

KORZYŚCI SKALI ZWIĄZANE Z WIELKOŚCIĄ STATKU MORSKIEGO DO PRZEWOZU ŁADUNKÓW SUCHYCH MASOWYCH I KONTENERÓW

DATA PRZESŁANIA: 31.05.2016 DATA AKCEPTACJI: 27.08.2016 KODY JEL: R41, M21

Dariusz Bernacki

Instytut Morski w Gdańsku
e-mail: dariusz.bernacki@o2.pl

STRESZCZENIE

Celem artykułu jest przedstawienie korzyści skali w transporcie morskim, jakie pojawiają się w związku z zatrudnianiem w przewozach coraz większych statków morskich (ang. *economies of vessel size*). Efekty skali wyrażają się w spadku przeciętnego kosztu eksploatacji statku wraz z powiększaniem jego potencjału przewozowego. To z kolei przekłada się na niższe koszty przewozu ładunków w żegludze morskiej. Analizą objęto statki do przewozu ładunków suchych masowych (masowce) i statki do przewozu kontenerów (kontenerowce), a korzyści kosztowe ustalono dla różnych wielkości statków. Metodą regresji wyznaczono funkcję dobowego kosztu eksploatacji dla masowców i kontenerowców. Statkodobowy koszt eksploatacji statków stanowił podstawę do oszacowania funkcji kosztu tonokilometra w zależności od nośności/pojemności masowca/kontenerowca.

SŁOWA KLUCZOWE

korzyści skali, masowce, kontenerowce

WPROWADZENIE

Ważnym czynnikiem wzrostu gospodarczego jest rozwój międzynarodowej wymiany handlowej, co przyczynia się do powiększenia dobrobytu społeczno-gospodarczego w postaci wzrostu produkcji, zatrudnienia i konsumpcji. O efektywności wymiany handlowej decydują między innymi koszty związane z eksportem i importem towarów zaopatrzeniowych, inwestycyjnych, dóbr konsumpcyjnych trwałego i nietrwałego użytku. Powszechnie występującym współcześnie zjawiskiem jest nieustanne poszukiwanie najefektywniejszych dróg/tras i sposobów przemieszczania strumieni eksportowanych i importowanych towarów. Świadczy o tym powstawanie w handlu międzynarodowym zintegrowanych łańcuchów transportowych i logistycznych,

które są nakierowane na powiększanie niezawodności oraz obniżanie kosztów dostaw. O kosztach transportu w międzynarodowym handlu morskim decydują korzyści skali (ang. *economies of scale*), polegające na obniżeniu/spadku przeciętnego kosztu przewozu ładunków/dostaw, co wynika z zatrudnienia w przewozach coraz większych statków morskich. Transport statkiem morskim o jednorazowej dużej nośności/ładowności przyczynia się do znacznych oszczędności w kosztach przewozu i wzrostu efektywności wymiany handlowej. Korzyści skali w żegludze morskiej doprowadziły do wzrostu ładowności statków i ich zanurzenia, koncentracji strumieni towarów na trasach i w portach umożliwiających sprawną obsługę coraz większych jednostek morskich, zaostrezenia konkurencji kosztowej między alternatywnymi lądowo-morskimi łańcuchami transportowymi.

W portach morskich o niskiej dostępności transportowej dla statków morskich uruchomiony zostaje negatywny w zależnościach mechanizm sprzężenia zwrotnego, polegający na postępującym spadku znaczenia transportowego i gospodarczego portu morskiego i pozostałych ogniw łańcucha transportowego. Nieadekwatna do rozwijającego się rynku transportu morskiego dostępność od strony morza do portu morskiego uniemożliwia w nim obsługę dużych statków morskich i obniżenie kosztów przewozu, a przez to strumienie towarów kierowane są do innych portów zapewniających przewoźnikom, eksporterom i importerom osiągnięcie korzyści ekonomicznych związanych z niższymi kosztami obsługi transportowej międzynarodowej wymiany handlowej. Port i pozostałe ogniwa łańcucha transportowego, jak i obsługiwane otoczenie społeczno-gospodarcze tracą na mniejszych przeładunkach i wielkości obsługiwanej wymiany handlowej. Porty morskie są marginalizowane, a możliwości ich rozwoju ulegają ograniczeniu, gdyż konkurujące porty, dysponując głębszymi torami wodnymi, kanałami i basenami portowymi oraz głębokowodnymi nabrzeżami, są w stanie obsłużyć większe statki i powiększać tym samym przewagę kosztową w obsłudze wymiany handlowej (Bernacki, 2012a).

W żegludze morskiej korzyści skali są zatem szczególnie istotne, a zjawisko jest analizowane przede wszystkim względem rosnącej wielkości statków morskich (ang. *economies of vessel size*) (Cowie, 2010).

