



ROK ZAŁOŻENIA 1958

# OŚRODEK BADAŃ I KONTROLI ŚRODOWISKA

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością

## PONAD 50 LAT DOŚWIADCZENIA

w usługach:

- analitycznych wód, ścieków, gleb, osadów, odpadów oraz innych obiektów badań
- w zakresie pomiarów hałasu, biogazu i emisji zanieczyszczeń do powietrza
- pomiarowo-badawczych, doradczych i eksperckich w zakresie ochrony środowiska

Laboratorium OBiKŚ  
Sp. z o.o.

Akredytowane przez  
Polskie Centrum  
Akredytacji



AB 213



w zakresie:

- pobierania i badania próbek wód, ścieków, odpadów, osadów, gleb oraz pomiarów hałasu, biogazu i emisji zanieczyszczeń do powietrza

Laureat  
IX edycji konkursu



EUROPRODUKT

w kategorii  
EUROUSŁUGA  
(badania, pomiary  
i ekspertyzy w zakresie  
ochrony środowiska)



PROMOTOR EKOLOGII

nadany w latach 2001 i 2002

## Monitoring osadów dennych rzek i jezior w latach 2016 - 2017

ZAMAWIAJĄCY:

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska  
ul. Wawelska 52/54  
00 - 922 Warszawa

NR UMOWY:

49/2016/F z dnia 23.11.2016 r..

OPRACOWAŁ:

zespół autorski OBiKŚ Sp. z o.o.

ZATWIERDZIŁ:

PROKURENT

mgr Ewelina CETERA

Katowice, grudzień 2016 r.



Narodowy Fundusz  
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Projekt finansowany jest ze środków  
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Adres: ul. Owocowa 8  
40-158 Katowice

[www.obiks.pl](http://www.obiks.pl)

Telefon: 32 259 70 36+39 centrala  
32 259 96 16 sekretariat  
Fax: 32 259 70 30  
e-mail: [sekretariat@obiks.pl](mailto:sekretariat@obiks.pl)

KRS: 0000288674  
NIP: 634-013-62-91  
REGON: 001331638  
Kapitał zakładowy: 1 950 000,00 zł



## SPIS TREŚCI

<b>1</b>	<b>WSTĘP .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>CHARAKTERYSTYKA PIERWIASTKÓW I ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH BADANYCH W OSADACH WODNYCH.....</b>	<b>6</b>
2.1	Metale – naturalne i antropogeniczne źródło pochodzenia pierwiastków śladowych	7
2.2	Trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO).....	14
<b>3</b>	<b>ZAKRES I METODYKA BADAŃ.....</b>	<b>25</b>
3.1	Prace terenowe .....	25
3.2	Badania laboratoryjne .....	27
3.3	Kryteria oceny osadów dennych.....	41
3.3.1	Kryterium geochemiczne – podział osadów na klasy czystości na podstawie kryteriów geochemicznych .....	41
	Srebro (Ag) .....	42
3.3.2	Kryterium ekotoksykologiczne – z wykorzystaniem wartości TEC, PEC i MEC	42
3.3.3	Kryterium ekotoksykologiczne – z wykorzystaniem wartości EQS.....	44
<b>4</b>	<b>SZCZEGÓŁOWY WYKAZ PUNKTÓW POMIAROWO – KONTROLNYCH .....</b>	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>WYNIKI BADAŃ .....</b>	<b>69</b>
5.1	Wyniki badań osadów rzecznych.....	69
5.1.1	Odczyn, przewodność elektrolityczna .....	69
5.1.2	Pierwiastki.....	69
5.1.3	Związki organiczne i fluorki .....	74
5.2	Wyniki badań osadów jeziornych.....	80
5.2.1	Odczyn, przewodność elektrolityczna .....	80
5.2.1	Pierwiastki.....	81
5.2.2	Związki organiczne i fluorki .....	85
5.3	Wyniki badań zbiorników zaporowych .....	90
5.3.1	Odczyn, przewodność elektrolityczna .....	90
5.3.2	Pierwiastki.....	90
5.3.3	Związki organiczne .....	95
<b>6</b>	<b>OCENA WYNIKÓW WEDŁUG WSKAZANYCH KRYTERIÓW .....</b>	<b>98</b>
6.1	Osady z rzek i kanałów .....	98



---

6.2 Osady z jezior i zbiorników zaporowych .....	138
<b>7 TESTOWANIE METODYKI NA DANYCH Z 2016 r. ....</b>	<b>169</b>
<b>8 LITERATURA .....</b>	<b>176</b>

### SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:

Załącznik nr 1	Dane terenowe - wersja elektroniczna
Załącznik nr 2	Mapy z lokalizacją punktów poborowych - wersja elektroniczna
Załącznik nr 3	Wyniki badań osadów rzecznych
Załącznik nr 4	Wyniki badań osadów jeziornych
Załącznik nr 5	Histogramy - osady rzeczne i kanałów rzecznych
Załącznik nr 6	Histogramy - osady jeziorne i zbiorników zaporowych
Załącznik nr 7	Wyniki badań osadów rzecznych i kanałów rzecznych - mapy
Załącznik nr 8	Wyniki badań osadów jeziornych i zbiorników zaporowych - mapy

### SPIS TABEL

Tabela 1 Pierwiastki śladowe naturalne i antropogeniczne źródło pochodzenia [18; 20].....	8
Tabela 2 Charakterystyka związków organicznych [19; 33÷38] .....	16
Tabela 3 Zestawienie metod badawczych, dokumentów odniesienia, granic oznaczalności i wykrywalności dla wskaźników fizyko-chemicznych analizowanych osadów dennych.....	30
Tabela 4 Klasyfikacja osadów wodnych na podstawie kryteriów geochemicznych .....	42
Tabela 5 Progowe zawartości pierwiastków śladowych oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych w osadach wodnych .....	43
Tabela 6 Progowe wartości Środowiskowych Norm Jakości EQS w osadach wodnych oraz wartości dopuszczalne innych zanieczyszczeń zalecanych do badań w osadach dennych rzek i jezior .....	46
Tabela 7 Szczegółowy wykaz punktów pomiarowo-kontrolnych – PPK NA RZEKACH I KANAŁACH:.....	49
Tabela 8 Szczegółowy wykaz punktów pomiarowo-kontrolnych – PPK NA JEZIORACH I ZBIORNIKACH ZAPOROWYCH: .....	61
Tabela 9 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna.....	69
Tabela 10 Podstawowe parametry statystyczne - pierwiastki .....	74
Tabela 11 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne i fluorki .....	78
Tabela 12 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna.....	80
Tabela 13 Podstawowe parametry statystyczne - pierwiastki .....	85
Tabela 14 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne .....	88
Tabela 15 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna.....	90
Tabela 16 Podstawowe parametry statystyczne - pierwiastki .....	94
Tabela 17 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne .....	97



---

Tabela 18 Ocena wyników wg opracowania Bojkowska I., Sokołowska G. 1998 - rzeki i kanały.....	99
Tabela 19 Ocena wyników wg opracowania. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 - rzeki i kanały .....	107
Tabela 20 Ocena wyników wg opracowania PIG 2015 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkowicz W - rzeki i kanały - punkty z maksymalnym zakresem oznaczeń .....	123
Tabela 21 Wyniki oceny stanu osadów rzek i kanałów rzecznych wg kryterium geochemicznego oraz kryterium ekotoksykologicznego .....	127
Tabela 22 Ocena wyników wg opracowania Bojkowska I., Sokołowska G. 1998 - jeziora i zbiorniki zaporowe.....	139
Tabela 23 Ocena wyników wg opracowania. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003 - jeziora i zbiorniki zaporowe .....	145
Tabela 24 Ocena wyników wg opracowania PIG 2015 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkowicz W - jezioro referencyjne.....	159
Tabela 25 Wyniki oceny stanu osadów jezior i zbiorników zaporowych wg kryterium geochemicznego oraz kryterium ekotoksykologicznego .....	163
Tabela 26 Progowe wartości Środowiskowych Norm Jakości EQS w osadach wodnych oraz wartości dopuszczalne innych zanieczyszczeń zalecanych do badań w osadach dennych rzek i jezior .....	170
Tabela 27 Testowanie metodyki - faza wstępna .....	172
Tabela 28 Porównanie wyników wg wszystkich kryteriów.....	173

## SPIS RYCIN

Rycina 1 Klasyfikacja ppk względem oceny jakości kryterium geochemicznego - cieki.....	105
Rycina 2 Klasyfikacja ppk względem oceny jakości kryterium ekotoksykologicznego - cieki .....	120
Rycina 3 Klasyfikacja ppk względem oceny jakości kryterium geochemicznego.....	143
Rycina 4 Klasyfikacja ppk względem oceny jakości kryterium ekotoksykologicznego .....	156

„Monitoring osadów dennych rzek i jezior w latach 2016 - 2017”

**ETAP I – Raport pt. „ Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior  
w 2016 roku.”**



OBIKŚ Sp. z o.o.

---



## 1 WSTĘP

Przedmiotem niniejszego zadania pn. „Monitoring osadów dennych rzek i jezior w latach 2016 – 2017” jest przede wszystkim uaktualnienie dotychczas zdobytej wiedzy dotyczącej osadów dennych rzek i jezior, a w szczególności ich stanu chemicznego. Przedsięwzięcie ma na celu informowanie społeczeństwa, jednostek administracji publicznej oraz podmiotów gospodarczych o aktualnym stanie zanieczyszczenia osadów dennych jednolitych części wód powierzchniowych i jest kontynuacją prowadzonych do tej pory badań monitoringowych.

Zadanie pozwoli wypełnić zobowiązania wynikające z dyrektywy 2000/60/WE, dyrektywy 2008/105/WE, dyrektywy 2013/39/WE, Konwencji sztokholmskiej w sprawie trwałych zanieczyszczeń organicznych, rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 19 lipca 2016 roku w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych, jak również przewidywanych nowelizacji przepisów prawa krajowego i innych przepisów w zakresie gospodarowania wodami.

Niniejsze przedsięwzięcie podzielone zostało na dwa etapy:

ETAP I – realizacja prac w 2016 roku;

ETAP II – realizacja prac w 2017 roku.

Obecnie realizowany **ETAP I** obejmował następujące prace:

- pobranie próbek osadów dennych w wyznaczonych punktach pomiarowo-kontrolnych w roku 2016;
- wykonanie oznaczeń laboratoryjnych próbek osadów dennych pobranych w 2016 roku;
- wprowadzenie danych do bazy danych OSADY;
- opracowanie raportu pt. „Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2016 roku”;
- opracowanie informacji do umieszczenia na stronie internetowej;
- zapewnienie wsparcia merytorycznego przy wdrażaniu nowej metodyki oceny stanu zanieczyszczenia osadów dennych.



## 2 CHARAKTERYSTYKA PIERWIASTKÓW I ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH BADANYCH W OSADACH WODNYCH

Osady denne rzek i zbiorników wodnych stanowią istotny element ekosystemów wodnych, biorąc czynny udział w cyklu geochemicznym pierwiastków i materii organicznej. Mają istotny wpływ na stan środowiska, ponieważ zawierają zanieczyszczenia nieorganiczne, do których należą pierwiastki śladowe takie jak: ołów (Pb), kadm (Cd), cynk (Zn), rtęć (Hg) i chrom (Cr) oraz wiele grup trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO), np. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), polichlorowane bifenylole (PCB), chloroorganiczne pestycydy (COP), w tym heksachlorobenzen, lindan czy dichlorodifenylotrichloroetan (DDT), polichlorowane dibenzodiodoksyny (PCDD), polichlorowane dibenzofurany (PCDF) i inne. Wysokie stężenia zanieczyszczeń w osadach dennych mogą być potencjalnie toksyczne dla organizmów wodnych, a w przypadku niewłaściwego zagospodarowania osadów, m.in. z odmulanych zbiorników wodnych, również stwarzać ryzyko toksycznego oddziaływania dla organizmów lądowych [1;2;3;4]. Drogi, którymi pierwiastki i związki przedostają się do wód powierzchniowych, a potem są akumulowane w osadach dennych, to przede wszystkim odprowadzanie ścieków komunalnych i przemysłowych do zbiorników wodnych, spływy powierzchniowe z pól uprawnych, gdzie zanieczyszczenia dostają się do gleb w wyniku działalności rolniczej i pozarolniczej, opad pyłów oraz transport [5; 6; 7].

Osady rzeczne są ważną, a zarazem bardzo dynamiczną częścią koryta rzecznego. W wielu rzekach dużą część całkowitej masy osadów stanowi materia organiczna pochodząca z rozkładu roślinności nadbrzeżnej, glonów, a także innych obumarłych organizmów wodnych. Skład osadów korytowych rzek przepływających przez tereny nieprzemysłowe uzależnione jest głównie od budowy litologicznej zlewni oraz od tempa procesów wietrzenia i erozji skał podłoża [8;9]. Systemy rzeczne uznawane są za najważniejsze medium w transporcie i dystrybucji metali w środowisku wodno-gruntowym. Wypadkową procesów wietrzenia, erozji, diagenetycznych oraz biochemicznych jest naturalna zawartość metali w osadach. Zawartość tę określa się jako tło geochemiczne. W obszarach intensywnie użytkowanych przez człowieka metale oraz metaloidy dostają się w przeważającej mierze do wód powierzchniowych na skutek działalności człowieka. Szczególnie wysokie anomalie związków metali rejestrowane są na obszarach zarówno współczesnych, jak i historycznego funkcjonowania przemysłu górniczego i hutniczego [10].

Metale do jezior i zbiorników wodnych przedostają się przede wszystkim z wodami rzek, wraz z opadami atmosferycznymi. Ma to wpływ w przypadku bezodpływowych, płytkich, rozległych jezior i zbiorników położonych w pobliżu dużych skupisk ludzkich i ośrodków przemysłowych. Metale mogą przedostawać się do rzek, jezior i zbiorników również wskutek spływu powierzchniowego z obszarów zanieczyszczonych lub w skutek bezpośrednich zrzutów zanieczyszczeń. Proces migracji metali nasila się w warunkach występowania w zlewni kwaśnych gleb i w wyniku kwaśnych opadów atmosferycznych [11].



## 2.1 Metale – naturalne i antropogeniczne źródło pochodzenia pierwiastków śladowych

W niezanieczyszczonych osadach wodnych pierwiastki śladowe występują w niskich stężeniach, a ich stężenie uwarunkowane jest litologią obszaru zlewni i jedynie w rejonach występowania mineralizacji kruszcowej obserwuje się obecność wysokich ich zawartości.

Spośród zanieczyszczeń antropogenicznych występujących w osadach dennych, pierwiastki śladowe i niebezpieczne związki organiczne (szczególnie charakteryzujące się właściwościami hydrofobowymi) stanowią największe zagrożenie środowiska [12÷14]. Wśród pierwiastków śladowych za najbardziej niebezpieczne w środowisku wodnym uznawane są rtęć i kadm, ponieważ są bardzo toksyczne oraz cynk i miedź, ponieważ odprowadzane są do środowiska w bardzo dużych ilościach [15]. Do antropogenicznych źródeł zanieczyszczenia osadów dennych pierwiastkami śladowymi można zaliczyć wydobywanie i przetwórstwo metali oraz przemysł metalurgiczny (Cd, Cr, Cu, Ni, Zn i Pb). Źródłem emisji chromu są także przemysły chemiczny i skórzanym. Spalanie węgla i paliw płynnych powoduje dodatkową emisję niklu, manganu, chromu i ołowiu. Głównym źródłem rtęci w osadach są depozyty atmosferyczne, stosowane dawniej rtęciowe zaprawy nasienne, a także wykorzystywanie osadów ściekowych i odpadów komunalnych do nawożenia gleb [16]. Nawożenie gleb oraz stosowanie środków ochrony roślin jest źródłem takich metali, jak arsen, kadm, miedź i chrom [17].





Tabela 1 Pierwiastki śladowe naturalne i antropogeniczne źródło pochodzenia [18; 20]

L.p.	Pierwiastki/symbol/ masa atomowa/ Numer CAS	Naturalne i antropogeniczne źródło pochodzenia pierwiastków/związków w środowisku (osadach wodnych)	Zwroty wykazujące rodzaj zagrożenia
1	Arsen /As/74,9 /7440-36-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: w skałach magmowych, osadowych, piaskowcach, dolomitach i wapieniach.</li> <li>Antropogeniczne: spalanie węgla, odprowadzania wód dołowych z kopalń rud miedzi i ścieków z ich przeróbki, stosowania nawozów fosforowych na polach uprawnych, otrzymywania stopów ołowiu (m.in. do produkcji śrutu), stopów miedzi, katalizatory, bakteriocydy, herbicydy, fungicydy, dodatki do paszy dla zwierząt, inhibitory korozji, środki garbujące, zabezpieczania drewna, leki weterynaryjne.</li> </ul>	H301 H331 H410
2	Bar/Ba/137,32/74 40-39-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: w postaci minerałów barytu <math>BaSO_4</math> i witerytu <math>BaCO_2</math>, rozproszony w minerałach skałotwórczych.</li> <li>Antropogeniczne :do wyrobu farb (pigment), sztucznych ogni (zielony barwnik).</li> </ul>	H261 H315
3	Chrom/Cr/51,99/ 7440-47-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalnie: występuje w skałach ultramaficznych, granitach, w skałach osadowych: skały ilaste, piaskowe i skały węglanowe, obecny jest w wielu minerałach skałotwórczych: piroksenach, amfibolach, łyszczykach, grantach i spinelach.</li> <li>Antropogenicznie: emisja z hut stali nierdzewnych, żaroodpornych i stali stopowych, z zakładów przemysłu szklarskiego emalierskiego i ceramicznego, odprowadzanie ścieków z zakładów metalurgicznych (z procesów chromowania wyrobów metalowych), farbiarnie i garbarnie (procesy garbowania chromowego lub chromowo-roślinnego).</li> </ul>	
4	Cyna/Zn/118,7/7 440-31-5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: rozproszony w litosferze, głównie w biotycie, muskowicie, amfibolach, rutyłu, turmalinie i magnetycie, jej najważniejszym minerałem jest kasyteryt <math>SnO_2</math>.</li> <li>Antropogeniczne: spalanie paliw kopalnych, produkcja stopów (brąz), wytwarzania powłok ochronnych na wyrobach metalowych, stosowanie w rolnictwie i do impregnacji drewna, z produkcji pestycydów zawierających cynę, stabilizator w produkcji PCV, w produkcji farb antyporostowych.</li> </ul>	H319 H335
5	Cynk/Sn/65,39/7 440-66-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne rozproszony w minerałach skałotwórczych i akcesorycznych (piroksenach, amfibolach, łyszczykach granatach i magnetycie), w minerałach cynku : sfaleryt, wurcyt, smitsonit i wilemit, w skałach magmowych, w skałach osadowych (wapienie), w węglach oraz skałach fosforanowych.</li> <li>Antropogeniczne: w środkach ochrony roślin, dodatek do pasz, w następstwie niszczenia elewacji i dachów budynków przez czynniki atmosferyczne, środki transportu podczas ich eksploatacji (np. ścieranie opon), odprowadzania ścieków komunalnych (korozja rur wodociągowych), pokrywanie wyrobów antykorozyjną cynkową powłoką, wykorzystanie do produkcji stopów z miedzią (mosiądze) i glinem (znale), w produkcji farb, lakierów, proszków frytowych (tlenek cynku jest składnikiem białych farb), przemyśle tekstylnym - zaprawa barwników, w produkcji półprzewodników (tellurek kadmowo-cynkowy), w</li> </ul>	H250 H260 H410



		przemysle szklarskim (tlenek cynku reguluje topienie masy szklanej), w przemyśle gumowym (tlenek cynku stosowany jest jako wypełniacz i aktywator), chlorek cynkowy stosowany jako impregnatore drewna oraz w przemyśle tekstylnym, a także jako dodatek do smarów (retardant), siarczek cynku stosowany jest jako składnik luminoforów w zegarkach i telewizorach, pirytionian cynku jest składnikiem antygrzybiczych farb, lekarstw i kosmetyków.	
6	Fosfor/P/30,97/7 723-14-0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalnie w środowisku występuje jako jon <math>[PO_4]_3^-</math>, tworzy około 260 minerałów, z których największe znaczenie ma apatyt - <math>Ca_5[(PO_4)_3F]</math>, dużo mniejsze znaczenie ma wiwianit, w skałach magmowych, w skałach osadowych (piaskowce)</li> <li>Antropogeniczne: był stosowany jako składnik farb, uruchomione do środowiska wodnego fosforany są szybko kumulowane w osadach dennych</li> </ul>	
7.	Glin /Al./26,98	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: głównym składnikiem pierwotnych minerałów skałotwórczych takich jak skalenie, łuszczyki, amfibole, pirokseny, a także minerałów wtórnych jak kaolinit, smektyt, illit czy gibbsyt, w skorupie ziemskiej występuje wyłącznie jako jon <math>Al^{+3}</math>, w środowisku powierzchniowym najważniejszymi jego minerałami są minerały ilaste, warstwowe glinokrzemiany, powstające w wyniku procesów wietrzenia chemicznego pierwotnych glinokrzemianów, do wód powierzchniowych dostają się one przede wszystkim wraz ze spływem powierzchniowym i erozją.</li> </ul>	
8	Kadm/Cd/112,4/ 7440-43-9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: silnie rozproszony w skorupie ziemskiej, przede wszystkim w siarczku cynku (wurzyc, sfaleryt) oraz siarczku ołowiu (galena), chociaż tworzy własny minerał grinokit (<math>CdS</math>)., w najbogatszych w kadm węglach, w warunkach hipergenicnych w strefach utleniania kadm wchodzi głównie w skład smitsonitu (węglan cynku) tworząc własny minerał – otavit (<math>CdCO_3</math>).</li> <li>Antropogeniczne: odprowadzanie ścieków pochodzących z górnictwa, przeróbki i przetwarzania rud cynkowo ołowiowych oraz ścieków z zakładów przemysłu metalurgicznego, elektronicznego (składnik niskotopliwych stopów, pokrywanie wyrobów metalowych powłokami antykorozyjnymi, produkcja baterii i akumulatorów nikielowo-kadmowych), farbiarskiego, tworzyw sztucznych (stabilizator mas plastycznych np. PCV), spływ powierzchniowy z terenów rolniczych, na których przez wiele lat stosowano nawozy fosforowe oraz spływy burzowe z tras komunikacyjnych.</li> </ul>	H250 H330 H341 H350 H361fd H372 H410
9	Kobalt/Co/58,9/ 7440-48-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: jest pierwiastkiem rozproszonym, do najważniejszych minerałów należą: <math>CoAsS</math> – kobaltyn, <math>Co_3S_4</math> – linneit, <math>CoAs_2</math> – saffloryt. Jego średnie zawartości w skałach magmowych są w zakresie od 5 do 110 mg/kg. Pośród skał magmowych najbogatsze w kobalt są skały ultramaficzne, a najuboższe granity. Spośród skał osadowych najwyższą średnią zawartością kobaltu charakteryzują się łupki (15 mg/kg), a najniższą skały węglanowe – 1 mg/kg. Kobalt uruchomiony w wyniku wietrzenia jest łatwo sorbowany przez tlenki i wodorotlenki żelaza i manganu.</li> <li>Antropogeniczne: z zakładów przemysłu metalurgicznego (produkcja stopów), zakłady przemysłu ceramicznego, przemysłu chemicznego (produkcji farb), przemysłu farmaceutycznego (produkcja medykamentów),</li> </ul>	H317 H334 H413



