

## **ZAGROŻENIE DLA ŚRODOWISKA MORSKIEGO DRYFUJĄCYMI MATERIAŁAMI POLIMEROWYMI**

*W pracy omówiono sposoby powstawania i rodzaje zagrożeń, jakie niosą dryfujące materiały polimerowe, oraz ich wpływ zarówno na środowisko morskie, jak i na człowieka. Zaprezentowano sposoby ograniczające zużycie tworzyw sztucznych, bezpośrednio przyczyniające się do zmniejszenia zanieczyszczeń w morzach i oceanach.*

**Słowa kluczowe:** zagrożenia, tworzywa polimerowe, woda morska, środowisko.

### **WSTĘP**

Na wszystkich morzach i oceanach świata dryfuje ogromna masa odpadów z tworzyw polimerowych, które łącznie ważą ponad 100 milionów ton i zajmują powierzchnię niemal równą Australii. Choć o problemie wiadomo już od wielu lat, do tej pory nie podjęto żadnych działań neutralizacyjnych, a związane z nim zagrożenia mają wpływ nie tylko na florę i faunę morską, ale również na człowieka.

Na Oceanie Spokojnym, między Kalifornią a Hawajami oraz między Hawajami a Japonią, istnieją wielkie pływające plamy śmieci. Stanowią one zagrożenie dla środowiska morskiego i tysięcy gatunków zwierząt w nim żyjących. W niedługim czasie masa oceanicznych śmieci osiągnie takie rozmiary, że nie będzie już szans na ich neutralizację [5, 6, 10].

### **1. SPOSOBY POWSTAWANIA DRYFUJĄCYCH MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH I RODZAJE ZAGROŻEŃ**

Co roku na całym świecie wytwarza się ponad 260 milionów ton polietylenu oraz polipropylenu. Gdyby połączyć je w jedną wielką folię, to już po niecałych pięciu latach można by szczelnie owinąć nią całą planetę. Szacuje się, że co roku do światowych oceanów trafia 10 procent produkcji plastiku. Zagrożenie dla środowiska morskiego (flory i fauny) stanowią dryfujące materiały polimerowe, które w większości nie ulegają rozkładowi. Można do nich zaliczyć m.in. butelki, nakrętki, zabawki, jednorazowe siatki z supermarketów, porzucone sieci rybackie. Poza odpadami stałymi do wód trafiają zanieczyszczenia w postaci płynnej, np. środki ochrony

roślin, nawozy, chemia gospodarcza, które również wpływają negatywnie na życie w akwenach morskich. Z każdego domowego prania do kanalizacji dostaje się prawie 2 tysiące mikroskopijnych drobin plastiku. Zanieczyszczenia trafiają do mórz i oceanów także poprzez systemy rzeczne z obszarów rolniczych i leśnych. Czasem na niekorzyść działają po prostu siły natury – według różnych szacunków katastrofalne japońskie tsunami z marca 2011 roku wyniosło w odmęty od 5 do 20 milionów ton zanieczyszczeń. Wiele śmieci trafia do wody z powodu ludzkiego wyrachowania, np. wyrzucane są ze statków [2, 6].

Malediwy to turystyczny raj na środku Oceanu Indyjskiego, który co roku odwiedza 800 tysięcy gości. Archipelag nie radzi sobie z ilością odpadów produkowanych przez turystów, więc usypano sztuczną wyspę (Thilafushi) przeznaczoną na wysypisko. W sezonie turystycznym trafia tam około 300 ton śmieci dziennie, często przesypujących się prosto do wody.

Bałtyk na początku XX wieku cieszył się opinią morza oligotroficznego, czyli o przejrzystych wodach, ale dziś jest jednym z najbardziej zanieczyszczonych akwenów na świecie. Chociaż obszar jego zlewiska obejmuje w sumie aż dziewięć uprzemysłowionych państw zamieszkałych przez 80 milionów osób, to najwięcej odpadków trafia do niego w rejonach przyujściowych czterech rzek: Niemna, Newy oraz... Wisły i Odry. Już 10% dna stanowi pozbawiona życia pustynia morska, której powierzchnia będzie się jeszcze powiększać [6].

## 2. WPŁYW ZAGROŻEŃ NA FLORĘ I FAUNĘ MORSKĄ

W rejonie tzw. Wielkiej Pacyficznej Plamy Śmieci znajdują się niewielkie wysepki dryfujące na powierzchni – plastikowe śmieci utrzymują się w zwartej masie dzięki płataninie sznurów i sieci rybackich. Odpadki z tworzyw sztucznych często nie ulegają rozkładowi (poliolefiny z biodegradowalnymi dodatkami mają większe szanse rozkładu niż tworzywa bez modyfikacji, np. polietylen bez dodatków rozkłada się w ciągu 600 lat, a modyfikowany skrobią – kilkanaście) [8]. Fotodegradowalne śmieci unoszące się na powierzchni rozpadają się na coraz drobniejsze fragmenty pod wpływem światła słonecznego. Po jakimś czasie są już niedostrzegalne gołym okiem (60% ma mniej niż milimetr średnicy) i wcale nie znikają, tylko unoszą się w wodzie (nawet do 15 metrów w głąb toni wodnej) w postaci pyłu ważącego miliony ton. Na wielu obszarach pył ten ma siedmiokrotnie wyższą gęstość niż występujący tam plankton. Zwierzęta morskie coraz częściej mylą plastikowe odpady z planktonem. To śmiertelna pułapka dla wszystkich kolejnych ogniw łańcucha pokarmowego.