Efekty skali, związane z wprowadzaniem do eksploatacji coraz większych statków morskich, polegają na tym, że nakłady niezbędne do ich budowy oraz niektóre nakłady czynników produkcji związane z eksploatacją rosną mniej niż proporcjonalnie względem powiększonej nośności/pojemności statków morskich. Rosnące korzyści, wynikające ze skali statków morskich, wynikają (Bernacki, 2012b) głównie z:

- określonych zależności technicznych związanych z budową coraz większych statków, które kształtują się w ten oto sposób, że przy podwojeniu długości, szerokości i wysokości jednostek, ich pojemność wzrasta ośmiokrotnie (zasada kontenera); na ogół coraz większe statki wymagają mniejszego wzrostu nakładów poniesionych na ich budowę,
- większej efektywności dużych statków morskich, co wyraża się w tym, że uruchomienie i eksploatacja statków morskich o powiększonej ładowności/pojemności wymaga poniesienia odpowiednio mniej proporcjonalnych nakładów czynników produkcji.

Znajduje to swoje odzwierciedlenie w korzyściach kosztowych, jakie są związane z eksploatacją powiększonych statków morskich. W żegludze morskiej na koszty eksploatacji statku składają się koszty związane ze statkiem (koszty statkowe) i koszty portowe (związane z poby-

tem statku w porcie morskim). Koszty eksploatacji statku morskiego obejmują (Borowicz, Ładyka, Łodykowski, 1987):

1. Koszty statkowe, na które składają się z kolei:
 - koszty kapitałowe, w postaci rat i odsetek od kredytu zaciągniętego na sfinansowanie za kupu jednostki,
 - koszty załogowe, paliwa, olejów i smarów, koszty zużytych materiałów, remontów i konserwacji, ubezpieczenia rzeczowego oraz koszty związane z zarządzaniem i administracją statkiem.
2. Koszty portowe, które obejmują koszty opłat portowych i koszty opłat kanałowych.

Związki, jakie występują między wielkością statku i kosztami jego eksploatacji można ustalić wyliczając koszt związany z przemieszczeniem tony ładunku na odległość jednej mili morskiej/kilometra dla przyjętych wielkości statków morskich i przy założeniu wykorzystania w pełni ich ładowności/pojemności.

Korzyści kosztowe związane z wielkością masowców i kontenerowców ustalono w dwóch etapach. W pierwszym etapie wyliczono dla różnych przedziałów ich nośności/pojemności statkodobowy koszt eksploatacji jednostek. Metodą regresji ustalono zależności funkcyjne, jakie występują między kosztem eksploatacji statków na dobę i ich wielkością mierzoną nośnością (w tonach) i pojemnością (w TEU). W drugim etapie ustalono koszt przewozu statkiem morskim w przeliczeniu na tonokilometr i wyznaczono metodą regresji zależności funkcyjne kosztu tonokilometra względem wielkości masowca i kontenerowca. W ten sposób wyznaczono koszt jednostkowy przewozu ładunków w przeliczeniu na tonokilometr dla masowców i kontenerowców o różnej wielkości. Wykorzystana do obliczeń wielkość całkowitych dobowych kosztów eksploatacji statków pochodzi z roku 2010 i wyrażona została w euro. Uzyskane wartości zindeksowano wskaźnikiem wzrostu nominalnego PKB dla grupy 28 krajów Unii Europejskiej, jaki dla okresu 2010–2014 wyniósł 8,84% (indeks jednopodstawowy 1,0884). Do przeliczeń wartości wyrażonych w Euro na wartości wyrażone w zł zastosowano kurs stanowiący średnią arytmetyczną miesięcznych obrachunkowych kursów walut stosowanych przez Komisję Europejską z ostatnich sześciu miesięcy przypadających na miesiąc przeprowadzenia rachunku. W efekcie możliwe było oszacowanie przeciętnego kosztu przewozu masowcem i kontenerowcem w zł/tkm dla 2014 roku.

KORZYŚCI SKALI ZWIĄZANE Z WIELKOŚCIĄ MASOWCA

Dobowy całkowity koszt eksploatacji statków morskich do przewozu ładunków suchych masowych przedstawiono w tabeli 1.

Zmiany w strukturze całkowitych dobowych kosztów eksploatacji masowców przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Dobowy całkowity koszt eksploatacji masowca w 2010 roku (euro/doba)

Statek masowiec	Handysize	Panamax	Post Panamax	Capesize
Nośność statku (DWT)	10 000–40 000	60 000–80 000	60 000–110 000	110 000–200 000
Przeciętna nośność masowca (DWT)	25 000	70 000	85 000	155 000
Załoga statku	1389	1847	1847	2069
Ubezpieczenie	473	702	756	817
Naprawy i remonty	1107	1458	1656	1824
Zapasy i oleje	374	511	557	611
Administracja	947	1099	1160	1237
Raty kapitałowe	3847	5837	6102	6898
Odsetki od kapitału	3162	4798	5016	5671
Marża na pokrycie kosztów stałych	1921	2763	2906	3251
Oplaty portowe	2100	2800	3000	3500
Zużycie paliwa (tony/doba)	32,0	38,0	42,0	55,0
Koszt paliwa/dobę	10198	12111	13385	17528
Prędkość (węzły)	12,0	13,0	13,0	13,0
Maksymalna masa ładunku (tony)	relacje europejskie	relacje przez Kanał Panamski	relacje przez Kanał Sueski	relacje przez Przylądek Dobrej Nadziei
	24 739	69 252	83 448	151 931
Koszt całkowity (euro/dobę)	25 519	33 927	36 387	43 406

Źródło: na podstawie (Delhaye, Breemers, Vanherle, 2010).

