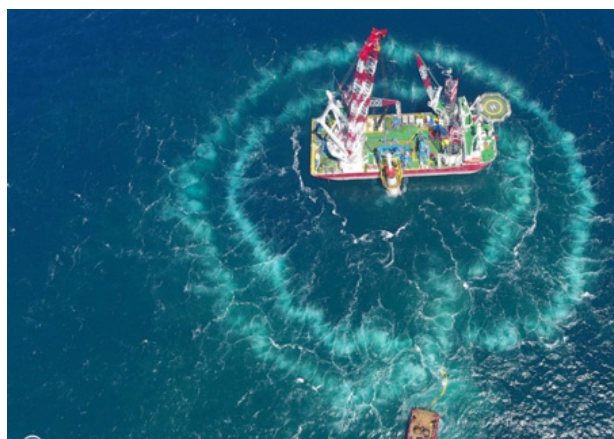
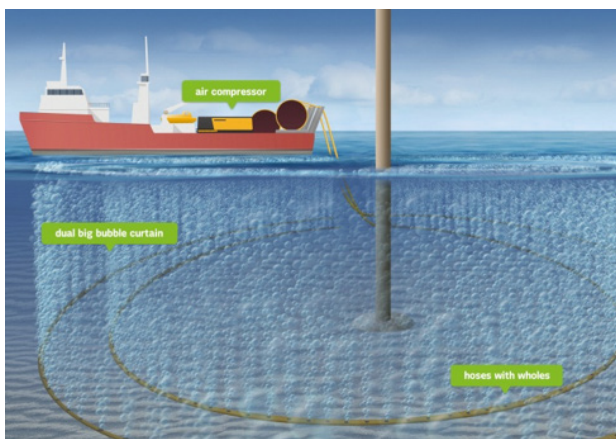


Kurtyny bąbelkowe to rozwiązania pozwalające ograniczyć poziom hałasu; tłumią i pochłaniają podwodne dźwięki, aby zapobiec rozległym uszkodzeniom słuchu u ssaków morskich i zminimalizować niekorzystne skutki narażenia na dokuczliwy hałas. Ogromne kurtyny bąbelkowe instaluje się na przykład wokół podwodnego placu budowy i uruchamia w razie konieczności. Im więcej otworów w rurach i im więcej pierścieni okala źródło hałasu, tym większa jest skuteczność kurtyny.

W niniejszym eksperymencie zbudujemy własną miniaturową kurtynę, by przekonać się o jej skuteczności w tłumieniu hałasu.



Il. 1: Kurtyna bąbelkowa pomaga ograniczyć hałas towarzyszący wbijaniu pali w dno morskie © po lewej: Dantysk, po prawej: Hydrotechnik Lübeck

### Jak zaprojektować eksperyment z kurtyną bąbelkową:

#### Potrzebne materiały:

1. **Pompka akwariowa** (nie musi być mocna, wystarczy prosty tani model)
2. **Tuba wodna z bąbelkami** (możesz spróbować wykonać ją samodzielnie wraz z uczniami, jednak w zależności od materiału, z jakiego wykonane są wybrane węże, może się to okazać bardzo trudne; warto skorzystać z komercyjnych tub akwarijnych)
3. **Wąż** do połączenia pompy z tubą powietrzną
4. Wodoodporne **urządzenie dźwiękowe** (zalecamy alarm odstraszaający lub coś podobnego)
5. **Akwarium**, pojemnik lub wiadro wypełnione wodą
6. **Klamry zasysające** do tub akwariowych lub **obciążniki** zapobiegające dryfowaniu tuby w akwarium/wiadrze



## Eksperyment z użyciem kurtyny bąbelkowej

Połącz tubę wodną z pompką akwariową za pomocą dodatkowego węża. Wąż musi być na tyle długi, aby tuba spoczywała w całości na dnie akwarium, a podłączona do źródła zasilania pompa znajdowała się w bezpiecznym miejscu poza zbiornikiem.

