



**LOAFL**  
Studenckie czasopismo internetowe

Aleksandra Bebel, Janusz Adamczyk

Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Ekonomii i Zarządzania

## **Systemy uzdatniania wód balastowych w transporcie morskim - Konwencja BWM 2004 w aspekcie ekologicznym<sup>1</sup>**

### **Wprowadzenie**

Transport morski wydawał się być niedoceniony przez wiele lat, choć jego udział na rynku krajowym i międzynarodowym, jest i zawsze był niezastąpiony. Ważną rolę odgrywa w kategorii przewozów, natomiast nie jest to jedyna branża, w której uczestniczy. Warto nadmienić, że transport morski to oprócz działalności gospodarczej, również armatorzy oraz operatorzy zajmujący się działem przewozowym, żegluga morską i obsługą portów morskich.

Mimo szybko rozwijającej się szeroko pojętej gałęzi transportu okazuje się, że transport morski pozostaje w dalszym ciągu na czele najbardziej opłacalnych i najczęściej stosowanych sposobów przewozu (około 2/3 wolumenu handlu), przeliczając na masę oraz uwzględniając odległość, jaką osiąga. Na podstawie powyższej informacji można wnioskować, że najbliższe lata będą korzystne dla infrastruktury morskiej ze względu na niskie koszty przewozu i wysoką przepustowość tego rodzaju transportu<sup>2</sup>.

Transport morski jest jednym z największych łańcuchów gospodarczych na całym świecie. W związku z wieloma czynnikami wpływającymi na jego skuteczność, światowy transport morski, a w szczególności firmy transportowe, usilnie pracują nad stworzeniem

---

<sup>1</sup> Artykuł został napisany w oparciu o pracę inżynierską, pod tym samym tytułem, Pani inż. Aleksandry Bebel obronionej na Wydziale Ekonomii i Zarządzania Uniwersytetu Zielonogórskiego.

<sup>2</sup> Klepacki B., Perkowska A., (2019), *Rola logistyki w pogłębianiu procesów globalizacji*, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Warszawa, s. 62

efektywnej i stosunkowo taniej metody przesyłu przy użyciu szlaków wodnych. Po wielu latach eksploatacji dróg morskich, odkrywaniu lub tworzeniu nowych, oraz inwestowaniu w coraz lepsze i wydajniejsze jednostki morskie, w środowisku ukazały się negatywne konsekwencje z tym związane.

W artykule dokonano analizy konsekwencji dla środowiska użytkowania szlaków wodnych, w wyniku przenoszenia wód balastowych oraz ich wymiany pomiędzy odmiennymi ekosystemami (ze względu na ich bioróżnorodność). Celem artykułu jest między innymi przybliżenie: konsekwencji środowiskowych związanych z wymianą wód balastowych, metod oczyszczania wód balastowych dostępnych na rynku oraz konkretnych systemów uzdatniających wody balastowe.

### **Akty prawne w transporcie morskim w zakresie postępowania z wodami balastowymi**

Transport morski podlega wielu regulacjom prawnym, a bezpieczeństwo w zakresie przewozów morskich jest głównym jego filarem. Akty dotyczące prawa morskiego zostały opracowane w celach poprawy bezpieczeństwa, jak i ochrony środowiska. Większość aktów zostało powołanych za porozumieniem międzynarodowym, mając na celu jednakową standaryzację dotyczącą technologii wybranych obiektów morskich, jak i prawa morskiego. Wszystkie starania ogólnoświatowe mają przyczynić się do zachowania w jak największym stopniu identycznego bezpieczeństwa żeglugi morskiej oraz poziomu ochrony środowiska na całym świecie. Na czele Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ) stoi Międzynarodowa Organizacja Morska (z ang. International Maritime Organization - IMO). IMO jest wyspecjalizowanym organem odpowiedzialnym za stworzenie praw i obowiązków w sektorze bezpieczeństwa, ochrony środowiska oraz ochrony wód dla wszystkich państw biorących udział w przemyśle międzynarodowej żeglugi<sup>3</sup>.

Za porozumieniem międzynarodowym powstała Konwencja dotycząca zapobiegania zanieczyszczenia mórz przez statki MARPOL 1973/78, w związku z podjętymi działaniami zapobiegającymi oraz minimalizującymi zanieczyszczenie środowiska morskiego. Według informacji zawartych w Konwencji MARPOL 1973/78, wysoka eksploatacja jednostek morskich uwalnia do środowiska morskiego szkodliwe substancje: powodujące uszczerbek na zdrowiu ludzkim, niebezpieczne dla ekosystemów morskich, jak również powodujące utrudnienia w użytkowaniu mórz. Na jej podstawie powstały wymagania dotyczące

---

<sup>3</sup> Ministerstwo Gospodarki Morskiej, (2016), *Akty prawne - ochrona środowiska morskiego*, <https://mgm.gov.pl/gospodarka-morska/ochrona-srodowiska-morskiego/akty-prawne-ochrona-srodowiska-morskiego/ochrona-srodowiska-akty-prawne/> (dostęp: 07.06.2020)

postępowania z wodami balastowymi na statku<sup>4</sup>. Z kolei I Konwencja Helsińska (HELCOM) została przyjęta w roku 1974 i po prawie 20 latach została zmodyfikowana do jej II wersji. Jest to konwencja dotycząca ochrony środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego. Jej celem jest prowadzenie działań przyczyniających się do poprawy stanu wód oraz obszaru zlewiska Morza Bałtyckiego, we współpracy z państwami nadbałtyckimi. Pod jurysdykcją Komisji Helsińskiej, transport morski ma szansę pełnić kluczową rolę w rozwoju gospodarki morskiej, nie rzutując negatywnie na środowisko morskie w przyszłości<sup>5</sup>.

