
MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W ROKU 2022**Zadanie 5****Raport: „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku”**

Zamawiający: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. 3
02 – 362 Warszawa

Nr umowy: GIOŚ/ZP/282/2022/DMŚ/NFOŚ

Opracował: zespół autorski Eurofins OBiKŚ Polska Sp. z o.o.

Zatwierdził:

KIEROWNIK LABORATORIUM


dr Marta STEFANIAK

DYREKTOR ODDZIAŁU


Aleksandra HELBIG

Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Katowice, 30 listopada 2022 r.

Zespół autorski:

Kierownik projektu:

dr Marta Stefaniak

mgr inż. Katarzyna Stanek

mgr Aneta Stanek

mgr inż. Agnieszka Mederska-Mazur

mgr Justyna Król

lic. Dominika Korczak

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI	3
SPIS ZAŁĄCZNIKÓW	5
SPIS TABEL	6
SPIS RYCIN	6
1 WSTĘP	7
2 ZAKRES I METODYKA BADAŃ	8
2.1 Charakterystyka metod i warunków pobierania próbek osadów dennych	8
2.1.1 Pobór osadów dennych z rzek.....	8
2.1.2 Pobór osadów dennych z jezior.....	10
2.2 Sposób przygotowania próbek do oznaczeń oraz wykonywania oznaczeń - badania laboratoryjne	11
2.3 Szczegółowy opis zastosowanych technik analitycznych	13
2.4 Kryteria oceny osadów dennych.....	25
2.4.1 Kryterium ekotoksykologiczne EQS.....	25
2.4.2 Kryterium ekotoksykologiczne (substancje organiczne) – z wykorzystaniem wartości TEC, PEC i MEC	29
3 SZCZEGÓŁOWY WYKAZ STANOWISK POMIAROWYCH	31
4 WYNIKI BADAŃ	32
4.1 Wyniki badań osadów rzecznych.....	32
4.1.1 Odczyn, przewodność elektrolityczna	32
4.1.2 Pierwiastki.....	32
4.1.3 Związki organiczne i fluorki	38
4.2 Wyniki badań osadów jeziornych.....	44
4.2.1 Odczyn, przewodność elektrolityczna	44
4.2.2 Pierwiastki.....	45
4.2.3 Związki organiczne i fluorki	50
5 OCENA STANU ZANIECZYSZCZENIA OSADÓW DENNYCH WEDŁUG OBOWIĄZUJĄCYCH KRYTERIÓW	57
5.1 Osady z rzek i kanałów	57
5.1.1 Ocena osadów z rzek i kanałów rzecznych wg kryterium ekotoksykologicznego EQS	57

5.1.2	Ocena osadów z rzek i kanałów rzecznych wg kryterium ekotoksykologicznego (substancje organiczne) - dodatkowe.....	68
5.2	Osady z jezior	82
5.2.1	Ocena osadów z jezior wg kryterium ekotoksykologicznego EQS	82
5.2.2	Ocena osadów z jezior wg kryterium ekotoksykologicznego (substancje organiczne).....	93
6	Podsumowanie.....	105
7	LITERATURA	106

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- | | |
|----------------|--|
| Załącznik nr 1 | Szczegółowy wykaz opróbowanych punktów pomiarowo-kontrolnych
-wersja elektroniczna |
| Załącznik nr 2 | Fotografie lokalizacji (zdjęcia terenowe)
-wersja elektroniczna |
| Załącznik nr 3 | Wyniki badań osadów dennych (cieki i jeziora)
-wersja elektroniczna |
| Załącznik nr 4 | a. Mapy z lokalizacją stanowisk pomiarowych osadów dennych - cieki
-wersja elektroniczna
b. Mapy z lokalizacją stanowisk pomiarowych osadów dennych - jeziora
-wersja elektroniczna |
| Załącznik nr 5 | a. Mapy zawartości poszczególnych substancji w osadach – cieki
-wersja elektroniczna
b. Mapy zawartości poszczególnych substancji w osadach – jeziora
-wersja elektroniczna |
| Załącznik nr 6 | a. Ocena jakości osadów (tabele ocenowe) - cieki
- wersja elektroniczna
b. Ocena jakości osadów (tabele ocenowe) - jeziora
- wersja elektroniczna |

SPIS TABEL

Tabela 1 Zestawienie metod badawczych, dokumentów odniesienia, granic oznaczalności i wykrywalności dla wskaźników fizyko-chemicznych analizowanych osadów dennych.....	16
Tabela 2 Progowe wartości Środowiskowych Norm Jakości EQS w osadach wodnych oraz wartości dopuszczalne innych zanieczyszczeń zalecanych do badań w osadach dennych rzek i jezior	27
Tabela 3 Progowe zawartości pierwiastków śladowych oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych w osadach wodnych	29
Tabela 4 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna.....	32
Tabela 5 Podstawowe parametry statystyczne – pierwiastki.....	37
Tabela 6 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne i fluorki	42
Tabela 7 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna.....	45
Tabela 8 Podstawowe parametry statystyczne – pierwiastki.....	49
Tabela 9 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne i fluorki	54
Tabela 10 Ocena wyników wg kryterium EQS - rzeki i kanały.....	58
Tabela 11 Ocena wyników wg kryterium ekotoksykologicznego (substancje organiczne) - rzeki i kanały	69
Tabela 12 Ocena wyników wg kryterium ekotoksykologicznego EQS – jeziora	83
Tabela 13 Ocena wyników wg kryterium ekotoksykologiczne– jeziora.....	94

SPIS RYCIN

Rysunek 1 Ocena jakości osadów rzecznych pochodzących z 244 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2022 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym EQS – cieki	66
Rysunek 2. Ocena jakości osadów rzecznych pochodzących z 244 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2022 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (pomocniczym) – cieki.....	81
Rysunek 3 Ocena jakości osadów jeziornych pochodzących z 192 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2022 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym EQS – jeziora.	92
Rysunek 4. Ocena jakości osadów jeziornych pochodzących z 192 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2022 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (pomocniczym) – jeziora	104

1 WSTĘP

Przedmiotem niniejszego opracowania jest *Raport o stanie zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku* w ramach zadania pn. „Monitoring osadów dennych rzek i jezior w roku 2022”. Celem raportu jest przedłożenie nowych danych oraz wyników badań jakości osadów dennych rzek i jezior oraz ocena stanu zanieczyszczenia JCWP na podstawie uzyskanych pomiarów.

Przedsięwzięcie ma na celu informowanie społeczeństwa, jednostek administracji publicznej oraz podmiotów gospodarczych o aktualnym stanie zanieczyszczenia osadów dennych jednolitych części wód powierzchniowych i jest niezbędną kontynuacją prowadzonych do tej pory badań monitoringowych.

Zadanie ma na celu zachowanie ciągłości badań monitoringu jakości osadów dennych jednolitych części wód powierzchniowych – rzecznych i jeziornych. Zadanie pozwala wypełniać zobowiązania wynikające z dyrektywy 2013/39/UE z dnia 12 sierpnia 2013 r. (zmieniającej dyrektywy 2000/60/WE i 2008/105/WE), Konwencji Sztokholmskiej w sprawie trwałych zanieczyszczeń organicznych, rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 13 lipca 2021 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i jednolitych części wód podziemnych oraz innych przepisów w zakresie gospodarowania wodami.

Niniejsze opracowanie obejmuje analizę wyników badań osadów rzecznych i jeziornych pobranych w 2022 r. oraz dokonanie oceny stanu ich zanieczyszczenia z zastosowaniem podanych metodyk.

2 ZAKRES I METODYKA BADAŃ

2.1 Charakterystyka metod i warunków pobierania próbek osadów dennych

Prace terenowe obejmowały pobór próbek osadów dennych w 436 stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych na rzekach oraz kanałach rzecznych (244 punkty) oraz na jeziorach (192 punkty). Pobór prób osadów dennych wykonywany był przez firmę IPROEKO Sp. z o.o. (436 ppk), z którą Eurofins OBİKS Polska Sp. z o.o. ma podpisaną umowę.

Prace terenowe były wykonywane zgodnie z metodyką określoną w normie PN-ISO 4364:2005.

2.1.1 Pobór osadów dennych z rzek

Lokalizacje stanowisk pomiarowych wskazane do monitoringu, umiejscowione w obrębie poszczególnych JCWP, w roku 2022 zostały przyjęte w oparciu o współrzędne wskazane przez Zamawiającego, wg. schematu przedstawionego w Część E SIWZ - Wykaz punktów pomiarowo-kontrolnych monitoringu osadów dennych przeznaczonych do opróbowania w roku 2022 (załącznik elektroniczny do umowy).

Zgodnie z przyjętą metodyką, faktyczne miejsce poboru (stanowisko pomiarowe) stanowiło wypadkową lokalizacji punktu pomiarowo - kontrolnego oraz miejsca, w którym możliwe było wykonanie poboru (dojście do linii brzegowej umożliwiające pobranie próbki, obecność osadów, warunki topograficzne).

Odbiorniki GPS firmy Garmin cechują się dokładnością pomiaru do 15 metrów przez 95% czasu, w otwartej przestrzeni. Niektóre czynniki atmosferyczne i inne źródła błędów (widoczność horyzontu, aktualna konstelacja satelitów, linie WN) mogą wpływać na dokładność pomiaru. W normalnych warunkach dokładność sięga 5-10 metrów (w bardzo dobrych warunkach schodząc do 2-3 m).

Dla próbek osadów rzecznych miejsce pobrania próbki znajdowało się w odległości co najmniej 100 metrów w górę rzeki od potencjalnego źródła zanieczyszczenia, w strefie brzegowej koryt rzecznych, z przeciwnej strony do nurtu, zgodnie z metodyką.

Do badań pobierano 5-centymetrową warstwę powierzchniową osadów z 4-5 miejsc na odcinku 50 m. Na miejscu za pomocą konduktometru oraz miernika pH wykonywano pomiary przewodności elektrolitycznej oraz pH. W miejscu poboru wykonywano również serię zdjęć, tj. 5 fotografii obrazujących otoczenie miejsca poboru (w czterech kierunkach) oraz ogólne miejsce poboru próbki.

Komplet zdjęć dla poszczególnych stanowisk pomiarowych był geokodowany w następujący sposób:

- zdjęcia wykonywane aparatem fotograficznym, który miał wbudowany odbiornik GPS - informacja nt. geokodowania była zapisywana bezpośrednio w pliku.

Dane terenowe w postaci fotografii lokalizacji poboru próbek stanowią załącznik nr 2 (załącznik elektroniczny) do niniejszego opracowania.

Elementy wyposażenia umożliwiające pobranie osadu były dokładnie wypłukiwane w wodzie w miejscu pobierania próbki.

Osady pobierano łyżką/łopatą i przecierano delikatnie przez sito nylonowe o oczkach 2 mm. Przesiana na mokro próbka zostawiona była do czasu, kiedy zawiesiny ulegną sedimentacji i możliwe stanie się odłanie nadmiaru wody znad osadów. Próbka po wymieszaniu osadów umieszczana była do wcześniej przygotowanych i opisanych pojemników. Próbka przeznaczona do oznaczeń pierwiastków śladowych i głównych umieszczana była w dwóch pojemnikach plastikowych o pojemności 500 ml oraz 100 ml. Próbka przeznaczona do oznaczenia trwałych zanieczyszczeń organicznych umieszczona była w dwóch wcześniej opisanych szklanych słoikach przykrytych i owiniętych folią aluminiową o pojemności 250 ml każdy. Tak przygotowane próbki były odpowiednio zabezpieczone do transportu, przez umieszczenie w zamykanym pojemniku typu cool-box wyłożonym folią bąbelkową z wkładami lodowymi (termotorba). Postępowanie takie miało na celu ochronę próbek przed uszkodzeniem i ogrzaniem. Próbki dostarczane były do laboratorium Eurofins OBIKS Polska Sp. z o.o. w ciągu około 24 godzin od momentu pobrania.

Podczas pobierania próbki, wypełniano formularz do zbierania danych o warunkach pobierania próbek i dotyczących pobranych próbek (w formacie .xls), zawierający m.in. następujące informacje:

- nazwa punktu pomiarowo-kontrolnego,
- lokalizacja punktu poboru w terenie (współrzędne),
- lokalizacja (miejscowość, gmina, powiat),
- kod JCWP,
- nazwa JCWP,
- kod punktu pomiarowo-kontrolnego,
- data poboru,
- informacje o próbkobiorcy,
- rodzaj zabudowy w otoczeniu miejsca poboru,
- sposób użytkowania otoczenia miejsca poboru,
- aluwium,
- dodatkowe (o ile występowały): typ szlaku komunikacyjnego, typ mostu,
- badania in-situ: pH oraz przewodność.

Formularz do zbierania danych stanowi załącznik nr 1 do Syntetycznego sprawozdania z wykonanych prac.

2.1.2 Pobór osadów dennych z jezior

Lokalizacje stanowisk pomiarowych wskazane do monitoringu, umiejscowione w obrębie poszczególnych JCWP, w roku 2022 zostały przyjęte w oparciu o jeziora wskazane przez Zamawiającego, wg. schematu przedstawionego w Część E SIWZ - Wykaz punktów pomiarowo-kontrolnych monitoringu osadów dennych przeznaczonych do opróbowania w roku 2022 (załącznik elektroniczny do umowy).

Zgodnie z przyjętą metodyką faktyczne miejsce pobierania (stanowisko pomiarowe) stanowiło wypadkową lokalizacji punktu pomiarowo - kontrolnego oraz miejsca, w którym możliwe było wykonanie poboru (dojście do linii brzegowej umożliwiające pobranie próbki, obecność osadów, warunki topograficzne).

Z jezior (i zbiorników zaporowych) pobierano następującą ilość próbek w zależności od ich powierzchni:

- <250 ha - 1 próbkę,
- od 250 do 500 ha – 2 próbki,
- od 500 do 1000 ha – 3 próbki,
- od 1000 do 5000 ha – 4 próbki,
- >5000 ha – 5 próbek.

Lokalizacja głębozczków była ustalana w oparciu o dostępne dane batymetryczne jezior – tj. wyznaczona na podstawie Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000. Osady pobierane były przy pomocy łodzi motorowych lub wiosłowych.

Na miejscu za pomocą konduktometru oraz miernika pH wykonywano pomiary przewodności elektrolitycznej oraz pH. W miejscu poboru wykonywano również serię zdjęć, tj. 5 fotografii obrazujących otoczenie miejsca poboru oraz ogólne miejsce poboru próbki.

Komplet zdjęć dla poszczególnych miejsc poboru był geokodowany w następujący sposób:

- zdjęcia wykonywane aparatem fotograficznym, który miał wbudowany odbiornik GPS - informacja nt. geokodowania była zapisywana bezpośrednio w pliku.

Dane terenowe w postaci fotografii lokalizacji poboru próbek stanowią załącznik nr 2 (załącznik elektroniczny) do niniejszego opracowania.

Elementy wyposażenia umożliwiające pobranie osadu były dokładnie wypłukiwane w wodzie w miejscu pobierania próbki.

Do badań pobierano 5-centymetrową powierzchniową warstwę osadów. Do pobierania wykorzystywano wykonany ze stali nierdzewnej próbnik van Veen'a. W przypadku pobierania próbki osadów dennych z kilku głębozczków, pobrany materiał był uśredniany przez przeniesienie do 1 pojemnika i wymieszanie. Pobrane osady delikatnie przecierano przez sito nylonowe o oczkach 2 mm. Próbki przeznaczone do oznaczeń pierwiastków śladowych i głównych umieszczone były w dwóch pojemnikach plastikowych o pojemności 500 ml oraz 100 ml. Próbki przeznaczone do oznaczenia trwałych zanieczyszczeń organicznych umieszczone były w dwóch wcześniej opisanych szklanych słoikach przykrytych i owiniętych folią aluminiową o pojemności 250 ml każdy. Tak przygotowane próbki były odpowiednio

zabezpieczone do transportu, przez umieszczenie w zamykanym pojemniku typu cool- box wyłożonym folią bąbelkową z wkładami lodowymi (termotorba). Postępowanie takie miało na celu ochronę próbek przed uszkodzeniem i ogrzaniem. Próbki dostarczane były w ciągu około 24 godzin od pobrania do laboratorium Eurofins OBiKŚ Polska Sp. z o.o.

Podczas pobierania próbek, wypełniano formularz do zbierania danych o warunkach pobierania próbek i dotyczących pobranych próbek (w formacie .xls), zawierający m.in. następujące informacje:

- nazwa punktu pomiarowo-kontrolnego,
- lokalizacja punktu poboru w terenie (współrzędne),
- lokalizacja (miejscowość, gmina, powiat),
- kod JCWP,
- nazwa JCWP,
- kod punktu pomiarowo-kontrolnego,
- data poboru,
- informacje o próbkobiorcy,
- rodzaj zabudowy w otoczeniu miejsca poboru,
- sposób użytkowania otoczenia miejsca poboru,
- aluwium,
- dodatkowe (o ile występowały): typ szlaku komunikacyjnego, typ mostu,
- badania in-situ: pH oraz przewodność.

Formularz do zbierania danych stanowi załącznik nr 1 do Syntetycznego sprawozdania z wykonanych prac.

W ramach zadania realizowanego w 2022 roku, przewidziany był pobór osadów dennych również z punktów na jeziorach lub rzekach zlokalizowanych w granicach ustanowionych obszarów chronionych. Przed przystąpieniem do pobrania w tych miejscach, zgodnie z art. 15 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (t.j. Dz. U. 2022 poz. 916 ze zm.) uzyskano zezwolenia na przeprowadzenie badań, wydawane przez odpowiednich Regionalnych Dyrektorów Ochrony Środowiska lub Dyrektorów Parków Narodowych.

2.2 Sposób przygotowania próbek do oznaczeń oraz wykonywania oznaczeń - badania laboratoryjne

Badania prowadzone podczas realizacji monitoringu osadów dennych wykonane zostały przez akredytowane, zgodnie z wymaganiami PN EN ISO/IEC 17025:2018-02, jednostki badawcze: Eurofins OBiKŚ Polska Sp z o.o. AB 213 akredytowany przez PCA, Eurofins Analyses pour l'Environnement w Savern we Francji, nr akredytacji 1-1488, Eurofins GfA Lab Services GmbH Hamburg nr akredytacji D-PL-14629-01-00, Eurofins Omegam w Amsterdamie w Holandii, numer akredytacji Dutch Accreditation Council RvA - L 086 oraz laboratorium Wessling Polska Sp. z o.o. AB 918 akredytowane przez PCA.

Polityka systemu zarządzania dotycząca jakości, jak również deklaracja polityki jakości określone przez laboratoria wykonujące badania, zobowiązują do wykonywania badań w taki

sposób, aby były spełnione wymagania zawarte w PN EN ISO/IEC 17025:2018-02 ze szczególnym uwzględnieniem: jakości badań, poziomu usług laboratoryjnych, pracy zgodnej z dobrą praktyką profesjonalną (dobrą praktyką laboratoryjną).

Zgodnie z wymaganiami obowiązującego w powyższych Laboratoriach systemu zarządzania, akredytowane Laboratorium jest zobowiązane do potwierdzenia, że jest w stanie prawidłowo realizować metody, zanim zostaną one wprowadzone do badań, poprzez przeprowadzenie udokumentowanego procesu walidacji i/lub sprawdzania obejmującego specyfikacje wymagań, określenie cech charakterystycznych metody, sprawdzenie czy wymagania mogą zostać spełnione oraz stwierdzenie przydatności metody do stosowania. Równocześnie laboratorium zobowiązane jest do posiadania i stosowania procedury szacowania niepewności pomiaru.

Całe wyposażenie używane do badań, które ma znaczący wpływ na dokładność lub miarodajność wyników badania, jest wzorcowane z wykorzystaniem materiałów/wzorców zapewniających zachowanie spójności pomiarowej.

Równocześnie spełnienie wymagań normy PN EN ISO/IEC 17025:2018-02 nakłada na Laboratoria obowiązek systematycznego uczestnictwa w odpowiednich programach porównań międzylaboratoryjnych/badaniach biegłości, posiadania i stosowania procedur sterowania jakością w celu stałego monitorowania miarodajności badań, potwierdzenia wiarygodności i rzetelności otrzymanych wyników. Najczęściej wykorzystywane narzędzia pozwalające na potwierdzenie powyższego to:

- certyfikowane materiały odniesienia,
- wtórne/wewnętrzne materiały odniesienia,
- udział w badaniach PT/ILC,
- stosowanie wewnętrznej kontroli jakości badań: próbki tzw. ślepe odczynnikowe, ślepe analityczne, próbki syntetyczne kontrolne na różnych poziomach stężeń w zakresie adekwatnym do zakresu pomiarowego,
- próbki rzeczywiste wykonywane podwójnie (z uwzględnieniem etapów przygotowania),
- korelacja wyników dotyczących różnych właściwości obiektu.

Uwzględniając powyższe wymagania narzucone bezpośrednio przez organy akredytujące oraz normę PN EN ISO/IEC 17025:2018-02, a skutkujące posiadaniem certyfikatu akredytacji, należy przyjąć, że przedstawione wyniki badań osadów dennych są miarodajne i wiarygodne w odniesieniu do zastosowanych metod oraz technik badawczych.

