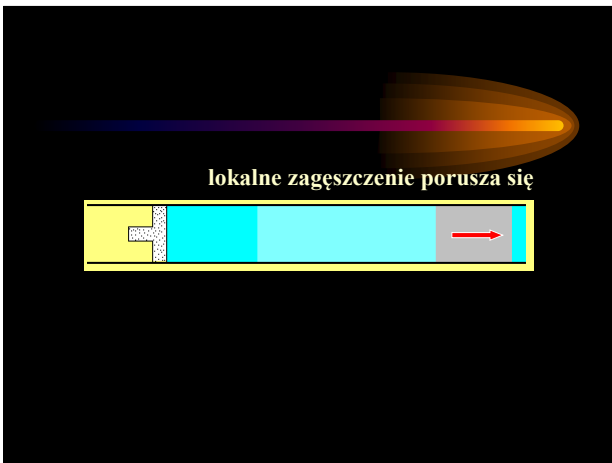


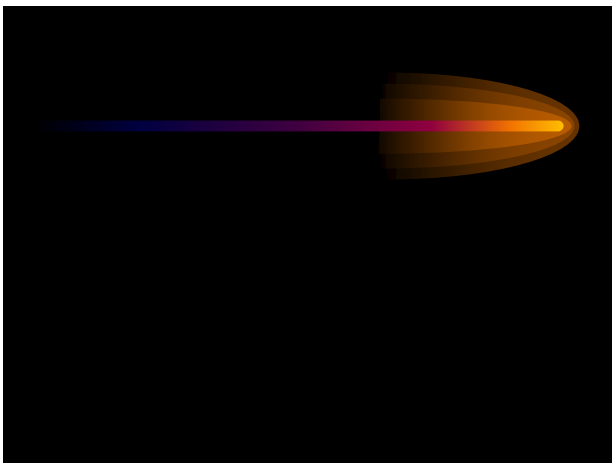


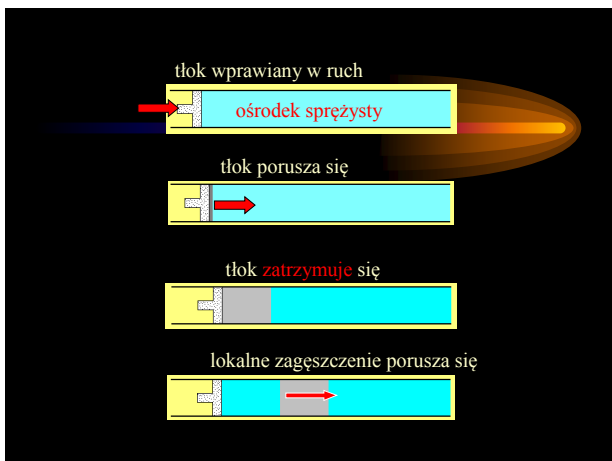


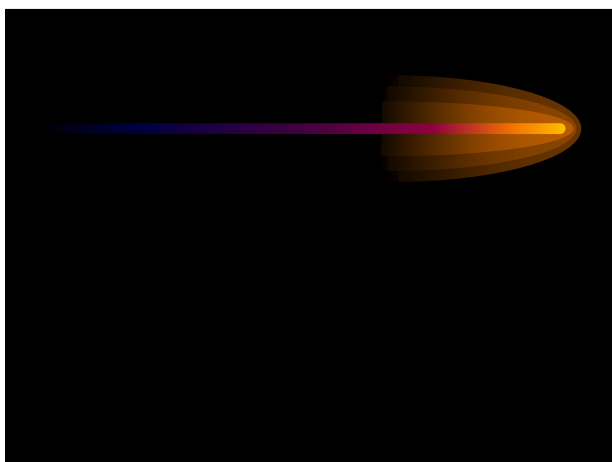












Podstawowe pojęcia

- **FALA dźwiękowa** (akustyczna) – rozchodzące się w przestrzeni zmiany ciśnienia ośrodka sprężystego.

