

## WIELOKRYTERIALNY WEKTOR EFEKTYWNOŚCI NAPĘDU STATKU MORSKIEGO FLOTY WSPARCIA MARYNARKI WOJENNEJ

*W artykule omówiony został wielokryterialny wektor efektywności napędu statku morskiego – na przykładzie statków floty wsparcia marynarki wojennej.*

### WSTĘP

Globalizacja gospodarki światowej zwraca uwagę na koncentrację zarówno kapitału jak i gospodarki. Tworzone są światowe, wielonarodowe konsorcja posiadające ogromny kapitał, biura projektowe, laboratoria badawcze oraz zakłady przemysłowe pozwalające na wytwarzanie zaawansowanych technicznie i technologicznie obiektów technicznych jakimi są np. statki morskie. Wahania koniunkturalne na światowym rynku wymuszają na producentach specyficznym dla rozpatrywanych dziedzin np. gospodarki lub nauki.

Konkurencyjność rynkową można rozpatrywać według wielu kryteriów, w zależności od przypisywanych wag zagadnieniom specyficznym dla rozpatrywanych dziedzin np. gospodarki lub nauki.

Analizując cykle koniunkturalne gospodarki można zauważyć, że podczas okresów przyspieszenia tempa wzrostu gospodarczego powstaje wiele nowych rozwiązań technicznych, organizacyjnych, których czasami jedynym celem jest zaspakajanie chwilowych potrzeb cywilizacyjnych. Natomiast podczas okresów spowolnienia tempa wzrostu gospodarczego uwaga światowej gospodarki skupia się na szukaniu oszczędności i wzroście konkurencyjności.

Jednym z ważniejszych kryteriów oceny działalności człowieka lub funkcjonowania systemów i maszyn jest efektywność definiowana np. jako rezultat podjętych działań, opisany relacją uzyskanych efektów do poniesionych nakładów. Oznacza najlepsze efekty produkcji, dystrybucji, sprzedaży czy promocji, uzyskane po najniższych kosztach [5].

Transport jest jedną z kluczowych dziedzin zarówno szeroko pojętej gospodarki światowej, gospodarek państw jak i gospodarek regionalnych. Jest elementem nie tylko łączącym wszystkie obszary działalności człowieka, ale równocześnie elementem niezbędnym w tej działalności. Dlatego też wzrost efektywności transportu ma bezpośredni wpływ na inne dziedziny gospodarki.

### 1. EFEKTYWNOŚĆ W TRANSPORCIE (POZIOM 1)

Sprawne przemieszczanie osób i towarów zależne jest od wielu czynników, do których należą:

- infrastruktura drogowa (lądowa, wodna śródlądowa, wodna morska) rozumiana jako ściśle wytyczony obszar przemieszczania się środków transportu, tworzący sieci połączeń,
- infrastruktura obiektowa, do której należą np. stacje paliw, stacje odbioru odpadów, magazyny, bazy hotelowe i inne
- infrastruktura nawigacyjna,
- środki transportu,
- i inne.

Organizacyjne działania logistyczne, w skład których wchodzi działania transportowe mają na celu podniesienie efektywności wymienionych elementów.

Wzrost efektywności może nastąpić wskutek np.:

- poprawy stanu wymienionych dróg (lądowych, wodnych),
- poprawę infrastruktury obiektowej,
- poprawę stanu technicznego środków transportu.

Ponieważ inwestycje, działania eksploatacyjne jak i modernizacyjne infrastruktury drogowej i obiektowej wiążą się z wielkimi kosztami, najszybsze efekty przynoszą zmiany modernizacyjne i rozwojowe środków transportu [3].

Badania wykazują, że wśród środków transportu, to środki transportu morskiego, statki morskie są najbardziej ekonomiczne.

Z analizy kosztów eksploatacyjnych statków wynika, że ok. 70 % to koszty paliw. Dlatego też uzasadnionym jest prowadzenie prac nad wzrostem efektywności napędu jednostek pływających.

#### 1.1. Efektywność napędu

Efektywność napędu kojarzona jest ze sprawnością jednostki napędowej [3].

