

**Amadeusz TOMASZEWSKI, Bogdan POJAWA**

Dowództwo Marynarki Wojennej,

Akademia Marynarki Wojennej

**WSTĘPNE STUDIUM WYKONALNOŚCI  
WDROŻENIA PRZEPISÓW IMO  
DOTYCZĄCYCH OCHRONY ŚRODOWISKA  
MORSKIEGO NA OKRĘTACH  
– PROJEKTOWY WSKAŹNIK  
EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ (EEDI)**

**STRESZCZENIE**

W artykule przedstawiono wstępne studium wykonalności wdrożenia przepisów IMO w zakresie ochrony środowiska morskiego na okrętach. W części początkowej przedstawiono ocenę aktualnego i prognozowanego stanu uregulowań prawnych oraz identyfikację pojętych przez UE działań w tym zakresie. Następnie dokonano identyfikacji dostępnych technologii umożliwiających zwiększenie efektywności energetycznej w eksploatacji siłowni okrętowych. W części końcowej przedstawiono przykłady podjętych działań na rzecz zwiększenia efektywności energetycznej w Marynarkach Wojennych oraz ocenę wdrożenia przepisów IMO w zakresie ochrony środowiska morskiego na okrętach MW RP.

Słowa kluczowe:

efektywność energetyczna, ochrona środowiska morskiego, przepisy IMO, eksploatacja siłowni okrętowych, EEDI, emisja NO<sub>x</sub> i CO<sub>2</sub>

**WSTĘP**

Rozwój szeroko rozumianego postępu technicznego, wzrost zaludnienia na świecie oraz dążenie poszczególnych państw do wzrostu gospodarczego powoduje zwiększone zapotrzebowanie na energię. Energię, która w głównej mierze, uzyskiwana jest w sposób konwencjonalny z paliw kopalnych [1,7]. Ograniczone zasoby paliw i towarzyszący zwiększonemu zapotrzebowaniu na energię popyt na paliwa, powodują ciągły wzrost cen paliw, a tym samym energii [4,7]. Zwiększone zapotrzebowanie na energię przekłada się również na zwiększoną emisję szkodliwych dla środowiska produktów spalania, głównie CO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> [4]. W związku z powyższym,

coraz większego znaczenia nabiera ocena efektywności energetycznej obecnie wykorzystywanych technologii do wytwarzania energii, jak również poszukiwanie nowych, innowacyjnych i niskoemisyjnych technologii, w tym odnawialnych źródeł energii (OZE). Dotyczy to zarówno procesów wytwarzania, dystrybucji oraz końcowego wykorzystania energii.

Ideą efektywności energetycznej jest nie tylko oszczędzanie energii, ale znalezienie sposobu na to żeby realizowane obecnie procesy energetyczne odbywały się przy mniejszym zapotrzebowaniu na energię pierwotną wyrażaną w tonach oleju ekwiwalentnego (Mtoe) [5,10]. Inwestycje w efektywność energetyczną oraz odnawialne źródła energii oznaczają także dbałość o środowisko naturalne i walkę ze zmianami klimatycznymi poprzez obniżenie emisji szkodliwych produktów spalania [2,3,10]. Można stwierdzić, że efektywność energetyczna w sposób wymierny wpływać będzie na obniżenie kosztów produkcji, a tym samym zwiększenie zysków i podniesienie konkurencyjności szeroko pojętych produktów. Pośrednio wpływać będzie również na wzrost poziomu życia obywateli.

Na podstawie danych z rocznika statystycznego można stwierdzić, że w roku 2009 w końcowym zużyciu energii w gospodarce Unii Europejskiej 33 % należało do transportu (głównie transportu lądowego), 27 % do budownictwa, 24 % do przemysłu, 13 % do usług i 2 % do sektora rolnictwa. Takiemu zużyciu energii przez poszczególne sektory gospodarki w przybliżeniu odpowiada ich procentowy udział w emisji szkodliwych dla środowiska produktów spalania, w tym głównie CO<sub>2</sub> [4]. Szacuje się, że największy potencjał w zakresie wzrostu efektywności energetycznej występuje w budownictwie, a następnie w transporcie. Transport (w tym transport morski) charakteryzuje się najwyższą dynamiką wzrostu zużycia energii i największą zależnością od paliw kopalnych [4,5,12]. W planowanej białej księdze dotyczącej transportu określona zostanie strategia poprawy efektywności sektora transportowego, obejmująca następujące elementy: wprowadzanie zaawansowanych systemów zarządzania ruchem dla wszystkich form transportu, inwestycje infrastrukturalne i utworzenie jednolitego europejskiego obszaru transportowego celem propagowania transportu multimodalnego, inteligentna polityka cenowa oraz standardy efektywności dla wszystkich pojazdów we wszystkich rodzajach transportu i inne środki na rzecz wspierania innowacji [2,5]

Powyższe stanowiło inspirację do podjęcia badań w zakresie oceny wdrożenia obowiązujących przepisów IMO dotyczących ochrony środowiska morskiego w sektorze transportu morskiego, a w szczególności eksploatacji siłowni okrętowej, która w uogólnieniu stanowi zespół bloków energetycznych zapewniających produkcję energii mechanicznej, elektrycznej i ciepła niezbędnych do wykonywania zadań wynikających z przeznaczenia okrętu.

## **AKTUALNY STAN PRZEPISÓW W ZAKRESIE OCHRONY ŚRODOWISKA MORSKIEGO**

Zgodnie z postanowieniami, zakończonej 3 marca 1948 r., konferencji Narodów Zjednoczonych w Genewie, ustanowiono powstanie Morskiej Organizacji Doradczej (Inter-Governmental Maritime Consultative Organisation - IMCO), która została pierwszą organizacją zajmującą się sprawami morskimi. W 1982 roku zmieniono nazwę organizacji na Międzynarodowa Organizacja Morska (International Maritime Organisation-IMO). Według danych IMO na rok 2013 r., jej członkami jest 170 państw i trzy państwa w charakterze członków stowarzyszonych. Ponadto, 40 organizacji międzyrządowych posiada umowy o współpracy z IMO, zaś 61 organizacji pozarządowych ma przy niej status doradczy [13].

IMO składa się ze Zgromadzenia, Rady oraz pięciu głównych Komitetów:

1. Komitet Bezpieczeństwa na Morzu (The Maritime Safety Committee – MSC) zajmujący się sprawami technicznymi związanymi z bezpieczeństwem na morzu;
2. Komitet Ochrony Środowiska Morskiego (The Marine Environment Protection Committee – MEPC) prowadzący działalność w zakresie spraw związanych z zapobieganiem i kontrolą zanieczyszczeń środowiska morskiego ze statków;
3. Komitet Prawny (Legal Committee – LEG) rozpatrujący wszelkie sprawy prawne wynikające z zakresu działalności IMO;
4. Komitet Ułatwień (Facilitation Committee – FAL) działający w dziedzinach związanych z ułatwieniami międzynarodowego handlu morskiego i przewozu pasażerów. Działalność ta ma na celu ograniczenie formalności, uproszczenie wymaganej dokumentacji i usprawnienie obsługi statków w portach;
5. Komitet Współpracy Technicznej (Technical Co-Operation Committee – TC) koordynujący prace IMO w zakresie zapewnienia pomocy technicznej w dziedzinie gospodarki morskiej, szczególnie krajom rozwijającym się.

