

# Mikroplastik – makroproblem

Co mamy na myśli, kiedy mówimy o tworzywach sztucznych i czym dokładnie są te materiały?

Elżbieta Szczepańska

Termin „plastik” pojawił się po raz pierwszy w latach trzydziestych XVI wieku. Termin pochodzi ze starożytnej greki od słowa *plastikos* oraz od łacińskiego terminu *platus*, odnoszących się do czegoś, co nadaje się do formowania. Współczesne użycie terminu plastik zostało po raz pierwszy wymyślone przez Leo Hendricka Baekelanda w 1909 r., celem opisanie szerokiej gamy materiałów. Pozostaje pytanie, co mamy na myśli, kiedy mówimy o tworzywach sztucznych i czym dokładnie są te materiały?

Plastikowe torebki, długopisy, rury czy urządzenia elektryczne – jesteśmy otoczeni przez różne rodzaje tworzyw sztucznych. Jednak wszystkie mają coś wspólnego. Wszystkie tworzywa sztuczne składają się z dużych cząsteczek przypominających łańcuch, nazywanych makrocząsteczkami. Te duże cząsteczki składają się z wielu powtarzających się mniejszych części połączonych ze sobą w sekwencje. Materiał o takim układzie molekularnym określa się mianem polimeru.

Słowo polimer jest połączeniem starożytnej greki słowa *poly* (czyli wiele) i *meros* (co oznacza części). Każda pojedyncza cząsteczka w łańcuchu polimerowym jest uważana za pojedynczą jednostkę i nosi nazwę monomeru. W tym przypadku przedrostek *mono* jest używany w znaczeniu pojedynczy. Zatem monomery są to małe cząsteczki, które mają zdolność wiązania się ze sobą, tworząc długie łańcuchy. Proces łączenia monomerów w celu utworzenia polimeru jest nazywany polimeryzacją (Rys. 1).

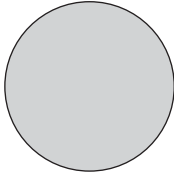
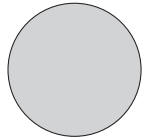



## Czym jest mikroplastik?

Termin „mikroplastik” odnosi się ogólnie do dowolnej kawałka tworzywa sztucznego mniejszego niż 5 mm aż do osiągnięcia 1  $\mu\text{m}$  w najdłuższym wymiarze. Jeśli dany plastik jest mniejszy od 1 mm, nosi nazwę mini-mikroplastik, natomiast każdy kawałek plastiku o wielkości mniejszej niż 1  $\mu\text{m}$  jest uważany za nanoplastik. Ze względu na niezwykle małe rozmiary nanoplastików, a tym samym trudności w ich wykrywaniu większość badań dotyczących środowiska wodnego pomija nanoplastiki,

skupiając się tylko na mikroplastikach i mini-mikroplastikach. Wystandaryzowane kategorie rozmiarów są wymienione w Tabeli 1.

Tabela 1. Podział plastiku ze względu na rozmiar.

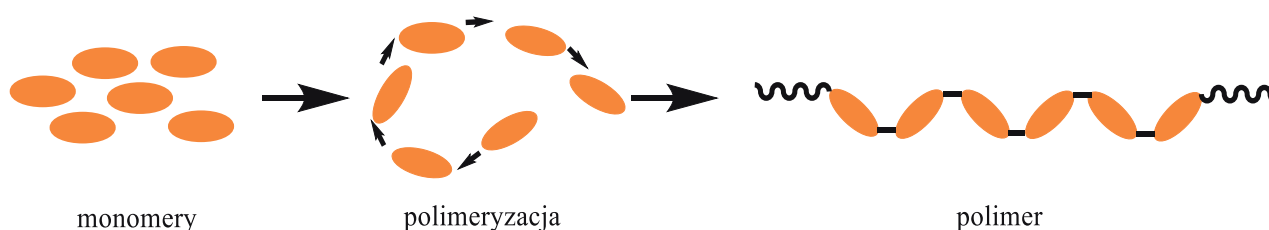
Tabela wykonana przez autora wg [1].

Kategoria plastiku	Rozmiar	Skala rozmiaru
Makroplastik	$\geq 25$ mm	
Mezoplastik	$< 25$ mm - 5 mm	
Mikroplastik	$< 5$ mm - 1 mm	
Mini-mikroplastik	$< 1$ mm - 1 $\mu\text{m}$	
Nanoplastik	$< 1$ $\mu\text{m}$	

Mikroplastik stanowi największe zagrożenie dla środowiska wodnego. W wodzie morskiej syntetycznymi polimerami, powszechnie spotykanymi jako mikroplastiki są: polipropylen (PP), polietylen (PE), polistyren (PS), polichlorek winylu (PCW) i politereftalan etylenu (PET) (Tabela 2) [1].

