



Rury polietylenowe nie są źródłem pochodzenia mikroplastiku w wodzie pitnej.

Przełomowa metoda badań – raport Duńskiego Centrum Środowiska i Energii

W przestrzeni publicznej nieprzerwanie trwa dyskusja na temat tego, czy z rur polietylenowych stosowanych do przesyłu wody może uwalniać się mikroplastik. Jak jest naprawdę? Jakie są fakty? Czy rzeczywiście istnieje ryzyko migracji mikroplastiku z rur do wody pitnej? Jakie są główne źródła mikroplastiku w środowisku?

Aby rzetelnie odpowiedzieć na te pytania, warto sięgnąć po dane naukowe i wyniki badań. W niniejszym artykule, na podstawie dostępnych opracowań, przyjrzymy się temu zagadnieniu oraz odniesiemy się do raportu IUCN „Pierwotne mikrodrobiny plastiku w ocenach: Globalna ocena źródeł” [1].

Plastik jest jednym z najbardziej wszechstronnych materiałów, jakie kiedykolwiek wyprodukowano. Zrewolucjonizował on sposób, w jaki się pakujemy, ubieramy, jemy i podróżujemy. Plastikowa rewolucja ma jednak swoją cenę. Zanieczyszczenie środowiska morskiego plastikiem przyjmuje oszałamiającą skalę – każdego roku do oceanów trafia 9,5 miliona ton nowych odpadów z tworzyw sztucznych. Ma to wpływ na cenną różnorodność biologiczną naszej planety i niszczy delikatne ekosystemy, od których wszyscy jesteśmy zależni.

Szybko rosnące wykorzystanie tworzyw sztucznych

Tworzywa sztuczne są dziś powszechnym materiałem, który można znaleźć w każdym aspekcie codziennego życia. Obejmuje to opakowania, budynki i konstrukcje, pojazdy, sprzęt elektryczny i elektroniczny, produkcję rolną, odzież i obuwie, artykuły gospodarstwa do-

mowego i środki czystości. Praktycznie nieograniczona liczba zastosowań jest możliwa dzięki jego niezrównanym właściwościom, takim jak trwałość, plastyczność, lekkość i niski koszt.

Ze względu na doskonałe właściwości funkcjonalne tego materiału wydaje się oczywiste, że zużycie tworzyw sztucznych wzrośnie w przyszłości (...). Potrzebne są zatem rozwiązania, aby (...) zmniejszyć szkodliwy wpływ odpadów plastikowych na środowisko i potencjalnie na zdrowie ludzi.

Główne źródła pochodzenia pierwotnych mikrodrobin plastiku

Pierwotne mikrodrobiny plastiku to tworzywa sztuczne bezpośrednio uwalniane do środowiska w postaci małych cząstek stałych. Mogą one być dobrowolnym dodatkiem do produktów, takich jak środki do szorowania w produktach toaletowych i kosmetykach (np. żele pod prysznic). Mogą one również pochodzić ze ścierania dużych przedmiotów z tworzyw sztucznych podczas produkcji, użytkowania lub konserwacji, takich jak erozja opon podczas jazdy lub ścieranie syntetycznych tekstyliów podczas prania.

Wtórne mikrodrobiny plastiku to mikrodrobiny powstałe w wyniku degradacji większych elementów plastikowych na mniejsze fragmenty plastiku

po wystawieniu na działanie środowiska morskiego. Dzieje się tak w wyniku fotodegradacji i innych procesów wietrzenia niewłaściwie zagospodarowanych odpadów, takich jak na przykład wyrzucone plastikowe torby. (...) Niniejszy raport koncentruje się na ilościowym określeniu pierwotnych mikrodrobin plastiku, ponieważ jest to możliwe w ramach obecnych zestawów danych.

Jak pokazano na rysunku (...) blisko dwie trzecie (63,1%) uwolnień jest po pierwsze spowodowanych praniem tkanin syntetycznych (34,8%), a po drugie erozją opon podczas jazdy (28,3%). (...) Trzecim ważnym źródłem (24,2%) jest pył miejski.

Pył miejski obejmuje straty spowodowane ścieraniem przedmiotów (syntetyczne podeszwy obuwia, syntetyczne naczynia kuchenne), ścieraniem infrastruktury (kurz z gospodarstw domowych, kurz miejski, sztuczne murawy, porty i przystanie, budynki).

Badanie wykazało, że pierwotne mikrodrobiny plastiku są głównym źródłem zanieczyszczenia oceanów, przewyższającym udział wtórnych mikrodrobin plastiku z niewłaściwie zagospodarowanych odpadów.