10	Magnez/Mg/24,3/ 7439-95-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: wchodzi w skład rozmaitych minerałów skałotwórczych: oliwinów, dolomitu (<math>\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2</math>), magnezytu, karnalitu, kizerytu, naturalnie wyższe jego zawartości obserwuje się na obszarach występowania skał krystalicznych i dolomitów (obszar południowej Polski oraz Górny Śląsk).</li> <li>Antropogeniczne źródłem może być nawożenie gleb, hutnictwo stali.</li> </ul>	H250 H260
11	Mangan/Mn/54,9 38/ 7439-96-5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: występuje jako piroluzyt (<math>\text{MnO}_2</math>), psydomelan (<math>(\text{Ba},\text{H}_2\text{O})_2\text{Mn}_5\text{O}_{10}</math>), i rodochrozyt (<math>\text{MnCO}_3</math>), w skałach magmowych mangan wchodzi w skład oliwinów, piroksenów oraz amfiboli i biotytów podstawiając diadochowo jony <math>\text{Fe}^{2+}</math> w środowisku hipergenicznym uwodnione tlenki manganu wytrącają się w postaci żelu koloidalnego, który mając ujemny ładunek elektryczny może sorbować szereg metali, takich jak Ba, Co, Cu itp.</li> </ul>	H260 H319
12	Miedź/Cu/ 63,54/ 7440-50-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: w przyrodzie powszechnie, lecz w niewielkich stężeniach, minerały to: chalkozyn, chalkopiryt, bornit, kupryt, malachit i azuryt, w skałach: magmowych, osadowych najbogatsze w miedź są bitumiczne łupki ilaste.</li> <li>Antropogeniczne: spalanie węgla, przetwarzanie rud i wytopu miedzi, transport, rolnictwo (mikronawóz, środki ochrony roślin, dodatek do pasz), rybactwo (siarczan miedzi wykorzystywany jest do kontroli glonów i patogenów w stawach hodowlanych), a także w następstwie niszczenia przez czynniki atmosferyczne budynków.</li> </ul>	
13	Molibden/Mo/95, 94 /7439-98-7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: w skorupie ziemskiej jako minerał molibdenit (<math>\text{MoS}_2</math>) i wulfenit (<math>\text{PbMoO}_4</math>).</li> <li>Antropogeniczne: z hut produkujących stopy odporne na wysoką temperaturę i korozję (np. pręty spawalnicze), zakłady wytwarzające smary zawierające molibden, zakłady, w których molibden jest stosowany jako katalizator (rafinerie), w rolnictwie jako mikronawozu w uprawie np. kalafiorów.</li> </ul>	H228
14	Nikiel/Ni/58,69/ 7440-02-0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: w skorupie ziemskiej w postaci minerałów: garnieryt i pentlandyt.</li> <li>Antropogeniczne: zakłady przemysłu metalurgicznego (produkcja stopów), metalowego (powłoki antykorozyjne), elektrycznego (baterie), spożywczego katalizatory, tworzyw sztucznych, włókienniczego, odprowadzanie wód chłodniczych z instalacji, w których zastosowane zostały stopy żelaza z niklem, spalanie węgla i paliw płynnych.</li> </ul>	H317 H351 H372 H412
15	Ołów/Pb/207,2/ 439-92-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: jest pierwiastkiem geochemicznie rozproszonym, przede wszystkim w minerałach potasu, tworzy własne minerały, z których najważniejszym jest galena <math>\text{PbS}</math>, spośród skał magmowych najuboższe w ołów są skały ultramaficzne, a najbogatsze granity.</li> <li>Antropogeniczne: produkcji akumulatorów samochodowych, produkcji lutów, łożysk i panewek, powłok kablowych, amunicji, rur, barwników oraz past uszczelniających, wieloletnie powszechne stosowanie w produkcji paliw - czteroetylu ołowiu jako środka antystukowego.</li> </ul>	H360Df H332 H302 H373 H410
16	Potas/K/39,098/ 7440-02-0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: głównie jako minerał: sylwin, sylwinit, karnalit, kainit, langbeinit i różne glinokrzemiany.</li> </ul>	H260 H314
17	Rtęć/Hg/200,59/7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: jest pierwiastkiem rzadkim, jej najważniejszymi minerałami jest cynober <math>\text{HgS}</math> i rtęć metaliczna,</li> </ul>	H330



	439-97-6	<p>w warunkach hipergenicznych rtęć, absorbowana jest w osadach przede wszystkim w wyniku absorpcji przez składniki osadów - minerały ilaste, materię organiczną, związki żelaza (siarczki, wodorotlenki, fosforany).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antropogeniczne: sama lub jej związki są wykorzystywane (zakłady przemysłu elektrotechnicznego, zakłady przemysłu chemicznego – do produkcji chloru i sody, produkcji włókien sztucznych), wysokotemperaturowe przetwarzanie surowców lub odpadów gdzie zawarta w nich rtęć uwalniana jest do atmosfery np. spalanie paliw kopalnych, hutnictwo metali nieżelaznych, stosowanie w ubiegłym wieku na masową skalę metylortęci do zapraw nasiennych i preparatów grzybobójczych.</li> </ul>	H360D H372 H410
18	Siarka/S/32,1/ 7704-34-9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturalne: występuje w osadach wieku trzeciorzędowego, w postaci wypełnień drobnych przestrzeni, powstała w wyniku biologicznej redukcji siarczanu wapnia przez mikroorganizmy, jest pierwiastkiem szeroko rozpowszechnionym w przyrodzie, choć jej zawartość w skorupie ziemskiej nie jest zbyt duża (poniżej 0,1%). Skały magmowe zawierają średnio 0,03 - 0,18% siarki, a ze skał osadowych najwyższą średnią zawartością charakteryzują się łupki ilaste – 0,22%, piaskowce średnio zawierają 0,02% siarki, a wapień 0,12%. Do najważniejszych minerałów siarki należą: pirotyt (<math>Fe_{1-x}S(x-0,17)</math>), pirytyt (<math>FeS_2</math>), gips (<math>Ca[SO_4] \cdot 2H_2O</math>) i anhydryt (<math>Ca[SO_4]</math>).</li> </ul>	
19	Srebro/Ag/107,8 6/ 7440-22-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturalne: rzadki pierwiastek, najważniejszymi minerałami są: argentyt i srebro rodzime, chlorargiryt (<math>AgCl</math>) czy pirargiryt (<math>Ag_3SbS_3</math>), rozproszone w siarczkach; galenie, sfalerycie, chalkopirycie.</li> <li>• Antropogeniczne: produkcja sprzętu elektrycznego i elektronicznego, do produkcji spoiwa lutowicznego, baterii srebrowo-cynkowych i srebrowo-kadmowych o wysokiej pojemności, paneli słonecznych, jako katalizator w produkcji formaldehydu, glikolu etylenowego, poliestru, składnik środków dezynfekujących i odkażających, przemyśle fotograficznym.</li> </ul>	
20	Stront/Sr/87,62	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturalne: rozproszony, głównie w minerałach wapnia i potasu (skalenie), głównymi jego minerałami są: stroncjanit <math>SrCO_3</math> i celestyn <math>SrSO_4</math>),</li> <li>• Antropogeniczne: z zakładów przemysłu ceramicznego i szklarskiego, z produkcji farb i farmaceutyków, z cukrowni.</li> </ul>	H260 H315
21	Tytan/Ti/47,87/74 40-32-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturalne: w skorupie ziemskiej w ilościach rzędu 0,61%, w postaci minerałów: ilmenitu, rutylu i tytanitu, które są szeroko rozpowszechnione na całej Ziemi.</li> <li>• Antropogeniczne: metaliczny tytan otrzymujemy przez przerób rud. Jego najbardziej rozpowszechniony związek – dwutlenek tytanu znajduje zastosowanie w produkcji białych pigmentów. Inne związki zawierające tytan to czterochlorek tytanu używany do zasłon dymnych oraz jako katalizator w produkcji polipropylenu, jest dodawany jako dodatek stopowy do żelaza, aluminium, wanadu, molibdenu i innych. Stopy tytanu są wykorzystywane w przemyśle lotniczym (silniki odrzutowe, promy kosmiczne), militarnym, procesach metalurgicznych, motoryzacyjnym, medycznym (protezy dentystyczne, ortopedyczne klamry), sportów ekstremalnych i innych.</li> </ul>	



22	Wanad/V/50,94/7 440-62-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: w skorupie ziemskiej w formie minerałów: patronit i wandynit.</li> <li>Antropogeniczne: ze spalania ropy naftowej i spalania mazutu, z hut metali (składnik specjalnych gatunków stali), hut szkła, zakładów produkujących farby i lakiery, zakładów chemicznych (katalizator), cementowni, zakładów przeróbki fosforytów, spalania węgla w elektrowniach, pięciotlenek wanadu - <math>V_2O_5</math> jest wykorzystywany jako katalizator w produkcji kwasu siarkowego metodą kontaktową, w przemyśle ceramicznym, szklarskim, tlenki wanadu, elektrycznym (baterie litowo-wanadowe).</li> </ul>	
23	Wapń/Ca/40,1/74 40-70-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: jest pierwiastkiem wchodzącym w skład wielu minerałów skałotwórczych: plagioklazów, diopsydu, amfiboli, kalcytu, gipsu, węglany i siarczany wapnia są ważnymi składnikami osadów, głównie pochodzą one z wietrzenia fizycznego skał węglanowych – wapieni i dolomitów.</li> <li>Antropogeniczne: lokalnie antropogenicznym jego źródłem jest produkcja cementu.</li> </ul>	H 261
24	Węgiel/C/12,01/	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: w postaci węglanów w skałach (np. wapień) w niewielkich ilościach jako odmiana alotropowa: diament i grafit.</li> <li>Węgiel organiczny, całkowity węgiel organiczny, ogólny węgiel organiczny (OWO) – węgiel znajdujący się w związkach organicznych, jednostka stosowana w ekologii dla określenia biomasy oraz jednostka przeliczeniowa stosowana w hydrochemicznej ocenie jakości wód. W ekosystemach wodnych węgiel krąży między substancjami organicznymi i nieorganicznymi, co jest częścią globalnego obiegu węgla w przyrodzie. W hydrobiologii występujące w środowisku substancje zawierające węgiel dzielone są na rozpuszczony węgiel nieorganiczny (RWN, DIC – ang. dissolved inorganic carbon) występujący pod postacią <math>CO_2</math>, <math>HCO_3^-</math> i <math>CO_3^{2-}</math>, rozpuszczony węgiel organiczny (RWO, DOC – ang. dissolved organic carbon) oraz cząsteczkowy węgiel organiczny (POC – ang. particulate organic carbon).</li> </ul>	
25	Żelazo/Fe/55,845 /7439-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturalne: jeden z głównych składników wielu skał, w skałach magmowych, w skałach osadowych (wapień, łupki ilaste), w litosferze występuje głównie w formie krzemianów, siarczków, tlenków i węglanów, w strefie hipergenicznej geochemia żelaza zależy przede wszystkim od pH i Eh.</li> <li>Antropogeniczne: odprowadzenie ścieków komunalnych i przemysłowych.</li> </ul>	

Objaśnienia:

CAS- Chemical Abstracts Service

- H228 Substancja stała łatwopalna
- H 250 Zapala się samoistnie w wyniku wystawienia na działanie powietrza
- H260 W kontakcie z wodą uwalnia łatwopalne gazy, które mogą ulegać samozapaleniu
- H261 W kontakcie z wodą uwalnia łatwopalne gazy
- H300 Połknięcie grozi śmiercią
- H301 Toksyczność ostra (droga pokarmowa), kategoria zagrożenia 3
- H302 Toksyczność ostra (droga pokarmowa), kategoria zagrożenia 4
- H310 Grozi śmiercią w kontakcie ze skórą



- H311 Toksyczność ostra (po naniesieniu na skórę), kategoria zagrożenia 3
- H312 Działa szkodliwie w kontakcie ze skórą
- H314 Działanie żrące/drażniące na skórę, kategoria zagrożeń 1A, 1B, 1C
- H315 Działa drażniąco na skórę
- H317 Działanie uczulające na skórę, kategoria zagrożenia 1
- H318 Powoduje poważne uszkodzenie oczu
- H319 Poważne uszkodzenie oczu/działanie drażniące na oczy, kategoria zagrożenia 2
- H330 Toksyczność ostra (przy wdychaniu), kategorie zagrożeń 1, 2
- H331 Działa toksycznie w następstwie wdychania
- H332 Toksyczność ostra (przy wdychaniu), kategoria zagrożenia 4
- H334 Może powodować objawy alergii lub astmy lub trudności w oddychaniu w następstwie wdychania
- H335 Może powodować podrażnienie dróg oddechowych
- H340 Działanie mutagenne na komórki rozrodcze, kategoria zagrożeń 1A, 1B
- H341 Podejrzewa się, że powoduje wady genetyczne
- H350 Rakotwórczość, kategoria zagrożeń 1A, 1B
- H350i Wdychanie może spowodować raka
- H360D Może działać szkodliwie na dziecko w łonie matki
- H360Df Może działać szkodliwie na płodność. Może działać szkodliwie na dziecko w łonie matki
- H361d Podejrzewa się, że działa szkodliwie na dziecko w łonie matki
- H372 Działanie toksyczne na narządy docelowe – narażenie powtarzane, kategoria zagrożeń 1
- H373 Działanie toksyczne na narządy docelowe – narażenie powtarzane, kategoria zagrożeń 2
- H400 Stwarzające zagrożenie dla środowiska wodnego – zagrożenie ostre, kategoria 1
- H410 Stwarzające zagrożenie dla środowiska wodnego – zagrożenie przewlekłe, kategoria 1
- H411 Działa toksycznie na organizmy wodne, powodując długotrwałe skutki
- H413 Może powodować długotrwałe szkodliwe skutki dla organizmów wodnych



## 2.2 Trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO)

Osady denne mogą również zawierać znaczne ilości trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO), pochodzących zarówno ze źródeł naturalnych jak i antropogenicznych.

Ze względu na słabą rozpuszczalność w wodzie część TZO występuje głównie w formie zawieszonej. Po opadnięciu na dno zbiornika kumulują się w osadach dennych, stanowiąc czuły wskaźnik antropopresji.

Przedmiotem szczególnego zainteresowania i obiektem wielu badań są związki zaliczane do trwałych organicznych zanieczyszczeń środowiska (TZO). W literaturze można znaleźć wiele definicji tej grupy zanieczyszczeń środowiskowych. Tą grupę zanieczyszczeń określa się jako: *TZO to syntetyczne związki organiczne powszechnie występujące w środowiskach lądowych i wodnych. Są uważane za jedne z najbardziej trwałych związków organicznych pochodzenia antropogenicznego, które są emitowane do środowiska. Niektóre z tych związków charakteryzują się znaczną toksycznością i powodują objawy zatruc przewlekłych, takie jak działanie endokryne, mutagenność, kancerogenność. Dodatkowo, cechują się one stabilnością chemiczną zapewniającą im małą podatność na degradację w środowisku i w organizmach. Posiadają właściwości lipofilowe i podlegają biowzbożeniu.*

Związki z grupy TZO należą do różnych klas związków chemicznych. Jako najważniejsze należy wymienić:

- dioksyny (polichlorowane dibenzodioksyny oraz polichlorowane dibenzofurany, PCDD + PCDF);
- związki dioksynopodobne (ang. *dioxine like compounds*);
- wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA);
- polichlorowane bifenyle (PCB);
- pestycydy (DDT i jego metabolity, aldryna, chlordan, endryna, heptachlor, heksachlorobenzen -HCB, mireks, toksafen).

Niebezpieczne związki organiczne, takie jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), polichlorowane bifenyle (PCB) i pestycydy chloroorganiczne wprowadzane są do środowiska głównie w wyniku działalności człowieka.

WWA w przyrodzie występują w pewnej naturalnej, minimalnej ilości. Związki te mogą być syntetyzowane przez niektóre bakterie i rośliny (zwłaszcza glony) oraz mogą powstawać w wyniku rozkładu organicznych substancji glebowych. Istnieją również abiotyczne naturalne źródła WWA, takie jak pożary lasów czy erupcja wulkanów. Jednak w środowisku zdecydowana większość tych związków jest pochodzenia antropogenicznego, przede wszystkim z procesów spalania węgla i paliw płynnych, przemysłów koksowniczego i rafineryjnego oraz transportu drogowego. Do wód powierzchniowych WWA przenikają wraz ze ściekami, spływami wód deszczowych oraz w bardzo dużym stopniu w wyniku suchego i mokrego opadu atmosferycznego [21;22]. W środowisku wodnym WWA występują głównie w formie zawieszonej, co jest spowodowane ich bardzo małą rozpuszczalnością. Po opadnięciu na dno kumulują się w osadach dennych, stanowiąc czuły wskaźnik antropopresji. Spośród oznaczanych WWA najbardziej kancerogenny jest benzo(a)piren [23].



Obecność polichlorowanych bifenyli i pestycydów chloroorganicznych w osadach dennych związana jest tylko z działalnością człowieka. PCB miały szerokie zastosowanie przemysłowe aż do lat 70. ub. wieku. Były stosowane jako cieczy dielektryczne do kondensatorów i transformatorów wysokiego napięcia, jako płyny robocze w siłownikach hydraulicznych i wymiennikach ciepła, dodatki do farb i lakierów, plastyfikatory do tworzyw sztucznych, wypełniacze w środkach ochrony roślin, a także jako substancje do powlekania powierzchni i środki do impregnacji drewna [24÷26]. PCB powstają również podczas spalania węgla w elektrowniach, w gospodarce komunalnej, spalania odpadów szpitalnych, są także składnikiem zanieczyszczeń emitowanych w niektórych procesach technologicznych. Z grupy pestycydów chloroorganicznych największy problem stanowią pozostałości DDT i jego metabolity (DDE i DDD), izomery heksachlorocykloheksanu (HCH) oraz heptachlor, endryna i dieldryna. Związki te były stosowane przez kilkadziesiąt lat jako środki ochrony roślin. Ze względu na ich szkodliwe oddziaływanie na organizmy żywe oraz bardzo małą podatność na degradację w środowisku, w latach 70-tych ubiegłego wieku w Stanach Zjednoczonych i Europie zostały wycofane z produkcji i użycia [12, 27]. Są jednak nadal produkowane i stosowane w wielu krajach rozwijających się [28]. Ze względu na ich właściwości, a mianowicie wysoką prężność par, część z nich po zastosowaniu oprysków na polach uprawnych w krajach tropikalnych przedostaje się do atmosfery i jest transportowana wraz z masami powietrza na duże odległości w miejsca, gdzie nigdy nie były produkowane ani stosowane [29], np. w kierunku biegunów [30]. Stamtąd wraz z opadami atmosferycznymi trafiają do gleb w strefie umiarkowanej [31].

Do grupy trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w środowisku wodnym według Konwencji Sztokholmskiej z 2001r. zalicza się dwanaście związków organicznych. Osiem z nich to polichlorowane insektycydy: aldryna, dieldryna, ednryna, chlordan, DDT, heptachlor, mirex, toksafen oraz heksachlorobenzen. Ponadto do TZO zaliczono trzy grupy związków: polichlorowane dibenzodioksyny, polichlorowane dibenzofurany oraz polichlorowane bifenyle [32].

Trwałe zanieczyszczenia organiczne wg Konwencji Sztokholmskiej - podział na 3 kategorie:

#### **Pestycydy:**

- aldryna, chlordan, chlordekon, dieldryna, DDT, heptachlor, heksachlorobenzen, endryna, heksabromobifenyl, mireks, toksafen, heksachlorocykloheksan, w tym lindan ( $\gamma$ -heksachlorocykloheksan), chlordekon,  $\alpha$ -heksachlorocykloheksan,  $\beta$ -heksachlorocykloheksan, pentachlorobenzen, techniczny endosulfan i jego izomery, pentachlorobenzen.

#### **Chemikalia przemysłowe:**

- heksachlorobenzen, polichlorowane bifenyle (PCB), heksabromobifenyl, pentachlorobenzen, kwas perfluorooktanosulfonowy, jego sole i fluorek perfluorooktanosulfonylu oraz polibromowane etery difenylove: etery tetra- i pentabromodifenylove, stanowiące składniki handlowego eteru pentabromodifenylovego oraz etery heksa- i heptabromodifenylovego, stanowiące składniki handlowego eteru oktabromodifenylovego, heksachlorobutadien, kwas



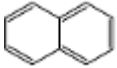


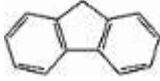


perfluorooktanosulfonowy, polibromowane etery difenyłowe: etery tetra- i pentabromodifenyłowe, stanowiące składniki handlowego eteru pentabromodifenyłowego oraz etery heksa- i heptabromodifenyłowe, stanowiące składniki handlowego eteru oktabromodifenyłowego, polichlorowane naftaleny, krótkołańcuchowe parafiny C10-C13, heksabromocyklododekan.

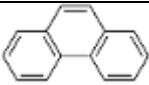
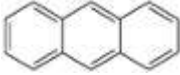
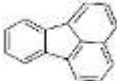
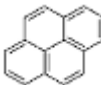
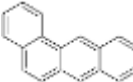
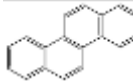
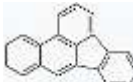
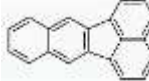
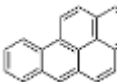


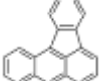
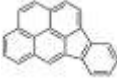

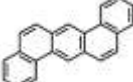
#### Produkty uboczne:

- polichlorowane dibenzo-p-dioksyny i polichlorowane dibenzofurany (PCDD/PCDF), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), heksachlorobenzen,  $\alpha$ -heksachlorocykloheksan,  $\beta$ -heksachlorocykloheksan, lindan, pentachlorobenzen, polichlorowane bifenyly (PCB).