W niniejszym zadaniu dokonano analiz laboratoryjnych wszystkich pobranych w 2022 roku próbek osadów dennych, w zakresie następujących wskaźników:

- pH i przewodności elektrolitycznej właściwej- we wszystkich punktach pomiarowo-kontrolnych,

- pierwiastków głównych i śladowych: Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, C_{org} (OWO) Co, Cr, Cu, Hg, Mg, Mn, Mo, N, Ni, Pb, Sn, Sr, V, Zn, Fe, P, S, Ti, K – we wszystkich punktach pomiarowo-kontrolnych,
- wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (acenaften, acenaftylen, antracen, benzo(a)antracen, benzo(a)fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(ghi)perylene, benzo(a)piren, benzo(e)piren, chryzen, dibenzo(a,h)antracen, fenantren, fluoranten, fluoren, indeno(1,2,3-c,d)piren, naftalen, perylen, piren) – we wszystkich punktach pomiarowo-kontrolnych,
- polichlorowanych bifenyli (kongenery o nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180), heksachlorobenzen, α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH, pentachlorobenzen, heptachlor i epoksyd heptachloru, aldryna, endryna, dieldryna, izodryna, endosulfan, DDT (w tym izomer para-para), p,p'-DDE, p,p'-DDD – we wszystkich punktach pomiarowo-kontrolnych,
- alachlor, bromowane difenyletery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154), chloroalkany C10-C13, chlorfeninfos, chlorpiryfos, fluorki, ftalan di(2-etyloheksylu), heksachlorobutadien, nonylofenole (4-nonylofenol), oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol), pentachlorofenol, związki tributyllocyny (kation tributyllocyny), trichlorobenzeny, trifluralina, dikofol, kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS), chinoksyfen, dioksyne i związki dioksynopodobne, aktonifen, bifenoks, cybutryna, cypermetryna, heksabromocyklododekan, chlordekon, heksabromodifenol, toksafen – w wybranych 90 punktach pomiarowo-kontrolnych.

2.3 Szczegółowy opis zastosowanych technik analitycznych

Po dostarczeniu do Laboratorium próbkom osadów dennych nadano wewnętrzne numery identyfikacyjne Laboratorium Eurofins OBiKS Polska Sp. z o.o. Następnie próbki zostały przekazane do podwykonawców. Szklane pojemniki o pojemności 100 ml przekazano do laboratoriów grupy Eurofins w celu oznaczenia zawartości substancji organicznych. Związki tributyllocyny (kation tributyllocyny) wykonano w Eurofins Analyses pour l'Environnement w Savern we Francji, nr akredytacji 1-1488, kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS) wykonano w Eurofins GfA Lab Services GmbH Hamburg, nr akredytacji D-PL-14629-01-00, chloroalkany C10-C13 wykonano w Eurofins Omegam w Amsterdamie w Holandii, numer akredytacji Dutch Accreditation Council RvA - L 086 oraz dioksyne i związki dioksynopodobne wykonano w Eurofins GfA Lab Services GmbH Hamburg nr akredytacji D-PL-14629-01-00. Pojemnik z tworzywa sztucznego o pojemności 100 ml został przekazany podwykonawcy Wesseling Polska Sp. z o.o. nr akredytacji AB 918 w celu oznaczenia rtęci w próbce osadu dennego.

Przygotowanie próbek do analizy w Laboratorium Eurofins OBiKS Polska Sp. z o.o. obejmowało:

- wysuszenie próbki w temperaturze $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ do stałej masy, zgodnie z PN-EN 12880:2004, celem określenia zawartości wody metodą wagową (waga analityczna RADWAG -AS 220 3Y);
- wysuszenie próbki w temperaturze do 60°C do stałej masy i zmielenie próbki na młynku Retsch RM 200, zgodnie z PN-EN 13657:2006, celem przygotowania do oznaczania pierwiastków metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej ICP-OES na aparacie Optima 5300 DV Perkin Elmer. Ogólny węgiel organiczny oznaczono metodą miareczkowania spektrofotometrycznego;
- mineralizację 5g próbki osadów dennych w 50 ml roztworu mineralizacyjnego, zgodnie z PN-EN 13342:2002, celem przygotowania próbki do oznaczania azotu Kjeldahla na aparacie KjelRoc firmy OPSIS metodą miareczkową;
- przygotowanie wyciągu wodnego w stosunku cieczy do fazy stałej 10l/1kg zgodnie z PN-EN 12457-4:2006, celem oznaczenia pH metodą potencjometryczną (ph-metr ELMETRON CP-401), przewodności elektrycznej właściwej metodą konduktometryczną (konduktometr ELMETRON CC-401) oraz fluorków metodą potencjometryczną (aparat ELMETRON CPI-551);
- ekstrakcję ultradźwiękową, celem przygotowania próbki do oznaczenia metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją fluorescencyjną aparatem Thermo Scientific HPLC z detektorem fluorescencyjnym UltiMate 3000 związków organicznych z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych: naftalen, acenaften, antracen, fluoranten, fluoren, piren, fenantren, benzo(e)piren, benzo(a)piren, benzo(a)fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)antracen, chryzen, dibenzo(a,h)antracen, benzo(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3-c,d)piren, perylen,
- ekstrakcję ultradźwiękową, celem przygotowania próbki do oznaczenia aparatem Agilent 7890B GC z detektorem MS/MS związków organicznych: chinoksyfen, dikofol, cypermetryna, chlordekon, heksabromodifenol, toksafen, aklonifen, bifenoks, cybutryna, chlorfenwinfos, bromowane difenyletery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154), heksabromocyklododekan, chlorpiryfos, nonylofenole i oktylofenole, polichlorowane bifenyle, pentachlorobenzen, heksachlorobenzen, Alfa-HCH, Beta-HCH, Gamma-HCH, Delta-HCH, heptachlor i epoksyd heptachloru, DDT (w tym izomer p,p'-DDT), p,p'- DDE, p,p'- DDD, endosulfan, heksachlorobutadien, trifluralina, endryna, aldryna, dieldryna, izodryna, alachlor, 1,2,3- trichloronbenzen, 1,2,4-trichlorobenzen, 1,3,5- trichlorobenzen, pentachlorofenol, acenaftylen, ftalan di(2-etyloheksylu).

Przygotowanie próbek do analizy w Laboratoriach grupy Eurofins obejmowało:

- ekstrakcję próbki osadu dennego rozpuszczalnikiem organicznym, celem przygotowania próbki do oznaczenia substancji organicznych metodami chromatograficznymi (dioksyn i związków dioksynopodobnych metodą chromatografii gazowej ze spektrometrią mas GC-MS/MS, związków tributyllocyny (kation tributyllocyny) metodą chromatografii gazowej ze spektrometrią mas GC-MS/MS, kwasu perfluorooktanosulfonowego i jego pochodnych (PFOS) metodą chromatografii cieczowej ze spektrometrią mas LC-MS/MS, chloroalkanów C10-C13 metodą chromatografii gazowej ze spektrometrią mas GC-MS).

Przygotowanie próbek do analizy w Laboratorium Wessling Polska Sp. z o.o. obejmowało:

- wysuszenie i rozdrobnienie próbki celem oznaczenia rtęci metodą spektrometrii absorpcyjnej z zażęciem na amalgamatorze aparatem Millestone DMA-80.

Wszystkie analizy wykonane zostały przy zastosowaniu technik analitycznych i procedur zapewniających odpowiedni poziom oznaczalności.

W poniższej tabeli zestawiono metody badawcze, dokumenty odniesienia oraz granice oznaczalności i wykrywalności dla poszczególnych wskaźników z uwzględnieniem zakresu badań. W poniższej tabeli przedstawiono również raportowane granice dla próbek, w przypadku których oznaczenie wymagało zastosowania rozcieńczenia lub zażęcia próbki a tym samym podniesienia granicy oznaczalności.

Tabela z wynikami oznaczeń zamieszczona została w załączniku nr 3.

Tabela 1 Zestawienie metod badawczych, dokumentów odniesienia, granic oznaczalności i wykrywalności dla wskaźników fizyko-chemicznych analizowanych osadów dennych

Lp.	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Procedura laboratoryjna	Jednostka	Granica oznaczalności	Dokładność zapisu granicy oznaczalności	Granica wykrywalności	Niepewność złożona względna [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4.4.1. Odczyn pH	Metoda potencjometryczna	PN-ISO 10390:1997	nie dotyczy		2,0	1	2,00	0,00
2	4.4.2. przewodność elektrolityczna w 20 °C	Metoda konduktometryczna	PN-ISO 11265+AC1:1997	nie dotyczy	µS/cm	10	0	5	4,50
3	4.4.4. Arsen	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F-01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	3,00	2	1,5	25,00
4	4.4.12. Kadm	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F-01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,05	2	0,025	15,00
5	4.4.7. Chrom ogólny	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F-01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,30	2	0,15	20,00
6	4.4.16. Miedź	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F-01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,40	2	0,2	20,00
7	4.4.18. Nikiel i jego związki	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F-01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,40	2	0,2	15,00
8	4.4.20. Ołów i jego związki	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F-01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	1,00	2	0,5	15,00
9	4.4.9. Cynk	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F-01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,50	2	0,25	20,00
10	4.4.23. Siarka	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F-01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	1,00	2	0,5	30,00
11	4.4.47. Naftalen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	20,00
12	4.4.43. Fenantren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	20,00
13	4.4.33. Antracen	Wysokosprawna chromatografia	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	20,00

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W ROKU 2022

Zadanie 5. Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku.”



OBiKŚ

Lp.	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Procedura laboratoryjna	Jednostka	Granica oznaczalności	Dokładność zapisu granicy oznaczalności	Granica wykrywalności	Niepewność złożona względna [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	4.4.44. Fluoranten	cięczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD) Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	25,00
15	4.4.41. Chryzen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	25,00
16	4.4.34. Benzo(a)antracen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	25,00
17	4.4.36. Benzo(e)piren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	25,00
18	4.4.37. Benzo(b)fluoranten	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	25,00
19	4.4.39. Benzo(g,h,i)perylene	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	20,00
20	4.4.31. Acenaften	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	25,00
21	4.4.45. Fluoren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	25,00
22	4.4.49. Piren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	20,00
23	4.4.40. Benzo(k)fluoranten	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	25,00

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W ROKU 2022

Zadanie 5. Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku.”



OBIKS

Lp.	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Procedura laboratoryjna	Jednostka	Granica oznaczalności	Dokładność zapisu granicy oznaczalności	Granica wykrywalności	Niepewność złożona względna [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	4.4.38. Benzo(e)piren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	30,00
25	4.4.46. Indeno(1,2,3-c,d)piren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	20,00
26	4.4.42. Dibenzo(a,h)antracen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	35,00
27	4.4.57. Polichlorowane bifenyle (suma kongenerów nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwyty elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
28	4.4.50. Polichlorowane bifenyle (kongener nr 28)	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwyty elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
29	4.4.51. Polichlorowane bifenyle (kongener nr 52)	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwyty elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
30	4.4.52. Polichlorowane bifenyle (kongener nr 101)	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwyty elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
31	4.4.53. Polichlorowane bifenyle (kongener nr 118)	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwyty elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
32	4.4.54. Polichlorowane bifenyle (kongener nr 138)	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwyty elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
33	4.4.55. Polichlorowane bifenyle (kongener nr 153)	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwyty elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
34	4.4.56. Polichlorowane bifenyle (kongener nr 180)	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwyty elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
35	4.4.89. Heptachlor	Chromatografia gazowa ze tandemową	PB//57/A:31.03.2017 na	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0008	4	0,0004	45,00

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W ROKU 2022

Zadanie 5. Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku.”



OBiKŚ

Lp.	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Procedura laboratoryjna	Jednostka	Granica oznaczalności	Dokładność zapisu granicy oznaczalności	Granica wykrywalności	Niepewność złożona względna [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		spektrometrią mas (GC-MS/MS)	podstawie PN-ISO 10382:2007						
36	4.4.88. Epoksyd heptachloru	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0008	4	0,0004	45,00
37	4.4.96. Dieldryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	35,00
38	4.4.99. Izodryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	35,00
39	4.4.77. DDT - izomer para-para	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
40	4.4.75. DDD - izomer para-para	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
41	4.4.76. DDE - izomer para-para	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
42	4.4.97. Aldryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	35,00
43	4.4.98. Endryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	35,00
44	4.4.24. Srebro	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,10	2	0,05	15,00
45	4.4.6. Bar	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,10	2	0,05	25,00
46	4.4.13. Kobalt	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,20	2	0,1	30,00
47	4.4.14. Magnez	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,70	2	0,35	15,00

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W ROKU 2022

Zadanie 5. Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku.”



OBIKŚ

Lp.	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Procedura laboratoryjna	Jednostka	Granica oznaczalności	Dokładność zapisu granicy oznaczalności	Granica wykrywalności	Niepewność złożona względna [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		OES)	PB//13/F:01.10.2021						
48	4.4.17. Molibden	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,40	2	0,2	15,00
49	4.4.8. Cyna	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	2,00	2	1	25,00
50	4.4.25. Stront	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,30	2	0,15	20,00
51	4.4.27. Wanał	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,50	2	0,25	15,00
52	4.4.28. Wapń	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	1,00	2	0,5	20,00
53	4.4.29. Żelazo	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,40	2	0,2	20,00
54	4.4.15. Mangan	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,10	2	0,05	15,00
55	4.4.10. Fosfor ogólny	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	5,00	2	2,5	15,00
56	4.4.26. Tytan	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	0,10	2	0,5	25,00
57	4.4.11. Glin	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	1,00	2	0,5	15,00
58	4.4.21. Potas	Emisyjna spektrometria optyczna (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/F:01.10.2021	nie dotyczy	mg/kg sm	100	0	50	15,00
59	4.4.22. Rteć i jej związki	Atomowa spektrometria absorpcyjna z amalgamacją - CVAAS	WES 503 wvd.09 z dnia 29.09.2020r.	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0010	4	0,0005	35,00
60	4.4.139. Pentachlorobenzen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22155:2016-07	nie dotyczy	mg/kg sm	0,00001	5	0,000005	40,00
61	4.4.48. Perylen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	40,00

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W ROKU 2022

Zadanie 5. Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku.”



OBIKŚ

Lp.	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Procedura laboratoryjna	Jednostka	Granica oznaczalności	Dokładność zapisu granicy oznaczalności	Granica wykrywalności	Niepewność złożona względna [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
62	4.4.78. DDT całkowity	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/157/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
63	4.4.79. Endosulfan	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/157/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0003	4	0,00015	30,00
64	4.4.5. Azot Kjeldahla (Norg + NNH4)	Metoda miareczkowa	PN-EN 13342:2002	nie dotyczy	mg/kg sm	0,01	2	0,005	22,00
65	4.4.32. Acenafitylen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/157/A:31.03.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,003	3	0,0015	30,00
66	4.4.30. Fluorki	Metoda potencjometryczna	PN-EN 12457-4:2006; PN-78/C-04588/03	nie dotyczy	mg/kg sm	1,0	1	0,5	25,00
67	4.4.133. Heksachlorobutadien	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/157/A:31.03.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0003	4	0,00015	40,00
68	4.4.71. 1,2,4-trichlorobenzen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22155:2016-07	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
69	4.4.124. Chlorfenwinfos	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/157/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,00002	5	0,00001	40,00
70	4.4.118. C10-C13 - chloroalkany	Chromatografia gazowa ze spektrometrią mas (GC-MS)	Procedura własna	nie dotyczy	mg/kg sm	0,1	1	0,05	40,00
71	4.4.102. Związki trybutylowy (kation trybutylowy)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	XP T 90-250	nie dotyczy	µg/kg sm	0,01	2	0,005	50,00
72	4.4.64. Difenyletery bromowane (suma kongenerów o nr 28, 47, 99, 100, 153, 154)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22032:2009	nie dotyczy	mg/kg sm	0,00005	5	0,000025	40,00
73	4.4.94. Nonylofenole (4-nonylofenol)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/157/A:31.03.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0006	4	0,0003	45,00
74	4.4.95. Oktylofenole (4-(1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/157/A:31.03.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,01	2	0,005	45,00
75	4.4.143. Trifluralina	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/157/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	40,00

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W ROKU 2022

Zadanie 5. Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku.”



OBIKŚ

Lp.	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Procedura laboratoryjna	Jednostka	Granica oznaczalności	Dokładność zapisu granicy oznaczalności	Granica wykrywalności	Niepewność złożona względna [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
76	4.4.129. Dikofol	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	45,00
77	4.4.136. kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS)	Chromatografia cieczowa ze spektrometrią mas (LC-MS/MS)	Procedura własna	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
78	4.4.119. Chinoksyfen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
79	4.4.110. Dioksyiny i związki dioksynopodobne	Chromatografia gazowa z spektrometrią mas (GC-MS/MS)	Metoda wewnętrzna GLS DF 130:2021-08-20	nie dotyczy	ng/kg sm	2,2	1	1,1	25,00
80	4.4.127. Cypermetryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
81	4.4.130. Heksabromocyklododekan	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
82	4.4.123. Chlordekon	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	45,00
83	4.4.141. Toksafen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	45,00
84	4.4.113. Alachlor	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	35,00
85	4.4.125. Chlorpiryfos	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
86	4.4.112. Aklonifen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0005	4	0,00025	40,00

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W ROKU 2022

Zadanie 5. Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku.”



OBiKS

Lp.	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Procedura laboratoryjna	Jednostka	Granica oznaczalności	Dokładność zapisu granicy oznaczalności	Granica wykrywalności	Niepewność złożona względna [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
87	4.4.117. Bifenoks	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0005	4	0,00025	40,00
88	4.4.126. Cybutryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
89	4.4.70. 1,2,3-trichlorobenzen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22155:2016-07	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
90	4.4.74. 1,3,5-trichlorobenzen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22155:2016-07	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
91	4.4.131. Heksabromodifenol	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	40,00
92	4.4.83. Ftalan di(2-etyloheksyliu)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,05	2	0,025	40,00
93	4.4.35. Benzo(a)fluoranten	Wysokoprężna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	25,00
94	4.4.19. Ogólny węgiel organiczny	Miarczkowanie spektrofotometryczne	PN-ISO 14235:2003	nie dotyczy	% sm	0,10	2	0,05	30,00
95	4.4.140. Pentachlorofenol	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-ISO 14154:2008	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
96	4.4.132. Heksachlorobenzen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22155:2016-07	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	30,00
97	4.4.65. Heksachlorocykloheksan	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	30,00
98	4.4.67. Heksachlorocykloheksan (beta)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	30,00
99	4.4.68. Heksachlorocykloheksan (gamma)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	30,00
100	4.4.69. Heksachlorocykloheksan (delta)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	30,00

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W ROKU 2022
Zadanie 5. Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior
w 2022 roku.”



Lp.	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Procedura laboratoryjna	Jednostka	Granica oznaczalności	Dokładność zapisu granicy oznaczalności	Granica wykrywalności	Niepewność złożona względna [%]
1	2	3	4 10382:2007	5	6	7	8	9	10

Objaśnienia:
sm – sucha masa

2.4 Kryteria oceny osadów dennych

Ocenę jakości osadów dennych przeprowadzono w oparciu o następujące kryteria:

- **kryterium ekotoksykologiczne EQS - podstawowe**, umożliwiające ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne na podstawie określonych wartości granicznych EQS, wykorzystywanych do rozdzielenia dobrego od złego stanu chemicznego osadów wodnych (wg GIOŚ 2015).
- **kryterium ekotoksykologiczne (substancje organiczne) - dodatkowe**, umożliwiające ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003);

2.4.1 Kryterium ekotoksykologiczne EQS

Kryterium ekotoksykologiczne uwzględniające wartości graniczne EQS (Środowiskowe Normy Jakości - Environmental Quality Standards) umożliwia ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. Kryterium to uwzględnia substancje priorytetowe i niektóre inne substancje zanieczyszczające, określone w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/39/UE z dnia 12 sierpnia 2013 r.

Wyznaczone wartości EQS stanowią podstawę do rozdzielenia dobrego od złego stanu chemicznego osadów wodnych.

Wartości EQS (dla osadu wilgotnego z uwzględnieniem współczynnika podziału osad/woda ($K_{osad-woda}$)) dla substancji priorytetowych w osadach rzek i jezior Polski zostały obliczone przy zastosowaniu wzoru podanego poniżej, zaproponowanego w Guidance Document No.27 - Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards (TGD No. 27).

$$QS_{osadEqP, w.m.} = \frac{K_{osad-woda}}{RHO_{osad}} \times QS_{EQSwoda} \times 1000$$

gdzie:

$QS_{osad EqP, w.m.}$ - norma jakości dla osadu wilgotnego (wilgotna masa) w oparciu o współczynnik podziału osad/woda

$K_{osad-woda}$ - współczynnik podziału osad/woda

RHO_{osad} - gęstość objętościowa osadu wilgotnego

$QS_{EQSwoda}$ - środowiskowa norma jakości dla wód powierzchniowych śródlądowych

Do wyznaczenia współczynnika podziału woda/osad dla osadów o 5% zawartości węgla organicznego (TOC) zastosowano wzór poniżej:

$$K_{osad-woda} = F_{pow_{osad}} \times K_{osad-woda} + F_{woda_{osad}} + F_{st_{osad}} \times \frac{K_{p_{osad}}}{1000} \times RHO_{st}$$

$F_{pow_{osad}}$ - frakcja powietrzna w osadzie (wartość $0 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$)

$F_{woda_{osad}}$ - frakcja wodna w osadzie (wartość $0,8 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$)

$F_{st_{osad}}$ - frakcja stała w osadzie (wartość $0,2 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$)

$K_{p_{osad}}$ - współczynnik podziału wyrażony formułą $F_{oc_{osad}} \times K_{oc}$

$F_{oc_{osad}}$ - zawartość węgla organicznego w osadzie (wartość $0,05 \text{ kg kg}^{-1}$ /czyli 5%)

RHO_{st} - gęstość fazy stałej (wartość $2500 \text{ kg}_{st} \text{ m}_{st}^{-3}$)

Po podstawieniu wartości stałych otrzymano formułę:

$$K_{\text{osad-woda}} = 0 + 0,8 + 0,2 \times 0,05 \times K_{\text{oc}} \times 2500/1000$$

$$K_{\text{osad-woda}} = 0,8 + 0,025K_{\text{oc}}$$

gdzie:

$K_{\text{osad-woda}}$ - współczynnik podziału osad/woda

K_{oc} –współczynnik podziału materia organiczna/woda (przyjęty dla antracenu, chloroalkanów C10-C13, naftalenu, chinoksyfenu, cypermetryny, cybutryny, akłonifenu, bifenoksu, trifluoraliny, tributyllocyny, HCH (lindan), chlorfenwinfosu, chloropiryfosu, aldryny, dieldryny, endryny, DDT, endosulfanu, pentachlorofenolu, trichlorobenzenów, alachloru, izodryny z PPDB, nonylofenoli i pentachlorobenzenu, oktylofenoli)

W obliczeniach jako środowiskowe normy jakości dla wód powierzchniowych śródlądowych dla poszczególnych substancji przyjęto wartość AA-EQS (średnia roczna EQS) określoną w załączniku II do DYREKTYWY 2013/39/UE.