Podstawowe pojęcia

- **OŚRODKIEM sprężystym** mogą być zarówno gazy (np. powietrze), ciecze jak i ciała stałe, przy czym różnią się one m.in.

- prędkością rozchodzenia się fali dźwiękowej
- zdolnością tłumienia dźwięków

Porównanie właściwości akustycznych różnych ośrodków

ośrodek	prędkość dźwięku	tłumienie dźwięków
gaz (powietrze)	najniższa	słabe
ciecze (woda)	średnia	dobrze
ciała stałe	największa	najsilniejsze

Przykłady - gazy

Ośrodek	Gęstość [kg/m ³]	Prędkość fali dźw. [m/s]
dwutlenek węgla (18 °C)	1,88	265
powietrze (0 °C)	1,3	331
powietrze (20 °C)	1,2	343
para wodna (100 °C)	1,033	405
wodór (0 °C)	0,089	1 284

Przykłady – ciecze i ciała stałe

Ośrodek	Prędkość fali dźwięk. [m/s]
woda	1 430
stal	5 940
beryl	12 800
drewno	1 280 – 4 780
guma twarda	1 570
guma miękka	70 (!!!)

Parametry opisujące dźwięk

Częstotliwość dźwięku – liczba zmian ciśnienia ośrodka sprężystego w czasie;
Jednostką częstotliwości jest **herc (Hz)**, czyli odwrotność sekundy (s)

$$1\text{Hz} = 1\text{ s}^{-1}$$

Podział ze względu na częstotliwość

- infradźwięki < 20 Hz
(niektórzy autorzy podają <16 Hz)
- dźwięki słyszalne od 20 do 20 000 Hz
- ultradźwięki > 20 000 Hz

- Progi 20 Hz i 20 000 Hz są w pewnym sensie umowne, bowiem każdy człowiek ma różną zdolność odbierania skrajnych częstotliwości (cecha osobnicza).
- Np. wraz z wiekiem tracimy zdolności słyszenia dźwięków nawet >10 000 Hz.

Parametry – cd

- **Natężenie fali akustycznej** (I) – energia opuszczająca element objętości w jednostce czasu przez jednostkę powierzchni
- Jednostką jest

$$\text{W/m}^2$$

Parametry – cd

- **Ciśnienie akustyczne** – lokalne ciśnienie ośrodka sprężystego jakie wywołuje fala dźwiękowa (*stosunek siły do powierzchni*);
- Jednostką jest paskal (Pa)

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Parametry – cd

W praktyce spotykane są wartości ciśnienia akustycznego w granicach od 10^{-5} do 10^3 Pa, stąd łatwiej jest korzystać ze skali logarytmicznej.

Parametry – cd

• **Poziom dźwięku L (poziom ciśnienia akustycznego)** – jest to logarytm dziesiętny stosunku kwadratu zmierzonego ciśnienia akustycznego do kwadratu ciśnienia odniesienia.

Parametry – cd

• **Poziom dźwięku L**

$$L = 10 \log \frac{p_i^2}{p_0^2}$$

$$p_i^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} p^2(t) dt$$

gdzie:

p_i – zmierzone ciśnienie akustyczne

p_0 – ciśnienie akust. odniesienia = $2 \cdot 10^{-5}$ Pa

Parametry – cd

- Jednostką poziomu dźwięku jest **bel (B)**, ale częściej stosuje się z przedrostkiem wielokrotności:

decybel (**dB**)

Parametry – cd

- **Poziom dźwięku L** – jest obecnie najdogodniejszym, z punktu widzenia metrologii, parametrem charakteryzującym uciążliwość hałasu, przy czym urządzenia pomiarowe (mierniki poziomu dźwięku) wyposażone są w filtry korekcyjne.

Parametry – cd

- Filtry korekcyjne dostosowują przyrząd do czułości ucha na różne częstotliwości dźwięku.
- Filtr A: w zakresie małych poziomów głośności
- Po korekcyi filtrem A poziom dźwięku nazywany jest **równoważnym poziomem dźwięku L_{Aeq}** i takim posługujemy w ocenie poziomu hałasu

Parametry – cd

- **Głośność** – jest to subiektywna miara wrażeń słuchowych, związana głównie z wartością ciśnienia akustycznego, umożliwiającą uporządkowanie dźwięków od cichych do głośnych.

