

---

## MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W LATACH 2020-2021

### Zadanie 2B-1

Raport: „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2021 roku”

---

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

**Nr umowy:** DOF/DMŚ/84/2020/F

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

**Zatwierdził:**

DYREKTOR ODDZIAŁU  
  
Aleksandra HELBIG

KIEROWNIK LABORATORIUM  
  
dr Marta STEFANIAK



Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

Katowice, 11 marca 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 Mutwil

## SPIS TREŚCI

<b>SPIS TREŚCI</b> .....	<b>3</b>
<b>SPIS ZAŁĄCZNIKÓW</b> .....	<b>5</b>
<b>SPIS TABEL</b> .....	<b>6</b>
<b>SPIS RYCIN</b> .....	<b>7</b>
<b>1 WSTĘP</b> .....	<b>8</b>
<b>2 ZAKRES I METODYKA BADAŃ</b> .....	<b>9</b>
2.1 Charakterystyka metod i warunków pobierania próbek osadów dennych .....	9
2.1.1 Pobór osadów dennych z rzek.....	9
2.1.2 Pobór osadów dennych z jezior.....	11
2.2 Sposób przygotowania próbek do oznaczeń oraz wykonywania oznaczeń - badania laboratoryjne .....	12
2.3 Szczegółowy opis zastosowanych technik analitycznych .....	14
2.4 Kryteria oceny osadów dennych.....	25
2.4.1 Kryterium geochemiczne – podział osadów na klasy czystości na podstawie kryteriów geochemicznych .....	25
2.4.2 Kryterium ekotoksykologiczne – z wykorzystaniem wartości TEC, PEC i MEC	26
2.4.3 Kryterium ekotoksykologiczne – z wykorzystaniem wartości EQS .....	28
<b>3 SZCZEGÓŁOWY WYKAZ STANOWISK POMIAROWYCH</b> .....	<b>32</b>
<b>4 WYNIKI BADAŃ</b> .....	<b>33</b>
4.1 Wyniki badań osadów rzecznych.....	33
4.1.1 Odczyn, przewodność elektrolityczna .....	33
4.1.2 Pierwiastki.....	33
4.1.3 Związki organiczne i fluorki .....	39
4.2 Wyniki badań osadów jeziornych.....	45
4.2.1 Odczyn, przewodność elektrolityczna .....	45
4.2.2 Pierwiastki.....	45
4.2.3 Związki organiczne i fluorki .....	50
<b>5 OCENA STANU ZANIECZYSZCZENIA OSADÓW DENNYCH WEDŁUG OBOWIĄZUJĄCYCH KRYTERIÓW</b> .....	<b>57</b>
5.1 Osady z rzek i kanałów .....	57

5.1.1	Ocena osadów z rzek i kanałów rzecznych wg kryterium geochemicznego (Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001).....	57
5.1.2	Ocena osadów z rzek i kanałów rzecznych wg opracowania. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003.....	64
5.1.3	Ocena osadów z rzek i kanałów rzecznych wg kryterium ekotoksykologicznego EQS wg opracowania GIOŚ 2015.....	75
5.2	Osady z jezior .....	85
5.2.1	Ocena osadów z jezior wg kryterium geochemicznego (Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001 r.) .....	85
5.2.2	Ocena osadów z jezior wg opracowania. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 200.....	92
5.2.3	Ocena osadów z jezior wg kryterium ekotoksykologicznego EQS wg opracowania GIOŚ 2015 .....	101
<b>6</b>	<b>TESTOWANIE METODYKI NA DANYCH Z 2021 r. ....</b>	<b>110</b>
6.1	Testowanie metodyki - cieki .....	112
6.1.1	Analiza porównawcza .....	119
6.1.2	Analiza możliwych przyczyn rozbieżności w ocenie jakości osadów .....	124
6.2	Testowanie metodyki - jeziora .....	130
6.2.1	Analiza możliwych przyczyn rozbieżności w ocenie jakości osadów .....	135
6.3	Testowanie metodyki - podsumowanie .....	137
<b>7</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>141</b>

## 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

## SPIS TABEL

Tabela 1 Zestawienie metod badawczych, dokumentów odniesienia, granic oznaczalności i wykrywalności dla wskaźników fizyko-chemicznych analizowanych osadów dennych.....	17
Tabela 2 Klasyfikacja osadów wodnych na podstawie kryteriów geochemicznych .....	25
Tabela 3 Progowe zawartości pierwiastków śladowych oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych w osadach wodnych .....	26
Tabela 4 Progowe wartości Środowiskowych Norm Jakości EQS w osadach wodnych oraz wartości dopuszczalne innych zanieczyszczeń zalecanych do badań w osadach dennych rzek i jezior .....	30
Tabela 5 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna.....	33
Tabela 6 Podstawowe parametry statystyczne – pierwiastki.....	38
Tabela 7 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne i fluorki .....	43
Tabela 8 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna.....	45
Tabela 9 Podstawowe parametry statystyczne – pierwiastki.....	49
Tabela 10 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne i fluorki .....	54
Tabela 11 Ocena wyników wg opracowania Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001 r. - rzeki i kanały .....	58
Tabela 12 Ocena wyników wg opracowania. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 - rzeki i kanały .....	65
Tabela 13 Ocena wyników wg opracowania GIOŚ 2015 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkowicz W - rzeki i kanały .....	76
Tabela 14 Ocena wyników wg opracowania Bojkowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001 r. – jeziora.....	86
Tabela 15 Ocena wyników wg opracowania. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 – jeziora .....	93
Tabela 16 Ocena wyników wg opracowania GIOŚ 2015 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkowicz W – jeziora.....	102
Tabela 17 Progowe wartości Środowiskowych Norm Jakości EQS w osadach wodnych oraz wartości dopuszczalne innych zanieczyszczeń zalecanych do badań w osadach dennych rzek i jezior .....	110
Tabela 18 Testowanie metodyki – ocena jakości osadów wg kryterium EQS– cieki (2021)	113

Tabela 19 Porównanie wyników oceny jakości osadów wg wszystkich stosowanych kryteriów – jcwpc rzeczne.....	119
Tabela 20 Zestawienie stanowisk pomiarowych rzek i kanałów rzecznych ze zróżnicowaniem czynnika degradującego.....	125
Tabela 21 Wyniki oceny jakości osadów dennych z rzek w podziale na kryterium oceny. ..	129
Tabela 22 Testowanie metodyki – ocena jakości osadów wg kryterium EQS– jeziora (2021) .....	131
Tabela 23 Porównanie wyników oceny jakości osadów wg wszystkich stosowanych kryteriów – jeziora .....	133
Tabela 24 Zestawienie stanowisk pomiarowych jezior ze zróżnicowaniem czynnika degradującego .....	136
Tabela 25 Wyniki oceny jakości osadów dennych z jezior w podziale na kryterium oceny..	137

## SPIS RYCIN

Rysunek 1. Ocena jakości osadów rzecznych pochodzących z 223 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium geochemicznym – cieki .....	63
Rysunek 2. Ocena jakości osadów rzecznych pochodzących z 223 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym – cieki .....	74
Rysunek 3 Ocena jakości osadów rzecznych pochodzących z 223 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym EQS – cieki ....	83
Rysunek 4. Ocena jakości osadów jeziornych pochodzących z 200 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium geochemicznym – jeziora .....	91
Rysunek 5. Ocena jakości osadów jeziornych pochodzących z 200 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym – jeziora .....	100
Rysunek 6 Ocena jakości osadów jeziornych pochodzących z 200 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym EQS – jeziora .....	109

## 1 WSTĘP

Przedmiotem niniejszego opracowania jest *Raport o stanie zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2021 roku* w ramach zadania pn. „Monitoring osadów dennych rzek i jezior w latach 2020 – 2021”. 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 przedsięwzięcie podzielone zostało na następujące etapy:

- ETAP I – z terminem realizacji prac do 13.11.2020 roku,
- ETAP II – z terminem realizacji prac do 12.03.2021 roku.
- ETAP III – z terminem realizacji prac do 10.11.2021 roku.
- ETAP IV – z terminem realizacji prac do 11.03.2022 roku.

Niniejsze opracowanie stanowi ETAP IV - analizę wyników badań osadów rzecznych i jeziornych pobranych w ramach drugiego roku pomiarowego (2021 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 423 stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych na rzekach oraz kanałach rzecznych (223 punktów) oraz na jeziorach (200 punktów). Pobór prób osadów dennych wykonywany był przez firmę Eurofins OBIKS Polska Sp. z o.o. (100 ppk) oraz firmę IPROEKO Sp. z o.o. (323 ppk), z którą Eurofins OBIKS 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 2021 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 latach 2020–2021 (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 próbek.

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;
- zdjęcia wykonywane aparatem fotograficznym, bez wbudowanego odbiornika GPS – w kadrze zrobionego zdjęcia znajdował się odbiornik GPS wskazujący współrzędne miejsca poboru.

Dane terenowe, w postaci fotografii lokalizacji pobory 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 sedymentacji i możliwe stanie się odlanie nadmiaru wody z nad 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 OBIKŚ 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 przekazany został Zamawiającemu w wersji elektronicznej w ramach ETAPU III prac, wyciąg najważniejszych informacji z formularza do zbierania danych przedstawiono w *Rozdziale 3 – Szczegółowy wykaz stanowisk pomiarowych*.

### 2.1.2 Pobór osadów dennych z jezior

Lokalizacje stanowisk pomiarowych wskazane do monitoringu, umiejscowione w obrębie poszczególnych JCWP, w roku 2021 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 latach 2020 – 2021 (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;
- zdjęcia wykonywane aparatem fotograficznym, bez wbudowanego odbiornika GPS - w kadrze zrobionego zdjęcia znajdował się odbiornik GPS wskazujący współrzędne miejsca poboru.

Dane terenowe, w postaci fotografii lokalizacji pobory 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. Probki przeznaczone do oznaczeń pierwiastków śladowych i głównych umieszczone były w dwóch pojemnikach plastikowych o pojemności 500 ml oraz

100 ml. Próbkę przeznaczoną do oznaczenia trwałych zanieczyszczeń organicznych umieszczono 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 zamkniętym pojemniku typu cool-box wyłożonym folią bąbelkową z wkładami lodowymi (termotorba). Postępowanie takie miało na celu ochronę próbek przed uszkodzeniem i ogrzaniem. Próbkę dostarczano w ciągu około 24 godzin od pobrania do laboratorium Eurofins OBiKŚ Polska Sp. z o.o.

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 przekazany został Zamawiającemu w wersji elektronicznej w ramach ETAPU III prac, wyciąg najważniejszych informacji z formularza do zbierania danych przedstawiono w *Rozdziale 3 – Szczegółowy wykaz stanowisk pomiarowych*.

W ramach zadania realizowanego w 2021 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. 2020 poz. 55) 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 GfA

Lab Services GmbH Hamburg nr akredytacji D-PL-14629-01-00 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: Laboratorium Eurofins OBiKŚ Polska Sp. z o.o., Eurofins GfA Lab Services GmbH Hamburg oraz Wessling Polska 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 Etapie III dokonano analiz laboratoryjnych wszystkich pobranych w 2021 roku próbek osadów dennych, w zakresie następujących wskaźników:

- pH i przewodność elektrolityczna - we wszystkich punktach pomiarowo-kontrolnych,
- pierwiastków głównych i śladowych: Ag, Al, As, Ba, Ca, Cd, C<sub>org</sub> (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)perylen, 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, chlorfenwinfos, 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, dioksyny i związki dioksynopodobne, aklonifen, bifenoks, cybutryna, cypermetryna, heksabromocyklododekan, chlordekon, heksabromodifenol, toksafen – w wybranych 150 punktach pomiarowo-kontrolnych.

### 2.3 Szczegółowy opis zastosowanych technik analitycznych

Po dostarczeniu do Laboratorium próbkom osadów dennych nadano wewnętrzne numery identyfikacyjne Laboratorium Eurofins OBiKŚ Polska Sp z o.o. Następnie próbki zostały przekazane do podwykonawców. Jeden plastikowy pojemnik o pojemności 100 ml został przekazany podwykonawcy (Eurofins GfA Lab Services GmbH Hamburg nr akredytacji D-PL-14629-01-00). Drugi pojemnik z tworzywa sztucznego o pojemności 100 ml został przekazany podwykonawcy (Wesseling Polska Sp. z o.o. nr akredytacji AB 918).

Przygotowanie próbek do analizy w Laboratorium Eurofins OBiKŚ 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/2020.X2 numer 646020);
- wysuszenie próbki w temperaturze do  $60^\circ\text{C}$  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 Kjelttec 2300 firmy FOSS 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 Soxhleta, 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)perylen, indeno(1,2,3-c,d)piren, perylen;
- ekstrakcję, celem przygotowania próbki do oznaczenia aparatem Agilent 7890B GC z detektorem MS/MS związków organicznych: chinoksyfen, dikofol, cypermetryna, chlordekon, heksabromodifenol, toksafen, aklonifen, bifenoks, cybutryna, chloroalkany C10-C13, chlorfenwinfos, bromowane difenylotery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154), związki tributyllocyny (kation tributyllocyny), kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS), 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 Laboratorium Eurofins GfA Lab Service GmbH obejmowało:

- ekstrakcję, celem przygotowania próbki do oznaczenia dioksyn i związków dioksynopodobnych metodą chromatografii gazowej ze spektrometrią mas GC-MS/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 zatężeniem na amalgamatorze aparatem Millestone DMA-80.

Wszystkie analizy wykonane zostały przy zastosowaniu technik analitycznych i procedur zapewniający 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 zatężenia próbki a tym samym podniesienia granicy oznaczalności.

Tabele z wynikami oznaczeń zamieszczone zostały 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 właściwa w 20 °C	Metoda konduktometryczna	PN-ISO 11265+AC1:1997	nie dotyczy	μS/cm	10	0	5	4,50
3	4.4.4. Arsen	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	3,00	2	1,5	25,00
4	4.4.12. Kadm	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,05	2	0,025	15,00
5	4.4.7. Chrom ogólny	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,30	2	0,15	20,00
6	4.4.16. Miedź	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,40	2	0,2	20,00
7	4.4.18. Nikiel i jego związki	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,40	2	0,2	15,00
8	4.4.20. Ołów i jego związki	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	1,00	2	0,5	15,00
9	4.4.9. Cynk	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,50	2	0,25	20,00
10	4.4.23. Siarka	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	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 cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	20,00
14	4.4.44. Fluoranten	Wysokosprawna chromatografia	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	25,00

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
		cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)							
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(a)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
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	PB//6/F:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,005	3	0,0025	35,00

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
		cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)							
27	4.4.57. Polichlorowane bifenyle (suma kongenerów nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB/I/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 wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB/I/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 wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB/I/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 wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB/I/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 wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB/I/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 wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB/I/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 wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB/I/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 wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB/I/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 spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/I/57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0008	4	0,0004	45,00
36	4.4.88. Epoksyd heptachloru	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/I/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/I/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/I/57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	35,00

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
			10382:2007						
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	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,10	2	0,05	15,00
45	4.4.6. Bar	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,10	2	0,05	25,00
46	4.4.13. Kobalt	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,20	2	0,1	30,00
47	4.4.14. Magnez	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,70	2	0,35	15,00
48	4.4.17. Molibden	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,40	2	0,2	15,00
49	4.4.8. Cyna	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	2,00	2	1	25,00
50	4.4.25. Stront	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,30	2	0,15	20,00
51	4.4.27. Wanad	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,50	2	0,25	15,00
52	4.4.28. Wapń	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	1,00	2	0,5	20,00
53	4.4.29. Żelazo	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,40	2	0,2	20,00

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
54	4.4.15. Mangan	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,10	2	0,05	15,00
55	4.4.10. Fosfor ogólny	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	5,00	2	2,5	15,00
56	4.4.26. Tytan	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,10	2	0,5	25,00
57	4.4.11. Glin	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	1,00	2	0,5	15,00
58	4.4.21. Potas	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009, PB//13/E:10.04.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	100	0	50	15,00
59	4.4.22. Rtęć i jej związki	Atomowa spektrometria fluorescencyjna (ASF)	WES 503 wyd.08 z dnia 02.02.2015r.	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
62	4.4.78. DDT całkowity	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
63	4.4.79. Endosulfan	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	0,0003	4	0,00015	30,00
64	4.4.5. Azot Kjedahla (Norg + NNH <sub>4</sub> )	Metoda miareczkowa	PN-EN 13342:2002	nie dotyczy	mg/kg sm	0,01	2	0,005	22,00
65	4.4.32. Acenaftylen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/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//57/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. Chlorfeninfos	Chromatografia gazowa ze tandemową	PB//57/A:31.03.2017 na	nie dotyczy	mg/kg sm	0,00002	5	0,00001	40,00

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						
70	4.4.118. C10-C13 - chloroalkany	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22032:2009	nie dotyczy	mg/kg sm	0,1	1	0,05	40,00
71	4.4.102. Związki tributylowy (kation tributylowy)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/II/55/A:31.03.2017	nie dotyczy	µg/kg sm	0,00001	5	0,000005	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/II/57/A:31.03.2017	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0006	4	0,0003	45,00
74	4.4.95. Oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/II/57/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/II/57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,001	3	0,0005	40,00
76	4.4.129. Dikofol	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/II/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 gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/II/57/A:31.03.2017	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/II/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 wysokorozdzielczą spektrometrią mas (GC-HRMS)	GFU03-1	nie dotyczy	mg/kg sm	2,4	2	1,2	25,00
80	4.4.127. Cypermetryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/II/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/II/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/II/57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	45,00

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
			10382:2007						
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. Chloropiryfos	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
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-etyloheksylu)	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	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
94	4.4.19. Ogólny węgiel organiczny	Miareczkowanie 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	PB//57/A:31.03.2017 na	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	30,00

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						
98	4.4.67. Heksachlorocykloheksan (beta)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB/II/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/II/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/II/57/A:31.03.2017 na podstawie PN-ISO 10382:2007	nie dotyczy	mg/kg sm	0,0001	4	0,00005	30,00

**Objaśnienia:**

sm – sucha masa



## 2.4 Kryteria oceny osadów dennych

Ocenę jakości osadów dennych przeprowadzono w oparciu o następujące kryteria:

- **kryterium geochemiczne**, umożliwiające ocenę stopnia zanieczyszczenia osadów dennych w odniesieniu do tła geochemicznego, czyli zawartości pierwiastków występujących w osadach w warunkach naturalnych (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001 r.);
- **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);
- **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, w fazie testowania (wg GIOŚ 2015).

### 2.4.1 Kryterium geochemiczne – podział osadów na klasy czystości na podstawie kryteriów geochemicznych

Metody geochemiczne oceny jakości zanieczyszczeń osadów polegają na porównaniu zawartości składników zanieczyszczających w osadzie z zawartościami spotykanymi w naturalnych lub nieznacznie zanieczyszczonych osadach.

Zawartość graniczna dla I klasy czystości osadów ustalona została według zasady interpretacji danych geochemicznych, gdzie jako zawartość anomalną pierwiastka w środowisku przyjmuje się stężenie wyższe od sumy średniej zawartości tego pierwiastka i dwóch odchyłeń standardowych określonych dla badanej populacji. Dla I klasy czystości osadów przyjęto jako zawartości graniczne stężenia od dwóch do pięciu razy wyższe od tła geochemicznego poszczególnych pierwiastków w zależności od ich biogeochemicznych właściwości tj. mobilności w środowisku oraz toksyczności dla biosfery. Dla II i III klasy jakości osadów wartości graniczne określono również na podstawie biogeochemicznych właściwości pierwiastków. Dla klasy II przyjęto wartości 10-20 razy wyższe od tła geochemicznego, dla klasy III czystości osadów przyjęto wartości 20-100 wyższe od tła geochemicznego. Klasyfikację geochemiczną osadów dennych przedstawia tabela poniżej.

Tabela 2 Klasyfikacja osadów wodnych na podstawie kryteriów geochemicznych

Składnik	Tło geochemiczne	I klasa	II klasa	III klasa	pozaklasowe
<b>Pierwiastki [mg/kg]</b>					
Srebro (Ag)	<0,5	<1,0	<2,0	<5,0	>5,0
Arsen (As)	<5	<10*	<30	<50	>50
Bar (Ba)	<52	<100**	<500	<1000	>1000
Kadm Cd)	<0,5	<1,0	<3,5	<6	>6
Kobalt (Co)	<3	<10	<20	<50	>50
Chrom (Cr)	<6	<50	<100	<400	>400
Miedź (Cu)	<7	<40	<100	<200	>200
Rtęć (Hg)	<0,05	<0,2	<0,5	<1,0	>1,0

Składnik	Tło geochemiczne	I klasa	II klasa	III klasa	pozaklasowe
<b>Pierwiastki [mg/kg]</b>					
Ołów (Pb)	<15	<30	<100	<200	>200
Nikiel (Ni)	<6	<16	<40	<50	>50
Cynk (Zn)	<73	<200	<500	<1000	>1000

**Źródło:** Bojakowska I. Sokołowska G. (1998) - Geochemiczne klasy czystości osadów wodnych. Przeg. Geolog., 46 (1): 49-54. (Aktualizacja 2001)

Objaśnienia:

\* - dla osadów jeziornych 15 mg/kg

\*\* - dla osadów jeziornych 150 mg/kg

W kryterium geochemicznym wg Bojakowska I. Sokołowska G. (1998), po uwzględnieniu aktualizacji w 2001 roku, w metodyce nie określa się parametru wyrażającego stosunek strontu do wapnia.

#### 2.4.2 Kryterium ekotoksykologiczne – 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
<b>Pierwiastki (mg/kg)</b>				
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	≤ 460	460 - 780	780 – 1 100	>1 100

Składnik	Poziom I ≤ TEC	Poziom II >TEC ≤ MEC	Poziom III >MEC ≤ PEC	Poziom IV >PEC
Żelazo	≤ 20 000	20 000 – 30 000	30 000 – 40 000	>40 000
<b>Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (µg/kg)</b>				
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
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)perylene	≤ 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 <sup>1)</sup>	≤ 1 610	1 610 - 12 205	12 205 - 22 800	>22 800
<b>Polichlorowane bifenyly (µg/kg)</b>				
PCB – suma (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153,180)	≤ 60	60 - 368	368 - 676	>676
<b>Pestycydy chloroorganiczne (µg/kg)</b>				
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
<b>Pozostałe zanieczyszczenia organiczne (µg/kg)</b>				
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

<sup>1)</sup> 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.

### 2.4.3 Kryterium ekotoksykologiczne – z wykorzystaniem wartości 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).

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

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

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

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

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

$F_{pow_{osad}}$  - 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  $0,2 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ )

$Kp_{osad}$  - 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:

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

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

gdzie:

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

$K_{\text{oc}}$  –współczynnik podziału materia organiczna/woda (przyjęty dla antracenu, chloroalkanów C10-C13, naftalenu, chinoksyfenu, cypermetryny, cybutryny, aklonifenu, 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  $EQS_{\text{m.m.}}$  dla danej substancji priorytetowej wyznaczonej dla wilgotnego osadu na wartość  $EQS_{\text{s.m.}}$  dla osadu suchego wykonano według wzoru:

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

gdzie:

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

$QS_{\text{osad EqP, w.m.}}$  - 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/m<sup>3</sup> zgodnie z danymi TGD No. 27),

$RHO_{\text{osad, w.m.}}$  – gęstość osadu mokrego (przyjęto 1 300 kg/m<sup>3</sup> 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 -  $QS_{\text{osad EqP, s.m.}}$  wynosi:

$$QS_{\text{osad EqP, s.m.}} = 2,6 \times QS_{\text{osad EqP, m.m.}}$$

gdzie:

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

$QS_{\text{osad EqP, w.m.}}$  - 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 4 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
<b>Substancje priorytetowe (µg/kg)</b>	
Alachlor	5,2
Antracen	129
Kadm	2 300
Chloropiryfos	12,1
Endryna	12,9
Izodryna	144
Dichlorodifenylotrichloroetan (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 tributyllocyny (kation tributyllocyny)	0,011
Trichlorobenzeny (suma)	41
Trifluarlina	4,7
Chinoksyfen	177
Aklonifen	43
Bifenoks	4,3
Cybutryna	0,2
Cypermetryna	1,4
<b>Konwencja Sztokholmska (µg/kg)</b>	
Toksafen	6 *
PCB – suma (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153,180)	60 *
Heksabromodifenyl (HBB)	60 ****
Chlordekony	120 ***
<b>Wskaźniki istotne z punktu widzenia oceny stanu jakości osadów (µg/kg)</b>	
Arsen	9 800 **
Srebro	1 000 *
Chrom	43 000 **
Miedź	32 000 **
Cynk	120 000 **
WWA – suma <sup>1)</sup>	1 600 **
<b>Pozostałe zanieczyszczenia organiczne (µg/kg)</b>	
Chloroalkany C <sub>10</sub> – C <sub>13</sub>	3 991
Aldryna	9,3
Chlordekony	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, acenaften, 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 27, VIII Działanie 4. 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 testowania, ocena końcowa (kolor), uwzględnia zapisy ww. Dyrektywy.

### 3 SZCZEGÓŁOWY WYKAZ STANOWISK POMIAROWYCH

Badania osadów dennych, przeprowadzone w 2021 roku na obszarze całej Polski, wykonano w stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych w obrębie 223 punktów pomiarowo-kontrolnych położonych na JCWP rzecznych oraz w 200 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 6,2 do 8,4. Najniższe poziomy pH 6,2 odnotowano w osadach w punktach: Gostynia - m.Paprocany, Warta od Kanał Skomlin-Toplin – Toplin, Mała Panew - pow. uj. Stoły koło Potępy. Natomiast najwyższe wartości pH 8,4 odnotowano w punkcie Szczurkowska Młynówka - Szczurkowo.

Przewodność elektrolityczna zmieniała się w zakresie od 69 do 1681  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , średnio wynosiła 256  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Najniższą przewodność, tj. 69  $\mu\text{S}/\text{cm}$  odnotowano w punkcie Świder - Dębinka, uj. do Wisły.

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 5 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	-	-	-	6,2	8,4	-
przewodność	[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	256	206	192	69	1681	223

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]

Zawartość srebra w badanych próbkach kształtowała się w przedziale od poniżej granicy oznaczalności tj.  $<0,1$  mg/kg do 1,89 mg/kg. Wartości poniżej granicy oznaczalności uzyskano w 216 punktach pomiarowych, natomiast najwyższe wartości w punktach: Chrząstowa - Jaromierz (0,214 mg/kg) oraz Ner - Chełmno (1,89 mg/kg).

##### Arsen [As]

Zawartość arsenu w badanych próbkach kształtowała się w przedziale od poniżej granicy oznaczalności tj.  $< 3$  mg/kg do 68,87 mg/kg. Wartości poniżej granicy oznaczalności uzyskano w 194 punktach pomiarowych, natomiast najwyższe wartości w punktach: Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (68 mg/kg), Kanał Skomlin-Toplin - Toplin (35,3 mg/kg).

## Bar [Ba]

Zawartości tego pierwiastka w zbadanych punktach kształtowały się w przedziale od 5 do 1110 mg/kg. Średnia, średnia geometryczna i mediana wynosiły odpowiednio 51,21 mg/kg, 26,63 mg/kg oraz 22,80 mg/kg. Najniższe wartości baru odnotowano w punktach: Świerszcz - Malowany Most (5 mg/kg) oraz Chrząstowa - Jaromierz (5,50 mg/kg). Najwyższą wartość odnotowano w punkcie Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (576 mg/kg), natomiast stężenia baru w osadach powyżej 300 mg/kg odnotowano w 3 próbkach: Odra - Kłodnica, poniżej ujścia Kłodnicy (349,8 mg/kg), Odra - powyżej PCC "Rokita" (356,3 mg/kg) i Odra - Brzeg (471,8 mg/kg).

## Kadm [Cd]

W 191 punktach, zawartość kadmu w zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,05 mg/kg. W pozostałych punktach wartości kształtowały się w przedziale 0,1776 – 276,47 mg/kg. Najniższe wartości odnotowano w punktach: Wieprza - Bożanka (0,1776 mg/kg), San - Krasice (0,283 mg/kg), Wisła - Kopanka (0,298 mg/kg). Największe stężenia, tj. powyżej 30 mg/kg odnotowano w punktach: Stoła - m.Brynek (40,6 mg/kg), Przemsza - powyżej ujścia Białej Przemszy (61,91 mg/kg), Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (276,47 mg/kg).

## Kobalt [Co]

W 4 próbkach osadów zawartość pierwiastka kształtowała się poniżej granicy oznaczalności tj. < 0,2 mg/kg. Zawartości kobaltu w zbadanych osadach rzecznych występowały w zakresie od 0,27 do 69,16 mg/kg, średnia zawartość wyniosła 3,07 mg/kg, średnia geometryczna – 1,622 mg/kg a mediana – 1,32 mg/kg. Zawartość kobaltu powyżej 30 mg/kg odnotowano w 1 stanowisku: Warta - Kamion (69,16 mg/kg).

## Chrom [Cr]

Zawartości chromu w próbkach osadów rzecznych kształtowały się w bardzo szerokim przedziale, tj. 0,69 mg/kg do 154,94 mg/kg. Średnia zawartość wynosiła 9,79 mg/kg, średnia geometryczna – 4,96 mg/kg, a mediana – 4,1 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w punktach: Bystrzyca - ujście do Odry (60,52 mg/kg), Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (87,21 mg/kg), Liwa - Piekło (136,1 mg/kg) i Ner – Chełmno (154,94 mg/kg).

## Miedź [Cu]

W 27 punktach, stężenia miedzi w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. <0,40 mg/kg. W 2 próbkach osadów zawartość pierwiastka kształtowała się na poziomie wyższym niż 100 mg/kg (Warta - Burzenin (231,0 mg/kg), Warta - Kamion (516,0 mg/kg). Średnia zawartość miedzi wynosi 11,6 mg/kg.

### **Rtęć [Hg]**

Zawartości rtęci w zbadanych osadach kształtowały się w przedziale od <0,001 do 0,59 mg/kg. W 6 próbkach osadów stężenia znajdowały się poniżej granicy oznaczalności. W 2 próbkach osadów stężenia rtęci przekraczały poziom 0,500 mg/kg, były to stanowiska pomiarowe: Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (0,538 mg/kg) oraz Ner - Chełmno, gdzie odnotowano najwyższy poziom rtęci (0,59 mg/kg).

### **Magnez [Mg]**

Zawartości magnezu w osadach kształtowały się w przedziale od 61,71 do 13390 mg/kg. Najniższą wartość odnotowano w punkcie Mała Panew - pow. uj. Stoły koło Potępy (61,71 mg/kg). Najwyższą wartość tego pierwiastka stwierdzono w punkcie Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (13390 mg/kg). Średnia wartość magnezu w badanych próbkach wynosiła 1183,12 mg/kg, średnia geometryczna – 574,92 mg/kg, a mediana – 481,75 mg/kg.

### **Molibden [Mo]**

W 193 punktach zawartość molibdenu w zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,04 mg/kg. W pozostałych punktach wartości kształtowały się od 0,47 mg/kg (Odra - w Chałupkach) do 83,4 mg/kg (Warta – Kamion).

### **Nikiel [Ni]**

W dwóch zbadanej próbce zawartość niklu w osadach znajdowała się poniżej granicy oznaczalności, czyli <0,4 mg/kg. W pozostałych zbadanych próbkach osadów stężenia niklu stwierdzono w przedziale zawartości od 0,52 do 50,72 mg/kg. Średnia, średnia geometryczna i mediana przedstawiały się następująco: 6,41 mg/kg, 3,15 mg/kg i 2,46 mg/kg. Najwyższe wartości zanotowano w punktach: San - Krasice (38,76 mg/kg), Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (50,72 mg/kg).