Przeliczenie wartości $EQS_{m.m.}$ dla danej substancji priorytetowej wyznaczonej dla wilgotnego osadu na wartość $EQS_{s.m.}$ dla osadu suchego wykonano według wzoru:

$$QS_{\text{osadEqP, s.m.}} = \frac{RHO_{\text{osad, w.m.}}}{RHO_{\text{osad, s.m.}}} \times F \times QS_{\text{osadEqP, w.m.}}$$

gdzie:

$QS_{\text{osadEqP, s.m.}}$ - norma jakości dla osadu suchego (sucha masa) w oparciu o współczynnik podziału osad/woda,

$QS_{\text{osadEqP, w.m.}}$ - norma jakości dla osadu wilgotnego (wilgotna masa) w oparciu o współczynnik podziału osad/woda,

$RHO_{\text{osad, s.m.}}$ – gęstość osadu suchego (przyjęto 2 500 kg/m³ zgodnie z danymi TGD No. 27),

$RHO_{\text{osad, w.m.}}$ – gęstość osadu mokrego (przyjęto 1 300 kg/m³ zgodnie z danymi TGD 27),

F – udział frakcji stałej w osadzie (przyjęto 0,2 zgodnie z TGD 27).

Przyjmując wartości gęstości osadu mokrego, osadu suchego i udział frakcji stałej w osadzie zgodnie z TGD 27 uzyskuje się przelicznik o wartości 2,6 (wyliczony z zależności: 1300/(2500 x 0,2)).

Stąd wartość środowiskowej normy jakości dla osadu suchego - $QS_{\text{osadEqP, s.m.}}$ wynosi:

$$QS_{\text{osadEqP, s.m.}} = 2,6 \times QS_{\text{osadEqP, w.m.}}$$

gdzie:

$QS_{\text{osadEqP, s.m.}}$ - norma jakości dla osadu suchego (sucha masa) w oparciu o współczynnik podziału osad/woda,

$QS_{\text{osadEqP, w.m.}}$ - norma jakości dla osadu wilgotnego (wilgotna masa) w oparciu o współczynnik podziału osad/woda.

W poniższej tabeli przedstawiono kryterium ekotoksykologiczne, umożliwiające ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne na podstawie określonych wartości granicznych EQS, wykorzystywanych do rozdzielenia dobrego od złego stanu chemicznego osadów wodnych (wg GIOŚ 2015).

Tabela 2 Progowe wartości Środowiskowych Norm Jakości EQS w osadach wodnych oraz wartości dopuszczalne innych zanieczyszczeń zalecanych do badań w osadach dennych rzek i jezior

Składnik	Wartość dopuszczalna w osadach
Substancje priorytetowe (µg/kg)	
Alachlor	5,2
Antracen	129
Kadm	2 300
Chloropiryfos	12,1
Endryna	12,9
Izodryna	144
Dichlorodifenylotrchloroetan (DDT) - suma	494,2
Endosulfan	2,7
Heksachlorocykloheksan (HCH)	1
Ołów	41 000
Naftalen	138
Nikiel	43 000
Nonylofenole	695
Oktylofenole	11,0
Pentachlorofenol	229
Związki tributylocyny (kation tributylocyny)	0,011
Trichlorobenzeny (suma)	41
Trifluartina	4,7
Chinoksyfen	177
Aklonifen	43
Bifenoks	4,3
Cybutryna	0,2
Cypermetryna	1,4
Konwencja Sztokholmska (µg/kg)	
Toksafen	6 *
PCB – suma (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)	60 *
Heksabromodifenyl (HBB)	60 ****
Chlordekon	120 ***
Wskaźniki istotne z punktu widzenia oceny stanu jakości osadów (µg/kg)	
Arsen	9 800 **
Srebro	1 000 *
Chrom	43 000 **
Miedź	32 000 **
Cynk	120 000 **
WWA – suma ¹⁾	1 600 **
Pozostałe zanieczyszczenia organiczne (µg/kg)	
Chloroalkany C ₁₀ – C ₁₃	3 991
Aldryna	9,3
Chlordekon	120
Chlorfenwinfos	6,2
Dieldryna	53
Pentachlorobenzen	5,5

Objaśnienia:

- * NYSDEC 1999 - Technical Guidance for Screening Contaminated Sediment, Division of Fish, Wildlife, and Marine Resource
- ** MacDonald i in. 2000 - Development and Evaluation of consensus-based Sediment Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 39: 20–31
- *** Przyjęto wartość jak dla mirexu, ze względu na zbliżone właściwości obu tych związków
- **** Przyjęto wartość jak dla PCB (analogiczna struktura obu tych związków), ze względu na zbyt małą ilość informacji dotyczących występowania HBB i PBB w osadach i informacji ekotoksykologicznych; związki te charakteryzują się wyższą wartością LogKow niż PCB oraz niższą toksycznością niż PCB.
- 1) W tabelach dotyczących oceny jakości osadów wg metodyki D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 (tabela 19, 23), przy określeniu stanu jakości dla wskaźnika suma WWA, jako wynik podawano sumę następujących parametrów: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren.

W części raportu dotyczącej oceny wyników według wskazanych kryteriów oraz analizy danych statystycznych, w przypadku próbek, w których zawartość była poniżej granicy oznaczalności, do analizy przyjmowano zawartość równą połowie granicy oznaczalności. Powyższe założenie przyjęto w oparciu o ustanowione i obowiązujące akty prawa:

- artykuł 5, pkt 1, Dyrektywy Komisji 2009/90/WE z dnia 31 lipca 2009 r. ustanawiającej na mocy dyrektywy 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, specyfikacje techniczne w zakresie analizy i monitorowania stanu chemicznego wód (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 201/36);
- załącznik nr 12, VIII Działanie 4. Klasyfikacja elementów fizykochemicznych, pkt 3; załącznik nr 13, XI Działanie 5. Klasyfikacja elementów fizykochemicznych, pkt 3; załącznik nr 15, VII Działanie 3. Klasyfikacja wskaźników stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych, pkt. 3 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2021 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2021 poz. 1475),

w których określono, iż w przypadku, gdy wartości wskaźników chemicznych w danej próbce znajdują się poniżej granicy oznaczalności, w celu obliczenia średnich wartości, wyniki pomiaru są ustalane na poziomie połowy wartości danej granicy oznaczalności. W przypadku sumy wskaźników chemicznych znajdujących się poniżej granicy oznaczalności, zgodnie z artykułem 5 pkt.3, Dyrektywy Komisji 2009/90/WE z dnia 31 lipca 2009 r., wyniki pomiarów pojedynczych wskaźników poniżej granicy oznaczalności ustala się na poziomie zerowym. Do obliczeń w niniejszym Raporcie przyjęto sumę arytmetyczną poszczególnych wskaźników chemicznych (połowa wartości danej granicy oznaczalności), jednakże w tabelach ocenowych, ocena końcowa (kolor), uwzględnia zapisy ww. Dyrektywy.

2.4.2 Kryterium ekotoksykologiczne (substancje organiczne) – z wykorzystaniem wartości TEC, PEC i MEC

Określenie zanieczyszczenia osadów dennych metalami i substancjami organicznymi może odbywać się metodą wskaźników numerycznych jakości osadów TEC, PEC i MEC.

- TEC (Treshold Effect Concentration) stanowi wartość progową, służącą do identyfikacji stężeń zanieczyszczeń, poniżej których nie przewiduje się szkodliwego oddziaływania na organizmy bentosowe,
- PEC (Probable Effect Concentration) to wartość prawdopodobna, określająca stężenie, przy przekroczeniu którego spodziewane są negatywne oddziaływania na organizmy bentosowe,
- MEC (Midpoint Effects Concentrations) określa stężenie stanowiące średnią wartość pomiędzy stężeniami określonymi wartościami progowymi TEC i PEC,

W poniższej tabeli przedstawiono kryterium ekotoksykologiczne umożliwiające ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003).

Tabela 3 Progowe zawartości pierwiastków śladowych oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych w osadach wodnych

Składnik	Poziom I ≤ TEC	Poziom II >TEC ≤ MEC	Poziom III >MEC ≤ PEC	Poziom IV >PEC
Pierwiastki (mg/kg)				
Arsen	≤ 9,8	9,8 - 21,4	21,4 - 33	>33
Kadm	≤ 0,99	0,99 – 3,0	3,0 – 5,0	>5,0
Chrom	≤ 43	43 – 76,5	76,5 - 110	>110
Miedź	≤ 32	32 - 91	91-150	>150
Nikiel	≤ 23	23 - 36	36 - 49	>49
Ołów	≤ 36	36 - 83	83 - 130	>130
Rtęć	≤ 0,18	0,18 – 0,64	0,64 – 1,1	>1,1
Srebro	≤ 1,6	1,6 – 1,9	1,9 – 2,2	>2,2
Cynk	≤ 120	120 – 290	290 – 460	>460
Mangan ²⁾	≤ 460	460 - 780	780 – 1 100	>1 100
Żelazo ²⁾	≤ 20 000	20 000 – 30 000	30 000 – 40 000	>40 000
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (µg/kg)				
Naftalen	≤ 176	176 - 369	369 - 561	>561
Acenaften	≤ 6,7	6,7 - 48	48 - 89	>89
Acenaftylen	≤ 5,9	5,9 - 67	67 - 128	>128
Antracen	≤ 57,2	57,2 - 451	451 - 845	>845
Fluoren	≤ 77,4	77,4 - 307	307 - 536	>536
Fenantren	≤ 204	204 - 687	687 – 1 170	>1 170
Fluoranten	≤ 423	423 – 1 327	1 327 – 2 230	>2 230
Benzo(a)antracen	≤ 108	108 - 579	579 – 1 050	>1 050
Chryzen	≤ 166	166 - 728	728 – 1 290	>1 290
Piren	≤ 195	195 - 858	858 – 1 520	>1 520
Benzo(b)fluoranten	≤ 240	240 – 6 820	6 820 – 13 400	>13 400
Benzo(k)fluoranten	≤ 240	240 – 6 820	6 820 – 13 400	>13 400

Składnik	Poziom I ≤ TEC	Poziom II >TEC ≤ MEC	Poziom III >MEC ≤ PEC	Poziom IV >PEC
Benzo(a)piren	≤ 150	150 – 800	800 – 1 450	>1 450
Benzo(e)piren	≤ 150	150 – 800	800 – 1 450	>1 450
Benzo(g,h,i)perylen	≤ 170	170 – 1 685	1 685 – 3 200	>3 200
Dibenzo(a,h)antracen	≤ 33	33 - 84	84 - 135	>135
Indeno(1,2,3-cd)piren	≤ 200	200 – 1 700	1 700 – 3 200	>3 200
Suma WWA ¹⁾	≤ 1 610	1 610 – 12 205	12 205 – 22 800	>22 800
Polichlorowane bifenyly (µg/kg)				
PCB – suma (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)	≤ 60	60 - 368	368 - 676	>676
Pestycydy chloroorganiczne (µg/kg)				
Heksachlorobenzen	≤ 3	3 - 62	62 – 120	>120
alfa-HCH	≤ 6	6 – 53	53 – 100	>100
beta-HCH	≤ 5	5 - 108	108 - 210	>210
gamma-HCH (lindan)	≤ 3	3 – 4	4 – 5	>5
Heptachlor i epoksyd	≤ 2,5	2,5 – 9,3	9,3 – 16	>16
Dieldryna	≤ 1,9	1,9 - 32	32 - 62	>62
Dichlorodifenylotrichloro-etan (DDT) - suma (w tym izomer para – para)	≤ 4,2	4,2 – 33,6	33,6 - 63	>63
Endryna	≤ 2,2	2,2 – 104,6	104,6 - 207	>207
Aldryna	≤ 2	2 – 41	41 – 80	>80
Toksafen	≤ 1	1 – 1,5	1,5 – 2	>2
Pozostałe zanieczyszczenia organiczne (µg/kg)				
Ftalan di(2-etyloheksylu)	≤ 580	580 – 22 790	22 790 – 45 000	>45 000
związki tributylowy (kation tributylowy)	≤ 0,52	0,52 – 1,73	1,73 – 2,94	>2,94
1,2-dichlorobenzen	≤ 23	-----	-----	>23
1,4 -dichlorobenzen	≤ 31	31 – 60,5	60,5 - 90	>90
1,2,4-trichlorobenzen	≤ 8	8 – 13	13 - 18	>18
Pentachlorofenol	≤ 150	150 - 175	175 - 200	>200
2,3,7,8- tetrachlorodibenzo-dioksyna (2,3,7,8-TCDD)	≤ 0,85	0,85 – 11,2	11,2 – 21,5	>21,5

¹⁾ W tabelach dotyczących oceny jakości osadów wg metodyki D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 (tabela 19, 23), przy określeniu stanu jakości dla wskaźnika suma WWA, jako wynik podawano sumę następujących parametrów: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren.

²⁾ W przypadku metali Mn i Fe oceny się nie przeprowadza (ze względu na tło geochemiczne).

3 SZCZEGÓŁOWY WYKAZ STANOWISK POMIAROWYCH

Badania osadów dennych, przeprowadzone w 2022 roku na obszarze całej Polski, wykonano w stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych w obrębie 244 punktów pomiarowo-kontrolnych położonych na JCWP rzecznych oraz w 192 punktach pomiarowo-kontrolnych położonych na JCWP jeziornych oraz JCWP rzecznych będących zbiornikami zaporowymi lub w których zbiorniki zaporowe stanowią część tych JCWP.

W załączniku nr 1 przedstawiono w formie tabelarycznej szczegółowy wykaz opróbowanych punktów pomiarowo-kontrolnych wraz z ich charakterystyką. Przedstawiono kod jednolitej części wód, w której leżą, współrzędne lokalizacji stanowiska pomiarowego wraz z danymi administracyjnymi tj. województwo, powiat, gmina. Ponadto w załączniku nr 2 (elektroniczny) zamieszczono geokodowane zdjęcia poszczególnych miejsc poboru tj. cztery fotografie (w kierunku północnym, południowym, wschodnim i zachodnim) oraz jedno ogólne zdjęcie stanowiska pomiarowego.

Precyzyjna lokalizacja punktów opróbowania osadów rzecznych i jeziornych została zamieszczona w wersji elektronicznej jako załącznik nr 4a – *Mapy lokalizacji punktów opróbowania osadów – jcwp rzeczne* oraz jako załącznik 4b - *Mapy lokalizacji punktów opróbowania osadów – jcwp jeziorne*.

4 WYNIKI BADAŃ

4.1 Wyniki badań osadów rzecznych

Wyniki badań laboratoryjnych dla osadów rzecznych zostały przedstawione w załączniku nr 3 (wersja elektroniczna).

4.1.1 Odczyn, przewodność elektrolityczna

Odczyn zbadanych osadów kształtował się na poziomie pH od 5,7 do 7,9. Najniższy poziom pH 5,7 odnotowano w osadach w punkcie: Świerczynka – ujście do Nysy Łużyckiej (most na drodze Dobrzyń – Bucze). Natomiast najwyższą wartość pH 7,9 odnotowano w punkcie Noteć - Milcz.

Przewodność elektrolityczna zmieniała się w zakresie od 568 do 1287 $\mu\text{S/cm}$, średnio wynosiła 676,32 $\mu\text{S/cm}$. Najniższą przewodność, tj. 568 $\mu\text{S/cm}$ odnotowano w punkcie Wisła - jaz w Ustroniu Obłączu.

W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe parametry statystyczne dla odczynu oraz przewodności elektrolitycznej w zakresie: wartości minimalnej, wartości maksymalnej, średniej arytmetycznej, średniej geometrycznej, mediany, odchylenia standardowego.

Tabela 4 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna

Parametr	Jednostka	Średnia arytmetyczna	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
1	2	3	4	5	6	7	8
odczyn	pH	-	-	-	5,7	7,9	-
przewodność	[$\mu\text{S/cm}$]	676	672	652	568	1287	82

Oznaczone wartości dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach (mapy zawartości poszczególnych substancji w osadach) stanowiących załącznik nr 5a (załącznik elektroniczny) do raportu.

4.1.2 Pierwiastki

Srebro [Ag]

Wartość poniżej granicy oznaczalności $<0,10 \text{ mg/kg}$ uzyskano w 235 punktach pomiarowych. Zawartość srebra w pozostałych badanych próbkach kształtowała się w przedziale od $0,12 \text{ mg/kg}$ do $1,75 \text{ mg/kg}$. Najwyższe zawartości odnotowano w punktach: Obrzyca - ujście do Odry (ujęcie wody powierzchniowej "Sadowa") ($0,71 \text{ mg/kg}$) oraz Kanał Gliwicki, Gliwice Marina ($1,75 \text{ mg/kg}$).

Arsen [As]

W 162 punktach stężenie arsenu w zbadanych próbkach osadów kształtowało się poniżej granicy oznaczalności, tj. $<3,0 \text{ mg/kg}$. W pozostałych punktach zawartość arsenu w badanych próbkach kształtowała się w przedziale od $3,03 \text{ mg/kg}$ do $55,50 \text{ mg/kg}$.

Najwyższe wartości odnotowano w punktach: Orlanka Chрабоły (55,20 mg/kg), Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (55,50 mg/kg).

Bar [Ba]

Zawartości tego pierwiastka w zbadanych punktach kształtowały się w przedziale od 4,17 do 2703,00 mg/kg. Średnia, średnia geometryczna i mediana wynosiły odpowiednio 95,86 mg/kg, 42,03 mg/kg oraz 41,80 mg/kg. Najniższe wartości baru odnotowano w punktach: Piwonia - Koczergi (4,17 mg/kg) oraz Zbiornik Siemianówka - basen główny (4,47 mg/kg). Najwyższą wartość odnotowano w punkcie Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (2703,00 mg/kg) oraz Stoła - ujście do Małej Panwi m. Potępa (1444,79 mg/kg).

Kadm [Cd]

W 204 punktach, zawartość kadmu w zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg. W pozostałych punktach wartości kształtowały się w przedziale 0,050 – 77,600 mg/kg. Największe stężenia odnotowano w punktach: Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (57,600 mg/kg), Stoła - ujście do Małej Panwi m. Potępa (70,100 mg/kg) oraz Bystrzyca - Sobianowice (77,600 mg/kg).

Kobalt [Co]

W 10 próbkach osadów zawartość pierwiastka kształtowała się poniżej granicy oznaczalności <0,20 mg/kg. W pozostałych punktach zawartości kobaltu w zbadanych osadach rzecznych występowały w zakresie od 0,35 do 40,70 mg/kg, średnia zawartość wyniosła 4,84 mg/kg, średnia geometryczna – 2,61 mg/kg, a mediana – 2,77 mg/kg. Zawartość kobaltu powyżej 30 mg/kg odnotowano w 4 stanowiskach: Bystrzyca - poniżej Świdnicy i powyżej Piławy (31,80 mg/kg), Biała Łądecka - m. Żelazno (32,90 mg/kg), Bystrzyca – Sobianowice (37,10 mg/kg) oraz Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (40,70 mg/kg).

Chrom [Cr]

Zawartości chromu w próbkach osadów rzecznych kształtowały się w bardzo szerokim przedziale, tj. 1,06 mg/kg do 111,0 mg/kg. Średnia zawartość wynosiła 13,17 mg/kg, średnia geometryczna – 7,85 mg/kg, a mediana – 7,10 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w punktach: Bystrzyca - Sobianowice (88,40 mg/kg), Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (94,70 mg/kg), Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (105,0 mg/kg) i Bystrzyca - poniżej Świdnicy i powyżej Piławy (111,0 mg/kg).

Miedź [Cu]

Najniższe stężenia miedzi odnotowano w 3 punktach i kształtowały się one na poziomie poniżej granicy oznaczalności <0,40 mg/kg. W 4 próbkach osadów zawartość pierwiastka kształtowała się na poziomie wyższym niż 100 mg/kg: Bystrzyca - Sobianowice (104,00 mg/kg), Kanał Gliwicki, Gliwice Marina (107,0 mg/kg), Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (186,00 mg/kg) oraz Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (224,00 mg/kg). Średnia zawartość miedzi wynosi 16,89 mg/kg.

Rtęć [Hg]

Zawartości rtęci w zbadanych osadach kształtowały się w przedziale od <0,001 do 0,614 mg/kg.

W 1 próbkę osadów stężenie rtęci przekroczyło poziom 0,500 mg/kg, było to stanowisko pomiarowe: Kłodnica - ujście do Odry (0,614 mg/kg).

Magnez [Mg]

Zawartości magnezu w osadach kształtowały się w przedziale od 55,40 do 106 443,40 mg/kg. Najniższą wartość odnotowano w punkcie Warta - Działoszyn (55,40 mg/kg). Najwyższą wartość tego pierwiastka stwierdzono w punkcie Kanał Palemona - Kwidzyn (106 443,40 mg/kg). Średnia wartość magnezu w badanych próbkach wynosiła 2722,23 mg/kg, średnia geometryczna – 928,48 mg/kg, a mediana – 877,50 mg/kg.

