

Anna Duda

*Institut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

## Prawne i jakościowe aspekty stosowania paliw żeglugowych

W artykule przedstawiono akty prawne regulujące stosowanie paliw żeglugowych w kraju i Unii Europejskiej. Określają one graniczną zawartość siarki w paliwie eksploatowanym w różnych obszarach oraz metody jej badania. Omówiono jakość paliw żeglugowych w aspekcie wymagań normy ISO 8217:12 oraz wpływ wybranych parametrów na warunki eksploatacji tych paliw.

Słowa kluczowe: paliwo żeglugowe, zawartość siarki, parametry eksploatacyjne.

### Legal and qualitative aspects of the use of marine fuels

Presented were the legal acts governing the use of marine fuels in Poland and the European Union. They define the limit of the sulphur content in fuel used in different areas as well as their test methods. The quality of marine fuels in terms of the requirements of ISO 8217:12, and the impact of selected parameters on the operating conditions were discussed.

Key words: marine fuel, sulphur content, operating parameters.

Paliwa żeglugowe stosowane są do zasilania silników statków o zapłonie samoczynnym oraz do opalania kotłów używanych w żegludze. Obejmują szeroką grupę paliw o cha-

rakterze destylatowych olejów napędowych i ciężkie paliwa pozostałościowe. Ich ilość ulega sukcesywnej poprawie zarówno w aspekcie parametrów eksploatacyjnych jak i ekologicznych.

### Aspekty prawne

Emisja pochodząca ze statków, powstająca w wyniku spalania paliw żeglugowych o wysokiej zawartości siarki, przyczynia się do zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki i cząstkami stałymi. Regulacje prawne dotyczące stosowania paliw żeglugowych wynikają przede wszystkim z potrzeby działań na rzecz ochrony środowiska i dotyczą ograniczenia zawartości siarki w paliwach żeglugowych w zależności od akwenu, na którym są stosowane. W wyniku prac prowadzonych przez International Maritime Organization (IMO) proponowane są rozwiązania o zasięgu międzynarodowym, co wynika z globalnego charakteru żeglugi morskiej. Działania prowadzone przez IMO znalazły swoje odzwierciedlenie w *Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/33/UE z dnia 21 listopada 2012 r. zmieniającej*

*dyrektywę Rady 1999/32/WE w zakresie zawartości siarki w paliwach żeglugowych* [2]. Wymagania dyrektywy przedstawiono w tablicy 1.

Cytowana dyrektywa zezwala na stosowanie metod redukcji emisji przez statki podczas ich pobytu w portach, na morzach terytorialnych, w wyłącznych strefach ekonomicznych oraz w strefach kontroli zanieczyszczeń jako alternatywy do stosowania paliw żeglugowych spełniających wymienione wymagania w zakresie zawartości siarki. Statki powinny uzyskać redukcję emisji dwutlenku siarki co najmniej równorzędną redukcji, którą uzyskiwano by dzięki stosowaniu paliw żeglugowych o wymaganej zawartości siarki.

W polskim prawodawstwie zawartość siarki w paliwie żeglugowym reguluje *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury*

Tablica 1. Wymagania Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/33/UE w zakresie ograniczenia zawartości siarki

Obszar stosowania					
Wody terytorialne, specjalne strefy ekonomiczne oraz SECA <sup>1</sup> , statki pasażerskie		Statki cumujące w portach UE	Wody terytorialne, specjalne strefy ekonomiczne oraz poza obszarami SECA		
			statki pasażerskie	inne	
Data obowiązywania					
od 17.12.2012 do 31.12.2014	od 1.01.2015	od 17.12.2012	od 17.12.2012 do 1.01.2020	od 18.06.2014 do 1.01.2015	od 1.01.2020
Dopuszczalna zawartość siarki w paliwie [% (m/m)]					
1,00	0,10	0,10 <sup>2</sup>	1,5	3,50	0,50

<sup>1</sup>Do obszarów SECA (*Sulphur Emission Control Area*) zalicza się Morze Bałtyckie, Morze Północne i Kanał La Manche.