Tabela 2. Struktura całkowitych dobowych kosztów eksploatacji masowców (w %)

Statek masowiec	Handysize	Panamax	Post Panamax	Capesize
Nośność statku (DWT)	10 000–40 000	60 000–80 000	60 000–110 000	110 000–200 000
Przeciętna nośność masowca (DWT)	25 000	70 000	85 000	155 000
Załoga statku	5,4	5,4	5,1	4,8
Ubezpieczenie	1,9	2,1	2,1	1,9
Naprawy i remonty	4,3	4,3	4,6	4,2
Zapasy i oleje	1,5	1,5	1,5	1,4
Administracja	3,7	3,2	3,2	2,8
Raty kapitałowe	15,1	17,2	16,8	15,9
Odsetki od kapitału	12,4	14,1	13,8	13,1
Marża na pokrycie kosztów stałych	7,5	8,1	8,0	7,5
Oplaty portowe	8,2	8,3	8,2	8,1
Paliwo	40,0	35,7	36,8	40,4
Koszt całkowity	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: obliczenia własne.

Na koszty eksploatacji masowca składają się przede wszystkim koszty paliwa okrętowego i koszty kapitałowe (raty i odsetki od kapitału przeznaczonego na sfinansowanie zakupu statków). Łącznie stanowią one blisko 80% statkodobowych kosztów eksploatacji masowców, a ich udział w kosztach całkowitych nie zmienia się istotnie względem nośności statku. Koszty oso-

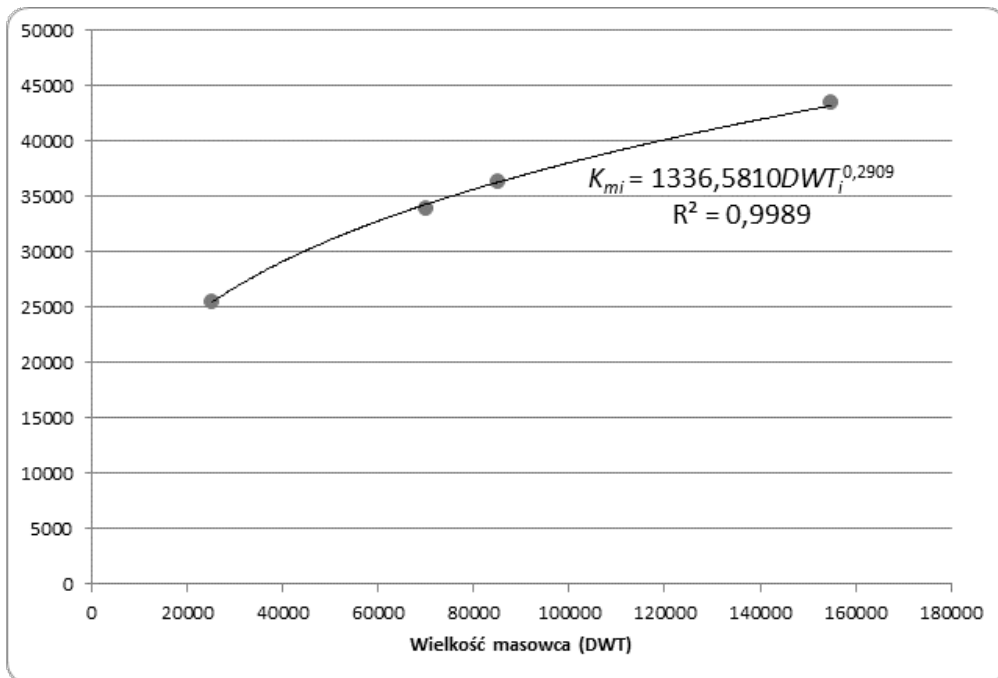
bowe związane z obsadą statku maleją na znaczeniu wraz ze wzrostem wielkości statku i kształtują się w stosunku do kosztu całkowitego w granicach od 5,4% dla statku typu *handysize*, do 4,8% dla wielkich masowców typu *capsize*. Udział pozostałych kosztów rodzajowych w kosztach całkowitych eksploatacji masowców nie wykazuje istotnych zmian względem wielkości statków.

Relację dobowego kosztu eksploatacji masowca względem jego nośności można opisać za pomocą następującego modelu funkcji (Bernacki, Lis, 2015):

$$\hat{K}_{mi} = 1336,5810 \cdot DWT_i^{0,2909}$$

gdzie: 1336,6 to parametr *a* modelu kosztu, 0,2909 to parametr *b* (elastyczność punktowa statkodobowego kosztu eksploatacji) modelu funkcji kosztów względem *i*-tej nośności statku (DWT).

Zależność funkcyjną dobowych kosztów eksploatacji masowca od jego nośności przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Funkcja dobowego całkowitego kosztu eksploatacji masowca względem nośności statku (euro/doba)

Źródło: opracowanie własne.

