

### [Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



**[Laboratoria](#)**  
**[.net](#)**  
**[Innowacje](#)**  
**[Nauka](#)**  
**[Technologie](#)**

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Felieton](#)

## **Porozmawiać pod wodą**



**Jak poznawanie sposobów komunikowania się fok przynosi postęp w urządzeniach służących nurkom do porozumiewania się.**

### **Łukasz Nowak**

Rozmowa jest dla nas najbardziej naturalną i oczywistą formą komunikacji. Komunikacja zaś to element niezbędny do współdziałania każdego zespołu. Nurkujemy zazwyczaj w takich właśnie zespołach. Ma to swoje głębokie uzasadnienie, motywowane względami bezpieczeństwa (sytuacje potencjalnie śmiertelnie niebezpieczne dla samotnego nurka mogą często zostać łatwo opanowane przez współdziałających partnerów), ale także komfortu i przyjemności czerpanej z eksploracji podwodnego świata. Dobre praktyki i wytyczne prezentowane przez czołowe organizacje nurkowe na świecie zabraniają wręcz samotnych zejść pod wodę. Jeżeli więc już znajdziemy się pod nią – koniecznie w dobrym towarzystwie – jakie mamy możliwości, aby porozumieć się z naszymi partnerami nurkowymi? Obecnie jesteśmy zdani przede wszystkim na język gestów. Każdy początkujący adept nurkowania zostanie odpowiednio przeszkolony z takich właśnie form komunikacji podczas wprowadzających kursów. Niestety, w praktyce ogranicza nas to do niewielkiego zbioru ustalonych i zapamiętanych wcześniej komunikatów. Możemy także zabrać ze sobą pod wodę specjalny notes z wodoodpornymi kartkami, po których będziemy pisać ołówkiem. Tyle że komunikacja prowadzona w ten sposób będzie nie tylko strasznie powolna, ale także angażuje na dłuższy czas obydwie nasze ręce i naszą uwagę. Możemy wreszcie zaprząć do pracy współczesną technologię i wyposażyć się w specjalną maskę pełnotwarzową ze zintegrowanym elektronicznym systemem komunikacji. Taki system składa się z wodoodpornego mikrofonu oraz słuchawki, a także odbiornika i nadajnika przesyłającego sygnał za pośrednictwem długiego kabla lub ultradźwięków. Dlaczego nie ma podwodnych wersji klasycznych radiotelefonów? Otóż woda w przeciwieństwie do powietrza świetnie przenosi fale akustyczne (jest to w istocie najbardziej efektywna forma transportu energii w tym środowisku) oraz dobrze tłumi fale elektromagnetyczne (a więc m.in. radiowe i światło – dlatego też do badania środowiska wodnego używamy przede wszystkim sonarów i echosond, a nie kamer optycznych). Tak czy siak, jesteśmy więc albo zdani na powolne i nieefektywne formy komunikacji, albo bardzo drogi i złożony system elektroniczny, który dodatkowo jest całkowicie niekompatybilny ze standardowym wyposażeniem nurka i zapewnia bardzo wątpliwej jakości transmisję dźwięku. Cóż więc robić? Spróbujmy przyjrzeć się stworzeniom zamieszkującym głębiny i poszukać tam inspiracji...

### **Podwodna cisza**

Ssaki morskie oddychają powietrzem – tak jak my. Powietrze wypełnia też ich aparaty głosowe, a dźwięki wydają, przeważnie wydychając powietrze. Również tak jak my. Cóż więc takiego mają one, czego nam brakuje, a co pozwala im prezentować pod wodą całą gamę odgłosów? Nie chodzi tutaj tylko o przystosowanie do konkretnego środowiska. W końcu foki, które na lądzie poruszają się

niemal tak samo niezgrabnie i ociężale jak my pod wodą, potrafią nawoływać się na powierzchni na znaczne odległości. Gdy zaś my włożymy głowę pod wodę i spróbujemy krzyknąć, słychać będzie najwyżej bardzo cichy, mocno stłumiony i zniekształcony dźwięk, modulowany w takt bąbli powietrza uchodzących z naszych ust.