### **Ołów [Pb]**

W 27 punktach pomiarowych zawartość ołowiu znajdowała się poniżej granicy oznaczalności tj. <1,0 mg/kg. W pozostałych punktach klasyfikowała się w przedziale od 1,03 do 1846,0 mg/kg. Najwyższe wartości oznaczone zostały w punktach: Odra – Brzeg (512,7 mg/kg), Warta - Kamion (1050 mg/kg) oraz Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (1846 mg/kg). Średnia geometryczna wynosi 4,58 mg/kg.

### **Cyna [Sn]**

W 219 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 2,7 (Pasłęka - Nowa Pasłęka) do 3,9 mg/kg (Wilanówka - Warszawa-ul. Tuzinowa).

### **Stront [Sr]**

W 9 punktach pomiarowych zawartości strontu kształtowały się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,3 mg/kg. W pozostałych zbadanych punktach wartości kształtowały się w przedziale 1,26 – 1130 mg/kg. Największe wartości, tj. powyżej 200 mg/kg odnotowano w punktach: Bug - Zosin (203 mg/kg), Wolica - Skierbieszów (607,9 mg/kg) oraz Kanał Zielona Struga - poniżej Rojewic, Rojewice (1130 mg/kg). Średnia zawartość strontu w osadach wyniosła 28,69 mg/kg.

## Wanad [V]

W 4 punktach stężenia wanadu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,5 mg/kg. W pozostałych punktach wartości kształtowały się w przedziale 0,72 – 89,63 mg/kg. Najwyższe jego zawartości odnotowano w punktach: Raba - Dobczyce (72,48 mg/kg) oraz Warta - Kamion (89,63 mg/kg).

## Cynk [Zn]

Zawartość cynku w zbadanych próbkach osadów kształtowała się w zakresie stężeń - od 2,39 do 9402 mg/kg. Najwyższe stężenia zostały oznaczone w osadach pochodzących z punktów: Pilica - Sulejów (1275,19 mg/kg), Przemsza - powyżej ujścia Białej Przemszy (1625 mg/kg) oraz Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (9402 mg/kg). Średnia zawartość cynku w badanych próbkach wynosiła 113,69 mg/kg, średnia geometryczna – 26,53 mg/kg, a mediana – 24,06 mg/kg.

## Wapń [Ca]

W zbadanych punktach, oznaczone wartości kształtowały się w przedziale od 177 do 61800 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w punktach: Wisłok - Rudawka Rymanowska (53300 mg/kg) i Noteć - Milcz (61800 mg/kg). Średnia geometryczna wartość wapnia w badanych próbkach wynosiła 3535,35 mg/kg.

## C<sub>org.</sub> - węgiel organiczny (TOC)

Zawartość węgla organicznego w przebadanych próbkach oznaczono w przedziale od 0,05 % do 13,0 % s.m. Średnia jego zawartość wynosiła 5,47 % s.m., średnia geometryczna – 3,19 % s.m., a mediana 6,04 %.

## Żelazo [Fe]

Zawartość żelaza w osadach rzek zmieniała się w zakresie od 827 do 135000 mg/kg. Najniższe wartości odnotowano w punktach: Świerszcz - Malowany Most (827 mg/kg) i Zb. Kozłowa Góra - w rejonie zapory (829 mg/kg). Najwyższe wartości, powyżej 50 000 mg/kg odnotowano w 2 punktach: Liwa - Piekło (50676 – mg/kg), Kanał Skomlin-Toplin - Toplin (53950 mg/kg).

## Mangan [Mn]

Zawartość manganu w osadach zmieniała się w zakresie od 5,7 do 1833,9 mg/kg. Największe wartości, odnotowano w punktach: Bystrzyca - ujście do Odry (1777,3 mg/kg), Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (1833,9 mg/kg). Najniższą wartość odnotowano w punkcie Koniecówka - Ślężaki (5,7 mg/kg). Średnia zawartość tego pierwiastka w osadach wyniosła 294,3 mg/kg, średnia geometryczna – 160,15 mg/kg, a mediana 169,7 mg/kg.

## Fosfor [P]

W badanych punktach pomiarowych pierwiastek ten obecny był w zakresie od 21,1 do 8870 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 5000 mg/kg odnotowano w punktach: Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (5084 mg/kg), Kanał Skomlin-Toplin - Toplin (8870 mg/kg). Najniższą wartość odnotowano w punkcie: Świerszcz - Malowany Most (21,1 mg/kg).

## Siarka [S]

W zbadanych próbkach osadów wartości siarki kształtowały się w zakresie od 30 do 15600 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 10000 mg/kg zanotowano w punktach Wolica - Skierbieszów (10200 mg/kg) i Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (15600 mg/kg). Wartości średniej, średniej geometrycznej i mediany w badanych osadach przedstawiały się odpowiednio: 704,7 mg/kg, 332,02 mg/kg i 333 mg/kg.

### **Tytan [Ti]**

Stężenie tytanu w osadach kształtowało się w przedziale zawartości od 11,55 do 573,34 mg/kg, średnia geometryczna wynosiła – 77,13 mg/kg, a mediana – 76,70 mg/kg. Najniższą wartość tytanu odnotowano w punkcie Wisła – Sandomierz. Najwyższą wartość tytanu oznaczono w punkcie Odra - powyżej PCC "Rokita".

### **Glin [Al]**

Zawartości glinu w osadach kształtowały się w przedziale od 466 do 30210 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej 15000 mg/kg stwierdzono w punktach: San - Procisne (15910 mg/kg), San - Krasice (16065 mg/kg), Odra - powyżej PCC "Rokita" (20794 mg/kg) i Raba - Dobczyce (30210 mg/kg).

### **Potas [K]**

Zawartości potasu w osadach kształtowały się w przedziale od 73 do 6376 mg/kg. Najniższą wartość stwierdzono w punkcie Pilica - pow. Nowego Miasta. Największą wartość odnotowano w punkcie Raba – Dobczyce.

### **Azot [N]**

Wartości azotu w badanych próbkach osadów kształtowały się od 38,5 do 12064 mg/kg. Najniższe wartości, tj. poniżej 50 mg/kg zanotowano w punktach: Wisła - Sandomierz (38,5 mg/kg) oraz Kanał Wilczyzna - Wydawy (45,8 mg/kg). Największe wartości odnotowano w punktach: Wisła - Łopoczno (11255 mg/kg) oraz Noteć - Milcz (12064 mg/kg). Średnia zawartość azotu w badanych próbkach wynosiła 1023,07 mg/kg, średnia geometryczna – 506,34 mg/kg, a mediana – 400 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 – pierwiastki

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Srebro	mg/kg	0,06	0,05	0,05	0,05	1,89	0,13
Arsen	mg/kg	2,50	1,81	1,50	1,50	68,07	5,23
Bar	mg/kg	51,21	26,66	22,80	5,01	1110,00	101,26
Kadm	mg/kg	1,93	0,05	0,03	0,03	276,47	19,13
Kobalt	mg/kg	3,07	1,62	1,32	0,10	69,16	5,50
Chrom	mg/kg	9,79	4,96	4,10	0,69	154,94	17,14
Medź	mg/kg	11,60	2,63	2,52	0,20	516,00	41,22
Rtęć	mg/kg	0,04	0,02	0,02	0,001	0,59	0,07
Magnez	mg/kg	1183,12	574,92	481,75	61,71	13390,00	1754,25
Molibden	mg/kg	0,80	0,26	0,20	0,20	83,40	5,67
Nikiel	mg/kg	6,41	3,15	2,46	0,20	50,72	8,58
Olów	mg/kg	26,27	4,58	4,06	0,50	1846,00	146,39
Cyna	mg/kg	1,04	1,02	1,00	1,00	3,90	0,32
Stront	mg/kg	28,69	10,08	9,57	0,15	1130,00	89,32
Wanad	mg/kg	8,19	4,27	3,25	0,25	89,63	11,90
Cynk	mg/kg	113,69	26,54	24,06	2,39	9402,00	648,36
Wapń	mg/kg	7336,07	3535,35	3880,00	177,40	61800,00	9852,98
Ogólny węgiel organiczny	% s.m.	5,47	3,19	6,04	0,05	13,00	3,46
Żelazo	mg/kg	7527,22	4728,11	3937,00	827,00	53950,00	8712,15
Mangan	mg/kg	294,30	160,15	169,70	5,66	1833,89	351,13
Fosfor	mg/kg	428,96	234,11	204,00	21,10	8870,00	836,58
Siarka	mg/kg	704,77	332,02	333,00	30,07	15600,00	1451,11
Tytan	mg/kg	103,42	77,14	76,70	11,55	573,34	91,96
Glin	mg/kg	3085,03	1759,41	1320,00	466,00	30209,90	4067,80
Potas	mg/kg	640,26	362,81	287,74	72,92	6376,00	836,87
Azot	mg/kg	1023,07	506,34	400,00	38,50	12064,00	1574,20

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

### 4.1.3 Związki organiczne i fluorki

Zawartość **sumy WWA**<sup>1</sup> w osadach rzecznych kształtowała się w zakresie do 381 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w punktach: Szczyra - Prądy (143,7 mg/kg), Kanał Zielona Struga - poniżej Rojewic, Rojewice (381 mg/kg).

Stężenia **naftalenu** w zbadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 1,35 mg/kg. Wartości poniżej granicy oznaczalności uzyskano w 45 punktach pomiarowych, natomiast najwyższe wartości, tj. powyżej 0,5 mg/kg, oznaczono w punktach: Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (0,61 mg/kg), Odra - Brzeg (0,66 mg/kg), Odra - Kłodnica, poniżej ujścia Kłodnicy (0,93 mg/kg), Bystrzyca - ujście do Odry (1,13 mg/kg), San - Rajske (1,35 mg/kg).

W przypadku **acenaftylenu** w 195 zbadanych próbkach osadów jego zawartość wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<0,003 mg/kg). W pozostałych stanowiskach pomiarowych stężenia kształtowały się od 0,003 do 151 mg/kg. Najwyższą wartość oznaczono w punkcie Kanał Zielona Struga - poniżej Rojewic, Rojewice.

W 124 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 143,6 mg/kg. Najwyższą wartość oznaczono w punkcie Szczyra – Prądy.

Zawartości **fluorenu** w zbadanych osadach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 1,40 mg/kg. W 116 punktach zawartości fluorenu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności. Najwyższe stężenie zostało oznaczone w punktach: San - Rajske (1,40 mg/kg) oraz Braszcza - ujście do Narewki (0,843 mg/kg).

Zawartości **fenantrenu** w zbadanych próbkach zawierały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 9,51 mg/kg. Wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,005 mg/kg) odnotowano w 64 stanowiskach pomiarowych. Wartości średniej i średniej geometrycznej w badanych osadach przedstawiały się odpowiednio: 0,123 mg/kg i 0,0175 mg/kg.

Zawartości **antracenu** w zbadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 151 mg/kg. Najwyższą wartość odnotowano w punktach: Kanał Zielona Struga - poniżej Rojewic, Rojewice. Wyniki poniżej granicy oznaczalności obserwowano w 137 próbkach.

W 37 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 24,5 mg/kg. Najwyższe wartości stężeń odnotowano w punkcie San - Rajske.

W 42 stanowiskach pomiarowych stężenia **pirenu** kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych osadach zawartości pirenu stwierdzono

---

<sup>1</sup> 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 20,1 mg/kg. Najwyższe stężenie odnotowano w punkcie San - Rajske.

Zawartości **benzo(a)antracenu** w przebadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 77,7 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 10,00 mg/kg wystąpiły w 2 zbadanych próbkach: San - Rajske (10,8 mg/kg), Kanał Zielona Struga - poniżej Rojewic, Rojewice (77,7 mg/kg).

Stężenia **chryzenu** w zbadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg (31) do 13,4 mg/kg. Najwyższe wartości chryzenu w osadach zostały oznaczone w San - Rajske.

W 52 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 9,06 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 1,0 mg/kg odnotowano w punktach: Liwa - Piekło (2,01 mg/kg), Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin) (2,98 mg/kg), San - Rajske (9,06 mg/kg).

W 84 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 4,25 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 1,0 mg/kg odnotowano w punktach: Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin) (1,29 mg/kg) oraz San - Rajske (4,25 mg/kg).

Stężenia **benzo(e)pirenu** w 75 próbkach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. Pozostałe badane próbki znajdowały się w przedziale od 0,005 do 5,47 mg/kg. Najwyższa wartość benzo(a)pirenu w osadach, tj. powyżej 1,00 mg/kg została oznaczona w punktach: Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin) (1,83 mg/kg) oraz San - Rajske (5,47 mg/kg).

W 148 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 0,006 do 1,55 mg/kg. W jednym punkcie Kanał Zielona Struga - poniżej Rojewic, Rojewice stwierdzono najwyższą wartość 237 mg/kg. W punkcie San - Rajske odnotowano wartość 1,55 mg/kg.

Zawartości **benzo(g,h,i)perylenu** w 80 zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 1,0 mg/kg odnotowano w punktach: Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin) (1,97 mg/kg) oraz San - Rajske (4,24 mg/kg).

W 59 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 8,00 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 1,0 mg/kg, odnotowano w punktach: Zbiornik Brody Iłżeckie - Pomost (1,42 mg/kg), Liwa - Piekło (1,59 mg/kg), Warta - Nowa Wieś Podgórna (1,73 mg/kg), Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin) (2,85 mg/kg), San - Rajske (8,00 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 3,83 mg/kg. Wartości poniżej granicy oznaczalności uzyskano w 60 punktach, natomiast z wynikiem powyżej wartości średniej (0,084 mg/kg), zostało oznaczonych 32 próbki. Najwyższe wartości, tj. powyżej 1,0 mg/kg



zostały oznaczone w punktach: Warta - Nowa Wieś Podgórna (1,36 mg/kg), Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin) (2,72 mg/kg) oraz San - Rajskie (3,83 mg/kg).

Stężenia **dibenzo(a,h)antracenu** w próbkach zawierały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 2,00 mg/kg. Stężenia w 135 punktach zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w punktach: Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin) (0,88 mg/kg) oraz San - Rajskie (2,00 mg/kg).

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

We wszystkich 223 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 **heptachlor** i **epoksyd 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 znajdowała 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 133 punktów. We wszystkich przebadanych próbkach stężenie ftalanu di(2-etyloheksylu) znajdowało się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,05 mg/kg.

**Chloroalkany C<sub>10</sub>-C<sub>13</sub>** oznaczane były w 133 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 133 punktów - w 106 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 3,90 mg/kg. Najwyższą wartość zanotowano w punkcie Przemsza - wodowskaz "Jeleń".

**Chlorfenwinfos** oznaczany był w osadach pochodzących z 133 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 133 stanowisk. Wszystkie wyniki znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (<0,00005 mg/kg).

**Związki tributylowy** oznaczane były w osadach pochodzących ze 133 stanowisk. W 83 przebadanych próbkach ich stężenie oznaczono na poziomie poniżej granicy oznaczalności, tj.  $<0,00001$  mg/kg. W pozostałych punktach oznaczone wartości znajdowały się w przedziale od  $0,00002$  mg/kg do  $0,00023$  mg/kg. Najwyższą wartość zanotowano w punkcie Odra - w Krzyżanowicach.

**Heksachlorobutadien** oznaczany był w 133 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 133 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 133 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 133 stanowiskach pomiarowych - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności ( $<0,0001$  mg/kg).

**Kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS)** oznaczane były w 133 stanowiskach pomiarowych. We wszystkich badanych stanowiskach stężenie kwasu perfluorooktano-sulfonowego znajdowało się poniżej granicy oznaczalności, tj.  $<0,0001$  mg/kg.

**Chinosyfen** oznaczany był w 133 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 133 próbkach osadów dennych. Zawartości dioksyn i związków dioksynopodobnych znajdowała się w przedziale od  $0,002$  do  $25,06$   $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

**Cypermetryna, heksabromocyklododekan, chlordekon, heksabromodifenol i toksafen** oznaczane były w 133 stanowiskach pomiarowych. W każdej z przebadanych próbek parametry te znajdowały się poniżej granicy oznaczalności ( $<0,0001$  mg/kg).

**Endryna i aldryna** zostały przebadane w 223 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 133 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 133 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 7 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne i fluorki

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	
Naftalen	[mg/kg sm]	0,0504	0,0156	0,0150	0,0025	1,3500	0,1476	
Fenantren	[mg/kg sm]	0,1234	0,0176	0,0140	0,0025	9,5100	0,6765	
Antracen	[mg/kg sm]	0,7182	0,0059	0,0025	0,0000	151,0000	10,1130	
Fluoranten	[mg/kg sm]	0,3209	0,0420	0,0410	0,0025	24,5000	1,7192	
Chryzen	[mg/kg sm]	0,1961	0,0348	0,0370	0,0025	13,4000	0,9447	
Benzo(a)antracen	[mg/kg sm]	0,4794	0,0186	0,0160	0,0025	77,7000	5,2481	
Benzo(a)piren	[mg/kg sm]	0,1280	0,0185	0,0160	0,0025	8,0000	0,6014	
Benzo(a)fluoranten	[mg/kg sm]	1,0868	0,0054	0,0025	0,0025	237,0000	15,8695	
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg sm]	0,0728	0,0125	0,0100	0,0025	4,2400	0,3284	
Acenaftylen	[mg/kg sm]	0,6843	0,0022	0,0015	0,0015	151,0000	10,1113	
Acenaften	[mg/kg sm]	0,7667	0,0077	0,0025	0,0025	143,6000	9,6966	
Fluoren	[mg/kg sm]	0,0324	0,0075	0,0025	0,0025	1,4000	0,1190	
Piren	[mg/kg sm]	0,2332	0,0298	0,0280	0,0025	20,1000	1,3848	
Benzo(b)fluoranten	[mg/kg sm]	0,1516	0,0226	0,0210	0,0025	9,0600	0,6786	
Benzo(k)fluoranten	[mg/kg sm]	0,0654	0,0112	0,0080	0,0025	4,2500	0,3105	
Benzo(e)piren	[mg/kg sm]	0,0851	0,0137	0,0110	0,0025	5,4700	0,4022	
Indeno(1,2,3-c,d)piren	[mg/kg sm]	0,0842	0,0153	0,0120	0,0025	3,8300	0,3405	
Dibenzo(a,h)antracen	[mg/kg sm]	0,0324	0,0062	0,0025	0,0025	2,0000	0,1535	
Perylen	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
WWA - suma	[mg/kg sm]	3,9499	0,2961	0,2555	0,0315	380,8795	28,1449	
Polichlorowane bifenyle (nr 28)	[mg/kg sm]	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 sm]	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 sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
Polichlorowane bifenyle (nr 138)	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
Polichlorowane bifenyle (nr 153)	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
Polichlorowane bifenyle (nr 180)	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
Pentachlorobenzen	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
Heksachlorobenzen	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
Alfa-HCH	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
Beta-HCH	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
Gamma-HCH	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
Delta-HCH	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						
HCH - suma	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się						

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Heptachlor i epoksyd heptachloru	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0008 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dieldryna	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Izodryna	[mg/kg sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
p'p'-DDE	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
p'p'-DDD	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
DDT+DDD+DDE	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Endosulfan	[mg/kg sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,05 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chloroalkany C10-C13	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,1 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Fluorki	[mg/kg sm]	0,8218	0,6640	0,5000	0,5000	3,9000	0,6845
Chlorfenwinfos	[mg/kg sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Związki tributylocyny (kation tributylocyny)	[µg/kg sm]	0,0242	0,0112	0,0050	0,0050	0,2300	0,0352
Heksachlorobutadien	[mg/kg sm]	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 sm]	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 sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Nonylofenole (4-nonylofenol)	[mg/kg sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,01 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Pentachlorofenol	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Trifluarolina	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dikofol	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
kwasy perfluorooktanosulfonowe i jego pochodne (PFOS)	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chinoksyfen	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dioksyny	[µg/kg sm]	0,3879	0,0471	0,0310	0,0024	25,0600	2,1953
Cypermetryna	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksabromocyklodekan	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chlordekon	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksabromodifenol	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Toksafen	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Endryna	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Aldryna	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Alachlor	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chlorpiryfos	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Aklonifen	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Bifenoks	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Cybutryna	[mg/kg sm]	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 5,8 do 8,4 pH. Najniższe poziomy pH odnotowano w punkcie: jez. Chłop - głęбочek-32,9 m (pH 1,8).

Najwyższe pH, tj.  $\text{pH} \geq 8,0$  zanotowano w 16 badanych stanowiskach. Najwyższe wartości określono w punktach: jez. Łąckie – Drzewicz oraz jez. Parzyn - Parzyn (pH 8,4).

Przewodność elektrolityczna zmieniała się w zakresie od 30,70 do 1697  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Najwyższą wartość odnotowano w punkcie jez. Raduń - głęбочek-11,4 m.

Tabela 8 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	-	-	-	-	5,8	8,4	-
przewodność	[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	598,9	511	627	30,7	1697	292,5

### 4.2.2 Pierwiastki

#### Srebro [Ag]

W 130 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 0,117 do 1,35 mg/kg. Najwyższe stężenie odnotowano w ppk jez. Sępoleńskie - stanowisko 02.

#### Arsen [As]

W 75 zbadanych próbkach osadów, zawartości arsenu w osadach kształtowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <3 mg/kg. W pozostałych zbadanych stanowiskach stężenia arsenu kształtowały się w przedziale od 3,001 do 29,3 mg/kg. Stężenia powyżej 20 mg/kg

zanotowano w 2 stanowiskach: jez. Zawadzkie - stan.01 (22,9 mg/kg) oraz jez. Żerdno - głęboczek - 36,0m (29,3 mg/kg).

### **Bar [Ba]**

Zawartości tego pierwiastka w zbadanych punktach kształtowały się w szerokim przedziale wartości, tj. od 3,46 do 424,7 mg/kg, jego średnia, średnia geometryczna i mediana wynosiły odpowiednio 108,29 mg/kg, 86,31 mg/kg oraz 92,73 mg/kg. Najniższe stężenie baru odnotowano w próbkach osadów pobranych z ppk: jez. Słone - Skrzynia (3,46 mg/kg) oraz jez. Tuchomskie - Warzenko (6,73 mg/kg). Najwyższe stężenia baru odnotowano w osadach pobranych z ppk: jez. Kruszyńskie - na NW od m.Windorp (380,8 mg/kg) oraz jez. Żerdno - głęboczek - 36,0m (424,7 mg/kg).

### **Kadm [Cd]**

W 95 zbadanych próbkach osadów zawartość kadmu znajdowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,05 mg/kg. W pozostałych zbadanych próbkach osadów kształtowały się w przedziale 0,08 – 2,553 mg/kg. Największe stężenia, tj. powyżej 2,0 mg/kg odnotowano w osadach pobranych z 2 ppk: jez. Gremzdy - 01 (głęboczek) (2,53 mg/kg) oraz Jez. Kłosowskie - stan. 01 (2,55 mg/kg).

### **Kobalt [Co]**

W 10 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 0,35 do 13,82 mg/kg, średnia zawartość wyniosła 3,04 mg/kg, a średnia geometryczna 2,19 mg/kg, mediana 2,48 mg/kg. Najwyższe stężenia kobaltu zanotowano w ppk jez. Kraksztyn - stan.01 (12,68 mg/kg) i jez. Łapalickie – Łapalice (13,82 mg/kg).

### **Chrom [Cr]**

Zawartości chromu w osadach kształtowały się w przedziale od 1,33 mg/kg do 51,1 mg/kg. Średnie stężenie chromu w badanych próbkach wynosiło 11,31 mg/kg, średnia geometryczna – 8,59 mg/kg, a mediana – 8,72 mg/kg. Najwyższe stężenie zostało odnotowane w osadach pochodzących z ppk: jez. Sępoleńskie - stanowisko 02.

### **Miedź [Cu]**

W 4 zbadanych próbkach osadów zawartość miedzi znajdowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,4 mg/kg. Zawartości miedzi w osadach kształtowały się w przedziale od 1,4 do 61,23 mg/kg. Najwyższe stężenia oznaczono w próbkach pobranych z ppk: jez. Milachowo - Orzechowo (58,26 mg/kg), jez. Kruszyńskie - na NW od m.Windorp (61,23 mg/kg).

### **Rtęć [Hg]**

Zawartość rtęci w zbadanych osadach kształtowała się w przedziale 0,0052 do 0,487 mg/kg. Stężenie powyżej 0,25 mg/kg odnotowano w 3 ppk: jez. Mosąg - stan.01 (0,428 mg/kg), jez. Liwieniec - Prabuty (0,467 mg/kg) oraz jez. Nowogardzkie - głęboczek - 10,9m (0,487 mg/kg). Najniższe wartości oznaczono w jeziorach: jez. Hutowe - Hambark i (0,0052 mg/kg) oraz jez. Gwieździniec - Brzeźno Szlacheckie i jez. Sępoleńskie - stanowisko 02 (0,0072 mg/kg).

## Magnez [Mg]

Zawartości magnezu w osadach kształtowały się w przedziale od 182,5 do 7713 mg/kg. Najwyższe wartości określono w ppk: jez. Dudeckie - stan.01 (6832 mg/kg) i jez. Węgielszyńskie - stan.01 (7713 mg/kg). Średnia, średnia geometryczna oraz mediana określone zostały na poziomie odpowiednio: 2335,4 mg/kg, 2011,8 mg/kg i 1959 mg/kg.

## Molibden [Mo]

W 71 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 3,96 mg/kg. Najwyższe stężenia wystąpiły w ppk: jez. Dobropolskie-Golenickie - głęboczek - 12,1m (3,79 mg/kg), jez. Rostki - stan.01 (3,96 mg/kg).

## Nikiel [Ni]

Stężenia niklu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się w przedziale od <0,40 do 31,48 mg/kg. Najwyższe stężenia wystąpiły w osadach pochodzących z ppk: jez. Kruszyńskie - na NW od m.Windorp (28,43 mg/kg), jez. Kraksztyn - stan.01 (29,4 mg/kg) i jez. Milachowo - Orzechowo (31,48 mg/kg).

## Ołów [Pb]

W badanych próbkach stężenia ołowiu kształtowały się w przedziale od <1,0 mg/kg do 120,72 mg/kg. Średnia zawartość wynosiła 28,36 mg/kg, średnia geometryczna – 22,66 mg/kg, a mediana – 23,7 mg/kg. Najwyższe stężenia zostały oznaczone w próbkach osadów pochodzących z ppk: jez. Stubnica - głęboczek - 15,4m (116,40 mg/kg) oraz jez. Wysokie (Wysoka, Wyczok, Wycztok) - Wycztok (120,72 mg/kg).

## Cyna [Sn]

W 183 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 2,069 (Jez. Lednica - stan. 01) do 4,422 mg/kg (jez. Stubnica - głęboczek - 15,4m).

## Stront [Sr]

W zbadanych punktach wartości strontu kształtowały się w przedziale 4,45 - 536 mg/kg. Najniższe wartości odnotowano w ppk: jez. Słone - Skrzynia (4,45 mg/kg), jez. Tuchomskie - Warzenko (5,71 mg/kg). Najwyższe wartości odnotowano w ppk: jez. Płoń - głęboczek 4,5 m (526 mg/kg) oraz Jez. Lubstowskie - stan. 01 (536 mg/kg).

## Wanad [V]

W 23 punktach, zawartość wanadu w zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,50 mg/kg. Zawartości wanadu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się w zakresie stężeń od 1,34 mg/kg do 63,71 mg/kg. Najwyższą zawartość, tj. powyżej 50 mg/kg odnotowano w osadach pochodzących z ppk jez. Łapalickie - Łapalice.

## Cynk [Zn]

Zawartości cynku w zbadanych próbkach osadów kształtowały się w zakresie stężeń od 4,85 mg/kg do 312,8 mg/kg. Najwyższe wartości stężeń zanotowano w osadach z ppk: jez.

Kraksztyn - stan.01 (277 mg/kg) oraz jez. Mosąg - stan.01 (321,8 mg/kg). Średnia zawartość wynosiła 68,26 mg/kg, średnia geometryczna – 55,75 mg/kg, a mediana – 56,59 mg/kg.

### **Wapń [Ca]**

W zbadanych punktach, oznaczone wartości kształtowały się w przedziale 1284 – 304000 mg/kg. Najniższa wartość wapnia odnotowano w ppk jez. Słone – Skrzynia. Największe wartości odnotowano w ppk: Jez. Swarzędzkie - stan. 01 (295079mg/kg), jez. Dobropolskie-Golenickie - głęboczek - 12,1 m (304000 mg/kg).

### **C<sub>org.</sub> - węgiel organiczny (TOC)**

Stężenie węgla organicznego kształtowało się w przedziale zawartości od 0,86% do 26,6 % s.m. Średnia jego zawartość w zbadanych próbkach wynosiła 7,80% s.m., średnia geometryczna – 6,8% s.m., a mediana 6,73% s.m. W 196 przebadanych próbkach osadów zawartość węgla organicznego nie przekraczała 20% s.m. Najwyższe wartości odnotowano w ppk: jez. Niewlino - głęboczek-16,9 m (21,3% s.m.), jez. Piaseczno (zlewnia Drawy) - głęboczek 15,7m (23,7% s.m.), jez. Wierzchucice - głęboczek-2,6 m (25,6% s.m.) oraz jez. Szczutowskie - głęboczek (26,6% s.m.).

### **Żelazo [Fe]**

Zawartość żelaza w osadach zmieniała się w zakresie od 945 do 124787 mg/kg. Najwyższe wartości tj. powyżej 60 000 mg/kg odnotowano w 3 ppk, tj. jez. Łapalickie - Łapalice (69941 mg/kg), jez. Kruszyńskie - na NW od m.Windorp (94023 mg/kg) i jez. Milachowo – Orzechowo(124787 mg/kg). Najniższą wartość odnotowano w próbce pobranej w ppk jez. Słone - Skrzynia (945 mg/kg). Średnia zawartość żelaza w badanych próbkach wynosiła 18663,75 mg/kg, średnia geometryczna –14402 mg/kg, a mediana – 15938 mg/kg.

### **Mangan [Mn]**

Zawartość manganu w osadach kształtowała się w zakresie od 34,35 do 29429 mg/kg. Wartości powyżej 10000 mg/kg odnotowano w 7 jeziorach, z czego najwyższe w próbkach pochodzących z jez. Żerdno - głęboczek-36,0 m (26533,7 mg/kg) i jez. Kamiennie - głęboczek-32,9 m (29429 mg/kg). Średnia zawartość manganu w badanych próbkach wynosiła 1893,97 mg/kg, średnia geometryczna – 1019,85 mg/kg, a mediana – 980 mg/kg.

### **Fosfor [P]**

Zawartości fosforu w osadach obecne były w zakresie od 156,9 do 6910 mg/kg. Najniższą wartość odnotowano w próbce pobranej z jez. Słone – Skrzynia. Najwyższe wartości, tj. powyżej 5000 mg/kg odnotowano w ppk: jez. Mosąg - stan.01 (5404 mg/kg), jez. Szczytno - na NE od m.Gwieździn (5604 mg/kg), jez. Tumiańskie - stan. 01 (6482 mg/kg) oraz jez. Ostrowin - stan.01 (6910 mg/kg).