## Środowisko a mikroplastik

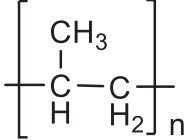
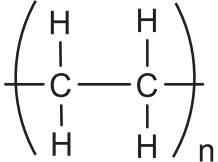
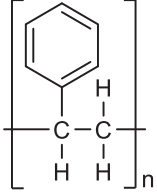
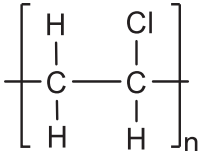
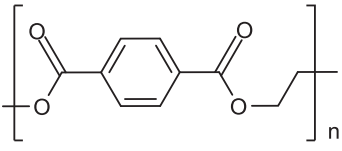
Tworzywa sztuczne to syntetyczne polimery organiczne o szeregu wyjątkowych właściwości (wszechstronność, trwałość, wytrzymałość, lekkość i przezroczystość), które czynią je materiałem unikatowym o szerokim zastosowaniu w przemyśle, budownictwie, medycynie i ochronie żywności. Jednocześnie ulegają bardzo powolnej degradacji i mogą zatem utrzymywać się w środowisku przez długi czas.



Rysunek 1. Proces polimeryzacji. Rysunek wykonany przez autora wg [1].

Tabela 2. Nazwa, wzór strukturalny oraz zestawienie niektórych zastosowań wybranych polimerów.

Tabela wykonana przez autora wg [1].

Nazwa polimeru	Wzór strukturalny	Zastosowanie
polipropylen (PP)		dywany, zabawki, opakowania leków, kable, przewody, karoseria, zderzaki
polietylen (PE)		folie, rury, pojemniki, narty, żagle, markery, zmywacze do paznokci, toniki
polistyren (PS)		sztuczna biżuteria, szczoteczki do zębów, elementy niektórych zabawek, jego spieniona forma to styropian
polichlorek winylu (PCW)		rury, wykładziny podłogowe, cewniki, strzykawki,
politereftalan etylenu (PET)		tkaniny, dzianiny (w tym polar), obudowy urządzeń elektronicznych, naczynia

Główne źródła zanieczyszczeń z tworzyw sztucznych pochodzą z obszarów miejskich oraz podmiejskich i poprzez spływ trafiają do rzek, jezior, mórz i oceanów. Niektóre źródła mikroplastiku to: śmieci z tworzywa sztucznego, kosmetyki (np. peelingi zawierające plastik jako substancję ścierną), pasty do zębów, opuszczone i porzucone statki oraz opony samochodowe [2].

Uwolnienie tworzyw sztucznych do środowiska przyczynia się do niekontrolowanego gromadzenia się plastikowych śmieci, gdzie mogą być poddawane degradacji przez czynniki atmosferyczne i transport rzeczny, kończąc na wybrzeżach. Makroskopowe tworzywa sztuczne i mikroplastiki w środowiskach morskich i przybrzeżnych podlegają różnym procesom starzenia, takim jak: ekspozycja słoneczna, starzenie termiczne (promieniowanie), wzrost bio-filmu i utlenianie (Rysunek 2).

