

## CONSTRUCTIONAL AND EXPLOITATIONAL PARAMETERS OF TANKERS BUILT DURING LAST 40 YEARS

**Jerzy Herdzik**

*Gdynia Maritime University, Marine Power Plant Department  
Morska Street 81-87, 81-225 Gdynia, Poland  
tel.: +48 58 6901430, fax: +48 58 6901399  
e-mail: georgher@am.gdynia.pl*

**Krzysztof Kaczmarek**

*student, Gdynia Maritime University, Faculty of Marine Engineering  
Morska Street 81-87, 81-225 Gdynia, Poland*

### **Abstract**

*The ships, reckoned to tankers group and constructed in the period of last 40 years were submitted to analysis. The hull database of Clarkson firm, comprehensive the group of 5114 ships was rendered accessible and used. Rendered accessible base had the very limited presented range of parameters, in the relation with this the range of a possible analysis of construction - exploitation parameters had to be adapted to possessed information. The obtained conclusions show on construction of ships in the selected ranges of displacements (of sizes) - this has justification in their appropriation and in constructional - exploitation demands, for example, shipping line, the possibility of passage through the channels, the possibility of entry to the selected harbor. The correlation relations submitted to analysis between the selected parameters, by such as: the ships carrying capacity in the function of the construction year, proportional participations of numbers and the carrying capacities in the separate ranges of displacements in years, its length and draught in the function of carrying capacities, the capacity of the loading tanks in the function of carrying capacities and the number of cargo tanks depending on the carrying capacity of tanker. Obtained results are submitted in the report suggesting the possible causes of changes setting down. These changes setting down through the period of last 40 years are shown and hypothesis are stated relating direction of the changes of the constructional - exploitation parameters of tankers, which will be constructed in the next few years. The motor of these changes will be, among others, the requirements of the environmental protection rules, the limitations of entry on the indicated sea waters, the necessity of construction of ships with so-called double hull (double shell). Considering yearly growth of crude oil quantities transported by the sea, the demand on construction of new ships to transport it will be stepped out, with the fulfillment of the condition of minimalization of the costs of transport of 1 ton of load. Keywords: crude oil transport, tanker, constructional and exploitation changes.*

**Keywords:** *crude oil transport, tanker, constructional and exploitation changes.*

## PARAMETRY KONSTRUKCYJNO-EKSPLOATACYJNE ZBIORNIKOWCÓW BUDOWANYCH W OKRESIE OSTATNICH 40 LAT

### **Streszczenie**

*Analizie poddano statki zaliczone do grupy zbiornikowców, budowane w okresie ostatnich 40 lat. Skorzystano z udostępnionej bazy danych firmy Clarkson, obejmującej grupę 5114 jednostek. Udostępniona baza miała ograniczony zakres prezentowanych parametrów, w związku z tym zakres możliwej analizy parametrów konstrukcyjno - eksploatacyjnych musiał być dostosowany do posiadanych informacji. Uzyskane wnioski wskazują na budowę statków w wybranych zakresach wyporności (wielkości) - ma to uzasadnienie w ich przeznaczeniu i wymaganiach konstrukcyjno-eksploatacyjnych, np. linia żeglugaowa, możliwość przejścia przez kanały, możliwość wejścia do wybranego portu. Poddano analizie zależności korelacyjne pomiędzy wybranymi parametrami, takimi jak: nośność statku w funkcji roku budowy, udziały procentowe liczebności i zdolności przewozowych w poszczególnych*

zakresach nośności latach, jego długość i zanurzenie w funkcji nośności, pojemność zbiorników ładunkowych w funkcji nośności oraz liczbę zbiorników ładunkowych w zależności od nośności tankowca. Uzyskane wyniki przedstawiono w referacie sugerując możliwe powody zachodzących zmian. Wskazano te zmiany zachodzące przez okres ostatnich 40 lat oraz postawiono hipotezy dotyczące kierunku zmian parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych zbiornikowców, które będą budowane w najbliższych latach. Motorem tych zmian będą m. in. wymogi przepisów ochrony środowiska, ograniczenia wejścia na wskazane akweny morskie, konieczność budowy statków z tzw. podwójnym kadłubem (double shell). Ze względu na coroczny wzrost ilości transportowanej ropy naftowej morzem, występować będzie zapotrzebowanie na budowę nowych statków do jej przewozu, przy spełnieniu warunku minimalizacji kosztów transportu 1 tony ładunku.