Wzrastająca liczba statków nasiliła problem ekologiczny przenoszenia wód balastowych wraz z zawieszoną organizmów żywych. W związku z tym powstała Międzynarodowa Konwencja o Postępowaniu z Wodami Balastowymi (z ang. International Convention for the Control and Management Convention), dzięki której stawiane przez nią obostrzenia i wytyczne mają prowadzić do zminimalizowania skutków ubocznych przenoszenia i wprowadzania inwazyjnych gatunków do obcych ekosystemów.

Dnia 8 września 2017 roku konwencja weszła w życie, została zatwierdzona przez International Maritime Organization (IMO) i rozpoczęła dwunastomiesięczny cykl oficjalnego wejścia w życie. Wprowadzenie standardów zapewniających odpowiednie postępowanie z wodami balastowymi ma przyczynić się do tego, że organizmy żywe nie będą miały szansy na rozprzestrzenianie się w innych (nie rodzimych) ekosystemach. Problem ten został uznany za globalne zagrożenie ekologiczne w środowisku morskim, a jak podaje IMO w projekcie „GloBallast”, liczba gatunków patogenów oraz fauny i flory przewożonych pomiędzy różnymi ekosystemami wraz z wodami balastowymi dochodzi nawet do 10 tysięcy jednego dnia<sup>6</sup>. Konwencja obejmuje żeglugę poruszającą się w obszarze pojedynczego kraju, jak i międzynarodową, i dotyczy wszystkich jednostek będących częścią środowiska wodnego: pływających, ale również jednostek zanurzalnych, pływających platform, jednostek wydobywających, składujących, magazynujących oraz załadunkowych.

Państwa, które nie podpisały jeszcze Konwencji BWM dotyczącej postępowania z wodami balastowymi, mają obowiązek wykazywać zgodność z wyżej wymienioną konwencją. Obowiązkiem wszystkich statków jest posiadanie urządzeń służących do obróbki

---

<sup>4</sup> Pyć D., (2011), *Wytyczne wprowadzania postanowień międzynarodowej konwencji o kontroli i postępowaniu ze statkowymi wodami balastowymi i osadami w portach morskich na przykładzie portu Gdynia – analiza prawna*, opracowanie w ramach projektu Baltic Master II, Gdynia, [https://www.port.gdynia.pl/files/projekty\\_eu/bm2/opracowania/wytyczne.pdf](https://www.port.gdynia.pl/files/projekty_eu/bm2/opracowania/wytyczne.pdf) (dostęp 15.06.2021)

<sup>5</sup> Pigłowski M., (2007), *Realizacja zasad ochrony środowiska zawartych w konwencji Helsińskiej z 1992 roku*, Proceedings of ECOpole, Tom 1, Cz. 1/2, ss. 205-210

<sup>6</sup> *The GloBallast Partnerships Project 2007-2017*, <http://archive.iwlearn.net/globallast.imo.org/the-globallast-partnerships-project-2007-2016/index.html> (dostęp 15.06.2021)

lub uzdatniania wód balastowych – zatwierdzony przez odpowiedni organ, spełniając przy tym normę Konwencji BWM – D-2 (Norma D-2 wyznacza ilość żywych organizmów w zrzucanej przez statek wodzie).

Misorz<sup>7</sup> podaje, że stosowanie wytycznych BWM obowiązuje statki w terminach:

1. Stępka statku położona przed 08.09.2017 – odnowienie certyfikatu po 08.09.2017 r.
2. Stępka statku położona po 08.09.2017 - odnowienie w terminie wejścia statku do użytku.

Szczególne sytuacje, których administracja danego państwa wystawia odroczenie na czas pięciu lat od wymogów Konwencji BWM dotyczy<sup>8</sup>:

1. Jednostek podróżujących niepowtarzalnie pomiędzy portami lub konkretnymi miejscami.
2. Jednostek podróżujących jedną konkretną trasą.

Na podstawie regulacji prawnych opracowanych przez International Maritime Organization<sup>8</sup>, okazuje się, że nie znajdują zastosowania w kilku przypadkach:

1. Statek posiada hermetyczne zbiorniki z wodą balastową.
2. Jednostka nie przewozi wód balastowych.
3. Statek jest okrętem wojennym.
4. Jednostka jest kierowana przez jedną ze Stron i porusza się po jej terytorium lub porusza się na otwartym morzu.
5. Strona nie określi możliwości wystąpienia zagrożenia w przypadku wymiany lub zrzutu wód balastowych, a przy tym nie wystąpi czynnik szkodliwy dla danego terytorium, ludzi, mienia oraz innych zasobów państwa lub Strony.
6. Jednostka poruszająca się po terytorium wód podlegających tym samym regulacjom co Strona.
7. Jednostka poruszająca się po terytorium wód podlegających regulacjom różnych niż Strona.

