

2. Przecinanie powietrza – opracował Jan Wielebiński

Układ pomiarowy

Do zbadania dźwięku powstającego podczas wirowania żyłki użyliśmy wentylatora ze zdemontowanym śmigłem, który posiada 3 warianty szybkości obrotowej oraz mikrofonu Logitech Dialog-320. Jako linki posłużyły nam: 2 żyłki wędkarskie o średnicach 0,2 mm i 0,45 mm, a także żyłka tnąca (do podkaszarki) o średnicy 1,3 mm. Jako ciężarka użyliśmy aluminiowego nitu o niewielkiej masie, gdyż przyłączenie cięta o większej masie do końcówki żyłki powodowało występowanie wibracji uniemożliwiających dokonanie pomiaru dźwięku. Do analizy naszych nagrań użyliśmy programu Audacity.

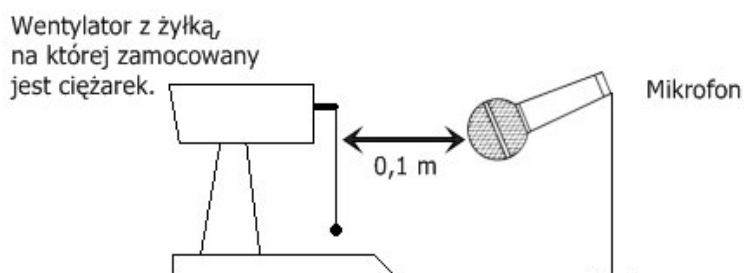


Prędkość kątowna

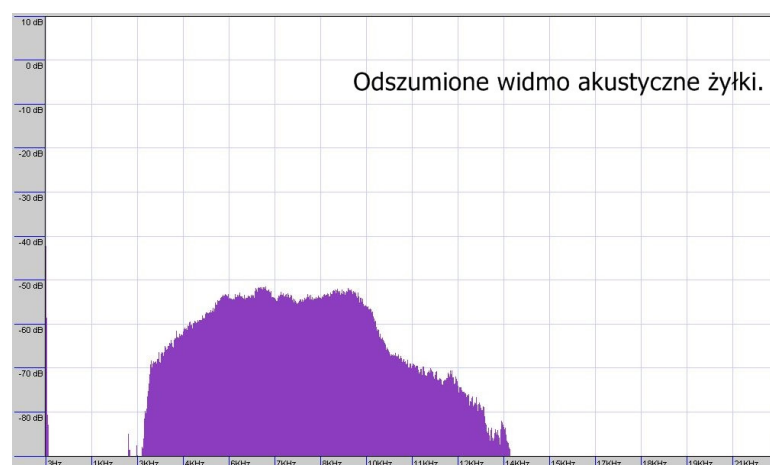
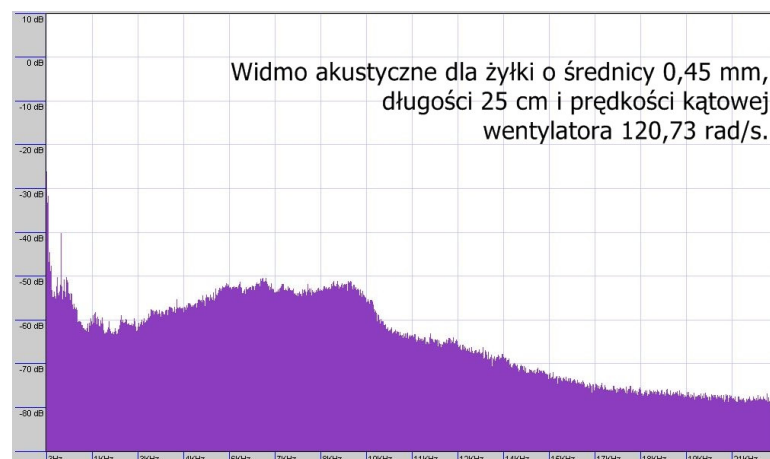
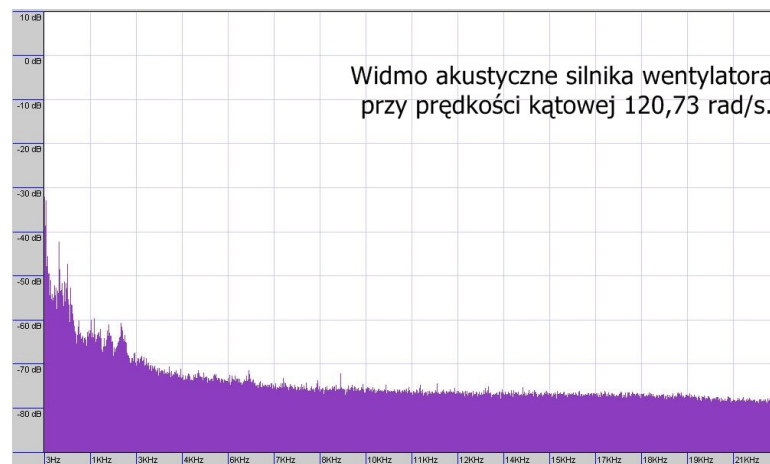
Aby obliczyć prędkość kątową zmierzaliśmy okres obrotu żyłki na każdym z trzech poziomów szybkości wentylatora poprzez przyłożenie kartki papieru do kręcącego się ciężarka, a następnie obliczyliśmy okres na podstawie wykresu natężenia dźwięku od czasu w programie Audacity. Prędkość kątową obliczyliśmy za pomocą wzoru: $\omega = 2\pi/T$.

