



# Jaką kotwicę zastosować?

W grudniu 2003 roku Tim Bartlett przeprowadził badanie funkcjonalności kotwic, które opublikował w miesięczniku „Sailing Today” (lipiec 2004). Jaki rodzaj kotwicy okazał się najskuteczniejszy?

**D**o celów porównawczych użyto cztery najbardziej popularne kotwice: CLAW („pazur” – konstrukcja Bruce’a), CQR, DANFORTH, DELTA.

Badania przeprowadzono w miejscach, gdzie występowały cztery typy dna (w obszarze Zatoki Solent): żwirowe, gliniaste, piaszczyste, błotniste. Jako jednostki użyto 22-stopowej szalupy, gdzie w części centralnej rufy zamocowano skalibrowany siłownik, do którego zaczepiono 14 metrów łańcucha i kolejne kotwice. Próby przeprowadzono na głębokości ok. 2,8 metra. Sprawdzano szybkość zakotwiczenia w stosunku do pozycji na łodzi, przy znoszącym kierunku dryfu i przeciwnym wietrze.

W żeglarskim stajemy na kotwicy najczęściej z następujących przyczyn:

- przygotowując się do rejsu (stawianie żagli),
- robiąc przerwę na posiłek lub nocleg,
- szukając schronienia przed wejściem na mieliznę, w złą pogodę albo w wyniku awarii silnika.

Stawanie na kotwicy będzie prostym zadaniem jeśli spełnimy podstawowe zasady:

- dobierzemy odpowiednią kotwicę do rejonu naszej wyprawy,
- do kotwicy powinien być przymocowany określony odcinek łańcucha kotwicznego zgodnie z przepisami PRS – jako bardziej odporny na zniszczenie przez osady dennie,
- zgodnie z przepisami PRS, dla jachtów, których wskaźnik:  $55 > W > 19 \text{ m}^2$  pomiędzy kotwicą a liną, będzie zamocowany odcinek łańcucha bezrozpórkowego o określonej średnicy i długości 9 m, zaś dla  $W \leq 19 \text{ m}^2$  długość łańcucha powinna wynosić 6 m (w tym przypadku ogniwo łańcucha wystarczy 6 mm).

Wskaźnik  $W$  wyznaczamy wg wzoru:

$$W = L(0,3B + 0,6H) + 0,3N + 5,5 V_k^{2/3} \text{ [m}^2\text{]}$$



**Gdzie:**

**L** – długość [m] – bez dodatkowego określenia oznacza długość klasyfikacyjną równą średniej arytmetycznej z długości całkowitej i długości w linii wodnej,

**B** – szerokość [m] – szerokość kadłuba jachtu mierzona w jego najszerszym miejscu na zewnętrznej powierzchni poszycia, z pominięciem odbojnic,

**H** – wysokość boczna [m] – wysokość kadłuba mierzona w płaszczyźnie owręza – od dolnej krawędzi stępki lub od dolnej krawędzi płetwy balastowej, do górnej krawędzi pokładu głównego lub pokładu nadbudówki przy burcie lub do krawędzi przecięcia się płynnego przedłużenia powierzchni pokładu z płynnym przedłużeniem burty. Dla jachtów z płetwą miecza lub z podnoszoną płetwą balastową wysokość boczna będzie ustalana odrębnie przez PRS,

**N** – pole powierzchni bocznej pokładówki lub nadbudówki, jeśli ich szerokość lub długość przekracza wartość  $0,5B \text{ [m}^2\text{]}$ ,

**V<sub>k</sub>** – wyporność konstrukcyjna [m<sup>3</sup>] – objętość zanurzonej części kadłuba jachtu całkowicie wyposażonego do żeglugi, ale bez załogi, paliwa, wody i żywności.

W razie zastosowania liny nylonowej (stylonowej) zamiast łańcucha jako liny kotwicznej, jej wytrzymałość nie może być mniejsza niż 29 kN, czyli należy użyć liny o średnicy min. 12 mm (dotyczy to jednostek o  $W < 19 \text{ m}^2$ ). Sumaryczna długość liny kotwicznej z łańcuchem powinna wynosić 55 m. Nylonowa lina kotwiczna, przywiązana do łańcucha, rozciągając się pod wpływem naprężenia będzie amortyzowała uderzenia fal o kadłub jachtu.

**Procedura kotwiczenia**

- Wybierz obszar, który oferuje maksymalne schronienie od wiatru i ruchu łodzi.
- Określ głębokość wody i sprawdź rodzaj dna (raczej piasek albo błoto).