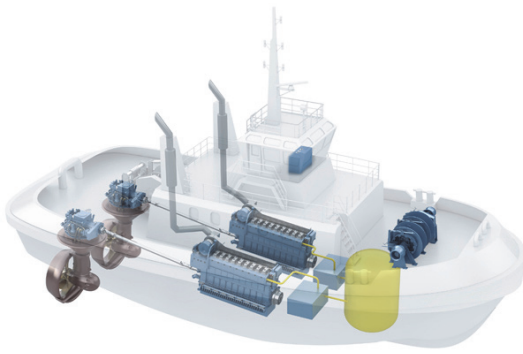
Do jednostek napędowych o największej sprawności możemy zaliczyć silniki spalinowe, tłokowe, wodzikowe, wolnoobrotowe, wielkich mocy. Ich sprawność to ok. 45-55 %. Silniki spalinowe tłokowe, średnioobrotowe uzyskują sprawność ok 35%, sprawność turbiny parowej to ok. 25%. Sprawności układów napędowych poprawia się stosując systemy utylizacyjne energii lub ciepła nadmiarowego lub odpadowego.

Należy jednak zwrócić uwagę, że efektywność może być określana w wartościach wymiernych jak np. ilość mocy przypadającej na jednostkę ładunkową, koszt paliwa, lub może być określona w wartościach niewymiernych jak np. w aspekcie ochrony środowiska (w tym zdrowia), komfortu podróży lub bezpieczeństwa [2,4].

W ujęciu klasycznym wzrost efektywności uzyskuje się poprzez np. stosowanie alternatywnych do węglowodorów ciekłych (ropopochodnych) np. przez zastosowanie paliwa gazowego (rys. 1).

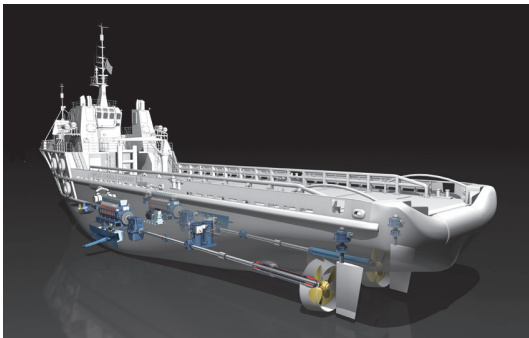
Inną formą poprawy współczynników efektywności jest dostosowanie napędu do charakteru zadań transportowych. Przykładem mogą być jednostki przedstawione na rys. 1 i rys. nr 2.

Na rysunku nr 1 przedstawiono jednostkę holowniczą charakteryzującą się zarówno dużą mocą jak i zwrotnością. Dlatego została wyposażona w 2 niezależne układy napędowe złożone z 2 silników spalinowych, średnioobrotowych oraz 2 pędników azymutalnych o napędzie mechanicznym.



**Rys. 1.** Jednostka pływająca wyposażona w napęd główny gazowy [8]

Na rys. 2. Przedstawiono jednostkę wsparcia jednostek wydobywczych ropy i gazu. Jest to jednostka zaopatrująca jednostki wydobywcze w materiały eksploatacyjne. Napęd powinien zapewnić zarówno odpowiednią prędkość marszową jak i dużą manewrowość. Dlatego została wyposażona w 2 niezależne układy napędowe złożone z 2 silników spalinowych, średniobrotowych oraz 2 śrub napędowych umocowanych w dyszach korta napędzanych za pośrednictwem wałów napędowych.



**Rys. 2.** Jednostka wsparcia jednostek wydobywczych ropy i gazu [9]

Bardzo trudna do oszacowania (oceny) jest forma efektywności, którą autorzy nazwali efektywnością celu i zdefiniowali jako zdolnością do wykonania nie tylko zadania transportowego ale przede wszystkim osiągnięcia założonego celu.

Przykładem takich jednostek pływających są jednostki wsparcia floty marynarki wojennej.

## 2. WEKTOR EFEKTYWNOŚCI

Ponieważ w analizie czynników mających wpływ na efektywność [1] przyjęto różne wartości opisujące te czynniki, autorzy zaproponowali wprowadzenia pojęcia wielokryterialnego wektora efektywności.