Budowa i funkcjonowanie aparatu mowy człowieka są dobrze poznane i opisane. Powietrze wydychane z płuc przechodzi przez krtań, w której znajdują się fałdy głosowe. Fałdy te, otwierając się i zamykając, mogą wprawiać przepływające powietrze w drgania. Dalej na drodze przepływu znajdują się jeszcze m.in. jama gardłowa, ustna i nosowa, język, zęby i usta. Wszystkie te elementy działają jak filtry akustyczne, podkreślające lub tłumiące pewne składowe drgań. Zmieniając ułożenie poszczególnych elementów w torze głosowym, zmieniamy właściwości tych filtrów. Najlepiej zaobserwować to na własnym przykładzie, wypowiadając kolejno samogłoski: „a”, „o”, „u”, „i”, „e”. Aby wyartykułować kolejne dźwięki, nieświadomie wykonujemy bardzo skomplikowaną gimnastykę ustami i całym wnętrzem naszego gardła, modulując pierwotny dźwięk wzbudzany przez nasze struny głosowe.

Nie wnikając zbyt głęboko w zagadnienia fonetyki, wystarczy, że zauważymy i zapamiętamy ogólny wniosek, że rolą naszego układu mowy jest wzbudzenie drgań powietrza, które następnie rozchodzą się jako dźwięk w... powietrzu. Co się dzieje, gdy taki dźwięk natrafi na powierzchnię wody? Ulega prawie całkowitemu odbiciu. Wynika to z bardzo dużych różnic parametrów akustycznych ośrodków: gęstość wody jest ponad 800 razy większa niż powietrza, a prędkość rozchodzenia się fal akustycznych - ponad 4 razy większa. Wszystko to sprawia, że z punktu widzenia dźwięku rozchodzącego się w powietrzu powierzchnia wody przypomina ścianę. Najłatwiej się o tym przekonać na basenie, nad jeziorem lub nad innym dużym zbiornikiem wodnym. Wystarczy zanurzyć w wodzie głowę (całą), aby praktycznie zupełnie odciąć się od wszystkich dźwięków otoczenia. Dlatego też wielu nurków ceni sobie ciszę i spokój podwodnego świata...

### **Czym mówi foka?**

Wróćmy teraz do ssaków morskich. W Polsce najłatwiej zaobserwować foki szare. Występują one w naszej części Morza Bałtyckiego, ale znacznie łatwiej i wygodniej będzie przyjrzeć się im np. w fokarium Stacji Morskiej Uniwersytetu Gdańskiego w Helu. Samice co roku wydają na świat młode, które po kilku miesiącach są wypuszczane na wolność i zasilają lokalną populację tych zwierząt. Foki szare posiadają rozbudowany repertuar dźwięków, które wydają zarówno pod wodą, jak i na powierzchni. Niestety, aby ich posłuchać, trzeba uwzględnić dwa istotne ograniczenia. Po pierwsze, z wyjątkiem okresu godowego, przypadającego raz do roku w okolicach lutego i marca, foki szare nie mają sobie zbyt wiele do powiedzenia i przeważnie milczą (niektórzy być może dopatrzą się w tym miejscu kolejnych podobieństw między fokami i ludźmi...). Po drugie, dźwięki wydawane pod wodą są słyszalne praktycznie tylko tam i do ich odsłuchania będziemy potrzebowali hydrofonu - jest to rodzaj specjalnego mikrofonu, dostosowanego do pracy pod wodą. Wyjątkiem są tutaj zawołania godowe samców, przypominające odgłos pracującego młota pneumatycznego. Dźwięki te są na tyle głośne, że mogą przenosić się przez elementy konstrukcji zanurzonych częściowo w wodzie i tą drogą trafiać przez powietrze aż do naszych uszu.

