

# 8

## WSKAŹNIK EKSPLOATACYJNEJ EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ JAKO ELEMENT PLANOWANIA PRZEBIEGU REJSU JEDNOSTKI RYBACKIEJ

### 8.1 WPROWADZENIE

Modernizowane i wdrażane przez Międzynarodową Organizację Morską (IMO – International Maritime Organization) zalecenia dotyczące stosowania planu zarządzania efektywnością energetyczną, obowiązują w żegludze międzynarodowej od 1 stycznia 2013 roku. Wprowadzane nowe rezolucje nadal nie obejmują jednostek rybackich, a jedynie wybrane typy jednostek o nośności brutto powyżej 400 BRT. Pomimo tego problem globalnego zużycia energii przez statki jest cały czas podnoszony na forum Międzynarodowej Organizacji Morskiej [8, 12].

Wprowadzenie Okrętowego Planu Zarządzania Efektywnością Energetyczną (Ship Energy Efficiency Management Plan – SEEMP), dla jednostek rybackich, pozwoli poprawić efektywność ich eksploatacji oraz zmniejszyć negatywne oddziaływanie na środowisko. Dodatkowo narzędzie tego typu może być elementem służącym do przeprowadzenia audytu efektywności energetycznej, a w sposób pośredni umożliwi monitorowanie stanu technicznego jednostki. Osiągnięcie tych założeń jest możliwe poprzez wdrożenie SEEMP i permanentne monitorowanie pracy jednostki [5, 11, 14]. Ponieważ poszczególne jednostki rybackie operują często na tych samych obszarach (łowiskach), wdrożenie takiego systemu pozwoli na planowanie przebiegu rejsów podobnych. Wykorzystanie wskaźnika eksploatacyjnej efektywności energetycznej (EEOI – Energy Efficiency Operational Indicator) i jego monitorowanie dla poszczególnych działań jednostki rybackiej (trałowanie, pływanie swobodne) oraz całego rejsu, wydaje się być odpowiednie [2, 3]. Aby to osiągnąć konieczne jest stworzenie systemu przeznaczonego do ciągłej akwizycji danych techniczno-eksploatacyjnych. Dane dotyczące rejsu (zużycie paliwa, przebyty dystans, ilość ładunku na pokładzie, warunki atmosferyczne, stan morza, zanurzenie ilość wody pod stępką), zebrane w trakcie wykonywania przez jednostkę poszczególnych działań, pozwolą wykorzystać wskaźniki EEOI przy planowaniu przebiegu rejsu aktualnego lub rejsów podobnych (pod względem wartości parametrów techniczno-eksploatacyjnych).

Specyfika pracy jednostki rybackiej i planowania rejsu często opiera się nie o mapy, a o przypisane do armatora łowiska i doświadczenie szypa, przykładem może być Jezioro Dąbskie, Zalew Szczeciński, Zalew Wiślany. Dlatego też, planowanie kolejnych rejsów

powinno być wspomagane przez narzędzie, pozwalając osiągnąć jak najlepszą efektywność energetyczną przez jednostkę rybacką. Narzędziem takim może być oprogramowania wspomagające pracę jednostki rybackiej, w oparciu o dane techniczno – eksploatacyjne, zebrane podczas rejsów i działań wykonanych w przeszłości.

Program Operacyjny „Zrównoważony rozwój sektora rybołówstwa i nadbrzeżnych obszarów rybackich 2007-2013” ściśle określa które elementy i urządzenia jednostki powinny być poddane audytowi energetycznemu [1, 10]. Zostało to zawarte w dokumentach Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa [1]. Wymaga to zbierania wielu danych opisujących parametry pracy jednostki w trakcie wykonywania określonych działań i ciągłej analizy przebiegu rejsu.

Programy, które są instalowane na jednostkach rybackich np. Marad firmy MaraSoft, nie spełniają tej funkcji [9], ponieważ nie pozwalają na gromadzenie danych dotyczących poszczególnych działań w trakcie trwania rejsu, a jedynie na gromadzenie danych i informacji opisujących jednostkę [10]. Dane gromadzone przez w/w oprogramowane, można zgrupować w trzech kategoriach [9, 10]:

- informacje dotyczące utrzymania i konserwacji (konserwacje, naprawy, wymiany części, przebiegi, planowane remonty).
- informacje dotyczące poszczególnych elementów i urządzeń zainstalowanych na jednostce (opisy, dane dotyczące części zamiennych)
- informacje dotyczące Certyfikatów posiadanych przez urządzenia.