## Kotwica typu CLAW, 15 kg

Skuteczność ● ○ ○ ○

Współczynnik korzyści  
stosunek własności do kosztu kotwicy

(MIN) 1 2 3 **4** 5 (MAX)

Dostępne masy kotwic

1; 2; 5; 7,5; 15; 20; 30;  
50; 80 kg



Do badań nie użyto oryginalnej kotwicy Bruce'a, gdyż nie uzyskano od producenta zgody. Użyto podobnej kotwicy produkowanej w Anglii i o połowę tańszej.

Kotwica o wadze 15 kg i parametrach:

- o ramieniu „L”, gdzie dłuższe ramię o wymiarze 625 mm, krótsze 385 mm,
- rozpiętość „pazura” to 420 mm.

Kotwica jest nieporęczna przy przenoszeniu, lecz brak ruchomych elementów ułatwia jej mocowanie na pokładzie oraz przy niewprawnym podnoszeniu nie spowoduje zgniecenia palców.

### Żwir

Na dnie żwirowatym był problem z zaczepieniem się jej i wbiciem w dno.

Kotwica wlokła się, dając opór w wielkości około 20-40 kg na łańcuch, czasem tylko opór wzrastał do prawie 50 kg. Uzyskano maksymalny opór w wysokości 59 kg.

### Glina

Pomimo wielokrotnych prób uzyskania wbicia się kotwicy w podłoże, nie udało się uzyskać pełnego zakotwiczenia. Uzyskano uchwyt kotwiczny w wysokości około 100 kg, lecz dryfująca łódź wyciągała kotwicę z podłoża. Zarejestrowano maksymalne obciążenie wynoszące 190 kg zaczepienia się kotwicy o dno.

### Piasek

Na dnie piaszczystym kotwica dość szybko zagłębiła się, naprężając łańcuch kotwiczny z siłą 100-200 kg. Gdy jednak obciążenie na siłowniku wzrosło do wartości ponad 200 kg, kotwica „puściła” i po kilku sekundach ponownie zagłębiła się w dnie.

### Muł

„Trójpazur” równo wszedł w dno i miękko naprężając łańcuch stawiał opór.

Na siłowniku wartość odczytanego oporu kotwicy powoli rosła, gdy jeszcze kotwica nadal zagłębiała się w dno do wartości 300 kg i utrzymała jednostkę w miejscu.

- Określ potrzebną długość liny kotwicznej. Ogólna zasada: 5-7 razy więcej liny kotwicznej niż głębokość od lustra do dna plus odcinek od zaknagowania liny do lustra wody.
- W wybranym miejscu kotwiczenia upewnij się, że cyrkulacja jednostki na kotwicy nie będzie przeszkadzać innym jednostkom znajdującym się w pobliżu na wodzie i nie zbliży się do płycizny. Promień cyrkulacji można obliczyć według wzoru:

$$R = L + I_1 + I_2$$

gdzie:

L – długość jachtu,

$I_1$  – odległość pozioma od dziobu jachtu do miejsca leżącej na dnie kotwicy,

$I_2$  – przewidywana długość liny kotwicznej, którą możemy wyluzować w przypadku pogorszenia się warunków pogodowych.

Wartość  $I_1$  możemy wyliczyć ze wzoru:

$$I_1 = \sqrt{(l^2 - h^2)}$$

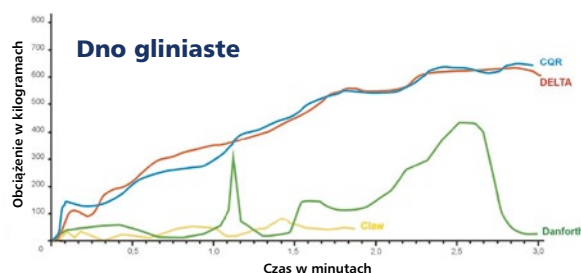
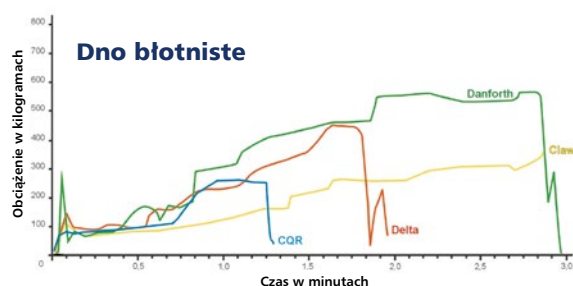
gdzie :

l – długość wyluzowanej liny kotwicznej,

h – odległość pionowa od pokładu do dna.

