

Obecność substancji niebezpiecznych na terenie wybranych miast w rejonie Morza Bałtyckiego

raport został przygotowany w ramach projektu

**„Innowacyjne rozwiązania w zakresie zarządzania w celu zminimalizowania emisji
substancji niebezpiecznych z obszarów miejskich w rejonie Morza Bałtyckiego”
(NonHazCity)**

wspieranego przez Program Regionu Morza Bałtyckiego INTERREG



EUROPEAN
REGIONAL
DEVELOPMENT
FUND



NONHAZCITY

Raport opracowano na podstawie publikacji „WP2 Summary Publication - HAZARDOUS SUBSTANCE OCCURRENCE IN BALTIC SEA PILOT MUNICIPALITIES” dostępnej pod adresem

<http://nonhazcity.eu/report-hazardous-substance-occurrence-baltic-sea-pilot-municipalities/>

Autorstwa:

Jens Gercken (Institute of Applied Ecology /IfAÖ, Neu Broderstorf, Niemcy)

Magda Caban (Uniwersytet Gdański, Gdańsk, Polska)

Maria Pettersson (Chemicals Centre, Environment and Health Administration, City of Stockholm, Szwecja)

Tonie Wickman (Chemicals Centre, Environment and Health Administration, City of Stockholm, Szwecja)

Martyn Futter (Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Szwecja)

Lutz Ahrens (Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Szwecja)

Spis treści

1. WSTĘP	4
2. ANALIZY CHEMICZNE W BADANYCH MIASTACH	5
2.1. WYBÓR SUBSTANCJI NIEBEZPIECZNYCH	5
2.2. WYBÓR MIEJSC POBIERANIA PRÓBEK	6
2.3. POBIERANIE PRÓBEK I PRZEWÓZ	7
2.4. METODY ANALITYCZNE	7
3. WYNIKI ANALIZ	9
3.1. METALE CIĘŻKIE	9
3.2. FTALANY	11
3.3. ALKILOFENOLE	12
3.4. BISFENOL A	14
3.5. SUBSTANCJE PERFLUROWANE	14
3.6. FARMACEUTYKI	16
3.7. CZĘSTOŚĆ WYKRYWANIA - PODSUMOWANIE	17
4. PODSUMOWANIE	20

1. Wstęp

Badania Morza Bałtyckiego przeprowadzane przez Komisję Ochrony Środowiska Morskiego Bałtyku (HELCOM) wielokrotnie wskazywały na znaczące zanieczyszczenie tego akwenu. Pomimo wprowadzenia wielu regulacji, substancje niebezpieczne w dalszym ciągu docierają z lądu do morza trzema głównymi drogami: ścieki przemysłowe, bytowe oraz wody opadowe i spływowe. Niektóre ze źródeł substancji niebezpiecznych są regulowane poprzez specjalne pozwolenia, jednak sporo emiterów o małej skali jest z tego wyłączona. W tej kategorii znajdują się gospodarstwa domowe.

Z tego powodu głównym celem projektu NonHazCity („Innowacyjne rozwiązania w zakresie zarządzania w celu zminimalizowania emisji substancji niebezpiecznych z obszarów miejskich w regionie Morza Bałtyckiego”) było opracowanie i wskazanie możliwości redukcji emisji substancji niebezpiecznych z terenów miejskich. Projekt posiadał charakter międzynarodowy a jego liderem była Szwecja (Urząd Miasta Sztokholm). Szczegóły znajdują się na stronie nonhazcity.eu. W ramach Polski w projekcie udział wzięli Uniwersytet Gdański, Miasto Gdańsk, Gdańska Infrastruktura Wodociągowo-Kanalizacyjna. Działania projektu wsparł finansowo Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku.



Rysunek 1. Partnerzy projektu NonHazCity

W pierwszym etapie projektu wybrano szereg substancji niebezpiecznych nie objętych regularnym monitoringiem. W kolejnym określono ich stężenia poprzez wykonanie analiz chemicznych takich matryc jak: ścieki bytowo-komunalne, ścieki przemysłowe, wody opadowe oraz ścieki pobrane w oczyszczalniach ścieków. Badania przeprowadzono w sześciu miastach nadbałtyckich: Gdańsk (Polska), Turku (Finlandia), Parnawa (Estonia), Ryga (Łotwa), Szyłele (Litwa), Kowno (Litwa). Natomiast w projekcie brały udział także inne miasta nadbałtyckie (**Rysunek 1**).

Badania chemiczne przeprowadzone zostały przez Uniwersytet Gdański oraz Szwedzki Uniwersytet Nauk Rolniczych w Uppsali. Przedstawiony raport jest podsumowaniem uzyskanych wyników analiz chemicznych dla wspomnianych rodzajów próbek wodnych.

2. Analizy chemiczne wybranych związków w próbkach wód i ścieków

2.1. Wybór substancji niebezpiecznych

Substancje, które nazywa się niebezpiecznymi są szkodliwe dla zdrowia ludzi bądź organizmów bytujących w środowisku. Posiadać mogą takie cechy jak trwałość, potencjał bioakumulacyjny lub toksyczność. Toksyczność to pojęcie bardzo szerokie i ogólnie oznacza powodowanie zaburzeń w funkcjonowaniu komórek, organów lub całego organizmu. Zaburzenia te mogą objawiać się zmienionym metabolizmem, rozrodczością lub zachowaniem. Ponadto, mogą się pojawiać w długiej perspektywie czasu lub być dziedziczne. Toksyczność zależna jest m.in. od stężenia związku w badanej próbce, a jego trwałość i możliwość bioakumulacji mogą dodatkowo sprzyjać wywołaniu efektu toksycznego wobec różnorodnych organizmów.

Jednym z najbardziej znanych zaburzeń jest zaburzenie układu hormonalnego. Substancje wpływające na układ endokrynnny (ang. **ECD** – *Endocrine Disrupting Compounds*) swoją budową przypominają hormony i destabilizują naturalne procesy poprzez zarówno stymulację, jak i inhibicję działania układu hormonalnego. To przekłada się na problemy z rozmnażaniem, rozwojem, odpornością czy otyłością.

