

# Czy rebreathery są odpowiednie dla nurków rekreacyjnych? Część 1

Wiele elementów sprzętu używanych przez nurków technicznych wygląda inaczej niż sprzęt, z którego korzystają nurkowie rekreacyjni. Mimo to w większości przypadków podstawowe zasady jego działania są takie same. Największym wyjątkiem od tej reguły jest sytuacja, w której nurkowie techniczni wykorzystują rebreathery zamiast obiegu otwartego. Korzyści używania rebreatherów są oczywiste dla nurków technicznych, ale czy można powiedzieć to samo o nurkach rekreacyjnych? Kilku producentów sprzętu stworzyło rebreathery przeznaczone głównie na rynek nurkowania rekreacyjnych, a na [Rebreather Forum 3.0](#) w roku 2012 specjalnie omawiano ten temat. Stwierdzenie, z którym zgodzili się wszyscy uczestnicy tej konferencji brzmiało:

*Forum uznaje i wspiera inicjatywy branży nurkowej i organizacji szkoleniowych mające na celu określenie „rekreacyjnego” i „technicznego” nurtu szkolenia nurków rebreatherowych. Te dwie grupy będą miały inne wymagania dotyczące funkcjonowania, szkolenia i sprzętu.*

Biorąc pod uwagę informacje o nadchodzącym [Rebreather Forum 4.0](#) nadszedł czas, aby ponownie omówić ten temat i sprawdzić, czy dla nurków rekreacyjnych zmiana konfiguracji na rebreather ma sens.

Rebreather to urządzenie, które ponownie wykorzystuje gaz wydychany przez nurka i usuwa wyprodukowany przez niego dwutlenek węgla. Główną zaletą rebreathera jest o wiele większa efektywność zużycia gazu. Podczas oddychania powietrzem na powierzchni do procesów metabolizmu zużywamy do 4% tlenu z powietrza, a resztę tlenu i cały azot wydychamy. Oznacza to, że 96% gazu, którym oddychamy ucieka z każdym wydechem.

Na głębokości sytuacja wygląda jeszcze gorzej ze względu na to, że oddychamy gazem pod o wiele wyższym ciśnieniem, czyli każdy oddech zawiera o wiele więcej powietrza. Na głębokości 40 metrów podczas każdego wdechu wciągamy do płuc pięć razy więcej powietrza w porównaniu z oddychaniem na powierzchni, a na głębokości 90 metrów powietrze, które wdychamy miałoby dziesięciokrotnie większą objętość na powierzchni.