<sup>2</sup>Wprowadzone Dyrektywą 2005/33/WE ze skutkiem od 1.01.2010 r.

z dnia 23 grudnia 2010 r. [10]. Zgodnie z tym rozporządzeniem zawartość siarki w paliwie żeglugowym stosowanym na statku podnoszącym banderę polską poza granicami kontroli emisji tlenków siarki, od dnia 1 stycznia 2012 r., nie może przekraczać 3,5% masowego, natomiast w strefie kontroli emisji tlenków siarki oraz w paliwie stosowanym na wszystkich statkach przebywających w polskich obszarach morskich – 1% masowego od 27 stycznia 2011 r. Zawartość siarki w paliwie oznacza się metodą spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii według PN-EN ISO 8754, zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 25 marca 2009 r. w sprawie wymagań dotyczących zawartości siarki w paliwie żeglugowym* [9].

Odrębne rozporządzenie reguluje zawartość siarki w paliwie do silników statków żeglugi śródlądowej [8]. Parametr ten nie może przekraczać 0,1% masowego od 1 stycznia 2010 r. W myśl opracowywanego aktualnie rozporządzenia Ministerstwa Gospodarki zawartość siarki w tych paliwach zostanie ograniczona do poziomu nieprzekraczającego 20 mg/kg. Takie ograniczenie spowoduje istotne zmiany w technologii wytwarzania wymienionych paliw, wymuszając ich komponowanie z produktów hydrotorafinowanych. Paliwa stosowane w statkach żeglugi śródlądowej podlegają monitorowaniu i kontroli jakości w ramach *Ustawy z dnia 25.08.2006 r. o systemie monitorowania i kontrolowania*

*jakości paliw* [11]. Paliwa te badane są pod kątem zawartości siarki. Metody oznaczania zawartości siarki w omawianych paliwach określa *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 lutego 2007 r. w sprawie metod badania jakości lekkiego oleju opałowego, ciężkiego oleju opałowego oraz oleju do silników statków żeglugi śródlądowej* [7]. Zgodnie z tym rozporządzeniem metodami właściwymi do badania zawartości siarki w paliwie przeznaczonym do statków żeglugi śródlądowej są:

- metoda spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii według PN EN ISO 8754,
- metoda rentgenowskiej spektroskopii fluorescencyjnej z dyspersją fali według PN EN ISO 14596.

W związku z planowanym znacznym obniżeniem dopuszczalnej zawartości siarki w tego typu paliwie, mogą ulec zmianie zalecane metody oznaczania tego pierwiastka.

Innym istotnym aktem prawnym określającym warunki handlu i stosowania paliw żeglugowych w kraju jest *Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 20 sierpnia 2010 r. w sprawie znakowania i barwienia wyrobów energetycznych* [6]. W myśl tego rozporządzenia wykorzystywane do celów żeglugi oleje opałowe i napędowe, z których 30% lub więcej objętościowo destyluje przy 350°C lub których gęstość w temperaturze 15°C jest niższa niż 890 kg/m<sup>3</sup>, podlegają obowiązkowi znakowania i barwienia.

### Jakość paliw żeglugowych według normy ISO 8217

Na przestrzeni ostatnich lat norma międzynarodowa była kilkakrotnie nowelizowana: miało to miejsce w 1996, 2005, 2010 i 2012 r. Wprowadzane w kolejnych wydaniach zmiany wynikają z szerszego rozpoznania problemów związanych ze składowaniem i użytkowaniem paliw, a co za tym idzie – z dążenia do ich ograniczenia, a także zwiększonej dbałości o ochronę środowiska.

Polska norma PN-93/C-96049 *Przetwory naftowe. Paliwa żeglugowe* jest równoważna normie międzynarodowej ISO 8217:1987 [3]. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom polskiego rynku paliw żeglugowych, w Podkomitecie ds. Paliw PKN podjęte zostały prace zmierzające do wprowadzenia ostatniego wydania normy ISO 8217:2012 do zbioru Polskich Norm.