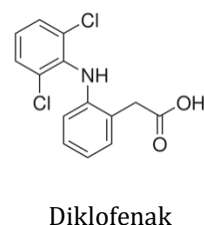
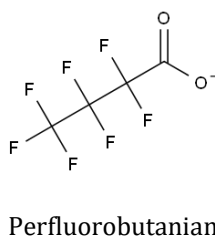
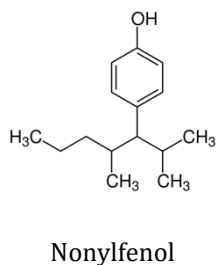
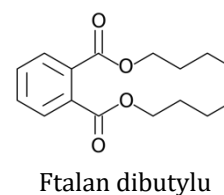
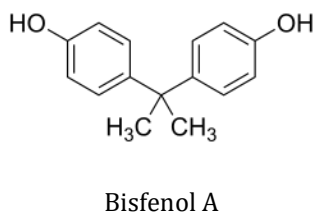
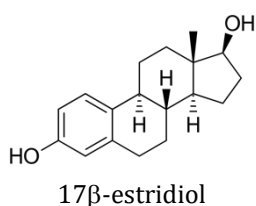
Tereny miejskie to źródło wielu substancji niebezpiecznych. Są to między innymi leki, związki chemiczne używane w codziennej pielęgnacji, syntetyczne hormony, substancje znajdujące się w środkach czystości (detergenty, konserwanty, środki dezynfekujące), w chemii gospodarczej, składniki tworzyw sztucznych, lotne rozpuszczalniki, uniepalniacze lub żywności i używanych materiałach. Są to w większości substancje emitowane przez codzienną działalność mieszkańców. Trafiają do sieci kanalizacyjnej, następnie do oczyszczalni ścieków, skąd przedostać się mogą do środowiska, jeśli skuteczność ich usuwania przez mikroorganizmy osadu czynnego lub sorpcję na tym osadzie będzie niewielka. Należy dodać, że większość omawianych tu substancji jest w niewielkim stopniu usuwana w procesach zachodzących w oczyszczalniach, gdyż te nie są zobowiązane normami prawnymi do ich eliminacji. Część substancji, które miały charakter lipofilowy (słabo rozpuszczalne w wodzie, akumulujące się w tłuszczach) gromadzą się na osadach produkowanych w oczyszczalniach. Jeśli taki osad niepoddany przeróbce trafi na pole uprawne jako nawóz, staje się kolejnym źródłem substancji niebezpiecznych w środowisku.

Kolejnym źródłem substancji niebezpiecznych są wody opadowe, które zmywają z powierzchni lub atmosfery zanieczyszczenia gazowe i pyły. Wody opadowe kieruje się najczęściej bez oczyszczenia do zbiorników wodnych. W pyłach i kurzach miejskich znaleźć można związki z grupy metali ciężkich, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, ftalanów czy związków perfluorowanych. Niektóre z nich pochodzą ze ścierania powierzchni, prowadzenia działalności gospodarczej lub też powstają w trakcie spalania paliw.

Kierując się zaleceniami Komisji Ochrony Środowiska Morskiego Bałtyku, Dyrektywy Wodnej Unii Europejskiej i Konwencji Sztokholmskiej do badań w ramach projektu NonHazCity wybrano następujące grupy substancji chemicznych:

- farmaceutyki
- metale ciężkie
- ftalany
- alkilofenole
- bisfenol A
- substancje perfluorowane

Przykładowe struktury chemiczne analizowanych związków znajdują się poniżej.



2.2. Wybór miejsc pobierania próbek

Badania obejmowały dwa rodzaje źródeł zanieczyszczeń – punktowe i rozproszone. Pierwsze reprezentowane były przez małe i średnie przedsiębiorstwa, drugie natomiast przez tereny przemysłowe i mieszkalne lub też zbiorniki wód opadowych. Zadaniem partnerów projektu było zaplanowanie pobierania próbek tak, aby możliwa była ocena zawartości substancji niebezpiecznych na terenie miasta i weryfikacja źródeł zanieczyszczeń. W związku z tym, przy współpracy z ekspertami ze spółek wodnych i inspektoratów, zostały wytypowane miejsca pobierania ścieków, w tym w każdym z miast pobrano próbki ścieków surowych i oczyszczonych z miejskiej oczyszczalni ścieków. W **Tabeli 1** przedstawiono zbiorczo rodzaje i liczbę próbek pobranych w różnych miastach.

Tabela 1. Liczba próbek każdego z rodzajów badanych matryc pobrana w różnych miastach

Rodzaj próbki (skrót)	Gdańsk	Ryga	Parnawa	Turku	Kowno	Szytle	Razem
Ścieki z terenów mieszkalnych (RA , ang. residential area)	5	2	2	7	1	2	19
Ścieki z terenów przemysłowych (IA , ang. industrial area)	4	0	3	3	1	1	12
Małe i średnie przedsiębiorstwa (SME , ang. small and medium enterprises)	0	5	6	0	5	4	20
Wody opadowe (SW , ang. stormwater)	4	4	2	4	2	2	18
Ścieki pobrane w oczyszczalni ścieków							
Ścieki surowe (ISW , ang. influent sewage water)	5	2	3	2	1	1	14
Ścieki oczyszczone (ESW , ang. effluent sewage water)	2	2	3	0	1	1	9
Osad ściekowy (SS , ang. sewage sludge)	0	2	1	0	1	1	5
Razem	20	17	20	16	12	12	97

2.3. Pobieranie i transport próbek

Próbki pobierane i przewożone były zgodnie z uniwersalną procedurą opracowaną na rzecz projektu przez ekspertów z Uniwersytetu Gdańskiego i Uniwersytetu w Uppsali. Zawarte w niej były informacje co do rodzaju używanych butelek, sposobu pobierania i zabezpieczenia próbek, sposobu opisu próbek i ich transportu w obniżonej temperaturze w ciągu 24 h do laboratoriów analitycznych. W przypadku próbek pobranych z oczyszczalni ścieków pobierano 24-h zbiorcze próbki, natomiast w przypadku innych punktów były to próbki chwilowe. Próbki pobierano pomiędzy wrześniem 2016 a styczniem 2017. Z każdego punktu pobrano osobno próbki do oznaczeń metali ciężkich (pojemniki z tworzywa sztucznego), leków, bisfenolu, ftalanów, alkilofenoli (szklane butle, 2,5 l) oraz związków perfluorowanych (szklane butle, 1 l). Przesłane próbki były mrożone w laboratorium do czasu wykonania oznaczeń chemicznych (**Rysunek 2**). Analizy jakościowe i ilościowe metali ciężkich, leków, bisfenolu, ftalanów i alkilofenoli były wykonane przez Ekspertów Uniwersytetu Gdańskiego, natomiast związków perfluorowanych – Uniwersytetu w Uppsali. Każdy z partnerów wykonał także analizy podstawowych parametrów ścieków.



Rysunek 2. Zdjęcia wybranych próbek dostarczonych przez partnerów projektu NonHazCity

2.4. Metody analityczne

W **Tabeli 2** zebrano najważniejsze informacje o badanych związkach i stosowanych metodykach analitycznych, natomiast na **Rysunku 3** przedstawiono zdjęcie wykonane podczas przeprowadzania analiz chemicznych przez Ekspertów Uniwersytetu Gdańskiego.