Tabela 2 Charakterystyka związków organicznych [19; 33÷38]

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)				
Źródła przedostawania się do środowiska:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• szeroko rozpowszechniony w środowisku związany z naturalnymi procesami: pożary naturalnych ekosystemów roślinności ( wysokotemperaturowa piroliza materiału organicznego), wybuch wulkanów;</li> <li>• podczas diagenety i katagenety materii organicznej w procesach generacji ropy naftowej i przeobrażaniu materiału organicznego w węgiel;</li> <li>• przetwarzanie węgla kamiennych w koksowniach;</li> <li>• spalanie węgla w elektrowniach oraz gospodarstwach domowych;</li> <li>• przetwarzanie ropy naftowej w rafineriach;</li> <li>• transport - spalanie paliw płynnych w silnikach samochodowych i samolotowych;</li> <li>• wydobywanie, transportowanie i magazynowanie paliw płynnych;</li> <li>• spalanie odpadów komunalnych;</li> <li>• w trakcie procesów hutniczych.</li> </ul>				
Lp.	Nazwa związku	Wzór strukturalny/sumaryczny	Numer CAS	Zwroty wykazujące rodzaj zagrożenia
1.	Naftalen	 $C_{10}H_8$	91-20-3	H351 H302 H400 H410
2.	Acenaftylen	 $C_{12}H_8$	208-96-8	H302 H315 H319 H335
3.	Acenaften	 $C_{12}H_{10}$	83-32-9	H315 H319 H335 H410
4.	Fluoren	 $C_{13}H_{10}$	86-73-7	H410

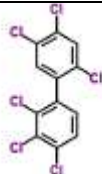
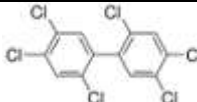
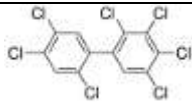
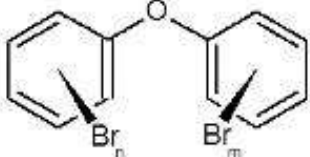
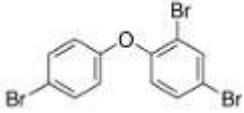
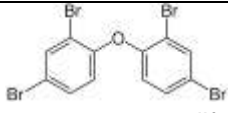


5.	Fenantren	 C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	85-01-8	H302 H410
6.	Antracen	 C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	120-12-7	H315 H319 H335 H410
7.	Fluoranten	 C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	206-44-0	H302 H410
8.	Piren	 C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	129-00-0	H410
9.	Benzo(a)antracen	 C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	56-55-3	H350 H400 H410
10.	Chryzen	 C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	218-01-9	H350 H341 H400 H410
11.	Benzo(b)fluoranten	 C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	205-99-2	H350 H400 H410
12.	Benzo(k)fluoranten	 C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	207-08-9	H350 H400 H410
13.	Benzo(a)piren	 C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	50-32-8	H350 H340 H360FD H317 H400 H410
14.	Benzo(e)piren	 C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	192-97-2	H350 H400 H410
15.	Perylen	 C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	198-55-0	
16.	Benzo(a)fluoranten	 C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	203-33-8	H315 H319 H335
17.	Indeno(1.2.3.cd)piren	 C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	193-39-5	H351
18.	Benzo(g.h.i)perylene	 C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	191-24-2	H410
19.	Dibenzo(a.h)antracen	 C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	53-70-3	H350 H410



Polichlorowane bifenylny PCB				
<p>Źródło uwalniania się do środowiska:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>głównie w przemyśle elektrotechnicznym jako płyny dielektryczne w transformatorach i materiały izolacyjne w kondensatorach dużej mocy.</li> </ul> <p>Inne zastosowania:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>spalanie węgla w elektrowniach i gospodarstwach domowych;</li> <li>spalanie odpadów szpitalnych;</li> <li>spalanie węgla kamiennego i drewna w gospodarstwach domowych;</li> <li>transport;</li> <li>wycieki z wymienników ciepła bądź transformatorów;</li> <li>procesy technologiczne;</li> <li>chemikalia produkowane na skalę przemysłową.</li> </ul>				
Lp.	Nazwa związku	Wzór sumaryczny	Numer CAS	Zwroty wykazujące rodzaj zagrożenia
	PCB Suma	$C_{12}H_xCl_y$ <p>Struktura chemiczna PCB. Pozycja, w których mogą znajdować się atomy chloru oznaczone są liczbami „n” – liczba atomów chloru w danym pierścieniu</p>	1336-36-3	
1	Polichlorowane bifenylny (nr 28)	<p>2,4,4' – Trichlorobiphenyl <math>C_{12}H_7Cl_3</math></p>	7012-37-5	H373 H400 H410
2	Polichlorowane bifenylny (nr 52)	<p>2,2',5,5' – Tetrachlorobiphenyl <math>C_{12}H_6Cl_4</math></p>	35693-99-3	H373 H400 H410
3	Polichlorowane bifenylny (nr 101)	<p>2,2',4,5,5' – Pentachlorobiphenyl <math>C_{12}H_5Cl_5</math></p>	37680-73-2	H373 H410
4	Polichlorowane bifenylny (nr 118)	<p>2,3',4,4',5' – Pentachlorobiphenyl <math>C_{12}H_5Cl_5</math></p>	31508-00-6	H373 H400 H410



5	Polichlorowane bifenyle (nr 138)	 2,2',3,4,4',5' – Heksachlorobiphenyl C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub>	35065-28-2	H373 H400 H410
6	Polichlorowane bifenyle (nr 153)/ 360,864g/mol	 2,2',4,4',5,5' – Hexachlorobiphenyl C <sub>12</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub>	35065-27-1	H373 H400 H410
7	Polichlorowane bifenyle (nr 180)	 2,2',3,4,4',5,5' – Heptachlorobiphenyl C <sub>12</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>7</sub>	35,65-29-3	H373 H410
<p>Polibromowane difenyletery (C<sub>12</sub>H<sub>(10-x)</sub>Br<sub>x</sub>O):</p> <p>Polibromowane difenyletery (PBDE ang. polibrominated diphenylethers) zaliczane są do grupy bromowane uniepalniaczy (BFR – ang. Brominated flame retardants). BFR'y pozwalają na opóźnienie procesu spalania materiału lub nawet całkowicie go zatrzymać. PBDE zbudowane są z dwóch pierścieni fenylowych podstawionych atomami bromu, które połączone są mostkiem tlenowym (klasyfikacja jako etery). Schematyczną strukturę PBDE przedstawia poniższa rycina.</p>  <p>Dodawane są do wielu polimerów z których produkowane są tekstylia, obudowy sprzętu elektronicznego, RTV i AGD, pianki poliuretanowe, osłony kabli elektrycznych i telekomunikacyjnych oraz rury wodociągowe i kanalizacyjne.</p>				
LP	Nazwa związku	Wzór sumaryczny	Numer CAS	Zwroty wykazujące rodzaj zagrożenia
1	Bromowane difenyletery (kongener nr 28)	 2,4,4'-Tribromowany eter difenylowy - BDE-28 - C <sub>12</sub> H <sub>7</sub> Br <sub>3</sub> O	41318-75-6	H225 H304 H315 H336 H400 H415
2	Bromowane difenyletery (kongener nr 47)	 2,2',4,4'-Tetrabromowany eter difenylowy - BDE-47 - C <sub>12</sub> H <sub>6</sub> Br <sub>4</sub> O	5436-41-1	H225 H304 H315 H336 H410
3	Bromowane difenyletery (kongener nr 99)		60348-60-9	H225 H304 H315

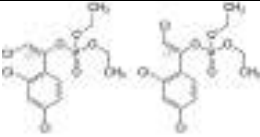
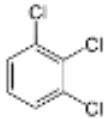
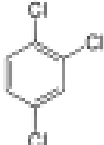
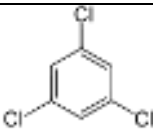
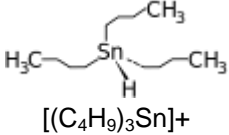
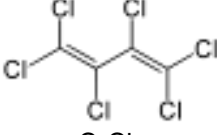
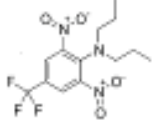
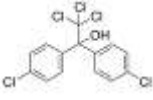
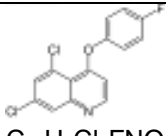
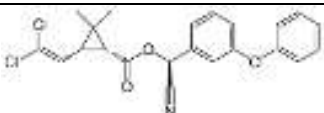


		<p>2,2',4,4',5-Pentabromowany eter difenyłowy - BDE-99 - C<sub>12</sub>H<sub>5</sub>Br<sub>5</sub>O</p>		H336 H410
4	Bromowane difenyloetery (kongener nr 100)	<p>2,2',4,4',6-Pentabromowany eter difenyłowy - BDE-100 - C<sub>12</sub>H<sub>5</sub>Br<sub>5</sub>O</p>	189084-64-8	H225 H304 H315 H336 H410
5	Bromowane difenyloetery (kongener nr 153)	<p>2,2',4,4',5,5'-Heksabromowany eter difenyłowy - BDE-153 - C<sub>12</sub>H<sub>4</sub>Br<sub>6</sub>O</p>	68631-49-2	H225 H304 H315 H336 H410
6	Bromowane difenyloetery (kongener nr 154)	<p>2,2',4,4',5,6'-Heksabromowany eter difenyłowy - BDE-154 - C<sub>12</sub>H<sub>4</sub>Br<sub>6</sub>O</p>	207122-15-4	H225 H304 H315 H336 H410
<b>Związki organiczne z grupy pestycydów</b>				
<p>Źródło uwalniania się do środowiska:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• produkcja środków ochrony roślin,</li> <li>• zwalczanie organizmów szkodliwych lub niepożądanych</li> <li>• ochrona roślin uprawnych, lasów, zbiorników wodnych, zwierząt, ludzi, produktów żywnościowych,</li> <li>• niszczenie żywych organizmów uznanych za szkodliwe, w budynkach inwentarskich, mieszkalnych, szpitalnych i magazynowych.</li> </ul>				
Lp.	Nazwa związku	Wzór sumaryczny / strukturalny	Numer CAS	Zwroty wykazujące rodzaj zagrożenia
1	Pentachlorobenzen	<p>C<sub>6</sub>HCl<sub>5</sub></p>	608-93-5	H228 H302 H410
2	Heksachlorobenzen	<p>C<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub></p>	118-74-1	H350 H372 H410
3	HCH suma	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub>	608-73-1	H301



		 $\alpha$ -HCH	 $\beta$ -HCH		H312 H332 H362 H373 H410
		 $\gamma$ -HCH	 $\delta$ -HCH		
4	DDT	 $C_{14}H_9Cl_5$		50-29-3	H351 H301 H372 H410
	DDE	 $C_{14}H_8Cl_4$		72-55-9	H351 H301 H372 H410
5	DDD	 $C_{14}H_{10}Cl_4$		72-54-8	H351 H301 H372 H410
6	Heptachlor	 $C_{10}H_5Cl_7$		76-44-8	H:301+311- 351-373-410
7	Epoksyd heptachloru	 $C_{10}H_5Cl_7O$		1024-57-3	H:301+311-35 1-373-410
8	Dieldryna	 $C_{12}H_8Cl_6O$		60-57-1	H351, H310, H301, H372, H410
9	Izodryna,	 $C_{12}H_8Cl_6$		465-73-6	H300, H310, H330, H410
10	Endosulfan	 $C_9H_6Cl_6O_3S$		115-29-7	H:300+310+ 330-410



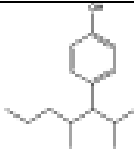
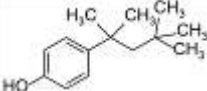
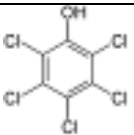
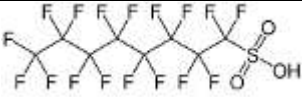
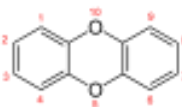
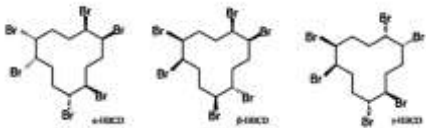
11	Chlorfenwinfos	 $C_{12}H_{14}Cl_3O_4P$	470-90-6	H300 H311 H410
12	Trichlorobenzen - suma	 1,2,3-trichlorobenzen, $C_6H_3Cl_3$	87-61-6	H302 H410
		 1,2,4-trichlorobenzen,	120-82-1	H 302 H315 H410
		 1,3,5-trichlorobenzen	108-70-3	H: 302-312-315- 319-332-335-4 12
13	Związki tributyllocyny (kation tributyllocyny),	 $[(C_4H_9)_3Sn]^+$	688-73-3	H:301-312-315 -319-360FD-37 2-410
14	Heksachlorobutadien	 $C_4Cl_6$	87-68-3	H: 301-310-330-3 15-319-351-36 1-410
15	Trifluarlina	 $C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$	1582-09-8	H: 351-317-410
16	Dikofol	 $C_{14}H_9Cl_5O_5$	115-32-2	H: 302-312-315-3 17-410
17	Chinoksyfen	 $C_{15}H_8Cl_2FNO$	124495-18-7	H317 H410
18	Cypermetyna		52315-07-8	H:301-332-335 -410



		$C_{22}H_{19}NO_3Cl_2$		
19	Chlordekon	 $C_{10}Cl_{10}O_2$	143-50-0	H:301-311-351-410
20	Toksafen	 $C_{10}H_{15}Cl$	8001-35-2	H:301-312-315-335-351-410
21	Endryna	 $C_{12}H_8Cl_6O$	72-20-8	H: 300-311-410
22	Aldryna	 $C_{12}H_8Cl_6$	309-00-2	H301, H311, H351, H372, H410
23	Alachlor	 $C_{14}H_{20}ClNO_2$	15972-60-8	H 302 H 317 H351 H410
24	Chlorpiryfos	 $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$	2921-88-2	H 301 H 410
25	Aklonifen	 $C_{12}H_9ClN_2O_3$	74070-46-5	H:351-317-410
26	Bifenoks	 $C_{14}H_9Cl_2NO_3$	42576-02-3	
27	Cybutryna	 $C_{11}H_{19}N_5S$	28159-98-0	H317 H400
<b>Związki organiczne</b>				
1	Ftalan di(2-etyloheksylu)	 $C_{26}H_{48}O_4$	117-81-7	H: 360FD





		$C_{24}H_{38}O_4$		
2	Chloroalkany C10-C13	$C_xH_{(2x+2-y)}Cl_y$		
3	Nonylofenole (4-nonylofenol)	 $C_{15}H_{24}O$	104-40-5	H 302-314-361-4 10
4	Oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol)	 $C_{14}H_{22}O$	140-66-9	H:315-318-410
5	Pentachlorofenol	 $C_6HCl_5O$	87-86-5	H:301+311-33 0-315-319-335- 351-410
6	kwaskwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS)	 $C_8HF_{17}O_3S$	1763-23-1	H:302+332-31 4-351-360D-36 2-372-411
7	Dioksyne i związki dioksynopodobne			
8	Heksabromocyklododekan		3194-55-6	H361 H362



## 3 ZAKRES I METODYKA BADAŃ

### 3.1 Prace terenowe

Prace terenowe obejmowały pobór próbek osadów dennych w 420 punktach pomiarowo – kontrolnych zlokalizowanych na rzekach oraz kanałach rzecznych (270 punktów), a także jeziorach i zbiornikach zaporowych (149 punktów).

Prace terenowe były wykonywane zgodnie z metodyką określoną przez Zamawiającego (Część B SIWZ- Procedura pobierania próbek osadów dennych)

#### Pobór osadów dennych z rzek

Lokalizacje punktów pomiarowo - kontrolnych wskazane do monitoringu, umiejscowione w obrębie poszczególnych JCWP, w roku 2016 zostały przyjęte w oparciu o współrzędne wskazane przez Zamawiającego (Część E SIWZ - Wykaz punktów pomiarowo - kontrolnych monitoringu osadów dennych przeznaczonych do opróbowania w latach 2016 - 2017). Zgodnie z przyjętą metodyką faktyczne miejsce poboru (stanowisko badania) stanowiło wypadkową lokalizacji punktu pomiarowo - kontrolnego oraz miejsca, w którym możliwe było wykonanie poboru (bezpieczne dojście do linii brzegowej, obecność osadów, itp.). Dla próbek osadów rzecznych miejsce poboru 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 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.

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

Osady pobierano łyżką/łopatą i przecierano przez sito nylonowe o oczkach 2 mm. Przesiana próbka po zdekantowaniu cieczy i po wymieszaniu osadu umieszczana była do opisanego plastikowego pojemnika (dla próbek przeznaczonych do oznaczeń pierwiastków śladowych i głównych) oraz do oznakowanego szklanego słoika o ciemnym szkle i przykrytego folią aluminiową (próbki przeznaczone na oznaczenie trwałych zanieczyszczeń organicznych). Materiał, odpowiednio zabezpieczony (przed uszkodzeniem, nadmiernym ogrzaniem) trafiał transportem kołowym niezwłocznie do laboratorium OBIKS.



Z miejsca poboru wypełniano kartę opróbowania wg szablonu znajdującego się w Części B SIWZ. W karcie umieszczano informacje, m.in nt. lokalizacji punktu poboru, zabudowie, użytkowaniu otoczenia miejsca poboru, aluwium czy dacie poboru.

#### Pobór osadów dennych z jezior

Lokalizacje punktów pomiarowo - kontrolnych wskazane do monitoringu, umiejscowione w obrębie poszczególnych JCWP, w roku 2016 zostały przyjęte w oparciu o jeziora wskazane przez Zamawiającego (Część E SIWZ - Wykaz punktów pomiarowo - kontrolnych monitoringu osadów dennych przeznaczonych do opróbowania w latach 2016 - 2017).

Z jezior (i zbiorników zaporowych) o powierzchni od 500 do 5000 ha pobierano kilka próbek, a z jezior (i zbiorników zaporowych) o powierzchni do 500 ha - jedną próbkę.

Lokalizacja głębozczków była ustalana w oparciu o dostępne dane batymetryczne jezior (atlasy jezior, mapy batymetryczne, dane PZW) lub z wykorzystaniem echosondy.

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.

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

Do badań pobierano 5-centymetrową powierzchniową warstwę osadów. Do poboru wykorzystywano próbnik van Veen'a. Próbką w przypadku poboru z kilku głębozczków była uśredniana. Pobrane osady delikatnie przecierano przez sito nylonowe o oczkach 2 mm. Po wymieszaniu osadu w wiadrze, próbka umieszczana była do opisanego plastikowego pojemnika (dla próbek przeznaczonych do oznaczeń pierwiastków śladowych i głównych) oraz do oznakowanego szklanego słoika o ciemnym szkłe i przykrytego folią aluminiową (próbki przeznaczone na oznaczenie trwałych zanieczyszczeń organicznych). Materiał, odpowiednio zabezpieczony (przed uszkodzeniem, nadmiernym ogrzaniem) trafiał transportem kołowym niezwłocznie do laboratorium OBIKŚ.

Z miejsca poboru wypełniano kartę opróbowania wg szablonu znajdującego się w Części B SIWZ.

Dane terenowe, tj karty opróbowania, zdjęcia z geokodowaniem oraz mapy obrazujące lokalizacje punktów poborów zostały przedstawione odpowiednio w załączniku 1 oraz 2.

W ramach zadania, przewidziany był pobór osadów dennych z 17 punktów na jeziorach i 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 (Dz. U. z 2015 r. poz. 1651 z późn. zm) uzyskano zezwolenia na przeprowadzenie badań wydawane przez odpowiednich Regionalnych Dyrektorów Ochrony Środowiska lub Dyrektorów Parków Narodowych.

### 3.2 Badania laboratoryjne

Badania prowadzone podczas realizacji monitoringu osadów dennych wykonane zostały przez akredytowane zgodnie z wymaganiami EN/ISO IEC 17025:2005, jednostki badawcze (AB 213 akredytowane przez PCA oraz 1163 (319/2016) akredytowane przez CIA).

Polityka systemu zarządzania dotycząca jakości, jak również deklaracja polityki jakości określone przez laboratoria wykonujące badania : Laboratorium Ośrodka Badań i Kontroli Środowiska Sp. z o.o. oraz i ALS Czech Republic s.r.o. zobowiązują do wykonywania badań w taki sposób , aby były spełnione wymagania zawarte w EN ISO/IEC 17025:2005 oraz zaspokojone potrzeby klientów 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 stosowania właściwych metod i procedur, 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 EN ISO/IEC 17025:2005 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 EN ISO/IEC 17025:2005, 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.

Po dostarczeniu do Laboratorium próbkom osadów dennych nadane zostały wewnętrzne numery identyfikacyjne Laboratorium OBiKŚ. Następnie próbki były przepakowywane i wysyłane na podzlecenie.

Przygotowanie próbek do analizy 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 ZMP WA-33);
- 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 na aparacie Optima 5300 DV Perkin Elmer;
- 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 Kjeltec 2300 firmy FOSS;
- przygotowanie wyciągu wodnego w stosunku cieczy do fazy stałej 10l/1kg zgodnie z PN-EN 12457-4:2006, celem oznaczenia pH (ph-metr ELMETRON CP-401), przewodności elektrycznej właściwej (konduktometr ELMETRON CC-401) oraz fluorków (aparat ELMETRON CPI-551);
- ekstrakcje ultradźwiękową celem przygotowania próbki do oznaczenia za pomocą aparatu Agilent Technologies 7890A GC System związków organicznych: chloroalkany C10-C13, chlorfeninfos, bromowane difenylotery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154), związki tributyllocyny (kation tributyllocyny), kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS), heksabromocyklododekan, chlorpiryfos;
- ekstrakcje Soxhleta celem przygotowania próbki do oznaczenia aparatem DIONEX HPLC z detektorem UltiMate 3000 SLD związków organicznych: benzo(e)piren, perylen,
- ekstrakcje celem przygotowania próbki do oznaczenia aparatem Agilent 7890a GC MS/MS związków organicznych: chinoksyfen, dikofol, cypermetryna, chlordekon, heksabromodifenol, toksafen, aklonifen, bifenoks, cybutryna,
- ekstrakcje celem przygotowania próbki do oznaczenia za pomocą aparatu DFS THERMO dioksyn i związków dioksynopodobnych,



- ekstrakcje celem przygotowania próbki do oznaczenia aparatem GC-MS Agilent 6890 nonylofenoli i oktylofenoli,
- ekstrakcje celem przygotowania próbki do oznaczenia za pomocą aparatu Agilent 6890 N związków organicznych: polichlorowane bifenylole, 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,
- ekstrakcje celem przygotowania próbki do oznaczenia za pomocą aparatu GC Agilent 6890 N, MSD 5973 związków organicznych: naftalen, fenantren, antracen, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(a)fluoranten, benzo(g,h,i)perylen, acenaftylen, acenaften, fluoren, piren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3-c,d)piren, dibenzo(a,h)antracen, ftalan di(2-etyloheksylu), 1,2,3- trichloronbenzen, 1,2,4- trichlorobenzen, 1,3,5- trichlorobenzen, pentachlorofenol,
- wysuszenie i rozdrobnienie próbki celem oznaczenia rtęci aparatem AMA 254 Altec oraz ogólnego węgla organicznego za pomocą aparatu WTK c/s Diram.