- Zabezpiecz koniec liny kotwicznej, jej określony odcinek.
- Zatrzymaj się w miejscu, gdzie chcesz rozpocząć kotwiczenie.
- Powoli wypuszczaj kotwicę za burtę (nie wyrzucaj jej, bo może cię znosić, póki nie zagłębi się w dno).
- Kiedy cała długość liny kotwicznej znajdzie się za burtą, wycofaj się na biegu jałowym silnika, tak aby ustaliło się położenie kotwicy.
- Kiedy lina napręży się i upewnij się co do zakotwiczenia, sprawdź namierniki w stosunku do łodzi. Co pewien czas należy sprawdzać swoje położenie, czy nie nastąpi dryf.

## Wykresy kotwiczenia kotwic typu: CQR, DELTA, DANFORTH, CLAW na różnych dnach





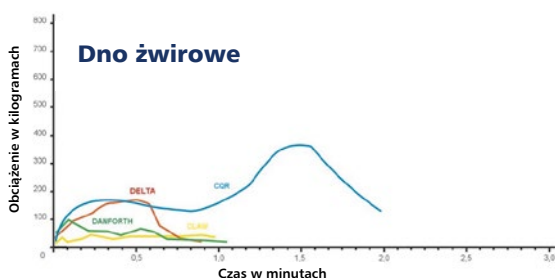
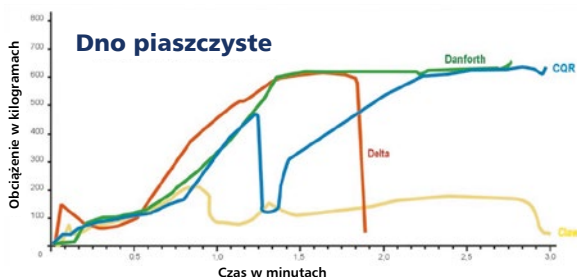
- Nie zakładaj cumy kotwicznej od rufy (wyjątkiem może być cumowanie w zatoce, gdzie spadające z góry wiatry potrafią odkręcić o 180 stopni).
- Na linie miękkiej nie powinno być żadnych węzłów (osłabienie jej może dojść do 50%), przeszorowanie przez krawędź pokładu powinno być zabezpieczone, aby nie następowało przecieranie się liny.

Gdy zdecydujemy się na rodzaj kotwicy, należy dobrać jej wielkość odpowiednio do rozmiarów jachtu. Producenci zazwyczaj udostępniają tabele, zgodnie z którymi można dokonać wyboru, ale zazwyczaj szacunki tam przedstawione są nieco optymistyczne i przedstawiają warunki typowe (wiatr do 7 st. w skali Beauforta). W długim rejsie prędeży czy później napotkamy sytuację nietypowo trudną i zbyt mała kotwica może okazać się wtedy niewystarczająca. Z kolei zbyt duża kotwica jeszcze nikomu nie zaszkodziła. Wiele współczesnych jachtów posiada wysokie wolne burty i co za tym idzie stawia wielki opór wiatrowi, szarpiąc kotwicę ze znaczną siłą. Szacuje się, że kotwice pługowe powinny mieć przynajmniej 1 kg masy na metr długości jachtu, Bruce nieco więcej, Danforth 0,5 kg na metr, a kotwica admirałkiej – 2 kg na metr (w warunkach „typowych“!).

Podsumowując, gdy wybieramy się w daleki rejs, należy zaopatrzyć się w kilka kotwic o różnej konstrukcji i używać ich w zależności od napotkanych warunków i rodzaju dna.

Siła trzymania kotwicy w wielkim stopniu zależy od kąta, pod jakim wrywana jest z dna. Według *Royal Navy Admiralty Manual of Seamanship Vol. 2*, gdy kąt, pod jakim wrywana jest kotwica osiągnie 10 stopni, jej siła trzymania zredukowana zostaje do 60%, a przy 15 stopniach – do zaledwie 40%. Jeżeli kotwica zaczepiona jest do łańcucha, niemal zawsze siła przyłożona będzie równoległe do dna, czyli pod najkorzystniejszym kątem. Dodatkowo łańcuch, hacząc o dno wspomaga działanie kotwicy.