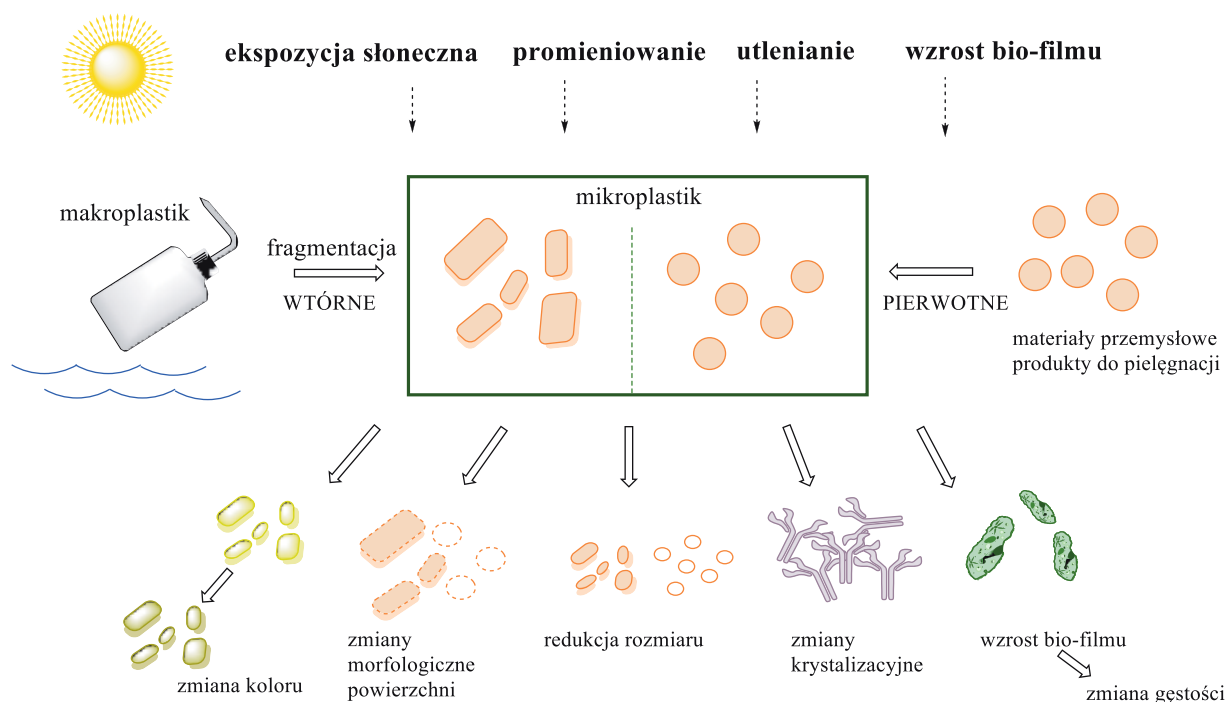
Plastikowe szczątki wchodzą do środowiska morskiego w szerokim zakresie rozmiarów o różnej gęstości, składzie chemicznym, kolorze i kształcie (w tym mikroskopijne cząstki, włókna i granulki). W środowisku morskim pla-

stik dzieli się na dwa typy: pierwotne i wtórne mikrodrobiny.

**Pierwotne mikrodrobiny** plastyczne obejmują produkty użytku domowego i przemysłowego, takie jak kosmetyki i produkty do higieny osobistej, środki czyszczące i peelingi do twarzy, produkty dla dzieci, środki odstraszające owady oraz filtry przeciwsłoneczne.

**Wtórne mikrodrobiny** plastyczne obejmują mniejsze fragmenty plastiku generowane w czasie, otrzymywane przez degradację większych elementów tworzyw sztucznych w środowisku lądowym lub morskim. Mikrodrobiny pierwotne i wtórne występują w środowisku morskim osiągając wysokie stężenia, co może mieć negatywny wpływ na życie morskie i procesy ekologiczne.

Degradacja prowadzi do rozdrobnienia makroskopowych odpadów tworzyw sztucznych i wprowadzenia do środowiska mikroplastików wtórnych. W przypadku pierwotnych i wtórnych mikrodrobin plastików degradacja zmienia głównie ich właściwości fizyczne i chemiczne, takie jak: kolor, morfologia powierzchni, krystaliczność, wielkość cząstek i gęstość [3].



Rysunek 2. Zmiany właściwości mikroplastiku po degradacji. Rysunek wykonany przez autora wg [3].

## Produkcja mikroplastiku

Obecnie tworzywa sztuczne są uważane za najczęściej używane i wszechstronne materiały nowoczesnego świata. Aby sprostać szybko rosnącemu zapotrzebowaniu na te materiały, w ciągu lat ich globalna produkcja ogromnie wzrosła. W 1950 roku światowa produkcja tworzyw sztucznych stanowiła zaledwie około 1,5 mln ton. Pomimo spadku produkcji w czasie kryzysu naftowego w 1973 r., a także kryzysu w 2007 r., do 2009 r. światowa produkcja tworzyw sztucznych wzrosła do 250 milionów ton. Historycznie światowa produkcja tworzyw sztucznych wzrastała o około 9% każdego roku. Jednak do 2014 r. tempo globalnej produkcji osiągnęło 311 milionów ton rocznie. Stanowiło to wzrost rocznej globalnej produkcja o około 25% w ciągu zaledwie 5 lat.