Raport ten w żadnym miejscu nie wspomina, że źródłem pochodzenia mikroplastiku są rury polietylenowe.

Czy woda pitna pozbawiona jest mikroplastiku?

Wszystkich zainteresowanych poznaniem odpowiedzi na pytanie, czy woda pitna zawiera mikrodrobiny plastiku i czy z rur polietylenowych stosowanych do przesyłu wody uwalniany jest mikroplastik, zachęcamy do zapoznania się z raportem naukowym DCE pt. „Analiza cząstek mikroplastiku w duńskiej wodzie pitnej” [2] opublikowanym przez Uniwersytet w Aarhus.

W raporcie przedstawiono przełomową metodę badania mikroplastiku w wodzie pitnej.

Raport naukowy DCE – Duńskiego Centrum Środowiska i Energii

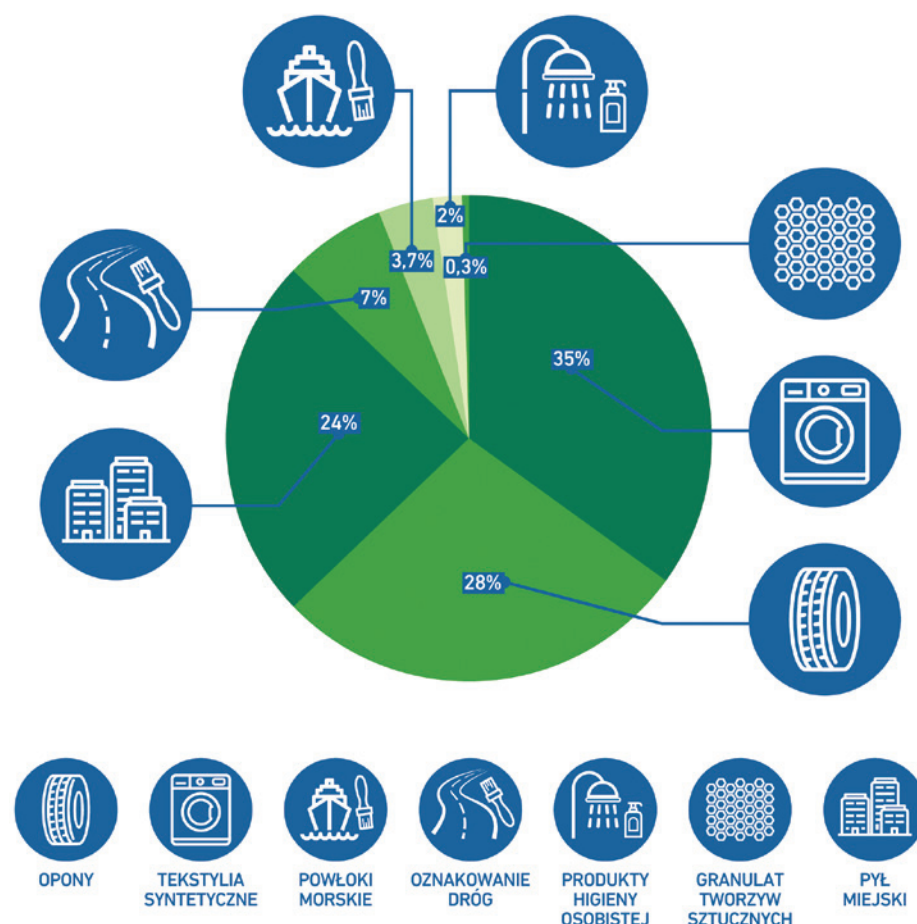
Mikroplastik (MP) to wszechobecne zanieczyszczenie występujące w osadach, wodzie i organizmach żywych na całym świecie. Jednak zakres, w jakim ludzie są narażeni na działanie tego zanieczyszczenia, nie jest dobrze zbadany. Ostatnie badania wykazały, że MP jest również obecny w wodzie z kranu, wodzie butelkowanej i żywności przeznaczanej do spożycia przez ludzi. Tutaj badamy obecność MP w wodzie pitnej z 17 miejsc w całej Danii. Pobrano próbki 50 l wody pitnej z każdego miejsca bezpośrednio z kranów przez 10 µm filtry ze stali nierdzewnej w zamkniętym systemie filtrów stalowych, aby zapobiec zanieczyszczeniu.

Wprowadzenie

W poprzednim badaniu wody wodociągowej zebranej z krajów na całym świecie amerykańscy naukowcy donieśli o powszechnym zanieczyszczeniu mikroplastikiem (MP) [3]. Podobnie w badaniu przeprowadzonym przez CphBusiness Laboratory and Environment stwierdzono obecność MP w wodzie wodociągowej zebranej z duńskich gospodarstw domowych w Kopenhadze [4].