Aspekt związany z gospodarowaniem wodami balastowymi znalazł również zapis w polskich uregulowaniach prawnych. Ustawy *o zapobieganiu zanieczyszczeniu morza przez statki* oraz ustawy *o bezpieczeństwie morskim*, doprecyzowują, do których nie stosuje się

---

<sup>7</sup> Misorz T., (2017), *Postępowanie z wodami balastowymi na statkach w żegludze międzynarodowej w świetle konwencji BWM 2004*, Zeszyty Naukowe AMG, Gdynia, nr 32, ss. 59-70

<sup>8</sup> *International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments*, (2004), [www.lisr.com](http://www.lisr.com) (dostęp: 28.06.2021)

przepisów Konwencji<sup>9</sup>. Prawidło A-5 mówi o sytuacjach, w których zabrania się zrzutu wód balastowych do morza, które nie spełniają wymogów wyżej wspomnianej konwencji (konstrukcja statku nie pozwala na spełnienie wymogów Konwencji BWM). W takim przypadku Armator ma prawo złożyć wniosek do dyrekcji Urzędu Morskiego właściwego ze względu na port macierzysty, o zwolnienie z obowiązków zawartych w Konwencji BWM, z zastosowaniem alternatywnych rozwiązań względem postępowania z wodami balastowymi<sup>10</sup>.

### **Zagrożenia środowiskowe wynikające ze zrzutów wód balastowych**

Organizmy obcego pochodzenia, przenoszone systematycznie w zbiornikach balastowych w transporcie morskim, stanowią główny problem w transporcie morskim i jego środowisku. Konwencja nie zdefiniowała pojęcia IAS (z ang. Invasive Alien Species) – inwazyjnych gatunków obcych, jednakże, D. Pyć w ramach projektu stworzonego dla Baltic Master II<sup>4</sup> określiła je jako organizmy wodne, które przedostając się do innego środowiska wodnego, mogą powodować niewiadome zmiany w ekosystemie. Wywołane zmiany określono jako trudne do oszacowania.

Definicja, którą podaje konwencja w art.1 ustawa 8 Konwencji BWM są to organizmy i patogeny wodne, powodujące zagrożenia środowiskowe. Wpływają one na ludzkie życie oraz zasoby w momencie przedostania się do środowiska (między innymi do ujść rzek oraz cieków wodnych)<sup>8</sup>. Nie wpływają korzystnie na bioróżnorodność wód, a także zakłócają odpowiednie wykorzystanie niektórych przestrzeni<sup>9</sup>. Większość z nich nie przeżywa zmiany warunków otoczenia tj. odmienna flora i fauna, wahania temperatury oraz zmiana zasolenia wody. Mowa jest o gatunkach, które z łatwością dostosowują się do odmiennych warunków środowiskowych, co czyni je ogromnym zagrożeniem dla gatunków już panujących na danym obszarze morskiego ekosystemu i jego bioróżnorodności<sup>4</sup>. Prowadzi to do zachwiania równowagi ekologicznej oraz może być przyczyną wyginięcia gatunków rodzimych danego obszaru. Przykładem obszaru ubogiego w takie gatunki jest obszar Morza Bałtyckiego, w którym pojawiły się na ten moment około 100 gatunków obcych (np. babka bycza – uznana za gatunek inwazyjny, pochodzący z wybrzeży Morza Kaspijskiego, krab – pochodzący z wybrzeży Chin i Ameryki Północnej). Natomiast w afrykańskim Jeziorze Wiktorii

---

<sup>9</sup> Ustawa z dnia 16 października 2019 r. o zmianie ustawy o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki oraz ustawy o bezpieczeństwie morskim (Dz. U. 2019 poz. 2303)

<sup>10</sup> KONWENCJA O PRACY NA MORZU z 2006 r, [https://www.ums.gov.pl/karty/IBZ/Konwencjam\\_PL\\_04072013.pdf](https://www.ums.gov.pl/karty/IBZ/Konwencjam_PL_04072013.pdf) (dostęp 15.06.2021).

równowagę ekosystemu zachwiały okoń nilowy, który spowodował całkowite wymarcie prawie 200 gatunków roślinnych i zwierzęcych zamieszkujących dany obszar<sup>11</sup>.

Oprócz wprowadzenia innych gatunków zwierząt na danym obszarze, wody balastowe niosą ze sobą dużo większe zagrożenie dla ludzkości i jego środowisk. Bywają źródłem zakażeń różnymi patogenami, a one w konsekwencji mogą powodować epidemię na obszarze zrzutu wód balastowych, objawiającą się po dłuższym okresie czasu.

Przykładem sytuacji epidemicznej spowodowanej skażeniem wód było jezioro Michigan. Mutacje spowodowane zrzutem patogenów wraz z wodami balastowymi doprowadziły do groźnego skażenia wody w jeziorze. Wywołało to ogromną epidemię, w skutek której 110 osób poniosło śmierć, a łącznie 400 tysięcy osób ucierpiało zdrowotnie. Podobna sytuacja miała miejsce w Peru w roku 1991, kiedy doszło do skażenia przecinkowcem cholery (*Vibrio Cholerae*) w Zatoce Mobile. Wody balastowe były główną przyczyną rozwoju epidemii, a jej rozprzestrzenienie sięgnęło całej Ameryki Południowej, zabijając przy tym ponad 10 tysięcy ludzi<sup>11</sup>. Na podstawie licznych badań dotyczących składu jak i rodzaju zanieczyszczeń znajdujących się w wodach balastowych przeprowadzonych między innymi przez IMO zawartych w „Wytycznych w sprawie zapobiegania przewożeniu niepożądanych organizmów morskich przez statki w ich wodach balastowych i usuwanych odpadach” został dokonany następujący podział zanieczyszczeń (patrz tabela 1).