Uprawnienia Komitetów wynikają ze statutu IMO, bądź z umów międzynarodowych. Sprawy rozwoju gospodarki morskiej i innych branż są omawiane przez państwa członkowskie na sesjach Komitetów. Zgłaszane też tam są potrzeby nowych konwencji i poprawki do już istniejących. Dokument zanim stanie się wiążący dla poszczególnych państw, które go ratyfikowały musi zostać formalnie przyjęty przez ich rządy. W Polsce instytucją odpowiedzialną za koordynację postanowień IMO jest Ośrodek do spraw IMO przy Polskim Rejestrze Statków [14]. Dokumenty są ratyfikowane w całości lub z zastrzeżeniami. Dokumenty mogą być także zatwierdzane przez przedstawiciela państwa posiadającego odpowiednie uprawnienia prawne. Zgodnie z danymi IMO od czasu jej założenia przyjęto 50 konwencji i protokołów oraz ponad 1000 zaleceń dotyczących ochrony i bezpieczeństwa morskiego,

jak również regulacji dotyczących zapobiegania zanieczyszczeniu środowiska morskiego.

Z początkiem 2013 roku główne Komitety IMO wspierane są w swojej działalności przez niżej wymienione Podkomitety [13]:

1. Podkomitet do spraw Ludzkich, Szkolenia i Obowiązków Wachtowych (Sub-Committee on Human Element, Training and Watchkeeping – HTW) poprzednio Podkomitet do Szkolenia Zawodowego i Obowiązków Wachtowych (STW);
2. Podkomitet do spraw wdrażania decyzji IMO (Sub-Committee on Implementation of IMO Instruments – III) poprzednio Podkomitet Wdrażania Konwencji (FSI);
3. Podkomitet do spraw Nawigacji, Komunikacji, Poszukiwania i Ratownictwa (Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue – NCSR) poprzednio Komitet Radiokomunikacji oraz Poszukiwań i Ratownictwa (COMSAR) i Komitet Bezpieczeństwa Żeglugi (NAV);
4. Podkomitet Zapobiegania Zanieczyszczeniom i działania w odpowiedzi na zanieczyszczenia powodowane przez statki (Sub-Committee on Pollution Prevention and Response – PPR) kontynuator prac Komitetu Cieczy i Gazów Przewożonych Luzem (BLG);
5. Podkomitet do spraw Projektowania i Konstrukcji Statków (Sub-Committee on Ship Design and Construction – SDC) kontynuator prac Podkomitetów Konstrukcji i Wyposażenia Statku (DE), Ochrony Przeciwpożarowej (FP) i Stateczności i Lini Ładunkowych oraz Bezpieczeństwa Statków Rybackich (SLF);
6. Podkomitet do spraw Systemów i Wyposażenia Statków (Sub-Committee on Ship Systems and Equipment – SSE) kontynuator prac Komitetów DE, FP, SLF;
7. Podkomitet do spraw Przewozu Ładunków Cargo i Kontenerów (Sub-Committee on Carriage of Cargoes and Containers – CCC) poprzednio Podkomitet Przewozu Towarów Niebezpiecznych, Ładunków Stałych i Kontenerów (DSC).

Pierwsza konferencja zorganizowana przez IMO w 1960 r. ukierunkowana była na sprawy bezpieczeństwa morskiego, a efektem jej prac było przyjęcie międzynarodowej konwencji o bezpieczeństwie życia na morzu (the International Convention on Safety of Life at Sea-SOLAS). Konwencja SOLAS poprzedzona była traktatami z roku 1914 (po katastrofie RMS Titanic) z późniejszymi zmianami w roku 1929 i 1948. Obecnie obowiązująca konwencja zatwierdzona w 1974 r. weszła w życie 25 maja 1980 roku i od tego czasu była wielokrotnie zmieniana. Konwencja SOLAS ma na celu podniesienie bezpieczeństwa życia na morzu i stanowi ujednolicenie przepisów międzynarodowych w zakresie: budowy i konstrukcja statków, urządzeń maszynowych i instalacji elektrycznych, ochrony przeciwpożarowej, wykrywania i gaszenia pożarów, środków i urządzeń ratunkowych, radiokomunikacji, bezpieczeństwa żeglugi, przewozu ładunków (w tym niebezpiecznych) oraz statków z napędem jądrowy [13].

Innym kluczowym obszarem działalności IMO jest szeroko rozumiane przeciwdziałanie zanieczyszczeniu środowiska morskiego. W październiku 1973 r. IMO zorganizowało konferencję poświęconą problematyce zanieczyszczania środowiska morskiego. Efektem tej konferencji było przyjęcie najważniejszego międzynarodowego dokumentu w zakresie zapobiegania zanieczyszczaniu środowiska morskiego przez statki, znanej jako *the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 73/78)*. Konwencja została zmodyfikowana w 1978, podczas konferencji w sprawie bezpieczeństwa zbiornikowców i zapobiegania zanieczyszczeniom i obecnie powszechnie jest znana jako MARPOL 73/78. W roku 1997 dodano załącznik VI o zapobieganiu zanieczyszczaniu powietrza przez statki. Konwencja jest żywym dokumentem i była wielokrotnie aktualizowana. Zawiera przepisy mające na celu zapobieganiu i minimalizowaniu zanieczyszczeń ze statków. Obecnie Konwencja **MARPOL** składa się z następujących załączników:

- **Załącznik I** - wszedł w życie 2 października 1983 r.. Dotyczy zapobiegania zanieczyszczaniu olejem podczas rutynowych operacji ładunkowych i paliwowych, jak i zrzutów przypadkowych. W 1992 r. zmiany do załącznika I narzuciły obowiązek posiadania podwójnego kadłuba dla nowobudowanych zbiornikowców oraz przyjęcie przez armatorów harmonogramu wyposażenia już istniejących jednostek w podwójny kadłub – dokument aktualizowany w roku 2001 i 2003;
- **Załącznik II** - dotyczy ochrony morza przed zanieczyszczaniem innymi niż ropopochodne płynnymi substancjami szkodliwymi. Reguluje usuwanie 250 szkodliwych substancji do morza. Stanowi też, że w każdym przypadku nie jest dozwolony zrzut w odległości mniejszej niż 12 Mm od najbliższego lądu. Dokument obowiązuje od 2 października 1983 [15];
- **Załącznik III** - dotyczy ochrony morza przed zanieczyszczaniem szkodliwymi substancjami przewożonymi w opakowaniach. Dla potrzeb dodatku do załącznika III określono jako „substancje szkodliwe” te które zostały zdefiniowane w International Maritime Dangerous Good Code – IMDG CODE oraz ujęte dodatkowo w dodatku. Postanowienia weszły w życie z dniem 1 lipca 1992 r.;
- **Załącznik IV** - Wszedł w życie 27 września 2003. Dotyczy ochrony morza przed zanieczyszczaniem fekaliami. Ma zastosowanie dla wszystkich statków o pojemności brutto 400 i więcej lub przewożących ponad 15 osób (pasażerów i załogi). Zabrania zrzutu fekaliiów do morza w odległości mniejszej niż 12 mil od brzegu (3 mil, jeżeli ścieki poddano rozdrobnieniu i dezynfekcji). Na mocy wymagań tego załącznika, statki powinny być wyposażone w oczyszczalnię ścieków lub instalację do rozdrabniania i dezynfekcji fekaliiów lub zbiorniki pozwalające na przetrzymanie ścieków i wypompowanie ich do odpowiedniej instalacji w porcie. Ponadto, państwa wymagające stosowania załącznika IV, powinny zapewnić w portach odpowiednie instalacje do odbioru ścieków ze statków. Statki dostosowane do wymogów Konwencji są poddawane inspekcji ze strony instytucji klasyfikacyjnych. Dla potwierdzenia, że statek spełnia wy-

magania, wydawany jest Międzynarodowy Certyfikat o Zapobieganiu Zanieczyszczeniom Fekaliami;

- **Załącznik V** – wszedł w życie 31 grudnia 1988 r. Reguluje usuwanie ze statków odpadów. Określa dozwoloną odległość od lądu i sposób w jaki mogą być wyrzucane. Najważniejszą częścią załącznika jest przepis stanowiący całkowity zakaz wyrzucania odpadów plastikowych do morza. W lipcu 2011 r. IMO przyjęło zmiany do załącznika zakazując wyrzucania jakichkolwiek odpadów do morza chyba przepisy stanowią inaczej w szczególnych okolicznościach. Postanowienia obowiązują od 01 stycznia 2013 r.
- **Załącznik VI** -został przyjęty w 1997 r. i wszedł w życie 19 maja 2005 r. Zawiera przepisy mające na celu redukcję substancji takich jak tlenki siarki ( $\text{SO}_x$ ) i tlenki azotu ( $\text{NO}_x$ ) emitowane z układów wylotu spalin statków oraz halony i freony niszczących warstwę ozonową. W 2008 r. załącznik został zrewidowany na 58 posiedzeniu Sesji MPEC, a jego postanowienia obowiązują od 1 lipca 2010 r. W odniesieniu do paliw dla jednostek pływających z dniem 1 stycznia 2012 r. zredukowano najwyższą dozwoloną zawartość siarki do 3,5% z perspektywą obniżenia zawartości siarki do 0,5% w 01.01.2020 r. lub 01.01.2025 r., w zależności od dostępności paliwa na rynku. Dla statków operujących na Obszarach Kontroli Emisji (Emission Control Areas – ECA) czyli Morza Bałtyckiego, Północnego i Kanału Angielskiego od 1 lipca 2010 r. przyjęto najwyższą dozwoloną zawartość siarki do 1,0% z perspektywą obniżenia zawartości siarki w paliwie od 01.01.2015 r. do 0,1% [34]. Ograniczenia emisji tlenków azotu ( $\text{NO}_x$ ) z wylotu spalin statków przyporządkowano w zależności od daty zainstalowania silnika na jednostce i jego prędkości nominalnej. Dla silników zainstalowanych na statkach pomiędzy 2000 r. a 01.01.2011 r., w zależności od prędkości nominalnej silnika, przyjęto maksymalny poziom emisji ( $\text{NO}_x$ ) [16, 43]:
  - a. 9,8 [g/kWh] dla silników o nominalnych prędkościach  $n \geq 2000$  [ $\text{min}^{-1}$ ];
  - b. 9,8÷17,0 [g/kWh] dla silników o nominalnych prędkościach z zakresu  $130 \leq n < 2000$  [ $\text{min}^{-1}$ ];
  - c. 17,0 [g/kWh] dla silników o nominalnych prędkościach  $n < 130$  [ $\text{min}^{-1}$ ].

Dla silników zainstalowanych na statkach od 01.01.2011 r. do 31.12.2015 r. przyjęto maksymalny poziom emisji ( $\text{NO}_x$ ):

- a. 7,7 [g/kWh] dla silników o nominalnych prędkościach  $n \geq 2000$  [ $\text{min}^{-1}$ ];
- b. 7,7÷14,4 [g/kWh] dla silników o nominalnych prędkościach w zakresie  $130 \leq n < 2000$  [ $\text{min}^{-1}$ ];
- c. 14,4 [g/kWh] dla silników o nominalnych prędkościach  $n < 130$  [ $\text{min}^{-1}$ ].

Dla statków zbudowanych po 2016 r. w obszarze NECA (Nitrogen Emmission Control Area) zakłada się przyjęcie maksymalnych poziomów emisji ( $\text{NO}_x$ ):

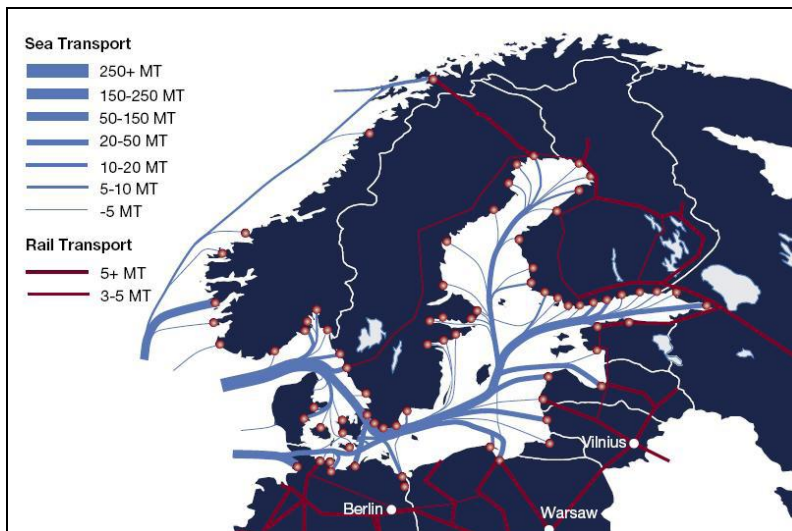
- a. 2,0 [g/kWh] dla silników o nominalnych prędkościach  $n \geq 2000$  [ $\text{min}^{-1}$ ];

- b. 2,0 - 3,4 [g/kWh] dla silników o nominalnych prędkościach  $130 \leq n < 2000 [\text{min}^{-1}]$ ;
- c. 3,4 [g/kWh] dla silników o nominalnych prędkościach  $n < 130 [\text{min}^{-1}]$ .