### **Siarka [S]**

W zbadanych punktach, wartości siarki w osadach kształtowały się w przedziale od 176 mg/kg do 30461 mg/kg. Najniższe wartości odnotowano w ppk: jez. Dejguny - stan. 01 (176 mg/kg), jez. Słone - Skrzynia (476 mg/kg). Najwyższe wartość odnotowano w ppk: jez. Rańskie - stan. 01 (26540 mg/kg) oraz Jez. Chobienickie - stan. 02 (30461 mg/kg).

### **Tytan [Ti]**



W 2 punktach badawczych wartości tytanu były poniżej granicy oznaczalności tj.  $< 0,10 \text{ mg/kg}$ . W pozostałych próbkach stężenia tytanu w zbadanych osadach kształtowały się w przedziale wartości od  $8,2 \text{ mg/kg}$  do  $697 \text{ mg/kg}$ . Najwyższe wartości tego pierwiastka zanotowane zostały w ppk: jez. Węgielszyńskie - stan.01 ( $485,6 \text{ mg/kg}$ ) oraz jez. Łapalickie - Łapalice ( $697 \text{ mg/kg}$ ).

### Glin [Al]

Zawartości glinu w osadach kształtowały się w przedziale od  $357,6$  do  $34259 \text{ mg/kg}$ . Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej  $20\ 000 \text{ mg/kg}$  stwierdzono w osadach pochodzących z ppk jez. Łapalickie – Łapalice.

### Potas [K]

Zawartości potasu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się w przedziale od  $148,9 \text{ mg/kg}$  w punkcie Jez. Świerczyńskie Wielkie - stan. 01 do  $5627 \text{ mg/kg}$  w punkcie jez. Łapalickie - Łapalice.

### Azot [N]

W zbadanych punktach, wartości azotu kształtowały się w przedziale  $162,9 - 34259 \text{ mg/kg}$ . Najniższe wartości odnotowano w ppk: jez. Żukowskie - Jamno ( $162,9 \text{ mg/kg}$ ) i jez. Czernikowskie - głędoczek- $11,2 \text{ m}$  ( $289 \text{ mg/kg}$ ). Największe wartości azotu odnotowano w jeziorach: jez. Szczutowskie - głędoczek ( $34031 \text{ mg/kg}$ ) i jez. Piaseczno (zlewnia Drawy) - głędoczek  $15,7 \text{ m}$  ( $34259 \text{ mg/kg}$ ).

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 – pierwiastki

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Srebro	mg/kg	0,14	0,09	0,05	0,05	1,35	0,17
Arsen	mg/kg	5,35	3,83	4,20	1,50	29,30	4,53
Bar	mg/kg	108,29	86,31	92,73	3,46	424,70	72,77
Kadm	mg/kg	0,36	0,13	0,18	0,03	2,55	0,47
Kobalt	mg/kg	3,04	2,19	2,48	0,10	13,82	2,27
Chrom	mg/kg	11,32	8,65	8,72	1,00	51,10	8,93
Medź	mg/kg	12,36	9,04	10,07	0,20	61,23	9,79
Rtęć	mg/kg	0,06	0,04	0,04	0,005	0,49	0,06
Magnez	mg/kg	2335,40	2011,83	1959,00	182,50	7713,00	1294,14
Molibden	mg/kg	1,10	0,69	0,92	0,20	3,97	0,95
Nikiel	mg/kg	8,33	6,64	6,98	0,20	31,48	5,54
Ołów	mg/kg	28,36	22,67	23,70	0,50	120,72	19,04
Cyna	mg/kg	1,14	1,08	1,00	1,00	4,42	0,51
Stront	mg/kg	129,20	97,49	111,15	4,45	536,00	93,43
Wanad	mg/kg	13,11	7,53	11,05	0,25	63,71	10,68

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Cynk	mg/kg	68,26	55,76	56,59	4,85	312,80	45,91
Wapń	mg/kg	143461,69	109196,22	149050,00	1284,00	304000,00	78027,87
Ogólny węgiel organiczny	% s.m.	7,80	6,80	6,73	0,86	26,60	4,38
Żelazo	mg/kg	18663,75	14402,14	15938,48	944,90	124787,00	15046,77
Mangan	mg/kg	1893,97	1019,85	980,13	34,35	29429,32	3511,95
Fosfor	mg/kg	1344,21	1078,21	999,50	156,90	6910,00	1065,97
Siarka	mg/kg	10094,75	8647,64	9110,00	176,00	30461,30	5161,16
Tytan	mg/kg	147,49	103,67	117,35	0,05	697,01	112,13
Glin	mg/kg	4760,44	3424,43	3298,19	357,60	34259,70	4204,97
Potas	mg/kg	1166,45	868,70	837,95	148,90	5627,00	942,24
Azot	mg/kg	10478,29	8782,33	9098,56	162,90	34259,00	5636,12

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

#### 4.2.3 Związki organiczne i fluorki

Zawartość **sumy WWA**<sup>2</sup> w osadach kształtowała się w zakresie do 115 mg/kg. Najniższą wartość odnotowano w punkcie jez. Słone - Skrzynia (0,035 mg/kg), natomiast najwyższą wartość odnotowano w punkcie jez. Szczutowskie - głęboćek (115 mg/kg).

Stężenie **naftalenu** w 67 zbadanych próbkach kształtowało się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych punktach zawartość kształtowała się w przedziale od 0,009 do 1,33 mg/kg. Najwyższa wartość, tj. powyżej 1,0 mg/kg, została oznaczona w punkcie jez. Zduńskie – Ciecholewy. Średnia geometryczna kształtuje się na poziomie 0,025 mg/kg.

W przypadku **acenaftylenu** w 187 zbadanych próbkach osadów jego zawartość wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<0,003 mg/kg). W pozostałych punktach zawartość kształtowała się w przedziale od 0,018 do 0,32 mg/kg. Najwyższa wartość została oznaczona w punkcie jez. Skierniewice - stan.02.

Wartości **acenaftenu** w 119 zbadanych próbkach osadów wyniosły poniżej granicy oznaczalności (<0,005 mg/kg). W pozostałych punktach zawartość kształtowała się w przedziale od 0,012 do 114,4 mg/kg. Najwyższa wartość została oznaczona w punkcie jez. Szczutowskie - głęboćek.

<sup>2</sup> 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.

Zawartość **fluorenu** w 51 zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg. W pozostałych próbkach zawartość tę określono w przedziale od 0,015 do 0,783 mg/kg. Najwyższe stężenie zostało oznaczone w ppk jez. Jasień Północny - na NW od m. Jasień.

Zawartość **fenantrenu** w 36 zbadanych próbkach znajdowała się poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg. W pozostałych punktach zawartość fenantrenu znajdowała się w przedziale od 0,012 mg/kg do 0,674 mg/kg. Najwyższe stężenia fenantrenu zanotowano w ppk jez. Stubnica - głęboćczek - 15,4m.

Zawartości **antracenu** w 115 zbadanych próbkach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych próbkach stężenie antracenu określone zostało na poziomie od 0,015 mg/kg do 0,755 mg/kg. Najwyższą wartość odnotowano w punkcie jez. Zduńskie – Ciecholewy. Średnia geometryczna określono została na poziomie 0,009 mg/kg.

W 1 stanowisku pomiarowym, zawartość **fluorantenu** kształtowała się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych stanowiskach pomiarowych stężenia fluorantenu stwierdzono w przedziale zawartości od 0,006 do 2,29 mg/kg. Najwyższe stężenie oznaczono w punkcie jez. Stubnica - głęboćczek - 15,4m.

W 6 stanowiskach pomiarowych stężenia **pirenu** kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych osadach zawartości pirenu stwierdzono w przedziale od 0,014 do 1,73 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w ppk jez. Nowogardzkie - głęboćczek - 10,9m.

Zawartości **benzo(a)antracenu** w przebadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg do 0,851 mg/kg. Najwyższe wartości w badanych próbkach osadów pochodzących z ppk: jez. Korytowo - głęboćczek - 6,8 m (0,814 mg/kg), jez. Nowogardzkie - głęboćczek - 10,9m (0,851 mg/kg).

W 8 stanowiskach pomiarowych stężenia **chryzenu** kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. W pozostałych badanych próbkach kształtowały się w przedziale od 0,011 mg/kg do 1,36 mg/kg. Najwyższe wartości chryzenu w osadach zostały oznaczone w ppk: jez. Korytowo - głęboćczek - 6,8 m (1,36 mg/kg), jez. Nowogardzkie - głęboćczek - 10,9m (1,31 mg/kg).

W 5 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 0,013 do 1,5 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w ppk: jez. Stubnica - głęboćczek - 15,4m (1,49 mg/kg) oraz jez. Nowogardzkie - głęboćczek - 10,9m (1,50 mg/kg).

W 31 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 0,009 do 0,62 mg/kg. Najwyższe stężenie odnotowano w jez. Nowogardzkie - głęboćczek - 10,9m.

Stężenia **benzo(a)pirenu** w 18 próbkach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. Pozostałe badane próbki znajdowały się w przedziale od 0,008 do 1,04 mg/kg. Najwyższe wartości benzo(a)pirenu oznaczono w punktach jez. Nowogardzkie - głęboćczek - 10,9m (0,93 mg/kg) oraz jez. Morliny - stan. 01 (1,04 mg/kg).

W 162 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 0,01 do 0,168 mg/kg. Najwyższe stężenie odnotowano w ppk: jez. Nowogardzkie - głęboćek - 10,9m (0,131 mg/kg) i jez. Morliny - stan. 01 (0,168 mg/kg).

Zawartości **benzo(g,h,i)perylenu** dla 13 jezior oznaczono na poziomie poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w ppk: jez. Morliny - stan. 01 (0,168 mg/kg) oraz jez. Nowogardzkie - głęboćek - 10,9m (0,131 mg/kg).

W 29 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 0,872 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w punktach: jez. Nowogardzkie - głęboćek - 10,9m (0,818 mg/kg) i jez. Stubnica - głęboćek - 15,4m (0,872 mg/kg).

Stężenia **indeno(1,2,3-c,d)pirenu** w 3 zbadanych osadach znajdowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,005 mg/kg. Pozostałe wartości kształtowały się w przedziale od 0,006 do 0,974 mg/kg. Najwyższe wartości zostały oznaczone w ppk: jez. Nowogardzkie - głęboćek - 10,9m (0,910 mg/kg) oraz jez. Stubnica - głęboćek - 15,4m (0,974 mg/kg).

Stężenia **dibenzo(a,h)antracenu** w próbkach zawierały się w przedziale od poniżej granicy oznaczalności <0,005 mg/kg (101 próbek) do 0,282 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w ppk: jez. Stubnica - głęboćek - 15,4m (0,277 mg/kg) oraz jez. Morliny - stan. 01 i jez. Nowogardzkie - głęboćek - 10,9m (0,282 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 **heptachlor** i **epoksyd 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 znajdowała 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 17 punktów. We wszystkich przebadanych próbkach stężenie ftalanu di(2-etyloheksylu) znajdowało się poniżej granicy oznaczalności tj.  $<0,05$  mg/kg.

**Chloroalkany C<sub>10</sub>-C<sub>13</sub>** oznaczane były w 17 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 17 punktów - w 7 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  $2,6$  mg/kg. Najwyższą wartość zanotowano w punkcie jez. Radomno - stan. 01.

**Chlorfeninfos** oznaczany był w osadach pochodzących z 17 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 17 stanowisk. Wszystkie wyniki znajdowały się poniżej granicy oznaczalności ( $<0,00005$  mg/kg).

**Związki tributyluocyny** oznaczane były w osadach pochodzących ze 17 stanowisk. W 9 przebadanych próbkach ich stężenie oznaczono na poziomie poniżej granicy oznaczalności, tj.  $<0,00001$  mg/kg. W pozostałych punktach oznaczone wartości znajdowały się w przedziale od  $0,00002$  mg/kg do  $0,00012$  mg/kg. Najwyższą wartość zanotowano w punkcie Jez. Wieleńskie-Trzytoniowe - stan. 01.

**Heksachlorobutadien** oznaczany był w 17 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 17 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 17 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 17 stanowiskach pomiarowych - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności ( $<0,0001$  mg/kg).

**Kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS)** oznaczane były w 17 stanowiskach pomiarowych. We wszystkich badanych stanowiskach stężenie kwasu perfluorooktano-sulfonowego znajdowało się poniżej granicy oznaczalności, tj.  $<0,0001$  mg/kg.

**Chinosyfen** oznaczany był w 17 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 17 próbkach osadów dennych. Zawartości dioksyn i związków dioksynopodobnych znajdowała się w przedziale od  $0,03$  do  $1,66$  µg/kg.

**Cypermetyryna, heksabromocyklododekan, chlordekon, heksabromodifenol i toksafen** oznaczane były w 17 stanowiskach pomiarowych. W każdej z przebadanych próbek parametry te znajdowały się poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg).

**Endryna i aldryna** zostały przebadane w 200 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 17 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 17 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 10 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne i fluorki

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Naftalen	[mg/kg sm]	0,0880	0,0259	0,0470	0,0025	1,3300	0,1515
Fenantren	[mg/kg sm]	0,0828	0,0412	0,0620	0,0025	0,6740	0,0915
Antracen	[mg/kg sm]	0,0274	0,0088	0,0025	0,0025	0,7550	0,0608
Fluoranten	[mg/kg sm]	0,4013	0,2787	0,2835	0,0025	2,2900	0,3654
Chryzen	[mg/kg sm]	0,2076	0,1244	0,1400	0,0025	1,3600	0,2139
Benzo(a)antracen	[mg/kg sm]	0,1050	0,0509	0,0710	0,0025	0,8510	0,1256
Benzo(a)piren	[mg/kg sm]	0,1365	0,0759	0,0945	0,0025	1,0400	0,1503
Benzo(a)fluoranten	[mg/kg sm]	0,0110	0,0042	0,0025	0,0025	0,1680	0,0225
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg sm]	0,1282	0,0817	0,0950	0,0025	0,7330	0,1139
Acenaftylen	[mg/kg sm]	0,0062	0,0019	0,0015	0,0015	0,3250	0,0277
Acenaften	[mg/kg sm]	0,5959	0,0084	0,0025	0,0025	114,4000	8,0877
Fluoren	[mg/kg sm]	0,1197	0,0438	0,0795	0,0025	0,7830	0,1388
Piren	[mg/kg sm]	0,2599	0,1622	0,1850	0,0025	1,7300	0,2638
Benzo(b)fluoranten	[mg/kg sm]	0,2412	0,1586	0,1695	0,0025	1,5000	0,2327
Benzo(k)fluoranten	[mg/kg sm]	0,0911	0,0469	0,0670	0,0025	0,6200	0,0957
Benzo(e)piren	[mg/kg sm]	0,1212	0,0591	0,0775	0,0025	0,8720	0,1329
Indeno(1,2,3-c,d)piren	[mg/kg sm]	0,1669	0,1195	0,1270	0,0025	0,9740	0,1412

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Dibenzo(a,h)antracen	[mg/kg sm]	0,0368	0,0119	0,0025	0,0025	0,2820	0,0507
Perylen	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
WWA - suma	[mg/kg sm]	2,3624	1,3009	1,3905	0,0350	114,8355	8,1569
Polichlorowane bifenyle (nr 28)	[mg/kg sm]	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 sm]	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 sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyle (nr 138)	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyle (nr 153)	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyle (nr 180)	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Pentachlorobenzen	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksachlorobenzen	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Alfa-HCH	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Beta-HCH	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Gamma-HCH	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Delta-HCH	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
HCH - suma	[mg/kg sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0008 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dieldryna	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Izodryna	[mg/kg sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
p'p'-DDE	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
p'p'-DDD	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
DDT+DDD+DDE	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Endosulfan	[mg/kg sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,05 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chloroalkany C10-C13	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,1 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Fluorki	[mg/kg sm]	1,3588	1,0897	1,2000	0,5000	2,6000	0,8441
Chlorfenwinfos	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00002 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Bromowane difenyloetery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154)	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,00005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Związki tributylocyny (kation tributylocyny)	[µg/kg sm]	0,0297	0,0143	0,0050	0,0050	0,1200	0,0374
Heksachlorobutadien	[mg/kg sm]	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 sm]	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 sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Nonylofenole (4-nonylofenol)	[mg/kg sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,01 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Pentachlorofenol	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Trifluarlina	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dikofol	[mg/kg sm]	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 sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chinoksyfen	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Dioksyfeny	[µg/kg sm]	0,7473	0,5127	0,6540	0,0293	1,6640	0,5353
Cypermetryna	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksabromocyklododekan	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chlordekony	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Heksabromodifenol	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Toksafeny	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Endryna	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Aldryna	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Alachlor	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Chlorpiryfos	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0001 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Aklonifeny	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Bifenoksy	[mg/kg sm]	wszystkie wyniki poniżej granicy oznaczalności (<0,0005 mg/kg), w związku z tym wartości parametrów statystycznych nie ustala się					
Cybutryna	[mg/kg sm]	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 geochemiczne**, umożliwiające ocenę stopnia zanieczyszczenia osadów dennych w odniesieniu do tła geochemicznego, czyli zawartości pierwiastków występujących w osadach w warunkach naturalnych (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001 r.);
- **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);
- **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). 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.

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 geochemicznego (Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001)



Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	<i>Bojowska I., Sokółowska G. (1998, 2001)</i>	<0,5<1<2<5	<5<10<30<50	<52<100<500<1000	<0,5<1<3,5<6	<3<10<20<50	<6<50<100<400	<7<40<100<200	<0,05<0,2<0,5<1	<6<16<40<50	<15<30<100<200	<73<200<500<1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
668	Kanał Ślesiński - Konin	0,05	1,50	8,90	0,03	0,42	1,72	2,55	0,013	1,38	18,35	68,45	klasa I
669	Kanał Trzebieński - Zagroby, na drodze Mniszew - Warka	0,05	1,50	8,01	0,03	0,69	1,01	0,20	0,007	0,70	0,50	6,15	Tło geochemiczne
670	Kanał Unikowo - Sątopy-Samulewo	0,05	1,50	14,87	0,03	1,46	5,07	1,30	0,003	2,36	0,50	11,14	Tło geochemiczne
671	Kanał Wilczyzna - Wydawy	0,05	1,50	16,30	0,03	1,11	2,62	5,78	0,005	2,34	4,06	15,74	Tło geochemiczne
672	Kanał Zielona Struga - poniżej Rojewic, Rojewice	0,05	4,13	10,70	0,03	0,64	6,46	0,89	0,010	1,18	4,87	15,80	klasa I
673	Kanał Zielona Struga - ujście do Wisły, Wielka Nieszawka	0,05	1,50	42,80	0,03	0,77	2,05	0,79	0,009	1,33	1,45	6,16	Tło geochemiczne
674	Kania - Ostrowo	0,05	1,50	22,90	0,03	0,77	2,54	3,46	0,011	1,65	4,36	21,51	Tło geochemiczne
675	Kłodnica - ujście do Odry	0,05	1,50	43,83	0,03	6,69	1,90	0,20	0,014	4,50	0,50	37,52	klasa I
676	Konieczpólka - Ślęzaki	0,05	1,50	12,38	0,03	0,69	2,66	0,20	0,001	1,87	0,50	5,34	Tło geochemiczne
677	Liwa - Piekło	0,05	5,99	180,90	0,03	6,95	136,10	29,68	0,016	17,61	26,04	286,10	klasa III
678	Lubaczówka - Radawa	0,05	1,50	81,53	0,03	4,95	9,40	5,96	0,042	11,44	4,48	43,90	klasa I
679	Łada - Gromada	0,05	1,50	8,54	0,03	0,48	1,34	0,42	0,006	0,99	1,10	6,07	Tło geochemiczne
680	Łeba - Cecenowo	0,05	1,50	25,60	0,03	0,87	1,54	0,63	0,008	0,82	1,15	8,14	Tło geochemiczne
681	Łętownia - Gruszka Mała	0,05	1,50	50,10	0,03	2,66	8,80	4,89	0,025	10,33	7,43	14,59	klasa I
682	Łupawa - Smoldzino	0,05	1,50	8,42	0,03	0,57	1,35	0,51	0,009	0,73	1,52	6,14	Tło geochemiczne
683	Mała Panew - Czarnowasy	0,05	1,50	33,10	0,30	1,23	1,82	0,20	0,266	1,59	5,42	38,90	klasa II
684	Mała Panew - pow. uj. Stoly koło Potępy	0,05	1,50	22,80	0,03	1,56	0,69	0,45	0,007	1,07	2,46	41,32	Tło geochemiczne
685	Mieszna - Kąty	0,05	1,50	9,56	0,03	0,52	1,29	1,84	0,023	1,01	1,90	2,39	Tło geochemiczne
686	Mogielnica - Ciechanki	0,05	1,50	9,39	0,03	0,43	1,20	0,50	0,016	0,78	0,50	5,31	Tło geochemiczne
687	Moltawa - Kępa Polska, most	0,05	1,50	14,30	0,03	0,83	2,22	0,77	0,008	1,46	1,80	6,19	Tło geochemiczne
688	Mrowia - Nowa Wieś	0,05	1,50	102,20	0,44	6,29	13,00	22,12	0,202	13,21	9,05	136,80	klasa II
689	Myśla - ujście do Odry (m. Namyslin)	0,05	1,50	47,40	0,03	0,95	2,23	2,04	0,048	1,32	3,73	12,68	Tło geochemiczne
690	Narew - Bondary	0,05	1,50	11,10	0,03	0,49	1,66	0,91	0,030	0,77	1,96	5,84	Tło geochemiczne
691	Narew - Płoski	0,05	1,50	23,30	0,03	0,75	2,61	1,51	0,022	1,16	40,47	32,67	klasa II
692	Narew - m. Suraż	0,05	1,50	10,60	0,03	0,37	1,13	0,20	0,007	0,55	0,50	3,08	Tło geochemiczne
693	Narew - Nowogród (powyżej ujścia Pisy)	0,05	1,50	29,10	0,03	0,68	9,01	5,00	0,008	1,17	8,78	31,50	klasa I
694	Narew - Nowy Dwór Mazowiecki, most	0,05	1,50	14,10	0,03	0,72	2,74	1,48	0,031	1,37	1,77	7,80	Tło geochemiczne
695	Narew - Ogony, brzeg	0,05	1,50	7,35	0,03	0,57	2,11	0,66	0,038	0,84	0,50	5,89	Tło geochemiczne
696	Narew - Ostrołęka (stary most)	0,05	1,50	9,51	0,03	0,58	3,37	1,21	0,039	1,26	1,98	8,09	Tło geochemiczne
697	Narew - Pułtusk, kładka	0,05	1,50	9,62	0,03	0,74	1,56	0,70	0,011	1,00	1,14	8,11	Tło geochemiczne
698	Narew - Strękowa Góra	0,05	1,50	11,90	0,03	0,50	3,74	0,89	0,024	0,98	1,43	9,28	Tło geochemiczne
699	Ner - Chełmno	1,89	1,50	152,52	4,05	0,89	154,94	57,55	0,590	2,04	1,81	413,18	klasa III
700	Nida - Wiślica	0,05	1,50	90,20	0,03	3,80	14,51	6,78	0,047	9,28	17,39	105,30	klasa I
701	Nogat - Malbork	0,05	1,50	15,01	0,03	1,19	3,79	0,72	0,039	2,16	0,50	17,55	Tło geochemiczne
702	Noteć - Łysek	0,05	1,50	8,77	0,03	0,73	1,91	0,85	0,011	1,22	2,60	5,63	Tło geochemiczne
703	Noteć - Milcz	0,05	9,57	229,00	0,03	4,90	15,80	30,20	0,150	12,30	64,42	115,94	klasa II
704	Noteć - Przewóz	0,05	1,50	12,30	0,03	3,12	3,37	20,90	0,007	1,79	36,61	30,88	klasa II
705	Noteć - Walkowice	0,05	1,50	12,20	0,03	0,59	2,15	1,01	0,011	1,10	3,38	7,42	Tło geochemiczne
706	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	0,05	1,50	25,24	0,03	4,56	8,34	0,20	0,008	6,46	3,33	22,04	klasa I
707	Obra - m. Skwierzyna	0,05	1,50	7,56	0,03	0,73	1,97	1,17	0,005	1,35	1,76	5,74	Tło geochemiczne
708	Odra - Kłodnica, poniżej ujścia Kłodnicy	0,05	1,50	349,80	0,86	10,10	33,27	31,60	0,009	24,76	42,72	316,90	klasa II
709	Odra - poniżej ujścia Baryczy	0,05	1,50	22,40	0,03	1,86	2,50	2,08	0,018	3,23	3,62	33,33	Tło geochemiczne
710	Odra - poniżej ujścia Ślęzy	0,05	1,50	15,67	0,03	1,62	4,42	0,20	0,022	2,69	3,88	17,22	Tło geochemiczne
711	Odra - Brzeg	0,05	1,50	471,80	1,97	12,78	35,51	36,86	0,279	29,16	512,70	785,20	poza klasę
712	Odra - powyżej PCC "Rokita"	0,05	1,50	356,30	1,76	16,34	49,83	46,95	0,339	37,63	45,06	388,80	klasa II
713	Odra - w Widuchowej	0,05	1,50	7,88	0,03	1,02	2,27	1,72	0,014	1,79	3,90	17,61	Tło geochemiczne



Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	<i>Bojakowska I., Sokółowska G. (1998, 2001)</i>	<0,5<1<2<5	<5<10<30<50	<52<100<500<1000	<0,5<1<3,5<6	<3<10<20<50	<6<50<100<400	<7<40<100<200	<0,05<0,2<0,5<1	<6<16<40<50	<15<30<100<200	<73<200<500<1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
761	Stupia - Gołębia Góra	0,19	1,50	10,15	0,03	0,59	2,32	0,53	0,061	0,87	1,40	4,15	klasa I
762	Stupia - Ustka	0,05	1,50	11,50	0,03	1,02	2,87	1,78	0,032	2,62	2,17	8,55	Tło geochemiczne
763	Sokołda - Surazkowo	0,05	1,50	12,60	0,03	1,03	2,66	2,15	0,038	1,87	1,41	8,44	Tło geochemiczne
764	Solinka - Buk	0,05	1,50	68,47	0,03	10,44	19,82	12,73	0,043	23,10	13,70	52,73	klasa II
765	Soła - Oświęcim	0,05	1,50	19,90	0,03	2,42	5,70	3,52	0,024	9,59	2,72	23,28	klasa I
766	Solotwa - Basznia Górna	0,05	1,50	16,07	0,03	1,27	3,22	0,20	0,005	2,03	2,90	14,00	Tło geochemiczne
767	Stepnica - ujście do Gowienicy (m. Bodzęcin)	0,05	1,50	8,49	0,03	0,81	1,18	0,51	0,006	0,68	1,11	6,11	Tło geochemiczne
768	Stoła - m.Brynek	0,05	9,28	1110,00	40,60	0,80	20,80	95,40	0,046	2,46	95,65	622,54	poza klasę
769	Stradomka - ujście do Warty	0,05	3,54	27,20	0,03	1,77	2,37	3,92	0,008	2,59	5,77	43,80	Tło geochemiczne
770	Strzegomka - Polaniec-Osiek (droga)	0,05	1,50	58,12	0,03	1,53	4,11	0,20	0,001	3,49	0,50	29,34	klasa I
771	Studnica - Cieccholub	0,10	1,50	11,64	0,03	0,73	3,02	0,84	0,018	1,02	2,55	8,59	Tło geochemiczne
772	Swędnia - Dębe	0,05	5,32	66,40	0,03	1,12	2,77	2,25	0,037	1,66	2,34	14,60	klasa I
773	Szarka - Boruja	0,05	1,50	62,10	0,03	1,16	13,70	5,78	0,053	2,42	4,74	39,53	klasa I
774	Szczurkowska Młynówka - Szczurkowo	0,05	7,45	34,15	0,03	1,23	5,88	0,20	0,004	1,85	2,39	8,96	klasa I
775	Szczyra - Prądy	0,39	1,50	8,00	0,03	0,54	1,93	0,79	0,059	0,86	1,24	4,77	klasa I
776	Szeroka Struga - ujście do Narwi	0,05	1,50	35,00	0,03	0,94	3,42	2,91	0,023	2,29	2,86	11,63	Tło geochemiczne
777	Szeszupa - Pobondzie	0,05	1,50	10,85	0,03	0,70	3,06	0,20	0,003	1,88	0,50	10,31	Tło geochemiczne
778	Szkwia - poniżej Rozóg	0,05	4,86	25,08	0,03	0,77	2,68	0,73	0,003	1,33	0,50	8,99	Tło geochemiczne
779	Szprotawa - poniżej Chocianowskiej Wody	0,05	1,50	17,70	0,03	1,62	1,47	15,00	0,016	1,73	4,88	15,31	klasa I
780	Szprotawica - ujście do Szprotawy (okolice m. Rudziny)	0,05	3,80	53,70	0,03	2,59	5,05	6,17	0,039	5,07	4,69	21,47	klasa I
781	Szreniawa - Koszyce	0,05	1,50	22,94	0,03	2,51	1,90	0,20	0,011	3,62	0,50	54,36	Tło geochemiczne
782	Szreniawa - Smroków	0,05	1,50	42,98	0,03	4,26	14,09	2,96	0,021	9,83	14,55	52,65	klasa I
783	Szysia - ujście do Bugu	0,05	1,50	7,54	0,03	0,44	0,96	1,02	0,005	0,69	0,50	2,52	Tło geochemiczne
784	Śleza - ujście do Odry	0,05	1,50	78,75	0,03	4,35	14,18	25,07	0,029	12,38	14,52	99,07	klasa I
785	Świder - Dębinka, uj. do Wisły	0,05	1,50	13,10	0,03	0,46	1,54	0,55	0,028	1,08	1,25	6,00	Tło geochemiczne
786	Świerszcz - Malowany Most	0,05	1,50	5,01	0,03	0,32	1,02	0,20	0,021	0,52	0,50	4,88	Tło geochemiczne
787	Świślina - Nietulisko	0,05	1,50	69,81	0,03	4,13	12,02	2,99	0,136	7,78	11,88	57,32	klasa I
788	Teleszyna - Dobrów	0,05	1,50	43,70	0,03	1,74	6,69	2,55	0,025	4,47	3,48	10,69	klasa I
789	Tyśmienica - Buradów	0,05	3,00	61,10	0,03	2,68	4,51	4,24	0,035	4,10	39,43	50,38	klasa II
790	Walsza - Łajsy	0,05	1,50	6,70	0,03	0,97	3,51	0,78	0,008	1,43	1,34	5,41	Tło geochemiczne
791	Warta - Biskupice	0,05	1,50	30,60	0,03	1,44	5,42	2,52	0,011	3,21	2,64	26,90	Tło geochemiczne
792	Warta - Burzenin	0,05	6,09	18,00	0,03	7,74	6,37	231,00	0,010	5,08	97,53	46,08	poza klasę
793	Warta - Dobrów	0,05	1,50	17,10	0,03	0,79	2,41	1,06	0,008	1,62	1,91	324,19	klasa II
794	Warta - Działoszyn	0,05	1,50	29,30	0,03	2,39	8,51	5,60	0,008	6,94	5,96	60,18	klasa I
795	Warta - Kamion	0,05	11,80	192,00	0,54	69,16	46,90	516,00	0,030	16,82	1050,00	892,01	poza klasę
796	Warta - Kiszewo	0,05	1,50	29,10	0,03	0,91	9,01	5,00	0,045	2,62	8,78	31,50	klasa I
797	Warta - miejscowość Rzeki Małe	0,05	1,50	8,82	0,03	0,41	1,98	1,00	0,008	1,33	2,20	13,47	Tło geochemiczne
798	Warta - Mściszewo	0,05	1,50	31,50	2,30	1,32	21,60	10,50	0,075	5,47	15,16	52,36	klasa II
799	Warta - Nowa Wieś Podgórna	0,05	1,50	16,80	0,03	1,18	8,61	3,58	0,015	3,17	4,31	32,94	klasa I
800	Warta - powyżej zbiornika Poraj m.Lgota	0,05	1,50	19,00	0,03	1,04	3,18	4,17	0,026	2,03	10,88	142,14	klasa I
801	Warta - Uniejów	0,05	1,50	32,70	0,03	1,70	4,60	7,57	0,024	3,15	12,86	33,08	klasa I
802	Warta - Wiórek	0,05	1,50	12,00	0,03	0,64	4,24	1,10	0,012	1,09	1,67	14,06	Tło geochemiczne
803	Wda - Czame	0,05	1,50	8,60	0,03	0,10	2,60	0,20	0,013	0,20	0,50	5,62	Tło geochemiczne
804	Wda - Wdecki Młyn	0,05	1,50	11,80	0,03	1,33	3,88	0,78	0,019	0,20	2,69	8,39	Tło geochemiczne
805	Welna - Oborniki	0,05	1,50	39,70	0,03	3,01	12,00	7,21	0,049	15,15	5,51	30,62	klasa I
806	Wiar - Makowa	0,05	1,50	45,71	0,03	5,81	17,20	20,95	0,044	19,85	9,48	47,48	klasa II
807	Widawa - ujście do Odry	0,05	1,50	25,64	0,03	1,00	5,08	0,20	0,021	3,29	8,43	34,71	Tło geochemiczne

Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	<i>Bojowska I., Sokołowska G. (1998, 2001)</i>	<0,5<1<2<5	<5<10<30<50	<52<100<500<1000	<0,5<1<3,5<6	<3<10<20<50	<6<50<100<400	<7<40<100<200	<0,05<0,2<0,5<1	<6<16<40<50	<15<30<100<200	<73<200<500<1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
808	Wieprz - Łańcuchów	0,05	1,50	16,30	0,03	1,40	4,53	1,50	0,009	3,37	2,08	7,73	Tło geochemiczne
809	Wieprza - Bożanka	0,11	1,50	12,53	0,18	1,09	3,91	41,61	0,022	1,85	3,49	29,21	klasa II
810	Wieprza - m. Stary Kraków	0,05	1,50	16,60	0,03	1,06	4,09	3,34	0,018	1,84	3,80	15,70	Tło geochemiczne
811	Wieprza - ujście do morza (m.Darłowo)	0,05	1,50	19,20	0,03	1,31	4,06	4,40	0,050	2,46	6,31	16,96	klasa I
812	Wierzyca - Gniew	0,05	1,50	31,58	0,03	2,32	10,63	3,80	0,010	3,06	5,17	43,80	klasa I
813	Wilanówka - Warszawa-ul. Tuzinowa	0,05	3,23	75,60	0,80	5,13	13,60	27,40	0,053	12,59	18,63	135,70	klasa I
814	Wisła - Gołąb	0,05	1,50	13,50	0,03	0,99	1,95	1,90	0,021	1,62	1,70	45,00	Tło geochemiczne
815	Wisła - Grobka	0,05	1,50	10,12	0,03	0,10	2,41	0,20	0,001	2,86	0,50	23,41	Tło geochemiczne
816	Wisła - Gliny Małe	0,05	1,50	85,84	1,52	6,77	22,46	11,67	0,052	18,33	21,38	162,10	klasa II
817	Wisła - Grabie	0,05	1,50	61,08	4,00	4,51	18,90	12,44	0,201	11,55	36,75	262,90	klasa III
818	Wisła - Jankowice	0,05	3,46	53,70	1,59	7,03	16,70	14,30	0,059	21,64	25,94	219,79	klasa II
819	Zb. Wisła-Czarne - ujęcie wody	0,05	4,28	205,00	0,69	8,65	20,10	28,60	0,060	21,27	13,14	197,02	klasa II
820	Wisła - Kazuń	0,05	1,50	14,30	0,03	1,49	3,72	4,06	0,020	3,30	4,45	25,32	Tło geochemiczne
821	Wisła - Kępa Zawadowska, brzeg	0,05	1,50	9,34	0,03	0,81	1,49	0,57	0,009	1,76	1,10	7,91	Tło geochemiczne
822	Wisła - Kieżmark	0,05	1,50	12,40	0,03	1,86	4,11	1,78	0,020	3,90	3,61	29,28	Tło geochemiczne
823	Wisła - Kopanka	0,05	1,50	42,32	0,30	5,56	13,62	8,82	0,036	14,48	13,28	158,60	klasa I
824	Wisła - Łopoczno	0,05	3,27	39,80	0,75	5,97	12,80	7,41	0,025	15,24	11,20	114,49	klasa I
825	Wisła - Mniszew	0,05	1,50	41,20	0,03	2,53	6,67	4,38	0,155	4,68	5,79	156,59	klasa I
826	Wisła - Niedary-Stanowisko PZW	0,05	7,10	113,90	6,12	9,40	38,79	27,55	0,160	25,60	67,42	428,60	poza klasą
827	Wisła - Opatowiec	0,05	1,50	57,64	0,66	5,07	14,87	3,02	0,032	11,60	13,86	99,23	klasa I
828	Wisła - Płock, poniżej starego mostu, prawa strona rzeki	0,05	1,50	16,70	0,03	1,41	5,28	2,83	0,070	3,42	3,49	29,08	klasa I
829	Wisła - Sandomierz	0,05	1,50	6,97	0,03	0,10	1,40	0,20	0,001	1,99	0,50	27,38	Tło geochemiczne
830	Wisła - w Nowym Bieruniu	0,05	1,50	21,80	0,03	1,95	2,47	2,55	0,017	2,35	2,12	23,96	Tło geochemiczne
831	Wisła - Warszawa, most Łazienkowski, brzeg	0,05	1,50	17,19	0,03	1,90	5,28	0,66	0,021	3,72	6,03	42,50	Tło geochemiczne
832	Wisła - wpływ do zbiornika Goczałkowice	0,05	4,12	73,20	0,59	7,27	19,40	23,80	0,075	17,95	34,65	137,42	klasa II
833	Wisłok - Rudawka Rymanowska	0,05	8,50	109,10	0,03	8,13	20,78	22,69	0,087	33,17	11,87	43,82	klasa II
834	Wisłok - Tryńcza	0,05	1,50	38,39	0,03	5,01	12,28	15,40	0,020	11,01	17,75	46,77	klasa I
835	Wisłoka - Wojsław	0,05	1,50	49,88	0,03	6,01	13,28	5,55	0,030	16,45	6,86	42,18	klasa II
836	Wolica - Skierbieszów	0,05	9,69	34,60	4,87	6,03	14,30	15,30	0,019	10,90	13,10	111,00	klasa III
837	Wolczenica - na drodze Łęgno-Blotno	0,05	1,50	11,00	0,03	0,58	2,28	1,04	0,034	1,31	2,52	11,16	Tło geochemiczne
838	Zagórska Struga - Mrzezino	0,05	1,50	10,60	0,03	1,17	25,80	4,29	0,032	1,81	5,42	34,05	klasa I
839	Zb. Kozłowa Góra - w rejonie zapory	0,05	1,50	8,81	0,03	0,27	1,02	0,85	0,009	0,73	12,14	17,66	Tło geochemiczne
840	Żeglina - Sieradz	0,05	1,50	10,30	0,03	0,79	1,22	3,79	0,012	0,60	4,81	9,42	Tło geochemiczne
841	Zb. Przeczyce - w rejonie zapory	0,05	1,50	28,50	0,73	1,03	4,22	4,60	0,032	3,35	22,08	81,21	klasa I
842	Zbiornik Brody Iłżeckie - Pomost	0,05	1,50	12,17	0,03	0,10	1,83	0,20	0,001	1,21	0,50	9,71	Tło geochemiczne
843	Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin)	0,05	1,50	19,40	0,03	1,06	2,33	2,87	0,018	1,83	2,93	14,48	Tło geochemiczne
844	Złota (Złota Struga) - ujście do Czernej Wielkiej (m. Żagań)	0,05	1,50	16,60	0,03	0,83	10,10	2,20	0,029	2,42	3,31	19,53	klasa I
845	Żupawka - Jeziórko	0,05	1,50	121,30	0,03	1,35	5,32	0,20	0,006	3,77	6,97	44,99	klasa II

## Legenda

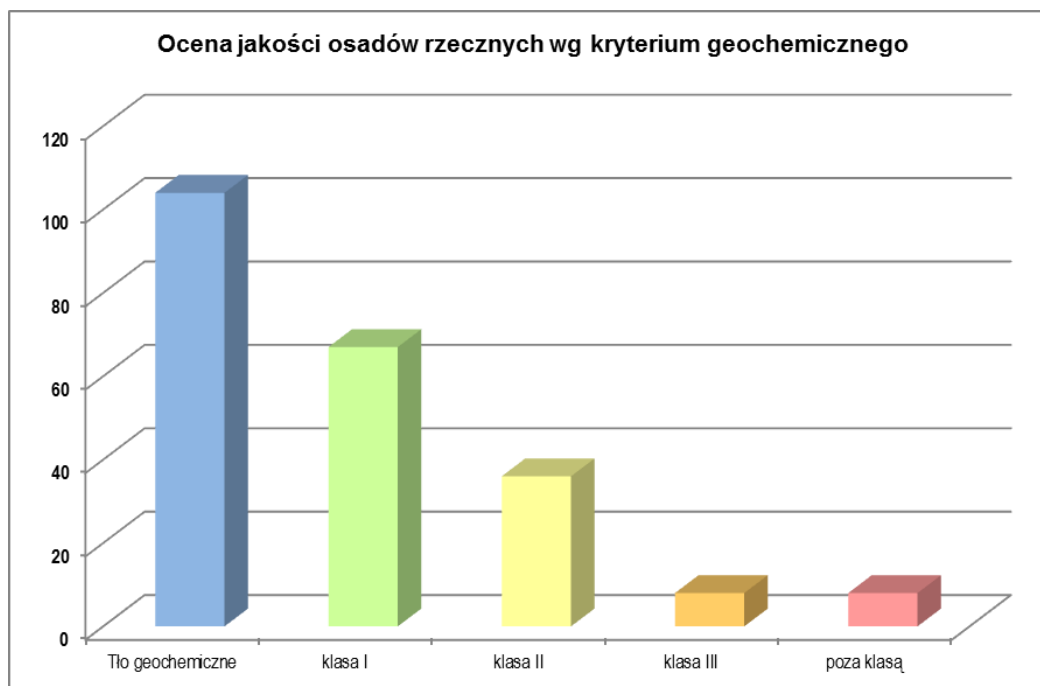
	tło geochemiczne		klasa III
	klasa I		poza klasą
	klasa II		

### Ocena jakości osadów rzecznych zgodnie z kryterium geochemicznym (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001 r.)

Analiza wyników badań osadów dennych zgodnie z kryterium geochemicznym pozwala na ocenę ich jakości z uwagi na zawartość metali. Klasy oceny osadów rzecznych zostały przyjęte zgodnie z wartościami granicznymi określonymi w tabeli 2 przedmiotowego opracowania. Dla celów oceny przyjęto, że osady, dla których wartości stężeń danego wskaźnika spełniają kryterium klasy I to osady niezanieczyszczone, stężenia spełniające kryterium klasy II to osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu, osady spełniające kryterium klasy III to osady zanieczyszczone w średnim stopniu, natomiast stężenia przekraczające wartości graniczne określone dla III klasy to osady zanieczyszczone. Jednocześnie ocena końcowa danego osadu, tj. klasa czystości jest równa klasie czystości wskaźnika o najmniej korzystnej ocenie – tzw. czynnik degradujący.

Oceną objętych było 223 próby osadów dennych pobranych z rzek i kanałów rzecznych, osady oceniane były pod względem zawartości 11 parametrów. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 11 przedmiotowego opracowania.

Na poniższym wykresie przedstawiono ocenę jakości osadów rzecznych zgodnie z kryterium geochemicznym, uwzględniając 223 stanowiska pomiarowe objęte badaniami w 2021 roku.



tło geochemiczne	- osady niezanieczyszczone, mieszczące się w tle geochemicznym
klasa I	- osady niezanieczyszczone
klasa II	- osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu,
klasa III	- osady zanieczyszczone w średnim stopniu,
poza klasę	- osady zanieczyszczone (silnie)

Rysunek 1. Ocena jakości osadów rzecznych pochodzących z 223 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium geochemicznym – cieki

Jak wynika z przedstawionej tabeli (tabela 11), w przypadku 67 ze zbadanych prób osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryteria I klasy jakości osadów. W przypadku 104 prób osadów dennych przeprowadzone badania wykazały, że wartości badanych parametrów mieszczą się w tle geochemicznym. W przypadku 67 prób osadów dennych przeprowadzone badania wykazały, że są to osady niezanieczyszczone z uwagi na zawartość metali, tj. w żadnym przypadku nie została przekroczona wartość graniczna wskaźnika określona dla I klasy czystości. Ogółem 171 stanowisk uznać można za niezanieczyszczone.

Łącznie 52 próbek osadów rzecznych pobranych z 223 stanowisk oceniono jako zanieczyszczone, w tym 36 stanowisk oceniono jako zanieczyszczone w niewielkim stopniu (klasa II), 8 stanowisk jako zanieczyszczone w stopniu średnim (klasa III) oraz 8 stanowisk uznano za silnie zanieczyszczone. Czynniki degradującymi, decydującymi o klasyfikacji próbek osadu jako silnie zanieczyszczonego (poza klasą), było przekroczenie wartości dopuszczalnych dla klasy III następujących parametrów: ołowiu (w 3 ppk, tj.: Odra - Brzeg, Przemsza – wodowskaz „Jeleń”, Warta – Kamion), cynku (w 3 ppk, tj. Pilica – Sulejów, Przemsza – powyżej ujścia Białej Przemszy, Przemsza - wodowskaz "Jeleń"), kadmu (w 4 ppk, tj. Przemsza – powyżej ujścia Białej Przemszy, Przemsza – wodowskaz „Jeleń”, Stoła – m. Brynek, Wisła – Niedary – Stanowisko PZW), miedzi (w 2 ppk, tj. Warta – Burzenin, Warta - Kamion), niklu (w 1 ppk, tj. Przemsza – wodowskaz „Jeleń”), arsenu (w 1 ppk Przemsza - wodowskaz "Jeleń"), cynku (w 2 ppk, tj. Przemsza – powyżej ujścia Białej Przemszy, Przemsza - wodowskaz "Jeleń"), baru (w 1 ppk Stoła – m. Brynek), kobaltu (w 1 ppk- Warta – Kamion).

W 8 stanowiskach pomiarowych, w których osady ocenione zostały jako zanieczyszczone w średnim stopniu, czynnikami decydującymi o zakwalifikowaniu osadu do klasy III, były przekroczenia wartości dopuszczalnych dla klasy II następujących parametrów: kadmu (w 4 ppk, tj. Bystrzyca – Sobianowice, Ner - Chełmno, Wisła – Grabie, Wolica - Skierbieszów), ołowiu (w 2 ppk: Gostynia – m. Paprocany, Odra zachodnia – autostrada (m. Siadło Dln.), arsenu (w 1 ppk: Kanał Skomlin – Toplin-Toplin), chromu (w 2 ppk: Liwa – Piekło, Ner – Chełmno) oraz rtęci (w 1 ppk: Ner – Chełmno).

### **5.1.2 Ocena osadów z rzek i kanałów rzecznych wg opracowania. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003**





















Nr SWZ	Parametr	Contaminated Sediment Standard Team (2013)																												Ogólna ocena																						
		Ag	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Fe	Mn	Naftalen	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Chryzen	Benzo(a)antracen	Benzo(a)piren	Benzo(g,h,i)perylen	Acenaftalen	Acenaften	Fluoren	Piren	Benzo(b)fluoranten	Benzo(k)fluoranten	Benzo(e)piren	Indeno(1,2,3-c,d)piren	Dibenz(a,h)antracen		WWA - suma	Poichlorowane bifenylole (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	Heksachlorobenzen	Alfa-HCH	Beta-HCH	Gamma-HCH	Heptachlor i epoksydy heptachloru	Dieldryna	DDT całkowity (+izomer para-para)	p'p'-DDE	p'p'-DDD	DDT+DDD+DDE	Ftalan di(2-etyloheksylu)	Związki tributylocyny (kation tributylocyny)	1,2,4-trichlorobenzen	Pentachlorofenol	Dioksyny i związki dioksynopodobne	Toksafen	Endryna	Aldryna		
839	Zb. Kozłowa Góra - w rejonie zapory	<1,6-1,9-2,2	<9,8-21,4-33	<0,99-3-5	<43-76,5-110	<32-91-150	<0,18-0,64-1,1	<23-36-49	<36-83-130	<120-290-460	<20000-30000-40000	<460-780-1100	<176-369-561	<204-687-1170	<57,2-451-845	<423-1327-2230	<168-728-1290	<108-579-1050	<150-800-1450	<170-1685-3200	<5,9-67-128	<6,7-48-89	<77,4-307-536	<195-858-1520	<240-6820-13400	<240-6820-13400	<150-800-1450	<200-1700-3200	<33-84-135	<1610-12205-22800	<60-368-676	<3-62-120	<6-53-100	<5-108-270	<3-4-5	<2,5-9,3-16	<1,9-32-62	<4,2-33,6-63	<3,2-17-31	<4,9-16,5-28	<5,3-289-572	<580-22790-45000	<0,52-1,73-2,94	<8-13-18	<150-175-200	<0,85-11,2-21,5	<1-1,5-2	<2,2-104,6-207	<2-41-80	Level 2		
840	Żeglina - Sieradz	0,05	1,50	0,03	1,22	3,79	0,01	0,60	4,81	9,4	1460,0	94,5	11,0	63,0	10,0	94,0	44,0	34,0	21,0	1,5	28,0	16,0	51,0	37,0	16,0	20,0	27,0	11,0	439,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,1	0,1	Level 2
841	Zb. Przeczyce - w rejonie zapory	0,05	1,50	0,73	4,22	4,60	0,03	3,35	22,08	81,2	4017,0	109,0	64,0	151,0	17,0	135,0	43,0	24,0	23,0	1,5	88,0	52,0	67,0	36,0	15,0	15,0	30,0	2,5	716,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,1	0,1	Level 3	
842	Zbiornik Brody Iłżeckie - Pomost	0,05	1,50	0,03	1,83	0,20	0,00	1,21	0,50	9,7	1498,0	55,9	43,0	170,0	70,0	1520	1520	1180	1420	759,0	1,5	17,0	45,0	1450	1360,0	648,0	809,0	956,0	405,0	9444,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,1	0,1	Level 4
843	Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin)	0,05	1,50	0,03	2,33	2,87	0,02	1,83	2,93	14,5	2985,0	136,0	100,0	249,0	66,0	1440	2650	1590	2850	1970	1,5	35,0	122,0	1910	2980,0	1290,0	1830,0	2720	884,0	15283,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,1	0,1	Level 4
844	Złota (Złota Struga) - ujście do Czernej Wielkiej (m. Żagań)	0,05	1,50	0,03	10,10	2,20	0,03	2,42	3,31	19,5	916,0	29,3	11,0	57,0	12,0	133,0	95,0	60,0	96,0	77,0	1,5	9,0	9,0	98,0	2,5	47,0	70,0	113,0	34,0	631,0	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,1	0,1	Level 2
845	Żupawka - Jeziórko	0,05	1,50	0,03	5,32	0,20	0,01	3,77	6,97	45,0	4424,0	41,7	19,0	71,0	22,0	503,0	450,0	319,0	388,0	231,0	10,0	8,0	24,0	473	411,0	201,0	226,0	303,0	117,0	2899,0	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0000	0,0	0,1	0,1	Level 3

\* za sumę WWA przyjęto sumę wskaźników: naftalen, acenaftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, zgodnie z metodyką D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003.

Legenda:  Level 1  Level 2  Level 3  Level 4



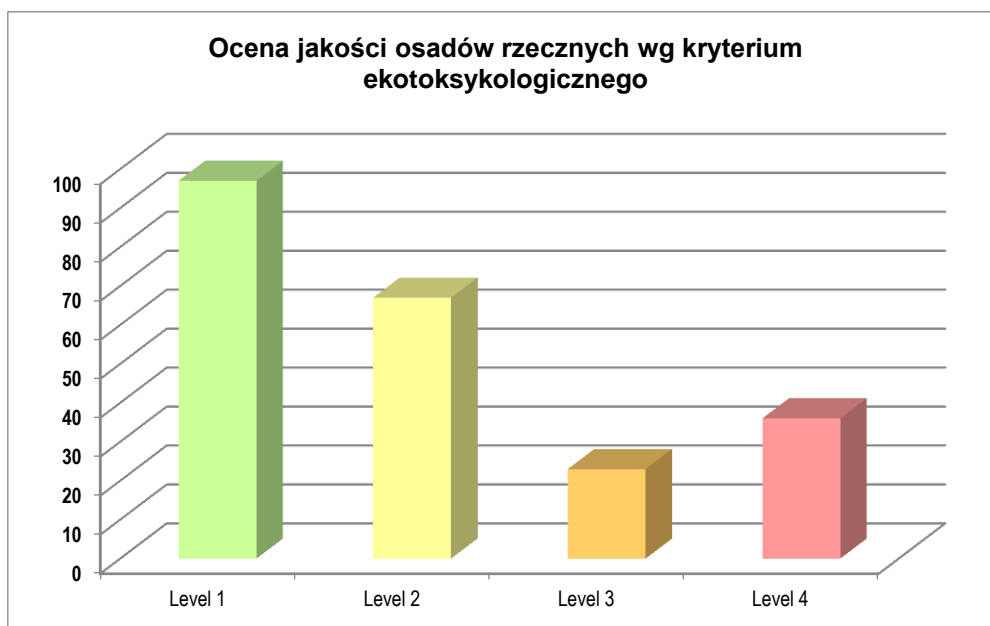
**Ocena jakości osadów pobranych z rzek i kanałów rzecznych zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym, umożliwiającym ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003).**

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 objętych było 223 próby osadów dennych pobranych z rzek oraz kanałów rzecznych, 133 próbek osadów dennych oceniane było pod względem zawartości 48 wskaźników, pozostałe 90 próbek osadów podlegało ocenie w zakresie 42 wskaźników. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 12 przedmiotowego opracowania.

Jak wynika z przedstawionej tabeli (tabela 12), w przypadku większości badanych prób osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryteria I 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 223 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym – cieki

W 97 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 126 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: 67 próbki oceniono jako zanieczyszczone w niewielkim stopniu, 23 próbek oceniono jako zanieczyszczone w średnim stopniu (Level 3) oraz 36 próbek oceniono jako silnie zanieczyszczone (Level 4).

W 18 z 36 stanowisk pomiarowych na zaklasyfikowanie osadu do kategorii silnie zanieczyszczonego (Level 4) zdecydował 1 wskaźnik degradujący: mangan (6 stanowisk: Dopływ z Gruczna (Kanał Główny Świecki) - ujście do Wdy, Przechowo, Kłodnica - ujście do Odry, Lubaczówka – Radawa, Noteć – Milcz, Pasłęka – Dębiny, Strzegomka - Połaniec-Osiek (droga), acenaften (6 stanowisk: Dopływ z jez. Arklickiego – Aptynty, Odra – w Chałupkach, Odra - Wróblin, powyżej ujścia Małej Panwi, Tyśmienica – Buradów, Wisła – Kopanka, Wolica – Skierbieszów), ołów (2 stanowiska: Gostynia - m.Paprocany, Odra Zachodnia - autostrada (m. Siadło Dln.), dibenzo(a,h)antracen (1 stanowisko: Kanał Wilczyzna – Wydawy), cynk (1 stanowisko: Pilica – Sulejów), miedź (1 stanowisko: Warta – Burzenin), kadm (1 stanowisko: Wisła - Niedary-Stanowisko PZW).

W 5 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.

Analizując częstości występowania przekroczeń wartości granicznych określonych dla III poziomu jakości czystości osadów dla poszczególnych badanych wskaźników stwierdzono, że najczęściej przekraczana była graniczna zawartość: acenaftenu (16 stanowisk), manganu (1 stanowisk), dibenzo(a,h)antracenu (9 stanowisk), chryzenu (7 stanowisk), ołowiu, cynku i benzo(a)antracenu (6 stanowisk) oraz pirenu, fluorantenu i naftalenu (5 stanowisk). W przypadku pozostałych parametrów częstość przekroczeń klasyfikowała się następująco: kadm, benzo(a)piren, acenaftylen (4 stanowiska), miedź, żelazo, fenantren, antracen, WWA-suma (3 stanowiska), arsen, chrom, fluoren, benzo(e)piren (2 stanowiska), nikiel, benzo(g,h,i)perylene, indeno(1,2,3,c,d)piren (1 stanowisko).

### **5.1.3 Ocena osadów z rzek i kanałów rzecznych wg kryterium ekotoksykologicznego EQS wg opracowania GIOŚ 2015**











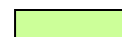




Nr SWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Naftalen	Antracen	WWA - suma	Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	Pentachlorobenzen	HCH - suma	Dieldryna	Izodryna	DDT całkowity (+izomer para-para)	Endosulfan	chloroalkany C10-C13	Chlorfenwintofos	Związki tributylowy (kation tributylowy)	Trichlorobenzeny - suma	Nonylofenole (4- nonylofenol)	Oktylofenole (4-(1,1,3,3'- tetrametylobutylo)-fenol)	Pentachlorofenol	Trifluartina	Chinoksyfen	Cypermetyryna	Chlordekon	Heksabromodifenol	Toksafen	Endryna	Aldryna	Alachlor	Chlorpiryfos	Aklonifen	Bifenoks	Cybutryna	Ocena ogólna							
		[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]								
	oparte na EQS GIOŚ (2015)	1	9,8	2,3	43	32	43	41	120	138	129	1600	60	5,5	1	53	144	494,2	2,7	3991	6,2	0,011	41	695	11	229	4,7	177	1,4	120	60	6	12,9	9,3	5,2	12,1	43	4,3	0,2								
840	Żeglina - Sieradz	0,05	1,50	0,03	1,22	3,79	0,60	4,81	9,42	11,00	10,00	439,50	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	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	niezanieczyszczony				
841	Zb. Przeczycze - w rejonie zapory	0,05	1,50	0,73	4,22	4,60	3,35	22,08	81,21	64,00	17,00	716,50	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	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	niezanieczyszczony			
842	Zbiornik Brody Ilżeckie - Pomost	0,05	1,50	0,03	1,83	0,20	1,21	0,50	9,71	43,00	70,00	9444,50	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	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	zanieczyszczony	
843	Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin)	0,05	1,50	0,03	2,33	2,87	1,83	2,93	14,48	100,00	66,00	15283,5	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	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	zanieczyszczony	
844	Złota (Złota Struga) - ujście do Czernej Wielkiej (m. Żagań)	0,05	1,50	0,03	10,10	2,20	2,42	3,31	19,53	11,00	12,00	631,00	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	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	niezanieczyszczony	
845	Żupawka - Jeziórko	0,05	1,50	0,03	5,32	0,20	3,77	6,97	44,99	19,00	22,00	2899,00	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	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	zanieczyszczony

\* przy określeniu stanu jakości dla wskaźnika suma WWA jako wynik podaje 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, zgodnie z przyjętą metodyką D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 (tabela 19, 23).

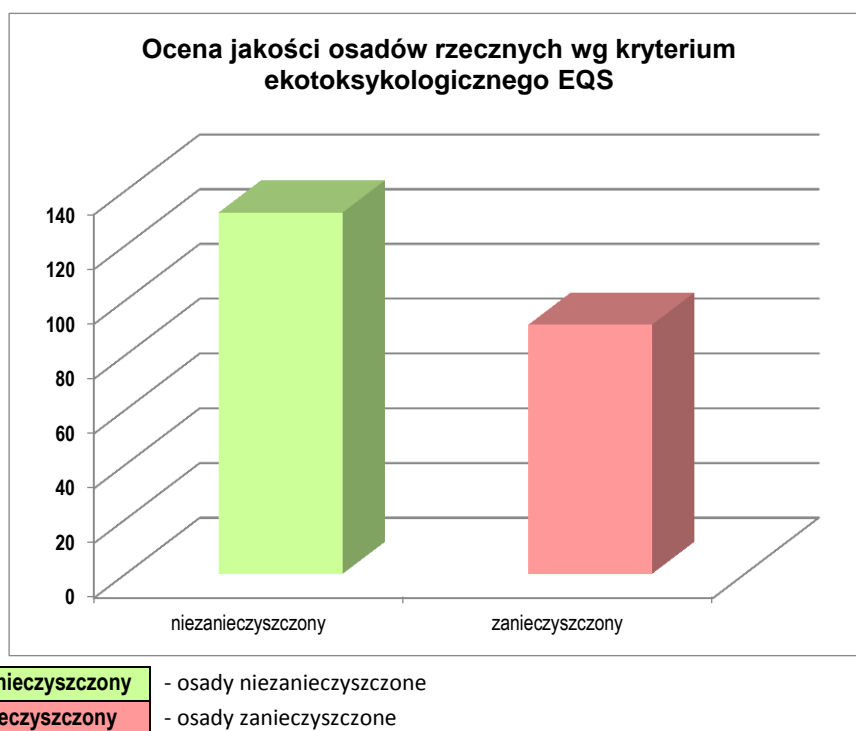
#### Legenda

 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) – dla wybranych punktów pomiarowo-kontrolnych, objętych pełnym zakresem monitoringu.**

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 4 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 3 Ocena jakości osadów rzecznych pochodzących z 223 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym EQS – ciek

W szerokim zakresie oceną objęto 133 stanowiska, dla których osady analizowane były w pełnym spektrum, obejmującym 38 wskaźników. W pozostałych 90 stanowiskach, osady analizowane były w zakresie częściowym. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 13 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 13, w przypadku większości badanych prób osadów dennych (132 stanowisk) spełnione były kryteria określone dla osadów dennych niezanieczyszczonych, co oznacza, że nie powinny one wpływać niekorzystnie na organizmy wodne. W przypadku 91 stanowisk jakość osadów dennych określona została jako osady zanieczyszczone.

W przypadku 57 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 (1 stanowisko, tj. Kanał Skomlin-Toplin – Toplin), kadm (2 stanowiska, tj. Warta – Mściszewo, Wolica – Skierbieszów), miedź (1 stanowisko, tj.: Wieprza - Bożanka), cynk (7 stanowisk, tj. Gostynia - ujście do Wisły, Mrowla - Nowa Wieś, Warta – Dobrów, Wisła - Gliny Małe, Wisła – Jankowice, Zb. Wisła-Czarne - ujęcie wody, Wisła - wpływ do zbiornika Goczałkowice), naftalen (1 stanowisko, tj. Warta - Działoszyn), WWA – suma (9 stanowisk, tj. ppk: Zbiornik Brody Iłżeckie – Pomost, Zimny Potok - powyżej ujścia Łączy (m. Dobrzęcin), Żupawka – Jeziórko, Czarna Woda - most w Jarosławce, Czerwony Rów – Braniewo, Dopływ z jez. Arklickiego – Aptynty, Kanał Wilczyna – Wydawy, Myśla - ujście do Odry (m. Namysłin), Noteć – Łysek), związki tributyllocyny (31 stanowisk).