Łańcuch ma jednak i wady. Przede wszystkim jest strasznie ciężki, niemal zawsze wymaga windy kotwicznej, a do tego składowany jest zazwyczaj na samym dziobie jachtu.



## Kotwica typu CQR, 16 kg

Skuteczność ●●●●

Współczynnik korzyści  
stosunek własności do kosztu kotwicy

(MIN) 1 2 **3** 4 5 (MAX)

Dostępne masy kotwic

7; 9; 11; 16; 20; 27;  
34 kg



Jeszcze do 1930 roku przyjmowano, że najskuteczniejsze kotwice to te o dużej wadze. Dopiero badania i uzyskany w 1933 roku patent na specjalną konstrukcję kotwicy sir Geoffreya Taylora zmieniły tę zasadę. Kotwica jest jakby dwustronnym pługiem z przymocowaną na zawiasach golenią.

Przyjęta do badań kotwica: 16-kilogramowa z ramieniem o długości 981 mm i rozpiętością skrzydeł pługa – 328 mm. Wzniesienie ramienia nad pługiem – 510 mm. Przy przenoszeniu kotwicy należy uważać, aby nie trzymać jej blisko miejsca mocowania na zawiasie goleni z pługiem.

### Żwir

Pług kotwicy dość szybko wbija się w żwir i zagłębia, aby po chwili zatrzymać się i ustabilizować, nie zmieniając swej pozycji i utrzymać naprężenie łańcucha kotwicznego z siłą 200 kg. Gdy naprężenie liny kotwicznej wzrosło do wielkości 300 kg, nie spowodowało to zerwania się kotwicy.

### Glina

Kotwica CQR „wbija się jak w masło”, szybko naprężając łańcuch kotwiczny i zatrzymując jednostkę w miejscu z odczytaną na siłowniku siłą około 500 kg. Przy wzroście oporu na łańcuchu kotwicznym do wielkości 600–700 kg kotwica zagłębiała się i powoli przesuwiała, lecz nie nastąpiło zerwanie kotwiczenia.

### Piasek

Na dnie piaszkowym kotwica dość szybko zagłębiała się w dno, lecz kilkakrotnie następowało zrywanie zaczepu o dno przy obciążeniu na łańcuchu 450 kg; do momentu prawidłowego uchwycenia pługa o dno z siłą 600 kg, już bez wyraźnego objawu wleczenia kotwicy.

### Błoto

Dla tego typu dna kotwica CQR okazała się złym rozwiązaniem. Szybko zaczepiła się o dno do uzyskanego naprężenia 250 kg i natychmiast zerwała, ponownie zagłębiając się w dno. Kotwica była wleczonej przez jednostkę ze zrywami co kilka sekund, czasami uzyskując naprężenie na siłowniku w wielkości 345 kg.

## Kotwica typu DANFORTH, 11,3 kg

Skuteczność

Współczynnik korzyści  
stosunek własności do kosztu kotwicy(MIN) 1 2 3 4 **5** (MAX)

Dostępne masy kotwic

1,6; 2; 2,4; 6,3; 7,2; 11,3;  
19,5; 31,7; 45,3 kg

Sześć lat po opatentowaniu kotwicy CQR, dwaj amerykańscy – Richard Danforth i Bobie Ogg zaprojektowali kotwicę, której nazwa została przyjęta od nazwiska jednego z nich. Często można spotkać się z określeniem, że jest to „angielska kotwica” (nawet wśród żeglarzy angielskich), lecz jest to nieprawda. Do testu wybrano oryginalnego Danfortha, który był lżejszy od innych kotwic. Kotwice typu Danforth są bardzo popularne

i wybierane przez wielu z powodu ich prostoty, choć oryginalna wersja różni się szczegółami wykonawczymi.

### Żwir

W dniu żwirowym kotwica Danforth szybko zagnieździła się w dnie, osiągając naprężenie w łańcuchu kotwicznym 120 kg. Po osiągnięciu tej siły kotwiczenia zaczęła się wlec na dnie, dając obciążenie na siłowniku w wysokości 50 kg. Nie można było uzyskać pełnego zakotwiczenia.