Marcus Eriksen, dyrektor Algalita Marine Research Institute, który bada wpływ plastikowej zawiesiny na życie zwierząt, twierdzi, że z jej powodu zagrożonych jest ponad 300 gatunków (niestrawne elementy blokują układ pokarmowy, doprowadzając do śmierci wiele z nich). Naukowcy szacują, że co roku ginie 100 tysięcy ssaków morskich oraz ponad milion ptaków. Ptaki mają w żołądkach plastikowe śmieci i co gorsza, karmią plastikiem swoje pisklęta, przez co jedna trzecia z nich umiera.

Podobnie jest z żółwiami i wydrami morskimi, które dodatkowo zaplątują się w nylonowe sieci spajające plastikowe łachy. Giną w nich również foki. Na końcu łańcucha pokarmowego są ludzie – jako potencjalni konsumenci [1, 2, 4, 6, 9].

Tworzywa sztuczne, mimo że same w sobie nie są toksyczne, mogą zawierać szkodliwe dla zdrowia dodatki, takie jak środki zmiękczające, w tym ftalany. Użycie ftalanu di-2-etyloheksylowego do produkcji zabawek z polichloru winylu (PCW) zostało zakazane w obrębie Unii Europejskiej, ale wciąż ma miejsce w innych krajach. Obostrzeniami w UE objęto także plastikowe butelki dla dzieci zawierające utwardzający bisfenol A – w niektórych badaniach wykazano jego działanie rakotwórcze.

Wątpliwości dotyczą również m.in. wpływu alkilofenoli odgrywających rolę plastifikatorów i stabilizatorów UV w tworzywach sztucznych [9].

Plastikowa zawieszina ma tę właściwość, że działa jak wielki magnes przyciągający wszystkie chemikalia pływające w wodzie. Do drobinek wirujących w oceanach z dużą łatwością przylegają takie toksyczne produkty, jak pestycydy czy polichlorowane bifenyle, nie wspominając o zwykłych bakteriach [6].

Naukowcy z organizacji Woods Hole Oceanographic Institution zajmującej się życiem morskim przebadali skład atlantyckiego dzikiego wysypiska i odkryli, że na jednym tylko milimetrze dryfującego plastiku żyje przeciętnie aż tysiąc różnych mikroorganizmów. Organizmy zamieszkujące tego typu środowiska różnią się od siebie w zależności od tego, co zdoła wyrosnąć w danych warunkach.

Fitoplankton, bakterie i żerujące na nich minidrapieżniki tworzą razem nowy układ symbiotyczny, który specjaliści ochrzczili już jako plastisferę. Pierwsze analizy (pod mikroskopem elektronowym) pokazały, że problem jest poważny – plastik dostarcza mikroorganizmom innych substancji odżywczych niż organiczne szczątki dryfujące w akwenach, więc bakterie żerujące na nim rozwijają się zupełnie inaczej niż w dobrze przebadanych ekosystemach.

Oznaczono ponad tysiąc różnych typów komórek bakterii, w tym wiele takich, które nie były dotąd znane nauce. Najliczniej pojawiały się tam bakterie z rodzaju *Pelagibacter*. Znaleziono również promienice, orzęski, bruzdnice, okrzemki, zieleńce, brunatnice, krasnorosty i grzyby. Okazało się, że bakterie wolą osiedlać się raczej na styropianie, podczas gdy okrzemki preferują plastik o chropowatej powierzchni. Zidentyfikowano samowystarczalne sieci pokarmowe składające się z bakterii autotroficznych (samożywnych, pozyskujących energię z fotosyntezy), roślin i glonów. Na nich żerowały z kolei zwierzęta i bakterie heterotroficzne, na które polowały wyspecjalizowane drapieżniki.

Cały ten bogaty ekosystem zasiedlał drobiny plastiku niewiele większe niż główka od szpilki. Świat ten narodził się w ciągu ostatnich 60 lat wraz z eksplozją popularności tworzyw polimerowych. Plastik upodobały sobie bakterie z rodziny *Vibrio*, z których wiele wywołuje szereg chorób, od błahych dolegliwości przewodu pokarmowego po cholera.

Szkodliwe gatunki glonów (bruzdnice) są odpowiedzialne za toksyczne zakwity wód. Naukowcy z Woods Hole odkryli dowody na to, że niektóre drobnoustroje

mogą odgrywać istotną rolę w rozkładaniu tworzyw sztucznych. Zauważyli mikroskopijnej wielkości ubytki i pęknięcia na powierzchni tworzyw polimerowych, które – jak podejrzewają – są zasługą osadzonych na nich mikroorganizmów. Oznacza to, że istnieją drobnoustroje zdolne do rozkładania węglowodorów, z których zbudowane są tworzywa sztuczne [6, 9].