**Słowa kluczowe:** transport, zbiornikowiec, zmiany konstrukcyjno – eksploatacyjne

## 1. Uwagi wstępne

Statek typu zbiornikowiec powstał na potrzeby transportu morskiego ładunków płynnych. Szczególne znaczenie w przewozie ma surowa ropa naftowa (ang. crude oil). Ze względu na corocznie rosnącą ilość transportowanej ropy konieczny jest wzrost potencjału przewozowego. Obserwuje się wpływ dwóch zjawisk: potrzeby minimalizacji kosztu transportu 1 tony ładunku na danej trasie oraz wzrost wymagań dotyczących minimalizacji negatywnych skutków oddziaływania na środowisko [3, 4, 5].

Zbiornikowce, zwane dziś również często tankowcami, stanowią 33% liczebności wszystkich statków na świecie oraz prawie 43% nośności wszystkich statków na świecie. Możliwości zbiornikowców biją wciąż nowe rekordy. Na uwagę zasługuje fakt, iż już dziś pływa największy aktualnie tankowiec „Jahre Viking” o długości 458 m, szerokości 69 m oraz nośności 647 955 DWT (Rys. 1). W planach konstrukcyjnych są zbiornikowce o zdolności przewozowej około 1 miliona DWT. Aktualne zapotrzebowanie w ropę i jej produkty, zaspokajane jest przez przemysł naftowy na poziomie ponad 86 mln baryłek dziennie (około 13,7 mln m<sup>3</sup>) i wskaźnik ten wciąż rośnie.

Zbiornikowce cechuje niewielka elastyczność eksploatacyjna, przeznaczone są do przewozu surowej ropy naftowej - od szybów naftowych do rafinerii. W drodze powrotnej płyną pod balastem (czyli bez ładunku powrotnego), co zwiększa koszty ich eksploatacji. Statki kombinowane przystosowane do przewozu ropy naftowej i innych ładunków w drodze powrotnej (rud metali, węgla, zboża, cukru) są praktycznie obecnie nie budowane, a będące w eksploatacji, ze względu na dużą pracochłonność w przygotowaniu ładowni pod zmieniający się ładunek, schodzą z rynku żeglugowego ze względu na wiek oraz rosnące koszty załogowe [2].

Pojawiły się statki typu BO-RO (Bulk/Oil/Ro - Ro), dla których nie ma jak dotąd ustalonej polskiej nazwy. Jednostki tego typu zrywają definitywnie z podziałem na transport ładunków suchych i płynnych oraz pozwalają na przewóz np. drewna, samochodów, ładunków typu Ro - Ro (tocznych), a także surowej ropy naftowej czy produktów naftowych.



Rys. 1. Zbiornikowiec „Jahre Viking” [2]  
Fig. 1. Tanker „Jahre Viking”

Zbiornikowce do przewozu produktów naftowych mają nośność zwykle nie przekraczającą 100 tys. ton, natomiast do przewozu surowej ropy naftowej zasadniczo powyżej 50 tys. ton.

## 2. Tendencje zmian w konstrukcji zbiornikowców

Im większy tankowiec tym koszt jednostkowy eksploatacji maleje. Tankowiec o nośności 85 tys. ton może przewieźć siedmiokrotnie więcej ładunku aniżeli jednostka o nośności 12 tys. ton, natomiast koszt jednostkowy eksploatacji jest zaledwie dwa i pół razy wyższy [2].

Podobne zależności kształtują się przy porównywaniu coraz większych jednostek. Na przykład koszt jednostkowy przewozu ropy statkiem o nośności 200 tys. ton z portu Zatoki Perskiej do Wielkiej Brytanii wyniesie około 3 dolary za tonę, natomiast analogiczna sytuacja z wykorzystaniem czterech pięćdziesięciotysięczników, mogących przewieźć tę samą ilość ropy wyniesie 4 dolary za tonę [2].