**Tabela 1. Podział zanieczyszczeń wyodrębniony w wodach balastowych**

ZANIECZYSZCZENIA BIOLOGICZNE	ZANIECZYSZCZENIA MIKROBIOLOGICZNE	ZANIECZYSZCZENIA MECHANICZNE
<b>Zooplankton</b> – czyli formy przetrwalnikowe, larwy, ryby, krewetki oraz kraby	<i>Escherichia coli</i> - pałeczka okrężnicy	<b>azotany</b> <b>azotyny</b>
<b>Fitoplankton</b> – organizmy roślinne (m.in. glony, okrzemki, bruzdnice, sinice). Wzrost biomasy może prowadzić do toksycznego zakwitania wód.	<i>Vibrio cholerae</i> -przecinkowiec cholery	<b>sole metali ciężkich:</b> <b>cynk</b> <b>olów</b> <b>rtęć</b>
	<i>Enterococci</i> – enterokoki (czyli paciorkowce kałowe)	<b>związki ropopochodne</b>

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <sup>4,11</sup>

W Tabeli 1 dokonano podziału zanieczyszczeń znajdujących się w wodach balastowych. Jak wynika z przeglądu literatury, zanieczyszczenia dzielą się na: biologiczne (zooplankton i fitoplankton), mikrobiologiczne (pałeczka okrężnicy, przecinkowiec cholery oraz enterokoki) i mechaniczne (azotany, azotyny, sole metali ciężkich i związki ropopochodne).

<sup>11</sup> Behrendt C., Szczepanek M., (2016), *Analiza instalacji oczyszczania wód balastowych stosowanych na statkach*; Akademia Morska w Szczecinie, s. 3-5.

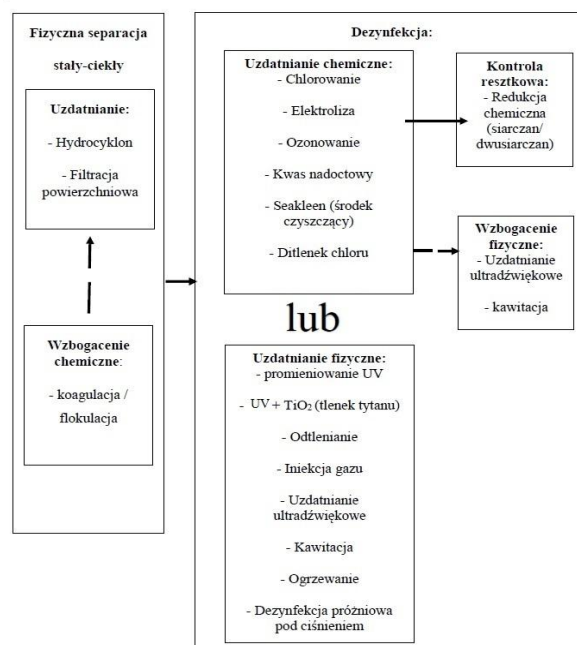
Wyżej wymienione zanieczyszczenia mogą zagrażać zdrowiu i życiu ludzi oraz prowadzić do toksycznych zakwitów wód <sup>11</sup>.

### **Metody redukcji zanieczyszczeń i uzdatniania wód balastowych**

Dla potrzeb niniejszej pracy przyjęta została definicja T. Misorza <sup>7</sup>, dotycząca systemów odpowiadających za obróbkę i uzdatnianie wody balastowe (BWMS - Ballast Water Management System), która określa system jako: procedury, działalność i mechanizmy wspomagające wyeliminowanie ryzyka wynikającego z przewozu organizmów obcych gatunków wraz z wodami balastowymi. Kluczowym jest zachowanie określonych standardów objaśnionych szczegółowo w prawie D-2 Konwencji BWM. Z uwagi na konieczność stosowania się do wymienionego wyżej prawidła, zastosowano 2 sposoby na obróbkę/uzdatnianie wody znajdującej się w zbiornikach balastowych. Sposób pierwszy - metoda fizyczna stała lub płynna separacja, oraz drugi sposób - dezynfekcja (np. chlorowanie i ozonowanie). Zdecydowanie najwięcej systemów opiera się na zastosowaniu dwóch metod jednocześnie stosując je kolejno etapami. W pracy powołano się na metody opisane przez T. Misorza (za: Kołwzan<sup>12</sup>), stosowane przy obróbce/uzdatnianiu wód balastowych i spisane zostały odpowiednio na rysunku 1. Jak wynika z poniższego rysunku, metody powszechnie stosowane to: separacja płynna i fizyczna stała, oraz dezynfekcja wody balastowej. Według T. Misorza<sup>7</sup>, separacja polega na wytrącaniu lub przeprowadzaniu zewnętrznej filtracji. Z kolei, dezynfekcja ma za zadanie usunąć drobnoustroje poprzez zastosowanie procesu fizycznego (np. kawitacja, promieniowanie UV) oraz chemicznego (np. chlorowanie, ozonowanie).