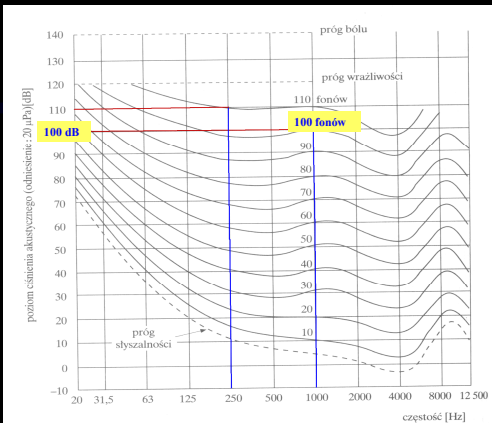
Parametry – cd

- **Poziom głośności** – jest to wielkość liczbowo równa poziomowi ciśnienia akustycznego, wytwarzanego w punkcie obserwacji przez falę o częstotliwości 1000 Hz, która daje taką samą głośność jak dźwięk badany.

Parametry – cd

- **Jednostką poziomu głośności jest**

fon



Źródła hałasu w środowisku

Podział ze względu na modele teoretyczne:

- punktowe
- liniowe
- powierzchniowe

Przykładem punkowego źródła może być wybuch petardy, a liniowego autostrada.

Hałas a odległość od źródła

Podwojenie odległości receptora od źródła powoduje obniżenie poziomu dźwięku o:

- **6 dB** (źródła punktowe)
- **3 dB** (źródła liniowe)

stąd wynika, że ź. liniowe są bardziej uciążliwymi źródłami niż punktowe.

Źródła hałasu w środowisku

Podział ze względu na fizyczne przyczyny generowania:

- mechaniczne (drgania, uderzenia, tarcie)
- elektryczne (np. łuk elektryczny)
- technologiczne (skrawanie, przecinanie i in.)
- aero- i hydrodynamiczne (turbulencja, wypływ gazu przez dyszę, opływ ciał i in.)
- inne

Źródła hałasu w środowisku

Podział ze względu na pochodzenie:

- środki transportu
- źródła przemysłowe
- nieprzemysłowe stanowiska pracy
- maszyny, urządzenia i instalacje w budynkach
- obiekty komunalne i wojskowe
- naturalne

Hałas komunikacyjny

- samoloty i inne statki powietrzne
- pojazdy drogowe
- poj. szynowe
- poj. wodne
- poj. rolnicze
- poj. rekreacyjne

Hałas przemysłowy

- transformatory
- wentylatory
- piece
- chłodnie
- transportery
- silniki
- inne maszyny, urządzenia i instalacje

Ochrona przed hałasem

- źródło drgań – minimalizacja emisji
- drogi transmisji – izolacja akustyczna (ekranizacja)
- receptory (człowiek, środowisko) – ograniczenie emisji (selekcja operatorów, ochrona osobista, ograniczenie czasu ekspozycji itp.)

Hałas „w liczbach”

Hałas przemysłowy w Polsce

Wyszczególnienie	dzien	noc
Liczba skontrolowanych zakładów emitujących hałas	1771	
Liczba zakładów przekraczających dopuszczalne poziomy	952 (53,7%)	
	690	382
w tym przekraczających o:	% udział ogółu zakładów	
0,1-5 dB	18,6 %	7,1 %
5-10 dB	11,7 %	8,0 %
10-15 dB	6,0 %	4,0 %
15-20 dB	1,9 %	1,9 %
ponad 20 dB	0,7 %	0,6 %
razem	38,9 %	21,6 %

Zawodowe uszkodzenie słuchu

Analizy statystyczne dotyczące narażenia zawodowego na hałas pracowników w zakładach zatrudniających powyżej 9 osób przeprowadzone na bazie danych GUS dla lat 1995–2002 pokazują, że liczba osób zatrudnionych w warunkach zagrożenia hałasem, tj. przy przekroczeniu dopuszczalnych wartości hałasu na stanowisku pracy, wynosiła:

- w roku 1995 ok. 335 tys.,
- w roku 2002 ok. 220 tys.,

co stanowiło prawie 1/3 liczby osób zagrożonych wszystkimi czynnikami szkodliwymi i uciążliwymi.