W 15 próbach osadów dennych określono, że osady są zanieczyszczone z uwagi na przekroczenie zawartości granicznej EQS dla 2 z badanych wskaźników.

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

Stanowisko pomiarowe z największą liczbą przekroczeń granicznych wartości EQS to ppk Przemsza - wodowskaz "Jeleń" (10 wskaźników: arsen, kadm, chrom, miedź, nikiel, ołów, cynk, naftalen, antracen, WWA-suma).

Analizując częstości występowania przekroczeń wartości granicznych dla poszczególnych badanych wskaźników stwierdzono, że w żadnym z 223 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, trichlorobenzenu – suma, nonylofenoli (4-nonylofenol), oktylofenoli (4-(1,1',3,3'-

tetrametylobutylo)-fenol), pentachlorofenolu, trifluarliny, chinoksyfenu, cypermetryny, chlordekonu, heksabromodifenolu, toksafenu, endryny, aldryny, alachloru, chlorpiryfosu, aklonifenu, bifenoksu, cybutryny.

W 91 stanowiskach pomiarowych (osady zanieczyszczone) 181 razy stwierdzono przekroczenia wartości granicznych dla 12 wskaźników EQS, spośród wszystkich badanych (38 wskaźników). Częstość przekroczeń poszczególnych parametrów wyglądała następująco: srebro (1 pkt.), arsen (4 pkt.), kadm (10 pkt.), chrom (7 pkt.), miedź (12 pkt.), nikiel (1 pkt.), ołów (14 pkt.), cynk (28 pkt.), naftalen (14 pkt.), antracen (10 pkt.), WWA - suma (35 pkt.), związki tributyllocyny (45 pkt.).

## 5.2 Osady z jezior

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

- **kryterium geochemiczne**, umożliwiające ocenę stopnia zanieczyszczenia osadów dennych w odniesieniu do tła geochemicznego, czyli zawartości pierwiastków występujących w osadach w warunkach naturalnych (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001 r.);
- **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);
- **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 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkowicz W). 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.

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 geochemicznego (Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001 r.)

Tabela 14 Ocena wyników wg opracowania Bojkowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001 r. – jeziora

Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	<i>Bojakowska I., Sokołowska G. (1998, 2001)</i>	<0,5<1<2<5	<5<15<30<50	<52<150<500<1000	<0,5<1<3,5<6	<3<10<20<50	<6<50<100<400	<7<40<100<200	<0,05<0,2<0,5<1	<6<16<40<50	<15<30<100<200	<73<200<500<1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
464	jez. Balewskie - Balewo	0,05	4,28	106	0,03	4,84	19,66	19,17	0,03	12,45	11,03	82,00	klasa I
465	Jez. Berzyńskie - stan. 01	0,58	1,50	147	0,29	1,25	4,05	14,52	0,01	5,79	23,39	87,90	klasa I
466	jez. Boczne - stan.01	0,05	8,75	65	0,03	1,03	5,41	17,18	0,02	5,05	11,69	23,58	klasa I
467	Jez. Bracholińskie - stan. 01	0,05	1,50	106	0,25	1,02	2,46	5,44	0,02	3,61	11,92	25,12	klasa I
468	jez. Brodno Małe - Szotowo	0,05	1,50	101	0,03	6,22	26,23	13,04	0,04	13,96	38,20	99,47	klasa II
469	jez. Bucierz - głęboczek-29,1m	0,26	3,82	74	0,48	1,19	3,55	10,18	0,03	4,05	31,59	76,28	klasa II
470	Jez. Chelmickie - stanowisko 01	0,29	7,80	95	1,14	7,70	24,59	22,74	0,02	21,02	57,60	148,80	klasa II
471	jez. Chłop - głęboczek - 32,9m	0,13	1,50	9	0,03	0,52	1,94	0,20	0,13	1,44	1,42	4,85	klasa I
472	jez. Chłopowo - głęboczek-27,9m	0,18	3,33	45	0,25	2,59	9,55	10,61	0,08	6,61	18,36	41,84	klasa I
473	Jez. Chobienickie - stan. 02	0,36	4,60	211	0,45	2,63	11,15	14,79	0,03	12,59	21,49	71,06	klasa II
474	Jez. Chrzypskie - stan. 01	0,13	1,50	131	0,28	2,43	6,90	7,71	0,01	6,41	14,81	38,87	klasa I
475	jez. Ciche - stanowisko 02	0,05	1,50	44	0,03	1,04	2,67	2,64	0,05	2,17	13,50	23,70	klasa I
476	jez. Czarne - stan.01	0,05	1,50	22	0,66	0,10	6,69	5,06	0,05	3,92	23,36	36,36	klasa I
477	jez. Czernikowskie - głęboczek - 11,2m	0,05	4,49	124	0,58	2,55	7,73	12,50	0,14	7,81	35,60	78,90	klasa II
478	jez. Dejguny - stan. 01	0,05	9,67	96	0,54	6,15	21,22	25,11	0,04	14,46	31,43	63,11	klasa II
479	jez. Długie - Mermet	0,05	3,93	26	0,03	1,24	3,83	6,27	0,05	2,73	25,25	50,44	klasa I
480	jez. Długie - stanowisko 02	0,05	7,73	88	0,03	3,09	11,72	13,21	0,03	6,82	97,69	181,80	klasa II
481	jez. Długie Wigierskie - st.01	0,05	1,50	66	0,55	0,10	3,78	5,73	0,04	2,66	31,46	49,47	klasa II
482	jez. Dłużek - stan.02	0,05	3,84	54	0,03	3,37	11,70	7,51	0,09	8,56	30,80	45,90	klasa II
483	jez. Dobrag - st.01	0,05	7,09	294	0,03	3,95	13,50	8,85	0,06	9,97	27,29	53,80	klasa II
484	jez. Dobropolskie-Golenickie - głęboczek - 12,1m	0,05	1,50	114	0,03	1,93	3,37	8,40	0,06	6,22	15,10	38,20	klasa I
485	jez. Dobskie - stan.02	0,05	1,50	176	0,03	5,23	22,36	28,25	0,05	14,30	18,73	59,98	klasa II
486	jez. Dowcień - 01 (płoso środkowe)	0,05	8,21	129	1,04	4,95	17,74	27,73	0,13	15,06	49,78	102,60	klasa II
487	jez. Dudeckie - stan.01	0,05	1,50	155	0,18	6,17	25,17	15,39	0,07	17,00	23,60	72,00	klasa II
488	jez. Dybrzk - Czernica	0,05	6,62	55	0,03	3,21	12,16	4,27	0,02	5,10	15,25	38,71	klasa I
489	jez. Dzierzgoń - Prabuty	0,18	1,50	30	0,03	4,45	9,62	5,64	0,06	6,74	12,00	38,90	klasa I
490	jez. Folskie - stanowisko 01	0,17	1,50	156	0,16	2,05	5,71	7,11	0,02	5,12	8,77	25,31	klasa II
491	jez. Gant - stan.01	0,05	8,40	69	0,57	1,03	5,15	15,74	0,05	6,72	30,54	49,16	klasa II
492	jez. Gardno - Rowy	0,05	3,02	24	0,03	1,83	5,73	4,73	0,07	3,98	5,68	25,40	klasa I
493	jez. Gardzko - głęboczek - 14,8 m	0,05	5,44	33	0,59	3,33	14,10	8,34	0,12	7,30	40,20	63,90	klasa II
494	jez. Gaudy - stan. 01	0,05	5,70	43	0,72	9,63	6,26	7,19	0,02	6,50	22,18	70,23	klasa I
495	jez. Gąnowo - głęboczek - 5,3m	0,25	7,85	103	0,73	4,40	11,31	16,01	0,01	12,11	42,42	90,38	klasa II
496	jez. Gieret - 01 (głęboczek)	0,05	11,89	205	0,03	1,08	6,21	17,46	0,06	5,56	31,72	51,03	klasa II
497	jez. Giżno - głęboczek - 26,3m	0,20	4,04	122	0,42	3,03	9,00	14,49	0,01	7,36	17,99	75,42	klasa I
498	jez. Głębockie - stan. 01	0,05	3,86	68	0,03	5,14	19,00	10,30	0,18	13,60	19,90	61,60	klasa I
499	jez. Grądy - stan.01	0,05	3,16	57	0,03	3,12	9,60	5,94	0,03	9,60	8,45	27,50	klasa I
500	jez. Gremzdel - st.02	0,05	1,50	94	0,41	3,54	12,34	10,37	0,09	10,33	29,79	65,59	klasa I
501	jez. Gremzdy - 01 (głęboczek)	0,05	1,50	254	2,53	2,53	5,14	34,30	0,05	8,71	30,70	66,90	klasa II
502	Jez. Grójeckie - stan. 01	0,55	4,67	200	0,44	2,78	31,19	15,90	0,03	16,12	20,47	91,48	klasa II
503	jez. Gwieździniec - Brzeźno Szlacheckie	0,05	1,50	61	0,51	0,10	4,01	3,43	0,01	1,92	26,63	40,34	klasa I
504	jez. Hutowe - Hambark	0,05	1,50	78	0,03	2,08	7,22	6,06	0,01	4,49	16,82	38,92	klasa I
505	jez. Jasień Południowy - na E od m.Łupawsko	0,50	17,86	80	0,75	3,55	11,17	11,32	0,04	7,91	50,16	74,89	klasa II
506	jez. Jasień Północny - na NW od m.Jasień	0,14	9,10	80	0,72	1,92	6,77	10,04	0,05	5,35	47,30	72,86	klasa II
507	jez. Kamienieckie - Kamienica Królewska	0,05	4,18	56	0,32	2,90	9,07	7,05	0,02	5,54	17,59	53,76	klasa I

Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	<i>Bojakowska l., Sokołowska G. (1998, 2001)</i>	<0,5<1<2<5	<5<15<30<50	<52<150<500<1000	<0,5<1<3,5<6	<3<10<20<50	<6<50<100<400	<7<40<100<200	<0,05<0,2<0,5<1	<6<16<40<50	<15<30<100<200	<73<200<500<1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
508	Jez. Kamienieckie - stan. 01	0,22	1,50	151	0,26	1,88	5,98	6,83	0,02	4,96	15,61	31,98	klasa II
509	jez. Kamiennie - głęboczek - 32,9m	0,23	17,08	234	0,41	5,91	16,08	14,62	0,01	11,73	23,66	83,03	klasa II
510	jez. Karsińskie - Swornegacie	0,05	5,30	90	0,63	2,77	10,47	9,37	0,03	5,69	32,33	66,79	klasa II
511	jez. Karskie Wielkie - głęboczek - 17,6m	0,05	3,29	36	0,03	2,67	8,17	5,65	0,09	7,75	22,30	38,20	klasa I
512	jez. Kielbicz - głęboczek - 4,5m	0,05	1,50	30	0,03	1,44	3,47	2,07	0,04	2,82	29,20	10,70	klasa I
513	jez. Kiermas - stan. 01	0,05	1,50	104	0,03	2,00	9,78	2,31	0,03	7,13	11,53	25,12	klasa I
514	jez. Kiernoz Mały - stan.01	0,05	4,14	85	0,03	0,10	1,68	0,20	0,02	1,49	13,51	14,73	klasa I
515	jez. Kiernoz Wielki - stan.01	0,05	1,50	96	0,03	0,10	1,91	0,20	0,02	2,41	17,35	17,45	klasa I
516	jez. Kierzkowskie - stanowisko 02	0,30	4,69	74	0,55	1,99	8,25	9,12	0,01	6,41	25,11	67,42	klasa I
517	jez. Kierzlińskie - stan.01	0,05	10,13	167	0,03	2,01	9,73	3,42	0,03	6,27	19,54	32,57	klasa II
518	Jez. Kikolskie - stanowisko 01	0,28	1,50	107	0,34	3,50	11,93	13,38	0,03	10,03	19,78	106,50	klasa I
519	jez. Kłodno - Chmielno	0,05	3,93	82	0,03	3,70	12,79	9,46	0,04	6,96	29,89	70,02	klasa I
520	Jez. Kłosowskie - stan. 01	0,39	3,96	132	2,55	2,29	19,36	17,97	0,04	11,80	38,04	88,00	klasa II
521	jez. Koprowo - głęboczek - 3,1 m	0,05	3,01	50	0,03	2,43	7,23	6,08	0,14	7,61	14,00	41,70	klasa I
522	jez. Korytowo - głęboczek - 6,8 m	0,26	6,63	128	0,82	5,43	18,75	43,67	0,03	15,77	51,39	185,70	klasa II
523	jez. Kościelne - 01 (głęboczek)	0,05	1,50	144	0,19	1,85	8,49	15,60	0,06	7,18	24,36	56,43	klasa I
524	jez. Kozie - głęboczek - 0,7m	0,05	1,50	32	0,03	0,90	2,50	2,46	0,08	1,50	9,33	20,00	klasa I
525	Jez. Kórnickie - stan. 01	0,05	1,50	157	0,03	2,12	8,10	22,53	0,05	6,34	26,11	112,00	klasa II
526	jez. Kraksztyn - stan.01	0,05	15,70	263	1,49	12,68	38,84	34,99	0,08	29,40	45,80	277,00	klasa II
527	jez. Kruszyńskie - na NW od m.Windorp	0,05	13,28	381	0,03	8,87	36,33	61,23	0,06	28,43	29,67	176,60	klasa II
528	jez. Księż - Laska	0,05	11,21	76	1,21	5,35	24,82	20,21	0,03	11,37	43,68	102,70	klasa II
529	jez. Kwiecko - głęboczek - 6,5m	0,18	6,15	66	0,46	2,24	9,61	7,64	0,01	7,00	20,97	51,72	klasa I
530	Jez. Lednica - stan. 01	0,31	5,02	80	0,96	3,95	13,65	15,28	0,03	11,07	53,25	98,43	klasa II
531	jez. Lidzbarskie - stan.01	0,05	10,50	127	0,03	2,24	47,20	9,68	0,05	5,08	12,50	47,20	klasa I
532	Jez. Likieckie - stanowisko 01	0,30	4,69	74	0,55	1,99	8,25	9,12	0,06	6,41	25,11	67,42	klasa I
533	jez. Linowskie - stan. 01	0,05	12,85	235	0,03	4,74	22,47	22,04	0,16	13,09	32,17	155,70	klasa II
534	jez. Liwieniec - Prabuty	0,93	6,13	71	0,71	5,38	19,60	21,50	0,47	14,70	55,90	141,00	klasa II
535	jez. Lubiatowo Południowe - głęboczek - 1,4m	0,05	4,37	22	0,03	1,66	5,58	3,57	0,07	3,17	7,76	23,80	klasa I
536	jez. Lubiszewskie - Lubiszewo	0,36	13,30	74	1,24	2,68	8,35	14,20	0,07	7,78	79,27	118,90	klasa II
537	Jez. Lubosińskie Północne - stan. 01	0,20	3,92	104	0,48	2,71	9,01	12,33	0,02	8,19	24,51	67,07	klasa I
538	Jez. Luboszek - stan. 01	0,27	5,49	89	1,01	2,75	8,44	11,63	0,04	7,77	52,84	93,16	klasa II
539	jez. Lubowidzkie - na NE od m.Lubowidz	0,05	7,08	46	0,03	3,34	9,74	7,04	0,07	7,73	22,40	43,60	klasa I
540	Jez. Lubstowskie - stan. 01	0,16	3,04	161	0,21	4,07	12,91	8,25	0,07	10,59	12,25	34,00	klasa II
541	jez. Łajskie - stan. 01	0,05	1,50	93	0,03	1,49	6,89	7,70	0,04	7,57	14,34	68,23	klasa I
542	jez. Łapalickie - Łapalice	0,05	13,65	257	1,66	13,82	46,66	23,42	0,02	27,27	68,24	184,40	klasa II
543	jez. Łąckie - Drzewicz	0,05	1,50	157	0,53	2,19	10,06	6,95	0,11	3,89	23,74	53,71	klasa II
544	jez. Łąckie Duże -głęboczek	0,05	3,45	42	0,03	4,20	13,70	10,10	0,20	11,30	20,20	54,00	klasa I
545	jez. Łąkorek - stan.01	0,05	4,88	78	0,53	2,62	7,31	9,20	0,08	7,02	33,20	56,40	klasa II
546	Jez. Łękn - stan. 01	0,05	1,50	119	0,27	1,80	5,49	7,44	0,07	5,67	13,15	38,62	klasa I
547	jez. Łętowskie - głęboczek-18,7m	0,18	6,15	66	0,46	2,24	9,61	7,64	0,03	7,00	20,97	51,72	klasa I
548	jez. Łubie - głęboczek - 8,8m	0,05	1,50	40	0,03	1,74	4,99	3,18	0,05	4,43	5,20	15,90	Tło geochemiczne
549	jez. Marianowskie - głęboczek - 10,7 m	0,05	12,10	211	0,74	6,19	14,00	15,50	0,14	12,30	35,20	98,00	klasa II
550	Jez. Mąkolno - stan. 01	0,28	1,50	101	0,63	1,84	6,34	7,92	0,03	5,52	33,18	56,94	klasa II
551	jez. Mąkowskie - głęboczek - 31,2m	0,05	4,32	84	0,24	1,59	6,67	11,68	0,02	3,63	12,86	51,36	klasa I

Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	<i>Bojakowska I., Sokołowska G. (1998, 2001)</i>	<0,5<1<2<5	<5<15<30<50	<52<150<500<1000	<0,5<1<3,5<6	<3<10<20<50	<6<50<100<400	<7<40<100<200	<0,05<0,2<0,5<1	<6<16<40<50	<15<30<100<200	<73<200<500<1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
552	jez. Mieruńskie Wielkie - 01 (głęboczek)	0,05	1,50	208	1,06	6,32	20,23	26,38	0,10	15,43	57,23	108,30	klasa II
553	jez. Mikaszewo - 01 (głęboczek)	0,05	12,26	92	0,76	0,68	5,02	11,33	0,07	4,46	40,64	56,12	klasa II
554	jez. Milachowo - Orzechowo	0,05	14,53	367	0,03	9,44	35,94	58,26	0,09	31,48	32,14	169,30	klasa II
555	jez. Mildzie - stan.01	0,05	5,15	99	0,03	4,52	16,30	10,10	0,08	10,90	17,00	53,50	klasa I
556	Jez. Młewieckie - stanowisko 02	0,42	1,50	81	0,17	1,63	5,12	6,40	0,05	6,37	9,95	25,09	klasa I
557	Jez. Modzerowskie - stanowisko 01	0,17	3,45	108	0,31	1,52	4,05	7,30	0,04	5,13	15,85	32,73	klasa I
558	jez. Morliny - stan. 01	0,05	4,28	169	0,03	6,54	26,64	16,42	0,07	14,74	11,63	77,80	klasa II
559	jez. Mosąg - stan.01	0,05	7,06	160	0,03	5,09	31,03	43,99	0,43	13,03	38,67	312,80	klasa II
560	jez. Mój - stan. 01	0,05	1,50	75	0,67	7,84	27,57	22,69	0,08	19,81	38,68	100,10	klasa II
561	Jez. Muchocińskie - stan. 01	0,21	3,22	175	0,47	1,23	2,39	7,98	0,01	3,28	34,28	48,32	klasa II
562	jez. Narie - stan. 04	0,05	3,50	55	0,03	2,95	9,38	7,30	0,12	9,08	22,70	45,60	klasa I
563	jez. Nawiady - stan. 02	0,05	11,02	131	0,03	3,15	13,11	12,64	0,04	9,05	33,53	52,44	klasa II
564	jez. Niewlino - głęboczek - 16,9 m	0,32	7,80	85	1,46	4,25	12,58	16,37	0,02	11,80	69,66	126,10	klasa II
565	jez. Nowogardzkie - głęboczek - 10,9m	0,16	3,01	66	0,03	2,21	7,44	12,10	0,49	5,55	28,20	87,20	klasa II
566	jez. Olówka (Haleckie) - stan. 01	0,05	8,44	116	0,03	3,31	12,38	15,54	0,09	9,97	39,59	115,80	klasa II
567	jez. Omulew - stan. 04	0,05	15,58	43	0,67	0,45	3,02	2,94	0,05	3,26	37,87	47,34	klasa II
568	jez. Oparzno - głęboczek-3,3m	0,21	4,71	71	0,46	5,21	15,92	15,59	0,05	12,72	32,78	77,57	klasa II
569	jez. Ostrowin - stan.01	0,05	1,50	125	0,03	1,65	7,49	2,95	0,04	5,45	15,74	25,36	klasa I
570	jez. Ostrzyckie - Ostrzyce	0,05	3,84	118	0,41	3,84	13,02	10,37	0,06	7,29	26,68	68,86	klasa I
571	jez. Oświn - stan.01	0,05	7,48	109	0,17	4,93	23,20	23,83	0,05	16,68	22,21	58,92	klasa II
572	jez. Pamer - stan. 01	0,05	1,50	119	0,38	3,91	15,68	35,39	0,06	12,52	33,13	73,48	klasa II
573	jez. Parnowskie - głęboczek - 9,2 m	0,12	1,50	99	0,03	1,14	2,98	1,66	0,12	2,19	43,36	104,82	klasa II
574	jez. Parszczenica - Parszczenica	0,05	9,55	40	0,03	2,48	9,08	7,74	0,06	4,07	21,60	37,22	klasa I
575	jez. Parzyn - Parzyn	0,05	9,83	31	0,03	0,10	3,85	5,02	0,03	1,71	33,06	51,88	klasa II
576	jez. Pelcz - głęboczek - 31,0m	0,33	11,10	90	1,34	3,74	13,01	19,11	0,02	10,64	71,57	127,70	klasa II
577	jez. Piaseczno (zlewnia Drawy) - głęboczek 15,7m	0,25	7,71	65	0,68	2,84	9,05	10,10	0,04	7,21	63,82	76,57	klasa II
578	jez. Piasno - głęboczek - 7,5m	0,05	1,50	23	0,03	1,61	3,86	6,73	0,22	3,78	17,80	39,40	klasa II
579	jez. Pile - głęboczek - 43,9m	0,90	9,95	228	0,88	4,61	13,62	15,45	0,04	10,86	60,16	119,30	klasa II
580	jez. Piłwąg - stan. 01	0,05	8,81	73	0,52	1,20	5,86	6,80	0,10	5,21	22,43	48,22	klasa I
581	jez. Płoń - głęboczek 4,5m	0,14	1,50	109	0,03	1,63	5,92	6,71	0,07	5,21	14,50	60,90	klasa I
582	jez. Polaskowskie - Stare Polaszki	0,05	1,50	52	0,03	2,59	7,90	7,33	0,02	5,17	23,27	49,32	klasa I
583	jez. Popówko - stan.01	0,12	6,46	80	0,03	6,36	18,40	14,20	0,07	15,80	15,30	77,70	klasa I
584	jez. Probarskie - stan. 01	0,05	7,77	70	0,52	3,29	11,57	7,67	0,11	6,95	28,69	62,29	klasa I
585	jez. Proszyno - głęboczek - 1,8 m	0,25	16,67	35	1,02	2,98	10,80	10,39	0,02	7,22	61,31	88,73	klasa II
586	jez. Przerośl - stan.01	0,05	10,31	315	0,03	3,23	13,40	13,08	0,05	8,29	17,49	50,28	klasa II
587	jez. Przywłoczno - Olpuch	0,05	1,50	51	0,03	1,09	2,89	2,81	0,01	0,20	9,88	18,26	Tło geochemiczne
588	jez. Purdy - stan. 01	0,05	14,41	162	0,03	1,32	7,96	2,57	0,05	2,21	31,42	43,07	klasa II
589	jez. Puzy - stan. 02	0,05	15,20	34	0,03	2,67	11,15	4,24	0,04	4,98	11,59	22,98	klasa II
590	jez. Radacz - głęboczek - 11,0 m	0,32	8,02	120	1,30	7,35	18,13	27,00	0,05	20,07	57,43	156,70	klasa II
591	jez. Radomno - stan. 01	0,05	1,50	47	0,03	0,95	1,88	3,31	0,03	2,29	7,79	23,50	Tło geochemiczne
592	jez. Raduń - głęboczek - 11,4 m	0,05	3,94	102	0,42	2,52	7,22	8,28	0,04	6,72	22,42	49,17	klasa I
593	jez. Raduńskie Górze - Zgorzale	0,05	6,19	120	0,03	2,00	7,96	31,52	0,02	9,43	23,59	70,77	klasa I



Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	<i>Bojakowska l., Sokołowska G. (1998, 2001)</i>	<0,5<1<2<5	<5<15<30<50	<52<150<500<1000	<0,5<1<3,5<6	<3<10<20<50	<6<50<100<400	<7<40<100<200	<0,05<0,2<0,5<1	<6<16<40<50	<15<30<100<200	<73<200<500<1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
594	jez. Rańskie - stan. 01	0,05	1,50	85	0,03	2,44	9,80	10,18	0,09	9,38	37,20	74,45	klasa II
595	jez. Regiel - stan.01	0,05	1,50	133	0,03	2,68	11,99	12,20	0,08	9,93	33,12	69,52	klasa II
596	jez. Renickie - głęboczek - 8,3m	0,05	1,50	128	0,03	2,43	4,53	9,80	0,09	6,69	16,20	45,20	klasa I
597	Jez. Rgielskie - stan. 01	0,20	1,50	97	0,24	1,37	3,46	6,20	0,01	4,41	12,88	35,52	klasa I
598	jez. Rokitno - głęboczek - 9,0 m	0,05	1,50	19	0,03	1,27	3,22	2,64	0,04	2,96	9,58	19,60	Tło geochemiczne
599	jez. Rospuda Augustowska - 01 (głęboczek)	0,05	10,34	189	0,03	3,52	12,72	13,50	0,07	9,64	25,24	69,44	klasa II
600	jez. Rostki - stan.01	0,05	8,14	141	0,03	2,11	8,95	11,74	0,10	8,13	34,56	69,78	klasa II
601	jez. Rucewo Małe - stan.01	0,05	1,50	37	0,03	4,86	11,88	8,57	0,03	10,42	18,99	74,39	klasa I
602	jez. Ruda Woda - stan. 01	0,12	5,41	249	0,03	2,58	5,55	13,10	0,08	8,51	13,40	51,30	klasa II
603	jez. Rzeckie - stan.01	0,05	1,50	340	0,03	3,63	12,78	23,21	0,07	12,52	30,89	75,65	klasa II
604	jez. Salet Mały - stan.01	0,05	5,21	86	0,03	1,79	9,45	10,57	0,03	8,53	14,52	40,29	klasa I
605	jez. Sarag - stan.01	0,05	9,65	114	0,03	0,70	5,55	5,09	0,04	4,64	13,72	35,94	klasa I
606	jez. Sasek Wielki - stan. 02	0,05	1,50	90	0,03	0,10	3,28	0,20	0,03	3,35	17,07	25,19	klasa I
607	jez. Sawinda Wielka - stan. 01	0,05	7,65	152	0,03	0,10	4,22	6,35	0,04	5,64	22,80	38,07	klasa II
608	jez. Sepoleńskie - stanowisko 02	1,35	5,16	150	0,61	3,56	51,10	14,42	0,01	12,74	29,75	142,70	klasa II
609	Jez. Skępskie Wielkie - stanowisko 01	0,49	7,07	87	1,09	5,44	23,29	19,10	0,01	16,09	50,66	133,00	klasa II
610	jez. Skiertag - stan.02	0,05	1,50	37	0,03	1,54	4,32	6,23	0,18	1,61	8,34	32,60	klasa I
611	jez. Skomętno - stan.01	0,05	7,45	118	0,03	0,67	5,66	6,33	0,05	6,06	70,41	35,61	klasa II
612	Jez. Skrzyńki Duże - stan. 01	0,27	1,50	134	0,37	2,77	10,18	14,95	0,02	9,08	23,85	78,41	klasa I
613	Jez. Sławianowskie - stan. 01	0,29	7,19	93	0,88	4,57	15,24	12,72	0,04	11,67	44,80	95,96	klasa II
614	jez. Stone - Skrzynia	0,05	1,50	3	0,03	0,63	1,33	2,81	0,06	15,36	0,50	44,20	klasa I
615	jez. Stupinko - Stupinko	0,05	1,50	24	0,57	2,08	7,64	5,20	0,02	4,00	27,37	49,24	klasa I
616	jez. Stupino - Dąbrówka	0,05	1,50	54	0,03	1,03	3,52	3,01	0,03	1,57	9,86	30,23	klasa I
617	jez. Stężyckie - Zdrębowo	0,05	1,50	36	0,03	1,02	2,94	3,22	0,04	0,72	10,71	20,74	Tło geochemiczne
618	jez. Strzeszyno - głęboczek - 12,4m	0,36	13,30	74	1,24	2,68	8,35	14,20	0,06	7,78	79,27	118,90	klasa II
619	jez. Stubnica - głęboczek - 15,4m	0,61	9,21	119	1,87	5,46	19,18	32,53	0,02	15,67	116,40	204,90	klasa III
620	jez. Studzieniczno(Studnica) - na SW od m.Klaryszewo	0,05	4,22	52	0,22	1,08	4,57	4,64	0,06	2,78	13,67	26,55	klasa I
621	jez. Sulimierskie - głęboczek - 2,4 m	0,05	1,50	41	0,03	1,74	5,24	5,28	0,09	5,35	17,80	23,00	klasa I
622	Jez. Swarzędzkie - stan. 01	0,60	1,50	164	0,38	1,44	7,30	43,02	0,02	5,81	15,96	92,54	klasa II
623	jez. Symsar - stan. 01	0,05	5,21	178	0,03	6,33	29,50	15,85	0,05	18,66	21,44	75,20	klasa II
624	jez. Szczutowskie - głęboczek	0,26	9,41	97	0,48	3,37	9,49	11,80	0,01	8,26	29,52	71,35	klasa I
625	jez. Szczytno - na NE od m.Gwieździn	0,25	10,18	137	0,33	1,70	5,52	7,23	0,03	4,04	23,83	37,40	klasa I
626	jez. Szymon - stan.01	0,05	8,61	120	0,03	1,41	7,28	4,97	0,02	7,12	14,34	28,60	klasa I
627	jez. Śluza - Śluza	0,05	7,98	37	0,46	1,60	9,58	7,49	0,03	2,83	20,87	38,09	klasa I
628	jez. Śniardwy - stan. 01	0,05	4,44	31	0,03	1,67	5,56	4,18	0,08	4,05	19,80	34,10	klasa I
629	Jez. Śremskie - stan. 01	0,25	4,97	258	0,64	2,34	5,25	10,27	0,01	5,32	37,59	63,21	klasa II
630	Jez. Świerczyńskie Wielkie - stan. 01	0,18	1,50	287	0,17	0,35	1,00	7,20	0,02	0,88	11,68	18,18	klasa II
631	jez. Świątajno Naterskie - stan. 01	0,05	1,50	101	0,83	7,60	25,63	17,96	0,12	19,92	52,36	123,20	klasa II
632	jez. Święte - stan.01	0,05	5,54	84	0,03	2,51	9,99	19,47	0,07	6,71	35,40	71,08	klasa II
633	jez. Tarczyńskie - stan. 01	0,05	1,50	34	0,03	1,90	2,46	2,77	0,06	1,97	5,44	16,80	klasa I
634	jez. Tauty - stan. 02	0,05	5,65	145	0,50	4,54	17,65	20,45	0,02	11,05	24,20	83,92	klasa I
635	jez. Tonka - stan. 01	0,05	1,50	67	0,03	8,24	27,45	15,17	0,02	18,24	25,70	108,60	klasa II
636	jez. Trackie - stan.01	0,05	1,50	43	0,03	3,98	17,10	19,77	0,06	7,76	27,27	102,10	klasa I
637	jez. Trupel - stan. 03	0,05	1,50	38	0,03	1,63	4,87	6,11	0,06	4,87	17,10	21,50	klasa I

Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	<i>Bojakowska I., Sokołowska G. (1998, 2001)</i>	<0,5<1<2<5	<5<15<30<50	<52<150<500<1000	<0,5<1<3,5<6	<3<10<20<50	<6<50<100<400	<7<40<100<200	<0,05<0,2<0,5<1	<6<16<40<50	<15<30<100<200	<73<200<500<1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
638	jez. Tuchomskie - Warzenko	0,05	1,50	7	0,03	1,20	3,67	1,40	0,02	2,03	4,23	11,30	Tło geochemiczne
639	jez. Tumiańskie - stan. 01	0,05	10,25	181	0,03	0,10	6,23	4,71	0,04	6,60	17,58	33,97	klasa II
640	jez. Urszulewskie - głęboczek	0,29	8,74	94	0,83	2,49	7,60	10,84	0,04	6,54	40,97	76,74	klasa II
641	jez. Węgielszyńskie - stan.01	0,05	1,50	104	0,03	6,38	32,61	17,65	0,04	21,52	18,91	64,29	klasa II
642	jez. Wiejskie - Łąkie	0,05	8,86	210	0,03	6,92	25,13	34,76	0,01	18,13	42,63	143,20	klasa II
643	Jez. Wieleńskie-Trzytoniowe - stan. 01	0,32	4,36	131	0,85	1,21	3,42	23,20	0,01	3,72	59,09	72,83	klasa II
644	jez. Wielewskie - Abisynia	0,05	14,21	201	1,17	7,59	29,50	31,13	0,03	20,22	51,49	145,30	klasa II
645	jez. Wielimie - głęboczek - 5,5m	0,29	4,99	49	0,33	1,79	6,32	12,23	0,03	5,39	18,39	55,95	klasa I
646	Jez. Wielkie - stan. 01	0,21	1,50	46	0,25	1,49	5,03	8,31	0,06	3,61	13,79	42,18	klasa I
647	Jez. Wierzbiczańskie - stan. 01	0,23	5,71	167	0,60	3,12	9,09	12,54	0,06	8,50	36,81	62,01	klasa II
648	jez. Wierzchucice - głęboczek - 2,6 m	0,41	3,91	24	0,47	1,91	14,84	25,95	0,05	9,17	24,12	51,94	klasa I
649	jez. Wigry - st.04 (Płos Szyja)	0,05	1,50	172	0,03	0,10	2,65	5,66	0,04	1,87	14,75	39,24	klasa II
650	jez. Witoczno - Kamionka	0,05	1,50	79	1,12	5,21	19,17	15,00	0,01	10,10	52,82	121,40	klasa II
651	Jez. Wolsztyńskie - stan. 01	0,23	1,50	37	0,08	1,12	2,45	3,64	0,02	1,60	6,39	16,83	Tło geochemiczne
652	jez. Woświn - głęboczek-28,1m	0,15	4,56	125	0,59	2,06	5,60	9,81	0,01	5,85	35,20	63,30	klasa II
653	jez. Wygonin - Wygonin	0,05	1,50	213	0,03	6,01	22,47	33,00	0,01	16,79	26,58	119,00	klasa II
654	jez. Wysokie (Wysoka, Wytczok, Wycztok) - Wycztok	0,23	1,50	66	2,14	1,11	3,87	2,16	0,19	2,15	120,72	190,39	klasa III
655	jez. Zagnanie - Wielki Podleś	0,05	1,50	81	0,03	2,39	7,55	9,70	0,02	4,13	0,50	56,44	klasa I
656	jez. Zajdy - stan.01	0,05	1,50	179	0,03	3,63	14,89	9,87	0,06	10,66	29,61	62,97	klasa II
657	jez. Zarańsko - głęboczek - 18,6 m	0,21	5,85	57	0,31	3,13	7,95	10,18	0,01	6,53	19,04	42,09	klasa I
658	jez. Zawadzkie - stan.01	0,05	22,90	31	0,03	1,09	4,66	2,26	0,06	5,18	38,63	56,74	klasa II
659	Jez. Zbąszyńskie - stan. 01	0,21	1,50	179	0,23	1,91	5,49	8,00	0,03	9,42	14,38	36,78	klasa II
660	jez. Zduńskie - Ciecholewy	0,05	3,00	52	0,42	2,10	6,50	11,04	0,02	6,21	14,18	37,40	klasa I
661	jez. Żelewo - głęboczek - 6,5m	0,05	1,50	123	0,03	1,06	2,93	1,96	0,05	2,07	4,82	6,21	klasa I
662	jez. Żerdno - głęboczek - 36,0m	0,42	29,30	425	1,29	9,48	19,66	19,92	0,07	17,80	70,84	152,60	klasa II
663	jez. Żukowskie - Jamno	0,22	5,08	51	0,20	1,84	6,17	6,15	0,06	4,02	11,95	29,21	klasa I

## Legenda

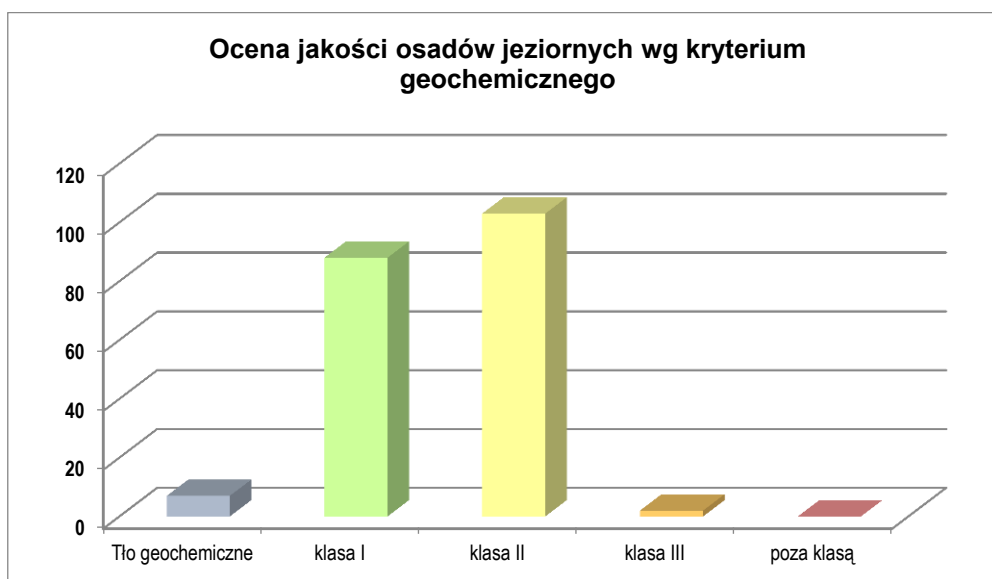
	tło geochemiczne
	klasa I
	klasa II
	klasa III
	poza klasą

### Ocena jakości osadów pobranych z jezior zgodnie z kryterium geochemicznym (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998), aktualizacja 2001 r.

Analiza wyników badań osadów dennych pobranych z jezior zgodnie z kryterium geochemicznym dotyczyła oceny stanu ich czystości w zależności od zawartości metali. Klasy oceny osadów zostały przyjęte zgodnie z wartościami granicznymi określonymi w tabeli 2 przedmiotowego opracowania. Podobnie jak w przypadku oceny jakości osadów rzecznych przyjęto, że osady, dla których wartości stężeń danego wskaźnika spełniają kryterium klasy I to osady niezanieczyszczone, stężenia spełniające kryterium klasy II to osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu, osady spełniające kryterium klasy III to osady zanieczyszczone w średnim stopniu, natomiast stężenia przekraczające wartości graniczne określone dla III klasy to osady silnie zanieczyszczone. Jednocześnie ocena końcowa danego osadu, tj. klasa czystości jest równa klasie czystości wskaźnika o najmniej korzystnej ocenie – tzw. czynnik degradujący.

Oceną objętych było 200 prób osadów dennych pobranych z jezior, osady oceniane były pod względem zawartości 11 składników. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 14 przedmiotowego opracowania. Zgodnie z uzyskanymi wynikami większość badanych prób osadów dennych spełnia kryteria II klasy jakości osadów.

Na poniższym wykresie przedstawiono ocenę jakości osadów jeziornych zgodnie z kryterium geochemicznym, uwzględniając 200 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku.



tło geochemiczne	- osady niezanieczyszczone, mieszczące się w tle geochemicznym
klasa I	- osady niezanieczyszczone
klasa II	- osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu,
klasa III	- osady zanieczyszczone w średnim stopniu,
poza klasą	- osady zanieczyszczone (silnie)

Rysunek 4. Ocena jakości osadów jeziornych pochodzących z 200 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium geochemicznym – jeziora

W przypadku 88 próbek osadów dennych pobranych z jezior, przeprowadzone badania wykazały, że są to osady niezanieczyszczone z uwagi na zawartość metali, tj. w żadnym przypadku nie została przekroczona wartość graniczna wskaźnika określona dla I klasy czystości. W przypadku 7 prób osadów dennych przeprowadzone badania wykazały, że wartości badanych parametrów mieszczą się w tle geochemicznym. Ogółem 95 stanowisk uznać można za niezanieczyszczone.

Łącznie 105 próbek osadów pobranych z 200 jezior oceniono jako zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali, tj. w przypadku przynajmniej jednego wskaźnika przekroczona została wartość graniczna określona dla I klasy czystości. Wśród 105 próbek osadów określonych jako zanieczyszczone, 103 oceniono jako zanieczyszczone w niewielkim stopniu (klasa II), 2 próbki osadów jeziornych oceniono jako zanieczyszczone w stopniu średnim (klasa III), natomiast nie stwierdzono próbek osadów jeziornych uznanych za silnie zanieczyszczone (poza klasą).

W 2 przypadkach osady jeziorne ocenione zostały jako zanieczyszczone w średnim stopniu (klasa III). Czynnikiem decydującym o zakwalifikowaniu osadu do klasy III były przekroczenia wartości dopuszczalnych dla klasy II ołowiu tj. ppk: jez. Stubnica - głęboczek - 15,4 m, jez. Wysokie (Wysoka, Wytczok, Wycztok) – Wycztok.

### **5.2.2 Ocena osadów z jezior wg opracowania. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 200**















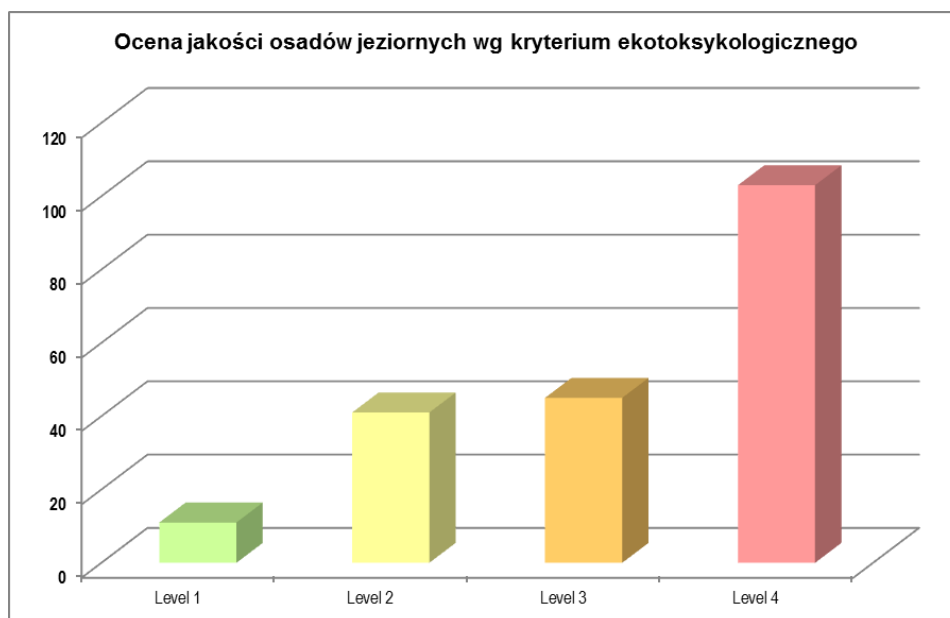


**Ocena jakości osadów pobranych z jezior zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym, umożliwiającym ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003)**

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 objętych było 200 próbek osadów dennych pobieranych z jezior, 17 próbek osadów dennych oceniane było pod względem zawartości 48 wskaźników, pozostałe 90 próbek osadów podlegało ocenie w zakresie 42 wskaźników.

Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 15 przedmiotowego opracowania. Jak wynika z niniejszej tabeli oraz poniższego wykresu, w przypadku 103 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 5. Ocena jakości osadów jeziornych pochodzących z 200 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym – jeziora

W 11 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 189 próbek osadów dennych pobranych z jezior oceniono jako zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali i / lub trwałych związków organicznych (TZO), w tym: 41 próbki oceniono jako zanieczyszczone w małym stopniu, 45 próbek oceniono jako zanieczyszczone w średnim stopniu oraz 103 próbki oceniono jako silnie zanieczyszczone.

W 82 z 103 stanowisk pomiarowych na zaklasyfikowanie osadu do kategorii silnie zanieczyszczonego (Level 4) zdecydował 1 wskaźnik degradujący: mangan (67 stanowiska), acenaften (8 stanowisk), żelazo (1 stanowisko), naftalen (2 stanowiska), fluoren (1 stanowisko), dibenzo(a,h)antracen (3 stanowiska).

W 12 z 103 stanowisk pomiarowych na zaklasyfikowanie osadu do kategorii silnie zanieczyszczonego (Level 4) wpływ miały 2 wskaźniki degradujące, natomiast w 6 badanych próbkach wpływ na uzyskaną ocenę (zaklasyfikowanie do osadów silnie zanieczyszczonych) miały 3 wskaźniki degradujące.

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 (84 ppk), żelaza (11 ppk), naftalenu (4 ppk), fluorantenu (3 ppk), chryzenu (2 ppk), acenaftylenu (3 ppk), acenaftenu (14), fluorenu (5 ppk), pirenu (2 ppk), dibenzo(a,h)antracenu (10 ppk) oraz WWA-suma (1 ppk).

### **5.2.3 Ocena osadów z jezior wg kryterium ekotoksykologicznego EQS wg opracowania GIOŚ 2015**













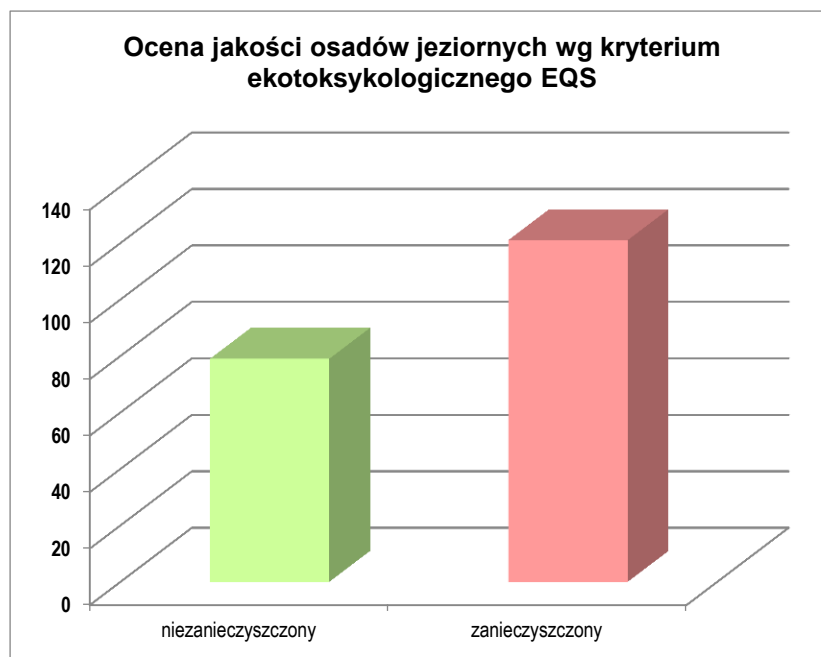


**Ocena jakości osadów pobranych z jezior i zbiorników zaporowych zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym, umożliwiającym ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne na podstawie określonych wartości granicznych EQS, wykorzystywanych do rozdzielenia dobrego od złego stanu chemicznego osadów wodnych (wg GIOŚ 2015) – dla wybranego punktu pomiarowo-kontrolnego, objętego pełnym zakresem monitoringu**

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 4 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 200 próbek osadów jeziornych. W szerokim zakresie badano 17 stanowisk, tj. z uwzględnieniem, 38 wskaźników. Pozostałe 183 stanowiska analizowane były w zakresie częściowym, tj. 20 wskaźników. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 16 przedmiotowego opracowania.

Jak wynika z tabeli 16, w przypadku większości badanych prób osadów dennych (121 jezior) osady zakwalifikowane zostały jako zanieczyszczone. W przypadku 79 jezior jakość osadów dennych, określona została jako osady niezanieczyszczone.



zanieczyszczony	- osady niezanieczyszczone
niezanieczyszczony	- osady zanieczyszczone

Rysunek 6 Ocena jakości osadów jeziornych pochodzących z 200 stanowisk pomiarowych objętych badaniami w 2021 roku, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym EQS – jeziora

Zgodnie z tabelą 16 oraz powyższym wykresem 121 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 49 próbkach osadów czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej EQS dla 1 wskaźnika: WWA-suma (26 próbek), ołów (1 próbka), związki tributylcyny (1 próbka), naftalen (7 próbek), arsen (11 próbek), kadm (1 próbka) oraz antracen (1 próbka).

W 39 próbkach osadów czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej EQS dla 2 wskaźników, w 21 próbkach osadów czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej EQS dla 3 wskaźników.

W kolejnych 7 próbkach 4 badane wskaźniki wpłynęły na ocenę końcową osadu – osad zanieczyszczony oraz w 4 próbkach osadu przekroczenie wartości granicznej EQS dotyczyło już 5 badanych wskaźników. Dla 1 przebadanej próbki osadów jeziornych wartości 6 wskaźników przekroczyły wartości graniczne EQS, tj. pochodzących z ppk jez. Korytowo - głębozeczek-6,8 m (miedź, ołów, cynk, naftalen, antracen i WWA-suma).

Najczęściej przekraczane były graniczne wartości następujących wskaźników: WWA–suma (87 próbek), naftalen (41 próbka), ołów (34 próbki), arsen (30 próbek), cynk (22 próbki), miedź (11 próbek), związki tributylcyny (8 próbek), antracen (6 próbek) oraz chrom (3 próbki), kadm (2 próbki) i srebro (1 próbka).

## 6 TESTOWANIE METODYKI NA DANYCH Z 2021 r.

Testowanie wyników uzyskanych w 2021 roku, przeprowadzono wyłącznie dla stanowisk pomiarowych, dla których dostępne są dane z całego zakresu wskaźników objętych metodyką. W opinii Autorów niniejszego opracowania jest to działanie dającym najbardziej rzetelne rezultaty testowania, gdyż pomijanie w testowaniu wartości wskaźników, które nie były badane na odpowiednich stanowiskach (co wynikało z programu badań) może spowodować większe zafałszowanie wyników testowania niż wzięcie pod uwagę mniejszej liczbie próby osadów, na których testowana jest metodyka.

Ocena stanu chemicznego jest zgodna z RDW (biorąc pod uwagę ocenę stanu JCWP wynikająca z założeń prowadzonego na nich monitoringu diagnostycznego matrycy wodnej), opiera się na jak najszerzej ilości danych, umożliwiających diagnozę stanu jakości osadów. Działanie na analogicznych zasadach zaproponowano przy okazji testowania ww. metodyki.

Testowanie wykonano w oparciu o przekazaną przez Zamawiającego publikację "Opracowanie metodyki oceny stanu zanieczyszczenia osadów dennych rzek, jezior, zbiorników zaporowych i kanałów rzecznych w Polsce" (GIOŚ, 2015). Metodyka została opracowana w celu określenia wartości granicznych - Środowiskowych Norm Jakości (Environmental Quality Standards - EQS) dla substancji priorytetowych i niektórych innych substancji zanieczyszczających, określonych w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/39/UE z dnia 12 sierpnia 2013 r. Wyznaczone wartości EQS stanowią bazę do zaklasyfikowania osadów wodnych jako stan chemiczny dobry lub zły.

Dla każdego stanowiska pomiarowego dokonano oceny na podstawie wskazanej metodyki i zadanej w niej kryteriów klasyfikacyjnych, zgodnie z poniższą tabelą.

Tabela 17 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
<b>Substancje priorytetowe (µg/kg)</b>	
Alachlor	5,2
Antracen	129
Kadm	2 300
Chloropiryfos	12,1
Endryna	12,9
Izodryna	144
Dichlorodifenylotrichloroetan (DDT)	494,2
Endosulfan	2,7
Heksachlorocykloheksan (HCH)	1
Ołów	41 000
Naftalen	138
Nikiel	43 000
Nonylofenole	695
Oktylofenole	11,0
Pentachlorofenol	229
Związki tributyllocyny (kation tributyllocyny)	0,011

Składnik	Wartość dopuszczalna w osadach
Trichlorobenzeny (suma)	41
Trifluarlina	4,7
Chinoksyfen	177
Aklonifen	43
Bifenoks	4,3
Cybutryna	0,2
Cypermetyryna	1,4
<b>Konwencja Sztokholmska (µg/kg)</b>	
Toksafen	6 *
PCB (suma)	60 *
Heksabromodifenyl (HBB)	60 ****
Chlordekon	120 ***
<b>Wskaźniki istotne z punktu widzenia oceny stanu jakości osadów (µg/kg)</b>	
Arsen	9 800 **
Srebro	1 000 *
Chrom	43 000 **
Miedź	32 000 **
Cynk	120 000 **
WWA - suma	1 600 **
<b>Pozostałe zanieczyszczenia organiczne (µg/kg)</b>	
Chloroalkany C10 – C13	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.

Wyniki testowania zostały przedstawione w formie tabelarycznej. W tabeli przyjęto następujące oznaczenie dla poszczególnych wskaźników:

**0** - osad niezanieczyszczony,

**1** - osad zanieczyszczony.

Jednocześnie przyjęto, iż ocena końcowa danej próbki, tj. ocena czy badany osad jest niezanieczyszczony lub zanieczyszczony, wyznacza się za pomocą wskaźnika o najmniej korzystnej ocenie – tzw. czynnik degradujący.

Testowaniu poddano jedynie te punkty, gdzie zakres badanych parametrów był najszerszy:

- w 2021 r. było to 133 punkty zlokalizowane na ciekach oraz 17 punktów zlokalizowanych na jeziorach.

### **6.1 Testowanie metodyki - cieki**

Przy testowaniu metodyki uwzględniono tylko punkty z pełnym spektrum wskaźników, aby uniknąć nieścisłości w ocenie końcowej jakości osadów, tj. uniknąć sytuacji, w której jeden z niezbadanych parametrów okazałby się po czasie czynnikiem degradującym, wpływającym jednocześnie na zmianę oceny końcowej jakości badanych osadów.





Lp.	Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Naftalen	Antracen	WWA - suma	Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	Pentachlorobenzen	HCH - suma	Dieldryna	Izodryna	DDT całkowity (+izomer para-para)	Endosulfan	chloroalkany C10-C13	Chlorfenwinfos	Związki tributylocyny (kation tributylocyny)	Trichlorobenzeny - suma	Nonylofenole (4-nonylofenol)	Oktylofenole (4-(1,1,3,3-tetrametylobutylo)-fenol)	Pentachlorofenol	Trifluarolina	Chinoksyfen	Cypermetyryna	Chlordekon	Heksabromodifenol	Toksafen	Endryna	Aldryna	Alachlor	Chlorpiryfos	Aklonifen	Bifenoks	Cybutryna	ocena ogólna			
24	461	Iłownica - ujście do Małej Wisły	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	462	Iłzanka - Chotcza, uj. do Wisły	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	463	Ina - poniżej Goleniowa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	664	Kaczawa - ujście do Odry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	665	Kamienna - Wola Pawłowska	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	675	Kłodnica - ujście do Odry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	677	Liwa - Piekło	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
31	680	Łeba - Cecenowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	682	Łupawa - Smoldzino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	683	Mała Panew - Czarnowąsy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
34	690	Narew - Bondary	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	691	Narew - Płoski	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
36	692	Narew - m.Suraż	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	693	Narew - Nowogród (powyżej ujścia Pisy)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	694	Narew - Nowy Dwór Mazowiecki, most	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	695	Narew - Ogony, brzeg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	696	Narew - Ostrołęka (stary most)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
41	697	Narew - Pułtusk, kładka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	698	Narew - Strękowa Góra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
43	699	Ner - Chełmno	1	0	1	1	1	0	0	1	1	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	1	
44	700	Nida - Wiślica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
45	701	Nogat - Malbork	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
46	702	Noteć - Łysek	0	0	0	0	0	0	0	0	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	1	
47	703	Noteć - Milcz	0	0	0	0	0	0	1	0	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	1	








Lp.	Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Naftalen	Antracen	WWA - suma	Policlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	Pentachlorobenzen	HCH - suma	Dieldryna	Izodryna	DDT całkowity (+izomer para-para)	Endosulfan	chloroalkany C10-C13	Chlorfenwinfos	Związki tributylowy (kation tributylowy)	Trichlorobenzeny - suma	Nonylofenole (4-nonylofenol)	Oktylofenole (4-(1,1,3,3-tetrametylobutylo)-fenol)	Pentachloroifenol	Trifluarolina	Chinoksyfen	Cypermetyryna	Chlordekon	Heksabromodifenol	Toksafen	Endryna	Aldryna	Alachlor	Chlorpiryfos	Aklonifen	Bifenoks	Cybutryna	ocena ogólna				
122	823	Wisła - Kopanka	0	0	0	0	0	0	0	1	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	1	
123	824	Wisła - Lopoczno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	825	Wisła - Mniszew	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
125	826	Wisła - Niedary-Stanowisko PZW	0	0	1	0	0	0	1	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	1
126	827	Wisła - Opatowiec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
127	828	Wisła - Płock, poniżej starego mostu, prawa strona rzeki	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
128	829	Wisła - Sandomierz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
129	830	Wisła - w Nowym Bieruniu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
130	831	Wisła - Warszawa, most Łazienkowski, brzeg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
131	832	Wisła - wpływ do zbiornika Goczalkowice	0	0	0	0	0	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	1
132	834	Wisłok - Tryńcza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
133	835	Wisłoka - Wojsław	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	


- 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.

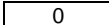
## Legenda

 - inne badane substancje, parametry wymagane w metodykach

 - substancje priorytetowe

 - konwencja Sztokholmska

 1 - osad zanieczyszczony

 0 - osad niezanieczyszczony

Z powyższej tabeli wynika, że analizując 5054 rekordów, uzyskanych w wyniku przebadania 133 stanowisk pomiarowych pod kątem 38 wskaźników, uzyskano 145 rekordów (2,9%) wskazujące na to, że badany osad był zanieczyszczony, dotyczyło to 12 parametrów.

Parametrami degradującymi, decydującymi o uznaniu osadu za zanieczyszczony były:

- srebro – w 1 stanowisku pomiarowym,
- arsen – w 3 stanowiskach pomiarowych,
- kadm – w 7 stanowiskach pomiarowych,
- chrom – w 7 stanowiskach pomiarowych,
- miedź – w 9 stanowiskach pomiarowych,
- nikiel – w 1 stanowisku pomiarowym,
- ołów – w 11 stanowiskach pomiarowych,
- cynk – w 24 stanowiskach pomiarowych,
- naftalen – w 12 stanowiskach pomiarowych,
- antracen – w 7 stanowiskach pomiarowych,
- WWA suma – w 18 stanowiskach pomiarowych,
- związki tributyllocyny – w 45 stanowiskach pomiarowych.

Dla pozostałych 26 badanych parametrów nie odnotowano przekroczeń w żadnym z badanych stanowisk.

### 6.1.1 Analiza porównawcza

Dla uzyskanych wyników oceny wg powyższego kryterium opartym na EQS (GIOŚ 2015) przeprowadzono analizę porównawczą z wynikami dla pozostałych dwóch metodyk oceny stanu zanieczyszczenia osadów dennych, prezentowanych w niniejszym opracowaniu. Celem takiego postępowania jest określenie czy rodzaj zastosowanego kryterium oceny jakości osadów sam w sobie wpływa na wynik końcowy oceny. W przypadku rozbieżności wyników oceny końcowej w tych samych punktach za cel postawiono określenie przyczyn rozbieżności. Zestawienie wyników zostało zaprezentowane w poniższej tabeli.