Program Marad posiada możliwości prowadzenia audytu energetycznego jednostki ani zbierania danych dotyczących przebiegu rejsu i planowania kolejnych rejsów w oparciu o rejsy podobne.

## 8.2 PLANOWANIE PRZEBIEGU REJSU I NADZÓR STANU SIŁOWNI OKRĘTOWEJ

Przy porównywaniu rejsów podobnych, należy uwzględniać kilka istotnych czynników zewnętrznych, które wpływają na wielkość EEOI, a na które załoga nie ma wpływu. Należą do nich stan morza, siła i kierunek wiatru, prądy morskie, współczynniki pełnotliwości, ilość wody pod śpijką itd. Informację dotyczące przebytego dystansu przez jednostkę, zużycia paliwa, zanurzenie, wybalastowanie jednostki itp., to parametry techniczno-eksploatacyjne na które załoga jednostki ma wpływ, więc ich monitorowanie wydaje się być istotne.

Monitorowanie i porównywanie poszczególnych działań oraz rejsów jednostek rybackich, może nie tylko pozwolić na prowadzenie audytu efektywności energetycznej jednostki w sposób permanentny, ale również na planowanie rejsów efektywnych i ekonomicznych. Co więcej, monitorując wskaźniki efektywności energetycznej, nie tylko można planować przebieg rejsu, ale również wnioskować na temat stanu jednostki, układu energetycznego, stanu kadłuba, silnika, gdyż większość danych techniczno-eksploatacyjnych wpływają na wartość wskaźnika EEOI. Wymagane jest jednak odpowiednie skorelowanie wartości EEOI z parametrami techniczno-eksploatacyjnymi jednostki przy wykorzystaniu dedykowanego oprogramowania.

Odpowiednim wydaje się wykorzystanie wskaźnika EEOI, gdzie należy dążyć do jak najmniejszej jego wartości. Dążenie do osiągnięcia jak najmniejszej wartości wskaźnika EEOI jest możliwe poprzez zmniejszenia zużycia paliwa przez jednostkę rybacką. Aby zmniejszyć zużycie paliwa trzeba przedsięwziąć szereg działań zarówno na poziomie konstrukcyjnym, eksploatacyjnym i logistycznym [7, 8, 16]. Zakładając, że po przeprowadzeniu modernizacji (remontu) wartość EEOI ulegnie poprawie (zmniejszeniu), można wykorzystać go nie tylko do bieżącego monitorowania stanu jednostki, ale również do planowania rejsów o podobnych parametrach (załadowanie, stan morza, prędkość, obszar działania). Po przeprowadzaniu modernizacji, należałoby przeprowadzić rejsy próbne w celu zebrania danych dla danej jednostki w różnych warunkach eksploatacyjnych i znaleźć najbardziej korzystne parametry pracy całego układu. Wartości wskaźnika EEOI uzyskane z tych prób należy traktować jako wzorcowe. Działanie takie jest celowe, gdyż parametry projektowe jednostki są podane zazwyczaj tylko dla kilku stanów jednostki i przy dobrych warunkach pogodowych, a mierniki służące do oceny efektywności eksploatacyjnej jednostki i oceny zużycia paliwa powinny być cały czas dopracowywane [8]. Wymaga to przeprowadzenia wielu prób w początkowej fazie pracy jednostki (najczęściej po modernizacji, remoncie, dokowaniu).

Będą istniały przypadki szczególne, gdzie wskaźnik EEOI może być mniejszy od optymalnej wartości, dlatego też program komputerowy jako innowacyjne rozwiązanie służące do planowania rejsu i ciągłego monitorowania stanu jednostki, musi uwzględnić szereg danych wpływających na wartość wskaźnika EEOI, należą do nich:

