

# Dźwięk

**Dźwięk pojmowany jako zjawisko fizyczne to zaburzenie falowe w ośrodku sprężystym (w ciele stałym, cieczy lub gazie), które jest wywołane źródłem dźwięku. Termin „dźwięk” może odnosić się także do samego wrażenia słuchowego**

Podstawowe cechy wrażeniowe dźwięku to wysokość, głośność, barwa i czas trwania. Odpowiadają im obiektywne cechy fizyczne (częstotliwość, natężenie, widmo).

Zgodnie z dzisiejszą wiedzą wiemy, że źródłem wszelkich zjawisk, które stanowią materiał dźwiękowy muzyki jest drganie ciał, które odznaczają się cechą specjalną tzw. **sprężystością**. Jest to taka właściwość ciała, która pozwala mu (z większą lub mniejszą siłą) na samoistne przeciwstawienie się wszelkim próbom zniekształcenia jego formy. Jeśli jednak takie zniekształcenie mimo to pojawiło się, to właściwość sprężystości pozwala ciału na powrót do formy wyjściowej. Dzięki sprężystości możemy np. huśtać się na gałęzi drzewa lub skakać na trampolinie. **Zjawisko sprężystości umożliwia także rozchodzenie się fali dźwiękowej odbieranej przez słuch jako dźwięk.**

**Fala dźwiękowa** to inaczej zaburzenie w ośrodku sprężystym (w ciele stałym, cieczy lub gazie), które jest wywołane źródłem dźwięku. Falę cechują okresowe zmiany pewnej wielkości. W przypadku dźwięku jest to ciśnienie i gęstość ośrodka, w którym rozprzestrzenia się dźwięk. Mechanizm rozchodzenia się fali w powietrzu polega na tym, że drgania źródła dźwięku powodują drgania sąsiadujących cząsteczek ośrodka, które za pośrednictwem tzw. powiązań sprężystych przekazują swój ruch dalszym cząsteczkom. W ośrodku pojawiają się kolejne zagęszczenia i rozrzedzenia, które powodują dodatnie i ujemne zmiany ciśnienia w stosunku do stałej wartości ciśnienia akustycznego.

Dźwięk charakteryzują cztery podstawowe obiektywne cechy związane z charakterystyką fali:

- częstotliwość drgań,
- natężenie dźwięku,
- widmo dźwięku,
- czas trwania dźwięku.

**Częstotliwość drgań** (oznaczana symbolem  $f$ ) jest to liczba drgań przypadających na 1 sekundę. Jednostką częstotliwości dźwięku jest herc (Hz). Nazwa tej jednostki pochodzi od nazwiska wynalazcy fal elektromagnetycznych Heinricha Herza. Częstotliwość dźwięków słyszalnych zawiera się w zakresie od 16 do 20 000 Hz. Częstotliwość drgań decyduje o wysokości dźwięku. Zachodzi przy tym zależność, że im większa częstotliwość dźwięku, tym wyższa wysokość.

**Wrażenie głośności** ściśle wiąże się z **natężeniem fali dźwiękowej**. Wielkość ta określa energię fali akustycznej podzieloną przez czas, w jakim została wyemitowana i przez powierzchnię, na jaką padła. Natężenie oznacza się zazwyczaj symbolem  $I$  i mierzy się w watach/m<sup>2</sup> (W/m<sup>2</sup>). Przykładowo, jeśli dźwięk ma bardzo dużą energię, ale jest ona wydzielana przez miesiąc i do tego rozkłada się na powierzchni boiska piłkarskiego, to ucho odbierze ten dźwięk jako bardzo słaby. Minimalna wartość natężenia fali akustycznej, jakie ucho jest w stanie zarejestrować wynosi ok.  $10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>. Dźwięki, które charakteryzują się mniejszym natężeniem niż podana wartość, są niesłyszalne.

**Głośność** umożliwia porządkowanie dźwięków na skali od cichych do głośnych. Jest to cecha zależna przede wszystkim od natężenia dźwięku, ale na wrażenie głośności ma także wpływ częstotliwość dźwięku. Zależność ta przejawia się w taki sposób, że przy małych i dużych częstotliwościach dźwięku występuje wrażenie mniejszej głośności. Natomiast w zakresie częstotliwości 2000 – 3000 Hz przy zachowaniu tego samego poziomu natężenia dźwięku pojawia się wrażenie większej głośności.

Kolejna cecha fizyczna dźwięku to **widmo dźwięku**. Jest to przedstawienie dźwięku w postaci sumy jego składników (tonów). Zazwyczaj ma ono postać wykresu, na którym na osi  $x$  pokazane są częstotliwości poszczególnych tonów, a na osi  $y$  ich natężenia. Widmo dźwięku decyduje o barwie dźwięku. Jest to cecha, która pozwala na rozróżnianie dźwięków, które mają jednakową wysokość, głośność i czas trwania. Barwa pozwala na porządkowanie dźwięków pod względem cech jakościowych np. ostrości, chropowatości, jasności itd.

Warto również zauważyć, że w rzeczywistości każda cecha subiektywna w pewnym stopniu jest uzależniona od innych cech obiektywnych (fizycznych), a także od czasu trwania dźwięku.

Nazwa dźwięk obejmuje także tzw. dźwięki niesłyszalne, które mają częstotliwości większe niż 20 000 Hz (ultradźwięki) oraz mniejsze niż 16 Hz (infradźwięki).

dr Sylwia Makomaska

#### Ciekawostki

Prędkość rozchodzenia się fali dźwiękowej zwana także prędkością dźwięku jest uzależniona od rodzaju ośrodka i jego temperatury. Z największą prędkością fala dźwiękowa porusza się w ciałach stałych. I tak w szkłe może poruszać się z prędkością sięgającą 6000 m/s. Zdecydowanie wolniej fale rozprzestrzeniają się w cieczech. W wodzie prędkość dźwięku wynosi ok. 1440 m/s. W gazie, który jest zdecydowanie najrzadszym ośrodkiem dźwięk osiąga najmniejszą prędkość. W powietrzu w temperaturze 20°C wynosi ona ok. 340 m/s.

Oczywiście fala nie może rozchodzić się w próżni, ponieważ jej rozprzestrzenianie polega na przemieszczaniu się drgań cząsteczek ośrodka.

Co ciekawe, dźwięk o dwa razy większym natężeniu nie jest wcale odbierany przez ucho jako dwa razy głośniejszy. Okazuje się, że dźwięk, który wydaje się być np. kilka razy głośniejszy od poprzedniego, posiada energię nawet kilkaset razy większą. Ucho logarytmuje natężenie dźwięku, a więc jeśli natężenie dźwięku wzrosło dwa razy, to ucho zarejestruje wzrost jego głośności o wartość równą logarytmu z 2. Zależność ta spowodowała wprowadzenie do opisu głośności dźwięku wielkości określanej jako poziom natężenia dźwięku. Uwzględnia ona logarytmiczny charakter odczuwalnego dźwięku. Jednostką poziomu natężenia dźwięku jest decybel. 1 decybel [dB] = 1/10 bela.

Przykłady poziomów natężenia dźwięku:

- Szum liści - 10 dB
- Rozmowa - od 30 do 60 dB
- Orkiestra - od 50 do 70 dB
- Silnik odrzutowca - od 120 do 140 dB
- Start rakiety - od 150 do 190 dB