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.



Tabela 3 Zestawienie metod badawczych, dokumentów odniesienia, granic oznaczalności i wykrywalności dla wskaźników fizyko-chemicznych analizowanych osadów dennych

Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
1	pH	Metoda potencjometryczna	PN-EN 12457-4:2006 PN-EN ISO 10523:2012	2,0	2,0	1,0	10%	A
2	Przewodność elektryczna właściwa	Metoda konduktometryczna	PN-EN 12457-4:2006 PN-EN 27888:1999	10 µS/cm	10 µS/cm	5 µS/cm	3%	NA
3	Srebro	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,10 mg/kg s.m.	0,10 mg/kg s.m.	0,05 mg/kg s.m.	20%	A
4	Arsen	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009 PB/1/20/D:30.06.2015	0,10 mg/kg sm	0,10 mg/kg sm	0,050 mg/kg s.m.	20%	A
5	Bar	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,10 mg/kg s.m.	0,10 mg/kg s.m.	0,05 mg/kg s.m.	20%	A
6	Kadm	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009 PB/1/13/D:04.2013	0,05 mg/kg s.m.	0,05 mg/kg s.m.	0,025 mg/kg s.m.	15%	A
7	Kobalt	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,20 mg/kg s.m.	0,20 mg/kg s.m.	0,10 mg/kg s.m.	20%	A
8	Chrom	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009 PB/1/13/D:04.2013	0,30 mg/kg s.m.	0,30 mg/kg s.m.	0,15 mg/kg s.m.	12%	A
9	Miedź	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009 PB/1/13/D:04.2013	0,40 mg/kg s.m.	0,40 mg/kg s.m.	0,20 mg/kg s.m.	10%	A
10	Rtęć	Metoda spektrometrii absorpcyjnej z zatażeniem na amalgamatorze	CZ_SOP_D06_02_003 (CSN 46 5735, TNV 75 7440)	0,05 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,05 mg/kg s.m. 0,100 mg/kg s.m. 0,101 mg/kg s.m. 0,102 mg/kg s.m. 0,103 mg/kg s.m. 0,122 mg/kg s.m. 0,125 mg/kg s.m. 0,126 mg/kg s.m. 0,126 mg/kg s.m. 0,129 mg/kg s.m.	0,016 mg/kg s.m.	20%	A



Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
					0,133 mg/kg s.m 0,144 mg/kg s.m 0,145 mg/kg s.m 0,148 mg/kg s.m 0,153 mg/kg s.m 0,154 mg/kg s.m 0,158 mg/kg s.m 0,160 mg/kg s.m 0,166 mg/kg s.m 0,169 mg/kg s.m 0,172 mg/kg s.m 0,178 mg/kg s.m 0,179 mg/kg s.m 0,182 mg/kg s.m 0,199 mg/kg s.m 0,200 mg/kg s.m 0,204 mg/kg s.m 0,211 mg/kg s.m 0,216 mg/kg s.m 0,221 mg/kg s.m 0,240 mg/kg s.m 0,245 mg/kg s.m 0,248 mg/kg s.m 0,250 mg/kg s.m 0,250 mg/kg s.m 0,252 mg/kg s.m 0,255 mg/kg s.m 0,258 mg/kg s.m 0,312 mg/kg s.m 0,374 mg/kg s.m 0,379 mg/kg s.m 0,402 mg/kg s.m 0,505 mg/kg s.m 0,595 mg/kg s.m 0,649 mg/kg s.m 0,710 mg/kg s.m 0,998 mg/kg s.m 1,05 mg/kg s.m			





Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
					1,13 mg/kg s.m 1,28 mg/kg s.m 1,30 mg/kg s.m 1,54 mg/kg s.m 1,67 mg/kg s.m 2,50 mg/kg s.m 3,36 mg/kg s.m 3,51 mg/kg s.m 4,17 mg/kg s.m 4,82 mg/kg s.m 5,17 mg/kg s.m			
11	Magnez	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,70 mg/kg s.m.	0,70 mg/kg s.m.	0,35 mg/kg s.m.	20%	A
12	Molibden	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,40 mg/kg s.m.	0,40 mg/kg s.m.	0,20 mg/kg s.m.	20%	A
13	Nikiel	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009 PB/1/13/D:04.2013	0,40 mg/kg s.m.	0,40 mg/kg s.m.	0,20 mg/kg s.m.	10%	A
14	Ołów	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009 PB/1/13/D:04.2013	1,00 mg/kg s.m.	1,00 mg/kg s.m.	0,50 mg/kg s.m.	10%	A
15	Cyna	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	5,00 mg/kg s.m.	5,00 mg/kg s.m.	2,50 mg/kg s.m.	30%	A
16	Stront	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,30 mg/kg s.m.	0,30 mg/kg s.m.	0,15 mg/kg s.m.	20%	A
17	Wanad	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,50 mg/kg s.m.	0,50 mg/kg s.m.	0,25 mg/kg s.m.	20%	A
18	Cynk	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009 PB/1/13/D:04.2013	0,50 mg/kg s.m.	0,50 mg/kg s.m.	0,25 mg/kg s.m.	16%	A
19	Wapń	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	1,00 mg/kg s.m.	1,00 mg/kg s.m.	0,50 mg/kg s.m.	20%	A



Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
20	Ogólny węgiel organiczny	Metoda miareczkowania kulometrycznego	CZ_SOP_D06_07_055 (CSN ISO 10694, CSN EN 13137)	0,10 %	0,10 %	0,033 %	10 %	A
21	Żelazo	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,40 mg/kg s.m.	0,40 mg/kg s.m.	0,20 mg/kg s.m.	20%	A
22	Mangan	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,10 mg/kg s.m.	0,10 mg/kg s.m.	0,05 mg/kg s.m.	20%	A
23	Fosfor	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	5,00 mg/kg s.m.	5,00 mg/kg s.m.	2,50 mg/kg s.m.	20%	A
24	Siarka	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,50 mg/kg s.m.	0,50 mg/kg s.m.	0,25 mg/kg s.m.	20%	NA
25	Tytan	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	0,10 mg/kg s.m.	0,10 mg/kg s.m.	0,05 mg/kg s.m.	20%	A
26	Glin	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	1,00 mg/kg s.m.	1,00 mg/kg s.m.	0,50 mg/kg s.m.	20%	A
27	Potas	Metoda emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES)	PN-EN 13657:2006 PN-EN ISO 11885:2009	100 mg/kg s.m.	100 mg/kg s.m.	50 mg/kg s.m.	20%	A
28	Naftalen	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,010 mg/kg s.m. 0,010 mg/kg s.m. 0,012 mg/kg s.m. 0,013 mg/kg s.m. 0,018 mg/kg s.m. 0,019 mg/kg s.m. 0,025 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
29	Fenantren	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
30	Antracen	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131,	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A



Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
			EPA 8091, CSN EN ISO 6468)					
31	Fluoranten	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
32	Chryzen	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
33	Benzo(a)antracen	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
34	Benzo(a)piren	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,010 mg/kg s.m. 0,020 mg/kg s.m. 0,030 mg/kg s.m. 0,051 mg/kg s.m. 0,077 mg/kg s.m. 0,158 mg/kg s.m. 0,183 mg/kg s.m. 0,190 mg/kg s.m. 0,260 mg/kg s.m. 0,280 mg/kg s.m. 0,283 mg/kg s.m. 0,367 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
35	Benzo(a)fluoranten	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,100 mg/kg s.m.	0,100 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
36	Benzo(g,h,i)perylene	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,010 mg/kg s.m. 0,018 mg/kg s.m. 0,020 mg/kg s.m. 0,030 mg/kg s.m. 0,033 mg/kg s.m. 0,040 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
37	Acenaftylen	Metoda chromatografii gazowej ze	CZ_SOP_D06_03_161	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A



Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
		spektrometrią mas (GC-MS)	(EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)					
38	Acenaften	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
39	Fluoren	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
40	Piren	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
41	Benzo(b)fluoranten	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
42	Benzo(k)fluoranten	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
43	Benzo(e)piren	Metoda wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB/II/6/E:15.04.2013	0,020 mg/kg s.m.	0,020 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	25%	NA
44	Indeno(1,2,3-c,d)piren	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091, CSN EN ISO 6468)	0,010 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,010 mg/kg s.m. 0,015 mg/kg s.m. 0,020 mg/kg s.m. 0,023 mg/kg s.m. 0,036 mg/kg s.m. 0,040 mg/kg s.m. 0,046 mg/kg s.m. 0,050 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A
45	Dibenzo(a,h)antracen	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_161 (EPA 8270, EPA 8131, EPA 8091,	0,010 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,010 mg/kg s.m. 0,011 mg/kg s.m. 0,015 mg/kg s.m.	0,033 mg/kg s.m.	30%	A



Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
			CSN EN ISO 6468)		0,017 mg/kg s.m 0,020 mg/kg s.m 0,025 mg/kg s.m 0,030 mg/kg s.m 0,040 mg/kg s.m			
46	Perylen	Metoda wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB/II/6/E:15.04.2013	0,020 mg/kg s.m.	0,020 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	25%	NA
47	Polichlorowane bifenyle (kongenery o nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)	Metoda chromatografii gazowej chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_166 (DIN 38407, part 2, EPA 8082)	0,003 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,003 mg/kg s.m. 0,006 mg/kg s.m. 0,009 mg/kg s.m.	0,001 mg/kg s.m.	40%	A
48	Pentachlorobenzen	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
49	Heksachlorobenzen	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,005 mg/kg s.m.	0,005 mg/kg s.m.	0,0016 mg/kg s.m.	40%	A
50	Alfa-HCH	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
51	Beta-HCH	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
52	Gamma-HCH	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,00033 mg/kg s.m.	40%	A
53	Delta-HCH	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
54	Heptachlor i epoksyd	Metoda chromatografii gazowej z	CZ_SOP_D06_03_169	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A



Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
	heptachloru	detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	(CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)					
55	Dieldryna	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
56	Izodryna	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
57	DDT całkowity, w tym izomer para-para	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,01 mg/kg s.m. 0,06 mg/kg s.m.	0,013 mg/kg s.m.	40%	A
58	p,p'-DDE	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
59	p,p'-DDD	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
60	Endosulfan	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
61	Ftalan di(2-etyloheksylu)	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_159 (EPA 8061A)	0,80 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,80 mg/kg s.m. 2,0 mg/kg s.m.	0,26 mg/kg s.m.	35%	A
62	Chloroalkany C10-C13	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	PB/II/51/A	0,10 mg/kg s.m.	0,10 mg/kg s.m.	0,050 mg/kg s.m.	30%	NA
63	Fluorki	Metoda chromatografii jonowej (IC)	PN-EN 12457-4:2006 PN-EN ISO 10304-1:2009	1,0 mg/kg s.m.	1,0 mg/kg s.m.	0,5 mg/kg s.m.	10%	A
64	Chlorfenwinfos	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	PB/II/52/A	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,005 mg/kg s.m.	30%	NA
65	Bromowane difenyloetery (kongenery nr 28, 47,	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	PB/II/51/A	0,010 mg/ kg sm	0,010 mg/ kg sm	0,005 mg/kg sm	30%	NA



Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
	99, 100, 153, 154)							
66	Związki tributylcyliny (kation tributylcyliny)	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	PB/II/53/A	0,005 mg/kg s.m.	0,005 mg/kg s.m.	0,003 mg/kg s.m.	30%	NA
67	Heksachlorobutadien	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_169 (US EPA 8081)	0,010 mg/kg sm	0,010 mg/kg sm	0,005 mg/kg s.m.	40%	A
68	1,2,3-trichlorobenzen	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_155 (EPA 624, EPA 8260)	0,020 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,020 mg/kg s.m. 0,050 mg/kg s.m. 0,040 mg/kg s.m. 0,030 mg/kg s.m. 0,060 mg/kg s.m. 0,052 mg/kg s.m. 0,080 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	40%	A
69	1,2,4-trichlorobenzen	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_155 (EPA 624, EPA 8260)	0,030 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,030 mg/kg s.m. 0,075 mg/kg s.m. 0,060 mg/kg s.m. 0,045 mg/kg s.m. 0,090 mg/kg s.m. 0,078 mg/kg s.m. 0,120 mg/kg s.m.	0,015 mg/kg s.m.	40%	A
70	1,3,5-trichlorobenzen	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_155 (EPA 624, EPA 8260)	0,050 mg/kg s.m. <sup>1)</sup>	0,050 mg/kg s.m. 0,125 mg/kg s.m. 0,100 mg/kg s.m. 0,075 mg/kg s.m. 0,150 mg/kg s.m. 0,130 mg/kg s.m. 0,200 mg/kg s.m.	0,025 mg/kg s.m.	40%	A
71	Nonylofenole (4-nonylofenol)	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_167 (norma europejska BT WI CSS99040)	1,0 mg/kg sm	1,0 mg/kg sm	0,5 mg/kg s.m.	40%	NA
72	Oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol)	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_167 (norma europejska BT WI CSS99040)	1 mg/kg s.m.	1 mg/kg s.m.	0,33 mg/kg s.m.	40%	NA
73	Pentachlorofenol	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	CZ_SOP_D06_03_158 - z wyjątkiem rozdz. 9.1 i 9.3 (US EPA 8041, US EPA 3500, DIN ISO 14154)	0,005 mg/kg s.m.	0,005 mg/kg s.m.	0,0016 mg/kg s.m.	25%	A



Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
74	Trifluarolina	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
75	Dikofol	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	Procedura badawcza PB-25	0,8 µg/kg s.m.	0,8 µg/kg s.m.	0,2 µg/kg s.m.	10%	NA
76	Kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS)	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	PB/I/51/A	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,005 mg/kg s.m.	30%	NA
77	Chinoksyfen	Metoda chromatografii gazowej tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	Procedura badawcza PB-25	0,8 µg/kg s.m.	0,8 µg/kg s.m.	0,2 µg/kg s.m.	15%	NA
78	Dioksyny i związki dioksynopodobne	Metoda chromatografii gazowej z wysokorozdzielczą spektrometrią mas (GC-HRMS)	CZ_SOP_D06_06_175 (US EPA 1613)	0,055 µg/kg sm <sup>2)</sup>	0,004 µg/kg sm	0,00013 µg/kg sm	30%	A
79	Cypermetryna	Metoda chromatografii gazowej z tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	Procedura badawcza PB-25	0,8 µg/kg s.m.	0,8 µg/kg s.m.	0,2 µg/kg s.m.	8%	NA
80	Heksabromocyklodekan	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	PB/I/51/A	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,005 mg/kg s.m.	30%	NA
81	Chlordekon	Metoda chromatografii gazowej tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	Procedura badawcza PB-25	0,8 µg/kg s.m.	0,8 µg/kg s.m.	0,2 µg/kg s.m.	10%	NA
82	Heksabromodifenol	Metoda chromatografii gazowej tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	Procedura badawcza PB-25	0,8 µg/kg s.m.	0,8 µg/kg s.m.	0,2 µg/kg s.m.	17%	NA
83	Toksafen	Metoda chromatografii gazowej tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	Procedura badawcza PB-25	0,8 µg/kg s.m.	0,8 µg/kg s.m.	0,2 µg/kg s.m.	15%	NA
84	Endryna	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
85	Aldryna	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081,	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A





Lp.	Parametr	Metoda badawcza	Dokumenty odniesienia	Granica oznaczalności metody badawczej	Raportowana granica dla próbek	Granica wykrywalności metody badawczej	Niepewność metody badawczej	Parametr akredytowany (A)/ Parametr nieakredytowany (NA)
			DIN 38407-2)					
86	Azot Kjeldahla	Metoda miareczkowa	PN-EN 13342:2002	20 mg/kg s.m.	20 mg/kg s.m.	10 mg/kg s.m.	10%	A
87	Alachlor	Metoda chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD)	CZ_SOP_D06_03_169 (CSN EN ISO 6468, EPA 8081, DIN 38407-2)	0,01 mg/kg s.m.	0,01 mg/kg s.m.	0,0033 mg/kg s.m.	40%	A
88	Chlorpiryfos	Metoda chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (GC-MS)	PB/II/52/A	0,010 mg/kg s.m.	0,010 mg/kg s.m.	0,005 mg/kg s.m.	30%	NA
89	Aklonifen	Metoda chromatografii gazowej z tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	Procedura badawcza PB-25	0,8 µg/kg s.m.	0,8 µg/kg s.m.	0,2 µg/kg s.m.	16%	NA
90	Bifenoks	Metoda chromatografii gazowej z tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	Procedura badawcza PB-25	0,8 µg/kg s.m.	0,8 µg/kg s.m.	0,2 µg/kg s.m.	13%	NA
91	Cybutryna	Metoda chromatografii gazowej z tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	Procedura badawcza PB-25	0,8 µg/kg s.m.	0,8 µg/kg s.m.	0,2 µg/kg s.m.	15%	NA

**Objaśnienia:**

s.m. – sucha masa

- 1) – podniesienie granicy oznaczalności metody badawczej spowodowane jest interferencją matrycy, a tym samym koniecznością zastosowania rozcieńczenia lub zateżenia próbki - wyniki granic oznaczalności dla próbek przedstawiono w kolumnie Raportowana granica dla próbek
- 2) - w tabeli podano najwyższe uzyskane wartości a granice oznaczalności i wykrywalności wyznaczone były w każdej serii pomiarowej



### 3.3 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. Bojkowska I., Sokołowska G. 1998);
- 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. PIG 2015).

#### 3.3.1 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 ustalona 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 4 Klasyfikacja osadów wodnych na podstawie kryteriów geochemicznych

Składnik	Tło geochemiczne	I klasa	II klasa	III klasa	poza klasowe
	<b>Pierwiastki [mg/kg]</b>				
Srebro (Ag)	<0,5	<2,0	<5,0	<10,0	>10,0
Arsen (As)	<5	<10*	<20	<50	>50
Bar (Ba)	<51	<100**	<300	<500	>500
Kadm Cd)	<0,5	<1,0	<5,0	<20	>20
Kobalt (Co)	2	<10	<20	<50	>50
Chrom (Cr)	5	<20	<100	<500	>500
Miedź (Cu)	6	<20	<100	<200	>200
Rtęć (Hg)	<0,05	<0,1	<0,5	<1,0	>1,0
Ołów (Pb)	10	<50	<200	<500	>500
Nikiel (Ni)	5	<30	<50	<100	>100
Cynk (Zn)	48	<200	<1000	<2000	>2000
Stront:Wapń	0,002	<0,005	<0,01	<0,1	>0,1

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

Objaśnienia:

\* - dla osadów jeziornych 15 mg/kg

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

### 3.3.2 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 5 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
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	≤ 1 610	1 610 – 12 205	12 205 – 22 800	>22 800
<b>Polichlorowane bifenyly (µg/kg)</b>				
PCBs	≤ 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
DDT całk. + izomer para-para	≤ 4,2	4,2 – 33,6	33,6 - 63	>63
p'p' -DDE	≤ 3,2	3,2 - 17	17 - 31	>31
p'p' -DDD	≤ 4,9	4,9 – 16,5	16,5 - 28	>28



Składnik	Poziom I ≤ TEC	Poziom II >TEC ≤ MEC	Poziom III >MEC ≤ PEC	Poziom IV >PEC
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 tributyllocyny (kation tributyllocyny)	≤ 0,52	0,52 – 1,73	1,73 – 2,94	>2,94
1,2,4-trichlorobenzen	≤ 8	8 – 13	13 - 18	>18
Pentachlorofenol	≤ 150	150 - 175	175 - 200	>200
Dioksyny i związki dioksynopodobne	≤ 0,85	0,85 – 11,2	11,2 – 21,5	>21,5

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 wszystkich zbadanych WWA. Oznacza to, że w kolumnie suma WWA oprócz zaproponowanych wg metodyki związków WWA uwzględniano również bezno(a)fluoranten oraz perylen. W opinii autorów uwzględnienie wszystkich zbadanych WWA we wskaźniku suma WWA, obrazuje faktyczny stan zanieczyszczenia osadów wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi i nie stoi w sprzeczności z metodyką ich oceny względem kryterium ekotoksykologicznego, uwzględniając tym samym większy zakres wskaźników badanych, dla których dane są dostępne.

### 3.3.3 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 ( $K_{\text{osad-woda}}$ )) 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).

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

gdzie:

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

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

$RHO_{\text{osad}}$  - 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:

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

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

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

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

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

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

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

Po podstawieniu wartości stałych otrzymano formułę:

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

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

gdzie:

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

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

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

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

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

gdzie:

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

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

$RHO_{osad, s.m.}$  - gęstość osadu suchego (przyjęto  $2500 \text{ kg/m}^3$  zgodnie z danymi TGD No. 27),

$RHO_{osad, w.m.}$  - gęstość osadu mokrego (przyjęto  $1300 \text{ kg/m}^3$  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:  $1300/(2500 \times 0,2)$ ).

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. PIG 2015).

Tabela 6 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
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 *



Składnik	Wartość dopuszczalna w osadach
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*

\*\* - MacDonal d 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.

W części raportu dotyczącej oceny wyników według wskazanych kryteriów (rozdział 6) 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 7, VII Działanie 3. Klasyfikacja elementów fizykochemicznych, pkt 3; załącznik nr 8, X Działanie 4. Klasyfikacja elementów fizykochemicznych, pkt 3; załącznik nr 10, pkt 3, rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych,

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 opinii autorów przyjęcie jako wyniku wartości odpowiadającej połowie granicy oznaczalności nie daje jednoznacznej odpowiedzi nt ilości substancji w danej próbce, jednakże z uwagi na fakt, iż taka metodyka została dopuszczona przez Ustawodawcę należy ją traktować jako wiarygodny sposób działania.