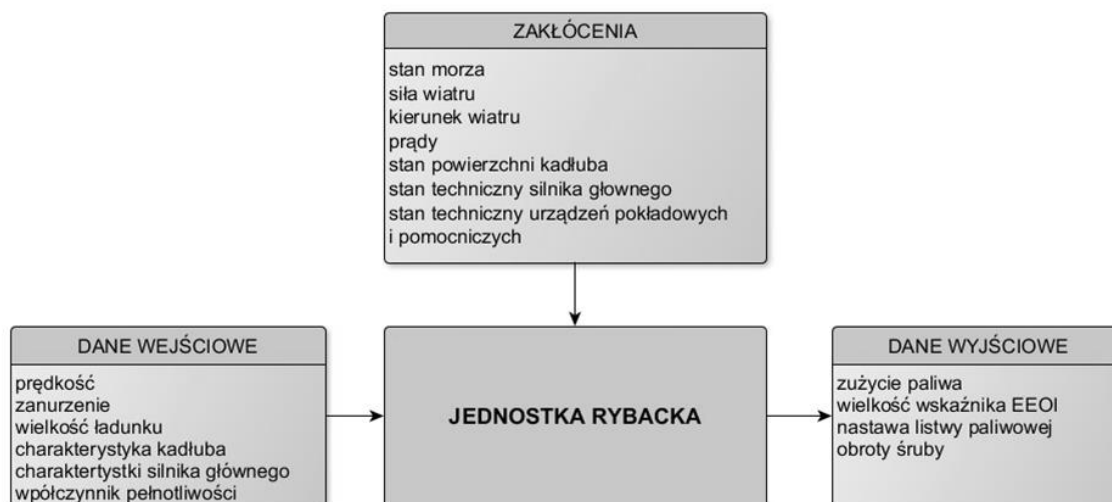
- stan morza,
- siła wiatru,
- kierunek wiatru,
- kierunek fali (zgodny z kursem, przeciwny, boczny),
- stan kadłuba (chropowatość kadłuba),
- stan urządzeń pokładowych, pomocniczych i poławowych,
- czas od ostatniego remontu i czas do kolejnego remontu,
- zanurzenie,
- ilość paliwa na pokładzie,
- ilość ładunku na pokładzie (bez ryb),
- ilość ryb na pokładzie.

Do przypadków szczególnych, gdzie wartość wskaźnika EEOI może ulegać zmniejszeniu, jest płynięcie z falą, z wiatrem lub z prądem. Wykorzystanie wskaźnika EEOI, mające na celu poprawienie efektywności eksploatacyjnej jednostki, może pozwolić na zmniejszenie zużycia paliwa przez jednostkę w trakcie wykonywania zadań, poprzez planowanie:

- ilość paliwa na pokładzie uzależniona od długości planowanego rejsu (analogicznie jak w transporcie lotniczym);
- zanurzenia (aby nie powstawało niekorzystne falowanie);
- prędkość pływania swobodnego;

- długość rejsu, przy operowaniu w strefie przybrzeżnej może okazać się, że bardziej efektywne będzie podział rejsu na kilka osobnych rejsów z oddaniem ładunku, niż branie większej ilości paliwa i pływanie z jednostką przeładowaną, gdzie zużycie paliwa i opory znacznie rosną;
- optymalizacja trasy dojścia na łowisko (omijanie płycizny, strefy z dużym prądem, zanieczyszczonego i porośniętego dna morskiego).

Jednostkę rybacką należy rozpatrywać jako obiekt przedstawiony na rys. 8.1, który otrzymuje dane wejściowe w postaci np. prędkości zadanej, charakterystyki kadłuba, wielkości ładunku, zanurzenia i poddany jest działaniom wielu zakłóceń.



**Rys. 8.1 Parametry wpływające na efektywność energetyczną jednostki rybackiej**

Źródło: opracowanie własne

Otrzymywane dane wyjściowe to m.in. wartość wskaźnika EEOI zależna od zużycia paliwa przez jednostkę. W programie komputerowym, zarówno dane wejściowe jak i zakłócenia muszą pozwalać na utrzymywanie wskaźnika EEOI na optymalnym poziomie, poprzez zmianę danych wejściowych przy zmiennych zakłóceniach. Działanie takie pozwoli na planowanie efektywnych rejsów jak również prowadzenie audytu energetycznego jednostki, gdzie każde odstępstwa wskaźnika EEOI będą powiązane z różnymi zakłóceniami.

**Tab. 8.1 Zestawienie parametrów (zakłóceń) wpływających na wartość wskaźnika EEOI**

Lp.	Parametr	Wartość parametru	Zmiana parametru	Uwagi
1	Prędkość		Maleje	Wartość wskaźnika EEOI maleje
2	Prędkość		Rośnie	Wartość wskaźnika EEOI rośnie
3	Zanurzenie		Maleje	Wartość wskaźnika maleje w pewnym zakresie, gdy zanurzenie jest zbyt małe, jednostka jest niedobalastowana, powstaje niekorzystny układ fal
4	Zanurzenie		Rośnie	Wartość wskaźnika EEOI rośnie wraz ze wzrostem zanurzenia, wraz ze wzrostem oporów