Koszt jednostkowy przewozu masowcem w przeliczeniu na tonokilometr obliczono w następujący sposób:

- wykorzystując prędkość rejsową statku, przeliczoną z węzłów morskich na prędkość wyrażoną w km/godz., ustalono maksymalną odległość podróży morskiej, jaką statek może pokonać w ciągu doby (x 24 godz.); dzieląc dobowy koszt eksploatacji statku przez maksymalną odległość rejsu statku w ciągu doby, uzyskano koszt eksploatacji statku w przeliczeniu na jeden kilometr, dzieląc koszt eksploatacji przypadający na jeden kilometr rejsu statku przez masę ładunku przy pełnym załadowaniu statku, wyliczono koszt jednego tonokilometra masowca.

Koszt jednego tonokilometra dla wyróżnionych wielkości masowców przedstawiono w tabeli.

Tabela 3. Jednostkowy koszt przewozu masowcem w 2014 roku (zł/tkm)

Statek masowiec	Handysize	Panamax	Post Panamax	Capesize
Przeciętna nośność masowca (DWT)	25 000	70 000	85 000	155 000
Dobowy koszt eksploatacji masowca (euro)	25 519	33 927	36 387	43 406
Masa ładunku przy pełnym załadowaniu statku (tony)	24 739	69 252	83 448	151 931
Prędkość rejsowa masowca w węzłach (NM/h)	12	13	13	13
Przelicznik węzeł/km/h	1,85	1,85	1,85	1,85
Prędkość rejsowa masowca (km/h)	22,22	24,08	24,08	24,08
Maksymalna odległość podróży morskiej masowca (km/doba)	533,38	577,82	577,82	577,82
Koszt eksploatacji masowca (euro/km)	47,84	58,72	62,97	75,12
Koszt przewozu masowcem w roku 2010 (euro/tkm)	0,00193	0,00085	0,00075	0,00049
Wskaźnik indeksacji nominalnego PKB (EU28) 2010-2014 (deflator PKB)	1,0884			
Kurs do przeliczeń zł/euro	4,1552			
Koszt jednostkowy przewozu masowcem w roku 2014 (euro/tkm)	0,00210	0,00092	0,00082	0,00054
Koszt jednostkowy przewozu masowcem w roku 2014 (zł/tkm)	0,0087	0,0038	0,0034	0,0022

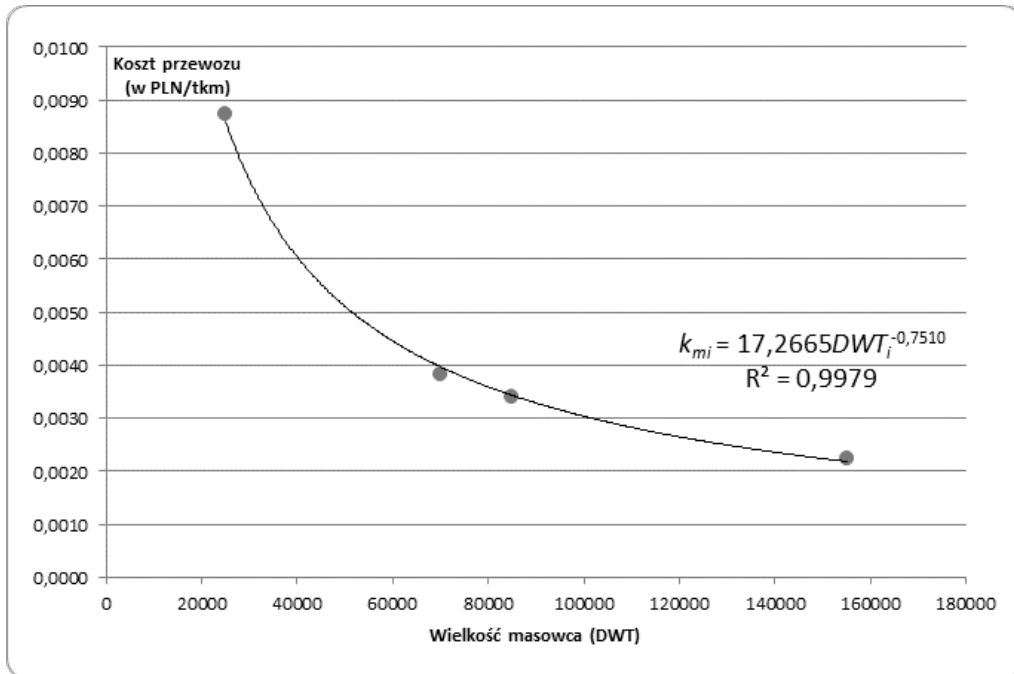
Źródło: obliczenia własne.

Wyprowadzony metodą regresji model funkcji kosztu jednostkowego masowca względem nośności statku przyjął postać:

$$\hat{k}_{mi} = 17,2665 \cdot DWT_i^{-0,7510}$$

Kształtowanie się kosztu tonokilometra w zależności od wielkości (nośności) masowca przedstawiono na rysunku 2.

Korzyści kosztowe wynikające ze wzrostu wielkości masowców pojawiają się we wszystkich rodzajach kosztów eksploatacji statku. Największe efekty uzyskuje się w wyniku spadku, w przeliczeniu na tonokilometr, kosztów kapitałowych, kosztów paliwa i kosztów związanych z opłatami portowymi.