Tabela 2. Lista analizowanych substancji niebezpiecznych i opis metodyk analitycznych

Anality	Skróty	CAS	Metodyka analityczna	Limit detekcji MDL	Miejsce analizy
Metale					
Miedź	Cu	7440-50-8	Atomowa spektrometria absorpcyjna AAS	0,001 mg/l	UG
Chrom	Cr	7440-47-3		0,002 mg/l	
Kadm	Cd	7440-43-9		0,001 mg/l	
Nikiel	Ni	7440-02-0		0,002 mg/l	
Ołów	Pb	7439-92-1		0,003 mg/l	
Cynk	Zn	7440-66-6		0,001 mg/l	
Ftalany					
Dimetylowy	DMP	131-11-3	LLE-GC/MS(SIM)	0,4 / 0,3 µg/l*	UG
Dietylowy	DEP	84-66-2		0,3 / 0,2 µg/l*	
Diizobutylowy	DIBP	84-74-2		0,3 / 0,2 µg/l*	
Dibutylowy	DBP	84-74-2		0,3 / 0,2 µg/l*	
Bis(2-etyloheksylowy)	DEHP	117-81-7		0,1 / 0,1 µg/l*	
Di-n-oktylowy	DNOP	117-84-0		0,1 / 0,1 µg/l*	
Alkilofenole					
4-t-oktylfenol	4-T-OP	140-66-9	SPE-GC/MS(SIM) (derywatyzacja odczynnikiem BSTFA)	4 / 2 ng/l*	UG
4-oktylfenol	4-OP	1806-26-4		5 / 2 ng/l*	
4-nonylfenol	4-NP	104-40-5		3 / 2 ng/l*	
4-tert-oktylfenol monoetoksylowany	4-T-OP-MET	2315-67-5		5 / 2 ng/l*	
4-tert-oktylfenol dietoksylowany	4-T-OP-DET	2315-61-9		4 / 2 ng/l*	
Nonylfenol dietoksylowany	NP-DET	EC Number 200-662-2 (Sigma Aldrich)		3 / 1 ng/l*	
Nonylfenol monoetoksylowany	NP-MET	EC Number 200-662-2 (Sigma Aldrich)		5 / 1 ng/l*	
Bisfenole					
Bisfenol A	BPA	1980-05-07	SPE-GC/MS(SIM) (derywatyzacja odczynnikiem BSTFA)	3 / 1 ng/l*	UG
Substancje Perfluorowane (PFAS)					
Perfluorobutanian	PFBA	375-22-4	SPE- LC-MS/MS	6,8 ng/l	SLU
Perfluoroheksanian	PFHxA	307-24-4		0,08 ng/l	
Perfluoroheptanian	PFHpA	375-85-9		0,08 ng/l	
Perfluorooktanian	PFOA	335-67-1		0,08 ng/l	
Sulfonian perfluorobutanu	PFBS	375-73-5/ 59933-66-3	SPE- LC-MS/MS	0,41 ng/l	SLU
Sulfonian perfluoroheksanu	PFHxS	355-46-4		0,08 ng/l	
Sulfonian perfluorooktanu	PFOS	1763-23-1		0,08 ng/l	
Sulfonian perfluorodekanu	PFDS	335-77-3		0,08 ng/l	
Farmaceutyki					
Diklofenak	DIC	15307-86-5	SPE-GC/MS(SIM) (derywatyzacja odczynnikiem BSTFA)	6 / 3 ng/l*	UG
17α-etynyloestradiol	EE2	57-63-6		7 / 2 ng/l*	
17β-estradiol	E2	50-28-2		5 / 2 ng/l*	

* A/B – limity detekcji odpowiednio dla próbek wodnych i opadowych, UG - Uniwersytet Gdański, SLU – Uniwersytet w Uppsali



Rysunek 3. Eksperci Uniwersytetu Gdańskiego podczas przeprowadzania eksperymentów

3. Wyniki analiz

Po wykonaniu analiz 97 próbek określano średnie stężenia badanych związków w poszczególnych matrycach, zakres stężeń oraz częstość (frekwencję) ich występowania. W tabelach przedstawiających uzyskane wyniki zastosowano następujący schemat kolorystyczny określający częstości wykrywania analitów w danym rodzaju próbki:

• 0 -24%	zielony
• 25 – 49%	żółty
• 50 – 74%	pomarańczowy
• 75 – 100%	czerwony

3.1. Metale ciężkie

Metale ciężkie to grupa dobrze już opisanych substancji niebezpiecznych, których obecność w matrycach wodnych (wody powierzchniowe, wody pitne, ścieki oczyszczone) jest uregulowana. W **Tabeli 3** przedstawiono wyniki oznaczeń wybranych metali ciężkich, natomiast na **Rysunku 4** przedstawiono zdjęcie wykonane podczas oznaczeń metali w Katedrze Technologii Środowiska UG.

Tabela 3. Wyniki oznaczeń metali ciężkich

Metale		Ogólnie w próbkach wodnych	RA	IA	SME	SW	WWTP- ISW	WWTP- ESW	SS
Chrom (Cr)									
Oznaczone/badane		3/92	1/19	0/12	2/20	0/18	0/14	0/9	5/5
% detekcji		3	5	0	10	0	0	0	100
Min - Max	(mg/l; SS:mg/k g dm)	0-0,009	0,009	0	0,006-0,009	0	0	0	24-47
Mediana		0,001	0,001	0	0,002	0	0	0	36
Miedź (Cu)									
Oznaczone/badane		92/92	19/19	12/12	20/20	18/18	14/14	9/9	5/5
% detekcji		100	100	100	100	100	100	100	100
Min - Max	(mg/l; SS:mg/k g dm)	0,001-0,349	0,001-0,068	0,007-0,076	0,002-0,349	0,001-0,055	0,007-0,113	0,001-0,065	96-270
Mediana		0,042	0,034	0,036	0,079	0,016	0,051	0,02	199
Cynk (Zn)									
Oznaczone/badane		92/92	19/19	12/12	20/20	18/18	14/14	9/9	5/5
% detekcji		100	100	100	100	100	100	100	100
Min - Max	(mg/l; SS:mg/k g dm)	0,003-3,089	0,068-0,370	0,004-0,499	0,007-3,089	0,003-0,763	0,015-0,356	0,014-0,115	625-978
Mediana		0,200	0,164	0,148	0,418	0,129	0,177	0,039	834
Nikiel (Ni)									
Oznaczone/badane		72/92	14/19	10/12	17/20	12/18	12/14	7/9	5/5
% detekcji		78	72	83	85	67	86	78	100
Min - Max	(mg/l; SS:mg/k g dm)	0,003-0,039	0,003-0,037	0,007-0,039	0,003-0,039	0,003-0,033	0,003-0,036	0,008-0,011	18-31
Mediana		0,011	0,009	0,015	0,011	0,009	0,015	0,007	23
Kadm (Cd)									
Oznaczone/badane		61/92	11/19	4/12	17/20	12/18	9/14	8/9	5/5
% detekcji		67	56	33	86	67	64	89	100
Min - Max	(mg/l; SS:mg/kg dm)	0,001-0,012	0,002-0,009	0,002-0,008	0,001-0,010	0,002-0,010	0,002-0,010	0,002-0,012	4-8
Mediana		0,003	0,002	0,002	0,004	0,004	0,004	0,003	6
Ołów (Pb)									
Oznaczone/badane		8/92	1/19	1/12	1/20	4/18	0/14	0/9	5/5
% detekcji		9	5	8	10	22	0	0	100
Min - Max	(mg/l; SS:mg/k g dm)	0-0,031	0,012	0,031	0,01-0,025	0,007-0,015	0	0	3-33
Mediana		0,003	0,002	0,004	0,003	0,003	0	0	19