Naukowa ocena ważności opublikowanych wyników – zlecona przez Duńską Agencję Ochrony Środowiska (EPA)

Odkrycia MP w wodzie pitnej spotkały się z dużym zainteresowaniem mediów



Rys. Główne źródła pochodzenia pierwotnych mikrodrobin plastiku

i były przedmiotem debaty na temat rozprzestrzeniania się, ilości i wpływu zanieczyszczenia MP zarówno na świecie, jak i w Danii. Ponadto przedmiotem dyskusji była interpretacja danych pod względem wiarygodności analiz oraz tego, czy próbki zapewniały reprezentatywną miarę [3, 4]. Aby rozwiązać obawy, które pojawiły się w związku z potencjalnym spożyciem MP wraz z wodą pitną i konsekwencjami dla zdrowia ludzkiego, Duńska Agencja Ochrony Środowiska (EPA) zażądała naukowej oceny ważności opublikowanych wyników. Ocena ta wskazała na pewne słabości badań, które między innymi obejmowały wykorzystanie małych objętości próbek, użycie sprzętu do pobierania próbek i filtracji wykonanego z tworzywa sztucznego lub bibuły filtracyjnej oraz brak ważnej weryfikacji, czy mikrocząstki zidentyfikowane jako MP były rzeczywiście MP [5, 6]. Aby poprawić jakość i wiarygodność analizy, duńska EPA zażądała optymalizacji metody pomiaru i na podstawie tej ulepszonej metody przeprowadzono nowe badanie zakre-

su zanieczyszczenia MP duńskiej wody wodociągowej. Niniejszy raport opisuje wyniki tego badania.

Zoptymalizowana metoda pomiaru MP w wodzie wodociągowej

Zoptymalizowana metoda pomiaru MP w wodzie wodociągowej została opracowana w DCE – National Center for Environment and Energy, Department of Bioscience, Aarhus University [7] i spełniła zalecenia dotyczące poprawy wcześniejszych opublikowanych badań. W tej metodzie objętość próbki została zwiększona do 50 l w porównaniu do 0,5 l i 1,0 l odpowiednio w badaniach amerykańskich i duńskich. Zwiększenie objętości próbki powinno zmniejszyć względny udział zanieczyszczeń tła w próbkach. Po drugie, opracowano nowy projekt sprzętu do pobierania próbek ze stali nierdzewnej, składający się z zamkniętego systemu kolumnowego z wbudowanym filtrem do zatrzymywania mikrocząstek większych niż 10 µm. System może być



Fot. Pobieranie próbek wody z kranu. Umieszczenie kolumny próbującej ze stali nierdzewnej w kranie wody pitnej w celu pobrania próbek wody o objętości 50 l

bezpośrednio podłączony do kranu, aby zapobiec zanieczyszczeniu podczas pobierania próbek i może być podgrzewany do 550°C przed użyciem w celu usunięcia zanieczyszczeń tła. Kolejną ważną optymalizacją obejmuje zastosowanie zaawansowanej analizy spektrometrii w podczerwieni z transformacją Fouriera (μ FT-IR) w celu sprawdzenia, czy potencjalne cząstki MP faktycznie składają się z syntetycznych polimerów z tworzyw sztucznych i jako takie są prawdziwymi MP. W sumie postępowanie to umożliwiło opracowanie niezawodnej i czułej metody pobierania próbek i analizy MP w wodzie wodociągowej, która została zastosowana we wstępnym badaniu duńskiej wody pitnej.

Metodologia poboru próbek

Pobieranie próbek wody wodociągowej przeprowadzono poprzez bezpośrednie podłączenie kolumny ze stali nierdzewnej zamontowanej z filtrem ze stali nierdzewnej do kranu (fot.).

Czyszczenie i przygotowanie sprzętu do pobierania próbek

Cały sprzęt używany do pobierania próbek lub ich obróbki składał się ze stali nierdzewnej lub szkła, gdy tylko było to możliwe. Zostało to wybrane w celu

zapewnienia optymalnego czyszczenia i redukcji zanieczyszczeń tła. Wszystkie poszczególne części były czyszczone przed użyciem poprzez mycie w zmywarce do naczyń i pieczenie w temperaturze 450°C przez co najmniej 2 godziny w celu odparowania potencjalnych zanieczyszczeń. W laboratorium używanym do obsługi próbek zainstalowano system filtracji powietrza (Dust-box Typ 1000, Möcklingshoff, Niemcy) w celu ograniczenia zanieczyszczenia powietrza.