Program wiatraka	Okres	Prędkość kątowna
1	0,052044 s	120,73 rad/s
2	0,046411 s	135,38 rad/s
3	0,045407 s	138,37 rad/s

Sposób w jaki dokonano pomiarów



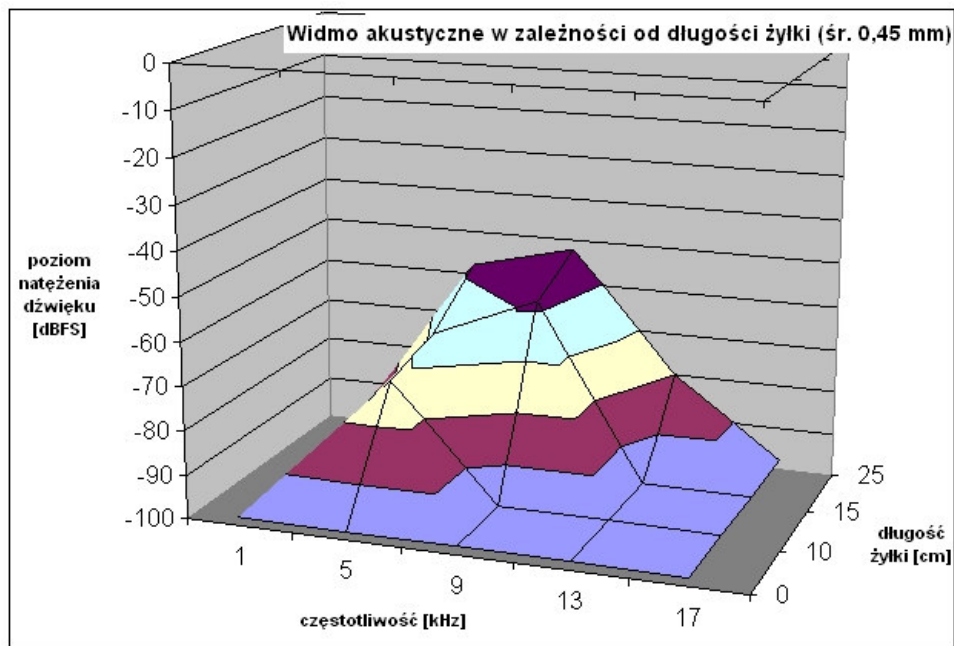
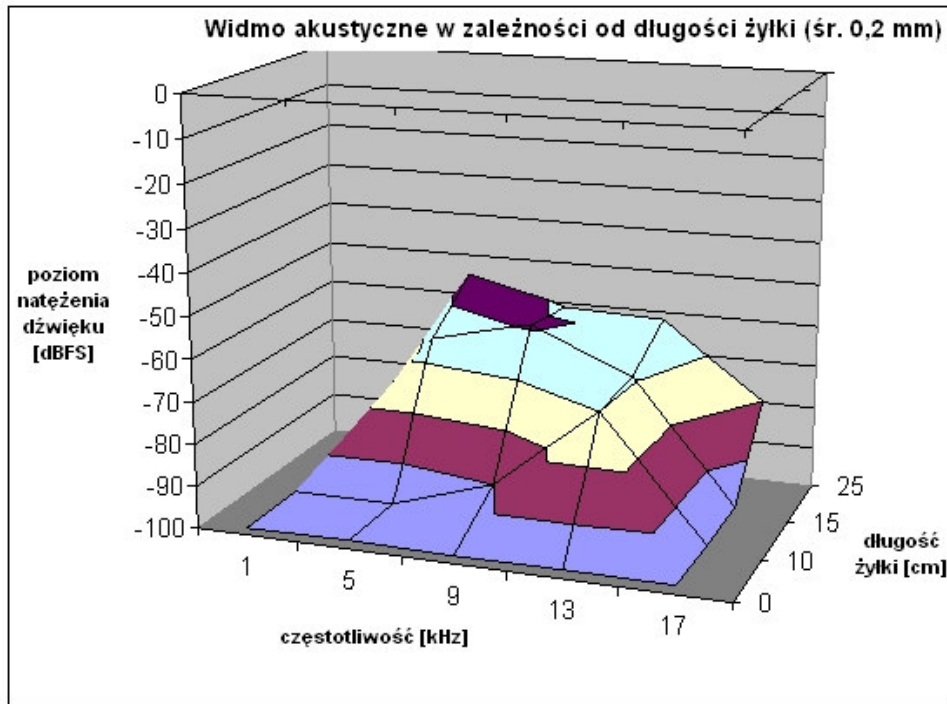
Dokonałiśmy nagrania dźwięku dla każdej z żyłek w trzech różnych prędkościach obrotowych wentylatora oraz dla trzech różnych wariantów długości żyłki: 10, 15 oraz 25 cm. Na początku nagraliśmy jedynie dźwięk silnika wentylatora na każdym poziomie szybkości (widmo nr 1), tak by w trakcie analizy właściwych ścieżek (widmo nr 2) móc wyodrębnić jedynie żądany dźwięk (widmo nr 3). Analizy naszych próbek dokonałiśmy poprzez odczytywanie widma akustycznego w programie Audacity.