Rysunek 4. Wykonanie oznaczeń metali w Katedrze Technologii Środowiska UG

Chrom wykryto tylko w trzech próbkach ścieków, jednej pobranej z terenów mieszkalnych i dwóch pobranych w pobliżu małych i średnich przedsiębiorstw. Ołów wykryto we wszystkich próbkach, za wyjątkiem tych pobranych z oczyszczalni ścieków, z niską częstotliwością, a jego największe stężenie wynosiło 0,031 mg/l. Obecność kadmu była wykrywana znacznie częściej niż chromu i ołowiu, najczęściej w próbkach pochodzących z małych i średnich przedsiębiorstw oraz oczyszczalni ścieków. Z kolei cynk, miedź i nikiel były najczęściej wykrywane metalami, przy czym największe stężenia oznaczono właśnie dla cynku (3,089 mg/l w ściekach z małych i średnich przedsiębiorstw). Otrzymane wyniki wskazują, że źródłem największej emisji (stężenia i częstości wykrywania) są ścieki z małych i średnich przedsiębiorstw. Jednakże wykazano obecność metali w każdej z badanych matryc wodnych, co jest związane z ich powszechnym stosowaniem. Toksyczne metale pochodzić mogą praktycznie z każdego rodzaju działalności człowieka, są obecnie w żywności, materiałach eksploatowanych i kosmetykach. Depozycja atmosferyczna generowana jest przez pojazdy, ale także budowy i spalanie paliw. Zauważono także (**Tabela 3**) kumulację metali ciężkich w osadach pobranych z oczyszczalni ścieków. Należy również podkreślić, że stężenia zaobserwowane w ściekach surowych były na niskim poziomie, co świadczy o tym, że dotąd stosowane działania zaradcze i wprowadzone regulacje przyczyniły się do zmniejszenia emisji metali ciężkich do środowiska z terenów miejskich.

3.2. Ftalany

Ftalany to estry kwasu ftalowego, które mają wiele zastosowań. Najczęściej dodawane są do syntetycznych polimerów w celu poprawy ich właściwości mechanicznych, między innymi sprężystości i zdolności do zginania. W niektórych tworzywach mogą zajmować aż 50% masy polimeru, na przykład w PCV (polichlorku winylu). Ftalany stosowane są także w kosmetykach, zabawkach, materiałach konstrukcyjnych, klejach, elektronice i przyrządach medycznych. Powszechnie są także obecne w kurzu. Ludzie narażeni są więc na ich działanie z wielu źródeł. Podczas sprzątania powierzchni użytkowych są zmywane do sieci kanalizacyjnej. Z powodu ich wszechobecności wykrywane są też w środowisku. Podejrzewane są o działanie toksyczne, szczególnie w narażeniu chronicznym. Stąd w UE zaczęto wprowadzać ograniczenia ich stosowania, szczególnie w zabawkach dla dzieci. Wyniki oznaczeń ftalanów w próbkach wód i ścieków przedstawiono w **Tabeli 4**. Najniższą frekwencję wykrywania stwierdzono w przypadku ftalanu dimetylu (DMP), następnie ftalanu di-n-oktylu (DNOP), natomiast pozostałe ftalany wykrywane były niemal w każdej próbce. Wyjątkiem były wody opadowe, gdzie częstotliwość wykrywania ftalanów wynosiła od 6 do 65%. Najwyższe stężenie określono dla ftalanu dibutyli (DBP, średnio 1128,2 µg/l w ściekach przemysłowych). W ściekach surowych i oczyszczonych zarówno stężenia, jak i częstość wykrywania były podobne, co oznacza niewielkie możliwości usuwania ftalanów przez oczyszczalnie ścieków. Stwierdzono także akumulację ftalanów w osadach ściekowych.

Uzyskanych wartości nie można przyrównać do norm, gdyż takie nie są ustalone dla ścieków oczyszczonych wprowadzanych do środowiska. Uzyskane wyniki świadczą o wszechobecnym występowaniu ftalanów w analizowanych próbkach wód i ścieków. Nie jest możliwe wskazanie jednego głównego źródła, jednakże średnie stężenia większości badanych ftalanów (mediana) były wyższe w przypadku próbek ścieków przemysłowych w porównaniu do wartości stężeń wyznaczonych w próbkach ścieków komunalnych.