Wektor (z łac.), „niosący; ten, który niesie; nośnik”, od vehere, „nieść”; via, „droga”) – w matematyce elementarnej, inżynierii i fizyce obiekt mający moduł, kierunek wraz ze zwrotem (określającym orientację wzdłuż danego kierunku). Za punkt przyłożenia wektora, przyjmuje się obiekt, do którego odnosi się wektor. Wartość wektora symbolizuje intensywność wielkości którą określa wektor. Np. duża wartość wektora prędkości mówi nam, że ciało się szybko porusza; duża wartość wektora siły ukazuje fakt, że siła jest duża. [10]. Zbiór wektorów można rozpatrywać jako pole wektorowe (czyli obszar, w którym w każdym punkcie określamy jakiś wektor konkretnej wielkości), to punkt przyłożenia informuje nas o jakim punkcie przestrzeni jest mowa. [11]

W oparciu o powyższą definicję zaproponowano rozpatrywanie efektywności jako pola wektorowego, którego składowymi będą wektory celu opisywane wybranymi z elementów pola wartościami.

Jeżeli za wektor wielokryterialny przyjmijemy zbiór przykładowych wartości wymiernych i niewymiernych:

$$\vec{E}_{ef} = \{Kinw, Keksp, Fr, Ośr, B, Ztr, OC, R\}$$

gdzie:

Kinw - koszty inwestycyjne,

Keksp\_ koszty eksploatacyjne,

Fr- stawki frachtowe,

Ośr – ochrona środowiska,

B- Bezpieczeństwo,

Ztr – wykonanie zadania transportowego

OC – osiągnięcie założonego celu,

R – relacje między składowymi wektora

## 3. EFEKTYWNOŚĆ CELU

Pojęcie efektywności celu jest szczególnie przydatne w ocenie efektywności floty wsparcia marynarki wojennej.

Jednostkom pływającym stosowanym we flocie marynarki wojennej, oprócz zadań transportowych stawia się często również inne cele, przy osiąganiu których czynniki ekonomiczne mają znaczenie drugoplanowe [2,3]. Na rys. 3 przedstawiono współczesną jednostkę marynarki wojennej o napędzie strumieniowym „jet”. Napęd taki zapewnia dużą mobilność, duże przyspieszenia jednostki oraz krótki czas przygotowania do ruchu.



**Rys. 3.** Współczesna jednostka marynarki wojennej o napędzie strumieniowym „jet” [5]

Na rys. 4. Przedstawiono poduszkowiec. Jest to jednostka służąca do wykonywania zadań w miejscach, do których nie mogą dotrzeć jednostki pływające o napędzie konwencjonalnym. Poduszkowce stosuje się do wykonywania takich zadań jak:

- desant wojsk,
- patrolowanie bagien i grzęzawisk
- ratownictwo w trudno dostępnych miejscach
- Do zalet poduszkowców można zaliczyć:
- możliwość poruszania się po powierzchniach wszelkich rodzajów,
- możliwość pokonywania niewielkich przeszkód terenowych bez konieczności ich omijania,
- możliwość poruszania się po bezdrożach
- możliwość postoju na każdej z powierzchni, nawet przy wyłączonych wentylatorach,
- duża prędkość w porównaniu z okrętami o napędzie konwencjonalnym
- brak zagrożenia dla środowiska naturalnego
- Do wad poduszkowca należy zaliczyć:
- wrażliwość fartucha na uszkodzenia (szybkie zużycie)
- mała zwrotność (duży „poślizg”)

- trudności w pokonywaniu pochyłości
- duży pobór mocy (szczególnie podczas wznoszenia)
- wzniesienie chmury kurzu i pyłu lub drobin wody
- w przypadku zastosowań militarnych: duże echo radarowe



**Rys. 4.** Poduszkowiec umożliwiający wysadzenie desantu sucha stopa w trudnych warunkach i wspierający desant ogniem broni pokładowej.

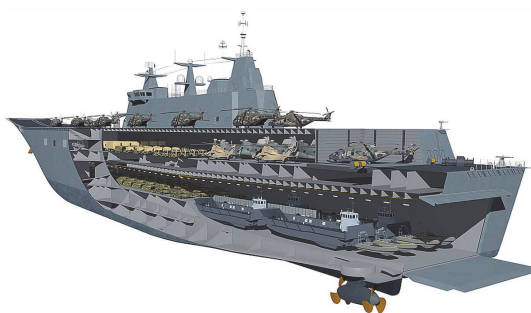
Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono wielofunkcyjne statki transportowe. Posiadają one zdolność do przewożenia różnorodnego sprzętu wojskowego, zapewniając transport samodzielnym jednostkom operacyjnym.