Podczas 62 sesji MEPC, która odbyła się w 2011 roku, zatwierdzona została poprawka do załącznika VI MARPOL wprowadzająca podjęcie obowiązkowych działań w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych (Greenhouse Gas Emissions – GHGs), dotyczy to głównie emisji CO<sub>2</sub>, przez transport morski. Przyjęte przepisy wprowadzają Projektowy Wskaźnik Efektywności Energetycznej (the Energy Efficiency Design Index – EEDI) dotyczący nowobudowanych statków o pojemności 400 GT (Gross Tonnage) lub większej, Plan Zarządzania Efektywnością Energii na Statkach (the Ship Energy Efficiency Management Plan – SEEMP) dotyczący wszystkich statków oraz umieszczono wzór międzynarodowego świadectwa efektywności energetycznej EEDI. Powyższe przepisy mają zastosowanie od 1 stycznia 2013 roku [18, 43].

### DZIAŁANIA UNII EUROPEJSKIEJ NA RZECZ OCHRONY ŚRODOWISKA MORSKIEGO

Rozwijający się transport morski na wodach Morza Bałtyckiego jest szansą na rozwój gospodarczy Unii Europejskiej, ale jednocześnie stanowi zagrożenie dla atmosfery i środowiska morskiego oraz krajów nadbałtyckich, stanowiąc jednocześnie zagrożenie dla zdrowia publicznego w tych krajach. Wielkość transportu morskiego na Bałtyku przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Wielkość transportu morskiego na Bałtyku [36]

Komisja Europejska realizując działania na rzecz innowacyjnego i zrównoważonego transportu wspiera działania na rzecz ochrony środowiska morskiego jak również we współpracy z IMO wprowadza uregulowania prawne w tym zakresie. Poniżej przedstawiono ważniejsze działania Unii Europejskiej na rzecz ochrony środowiska morskiego.

### **Bałtyk obszarem specjalnej kontroli**

Ważnym czynnikiem potęgującym proces wdrażania przepisów dotyczących ochrony środowiska morskiego, szczególnie w obszarze Morza Bałtyckiego, są postanowienia Unii Europejskiej ustanawiające Bałtyk obszarem specjalnym, które jest odpowiedzią na przewidywany wzrost natężenia ruchu statków i planowane powstanie korytarzy transportowych. W związku z powyższym, we wrześniu 2012 r. Parlament Europejski przyjął zmiany dostosowujące normy emisji siarki przez statki do postanowień norm IMO z 2008 r. Przewiduje się, że do 2020 r. przyjęty zostanie limit zawartości siarki wynoszący 0,5%, obowiązujący na wszystkich morzach otaczających UE. Parlament Europejski ustanowił jeszcze bardziej restrykcyjny limit zawartości siarki, wynoszący 0,1% do 2015 r., w odniesieniu do Morza Bałtyckiego, Morza Północnego i kanału La Manche, które są położone na tzw. „obszarach kontroli emisji siarki”. Ponadto, UE uzgodniła stanowisko w sprawie ustanowienia Morza Bałtyckiego „obszarem kontroli emisji tlenku azotu (Nitrogen Emission Control Area - NECA). Po przeprowadzeniu szczegółowej analizy w celu oszacowania emisji NO<sub>x</sub> ze statków działających w regionie Morza Bałtyckiego i wpływu tych emisji ustalono że: „Uznanie Morza Bałtyckiego za NECA powinno zredukować emisje NO<sub>x</sub> ze statków o 16 % w 2020 r. i o 46 % w 2030 r. Oczekuje się, że wszystkie statki będą spełniać wymogi NECA na Bałtyku dopiero w latach 2040-50, z czego jedna trzecia zostanie odpowiednio wyposażona do 2030 r. [23].

### **Komisja Ochrony Środowiska Morskiego Morza Bałtyckiego (Baltic Marine Environment Protection Commission – HELCOM)**

Konwencja o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego, sporządzona w Helsinkach 09.04.1992 r., której stronami są kraje nadbałtyckie. Podstawowym celem Konwencji jest kompleksowa ochrona środowiska morskiego Morza Bałtyckiego. Działania podejmowane w ramach Konwencji dotyczą wód morskich Państw-Stron, wód wewnętrznych oraz całego obszaru zalewiska Morza Bałtyckiego. Organem wykonawczym Konwencji Helsińskiej jest Komisja Ochrony Środowiska Morskiego Morza Bałtyckiego (Baltic Marine Environment Protection Commission – HELCOM). W 2010 roku Komisja podjęła decyzję o prowadzeniu prac mających na celu złożenie do IMO wspólnego wniosku krajów basenu Morza Bałtyckiego w sprawie utworzenia obszaru kontroli emisji NO<sub>x</sub> (NECA) na Morzu Bałtyckim. Niemniej ze względu na potrzebę dalszego uzgadniania wniosku we-



wnątrz krajów zainteresowanych stron wniosek do dnia dzisiejszego nie został złożony do IMO. W oficjalnym protokole ze spotkania HELCOM, które odbyło się w Kopenhadze 03.10.2013 r. uzgodniono, że ustanowienie Bałtyku strefą NECA wymaga dalszych konsultacji [23].

## Projektowy Wskaźnik Efektywności Energetycznej (EEDI)

Komitet Ochrony Środowiska Morskiego (MEPC) na 62 sesji przyjął rezolucję wprowadzającą Projektowy Wskaźnik Efektywności Energetycznej (Energy Efficiency Design Index – EEDI). Wskaźnik EEDI obowiązuje od 1 stycznia 2013 i generalnie ma zastosowanie dla jednostek powyżej 400 GT. Wyznaczenia współczynnika EEDI dokonuje się na podstawie zależności [20, 24]:

$$\text{EEDI} = \frac{
 \begin{array}{l}
 \text{Main engine(s)} \quad \text{Auxiliary engine(s)} \quad \text{Energy saving technologies (auxiliary power)} \quad \text{Energy saving technologies (main power)} \\
 \left( \prod_{i=1}^M f_i \right) \left( \sum_{j=1}^{AME} P_{ME(j)} \cdot C_{PME} \cdot SF_{CME} \right) + (P_{AE} \cdot C_{PAE} \cdot SF_{CAE}) + \left( \prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{l=1}^{MPT} P_{PT(l)} - \sum_{l=1}^{MPT} f_{eff(l)} \cdot P_{AEff(l)} \right) C_{PAE} \cdot SF_{CAE} - \left( \sum_{l=1}^{MPT} f_{eff(l)} \cdot P_{AEff(l)} \cdot C_{PME} \cdot SF_{CME} \right)
 \end{array}
 }{
 \begin{array}{l}
 f_i \cdot f_c \cdot \text{Capacity} \cdot f_w \cdot V_{ref} \\
 \text{Transport work}
 \end{array}
 }$$