Należy podkreślić, że stosowanie normy ISO 8217 *Petroleum products – Fuels (class F) – Specifications of marine fuels* nie jest obligatoryjne. Jak wcześniej wskazano, akty prawne dotyczące jakości paliw żeglugowych ukierunkowane są na ochronę środowiska i limitują jedynie zawartość siarki. Niemniej jednak wymieniona norma stanowi gwarancję odpowiedniej jakości paliwa, zgodnej z jego przeznaczeniem.

Wymagania jakościowe dla paliw żeglugowych, według aktualnej normy ISO 8217:2012, przedstawiono w tablicach 2 i 3.

W normie ISO 8217:2012 wyodrębniono w grupie paliw destylatowych 4 kategorie, a w grupie paliw pozostałościowych – 11.

Poniżej omówiono najważniejsze parametry charakteryzujące jakość paliw żeglugowych.

### Lepkość

Jest to parametr bardzo istotny dla klasyfikacji paliw żeglugowych. Paliwa destylatowe obejmują grupę produktów o następujących zakresach lepkości oznaczanej w temperaturze 40°C: od 1,400 mm<sup>2</sup>/s do 5,500 mm<sup>2</sup>/s dla paliwa DMX, od 2,000 mm<sup>2</sup>/s do 6,000 mm<sup>2</sup>/s dla kategorii DMA, od 3,000 mm<sup>2</sup>/s do 6,000 mm<sup>2</sup>/s dla paliwa DMZ oraz od 2,000 mm<sup>2</sup>/s do 11,00 mm<sup>2</sup>/s dla kategorii DMB. Dla paliw pozostałościowych natomiast maksymalna dopuszczalna lepkość wynosi od 10,00 mm<sup>2</sup>/s do 700,0 mm<sup>2</sup>/s w temperaturze 50°C, w zależności od gatunku.

### Indeks cetanowy

Podawany jest tylko dla paliw destylatowych. Oblicza się go w oparciu o skład frakcyjny i gęstość paliwa.

Tablica 2. Wymagania dla destylatowych paliw żeglugowych według normy ISO 8217:12 [3]

Właściwości	Jednostka	Zakres	Kategoria ISO-F-				Metoda badania	
			DMX	DMA	DMZ	DMB		
Lepkość kinematyczna w 40°C	mm <sup>2</sup> /s	max.	5,500	6,000	6,000	11,00	ISO 3104	
		min.	1,400	2,000	3,000	2,000		
Gęstość w temp. 15°C	kg/m <sup>3</sup>	max.	–	890,0	890,0	900,0	ISO 3675 ISO 12185	
Indeks cetanowy	–	min.	45	40	40	35	ISO 4264	
Zawartość siarki <sup>a</sup>	% (m/m)	max.	1,00	1,50	1,50	2,00	ISO 8754 ISO 14596	
Temperatura zapłonu	°C	min.	43,0	60,0	60,0	60,0	ISO 2719	
Zawartość siarkowodoru	mg/kg	max.	2,00	2,00	2,00	2,00	IP 570	
Liczba kwasowa	mg KOH/g	max.	0,5	0,5	0,5	0,5	ASTM D664	
Zawartość całkowitego osadu metodą filtracji na gorąco	% (m/m)	max.	–	–	–	0,10 <sup>b</sup>	ISO 10307-1	
Odporność na utlenianie	g/m <sup>3</sup>	max.	25	25	25	25 <sup>c</sup>	ISO 12205	
Pozostałość po koksowaniu (z 10% pozostałości destylacyjnej)	% (m/m)	max.	0,30	0,30	0,30	–	ISO 10370	
Pozostałość po koksowaniu. Metoda mikro	% (m/m)	max.	–	–	–	0,30	ISO 10370	
Temperatura mętnienia	°C	max.	–16	–	–	–	ISO 3015	
Temperatura płynięcia <sup>d</sup>	zima	°C	max.	–	–6	–6	0	ISO 3016
	lato	°C	max.	–	0	0	6	ISO 3016
Wygląd	–	–	jasne i przezroczyste <sup>e</sup>			b, c, g	–	
Zawartość wody	% (V/V)	max.	–	–	–	0,30 <sup>b</sup>	ISO 3733	
Zawartość popiołu	% (m/m)	max.	0,010	0,010	0,010	0,010	ISO 6245	
Smarność w 60°C <sup>f</sup>	µm	max.	520	520	520	520 <sup>g</sup>	ISO 12156-1	