Tabela 4. Wyniki oznaczeń wybranych ftalanów

Ftalan		Ogólnie w próbkach wodnych	RA	IA	SME	SW	WWTP- ISW	WWTP- ESW	SS
Ftalan dimetylu (DMP)									
Oznaczone/badane		15/87	5/18	1/12	3/18	1/17	5/14	0/8	0/5
% detekcji		17	28	8	17	6	36	0	0
MIN - MAX	(µg/l; SS: mg/kg dm)	1,5-7,6	1,7-3,3	4,7	1,8-3,4	7,6	1,5-3,5	0	0
Mediana		0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,2	0,1
Ftalan dietylu (DEP)									
Oznaczone/badane		72/87	18/18	11/12	14/18	8/17	13/14	8/8	5/5
% detekcji		83	100	92	78	47	93	100	100
MIN - MAX	(µg/l; SS:mg/kg dm)	0,7-194,8	3,0-78,5	1,4-90,1	2,2-194,8	0,7-2,3	1,39-81,86	1,0-12,1	1,1-3,3
Mediana		22,7	25,6	16,21	45,60	0,7	30,9	6,1	1,7
Ftalan diizobutyli (DIBP)									
Oznaczone/badane		71/87	16/18	11/12	16/18	6/17	14/14	8/8	5/5
% detekcji		82	89	92	89	35	100	100	100
MIN - MAX	(µg/l; SS:mg/kg dm)	1,30-277,4	2,1-29,4	1,60-103,3	2,0-277,4	1,3-14,4	4,1-65,5	5,2-133,1	9,2-37,0
Mediana		19,2	7,8	17,0	36,3	1,6	22,4	43,1	16,5
Ftalan dibutyli (DBP)									
Oznaczone/badane		74/87	16/18	12/12	17/18	7/17	14/14	8/8	5/5
% detekcji		85	89	100	94	41	100	100	100
MIN - MAX	(µg/l; SS:mg/kg dm)	0,6-9913,4	0,6-555,4	1,5-9913,4	1,3-1691,7	1,0-216,7	1,4-847,5	3,4-2805,8	15,4-109,6
Mediana		312,5	130,1	1128,2	166,8	24,1	151,0	754,2	40,7
Ftalan dietyloheksyli (DEHP)									
Oznaczone/badane		80/87	18/18	12/12	17/18	11/17	14/14	8/8	5/5
% detekcji		92	100	100	94	65	100	100	100
MIN - MAX	(µg/l; SS:mg/kg dm)	0,4-555,0	0,9-52,1	0,4-186,3	1,9-294,4	0,4-4,0	4,8-555,0	1,5-378,2	38,5-204,5
Mediana		30,1	11,5	25,2	51,8	1,4	53,0	53,3	128,0
Ftalan di-n-oktyli (DNOP)									
Oznaczone/badane		28/87	8/18	4/12	5/18	2/17	6/14	3/8	5/5
% detekcji		32	44	33	28	12	43	38	100
MIN - MAX	(µg/l; SS:mg/kg dm)	1,1-69,8	1,9-7,0	2,4-3,7	1,3-69,8	1,1-2,0	1,7-5,4	1,5-4,2	8,3-44,1
Mediana		2,0	1,5	1,1	5,9	0,2	1,4	1,1	24,0

3.3. Alkilofenole

Alkilofenole i ich etoksyloowane odpowiedniki są grupą związków, które z racji budowy chemicznej określa się jako niejonowe środki powierzchniowo czynne. Są stosowane jako detergenty oraz dodatki do tworzyw sztucznych, tekstyliów, gum, żywic, pestycydów, leków, kosmetyków, papierów, farb i warstw powlekających. Podobnie więc jak ftalany są wszechobecne wokół człowieka. Długołańcuchowe

alkilofenole w środowisku wodnych ulegają rozpadowi do krótkołańcuchowych związków, które są toksyczne lub bardzo toksyczne dla organizmów wodnych. Posiadają właściwości lipofilowe i mogą być akumulowane w osadach zbiorników. Do ciała człowieka dostać się mogą drogą wziewną, przez skórę lub z pokarmem. Wyniki ich oznaczeń są przedstawione w **Tabeli 5**.

Tabela 5. Wyniki oznaczeń wybranych alkilofenoli

Alkilofenole		Ogólnie w próbkach wodnych	RA	IA	SME	SW	WWTP-ISW	WWTP-ESW	SS
4-t-OP									
Oznaczone/badane		30/84	5/17	2/12	8/17	3/18	7/12	5/8	1/3
% detekcji		36	29	17	47	17	58	62	33
MIN - MAX	(ng/l; SS:mg/ kg dm)	17-5506	71-4904	451-688	162-972	83-2285	53-2517	17-5506	0,44
Mediana		386	586	97	208	190	383	855	0,18
4-OP									
Oznaczone/badane		19/84	3/17	0	2/17	1/18	8/12	5/8	1/3
% detekcji		23	18	0	12	6	67	62	33
MIN - MAX	(ng/l; SS:mg/ kg dm)	29-774	42-357	0	56-137	54	39-774	29-105	0,88
Mediana		47	26	0	12	4	158	36	0,33
4-NP									
Oznaczone/badane		22/84	6/17	0	5/17	1/18	9/12	1/8	1/3
% detekcji		26	35	0	29	6	75	12	33
MIN - MAX	(ng/l; SS:mg/ kg dm)	10-281	33-281	0	28-137	47	10-190	39	0,14
Mediana		25	36	0	16	4	65	6	0,06
4-t-OP-MET									
Oznaczone/badane		14/84	3/17	1/12	1/17	0/18	6/12	3/8	1/3
% detekcji		17	18	8	6	0	50	38	33
MIN - MAX	(ng/l; SS:mg/ kg dm)	12-514	12-514	95	489	0	44-167	36-106	0,28
Mediana		26	35	10	27	0	58	27	0,12
NP-MET *									
Oznaczone/badane		13/84	1/17	0	3/17	0/18	5/12	4/8	1/3
% detekcji		15	6	0	18	0	42	50	33
MIN - MAX	(ng/l; SS:mg/ kg dm)	214-6613	1029	0	520-732	0	214-4973	1084-6613	3,22
Mediana		517	56	0	92	0	1029	1408	1,11
4-t-OP-DET									
Oznaczone/badane		6/84	0/17	0	0	1/18	3/12	2/8	0
% detekcji		7	0	0	0	6	25	25	0
MIN - MAX	(ng/l; SS:mg/ kg dm)	38-299	0	0	0	277	38-299	64-169	0
Mediana		16	0	0	0	13	36	30	0
NP-DET									
Oznaczone/badane		3/84	1/17	0	0	0	1/12	1/8	0
% detekcji		4	6	0	0	0	8	12	0
MIN - MAX	(ng/l; SS:mg/ kg dm)	103-244	103	0	0	0	244	200	0
Mediana		12	8	0	0	0	23	27	0

*wartości szacowane

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że alkilofenole znajdują się w każdego rodzaju badanych próbkach z niską lub średnią częstością wykrywania. Zwiększone częstości wykrywania występowały w próbkach ścieków surowych i oczyszczonych pobieranych w oczyszczalniach ścieków, a także w osadach tam produkowanych. Najwyższe stężenia zanotowano dla 4-oktylfenolu (4-OP) i

4-tert-oktylfenolu (4-t-OP), odpowiednio 29-774 ng/l i 17-5506 ng/l, przy czym największe wartości zanotowano w ściekach komunalnych i w oczyszczalni ścieków. Może to sugerować, że właśnie aktywność codzienna mieszkańców badanych miast przyczynia się do obecności tych związków w oczyszczalni ścieków. Poza tym, redukcja tych związków nie była pełna w oczyszczalniach ścieków, mimo, że ulegają reakcjom biodegradacji i mogą zatrzymywać się na osadach ściekowych.