Powyższą zależność można zdefiniować jako stosunek całkowitej emisji dwutlenku węgla CO<sub>2</sub> otrzymanej w wyniku spalania paliwa przez wszystkie urządzenia energetyczne jednostki do pracy przewozowej (zależnej m.in. od nośności statku oraz jego maksymalnej prędkości). Na wielkość EEDI wpływają m. in. kształt kadłuba (opory), rodzaj i moc napędu i urządzeń pomocniczych, prędkość statku oraz rodzaj paliwa. Ponadto, ważna jest zawartość węgla w paliwie.

Wprowadzenie EEDI przez IMO ma służyć poprawie efektywności energetycznej określonych kategorii nowych statków, a w efekcie doprowadzić do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> o około 25-35 % do roku 2030. Obecnie na żeglugę morską przypada około 3 % globalnych emisji CO<sub>2</sub> wywołanych przez człowieka. W świetle danych IMO emisje te wzrosłyby o 150-250 % do roku 2050, gdyby nie przyjęto nowych regulacji. Zgodnie z założeniami IMO wprowadzenie wskaźnika EEDI wymusi by nowo budowane jednostki spełniały minimalny poziom sprawności energetycznej. Statki budowane w latach 2015-2019 będą musiały poprawić ją o 10 %, w latach 2020-2024 o 20 %, zaś po roku 2024 poprawa winna wynosić 30 % w stosunku do poziomu wyjściowego [25].

## **Transeuropejska Sieć Transportowa (Trans-European Transport Network - TEN-T)**

Nowa polityka UE kładzie szczególny nacisk na stworzenie sieci korytarzy transportowych pomiędzy 28 krajami członkowskimi w celu swobodnego ruchu obywateli Unii oraz wzrostu wymiany gospodarczej czego konsekwencją będzie zwiększenia konkurencyjności. Zakłada powstanie 8 korytarzy wykorzystujących infrastrukturę drogową, powietrzną, kolejową i morską. Mają powstać 2 północ-południe, 3 wschód – zachód i 4 diagonalne. Sieć bazowa tej infrastruktury ma powstać do 2030 r. Sieć bazowa ma z założenia stanowić system połączeń pomiędzy głównymi ośrodkami społeczno-gospodarczymi w skali europejskiej oraz zapewniać wyjście do państw trzecich poprzez porty morskie, lotnicze i połączenia lądowe [27, 28]. Dla Polski przewidziano dwa takie korytarze: Bałtyk-Adriatyk z północy na południe oraz Morze Północne-Bałtyk z zachodu na wschód i północny wschód z uwzględnieniem portów w Gdańsku i Gdyni [27, 28].

Na podstawie tak sformułowanej polityki EU w zakresie transportu można spodziewać się rosnącej roli Morza Bałtyckiego, a co za tym idzie wzrostu natężenia ruchu środków transportowych w obrębie Morza Bałtyckiego. W konsekwencji wzrost emisji zanieczyszczeń w tym rejonie. Dlatego też, z punktu widzenia ekologicznego tak bardzo ważnym jest wdrożenie Projektowego Wskaźnika Efektywności Energetycznej– EEDI.

## **Monitorowanie ruchu statków i modelowanie emisji zanieczyszczeń**

Powyższe regulacje prawne oraz nakreślone międzynarodowe kierunki procedowania dalszych przepisów w zakresie ograniczenia wpływu sektora morskiego na zanieczyszczenie powietrza, wymusiły potrzebę określenia rzeczywistej wielkości emisji zanieczyszczeń przez jednostki pływające oraz potrzebę modelowanie tego procesu. W chwili obecnej trwają zaawansowane prace nad wykorzystaniem istniejących lub opracowaniem nowych technologii, które nie tylko pozwolą określić wielkość generowanych emisji przez poszczególne statki, ale też będą narzędziem przy weryfikacji zastosowania przedmiotowych przepisów [19].

Danymi niezbędnymi tzw. sene qua none do analizy emisji zanieczyszczeń, pochodzących z jednostek pływających są: dane techniczne, informacje o jej ruchach, a także rodzaju paliwa stosowanego w układach energetycznych. Dane o monitorowaniu ruchu statków i zużyciu paliwa można pozyskać z [19]:

- systemu Automatycznej Identyfikacji (Automatic Identification System-AIS);
- systemu raportowania (Automated Mutual-Assistance Vessel Rescue System – AMVER). Statki handlowe przez wyznaczone stacje nadbrzeżne lub naziemne systemu INMARSAT mogą wysłać raporty dotyczące ruchu statków

do centrali w Nowym Jorku. Informacje pochodzące z tych raportów są wprowadzane do komputera, który je gromadzi i oblicza przewidywane ich pozycje;

- statystyk sprzedaży paliwa i portowych;
- informacji, które posiadają jednostki pływające, w tym o paliwie na podstawie tzw. bunker fuel delivery notes [19].

Monitorowanie emisji zanieczyszczeń pochodzących od statków jest już o wiele bardziej złożonym procesem. Rozróżniamy następujące metody monitorowania emisji:

- bezpośrednio na jednostce pływającej za pomocą analizatora spalin;
- przy wykorzystaniu załogowych lub bezzałogowych statków powietrznych, które, dokonują pomiaru stężenia związków szkodliwych w smudze spalin za jednostką pływającą. Metoda ta pozwala na przeprowadzenie analizy z około 15% dokładnością pomiaru;
- Differential Optical Absorption Spectrometry (DOAS) – dokonują pomiaru absorpcji atmosfery w zakresie od ultrafioletu do podczerwieni, analizując jednocześnie zawartość w niej związków szkodliwych;
- Light Detection and Ranging (LIDAR) – zasada działania jest podobna do zasady działania radaru. Pomiar polega na wysłaniu impulsu promieniowania i detekcji jego echa powstałego wskutek rozpraszania na wykrywanych obiektach;
- przy wykorzystaniu satelity – Europejska Agencja Kosmiczna prowadzi badania nad wykorzystaniem satelity do określenia ilości emitowanych zanieczyszczeń na podstawie analizy stężenia cząsteczek skoncentrowanych w danym rejonie powietrza. Przedsięwzięcie realizowane jest w ramach projektu (Satellite Monitoring of ship emission In the Baltic Sea – SAMBA). Przy wykorzystaniu satelity jest możliwe określenie koncentracji  $\text{NO}_2$  i  $\text{SO}_2$  w atmosferze w danym rejonie, niemniej bardzo trudne jest zmierzenie emisji zanieczyszczeń dla pojedynczego statku ze względu na zakłócenia pochodzące z innych źródeł [19].