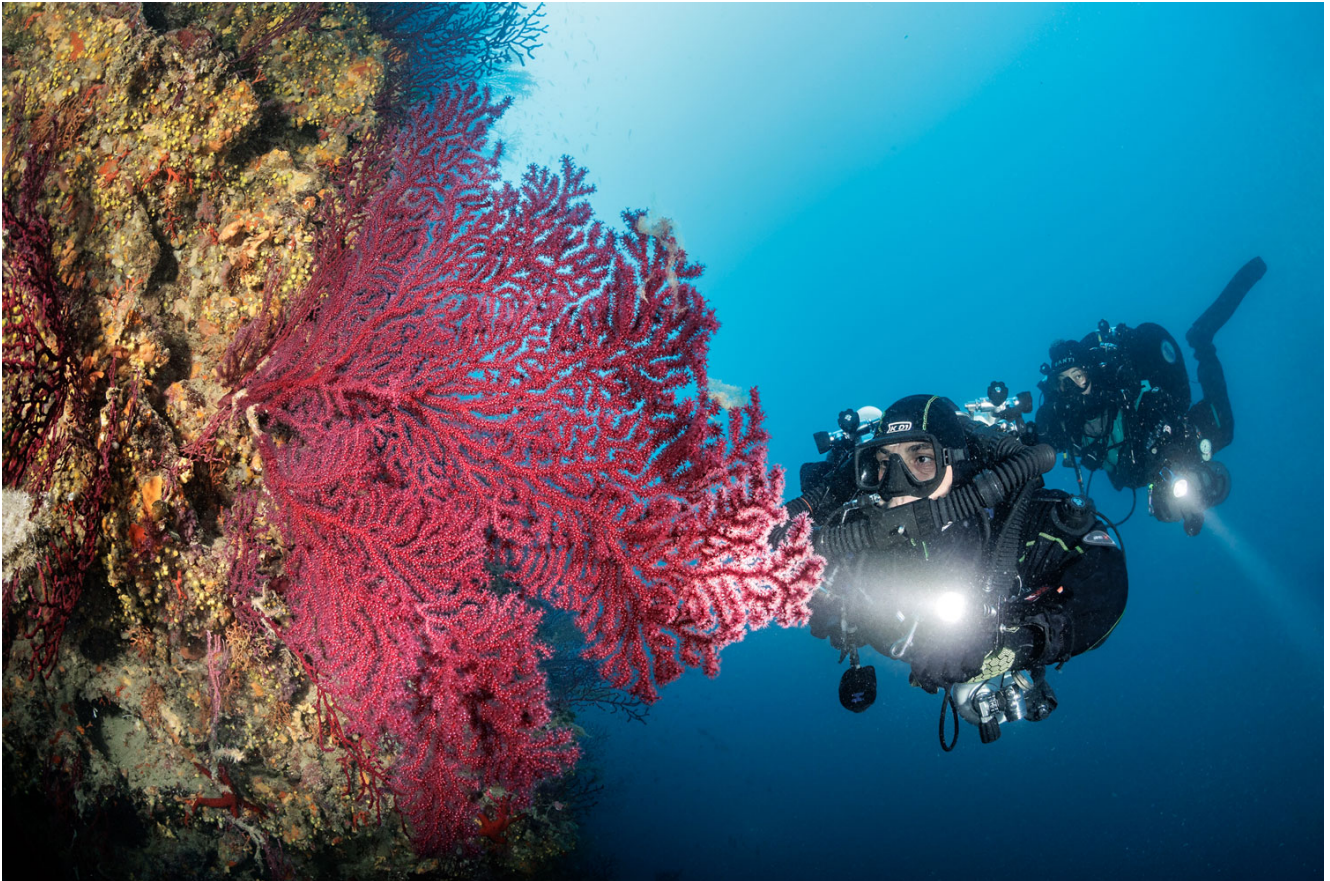
Przy każdym wydechu gaz ten jest usuwany przez drugi stopień automatu i wypływa na powierzchnię. Jest to nieefektywna strategia, ponieważ nasz organizm wciąż potrzebuje tej samej ilości tlenu, ale aby ją uzyskać, z każdym oddechem marnujemy dziesięć razy więcej gazu. Jest to jeden z powodów, dlaczego podczas nurkowania na obiegu otwartym kluczowe jest [planowanie zużycia gazu](#) i [tempo oddychania](#).

Czynnikiem ograniczającym nurkowania na obiegu otwartym na głębokość 90 metrów prawie na pewno będzie ilość gazu, który nurek musi ze sobą zabrać. Rebreather eliminuje ten problem, ponieważ ponownie wykorzystuje gaz wydychany przez nurka. Dlatego aby wykonać to samo nurkowanie co na obiegu otwartym, nurek nie musi zabierać ze sobą tak dużo gazu, ponieważ go nie marnuje.

## Korzyści z nurkowania na rebreatherze dla nurków technicznych

Rebreather działa na takiej zasadzie, że wychwytuje gaz wydychany przez nurka, nie pozwala mu uciec i używa go do kolejnego wdechu. Niewielki procent tlenu, który został wykorzystany przez organizm jest uzupełniany przez rebreather w pętli oddechowej. Oznacza to, że zamiast tracić większość gazu z każdego wydechu, ponownie wykorzystujemy cały jego zapas.

Ponownie użycie gazu daje nurkowi technicznemu trzy kluczowe korzyści.