<sup>a)</sup> Niezależnie od podanych wartości, nabywca określa maksymalną zawartość siarki zgodnie z obowiązującymi aktami prawnymi.

<sup>b)</sup> Jeśli próbka nie jest jasna i przezroczysta, wymagane jest oznaczenie zawartości całkowitego osadu metodą filtracji na gorąco oraz zawartości wody.

<sup>c)</sup> Jeżeli próbka nie jest jasna i przezroczysta, nie wykonuje się badania odporności na utlenianie.

<sup>d)</sup> Parametr ten określa nabywca, uwzględniając wyposażenie jednostki pływającej – zwłaszcza, jeżeli statek operuje w zimnym klimacie.

<sup>e)</sup> Jeżeli paliwo nie jest jasne i przezroczyste, należy oznaczyć zawartość wody (nie powinna przekraczać poziomu 200 mg/kg).

<sup>f)</sup> Oznaczenie przeprowadza się dla paliw o zawartości siarki nieprzekraczającej 500 mg/kg.

<sup>g)</sup> Jeżeli próbka nie jest jasna i przezroczysta, nie wykonuje się badania smarności.

Tablica 3. Wymagania dla pozostałościowych paliw żeglugowych według normy ISO 8217:12 [3]

Właściwości	Jednostka	Zakres	Kategoria ISO-F-								Metoda badania		
			RMA	RMB	RMD	RME	RMG			RMK			
Lepkość kinematyczna w temp. 50°C	mm <sup>2</sup> /s	max.	10 <sup>a</sup>	30	80	180	180	180	180	380	500	700	ISO 3104
Gęstość w temp. 15°C	kg/m <sup>3</sup>	max.	10,0	30,0	80,0	180,0	180,0	180,0	180,0	380,0	500,0	700,0	ISO 3675 ISO 12185
CCAI	–	max.	850	860	860	860	860	860	860	870	870	870	–
Zawartość siarki <sup>b</sup>	% (m/m)	max.	według odpowiednich aktów prawnych										
Temperatura zapłonu	°C	min.	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	ISO 2719
Zawartość siarkowodoru	mg/kg	max.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	IP 570
Liczba kwasowa <sup>c</sup>	mg KOH/g	max.	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	ASTM D664
Zawartość osadów po starzeniu	% (m/m)	max.	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	ISO 10307-2
Pozostałość po koksowaniu. Metoda mikro	% (m/m)	max.	2,50	10,00	14,00	15,00	15,00	15,00	15,00	18,00	20,00	20,00	ISO 10370
Temperatura płynięcia <sup>d</sup>	zima	max.	0	0	30	30	30	30	30	30	30	30	ISO 3016
	lato	max.	6	6	30	30	30	30	30	30	30	30	ISO 3016
Zawartość wody	% (V/V)	max.	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	ISO 3733
Zawartość popiołu	% (m/m)	max.	0,040	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,100	0,150	0,150	ISO 6245
Zawartość wanadu	mg/kg	max.	50	150	150	150	150	150	150	350	450	450	IP 501 IP 470 ISO 14597
Zawartość sodu	mg/kg	max.	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	IP 501 IP 470
Zawartość glinu i krzemu	mg/kg	max.	25	40	40	40	40	40	40	60	60	60	IP 501 IP 470 ISO 10478
Obecność olejów przetworzonych (ULO): – wapń i cynk lub – wapń i fosfor	mg/kg	–	Paliwo powinno być wolne od ULO. Paliwo zawiera ULO, gdy jeden z następujących warunków jest spełniony: – zawartość wapnia > 30 i zawartość cynku > 15 lub – zawartość wapnia > 30 i zawartość fosforu > 15										

<sup>a)</sup> W poprzednim wydaniu normy ta kategoria paliwa zaliczana była do paliw destylatowych DMC.