3.4. Bisfenol A

Bisfenol A (BPA) jest w większości używany jest przy produkcji syntetycznych tworzyw z grupy poliwęglanów (twardych, przezroczystych, o dużej odporności termicznej i mechanicznej) oraz żywic epoksydowych. Żyvice te używane są m.in. do powlekania puszek konserwowych i rur kanalizacyjnych, tworzą powłoki budowlane o dużej wytrzymałości, w tym posadzki, meble i panele. BPA znaleźć można w takich przedmiotach codziennego użytku jak płyty DVD, sprzęt elektroniczny, zabawki, papier termalny wykorzystywany jako paragony, przybory kuchenne i wiele innych. Związek ten wykrywany jest powszechnie w krwi i moczu ludzi, bez względu na wiek czy płeć. Wykazano, że BPA ma charakter endokrynnie czynny. Poza tym powiązane może wywoływać inne negatywne efekty jak: nowotwory, zaburzenia rozrodczości, zmniejszona odporność, otyłość, cukrzyca. Stosowanie BPA jest obecnie niedozwolone w produkcji butelek dla niemowląt i dzieci. Do 2020 jego zawartości w paragonach powinna być mniejsza niż 0,02%. Stężenia BPA w badanych próbkach wód i ścieków przedstawiono w **Tabeli 6**. BPA został oznaczony z częstością ponad 50% w próbkach ścieków, także w wodach opadowych. Najwyższe stężenie (34093 ng/l) określono w próbkach pochodzących z małych i średnich przedsiębiorstw. Równie wysokie stężenie tego związku wykazano w próbkach ścieków pobranych z terenów mieszkalnych, jak i przemysłowych, co utrudnia jednoznaczne wskazanie dominującego źródła. W oczyszczalni ścieków zanotowano spadek zawartości BPA w trakcie oczyszczania i akumulację w osadach ściekowych. Należy jednak podkreślić, że stężenie BPA wyznaczone w ściekach oczyszczonych jest wysokie i mieści się z zakresie od 197 do 481 ng/l, co pozwala wskazać jedną z dróg przedostawania się tego związku do wód naturalnych.

Tabela 6. Wyniki oznaczeń bisfenolu A

BPA		Ogólnie w próbkach wodnych	RA	IA	SME	SW	WWTP-ISW	WWTP-ESW	SS
Oznaczone/badane		71/84	15/17	10/12	15/17	17/18	10/12	4/8	3/3
% detekcji		85	88	83	88	94	83	50	100
Min - Max	(ng/l; SS:mg/kg dm)	10-34093	47-2539	24-4290	33-34093	10-2263	15-2962	197-481	0,23-3,82
Mediana		1116	743	1883	2620	273	775	112	1,50

3.5. Substancje perfluorowane

Substancje perfluorowane to duża grupa związków niebezpiecznych o szerokim zastosowaniu komercyjnym i przemysłowym. Są niezwykle trwałe w środowisku i mają duży potencjał do bioakumulacji. W związku z tym, że są odporne na wysokie temperatury, są używane w gaśnicach, pokrywane są nimi patelnie, znaleźć je też można w papierze termicznym i opakowaniach w których przyrządza się popcorn. W związku z ich hydrofobowością, pokrywa się nimi tekstylia, tapicerki i dywany (powłoki „niebrudzące się”). Związki z tej grupy mają potencjał endokrynnie

czynny, co jest niebezpieczne dla ludzi (narażenie głównie pokarmowe) i dla organizmów wodnych. W **Tabeli 7** przedstawiono uzyskane stężenia i częstości wykrywania wybranych związków z grupy substancji perfluorowanych w próbkach wód i ścieków.

Tabela 7. Wyniki oznaczeń wybranych związków perfluorowanych

PFAS		Ogólnie w próbkach wodnych	RA	IA	SME	SW	WWTP-ISW	WWTP- ESW	SS
PFBA									
Oznaczone/badane		17/92	0/19	4/12	7/20	1/18	2/14	3/9	2/4
% detekcji		18	0	33	35	6	14	33	50
MIN -MAX	(ng/l;	3,4-55	<3,4	<3,4-36	<3,4-55	<3,4-12	<3,4-13	<3,4-21	<1,8-27
Mediana	SS:ng/g ww)	<3,4	<3,4	<3,4	<3,4	<3,4	<3,4	<3,4	11
PFBS									
Oznaczone/badane		14/92	0/19	2/12	1/20	5/18	4/14	2/9	0/4
% detekcji		15	0	17	5	28	29	22	0
MIN -MAX	(ng/l;	<0,205-2,1	<0,21	<0,21-1,6	<0,21-1,0	<0,21-1,7	<0,21-2,1	<0,2-1,31	<0,12
Mediana	SS:ng/g ww)	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,12
PFDS									
Oznaczone/badane		0/92	0/19	0/12	0/20	0/18	0/14	0/9	0/4
% detekcji		0	0	0	0	0	0	0	0
MIN-MAX	(ng/l;	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,005
Mediana	SS:ng/g ww)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,005
PFHpA									
Oznaczone/badane		24/92	1/19	2/12	3/20	8/18	4/14	6/9	4/4
% detekcji		26	5	17	15	44	43	44	100
MIN - MAX	(ng/l;	<0,04-2,3	<0,04-0,32	<0,04-1,2	<0,04-0,28	<0,04-0,85	<0,04-0,92	<0,04-2,3	0,067-0,52
Mediana	SS:ng/g ww)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,28
PFHxA									
Oznaczone/badane		5/92	0/19	0/12	0/20	0/18	2/14	3/9	3/4
% detekcji		5	0	0	0	0	19	50	75
MIN -MAX	(ng/l;	<0,04-6,8	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04-3,7	<0,04-6,8	<0,11-2,2
Mediana	SS:ng/g ww)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	1,9
PFHxS (rozgałęzione)									
Oznaczone/badane		32/92	8/19	5/12	3/20	5/18	9/14	2/9	1/4
% detekcji		35	42	42	15	28	64	22	25
MIN -MAX	(ng/l;	<0,04-5,1	<0,04-1,9	<0,04-4,6	<0,04-5,1	<0,04-0,65	<0,04-2,0	<0,04-0,2	<0,005-1,1
Mediana	SS:ng/g ww)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,57	<0,04	<0,005
PFHxS (liniowe)									
Oznaczone/badane		51/92	12/19	7/12	6/20	8/18	11/14	7/9	2/4
% detekcji		55	63	50	35	44	78	79	50
MIN -MAX	(ng/l;	<0,04-31	<0,04-4,6	<0,04-31	<0,04-8,6	<0,04-4,2	<0,04-3,0	<0,15-2,8	<0,02-0,85
Mediana	SS:ng/g ww)	0,89	0,86	0,45	<0,04	<0,04	0,92	0,33	0,028
PFOA									
Oznaczone/badane		64/92	13/19	9/12	11/20	9/18	13/14	9/9	4/4
% detekcji		70	68	75	55	50	93	100	100
MIN - MAX	(ng/l;	<0,04-65	<0,04-1,3	<0,04-2,7	<0,04-7,6	<0,04-65	<0,04-15	0,59-1,7	0,073-0,75
Mediana	SS:ng/g ww)	0,53	0,22	0,49	0,11	0,063	0,77	1,0	0,42
PFOS (rozgałęzione)									
Oznaczone/badane		37/92	5/19	5/12	3/20	8/18	5/9	11/14	1/4
% detekcji		40	26	42	15	44	79	56	25
MIN -MAX	(ng/l;	<0,04-11	<0,04-6,3	<0,04-11	<0,04-0,52	<0,04-2,2	<0,04-1,7	<0,04-1,8	<0,010-0,19
Mediana	SS:ng/g ww)	0,135	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,71	0,35	<0,010