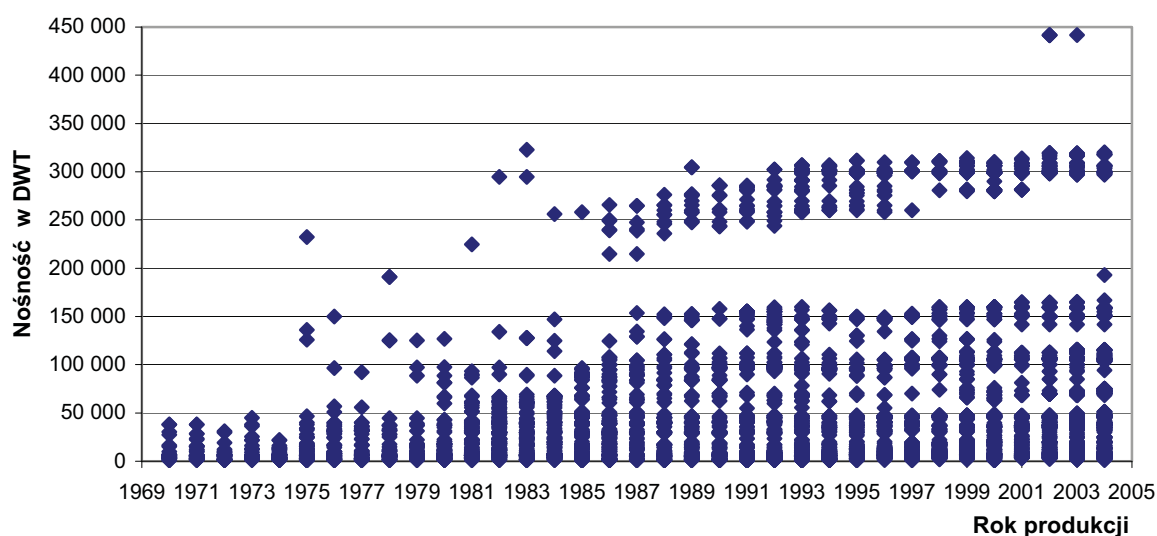
Z danych (Tab. 1) wynika, iż przy przyroście nośności, co 100 tys. ton wzrost mocy silnika głównego (i zużycia paliwa) jest niewielki, przy bardzo zbliżonej prędkości dla wszystkich tego typu statków. Podobnie wygląda sytuacja z liczbą załogi, której stan wzrasta nieznacznie w stosunku do nośności, ale wzrost jest wolniejszy od przyrostu nośności. Oznacza to, że z ekonomicznego punktu widzenia, budowa i eksploatacja coraz większych statków jest uzasadniona.

Tab. 1. Wybrane parametry tankowców

Tab. 1. Chosen parameters of tankers

	Nośność [tys. ton]	Moc silnika głównego [tys. kW]	Prędkość [węzły]	Liczba załogi [-]
„Tokyo Maru”	151	22	16,0	29
„Idemitsu Maru”	206	24,3	16,5	32
„Nisseki Maru”	373	29,5	15,4	40
„Globtik Tokyo”	486	33,1	15,0	38