Rysunek 2. Funkcja jednostkowego kosztu przewozu masowcem (zł/tkm)

Źródło: opracowanie własne.

KORZYŚCI SKALI ZWIĄZANE Z WIELKOŚCIĄ KONTENEROWCA

W tabeli 4 zestawiono dobowy całkowity koszt eksploatacji statków morskich przeznaczonych do przewozu kontenerów.

Tabela 4. Dobowy koszt eksploatacji kontenerowca w 2010 roku (w euro/dobę)

Pojemność kontenerowca (TEU)	600	1000-2000	5000-6000	8000-9000	10 000-12 000
Przeciętna pojemność kontenerowca (TEU)	600	1 500	5 500	8 500	11 000
Załoga statku	1588	1588	2176	2313	2466
Ubezpieczenie	313	443	931	1168	1336
Naprawy i remonty	802	977	2603	2786	3092
Zapasy i oleje	351	580	1557	1847	2122
Administracja	504	550	931	962	1008
Raty kapitałowe	2189	4378	11 276	16 848	20 430
Odsetki od kapitału	1799	3599	9269	13850	16794
Marża na pokrycie kosztów stałych	1283	2059	4886	6762	8032
Opłaty portowe	1200	2500	5200	6800	8300
Zużycie paliwa (t/doba)	28,0	45,0	77,0	91,0	116,0
Koszt paliwa/doba	8924	14341	24540	29002	36969

Pojemność kontenerowca (TEU)	600	1000–2000	5000–6000	8000–9000	10 000–12 000
Prędkość (węzły)	14,0	14,0	18,0	18,0	18,0
Maksymalna masa ładunku (tony)	7200	18000	66000	102000	132000
Koszt całkowity (euro/dobę)	18 952	31 015	63 370	82 337	100 547

Źródło: na podstawie (Delhaye, Breemers, Vanherle, 2010)

Zmiany w strukturze dobowych całkowitych kosztów eksploatacji kontenerowców przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Struktura całkowitych dobowych kosztów eksploatacji kontenerowców (w %)

Pojemność kontenerowca (TEU)	600	1000–2000	5000–6000	8000–9000	10 000–12 000
Przeciętna pojemność kontenerowca (TEU)	600	1500	5500	8500	11 000
Załoga statku	8,4	5,1	3,4	2,8	2,5
Ubezpieczenie	1,7	1,4	1,5	1,4	1,3
Naprawy i remonty	4,2	3,2	4,1	3,4	3,1
Zapasy i oleje	1,9	1,9	2,5	2,2	2,1
Administracja	2,7	1,8	1,5	1,2	1,0
Raty kapitałowe	11,5	14,1	17,8	20,5	20,3
Odsetki od kapitału	9,5	11,6	14,6	16,8	16,7
Marża na pokrycie kosztów stałych	6,8	6,6	7,7	8,2	8,0
Oplaty portowe	6,3	8,1	8,2	8,3	8,3
Paliwo	47,1	46,2	38,7	35,2	36,8
Koszt całkowity	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Źródło: obliczenia własne.

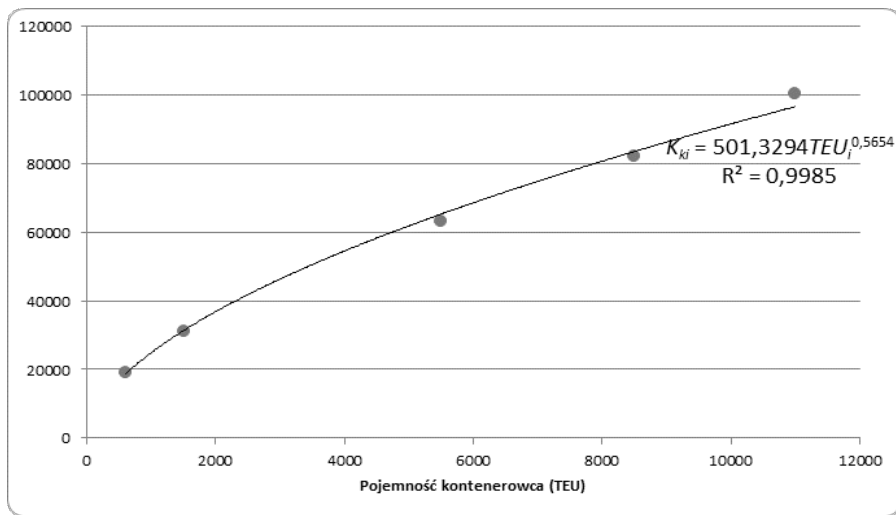
Na koszty eksploatacji kontenerowca składają się przede wszystkim koszty paliwa okrętowego i koszty kapitałowe (raty i odsetki od kapitału przeznaczanego na sfinansowanie zakupu statków). Łącznie stanowią one dla statków małych i dużych od 68% do 74% całkowitych kosztów eksploatacji. W miarę wzrostu pojemności kontenerowca zachodzą istotne zmiany w strukturze kosztów, a mianowicie udział kosztów paliwa zmniejsza się z 47% dla kontenerowców małych, do 36,8% dla jednostek dużych, podczas gdy udział kosztów kapitałowych wzrasta dla statków małych i dużych, z 21% do 37% całkowitych kosztów eksploatacji. Wzrost wielkości kontenerowca prowadzi do wzrostu znaczenia kosztów portowych i spadku kosztów związanych z zarządzaniem statkiem w kosztach całkowitych eksploatacji statków. Pozostałe rodzaje kosztów eksploatacji kontenerowców (ubezpieczenia, naprawy i remonty, zapasy i oleje) nie wykazują istotnych (względnych) zmian dla różnych wielkości kontenerowców.