Molibden [Mo]

W 197 punktach zawartość molibdenu w zbadanych próbkach osadów kształtowała się na poziomie poniżej granicy oznaczalności <0,40 mg/kg. W pozostałych punktach wartości kształtowały się od 0,41 mg/kg (Wisła – Przechowo) do 4,42 mg/kg (Wisła – Kiezmark).

Nikiel [Ni]

W 12 zbadanych próbkach zawartość niklu w osadach kształtowała się na poziomie poniżej granicy oznaczalności <0,40 mg/kg. W pozostałych zbadanych próbkach osadów stężenia niklu stwierdzono w przedziale zawartości od 0,77 do 95,90 mg/kg. Średnia, średnia geometryczna i mediana przedstawiały się następująco: 10,06 mg/kg, 4,97 mg/kg i 4,56 mg/kg. Najwyższe wartości zanotowano w punktach: Bystrzyca - Sobianowice (92,40 mg/kg), Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (95,90 mg/kg).

Ołów [Pb]

W 37 punktach pomiarowych zawartość ołowiu znajdowała się na poziomie poniżej granicy oznaczalności <1,0 mg/kg. W pozostałych punktach klasyfikowała się w przedziale od 1,10 do 719,00 mg/kg. Najwyższe wartości oznaczone zostały w punktach: Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (709,00 mg/kg) oraz Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (719,00 mg/kg). Średnia geometryczna wynosi 6,40 mg/kg.

Cyna [Sn]

W 236 punktach zawartość cyny w zbadanych próbkach osadów kształtowała się na poziomie poniżej granicy oznaczalności <2,00 mg/kg. W pozostałych punktach wartości kształtowały się w granicach od 2,40 (Sierpianica - Dwa Młyny oraz Wisła - Przechowo) do 12,10 mg/kg (Kanał Bachorze - Kruszwica).

Stront [Sr]

W 2 punktach pomiarowych zawartość strontu kształtowała się na poziomie poniżej granicy oznaczalności <0,30 mg/kg. W pozostałych zbadanych punktach wartości kształtowały się w przedziale 0,70 – 579,00 mg/kg. Największe wartości, tj. powyżej 300 mg/kg odnotowano w punktach: Kanał Gliwicki, Gliwice Marina (359,00 mg/kg), Noteć - Milcz (481,00 mg/kg)

oraz Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (579,00 mg/kg). Średnia zawartość strontu w osadach wyniosła 35,75 mg/kg.

Wanad [V]

W 15 punktach stężenia wanadu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,50 mg/kg. W pozostałych punktach wartości kształtowały się w przedziale 0,83 – 123,00 mg/kg. Najwyższe jego zawartości odnotowano w punktach: Bystrzyca - poniżej Świdnicy i powyżej Piławy (123,00 mg/kg) oraz Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (114,00 mg/kg).

Cynk [Zn]

Zawartość cynku w zbadanych próbkach osadów kształtowała się w zakresie stężeń – od 1,68 do 5920 mg/kg. Najwyższe stężenia zostały oznaczone w osadach pochodzących z punktów: Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (2510,00 mg/kg) oraz Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (5920 mg/kg). Średnia zawartość cynku w badanych próbkach wyniosła 112,80 mg/kg, średnia geometryczna – 38,03 mg/kg, a mediana – 40,40 mg/kg.

Wapń [Ca]

W zbadanych punktach, oznaczone wartości kształtowały się w przedziale od 67,40 do 189 000 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w punktach: Obra - most na drodze Trzciel - Pszczew (157 000 mg/kg) i Noteć - Milcz (189 000 mg/kg). Średnia geometryczna wartość wapnia w badanych próbkach wyniosła 3552,17 mg/kg.

C_{org.} - węgiel organiczny (TOC)

Zawartość węgla organicznego w przebadanych próbkach oznaczono w przedziale od 0,18 % do 14,90 % s.m. Średnia jego zawartość wyniosła 6,07 % s.m., średnia geometryczna – 5,41 % s.m., a mediana 5,79 %.

Żelazo [Fe]

Zawartość żelaza w osadach rzek zmieniała się w zakresie od 389 do 106 608 mg/kg. Najniższe wartości odnotowano w punktach: Kanał Gniewoszowsko-Kozienicki - Wójtostwo, uj. do Zagożdżonki (389 mg/kg) i Bug - Dorohusk (550 mg/kg). Najwyższe wartości, powyżej 50 000 mg/kg odnotowano w 6 punktach: Wisznia - Michałówka (55529 mg/kg), Raczyna - Śliwice (57831 mg/kg), Świerczynka – ujście do Nysy Łużyckiej (most na drodze Dobrzyń - Bucze) (62262 mg/kg), Kanał Branicki - ujście do Pszczynki (68704 mg/kg), Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (74801 mg/kg) oraz Orlanka – Chraboły (106 608 mg/kg).

Mangan [Mn]

Zawartość manganu w osadach zmieniała się w zakresie od 8,45 do 4223,46 mg/kg. Największe wartości, odnotowano w punktach: Kanał Palemona - Kwidzyn (4223,5 mg/kg), Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (3999,0 mg/kg). Najniższą wartość odnotowano w punkcie Żydawka - ujście (8,5 mg/kg). Średnia zawartość tego pierwiastka w osadach wyniosła 358,13 mg/kg, średnia geometryczna – 182,63 mg/kg, a mediana 191,50 mg/kg.

Fosfor [P]

W badanych punktach pomiarowych pierwiastek ten obecny był w zakresie od 22,20 do 13500,00 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 5000 mg/kg odnotowano w punktach: Noteć - Milcz (5200 mg/kg), Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (5750 mg/kg), Orlanka - Chraboły (11300 mg/kg), Kanał Palemona – Kwidzyn (13500 mg/kg). Najniższą wartość odnotowano w punkcie: Kanał Bojadelski - ujście do Obrzycy (m. Uście) (22,20 mg/kg).

Siarka [S]

W zbadanych próbkach osadów wartości siarki kształtowały się w zakresie od 86 do 18669,20 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 16000 mg/kg zanotowano w punktach: Noteć - Gromadno (18669,20 mg/kg) i Kanał Gliwicki, Gliwice Marina (16898 mg/kg). Wartości średniej, średniej geometrycznej i mediany w badanych osadach przedstawiały się odpowiednio: 1454,61 mg/kg, 595,55 mg/kg i 509 mg/kg.

Tytan [Ti]

W 1 punkcie stężenie tytanu w zbadanych próbkach osadów kształtowało się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,10 mg/kg. W pozostałych punktach stężenie tytanu w osadach kształtowało się w przedziale zawartości od 12,0 mg/kg do 4623,91 mg/kg, średnia geometryczna wynosiła – 134,23 mg/kg, a mediana – 141,55 mg/kg. Najwyższą wartość tytanu oznaczono w punkcie Bystrzyca - poniżej Świdnicy i powyżej Piławy.

Glin [Al]

Zawartości glinu w osadach kształtowały się w przedziale od 428,00 do 42874,90 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej 30000 mg/kg stwierdzono w punktach: Raczyzna - Śliwice (31512 mg/kg), Wisznia - Michałowka (32633 mg/kg) i Nysa Kłodzka - Zbiornik Nysa (42875 mg/kg).

Potas [K]

W 41 punktach stężenie potasu w zbadanych próbkach osadów kształtowało się poniżej granicy oznaczalności, tj. <100,00 mg/kg. W pozostałych punktach zawartości potasu w osadach kształtowały się w przedziale od 100 do 13318 mg/kg. Najwyższą wartość stwierdzono w punkcie Bystrzyca - poniżej Świdnicy i powyżej Piławy.

Azot [N]

Wartości azotu w badanych próbkach osadów kształtowały się od 30,43 do 38816,00 mg/kg. Najniższą wartość, tj. poniżej 50 mg/kg zanotowano w punkcie: Zielawa - Woskrzenice (30,43 mg/kg). Największe wartości odnotowano w punktach: Tanew - Wólka Tanewska (38816 mg/kg) oraz San - Procisne (32760 mg/kg). Średnia zawartość azotu w badanych próbkach wynosiła 2427,23 mg/kg, średnia geometryczna – 1115,73 mg/kg, a mediana – 952,50 mg/kg.

W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe parametry statystyczne dla każdego wskaźnika w zakresie: wartości minimalnej, wartości maksymalnej, średniej arytmetycznej, średniej geometrycznej, mediany, odchylenia standardowego.

Dla wskaźników, dla których w części wyników został wskazany wynik poniżej granicy oznaczalności do analizy przyjmowano połowę wartości granicy oznaczalności.

Tabela 5 Podstawowe parametry statystyczne – pierwiastki

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Srebro	mg/kg	0,07	0,05	0,05	0,05	1,75	0,12
Arsen	mg/kg	4,06	2,48	1,50	1,50	55,50	6,74
Bar	mg/kg	95,86	42,03	41,80	4,17	2703,00	228,47
Kadm	mg/kg	1,04	0,04	0,03	0,03	77,60	7,67
Kobalt	mg/kg	4,84	2,61	2,77	0,10	40,70	5,94
Chrom	mg/kg	13,17	7,85	7,10	1,06	111,00	16,37
Miedź	mg/kg	16,89	9,84	9,59	0,20	224,00	24,33
Rtęć	mg/kg	0,046	0,014	0,018	0,001	0,614	0,084
Magnez	mg/kg	2722,23	928,48	877,50	55,40	106443,40	7917,58
Molibden	mg/kg	0,41	0,28	0,20	0,20	4,42	0,59
Nikiel	mg/kg	10,06	4,97	4,56	0,20	95,90	13,31
Olów	mg/kg	22,95	6,40	6,85	0,50	719,00	72,71
Cyna	mg/kg	1,16	1,05	1,00	1,00	12,10	1,10
Stront	mg/kg	35,75	13,82	12,00	0,15	579,00	67,16
Wanad	mg/kg	12,96	6,38	7,07	0,25	123,00	16,34
Cynk	mg/kg	112,80	38,03	40,40	1,68	5920,00	426,04
Wapń	mg/kg	11944,74	3552,17	2915,00	67,40	189000,00	23693,93
Ogólny węgiel organiczny	% s.m.	6,07	5,41	5,79	0,18	14,90	2,66
Żelazo	mg/kg	11110,98	5986,04	5240,00	389,00	106608,27	14101,88
Mangan	mg/kg	358,13	182,63	191,50	8,45	4223,46	532,67
Fosfor	mg/kg	608,33	265,08	235,50	22,20	13500,00	1339,87
Siarka	mg/kg	1454,61	595,55	509,00	86,00	18669,20	2823,73
Tytan	mg/kg	213,60	134,23	141,55	0,05	4623,91	344,43
Glin	mg/kg	5150,41	2929,64	2339,80	428,00	42874,90	6408,94
Potas	mg/kg	843,46	410,85	416,50	50,00	13318,00	1243,63
Azot	mg/kg	2427,23	1115,73	952,50	30,43	38816,00	4385,01

Wyniki dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach stanowiących załącznik nr 5a (załącznik elektroniczny) do raportu.

4.1.3 Związki organiczne i fluorki

Zawartość sumy WWA¹ w osadach rzecznych kształtowała się w zakresie do 48371,00 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w punktach: Czarna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań) (39760,00 mg/kg), Kanał Gliwicki, Gliwice Marina (48371,00 mg/kg).

Stężenia naftalenu w zbadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 3,24 mg/kg. Wartości poniżej granicy oznaczalności uzyskano w 41 punktach pomiarowych, natomiast najwyższe wartości, tj. powyżej 1,0 mg/kg, oznaczono w punktach: Bierawka - ujście do Odry" (1,01 mg/kg), Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (1,10 mg/kg) oraz Kanał Gliwicki, Gliwice Marina (3,24 mg/kg).

W przypadku acenaftylenu w 150 zbadanych próbkach osadów jego zawartość wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<0,003 mg/kg). W pozostałych stanowiskach pomiarowych stężenia kształtowały się od 0,003 do 1,81 mg/kg. Najwyższą wartość oznaczono w punkcie Bierawka - ujście do Odry.

W 139 stanowiskach pomiarowych stężenia acenaftenu kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych stanowiskach pomiarowych stężenia kształtowały się od 0,005 do 5,75 mg/kg. Najwyższą wartość oznaczono w punkcie Kanał Gliwicki, Gliwice Marina.

Zawartości fluorenu w zbadanych osadach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 4,25 mg/kg. W 135 punktach zawartości fluorenu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności. Najwyższe stężenie zostało oznaczone w punktach: Kanał Gliwicki, Gliwice Marina (4,25 mg/kg) oraz Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (0,588 mg/kg).

Zawartości fenantrenu w zbadanych próbkach zawierały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 14,015 mg/kg. Wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,005 mg/kg) odnotowano w 46 stanowiskach pomiarowych. Wartości średniej i średniej geometrycznej w badanych osadach przedstawiały się odpowiednio: 0,252 mg/kg i 0,029 mg/kg.

Zawartości antracenu w zbadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 2,2 mg/kg. Najwyższą wartość odnotowano w punktach: Kanał Gliwicki, Gliwice Marina. Wyniki poniżej granicy oznaczalności obserwowano w 111 próbkach.

W 38 stanowiskach pomiarowych zawartości fluorantenu kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych stanowiskach pomiarowych stężenia fluorantenu stwierdzono w przedziale zawartości od 0,005 do 10,5 mg/kg. Najwyższe wartości stężeń odnotowano w punkcie Czarna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań).

W 49 stanowiskach pomiarowych stężenia pirenu kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych osadach zawartości pirenu stwierdzono

¹ Za sumę WWA uznaje się sumę następujących parametrów: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren.

w przedziale od 0,005 do 4,9 mg/kg. Najwyższe stężenie odnotowano w punkcie Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny.

Zawartości **benzo(a)antracenu** w przebadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg (60 ppk) do 2,46 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 2,00 mg/kg wystąpiły w 2 zbadanych próbkach: Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (2,27 mg/kg), Czarna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań) (2,46 mg/kg).

Stężenia **chryzenu** w zbadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg (52 ppk) do 3,25 mg/kg. Najwyższe wartości chryzenu w osadach zostały oznaczone w ppk Czarna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań).

W 51 punktach, stężenia **benzo(b)fluorantenu** w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych osadach zawartości **benzo(b)fluorantenu** stwierdzono w przedziale od 0,005 do 2,76 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 2,0 mg/kg odnotowano w punktach: Czarna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań) (2,53 mg/kg), Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (2,76 mg/kg).

W 75 punktach, stężenia **benzo(k)fluorantenu** w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych osadach zawartości **benzo(k)fluorantenu** stwierdzono w przedziale od 0,005 do 1,19 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 1,0 mg/kg odnotowano w punktach: Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (1,09 mg/kg) oraz Czarna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań) (1,19 mg/kg).

Stężenia **benzo(e)pirenu** w 72 próbkach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. Pozostałe badane próbki znajdowały się w przedziale od 0,005 do 1,96 mg/kg. Najwyższa wartość **benzo(a)pirenu** w osadach, tj. powyżej 1,90 mg/kg została oznaczona w punktach: Świder - Dębinka, uj. do Wisły (1,93 mg/kg) oraz Tanew - Wólka Tanewska (1,96 mg/kg).

W 114 punktach stężenia **benzo(a)fluorantenu** w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych osadach zawartości **benzo(a)fluorantenu** stwierdzono w przedziale od 0,005 do 0,462 mg/kg. W jednym punkcie Czarna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań) stwierdzono najwyższą wartość 0,462 mg/kg.

Zawartości **benzo(g,h,i)perylenu** w 66 zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 1,0 mg/kg odnotowano w punktach: Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (1,16 mg/kg) oraz Czarna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań) (1,82 mg/kg).

W 57 punktach stężenia **benzo(a)pirenu** w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych próbkach zawartości **benzo(a)pirenu** stwierdzono w przedziale od 0,005 do 2,450 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 1,5 mg/kg, odnotowano w punktach: Ścinawka - poniżej Golińska (pow. Starostina) (1,570 mg/kg), Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (1,980 mg/kg), Czarna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań) (2,45 mg/kg).

Stężenia **indeno(1,2,3-c,d)pirenu** w zbadanych osadach zawierały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 2,030 mg/kg. Wartości poniżej granicy

oznaczalności uzyskano w 11 punktach, natomiast z wynikiem powyżej wartości średniej (0,102 mg/kg), oznaczono 59 próbek. Najwyższe wartości, tj. powyżej 1,0 mg/kg zostały oznaczone w punktach: Ścinawka - poniżej Golińska (pow. Starostina) (1,300 mg/kg), Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (1,360 mg/kg) oraz Czerna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań) (2,030 mg/kg).

Stężenia **dibenzo(a,h)antracenu** w próbkach zawierały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 0,976 mg/kg. Stężenia w 106 punktach zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w punktach: Czerna Wielka - ujście do Bobru (m. Żagań) (0,976 mg/kg) oraz Ścinawka - poniżej Golińska (pow. Starostina) (0,510 mg/kg).

We wszystkich badanych punktach stężenia **perylenu** w osadach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg.

We wszystkich 244 badanych punktach stężenie **polichlorowanych bifenyli** w osadach kształtowało się poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg). Granica oznaczalności <0,001 mg/kg, to wartość wyznaczona dla każdego kongeneru z osobna.

W przypadku **pentachlorobenzenu** we wszystkich zbadanych próbkach osadów jego zawartość wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<0,00001 mg/kg).

Stężenia **heksachlorobenzenu** w osadach we wszystkich badanych punktach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,001 mg/kg.

We wszystkich badanych punktach stężenia: **alfa-HCH**, **beta-HCH**, **gamma-HCH** oraz **delta-HCH** znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,001 mg/kg.

Wszystkie wyniki oznaczeń dla **heptachloru** i **epoksydu heptachloru** znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (0,0008 mg/kg).

Wszystkie wyniki oznaczeń dla **dieldryny** oraz **izodryny** w badanych próbkach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,0001 mg/kg.

Zawartości wskaźnika **DDT całkowity** we wszystkich próbkach badanych osadów dennych znajdowały się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,0001 mg/kg.

We wszystkich badanych punktach stężenia **p'p'-DDE** oraz **p'p'-DDD** znajdowały się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,0001 mg/kg.

We wszystkich badanych punktach stężenie **endosulfanu** znajdowało się poniżej granicy oznaczalności, tj. < 0,0003 mg/kg.

Ftalan di(2-etyloheksylu) oznaczany był w osadach pochodzących z 55 punktów. W 29 przebadanych próbkach stężenie ftalanu di(2-etyloheksylu) znajdowało się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,05 mg/kg. W pozostałych próbkach zawartości Ftalanu di(2-etyloheksylu) stwierdzono w przedziale od 0,059 do 9,350 mg/kg.

Chloroalkany C₁₀-C₁₃ oznaczane były w 55 punktach, w każdej z przebadanych próbek zawartości chloroalkanów znajdowały się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,10 mg/kg.

Fluorki oznaczane były w osadach pochodzących z 55 punktów - w 40 z nich zawartości kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <1,0 mg/kg. W pozostałych punktach oznaczone wartości fluorków znajdowały się w przedziale od 1,0 mg/kg do 5,40 mg/kg. Najwyższą wartość zanotowano w punkcie Nysa Łużycka - Pieńsk/Deschka.

Chlorfenwinfos oznaczany był w osadach pochodzących z 55 punktów, w każdym z nich zawartość wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<0,00002 mg/kg).

Suma bromowanych difenyloeterów (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154) oznaczana była w osadach pochodzących z 55 stanowisk. Wszystkie wyniki znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (<0,00005 mg/kg).

Związki tributyllocyny oznaczane były w osadach pochodzących z 55 stanowisk. Wszystkie wyniki znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,00001 mg/kg.

Heksachlorobutadien oznaczany był w 55 punktach, wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności (<0,0003 mg/kg).

1,2,3-trichlorobenzen, 1,2,4-trichlorobenzen oraz 1,3,5-trichlorobenzen oznaczane były w 55 stanowiskach pomiarowych. Wartości wszystkich przebadanych próbek w zakresie 1,2,3-trichlorobenzenu, 1,2,4-trichlorobenzenu oraz 1,3,5-trichlorobenzenu znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg).

Zawartości wskaźników **nonylofenole (4-nonylofenol), oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol), pentachlorofenol** oraz **trifluarlina** w osadach oznaczane były w 55 punktach - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności, tj. odpowiednio <0,0006 mg/kg; <0,01 mg/kg; <0,001 mg/kg; <0,001 mg/kg.

Dikofol oznaczany był w 55 stanowiskach pomiarowych - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg//kg).

Kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS) oznaczane były w 55 stanowiskach pomiarowych. We wszystkich badanych stanowiskach stężenie kwasu perfluorooktano-sulfonowego znajdowało się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,0001 mg/kg.

Chinoksyfen oznaczany był w 55 stanowiskach pomiarowych. We wszystkich punktach pomiarowych stężenia chinoksyfenu znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,0001 mg/kg.

Dioksyny i związki dioksynopodobne zostały przebadane w 55 próbkach osadów dennych. Zawartości dioksyn i związków dioksynopodobnych znajdowała się w przedziale od 0,00078 do 0,016 µg/kg.

Cypermetryna, heksabromocyklododekan, chlordekon, heksabromodifenol i toksafen oznaczane były w 55 stanowiskach pomiarowych. W każdej z przebadanych próbek parametry te znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg).

Endryna i aldryna zostały przebadane w 244 punktach, w każdym ze stanowisk zawartość endryny i aldryny znajdowała się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,0001 mg/kg.

Alachlor oraz chlorpiryfos były oznaczane w 55 punktach - wszystkie wyniki oznaczeń wyniosły poniżej granicy oznaczalności tj. kolejno <0,001 mg/kg, <0,0001 mg/kg.