<sup>b)</sup> Dopuszczalną zawartość siarki określa nabywca zgodnie z obowiązującymi aktami prawnymi.

<sup>c)</sup> W przypadku paliw uzyskiwanych z rop naftenowych nabywca może zaakceptować wartość wyższą.

<sup>d)</sup> Parametr ten określa nabywca, uwzględniając wyposażenie jednostki pływającej – zwłaszcza, jeżeli statek operuje w zimnym klimacie.



**CCAI (Calculated Carbon Aromaticity Index)**

Parametr ten jest wskaźnikiem charakteryzującym właściwości zapłonu. Indeks CCAI obliczany jest dla paliw pozostałościowych z użyciem wzoru uwzględniającego lepkość i gęstość paliwa lub szacowany na podstawie nomogramu umieszczonego w normie. Trwają prace nad zaadaptowaniem innych metod badawczych w taki sposób, aby umożliwiły one lepsze odwzorowanie procesu spalania w silniku.

**Zawartość siarki**

Dla paliw destylatowych podano maksymalną dopuszczalną zawartość siarki, jednakże z zastrzeżeniem jej zgodności z obowiązującymi aktami prawnymi. Nie określono granicznej zawartości siarki w paliwach pozostałościowych, uzależniając ten parametr od lokalnych wymagań prawnych.

**Temperatura zapłonu**

Parametr ten jest istotny z uwagi na dostosowanie infrastruktury technicznej w warunkach produkcji, magazynowania i dystrybucji. Generalnie paliwa pozostałościowe powinny być uważane za potencjalnie niebezpieczne ze względu na możliwą zawartość lekkich węglowodorów, których stężenie w przestrzeni zbiornika nad powierzchnią cieczy mogłoby stwarzać zagrożenie.

**Zawartość siarkowodoru**

Oznaczenie zawartości siarkowodoru wprowadzono w celu zwiększenia bezpieczeństwa osób mających kontakt z paliwem. Siarkowódor może kumulować się zarówno w fazie ciekłej, jak i gazowej, a załoga może być narażona na jego działanie podczas otwierania, napełniania, ogrzewania zbiorników, wymiany filtrów lub podczas jego wydostawania się wprost z ciągów wentylacyjnych.

**Zawartość osadów**

W grupie paliw destylatowych oznaczenie to wykonuje się tylko dla paliwa DMB – w przypadku, gdy nie jest ono jasne i przezroczyste. W grupie paliw pozostałościowych zawartość osadów określana jest po starzeniu próbki w ustalonych warunkach laboratoryjnych. Parametr ten stanowi miarę stabilności paliwa. Ograniczenie zawartości osadów w paliwach wynika ze skłonności do wytrącania asfaltenów podczas przechowywania ich w zbiornikach magazynowych. Problem ten związany jest bezpośrednio ze strukturą i składem grupowym ciężkich produktów ropopochodnych, a przyczyną występowania tego zjawiska jest zaburzenie naturalnej równowagi pomiędzy grupami węglowodorów wchodzących w skład paliw pozostałościowych: asfaltenów, żywic i frakcji olejowej. Podwyższona temperatura składowania ciężkich paliw żeglugowych sprzyja wytrącaniu asfaltenów w postaci

osadów, które mogą prowadzić do zatykania filtrów w instalacji paliwowej [1].