Oszacowany metodą regresji model statkodobowego kosztu eksploatacji kontenerowca przyjął następującą postać funkcyjną:

$$\hat{K}_{ki} = 501,3294 \cdot TEU_i^{0,5654}$$

gdzie: 501,3294 to parametr a modelu kosztu, 0,5654 to parametr b (elastyczność punktowa statkodobowego kosztu eksploatacji) modelu funkcji kosztów względem i -tej pojemności kontenerowca (TEU).

Na rysunku 3 przedstawiono kształtowanie się statkodobowego kosztu eksploatacji dla kontenerowców o coraz większej pojemności mierzonej liczbą kontenerów TEU.



Rysunek 3. Funkcja dobowego całkowitego kosztu eksploatacji kontenerowca względem pojemności statku (euro/doba)

Źródło: opracowanie własne.

Koszt jednostkowy przewozu kontenerowcem w przeliczeniu na tonokilometr obliczono w ten sam sposób, jak w przypadku masowca.

Wyliczenie kosztu jednego tonokilometra dla poszczególnych wielkości kontenerowców przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Jednostkowy koszt przewozu kontenerowcem w 2014 roku (zł/tkm)

Przeciętna pojemność kontenerowca (TEU)	600	2000	5500	8500	11000
Dobowy koszt eksploatacji kontenerowca (euro)	18 952	31 015	63 370	82 337	100 547
Masa ładunku przy pełnym załadowaniu statku (t)	7 200	18 000	66 000	102 000	132 000
Prędkość rejsowa kontenerowca w węzłach (NM/h)	14	14	18	18	18
Przelicznik węzeł/km/h	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Prędkość rejsowa kontenerowca (km/h)	25,93	25,93	33,34	33,34	33,34
Maksymalna odległość podróży morskiej kontenerowca (km/doba)	622,27	622,27	800,06	800,06	800,06
Koszt eksploatacji kontenerowca (euro/km)	30,46	49,84	79,21	102,91	125,67
Koszt przewozu kontenerowcem w 2010 roku (euro/tkm)	0,00423	0,00277	0,00120	0,00101	0,00095
Wskaźnik indeksacji nominalnego PKB (EU28) 2010–2014 (deflator PKB)	1,0884				

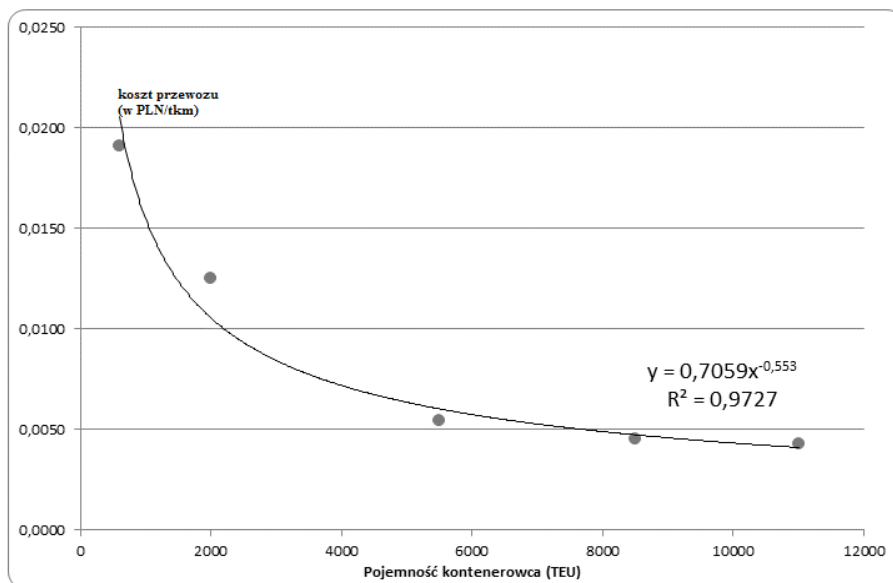
Przeciętna pojemność kontenerowca (TEU)	600	2000	5500	8500	11000
Kurs do przeliczeń zł/euro	4,1552				
Koszt jednostkowy przewozu kontenerowcem w roku 2014 (euro/tkm)	0,00460	0,00301	0,00131	0,00110	0,00104
Koszt jednostkowy przewozu kontenerowcem w 2014 roku (zł/tkm)	0,0191	0,0125	0,0054	0,0046	0,0043

Źródło: obliczenia własne.