#### **4 SZCZEGÓŁOWY WYKAZ PUNKTÓW POMIAROWO – KONTROLNYCH**

Badania osadów dennych, przeprowadzone w 2016 roku na obszarze całej Polski, wykonano w 270 punktach pomiarowo-kontrolnych położonych na rzekach i kanałach rzecznych oraz w 149 punktach pomiarowo-kontrolnych położonych na jeziorach i zbiornikach zaporowych. W poniższej tabeli ujęto wszystkie punkty pomiarowo-kontrolne wraz z ich charakterystyką. Przedstawiono kod jednolitej części wód w której leżą, współrzędne lokalizacji punktu poboru wraz z danymi administracyjnymi tj. województwo, powiat, gmina. Ponadto w załączniku nr 1 zamieszczono geokodowane zdjęcia poszczególnych miejsc poboru tj. cztery fotografie (w kierunku północnym, południowym, wschodnim i zachodnim) oraz jedno ogólne zdjęcie miejsca poboru wraz z kartami opróbowania.



Tabela 7 Szczegółowy wykaz punktów pomiarowo-kontrolnych – PPK NA RZEKACH I KANAŁACH:

Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
1	Barycz - Wyszanów	16,264472	51,686167	Szlichtyngowa	wschowski	lubuskie	PLRW600019149
2	Bóbr - Stary Raduszec	15,078694	52,036278	Krosno Odrzańskie	krośnieński	lubuskie	PLRW6000201699
3	Dzierżęcinka - Koszalin	16,152167	54,229472	Koszalin	Koszalin	zachodniopomorskie	PLRW60000456149
4	Elbląg - m. Elbląg	19,387876	54,172883	Elbląg	Elbląg	warmińsko-mazurskie	PLRW200005499
5	Grabowa - Grabowo	16,437556	54,298222	Malechowo	ślawieński	zachodniopomorskie	PLRW60002446891
6	Ina - Goleniów	14,808028	53,567000	Goleniów	goleniowski	zachodniopomorskie	PLRW60002419899
7	Kaczawa - Prochowice	16,401260	51,279530	Prochowice	legnicki	dolnośląskie	PLRW600020138999
8	Krzna - Neple	23,520810	52,125151	Terespol	białski	lubelskie	PLRW200024266499
9	Łeba - Cecenowo	17,564750	54,654417	Wicko	łęborski	pomorskie	PLRW200024476799
10	Łupawa - Smołdzino	17,212722	54,662250	Smołdzino	ślupski	pomorskie	PLRW20002047459
11	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	17,673889	50,763917	Lewin Brzeski	brzeski	opolskie	PLRW6000191299
12	Nysa Łużycka - Gubin	14,707056	51,972000	Gubin	krośnieński	lubuskie	PLRW600019174999
13	Odra - Połęczko	14,893028	52,052361	Maszewo	krośnieński	lubuskie	PLRW6000211739
14	Odra - Chałupki	18,340361	49,931972	Krzyżanowice	raciborski	śląskie	PLRW6000191139
15	Odra - Gryfino	14,490500	53,276889	Gryfino	gryfiński	zachodniopomorskie	PLRW6000211971
16	Odra - Kędzierzyn-Koźle	18,148917	50,345417	Kędzierzyn-Koźle	kędzierzyńsko-kozielski	opolskie	PLRW600019117159
17	Odra - Kostrzyn	14,635556	52,577583	Kostrzyn nad Odrą	gorzowski	lubuskie	PLRW60002117999
18	Odra - Krajnik Dolny	14,333833	53,043972	Chojna	gryfiński	zachodniopomorskie	PLRW60002119199
19	Odra - Malczyce	16,754194	51,258583	Brzeg Dolny	wołowski	dolnośląskie	PLRW6000211511
20	Odra - Miedonia	18,229639	50,122056	Racibórz	raciborski	śląskie	PLRW600019117159
21	Odra - Nowa Sól	15,739500	51,798889	Nowa Sól	nowosolski	lubuskie	PLRW60002115379
22	Odra - Osinów	14,124944	52,843194	Cedynia	gryfiński	zachodniopomorskie	PLRW60002119199
23	Odra - Police	14,602111	53,551667	Police	policki	zachodniopomorskie	PLRW6000211999
24	Odra - Ścinawa	16,442611	51,410667	Ścinawa	lubiński	dolnośląskie	PLRW6000211511
25	Odra - Świecko	14,582694	52,288278	Ślubice	ślubicki	lubuskie	PLRW60002117999



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH** Kod EU
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	
26	Odra - Widuchowa	14,384250	53,131278	Widuchowa	gryfiński	zachodniopomorskie	PLRW60002119199
27	Odra - Wrocław	16,949806	51,159528	Wrocław	Wrocław	dolnośląskie	PLRW60002113399
28	Odra - Wróblin	17,890583	50,709778	Opole	Opole	opolskie	PLRW60002111799
29	Odra - Siadło Dolne	14,505600	53,352670	Kołbaskowo	policki	zachodniopomorskie	PLRW6000211971
30	Parsęta - Bardy-Gościnki	15,711362	54,091421	Dygowo	kołobrzeski	zachodniopomorskie	PLRW60001944979
31	Parsęta - Kołobrzeg	15,559111	54,181000	Kołobrzeg	kołobrzeski	zachodniopomorskie	PLRW60002244999
32	Pasłęka - Nowa Pasłęka	19,766979	54,431859	Braniewo	braniewski	warmińsko-mazurskie	PLRW20002056999
33	Reda - Mrzezino	18,439727	54,636959	Puck	pucki	pomorskie	PLRW20002247899
34	Reda - Wejherowo	18,347498	54,606632	Reda	wejherowski	pomorskie	PLRW20001947891
35	Rega - Mrzeżyno	15,284889	54,141694	Trzebiatów	gryficki	zachodniopomorskie	PLRW60002242999
36	Rega - Trzebiatów	15,272167	54,064778	Trzebiatów	gryficki	zachodniopomorskie	PLRW60001942993
37	Słupia - Chamowo	16,927778	54,545500	Ustka	słupski	pomorskie	PLRW20001947297
38	Wieprz - Borowica	23,108929	51,068097	Łopiennik Górny	krasnostawski	lubelskie	PLRW200019243931
39	Wieprz - Dęblin	21,841715	51,545716	Puławy	puławski	lubelskie	PLRW20001924999
40	Wieprz - Jaszczów	22,943526	51,211167	Milejów	łęczyński	lubelskie	PLRW20001924513
41	Wieprz - Michałów	23,020401	50,734157	Sulów	zamojski	lubelskie	PLRW2000924159
42	Wieprz – Wola Skromowska	22,457048	51,610918	Firlej	lubartowski	lubelskie	PLRW2000192479
43	Wieprza - Stary Kraków	16,606417	54,442250	Sławno	sławieński	zachodniopomorskie	PLRW60001946791
44	Biebrza - Wierciszewo	22,437908	53,229029	Trzcianne	moniecki	podlaskie	PLRW200024262999
45	Brda - Bydgoszcz	18,057192	53,118519	Bydgoszcz	Bydgoszcz	kujawsko-pomorskie	PLRW200020292999
46	Bug - Dorohusk	23,824369	51,161612	Dorohusk	chełmski	lubelskie	PLRW2000212663319
47	Bug - Gлина Nadbużna	21,978361	52,686238	Małkinia Góra	ostrowski	mazowieckie	PLRW200021266759
48	Bug - Horodło	24,050198	50,898158	Horodło	hrubieszowski	lubelskie	PLRW2000212663133
49	Bug - Kózki	22,870598	52,363155	Siemiatycze	siemiatycki	podlaskie	PLRW200021266591
50	Bug - Kryłów	24,061403	50,682725	Mircze	hrubieszowski	lubelskie	PLRW200021266199
51	Bug - Krzyczew	23,487281	52,151410	Terespol	białski	lubelskie	PLRW2000212665533
52	Bug - Nur	22,324356	52,665192	Nur	ostrowski	mazowieckie	PLRW200021266759



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
53	Bug - Popowo	21,175406	52,528024	Somianka	wyszkowski	mazowieckie	PLRW20002126699
54	Bug - Sławatycze	23,558092	51,760510	Sławatycze	białski	lubelskie	PLRW2000212663939
55	Bug - Strzyżów	24,038949	50,839579	Horodło	hrubieszowski	lubelskie	PLRW2000212663113
56	Bug - Włodawa	23,566416	51,551491	Włodawa	włodawski	lubelskie	PLRW2000212663939
57	Bug - Wyszków	21,459959	52,589912	Wyszków	wyszkowski	mazowieckie	PLRW200021266979
58	Bzura - Przęsławice	20,207857	52,373937	Młodzieszyn	sochaczewski	mazowieckie	PLRW20002427299
59	Drawa - Krzyż	15,982000	52,871333	Krzyż Wielkopolski	czarnkowsko-trzcianecki	wielkopolskie	PLRW600024188899
60	Drwęca - Złotoria	18,699175	53,000459	Toruń	Toruń	kujawsko-pomorskie	PLRW20002028999
61	Dunajec - Siedliszowice	20,774574	50,197617	Żabno	ławnowski	małopolskie	PLRW20001921499
62	Gwda - Ujście	16,730454	53,056505	Ujście	piłski	wielkopolskie	PLRW6000201886999
63	Ina – Stargard Szczeciński	15,041280	53,353590	Stargard Szczeciński	stargardzki	zachodniopomorskie	PLRW60002019897
64	Narew - Łomża	22,094868	53,192364	Łomża	Łomża	podlaskie	PLRW20002126399
65	Narew - Nowogród	21,863844	53,226196	Nowogród	łomżyński	podlaskie	PLRW20002126539
66	Narew - Bondary	23,748982	52,940192	Narewka	hajnowski	podlaskie	PLRW20001926119
67	Narew - Nowy Dwór	20,690326	52,437562	Nowy Dwór Mazowiecki	nowodworski	mazowieckie	PLRW200021269
68	Narew - Ostrołęka	21,567145	53,090729	Ostrołęka	Ostrołęka	mazowieckie	PLRW20002126539
69	Narew - Pułtusk	21,090716	52,696543	Pułtusk	pułtuski	mazowieckie	PLRW200002671999
70	Narew - Strabla	23,084922	52,909154	Suraż	białostocki	podlaskie	PLRW200019261539
71	Narew - Strękowa Góra	22,554640	53,215230	Trzcianne	moniecki	podlaskie	PLRW20002426199
72	Nida - Nowy Korczyn	20,803754	50,296105	Nowy Korczyn	buski	świętokrzyskie	PLRW20001021699
73	Nogat - Kępa Dolna	19,308634	54,231783	Nowy Dwór Gdański	nowodworski	pomorskie	PLRW200005299
74	Noteć (Kanał Notecki) - Lechowo (Pakość)	18,114050	52,787240	Pakość	inowrocławski	kujawsko-pomorskie	PLRW600001881999
75	Noteć - Krzyż	16,028306	52,855917	Krzyż Wielkopolski	czarnkowsko-trzcianecki	wielkopolskie	PLRW60002118879
76	Noteć - Santok	15,545444	52,767722	Santok	gorzowski	lubuskie	PLRW600021188971
77	Noteć – Ujście (wodowskaz)	16,730914	53,055258	Ujście	piłski	wielkopolskie	PLRW60002418859
78	Noteć - Żuławka	17,307893	53,083036	Wyrzysk	piłski	wielkopolskie	PLRW600024188519
79	Obra - Skwierzyna	15,484806	52,595278	Skwierzyna	międzyrzecki	lubuskie	PLRW60000187899



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
80	Pilica - Białobrzegi	20,952771	51,657047	Promna	białobrzezski	mazowieckie	PLRW200019254999
81	Pilica - Koniecpol	19,682917	50,772306	Koniecpol	częstochowski	śląskie	PLRW200010254179
82	Pilica - Mniszew	21,269083	51,854444	Magnuszew	kozienicki	mazowieckie	PLRW200019254999
83	Pilica - Przedbórz	19,873258	51,088885	Przedbórz	radomszczański	łódzkie	PLRW20001025451
84	Pilica - Spała	20,133179	51,537939	Inowłódz	tomaszowski	łódzkie	PLRW200019254799
85	Pilica - Sulejów	19,879991	51,361459	Sulejów	piotrkowski	łódzkie	PLRW200002545399
86	Pilica - Szczekociny	19,819917	50,627472	Szczekociny	zawierciański	śląskie	PLRW20009254157
87	Prosna - Ruda Komorska	17,665417	52,120889	Pyzdry	wrzesiński	wielkopolskie	PLRW600019184999
88	San - Brandwica	22,060946	50,613681	Pysznica	stalowowolski	podkarpackie	PLRW20002122999
89	San - Hureczko	22,842760	49,802890	Żurawica	przemyski	podkarpackie	PLRW200019225131
90	San - Krzeszów	22,333336	50,401063	Krzeszów	niżański	podkarpackie	PLRW20002122779
91	San - Mrzyglód	22,271312	49,614733	Sanok	sanocki	podkarpackie	PLRW200015223319
92	San - Radymno	22,845493	49,955812	Radymno	jarosławski	podkarpackie	PLRW2000192259
93	San - Stare Miasto	22,440597	50,291261	Kuryłówka	leżajski	podkarpackie	PLRW20002122733
94	San - Ubieszyn	22,585473	50,166464	Sieniawa	przeworski	podkarpackie	PLRW2000192259
95	San - Ulanów	22,259234	50,488534	Ulanów	niżański	podkarpackie	PLRW20002122999
96	San - Wrzawy	21,870977	50,709918	Radomyśl nad Sanem	stalowowolski	podkarpackie	PLRW20002122999
97	Skawa - Zator	19,443510	49,994560	Zator	oświęcimski	małopolskie	PLRW200015213499
98	Sola - Oświęcim	19,217840	50,038760	Oświęcim	oświęcimski	małopolskie	PLRW200015213299
99	Warta - Konopnica	18,813148	51,352276	Konopnica	wieluński	łódzkie	PLRW600019181999
100	Warta - Bobry	19,427693	51,018878	Radomsko	radomszczański	łódzkie	PLRW60001918153
101	Warta - Burzenin	18,837354	51,458201	Burzenin	sieradzki	łódzkie	PLRW600019181999
102	Warta - Konin	18,253687	52,213023	Konin	Konin	wielkopolskie	PLRW600021183519
103	Warta - Kostrzyn	14,643472	52,585083	Kostrzyn nad Odrą	gorzowski	lubuskie	PLRW6000211899
104	Warta - Kromolów	19,488750	50,490278	Zawiercie	zawierciański	śląskie	PLRW600061811529
105	Warta - Krzeczów	18,762941	51,184286	Wierzchnas	wieluński	łódzkie	PLRW600019181759
106	Warta - Lgota Górna	19,260028	50,618361	Poraj	myszkowski	śląskie	PLRW600061811529



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
107	Warta - Lisowice	18,832512	51,109446	Działoszyn	pajęczański	łódzkie	PLRW600019181759
108	Warta - Międzychód	15,890722	52,605861	Międzychód	międzychodzki	wielkopolskie	PLRW60002118779
109	Warta - Mstów	19,28775	50,8315	Mstów	częstochowski	śląskie	PLRW60001918133
110	Warta - Oborniki	16,811361	52,643361	Oborniki	obornicki	wielkopolskie	PLRW600021185999
111	Warta - Obrzycko	16,523611	52,710083	Obrzycko	szamotulski	wielkopolskie	PLRW60002118719
112	Warta - Poznań most Św. Rocha	16,953472	52,426111	Poznań	Poznań	wielkopolskie	PLRW600021185933
113	Warta - Rumin	18,185894	52,209205	Stare Miasto	koniński	wielkopolskie	PLRW60002118399
114	Warta - Rychłocice	18,81437	51,387578	Konopnica	wieluński	łódzkie	PLRW600019181999
115	Warta - Santok	15,410611	52,7355	Santok	gorzowski	lubuskie	PLRW60002118799
116	Warta - Sieradz	18,769122	51,600212	Sieradz	sieradzki	łódzkie	PLRW600019183119
117	Warta - Skwierzyna	15,491611	52,597917	Skwierzyna	międzyrzecki	lubuskie	PLRW60002118779
118	Warta - Śrem	17,016944	52,093194	Śrem	śremski	wielkopolskie	PLRW60002118573
119	Warta - Uniejów	18,790322	51,972627	Uniejów	poddębicki	łódzkie	PLRW600019183199
120	Warta - Warta	18,647797	51,712672	Warta	sieradzki	łódzkie	PLRW60000183179
121	Warta - Wartosław	16,28375	52,719917	Wronki	szamotulski	wielkopolskie	PLRW60002118759
122	Warta - Wąsosz	18,998994	51,07037	Popów	kłobucki	śląskie	PLRW60001918171
123	Welna - Oborniki	16,809722	52,651694	Oborniki	obornicki	wielkopolskie	PLRW60002418699
124	Wisła - Annopol	21,83498	50,883892	Annopol	kraśnicki	lubelskie	PLRW2000212339
125	Wisła - Bydgoszcz- Fordon	18,171004	53,141862	Dąbrowa Chełmińska	bydgoski	kujawsko-pomorskie	PLRW2000212939
126	Wisła - Gliny Małe	21,312874	50,422101	Borowa	mielecki	podkarpackie	PLRW20002121799
127	Wisła - Gołęb	21,837684	51,533108	Puławy	puławski	lubelskie	PLRW2000212399
128	Wisła - Góra Kalwaria	21,241472	51,986819	Karczew	otwocki	mazowieckie	PLRW200021257
129	Wisła - Górsk	18,445911	53,023186	Zławieś Wielka	toruński	kujawsko-pomorskie	PLRW2000212939
130	Wisła - Jankowice	19,440472	50,032694	Babice	chrzanowski	małopolskie	PLRW2000192135599
131	Wisła - Kazuń	20,650151	52,428656	Zakroczym	nowodworski	mazowieckie	PLRW2000212739
132	Wisła - Kiezmark	18,943872	54,254299	Cedry Wielkie	gdański	pomorskie	PLRW20002129999
133	Wisła - Kopanka	19,781056	49,983222	Skawina	krakowski	małopolskie	PLRW2000192135599



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH** Kod EU
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	
134	Wisła - Nieszawa	18,903972	52,836779	Nieszawa	aleksandrowski	kujawsko-pomorskie	PLRW2000212939
135	Wisła – Opatowiec Nowy Korczyn)	20,727466	50,242207	Opatowiec	kazimierski	świętokrzyskie	PLRW200021213999
136	Wisła - Oświęcim	19,236444	50,063333	Chelmek	oświęcimski	małopolskie	PLRW20001921339
137	Wisła - Piotrawin	21,793539	51,112431	Łaziska	opolski	lubelskie	PLRW2000212399
138	Wisła - Płock	19,667286	52,546259	Płock	Płock	mazowieckie	PLRW20000275999
139	Wisła - Sandomierz	21,759721	50,675098	Sandomierz	sandomierski	świętokrzyskie	PLRW20002121999
140	Wisła - Grudziądz	18,745917	53,492383	Grudziądz	Grudziądz	kujawsko-pomorskie	PLRW20002129999
141	Wisła - Tczew	18,804081	54,092416	Tczew	tczewski	pomorskie	PLRW20002129999
142	Wisła - Tyniec	20,134889	50,044417	Wieliczka	wielicki	małopolskie	PLRW2000192137759
143	Wisła - Warszawa	21,041833	52,236328	Warszawa	Warszawa	mazowieckie	PLRW20002125971
144	Wisła - Warszawa- Młociny	20,924063	52,326404	Warszawa	Warszawa	mazowieckie	PLRW20002125999
145	Wisła - Warszawa-Wał Miedzeszyński	21,139364	52,171242	Warszawa	Warszawa	mazowieckie	PLRW20002125971
146	Wisła - Włocławek	19,069983	52,663173	Włocławek	Włocławek	kujawsko-pomorskie	PLRW20002127911
147	Wisła - Wyszogród	20,195315	52,385390	Wyszogród	płocki	mazowieckie	PLRW2000212739
148	Wisła - Goczalkowice	18,984790	49,931160	Czechowice-Dziedzice	bielski	śląskie	PLRW20001921139
149	Wisłok - Tryńcza	22,547743	50,162430	Tryńcza	przeworski	podkarpackie	PLRW20001922699
150	Wisłoka - Gawłuszowice	21,370389	50,417337	Gawłuszowice	mielecki	podkarpackie	PLRW20001921899
151	Wkra - Pomiechówek	20,738583	52,472930	Pomiechówek	nowodworski	mazowieckie	PLRW200024268999
152	Bierawka - ujście do Odry	18,245556	50,278611	Bierawa	kędzierzyńsko-kozielski	opolskie	PLRW600019115899
153	Bystrzyca - ujście do Odry	16,906750	51,188120	Wrocław	Wrocław	dolnośląskie	PLRW600020134999
154	Kłodnica - ujście do Odry	18,180560	50,337780	Kędzierzyn-Koźle	kędzierzyńsko-kozielski	opolskie	PLRW600019116999
155	Kwisa - ujście do Bobru (m. Trzebów)	15,391970	51,548420	Żagań	żagański	lubuskie	PLRW600020166999
156	Mała Panew - Czarnowąsy	17,900310	50,722084	Dobrzeń Wielki	opolski	opolskie	PLRW60001911899
157	Myśla - ujście do Odry (m. Namysłin)	14,540804	52,671113	Boleszkowice	myśliborski	zachodniopomorskie	PLRW600020191299
158	Obrzyca - ujście do Odry (ujęcie wodypowierzchniowej "Sadowa")	15,669440	52,038360	Trzebiechów	zielonogórski	lubuskie	PLRW60001915699
159	Olza - ujście do Odry	18,337728	49,945753	Gorzyce	wodzisławski	śląskie	PLRW6000911499