## 1 - Czas zużycia gazu

Po pierwsze nie musimy zabierać nawet w przybliżeniu tak dużo gazu jak nurkowie na obiegu otwartym. Ilość tlenu zużywanego przez organizm jest mniej więcej jednakowa na każdej głębokości, dlatego zapas tlenu starczy na tyle samo czasu na 100 metrach co na 20 metrach. Dzięki diluentowi gaz w pętli oddechowej nie marnuje się i może być ponownie wykorzystany, dlatego używamy tej samej ilości gazu niezależnie od głębokości. To w ogromnym stopniu zmniejsza ilość gazu, którego potrzebujemy do wykonania nurkowania. Zamiast brać ze sobą butle o pojemności 20 litrów, możemy wziąć dwie butle trzylitrowe.

Podczas nurkowania na obiegu otwartym zużywamy o wiele więcej gazu na większej głębokości ze względu na ciśnienie, dlatego im głębiej nurkujemy, tym większe butle musimy ze sobą wziąć. Mimo to gaz w tych butlach zostanie zużyty bardzo szybko, dlatego ilość dostępnego gazu staje się najbardziej kluczowym elementem naszego planowania nurkowania.

Podczas nurkowania na rebreatherze zużywamy gaz w tym samym tempie niezależnie od głębokości, dlatego ilość gazu, który mamy ze sobą nie jest już czynnikiem ograniczającym nurkowanie. To oznacza, że brak gazu podczas nurkowań na rebreatherze jest o wiele mniejszym problemem niż na obiegu otwartym. Zamiast tego kluczowymi czynnikami stają się: dekompresja, czas działania absorbentu dwutlenku węgla i toksyczność tlenowa.

## 2 - Koszt gazów

Jednym z kluczowych czynników, który należy wziąć pod uwagę podejmując decyzję o rozpoczęciu

nurkowań na rebreatherze są koszty. Należy uwzględnić następujące dwa aspekty: cenę rebreathera obejmującą jego zakup i serwis oraz porównanie kosztów nurkowań na rebreatherze i na obiegu otwartym. Jedną z największych wad wykonywania nurkowań na trimiksie na obiegu otwartym jest cena gazów. Napełnienie trimiksem twinsetu może kosztować od 30 euro za dość słabą mieszaninę, którą można stosować do głębokości 40 metrów do ponad 200 euro za mieszaninę odpowiednią do nurkowania na głębokość 100 metrów.

Z tego powodu każde nurkowanie trimiksowe jest dość drogą imprezą. Z drugiej strony rebreather wykorzystuje o wiele mniejsze butle, ponieważ nie tracimy gazu, ale wykorzystujemy go ponownie, dzięki czemu zużywamy go o wiele mniej, a jego koszt jest dużo niższy. Być może za mieszaniny opisane powyżej zapłacimy tylko 10-20 funtów. Dzięki temu oszczędzamy dość sporo w porównaniu do nurkowania na obiegu otwartym. Może to być bardzo atrakcyjna opcja, jeśli wydajesz dużą sumę za każde napełnienie butli na nurkowanie na obiegu otwartym.

Niestety musimy wziąć pod uwagę również koszt samego rebreathera. W zależności od modelu za rebreather możemy zapłacić między 4 a 8 tysięcy funtów. Jeśli zdecydujesz się na starszy, używany model, być może uda Ci się kupić go za mniejszą kwotę. Do początkowej ceny rebreathera musisz doliczyć szkolenie, które prawdopodobnie wyniesie kolejny tysiąc funtów, a potem na pewno będziesz ponosić koszty zakupu dodatkowego sprzętu do podstawowego rebreathera. Z tego powodu nie jest niczym niezwykłym, że koszt rozpoczęcia nurkowań na rebreatherze wynosi między 6 a 10 tysięcy funtów. Musiałbyś robić wiele nurkowań trimiksowych, aby oszczędzić tyle, że będziesz w stanie zrównoważyć ten wstępny wydatek.

Większość nurków nie wykonuje wystarczającej liczby nurkowań, aby wytłumaczyć zakup rebreathera tym, że oszczędzają na kosztach gazów. Jeśli robisz mniej niż 20 nurkowań trimiksowych w ciągu roku, taki zakup nie jest opłacalny.



