

Magda Bogalecka

Akademia Morska w Gdyni

ZAGROŻENIA SUBSTANCJAMI TOKSYCZNYMI W AKWENACH EUROPY JAKO WYNIK WYPADKÓW STATKÓW MORSKICH

Celem pracy była analiza substancji chemicznych innych niż olej, które w wyniku blisko 40 wypadków, do jakich doszło na akwenach Europy w latach 1971–2014, przedostały się do środowiska morskiego. Wśród tych substancji największą grupę stanowiły chemikalia o właściwościach toksycznych (w stosunku zarówno do powietrza, jak i wody morskiej). Substancje te scharakteryzowano pod względem wielkości niebezpieczeństwa grożącego z ich strony. Wskazano akweny, które uległy zanieczyszczeniu tymi substancjami w największym stopniu.

Słowa kluczowe: substancje niebezpieczne, transport morski, wypadki morskie.

WSTĘP

Poziom zanieczyszczenia ekosystemu morskiego substancjami chemicznymi w dużej mierze wynika z intensywności transportu morskiego. Obserwowany od końca II wojny światowej wzrost natężenia ruchu statków przewożących towary, w tym niebezpieczne substancje chemiczne, oznacza także wzrost prawdopodobieństwa wypadków morskich i w konsekwencji rozlewów substancji chemicznych na akwenach morskich całego świata. Ze względu na właściwości, substancje chemiczne w wyniku niekontrolowanego przedostania się do środowiska morskiego mogą stwarzać niebezpieczeństwo, wywołując pożar, wybuch, doprowadzając do skażenia wody i powietrza. Niektóre chemikalia wykazują także właściwości żrące, są radioaktywne, ulegają bioakumulacji w żywych organizmach. W ten sposób mogą doprowadzać do zakłócenia rozwoju i funkcjonowania biocenoz, wywołując wśród nich nowotwory, urazy i zaburzenia układu odpornościowego. Ponadto substancje, charakteryzujące się dużą trwałością, pozostają w środowisku przez dłuższy czas, wywierając na nie niebezpieczny wpływ.

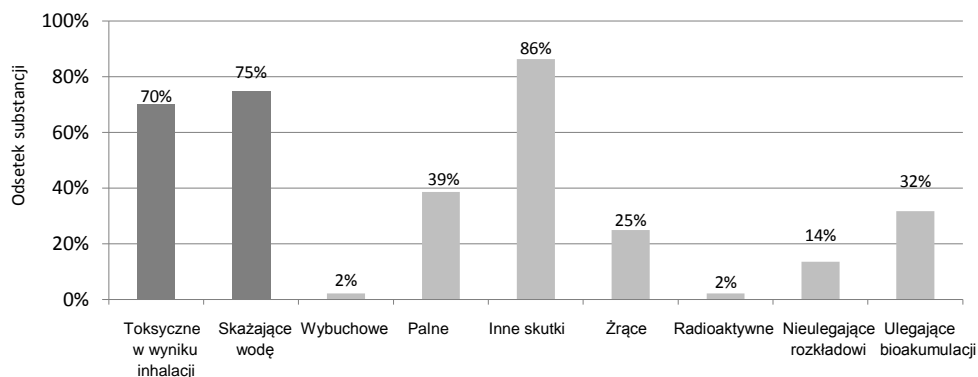
W latach 1971–2014 na akwenach Europy doszło do wielu wypadków, natomiast 39 spośród nich zakończyło się wyciekami 44 rodzajów substancji chemicznych (innych niż olej), które ostatecznie wpłynęły w różnym stopniu na ogólny stan środowiska morskiego [1].

Największą grupę tych chemikaliów stanowiły substancje o właściwościach toksycznych, powodujących skażenie zarówno powietrza – 70,4%, jak i wody

morskiej – 75,0%. Wśród tych substancji były między innymi: akrylonitryl, amoniak, anilina, chlor, cyjanek sodu i potasu, epichlorohydryna, fenol, formaldehyd, ksyleny, pestycydy fosfoorganiczne, siarkowódor, styren oraz tetraetylek ołowiu(IV).

Rodzaje zagrożeń ze strony substancji chemicznych, które przedostały się do środowiska morskiego w wyniku wypadków w omawianym czasie, przedstawiono na rysunku 1.

Analizując wykres, należy pamiętać, że większość substancji, ze względu na swoje właściwości, wykazywała kilka rodzajów zagrożeń.



Rys. 1. Rodzaje zagrożeń ze strony substancji chemicznych, uwolnionych w wyniku wypadków morskich na akwenach Europy

Fig. 1. Threats of chemicals spilled in sea accidents around European areas (own work based on the data for years 1971–2014)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z lat 1971–2014.