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH** Kod EU
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	
160	Ruda - ujście do Odry	18,263061	50,189791	Kuźnia Raciborska	raciborski	śląskie	PLRW60001911569
161	Ślęza - ujście do Odry	16,956350	51,143210	Wrocław	Wrocław	dolnośląskie	PLRW60001913369
162	Świder - Dębinka, uj. do Wisły	21,223611	52,100555	Otwock	otwocki	mazowieckie	PLRW2000192569
163	Widawa - ujście do Odry	16,922970	51,196730	Wrocław	Wrocław	dolnośląskie	PLRW60001913699
164	Zagożdżonka – Świerże Górne	21,488060	51,660280	Kozienice	kozienicki	mazowieckie	PLRW20001725129
165	Barycz - Wąsosz	16,688750	51,558222	Wąsosz	górowski	dolnośląskie	PLRW6000191459
166	Biała Łądecka - Żelazno	16,673917	50,374500	Kłodzko	kłodzki	dolnośląskie	PLRW60008121699
167	Bóbr - Siedlęcín	15,684944	50,933083	Jeźów Sudecki	jeleniogórski	dolnośląskie	PLRW6000816331
168	Bóbr - Włodzice Mł.	15,541806	51,180556	Lwówek Śląski	lwówecki	dolnośląskie	PLRW60008163759
169	Bystrzyca – Bystrzyca Dolna	16,503056	50,870306	Świdnica	świdnicki	dolnośląskie	PLRW6000813439
170	Cicha Woda - Kwiatkowice	16,443722	51,271750	Prochowice	legnicki	dolnośląskie	PLRW600017137899
171	Czarna Woda - Legnica	16,161139	51,216278	Legnica	Legnica	dolnośląskie	PLRW600019138699
172	Kaczawa - Legnica	16,171944	51,210806	Legnica	Legnica	dolnośląskie	PLRW60002013859
173	Nysa Kłodzka - Kłodzko	16,656750	50,457750	Kłodzko	kłodzki	dolnośląskie	PLRW6000812199
174	Nysa Łużycka - Pieńsk/Deschka	15,030583	51,256222	Pieńsk	zgorzelecki	dolnośląskie	PLRW600019174579
175	Nysa Łużycka – trójpunkt graniczny	14,8235	50,870611	Bogatynia	zgorzelecki	dolnośląskie	PLRW60008174139
176	Nysa Łużycka - Zgorzelec	14,987611	51,115889	Zgorzelec	zgorzelecki	dolnośląskie	PLRW60001917453
177	Nysa Szalona - Winnica	16,069861	51,126639	Krotoszyce	legnicki	dolnośląskie	PLRW60009138499
178	Orla - Wąsosz ujście do Baryczy	16,693278	51,563667	Wąsosz	górowski	dolnośląskie	PLRW60001914699
179	Orlica (rzeka graniczna)	16,560917	50,165167	Międzylesie	kłodzki	dolnośląskie	PLRW500049617
180	Pełcznica - Stanowice	16,375833	50,942444	Strzegom	świdnicki	dolnośląskie	PLRW600081348699
181	Polska Woda - Potasznia	17,465861	51,540222	Milicz	milicki	dolnośląskie	PLRW6000191429
182	Skora - Miłkowice	16,059167	51,278861	Chojnów	legnicki	dolnośląskie	PLRW6000201386699
183	Stobrawa - Stobrawa	17,624528	50,843278	Popielów	opolski	opolskie	PLRW6000191329
184	Strzegomka - Bogdaszowice	16,82775	51,103694	Kąty Wrocławskie	wrocławski	dolnośląskie	PLRW600020134899
185	Ścinawka - Ścinawica	16,641917	50,4645	Kłodzko	kłodzki	dolnośląskie	PLRW6000812299
186	Drwęca Warmińska - Drwęczno	20,125764	54,113312	Orneta	lidzbarski	warmińsko-mazurskie	PLRW20002056699





Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
187	Krutynia - Iznota	21,546247	53,737687	Ruciane-Nida	piski	warmińsko-mazurskie	PLRW200025264299
188	Witka - ujście do Nysy Łużyckiej	14,971417	51,045278	Zgorzelec	zgorzelecki	dolnośląskie	PLRW6000017429
189	Zimnica - Ścinawa	16,426472	51,41525	Ścinawa	lubiński	dolnośląskie	PLRW600017139299
190	Bacha (Struga Toruńska/Lubicka) - Lubicz	18,749609	53,026648	Lubicz	toruński	kujawsko-pomorskie	PLRW20001928989
191	Drwęca - Szabda	19,362115	53,235485	Brodnica	brodnicki	kujawsko-pomorskie	PLRW20002028999
192	Rypienica - Łapinóż	19,360494	53,183968	Osiek	brodnicki	kujawsko-pomorskie	PLRW20002028899
193	Bystrzyca - Borki	22,551867	51,707895	Borki	radzyński	lubelskie	PLRW200024248699
194	Bystrzyca - Lublin- Wrotków	22,609148	51,259659	Lublin	Lublin	lubelskie	PLRW20001524699
195	Bystrzyca - Spiczyn	22,748179	51,346266	Spiczyn	łęczyński	lubelskie	PLRW20001524699
196	Giełczew - Biskupice	22,945083	51,15498	Trawniki	świdnicki	lubelskie	PLRW200092449
197	Krzna - Biała Podlaska	23,138084	52,030535	Biała Podlaska	Biała Podlaska	lubelskie	PLRW200024266459
198	Krzna – Międzyrzec Podlaski	22,767768	51,979268	Międzyrzec Podlaski	białski	lubelskie	PLRW200024266429
199	Łabuńka - Krzak ujście do Wieprza poniżej Zamościa	23,104938	50,802329	Nielisz	zamojski	lubelskie	PLRW200092429
200	Piwonia - Siemień ujście do Tyśmienicy	22,86041	51,634464	Parczew	parczewski	lubelskie	PLRW200019248299
201	Por - Nawóz ujście do Wieprza	22,971743	50,774962	Sułów	zamojski	lubelskie	PLRW200092417499
202	Solokija - Wierzbica	23,681406	50,349477	Lubycza Królewska	tomaszowski	lubelskie	PLRW2000726614591
203	Tyśmienica - Niewęgłosz	22,649976	51,720349	Czemierniki	radzyński	lubelskie	PLRW20002424859
204	Uherka - Rudka	23,653858	51,266688	Ruda-Huta	chełmski	lubelskie	PLRW2000242663499
205	Zielawa - Woskrzenice	23,293156	52,024734	Biała Podlaska	białski	lubelskie	PLRW200024266489
206	Bóbr - Małomice	15,448861	51,566028	Małomice	żagański	lubuskie	PLRW60002016599
207	Czarna Struga – Nowa Sól	15,725222	51,819139	Otyń	nowosolski	lubuskie	PLRW600019153899
208	Czerna Wielka - Żagań	15,29375	51,626778	Żagań	żagański	lubuskie	PLRW60002016899
209	Ilanka - Świecko	14,591056	52,301417	Słubice	słubicki	lubuskie	PLRW60002417899
210	Kopanica - Łęgoń	16,386833	51,779528	Wschowa	wschowski	lubuskie	PLRW6000191489
211	Krzycki Rów - Stany	15,773583	51,826833	Nowa Sól	nowosolski	lubuskie	PLRW60001915499
212	Płonia - Szczecin-Dąbie	14,659861	53,398611	Szczecin	Szczecin	zachodniopomorskie	PLRW600020197699



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
213	Lubsza - Gubin	14,722139	51,953889	Gubin	krośniński	lubuskie	PLRW600019174899
214	Nysa Łużycka - Zasieki	14,65525	51,774806	Brody	żarski	lubuskie	PLRW600019174799
215	Pliszka - Urad	14,732417	52,249833	Cybinka	ślubicki	lubuskie	PLRW60002417699
216	Polski Rów - Dryżyna	16,307583	51,704306	Szlichtyngowa	wschowski	lubuskie	PLRW6000191489
217	Postomia - Lemierzyce	14,917056	52,571194	Słońsk	sulęciński	lubuskie	PLRW60002418969
218	Szprotawa - Szprotawa	15,53425	51,565639	Szprotawa	żagański	lubuskie	PLRW60001916499
219	Śląska Ochla - Ługi	15,623583	51,837306	Otyń	nowosolski	lubuskie	PLRW600019155299
220	Zimny Potok (Zimna Woda) - Ciemnice	15,246889	52,053722	Dąbie	krośniński	lubuskie	PLRW60001915969
221	Brok - Stare Kaczkowo	21,905829	52,702411	Brok	ostrowski	mazowieckie	PLRW200019266769
222	Liwiec - Kamierczyk	21,562504	52,594654	Wyszaków	wyszkowski	mazowieckie	PLRW200019266899
223	Liwiec - Węgrów	22,004786	52,39934	Węgrów	węgrowski	mazowieckie	PLRW2000242668731
224	Łydynia - Gutarzewo	20,456139	52,708786	Sochocin	płoński	mazowieckie	PLRW200019268699
225	Mienia - Wiązowna	21,273158	52,145579	Józefów	otwocki	mazowieckie	PLRW200017256899
226	Raciażnica – Sochocin Kolonia	20,456446	52,690873	Sochocin	płoński	mazowieckie	PLRW2000192687299
227	Rządza - Załubice Stare	21,123378	52,479068	Radzymin	wolomiński	mazowieckie	PLRW2000192671699
228	Sierpica - Dwa Młyny	19,631914	52,866795	Sierpc	sierpecki	mazowieckie	PLRW200019275649
229	Sona - Popielżyn	20,615201	52,600251	Nowe Miasto	płoński	mazowieckie	PLRW200024268899
230	Biała Glucholaska – Biała Nyska	17,298	50,431944	Nysa	nyski	opolskie	PLRW6000812589
231	Biała Glucholaska - Glucholazy	17,380472	50,31875	Glucholazy	nyski	opolskie	PLRW6000812589
232	Budkowiczanka – Stare Kolnie	17,691361	50,839833	Popielów	opolski	opolskie	PLRW60001913289
233	Chrzastawa (Jemielnica) - Chrzastowice	18,064583	50,661778	Chrzastowice	opolski	opolskie	PLRW600019118899
234	Przemsza - Jeleń	19,23969	50,16106	Mysłowice	Mysłowice	śląskie	PLRW200010212999
235	Stoła - Potępa	18,661333	50,56725	Krupski Młyn	łanogórski	śląskie	PLRW6000201181699
236	Nysa Kłodzka - Nysa	17,324222	50,475389	Nysa	nyski	opolskie	PLRW6000191299
237	Olszanka - Opole	17,905583	50,656333	Opole	Opole	opolskie	PLRW60002111799
238	Sapina - Stręgielek	21,845218	54,173571	Pozezdrze	węgorzewski	warmińsko-mazurskie	PLRW700025582199
239	Olza - Ropice	18,627444	49,736778	Cieszyn	cieszyński	śląskie	PLRW60001411453



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH** Kod EU
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	
240	Oława - Wrocław jaz Małgorzata	17,051417	51,106194	Wrocław	Wrocław	dolnośląskie	PLRW600019133499
241	Opawa - Wiechowice	17,86375	49,97825	Branice	głubczycki	opolskie	PLRW60001911279
242	Osobłoga – Raclawice Śląskie	17,781556	50,308611	Głogówek	prudnicki	opolskie	PLRW600019117699
243	Psina - Bieńkowice	18,215111	50,021194	Krzyżanowice	raciborski	śląskie	PLRW600019115299
244	Czarna Hańcza - Czerwony Folwark	22,993512	54,067393	Suwałki	suwalski	podlaskie	PLRW8000186419
245	Czarna Hańcza – Wysoki Most	23,202829	54,036681	Giby	sejneński	podlaskie	PLRW80002064739
246	Nurzec - Tworkowice	22,425706	52,615603	Nur	ostrowski	mazowieckie	PLRW20001926669
247	Rurzyca - Nawodna	14,38325	53,028444	Chojna	gryfiński	zachodniopomorskie	PLRW60002419189
248	Mała Panew – Krupski Młyn	18,6245	50,571139	Krupski Młyn	łanogórski	śląskie	PLRW600019118199
249	Wel - Bratian	19,606677	53,456631	Nowe Miasto Lubawski	nowomiejski	warmińsko-mazurskie	PLRW2000202869
250	Tywa - Żórawki	14,478333	53,229889	Gryfino	gryfiński	zachodniopomorskie	PLRW600016193299
251	Kanał Augustowski - Klonownica	22,995611	53,86675	Nowinka	augustowski	podlaskie	PLRW200002622749
252	Kanał Augustowski - śluza Sosnowka	23,41375	53,89107	Płaska	augustowski	podlaskie	PLRW800006469
253	Kanał Granicznik - Śluza Międzyleska	18,836347	53,983582	Subkowy	tczewski	pomorskie	PLRW2000172994
254	Kanał Mosiński - Gluchowo	16,702114	52,187217	Czempiń	kościański	wielkopolskie	PLRW60000185691
255	Kanał Mosiński - Gryżyna	16,710581	52,03335	Kościan	kościański	wielkopolskie	PLRW60000185673
256	Kanał Mosiński - Mosina	16,856344	52,248297	Mosina	poznański	wielkopolskie	PLRW60000185699
257	Kanał Mosiński - Niedźwiady	17,222522	51,987747	Książ Wielkopolski	średzki	wielkopolskie	PLRW60000185639
258	Kanał Postomski - powyżej ujścia Łęczy (m. Słońsk)	14,8142	52,5761	Słońsk	suleciński	lubuskie	PLRW60002418969
259	Kanał Świerżowski - Żalin-Kolonia	23,64425	51,191611	Dorohusk	chełmski	lubelskie	PLRW200002663329
260	Kanał Troszyński - Dobrzyków, most	19,754733	52,469356	Gąbin	płocki	mazowieckie	PLRW20002327349
261	Kanał Wieprz-Krzna - Stary Orzechów	23,011997	51,467044	Sosnowica	parczewski	lubelskie	PLRW2000026642813
262	Otok (Kanał Otok) - m. Santok	15,4176	52,74069	Santok	gorzowski	lubuskie	PLRW60000188989
263	Kanał Bachorze - Kruszwica	18,326325	52,68833	Kruszwica	inowrocławski	kujawsko-pomorskie	PLRW6000018817899
264	Kanał Bernardyński - Kalisz, Warszówka	18,055189	51,779825	Kalisz	Kalisz	wielkopolskie	PLRW6000018489
265	Kanał Bobrowski - Młodzikowo	17,25905	52,115558	Krzykosy	średzki	wielkopolskie	PLRW60001718536



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
266	Kanał Bojadelski – ujście do Obrzycy (m. Tataraki)	15,924	52,0192	Kargowa	zielonogórski	lubuskie	PLRW600017156729
267	Kanał Branicki – ujście do Pszczynki	18,830287	49,985878	Pszczyna	pszczyński	śląskie	PLRW200016211649
268	Wieki Kanał Brdy - Legbąd	17,944487	53,719277	Tuchola	tucholski	kujawsko-pomorskie	PLRW2000029254529
269	Kanał Chorzelowski - Rożniaty	21,44819	50,44813	Padew Narodowa	mielecki	podkarpackie	PLRW2000262191149
270	Kanał Jadownicki - Zawierbie	20,69442	50,21133	Wietrzychowice	tarnowski	małopolskie	PLRW2000262139949

\* - na podstawie danych pochodzących z państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju

\*\* - na podstawie danych udostępnionych przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej

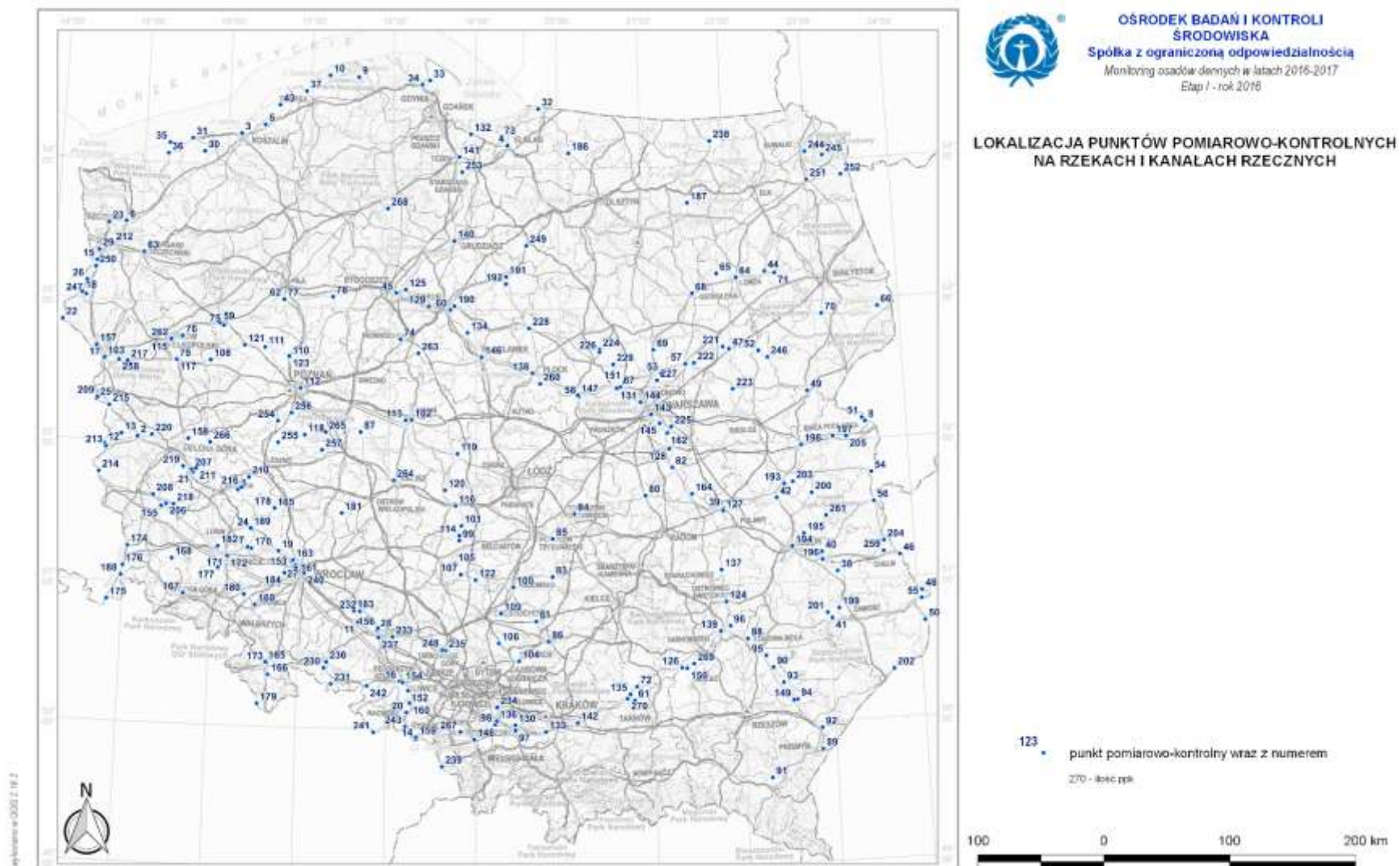




Tabela 8 Szczegółowy wykaz punktów pomiarowo-kontrolnych – PPK NA JEZIORACH I ZBIORNIKACH ZAPOROWYCH:

Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
1	Wielkie Dąbie - głęboczek - 8,1m	15,86370	53,40310	Drawsko Pomorskie	drawski	zachodniopomorskie	PLLW10726
2	Bachotek	19,46091	53,30148	Brodnica	brodnicki	kujawsko-pomorskie	PLLW20189
3	Barlineckie - głęboczek - 18,0m	15,21833	52,98483	Barlinek	myśliborski	zachodniopomorskie	PLLW11025
4	Bartężek	19,84408	53,82472	Morąg	ostródzki	warmińsko-mazurskie	PLLW20100
5	Berżnik - st.01	23,43326	54,10044	Sejny	sejneński	podlaskie	PLLW30676
6	Będzin - głęboczek - 15,4m	14,95904	52,98365	Lipiany	pyrzycki	zachodniopomorskie	PLLW10936
7	Białe Sosnowickie	23,04908	51,53240	Sosnowica	parczewski	lubelskie	PLLW30710
8	Białe-Miałkie	16,22020	51,93564	Wijewo	leszczyński	wielkopolskie	PLLW10029
9	Białoławki	21,82406	53,73836	Pisz	piski	warmińsko-mazurskie	PLLW30267
10	Bierzwnik - głęboczek - 12,4m	15,60917	53,03280	Bierzwnik	choszczeński	zachodniopomorskie	PLLW10809
11	Biskupińskie	17,74938	52,79207	Żnin	żniński	kujawsko-pomorskie	PLLW10457
12	Blanki	20,64667	54,01958	Lidzbark Warmiński	lidzbarski	warmińsko-mazurskie	PLLW30472
13	Błądzimskie	18,15070	53,49511	Lniano	świecki	kujawsko-pomorskie	PLLW20537
14	Błeszno (Bronków)	14,99777	51,97114	Bobrowice	krośnieński	lubuskie	PLLW10058
15	Bnińskie	17,11338	52,20415	Kórnik	poznański	wielkopolskie	PLLW10148
16	Bobiecinskie Wielkie na pld.zachód od m.Bobięcino	16,81014	54,00576	Miastko	bytowski	pomorskie	PLLW20887
17	Borak (Borek)	14,77497	52,05015	Gubin	krośnieński	lubuskie	PLLW10059
18	Brodno Wielkie - Brodnica Górna	18,10060	54,27353	Kartuzy	kartuski	pomorskie	PLLW20720
19	Brodzkie (Parkowe)	14,76144	51,78917	Brody	żarski	lubuskie	PLLW10060
20	Brzozolasek	21,73536	53,61503	Pisz	piski	warmińsko-mazurskie	PLLW30273
21	Budzisławskie	18,06395	52,46655	Kleczew	koniński	wielkopolskie	PLLW10398
22	Budziszewskie	17,10980	52,69724	Rogoźno	obornicki	wielkopolskie	PLLW10249



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
23	Bytnickie (Środkowe)	15,17514	52,14096	Bytnica	krośnieński	lubuskie	PLLW10051
24	Chalińskie	19,37699	52,69197	Dobrzyń nad Wisłą	lipnowski	kujawsko-pomorskie	PLLW20020
25	Chłop (k. Pszczewa)	15,79184	52,45796	Pszczew	międzyrzecki	lubuskie	PLLW10360
26	Choczewskie - Choczewo	17,93395	54,73659	Choczewo	wejherowski	pomorskie	PLLW21050
27	Chodzieskie	16,93610	52,99395	Chodzież	chodzieski	wielkopolskie	PLLW10517
28	Chojno	16,15488	52,70378	Wronki	szamotulski	wielkopolskie	PLLW10267
29	Cichowo	16,98045	51,99787	Krzywiń	kościański	wielkopolskie	PLLW10124
30	Cieszęcino - głędoczek - 38,0m	16,82265	53,92660	Biały Bór	szczecinecki	zachodniopomorskie	PLLW10545
31	Dadaj	20,85020	53,88019	Biskupiec	olsztyński	warmińsko-mazurskie	PLLW30411
32	Dargin	21,73920	54,12373	Pozezdrze	węgorzewski	warmińsko-mazurskie	PLLW30538
33	Dąbrówka - Gronajny	19,06592	53,97762	Sztum	sztumski	pomorskie	PLLW20770
34	Dębno	19,41407	53,38072	Zbiczno	brodnicki	kujawsko-pomorskie	PLLW20181
35	Długie	16,41450	53,05573	Trzcianka	czarnkowsko-trzcianecki	wielkopolskie	PLLW10675
36	Długie Augustowskie (Kalejty)	23,05594	53,88546	Nowinka	augustowski	podlaskie	PLLW30029
37	Dmitrowo	23,27744	54,09142	Sejny	sejneński	podlaskie	PLLW30637
38	Dołgie - głędoczek - 17,3m	15,77466	53,56731	Drawsko Pomorskie	drawski	zachodniopomorskie	PLLW20818
39	Dominickie	16,30787	51,95049	Włoszakowice	leszczyński	wielkopolskie	PLLW10017
40	Drużno	19,44158	54,10914	Elbląg	elbląski	warmińsko-mazurskie	PLLW20779
41	Drwęckie	19,91600	53,72014	Ostróda	ostródzki	warmińsko-mazurskie	PLLW20081
42	Durowo	17,19685	52,81397	Wągrowiec	wągrowiecki	wielkopolskie	PLLW10217
43	Dymno (Koczala, Koczalskie) - na NW od m.Koczala	17,05865	53,92161	Koczala	człuchowski	pomorskie	PLLW20265
44	Dzierzgoń - Prabuty	19,24288	53,79283	Prabuty	kwidzyński	pomorskie	PLLW20764