Obserwując foki szare, wydające dźwięki pod wodą, możemy zauważyć, że zjawiskom tym towarzyszy wydech powietrza przez nos, przejawiający się powstawaniem bąbli w wodzie. Można stąd wysnuć wniosek, że także w przypadku tych zwierząt przepływ powietrza stanowi istotny element procesu powstawania głosu. Dźwięki te są często bardzo głośne i wyraźne, bez śladów zniekształceń i silnego tłumienia, jakiemu podlega pod wodą nasza mowa. Dodatkowo możemy także zauważyć, że odgłosy wydawane przez foki częściowo zanurzone w wodzie, z głową nad powierzchnią, są bardzo dobrze słyszalne zarówno pod, jak i nad wodą. Stąd można wysnuć wniosek, że w przypadku fok to nie powietrze uchodzące z nosa podczas wokalizacji jest podstawowym nośnikiem dźwięku, ale że jego

źródłem są drgania powierzchni ciała zwierzęcia. Drgania te mogą swobodnie przenosić się dalej zarówno w powietrzu, jak i w wodzie. Analogicznie, chociaż zanurzywszy głowę w basenie przestajemy słyszeć dźwięki z powierzchni, to jeżeli postukamy w metalową drabinę, przenoszony przez nią dźwięk będzie słyszalny i na powierzchni, i pod wodą.

Z czysto technicznego punktu widzenia możemy spojrzeć na fokę jako na niesamowicie skomplikowany układ akustyczny. Chcielibyśmy zajrzeć do środka tego układu i odtworzyć zjawiska stojące za wydobywającymi się z niego dźwiękami. Znaleźć pierwotne źródło drgań, zbadać, jakie dokładnie mechanizmy stoją za tym procesem oraz którędy (z udziałem jakich struktur anatomicznych) fale akustyczne są przenoszone do zewnętrznych powłok ciała i dalej do otoczenia. Dokładny opis tych mechanizmów otworzyłby nam zapewne drogę do opracowania nowego rodzaju układów hydroakustycznych, które mogłyby znaleźć zastosowanie w podwodnej komunikacji i nawigacji. Jednym z kluczowych pytań, na które chcielibyśmy znaleźć odpowiedź, jest to, czy wytwarzanie dźwięku wewnątrz ciała foki polega wyłącznie na wzbudzeniu wibracji pewnych tkanek za pomocą opływu wydychanego powietrza (jak stroik w harmonijce ustnej), czy też dźwięk ten jest wynikiem rezonansu powietrza w zamkniętych przestrzeniach (jak w gwizdku lub piszczałce) i dopiero wtórnego wzbudzenia drgań tkanek otaczających te przestrzenie.

**Więcej w miesięczniku „Wiedza i Życie” nr [10/2016](#) »**

<http://laboratoria.net/felieton/26153.html>

**Informacje dnia:** [PCI Days 2025 - Targi dla Przemysłu Farmaceutycznego i Kosmetycznego Nie tylko szczepienia przeciw HPV ważne w prewencji raka szyjki macicy Jak skutecznie poradzić sobie z bezsennością](#) [Naukowcy stworzyli beton z dodatkiem wody słonej zamiast słodkiej Nie trzymajmy dzieci pod kloszem z tematem śmierci](#) [Dużo światła w nocy może prowadzić do przedwczesnej śmierci](#) [PCI Days 2025 - Targi dla Przemysłu Farmaceutycznego i Kosmetycznego Nie tylko szczepienia przeciw HPV ważne w prewencji raka szyjki macicy Jak skutecznie poradzić sobie z bezsennością](#) [Naukowcy stworzyli beton z dodatkiem wody słonej zamiast słodkiej Nie trzymajmy dzieci pod kloszem z tematem śmierci](#) [Dużo światła w nocy może prowadzić do przedwczesnej śmierci](#) [PCI Days 2025 - Targi dla Przemysłu Farmaceutycznego i Kosmetycznego Nie tylko szczepienia przeciw HPV ważne w prewencji raka szyjki macicy Jak skutecznie poradzić sobie z bezsennością](#) [Naukowcy stworzyli beton z dodatkiem wody słonej zamiast słodkiej Nie trzymajmy dzieci pod kloszem z tematem śmierci](#) [Dużo światła w nocy może prowadzić do przedwczesnej śmierci](#)

**Partnerzy**