Lp.	Parametr	Wartość parametru	Zmiana parametru	Uwagi
5	Stan urządzeń i wyposażenia		Po remoncie lub modernizacji	Wartość wskaźnika EEOI po przeprowadzeniu prób morskich po remoncie urządzeń, należy przyjąć jako wartość optymalną do której należy dążyć w przypadku wykonywania rejsów podobnych
6	Stan urządzeń i wyposażenia		Przed remontem	Wartość wskaźnika EEOI może rosnać w zależności od tego jaką sprawność mają urządzenia pokładowe i w jakim są stanie technicznym. Jeśli stan techniczny urządzeń będzie się pogarszał, będzie zmniejszała się ich sprawność i będzie rosło zużycie paliwa
7	Stan silnika głównego		Po remoncie lub modernizacji	Wartość wskaźnika EEOI po przeprowadzeniu prób morskich po remoncie silnika głównego, należy przyjąć jako wartość optymalną do której należy dążyć w przypadku wykonywania rejsów podobnych.
8	Stan silnika głównego		Przed remontem	Wartość wskaźnika EEOI może rosnać w zależności od tego w jakim są stanie technicznym jest silnik główny. Jeśli stan techniczny silnika głównego będzie się pogarszał, będzie zmniejszała się jego sprawność i będzie rosło zużycie paliw
9	Wiatr	0-6 B	Jednostka płynie pod wiatr	Przyjmuje się że wartość EEOI nie będzie rosła gdyż nie zmienia wartości EEOI przy zadanych warunkach jest mało znacząca
10	Wiatr	0-6 B	Jednostka płynie z wiatrem	Przyjmuje się że wartość EEOI nie będzie rosła gdyż nie zmienia wartości EEOI przy zadanych warunkach jest mało znacząca
11	Wiatr	Powyżej 6 B	Jednostka płynie pod wiatr	W przypadku, gdy jednostka płynie pod wiatr, zwiększa się opór kadłuba, zwiększa się też znacząco zużycie paliwa
12	Wiatr	Powyżej 6 B	Jednostka płynie z wiatrem	Wartość wskaźnika EEOI w tym szczególnym przypadku może się zmniejszyć, przy powstaniu szczególnych warunków i jednostki odpowiednio wybalastowanej
13	Prądy morskie		Jednostka płynie pod prąd	W przypadku, gdy jednostka płynie pod prąd, zwiększa się opór kadłuba, zwiększa się też znacząco zużycie paliwa
14	Prądy morskie		Jednostka płynie z prądem	Wartość wskaźnika EEOI w tym szczególnym przypadku może się zmniejszyć, przy powstaniu szczególnych warunków i jednostki odpowiednio wybalastowanej
15	Stan morza	Spokojne		Wielkość wskaźnika EEOI nieznacznie może się zwiększać w zakresie
16	Stan morza	Wzburzone		Wartość wskaźnika EEOI może znacząco wzrastać, szczególnie na jednostek mniejszych
17	Stan kadłuba		Po dokowaniu	Należy przyjąć wartość wskaźnika jako optymalne i skorelować z wartością wskaźnika po remoncie silnika i innych urządzeń
18	Stan kadłuba		Zabrudzony, zarośnięty, skorodowany	Wartość wskaźnika EEOI może wzrastać, ze względu na rosnące opory kadłuba, związane jest to z zanieczyszczeniami na powierzchni kadłuba, żywymi organizmami i stanem powłoki malarskiej

Źródło: opracowanie własne

Przedstawione w tab. 8.1 parametry techniczno-eksploatacyjne, można skorelować ze wskaźnikiem EEOI podczas prób morskich, a podczas ciągłej akwizycji danych na wybranej jednostce można znaleźć zależności które w znaczący sposób wpływają na wartość

wskaźnika EEOI. Wskaźnik EEOI dla jednostki rybackiej powinien być rozpatrywany zarówno przy analizie poszczególnych działań, jeśli mają one być w przyszłości porównywane, ale i również dla analizy przebiegu całego rejsu w celu oceny jego efektywności energetycznej i przeprowadzenia audytu energetycznego. Poszukiwanie wartości wskaźnika EEOI dla jednostek nie objętych jeszcze wytycznymi IMO, jest celowe i powinno dążyć się do jak najlepszego wykorzystania wskaźnika EEOI dla wybranej jednostki w trakcie jej eksploatacji, w celu zmniejszenia zużycia paliwa, a co za tym idzie poprawienie efektywności eksploatacyjnej jednostki [5]. Wymaga to testów i prób morskich. Jednak dane uzyskane w ten sposób pozwolą na skorelowanie wartości wskaźnika EEOI z danymi przedstawionymi w tab. 8.1.