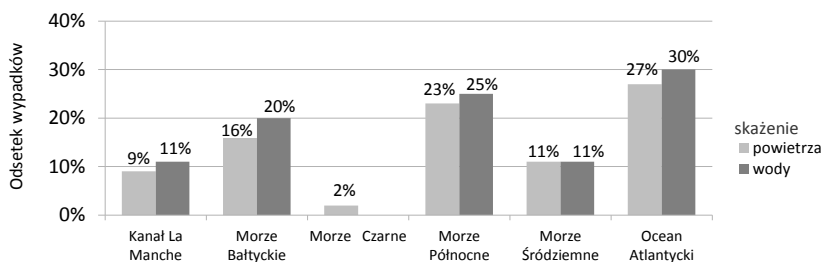
1. SUBSTANCJE TOKSYCZNE W AKWENACH EUROPY

Akweny Morza Bałtyckiego, Północnego, Śródziemnego oraz wschodnia część Oceanu Atlantyckiego są obszarami gospodarczymi Europy silnie skomunikowanymi, tworzącymi sieć wymiany handlowej. Rocznie przepływa tędy kilkadziesiąt tysięcy statków przewożących, oprócz pasażerów, różnorodne towary, w tym ładunki niebezpieczne, potencjalnie w największym stopniu zagrażające środowisku, ze względu na swe właściwości i ryzyko wystąpienia wypadku. Pojawiające się zanieczyszczenia, niezależnie od ich źródeł, powodują poważne zagrożenia równowagi ekologicznej wód morskich. Baseny Morza Bałtyckiego i Morza Śródziemnego są zamknięte, gdzie wymiana wód zachodzi powoli. Ponadto Morze Bałtyckie jest akwenem stosunkowo małym (sześciokrotnie mniejszym niż Morze Śródziemne), a przez to szczególnie wrażliwym na zagrożenia. Z kolei najpoważniejszym problemem dotyczącym zanieczyszczania Morza Północnego jest, oprócz

transportu, prowadzona na dużą skalę eksploatacja podmorskich złóż ropy naftowej i gazu ziemnego.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wypadków morskich, do jakich doszło w ciągu ostatnich 44 lat, stwierdzono, że najczęściej substancji toksycznych przedostało się do środowiska na wodach Oceanu Atlantyckiego, przylegających do wybrzeża Europy. W wyniku 29,6% zdarzeń wydostały się substancje powodujące skażenie wody, a na skutek 27,3% zdarzeń – substancje prowadzące do skażenia powietrza. W rejonie tym ruch statków jest intensywny – przepływają tędy statki odwiedzające porty północno-zachodniej Europy oraz statki płynące tranzytem na wschód, do portów Morza Bałtyckiego. Ponadto rejon ten należy do trudnych pod względem nawigacyjnym, ze względu na częste złe warunki meteorologiczne. Na drugim i trzecim miejscu pod względem liczebności substancji toksycznych, które wydostały się do środowiska, było Morze Północne (25,0% substancji powodujących skażenie wody i 22,7% – skażenie powietrza) oraz Morze Bałtyckie (22,7% substancji powodujących skażenie powietrza i 20,4% – skażenie wody). Z kolei najmniej wypadków zdarzyło się na Morzu Czarnym – na tym akwenie 2,3% zdarzeń doprowadziło do wycieku substancji powodującej skażenie powietrza, natomiast nie odnotowano wypadku, podczas którego wyciekła substancja powodująca skażenie wody morskiej.

Na rysunku 2 przedstawiono szczegółową analizę akwenów Europy i liczby wypadków, do jakich doszło na ich obszarze w latach 1971–2014, podczas których substancje toksyczne przedostały się do ekosystemu morskiego.



Rys. 2. Wypadki morskie z udziałem substancji toksycznych na akwenach Europy

Fig. 2. Toxic substances as a result of ship accidents around European sea areas (own work based on the data for years 1971–2014)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z lat 1971–2014.

2. STOPIEŃ NIEBEZPIECZEŃSTWA SUBSTANCJI TOKSYCZNYCH

Substancje toksyczne prowadzą do skażeń. Stopień niebezpieczeństwa wynikającego z narażenia na działanie substancji toksycznych określa się na podstawie badań przeprowadzanych na zwierzętach i wyznaczonego w ten sposób wskaźnika

LC₅₀ (ang. *lethal concentration* – stężenie śmiertelne), czyli stężenia substancji w atmosferze lub wodzie morskiej, wywołującego śmierć 50% populacji. Wskaźnik ten posłużył do ustalenia skali toksyczności substancji w powietrzu oraz wodzie morskiej [2, 3] (tab. 1).