Otrzymane wyniki

W wodzie wodociągowej zebranej z 17 różnych lokalizacji w Danii zaobserwowano średnio 15,6 (zakres 4–30) cząstek podobnych do MP o rozmiarze większym niż 100 μ m na 50 l próbki. W próbkach wody w 16 z 17 różnych analizowanych duńskich lokalizacji liczba cząstek podobnych do MP >100 μ m była poniżej LoD (29 cząstek podobnych do MP na 50 l). Tylko w jednej lokalizacji poziom cząstek podobnych do MP był nieznacznie powyżej LoD z 30 cząstkami podobnymi do MP na 50 l próbki, co odpowiada 0,6 cząstkom podobnym do MP na 1 l wody wodociągowej.

Jednak tylko niewielka część tych cząstek została sklasyfikowana jako potencjalne MP (średnio 3,3 potencjalnych cząstek podobnych do MP na próbkę

50 l), które z większą pewnością przypominały MP, podczas gdy większość cząstek podobnych do MP została sklasyfikowana jako niepewne MP (średnio 12 niepewnych cząstek podobnych do MP na próbkę). W celu ustalenia, czy te potencjalne i niepewne cząstki podobne do MP były w rzeczywistości MP, przeprowadzono walidację chemiczną za pomocą μ FT-IR. W sumie 124 z 281 (44%) cząstek podobnych do MP zostało zweryfikowanych za pomocą analizy μ FT-IR. Analiza μ FT-IR wykazała, że cztery cząstki (3% wszystkich zwalidowanych) z próbek wody zostały potwierdzone jako MP typu polipropylenu (PP) (1,6%), polistyrenu (PS) (0,8%) i politereftalanu etylenu (PET) (0,8%). Większość cząstek zidentyfikowano jako celulozopodobne (76%), białkopodobne (4%), nieznanne (7%) lub widmo μ FT-IR było zbyt słabe, aby je zidentyfikować (10%).

Stężenia MP stwierdzone w niniejszym badaniu są zgodne z niedawnym badaniem MP w norweskiej wodzie pitnej [8].

Wnioski autorów badania

Analizy mikroplastiku w wodzie wodociągowej przeprowadzone na próbkach pobranych z 17 różnych lokalizacji w Danii wykazały, że:

- Średnia całkowita liczba wizualnie określonych cząstek podobnych



do MP >100 µm wynosiła 15,6 (zakres 4–30) na 50 l próbki. W 16 z 17 (94%) próbek wody wodociągowej ilość cząstek podobnych do MP była poniżej granicy wykrywalności, która wynosiła 29 cząstek na 50 l próbki, co odpowiada 0,58 cząstek podobnych do MP na l wody wodociągowej.

- Analiza μ FT-IR została wykorzystana do identyfikacji 44% wizualnie scharakteryzowanych cząstek podobnych do MP. Identyfikacja wykazała, że 3% (4 ze 124) cząstek podobnych do MP można zwerifikować jako MP, podczas gdy większość składała się z materiału celulozopodobnego (76%), a pozostałe dostarczyły słabe widma (10%), nieznane widma (7%) lub były materiałem podobnym do białka (4%).
- Specyficzne rodzaje polimerów z tworzyw sztucznych, które zostały zwerifikowane jako MP w próbkach wody wodociągowej, to PET, PP, PS, ABS i PU. W próbkach ślepych zaobserwowano cząstki MP PET, PMMA, PA i EVA. Ponieważ w każdej próbce wody z kranu ze zwerifikowaną zawartością MP zaobserwowano tylko 1–2 polimery z tworzyw sztucznych każdego typu, nie można wyciągnąć jednoznacznych wniosków na temat pochodzenia MP z wody z kranu lub zanieczyszczenia.
- Badanie to wykazało, że 94% duńskich próbek wody z kranu zawiera MP poniżej granicy wykrywalności wynoszącej 0,58 MP cząstek na l wody. Jest to znacznie niższy poziom niż zgłoszony w poprzednich amerykańskich i duńskich badaniach z 2017 r., które zostały szeroko nagłośnione przez media, ale zgodny z poziomami zgłoszonymi w badaniu norweskiej wody pitnej w 2018 r. [2].

Biorąc pod uwagę fakt, że od roku 1970 sieci wodociągowe w Danii budowane są głównie w oparciu o PE i PVC, wyniki niniejszego raportu są kluczowe, bowiem obalają tezę, że rury polietylenowe są źródłem mikroplastiku w wodzie pitnej i stanowią potwierdzenie właściwie podjętych decyzji materiałowych [9].

Podobnym przykładem uznania rur polietylenowych za optymalne rozwiązanie do budowy sieci wodociągowych jest Wielka Brytania.