### 8.3 DEFINICJA WSKAŹNIKA EEOI

Propozycja wykorzystania wskaźnika EEOI do planowania przebiegu rejsu i monitorowania stanu technicznego jednostki, poparta jest przeglądem literatury [3, 8, 11]. Ze względu na specyfikę pracy jednostki rybackiej, wskaźnik EEOI należy podzielić na dwie kategorie:

- uwzględniający dystans przebyty z aktualnym ładunkiem na pokładzie,
- uwzględniający aktualny połów.

Wskaźnik EEOI liczony wg wytycznych IMO w odniesieniu do całego rejsu zakłada, że masa zużytego paliwa, masa przewiezionego ładunku oraz dystans całkowity to sumy odpowiadających im wartości, które zostały zmierzone w trakcie rejsu. Wskaźnik ten nie uwzględnia jednak bieżącego ładunku (zmiennego w trakcie trwania rejsu) na pokładzie jednostki rybackiej, co znacząco wpływa na wartość współczynnika EEOI [3, 4].

Wskaźnik EEOI liczony dla całego rejsu z uwzględnieniem ładunku, który jednostka miała na pokładzie w trakcie wykonywania określonego zadania, oraz dystansu przebytego z aktualnym ładunkiem na pokładzie, wycieczony jest ze wzoru (8.1). Pozwala on na monitorowanie efektywności jednostki w trakcie wykonywania zadań [3, 4].

$$EEOI_{R1} = \frac{\sum_i FC_i C_F}{\sum_i (m_i D_i)} [tCO_2/tMm] \quad (8.1)$$

gdzie:  $FC_i$  - masa zużytego paliwa w czasie wykonywania określonego pojedynczego zadania przez silniki główne i pomocnicze, kotły i inne urządzenia okrętowe;  
 $i$  - ilość wykonanych zadań przez jednostkę;  
 $C_F$  - współczynnik konwersji wyrażony stosunkiem masy  $CO_2$  powstałego ze spalania zużytego paliwa;  
 $m_i$  - masa przewiezionego ładunku, która znajdowała się na pokładzie w trakcie wykonywania zadania;  
 $D_i$  - dystans w milach morskich, jaki pokonała jednostka w trakcie wykonywania określonego zadania, z określonym ładunkiem na pokładzie [4, 5, 9].

Wskaźnik EEOI liczony dla całego rejsu z uwzględnieniem aktualnego połowu (ilość podjętych ryb w tonach) przewożonego podczas wykonywania zadań przyjmuje wartość ze wzoru [3, 4, 13, 14]:

$$EEOI_{R2} = \frac{\sum_j FC_j C_F}{\sum_j (m_j D_j)} [tCO_2/tMm] \quad (8.2)$$

gdzie:  $FC_j$  - masa zużytej paliwa w czasie wykonywania określonego pojedynczego zadania przez silniki główne i pomocnicze, kotły i inne urządzenia okrętowe;  
 $j$  - ilość wykonanych zadań przez jednostkę;  
 $C_F$  - współczynnik konwersji wyrażony stosunkiem masy  $CO_2$  powstałego ze spalania zużytej paliwa;  
 $m_j$  - masa ładunku podjętego z wody przez jednostkę w trakcie wykonywania zadania (wielkość bieżącego połowu);  
 $D_j$  - dystans w milach morskich, jaki pokonała jednostka w trakcie wykonywania określonego zadania, z określonym ładunkiem na pokładzie.

Porównanie poszczególnych zadań dla jednostek bliźniaczych lub dla tej samej jednostki możliwe jest przy porównywaniu współczynnika EEOI chwilowego, liczonego dla bieżącego działania. Ponieważ ładunek przewożony przez jednostkę ma znaczący wpływ na opory, a co za tym idzie na wartość współczynnika EEOI, należy więc rozróżnić dwa rodzaje współczynnika EEOI chwilowego. Wskaźnik EEOI liczony dla bieżącego działania, przy uwzględnieniu aktualnego obciążenia energetycznego jednostki i bieżącego ładunku reprezentowany jest wzorem:

$$EEOI_1 = \frac{FC_i C_F}{m_i D_i} [tCO_2/tMm] \quad (8.3)$$

Wskaźnik EEOI liczony dla bieżącego działania przy uwzględnieniu bieżącego połowu opisywany jest natomiast następującą zależnością:

$$EEOI_2 = \frac{FC_j C_F}{m_j D_j} [tCO_2/tMm] \quad (8.4)$$

Wskaźniki efektywności eksploatacyjnej zaadoptowane na potrzeby jednostki rybackiej, przedstawione we wzorach 8.1-8.4, zostały zaimplementowane w serii programów komputerowych z rodziny eRybak, tworzonych na potrzeby projektu „Przeprowadzenie ekspertyz planów restrukturyzacji i modernizacji polskiej floty rybackiej, na przykładzie wybranych jednostek celem zmniejszenia negatywnego oddziaływania na ekosystemy wodne” w ramach Programu Operacyjnego „Zrównoważony rozwój sektora rybołówstwa i nadbrzeżnych obszarów rybackich 2007-2013”.