### 3 - Logistyka związana z gazami

Trzecią korzyścią, którą daje mniejsze zużycie gazu jest wiele o prostsza logistyka związana z przewożeniem butli podczas długich wypraw nurkowych. Nurkowie na obiegu otwartym zazwyczaj używają twinsetu z butlami o objętości 12L, 15L a nawet 18L na każdym nurkowaniu trimiksowym. Dodatkowo mogą mieć do 4 butli stage z gazami dekompresyjnymi podczas każdego nurkowania. Aby je wykonać, potrzebują dużo dodatkowego helu i tlenu, a codzienne napełnianie dużych butli, które mają na plecach i butli dekompresyjnych jest drogie, pracochłonne i zajmuje dużo czasu.

Dzięki temu, że w rebreatherze butle są mniejsze, logistyka ich ładowania jest o wiele prostsza. Objętość potrzebnego gazu jest o wiele mniejsza podczas napełniania butli o objętości 3 litrów niż twinsetu o objętości 2 x 12 litrów, dzięki czemu możliwe jest zabranie wystarczającej ilości gazu nawet na cały weekend nurkowy. Jest to ogromna różnica w porównaniu do nurkowania na obiegu otwartym, podczas którego będzie potrzebna znacząca ilość helu i tlenu, ponieważ większość tych gazów zostanie wydalona przez nurka z oddechem i zmarnowana.

Może to mieć ogromne znaczenie, jeżeli w Twojej okolicy nie ma lokalnego centrum nurkowego, które napełnia butle trimiksem. Kiedy musisz jechać 80 km tam i z powrotem, aby zostawić twinset do napełnienia trimiksem, a potem zrobić to samo następnego dnia, żeby go odebrać, wtedy logistyka staje się bardzo ważna. Podobnie jeśli nurkujesz w miejscu, gdzie nie ma łatwego dostępu do centrum nurkowego, które napełnia butle trimiksem, możliwość zabrania swojego własnego gazu ułatwia planowanie i logistykę.

Oczywiście taki scenariusz zakłada, że rebreather zawsze będzie działał jak należy. W razie problemów z rebreatherem, musimy mieć również gaz na obiegu otwartym, dzięki któremu możemy bezpiecznie dotrzeć do powierzchni. W takim wypadku musimy mieć butlę bailoutową, z której możemy zacząć oddychać na maksymalnej głębokości i która zawiera wystarczającą ilość gazu, aby umożliwić nam wynurzenie na powierzchnię wykonując wszystkie przystanki dekompresyjne.

W odróżnieniu od nurka na obiegu otwartym, nurek na rebreatherze nie będzie używał butli stage (chyba że dojdzie do sytuacji awaryjnej), ale będzie ją musiał zabrać ze sobą. Na obiegu otwartym nurek zużyje gaz z butli dekompresyjnych stage na każdym nurkowaniu, dlatego codziennie będzie je musiał napełniać.

### 4 - Dekompresja

Kolejną zaletą rebreathera jest skrócenie czasu dekompresji w porównaniu do takiego samego nurkowania na obiegu otwartym. Jeśli ktoś nurkuje z twinsetem i butlami stage, może zaplanować swoje nurkowanie tak, aby na największej głębokości oddychać optymalną mieszaniną (czyli taką, która ma najwyższe możliwe stężenie tlenu, ale nadal jest bezpieczna dla nurka, ponieważ  $PO_2 \leq 1,4$  ATA). Dzięki temu zmniejsza ilość gazu obojętnego absorbowanego przez organizm.

Nurek musi również wybrać gazy dekompresyjne w butli stage mając na uwadze to, aby podczas dekompresji jak najszybciej pozbyć się gazu obojętnego. Jednak wybór każdego gazu będzie zawsze kompromisem - gaz denny powinien zawierać tak dużo tlenu, jak to możliwe, ale należy również uwzględnić marginesu błędu w razie, gdyby nurkowanie było głębsze niż zaplanowano.