**Zawartość wanadu i sodu**

Paliwa pozostałościowe zawierają metaliczne zanieczyszczenia, pochodzące zarówno z ropy naftowej (V, Na, Ca, Ni), jak i ze źródeł zewnętrznych. Podczas spalania metale te tworzą tlenki, siarczki lub inne kompleksowe związki w postaci popiołu. Powstające w wyniku spalania tlenki wanadu w obecności soli sodowych tworzą w wysokiej temperaturze fazę ciekłą, przylegającą do powierzchni ogrzewalnych i działającą na metale w sposób silnie korozyjny. Stąd konieczność ograniczenia zawartości tych dwóch pierwiastków w paliwie [4, 5]. Zawartość sodu przekraczająca 50 mg/kg wynika najczęściej z zanieczyszczenia paliwa wodą morską. Udział wody morskiej na poziomie 1% podwyższa zawartość sodu w paliwie o około 100 mg/kg. Celowym jest zatem stosowanie na statkach rozwiązań zmierzających do usunięcia wody (np. wirówek czy odstojuników).

**Stabilność oksydacyjna**

Stabilność oksydacyjna oznaczana jest tylko dla paliw destylatowych jasnych i przezroczystych. Metoda ta nie może być stosowana dla paliw zawierających komponenty pozostałościowe lub znaczące ilości składników nie pochodzących z ropy naftowej. Parametr ten odzwierciedla odporność paliwa na starzenie.

**Zawartość glinu i krzemu**

Obecność glinu i krzemu w paliwie jest bezpośrednio związana z obróbką katalityczną stosowaną w procesach przeróbki ropy naftowej. Pozostałości tych pierwiastków powodują nadmierne zużycie elementów instalacji na statkach.

**Obecność olejów przepracowanych**

Dla paliw pozostałościowych i paliwa destylatowego kategorii DMC obowiązują wymagania mające na celu wyeliminowanie obecności olejów przepracowanych w paliwach pozostałościowych. Dotyczy to głównie zużytych olejów silnikowych, które zawierają znaczne ilości detergentów (stąd obecność wapnia), jak i dodatków przeciwzużyciowych (głównie związków fosforu i czasami cynku) [4, 5]. Obecność olejów przepracowanych określana jest zatem poprzez kontrolę zawartości cynku, fosforu i wapnia. Przekroczenie limitu zawartości tych pierwiastków świadczy jedynie o tym, że paliwo nie spełnia wymagań specyfikacji, co nie jest równoznaczne ze stwierdzeniem, że nie nadaje się do użycia. Opinie dotyczące udziału olejów przepracowanych w paliwie żeglugowym są podzielone. Podkreśla się, że brak jest jednoznacznych dowodów na szkodliwe działanie

domieszek ULO na instalacje pokładowe, ponadto jest to wygodny sposób pozbywania się własnych odpadów przez armatora statku. Przeciwnicy takich rozwiązań wskazują, że niektóre badania potwierdzają niekorzystny wpływ ULO na pracę wirówek, jak również silnika lub pomp. Poza tym istnieje obawa, że dopuszczając domieszki ULO w paliwach żeglugowych, otwiera się drogę do niekontrolowanej utylizacji innego rodzaju odpadów (np. rozpuszczalników przemysłowych).

### Wartość opałowa

Parametr ten nie jest wymagany normą ISO 8217; ma jedynie charakter informacyjny. Może on zostać obliczony w oparciu o takie wartości jak: gęstość, zawartość wody, popiołu i siarki lub oszacowany z wykresu przedstawiającego zależność pomiędzy gęstością a zawartością siarki.

### Liczba kwasowa

Wprowadzenie ograniczenia dla liczby kwasowej wynika z obecności związków kwasowych, których występowanie jest naturalnym zjawiskiem w produktach naftowych. Dla paliw destylatowych liczba kwasowa nie przekracza zazwyczaj wartości 0,5 mg KOH/g, a dla pozostałościowych 2,5 mg KOH/g. Wyższe wartości mogą przybierać paliwa uzyskiwane z rop naftenowych, w takim przypadku paliwo może zyskać akceptację odbiorcy.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2014, nr 12, s. 968–973

Artykuł nadesłano do Redakcji 2.09.2014 r. Zatwierdzono do druku 13.10.2014 r.