#### 8.4 WYKORZYSTANIE APLIKACJI W PLANOWANIU REJSU JEDNOSTKI RYBACKIEJ

Stworzenie dedykowanego systemu informatycznego wspomagającego prowadzenie audytu efektywności energetycznej jednostki, pozwoli na bieżące monitorowanie stanu jednostki i planowanie rejsów w przyszłości. Jednocześnie umożliwi przetwarzanie danych, wykazując pewną elastyczność dostosowania się wybranej jednostki do zmieniających się warunków eksploatacji. Jego budowa wymaga jednak przeprowadzenia prób morskich i zebrania danych techniczno-eksploatacyjnych. Co więcej, armatorzy jednostek powinni mieć możliwość wglądu w gromadzone dane jednostek bliźniaczych. Jako przykład wykorzystania opisywanego oprogramowania przedstawiono program „eRybak III”, który został stworzony na potrzeby w/w projektu [2, 6].

Dodatkowo, narzędzie powinno umożliwiać sporządzanie raportów w formie papierowej i wydruku zalecanych parametrów konfiguracji układu energetycznego jednostki rybackiej podczas planowania rejsu lub pojedynczych działań jednostki.

Budowa systemu powinna zostać oparta na kilku modułach, pozwalających zarówno na bieżące gromadzenie danych, ich zapis na serwerze w trybie on-line, jak i późniejszą analizę lub przetwarzanie. Niniejsze narzędzie może wspomagać prowadzenie audytu i monitorowanie stanu jednostki w celu planowania rejsu. Przykładowy ekran ilustrujący wartości wskaźnika EEOI wykorzystywanego w planowaniu rejsu przedstawiono na poniższym rysunku.

**OBLICZENIA WSKAŹNIKA EEOI DLA RÓŻNYCH STANÓW DZIAŁANIA JEDNOSTKI**

WYBIERZ RODZAJ PALIWA +

---

**PODSUMOWANIE REJSU DLA:**  
**2 STANÓW**

**PALIWO**

NAZWA: Olej napędowy / gazowy  
TYP: ISO 8217 DMX do DMC  
CF: 3,20600

**PODSUMOWANIE REJSU**

MASA PALIWA: 416 [kg]  
MASA RYB: 3 [t]  
DYSTANS: 5 [Mm]  
CZAS REJSU: 9 [h]

Lp.	RODZAJ ZADANIA	CZAS TRWANIA [h]	MASA PALIWA [kg]	POŁÓW [t]	ŁADUNEK RYB [t]	DYSTANS [Mm]	EEOI BIEŻĄCE DLA	
		wprowadź...	wprowadź...	wprowadź...	wprowadź...	wprowadź...	ZADANIA	ŁADUNKU
Lp.	RODZAJ ZADANIA	CZAS TRWANIA	MASA PALIWA	POŁÓW	ŁADUNEK RYB	DYSTANS	ZADANIA	ŁADUNEK
1	podróż na łowisko	6	250	0	0	4	bez połowu	bez połowu
2	trawienie	3	166	3	3	1	0,17739867	0,17739867

WARTOŚĆ EEOI DLA CAŁEGO REJSU: **EEOI = 0,08891307**

WARTOŚĆ EEOI DLA WSZYSTKICH ZADAŃ: **EEOI = 0,44456533** [tCO<sub>2</sub>/tMm]

WARTOŚĆ EEOI DLA WSZYSTKICH ZADAŃ Z BIERZĄCYM ŁADUNKIEM: **EEOI = 0,44456533**

WYCZYTAJ Z PLIKU    WYCZYŚĆ DANE

ZAPISZ DO PLIKU    WYDRUKUJ

WYCZYTAJ Z BAZY    EKSPORT DO CSV

ZAPISZ DO BAZY

WYBÓR JEDNOSTKI:  [t CO<sub>2</sub>/t Mm]     [kg CO<sub>2</sub>/t Mm]     [g CO<sub>2</sub>/t Mm]