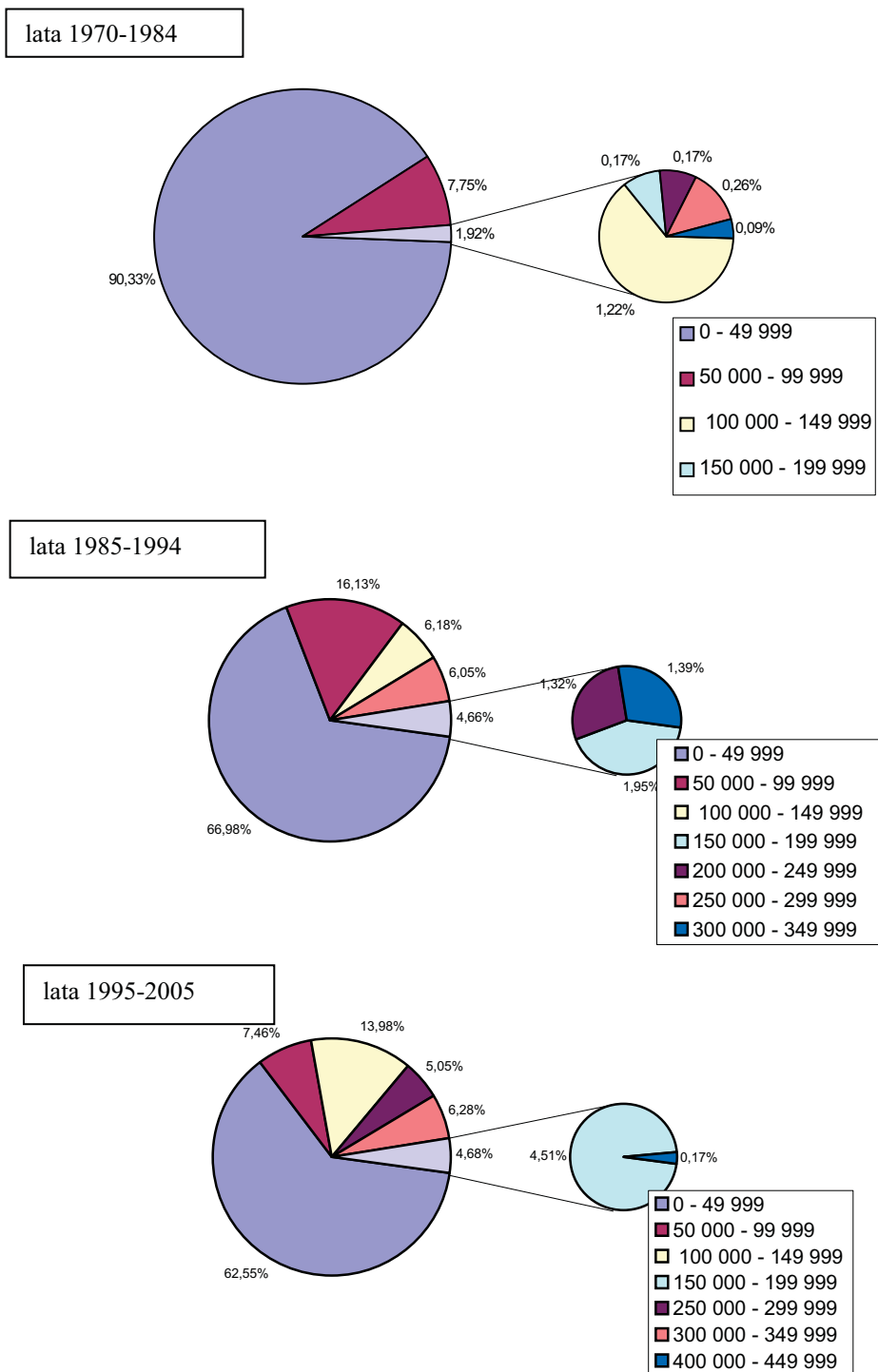
Na Rys. 2 przedstawiono nośność budowanych tankowców w latach 1969-2005.