Aklonifen, bifenoks oraz cybutryna były oznaczane w 55 próbkach. We wszystkich przebadanych próbkach wyniki oznaczeń znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. kolejno <0,0005 mg/kg, <0,0005 mg/kg oraz <0,0001 mg/kg.

W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe parametry statystyczne dla każdego wskaźnika w zakresie: wartości minimalnej, wartości maksymalnej, średniej arytmetycznej, średniej geometrycznej, mediany, odchylenia standardowego.

Dla wskaźników, dla których w części wyników został wskazany wynik poniżej granicy oznaczalności do analizy przyjmowano połowę wartości granicy oznaczalności.

Tabela 6 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne i fluorki

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Naftalen	[mg/kg s.m]	0,0656	0,01875	0,0175	0,0025	3,2400	0,2369
Fenantren	[mg/kg s.m]	0,2522	0,02914	0,0255	0,0025	14,0150	1,1970
Antracen	[mg/kg s.m]	0,0457	0,00973	0,0070	0,0025	2,2000	0,1701
Fluoranten	[mg/kg s.m]	0,3862	0,06464	0,0770	0,0025	10,5000	1,0761
Chryzen	[mg/kg s.m]	0,1753	0,03769	0,0390	0,0025	3,2500	0,3803
Benzo(a)antracen	[mg/kg s.m]	0,1183	0,02674	0,0265	0,0025	2,4600	0,2797
Benzo(a)piren	[mg/kg s.m]	0,1182	0,02833	0,0300	0,0025	2,4500	0,2674
Benzo(a)fluoranten	[mg/kg s.m]	0,0228	0,00806	0,0060	0,0025	0,4620	0,0512
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg s.m]	0,0776	0,02023	0,0195	0,0025	1,8200	0,1782
Acenaftylen	[mg/kg s.m]	0,0375	0,00465	0,0015	0,0015	1,8100	0,1563
Acenaften	[mg/kg s.m]	0,0467	0,00655	0,0025	0,0025	5,7500	0,3741
Fluoren	[mg/kg s.m]	0,0423	0,00721	0,0025	0,0025	4,2500	0,2780
Piren	[mg/kg s.m]	0,2445	0,04653	0,0565	0,0025	4,9000	0,6118
Benzo(b)fluoranten	[mg/kg s.m]	0,1509	0,03493	0,03650	0,0025	2,7600	0,3288
Benzo(k)fluoranten	[mg/kg s.m]	0,0666	0,01776	0,0175	0,0025	1,1190	0,1443
Benzo(e)piren	[mg/kg s.m]	0,0951	0,02041	0,0185	0,0025	1,9600	0,2464
Indeno(1,2,3-c,d)piren	[mg/kg s.m]	0,1015	0,03605	0,0315	0,0025	2,0300	0,2125
Dibenzo(a,h)antracen	[mg/kg s.m]	0,0359	0,01028	0,0080	0,0025	0,9760	0,0871
Perylen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
WWA - suma	[mg/kg s.m]	1,7500	0,39038	0,3808	0,0315	48,3710	4,8527
Polichlorowane bifenyle (nr 28)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyle (nr 52)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyle (nr 101)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyle (nr 118)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Polichlorowane bifenyleny (nr 138)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyleny (nr 153)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyleny (nr 180)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyleny (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Pentachlorobenzen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksachlorobenzen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Alfa-HCH	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Beta-HCH	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Gamma-HCH	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Delta-HCH	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
HCH - suma	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heptachlor i epoksyd heptachloru	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0008 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dieldryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Izodryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
DDT całkowity (+izomer para-para)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
p'p'-DDE	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
p'p'-DDD	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
DDT+DDD+DDE	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Endosulfan	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0003 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Ftalan di(2-etyloheksylu)	[mg/kg s.m]	0,5842	0,0918	0,0250	0,0250	9,3500	1,6120
Chloroalkany C10-C13	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,1 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Fluorki	[mg/kg s.m]	0,8200	0,6699	0,5000	0,5000	5,4000	0,7910
Chlorfenwinfos	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00002 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Bromowane difenyletery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Związki tributylowy (kation tributylowy)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksachlorobutadien	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0003 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
1,2,3-trichlorobenzen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
1,2,4-trichlorobenzen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
1,3,5-trichlorobenzen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Nonylofenole (4-nonylofenol)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0006 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,01 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Pentachlorofenol	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Trifluaraina	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dikofol	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
kwaskwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chinoksyfen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dioksyiny	[µg/kg s.m]	0,0020	0,0010	0,0010	0,0010	0,0200	0,0030
Cypermetyryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksabromocyklododekan	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chlordekon	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksabromodifenol	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Toksafen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Endryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Aldryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Alachlor	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chlorpiryfos	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Aklonifen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Bifenoks	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Cybutryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					

Wyniki dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach stanowiących załącznik nr 5a (załącznik elektroniczny) do raportu.

4.2 Wyniki badań osadów jeziornych

Wyniki badań laboratoryjnych dla osadów jeziornych zostały przedstawione w załączniku nr 3 (załącznik elektroniczny).

4.2.1 Odczyn, przewodność elektrolityczna

Odczyn zbadanych osadów kształtował się na poziomie od 6,1 do 8,0 pH. Najniższe poziomy pH odnotowano w punkcie: jez. Przywidzkie Wielkie - Przywidz (pH 6,1). Natomiast najwyższe pH, tj. 8,0 zanotowano w ppk. jez. Białoławki - stan. 01.

Przewodność elektrolityczna zmieniała się w zakresie od 279,0 do 1276 µS/cm. Najwyższą wartość odnotowano w punkcie jez. Brodzkie (Parkowe) - stan. 01.

Tabela 7 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
1	2	3	4	5	6	7	8
odczyn	-	-	-	-	6,10	8,00	-
przewodność	[uS/cm]	708	702	700	279	1276	90

4.2.2 Pierwiastki

Srebro [Ag]

W 150 zbadanych próbkach zawartości srebra w osadach wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<0,10 mg/kg). W pozostałych zbadanych stanowiskach stężenia srebra kształtowały się w przedziale od 0,102 do 4,070 mg/kg. Najwyższe stężenie odnotowano w ppk jez. Jamno - Głęboćek - 3,9m.

Arsen [As]

W 43 zbadanych próbkach osadów, zawartość arsenu w osadach kształtowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <3 mg/kg. W pozostałych zbadanych stanowiskach stężenia arsenu kształtowały się w przedziale od 3,02 do 59,40 mg/kg. Stężenia powyżej 40 mg/kg zanotowano w 2 stanowiskach: jez. Ińsko - Głęboćek - 41,7m (40,30 mg/kg) oraz jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (59,40 mg/kg).

Bar [Ba]

Zawartości tego pierwiastka w zbadanych punktach kształtowały się w szerokim przedziale wartości, tj. od 2,90 do 1020,23 mg/kg, jego średnia, średnia geometryczna i mediana wynosiły odpowiednio 125,26 mg/kg, 91,98 mg/kg oraz 105,00 mg/kg. Najniższe stężenie baru odnotowano w próbkach osadów pobranych z ppk. Zagłęboćce - stanowisko 1 (2,90 mg/kg) oraz Białe Sosnowickie - stanowisko 1 (4,69 mg/kg). Najwyższe stężenia baru odnotowano w osadach pobranych z ppk: jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (1020,23 mg/kg) oraz Jez. Oleckie Wielkie - stan. 01 (588,0 mg/kg).

Kadm [Cd]

W 63 zbadanych próbkach osadów zawartość kadmu znajdowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,050 mg/kg. W pozostałych zbadanych próbkach osadów kształtowały się w przedziale 0,051 – 10,600 mg/kg. Największe stężenia, tj. powyżej 2,50 mg/kg odnotowano w osadach pobranych z 4 ppk: jez. Kałębnie - Radogoszcz (2,52 mg/kg), jez. Ińsko - Głęboćek - 41,7m (2,69 mg/kg), jez. Bobięcińskie Wielkie na pld. zachód od m. Bobięcino (2,94 mg/kg) oraz jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (10,60 mg/kg).

Kobalt [Co]

W 7 zbadanych próbkach osadów, zawartości kobaltu kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,20 mg/kg. Zawartości kobaltu w pozostałych zbadanych osadach jeziornych występowały w zakresie od 0,25 do 41,40 mg/kg, średnia zawartość wyniosła 3,67 mg/kg, a średnia geometryczna 2,37 mg/kg, mediana 2,67 mg/kg. Najwyższe stężenia

kobaltu zanotowano w ppk jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (41,40 mg/kg) i jez. Bobięcińskie Wielkie na pld. zachód od m. Bobięcino (21,90 mg/kg).

Chrom [Cr]

Zawartości chromu w osadach kształtowały się w przedziale od 0,34 mg/kg do 133,00 mg/kg. Średnie stężenie chromu w badanych próbkach wynosiło 13,58 mg/kg, średnia geometryczna – 9,21 mg/kg, a mediana – 9,30 mg/kg. Najwyższe stężenie zostało odnotowane w osadach pochodzących z ppk: jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m.

Miedź [Cu]

W 12 zbadanych próbkach osadów zawartość miedzi znajdowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,40 mg/kg. Zawartości miedzi w osadach kształtowały się w przedziale od 0,51 do 1270,00 mg/kg. Najwyższe stężenia oznaczono w próbkach pobranych z ppk: Jez. Budziszewskie - stan. 01 (1270,00 mg/kg), Jez. Pątnowskie - stan. 01 (534,00 mg/kg).

Rtęć [Hg]

Zawartość rtęci w zbadanych osadach kształtowała się w przedziale 0,0023 do 0,4890 mg/kg. Stężenie powyżej 0,45 mg/kg odnotowano w 3 ppk: Jez. Chojno - stan. 01 (0,462 mg/kg), jez. Krzemno - Głęboćek - 36,4m (0,476 mg/kg) oraz Jez. Głowińskie - stanowisko 02 (0,489 mg/kg). Najniższe wartości oznaczono w jeziorach: Łukcze - stanowisko 2 (0,0023 mg/kg) oraz Jez. Niepruszewskie - stan. 01 (0,0026 mg/kg).

Magnez [Mg]

Zawartości magnezu w osadach kształtowały się w przedziale od 21,60 do 45632,76 mg/kg. Najwyższe wartości określono w ppk: jez. Kosobudno (Kossobudno) - na SE od m. Czernica (40401,78 mg/kg) i jez. Przywidzkie Wielkie - Przywidz (45632,76 mg/kg). Średnia, średnia geometryczna oraz mediana określone zostały na poziomie odpowiednio: 5169,36 mg/kg, 2865,01 mg/kg i 2735,00 mg/kg.

Molibden [Mo]

W 49 przebadanych próbkach zawartość molibdenu znajdowała się poniżej granicy oznaczalności (<0,40 mg/kg). W pozostałych próbkach wartości kształtowały się w przedziale od 0,41 do 10,30 mg/kg. Najwyższe stężenia wystąpiły w ppk: Jez. Lipińskie - stan. 02 (5,37 mg/kg) i jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (10,30 mg/kg).

Nikiel [Ni]

Stężenia niklu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się w przedziale od <0,40 mg/kg (2 ppk) do 113,0 mg/kg. Najwyższe stężenia wystąpiły w osadach pochodzących z ppk: jez. Jamno - Głęboćek - 3,9m (62,60 mg/kg), Jez. Budziszewskie - stan. 01 (67,10 mg/kg) i jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (113,00 mg/kg).

Ołów [Pb]

W badanych próbkach stężenia ołowiu kształtowały się w przedziale od <1,0 mg/kg (1 ppk) do 509,00 mg/kg. Średnia zawartość wynosiła 39,85 mg/kg, średnia geometryczna – 28,65 mg/kg, a mediana – 30,75 mg/kg. Najwyższe stężenia zostały oznaczone w próbkach

osadów pochodzących z ppk: jez. Bobięcińskie Wielkie na płd. zachód od m. Bobięcino (257,00 mg/kg) oraz jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (509,00 mg/kg).

Cyna [Sn]

W 130 punktach, zawartość cyny w zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <2,00 mg/kg. W pozostałych punktach wartości kształtowały się w granicach od 2,01 (jez. Lucieńskie - Głęboćek) do 24,50 mg/kg (jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m).

Stront [Sr]

W zbadanych punktach wartości strontu kształtowały się w przedziale 0,97 – 888,59 mg/kg. Najniższe wartości odnotowano w ppk: Zagłęboćce - stanowisko 1 (0,97 mg/kg) oraz Krasne - stanowisko 1 (3,47 mg/kg). Najwyższe wartości odnotowano w ppk: jez. Gopło - stanowisko 5 (650,00 mg/kg), jez. Będzin - Głęboćek - 15,4m (658,70 mg/kg), Jez. Pątnowskie - stan. 01 (660,12 mg/kg) oraz Jez. Budziszewskie - stan. 01 (888,60 mg/kg).

Wanad [V]

W 3 punktach, zawartość wanadu w zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,50 mg/kg. Zawartości wanadu w pozostałych zbadanych próbkach osadów kształtowały się w zakresie stężeń od 1,05 mg/kg do 186,00 mg/kg. Najwyższą zawartość, tj. powyżej 100 mg/kg odnotowano w osadach pochodzących z ppk: jez. Bobięcińskie Wielkie na płd. zachód od m. Bobięcino (104 mg/kg) oraz jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (186,00 mg/kg).

Cynk [Zn]

Zawartości cynku w zbadanych próbkach osadów kształtowały się w zakresie stężeń od 2,62 mg/kg do 1310 mg/kg. Najwyższe wartości stężeń zanotowano w osadach z ppk: jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (1310 mg/kg) oraz jez. Jamno - Głęboćek - 3,9m (572 mg/kg). Średnia zawartość wynosiła 99,17 mg/kg, średnia geometryczna – 72,38 mg/kg, a mediana – 76,65 mg/kg.

Wapń [Ca]

W zbadanych punktach, oznaczone wartości kształtowały się w przedziale 107 – 465187,20 mg/kg. Najniższą wartość wapnia odnotowano w ppk Zagłęboćce - stanowisko 1. Największe wartości odnotowano w ppk: jez. Będzin - Głęboćek - 15,4m (465187 mg/kg), jez. Mogileńskie - stanowisko 02 (367667 mg/kg).

C_{org.} - węgiel organiczny (TOC)

Stężenie węgla organicznego kształtowało się w przedziale zawartości od 1,72% do 17,40 % s.m. Średnia jego zawartość w zbadanych próbkach wynosiła 7,67% s.m., średnia geometryczna – 6,96% s.m., a mediana 7,33% s.m. W 188 przebadanych próbkach osadów zawartość węgla organicznego nie przekraczała 15% s.m. Najwyższą wartość odnotowano w ppk: jez. Dadaj - stan. 02 (17,40% s.m.).

Żelazo [Fe]

Zawartość żelaza w osadach zmieniała się w zakresie od 301 do 140983 mg/kg. Najwyższe wartości tj. powyżej 60 000 mg/kg odnotowano w 2 ppk, tj. jez. Brodzkie (Parkowe) - stan. 01 (94500 mg/kg) i jez. Dłusko - Głębozec - 12,3m (140983 mg/kg). Najniższą wartość odnotowano w próbce pobranej w ppk Zagłębocze - stanowisko 1 (301 mg/kg). Średnia zawartość żelaza w badanych próbkach wynosiła 16525,38 mg/kg, średnia geometryczna – 9966,18 mg/kg, a mediana – 12600,00 mg/kg.

Mangan [Mn]

Zawartość manganu w osadach kształtowała się w zakresie od 4,37 do 39650 mg/kg. Wartości powyżej 10000 mg/kg odnotowano w 10 jeziorach, z czego najwyższe w próbkach pochodzących z jez. Rospuda Filipowska - st.02 (26707,8 mg/kg) i jez. Wulpińskie - stan. 02 (39650,1 mg/kg). Średnia zawartość manganu w badanych próbkach wynosiła 2199,34 mg/kg, średnia geometryczna – 897,78 mg/kg, a mediana – 888,21 mg/kg.

Fosfor [P]

Zawartości fosforu w osadach obecne były w zakresie od 14,0 do 12100 mg/kg. Najniższą wartość odnotowano w próbce pobranej z ppk Zagłębocze - stanowisko 1. Najwyższe wartości, tj. powyżej 5000 mg/kg odnotowano w ppk: jez. Dłusko - Głębozec - 12,3m (5700 mg/kg) oraz jez. Lubie - Głębozec - 46,2m (12100 mg/kg),

Siarka [S]

W zbadanych punktach, wartości siarki w osadach kształtowały się w przedziale od <0,5 mg/kg do 51700 mg/kg. Najniższe wartości odnotowano w ppk: jez. Łaśmiady - stan. 01 (<0,5 mg/kg), Zagłębocze - stanowisko 1 (99 mg/kg). Najwyższe wartości odnotowano w ppk: Jez. Cichowo - stan. 01 (45200 mg/kg) oraz Jez. Łoniewskie - stan. 01 (51700 mg/kg).

Tytan [Ti]

W przebadanych próbkach stężenia tytanu kształtowały się w przedziale wartości od 5,2 mg/kg do 2213,5 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka zanotowane zostały w ppk: jez. Dłusko - Głębozec - 12,3m (2213,5 mg/kg) oraz jez. Bobięcińskie Wielkie na płd. zachód od m. Bobięcino (1346,3 mg/kg).

Glin [Al]

Zawartości glinu w osadach kształtowały się w przedziale od 133,00 do 56194,69 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej 50 000 mg/kg stwierdzono w osadach pochodzących z ppk jez. Dłusko - Głębozec - 12,3m.

Potas [K]

W 13 punktach, zawartość potasu w zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <100 mg/kg

Zawartości potasu w pozostałych, zbadanych próbkach osadów kształtowały się w przedziale od 122,0 mg/kg w punkcie jez. Roś - stan. 01 do 9820 mg/kg w punkcie jez. Bobięcińskie Wielkie na płd. zachód od m. Bobięcino.

Azot [N]

W zbadanych punktach, wartości azotu kształtowały się w przedziale 268,6 – 79144 mg/kg. Najniższe wartości odnotowano w ppk: jez. Tały - stan. 01 (268,6 mg/kg) i jez. Guzianka Wielka - stan. 01 (684,4 mg/kg). Największe wartości azotu odnotowano w jeziorach: jez. Gim - stan. 01 (79144 mg/kg) i jez. Końskie - na SW od m. Przechlewo (77785 mg/kg).

W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe parametry statystyczne dla każdego wskaźnika w zakresie: wartości minimalnej, wartości maksymalnej, średniej arytmetycznej, średniej geometrycznej, mediana, odchylenia standardowego.

Dla wskaźników, dla których w części wyników został wskazany wynik poniżej granicy oznaczalności do analizy przyjmowano połowę wartości granicy oznaczalności.

Tabela 8 Podstawowe parametry statystyczne – pierwiastki

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Srebro	mg/kg	0,11	0,07	0,05	0,05	4,07	0,32
Arsen	mg/kg	7,74	5,55	6,19	1,50	59,40	7,06
Bar	mg/kg	125,26	91,98	105,00	2,90	1020,23	109,22
Kadm	mg/kg	0,57	0,21	0,39	0,03	10,60	0,93
Kobalt	mg/kg	3,67	2,37	2,67	0,10	41,40	4,15
Chrom	mg/kg	13,58	9,21	9,30	0,34	133,00	16,15
Miedź	mg/kg	26,06	10,42	13,05	0,20	1270,00	99,86
Rtęć	mg/kg	0,08	0,06	0,07	0,002	0,49	0,08
Magnez	mg/kg	5169,36	2865,01	2735,00	21,60	45632,76	6778,81
Molibden	mg/kg	1,44	0,93	1,27	0,20	10,30	1,27
Nikiel	mg/kg	9,77	6,87	7,38	0,20	113,00	11,64
Ołów	mg/kg	39,85	28,65	30,75	0,50	509,00	45,07
Cyna	mg/kg	1,86	1,46	1,00	1,00	24,50	2,14
Stront	mg/kg	144,43	88,77	112,00	0,97	888,59	142,68
Wanad	mg/kg	16,59	11,71	12,95	0,25	186,00	17,66
Cynk	mg/kg	99,17	72,38	75,65	2,62	1310,00	114,09
Wapń	mg/kg	126174,66	78502,12	115500,00	107,00	465187,20	89655,63
Ogólny węgiel organiczny	% s.m.	7,67	6,96	7,33	1,72	17,40	3,27
Żelazo	mg/kg	16525,38	9966,18	12600,00	301,00	140983,20	16663,52
Mangan	mg/kg	2199,34	897,78	888,21	4,37	39650,10	4514,37
Fosfor	mg/kg	1234,63	912,65	895,00	14,10	12100,00	1184,55
Siarka	mg/kg	12621,77	9380,88	10960,00	0,25	51700,00	8051,69
Tytan	mg/kg	180,83	117,23	124,48	5,19	2213,49	221,33
Glin	mg/kg	6006,83	3650,03	3903,19	133,00	56194,68	7309,59

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Potas	mg/kg	1187,42	720,33	842,00	50,00	9820,00	1239,49
Azot	mg/kg	15990,26	9854,64	8865,00	268,60	79144,00	17356,84

4.2.3 Związki organiczne i fluorki

Zawartość sumy WWA² w osadach kształtowała się w zakresie do 0,03 – 26,35 mg/kg. Najniższą wartość (0,0315 mg/kg) odnotowano w 4 punktach: jez. Kołowin - stan. 01, jez. Płaskie koło Rygola - st.01, Łukcze - stanowisko 2, Zagłębocze - stanowisko 1. Natomiast najwyższą wartość odnotowano w punkcie jez. Dłusko - Głęboczek - 12,3m (26,35 mg/kg).