Przed rozpoczęciem eksperymentu upewnij się, że ujście tuby jest zatkane i powietrze nie ma drogi ucieczki. Aby kurtyna działała prawidłowo, powietrze powinno wydostawać się wyłącznie otworami rozmieszczonymi na powierzchni. Wylot można uszczelnić kłamarą lub klejem.



Zwiń tubę w ciasną pętlę, tak, by utworzyła mniej więcej dwa pełne pierścienie. Tak uformowaną tubę przymocuj za pomocą ciężarków lub kłamek zasysających do dna pojemnika z wodą.



Jako urządzenia dźwiękowego sugerujemy użycie wodoodpornego alarmu odstrasającego zawieszzonego na sznurku. Po pociągnięciu za sznurek, alarm emituje dźwięk (patrz obrazek po prawej) do momentu wepchnięcia zawlecзки z powrotem do środka. Urządzenie powinno być zanurzone w wodzie, co ułatwia obecność sznurka, i umieszczone w środku przestrzeni ograniczonej przez zwoje tuby.

**UWAGA:** Upewnij się, że alarm jest zanurzony w kolumnie wodnej, a nie leży na dnie zbiornika. Jeśli urządzenie styka się ze ścianami akwarium/wiadra, mogą one zadziałać jak transmitery dźwięku i eksperyment się nie uda, ponieważ wyemitowany dźwięk rozproszy się równomiernie wzdłuż ścian zbiornika.

*Podczas eksperymentu należy zachować ciszę.*

Aby rozpocząć, uruchom alarm zanurzony w wodzie i pozwól uczniom posłuchać wydawanego przezeń dźwięku. Następnie podłącz pompkę akwariową i uruchom kurtynę bąbelkową.

Spadek głośności będzie wyraźnie odczuwalny!

### Informacje dla nauczycieli i edukatorów:

Nie pozwól, by eksperyment trwał zbyt długo, ponieważ ucho ludzkie przyzwyczaja się do głośności dźwięku i dźwięk alarmowy słyszany ponownie po jakimś czasie wydaje nam się głośniejszy.

Z powodu zbyt małej liczby otworów w dostępnych w sprzedaży tubach, wydajność tego eksperymentu nie jest duża, pozwala jednak wyrobić sobie pojęcie o skuteczności rozwiązania, gdy otworów i zwojów jest więcej.

Zanurzając włączone urządzenie dźwiękowe w wodzie, można podjąć próbę wyjaśnienia zjawiska odbicia dźwięku od przeszkody > różnica w gęstości ośrodków, takich jak woda i powietrze, jest ogromna, dlatego też na lądzie nie jesteśmy w stanie usłyszeć, co dzieje się pod wodą. Nie słyszymy mas wody i wydają nam się one ciche. W opisanym przypadku nadal słyszymy jednak dźwięk alarmu, ponieważ jest on bardzo głośny, a ściany zbiornika wynoszą go z powrotem ku górze, bliżej powietrza. Aby to udowodnić, pozwólmy alarmowi opaść na dno, a transmitowany dźwięk okaże się dużo głośniejszy. Uruchom kurtynę bąbelkową ponownie, gdy alarm znajduje się na dnie, a przekonasz się, że nie zadziała, bo dźwięk jest odbijany i przenoszony przez ściany zbiornika/akwarium.

Gdyby urządzenie zostało zanurzone w oceanie lub większym jeziorze, gdzie dźwięk nie ulega odbiciu ani nie jest przenoszony, nie byłibyśmy w stanie usłyszeć alarmu przy powierzchni wody. Zanurzając się w wodzie można usłyszeć więcej dźwięków, ale ponieważ bariera woda-powietrze obecna jest nadal w naszym uchu, wciąż nie słyszymy doskonale pod wodą. Co więcej, wiele podwodnych dźwięków i odgłosów odbieranych przez faunę morską pozostaje poza granicą słyszalności ludzkiego ucha. Często zapominamy o zagrożeniach wynikających z podwodnego hałasu.