### Literatura

- [1] Duda A., Łaczek T.: *Stabilność paliw pozostałościowych i metody jej badania. Część II*. Nafta-Gaz 2009, nr 7, s. 556–560.
- [2] *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 żeglugowych* (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej nr L 327 z 27.11.2012 r.).
- [3] ISO 8217:12 *Petroleum products – Fuels (class F) – Specification of marine fuels*.
- [4] Kozak M.: *Zastosowanie optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukowanej w badaniach przetworów naftowych*. Nafta-Gaz 2010, nr 7, s. 606–611.
- [5] Kozak M.: *Zastosowanie reaktora mikrofalowego do mineralizacji próbek z matryca węglowodorowa*. Nafta-Gaz 2012, nr 11, s. 859–866.
- [6] *Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 20 sierpnia 2010 r. w sprawie znakowania i barwienia wyrobów energetycznych* (Dz.U. z 2010 roku nr 157, p. 1054).
- [7] *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 lutego 2007 r. w sprawie metod badania jakości lekkiego oleju opałowego, ciężkiego oleju opałowego oraz oleju do silników statków żeglugi srodladowej* (Dz.U. z 2007 roku nr 41, p. 262).
- [8] *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 stycznia 2007 r.*

### Zawartość FAME

W wymaganiach ogólnych normy ISO 8217:2012 zaznaczono, że paliwa żeglugowe nie powinny zawierać FAME w ilości przekraczającej poziom *de minimis*, czyli ilości, która powodowałaby, że jakość paliwa jest nieakceptowalna do zastosowań w żegludze. W przeciwieństwie do rynku samochodów wyposażonych w silniki Diesla, brak jest doświadczeń w stosowaniu paliw zawierających FAME w żegludze, tj. znajomości wpływu takiego paliwa na elementy wyposażenia statku: instalacji paliwowej oraz silnika. Z drugiej strony, wady FAME oraz specyfika stosowania paliw w żegludze wykluczają ten biokomponent z puli komponentów paliw żeglugowych. Wspomniane wady to m.in.: skłonność do utleniania w trakcie długotrwałego przechowywania, powinowactwo do wody, podatność na rozkład mikrobiologiczny, słabe właściwości niskotemperaturowe, skłonność do wytrącania osadów, brak kompatybilności z niektórymi materiałami konstrukcyjnymi stosowanymi w instalacjach paliwowych systemu dystrybucji oraz na statku. Nie można jednak wykluczyć przypadkowego zanieczyszczenia paliw żeglugowych przez FAME, wynikającego z tłoczenia i przewożenia ich tymi samymi cysternami co olejów napędowych zawierających FAME. Na potrzeby normy ISO 8217 przyjęto, że poziom *de minimis* dla paliw destylatowych DMX, DMA, DMZ oraz jasnych i przejrzystych paliw DMB nie przekracza wartości 0,1% (V/V) oznaczonej metodą EN 14078.

*w sprawie wymagan jakościowych dotyczących zawartości siarki dla olejów oraz rodzajów instalacji i warunków, w których będą stosowane ciężkie oleje opałowe* (Dz.U. z 2007 roku nr 4, p. 30).

- [9] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 grudnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagan dotyczących zawartości siarki w paliwie żeglugowym* (Dz.U. z 2011 roku nr 9, poz. 43).
- [10] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 marca 2009 r. w sprawie wymagan dotyczących zawartości siarki w paliwie żeglugowym* (Dz.U. z 2009 roku nr 58, p. 477).
- [11] *Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw* (Dz.U. z 2006 roku nr 169, p. 1200).



Mgr inż. Anna DUDA  
Specjalista badawczo-techniczny w Zakładzie Paliw i Procesów Katalitycznych.  
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Lubicz 25A  
31-503 Kraków  
E-mail: [anna.duda@inig.pl](mailto:anna.duda@inig.pl)