PFOS (liniowe)									
Oznaczone/badane		45/92	5/19	5/12	5/20	11/18	11/14	8/9	2/4
% detekcji		49	26	42	25	61	79	89	50
MIN – MAX	(ng/l; SS: ng/g	<0,04-22	<0,04-13	<0,04-22	<0,04-0,62	<0,04-6,4	<0,04-1,6	<0,04,2,2,7	<0,010-1,6
Mediana	ww)	0,18	<0,04	<0,04	<0,04	0,35	0,50	0,38	0,15

W tej grupie analitów częstość wykrywania była zróżnicowana, na przykład sulfonian perfluorodekaniowy (PFDS) nie został wykryty w żadnej z badanych próbek wód i ścieków, natomiast perfluorooktanian (PFOA) z ponad 50% częstością. Najwyższe stężenia określono dla perfluorobutanianu (FPBA, 55 ng/l). Źródła tych związków są zróżnicowane, niektóre z nich oznaczanie były częściej w ściekach przemysłowych, natomiast niektóre w komunalnych. Należy zwrócić uwagę na dość dużą częstość wykrywania tego rodzaju związków w wodach opadowych, co potwierdza ich szerokie występowanie w pyłach i kurzu. Ponadto wykazano redukcję stężenia związków perfluorowanych w oczyszczalniach ścieków.

3.6. Farmaceutyki

Zanieczyszczenie środowiska lekami to w ostatnich latach narastający problem. Jako główne źródła tych zanieczyszczeń wskazuje się ścieki oczyszczone oraz wymywanie ze składowisk i pól nawożonych nawozami odzwierzęcymi. Do badań wytypowano trzy związki czynne farmakologicznie: diklofenak, 17 β -estradiol i 17 α -etynyloestradiol. Diklofenak to środek przeciwbólowy i przeciwzapalny, powszechnie występujący w środowisku wodnym i negatywnie na nie wpływający, 17 β -estradiol to naturalny hormon stosowany także jako lek, natomiast 17 α -etynyloestradiol to związek aktywny stosowany w tabletkach antykoncepcyjnych. Wymienione farmaceutyki posiadają charakter związków zaburzających gospodarkę hormonalną organizmów morskich. Są one obecnie monitorowane w Bałtyku jako jedne z priorytetowych zanieczyszczeń, nie ma jednak żadnych uregulowań prawnych co do ich dopuszczalnego stężenia w matrycach wodnych. W **Tabeli 8** przedstawiono wyniki oznaczeń tych farmaceutyków uzyskane w ramach projektu NonHazCity.

Tabela 8. Wyniki oznaczeń wybranych farmaceutyków

Farmaceutyki		Ogólnie w próbkach wodnych	RA	IA	SME	SW	WWTP-ISW	WWTP-ESW	SS
Diklofenak (DIC)									
Oznaczone/badane		23/84	6/17	1/12	2/17	3/18	7/12	4/8	1/3
% detekcji		27	35	8	12	21	58	50	33
Min – Max	(ng/l; SS:mg/kg dm)	21-1505	23-1502	52	36-296	44-680	21-1505	36-1229	0,25
Mediana		174	191	6	21	8	346	302	0,25
17β-Estradiol (E2)									
Oznaczone/badane		2/84	1/17	1/12	0/17	0/18	0/12	0/8	0/3
% detekcji		2	6	8	0	0	0	0	0
Min - Max	(ng/l; SS:mg/kg dm)	46-82	46	82	0	0	0	0	0
Mediana		64	4	8	0	0	0	0	0

17 α -Etynyloestradiol (EE2)								
Oznaczone/badane	19/84	7/17	1/12	2/17	0/18	7/12	2/8	1/3
% detekcji	23	41	8	12	0	58	25	33
Min - Max	(ng/l; SS:mg/kg dm)	65-1863	65-1863	399	553-668	0	103-1565	150-1270
Mediana		212	274	34	73	0	286	178
								10,16

Stężenie 17 β -estradiolu w próbkach ścieków komunalnych i z terenów przemysłowych jest niskie (kilka ng/l), natomiast stężenia diklofenaku i 17 α -etynyloestradiolu w badanych próbkach były wyższe. Szczególnie wysokie stężenia zaobserwowano w ściekach komunalnych (do 1863 ng/l dla EE2), Podobnie wysokie stężenia wykryto w ściekach surowych i oczyszczonych – średnio ok. 300 ng/l. Uzyskane wyniki mogą wskazywać, że to ścieki komunalne są głównym źródłem obecności leków w oczyszczalni ścieków. Ponadto, najwyższe częstości wykrywania określono w ściekach, a uzyskana redukcja stężenia w procesie oczyszczania była niska.

3.7. Częstość wykrywania - podsumowanie

W **Tabelach 9 i 10** przedstawiono odpowiednio częstości wykrywania wybranych związków w zależności od rodzaju analizowanych próbek i miast biorących udział w projekcie. Należy mieć na uwadze, że są to informacje poglądowe, gdyż nie przeprowadzono regularnego monitoringu a badania pojedynczych próbek. Dane przedstawione w **Tabeli 9** wskazują na wszechobecność badanych substancji niebezpiecznych w każdego rodzaju ściekach. W wodach opadowych częstość wykrywania była niższa, jednakże znaczna dla takich grup związków jak: bisfenol A, metale ciężkie i ftalany. Świadczy to o wielu rozproszonych źródłach tego rodzaju zanieczyszczeń i potwierdza ich powszechne występowanie w materiałach i artykułach stosowanych przez mieszkańców miast biorących udział w projekcie. Z kolei na podstawie danych zebranych w **Tabeli 10** można wnioskować, że nie występują istotne różnice pomiędzy częstością wykrywania badanych grup związków chemicznych w próbkach pobranych w miastach nadbałtyckich. Ftalany i bisfenol A to związki z najwyższą częstością wykrywania, co potwierdzają również dane literaturowe wskazujące na obecność tych endokrynnie czynnych substancji w organizmach ludzi, żywności czy kurzu.