---

<sup>12</sup> Kołwzan K., (2016), *International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments*, 2004, Seminar, Piraeus, 17th November 2016



**Rys. 1. Metody obróbki/uzdatniania wód balastowych**

Źródło: opracowanie własne na podstawie <sup>7</sup>

Dla każdego z urzędów uzdatniania wód balastowych system BWMS stawia wymagania, posiadania atestów zatwierdzonych przez administrację, zgodnych z zapisem standardów zawartych w przepisie D-2 oraz rezolucją MEPC.174(58)<sup>13</sup> oraz MEPC.169(57)<sup>14</sup>. W skład Konwencji BWM zaliczają się również regulacje dotyczące wykorzystywanych przez instalacje środków neutralizujących wody balastowe tj. biocydy, chemikalia oraz mechanizmy biologiczne, które nie mogą zagrażać wyposażeniu statku, nie zmieniają jej składu chemicznego oraz parametrów fizycznych, a w szczególności powinny być bezpieczne dla załogi<sup>7</sup>.

### Systemy uzdatniania wód balastowych

Na rynku istnieje szereg przedsiębiorstw, mających w swojej ofercie instalacje służące uzdatnianiu wody balastowej. Firmy szukają najlepszych rozwiązań, dążąc przy tym do perfekcji w stworzeniu systemów najbardziej efektywnych, a przy tym spełniających restrykcyjne wymogi Konwencji BWM. W tym celu, statki zostały wyposażone o instalacje oczyszczające wody balastowe. W związku z poprawką wytycznej G8 (MEPC.274 (58)),

<sup>13</sup> RESOLUTION MEPC.174(58) - Adopted on 10 October 2008, GUIDELINES FOR APPROVAL OF BALLAST WATER MANAGEMENT SYSTEMS (G8)

<sup>14</sup> RESOLUTION MEPC.169(57) - Adopted on 4 April 2008 PROCEDURE FOR APPROVAL OF BALLAST WATER MANAGEMENT SYSTEMS THAT MAKE USE OF ACTIVE SUBSTANCES (G9)



która została skorygowana w październiku 2016 roku, przekształcono wytyczne na bardziej rygorystyczne wymagania w kwestii testów homologacji systemów neutralizacji wód balastowych. Wymagania dotyczą między innymi testów na lądzie, przy użyciu wód w każdym z trzech zasoleń, jak i możliwe używanie systemu do wszystkich operacji podczas 6-miesięcznego okresu próbnego, oraz dokumentacja każdej operacji wykonywanej przy użyciu BWMS w trakcie trwania okresu próbnego. Obiekty testujące, nie powinny być zależne od producenta zainstalowanej instalacji. W 2018 roku przyjęto wytyczną i sformułowano jako obowiązujący kodeks BWMS (MEPC.300(72)), a homologacja IMO stała się obowiązkowa dla każdego powstałego systemu uzdatniania dla statków po 28 października 2020 roku<sup>15</sup>. Do najważniejszych cechy systemu uzdatniania wód balastowych można zaliczyć<sup>15</sup>:

1. Bezawaryjność i żywotność systemu jak i poszczególnych części wchodzących w jego skład.
2. Nieskomplikowany w obsłudze i serwisowaniu.
3. Przestrzegający wytycznych *Konwencji BWM 2004* (obowiązek homologacji IMO i USCG).
4. Posiadający niską masę i wymiar.
5. Przestrzegający norm czystości.
6. Indywidualne dopasowanie systemu do potrzeb statku (dostępne różne pojemności).

W związku z ograniczoną ilością szczegółowych informacji, oficjalnych publikacji oraz przeprowadzanych testów ze strony producentów systemów wód balastowych, dokonano badania rynku, analizując cztery systemy najpopularniejszych z nich. Ze względu na dużą rozbieżność w wielkości oraz wydajności, do analizy wzięto pod uwagę instalacje o przepustowości 1000 m<sup>3</sup>/h, stworzone przez poszczególnych producentów.

**Tabela 2. Zestawienie instalacji uzdatniania wód balastowych wybranych producentów**

Producent	Certyfikaty	Oczyszczanie Mechaniczne	Oczyszczanie biologiczne	Dostępna przepustowość instalacji [m <sup>3</sup> /h]	Średnie zapotrzebowanie energetyczne [kW]	Przejrystość wody [%]	Moc lampy	Informacje dodatkowe
Alfa Laval	IMO USCG	Filtr mechaniczny (20 mikronów)	Promieniowanie UV	32m <sup>3</sup> /h do 3000 m <sup>3</sup> /h	52-100 kW (76kW)	42%	52kW	CIP
Desmi Ocean Guard	IMO USCG Lloyd Register	SIATKOWY Filtr mechaniczny (40 mikronów)	Promieniowanie UV	135 m <sup>3</sup> /h do 3000 m <sup>3</sup> /h	73 kW	42%	35kW	Przy zużyciu 73kW zużycie paliwa wynosi 0,224kg/kWh PDF

<sup>15</sup> *The IMO revised G8 guidelines has entered into force*, <https://www.desmi.com/news/the-imo-revised-g8-guidelines-has-entered-into-force/>, (dostęp: 12.12.2020)

Ecochlor	IMO USCG	SIATKOWY Filtr mechaniczny (40 mikronów)	Neutralizacja poprzez użycie ClO <sub>2</sub> - dezynfekcja chemiczna	500 m <sup>3</sup> /h do 16200 m <sup>3</sup> /h	7-30 kW 18,5 kW	Brak danych	Brak Lamp	Dawka chemiczna ClO <sub>2</sub> : 4.25 mg/dm <sup>3</sup> ; Dodatkowy zbiornik dla 78% kwasu siarkowego i Purate, CIP
Optimarin	IMO USCG	SIATKOWY Filtr mechaniczny (40 mikronów)	Promieniowanie UV	72 m <sup>3</sup> /h do 3000 m <sup>3</sup> /h	Brak danych	42%	35kW	Dwa filtry do wyboru: Filtrex i Boll