**Rys. 8.2 Obliczenia wskaźnika EEOI z wykorzystaniem programu eRybak III**

Źródło: [6]

Zaprezentowane na rys. 8.2 dane mogą być wykorzystywane w analizie porównawczej z uwzględnieniem okresów wcześniejszych (archiwalnych), opisujących różne warunki eksploatacyjno-techniczne realizowane przez jednostkę. Wyniki przetwarzania powinny być udostępnione zarówno w postaci raportów systemowych, jak i w eksportowanych raportów. Powinna również istnieć możliwość generowania na ich podstawie wykresów 3D. Przykład prezentacji w systemie zestawów zgromadzonych danych archiwalnych, przedstawiono na rys. 8.3. Funkcjonalność narzędzia umożliwia podgląd danych opisujących wybrany przebieg rejsu (lista z lewej strony ekranu), jak również wykonanie analizy działań wykonywanych przez jednostkę (centralna część ekranu) w trakcie rejsu.

## PODSUMOWANIE

Szukanie metod zwiększenia efektywności energetycznej jednostek rybackich w celu zmniejszenia ich negatywnego oddziaływania na środowisko morskie wydaje się jak najbardziej celowe. Pomimo, iż flota rybacka w skali całego transportu morskiego zajmuje około 1% i nie postawiły jeszcze wytyczne dotyczące wprowadzenia systemu SEEMP na



jednostkach rybackich, to IMO cały czas pracuje nad nowymi wytycznymi. Ograniczenie zużycia paliwa wpływa nie tylko na środowisko i jego zanieczyszczenie, ale również znacząco wpływa na koszty eksploatacyjne jednostki. Monitorowanie efektywności eksploatacyjnej jednostki rybackiej i prowadzenie audytu efektywności energetycznej, a także planowanie przebiegu rejsu, przy pomocy innowacyjnych technologii informatycznych umożliwi znacząco zmniejszyć koszty eksploatacyjne jednostki, a co za tym idzie zmniejszyć negatywny wpływ na ekosystemy wodne i środowisko. Obecnie przyjmuje się, że koszty paliwa wynoszą około 50-70 % kosztów całkowitych utrzymania jednostki, co ma szczególne znaczenie w przypadku jednostek małych i firm rodzinnych dla których jednostki są jedynym źródłem utrzymania. Nie bez znaczenia pozostaje tu również negatywny wpływ na środowisko. Monitorowanie efektywności energetycznej jednostki przy wykorzystaniu wskaźnika EEOI jest rozwiązaniem przystępnym do wdrożenia i przy stworzeniu odpowiedniego systemu i infrastruktury informatycznej, narzędziem stosunkowo prostym w obsłudze.



**Rys. 8.3 Analiza współczynnika EEOI z wykorzystaniem programu „eRybak III”**

Źródło: [6]

Przy obecnym rozwoju technologii informatycznych, wydaje się być warunkiem koniecznym, oparcie o komputerowe systemy wspomaganie pozwalające na monitorowanie pracy jednostki i planowanie dalszych jej działań. Co więcej programy tego typu mogą być częścią zintegrowanego systemu zarządzania jednostką, nie tylko w celach planowania czy monitorowania stanu jednostki, ale również elementem służącym do planowania remontów, dokowań czy planowania przestojów w okresach najbardziej korzystnych dla armatora. Mogą stanowić fundament do wprowadzenia systemu SEEMP na jednostkach rybackich i innych jednostkach nie będących jednostkami handlowymi nie objętych jeszcze przez Międzynarodową Organizację Morską IMO.

Planowanie rejsu przy pomocy odpowiedniego oprogramowania, pozwoli na sprawną analizę przebiegu rejsu, konfigurację układu energetycznego jednostki, jak również przeprowadzenie symulacji rejsu, poprzez wprowadzenie danych fikcyjnych, danych

które zaczerpnięto z prognoz pogody, map pogodowych (np. zmienne warunki pogodowe, stan morza, siła wiatru).