Tabela 19 Porównanie wyników oceny jakości osadów wg wszystkich stosowanych kryteriów – jcwp rzeczne

Lp.	Nr SIWZ	Nazwa PPK	Oparta na EQS- (GIOŚ 2015))	Bojakowska I., Sokołowska G. (1998, 2001)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
1	423	Barycz - ujście do Odry	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
2	426	Bierawka - ujście do Odry	zanieczyszczony	klasa I	Level 3
3	429	Bug - Dorohusk	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
4	430	Bug - Głina Nadbużna , brzeg	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
5	431	Bug - Krzyczew	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
6	432	Bug - Horodło	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
7	433	Bug - Kózki, lewy brzeg	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
8	434	Bug - Kryłów	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
9	435	Bug - Kuzawka	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1

Lp.	Nr SIWZ	Nazwa PPK	Oparta na EQS- (GIOŚ 2015))	Bojakowska I., Sokołowska G. (1998, 2001)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
10	436	Bug - Kuzawka/Kukuryki	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
11	437	Bug - Włodawa	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
12	438	Bug - Wyszków	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
13	439	Bug - Zosin	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
14	440	Bystrzyca - Sobianowice	zanieczyszczony	klasa III	Level 3
15	441	Bystrzyca - ujście do Odry	zanieczyszczony	klasa II	Level 4
16	442	Bzura - Wyszogród, przy moście	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
17	444	Czarna - Polaniec	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
18	453	Dunajec - Piaski Drużków	zanieczyszczony	klasa I	Level 1
19	454	Elbląg - Nowakowo	zanieczyszczony	klasa I	Level 2
20	455	Główna - Janikowo, ul. Podgórna	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
21	458	Gostynia - ujście do Wisły	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
22	459	Grabowa - m. Grabowo	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
23	460	Gwda - Ujście	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
24	461	Iłownica - ujście do Małej Wisły	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
25	462	Iłżanka - Chotcza, uj. do Wisły	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
26	463	Ina - poniżej Goleniowa	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 3
27	664	Kaczawa - ujście do Odry	niezanieczyszczony	klasa I	Level 2
28	665	Kamienna - Wola Pawłowska	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
29	675	Kłodnica - ujście do Odry	niezanieczyszczony	klasa I	Level 4
30	677	Liwa - Piekło	zanieczyszczony	klasa III	Level 4
31	680	Łeba - Cecenowo	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
32	682	Łupawa - Smoldzino	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
33	683	Mała Panew - Czarnowąsy	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
34	690	Narew - Bondary	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 3
35	691	Narew - Płoski	zanieczyszczony	klasa II	Level 3
36	692	Narew - m. Suraż	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
37	693	Narew - Nowogród (powyżej ujścia Pisy)	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
38	694	Narew - Nowy Dwór Mazowiecki, most	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
39	695	Narew - Ogony, brzeg	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
40	696	Narew - Ostrołęka (stary most)	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
41	697	Narew - Pułtusk, kładka	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
42	698	Narew - Strękowa Góra	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
43	699	Ner - Chełmno	zanieczyszczony	klasa III	Level 4
44	700	Nida - Wiślica	zanieczyszczony	klasa I	Level 2
45	701	Nogat - Malbork	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
46	702	Noteć - Łysek	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
47	703	Noteć - Milcz	zanieczyszczony	klasa II	Level 4
48	704	Noteć - Przewóz	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
49	705	Noteć - Walkowice	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
50	706	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
51	707	Obra - m. Skwierzyna	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
52	708	Odra - Kłodnica, poniżej ujścia Kłodnicy	zanieczyszczony	klasa II	Level 4
53	710	Odra - poniżej ujścia Ślęzy	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
54	711	Odra - Brzeg	zanieczyszczony	poza klasą	Level 4



Lp.	Nr SIWZ	Nazwa PPK	Oparta na EQS- (GIOŚ 2015))	Bojakowska I., Sokołowska G. (1998, 2001)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
55	712	Odra - powyżej PCC "Rokita"	zanieczyszczony	klasa II	Level 4
56	713	Odra - w Widuchowej	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
57	714	Odra - w Chałupkach	zanieczyszczony	klasa II	Level 4
58	715	Odra - w Krzyżanowicach	zanieczyszczony	klasa II	Level 3
59	716	Odra - Wróblin, powyżej ujścia Małej Panwi	zanieczyszczony	klasa I	Level 4
60	717	Odra Zachodnia - autostrada (m. Siadło Dln.)	zanieczyszczony	klasa III	Level 4
61	718	Odra Zachodnia - Most Długi (Szczecin)	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
62	719	Olza - ujście do Odry	zanieczyszczony	klasa I	Level 3
63	720	Parsęta - ujście do morza (m.Kolobrzeg)	zanieczyszczony	klasa II	Level 3
64	722	Pasłęka - Nowa Pasłęka	zanieczyszczony	klasa I	Level 2
65	723	Pilica - m. Małoszyce, most	zanieczyszczony	klasa I	Level 2
66	724	Pilica - Maluszyn	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
67	725	Pilica - Ostrówek	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
68	726	Pilica - pow. Nowego Miasta	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
69	727	Pilica - pow.dop. spod Nakła m.Łąkieta	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
70	728	Pilica - Smardzewice	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
71	729	Pilica - Sulejów	zanieczyszczony	poza klasą	Level 4
72	733	Poprad - Stary Sącz	niezanieczyszczony	klasa II	Level 2
73	736	Prosna - Ruda Komorska	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
74	738	Przemsza - wodowskaz "Jeleń"	zanieczyszczony	poza klasą	Level 4
75	739	Pszczynka - ujście do Małej Wisły	zanieczyszczony	klasa II	Level 3
76	740	Raba - Dobczyce	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
77	741	Radomka - Ryczywól, most drogowy	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
78	742	Reda - Mrzeżyno	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
79	743	Rega - ujście do morza (m. Mrzeżyno)	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
80	745	Ruda - ujście do Odry	zanieczyszczony	klasa I	Level 2
81	747	San - Hureczko	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
82	748	San - Krasice	zanieczyszczony	klasa II	Level 3
83	749	San - Krzeszów	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
84	750	San - Mrzyglód	niezanieczyszczony	klasa II	Level 1
85	751	San - Ostrów	niezanieczyszczony	klasa II	Level 2
86	752	San - Procisne	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
87	753	San - Rajskie	zanieczyszczony	klasa I	Level 4
88	754	San - Ubieszyn	niezanieczyszczony	klasa I	Level 2
89	755	San - Wrzawy	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
90	760	Skrwa - Cierszewo, most	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
91	762	Stupia - Ustka	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
92	763	Sokołda - Surazkovo	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
93	765	Soła - Oświęcim	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
94	766	Sołotwa - Basznia Góra	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
95	784	Śleza - ujście do Odry	zanieczyszczony	klasa I	Level 2
96	785	Świder - Dębinka, uj. do Wisły	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
97	791	Warta - Biskupice	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2

Lp.	Nr SIWZ	Nazwa PPK	Oparta na EQS- (GIOŚ 2015))	Bojakowska I., Sokołowska G. (1998, 2001)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
98	792	Warta - Burzenin	zanieczyszczony	poza klasą	Level 4
99	793	Warta - Dobrów	zanieczyszczony	klasa II	Level 3
100	794	Warta - Działoszyn	zanieczyszczony	klasa I	Level 3
101	795	Warta - Kamion	zanieczyszczony	poza klasą	Level 4
102	796	Warta - Kiszewo	zanieczyszczony	klasa I	Level 2
103	797	Warta - miejscowość Rzeki Małe	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
104	798	Warta - Mściszewo	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
105	799	Warta - Nowa Wieś Podgórna	zanieczyszczony	klasa I	Level 4
106	800	Warta - powyżej zbiornika Poraj m.Lgota	zanieczyszczony	klasa I	Level 2
107	801	Warta - Uniejów	niezanieczyszczony	klasa I	Level 2
108	802	Warta - Wiórek	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
109	805	Wetna - Oborniki	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
110	807	Widawa - ujście do Odry	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
111	810	Wieprza - m. Stary Kraków	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 2
112	812	Wierzyca - Gniew	zanieczyszczony	klasa I	Level 1
113	814	Wisła - Gołąb	zanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
114	815	Wisła - Grobka	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
115	816	Wisła - Gliny Małe	zanieczyszczony	klasa II	Level 3
116	817	Wisła - Grabie	zanieczyszczony	klasa III	Level 3
117	818	Wisła - Jankowice	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
118	819	Zb. Wisła-Czarne - ujęcie wody	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
119	820	Wisła - Kazuń	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
120	821	Wisła - Kępa Zawadowska, brzeg	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
121	822	Wisła - Kieżmark	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
122	823	Wisła - Kopanka	zanieczyszczony	klasa I	Level 4
123	824	Wisła - Łopoczno	niezanieczyszczony	klasa I	Level 1
124	825	Wisła - Mniszew	zanieczyszczony	klasa I	Level 2
125	826	Wisła - Niedary-Stanowisko PZW	zanieczyszczony	poza klasą	Level 4
126	827	Wisła - Opatowiec	niezanieczyszczony	klasa I	Level 2
127	828	Wisła - Płock, poniżej starego mostu, prawa strona rzeki	zanieczyszczony	klasa I	Level 2
128	829	Wisła - Sandomierz	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
129	830	Wisła - w Nowym Bieruniu	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
130	831	Wisła - Warszawa, most Łazienkowski, brzeg	niezanieczyszczony	Tło geochemiczne	Level 1
131	832	Wisła - wpływ do zbiornika Goczałkowice	zanieczyszczony	klasa II	Level 2
132	834	Wisłok - Tryńcza	niezanieczyszczony	klasa I	Level 2
133	835	Wisłoka - Wojsław	niezanieczyszczony	klasa II	Level 2

W celu porównania wyników oceny jakości osadów dennych pobranych z rzek oraz kanałów rzecznych przeprowadzonej w oparciu o dotychczas wykorzystywane metodyki (tj. metodykę opartą o kryterium geochemiczne wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, akt. 2001, metodykę opartą o kryterium ekotoksykologiczne wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 oraz metodykę opartą o kryterium ekotoksykologiczne wg opracowania GIOŚ 2015), których wyniki przedstawiono we wcześniejszej części niniejszego rozdziału, przyjęto, że:

- osady zaliczone do klasy I czystości osadów na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, akt. 2001), to osady niezanieczyszczone, które wraz z osadami, które nie wyróżniają się z tła geochemicznego – oznaczono w powyższej tabeli kolorem zielonym;
- osady klasy II, III, IV to osady zanieczyszczone, chociaż zanieczyszczenie to występuje w różnym stopniu – w powyższej tabeli oznaczone na czerwono. Osady pozaklasowe określone na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, akt. 2001), to osady zanieczyszczone w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie;
- osady zaliczone do poziomu Level 1 jakości osadów na podstawie kryterium ekotoksykologicznego (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) to osady niezanieczyszczone, które nie powodują negatywnego oddziaływania na organizmy wodne – oznaczone w powyższej tabeli kolorem zielonym;
- osady zaliczone do poziomu Level 2, Level 3, Level 4 jakości osadów na podstawie kryterium ekotoksykologicznego (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) to osady zanieczyszczone w różnym stopniu mogące negatywnie oddziaływać na organizmy wodne – w powyższej tabeli oznaczone kolorem czerwonym;
- osady, które podlegały ocenie jakości według kryterium ekotoksykologicznego uwzględniającego wartości graniczne EQS sklasyfikowane zostały jako niezanieczyszczone (kolor zielony) oraz zanieczyszczone (kolor czerwony).

W przypadku **79** spośród 133<sup>3</sup> przebadanych w 2021 roku stanowisk pomiarowych uzyskano zgodne wyniki oceny osadów (co stanowi 59,4 %) w oparciu o wszystkie trzy metodyki oceny - kryterium geochemiczne wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, akt. 2001, kryterium ekotoksykologiczne wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 oraz kryterium ekotoksykologiczne wg opracowania GIOŚ 2015.

- W przypadku **34 stanowisk (stanowiska nr 1, 14, 15, 21, 30, 33, 35, 43, 47, 48, 52, 54, 55, 57, 58, 60, 63, 71, 74, 75, 76, 82, 83, 86, 98, 99, 101, 104, 115, 116, 117, 118, 125, 131)** osady określone zostały jako zanieczyszczone (43%).
- W przypadku **45 stanowisk** osady określone zostały jako niezanieczyszczone (57%).

**54** spośród 133 przebadanych stanowisk wykazało niezgodność wyniku oceny jakości osadów w oparciu o którąś z zastosowanych metodyk oceny, co stanowi 40,6%. W związku z powyższym dokładnej analizie poddano stanowiska, dla których uzyskano rozbieżne wyniki oceny jakości osadów (54 stanowiska) oraz 34 stanowiska pomiarowe, w których stan jakości osadów określony został jako osady zanieczyszczone. Postępowanie takie uznaje się za zasadne, umożliwia bowiem weryfikację, który czynnik degradujący, w zależności od zastosowanej metody, miał wpływ na ocenę końcową. W przypadku pozostałych

---

<sup>3</sup> 133 pkt. to ilość stanowisk, która objęta była pełnym zakresem badań dla parametrów uwzględnionych w metodyce

45 stanowisk, dla których osady określone zostały jako niezanieczyszczone, z uwagi na zgodność ocen nie przeprowadza się dalszych analiz.

### 6.1.2 Analiza możliwych przyczyn rozbieżności w ocenie jakości osadów

Elementem testowania metodyki opartej na EQS względem dwóch pozostałych metodyk służących ocenie jakości osadów, jest ustalenie przyczyn powstałych rozbieżności. Na podstawie analizy uzyskanych wyników i kryteriów oceny zastosowanych w poszczególnych metodykach ustalono, że:

- w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość dla **sumy WWA**, wpłynęło to na uzyskane wyniki oceny końcowej w następujących punktach: **14, 15, 46, 47, 59, 62, 85, 105, 122;**
- w metodzie geochemicznej oraz metodzie ekotoksykologicznej opartej o wartości graniczne EQS (GIOŚ 2015) nie została określona dopuszczalna zawartość dla **manganu**. Wpłynęło to na różnice w ocenie jakości osadów w następujących punktach: **2, 26, 29, 31, 44, 88, 126, 132;**
- w metodzie geochemicznej oraz w metodzie ekotoksykologicznej wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 nie została określona dopuszczalna zawartość **związków tributylcyny**, gdzie poziom dopuszczalny określony w metodzie ekotoksykologicznej opartej o wartości graniczne EQS (GIOŚ 2015) został przekroczony w stanowiskach: **2, 4, 18, 19, 20, 22, 40, 42, 44, 51, 53, 61, 62, 64, 65, 79, 80, 90, 92, 95, 97, 102, 103, 105, 106, 108, 112, 113, 124, 127;**
- w metodzie geochemicznej, metodzie ekotoksykologicznej wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 oraz metodzie ekotoksykologicznej opartej o wartości graniczne EQS (GIOŚ 2015) określone są inne wartości dopuszczalne zawartość **niklu**. Dopuszczalna zawartość niklu w przypadku metody ekotoksykologicznej opartej o wartości EQS stanowi dwukrotność wartości dopuszczalnej określonej dla pozostałych metodyk. Niezgodność dotyczy stanowiska pomiarowego: **72, 82, 84, 85, 133;**
- w metodzie ekotoksykologicznej EQS oraz metodzie ekotoksykologicznej wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 określona jest niższa dopuszczalna zawartość **cynku** w porównaniu z metodą opartą o kryterium geochemiczne. Wpłynęło to na ocenę jakości osadów w stanowiskach o numerach: **106, 122, 124;**
- w metodzie geochemicznej oraz metodzie EQS (ekotoksykologicznej) nie została określona dopuszczalna wartość **dioksyn i związków dioksynopodobnych** – wpłynęło to na ocenę jakości osadów w stanowiskach pomiarowych: **19, 27, 124;**
- w metodzie opartej o kryterium geochemiczne nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości **trwałych związków organicznych (TZO)**, natomiast metodyka oparta o kryterium ekotoksykologiczne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) ma określoną niższą wartość dopuszczalną dla większości badanych TZO względem kryterium ekotoksykologicznego (GIOŚ 2015). Sytuacja taka dotyczy następujących stanowisk

pomiarowych: **2, 7, 19, 27, 34, 46, 51, 53, 56, 59, 62, 64, 65, 73, 79, 80, 87, 91, 95, 97, 100, 102, 103, 105, 106, 107, 110, 111, 122, 126, 127.**

W przypadku 34 stanowisk pomiarowych uzyskano wprawdzie tę samą ocenę końcową dot. jakości osadów (osad zanieczyszczony), jednak czynnik degradujący w pewnych stanowiskach różnił się w zależności od przyjętej metodyki.

Tabela 20 Zestawienie stanowisk pomiarowych rzek i kanałów rzecznych ze zróżnicowaniem czynnika degradującego

Lp.	Nr SIWZ	Nazwa stanowiska	Czynnik degradujący w metodyce		
			Bojakowska et al.(1998), akt. 2001	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003	oparta na EQS (GIOŚ 2015)
1	423	Barycz - ujście do Odry	<b>Pb</b>	<b>Pb</b>	<b>Pb</b> , Związki tributylowyne
2	426	Bierawka - ujście do Odry	Brak przekroczeń	Mn, acenaften	Związki tributylowyne
3	429	Bug - Dorohusk	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
4	430	Bug - Głina Nadbużna , brzeg	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Związki tributylowyne
5	431	Bug - Krzyczew	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
6	432	Bug - Horodło	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
7	433	Bug - Kózki, lewy brzeg	Brak przekroczeń	acenaften	Brak przekroczeń
8	434	Bug - Kryłów	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
9	435	Bug - Kuzawka	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
10	436	Bug - Kuzawka/Kukuryki	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
11	437	Bug - Włodawa	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
12	438	Bug - Wyszków	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
13	439	Bug - Zosin	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
14	440	Bystrzyca - Sobianowice	<b>Cd</b>	<b>Cd</b> , dioksyny, <b>WWA-suma</b> , fluoranten, chryzen, acenaften, acenaften, piren	<b>Cd</b> , naftalen, <b>WWA-suma</b>
15	441	Bystrzyca - ujście do Odry	Ba, Co, <b>Cr, Cu, Ni, Pb, Zn</b>	<b>Cr, Cu, Ni, Pb, Zn</b> , Fe, Mn, <b>naftalen</b> , fenantren, fluoranten, chryzen, piren, dibenzo(a,h)antracen, <b>WWA-suma</b>	<b>Cr, Cu, Zn, naftalen</b> , antracen, <b>WWA-suma</b> , związki tributylowyne
16	442	Bzura - Wyszogród, przy moście	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
17	444	Czarna - Polaniec	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
18	453	Dunajec - Piaski Drużków	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylowyne
19	454	Elbląg - Nowakowo	Brak przekroczeń	acenaften, dioksyny	związki tributylowyne
20	455	Główna - Janikowo, ul. Podgórna	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylowyne
21	458	Gostynia - ujście do Wisły	<b>Cd</b>	<b>Cd, Zn</b>	<b>Zn</b>
22	459	Grabowa - m. Grabowo	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylowyne
23	460	Gwda - Ujście	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
24	461	Itłownica - ujście do Małej Wisły	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
25	462	Itłanka - Chotcza, uj. do Wisły	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
26	463	Ina - poniżej Goleniowa	Brak przekroczeń	Mn	Brak przekroczeń
27	664	Kaczawa - ujście do Odry	Brak przekroczeń	acenaften, dioksyny	Brak przekroczeń
28	665	Kamienna - Wola Pawłowska	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń

Lp.	Nr SIWZ	Nazwa stanowiska	Czynnik degradujący w metodyce		
			Bojakowska et al.(1998), akt. 2001	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003	oparta na EQS (GIOŚ 2015)
29	675	Kłodnica - ujście do Odry	Brak przekroczeń	Mn	Brak przekroczeń
30	677	Liwa - Piekło	<u>Cr</u>	<u>Cr</u> , Fe, Mn, fluoranten, chryzen, dibenzo(a,h)antracen	<u>Cr</u> , Zn, antracen, WWA-suma
31	680	Łeba - Cecenowo	Brak przekroczeń	Mn	Brak przekroczeń
32	682	Łupawa - Smoldzino	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
33	683	Mała Panew - Czarnowąsy	<u>Hg</u>	<u>Hg</u> , acenaften	związki tributylowy
34	690	Narew - Bondary	Brak przekroczeń	fenantren, antracen, acenaften, piren	Brak przekroczeń
35	691	Narew - Ploski	<u>Pb</u>	<u>Pb</u> , acenaften	związki tributylowy
36	692	Narew - m.Suraż	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
37	693	Narew - Nowogród (powyżej ujścia Pisy)	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
38	694	Narew - Nowy Dwór Mazowiecki, most	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
39	695	Narew - Ogony, brzeg	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
40	696	Narew - Ostrołęka (stary most)	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylowy
41	697	Narew - Pułtusk, kładka	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
42	698	Narew - Strękowa Góra	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylowy
43	699	Ner - Chelmno	<u>Cd</u> , <u>Cr</u> , Hg	<u>Cd</u> , <u>Cr</u> , <u>Zn</u> , dioksyny	Ag, <u>Cd</u> , <u>Cr</u> , Cu, <u>Zn</u> , naftalen, WWA-suma
44	700	Nida - Wiślica	Brak przekroczeń	Mn	związki tributylowy
45	701	Nogat - Malbork	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
46	702	Noteć - Łysek	Brak przekroczeń	fluoranten, piren, <u>WWA-suma</u>	<u>WWA-suma</u>
47	703	Noteć - Milcz	Ba, <u>Pb</u>	Mn	<u>Pb</u> , <u>WWA-suma</u>
48	704	Noteć - Przewóz	<u>Pb</u>	<u>Pb</u>	związki tributylowy
49	705	Noteć - Walkowice	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
50	706	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
51	707	Obra - m. Skwierzyna	Brak przekroczeń	acenaften	związki tributylowy
52	708	Odra - Kłodnica, poniżej ujścia Kłodnicy	Ba, Co, Ni, <u>Pb</u> , <u>Zn</u>	<u>naftalen</u> , acenaftylen, acenaften	<u>Pb</u> , <u>Zn</u> , <u>Naftalen</u> , Antracen, WWA-suma
53	710	Odra - poniżej ujścia Ślęzy	Brak przekroczeń	acenaften	związki tributylowy
54	711	Odra - Brzeg	<u>Pb</u>	<u>Pb</u> , <u>Zn</u> , <u>naftalen</u> , acenaften, piren	Cu, <u>Pb</u> , <u>Zn</u> , <u>naftalen</u> , antracen, WWA-suma
55	712	Odra - powyżej PCC "Rokita"	Ba, Cd, Co, <u>Cu</u> , Hg, Ni, <u>Pb</u> , <u>Zn</u>	Mn, Acenaften, dibenzo(a,h)antracen	Cr, <u>Cu</u> , <u>Pb</u> , <u>Zn</u> , naftalen, WWA-suma
56	713	Odra - w Widuchowej	Brak przekroczeń	acenaften	Brak przekroczeń
57	714	Odra - w Chalupkach	Ba, Hg, Ni	acenaften	Zn, antracen, WWA-suma
58	715	Odra - w Krzyżanowicach	Ba, Ni	acenaften	Zn, naftalen, WWA-suma, związki tributylowy
59	716	Odra - Wróblin, powyżej ujścia Małej Panwi	Brak przekroczeń	acenaften	naftalen, WWA-suma
60	717	Odra Zachodnia - autostrada (m. Siadło Dln.)	<u>Pb</u>	<u>Pb</u>	<u>Pb</u> , Zn, związki tributylowy
61	718	Odra Zachodnia - Most Długi (Szczecin)	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylowy

Lp.	Nr SIWZ	Nazwa stanowiska	Czynnik degradujący w metodyce		
			Bojakowska et al.(1998), akt. 2001	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003	oparta na EQS (GIOŚ 2015)
62	719	Olza - ujście do Odry	Brak przekroczeń	acenaften, dibenzo(a,h)antracen	WWA-suma, związki tributylocyny
63	720	Parzęta - ujście do morza (m.Kołobrzeg)	Pb	Mn	związki tributylocyny
64	722	Pasłęka - Nowa Pasłęka	Brak przekroczeń	acenaften	związki tributylocyny
65	723	Pilica - m. Maloszyce, most	Brak przekroczeń	<b>naftalen</b>	<b>Naftalen</b> , związki tributylocyny
66	724	Pilica - Maluszyn	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
67	725	Pilica - Ostrówek	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
68	726	Pilica - pow. Nowego Miasta	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
69	727	Pilica - pow.dop. spod Nakła m.Łąkieta	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
70	728	Pilica - Smardzewice	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
71	729	Pilica - Sulejów	<b>Zn</b>	<b>Pb, Zn</b>	Cu, <b>Pb, Zn</b> , związki tributylocyny
72	733	Poprad - Stary Sącz	<b>Ni</b>	<b>Ni</b> , Fe, Mn	Brak przekroczeń
73	736	Prosna - Ruda Komorska	Brak przekroczeń	acenaften	Brak przekroczeń
74	738	Przemsza - wodowskaz "Jeleń"	<b>As, Cd, Ni, Pb, Zn</b>	<b>As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn</b> , Mn, Fe, acenaften, <b>naftalen</b>	<b>As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, naftalen</b> , antracen, WWA-suma
75	739	Pszczynka - ujście do Małej Wisły	<b>As, Ba, Cd, Zn</b>	<b>Zn</b>	<b>As, Cd, Zn</b> , związki tributylocyny
76	740	Raba - Dobczyce	Co, <b>Cr, Cu, Ni</b>	<b>Cr, Cu, Ni</b> , Fe, Mn	<b>Cr, Cu</b>
77	741	Radomka - Ryczywół, most drogowy	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
78	742	Reda - Mrzezino	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
79	743	Rega - ujście do morza (m. Mrzezyno)	Brak przekroczeń	acenaften	związki tributylocyny
80	745	Ruda - ujście do Odry	Brak przekroczeń	fenanren, chryzen, acenaften, piren	związki tributylocyny
81	747	San - Hureczko	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
82	748	San - Krasice	Ba, Co, <b>Ni</b>	<b>Ni</b> , Mn	WWA-suma, związki tributylocyny
83	749	San - Krzeszów	Ni	Mn	związki tributylocyny
84	750	San - Mrzyglód	Ni	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
85	751	San - Ostrów	<b>Ni</b>	<b>Ni</b> , Mn	Brak przekroczeń
86	752	San - Procisne	<b>Ni</b>	<b>Ni</b>	związki tributylocyny
87	753	San - Rajskie	Brak przekroczeń	<b>naftalen</b> , fenantren, <b>antracen</b> , fluoranten, chryzen, benzo(a)antacen, benzo(a)piren, bezno(g,h,i)perylene, acenaftylen, acenaften, fluoren, piren, benzo(e)piren, indenol(1,2,3-c,d)piren, dibenzo(a,h)antracen, <b>WWA-suma</b>	<b>naftalen, antracen, WWA-suma</b>
88	754	San - Ubieszyn	Brak przekroczeń	Mn	Brak przekroczeń
89	755	San - Wrzawy	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
90	760	Skrwa - Cierszewo, most	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylocyny
91	762	Słupia - Ustka	Brak przekroczeń	acenaften	Brak przekroczeń
92	763	Sokolda - Surazkowo	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylocyny

Lp.	Nr SIWZ	Nazwa stanowiska	Czynnik degradujący w metodyce		
			Bojakowska et al.(1998), akt. 2001	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003	oparta na EQS (GIOŚ 2015)
93	765	Sola - Oświęcim	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
94	766	Solotwa - Basznia Górna	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
95	784	Śleza - ujście do Odry	Brak przekroczeń	acenaften, acenaftylen	związki tributylowyne
96	785	Świder - Dębinka, uj. do Wisły	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
97	791	Warta - Biskupice	Brak przekroczeń	acenaften	związki tributylowyne
98	792	Warta - Burzenin	<u>Cu</u>	<u>Cu, Pb</u>	<u>Cu, Pb</u>
99	793	Warta - Dobrów	<u>Zn</u>	<u>Zn</u>	<u>Zn</u>
100	794	Warta - Działoszyn	Brak przekroczeń	acenaften	Naftalen
101	795	Warta - Kamion	Co, <u>Cu, Pb</u>	<u>Cu, Pb, Zn</u>	As, Cr, <u>Cu, Pb, Zn</u> , związki tributylowyne
102	796	Warta - Kiszewo	Brak przekroczeń	acenaften	związki tributylowyne
103	797	Warta - miejscowość Rzeki Małe	Brak przekroczeń	acenaften	związki tributylowyne
104	798	Warta - Mściszewo	<u>Cd</u>	<u>Cd</u>	<u>Cd</u>
105	799	Warta - Nowa Wieś Podgórna	Brak przekroczeń	benzo(a)piren, dibenzo(a,h)antracen	WWA-suma, związki tributylowyne
106	800	Warta - powyżej zbiornika Poraj m.Lgota	Brak przekroczeń	<u>Zn</u> , acenaften	<u>Zn</u> , związki tributylowyne
107	801	Warta - Uniejów	Brak przekroczeń	acenaftylen, acenaften	Brak przekroczeń
108	802	Warta - Wiórek	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylowyne
109	805	Wełna - Oborniki	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
110	807	Widawa - ujście do Odry	Brak przekroczeń	acenaften	Brak przekroczeń
111	810	Wieprza - m. Stary Kraków	Brak przekroczeń	acenaften	Brak przekroczeń
112	812	Wierzycyca - Gniew	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylowyne
113	814	Wisła - Gołąb	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	związki tributylowyne
114	815	Wisła - Grobka	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
115	816	Wisła - Gliny Małe	Cd, Ni	Mn	Zn
116	817	Wisła - Grabie	<u>Cd</u>	<u>Cd</u>	<u>Cd, Zn</u>
117	818	Wisła - Jankowice	<u>Cd, Ni, Zn</u>	<u>Cd, Zn</u>	<u>Zn</u>
118	819	Zb. Wisła-Czarne - ujęcie wody	Ba, Ni	<u>Zn, Mn</u>	<u>Zn</u>
119	820	Wisła - Kazuń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
120	821	Wisła - Kępa Zawadowska, brzeg	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
121	822	Wisła - Kiezmark	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
122	823	Wisła - Kopanka	Brak przekroczeń	acenaften	Zn, WWA-suma
123	824	Wisła - Łopoczno	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
124	825	Wisła - Mniszew	Brak przekroczeń	<u>Zn</u> , dioksyny	<u>Zn</u> , związki tributylowyne
125	826	Wisła - Niedary-Stanowisko PZW	<u>Cd</u>	<u>Cd</u>	<u>Cd, Pb, Zn</u>
126	827	Wisła - Opatowiec	Brak przekroczeń	Mn, acenaften	Brak przekroczeń
127	828	Wisła - Płock, poniżej starego mostu, prawa strona rzeki	Brak przekroczeń	acenaftylen, acenaften	związki tributylowyne



Lp.	Nr SIWZ	Nazwa stanowiska	Czynnik degradujący w metodyce		
			Bojakowska et al.(1998), akt. 2001	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003	oparta na EQS (GIOŚ 2015)
128	829	Wisła - Sandomierz	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
129	830	Wisła - w Nowym Bieruniu	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
130	831	Wisła - Warszawa, most Łazienkowski, brzeg	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń	Brak przekroczeń
131	832	Wisła - wpływ do zbiornika Goczałkowice	Ni, Pb	Zn	Zn
132	834	Wisłok - Tryńcza	Brak przekroczeń	Mn	Brak przekroczeń
133	835	Wisłoka - Wojślaw	Ni	Mn	Brak przekroczeń

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdza się, że różnice w końcowej ocenie jakości osadów wynikają przede wszystkim z innego zakresu wskaźników służących ocenie, a w szczególności związane są z następującymi czynnikami różnicującymi:

- niektóre wskaźniki pojawiają się tylko w jednej z analizowanych metodyk, w związku z czym nie ma możliwości zestawienia uzyskanych wyników celem ich przetestowania. Skutkuje to znacznym zaburzeniem zgodności oceny względem wszystkich trzech metodyk, dotyczy to m.in. baru, manganu, żelaza, kobaltu. Dodatkowo bar i mangan występują w przyrodzie naturalnie, w związku z czym nie ma pewności, czy wykazane przekroczenia mają podłoże antropogeniczne czy związane są z budową geologiczną;
- metoda geochemiczna obejmująca swoim zakresem metale, nie uwzględnia związków organicznych;
- w niektórych przypadkach metodyki oceny charakteryzują się innymi dopuszczalnymi wartościami dla wybranych wskaźników, dotyczy to m.in. Ni, Cd, Zn.

W poniższej tabeli przedstawiono ocenę jakości osadów dennych w analizowanych 133 stanowiskach dla każdej metodyki z osobna oraz całościowo, z uwzględnieniem zgodności ocen między trzema metodykami.

Tabela 21 Wyniki oceny jakości osadów dennych z rzek w podziale na kryterium oceny.

Lp.	Kryterium oceny	Ilość pkt. poddanych ocenie	Ocena jakości osadów				Zgodność ocen 3 metodyk [%]
			zanieczyszczone		niezanieczyszczone		
			szt.	%	szt.	%	
1	Bojakowska et al.(1998), akt. 2001	133	38	28,6	95	71,4	59,4
2	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003		75	56,4	58	43,6	
3	oparta na EQS (GIOŚ 2015)		69	51,9	64	48,1	

Na podstawie powyższej tabeli (Tabela 21) stwierdza się nieznaczą dysproporcję pomiędzy oceną jakości osadów uzyskaną przy zastosowaniu kryterium geochemicznego w stosunku do kryterium ekotoksykologicznego EQS oraz kryterium ekotoksykologicznego wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003. Przyczyną tej

dysproporcji są związki organiczne, których nie bada się w metodyce opartej o kryterium geochemiczne.

Poza tym, w większości przypadków, widoczna jest zgodność w ocenie jakości osadów przy zastosowaniu kryterium geochemicznego, kryterium ekotoksykologicznego EQS oraz kryterium ekotoksykologicznego wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003.