Zródło: opracowanie własne na podstawie<sup>16 171819</sup>

Na podstawie informacji opisanych na stronach internetowych producentów, zestawiono główne właściwości oferowanych systemów. Na podstawie tabeli 2, można zauważyć, że każdy z czterech produktów biorących udział w analizie, posiada odpowiednią certyfikację. Zgodnie z informacją producenta DESMI, instalacja posiada dodatkową certyfikację Lloyd Register, również potwierdzającą jego sprawność w zakresie oczyszczania wód balastowych<sup>17</sup>. Każda z analizowanych instalacji oczyszcza wody balastowe dwuetapowo. Pierwszym z nich jest fizyczne oczyszczanie poprzez użycie filtra pozwalającego na zatrzymanie większych zanieczyszczeń i organizmów żywych. I tu można zauważyć sporą różnicę w filtracji organizmów znajdujących się w wodach. Zgodnie z treścią załącznika 7, produkt firmy Alfa Laval charakteryzuje się filtracją o wartości 20 mikronów co daje wyższą skuteczność oddzielenia większych organizmów znajdujących się w wodach balastowych od reszty<sup>16</sup>. Następny etap, następujący po filtracji mechanicznej, który jest wspólnym mianownikiem wszystkich instalacji opisanych w pracy, jest oczyszczanie biologiczne. Wnioskując na podstawie informacji zgromadzonych w tabeli 2, promieniowanie UV stało się najpopularniejszym rozwiązaniem w kwestii oczyszczania wód balastowych. Ecochlor, jest jedynym z producentów, które posłużyło się dezynfekcją chemiczną, przy użyciu ditlenku chloru (ClO<sub>2</sub>). Jak podaje producent, produkt nie zagraża środowisku morskemu oraz załodze, a stężenie ClO<sub>2</sub> jest stosunkowo niewielkie, lecz wystarczające w kwestii oczyszczenia wód, a więc zgodne z wymogami Konwencji BWM<sup>17</sup>. System Ecochlor wyróżnia się również w kategoriach dostępnej przepustowości, która w przypadku instalacji Ecochlor jest bardzo elastyczna i nadaje się dla jednostek wyjątkowo dużych ze względu na

<sup>16</sup> *Alfa Laval PureBallast 3.1*, pdf, <https://www.alfalaval.com/globalassets/documents/microsites/pureballast/pdf/alfa-laval-pureballast-3-1.pdf> (dostęp: 10.10.2020).

<sup>17</sup> *Ecochlor Brochure*, pdf, <https://ecochlor.com/wp-content/uploads/2019/11/Ecochlor-Brochure.pdf> (dostęp: 12.12.2020).

<sup>18</sup> *CompactClean bronze UK*, pdf, [https://desmioceanguard.com/media/kycdofss/compactclean\\_bronze\\_uk.pdf](https://desmioceanguard.com/media/kycdofss/compactclean_bronze_uk.pdf), (dostęp: 12.12.2020).

<sup>19</sup> *Optimarin*, pdf <https://optimarin.com/wp-content/uploads/2020/10/TAP0000271.pdf> (dostęp: 18.12.2020)

możliwość zaprojektowania systemu nawet do 16200 m<sup>3</sup>/h, przy czym warto wspomnieć, że reszta z wyżej wymienionych urządzeń w tabeli posiada ponad 5-krotnie mniejsze możliwości oczyszczania wód balastowych w jednostce czasu<sup>20</sup>. Jednakże, producent Alfa Laval zapewnia, że możliwa jest instalacja podwójnego systemu, pozwalając w ten sposób na osiągnięcie 6000m<sup>3</sup>/h<sup>16</sup>. Warto podkreślić, że nie przewyższa to możliwości Ecochlor. Następną wartością odnosi się do zapotrzebowania energetycznego systemów neutralizujących wody balastowe. Jak podaje producent Alfa Laval, zapotrzebowanie energetyczne systemu wynosi średnio 76 kW biorąc pod uwagę system o przepustowości 1000 m<sup>3</sup>/h. Podobnym zapotrzebowaniem na energię charakteryzuje się instalacja producenta Desmi Ocean Guard, która wynosi 73 kW/(1000 m<sup>3</sup>/h). Sytuacja diametralnie się zmienia w przypadku systemu Ecochlor, którego średnie zapotrzebowanie energetyczne jest na wyjątkowo niskim poziomie, bo wynosi tylko 18,5 kW. Oczywistym jest fakt, że oczyszczanie biologiczne promieniowaniem ultrafioletowym, wymaga wyższych nakładów energetycznych aby móc przeprowadzić dezynfekcję. Pod względem zapotrzebowania energetycznego, produkt Ecochlor wypada najefektywniej. Producent Optimarine nie udostępnił danych dotyczących zapotrzebowania na energię systemu uzdatniania wód balastowych.

Kolejnym aspektem, który został poddany analizie, jest efektywność oczyszczania wód balastowych z zawieszin, którą opisuje wskaźnik przejrzystości wody. Z informacji producentów, wynika, że 3 z 4 producentów deklaruje identyczny wskaźnik przejrzystości wody na poziomie 42%. Jeden producent (Ecochlor) nie dostarczył danych dotyczących tego wskaźnika.