## **TECHNOLOGIE UMOŻLIWIJĄCE ZWIĘKSZENIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ**

Obecnie istniejące metody i rozwiązania technologiczne pozwalające na zwiększenie efektywności energetycznej (osiągnięcie kryteriów EEDI) można podzielić na następujące kategorie [20]:

### 1. Konstrukcyjne:

- zwiększenie nośności statku, czyli łącznej masy ładunku, załogi, zapasów paliwa, wody pitnej, prowiantu, części zamiennych itp., jaką statek może przyjąć na pokład nie przekraczając dopuszczalnego zanurzenia;

- optymalizację kadłuba – 70% zapotrzebowania energetycznego układu napędowego jest oddawane na opory kadłuba. Optymalizacja kadłuba jednostki może zapewnić znaczna oszczędność paliwa zwłaszcza dla starych jednostek o dużym współczynniku oporu kadłuba. Przykładem takiego rozwiązania jest „gruszka dziobowa”;
  - optymalizacja siły napędowej – optymalizacja śladu torowego może poprawić sprawność śruby napędowej, a co za tym idzie zredukować zużycie paliwa oraz zminimalizuje kawitację. Można to osiągnąć poprzez odpowiednie ukształtowanie kadłuba w części rufowej oraz zastosowanie dodatkowych rozwiązań „opływek” przy kadłubie lub sterze;
  - wykorzystanie energii wiatru lub słońca – zastosowanie w układzie napędowym, np. jako dodatkowego napędu zasilanego wiatrem lub bateriami słonecznymi.
2. Techniczne:
- wykorzystanie energii jądrowej – to rozwiązanie całkowicie eliminuje problem emisji związków szkodliwych do atmosfery;
  - systemy odzyskiwania energii z układów napędowych – np. kotły utylizacyjne (odzyskowe) wykorzystujące ciepło spalin z silników głównych, a stosowane zwykle w siłowniach spalinowych i turbogazowych;
3. Operacyjne
- redukcja prędkości statku – zmniejszenie prędkości jednostki pływającej wpływa na mniejsze zużycie paliwa, a tym samym redukuje emisję CO<sub>2</sub>.
4. Rodzaj paliwa:
- zastosowanie gazu ziemnego w postaci płynnej (Liquefield Natural Gas – LNG) – przejście na paliwa LNG są ogromne i dotyczą prawie całkowitej eliminacji SO<sub>x</sub> i cząstek stałych oraz zmniejszenia emisji NO<sub>x</sub> o prawie 90%, a CO<sub>2</sub> około 20%;
  - zastosowanie biopaliw – są atrakcyjnym substytutem dla tradycyjnego paliwa szczególnie w kategoriach emisji CO<sub>2</sub>. Ponadto, koszt pozyskania biopaliw jak na razie są stosunkowo wysokie w porównaniu do tradycyjnego paliwa okrętowego;
  - zastosowanie dualnych rozwiązań instalacji zasilania paliwem (dual – fuel), czyli instalacji pozwalających na zasilanie silników dwoma rodzajami paliwa, np.: LNG i paliwa węglowodorowego – rozwiązanie to wydaje się stosunkowo opłacalnym rozwiązaniem dla armatorów posiadających gazowce w dostosowywaniu floty do obowiązujących przepisów w zakresie emisji związków szkodliwych;

Przykładem zastosowania powyższych rozwiązań technologicznych może być kontenerowiec The Maersk Triple E class Fuel efficient [29]. Konstruktorom jednostki przyświecał cel: „Economy of scale, Energy efficient and Environmentally

improved”, czyli „ekonomia skali (przekonanie, że duży może więcej), energetycznie wydajny i bardziej przyjazny środowisku”. Wydajność energetyczna i poszanowanie środowiska wyraża się w przekonaniu, że statek wcale nie musi być bardzo szybki, natomiast powinien być przyjazny dla środowiska. Choć jednostka może pływać z maksymalną prędkością 23 węzłów to najbardziej ekonomiczna i ekologiczna jest przy niższych prędkościach. Jeśli płynie z prędkością 17,5 węzła to emituje jedynie 32 % dwutlenku węgla, który emitowałaby przy prędkości maksymalnej.

Innym interesującym przykładem rozwiązania dla zwiększenia efektywności energetycznej jednostki pływającej jest projekt zaproponowany przez firmę DAMEN. Opatentowana przez firmę ostra sylwetka dziobu tzw. „The Axe Bow Concept” znacząco wpłynęła na zmniejszenie zużycia paliwa, a tym samym zmniejszenie emisji związków szkodliwych do atmosfery [30].

## **DZIAŁANIA NA RZECZ EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ W MARYNARKACH WOJENNYCH**

Marynarka Wojenna jest rodzajem sił zbrojnych funkcjonującym w trzech środowiskach: morskim - zasadniczym (nawodnym i podwodnym), powietrznym i lądowym (naziemnym i podziemnym), w działaniu których głównym źródłem energii są paliwa węglowodorowe. W związku z powyższym obowiązujące uregulowania prawne w zakresie ochrony środowiska morskiego, z określonymi wyłączeniami, są stosowane również na okrętach. Ponadto, przewidywane ograniczenia dostępności i ceny paliw węglowodorowych, przyczyniają się do podejmowania działań na rzecz zwiększenia efektywności energetycznej również w eksploatacji siłowni okrętowych.

Przykładem tego typu działań jest Marynarka Wojenna Stanów Zjednoczonych, która w 2009 r. ogłosiła realizację 5 celów energetycznych, ukierunkowanych na redukcję zużycia energii, zwiększenie wykorzystania innych paliw niż paliwa węglowodorowe oraz zwiększenie wykorzystania alternatywnych źródeł energii. Myślą przewodnią celów jest hasło „*Changing the Way We Think About Energy*”. Jeden z celów realizowany jest w siłach morskich US Navy pod nazwą „Green Fleet”. W projekcie uczestniczy Grupa lotniskowa w składzie: Lotniskowiec USS NIMITZ (CVN 68) wraz z 11 skrzydłem lotnictwa pokładowego, niszczyciel USS CHAFEE (DDG 90) i USS CHUNG HOON (DDG 93), krążownik USS PRINCETON (CG 59) oraz tankowiec USNS HENRY J KAISER (T-AO 187). Przed planowanym w 2016 r. wydzieleniem zespołu do operacji (deployment) odbyła się demonstracja dotychczasowych osiągnięć podczas ćwiczenia „Rim of the Pacific” (RIMPAC) w dniach 19-20 lipca 2012 r. Projekt realizowany przez wyznaczony zespół, zasilający okręty i samoloty w paliwa alternatywne, energię jądrową (lotniskowiec NIMITZ) oraz biopaliwa (wykonane w proporcji – 50% zużytego oleju jadalnego i 50% oleju z alg), został pozytywnie oceniony przez Sekre-

tarza Marynarki Wojennej Stanów Zjednoczonych Ray Mabus i jest kontynuowany [31].