## 6.2 Testowanie metodyki - jeziora

W poniższej tabeli zestawiono wyniki dla 17 stanowisk pomiarowych przebadanych na jeziorach w najszerszym spektrum w 2021 roku, czyli tych punktów pomiarowo-kontrolnych, dla których zbadany został pełen zakres wskaźników (38 wskaźników) podanych w metodyce wg GIOŚ 2015, opartej na kryterium ekotoksykologicznym z uwzględnieniem wartości granicznych EQS.


Przy testowaniu metodyki uwzględniono tylko punkty z pełnym spektrum wskaźników, aby uniknąć nieścisłości w ocenie końcowej jakości osadów, tj. uniknąć sytuacji, w której jeden z niezbadanych parametrów okazałby się po czasie czynnikiem degradującym, wpływającym jednoznacznie na zmianę oceny końcowej jakości badanych osadów.




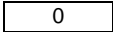
Tabela 22 Testowanie metodyki – ocena jakości osadów wg kryterium EQS– jeziora (2021)

Lp.	Nr SIWZ	Nazwa ppk	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Naftalen	Antracen	WWA - suma	Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	Pentachlorobenzen	HCH - suma	Dieldryna	Izodryna	DDT całkowity (+izomer para-para)	Endosulfan	chloroalkany C10-C13	Chlorfenwinfos	Związki tributylocyny (kation tributylocyny)	Trichlorobenzyny - suma	Nonylofenole (4-nonylofenol)	Oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol)	Pentachlorofenol	Trifluarina	Chinoksyfen	Cypermetyryna	Chlordekon	Heksabromodifenol	Toksafen	Endryna	Aldryna	Alachlor	Chlorpiryfos	Aklonifen	Bifenoks	Cybutryna	ocena ogólna				
1	472	jez. Chłopowo - głębozeczek-27,9m	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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	1		
2	481	jez. Długie Wigierskie - st.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	488	jez. Dyrbrzk - Czernica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	500	jez. Gremzdel - st.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	540	Jez. Lubstowskie - stan. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	550	Jez. Mąkolno - stan. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	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	1	
7	551	jez. Mąkowskie - głębozeczek - 31,2m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
8	576	jez. Pelcz - głębozeczek - 31,0m	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
9	591	jez. Radomno - stan. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
10	606	jez. Sasek Wielki - stan. 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	618	jez. Strzeszyno - głębozeczek -12,4m	0	1	0	0	0	0	1	0	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	1	
12	629	Jez. Śremskie - stan. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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	1	
13	633	jez. Tarczyńskie - stan. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	643	Jez. Wieleńskie-Trzytoniowe - stan. 01	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
15	645	jez. Wielimie - głębozeczek - 5,5m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
16	647	Jez. Wierzbiczańskie - stan. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
17	662	jez. Żerdno - głębozeczek - 36,0m	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

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.

Legenda

 - inne badane substancje, parametry wymagane w metodykach

-  - substancje priorytetowe
-  - konwencja Sztokholmska
-  - osad zanieczyszczony
-  - osad niezanieczyszczony

Z powyższej tabeli wynika, że analizując 646 rekordów, uzyskanych w wyniku przebadania 17 stanowisk pomiarowych pod kątem 38 wskaźników, uzyskano 29 rekordów (4,5%) wskazujące na to, że badany osad był zanieczyszczony.

Parametrami degradującymi, decydującymi o uznaniu osadu za zanieczyszczony były:

- arsen – 3 pkt.
- ołów – 4 pkt.
- cynk – 2 pkt.
- naftalen – 4 pkt.
- WWA suma – 8 pkt.
- związki tributyllocyny – 8 pkt.

Dla uzyskanych wyników oceny wg powyższego kryterium (GIOŚ 2015) przeprowadzono analizę porównawczą z wynikami dla pozostałych dwóch metodyk oceny stanu zanieczyszczenia osadów dennych, prezentowanych w niniejszym opracowaniu. Celem takiego postępowania było określenie czy rodzaj zastosowanego kryterium oceny jakości osadów sam w sobie wpływa na wynik końcowy oceny. W przypadku rozbieżności wyników oceny końcowej w tych samych punktach za cel postawiono określenie przyczyn rozbieżności. Zestawienie wyników zostało zaprezentowane w poniższej tabeli.

Tabela 23 Porównanie wyników oceny jakości osadów wg wszystkich stosowanych kryteriów – jeziora

Lp	Nr SIWZ	Nazwa ppk	Bojakowska et al.(1998), akt. 2001	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003	oparta na EQS (GIOŚ 2015)
1	472	jez. Chłopowo - głęboczek-27,9m	klasa I	Level 4	zanieczyszczony
2	481	jez. Długie Wigierskie - st.01	klasa II	Level 4	niezanieczyszczony
3	488	jez. Dybrzk - Czernica	klasa I	Level 3	niezanieczyszczony
4	500	jez. Gremzdel - st.02	klasa I	Level 3	niezanieczyszczony
5	540	Jez. Lubstowskie - stan. 01	klasa II	Level 3	zanieczyszczony
6	550	Jez. Mąkolno - stan. 01	klasa II	Level 3	zanieczyszczony
7	551	jez. Mąkowskie - głęboczek - 31,2m	klasa I	Level 4	zanieczyszczony
8	576	jez. Pelcz - głęboczek - 31,0m	klasa II	Level 2	zanieczyszczony
9	591	jez. Radomno - stan. 01	Tło geochemiczne	Level 3	zanieczyszczony
10	606	jez. Sasek Wielki - stan. 02	klasa I	Level 4	niezanieczyszczony
11	618	jez. Strzeszyno - głęboczek -12,4m	klasa II	Level 4	zanieczyszczony
12	629	Jez. Śremskie - stan. 01	klasa II	Level 4	zanieczyszczony
13	633	jez. Tarczyńskie - stan. 01	klasa I	Level 2	niezanieczyszczony
14	643	Jez. Wieleńskie-Trzytoniowe - stan. 01	klasa II	Level 2	zanieczyszczony
15	645	jez. Wielimie - głęboczek - 5,5m	klasa I	Level 2	zanieczyszczony
16	647	Jez. Wierzbiczańskie - stan. 01	klasa II	Level 4	zanieczyszczony
17	662	jez. Żerdno - głęboczek - 36,0m	klasa II	Level 4	zanieczyszczony

Dla celu porównania wyników oceny jakości osadów dennych pobranych z jezior przeprowadzonej w oparciu o dotychczas wykorzystywane metodyki (tj. metodykę opartą

o kryterium geochemiczne wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, akt. 2001, metodykę opartą o kryterium ekotoksykologiczne wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 oraz metodykę opartą o kryterium ekotoksykologiczne wg opracowania GIOŚ (2015), których wyniki przedstawiono we wcześniejszej części niniejszego rozdziału, przyjęto, że:

- osady zaliczone do klasy I czystości osadów na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, akt. 2001), to osady niezanieczyszczone, które wraz z osadami, które nie wyróżniają się z tła geochemicznego – oznaczono w powyższej tabeli kolorem zielonym;
- osady klasy II, III, IV na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, akt. 2001), to osady zanieczyszczone, chociaż zanieczyszczenie to występuje w różnym stopniu – w powyższej tabeli oznaczone na czerwono;
- osady pozaklasowe określone na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, akt. 2001), to osady zanieczyszczone w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie;
- osady zakwalifikowane do poziomu Level 1 jakości osadów na podstawie kryterium ekotoksykologicznego (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) to osady niezanieczyszczone, które nie powodują negatywnego oddziaływania na organizmy wodne – oznaczone w powyższej tabeli kolorem zielonym;
- osady zaliczone do poziomu Level 2, Level 3, Level 4 jakości osadów na podstawie kryterium ekotoksykologicznego (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) to osady zanieczyszczone w różnym stopniu mogące negatywnie oddziaływać na organizmy wodne – w powyższej tabeli oznaczone kolorem czerwonym;
- osady, które podlegały ocenie jakości według kryterium ekotoksykologicznego uwzględniającego wartości graniczne EQS sklasyfikowane zostały jako niezanieczyszczone (kolor zielony) oraz zanieczyszczone (kolor czerwony).

W przypadku 7 spośród 17<sup>4</sup> przebadanych stanowisk pomiarowych uzyskano zgodne wyniki oceny osadów w oparciu o wszystkie trzy metodyki oceny - kryterium geochemiczne wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, akt. 2001, kryterium ekotoksykologiczne wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 oraz kryterium ekotoksykologiczne wg opracowania GIOŚ 2015.

- w przypadku wszystkich **7 stanowisk (stanowiska nr 5, 6, 8, 11, 12, 14, 16)** osady określone zostały jako zanieczyszczone (100%);
- żadne stanowisko określone jako niezanieczyszczone nie wykazało zgodności.

Zgodność dla trzech analizowanych metodyk, z uwzględnieniem 17 przebadanych stanowisk, wynosi 41,2%.

---

<sup>4</sup> 17 pkt. to ilość stanowisk, która objęta była pełnym zakresem badań dla parametrów uwzględnionych w metodyce

10 spośród 17 przebadanych stanowisk wykazało niezgodność wyniku oceny jakości osadów w oparciu, o którąś z zastosowanych metodyk oceny. W związku z powyższym dokładnej analizie poddano stanowiska, dla których uzyskano rozbieżne wyniki oceny jakości osadów (10 stanowisk) oraz 7 stanowisk pomiarowych, w których stan jakości osadów określony został jako osady zanieczyszczone. Postępowanie takie uznaje się za zasadne, umożliwia bowiem weryfikację, który czynnik degradujący, w zależności od zastosowanej metodyki, miał wpływ na ocenę końcową.

### 6.2.1 Analiza możliwych przyczyn rozbieżności w ocenie jakości osadów

Elementem testowania metodyki opartej na EQS względem dwóch pozostałych metodyk służących ocenie jakości osadów, jest ustalenie przyczyn powstałych rozbieżności. Na podstawie analizy uzyskanych wyników i kryteriów oceny zastosowanych w poszczególnych metodykach ustalono, że:

- w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość dla **sumy WWA**. Wpłynęło to na uzyskane wyniki oceny końcowej w następujących punktach: **1, 7**;
- w metodzie geochemicznej oraz metodzie ekotoksykologicznej opartej o wartości graniczne EQS (GIOŚ 2015) nie została określona dopuszczalna zawartość **manganu**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie opartej o kryterium ekotoksykologiczne (z 2003 r.) został przekroczony – dotyczy to stanowisk pomiarowych o numerach: **3, 4, 7, 10, 13**;
- w metodzie geochemicznej oraz metodzie EQS (ekotoksykologicznej) nie została określona dopuszczalna zawartość **żelaza** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003. Niezgodności dotyczy stanowiska pomiarowego: **3**;
- w metodzie ekotoksykologicznej wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 oraz metodzie opartej o wartości EQS określone są wyższe dopuszczalne wartości **ołowiu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium geochemiczne. Niezgodność dotyczy stanowisk pomiarowych: **2**;
- w metodzie geochemicznej oraz w metodzie ekotoksykologicznej wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 nie została określona dopuszczalna zawartość **związków tributyllocyny**, gdzie poziom dopuszczalny określony w metodzie ekotoksykologicznej opartej o wartości graniczne EQS (GIOŚ 2015) został przekroczony w stanowiskach: **7, 9, 15**;
- w metodzie opartej o kryterium geochemiczne nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości **trwałych związków organicznych (TZO)**, natomiast metodyka oparta o kryterium ekotoksykologiczne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) ma określoną niższą wartość dopuszczalną dla większości badanych TZO względem kryterium ekotoksykologicznego (GIOŚ 2015). Sytuacja taka dotyczy następujących stanowisk pomiarowych: **1, 2, 9, 13, 15**.

W przypadku 7 stanowisk pomiarowych uzyskano wprawdzie tę samą ocenę końcową dot. jakości osadów (osad zanieczyszczony), jednak czynnik degradujący w poszczególnych stanowiskach różnił się w zależności od przyjętej metodyki.

Tabela 24 Zestawienie stanowisk pomiarowych jezior ze zróżnicowaniem czynnika degradującego

Lp.	Nr SIWZ	Nazwa stanowiska	Czynnik degradujący w metodyce		
			Bojakowska et al.(1998), akt. 2001	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003	oparta na EQS (GIOŚ 2015)
1	472	jez. Chłopowo - głęboczek-27,9m	Brak przekroczeń	acenaften	naftalen, WWA-suma
2	481	jez. Długie Wigierskie - st.01	Pb	acenaften	Brak przekroczeń
3	488	jez. Dybrzk - Czernica	Brak przekroczeń	Fe, Mn	Brak przekroczeń
4	500	jez. Gremzdel - st.02	Brak przekroczeń	Mn	Brak przekroczeń
5	540	Jez. Lubstowskie - stan. 01	Ba	Mn	Związki tributylowy
6	550	Jez. Mąkolno - stan. 01	Pb	Mn, acenaften	WWA-suma
7	551	jez. Mąkowarskie - głęboczek - 31,2m	Brak przekroczeń	Mn	WWA-suma, związki tributylowy
8	576	jez. Pelcz - głęboczek - 31,0m	<b>Cd, Pb</b>	<b>As, Cd, Pb, Zn</b> , Mn, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(g,h,i)perylene, acenaften, fluoren, piren, benzo(b)fluoranten, benzo(e)piren, indeno(1,2,3-c,d)piren, dibenzo(a,h)antracen, <b>WWA-suma</b> , dioksyny	As, Pb, Zn, związki tributylowy, WWA-suma
9	591	jez. Radomno - stan. 01	Brak przekroczeń	fluoren	naftalen, związki tributylowy
10	606	jez. Sasek Wielki - stan. 02	Brak przekroczeń	Mn	Brak przekroczeń
11	618	jez. Strzeszyno - głęboczek -12,4m	<b>Cd, Pb</b>	Mn	As, <b>Pb</b> , WWA-suma
12	629	Jez. Śremskie - stan. 01	Ba, Pb	Mn	Naftalen, WWA-suma
13	633	jez. Tarczyńskie - stan. 01	Brak przekroczeń	Mn, acenaften	Brak przekroczeń
14	643	Jez. Wieleńskie-Trzytoniowe - stan. 01	<b>Pb</b>	<b>Pb</b> , Mn, acenaften, piren, dioksyny	<b>Pb</b> , WWA-suma, związki tributylowy
15	645	jez. Wielimie - głęboczek - 5,5m	Brak przekroczeń	Mn, fluoren, piren	Związki tributylowy
16	647	Jez. Wierzbicańskie - stan. 01	Ba, Pb	Mn	naftalen, związki tributylowy
17	662	jez. Żerdno - głęboczek - 36,0m	<b>As, Ba, Cd, Ni, Pb</b>	<b>As</b> , Fe, Mn	<b>As, Pb</b> , Zn, związki tributylowy, WWA-suma

Na podstawie przeprowadzonej analizy podobnie jak przy ocenie osadów rzecznych stwierdza się różnice w końcowej ocenie jakości osadów. Różnice te wynikają przede wszystkim z innego zakresu wskaźników służących ocenie, a w szczególności związane są z następującymi czynnikami różnicującymi:

- niektóre wskaźniki pojawiają się tylko w jednej z analizowanych metodyk, w związku z czym nie ma możliwości zestawienia uzyskanych wyników celem ich przetestowania. Skutkuje to znacznym zaburzeniem zgodności oceny względem wszystkich trzech metodyk, dotyczy to m.in. baru, manganu. Dodatkowo bar



i mangan występują w przyrodzie naturalnie, w związku z czym nie ma pewności, czy wykazane przekroczenia mają podłoże antropogeniczne czy związane są z budową geologiczną.

- metoda geochemiczna obejmująca swoim zakresem metale, nie uwzględnia związków organicznych;
- w niektórych przypadkach metodyki oceny charakteryzują się innymi dopuszczalnymi wartościami dla wybranych wskaźników, dotyczy to m.in. WWA, Cd, Zn;

W poniższej tabeli przedstawiono ocenę jakości osadów dennych w analizowanych 17 stanowiskach dla każdej metodyki z osobna oraz całościowo, z uwzględnieniem zgodności ocen między trzema metodykami. W 7 z 17 stanowisk pomiarowych poddanych ocenie względem każdego z trzech kryteriów uzyskano zbieżną ocenę końcową, co stanowi 41,2% wyników.

Tabela 25 Wyniki oceny jakości osadów dennych z jezior w podziale na kryterium oceny.

Lp.	Kryterium oceny	Ilość ocenianych stanowisk	Ocena jakości osadów				Zgodność ocen [%]
			zanieczyszczone		niezanieczyszczone		
			szt.	%	szt.	%	
1	Bojakowska et al.(1998), akt. 2001	17	9	52,9	8	47,1	41,2
2	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003		17	100	0	-	
3	oparta na EQS (GIOŚ 2015)		12	70,6	5	29,4	

### 6.3 Testowanie metodyki - podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonego testowania metodyki (kryterium ekotoksykologiczne EQS) na danych z 2021 roku obejmujących 150 stanowisk pomiarowych – 133 stanowiska zlokalizowane na rzekach i kanałach rzecznych oraz 17 stanowisk zlokalizowanych na jeziorach, zaobserwowano zgodność w ocenie jakości osadów dennych na poziomie 59,4% dla cieków oraz 41,2% dla jezior.

W niektórych przypadkach okazało się, że mimo uzyskania tej samej oceny końcowej, w zależności od zastosowanego kryterium, inny czynnik degradujący decydował o ocenie końcowej lub był jednym z kilku czynników degradujących.

Brak pełnej zgodności w ocenie jakości osadów determinowany jest różnicami wynikającymi ze specyfiki przyjętych metodyk oceny. Różnice te wynikają przede wszystkim z innego zakresu wskaźników służących ocenie, a w szczególności związane są z następującymi czynnikami różnicującymi:

- niektóre z badanych wskaźników są charakterystyczne tylko dla jednej z analizowanych metodyk, dotyczy to m.in. baru, manganu, żelaza, kobaltu;

W związku z powyższym nie ma możliwości zestawienia uzyskanych wyników celem ich przetestowania i zweryfikowania. Skutkuje to znacznym zaburzeniem zgodności

oceny względem wszystkich trzech metodyk. Dodatkowo np. bar, mangan, żelazo występują w przyrodzie naturalnie, w obecnym zakresie prowadzonych badań nie można więc jednoznacznie stwierdzić, czy odnotowane przekroczenia mają podłoże antropogeniczne czy związane są z budową geologiczną lub stanowią wypadkową obu źródeł;

- metoda geochemiczna nie uwzględnia związków organicznych;

W metodzie ekotoksykologicznej wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 oraz metodzie ekotoksykologicznej opartej o EQS pojawia się wiele związków organicznych stanowiących ważny element oceny jakości osadów, zgodnie z wytycznymi dla danej metodyki. Brak możliwości przetestowania i zweryfikowania zawartości związków organicznych przy zastosowaniu kryterium geochemicznego, co wynika ze specyfikacji samej metody, w sposób znaczący zaburza zgodność oceny względem wszystkich trzech metodyk, tym bardziej, że związki te wskazują na typowo antropogeniczne źródło zanieczyszczenia. Dochodzi więc do sytuacji, w której osady oceniane są jako niezanieczyszczone ze względu na kryterium geochemiczne tylko i wyłącznie dlatego, że kryterium to nie uwzględnia związków organicznych, gdzie te same osady zostały ocenione jako zanieczyszczone przy zastosowaniu pozostałych metodyk.

- w niektórych przypadkach zastosowane metodyki oceny jakości osadów charakteryzują się innymi dopuszczalnymi wartościami dla tych samych wskaźników, dotyczy to m.in. związków organicznych, niklu, cynku, kadmu;

Ze względu na inne wartości dopuszczalne określone dla tych samych wskaźników w zależności od analizowanej metodyki, pojawia się sytuacja, w której otrzymuje się inną ocenę końcową jakości osadów przy zachowaniu tej samej wartości badanego parametru. Dotyczy to zarówno związków organicznych jak i metali. W przypadku związków organicznych, częściej niższe wartości dopuszczalne określone są w metodyce opartej o kryterium ekotoksykologiczne wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 w porównaniu do kryterium oceny jakości osadów opierającego się na EQS. W przypadku metali wyróżnić można wskaźniki o umiarkowanej rozbieżności w wartościach dopuszczalnych np. miedź i ołów wysokiej m.in. arsen i bardzo wysokiej rozbieżności (cynk oraz nikiel) dla którego wartości dopuszczalne przyjęte w metodyce opartej o EQS (Ni <43 mg/kg) stanowią dwukrotność wartości dopuszczalnej określonej wg kryterium geochemicznego (Ni <16 mg/kg). Dodatkowo nie można jednoznacznie stwierdzić, która z metodyk jest bardziej restrykcyjna względem zanieczyszczenia osadów metalami. Raz niższe wartości dopuszczalne pojawiają się w metodyce opartej o kryterium ekotoksykologiczne EQS (np. Zn, Cu, As), a raz w kryterium geochemicznym (np. Pb, Ni, Cd).

Stwierdzić należy, że powyższe trzy czynniki różnicujące wpływają na ok. 30% uzyskanych rozbieżności dla wszystkich stosowanych metodyk.

Analizując wyniki oceny jakości osadów w zakresie wskaźników występujących w każdej testowanej metodyce oraz mając na uwadze czynniki wpływające na powstałe rozbieżności należy stwierdzić, że metodyka opierająca się na kryterium ekotoksykologicznym EQS sprawdza się zadowalająco przy ocenie jakości osadów.

Zwrócić należy jednak uwagę, że zasadniejszym jest dalsze prowadzenie oceny jakości osadów dennych poprzez jedną, ujednoliconą metodykę oceny aniżeli za pośrednictwem trzech różnych, nie zawsze zgodnych kryteriów. W związku z powyższym proponuje się stopniowe scalenie stosowanych metodyk poprzez zastosowanie następujących rozwiązań:

- rezygnacja z prowadzenia oceny jakości osadów za pośrednictwem wskaźników pochodzenia naturalnego. Dotyczy to w szczególności wskaźników charakterystycznych tylko dla jednej z metodyk m.in. baru (Ba), manganu (Mn), żelaza (Fe), które w zasadniczy sposób wpłynęły na rozbieżności w ocenie końcowej. Przy czym na obecnym etapie nie ma konieczności całkowitej rezygnacji z badania tych wskaźników, dążyć należy jednak do wyłączenia ich z oceny jakości osadów;
- za podstawę prowadzenia oceny jakości osadów dennych sugeruje się przyjąć metodykę opartą o kryterium ekotoksykologiczne EQS, zgodnie z aktualnymi wytycznymi Komisji Unii Europejskiej w oparciu o Ramową Dyrektywę Wodną oraz dyrektywy zmieniające;
- ze względu na wąski zakres wskaźników objętych kryterium geochemicznym sugeruje się zrezygnować z tej metodyki oceny jakości osadów całkowicie lub ze względu na zbliżony zakres badanych metali, względem kryterium ekotoksykologicznego, wcielić tę metodykę do kryterium opierającego się na EQS. W takim przypadku należałoby: zrezygnować z uwzględniania w ocenie jakości osadów baru (możliwość pochodzenia naturalnego - skały barytowe), żelaza (możliwość pochodzenia naturalnego - magnetyt, hematyt, limonit, getyt i lepidokrokit) i manganu (możliwość pochodzenia naturalnego - iroluzyt (braunsztyn); hausmanit). Zawartość Fe, Mn, Ba może wskazywać na wartości klasyfikujące osady na zanieczyszczone i silnie zanieczyszczone, co nie będzie prawdą – z uwagi na położenie danej jcw p i możliwość uwalniania się danych pierwiastków ze źródeł naturalnych, przede wszystkim w/w skał; dostosować wartości dopuszczalne dla tych samych wskaźników (kryterium geochemiczne vs. kryterium ekotoksykologiczne EQS). Ze względu na długą historię badania rtęci, wskazanym jest, aby pozostawić ją do dalszego monitoringu w matrycy osadowej. Będzie to korzystne także przy zestawieniu uzyskanych wyników do badań prowadzonych w biocie;
- sugeruje się, aby badania osadów dennych były prowadzone w poszczególnych punktach pomiarowo-kontrolnych / na tych samych JCWP w tym samym roku, w którym prowadzony jest monitoring wód powierzchniowych i badania bioty. Jeżeli nie jest to możliwe, należy dążyć do tego, aby czas między badaniami prowadzonymi w poszczególnych matrycach był jak najkrótszy. Postępowanie takie jest niezwykle

---

istotne na etapie analizy wartości dopuszczalnych dla poszczególnych wskaźników wpływających na ocenę jakości osadów.

Zgodnie z powyższym najbliższe działania powinny zmierzać do ujednoczenia oceny jakości osadów, poprzez dopracowanie kryteriów oceny oraz weryfikację przyjętych wartości dopuszczalnych ze zdecydowanym ukierunkowaniem na metodykę opartą o środowiskowe normy jakości EQS.

## 7 LITERATURA

1. Siebielec Z., Siebielec G., Smreczek G.: Studia i raporty IUNG-PIB, 2015, Zeszyt 46(20): 163-181
2. Bielak S.: Zanieczyszczenia antropogeniczne w osadach dennych rzek Biebrzańskiego Parku Narodowego. Ekoprofit, 2006, 1: 73-81.
3. 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.
4. Sojka M., Siepak M., Gnojska E.: Ocena zawartości metali ciężkich w osadach dennych wstępnej części zbiornika retencyjnego Stare Miasto na rzece Powie. *Ochrona środowiska*, 2013, 15: 1916-1928.
5. Gałka B., Wiatkowski M.: Metale ciężkie w wodzie i osadach dennych małego zbiornika wodnego Psurów. *Ochrona środowiska i Zasobów Naturalnych*, 2010, 42: 235-232. Gałka B., Wiatkowski M.: Metale ciężkie w wodzie i osadach dennych
6. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2012.;  
<http://ekoinfonet.gios.gov.pl/osady/mapa/Programy/2012.pdf>
7. Mioduszewski W., Ślesicka A., Okruszko T.: Wybrane problemy gospodarowania wodą w Dolinie Biebrzy. W: *Kotlina Biebrzańska i Biebrzański Park Narodowy. Aktualny stan, walory, zagrożenia i potrzeby czynnej ochrony środowiska*. Białystok: Wydaw. WES, 2004, 214-264.
8. Foerstner U., Owens P.N. 2007. Sediment quantity and qualite issuesin river basins
9. Brils J. 2008 Sediment monitoring and the European Water Framewo Direktive.
10. Nocoń W., Barbusiński K. i inni, Analiza zmian ładunku metali śladowych transportowanych wraz z zawiesiną wzdłuż rzeki. *Ochrona Środowiska 2013*
12. Dmitruk U., Piaścik M., Taborska B., Dojlido J.: Niebezpieczne substancje organiczne w osadach dennych Wisły. *Gospodarka Wodna 2006*, nr 11, ss. 434–438.
13. 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.
14. Barbusiński K., Nocoń W.: Zawartość związków metali ciężkich w osadach dennych Kłodnicy. *Ochrona Środowiska 2011*, vol. 33, nr 1 ss. 13–17.
15. Boszek L., Kowalski A: Spatial distribution of merkury in bottom sediments and soil from Poznań, Poland. *Polish Journal of Environmental Studies 2006*, Vol. 15, No. 2, pp. 211–218.
16. Gawdzik J.I.: Specjacja metali ciężkich w osadach ściekowych na przykładzie wybranych oczyszczalni komunalnych. *Ochrona Środowiska 2010*, vol. 32, nr 4 ss. 15–19.
17. Sun Y., Zhou Q, Xie X., Lui R.. Spatial, sources and risk assessment of heavy metal contamination of urban soils in typical regions of Shenyang, China. *Journal of Hazardous Materials 2010*, Vol. 174, pp. 455–462.
18. Karty charakterystyk produktu Sigma-Aldrich (Merck KGaA) dla Polski. [dostęp 2016-12-05].
19. [https://pl.wikipedia.org/wiki/ Trwale zanieczyszczenia organiczne](https://pl.wikipedia.org/wiki/Trwale_zanieczyszczenia_organiczne)
20. Lis J., Pasieczna A. i inni 2012 (zmieniona i uzupełniona wersja internetowa publikacji z 1995 r.) *Atlas geochemiczny Polski w skali 1:2 500 000*. Wydawnictwo Geologiczne Warszawa
21. Patrolecco L., Ademollo N., Capri S., Pagnotta R., Polesello S.: Occurrence of priority hazardous PAHs in water, suspended particular matter, sediment and common eels (*Anguilla anguilla*) in the urban stretch of the river Tiber (Italy). *Chemosphere 2010*, Vol. 81, pp. 1386–1392.
22. Srogi K.: Monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: A review. *Environmental Chemistry Letters 2007*, Vol. 5, pp. 169–195.
23. 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.
24. Rosińska A. Badania zawartości polichlorowanych bifenyli w wodzie i osadach dennych Warty na wysokości Częstochowy. *Ochrona Środowiska* 2010, vol. 32, nr 1, ss. 15–20.
  25. Grabowska I.: Polychlorinated biphenyls (PCBs) in Poland: occurrence, determination and degradation. *Polish Journal of Environmental Studies* 2010, Vol. 19, No. 1, pp. 7–13.
  26. Dmitruk U., Dojlido J., Jancewicz A., Kwiatkowska A.: Związki chloroorganiczne w ściekach w zlewni rzeki Utraty. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 2010, nr 7–8, ss. 36–41.
  27. Munoz-Arananz J., Jimenez B.: New DDT inputs after 30 years of prohibition in Spain. A case study in agricultural soils from south-western Spain. *Environmental Pollution* 2011, Vol. 159, No. 12, pp. 3640–3646
  28. 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.
  29. Ozcan S., Aydin M.E.: Organochlorine pesticides in urban air: concentrations, sources, seasonal trends and correlation with meteorological parameters. *Clean* 2009, Vol. 37, No. 4–5, pp. 343–348.
  30. 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.
  31. Dimitruk U., Jancewicz A., Tomczuk U.: Występowanie niebezpiecznych związków organicznych i pierwiastków śladowych w osadach dennych zbiorników zaporowych. *Ochrona Środowiska* 2013 Vol .35
  32. Włodarczyk –Makuła M.: Trwałe zanieczyszczenia organiczne w aspekcie Konwencji Sztokholmskiej. *Inżynieria Środowiska* 2011 Nr 24
  33. Czarnomski K.. Trwałe zanieczyszczenia organiczne w srodowisku. Niska Emisja. Materiały informacyjne. Warszawa 2009.
  34. Czarnomski K., Izak E., Trwałe zanieczyszczenia organiczne w srodowisku. Materiały informacyjne. Warszawa 2008.
  35. <http://www.ekologia.pl/srodowisko/ochrona-srodowiska/trwale-zanieczyszczenia-organiczne,430.html>
  36. Skowron P., Małuch i., Trwałe związki organiczne zanieczyszczające środowisko przyrodnicze i żywność.
  37. [http://archiwum.ekoportal.gov.pl/prawo\\_dokumenty\\_strategiczne/ochrona\\_srodowiska\\_w\\_polscie\\_zagadnienia/Odpady/TrwaleZanieczyszczeniaOrganiczne.html](http://archiwum.ekoportal.gov.pl/prawo_dokumenty_strategiczne/ochrona_srodowiska_w_polscie_zagadnienia/Odpady/TrwaleZanieczyszczeniaOrganiczne.html)
  38. Czarnomski K.. Trwałe zanieczyszczenia organiczne - gospodarka odpadami. Materiały informacyjne. Warszawa 2009.
  39. Bojakowska I. Sokołowska G. (1998) - Geochemiczne klasy czystości osadów wodnych. *Przeg. Geolog.*, 46 (1): 49-54.
  40. 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).