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
45	Etckie	22,34656	53,81337	Etk	etcki	warmińsko-mazurskie	PLLW30114
46	Falmierowskie	17,21807	53,19652	Wyrzysk	pilski	wielkopolskie	PLLW10484
47	Garbaś	22,62370	54,13378	Filipów	suwalski	podlaskie	PLLW30009
48 <sup>1</sup>	Gaudy	19,39966	53,76197	Susz	iławski	warmińsko-mazurskie	PLLW20757
49	Głębockie	20,28363	54,38513	Lelkowo	braniewski	warmińsko-mazurskie	PLLW30365
50	Głębokie (na SE od Bytnicy)	15,18789	52,12681	Bytnica	krośnieński	lubuskie	PLLW10052
51	Głodowskie	18,13036	52,27843	Kazimierz Biskupi	koniński	wielkopolskie	PLLW10097
52	Gopło	18,35520	52,61129	Kruszwica	inowrocławski	kujawsko-pomorskie	PLLW10396
53	Goreńskie	19,31054	52,52767	Baruchowo	włocławski	kujawsko-pomorskie	PLLW20056
54	Goryńskie	19,24599	53,54404	Kisielice	iławski	warmińsko-mazurskie	PLLW20583
55	Gostawskie	18,24380	52,29487	Konin	Konin	wielkopolskie	PLLW10094
56	Gowidlińskie - Gowidlino	17,78994	54,28326	Sulęczyno	kartuski	pomorskie	PLLW20956
57	Grabowskie - Grabowo Kościerskie	18,15482	54,15321	Nowa Karczma	kościerski	pomorskie	PLLW20643
58	Grylewskie	17,23351	52,88767	Wągrowiec	wągrowiecki	wielkopolskie	PLLW10212
59	Grzymiślawskie	17,05161	52,03253	Dolsk	śremski	wielkopolskie	PLLW10105
60	Gwiazdy-na wschód od m.Borowy Młyn	17,27003	53,99981	Lipnica	bytowski	pomorskie	PLLW20317
61	Hańcza	22,81510	54,26694	Przerośl	suwalski	podlaskie	PLLW30614
62	Ińsko - głęboczek - 41,7m	15,54994	53,44292	Ińsko	stargardzki	zachodniopomorskie	PLLW11051
63	Jamno - głęboczek - 3,9m	16,17290	54,28494	Mielno	koszaliński	zachodniopomorskie	PLLW20904
64	Janowskie	19,60332	53,30674	Brzozie	brodnicki	kujawsko-pomorskie	PLLW20159
65	Januszewskie	19,48680	53,72802	Susz	iławski	warmińsko-mazurskie	PLLW20754

<sup>1</sup> przeniesione na rok 2017





Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		$\lambda$	$\varphi$	gmina	powiat	województwo	Kod EU
66	Jańsko (Janiszowice)	15,04493	51,89871	Bobrowice	krośnieński	lubuskie	PLLW10062
67	Jaroszewskie	16,09388	52,62964	Sieraków	międzychodzki	wielkopolskie	PLLW10287
68	Jezioro (Sajenko)	23,09673	53,83391	Augustów	augustowski	podlaskie	PLLW30036
69	Jezuickie	18,05622	53,00403	Nowa Wieś Wielka	bydgoski	kujawsko-pomorskie	PLLW10450
70	Juno	21,27706	53,92883	Mragowo	mragowski	warmińsko-mazurskie	PLLW30504
71	Kałębie - Radogoszcz	18,46161	53,70811	Osiek	starogardzki	pomorskie	PLLW20522
72	Kamienny Most - głęboczek - 2,0m	15,38432	53,46487	Chociwel	stargardzki	zachodniopomorskie	PLLW11090
73	Kiedrowickie-na północ od m.Kiedrowice	17,42755	53,99550	Lipnica	bytowski	pomorskie	PLLW20350
74	Kiersztanowskie	21,23799	53,95231	Mragowo	mragowski	warmińsko-mazurskie	PLLW30507
75	Kirsajty	21,70832	54,14657	Węgorzewo	węgorzewski	warmińsko-mazurskie	PLLW30543
76	Kisajno	21,71507	54,07015	Giżycko	giżycki	warmińsko-mazurskie	PLLW30530
77	Kleszczyńskie	19,29076	53,05171	Brzuze	rypiński	kujawsko-pomorskie	PLLW20209
78	Kobyleckie	17,21673	52,85446	Wągrowiec	wągrowiecki	wielkopolskie	PLLW10216
79	Kołowin	21,40311	53,73227	Piecki	mragowski	warmińsko-mazurskie	PLLW30224
80	Konin	15,87763	52,38545	Trzciel	międzyrzecki	lubuskie	PLLW10354
81	Końskie - na SW od m.Przechlewo	17,23513	53,78026	Przechlewo	człuchowski	pomorskie	PLLW20277
82	Kosobudno (Kossobudno) - na SE od m.Czernica	17,65007	53,83422	Brusy	chojnicki	pomorskie	PLLW20363
83	Krasne	22,96159	51,42653	Uścimów	lubartowski	lubelskie	PLLW30691
84	Kucki - Klecewo	19,10064	53,63600	Gardeja	kwidzyński	pomorskie	PLLW20617
85	Laska - na W od m.Laska	17,50817	53,93068	Brusy	chojnicki	pomorskie	PLLW20342
86	Legińskie	21,14289	53,97434	Reszel	kętrzyński	warmińsko-mazurskie	PLLW30521



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		$\lambda$	$\varphi$	gmina	powiat	województwo	Kod EU
87	Leżno Wielkie	19,70773	53,28295	Brzozie	brodnicki	kujawsko-pomorskie	PLLW20171
88	Limajno	20,37037	53,92758	Dobre Miasto	olsztyński	warmińsko-mazurskie	PLLW30461
89	Lubie - głęboczek - 46,2m	15,85187	53,48057	Złocieniec	drawski	zachodniopomorskie	PLLW10717
90	Lubniewsko	15,20262	52,48728	Lubniewice	sulęciński	lubuskie	PLLW10910
91	Lubosz Wielki	16,19271	52,51330	Kwilcz	międzychodzki	wielkopolskie	PLLW10131
92	Lubowo	15,82160	52,74838	Drezdenko	strzelecko-drezdenecki	lubuskie	PLLW10867
93	Lucieńskie - głęboczek	19,44811	52,50111	Gostynin	gostyniński	mazowieckie	PLLW20007
94	Lutol	15,88149	52,32569	Trzciel	międzyrzecki	lubuskie	PLLW10350
95	Lutowskie	17,42150	53,46496	Sępólno Krajeńskie	sępoleński	kujawsko-pomorskie	PLLW20415
96	Łabędź	19,62171	53,62541	Ilawa	iławski	warmińsko-mazurskie	PLLW20128
97	Łagowskie	15,27927	52,31843	Łagów	świebodziński	lubuskie	PLLW10067
98	Łaśmiady	22,29707	53,92425	Stare Juchy	ełcki	warmińsko-mazurskie	PLLW30089
99	Łęgowo	17,16752	52,79181	Wągrowiec	wągrowiecki	wielkopolskie	PLLW10218
100	Łoniewskie	16,69379	51,89945	Osieczna	leszczyński	wielkopolskie	PLLW10113
101	Łukcze	22,95904	51,39348	Ludwin	łęczyński	lubelskie	PLLW30690
102	Majcz Wielki	21,45312	53,78018	Piecki	mragowski	warmińsko-mazurskie	PLLW30168
103	Margonińskie	17,08073	52,93521	Margonin	chodzieski	wielkopolskie	PLLW10514
104	Mądrzechowskie - na S od m.Mądrzechowo	17,51856	54,14611	Bytów	bytowski	pomorskie	PLLW20982
105	Miedwie - ujęcie	14,88100	53,30388	Stargard Szczeciński	stargardzki	zachodniopomorskie	PLLW11034
106	Moszczonne	19,12841	52,95217	Kikół	lipnowski	kujawsko-pomorskie	PLLW20218
107	Niepruszewskie	16,61449	52,38433	Buk	poznański	wielkopolskie	PLLW10134
108	Oćwieckie Wsch.	17,82467	52,74494	Gąsawa	żniński	kujawsko-pomorskie	PLLW10453
109	Oćwieckie Zach.	17,79310	52,74677	Gąsawa	żniński	kujawsko-pomorskie	PLLW10454



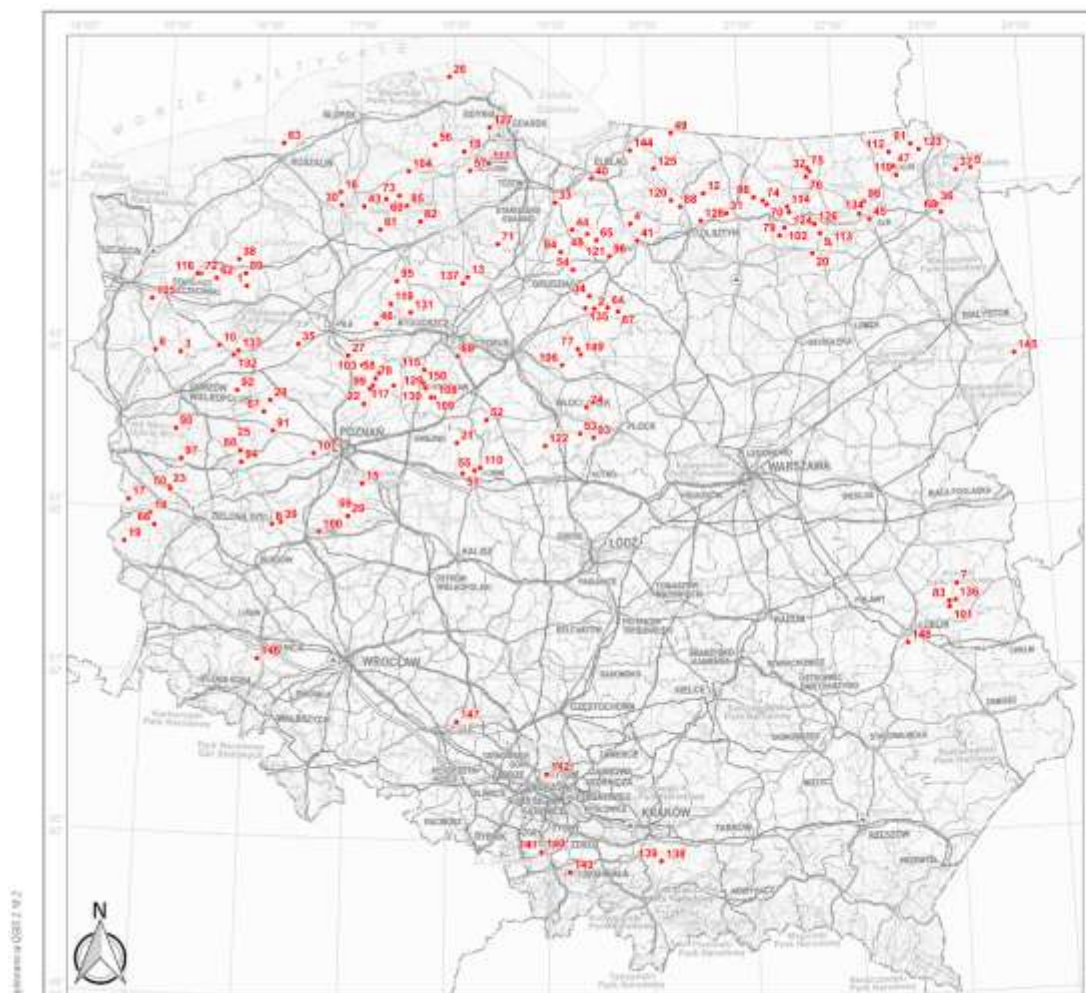
Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		$\lambda$	$\varphi$	gmina	powiat	województwo	Kod EU
110	Pątnowskie	18,30142	52,31217	Konin	Konin	wielkopolskie	PLLW10090
111	Przywidzkie Wielkie - Przywidz	18,35847	54,20263	Przywidz	gdański	pomorskie	PLLW20679
112	Rospuda Filipowska	22,58133	54,22243	Filipów	suwalski	podlaskie	PLLW30004
113	Roś	21,91906	53,66713	Pisz	piski	warmińsko-mazurskie	PLLW30269
114	Ryńskie	21,49449	53,91166	Ryn	giżycki	warmińsko-mazurskie	PLLW30164
115	Sobiejuskie	17,71968	52,91454	Żnin	żniński	kujawsko-pomorskie	PLLW10465
116	Starzyc - głęboczek - 6,1m	15,35193	53,46528	Chociwel	stargardzki	zachodniopomorskie	PLLW11091
117	Stępuchowskie	17,40503	52,81203	Damasławek	wągrowiecki	wielkopolskie	PLLW10208
118	Stryjowo	17,36105	53,32066	Więcbork	sępoleński	kujawsko-pomorskie	PLLW10492
119	Sumowo Bakalarzewskie (Sumowo)	22,65018	54,07752	Bakalarzewo	suwalski	podlaskie	PLLW30012
120	Sunia	20,27679	53,96741	Świątki	olsztyński	warmińsko-mazurskie	PLLW30463
121	Suskie	19,33993	53,70943	Susz	iławski	warmińsko-mazurskie	PLLW20759
122	Szczytnowskie	18,95855	52,45130	Choceń	włocławski	kujawsko-pomorskie	PLLW20045
123	Szurpity	22,89934	54,23058	Jeleniewo	suwalski	podlaskie	PLLW30591
124	Talty	21,52241	53,86958	Ryn	giżycki	warmińsko-mazurskie	PLLW30161
125	Tauty	20,09472	54,17150	Orneta	lidzbarski	warmińsko-mazurskie	PLLW30362
126	Tuchlin	21,76857	53,79597	Orzysz	piski	warmińsko-mazurskie	PLLW30238
127	Tuchomskie - Warzenko	18,36633	54,43318	Żukowo	kartuski	pomorskie	PLLW20742
128	Wadąg	20,58409	53,83685	Barczewo	olsztyński	warmińsko-mazurskie	PLLW30454
129	Weneckie Wsch.	17,74657	52,80233	Żnin	żniński	kujawsko-pomorskie	PLLW10459
130	Weneckie Zach.	17,73408	52,80523	Żnin	żniński	kujawsko-pomorskie	PLLW10460



Lp. (SIWZ)	NAZWA PPK	POŁOŻENIE GEOGR. (SIWZ)		POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE*			JEDNOLITA CZĘŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH**
		λ	φ	gmina	powiat	województwo	Kod EU
131	Wiele	17,56816	53,27083	Mrocza	nakielski	kujawsko-pomorskie	PLLW10475
132	Wielgie (Dobiegiewskie)	15,76500	52,97337	Dobiegiew	strzelecko-drezdenecki	lubuskie	PLLW10831
133	Wologoszcz Duża (Słowie)	15,80743	53,00024	Dobiegiew	strzelecko-drezdenecki	lubuskie	PLLW10835
134	Woszczelskie	22,24223	53,84664	Elk	ełcki	warmińsko-mazurskie	PLLW30117
135	Wysokie Brodno	19,37067	53,30536	Bobrowo	brodnicki	kujawsko-pomorskie	PLLW20196
136	Zagłębcze	23,02359	51,43080	Ludwin	łęczyński	lubelskie	PLLW30698
137	Zaleskie	18,10347	53,45713	Świekatowo	świecki	kujawsko-pomorskie	PLLW20547
138	Zb. Dobczyce - środek zbiornika	20,07944	49,86861	Dobczyce	myślenicki	małopolskie	PLRW200002138599
139	Zb. Dobczyce - ujęcie wieżowe	20,07252	49,87107	Dobczyce	myślenicki	małopolskie	PLRW200002138599
140	Zb. Goczałkowice - na wysokości ujęcia GPW	18,91538	49,92427	Goczałkowice-Zdrój	pszczyński	śląskie	PLRW20000211179
141	Zb. Goczałkowice - w rejonie zapory	18,92500	49,93000	Goczałkowice-Zdrój	pszczyński	śląskie	PLRW20000211179
142	Zb. Kozłowa Góra - w rejonie zapory	18,97282	50,41363	Świerklaniec	tarnogórski	śląskie	PLRW20000212639
143	Zb. Międzybrodzie - w rejonie zapory	19,19389	49,79917	Czernichów	żywiecki	śląskie	PLRW2000021329553
144	Zb. Pierzchały	19,84901	54,28076	Płoskinia	braniewski	warmińsko-mazurskie	PLRW2000056939
145	Zb. Siemianówka - basen główny	23,75957	52,93998	Narewka	hajnowski	podlaskie	PLRW200002611399
146	Zb. Słup	16,13510	51,09477	Męcinka	jaworski	dolnośląskie	PLRW60000138491
147	Zb. Turawa - Zbiornik Turawa	18,09328	50,73584	Turawa	opolski	opolskie	PLRW6000011859
148	Zb. Zemborzycy - Dąbrowa, las	22,53293	51,18274	Lublin	Lublin	lubelskie	PLRW2000024653
149	Żalskie	19,31958	53,01757	Brzuze	rypiński	kujawsko-pomorskie	PLLW20211
150	Żnińskie Małe	17,71160	52,83234	Żnin	żniński	kujawsko-pomorskie	PLLW10462

\* - na podstawie danych pochodzących z państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju

\*\* - na podstawie danych udostępnionych przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej



OSRODEK BADAŃ I KONTROLI  
ŚRODOWISKA  
Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością  
Monitoring osadów dennych w latach 2016-2017  
Etap I - rok 2016

LOKALIZACJA PUNKTÓW POMIAROWO-KONTROLNYCH  
NA JEZIORACH I ZBIORNIKACH ZAPOROWYCH

123 • punkt pomiarowo-kontrolny wraz z numerem  
150 - liczbę ppk





## 5 WYNIKI BADAŃ

### 5.1 Wyniki badań osadów rzecznych

Wyniki badań laboratoryjnych zostały przedstawione w załączniku nr 3.

#### 5.1.1 Odczyn, przewodność elektrolityczna

Odczyn zbadanych osadów kształtował się na poziomie pH od 6,30 do 8,60. Najniższe poziomy pH odnotowano w osadach w punktach: Opawa - Wiechowice (pH 6,3); Otok (Kanał Otok) - m. Santok (pH 6,3), Brok - Stare Kaczkowo (pH 6,7). Natomiast najwyższe wartości odnotowano w punktach: Warta - Lisowice (pH 8,6); Odra - Police; Warta - Bobry (pH 8,4); Wisła - Warszawa (pH 8,4); Wisła - Wyszogród (pH 8,4); Stobrawa - Stobrawa (pH 8,4).

Przewodność elektrolityczna zmieniała się w zakresie od 100 do 2590  $\mu\text{S/cm}$ , średnio wynosiła 470,86  $\mu\text{S/cm}$ . Najniższą przewodność, tj 100  $\mu\text{S/cm}$  odnotowano w punktach: Wisła - Grudziądz oraz Biała Głuchołaska - Biała Nyska, natomiast najwyższą w punktach: Nysa Łużycka - Zgorzelec (1736  $\mu\text{S/cm}$ ), Kanał Mosiński - Niedźwiady (1758  $\mu\text{S/cm}$ ); Parsęta - Kołobrzeg (2590  $\mu\text{S/cm}$ ).

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 9 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
odczyn	pH	7,5	7,5	7,5	6,3	8,6	0,37
przewodność	[ $\mu\text{S/cm}$ ]	470,86	383,38	429	100	2590	319,46

Oznaczone wartości dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach stanowiących załącznik nr 5 do raportu. oraz zobrazowano na mapach stanowiących załącznik nr 7 do raportu.

#### 5.1.2 Pierwiastki

##### Srebro

We wszystkich zbadanych próbkach zawartości srebra w osadach wyniosły poniżej granicy oznaczalności (<0,10 mg/kg).

##### Arsen

W 164 zbadanych próbkach osadów, zawartości arsenu kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 0,10 mg/kg.

W pozostałych punktach, wartości kształtowały się w przedziale 1,53 - 338 mg/kg. Najniższe wartości, tj. poniżej 5 mg/kg odnotowano w punktach: Krza - Neple (1,53 mg/kg); Gielczew - Biskupice (4,62 mg/kg); Kanał Mosiński - Mosina (4,95 mg/kg); Wieprz - Borowica



(4,99 mg/kg). Najwyższe wartości zostały odnotowane w punktach: Polska Woda - Potasznia (45,9 mg/kg); Kaczawa - Prochowice (73,4 mg/kg); Czarna Woda - Legnica (338 mg/kg).

### **Bar**

Zawartosci tego pierwiastka w zbadanych punktach kształtowały się w bardzo szerokim przedziale, tj. od 7,04 do 2462 mg/kg. Średnia, średnia geometryczna i mediana wynosiły odpowiednio 124,3 mg/kg; 75,84 mg/kg oraz 75,2 mg/kg. Stężenia baru w osadach, powyżej 500 mg/kg odnotowano w 7 próbkach, tj: Odra – Połęcko, Odra – Malczyce, Widawa – ujście do Odry, Krzycki Rów – Stany, Zimny Potok (Zimna Woda) – Ciemnice, Stoła – Potępa, Mała Panew – Krupski Młyn.