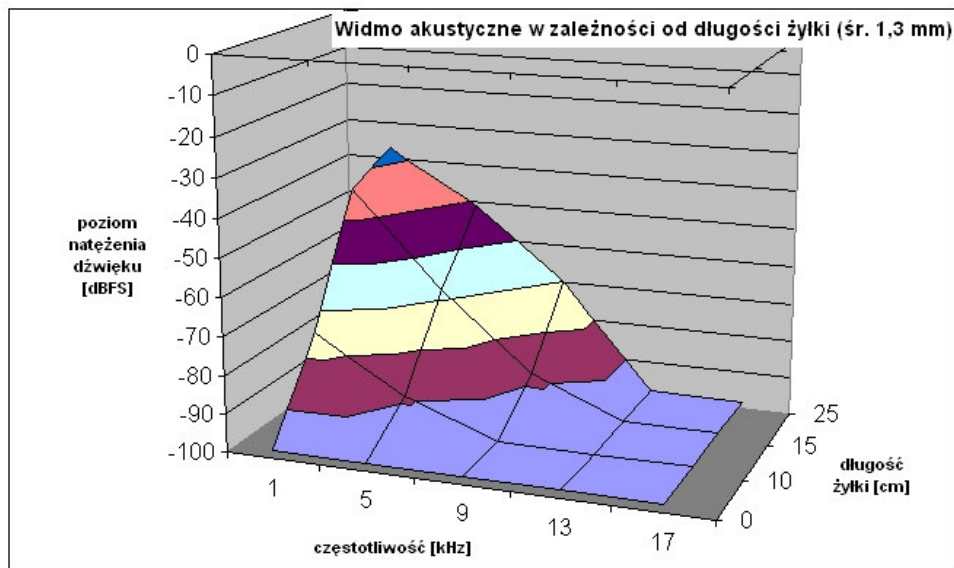


Analiza

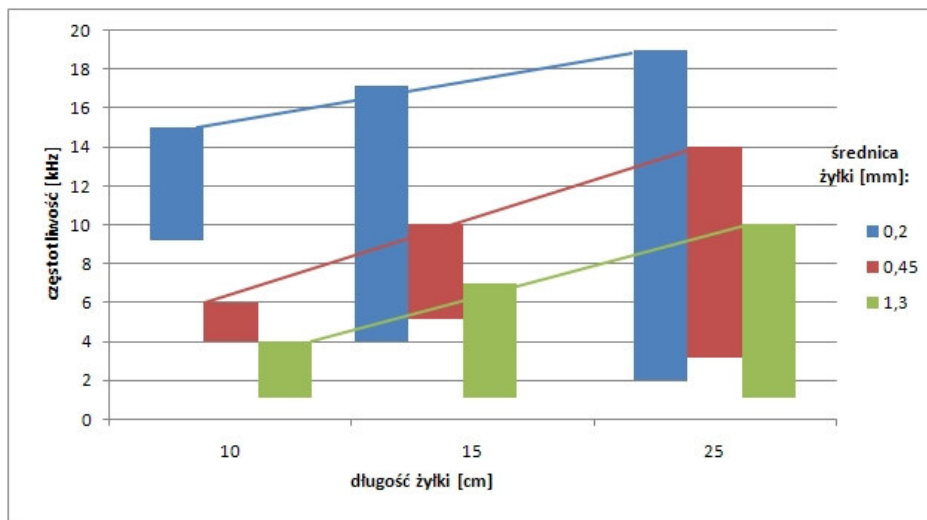
Poziom natężenia dźwięku jest wyrażony za pomocą skali dBFS, która jest używana w wielu edytorach audio, w tym Audacity. Minimalny poziom dźwięku w tej skali dla 16-bitowej próbki dźwięku (z takiej korzystaliśmy) wynosi -98 dBFS.

- Wartość poziomu natężenia dźwięku jest wprost proporcjonalna do długości użytej żyłki. Wykres dla żyłki 1,3 mm odbiega od pozostałych kształtem ze względu na inną sprężystość tej żyłki. (wartości podane na wykresach zostały otrzymane przy szybkości kątowej 120,73 rad/s)

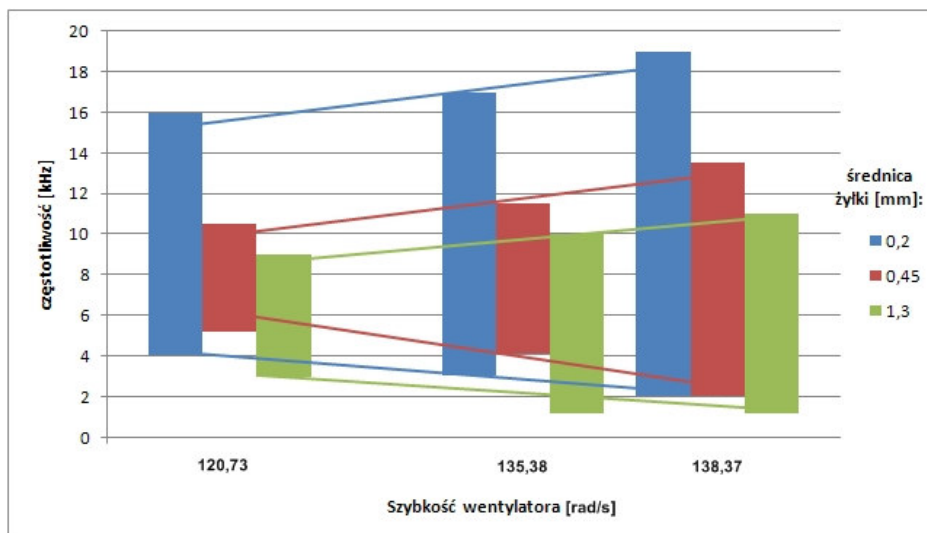




- Im większa długość żyłki, tym szerszy zakres częstotliwości dźwięku emitowanego przez nią,
- im cieńsza żyłka, tym wyższej częstotliwości emituje dźwięk (wartości podane na wykresie zostały zarejestrowane przy szybkości kątowej wiatraka 120,73 rad/s):

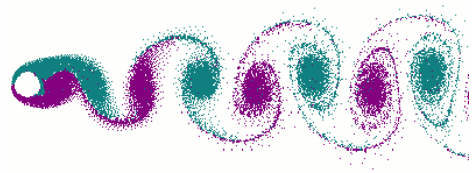


- Im większa prędkość kątowa wentylatora, tym większy zakres częstotliwości emitowanych przez żyłkę (wartości podane na wykresie zostały zarejestrowane dla żyłek o długości 15 cm):



Wyjaśnienie zjawiska

Powstawanie dźwięku jest spowodowane tzw. ścieżką wirów von Karmana. Ruch powietrza wokół żyłki, który jest wywołany jej ruchem po okręgu, powoduje powstawanie kolejnych okresowych wirów, które z kolei wprawiają żyłkę w wibracje dzięki czemu żyłka emituje dźwięk.



Źródła

- <http://en.wikipedia.org/wiki/dBFS>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Aeolian_harp
- Wszystkie schematy i wykresy zostały wykonane przez autora.