Rys. 2. Nośność budowanych tankowców w latach 1969-2005

Fig 2. Deadweight of tankers built 1969-2005

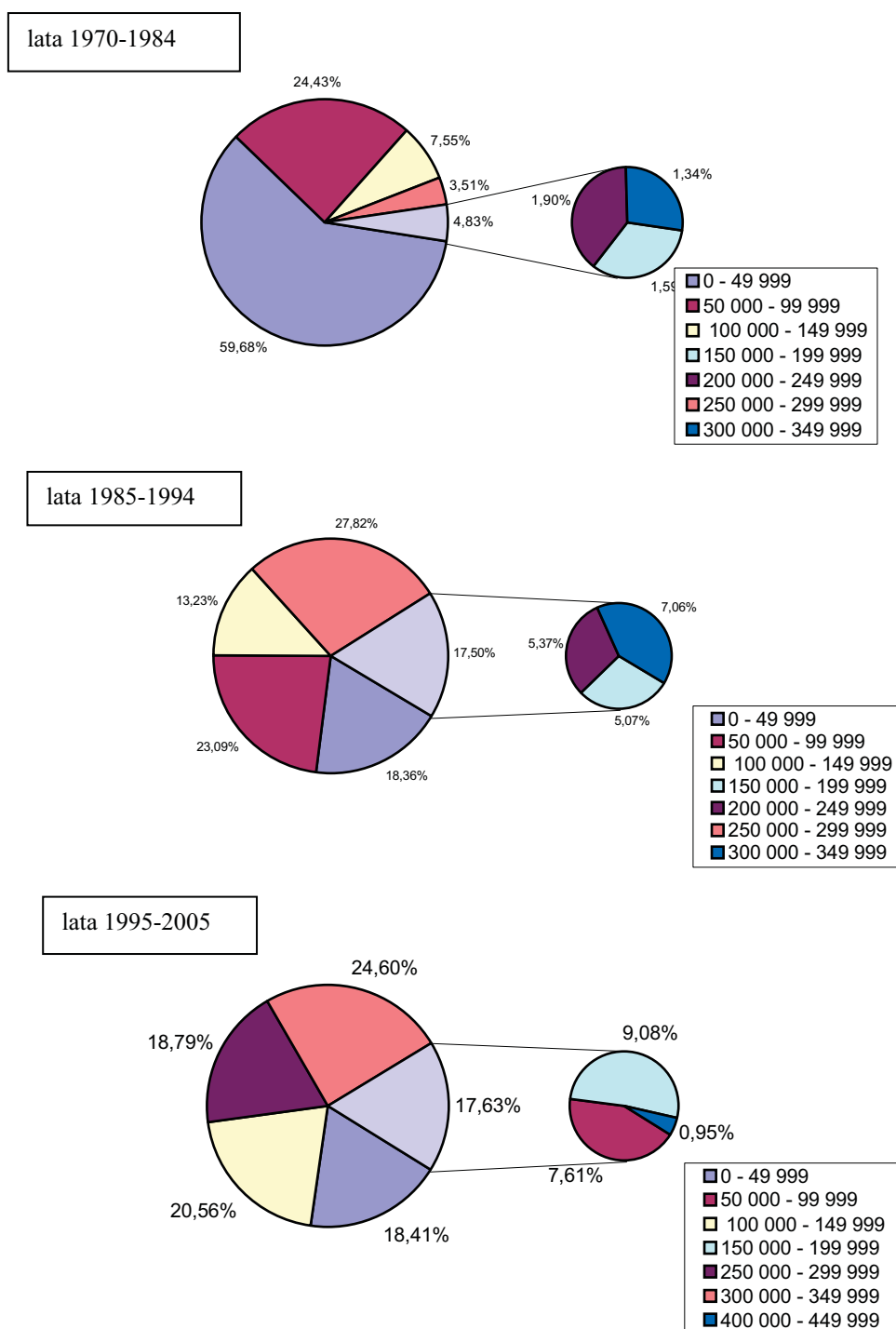
Z Rys. 2 wynika, że tankowce budowane są w określonych wielkościach. Pewne zakresy wielkości nie są stosowane np. w zakresie 190-250 tys. ton lub 330-430 tys. ton. Do roku 1974 (lata pierwszego kryzysu paliwowego) budowano tankowce do 50 tys. ton nośności, choć zamawiano już statki o nośności rzędu 100-130 tys. ton. Do roku 1980 największe tankowce nie przekraczały 250 tys. ton nośności. Mimo korzyści ekonomicznych budowy i eksploatacji ULCC (Ultra Large Crude Carriers) o nośności powyżej 330 tys. Ton - liczba budowanych statków jest ograniczona. Decydują się na nie tylko najwięksi armatorzy. Mimo istniejących projektów, statków o nośności rzędu 1 miliona ton jeszcze nie zbudowano [2, 6].



Rys 3. Udziały procentowe liczebności tankowców w poszczególnych zakresach nośności i latach [1]  
 Fig. 3. Number of tankers according to deadweight and year of built

Do roku 1984 liczebność tankowców poniżej 50 tys. ton nośności przekraczała 90%. Natomiast w roku 1994 spadła do około 67% i tendencja ta utrzymuje się - w roku 2004 liczebność tej grupy statków wynosiła około 62%. Oczywiście ta grupa tankowców będzie miała reprezentację dlatego, że są to głównie tankowce dowozowe lub operujące na mniejszych akwenach morskich o ograniczonej głębokości np. Morze Bałtyckie (Rys. 3 a, b, c).