Moc lamp UV również jest istotnym czynnikiem w kwestii dezynfekcji wód balastowych. Im wyższa jest moc lamp, to można się spodziewać, że proces balastowania jest efektywniejszy. W przypadku producenta Ecochlor, ten czynnik jest pomijany z uwagi na odmienną metodę dezynfekcji (brak lamp UV do dezynfekcji).

Ponadto Alfa Laval jak i Ecochlor, wyposażyło swoje systemy w dodatkową opcję zwaną CIP (z ang. Cleaning-In-Place), pozwalającą na oczyszczanie rur i filtrów bez dodatkowego naruszenia powstałej już konstrukcji<sup>16, 17</sup>. Ecochlor również informuje o stosowanej dawce ClO<sub>2</sub> wynoszącej 4,25 mg/dm<sup>3</sup> oraz konieczności zainstalowania dodatkowych zbiorników koniecznych do przeprowadzenia dezynfekcji wód balastowych.

## Podsumowanie

---

<sup>20</sup> *Ecolab, Purate chemistry* <https://www.ecolab.com/offerings/cooling-water-bio-control/purate-chlorine-dioxide-systems/purate-chemistry>, (dostęp: 13.12.2020)

Z zebranego materiału i dokonanej analizy można wywnioskować, że w najbliższym czasie neutralizacja wód balastowych poprzez systemy montowane na statkach, będzie nieodłączną częścią transportu morskiego i eksploatacji wód morskich. Coraz więcej krajów na świecie zgodnie przyłącza się do globalnego ruchu ochrony ekosystemów morskich, zmniejszając w ten sposób destrukcyjny wpływ przenoszenia wód balastowych wraz z organizmami żywymi i bakteriami w nich zawartymi. Międzynarodowa Konwencja BWM weszła w życie w 2017 roku. Jak podaje Portal Morski łączna flota światowa stosująca się do wyżej wspomnianej Konwencji wynosi 91,6 % pojemności brutto co daje łącznie 86 państw<sup>21</sup>. Polska stała się jej częścią 26 listopada 2020 roku.

Można się spodziewać, że sprostanie wymagań stawianych przez Konwencję BWM, nie jest komfortowe dla Armatorów, z uwagi na konieczność doposażenia istniejących już jednostek pływających w instalacje, co wiąże się z wyższymi kosztami. Dotychczas usiłowano naszkicować problem wynikający z rozprzestrzeniania organizmów żywych w obcych środowiskach morskich. Problem ten nasilał się przez wiele lat i wielokrotnie doprowadzał do rozprzestrzeniania się patogenów oraz mikroorganizmów, które nierzadko prowadziły do zachorowań, a nawet śmierci wielu tysięcy ludzi na świecie. Należy przewidywać, że wprowadzone zastrzeżenia odnoszące się do sposobu wymiany i oczyszczania wód balastowych, z biegiem lat, zminimalizują skutki wynikające z przenoszenia balastu wodnego przez statki. Głównym celem niniejszego opracowania, była analiza dostępnych metod uzdatniania wód balastowych, jak i systemów dedykowanych do realizacji tego celu. Na rynku funkcjonuje duża ilość producentów instalacji uzdatniających wody balastowe, można domniemać, że niektóre z dostępnych instalacji mogą powodować podwyższone ryzyko zanieczyszczenia środowiska. Przykładem dla podwyższonego ryzyka są metody chemiczne wspomagające uzdatnianie wód balastowych. Według producentów, nie powinny mieć negatywnego wpływu na środowisko i są całkowicie bezpieczne. Należałoby jednak zastanowić się czy stosowanie związków chemicznych jest poprawnym rozwiązaniem w aspekcie ochrony środowiska. Podwyższenie ryzyka zanieczyszczenia środowiska można upatrywać w konieczności zapewnienia określonej dawki ClO<sub>2</sub> na objętość dezynfekowanych wód balastowych, jak również w możliwości dehermetyzacji zbiorników z kwasem siarkowym i/lub z ClO<sub>2</sub>.

Metoda neutralizacji wód balastowych promieniowaniem ultrafioletowym, to rozwiązanie wydające się być najmniej inwazyjnym wobec środowiska. Opierając się na

---

<sup>21</sup> Portal Morski, *Polska ratyfikowała Konwencję BWM 2004*, <https://www.portalmorski.pl/m-zegluga/46380-polska-ratyfikowala-konwencje-bwm-2004> (dostęp: 12.12.2020)

powyższych wynikach, można wywnioskować, że dwuetapowe oczyszczanie wód balastowych poprzez wstępną filtrację i zastosowanie dużej dawki promieniowania UV pozwala na spełnienie wytycznych Konwencji BWM dotyczących poziomu oczyszczenia wód balastowych. Porównując wymienione systemy stosujące promieniowanie UV i system Ecochlor (wyróżniający się dezynfekcją chemiczną), prawie 4-krotnie większe zużycie energii (systemy wykorzystujące promieniowanie UV), wydaje się mniej szkodliwe dla środowiska i mniej zagrażające życiu załogi podczas obsługi instalacji.

Wymagania prawne stawiane przez Konwencję BWM związane z koniecznością uzdatniania wód balastowych są ukierunkowane nie tylko na poprawę relacji między transportem wodnym a środowiskiem, ale również odnoszą się do poprawy tych relacji między tym transportem a człowiekiem, w rozumieniu zachowania jego zdrowia i życia.