### Glina

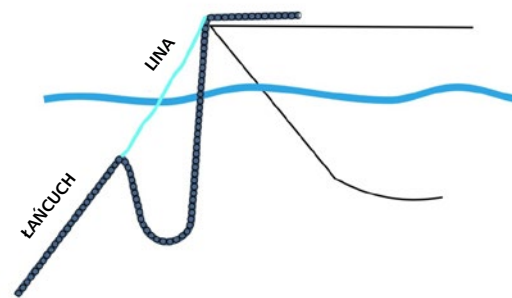
Początkowo, po zrzuconiu kotwicy, wlokła się ona po dnie, mając trudność z wbiciem się w glinę, naprężając łańcuch tylko z siłą 50 kg. W momencie, gdy ostroga łopaty kotwicy uchwyciła gliniaste dno, nastąpiło szybkie zagłębienie się i zakotwiczenie z naprężeniem łańcucha kotwicznego z siłą 450–510 kg.

### Piasek

W tego typu dnie morskim kotwica szybko zagnieździła się, nie wykazując wleczenia i trzymała jednostkę, wykazując na siłowniku obciążenie do 600 kg bez utraty zakotwiczenia.

### Błoto

Ta kotwica była projektowana dla tego typu środowiska dennego. Szybko zagnieździła się w błocie i trzyma przy obciążeniu na łańcuchu w wielkości do 450 kg. Przy wyższych obciążeniach zaczyna się wlec po dnie, lecz nie zrywa kotwiczenia, ale dalej zagłębia się do momentu, aż znajdzie gęstsze środowisko błotne, gdzie już pewnie trzyma.



Rys. 1. Kombinacja łańcuch-lina

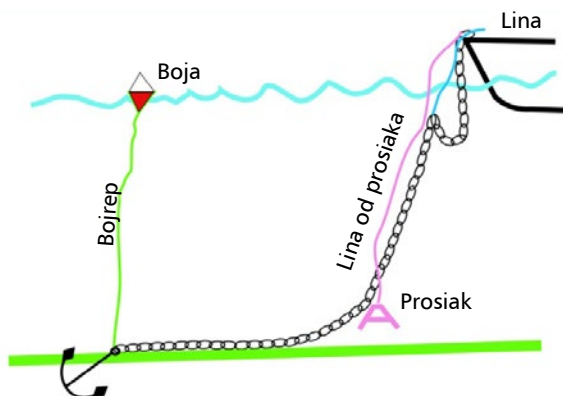
Drugi kłopot wynika z faktu, że łańcuch jest nierozciągliwy i wszelkie szarpnięcia przenoszone są bezlitośnie na jacht, wyrывая windy kotwiczne i wszelkie urządzenia pokładowe, do których jest zaczepiony. By zamortyzować szarpnięcia, najlepiej przywiązać kilkumetrowy kawałek rozciągliwej, nylonowej liny (oczywiście odpowiedniej grubości) w sposób przedstawiony na rysunku 1. Jeżeli posiadamy windę kotwiczną (przy stosowaniu jedynie łańcucha jest to w praktyce konieczne ze względu na ciężar), ogniwa łańcucha muszą być dopasowane do koła orzechowego windy. Wymagany jest specjalny łańcuch kotwiczny z krótkimi ogniwami i nawet małe niedopasowanie będzie powodowało ześlizgiwanie się łańcucha z windy lub jego zakleszczanie.

Wybór liny kotwicznej jest jednoznaczny. Nadaje się do tego celu wyłącznie lina nylonowa (poliamidowa), 3-pokrętkowa, ze względu na swoją elastyczną naturę, dzięki czemu amortyzuje ruch jachtu. Można rozważyć linę polipropylenową ze względu na niższą cenę, jednak ma ona znacznie mniejszą wytrzymałość, więc musi być grubsza. Słabo się rozciąga, a co gorsza – pływa, więc z entuzjazmem wplątuje się w śruby przepływających łódek i naszą własną. Aby połączyć linę z łańcuchem najlepiej wpleść ją w ogniwa łańcucha na długości około pół metra. Splot taki ma dużo większą wytrzymałość niż jakieś ucha i szkle, i pozostaje smukły i mniej skory do zahaczenia się o podwodne przeszkody. Grubość zarówno liny, jak i łańcucha należy dobrać odpowiednio do kotwicy korzystając z tabeli producenta kotwicy, w której podaje jej maksymalną siłę trzymania. Łańcuch i lina muszą być oczywiście co najmniej tak wytrzymałe (częstokroć producenci podają również zalecane średnice lin kotwicznych i łańcuchów).