Stężenie naftalenu w 37 zbadanych próbkach kształtowało się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych punktach zawartość kształtowała się w przedziale od 0,008 do 3,19 mg/kg. Najwyższa wartość, tj. powyżej 3,0 mg/kg, została oznaczona w punkcie jez. Dłusko - Głęboczek - 12,3m. Średnia geometryczna kształtuje się na poziomie 0,047 mg/kg.

W przypadku acenaftylenu w 144 zbadanych próbkach osadów jego zawartość wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<0,003 mg/kg). W pozostałych punktach zawartość kształtowała się w przedziale od 0,005 do 0,240 mg/kg. Najwyższa wartość została oznaczona w punkcie jez. Suskie - stan. 02.

Wartości acenaftenu w 159 zbadanych próbkach osadów wyniosły poniżej granicy oznaczalności (<0,005 mg/kg). W pozostałych punktach zawartość kształtowała się w przedziale od 0,015 do 0,248 mg/kg. Najwyższa wartość została oznaczona w punkcie jez. Dłusko - Głęboczek - 12,3m.

Zawartość fluorenu w 81 zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg. W pozostałych próbkach zawartość tę określono w przedziale od 0,008 do 2,190 mg/kg. Najwyższe stężenie zostało oznaczone w ppk jez. Dłusko - Głęboczek - 12,3m.

Zawartość fenantrenu w 16 zbadanych próbkach znajdowała się poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg. W pozostałych punktach zawartość fenantrenu znajdowała się w przedziale od 0,013 mg/kg do 1,620 mg/kg. Najwyższe stężenia fenantrenu zanotowano w ppk jez. Dłusko - Głęboczek - 12,3m.

Zawartości antracenu w 105 zbadanych próbkach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych próbkach stężenie antracenu określone zostało na poziomie od 0,007 mg/kg do 0,515 mg/kg. Najwyższą wartość odnotowano w punkcie jez. Dłusko - Głęboczek - 12,3m. Średnia geometryczna określona została na poziomie 0,010 mg/kg.

² Za sumę WWA uznaje się sumę następujących parametrów: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren.

W 7 stanowiskach pomiarowych, zawartość **fluorantenu** kształtowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. $<0,005$ mg/kg. W pozostałych stanowiskach pomiarowych stężenia fluorantenu stwierdzono w przedziale zawartości od 0,010 do 4,94 mg/kg. Najwyższe stężenie oznaczono w punkcie jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m.

W 9 stanowiskach pomiarowych stężenia **pirenu** kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. $<0,005$ mg/kg. W pozostałych osadach zawartości pirenu stwierdzono w przedziale od 0,011 do 3,920 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w ppk jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m.

Zawartości **benzo(a)antracenu** w przebadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności $<0,005$ mg/kg do 1,540 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w ppk: jez. Suskie - stan. 02 (1,540 mg/kg), jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (1,180 mg/kg).

W 20 stanowiskach pomiarowych stężenia **chryzenu** kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. $<0,005$ mg/kg. W pozostałych badanych próbkach kształtowały się w przedziale od 0,008 mg/kg do 2,51 mg/kg. Najwyższe wartości chryzenu w osadach zostały oznaczone w ppk: jez. Suskie - stan. 02 (2,51 mg/kg), jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (2,10 mg/kg).

W 15 punktach, stężenia **benzo(b)fluorantenu** w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. $<0,005$ mg/kg. W pozostałych osadach zawartości benzo(b)fluorantenu stwierdzono w przedziale od 0,008 do 3,530 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w ppk: jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (3,530 mg/kg) oraz jez. Suskie - stan. 02 (3,370 mg/kg).

W 23 punktach, stężenia **benzo(k)fluorantenu** w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. $<0,005$ mg/kg. W pozostałych osadach zawartości benzo(k)fluorantenu stwierdzono w przedziale od 0,005 do 1,500 mg/kg. Najwyższe stężenie odnotowano w jez. Suskie - stan. 02.

Stężenia **benzo(a)pirenu** w 21 próbkach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. $<0,005$ mg/kg. Pozostałe badane próbki znajdowały się w przedziale od 0,009 do 2,280 mg/kg. Najwyższe wartości benzo(a)pirenu oznaczono w punktach jez. Suskie - stan. 02 (2,280 mg/kg) oraz jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (1,600 mg/kg).

W 134 punktach, stężenia **benzo(a)fluorantenu** w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. $<0,005$ mg/kg. W pozostałych osadach zawartości benzo(a)fluorantenu stwierdzono w przedziale od 0,013 do 0,349 mg/kg. Najwyższe stężenie odnotowano w ppk: jez. Suskie - stan. 02 (0,349 mg/kg) i jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (0,340 mg/kg).

Zawartości **benzo(g,h,i)perylenu** dla 23 jezior oznaczono na poziomie poniżej granicy oznaczalności, tj. $<0,005$ mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w ppk: jez. Suskie - stan. 02 (2,130 mg/kg) oraz jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (1,560 mg/kg).

W 19 punktach, stężenia **benzo(e)pirenu** w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. $<0,005$ mg/kg. W pozostałych próbkach zawartości benzo(e)pirenu stwierdzono w przedziale od 0,009 do 1,980 mg/kg. Najwyższe wartości

odnotowano w punktach: jez. Suskie - stan. 02 (1,980 mg/kg) i jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (1,880 mg/kg).

Stężenia **indeno(1,2,3-c,d)pirenu** w 7 zbadanych osadach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. Pozostałe wartości kształtowały się w przedziale od 0,007 do 2,610 mg/kg. Najwyższe wartości zostały oznaczone w ppk: jez. Suskie - stan. 02 (2,610 mg/kg) oraz jez. Dłusko - Głęboćek - 12,3m (2,100 mg/kg).

Stężenia **dibenzo(a,h)antracenu** w próbkach zawierały się w przedziale od poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg (92 próbki) do 0,890 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w ppk: jez. Suskie - stan. 02 (0,890 mg/kg) oraz jez. Mogileńskie - stanowisko 02 (0,313 mg/kg).

We wszystkich badanych punktach stężenia **perylenu** w osadach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg.

We wszystkich badanych punktach stężenie **polichlorowanych bifenyli** w osadach kształtowało się poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg). Granica oznaczalności <0,001 mg/kg, to wartość wyznaczona dla każdego kongeneru z osobna.

We wszystkich badanych jeziorach stężenia **pentachlorobenzenu** kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,00001 mg/kg.

W przypadku **heksachlorobenzenu**, jego stężenia we wszystkich badanych próbkach osadów jeziornych kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,001 mg/kg.

We wszystkich badanych punktach stężenia: **alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH** oraz **delta-HCH** znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,001 mg/kg.

Wszystkie wyniki oznaczeń dla **heptachloru** i **epoksydu heptachloru** znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (0,0008 mg/kg).

Wszystkie wyniki oznaczeń dla **dieldryny** i **izodryny** w badanych próbkach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,0001 mg/kg.

Zawartości wskaźnika - **DDT całkowity** we wszystkich próbkach badanych osadów dennych znajdowały się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,0001 mg/kg.

We wszystkich badanych punktach stężenia **p'p'-DDE** oraz **p'p'-DDD** znajdowały się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,0001 mg/kg.

We wszystkich badanych punktach stężenie **endosulfanu** znajdowało się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,0003 mg/kg.

Ftalan di(2-etyloheksylu) oznaczany był w osadach jeziornych pochodzących z 35 punktów. W 27 przebadanych próbkach stężenie ftalanu di(2-etyloheksylu) znajdowało się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,05 mg/kg. W pozostałych próbkach zawartości Ftalanu di(2-etyloheksylu) stwierdzono w przedziale od 0,270 do 2,210 mg/kg. Najwyższą wartość zanotowano w punkcie Jez. Bachotek - stanowisko 02.

Chloroalkany C₁₀-C₁₃ oznaczane były w 35 punktach, w każdej z przebadanych próbek zawartości chloroalkanów znajdowały się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,10 mg/kg.

Fluorki oznaczane były w osadach pochodzących z 35 punktów - w 23 z nich zawartości kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <1,0 mg/kg. W pozostałych

punktach oznaczone wartości fluorków znajdowały się w przedziale od 1,0 mg/kg do 1,6 mg/kg. Najwyższą wartość zanotowano w punkcie jez. Tajno - st.01.

Chlorfenwinfos oznaczany był w osadach pochodzących z 35 punktów, w każdym z nich zawartość wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<0,00002 mg/kg).

Suma bromowanych difenylesterów (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154) oznaczana była w osadach pochodzących z 35 stanowisk. Wszystkie wyniki znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (<0,00005 mg/kg).

Związki tributyllocyny oznaczane były w osadach pochodzących z 35 stanowisk. Wszystkie wyniki zostały oznaczone na poziomie poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,00001 mg/kg.

Heksachlorobutadien oznaczany był w 35 punktach, wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności (<0,0003 mg/kg).

1,2,3-trichlorobenzen, 1,2,4-trichlorobenzen oraz 1,3,5-trichlorobenzen oznaczane były w 35 stanowiskach pomiarowych. Wartości wszystkich przebadanych próbek w zakresie 1,2,3-trichlorobenzenu, 1,2,4-trichlorobenzenu oraz 1,3,5-trichlorobenzenu znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg).

Zawartości wskaźników **nonylofenole (4-nonylofenol), oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo) -fenol), pentachlorofenol** oraz **trifluarlina** w osadach oznaczane były w 35 punktach - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności, tj. odpowiednio <0,0006 mg/kg; <0,01 mg/kg; <0,001 mg/kg; <0,001 mg/kg.

Dikofol oznaczany był w 35 stanowiskach pomiarowych - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg).

Kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS) oznaczane były w 35 stanowiskach pomiarowych. We wszystkich badanych stanowiskach stężenie kwasu perfluorooktano-sulfonowego znajdowało się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,0001 mg/kg.

Chinoksyfen oznaczany był w 35 stanowiskach pomiarowych. We wszystkich punktach pomiarowych stężenia chinoksyfenu znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,0001 mg/kg.

Dioksyny i związki dioksynopodobne zostały przebadane w 35 próbkach osadów dennych. Zawartości dioksyn i związków dioksynopodobnych znajdowały się w przedziale od 0,00083 do 0,003 µg/kg.

Cypermetyna, heksabromocyklododekan, chlordekon, heksabromodifenol i toksafen oznaczane były w 35 stanowiskach pomiarowych. W każdej z przebadanych próbek parametry te znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg).

Endryna i aldryna zostały przebadane w 192 punktach, w każdym ze stanowisk zawartość endryny i aldryny znajdowała się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,0001 mg/kg.

Alachlor oraz chlorpiryfos były oznaczane w 35 punktach - wszystkie wyniki oznaczeń wyniosły poniżej granicy oznaczalności tj. kolejno <0,001 mg/kg, <0,0001 mg/kg.

Aklonifen, bifenoks oraz cybutryna były oznaczane w 35 próbkach. We wszystkich przebadanych próbkach wyniki oznaczeń znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. kolejno <0,0005 mg/kg, <0,0005 mg/kg oraz <0,0001 mg/kg.

W poniższej tabeli przedstawiono podstawowe parametry statystyczne dla każdego wskaźnika w zakresie: wartości minimalnej, wartości maksymalnej, średniej arytmetycznej, średniej geometrycznej, mediany, odchylenia standardowego.

Dla wskaźników, dla których w części wyników został wskazany wynik poniżej granicy oznaczalności do analizy przyjmowano połowę wartości granicy oznaczalności.

Tabela 9 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne i fluorki

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Naftalen	[mg/kg s.m]	0,1487	0,04714	0,0655	0,0025	3,1900	0,3322
Fenantren	[mg/kg s.m]	0,1334	0,07531	0,0945	0,0025	1,6200	0,1658
Antracen	[mg/kg s.m]	0,0376	0,01051	0,0025	0,0025	0,5150	0,0749
Fluoranten	[mg/kg s.m]	0,5010	0,28821	0,3535	0,0025	4,9400	0,5972
Chryzen	[mg/kg s.m]	0,2192	0,09962	0,1400	0,0025	2,5100	0,3035
Benzo(a)antracen	[mg/kg s.m]	0,1251	0,05371	0,0790	0,0025	1,5400	0,1818
Benzo(a)piren	[mg/kg s.m]	0,1666	0,08062	0,1110	0,0025	2,2800	0,2436
Benzo(a)fluoranten	[mg/kg s.m]	0,0210	0,00617	0,0025	0,0025	0,3490	0,0450
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg s.m]	0,1575	0,0778	0,1100	0,0025	2,1300	0,2220
Acenaftylen	[mg/kg s.m]	0,0110	0,00314	0,0015	0,0015	0,2400	0,0252
Acenaften	[mg/kg s.m]	0,0107	0,00400	0,0025	0,0025	0,2480	0,0263
Fluoren	[mg/kg s.m]	0,1097	0,02106	0,0310	0,0025	2,1900	0,2515
Piren	[mg/kg s.m]	0,3435	0,19208	0,2370	0,0025	3,9200	0,4473
Benzo(b)fluoranten	[mg/kg s.m]	0,3141	0,15843	0,2080	0,0025	3,5300	0,4244
Benzo(k)fluoranten	[mg/kg s.m]	0,1229	0,06182	0,0855	0,0025	1,5000	0,1702
Benzo(e)piren	[mg/kg s.m]	0,1780	0,08810	0,1200	0,0025	1,9800	0,2457
Indeno(1,2,3-c,d)piren	[mg/kg s.m]	0,2336	0,14554	0,1685	0,0025	2,6100	0,2839
Dibenzo(a,h)antracen	[mg/kg s.m]	0,0436	0,01307	0,0160	0,0025	0,8900	0,0809
Perylen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
WWA - suma	[mg/kg s.m]	2,2432	1,34760	1,5033	0,0315	26,3445	2,9070
Polichlorowane bifenyle (nr 28)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Polichlorowane bifenyleny (nr 52)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyleny (nr 101)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyleny (nr 118)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyleny (nr 138)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyleny (nr 153)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyleny (nr 180)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyleny (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Pentachlorobenzen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksachlorobenzen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Alfa-HCH	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Beta-HCH	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Gamma-HCH	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Delta-HCH	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
HCH - suma	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heptachlor i epoksyd heptachloru	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0008 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dieldryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Izodryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
DDT całkowity (+izomer para-para)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
p'p'-DDE	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
p'p'-DDD	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
DDT+DDD+DDE	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Endosulfan	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0003 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Ftalan di(2-etyloheksylu)	[mg/kg s.m]	0,2967	0,0584	0,0025	0,0025	2,2100	0,5894
Chloroalkany C10-C13	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,1 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Fluorki	[mg/kg s.m]	0,7143	0,6578	0,5000	0,5000	1,6000	0,3191
Chlorfenwinfos	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00002 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Bromowane difenyletery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Związki tributylowy (kation tributylowy)	[µg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksachlorobutadien	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0003 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
1,2,3-trichlorobenzen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
1,2,4-trichlorobenzen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
1,3,5-trichlorobenzen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Nonylofenole (4-nonylofenol)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0006 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,01 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Pentachlorofenol	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Trifluarlina	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dikofof	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
kwaskwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS)	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chinoksyfen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dioksyyny	[µg/kg s.m]	0,0016	0,0015	0,0015	0,0008	0,0030	0,0010
Cypermetyryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksabromocyklododekan	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chlordekony	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksabromodifenol	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Toksafen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Endryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Aldryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Alachlor	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chlorpiryfos	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Aklonifen	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Bifenoks	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Cybutryna	[mg/kg s.m]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					

Wyniki dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach stanowiących załącznik nr 5b (załącznik elektroniczny) do raportu

5 OCENA STANU ZANIECZYSZCZENIA OSADÓW DENNYCH WEDŁUG OBOWIĄZUJĄCYCH KRYTERIÓW

5.1 Osady z rzek i kanałów

W poniższych tabelach przedstawiono ocenę osadów z rzek i kanałów rzecznych odpowiednio wg kryteriów:

- **kryterium ekotoksykologiczne EQS - podstawowe**, umożliwiające ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne na podstawie określonych wartości granicznych EQS, wykorzystywanych do rozdzielenia dobrego od złego stanu chemicznego osadów wodnych (wg GIOŚ 2015). Ocena jakości osadów dennych wg kryterium EQS została przeprowadzona jedynie dla tych prób osadów dennych, dla których zbadane zostały wszystkie wskaźniki wymagane w stosowanej metodyce, tj. wg kryterium EQS.
- **kryterium ekotoksykologiczne (substancje organiczne) - dodatkowe**, umożliwiające ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003);

Przeprowadzenie oceny jakości osadów dennych (wg powyższych kryteriów) na stanowiskach pomiarowych przypisanych do odpowiadających im jcwp, jest środkiem do klasyfikacji stanu jakości jednolitych części wód powierzchniowych.

5.1.1 Ocena osadów z rzek i kanałów rzecznych wg kryterium ekotoksykologicznego EQS

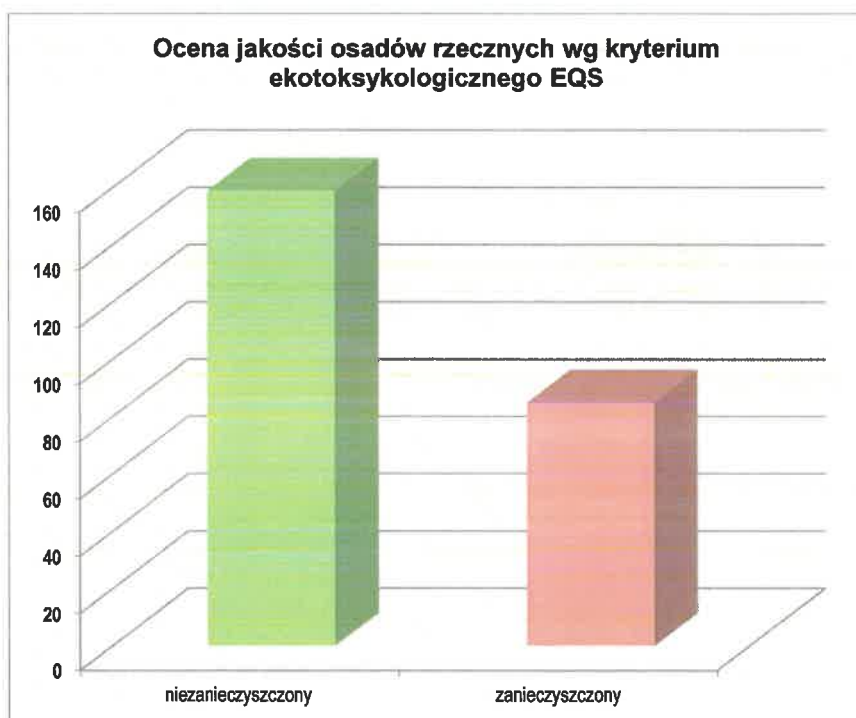
№ SIMZ	Nazwa ppk	oparte na EGS GICŚ (2016)										Ocena ogólna																																				
		Ag	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Natren	Antracen		WMA - suma	POCHODZĄCE SŁONECZNE (INF 26)	Perthachlorobenzol	Pentachlorobenzol	Trifluorena	Chlorksiyren	Cypreteryna	Chlorkson	Heksabromodifenol	Tokaten	Endyna	Aldyna	Achlor	Chlorpifos	Aliditen	Bifenoksa	Cybutyna																			
430	Zbiornik Siemianówka - basen główny	1	9,8	2,3	43	22	43	41	120	438	129	1600	60	5,5	1	53	144	494,2	2,7	3691	6,2	0,011	41	695	11	229	4,7	177	1,4	120	80	6	12,9	9,3	5,2	12,7	43	4,3	0,2	niezanieczyszczony								
431	Zbiornik Solina - Politeczyk	0,05	1,50	0,03	6,43	7,43	8,10	0,60	15,40	2,50	2,50	31,50	0,50	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	niezanieczyszczony				
432	Zbiornik - Wietoznica	0,05	1,50	0,03	3,21	3,79	2,20	0,60	10,00	6,00	2,50	63,50	0,50	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	niezanieczyszczony			
433	Zmiana - ujście do Odry	0,05	1,50	0,03	2,85	12,80	2,19	26,10	22,90	25,00	17,00	98,00	0,50	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	92,00	0,11	0,006	1,50	0,30	5,00	0,60	0,60	0,50	0,50	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	niezanieczyszczony	
434	Zabudowania - ujście do Sady	0,05	3,12	0,03	19,70	15,30	33,20	8,24	50,00	10,00	11,00	246,50	0,50	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	192,00	0,11	0,005	1,50	0,30	5,00	0,60	0,60	0,50	0,50	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	niezanieczyszczony
435	Zydawka - ujście	0,05	1,50	0,03	1,42	4,17	0,20	0,50	2,82	2,50	31,50	0,50	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	niezanieczyszczony	

* przy określeniu stanu jakości dla wskaźnika suma WMA jako wynik podaje się sumę następujących parametrów: natfaleń, acenafitylenu, acenafenu, fluoranu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, piren, benzofluorantenu, benzo(a)fluorantenu, benzo(a)pirenu, zgodnie z przytągniętą metodą D.D. MacDonald, C.G. Ingersoll, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 (tabela 19, 23).

Legenda
 stan niezanieczyszczony
 stan zanieczyszczony

Ocena jakości osadów pobranych z rzek i kanałów rzecznych zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym, umożliwiającym ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne na podstawie określonych wartości granicznych EQS, wykorzystywanych do rozdzielenia dobrego od złego stanu chemicznego osadów wodnych (wg GIOŚ 2015)

Analiza wyników badań osadów dennych pobranych z rzek oraz kanałów rzecznych zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym dotyczyła oceny stanu ich czystości w zależności od zawartości wybranych metali oraz trwałych związków organicznych (TZO). Poziomy oceny osadów zostały przyjęte zgodnie z wartościami granicznymi określonymi w tabeli 2 przedmiotowego opracowania. Dla celu oceny jakości osadów rzecznych przyjęto, że osady, dla których wartości stężeń danego wskaźnika są niższe od wartości granicznej to osady niezanieczyszczone, natomiast stężenia przekraczające wartości graniczne określone dla danego wskaźnika – to osady zanieczyszczone. Jednocześnie ocena końcowa danego osadu jest negatywna (tzn. osad uznawany jest za zanieczyszczony), jeżeli choć jeden wskaźnik - tj. czynnik degradujący – przekracza wartość graniczną określoną dla osadów niezanieczyszczonych.