### **Streszczenie**

Transport morski wydawał się być niedoceniony przez wiele lat, choć jego udział na rynku krajowym i międzynarodowym, jest i zawsze był niezastąpiony. W artykule dokonano analizy konsekwencji dla środowiska użytkowania szlaków wodnych, w wyniku przenoszenia wód balastowych oraz ich wymiany pomiędzy odmiennymi ekosystemami (ze względu na ich bioróżnorodność). Przedstawiono najważniejsze akty prawne w tym zakresie oraz omówiono wybrane metod oczyszczania wód balastowych.

**Słowa kluczowe:** systemy uzdatniania wód balastowych, Konwencja BWM, transport wodny

### **Summary**

Maritime transport has appeared to be underappreciated for many years, although its domestic and international market share is and has always been irreplaceable. The article analyzes the environmental consequences of using waterways as a result of the transfer of ballast water and its exchange between different ecosystems (due to their biodiversity). The most important legal acts in this area are presented and selected methods of ballast water treatment are discussed.

**Key words:** ballast water treatment systems, BWM Convention, water transport

### **Dokumenty Prawne**

*International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments*, (2004), file:///C:/Users/AJ/Downloads/BWMConvention.pdf (dostęp 15.06.2021).

Ustawa z dnia 16 października 2019 r. o zmianie ustawy o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki oraz ustawy o bezpieczeństwie morskim (Dz. U. 2019 poz. 2303).

### **Bibliografia**

Behrendt C., Szczepanek M., (2016), *Analiza instalacji oczyszczania wód balastowych stosowanych na statkach*; Akademia Morska w Szczecinie, s. 3-5.

Klepacki B., Perkowska A., (2019), *Rola logistyki w pogłębianiu procesów globalizacji*, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Warszawa, s. 62.

Końwan K., (2016), *International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments*, 2004, Seminar, Piraeus, 17th November 2016.

Misorz T., (2017), *Postępowanie z wodami balastowymi na statkach w żegludze międzynarodowej w świetle konwencji BWM 2004*, Zeszyty Naukowe AMG, Gdynia, nr 32, ss. 59-70.

Pigłowski M., (2007), *Realizacja zasad ochrony środowiska zawartych w konwencji Helsińskiej z 1992 roku*, Proceedings of ECOpole, Tom 1, Cz. 1/2, ss. 205-210.

### **Źródła internetowe**

*Alfa Laval PureBallast 3.1*, pdf, <https://www.alfalaval.com/globalassets/documents/microsites/pureballast/pdf/alfa-laval-pureballast-3-1.pdf> (dostęp: 10.10.2020).

*CompactClean bronze UK*, pdf, [https://desmioceanguard.com/media/kycdofss/compactclean\\_bronze\\_uk.pdf](https://desmioceanguard.com/media/kycdofss/compactclean_bronze_uk.pdf), (dostęp: 12.12.2020).

*The IMO revised G8 guidelines has entered into force*, <https://www.desmi.com/news/the-imo-revised-g8-guidelines-has-entered-into-force/>, (dostęp: 12.12.2020).

*Ecochlor Brochure*, pdf, <https://ecochlor.com/wp-content/uploads/2019/11/Ecochlor-Brochure.pdf> (dostęp: 12.12.2020).

*Ecolab, Purate chemistry* <https://www.ecolab.com/offerings/cooling-water-bio-control/purate-chlorine-dioxide-systems/purate-chemistry>, (dostęp: 13.12.2020).

*International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments*, (2004), [www.lisr.com](http://www.lisr.com) (dostęp: 28.06.2021).

KONWENCJA O PRACY NA MORZU z 2006 r, [https://www.ums.gov.pl/karty/IBZ/Konwencjam\\_PL\\_04072013.pdf](https://www.ums.gov.pl/karty/IBZ/Konwencjam_PL_04072013.pdf) (dostęp 15.06.2021).

Ministerstwo Gospodarki Morskiej, (2016), *Akty prawne - ochrona środowiska morskiego*, <https://mgm.gov.pl/gospodarka-morska/ochrona-srodowiska-morskiego/akty-prawne-ochrona-srodowiska-morskiego/ochrona-srodowiska-akty-prawne/> (dostęp: 07.06.2020)

*Optimarin*, pdf <https://optimarin.com/wp-content/uploads/2020/10/TAP0000271.pdf> (dostęp: 18.12.2020).

Portal Morski, *Polska ratyfikowała Konwencję BWM 2004*, <https://www.portalmorski.pl/m-zegluga/46380-polska-ratyfikowala-konwencje-bwm-2004> (dostęp: 12.12.2020).

Pyć D., (2011), *Wytyczne wprowadzania postanowień międzynarodowej konwencji o kontroli i postępowaniu ze statkowymi wodami balastowymi i osadami w portach morskich na przykładzie portu Gdynia – analiza prawna, opracowanie w ramach projektu Baltic Master II, Gdynia*, [https://www.port.gdynia.pl/files/projekty\\_eu/bm2/opracowania/wytyczne.pdf](https://www.port.gdynia.pl/files/projekty_eu/bm2/opracowania/wytyczne.pdf) (dostęp 15.06.2021).

*The GloBallast Partnerships Project 2007-2017*, <http://archive.iwlearn.net/globallast.imo.org/the-globallast-partnerships-project-2007-2016/index.html> (dostęp 15.06.2021).