W innym świetle - zdolności przewozowej i ich liczebności - przedstawiono w tych samych zakresach czasowych udziały procentowe tankowców (Rys. 4.).

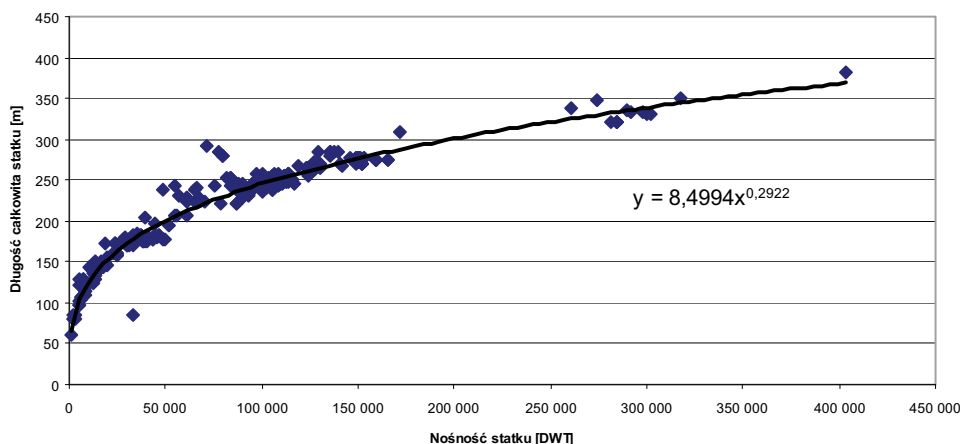


Rys. 4. Udział procentowy tankowców pod względem zdolności przewozowej w poszczególnych latach  
 Fig. 4. Number of tankers according to transport capacity and year of built

Sytuacja jest tutaj inna. Rośnie udział jednostek o dużej nośności. Jeszcze do roku 1984 w grupie do 50 tys. ton udział sięgał 60%, to w następnych latach udział ten spadł do około 18% [1]. Ilość transportowanej ropy naftowej znacząco wzrosła i to z udziałem dużych tankowców. Gdyby uwzględnić jeszcze ilość mil morskich pokonywanych z ładunkiem, udział dużych tankowców byłby jeszcze bardziej znaczący.

Okres ostatnich 40 lat był bardzo burzliwym okresem zmian w budowie tankowców. Znacząco rośnie liczebność tego typu jednostek, a zarazem ich zdolności przewozowe.

Podjęto próby, na podstawie posiadanej bazy danych, aproksymacji zachodzących zmian i otrzymano szereg zależności przedstawionych na Rys. 5, 6, 7.



Rys. 5. Długość całkowita tankowca a zależności od jego nośności  
Fig. 5 Length overall of tanker according to deadweight

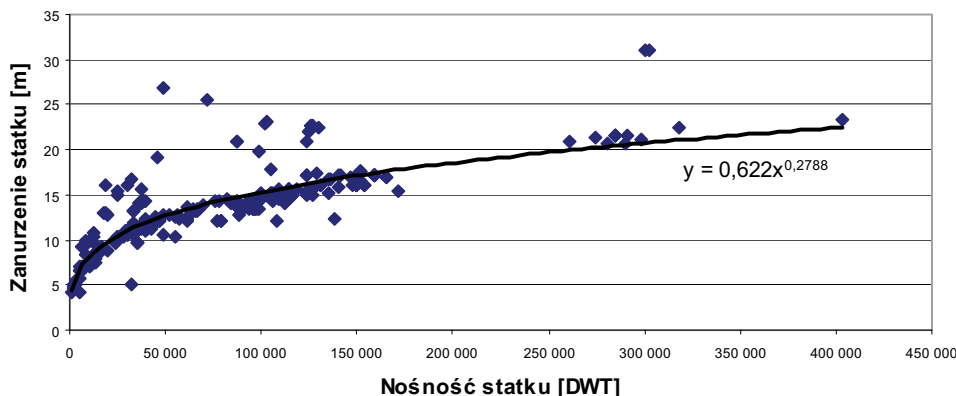
$$y = 8,4994 * x^{0,2922}, \quad (1)$$

gdzie:

y -długość tankowca [m],

x -nośność tankowca [DWT].