Podobne projekty, z wykorzystaniem biopaliw oraz alternatywnych źródeł energii przyjaznych środowisku, realizowane są przez Royal Canadian Navy i The British Royal Navy [32, 33].

Marynarka Wojenna RP respektuje uregulowania prawne IMO w zakresie ochrony środowiska morskiego, implementując postanowienia do obowiązujących przepisów [44, 45, 46]. Marynarze czynnie uczestniczą w oczyszczaniu i przeciwdziałaniu zanieczyszczeniu Morza Bałtyckiego, współpracują z cywilnymi instytucjami rządowymi na rzecz poprawy środowiska morskiego oraz prowadząc szkolenia kadr w tym zakresie. Okręty Marynarki Wojennej RP, podobnie jak inne jednostki pływające, podlegają również nadzorowi klasyfikacyjnemu, który ma na celu zapewnienie bezpieczeństwa technicznego żeglugi, życia na morzu i ochrony środowiska morskiego. Polski Rejestr Statków (PRS), jako narodowy klasyfikator, współpracuje z Marynarką Wojenną RP sprawując między innymi nadzór nad spełnieniem wymagań konwencji międzynarodowych dotyczących okrętów. Prowadzi certyfikację materiałów i wyrobów, uznawanie firm, sporządza ekspertyzy i opinie, opiniuje normy i dokumenty normatywne dotyczące okrętów i innej wojskowej techniki morskiej. Nadzór klasyfikacyjny i konwencyjny nad okrętami prowadzony jest na zgodność z „Przepisami klasyfikacji i budowy okrętów wojennych” opracowanymi i aktualizowanymi przez PRS z uwzględnieniem międzynarodowych uregulowań prawnych [35].

Zapleczem naukowo-badawczym w Marynarce Wojennej RP jest Akademia Marynarki Wojennej, w której podejmowane i realizowane są prace naukowo-badawcze, w zakresie modelowania i oceny emisji związków szkodliwych w spalinach pochodzących z silników eksploatowanych w siłowniach okrętowych i na jednostkach pływających. Badaniami w tym zakresie od wielu lat zajmuje się zespół pod kierownictwem profesora L. Piasecznego [37,38,39,40].

Można prognozować, że przy wprowadzeniu przez IMO zapowiadanych uregulowań prawnych w zakresie emisji  $SO_x$ ,  $NO_x$  i  $CO_2$  do atmosfery, MW RP nie będzie w stanie spełniać rygorystycznych wymagań. W związku z powyższym powinny być podjęte działania w zakresie zwiększenia efektywności energetycznej podczas remontów i modernizacji naszych okrętów, a w szczególności podczas realizacji projektów budowy nowych okrętów. Podjęte działania przyczynią się do tego, że okręty MW RP nie będą miały ograniczeń podczas pływania w specjalnych strefach kontrolnych oraz w dostępie do portów.

## WNIOSKI

Na podstawie przedstawionego w artykule wstępnego studium wykonalności wdrożenia aktualnych i zapowiadanych przepisów IMO, w zakresie ochrony środowiska morskiego na okrętach, nasuwają się następujące wnioski:

- Marynarka Wojenna RP respektuje uregulowania prawne IMO w zakresie ochrony środowiska morskiego;
- Istnieje konieczność podjęcia badań mających na celu ocenę efektywności energetycznej oraz emisji szkodliwych dla środowiska naturalnego produktów spalania eksploatowanych w MW RP siłowni okrętowych, w aspekcie aktualnych i zapowiadanych przepisów IMO dotyczących ochrony środowiska morskiego. W ramach badań należy dokonać określenia procentowego udziału emisji szkodliwych dla środowiska naturalnego produktów spalania pochodzących z okrętów MW RP, w odniesieniu do krajowego sektora gospodarki morskiej. Na podstawie przeprowadzonych wyników badań należy dokonać opracowania modelu obliczania EEDI oraz SEEMP dla okrętów MW RP;
- Istnieje konieczność podjęcia badań mających na celu modelowanie siłowni okrętowych, w aspekcie zwiększenia ich efektywności energetycznej oraz zmniejszenia emisji szkodliwych produktów spalin, jak również wykorzystania odnawialnych źródeł energii;
- Prowadzić okresową ocenę efektywności energetycznej eksploatowanych w MW RP siłowni okrętowych, np.: podczas diagnostyki technicznej okrętowych układów napędowych;
- Uwzględnianie zamodelowanego EEDI i SEEMP przy zamawianiu i budowie nowych okrętów;
- Propagowanie wiedzy z zakresu efektywności energetycznej oraz ochrony środowiska morskiego w procesie kształcenia kadr MW RP;
- Wprowadzenie przez IMO przewidywanych, rygorystycznych uregulowań prawnych w zakresie ochrony środowiska morskiego dotyczących Morza Bałtyckiego, może negatywnie wpłynąć na gospodarkę i transport morski krajów nadbałtyckich, z powodu zbyt dużych kosztów ponoszonych przez armatorów. Tym samym może to negatywnie wpłynąć na budowę Transeuropejskiej Sieci Transportowej.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] A.W.M. van Schijndel and M.H. de Wit, *Advanced simulation of building systems and control with Simulink*, University of Technology Eindhoven, Netherlands 2003
- [2] Communication from The Commission to The European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and The Committee of The Regions „*Energy Roadmap 2050*”, Brussels 2011.
- [3] Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych.