Rysunek 1 Ocena jakości osadów rzecznych pochodzących z 244 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2022 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym EQS – ciekły

niezanieczyszczony	- osady niezanieczyszczone
zanieczyszczony	- osady zanieczyszczone

W szerokim zakresie oceną objęto 55 stanowisk, dla których osady analizowane były w pełnym spektrum, obejmującym 38 wskaźników. W pozostałych 189 stanowiskach, osady analizowane były w zakresie częściowym. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 10 przedmiotowego opracowania. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdza się, że dodatkowe parametry badane w szerokim spektrum (decydujące o zakresie szerokim) nie tylko nie przekraczały wartości granicznych wyznaczonych dla osadów niezanieczyszczonych, ale w większości znajdowały się także poniżej granicy oznaczalności.

Jak wynika z tabeli 10, w przypadku większości badanych próbek osadów dennych (159 stanowiska) spełnione były kryteria określone dla osadów dennych niezanieczyszczonych, co oznacza, że nie powinny one wpływać niekorzystnie na organizmy wodne. W przypadku 85 stanowisk jakość osadów dennych określona została jako osady zanieczyszczone.

W przypadku 29 próbek osadów dennych pobranych z rzek, przeprowadzone badania wykazały, że są to osady zanieczyszczone z uwagi na przekroczenie zawartości granicznej EQS tylko jednego wskaźnika spośród wszystkich badanych parametrów. Do wskaźników tych należą: arsen (5 stanowisk, tj. Bożanowski Potok- ujście do Ścinawki (m. Tłumaczów), Polska Woda - m. Potasznia, Studzieniec - ujście do Ścinawki (m. Tłumaczów), Świerczynka – ujście do Nysy Łużyckiej (most na drodze Dobrzyń - Bucze), Nysa Kłodzka - Skorogoszcz), cynk (8 stanowisk, tj. Bystrzyca - Lublin, ul. Roślinna, Bzura - Wyszogród, przy moście, Kanał Świerżowski – Świerże, Kanał Główny - ujście GPW, Łabuńka – Krzak, Noteć – Gromadno, Warta - powyżej zbiornika Poraj m. Lgota, Wisła - Warszawa, most Łazienkowski, brzeg), naftalen (1 stanowisko, tj. Bug - Krzyczew), WWA – suma (14 stanowisk).

W 23 próbach osadów dennych określono, że osady są zanieczyszczone z uwagi na przekroczenie zawartości granicznej EQS dla 2 z badanych wskaźników.

W 5 próbach osadów dennych określono, że osady są zanieczyszczone z uwagi na przekroczenie zawartości granicznej EQS dla 3 z badanych wskaźników. W kolejnych 8 badanych próbkach osadów dennych określono, że osady są zanieczyszczone z uwagi na przekroczenie zawartości granicznej EQS dla 4 z badanych wskaźników. W 5 badanych stanowiskach jakość osadów dennych określono jako osad zanieczyszczony ze względu na przekroczenie wartości granicznej EQS dla 5 wskaźników. W 2 próbach osadów dennych określono, że osady są zanieczyszczone z uwagi na przekroczenie zawartości granicznej EQS dla 6 i 7 spośród badanych wskaźników i w 1 próbce – przekroczenia 8 wskaźników i w 3 próbkach - przekroczenia 10 wskaźników.

Stanowisko pomiarowe z największą liczbą przekroczeń granicznych wartości EQS to ppk Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny oraz Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (10 wskaźników: arsen, kadm, chrom, miedź, nikiel, ołów, cynk, naftalen, antracen, WWA-suma) i Kanał Gliwicki, Gliwice Marina (srebro, arsen, kadm, chrom, miedź, ołów, cynk, naftalen, antracen, WWA-suma).

Analizując częstości występowania przekroczeń wartości granicznych dla poszczególnych badanych wskaźników stwierdzono, że w żadnym z 244 stanowisk objętych badaniami (zarówno w szerokim, jak i podstawowym zakresie) nie zostały przekroczone wartości graniczne EQS jakości osadów dla zawartości 26 parametrów: polichlorowanych bifenyli – suma, pentachlorobenzenu, HCH – suma, dieldryny, izodryny, DDT całkowitego (+izomer para-para), endosulfanu, chloroalkanów C10-C13, chlorfenwinfosu,

trichlorobenzeny – suma, nonylofenoli (4-nonylofenol), oktylofenoli (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol), pentachlorofenolu, trifluarliny, chinoksyfenu, cypermetryny, chlordekonu, heksabromodifenolu, toksafenu, endryny, aldryny, alachloru, chlorpiryfosu, akлонifenu, bifenoksu, cybutryny.

5.1.2 Ocena osadów z rzek i kanałów rzecznych wg kryterium ekotoksykologicznego (substancje organiczne) - dodatkowe



Tabela 11 Ocena wyników wg kryterium ekotoksykologicznego (substancje organiczne) - rzeki i kanały

Table with 39 columns (Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Fa, Mn, Nafalen, Fenantren, Antracen, Fluoranten, Chryzan, Benzo(a,b)fluoranten, Benzo(a,h,i)perylene, Acenafilen, Acenafilen, Fluoren, Fenren, Benzo(a,b)fluoranten, Benzo(a,h,i)perylene, Benzo(a,h,i)perylene, Benzo(a,b)fluoranten, Indeno(1,2,3-cd)perylene, Dibenzo(a,h)anthracen, WYHA - suma, Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52), Hekhalfori i epoksyd hekalforu, Diketyna, DDT calkowity (izomer para-para), p,p'-DDE, p,p'-DDD, DDT+DDO+DDE, Falaun d(1,2-epoksyd), Zwiakty brzochny (kalon) i,2,4-trichlorobenzen, Prastahlorenol, Diketyny i zwiakty, Toksazon, Endryna, Aldryna) and 11 rows of parameters (Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Fa, Mn, Nafalen, Fenantren, Antracen, Fluoranten, Chryzan, Benzo(a,b)fluoranten, Benzo(a,h,i)perylene, Acenafilen, Acenafilen, Fluoren, Fenren, Benzo(a,b)fluoranten, Benzo(a,h,i)perylene, Benzo(a,h,i)perylene, Benzo(a,b)fluoranten, Indeno(1,2,3-cd)perylene, Dibenzo(a,h)anthracen, WYHA - suma, Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52), Hekhalfori i epoksyd hekalforu, Diketyna, DDT calkowity (izomer para-para), p,p'-DDE, p,p'-DDD, DDT+DDO+DDE, Falaun d(1,2-epoksyd), Zwiakty brzochny (kalon) i,2,4-trichlorobenzen, Prastahlorenol, Diketyny i zwiakty, Toksazon, Endryna, Aldryna) with various data points and levels.

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEKI JEZIOR W ROKU 2022



OBIKŚ

Zedanie 5.Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku.”

Table with 29 columns: Parametr, Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Fe, Mn, Niobium, Fenantyren, Androsten, Fluoranten, Chryzjen, Benzof(a)fluoreten, Benzof(b)fluoreten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-c-d)pyren, Dibenz(a,h)anthracen, WWA - suma, Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 136, 150), Alkaliczny HCH, Gama-HCH, Heptachlor i powiad heptachloru, DDT całkowity (izomer para-para), p,p'-DDT, DDT+DDD+DDE, Falan d(i,z)-cykloheksylu, Związki białochyńskie (kation), 1,2,4-trichlorobenzen, Pentachloronol, Dikawny i związki dioksynopodobne, Toksaken, Endryna, Aldryna, Ciężne metale, i inne.



Table with columns: Parametr, Mn, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd, As, Ag, Mn, Fe, Ni, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd, As, Ag, and Ocenę ogólną. Rows include parameters like Chlora - ujęcie do CDT, Ocień - ujęcie do CDT, and various metals like Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Mn, Fe, Ni, Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd, As, Ag.

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEKI JEZIOR W ROKU 2022

Zadanie 5. Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku.”



DBiKS

Nr. SIMZ	Parametr	Cena ogólna						
		0,05	1,50	0,03	1,42	4,17	0,00	0,00
438	Żywniki - ołów	< 0,1	< 2,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Concentration of lead (2013)	< 0,1	< 2,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Ag	< 0,1	< 1,9	< 0,2	< 2,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	Aa	< 0,8	< 21,4	< 0,33	< 3,5	< 0,99	< 3,5	< 0,99
	Cd	< 4,3	< 76,5	< 1,10	< 11,0	< 4,3	< 76,5	< 1,10
	Cr	< 32	< 381	< 150	< 150	< 32	< 381	< 150
	Cu	< 0,18	< 0,94	< 1,1	< 1,1	< 0,18	< 0,94	< 1,1
	Hg	< 23	< 36	< 40	< 40	< 23	< 36	< 40
	Ni	< 30	< 83	< 130	< 130	< 30	< 83	< 130
	Pb	< 120	< 290	< 450	< 450	< 120	< 290	< 450
	Zn	< 2000	< 3000	< 4000	< 4000	< 2000	< 3000	< 4000
	Fa	< 48	< 76	< 110	< 110	< 48	< 76	< 110
	Mn	< 17	< 30	< 58	< 58	< 17	< 30	< 58
	Naftalen	< 20	< 68	< 117	< 117	< 20	< 68	< 117
	Fenanten	< 5	< 24	< 45	< 45	< 5	< 24	< 45
	Antracen	< 43	< 327	< 220	< 220	< 43	< 327	< 220
	Chryzen	< 16	< 72	< 120	< 120	< 16	< 72	< 120
	Benzo(a)antracen	< 10	< 57	< 100	< 100	< 10	< 57	< 100
	Benzo(a)piren	< 150	< 800	< 1450	< 1450	< 150	< 800	< 1450
	Benzo(g,h,i)perylene	< 170	< 1685	< 3200	< 3200	< 170	< 1685	< 3200
	Acenafylen	< 5	< 37	< 128	< 128	< 5	< 37	< 128
	Acenafylen	< 8,7	< 46	< 89	< 89	< 8,7	< 46	< 89
	Fluoren	< 77	< 307	< 538	< 538	< 77	< 307	< 538
	Piren	< 19	< 88	< 152	< 152	< 19	< 88	< 152
	Benzo(b)fluoranten	< 240	< 820	< 1340	< 1340	< 240	< 820	< 1340
	Benzo(k)fluoranten	< 150	< 800	< 1450	< 1450	< 150	< 800	< 1450
	Indeno(1,2,3-cd)piren	< 200	< 1700	< 3200	< 3200	< 200	< 1700	< 3200
	Dibenzo(a,h)antracen	< 33	< 64	< 135	< 135	< 33	< 64	< 135
	WWA - suma	< 1810	< 1205	< 22800	< 22800	< 1810	< 1205	< 22800
	Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 118, 138, 153, 187)	< 60	< 36	< 678	< 678	< 60	< 36	< 678
	Heksa chlorobenzen	< 3	< 62	< 120	< 120	< 3	< 62	< 120
	Alfa-HCH	< 6	< 53	< 100	< 100	< 6	< 53	< 100
	Beta-HCH	< 5	< 10	< 210	< 210	< 5	< 10	< 210
	Gamma-HCH	< 3	< 4	< 5	< 5	< 3	< 4	< 5
	Hepachlor / epoksyd hepachloru	< 2,5	< 9,3	< 18	< 18	< 2,5	< 9,3	< 18
	Dielinya	< 1,9	< 32	< 62	< 62	< 1,9	< 32	< 62
	DDT całkowity (zsumar par-p-pp)	< 4,2	< 33,8	< 63	< 63	< 4,2	< 33,8	< 63
	p,p'-DDE	< 3,2	< 17	< 31	< 31	< 3,2	< 17	< 31
	p,p'-DDD	< 4,8	< 16,5	< 28	< 28	< 4,8	< 16,5	< 28
	DDT+DDD+DDE	< 5,3	< 28	< 57	< 57	< 5,3	< 28	< 57
	Falan (2,2'-dihydroksyflu)	< 580	< 2730	< 4500	< 4500	< 580	< 2730	< 4500
	Związek trybutylowy (patron)	< 0,8	< 1,7	< 2,94	< 2,94	< 0,8	< 1,7	< 2,94
	1,2,4-trichlorobenzen	< 150	< 175	< 200	< 200	< 150	< 175	< 200
	Para chlorobenzol	< 0,8	< 1,2	< 1,5	< 1,5	< 0,8	< 1,2	< 1,5
	Dekahydrokwyfeno	< 1	< 5	< 2	< 2	< 1	< 5	< 2
	Tokafen	< 2	< 4	< 8	< 8	< 2	< 4	< 8
	Endryna	< 2	< 104	< 8	< 207	< 2	< 104	< 8
	Aldryna	< 2	< 4	< 8	< 8	< 2	< 4	< 8

* za sumę WWA przyjęto sumę wskaźników: naftalen, acenafylen, acenafylen, fluoren, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(e)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)piren, dibenzo(a,h)antracen

Legenda:

Level 1

Level 2

Level 3

Level 4

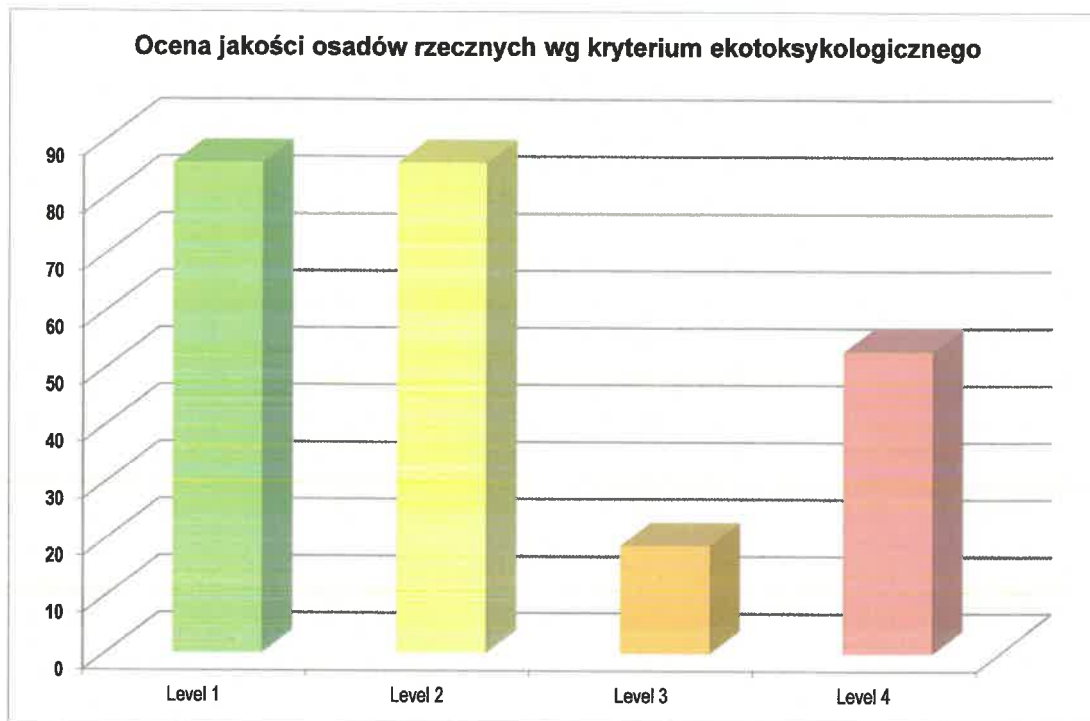
Ocena jakości osadów pobranych z rzek i kanałów rzecznych zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym, umożliwiającym ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003).

Analiza wyników badań osadów dennych pobranych z rzek oraz kanałów rzecznych zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym dotyczyła oceny stanu ich czystości w zależności od zawartości wybranych metali oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO). Poziomy oceny osadów zostały przyjęte zgodnie z wartościami granicznymi określonymi w tabeli 3 przedmiotowego opracowania. Dla celu oceny jakości osadów rzecznych przyjęto, że osady, dla których wartości stężeń danego wskaźnika spełniają kryterium poziomu I (Level 1) to osady niezanieczyszczone, stężenia spełniające kryterium poziomu II (Level 2) to osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu, osady spełniające kryterium poziomu III (Level 3) to osady zanieczyszczone w średnim stopniu, natomiast stężenia przekraczające wartości graniczne określone dla III poziomu to osady silnie zanieczyszczone (Level 4). Jednocześnie ocena końcowa danego osadu, tj. poziom jakości jest równy poziomowi wskaźnika o najmniej korzystnej ocenie – tzw. czynnik degradujący.

Oceną objęte były 244 próby osadów dennych pobrane z rzek oraz kanałów rzecznych, 55 próbek osadów dennych oceniane były pod względem zawartości 48 wskaźników, pozostałe 189 próbek osadów podlegało ocenie w zakresie 42 wskaźników. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 11 przedmiotowego opracowania.

Jak wynika z przedstawionej tabeli (tabela 11), w przypadku większości badanych prób osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryteria I i II poziomu jakości osadów.

Na poniższym wykresie przedstawiono klasyfikację stanowisk pomiarowych względem oceny jakości kryterium ekotoksykologicznego.



Level 1	- osady niezanieczyszczone
Level 2	- osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu,
Level 3	- osady zanieczyszczone w średnim stopniu,
Level 4	- osady zanieczyszczone (silnie)

Rysunek 2. Ocena jakości osadów rzecznych pochodzących z 244 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2022 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (pomocniczym) – cieki

W 86 stanowiskach pomiarowych pobrane osady ocenione zostały jako niezanieczyszczone (Level 1) tj. w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I poziomu.

Pozostałe 158 próbek osadów dennych pobrane z rzek lub kanałów rzecznych oceniono jako zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali i/lub trwałych związków organicznych (TZO), w tym: 86 próbki oceniono jako zanieczyszczone w niewielkim stopniu, 19 próbek oceniono jako zanieczyszczone w średnim stopniu (Level 3) oraz 53 próbki oceniono jako silnie zanieczyszczone (Level 4).

W 27 z 53 stanowisk pomiarowych na zaklasyfikowanie osadu do kategorii silnie zanieczyszczonego (Level 4) zadecydował 1 wskaźnik degradujący.

W 12 stanowiskach pomiarowych wpływ na uzyskaną ocenę miały 2 z badanych wskaźników, a w 4 stanowiskach – 3 z badanych wskaźników. W pozostałych punktach na ocenę wpływało powyżej 4 wskaźników. Najwięcej, tj. 20 badanych wskaźników przekroczonych było w ppk Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny (arsen, kadm, miedź,

nikiel, ołów, cynk, mangan, naftalen, fenantren, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, acenaftylen, acenaften, fluoren, piren, benzo(e)piren, dibenzo(a,h)antracen i WWA-suma, a 14 badanych wskaźników przekroczonych było w ppk Kanał Gliwicki, Gliwice Marina (kadm, ołów, cynk, naftalen, fenantren, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, antracen, acenaftylen, acenaften, fluoren, piren i WWA-suma).

Analizując częstości występowania przekroczeń wartości granicznych określonych dla III poziomu jakości czystości osadów dla poszczególnych badanych wskaźników stwierdzono, że najczęściej przekraczana była graniczna zawartość: żelaza (4 stanowiska), manganu (5 stanowisk), dibenzo(a,h)antracenu (4 stanowiska), acenaftylen (5 stanowisk). W przypadku pozostałych parametrów częstość przekroczeń klasyfikowała się następująco: miedź, fenantren i acenaften (3 stanowiska), nikiel (2 stanowiska).

5.2 Osady z jezior

W poniższych tabelach przedstawiono ocenę osadów pobranych z jezior odpowiednio wg kryteriów:

- **kryterium ekotoksykologiczne EQS - podstawowe**, umożliwiające ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne na podstawie określonych wartości granicznych EQS, wykorzystywanych do rozdzielenia dobrego od złego stanu chemicznego osadów wodnych (wg GIOŚ 2015). Ocena jakości osadów dennych wg kryterium EQS została przeprowadzona jedynie dla tych prób osadów dennych, dla których zbadane zostały wszystkie wskaźniki wymagane w stosowanej metodyce, tj. wg kryterium EQS.
- **kryterium ekotoksykologiczne (substancje organiczne) - dodatkowe**, umożliwiające ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003);

Przeprowadzenie oceny jakości osadów dennych (wg powyższych kryteriów) na stanowiskach pomiarowych przypisanych do odpowiadających im jcwp, jest środkiem do klasyfikacji stanu jakości jednolitych części wód powierzchniowych.

5.2.1 Ocena osadów z jezior wg kryterium ekotoksykologicznego EQS

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEKI I JEZIOR W ROKU 2022
Zadanie 6.Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior
w 2022 roku.”



