



Wyzwania środowiskowe dla produktów farmaceutycznych: trwałość i akumulacja w ekosystemach

Leki są szeroko stosowane nie tylko w medycynie i weterynarii, ale także w paszach dla zwierząt gospodarskich. Ponieważ farmaceutyki są zaprojektowane tak, aby były skuteczne nawet w niskich stężeniach, mogą występować w środowisku na bardzo niskich poziomach. Podobnie jak w przypadku pestycydów, związki te mogą gromadzić się w różnych częściach ekosystemu. Ponieważ konwencjonalne oczyszczalnie ścieków nie są w stanie odpowiednio usunąć tych substancji, są one uwalniane do środowiska, w tym do wód powierzchniowych i gruntowych, a w konsekwencji do źródeł wody pitnej.



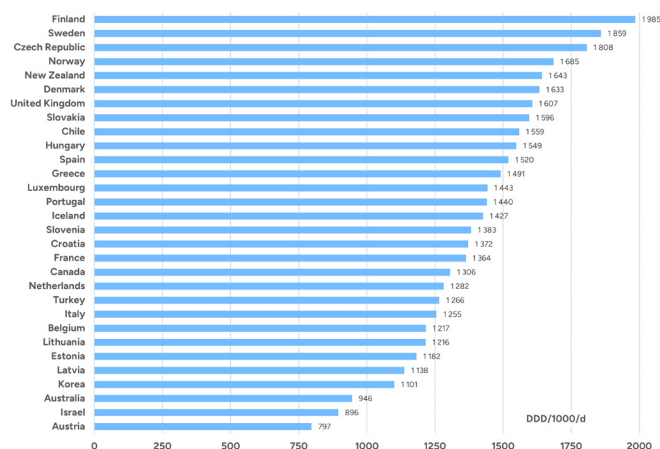
Rys 1: Zdjęcie poglądowe

Farmaceutyki jako „nowe” pestycydy...

Farmaceutyki stanowią szeroką i zróżnicowaną chemicznie grupę substancji, która stale się rozwija. Charakteryzują się szerokim zakresem efektów klinicznych oraz szerokim zastosowaniem, często prowadzącym do nadużywania, zarówno w medycynie ludzkiej, jak i weterynaryjnej. Z punktu widzenia ochrony środowiska są one klasyfikowane jako mikrozanieczyszczenia organiczne ze względu na ich obecność w wodzie w niskich stężeniach (od ng/L do µg/L). Zarówno opinia publiczna, jak i eksperci są zaniepokojeni nie tylko ich negatywnym wpływem na naturalne ekosystemy, ale także ich obecnością w wodzie pitnej, co jest jednoznaczne z ich wpływem na zdrowie ludzi. Ich udział w powstawaniu oporności na środki przeciwdrobnoustrojowe (AMR) jest również znaczący, ponieważ utrudnia leczenie chorób zakaźnych i stanowi poważne wyzwanie dla obecnej i przyszłej medycyny.

Leki mogą przedostawać się do środowiska różnymi drogami. Jednym z głównych źródeł zanieczyszczeń są ścieki z gospodarstw domowych oraz placówek opieki zdrowotnej i społecznej, które zawierają ludzki mocz i kał, a także niewykorzystane lub przeterminowane produkty farmaceutyczne. Innym istotnym źródłem są ścieki z przemysłu farmaceutycznego. W związku z tym oczyszczalnie ścieków same stają się źródłem zanieczyszczenia środowiska, ponieważ nie są w stanie skutecznie usuwać farmaceutyków, dodatkowo umożliwiając ich dalszy transport do środowiska [1].

Dzieje się tak za sprawą oczyszczonych ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych oraz osadów ściekowych wykorzystywanych jako nawóz. Produkcja zwierzęca również znacząco się do tego przyczynia, ponieważ zwierzęta wydalają farmaceutyki z moczem i kałem, co prowadzi do zanieczyszczenia poprzez akwakulturę, wypas i stosowanie obornika na gruntach rolnych. Farmaceutyki przedostają się do środowiska zarówno w postaci niezmetabolizowanej, jak i zmetabolizowanej; ta ostatnia wynika z przekształcania przez organizm substancji w bardziej mobilne formy polarne.



Wykres 1: Przegląd konsumpcji leków stosowanych u ludzi w 29 krajach zrzeszonych w OECD i Chorwacji. Dane opierają się na wielkości populacji. (Skrót DDD/1000/d = Zdefiniowane dzienne dawki na 1000 mieszkańców na dzień).

Prawo europejskie

Prawodawstwo UE regulujące jakość różnych rodzajów wody stopniowo włącza farmaceutyki do odpowiednich dokumentów zarówno na poziomie europejskim, jak i regionalnym. W odniesieniu do ścieków komunalnych wprowadzono wniosek dotyczący zmienionej dyrektywy w sprawie oczyszczania ścieków, a proces legislacyjny jest prawie zakończony. Państwa członkowskie będą teraz zobowiązane do zapewnienia zarówno monitorowania oporności na środki przeciwdrobnoustrojowe (dla aglomeracji o populacji 100 000 lub większej), a także usuwania jak najszerszego zakresu mikrozanieczyszczeń, w szczególności farmaceutyków (do końca 2045r. dla wszystkich oczyszczalni ścieków o obciążeniu 150 000 lub większym). Aby określić, czy wymagany minimalny poziom usuwania wynoszący 80% został osiągnięty, konieczne będzie monitorowanie 12 parametrów, z których prawie wszystkie to farmaceutyki. Lista odpowiednich związków została podsumowana w Tabeli 1.