- [4] Eurostat Pocketbooks 2011 edition „*Energy, transport and environment indicators*”, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011.
- [5] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „*Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 r.*”, Brussels 2011.
- [6] Polski Klub Ekologiczny Okręg Wschodnio – Pomorski, *Morze Bałtyckie – o tym warto wiedzieć*, Zeszyty naukowe, Gdynia 1998.
- [7] Opracowanie IBnGR na podstawie danych z raportu: „*Europe’s current and futures energy position. Demand–resources–investments*”, 2008, Commission Staff Working Document, EC, COM (2008) 744, Brussels.
- [8] Pudlik W.: *Termodynamika*. Wyd. PG, Gdańsk 1998.
- [9] Szargut J.: *Termodynamika*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
- [10] Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. (Dz. U. nr 94, poz. 551) o efektywności energetycznej.
- [11] Wiśniewski S., Wiśniewski T.: *Wymiana ciepła*. WNT, Warszawa 2000.
- [12] IV Forum Efektywności Energetycznej – materiały konferencyjne, Warszawa 2012.
- [13] [http://www.imo.org/About/Documents/What%20it%20is%20Oct%202013\\_Web.pdf](http://www.imo.org/About/Documents/What%20it%20is%20Oct%202013_Web.pdf).
- [14] <http://www.prs.pl/osrodek-ds-imo.html>.
- [15] Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej C 304 E/199 z dnia 23 lutego 2005.
- [16] K. Kołwzan, A. Adamkiewicz Zeszyty Naukowe Akademia Morska w Szczecinie 2009.
- [17] Ustawa z dnia 18 sierpnia 2011 r. (Dz. U. nr 228, poz. 1368, z 2012 poz. 1068, z 2013 poz. 552) o bezpieczeństwie morskim.
- [18] Archiwum PRS - ważniejsze postanowienia międzynarodowej organizacji morskiej IMO w pierwszym półroczu 2011 r. <http://www.prs.pl/osrodek-ds-imo/zestawienia-polroczne-postanowien-imo/archiwum-zestawien-polrocznych-postanowien-imo/i-polroczne-2011.html>.
- [19] *The impact of international shipping on European air quality and climate forcing*, EEA Technical report No 4/2013.
- [20] *Implementing the Energy Efficiency Design Index (EEDI)* Lloyd’s Register 2012.



- [21] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/33/UE z dnia 21 listopada 2012 r. zmieniająca dyrektywę Rady 1999/32/WE w zakresie zawartości siarki w paliwach żegludowych.
- [22] <http://www.eea.europa.eu/about-us>.
- [23] Wniosek - Decyzja Rady UE ustalająca stanowisko jakie ma być zajete na forum HELCOM i IMO w sprawie uznania Morza Bałtyckiego obszarem kontroli emisji tlenków azotu – NECA.
- [24] Załącznik 8 Rezolucji MEPC.212(63) 2012 “*Guidelines on the method of calculation of the attained Energy Efficiency Design Index (EEDI) for new Ships*” z 2 marca 2012.
- [25] <http://www.srodowisko.abc.com.pl/ko/czytaj/-/artykul/raport-ue-wolniejsze-statki-to-redukcja-emisji-o-kilkanascie-procent>.
- [26] [http://www.transport.gov.pl/2-48203f1e24e2f-1796590-p\\_1.htm](http://www.transport.gov.pl/2-48203f1e24e2f-1796590-p_1.htm).
- [27] [http://orka.sejm.gov.pl/wydbas.nsf/0/9B2B8A80F3495587C1257ADB003C1B28/\\$File/Strony%20odStudia\\_BAS\\_32-5.pdf](http://orka.sejm.gov.pl/wydbas.nsf/0/9B2B8A80F3495587C1257ADB003C1B28/$File/Strony%20odStudia_BAS_32-5.pdf).
- [28] Decyzja nr 1692/96 Parlamentu Europejskiego i Rady z 23 lipca 1996 r. w sprawie wspólnotowych wytycznych dotyczących rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej, Dz.Urz. WE L 228 z 1996 r. oraz decyzje zmieniające nr 1346/2001/EC, nr 884/2004/EC i nr 661/2010/UE.
- [29] <http://www.maersktechnology.com/Stories/Stories/Pages/TripleEvessels.aspx>.
- [30] <http://www.damen.com/innovation/projects/sea-axe-bow>.
- [31] <http://greenfleet.dodlive.mil/home/>.
- [32] <http://www.cbc.ca/news/technology/canada-may-try-biofuels-in-navy-ships-1.1408288>.
- [33] <http://www.clickgreen.org.uk/analysis/general-analysis/121895-uk-navy-chief-reveals-the-military-response-to-climate-change.html>.
- [34] L. Piaseczny, B. Pojawa - *Sprawozdanie wykonanie i obróbka pomiarów PIMi składu spalin podczas ruchu okrętu ORP „WODNIK”*, Gdynia 24.06.2013.
- [35] <http://www.prs.pl/przepisy-i-wydawnictwa-prs/przepisy-klasyfikacyjne.html>.
- [36] <http://jaronwoj.wordpress.com/category/koncesje/page/2/>
- [37] Piaseczny L., Kniaziewicz T.: *Symulacyjny model emisji związków toksycznych w spalinach ze statków morskich pływających po określonym akwenie*, Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni, 2009.

- [38] 2009, *Modeling the Emission and Dispersion of Toxic Compounds in Marine Engine Exhaust in the Gdansk Bay Region*, Polish J. of Environmental Studies, L. Piaseczny, T. Kniaziewicz
- [39] 2008, *Stochastic models of emission of toxic compounds in marine engines exhaust*, Journal of Polish CIMAC, T. Kniaziewicz, L. Piaseczny, J. Merkiś;
- [40] 2008, *Model symulacyjny emisji NOx w spalinach jednostek pływających*, Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa PAN, T. Kniaziewicz, L. Piaseczny.
- [41] Rezolucja MEPC.176(58) Poprawki do Załącznika do Protokołu 1997 poprawiającego Konwencję MARPOL 73/78 - Znowelizowany Załącznik VI do MARPOL 73/78, - uchwalone w dniu 10 października 2008 roku.
- [42] PRS „Przepisy klasyfikacji i budowy okrętów wojennych (OW)”, Część X – Wyposażenie konwencyjne, Załącznik VI, 2008 r.
- [43] Rezolucja MEPC.203(62): Poprawki do Załącznika do Protokołu 1997 Konwencji MARPOL 73/78. Włączenie przepisów o wydajności energetycznej statków do Załącznika VI - uchwalone w dniu 1 lipca 2011 r.
- [44] Ustawa z dnia 16 marca 1995 r. (Dz.U.1995 Nr 47 poz.243) o zapobieganiu zanieczyszczenia przez statki.
- [45] Rozporządzenie Rady Ministrów (Dz.U.1999 Nr 42 poz.422) z dnia 7 maja 1997 w sprawie rozciągnięcia niektórych przepisów ustawy o zapobieganiu zanieczyszczeniu morza przez statki na jednostki pływające Marynarki Wojennej, Straży Granicznej i Policji.
- [46] Decyzja Nr 30/MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 22 lutego 2001 r. w sprawie wykonywania zadań z zakresu ochrony środowiska w resorcie Obrony Narodowej.

## ABSTRACT

The article contains the pre-feasibility study analysis of implementation of International Maritime Organization IMO with 2011 year with respect to Navy vessels within the prevention of pollution of the environment by shipping activities. In 2011 the IMO adopts the Energy Efficiency Design Index – EEDI to support implementation of mandatory energy efficiency measures for international shipping and it aims at promoting the use of more energy efficient and less polluting equipment and engines.