Otrzymana aproksymacja (1) ma wykładnik potęgi zbliżony do wartości 1/3, czego należało oczekiwać, ale jest od niej mniejsza o około 0,04. Oznacza to, że wraz z wielkością statku winien wzrastać współczynnik pełnotliwości kadłuba, bowiem długość rośnie wolniej, a założoną nośność uzyskano poprzez zwiększenie „pękatości” kadłuba.



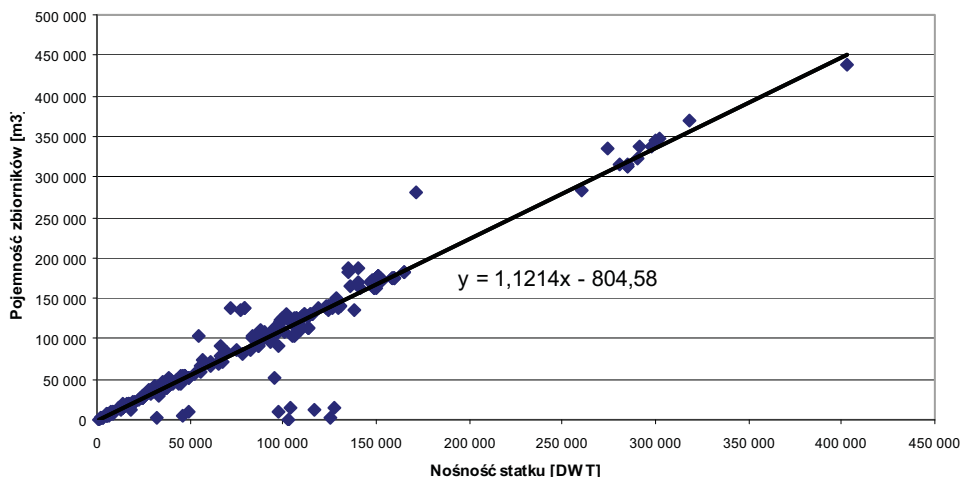
Rys. 6. Zanurzenie tankowca w zależności od jego nośności  
Fig. 6. Draught of tanker according to deadweight

$$y = 0,622 \cdot x^{0,2788}, \quad (2)$$

gdzie:

y -zanurzenie tankowca [m],  
 x -nośność tankowca [DWT].

Na zanurzenie tankowca ma wpływ więcej czynników np. głębokość akwenu i portu do którego statek ma wpływać, stąd punkty na Rys. 6 odstają od linii wyznaczonego trendu.



Rys. 7. Pojemność sumaryczna zbiorników ładunkowych w zależności od nośności tankowca  
 Fig. 7. Capacity of tanker cargo tanks according to deadweight

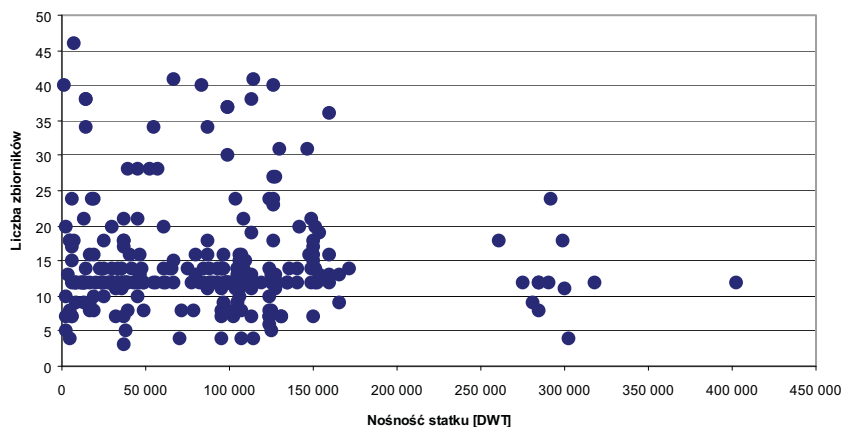
$$y = 1,1214 \cdot x - 804,58, \quad (3)$$

gdzie:

y -pojemność sumaryczna zbiorników ładunkowych [m<sup>3</sup>],  
 x -nośność tankowca [DWT].