OBiKŚ

Nr SIMZ	Nazwa pHK	As [mg/kg]		Cd [mg/kg]		Cr [mg/kg]		Cu [mg/kg]		Ni [mg/kg]		Pb [mg/kg]		Zn [mg/kg]		Mn [mg]		Antren [μg/kg]		WVA - suma [μg/kg]		Polichlorowane Bifenyle (tr 133 180) - suma [μg/kg]		Pantochlorobenzen [μg/kg]		HCH - suma [μg/kg]		Dialdyna [μg/kg]		DDT całkowity (izomer p,p'-par) [μg/kg]		Endosulfan [μg/kg]		chloroalkany C10-C13 [μg/kg]		Chlorantrios [μg/kg]		Związek tricykliczny (falon tricykliczny) [μg/kg]		Trichlorobenzyny - suma [μg/kg]		Nonylfenole (-nonylfenole) [μg/kg]		Oktyleńone (-4-1,1,3,3-tetrametylobutylofenole) [μg/kg]		Pentachloroetanol [μg/kg]		Trifluorena [μg/kg]		Chinokwina [μg/kg]		Cypermetrina [μg/kg]		Chlorokon [μg/kg]		Heksabromodifenole [μg/kg]		Toksten [μg/kg]		Endrina [μg/kg]		Aldrina [μg/kg]		Alachlor [μg/kg]		Chlorpyrifos [μg/kg]		Aklonfen [μg/kg]		Bifenoks [μg/kg]		Cybutyna [μg/kg]							
		operacja EDCS GIOS (2015)	jez. Wieleń	0,8	2,3	4,2	32	32	41	120	138	129	1400	80	5,5	1	53	144	494,2	2,7	3991	6,2	0,011	41	895	11	229	4,7	177	1,4	120	60	6	12,9	9,3	5,2	12,1	43	4,3	0,2																																							
415	Złotoczek - 8 km stawy	0,05	1,50	0,03	0,47	2,53	0,20	0,50	2,82	2,50	3150	0,50	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
435	Miejsce stanowiąco P1	0,18	1,50	0,41	8,05	17,20	6,73	15,20	50,00	160,00	2,50	1226,50	0,50	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* przy określaniu stanu jakości dla wskaźnika suma WVA jako wynik podaje się sumę następujących parametrów: nafalen, acenafylen, acenafylen, fluorenan, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzofluoranten, chryzen, benzofluoranten, benzoc(k)fluoranten, benzo(e)piran, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piran.

Legenda

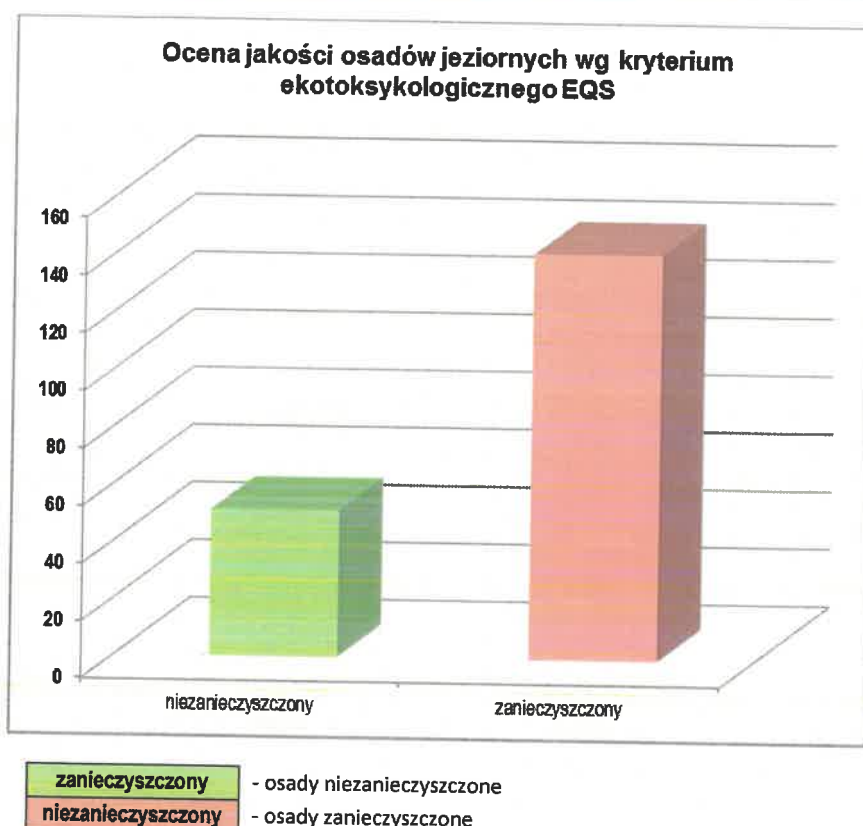
stan niezanieczyszczony
 stan zanieczyszczony

Ocena jakości osadów pobranych z jezior i zbiorników zaporowych zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym, umożliwiającym ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne na podstawie określonych wartości granicznych EQS, wykorzystywanych do rozdzielenia dobrego od złego stanu chemicznego osadów wodnych (wg GIOŚ 2015)

Analiza wyników badań osadów dennych pobranych z jezior, podobnie jak w przypadku oceny przeprowadzonej dla osadów dennych pochodzących z rzek oraz kanałów rzecznych, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym dotyczyła oceny stanu ich czystości w zależności od zawartości wybranych metali oraz trwałych związków organicznych (TZO). Poziomy oceny osadów zostały przyjęte zgodnie z wartościami granicznymi określonymi w tabeli 2 przedmiotowego opracowania. Dla celu oceny jakości osadów jeziornych przyjęto, że osady, dla których wartości stężeń danego wskaźnika są niższe od wartości granicznej to osady niezanieczyszczone, natomiast stężenia przekraczające wartości graniczne określone dla danego wskaźnika – to osady zanieczyszczone. Jednocześnie ocena końcowa danego osadu jest negatywna (tzn. osad uznawany jest za zanieczyszczony), jeżeli choć jeden wskaźnik - tj. czynnik degradujący – przekracza wartość graniczną określoną dla osadów niezanieczyszczonych.

Oceną objęto 192 próbki osadów jeziornych. W szerokim zakresie badano 35 stanowisk, tj. z uwzględnieniem 38 wskaźników. Pozostałe 157 stanowisk analizowane były w zakresie częściowym, tj. 20 wskaźników. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 12 przedmiotowego opracowania.

Jak wynika z tabeli 12, w przypadku większości badanych prób osadów dennych (141 jezior) osady zakwalifikowane zostały jako zanieczyszczone. W przypadku 51 jezior jakość osadów dennych, określona została jako osady niezanieczyszczone.



Rysunek 3 Ocena jakości osadów jeziornych pochodzących z 192 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2022 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym EQS – jeziora

Zgodnie z tabelą 12 oraz powyższym wykresem 141 próbek wykazało, że ich jakość (określona jako ocena końcowa) nie spełnia kryteriów określonych dla osadów dennych niezanieczyszczonych, co oznacza, że z uwagi na swój skład mogą wpływać niekorzystnie na organizmy wodne.

W 47 próbkach osadów czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej EQS dla 1 wskaźnika oraz w 51 próbkach czynnikiem degradującym było przekroczenie wartości granicznej EQS dla 2 wskaźników.

W 17 próbkach osadów czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej EQS dla 3 wskaźników, w 14 próbkach osadów czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej EQS dla 4 wskaźników.

W kolejnych 4 próbkach 5 i 6 badanych wskaźników wpłynęło na ocenę końcową osadu – osad zanieczyszczony oraz w 2 próbkach osadu przekroczenie wartości granicznej EQS dotyczyło już 9 badanych wskaźników. Dla 1 przebadanej próbki osadów jeziornych wartości 11 wskaźników przekroczyło wartości graniczne EQS, tj. pochodzących z ppk jez. Dłusko -

głęбочek – 12,3 m (srebro, arsen, kadm, chrom, miedź, nikiel, ołów, cynk, naftalen, antracen i WWA-suma).

Najczęściej przekraczane były graniczne wartości następujących wskaźników: WWA-suma (89 próbek), naftalen (46 próbek), ołów (65 próbek), arsen (52 próbki), cynk (45 próbek), miedź (18 próbek), antracen (10 próbek) oraz chrom (7 próbek), kadm (18 próbek) i srebro (2 próbki).

5.2.2 Ocena osadów z jezior wg kryterium ekotoksykologicznego (substancje organiczne)

MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEKI I JEZIOR W ROKU 2022
Zadanie 5. Raport pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2022 roku.”



OBIXS

Nr SMZ	Parametr	Klasa		Wykrywanie		Ocena		ocena ogólna																																	
		konformna	niekonformna	określona	nieokreślona	określona	nieokreślona	określona	nieokreślona	określona	nieokreślona	określona	nieokreślona	określona	nieokreślona	określona	nieokreślona	określona	nieokreślona																						
35	Jez. Stawia - stn. 02	0,0	0,0	15,20	43,00	0,4	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
36	Jez. Stawia - stn. 01	0,0	0,0	2,41	6,97	0,0	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
37	Jez. Stawia - stn. 03	0,0	0,0	15,40	43,00	0,4	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
38	Jez. Wesoła - stn. 01	0,0	0,0	4,37	12,40	0,0	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
39	Jez. Wiele - stn. 01	0,0	0,0	5,06	14,10	0,0	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40	Jez. Wiele - stn. 02	0,0	0,0	0,20	0,58	0,0	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
41	Jez. Wiele - stn. 03	0,0	0,0	5,06	14,10	0,0	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
42	Jez. Wiele - stn. 04	0,0	0,0	5,06	14,10	0,0	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
43	Jez. Żurawia - stn. 01	0,0	0,0	5,06	14,10	0,0	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
44	Jez. Żurawia - stn. 02	0,0	0,0	5,06	14,10	0,0	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	Jez. Żurawia - stn. 03	0,0	0,0	5,06	14,10	0,0	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

* za sumę WWA przyjęto sumę wkaźników: niftalen, acenafitylen, acenafiten, fluorenan, antracenen, fluoranten, piren, benzo(a)antracenen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(e)piren, zgodnie z metodyką D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WF-732 2003.

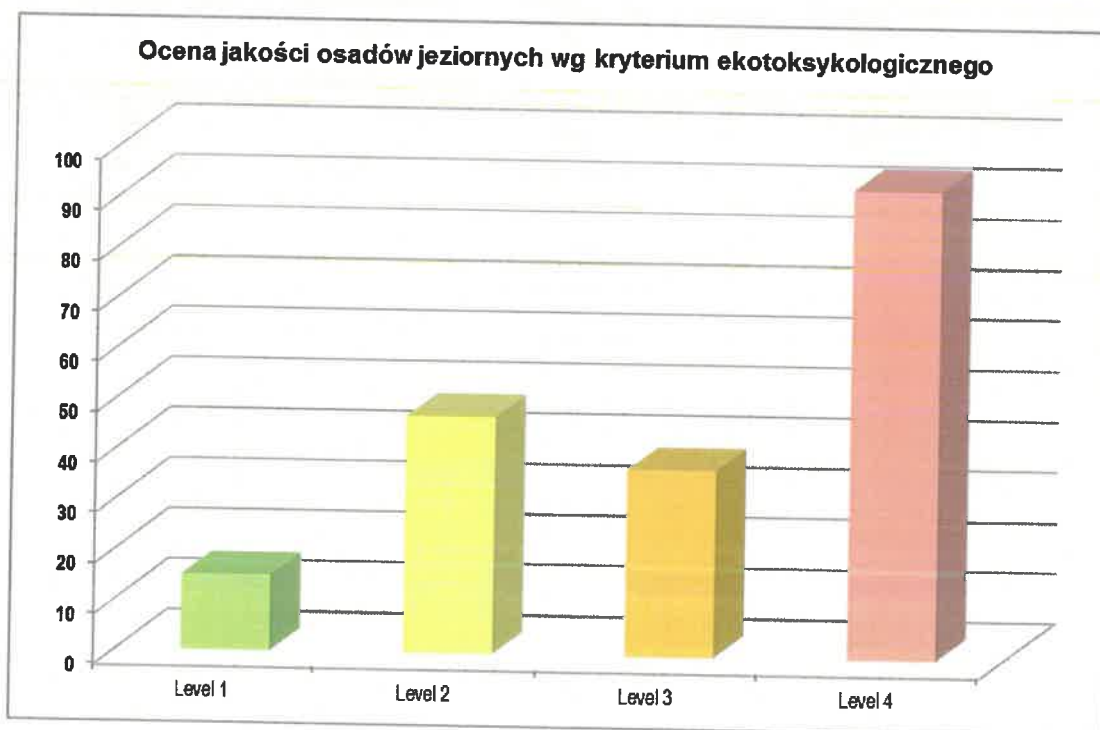
Legenda: Level 1 Level 2 Level 3 Level 4

Ocena jakości osadów pobranych z jezior zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym, umożliwiającym ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003)

Analiza wyników badań osadów dennych pobranych z jezior zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym dotyczyła oceny stanu ich czystości w zależności od zawartości wybranych metali oraz trwałych związków organicznych (TZO). Poziomy oceny osadów zostały przyjęte zgodnie z wartościami granicznymi określonymi w tabeli 3 przedmiotowego opracowania. Podobnie jak w przypadku oceny jakości osadów rzecznych przyjęto, że osady, dla których wartości stężeń danego wskaźnika spełniają kryterium poziomu I to osady niezanieczyszczone, stężenia spełniające kryterium poziomu II to osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu, osady spełniające kryterium poziomu III to osady zanieczyszczone w średnim stopniu, natomiast stężenia przekraczające wartości graniczne określone dla III poziomu to osady silnie zanieczyszczone. Jednocześnie ocena końcowa danego osadu, tj. klasa czystości jest równa poziomowi wskaźnika o najmniej korzystnej ocenie – tzw. czynnik degradujący.

Oceną objęte były 192 próbki osadów dennych pobieranych z jezior, 35 próbek osadów dennych oceniane było pod względem zawartości 48 wskaźników, pozostałe 157 próbek osadów podlegało ocenie w zakresie 42 wskaźników.

Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 13 przedmiotowego opracowania. Jak wynika z niniejszej tabeli oraz poniższego wykresu, w przypadku 93 przebadanych próbek osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryteria IV poziomu jakości osadów (osad silnie zanieczyszczony).



Level 1	- osady niezanieczyszczone	Level 3	- osady zanieczyszczone w średnim stopniu,
Level 2	- osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu,	Level 4	- osady zanieczyszczone (silnie)

Rysunek 4. Ocena jakości osadów jeziornych pochodzących z 192 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2022 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (pomocniczym) – jeziora

W 15 stanowiskach pomiarowych pobrane osady ocenione zostały jako niezanieczyszczone (Level 1) tj. w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I poziomu.

Pozostałe 177 próbek osadów dennych pobranych z jezior oceniono jako zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali i / lub trwałych związków organicznych (TZO), w tym: 47 próbki oceniono jako zanieczyszczone w małym stopniu, 37 próbek oceniono jako zanieczyszczone w średnim stopniu oraz 93 próbki oceniono jako silnie zanieczyszczone.

W 69 z 93 stanowisk pomiarowych na zaklasyfikowanie osadu do kategorii silnie zanieczyszczonego (Level 4) zadecydował 1 wskaźnik degradujący: mangan (64 stanowiska), miedź (1 stanowisko), żelazo (1 stanowisko), dibenzo(a,h)antracen (3 stanowiska).

W 14 z 93 stanowisk pomiarowych na zaklasyfikowanie osadu do kategorii silnie zanieczyszczonego (Level 4) wpływ miały 2 wskaźniki degradujące, natomiast w 2 badanych próbkach wpływ na uzyskaną ocenę (zaklasyfikowanie do osadów silnie zanieczyszczonych) miały 3 i 4 wskaźniki degradujące. W jednej próbce przekroczenia zanotowano w 21 wskaźnikach i był to ppk jez. Dłusko - głęboczek - 12,3 m.

Analizując częstości występowania przekroczeń wartości granicznych określonych dla III poziomu jakości czystości osadów dla poszczególnych badanych wskaźników stwierdzono, że najczęściej przekraczana była graniczna wartość: manganu (82 ppk), żelaza (10 ppk), naftalenu (8 ppk), fluorantenu (3 ppk), chryzenu (3 ppk), acenaftylenu (1 ppk), acenaftenu (4), fluorenu (5 ppk), pirenu (5 ppk), dibenzo(a,h)antracenu (10 ppk) oraz WWA-suma (1 ppk).

6 Podsumowanie

Badania osadów dennych w roku 2022 wykazały zróżnicowanie w ocenie jakości osadów w odniesieniu do poszczególnych dorzeczy, zarówno w ciekach jak i w jeziorach.

Cieki

W 88 spośród 244 badanych próbek, ocena osadów dennych w ciekach wykazała osady zanieczyszczone. Najbardziej zanieczyszczonymi punktami pomiarowo – kontrolnymi były Kłodnica Gliwice na wysokości Mariny, Kanał Gliwicki, Gliwice Marina (dorzecze Odry) oraz Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (dorzecze Wisły), w których wartości graniczne zostały przekroczone w przypadku 10 badanych wskaźników.

W dorzeczu Odry stwierdzono najwyższy odsetek osadów zanieczyszczonych, tj. 59%, w dorzeczu Wisły 34%, w dorzeczach Łaby i Niemna po 2% oraz w dorzeczach Jarftu i Dunaju po 1,5%.

Jeziora

W badanych jeziorach, w 141 spośród 192 badanych próbek ocena osadów dennych wykazała osady zanieczyszczone. Najbardziej zanieczyszczonym ppk wśród osadów był ppk jez. Dłusko - głęboczek – 12,3 m (dorzecze Odry), w którym 11 wskaźników przekroczyło wartości graniczne.

W przypadku jezior najwyższy odsetek osadów zanieczyszczonych stwierdzono w dorzeczu Wisły – 51%. W dorzeczu Odry stwierdzono odsetek osadów zanieczyszczonych, na poziomie 38%, w dorzeczu Pregoty 6%, w dorzeczu Niemna 4% oraz w dorzeczu Świeżej 1%.

7 LITERATURA

1. Siebielec Z., Siebielec G., Smreczek G.: Studia i raporty IUNG-PIB, 2015, Zeszyt 46(20): 163-181
2. Ibragimow A., Głosińska G., Siepak M., Walna B.: Heavy metals in sediments of the Odra River Floyd-plains – introductory research. *Quaestiones Geographicae*, 2010, 29(1): 37-47.
3. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2012.;
<http://ekoinfonet.gios.gov.pl/osady/mapa/Programy/2012.pdf>
4. Foerstner U., Owens P.N. 2007. Sediment quantity and quality issues in river basins
5. Brils J. 2008 Sediment monitoring and the European Water Framework Directive.
6. Nocoń W., Barbusiński K. i inni, Analiza zmian ładunku metali śladowych transportowanych wraz z zawieszyną wzdłuż rzeki. *Ochrona Środowiska* 2013
7. Dmitruk U., Piaścik M., Taborska B., Dojlido J.: Niebezpieczne substancje organiczne w osadach dennych Wisły. *Gospodarka Wodna* 2006, nr 11, ss. 434–438.
8. Dmitruk U., Piaścik M., Taborska B., Dojlido J.: Persistent organic pollutants (POPs) in bottom sediments of the Vistula River, Poland. *Clean* 2008, Vol. 36, No. 2, pp. 222–229.
9. Barbusiński K., Nocoń W.: Zawartość związków metali ciężkich w osadach dennych Kłodnicy. *Ochrona Środowiska* 2011, vol. 33, nr 1 ss. 13–17.
10. Boszek L., Kowalski A: Spatial distribution of mercury in bottom sediments and soil from Poznań, Poland. *Polish Journal of Environmental Studies* 2006, Vol. 15, No. 2, pp. 211–218.
11. Gawdzik J.I.: Specjacja metali ciężkich w osadach ściekowych na przykładzie wybranych oczyszczalni komunalnych. *Ochrona Środowiska* 2010, vol. 32, nr 4 ss. 15–19.
12. Lis J., Pasieczna A. i inni 2012 (zmieniona i uzupełniona wersja internetowej publikacji z 1995 r.) Atlas geochemiczny Polski w skali 1:2 500 000. Wydawnictwo Geologiczne Warszawa
13. Srogi K.: Monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: A review. *Environmental Chemistry Letters* 2007, Vol. 5, pp. 169–195.
14. Drooge B., J. López J., Fernández P., Grimalt J., Stuchlik E.: Polycyclic aromatic hydrocarbons in lake sediments from the High Tatras. *Environmental Pollution* 2011, Vol. 159, pp. 1234–1240.
15. Musa S., Gichuki J.W., P.O. RABURU, C.M. AURA: Risk assessment for organochlorines and organophosphates pesticide residues in water and sediments from lower Nyando/Sondu-Miriu river within Lake Victoria Basin, Kenya. *Lake and Reservoir Management* 2011, Vol. 16, pp. 273–280.
16. Sudaryanto A., Isobe T., Takahashi S., Tanabe S.: Assessment of persistent organic pollutants in sediments from Lower Mekong River basin. *Chemosphere* 2011, Vol. 82, pp. 679–686.
17. Dimitruk U., Jancewicz A., Tomczuk U.: Występowanie niebezpiecznych związków organicznych i pierwiastków śladowych w osadach dennych zbiorników zaporowych. *Ochrona Środowiska* 2013 Vol. 35
18. Włodarczyk –Makuła M.: Trwałe zanieczyszczenia organiczne w aspekcie Konwencji Sztokholmskiej. *Inżynieria Środowiska* 2011 Nr 24
19. Czarnomski K.: Trwałe zanieczyszczenia organiczne w środowisku. Niska Emisja. Materiały informacyjne. Warszawa 2009.
<http://www.ekologia.pl/srodowisko/ochrona-srodowiska/trwale-zanieczyszczenia-organiczne,430.html>
21. Skowron P., Małuch i., Trwałe związki organiczne zanieczyszczające środowisko przyrodnicze i żywność.
http://archiwum.ekoportal.gov.pl/prawo_dokumenty_strategiczne/ochrona_srodowiska_w_polscie_zagadnienia/Odpady/TrwaleZanieczyszczeniaOrganiczne.html
- 22.

23. Czarnomski K.. Trwale zanieczyszczenia organiczne - gospodarka odpadami. Materiały informacyjne. Warszawa 2009.
24. MacDonald D.D. Ingersoll C.G. (2000) – Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. Alch. Environ. Contam. Toxicol.39, 20-31 (2000).