**Rys. 5.** Szybka jednostka wielofunkcyjna o napędzie konwencjonalnym [6].

Na rys. 6 przedstawiono jednostkę wielofunkcyjną, która zabiera na pokład kontenery, pojazdy lądowe i pływające oraz barki. Wyposażona jest w napęd azymutalny, który poprzez swoją konstrukcję umożliwia wpłynięcie barkom do wnętrza okrętu oraz dużą manewrowość.

Możliwe jest wyposażenie w jednostkę gondolową elektryczną, co dodatkowo pozwala utrzymywać pozycję oraz zachować względna ciszę



**Rys. 6.** Jednostka wielofunkcyjna, która zabiera na pokład kontenery, pojazdy lądowe i pływające oraz barki [7].

## PODSUMOWANIE

Szczególnie podczas kryzysów gospodarczych dużo czasu i energii poświęca się poprawie efektywności. W transporcie najczęściej najwyższe koszty przypadają na paliwo, czyli wiążą się z efektywnością napędu. W pracy przedstawiono wielokryterialny wektor efektywności jako obszar relacji wymiernych i niewymiernych wartości mających wpływ na ocenę efektywności napędu. Flota wojenna jest dobrym przykładem sytuacji, w której napęd jednostki pływającej musi zapewnić osiągnięcie celu, w którym transport nie jest głównym zadaniem. Do oceny efektywności takiej jednostki napędowej przyjmuje się wartości niewymierne, trudne do oceny ekonomicznej.

## BIBLIOGRAFIA

1. Łosiewicz Z., Mironiuk W.: Wpływ przepisów ochrony środowiska morskiego na konstrukcję wybranych typów statków w aspekcie bezpieczeństwa jednostki transportowej, *Logistyka*, nr 3/2012, s.1401-1404.
2. Łosiewicz Z., Mironiuk W.: Konstrukcje statków morskich w aspekcie zdolności do przetrwania po zderzeniu lub ataku pirackim, *TTS Technika Transportu Szynowego*, Nr 10/2013, s.3249-3257.
3. Łosiewicz Z., Kaup M.: Analiza innowacyjnych rozwiązań napędów stosowanych na jednostkach śródlądowych w aspekcie zrównoważonego rozwoju transportu, *Logistyka* Nr 6/2014, s.6849-6856.
4. Łosiewicz Z., Mironiuk W.: Ocena bezpieczeństwa statków handlowych różnych typów w warunkach morskich - wg przyjętych kryteriów, *Technika Transportu Szynowego* Nr 12/2015 s.2012-2015.
5. [mfiles.pl/pl/index.php/Efektywno%C5%9B%C4%87](http://mfiles.pl/pl/index.php/Efektywno%C5%9B%C4%87)
6. [www.navy.mil/management/photodb/](http://www.navy.mil/management/photodb/)
7. [www.savetheroyalnavy.org/the-campaign-to-retain-and-eventually-replace-hms-ocean-starts-here/](http://www.savetheroyalnavy.org/the-campaign-to-retain-and-eventually-replace-hms-ocean-starts-here/)
8. [pl.pinterest.com/](http://pl.pinterest.com/)
9. [www.simplexturbulo.com/marine/](http://www.simplexturbulo.com/marine/)
10. [pl.wikipedia.org/wiki/Wektor](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wektor)
11. [http://www.fizykon.org/podstawy\\_punkt\\_mat/wektory\\_zwrot\\_kierunek\\_wartosc.htm](http://www.fizykon.org/podstawy_punkt_mat/wektory_zwrot_kierunek_wartosc.htm)
12. Mironiuk W., Pobłocki K., Wpływ zatopienia pokładu łodziowego okrętu na krzywą ramion prostujących, *Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 2016, nr 12.

### Multicriterial vector of efficiency of propulsion marine fleet of naval support

*In this paper we discuss the multi-criterion vector of maritime ship propulsion efficiency - on the example of ships navy support fleet*

Autorzy:

dr inż. st.of.mech.okr. **Zbigniew Łosiewicz** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa i Energetyki, Zakład Inżynierii Bezpieczeństwa, [zbigniew.losiewicz@zut.edu.pl](mailto:zbigniew.losiewicz@zut.edu.pl)

kmdr dr inż. **Waldemar Mironiuk** – Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni, Wydział Nawigacji i Uzbrojenia Okrętowego, Katedra Eksploatacji Jednostki Pływającej, [w.mironiuk@amw.gdynia.pl](mailto:w.mironiuk@amw.gdynia.pl)