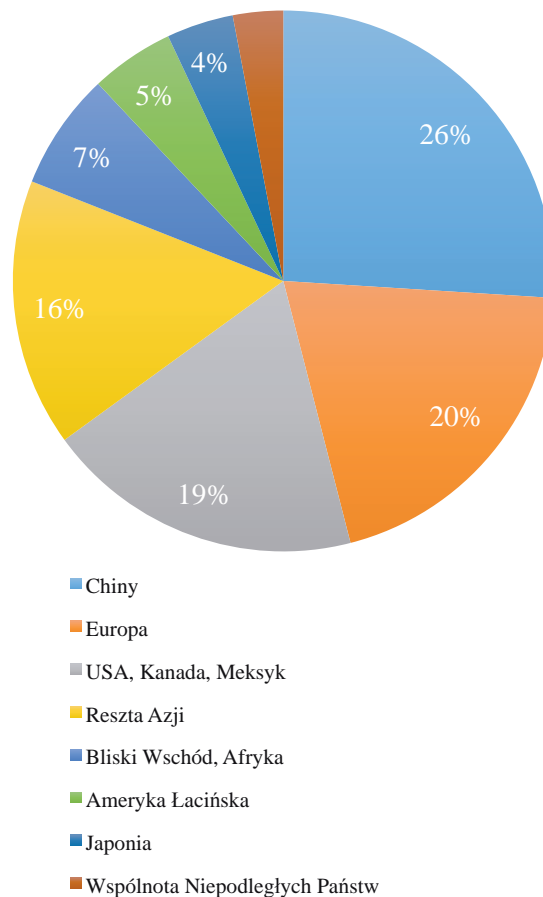
Do roku 2014 wyróżniono trzech największych światowych producentów tworzyw sztucznych, były to: Chiny, Europa i Północna Ameryka, odpowiednio 26%, 20% i 19%. Pięć krajów zapewniało natomiast 63,9% całkowitego europejskiego popytu na tworzywa sztuczne: Niemcy (24,9%), Włochy (14,3%), Francja (9,6%), Wielka Brytania (7,7%) i Hiszpania (7,4%) (Wykres 1). Najbardziej rozpowszechnionymi tworzywami sztucznymi na całym świecie były polietyleny i polipropyleny.

## Zagrożenia

Makroplastiki ulegają w środowisku degradacji na coraz mniejsze kawałki. Dzieje się tak, ponieważ w ciągu ostatniego półwiecza produkcja tworzyw sztucznych gwałtownie wzrosła. Z rosnącym niepokojem obserwuje się, iż rośnie także ich obecność w środowisku – do tego

## Wykres 1. Produkcja plastiku w 2014 roku przez poszczególne państwa.

Wykres wykonany przez autora wg [1].



stopnia, że stają się jednym z największych zagrożeń środowiska morskiego. Mikroplastik stanowi tak duże jego zagrożenie, ponieważ zdarza się, że spożywany jest przez organizmy morskie, takie jak zooplankton, małże, ostrygi, ryby, żółwie, a nawet ptaki morskie.

Fizycznie mikroplastik prowadzi do mechanicznych uszkodzeń organizmów. Może być powodem zablokowania przewodu pokarmowego, uszkodzenia jelit (w tym pęknięcia kosmków i rozszczepienia enterocytów), a nawet zmiany aktywności filtrującej i fagocytozy organizmów. Szkody te ostatecznie mogą spowodować śmierć. Ponadto mikroplastik może gromadzić się w sieci pokarmowej poprzez drapieżnictwo, a jeśli dostanie się do owoców morza, może stanowić potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzi.

Chemicznie mikroplastiki w środowiskach wodnych pochłaniają i gromadzą zanieczyszczenia. Spożycie skażonych mikrocząstek może zatem wprowadzić toksyczne zanieczyszczenia do organizmów morskich, a nawet do sieci pokarmowej. W tym sensie mikroplastiki działają jako wektory toksycznych zanieczyszczeń. W niektórych przypadkach mikrodrobiny mogą gromadzić więcej zanieczyszczeń niż inne media w środowisku.

Pod kątem biologicznym mikroplastiki są skłonne do gromadzenia przez mikroorganizmy. Mikroplastik może wpływać na ewolucję społeczności drobnoustrojów i wymianę genów (takich jak geny oporności na antybiotyki i geny oporności na metale) między różnymi taksonami bakteryjnymi.

## Podsumowanie

Podsumowując, mikroplastik to małe cząstki plastiku obecne w środowisku morskim. Nie są one pojedynczą jednostką, ponieważ stanowią mieszaninę polimerów i dodatków, które mogą adsorbować substancje z otaczającego środowiska, w tym składniki odżywcze czy też zanieczyszczenia morskie. Biorąc pod uwagę ich niewielkie rozmiary (od 1 do 5  $\mu\text{m}$ ), tego typu mikrodrobiny mogą być spożywane przez wiele organizmów morskich, stanowiąc dla nich zagrożenie. Mikroplastik jest coraz większym zagrożeniem dla fauny i flory morskiej oraz ekosystemu. W przypadku organizmów ryzyko związane z jego przyjmowaniem wynika nie tylko z samego materiału, ale także ze zdolności do wchłaniania i koncentrowania zanieczyszczeń środowiskowych w wodzie morskiej, a następnie przenoszenia ich przez łańcuchy pokarmowe. Ponadto coraz częściej podkreśla się, że mikrodrobiny mogą wpływać na procesy ekologiczne [4].