Tabela 9. Podsumowanie częstości wykrywania wybranych substancji niebezpiecznych w badanych matrycach

Grupy analitów	Anality	Ogólnie w próbkach wodnych	Ścieki z terenów mieszkalnych	Ścieki z terenów przemysłowych	SMEs	Wody opadowe	Ścieki surowe	Ścieki oczyszczone	Osady ściekowe
Farmaceutyki	Diklofenak	25	35	8	10	21	64	38	33
	E2	2	6	8	0	0	0	0	0
	EE2	21	35	8	10	0	73	12	33
Alkilofenole	4-t-OP	33	29	17	40	21	55	63	66
	4-OP	22	18	0	10	11	55	75	66
	4-NP	24	35	0	25	5	64	38	66
	4-t-OP-MET	15	18	8	5	5	36	50	66
	NP-MET	14	6	0	10	5	36	50	33
	4-t-OP-DET	6	0	0	0	5	36	12	0
	NP-DET	3	6	0	0	0	18	0	0
	Ogólnie	50	65	17	50	32	91	75	66
Bisfenol	Bisfenol A	85	88	83	88	94	83	50	100
Ftalany	DMP	17	28	8	17	6	38	0	0
	DEP	83	100	92	78	50	92	100	100
	DIBP	82	89	92	89	39	100	100	100
	DBP	85	89	100	94	44	100	100	100
	DEHP	92	100	100	94	67	100	100	100
	DNOP	32	44	33	28	11	46	38	100
	Ogólnie	97	100	100	100	83	100	100	100
Substancje perfluorowane	PFBA	18	0	33	35	6	14	33	50
	PFBS	15	0	17	5	28	29	22	0
	PFDS	0	0	0	0	0	0	0	0
	PFHpA	26	5	17	15	44	43	44	100
	PFHxA	5	0	0	0	0	19	50	75
	PFHxS	35	42	42	15	28	64	22	25
	PFHxS	55	63	50	35	44	78	79	50
	PFOA	70	68	75	55	50	93	100	100
	PFOS (rozg.)	40	26	42	15	44	79	56	25
	PFOS (liniowe)	49	26	42	25	61	79	89	50

Tabela 10. Częstość wykrywania wybranych substancji niebezpiecznych w badanych miastach

	Frekwencja detekcji (%)	Gdańsk	Kowno	Szyłele	Parnawa	Ryga	Turku	Średnia
Farmaceutyki	Diklofenak	6	36	27	26	33	33	27
	E2	0	0	0	5	0	7	2
	EE2	29	9	9	26	27	20	20
Ftalany	DMEP	32	10	10	6	20	19	16
	DEP	89	70	60	100	73	88	80
	DIBP	89	80	80	83	73	81	81
	DBP	84	90	100	89	73	81	86
	DEHP	100	90	100	94	73	94	92
	DOP	58	30	30	0	33	38	31
	Ftalany ogólnie	100	100	100	100	87	94	97
Alkilofenole	4-t-op	18	27	55	42	40	27	35
	4-op	6	9	18	42	27	27	22
	4-np	29	18	27	32	33	7	24
	4-t-op	12	0	9	26	27	13	15
	n-met	6	0	18	32	27	0	14
	4-t-op-det	6	0	9	16	7	0	6
	n-det	6	27	0	11	0	0	7
	Alkilofenole ogólnie	41	27	64	63	53	60	51
Bisfenol	Bisfenol A	88	89	90	93	79	94	89
Metale	Cu	100	100	100	100	100	100	100
	Cd	60	100	83	75	88	19	71
	Zn	100	100	100	100	100	100	100
	Cr	0	8	25	5	12	0	8
	Ni	100	92	92	90	35	69	80
	Pb	0	8	17	10	29	19	14

4. Podsumowanie

W wyniku realizacji projektu NonHazCity:

- przebadano 97 próbek wód i ścieków
- badania wykonano dla próbek pobranych z 6 miast (Kaunas, Silale, Gdansk, Riga, Turku, Parnu)
- badano 6 grup substancji niebezpiecznych (metale, związki perfluorowane, farmaceutyki, alkilofenole, bisfenol A, ftalany), łącznie 33 analizy
- badano 7 typów próbek (wody opadowe, ścieki z terenów mieszkalnych, ścieki z terenów przemysłowych, ścieki z małych i średnich przedsiębiorstw, osady ściekowe, ścieki surowe i oczyszczone pobrane w oczyszczalniach ścieków)
- uzyskano ponad 3200 pojedynczych wyników

Główne wyniki przedstawiają się następująco:

- Substancje niebezpieczne są obecnie powszechnie w różnego rodzaju ściekach, zarówno przemysłowych, jak i komunalnych
- Wskazano, że aktywności mieszkańców miast jest jednym ze źródeł emisji substancji niebezpiecznych do środowiska
- Emisja ta następuje głównie poprzez ścieki, ze względu na niewystarczające usuwanie substancji niebezpiecznych przez oczyszczalnie ścieków
- Wody opadowe są drugim potwierdzonym źródłem przedostawania się substancji niebezpiecznych z terenów miast nadbałtyckich do Morza Bałtyckiego
- Źródła emisji są najczęściej rozproszone, co utrudnia ich kontrolę
- Stężenia i częstości wykrywania nie różniły się znacząco pomiędzy testowanymi miastami, pomimo różnic w ich wielkości i prowadzonej działalności przemysłowej

Uzyskane wyniki zostały następnie wykorzystane pierwotnie do wyboru priorytetowych zanieczyszczeń, a następnie do opracowywania planów przeciwdziałania zagrożeniom chemicznym dla poszczególnych miast. Plan taki dla miasta Gdańsk znaleźć pod linkiem

[https://www.gdansk.pl/zielony-gdansk/projekt-nonzhazcity-na-terenie-miasta-](https://www.gdansk.pl/zielony-gdansk/projekt-nonzhazcity-na-terenie-miasta-gdanska.a.59586?fbclid=IwAR1OeOD1FzK8PfUB-5Y1EYi5DX26LYSLgWtuJuh5vjTwsrlajyEW3bASL4Q)

[gdanska.a.59586?fbclid=IwAR1OeOD1FzK8PfUB-5Y1EYi5DX26LYSLgWtuJuh5vjTwsrlajyEW3bASL4Q](https://www.gdansk.pl/zielony-gdansk/projekt-nonzhazcity-na-terenie-miasta-gdanska.a.59586?fbclid=IwAR1OeOD1FzK8PfUB-5Y1EYi5DX26LYSLgWtuJuh5vjTwsrlajyEW3bASL4Q)

Więcej informacji dotyczących projektu NonHazCity znaleźć można na storach

- www.giwk.pl/projektymiedzynarodowe/nonhazcity.html
- www.nonhazcity.eu
- https://chemia.ug.edu.pl/wydzial/katedry/katedra_analizy_srodowiska



NONHAZCITY