Oszacowany model funkcji kosztu jednostkowego kontenerowca w przeliczeniu na tonokilometr przyjął postać następującą:

$$\hat{k}_{ki} = 0,6135 \cdot TEU_i^{-0,5396}$$

Kształtowanie się kosztu tonokilometra w zależności od wielkości (pojemności) kontenerowca zaprezentowano na rysunku 4.



Rysunek 4. Funkcja jednostkowego kosztu przewozu kontenerowcem (zł/tkm)

Źródło: opracowanie własne.

Najważniejszym efektem związanym ze skalą statku kontenerowego są oszczędności w kosztach zużycia paliwa okrętowego, przy czym uzyskiwane w tym przypadku korzyści kosztowe rosną na znaczeniu wraz ze wzrostem cen paliw oraz wprowadzanymi w żegludze ograniczeniami w emisji spalin do atmosfery i internalizacją związanych z tym kosztów zewnętrznych. Wzrost wielkości kontenerowców prowadzi do dużych oszczędności w jednostkowych kosztach.

tach kapitałowych. Dużą degresję względem wzrastającej pojemności kontenerowca wykazują również koszty załogowe (pracy) oraz koszty związane z administracją i zarządzaniem statkiem (Bernacki, 2012b).

Model funkcji kosztu jednostkowego kontenerowca wykorzystano do oszacowania korzyści skali dla największych eksploatowanych obecnie mega kontenerowców klasy ULCV (Ultra Large Container Vessel). Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Jednostkowy koszt przewozu mega kontenerowcem w 2014 roku (zł/tkm)

Pojemność kontenerowca ULCV (TEU)	15 500	18 000	20 000
Koszt jednostkowy przewozu kontenerowcem w roku 2014 (zł/tkm)	0,0033	0,0031	0,0029

Źródło: opracowanie własne.

Spadek kosztu jednostkowego wskazuje na występowanie korzyści skali dla coraz większych kontenerowców, jakkolwiek tempo uzyskiwanych oszczędności w kosztach przeciętnych eksploatacji statków zmniejsza się wraz z powiększaniem pojemności kontenerowca. Wzrasta również ryzyko związane z osiągnięciem korzyści skali, co jest związane z zapewnieniem dużej liczby kontenerów w jednorazowym przewozie i z wykorzystaniem potencjału przewozowego mega kontenerowców. W tabeli 8 dokonano przeliczeń (przy niezmiennych pozostałych warunkach eksploatacji statków) kosztu jednostkowego przewozu w zależności od wielkości kontenerowca i przeciętnego poziomu wykorzystania jego potencjału przewozowego.

Tabela 8. Zależności między wykorzystaniem potencjału mega kontenerowców i przeciętnym kosztem przewozu kontenera (zł/tkm)

Stopień wykorzystania pojemności statku (w %)	25	40	50	75	100
Przeciętny koszt przewozu kontenerowcem 11 000 TEU	0,0172	0,0108	0,0086	0,0057	0,0043
Przeciętny koszt przewozu kontenerowcem 15 500 TEU	0,0143	0,0089	0,0071	0,0048	0,0033
Przeciętny koszt przewozu kontenerowcem 18 000 TEU	0,0134	0,0084	0,0067	0,0045	0,0031
Przeciętny koszt przewozu kontenerowcem 20000 TEU	0,0128	0,0080	0,0064	0,0043	0,0029

Źródło: opracowanie własne.

Przeciętny koszt przewozu kontenera statkiem o pojemności 11 000 TEU, przy założeniu pełnego wykorzystania jego pojemności, wynosi 0,0043 zł/tkm. Większe kontenerowce o pojemności 15 500 TEU, 18 000 TEU i 20 000 TEU uzyskują przewagę w kosztach przewozu nad mniejszym statkiem o pojemności 11 000 TEU dopiero po przekroczeniu odpowiednio 85%, 80% i 75% wykorzystania ich mocy produkcyjnych. Oznacza to, że przewóz mega kontenerowcami jest efektywniejszy kosztowo od przewozu kontenerowcem o pojemności 11 000 TEU przy jednorazowej wielkości przewozu wynoszącej odpowiednio nie mniej niż 13 175 TEU, 14 400 TEU i 15 000 TEU.