## LITERATURA

1. Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Pobrano z: <http://www.arimr.gov.pl> [Dostęp 17.05.2017].
2. C. Behrendt (red.). Raport z realizacji projektu nr 00017-61535-OR1600006/06 w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Rybołówstwo i Przetwórstwo Ryb 2004-2006, działanie 4.6: Działania innowacyjne i inne pt. Opracowanie wytycznych do modernizacji jednostek rybackich w aspekcie zmniejszenia nakładów energetycznych i oddziaływania na środowisko, Szczecin 2008.
3. B. Głowacki. „Komputerowe wspomaganie monitorowania efektywności eksploatacyjnej jednostki rybackiej jako element okrętowego planu zarządzania efektywnością z wykorzystaniem autorskiego programu komputerowego.” *LogiTrans 2017*, Szczyrk 24-27.04.2017.
4. B. Głowacki, C. Behrendt. „Computer- assisted Assessment of Energy Efficiency for Ship Power Systems on the Example of Fishing Cutters.” *TRANSCOM 2015*, University of Zilina, Zilina. 22-24.06.2015, s31-34.
5. J. Herdzik. „Modyfikacja wskaźników efektywności energetycznej statków różnych typów i konstrukcji.” *Logistyka* 6/2014, s. 706-711.
6. *Instrukcja obsługi programu e-Rybak III*, Szczecin 2014.
7. M. Jurdziński. „Metody zmniejszenia zużycia paliwa w procesie eksploatacji statku.” *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni*, nr 67, Gdynia 2010, s. 11-25.
8. M. Jurdziński. „Innowacje technologiczne na statkach morskich w celu redukcji zużycia energii i Emisji CO<sub>2</sub>.” *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni*, nr 77, Gdynia 2012, s. 16-26.
9. MaraSoft. Pobrano z: <http://www.marasoft.nl> [Dostęp 17.05.2017.]
10. Z. Matuszak. „Możliwości wykorzystania programu komputerowego wspomagającego pracę siłowni statku rybackiego do zagadnień audytu energetycznego.” *Logistyka* 6/2014, s. 7180-7187.
11. MEPC.1/circ.684 Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency operational indicator (EEOI).
12. MEPC.203(62) Inclusion of regulations on energy efficiency for ships in MARPOL Annex VI.
13. R. Michalski, W. Zeńczak. „Analiza proekologicznych sposobów i urządzeń, systemów napędu urządzeń pokładowych i połowowych łodzi i kutrów rybackich.” Szczecin 2008, opracowanie w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego „Rybołówstwo i przetwórstwo ryb 2004-2006”.
14. *PRS Nr 103/P – Wytyczne dotyczące efektywności energetycznej statków*, Gdańsk 2016.

15. *Przepisy klasyfikacji i budowy małych statków morskich*, Polski Rejestr Statków, Gdańsk 2005.
16. M. Szczepanek. „Czynniki wpływające na podniesienie efektywności energetycznej jednostek rybackich.” *Logistyka* 6/2014, s. 10238 - 10242.

### WSKAŹNIK EKSPLOATACYJNEJ EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ JAKO ELEMENT PLANOWANIA PRZEBIEGU REJSU JEDNOSTKI RYBACKIEJ

**Streszczenie:** Wykorzystanie wskaźnika eksploatacyjnej efektywności energetycznej EEOI do analizy efektywności eksploatacyjnej i planowania przebiegu rejsu jednostek rybackich to rozwiązanie innowacyjne. W artykule przedstawiono autorskie oprogramowanie dedykowanego dla tego typu jednostek, pozwalające na zbieranie w trybie on-line danych opisujących przebieg rejsu i pojedynczych działań wykonywanych przez jednostkę. Odpowiednia interpretacja i korelacja parametrów techniczno-eksploatacyjnych z wykorzystaniem programu komputerowego, umożliwi uzyskanie danych pozwalających na ocenę efektywności eksploatacyjnej, z uwzględnieniem stanu technicznego jednostki w dowolnych warunkach eksploatacyjnych. Pozwoli również na planowanie rejsu.

**Słowa kluczowe:** zarządzania efektywnością energetyczną, monitorowanie efektywności energetycznej, audyt efektywności energetycznej

### ENERGY EFFICIENCY OPERATIONAL INDICATOR AS AN ELEMENT FOR PLANNING THE TRIP OF FISHING VESSEL

**Abstract:** The use of the energy efficiency operational index to analyse the operational efficiency and planning of fishing vessels trips is an innovative solution. This article presents authoring software dedicated to this type of vessel, allowing online collection of data describing the course of the trip and individual activities performed by the fishing vessel. Correct interpretation and correlation of technical and operational parameters with the use of this program will allow to obtain data allowing to evaluate the energy efficiency, taking into account technical condition of the unit under any operating conditions. It will also allow you to plan your trip.

**Key words:** energy efficiency management, energy efficiency monitoring, energy efficiency audits

Mgr inż. Bartosz GŁOWACKI  
G-DESIGN Bartosz Głowacki  
ul. Wrzosowa 9b, 72-123 Pucice  
e-mail: biuro@g-design.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 19.06.2017  
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 31.07.2017