Tabela 1: Środki farmaceutyczne wyszczególnione w rozporządzeniach i zaleceniach europejskich

	WODA			
	Ścieki [2]	Powierzchniowa [3]	Podziemna [3]	Pitna [4]
ANTYBIOTYKI				
Azithromycin		×		
Erythromycin		×		
Clarithromycin	×	×		
Sulfamethoxazole			×	
ANTYDEPRESANTY				
Citalopram	×			
Venlafaxine	×			
ANTYPILETYKI				
Carbamazepine	×	×	×	
Primidone			×	
ŚRODKI BLOKUJĄCE RECEPTORY BETA				
Metoprolol	×			
DIURETYKI				
Hydrochlorothiazide	×			
NIESTEROIDOWE PRODUKTY PRZECIWPALNE I PRZECIWREUMATYCZNE				
Diclofenac	×	×		
Ibuprofen		×		
HORMONY PŁCIOWE				
17-alfa-ethinyloestradiol		×		
17-beta-estradiol		×		×
Estrone		×		
LEKI PSYCHOLEPTYCZNE				
Amisulpride	×			
ŚRODKI DZIAŁAJĄCE NA UKŁAD RENINA-ANGIOTENSINA				
Irbesartan	×			
Candesartan	×			

Referencje

[1] DOI: [10.1016/j.jhazmat.2009.10.100](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.10.100).

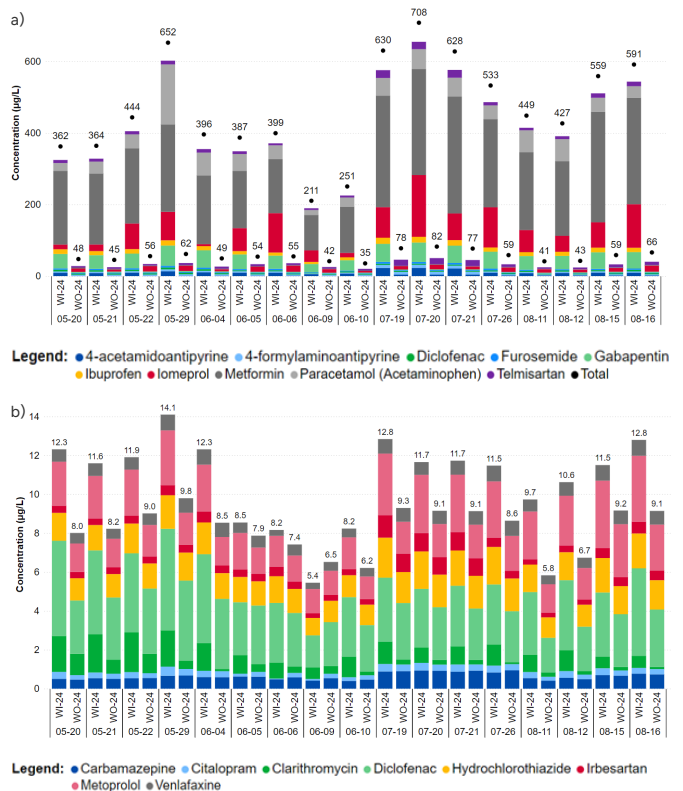
[2] European Parliament legislative resolution: Document P9_TA(2024)0222

[3] Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council: Document 52022PC0540

[4] Commission Implementing Decision (EU) 2022/679: Document 32022D0679.

Produkty farmaceutyczne w oczyszczalni ścieków

W ramach laboratoryjnych projektów badawczych ALS zbadano szybkość usuwania farmaceutyków poprzez konwencjonalne mechaniczno-biologiczne oczyszczanie ścieków przeprowadzane w standardowych komunalnych oczyszczalniach ścieków. Wyniki przedstawiono na wykresach na Wykresach 2. Wykres 2 (a) przedstawia wyniki dla analitów najczęściej wykrywanych w ściekach. Jak można zaobserwować przy najwyższych stężeniach ich stopień usunięcia wynosi nawet 80-90%. Rysunek 3 (b) ilustruje farmaceutyki proponowane do monitorowania zgodnie ze wspomnianymi przepisami UE. Oczywiście jest, że współczynnik usuwania dla tych analitów jest niższy i wynosi średnio tylko około 20%, co podkreśla znaczenie ich monitorowania.



Wykres 2: Stężenia farmaceutyków przed i po oczyszczalni ścieków

Laboratoria ALS opracowały i akredytowały wielopozostałościowe metody oznaczania ponad 100 różnych leków w różnego rodzaju wodach. Wszystkie nasze metody analityczne wykorzystują technikę LC/MS/MS do oznaczania leków, która zapewnia wysoką czułość, selektywność i precyzję pomiaru oraz umożliwia oznaczanie związków docelowych przy bardzo niskich limitach wymaganych do analizy pozostałości.

KLIKNIJ W KOD



Poznaj pozostałe:
ALS EnviroMails

Zapytaj
Ekspertów ALS