W tym przypadku zależność winna być liniowa, bowiem istotnym parametrem jest gęstość surowej ropy naftowej. Obserwowane zmiany gęstości, w tej samej temperaturze niezależnie od źródła pochodzenia, nie są znaczące, natomiast należy pamiętać o zmianie gęstości ropy (i jej objętości) wraz ze zmianą temperatury przewozu lub temperatury pompowania.

Na Rys. 8. przedstawiono zależność liczby zbiorników ładunkowych w zależności od nośności tankowców.



Rys. 8. Liczba zbiorników ładunkowych w zależności od nośności tankowca  
 Fig. 8. Number of tanker cargo tanks according to deadweight



Nie przeprowadzono tu aproksymacji. Rozkład wydaje się być znacząco rozproszony, ale wpływ na to ma uwzględnienie w analizie produktowców - tankowców do przewozu produktów przerobu ropy naftowej, które charakteryzują się dużą liczbą zbiorników ładunkowych sięgających liczby 50. Dla typowych tankowców do przewozu surowej ropy naftowej, ich liczba sięga od 6 do 18, daje się zauważyć dominację liczby 12 zbiorników ładunkowych.

Istotnym parametrem konstrukcji kadłuba tankowca jest posiadanie dna podwójnego lub podwójnego kadłuba (ang. double shell). Istotny wpływ na to mają przepisy towarzystw klasyfikacyjnych [4], na zmiany których miały wpływ katastrofy ekologiczne, a za nimi idące zmiany przepisów ochrony środowiska [3, 4], ograniczeń administracji morskiej poszczególnych państw nadmorskich. Obecnie ponad 98,6% eksploatowanych tankowców posiada dno podwójne, natomiast rośnie udział tankowców z podwójnym kadłubem.

### 3. Wnioski końcowe

Zmiany konstrukcyjne i eksploatacyjne tankowców zachodzące na przestrzeni ostatnich 40 lat są znaczne. Powstają wręcz nowe generacje tankowców. Wcześniej zbudowane, nie spełniające nowych wymagań mogą być eksploatowane, ale mogą one posiadać znaczne ograniczenia eksploatacyjne np. zakaz wejścia na określone akweny. Dotyczy to zwłaszcza państw rozwiniętych, w rezultacie pływają na akwenach krajów rozwijających się, które nie wprowadziły jeszcze wymogów i ograniczeń obowiązujących coraz powszechniej na świecie.

Ze względu na wzrost ceny surowej ropy naftowej, która przekroczyła 100 USD za baryłkę, należy oczekiwać prób oszczędności na kosztach jej transportu. Można to osiągnąć tylko przez budowę coraz większych jednostek oraz ograniczanie liczebności załóg, ograniczanie prędkości eksploatacyjnej tankowców (jest ona dość niska na poziomie 12 - 14 węzłów), co pozwala ograniczyć zużycie paliwa na przewóz jednostkowej tony ładunku na jednostkowej drodze (1 mili morskiej).

Ograniczeniem są możliwości portów (np. głębokości akwenów portowych). Dostosowuje się konstrukcje kadłuba tankowców pod planowane linie żeglugowe. Buduje się sieć portów przeładunkowych, w których przeładowuje się ładunek na mniejsze jednostki, które nie mają już ograniczeń związanych z gabarytami dużych tankowców.

### Literatura

- [1] *Baza danych firmy Clarkson zbiornikowców z lat 1968-2006.*
- [2] *World Shipyard Monitor*, July 2007.
- [3] Wiewióra, A. i inni, *Ropa naftowa w transporcie morskim*, Trademar, Gdynia 2007.
- [4] Włodarski, J. K. i inni, *Bezpieczeństwo operacji ładunkowych na zbiornikowcach*, Wydawnictwo Uczelniane WSM, Gdynia 2001.
- [5] *Przeglądy kadłuba zbiornikowców olejowych*, Przepisy, Publikacja Nr 36/P 2004, Polski Rejestr Statków, Gdańsk 2004.
- [6] King, G. A. B., *Tanker Practice, The Construction, Operation and Maintenance of Tankers*, Stanford Maritime Limited, London 1974.