Mgr Elżbieta Szczepańska

Doktorantka, Uniwersytet Gdański

## Literatura:

- [1] Christopher Blair Crawford, Brian Quinn, *Microplastic Pollutants*, Elsevier, 2017. doi:10.1016/C2015-0-04315-5.
- [2] N. Laskar, U. Kumar, *Plastics and microplastics: A threat to environment*, *Environmental Technology & Innovation*. 14 (2019) 100352. doi:10.1016/j.eti.2019.100352.
- [3] X. Guo, J. Wang, *The chemical behaviors of microplastics in marine environment: A review*, *Marine Pollution Bulletin*. 142 (2019) 1–14. doi:10.1016/j.marpolbul.2019.03.019.
- [4] E. Guzzetti, A. Sureda, S. Tejada, C. Faggio, *Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects*, *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 64 (2018) 164–171. doi:10.1016/j.etap.2018.10.009.

## W następnym wydaniu polecamy m.in.:

- Laktoferyna – ważne białko
- Próbną maturę na Uniwersytecie Jagiellońskim
- Zadania III etapu 65. krajowej Olimpiady Chemicznej

### I. PRENUMERATĘ NA ROK 2019 I ROK SZKOLNY 2018/2019 ZAMÓWIĆ BEZPOŚREDNIO U WYDAWCY

- Przez internet: zakładka *Prenumerata 2019* na stronie [www.aspress.com.pl](http://www.aspress.com.pl) i wypełniając formularz zamówienia na podstronie prenumeraty
- e-mail: [szewczyk24@gmail.com](mailto:szewczyk24@gmail.com) ■ telefonicznie: 606 201 244 ■ listownie: Agencja AS Józef Szewczyk, ul. Warchałowskiego 2/58, 02-776 Warszawa

### Cena prenumeraty w 2019 roku

Tytuł	Liczba wydań (I i II półrocze)	Cena egzemplarzowa	Cena prenumeraty rocznej	Cena prenumeraty w I półroczu
<b>Dwumiesięczniki</b>				
Chemia w Szkole	6 (3+3)	25,00	150,00	75,00
Geografia w Szkole	6 (3+3)	25,00	150,00	75,00
Fizyka w Szkole z Astronomią	6 (3+3)	27,50	165,00	82,50
Wiadomości Historyczne z WOS	6 (3+3)	27,50	165,00	82,50

### II. PRENUMERATA DOSTARCZANA PRZEZ FIRMY KOLPORTERSKIE:

1. RUCH – zamówienia na prenumeratę w wersji papierowej i na e-wydania można składać bezpośrednio na stronie [www.prenumerata.ruch.com.pl](http://www.prenumerata.ruch.com.pl). Ewentualne pytania prosimy kierować na adres e-mail: [prenumerata@ruch.com.pl](mailto:prenumerata@ruch.com.pl) lub kontaktując się z Centrum Obsługi Klienta „RUCH” pod numerami: 22 693 70 00 lub 801 800 803 – czynne w dni robocze w godzinach 7.00–17.00. Koszt połączenia wg taryfy operatora.
2. GARMOND PRESS – tel. 22 836 69 21 [prenumerata.warszawa@garmondpress.pl](mailto:prenumerata.warszawa@garmondpress.pl).
3. KOLPORTER S.A. – prenumeratę instytucjonalną można zamawiać w oddziałach firmy. Informacje: [www.kolporter.com.pl](http://www.kolporter.com.pl).
4. POCZTA POLSKA – zamówienia we wszystkich urzędach pocztowych lub u listonoszy, drogą elektroniczną: [www.poczta-polska.pl](http://www.poczta-polska.pl). Infolinia w godz. 8.00–22.00: 801 333 444 (dla telefonów stacjonarnych) i 801 333 444 (dla telefonów komórkowych i z zagranicy).

III. NUMERY ARCHIWALNE DRUKOWANE dostępne są w ograniczonym zakresie. Przed złożeniem zamówienia prosimy o kontakt pod adresem: [szewczyk24@gmail.com](mailto:szewczyk24@gmail.com).

**Zamów prenumeratę przez Internet**

**[www.aspress.com.pl/prenumerata-2019/](http://www.aspress.com.pl/prenumerata-2019/)**