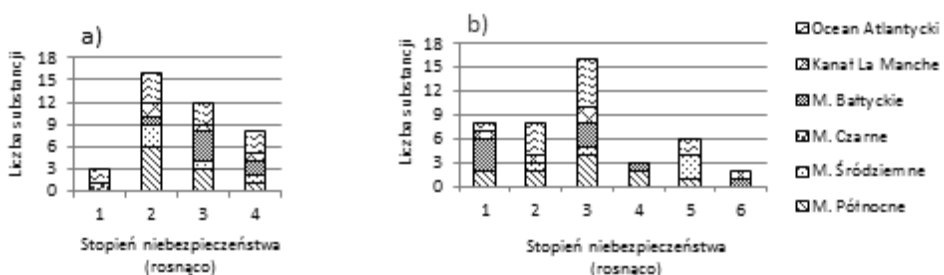
Tabela 1. Toksyczność substancji w powietrzu i wodzie morskiej a wartość wskaźnika LC₅₀ [3]

Table 1. Air and seawater contamination degrees according to LC₅₀ value [3]

Toksyczność w powietrzu		Toksyczność w wodzie morskiej	
Stopień niebezpieczeństwa substancji	LC ₅₀ (4 h) [mg/dm ³]	Stopień niebezpieczeństwa substancji	LC ₅₀ (96 h) [mg/dm ³]
4 – bardzo wysoce toksyczna	LC ₅₀ ≤ 0,5	6 – ekstremalnie toksyczna	LC ₅₀ ≤ 0,01
3 – wysoce toksyczna	0,5 < LC ₅₀ ≤ 2	5 – bardzo wysoce toksyczna	0,01 < LC ₅₀ ≤ 0,1
2 – umiarkowanie toksyczna	2 < LC ₅₀ ≤ 10	4 – wysoce toksyczna	0,1 < LC ₅₀ ≤ 1
1 – słabo toksyczna	10 < LC ₅₀ ≤ 20	3 – umiarkowanie toksyczna	1 < LC ₅₀ ≤ 10
0 – nietoksyczna	20 < LC ₅₀	2 – słabo toksyczna	10 < LC ₅₀ ≤ 100
		1 – praktycznie nietoksyczna	100 < LC ₅₀ ≤ 1000
		0 – nietoksyczna	1000 < LC ₅₀

Na podstawie wskaźników toksyczności ustalono, że wśród analizowanych substancji najwięcej było umiarkowanie toksycznych (zarówno toksycznych w wyniku inhalacji – 51,6%, jak i skażających wodę morską – 48,5%). Substancje powodujące skażenie powietrza w największej ilości wyciekły na obszarze Oceanu Atlantyckiego – 38,7% oraz Morza Północnego – 32,3%. Z kolei wśród substancji powodujących skażenie wody morskiej najwięcej wydostało się także do Oceanu Atlantyckiego – 39,4% oraz Morza Śródziemnego – 33,3%.

Szczegółową analizę stopnia niebezpieczeństwa substancji toksycznych, wraz ze wskazaniem akwenu, do którego przedostały się w wyniku wypadków morskich w latach 1971–2014, przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Stopień niebezpieczeństwa substancji skażających: a) powietrze, b) wodę morską, które wydostały się do akwenów Europy w wyniku wypadków statków morskich

Fig. 3. Toxicity range of substances occurred: a) air contamination or b) seawater contamination spilled in ship accidents around European sea areas (own work based on the data for years 1971–2014)

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy substancji toksycznych wyciekłych do mórz w wyniku wypadków morskich stwierdzono, że:

- większość substancji toksycznych, powodujących skażenie zarówno powietrza, jak i wody morskiej, wyciekła na obszarze Oceanu Atlantyckiego (w części przylegającej do Europy);
- większość substancji toksycznych powodujących zarówno skażenie powietrza, jak i wody morskiej charakteryzowała się średnim stopniem niebezpieczeństwa.

LITERATURA

1. Bogalecka M., Łukaszewska K., *Wpływ chemikaliów na stan środowiska morskiego – analiza wypadków na akwenach Europy w latach 1971–2014*, Rocznik Bezpieczeństwa Morskiego, 2015, R. IX, cz. I, s. 77–93.
2. Bogalecka M., Popek M., *Transport morski niebezpiecznych chemikaliów i jego konsekwencje dla środowiska*, [w:] *Bezpieczeństwo morskie i ochrona naturalnego środowiska morskiego. V Forum Morskie. Współczesne wyzwania dla kształtowania bezpieczeństwa na Morzu Bałtyckim*, red. S. Piocha, Środkowopomorska Rada Naczelnej Organizacji Technicznej w Koszalinie, Politechnika Koszalińska, Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa, Koszalin–Kołobrzeg 2006, s. 299–309.
3. *Hazard Evaluation of Substances Transported by Ships. Report of the fortieth session of the GESAMP Working Group on the Evaluation of the Hazards of Harmful Substances Carried by Ships*, BLG. 1/Circ.14 London 2004.

THREATS WITH TOXIC SUBSTANCES IN EUROPEAN SEA AREAS AS A RESULT OF SHIP ACCIDENTS

Summary

The goal of the paper is the analysis of chemicals, other than oil, released as the result of near 40 sea accidents that happened around European sea areas in 1971-2014. It was found that toxicity substances (in the air and the seawater) were the largest group of spilled substances. These substances were analysed from the point of view their toxicity range as well as the most polluted sea areas.

Keywords: *hazardous substances, sea transport, sea accidents.*