PODSUMOWANIE

1. Dla masowców korzyści skali mierzone spadkiem kosztu tonokilometra są większe w porównaniu z kontenerowcami. Wynika to z przyczyn technicznych, gdyż masowce to statki proste w budowie i wymagające mniej wyposażenia niż kontenerowce, gdzie ładownie składają się z układu wielu komór do przewozu kontenerów. Masowce są zatrudniane w żegludze nieregularnej i przeznaczone do przewozu ładunków całostatkowych, podczas gdy kontenerowce są eksploatowane w żegludze regularnej i przewożą drobnicę w kontenerach dla różnych załadowców. Oddziałuje to na wielkość jednorazowej masy ładunku w przewozie i na wykorzystanie ładowności jednostek, które dla masowca są większe niż dla kontenerowca.
2. Czynnikiem pierwotnym, umożliwiającym osiągnięcie korzyści kosztowych związanych ze wzrostem wielkości statku morskiego, jest odpowiednio duża dostępność transportowa od strony morza do portu morskiego. O dostępności do portu dla statków morskich decyduje głębokość torów wodnych i akwatorium portowego (kanałów i basenów portowych). Oszacowana funkcja jednostkowego kosztu przewozu masowcem i kontenerowcem może służyć do obliczania korzyści kosztowych w żegludze morskiej, spowodowanych pogłębieniem akwatorium portowego. Przykładowo, obecnie do portu w Szczecinie mogą zawijać statki z pełnym ładunkiem o zanurzeniu do 9,15 m i nośności do 15 tys. t. W przypadku pogłębienia toru wodnego Szczecin-Świnoujście i części akwatorium portowego, do portu w Szczecinie będą mogły zawijać statki o zanurzeniu do 11,05 m i w pełni załadowane o nośności do 40 tys. t. Wyliczony z funkcji kosztu jednostkowego koszt przeciętny przewozu masowcem o nośności 15 tys. t wynosi 0,0126 zł/tkm, natomiast koszt przeciętny przewozu masowcem o nośności 40 tys. t wynosi 0,0060 zł/tkm. W żegludze morskiej oszczędności w koszcie jednostkowym przewozu ładunków suchych masowych związane ze wzrostem dostępności od strony morza do portu w Szczecinie mogą sięgać 52%.
3. Korzyści kosztowe związane z wprowadzaniem do eksploatacji coraz większych statków dotyczą spadku kosztu tonokilometra, wykonanej przez statek jednostki pracy przewozowej. Na ile korzyści kosztowe tego rodzaju wpłyną efektywnie na przeciętny koszt przewozu ładunków w podróży morskiej zależy przede wszystkim od stopnia wykorzystania nośności/pojemności statku w trakcie rejsu (rejsowych zdolności przewozowych statku), a więc od rzeczywistego wykorzystania ładowności statku. Wahania w popycie na rynkach frachtowych powodują, że korzyści skali związane z przewozem dużymi statkami nie zawsze i nie w pełni są możliwe do uzyskania przez armatorów żeglugi morskiej.
4. Korzyści kosztowe związane z malejącymi kosztami eksploatacji coraz większych kontenerowców znajdują swoje odzwierciedlenie w niższych kosztach jednostkowych przewozu kontenera dopiero po zapewnieniu odpowiedniego poziomu masowości przewozu i wykorzystaniu potencjału przewozowego kontenerowca. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że mega kontenerowiec o pojemności 20 tys. TEU uzyskuje przewagę w jednostkowych kosztach przewozu nad statkiem o pojemności 11 tys. TEU przy przeciętnym wykorzystaniu potencjału przewozowego pierwszego ze statków na poziomie powyżej 75%. Przy niższych wielkościach przewozów, korzystniejsze dla armatora jest zatrudnianie mniejszych statków. Ryzyko związane z wahaniami popytu na przewozy na rynkach frachtowych sięga w tym przypadku 25% i jest akceptowalne przez największych na rynku morskich przewoź-

ników kontenerowych, którzy w poszukiwaniu korzyści kosztowych coraz częściej decydują się na wprowadzenie na głównych transoceanicznych szlakach transportowych kontenerowców klasy ULCV.

LITERATURA

- Bernacki, D. (2012a). *Efektywność inwestycji i efekty społeczno-ekonomiczne pogłębienia toru wodnego Szczecin-Świnoujście do 12,5 m*. Szczecin.
- Bernacki, D. (2012b). Efekty skali produkcji w transporcie na przykładzie korzyści kosztowych związanych z wielkością statków kontenerowych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Problemy Transportu i Logistyki*, 20, 19–32.
- Bernacki, D., Lis, Ch. (2015). *Analiza społeczno-ekonomiczna pogłębienia toru wodnego Świnoujście-Szczecin do 12,5 m z uwzględnieniem planowanych wybranych projektów inwestycyjnych w porcie Szczecin*. Szczecin.
- Borowicz, S., Ładyka, S., Łodykowski, T. (1987). *Ekonomika transportu morskiego*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Cowie, J. (2010). *The Economics of Transport. A theoretical and applied approach*. London and New York: Routledge.
- Delhaye, E., Breemersch, T., Vanherle, K. (2010). *COMPASS. The COMPetitiveness of EuropeAN Short-sea freight Shipping compared with road and rail transport*. Brussels: Final report European Commission DG Environment.

ECONOMIES OF VESSEL SIZE FOR DRY BULK AND CONTAINER SHIPS

ABSTRACT

The aim of the paper is to present cost economies with regard to deployment of vessels with increasing size (economies of vessel size). Cost economies arise from decreasing of average operating costs in line of increasing vessel's capacity. In turn this lower the average freight transportation costs in shipping. Research encompasses dry bulk and container ships and cost economies were elaborated for various capacities. Cost economies for dry bulk carriers, in general, exceeds cost economies for containerships. Function of daily operating cost for bulk and container vessels was elaborated. Vessels' daily operating cost enable for estimation of cost function of ton-kilometer performed by various size of dry bulk and container ships.

KEYWORDS

economies of vessel size, cost functions, dry bulk and container ships

Translated by Dariusz Bernacki