Zawodowe uszkodzenie słuchu

Jak wynika z danych zawodowe uszkodzenie słuchu od lat stanowi prawie **30% przypadków** chorób zawodowych i zajmuje czołowe miejsce na liście tych chorób.

Zawodowe uszkodzenie słuchu

Największą liczbę przypadków uszkodzenia słuchu wywołanego działaniem hałasu odnotowano w:

- górnictwie,
- hutnictwie żelaza i przemyśle metalowym,
- przemyśle środków transportu i maszynowym oraz
- przemyśle włókienniczym.

Hałas komunikacyjny

- Przekroczenia dopuszczalnych poziomów ciśnienia akustycznego L_{Aeq} notuje się na drogach większości skontrolowanych miast.

Hałas komunikacyjny

I tak spośród 768 km dróg w 46 miastach:

- przekroczenia odnotowano na 694 kilometrach
- co stanowi 90,4 % sumarycznej długości skontrolowanych dróg (średnia ważona)
- przekroczenia odnotowano na poziomie od 45,2% (w Radomiu) do 100% (w 26 miastach)
- tylko w 20 miastach ten wskaźnik wynosił poniżej 100%, a tylko w 8 poniżej 90%.

Hałas komunikacyjny

Wniosek:

Hałas drogowy stanowi niezwykle poważny problem środowiskowo-zdrowotny, zwłaszcza w aglomeracjach miejskich.

Unormowania prawne dotyczące hałasu:

Dz.U.06.129.902 -j.t.	art. 112-124, art. 173-179	ustawa	2001.04.27
Prawo ochrony środowiska.			
Dz.U.02.179.1498		rozp.	2002.10.14
Szczegółowe wymagania, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem.			
Dz.U.04.178.1841		rozp.	2004.07.29
Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku.			
Dz.U.03.18.164		rozp.	2003.01.17
Rodzaje wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją dróg, linii kolejowych, linii tramwajowych, lotnisk oraz portów, które powinny być przekazywane właściwym organom ochrony środowiska, oraz terminy i sposoby ich prezentacji.			
Dz.U.03.35.308		rozp.	2003.01.23
Wymagania w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem.			

Unormowania prawne dotyczące hałasu:

Dz.U.01.120.1285		rozp.	2001.09.29
Wysokość jednostkowych stawek kar za przekroczenie dopuszczalnego poziomu hałasu.			
Dz.U.03.192.1883		rozp.	2003.10.30
Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposoby sprawdzania dotrzymania tych poziomów.			
Dz.U.01.100.1085	art. 14	ustawa	2001.07.27
Wprowadzenie ustawy - Prawo ochrony środowiska, ustawy o odpadach oraz zmiana niektórych ustaw.			
Dz.U.02.217.1833		rozp.	2002.11.29
Najwyższe dopuszczalne stężenia i natężenia czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.			
Dz.U.05.17.144		rozp.	2005.01.26
Sposoby postępowania w przypadku stwierdzenia, że aparatura wytwarzająca pole elektromagnetyczne powoduje zakłócenia pracy innej aparatury.			

Unormowania prawne dotyczące hałasu:

[Dz.U.05.263.2202](#)

rozp. 2005.12.21

Zasadnicze wymagania dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska.

[Dz.U.05.66.574](#)

um.m. 1977.06.20

Konwencja (nr 148) dotycząca ochrony pracowników przed zagrożeniami zawodowymi w miejscu pracy spowodowanymi zanieczyszczeniami powietrza, hałasem i wibracjami. Genewa.1977.06.20.

[Dz.U.05.157.1318](#)

rozp. 2005.08.05

Bezpieczeństwo i higiena pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne.