90% nowych sieci wodociągowych w Wielkiej Brytanii wykonywanych jest z polietylenu

Polietylen, należący do grupy termoplastów, dzięki swoim doskonałym właściwościom umożliwił produkcję systemów rurowych o znakomitych parametrach użytkowych, pozbawionych wad tradycyjnych materiałów, takich jak stal czy żeliwo. Rury polietylenowe cechują się wysoką odpornością na korozję, działaniem związków chemicznych oraz ścieranie. Ich elastyczność i zdolność do współpracy z gruntem sprawiają, że są odporne na ruchy terenu, co umożliwia ich zastosowanie w trudnych warunkach geologicznych.

Dodatkowymi zaletami rur polietylenowych są niski i niezmienny w czasie współczynnik chropowatości bezwzględnej oraz małe wartości

prędkości rozchodzenia się fali uderzeniowej, co zwiększa bezpieczeństwo i obniża koszty eksploatacji rurociągów ciśnieniowych. Wszystkie te właściwości przekładają się na długą, bezawaryjną eksploatację. Trwałość rurociągów klasy PE100 szacuje się na 160 lat, co potwierdza projekt badawczy UK Water Industry Research [10], któremu poświęcony zostanie osobny artykuł. Wyniki tego raportu miały kluczowe znaczenie, ponieważ około 95 000 km sieci rurociągów wody pitnej w Wielkiej Brytanii jest wykonanych z polietylenu (PE), a obecnie materiał ten stosuje się w 90% nowych sieci wodociągowych.

Dzięki swojej wytrzymałości rury polietylenowe stanowią nowoczesne i efektywne rozwiązanie inżynierskie. Dlatego są rekomendowane jako optymalna technologia do budowy magistral wodociągowych pod względem kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych.

**Edyta Zalewska
Paweł Pill**

Źródła:

1. Julien Boucher, Damien Friot, IUCN, Gland, Switzerland (2017), Primary Microplastics in the Oceans: a Global Evaluation of Sources. <https://portals.iucn.org/library/node/46622>
2. Strand, J., Feld, L., Murphy, F., Mackevica, A. & Hartmann, N.B. 2018. Analysis of microplastic particles in Danish drinking water. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 34 pp. Scientific Report No. 291. <http://dce2.au.dk/pub/SR291.pdf>
3. Kosuth M., Wattenberg E.V., Mason S.A., Tyree C., & Morrison D. (2017). Synthetic polymer contamination in global drinking water, Orb media, Final report May 16, 2017. https://orbmedia.org/stories/Invisibles_final_report
4. Cphbusiness (2017). Miljøteknologer har fundet mikroplast i dansk drikkevand. Pressemeldelse fra Cphbusiness. <https://www.cphbusiness.dk/om-cphbusiness/nyheder/2017/09/miljoeteknologer-har-fundet-mikroplast-i-dansk-drikkevand>
5. Strand J. (2017a). Udtalelse om validiteten af målemetode anvendt i amerikansk undersøgelse, der viser mikroplast i drikkevand verden over. Faglig redegørelse fra DCE, 21. september, 2017. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2017/Notat_om_amerikansk_undersogelse_af_MP_i_drikkevand_globalt_21sep17fin.pdf
6. Strand J. (2017b) Udtalelse om validiteten af målemetode anvendt i dansk undersøgelse, der viser mikroplast i drikkevand fra taphaneprøver i 16 husstande i Københavnsområdet. Faglig redegørelse fra DCE, 21. september, 2017. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2017/Notat_om_MP_analyser_af_dansk_drikkevand_21sep17fin.pdf
7. Strand J. (2018). Forslag til målemetode til brug for undersøgelser af mikroplast i taphanevand. Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22. januar 2018. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2018/Notat_DCE_Maalemetode_mikroplast_i_taphanevand.pdf
8. Uhl W., Svendsen C. (2018). Mapping microplastics in Norwegian drinking water. A summary of results and evaluation of suspected health risks. https://www.researchgate.net/publication/328412920_Mapping_microplastic_in_Norwegian_drinking_water_Norsk_Vann_Report_2412018
9. Ministry of Environment and Gender Equality. Environmental Protection Agency. (2025). Preventing water loss. <https://eng.mst.dk/water/drinking-water/preventing-water-loss>
10. Cecinati F., Chrystie-Lowe D., Meeus S., Sanders J. (2020). Long term performance of plastic (PE) pipes. Report Ref. No. 20/WM/03/22 UK Water Industry Research Limited, <https://ukwir.org/long-term-performance-of-plastic-pe-pipes-2>