### 3. SPOSOBY OGRANICZANIA ZAGROŻEŃ

Niestety, trudno jest i będzie powstrzymać tę ekologiczną katastrofę; można jedynie ograniczać przyczyny powstawania zagrożeń. Gdyby nagle zaprzestano produkcji tworzyw sztucznych, to w oceanach wciąż pozostaną miliony ton pływających odpadków. Nawet gdyby w wyniku ewolucji powstały mikroby zdolne do ich biodegradacji, to sam proces musiałby zająć przynajmniej kilka tysięcy lat.

Recykling jest rozwiązaniem połowicznym, bo tylko część wytwarzanych dziś plastików nadaje się do poddania temu procesowi. Ekolodzy proponują zmiany prawne, by przedmioty trafiające do szerokiego użytku były produkowane właśnie z takiego rodzaju tworzyw. Istnieje również możliwość pozyskiwania energii w procesie recyklingu [6].

Inne rozwiązanie mogą stanowić biodegradowalne polimery, które rozkładają się do ditlenku węgla i wody bez powstawania substancji toksycznych [3, 7, 8].

Kilka amerykańskich miast, m.in. Los Angeles, San Francisco, Santa Monica, Portland i Waszyngton, wprowadziło zakaz używania plastikowych nierozkładalnych toreb. Klienci w sklepach mogą korzystać z toreb wielokrotnego użytku lub biodegradowalnych. Zakaz ten obowiązuje również w niektórych miastach Wielkiej Brytanii, Meksyku, Indii, Birmy, Bangladeszu, Rwandy i Australii. Wiele państw, jak Polska, Włochy, Niemcy, Irlandia czy Belgia, wprowadziło opłaty za torby foliowe lub specjalne podatki za udostępnianie ich klientom [10].

Na razie nie znaleziono skutecznego rozwiązania na zmniejszenie ilości produkowanych tworzyw sztucznych i bezpieczną utylizację już istniejących. Pozostaje jedynie uświadamianie wszystkich, jak bardzo zanieczyszczamy morza i oceany. Edukacja na ten temat jest potrzebna na każdym kroku.

### PODSUMOWANIE

W ciągu ostatnich czterech dekad ilość plastikowych śmieci wyrzucanych przez ludzi do mórz wzrosła stukrotnie. Tak potężna masa stanowi duże zagrożenie dla zdrowia i życia morskich organizmów oraz może nieodwracalnie zmienić środowisko morskie. Należy pamiętać, że na końcu łańcucha pokarmowego jesteśmy my i w dużej mierze od naszej wiedzy, postaw i zachowań zależy terażniejszość i przyszłość następnych pokoleń.

## LITERATURA

1. Carson H.S., Nerheim M.S., Carroll K.A., Eriksen M., *The plastic associated microorganisms of the North Pacific Gyre*, Marine Pollution Bulletin, 2013, No. 75 (1–2), p. 126–132.
2. Galland A., *The Great Pacific Garbage Patch*, [in:] *Waste and Opportunity: U.S. Beverage Container Recycling Scorecard and Report*, 2008, p. 17.
3. Heimowska A., Krasowska K., Rutkowska M., *Degradability of different packaging polymeric materials in sea water, Green ships, eco shipping, clean seas*, The 12th Annual General Assembly of IAMU, red. B. Łączyński, R. Starosta, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2011.
4. Hołdys A., *Na własnych śmieciach*, „Wiedza i Życie”, 2008, nr 5, s. 22–25.
5. Moore C.J., Lattin G.L., Zellers A.F., *Density of Plastic Particles found in zooplankton trawls from Coastal Waters of California to the North Pacific Central Gyre*, Algalita Marine Research Foundation, 2010.
6. Okraszewski M., *Wyspa śmietnik na Pacyfiku*, „Punkt”, 2013, nr 4.
7. Rutkowska M., Heimowska A., *Degradacja materiałów polimerowych pochodzenia naturalnego w środowisku wody morskiej*, „Polimery”, 2008, nr 53, s. 854–867.
8. Rutkowska M., Heimowska A., Krasowska K., Janik H., *Biodegradability of polyethylene starch blends in sea water*, Polish Journal of Environmental Studies, 2002, No. 11(3), p. 267–274.
9. Stanisławska A., *Śmieci biorą i dają życie*, „Gazeta Wyborcza” (6.12.2013); [www.crazynauka.pl](http://www.crazynauka.pl).
10. <http://www.crazynauka.pl/hawaje-zakazuja-uzywania-toreb-foliowych>.

## HAZARDS DRIFTING POLYMERIC MATERIALS TO THE MARINE ENVIRONMENT

### Summary

*In the paper the types of hazards, the ways their arose and their influence on the marine environment and on humans are discussed. There are also presented the ways of limiting the consumption of plastics, which directly contributes to reducing pollution in the seas and oceans.*

**Keywords:** hazards, polymer materials, sea water, environment.