### Dodatkowe elementy systemu kotwiczenia, które warto stosować:

#### Bojrep

Bojrep to lina łącząca piętę kotwicy (czyli jej koniec przeciwny do tego, do którego przyczepiony jest łańcuch) z bojką pływającą po powierzchni. Ma dwa zadania: po pierwsze wskazuje położenie kotwicy, co pozwala innym żeglarzom planować odpowiednio swoje manewry i uniknąć poplątania lin kotwicznych, a po drugie, umożliwia wyrwanie kotwicy, która zahaczyła się o podwodną przeszkodę. Kotwica wyciągana za bojrep odwraca się „do góry nogami” i odcepią od przeszkody. Jest to również przydatne



Rys. 2. Sposoby kotwiczenia różnych elementów systemu kotwiczenia

rozwiązanie, gdy rzucamy drugą kotwicę, wywołując ją w pożądane miejsce na dingi. Wywalenie zwoju łańcucha i kotwicy z małej łódki może zakończyć się nieszczęśliwie, a tak możemy kotwicę powolutku opuścić na bojrepie. Dodatkowo, jeśli nadejdzie czarna godzina i nie mogąc wybrać kotwicy będziemy w straszliwych warunkach musieli zostawić ją razem z kablem i uciekać, możemy później wrócić i odzyskać nasze cenne skarby.

#### Prosiak

Prosiak to odważnik zawieszany na łańcuchu kotwicznym mniej więcej w połowie długości łańcucha kotwicznego. Ma on za zadanie obciążać łańcuch i zmniejszać kąt, pod jakim kotwica wrywana jest z dna oraz, wlokąc się po dnie, zwiększać siłę trzymania całego zestawu, jak przedstawiono na rysunku 2.

#### Specjalna kotwica przeznaczona do pontonów.

Kotwica ta, dzięki swojej konstrukcji nie uszkodzi powłoki pontonu lub łodzi, a przy tym doskonale trzyma. Zabezpieczenie zrywa się przy 150 kg uciągu, dzięki czemu nigdy nie stracimy kotwicy.

Jest o wiele bardziej skuteczna od kotwic w formie obciążnika, ciężarka, co szczególnie przydaje się na rzece i podczas silnego wiatru. Mimo małej wagi trzyma lepiej



niż odważnik 10 kg, a przy tym jest łatwiejsza w obsłudze i transporcie.

Parametry techniczne: długość całkowita ~ 30 cm, średnica po rozłożeniu ~ 22 cm, waga – 6,8 kg.

inż. Władysław Bożek

## Kotwica typu DELTA, 16 kg

Skuteczność	●●●○
Współczynnik korzyści <small>stosunek własności do kosztu kotwicy</small>	(MIN) 1 2 3 4 <b>5</b> (MAX)
Dostępne masy kotwic	4; 6; 10; 16; 20; 25; 40; 50; 63 kg



Kotwica DELTA jest najmłodszą konstrukcją, która pierwszy raz została zaprezentowana na targach żeglarskich – „London Boat Show-1990”. Wyglądem przypomina „biedniejszą” wersję kotwicy CQR, z goleniem przyspawanym do symetrycznego pługa, który jest też jakby bardziej kanciasty. W pierwszych latach jej produkcji najczęściej można było ją spotkać na angielskich łodziach ratowniczych, po czym powoli zaczęła być przyjmowana przez innych użytkowników.

#### Żwir

Podczas testu kotwica szybko zagłębiła się w podłoże i naprężyła łańcuch kotwiczny. Przy wskazaniu siłownika 209 kg zagłębiona wlokła się, lecz przyjęte było teoretyczne obciążenie 100-150 kg, a ta wielkość została wyraźnie przekroczona. Co ważne – nie nastąpiło wykotwiczenie.

#### Glina

Przy tym rodzaju dna kotwica DELTA zachowała się podobnie jak CQR, dając szybkie zakotwiczenie i uciąg wstępny na siłowniku w wysokości ok. 500 kg. Przy powiększeniu obciążenia na łańcuchu do 654 kg zaczęła wlec się powoli, póki nie zagnieździła się w dnie. Żadnych objawów wykotwiczenia.

#### Piasek

Delta szybko zagnieździła się w dnie i naprężyła łańcuch do obciążenia ponad 600 kg. Pewnie utrzymała jednostkę na kotwicy.

#### Muł

Pług kotwicy szybko zagnieździł się w mulistym dnie i dał obciążenie na łańcuchu około 350 kg. Przy przekroczeniu siły 450 kg, nastąpiło „pługowanie” dna spowodowane niespójnością środowiska.