Jeśli nurek wynurza się z planowanej maksymalnej głębokości, mieszanina w jego butli nie jest już mieszaniną optymalną. Podobnie mieszanina dekompresyjna będzie najbardziej efektywna tylko na głębokości, na której nurek zmienia butlę. Nurek mógłby już wcześniej zmienić mieszaninę na taką, która zawiera mniej tlenu, a na kolejnych przystankach zawsze będzie istnieć mieszanina bardziej bogata w tlen,

która mogłaby zapewnić szybsze usuwanie gazu obojętnego z organizmu.

Podczas nurkowania na rebreatherze takie problemy nie występują, ponieważ mieszanina gazów, którą nurek oddycha jest przez cały czas dostosowywana do głębokości. Rebreather (lub sam nurek w przypadku rebreatherów sterowanych ręcznie) dodaje tlen do mieszaniny, dzięki czemu nurek ma pewność, że oddycha mieszaniną z jak najmniejszą zawartością gazu obojętnego.

Na danej głębokości nurek może upewnić się, że mieszanina w pętli oddechowej rebreathera zawiera maksymalne, bezpieczne z fizjologicznego punktu widzenia stężenie tlenu, czyli jak najmniejsze stężenie gazu obojętnego.

To samo dzieje się, kiedy nurek zaczyna się wynurzać i wykonuje przystanki dekompresyjne - oddychanie mieszaniną o jak największej zawartości tlenu przyspiesza usuwanie gazów obojętnych i skraca wymaganą dekompresję. W ten sposób rebreather przez cały czas zapewnia najlepszy gaz do oddychania na głębokości, na której nurek się znajduje.

Aby uzyskać ten sam efekt na obiegu otwartym, podczas wynurzania nurek musiałby zmieniać mieszaninę oddechową co metr, ponieważ tylko w ten sposób miałby stały dostęp do najlepszego gazu dekompresyjnego. Z tego powodu rebreather jest czasami nieoficjalnie nazywany „generatorem najlepszych mieszanin”.

Przekonałiśmy się, że rebreather daje nurkom technicznym kilka znaczących korzyści w porównaniu do nurkowania na obiegu otwartym. W **części 2** sprawdzimy, czy nurkowie rekreacyjni mogą cieszyć się tymi samymi korzyściami co ich techniczni koledzy.



**CZY TO CZAS NA ODNOWIENIE CZŁONKOSTWA W DAN?**

Prosimy, abyś sprawdził datę ważności na twojej karcie członkowskiej DAN Europe. Jeśli twoje członkostwo już wygasło, odnow je jeszcze dzisiaj. Twoje ciągłe członkostwo gra kluczową rolę we wspieraniu bezpieczeństwa nurkowania.

**ODNÓW TERAZ**

## O autorze

Mark Powell miał swoje pierwsze doświadczenie nurkowe w wieku 10 lat, kiedy wziął udział w nurkowaniu wstępnym (try dive) na lokalnym basenie. Od razu połknął haczyk. W 1987 roku ukończył kurs i od tego momentu ciągle nurkuje. Mark został instruktorem w 1994 roku i szkoli do dnia dzisiejszego. W 2002 roku założył Dive-Tech, firmę nurkową specjalizującą się w nurkowaniu technicznym, której celem jest przeprowadzanie najwyższej jakości kursów. Dive-Tech zapewnia szkolenia nurkowania technicznego na wszystkich poziomach, w tym CCR Advanced Mixed Gas Instructor Trainer. Mark ma certyfikat Instructor Trainer w TDI/SDI i jest członkiem światowego zespołu doradczego ds. szkoleń w TDI/SDI. Reprezentuje

również TDI/SDI w kilku międzynarodowych grupach ustalających standardy. Regularnie zamieszcza swoje artykuły w magazynach nurkowych, jest autorem książek „Deco for Divers” i „Technical Diving: An Introduction” i częstym mówcą na konferencjach nurkowych na całym świecie.

---

**Tłumacz:** [Agnieszka Kostera-Kosterzewska](#)