### **Kadm**

W 163 punktach, zawartość kadmu w zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 0,05 mg/kg. W pozostałych punktach, wartości kształtowały się w przedziale 0,07 - 154 mg/kg. Najniższe wartości, tj. poniżej 0,2 mg/kg odnotowano w punktach: Bug - Nur (0,132 mg/kg); San - Brandwica (0,07 mg/kg); San - Hureczko (0,105 mg/kg); San - Ulanów (0,18 mg/kg); Warta - Mstów (0,13 mg/kg); Wisła - Warszawa - Młociny (0,129 mg/kg); Nysa Szalona - Winnica (0,197 mg/kg); Witka - ujście do Nysy Łużyckiej (0,181 mg/kg); Zimnica - Ścinawa (0,166 mg/kg); Płonia - Szczecin - Dąbie (0,156 mg/kg); Kanał Postomski - m. Słońsk (0,12 mg/kg). Największe stężenia, tj. powyżej 6 mg/kg odnotowano w punktach: Pilica - Sulejów (45,9 mg/kg); Warta - Santok (14,5 mg/kg); Warta - Wartosław (6,46 mg/kg); Wisła - Oświęcim (17,1 mg/kg); Czarna Woda - Legnica (108 mg/kg); Bystrzyca - Borki (6,05 mg/kg); Stoła - Potępa (83,5 mg/kg) oraz Mała Panew - Krupski Młyn (154 mg/kg). Średnia zawartość kadmu w osadach rzecznych wyniosła 2,06 mg/kg.

### **Kobalt**

Zawartości kobaltu w zbadanych osadach rzecznych występowały w zakresie od 1,13 do 85,3 mg/kg, średnia zawartość wyniosła 10,5 mg/kg, a średnia geometryczna i mediana – 75 mg/kg. W 114 próbkach osadów zawartości pierwiastka kształtowały się na poziomie niższym niż 10 mg/kg. Natomiast tylko w jednym punkcie, Nysa Kłodzka - Kłodzko, wartości pierwiastka osiągnęły poziom powyżej 50 mg/kg.

### **Chrom**

Zawartości chromu w osadach kształtowały się w bardzo szerokim przedziale - od 0,502 do 538 mg/kg. Średnia zawartość wynosiła 31,5 mg/kg, średnia geometryczna – 15,9 mg/kg, a mediana - 16 mg/kg.

### **Miedź**

W 26 punktach, stężenia miedzi w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 0,40 mg/kg. W 186 próbkach osadów pierwiastek kształtował się na poziomie niższym niż 20 mg/kg. Natomiast w punktach: Kaczawa - Prochowice (345 mg/kg); Czarna Woda - Legnica (851 mg/kg); Kopanica - Łęgoń (298 mg/kg); Zimny Potok - Ciemnice (208 mg/kg); Oława - Wrocław jaz Małgorzata (210 mg/kg), wartości pierwiastka osiągnęły poziom powyżej 200 mg/kg.



### **Rtęć**

Zawartości rtęci w zbadanych osadach kształtowały się w przedziale od <0,1 do 15,6 mg/kg. W 146 próbkach osadów stężenia występowały na poziomie niższym niż 0,1 mg/kg. Stężenia powyżej 1 mg/kg oznaczono w punktach: Dzierżęcinka - Koszalin (1,28 mg/kg); Kaczawa - Prochowice (4,94 mg/kg); Odra - Połęczko (1,72 mg/kg); Odra - Malczyce (1,32 mg/kg); Odra - Nowa Sól (2,27 mg/kg); Warta - Santok (3,16 mg/kg); Czarna Woda - Legnica (15,6 mg/kg); Bystrzyba - Lublin Wrotków (2,57 mg/kg); Kopanica - Łęgoń (2,74 mg/kg); Nysa Łużycka - Zasieki (1,23 mg/kg); Pliszka - Urad (1,14 mg/kg); Kanał Świerżowski - Żalin (1,38 mg/kg).

### **Molibden**

We wszystkich zbadanych próbkach zawartości molibdenu w osadach wyniosły poniżej granicy oznaczalności (<0,40 mg/kg).

### **Nikiel**

W zbadanych osadach stężenia niklu stwierdzono w przedziale zawartości od 0,768 do 509 mg/kg, a wyznaczone: średnia, średnia geometryczna i mediana przedstawiały się następująco: 17,4, 9,53 i 11 mg/kg. W 237 próbkach pierwiastek kształtował się na poziomie niższym niż 30 mg/kg. Natomiast w punktach: Odra - Świecko (509 mg/kg); Kopanica - Łęgoń (314 mg/kg) wartości pierwiastka osiągnęły poziom powyżej 100 mg/kg.

### **Ołów**

W 8 punktach, zawartości ołowiu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 1,0 mg/kg. W 231 próbkach oznaczone stężenia kształtowały się na poziomie niższym niż 50 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 500 mg/kg zostały oznaczone w punktach: Odra - Siadło Dolne (579 mg/kg); Narew - Bondary (898 mg/kg); Czarna Woda - Legnica (633 mg/kg).

### **Cyna**

We wszystkich zbadanych próbkach zawartość cyny w osadach wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<5,00 mg/kg).

### **Stront**

W zbadanych punktach, oznaczone wartości kształtowały się w przedziale 1,8 - 473 mg/kg. Najniższe wartości, tj. poniżej 5,0 mg/kg odnotowano w 26 punktach. Największe wartości, tj. powyżej 300 mg/kg odnotowano w punktach: Bug - Gлина Nadbużna (369 mg/kg); Bug - Horodło (357 mg/kg); Bug - Kryłów (347 mg/kg); Bug - Sławatycze (473 mg/kg); Bug - Strzyżów (415 mg/kg); Bug - Włodawa (321 mg/kg); Łabuńka - Krzak (418 mg/kg). Średnia zawartość strontu w osadach wyniosła 50,21 mg/kg.

### **Wanad**

W 37 punktach, stężenia wanadu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 0,5 mg/kg. W pozostałych punktach wartości kształtowały się w przedziale 1,25 - 57,9 mg/kg. Najwyższą jego zawartość, tj. powyżej 40 mg/kg odnotowano w punktach: Kaczawa - Prochowice (44,1 mg/kg); Odra - Połęczko (52,6 mg/kg); Warta - Santok (40,8 mg/kg); Wisła - Warszawa Młociny (40,4 mg/kg); Witka - ujście





do Nysy Łużyckiej (40,4 mg/kg); Biała Głuchołaska - Głuchołazy (43,1 mg/kg) oraz Kanał Chorzelowski - Różniaty (57,9 mg/kg).

### **Cynk**

W 9 punktach, zawartości cynku w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 0,5 mg/kg. W pozostałych punktach stężenia cynku w osadach występowały w ekstremalnie szerokim zakresie stężeń - od 4 do 2353 mg/kg. W 206 próbkach osadów oznaczone wartości kształtowały się na poziomie niższym niż 200 mg/kg. Najwyższe stężenia zostały oznaczone w osadach pochodzących z punktów: Wisła - Oświęcim (1998 mg/kg) oraz Mała Panew - Krupski Młyn (2353 mg/kg).

### **Wapń**

W zbadanych punktach, oznaczone wartości kształtowały się w przedziale od 235 do 73500 mg/kg. Najniższe wartości, tj. poniżej 1000 mg/kg odnotowano w 16 punktach. Największe wartości, tj. powyżej 55000 mg/kg odnotowano w punktach: Odra - Osinów (67130 mg/kg); Bug - Głina Nadbużna (66040 mg/kg); Bug - Sławatycze (66550 mg/kg); San - Krzeszów (73500 mg/kg); Łabuńka - Krzak (57160 mg/kg).

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

Stężenie węgla organicznego zmieniało się w przedziale zawartości od 0,067 % do 21,5 % sm, średnia jego zawartość wynosiła 3,45%, średnia geometryczna – 2,21%, a mediana 2,54%. W 211 zbadanych próbkach zawartość węgla organicznego nie przekraczała 5%. Zawartość węgla powyżej 15% sm odnotowano w 4 punktach: Noteć - Żuławka (18,2 %sm); Warta - Bobry (21,5 %sm), Pliszka - Urad (18%sm); Kanał Świerżowski - Żalin - Kolonia (16%sm)

### **Żelazo**

Zawartość żelaza w osadach rzek zmieniała się w zakresie od 99 do 79790 mg/kg. Największe wartości, tj. powyżej 40000 mg/kg odnotowano w punktach: Noteć - Żuławka (68280 mg/kg); Barycz - Wąsosz (40670 mg/kg); Orla - Wąsosz (41200 mg/kg); Polska Woda - Potasznia (48620 mg/kg); Ilanka - Świecko (46600 mg/kg); Krzycki Rów - Stany 79790 mg/kg).

### **Mangan**

Zawartość manganu w osadach zmieniała się w zakresie od 20,9 do 3231 mg/kg. Największe wartości, tj. powyżej 2500 mg/kg odnotowano w punktach: Barycz - Wyszczanów (2524 mg/kg); Bóbr - Stary Raduszec (2654 mg/kg); Odra - Połęcko (3231 mg/kg); Warta - Santok (2611 mg/kg); Nysa Szalona - Winnica (2548 mg/kg) oraz Postomia - Lemierzyce (2627 mg/kg). Średnia zawartość tego pierwiastka w osadach wyniosła 671,02 mg/kg.

### **Fosfor**

Pierwiastek ten w zbadanych osadach obecny był w zakresie od 41,3 do 8864 mg/kg. Największe wartości, tj. powyżej 5500 mg/kg odnotowano w punktach: Noteć - Żuławka (8864 mg/kg); Widawa - ujście do Odry (5533 mg/kg); Krzna - Biała Podlaska (5831 mg/kg) oraz Krzycki Rów - Stany (6095 mg/kg). Średnia, średnia geometryczna oraz mediana



w zbadanych próbkach wyniosła odpowiednio: 1040,8 mg/kg; 605,79 mg/kg oraz 577,5 mg/kg.

### **Siarka**

W 3 punktach, zawartości siarki w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj < 5,0 mg/kg. W pozostałych punktach, wartości kształtowały się w przedziale 13 - 13410 mg/kg. Najniższe wartości, tj poniżej 50 mg/kg odnotowano w punktach: Warta - Krzeczów (13 mg/kg); Liwiec - Kamieńczyk (48,2 mg/kg); Sona - Popielżyn (44,9 mg/kg). Największe wartości, tj powyżej 10000 mg/kg odnotowano w punktach: Rega - Mrzeżyno (10150 mg/kg); Obrzyca - ujście do Odry (13410 mg/kg); Ilanka - Świecko (10700 mg/kg); Pliszka - Urad (12180 mg/kg); Postomia - Lemierzyce (12290 mg/kg)

### **Tytan**

Stężenie tytanu w osadach kształtowało się w przedziale zawartości od 18 do 1240 mg/kg, średnia zawartość wynosiła 173,6 mg/kg, średnia geometryczna – 136,9 mg/kg, a mediana – 142,5 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej 1000 mg/kg stwierdzono w punktach Witka - ujście do Nysy Łużyckiej (1240 mg/kg); Biała Głuchołaska - Głuchołazy (1114 mg/kg).

### **Glin**

Zawartości glinu w osadach kształtowały się w przedziale od 235 do 28090 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej 20000 mg/kg stwierdzono w punktach: Odra - Połęcko (24400 mg/kg); Wisła - Warszawa Młociny (21160 mg/kg); Kanał Chorzelowski - Rożniaty (28090 mg/kg).

### **Magnez**

Zawartości magnezu w osadach kształtowały się w przedziale od 83,6 do 8911 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej 6000 mg/kg stwierdzono w punktach: Odra - Osinów (8911 mg/kg); San - Mrzygłód (7960 mg/kg); San - Ulanów (6339 mg/kg); Wisła - Sandomierz (6345 mg/kg)

### **Potas**

W 3 punktach, stężenia potasu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj < 100 mg/kg. W pozostałych punktach, wartości kształtowały się w przedziale 101 - 11934 mg/kg. Największe wartości, tj powyżej 5000 mg/kg odnotowano w punktach: Dzierżęcinka - Koszalin (6469mg/kg); Otok - Santok (11934 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 - pierwiastki

Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Minimum	Maksimum	Mediana	Odchylenie standardowe
Srebro	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00
Arsen	mg/kg	5,78	0,40	0,05	338,00	0,05	21,88
Bar	mg/kg	124,26	75,84	7,04	2462,00	75,02	189,18
Kadm	mg/kg	2,06	0,10	0,03	154,00	0,03	12,82
Kobalt	mg/kg	10,51	7,72	1,13	85,30	8,03	9,14
Chrom	mg/kg	31,56	15,86	0,50	538,00	16,00	56,07
Miedź	mg/kg	26,25	7,84	0,20	851,00	10,25	64,85
Rtęć	mg/kg	0,29	0,11	0,05	15,60	0,05	1,06
Magnez	mg/kg	1801,01	1214,57	83,60	8911,00	1441,50	1505,38
Molibden	mg/kg	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00
Nikiel	mg/kg	17,39	9,53	0,77	509,00	11,00	37,40
Ołów	mg/kg	36,97	15,75	0,50	898,00	15,95	86,21
Cyna	mg/kg	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00
Stront	mg/kg	50,21	25,72	1,80	473,00	27,40	70,86
Wanad	mg/kg	13,97	7,44	0,25	57,90	11,80	11,25
Cyk	mg/kg	149,89	64,00	0,25	2353,00	69,95	252,63
Wapń	mg/kg	12370,77	6873,35	235,00	73500,00	7537,00	13769,73
TOC	%s.m.	3,45	2,21	0,07	21,50	2,54	3,27
Żelazo	mg/kg	13777,70	9774,67	99,20	79790,00	11150,00	11251,11
Mangan	mg/kg	671,02	424,42	20,90	3231,00	484,00	610,22
Fosfor	mg/kg	1040,80	605,79	41,30	8864,00	577,50	1183,69
Siarka	mg/kg	1498,44	669,00	2,50	13410,00	685,50	2172,96
Tytan	mg/kg	173,60	136,88	18,00	1240,00	142,50	143,87
Glin	mg/kg	6051,84	4288,68	235,00	28090,00	5100,00	4806,36
Potas	mg/kg	1070,54	708,06	50,0	11934,00	867,80	1097,18
Azot	mg/kg	2000,17	925,59	10,00	16240,00	1320,00	2258,16

Wyniki dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach stanowiących załącznik nr 5 do raportu oraz zobrazowano na mapach stanowiących załącznik nr 7 do raportu.

### 5.1.3 Związki organiczne i fluorki

Zawartość sumy WWA w osadach rzecznych kształtowała się w zakresie: poniżej granicy oznaczalności <0,02 do 49,89 mg/kg. W 57,8% (156 próbek) oznaczonych osadów



stężenia WWA kształtowały się poniżej 1,6 mg/kg, natomiast w punktach: Odra - Kędzierzyn - Koźle (24,98 mg/kg); Odra - Miedonia (26,12 mg/kg); Bystrzyca - Ujście do Odry (36,39 mg/kg); Nysa Łużycka - Zgorzelec (37,60 mg/kg); Bystrzyca - Lublin Wrotków (49,89 mg/kg); Kopanica - Łęgoń (42,35 mg/kg) stężenia WWA wyniosły powyżej 22,8 mg/kg.

W 25 punktach, stężenia pirenu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. < 0,01 mg/kg. W pozostałych osadach zawartości pirenu stwierdzono w przedziale od 0,011 do 6,77 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 5,0 mg/kg odnotowano w punktach: Nysa Łużycka - Zgorzelec (5,81 mg/kg); Bystrzyca - Lublin Wrotków (6,77 mg/kg); Kopanica - Łęgoń (5,42 mg/kg).

W 20 punktach, zawartości fluorantenu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. < 0,01 mg/kg. W pozostałych osadach stężenia fluorantenu stwierdzono w przedziale zawartości od 0,011 do 7,96 mg/kg. W 73,3% (198 próbek) oznaczonych osadów stężenia wyniosły poniżej 0,42 mg/kg, natomiast w 20 punktach (7,4%) wyniki badań kształtowały się powyżej poziomu 2,23 mg/kg.

Zawartości acenaftenu w zbadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 0,75 mg/kg. W 144 zbadanych próbkach stężenia wyniosły poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg. Najwyższą wartość oznaczono w punkcie Odra - Malczyce (0,75 mg/kg).

Stężenia naftalenu w zbadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 5,0 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 2,0 mg/kg, zostały oznaczone w punktach: Bystrzyca - ujście do Odry (5,0 mg); Strzegomka - Bogdaszowice (2,86 mg/kg).

Zawartości fenantrenu w zbadanych próbkach zawierały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg - 4,44 mg/kg. Wyniki powyżej średniej obserwowano w 89 punktach. Najwyższe wartości, tj. powyżej 3,0 mg/kg, odnotowano w punktach: Bystrzyca - ujście do Odry (3,82 mg/kg); Nysa Łużycka - Zgorzelec (4,44 mg/kg); Bystrzyca Lublin Wrotków (3,88 mg/kg).

Zawartości antracenu w zbadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 1,47 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej 1,0 mg/kg, zostały oznaczone w punktach: Odra - Kędzierzyn - Koźle (1,18 mg/kg); Bystrzyca - ujście do Odry (1,47 mg/kg). Wyniki powyżej średniej obserwowano w 90 próbach.

Stężenia chryzenu w zbadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 4,71 mg/kg. Z wynikiem powyżej wartości średniej (0,21 mg/kg), zostało oznaczonych 84 próbek. Najwyższa wartość chryzenu w osadach została oznaczona w punkcie Bystrzyca - Lublin Wrotków - 4,71 mg/kg.

Stężenia benzo(a)antracenu w próbkach zawierały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 3,51 mg/kg. Z wynikiem powyżej wartości średniej (0,19 mg/kg), zostało oznaczonych 83 próbek. Najwyższa wartość chryzenu w osadach została oznaczona w punkcie Bystrzyca - Lublin Wrotków - 4,71 mg/kg.

Zawartości benzo(a)pirenu w przebadanych próbkach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 4,35 mg/kg. Najwyższe wartości, tj. powyżej



1,45 mg/kg wystąpiły w 7 zbadanych próbkach: Odra - Kędzierzyn - Koźle (1,63 mg/kg); Odra - Miedonia (1,55 mg/kg); Bystrzyca - Ujście do Odry (1,69 mg/kg); Nysa Łużycka - Zgorzelec (2,31 mg/kg); Bystrzyca - Lublin Wrotków (4,34 mg/kg); Kopanica - Łęgoń (3,48 mg/kg); Szprotawa - Szprotawa (1,83 mg/kg).

Zawartości benzo(g,h,i)perylenu powyżej średniej (0,18 mg/kg) oznaczono w 71 zbadanych próbkach. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 2,0 mg/kg odnotowano w punktach: Bystrzyca - Lublin Wrotkow (2,75 mg/kg), Kopanica - Łęgoń (3,26 mg/kg).

Stężenia acenaftylenu w próbkach zawierały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 0,2 mg/kg. W 144 punktach, zawartości fluorantenu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności. Z wynikiem powyżej wartości średniej (0,01 mg/kg), zostało oznaczonych 25 próbek. Najwyższa wartość w osadach została oznaczona w punkcie Bystrzyca - ujście do Odry (0,2mg/kg).

Zawartości fluorenu w zbadanych osadach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 0,835 mg/kg. W 146 punktach, zawartości fluorantenu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 2,0 mg/kg zostały oznaczone w punktach: Odra - Malczyce (0,67 mg/kg); Bystrzyca - ujście do Odry (0,83 mg/kg)

Stężenia indeno(1,2,3-c,d)pirenu w zbadanych osadach zawierały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 4,47 mg/kg. Z wynikiem powyżej wartości średniej (0,2 mg/kg), zostało oznaczonych 69 próbek. Najwyższe wartości, tj. powyżej 3 mg/kg zostały oznaczone w punktach: Bystrzyca - Lublin Wrotków (3,71 mg/kg) oraz Kopanica Łęgoń (4,47 mg/kg).

Stężenia dibenzo(a,h)antracenu w próbkach zawierały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 0,70 mg/kg. Najwyższe wartości odnotowano w punktach: Bystrzyca - Lublin Wrotków (0,58 mg/kg); Kopanica - Łęgoń (0,70 mg/kg).

W 29 punktach, stężenia benzo(b)fluorantenu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj < 0,01 mg/kg. W pozostałych osadach zawartości benzo(b)fluorantenu stwierdzono w przedziale od 0,011 do 6,4 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 5,0 mg/kg odnotowano w punktach: Bystrzyca - Lublin Wrotków (6,4 mg/kg); Kopanica - Łęgoń (5,32 mg/kg).

W 59 punktach, stężenia benzo(k)fluorantenu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj < 0,01 mg/kg. W pozostałych osadach zawartości benzo(k)fluorantenu stwierdzono w przedziale od 0,011 do 2,24 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 2,0 mg/kg odnotowano w punktach: Bystrzyca - Lublin Wrotków (2,24 mg/kg); Kopanica - Łęgoń (2,16 mg/kg).

W 70 punktach, stężenia benzo(e)pirenu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj < 0,02 mg/kg. W pozostałych próbkach zawartości benzo(e)pirenu stwierdzono w przedziale od 0,02 do 0,97 mg/kg. Wyniki powyżej średniej (0,25 mg/kg) obserwowano w 21 punktach. Najwyższe wartości, tj. powyżej 0,9 mg/kg, odnotowano w punktach: Odra - Miedonia (0,95 mg/kg); Olza - Ropice (0,97 mg/kg).



W 264 punktach ilości polichlorowanych bifenyli w osadach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj  $< 0,003$  mg/kg. W pozostałych zbadanych próbkach osadów wskaźnik kształtował się w przedziale zawartości od 0,0032 do 0,472 mg/kg. Najwyższy wynik oznaczeń został odnotowany w punkcie Olza - Ropice (0,47 mg/kg).

W 268 punktach, stężenia heksachlorobenzenu kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj  $< 0,005$  mg/kg. Jedynie w dwóch punktach oznaczono wynik na poziomie wyższym niż granica oznaczalności: Odra - Nowa Sól (0,006 mg/kg); Bystrzyca - Lublin Wrotków (0,013 mg/kg).

W przypadku pentachlorobenzenu we wszystkich zbadanych próbkach osadów jego zawartość wyniosła poniżej granicy oznaczalności ( $< 0,01$  mg/kg).

Zawartości alfa-HCH w osadach, w 269 punktach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj  $< 0,01$  mg/kg. W jednym punkcie, Wisła - Oświęcim została oznaczona powyżej granicy oznaczalności i wyniosła 0,012 mg/kg.

Zawartości beta-HCH w 267 punktach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj  $< 0,01$  mg/kg. W trzech punktach: Wisła - Kopanka; Wisła - Opatowiec; Wisła - Oświęcim; oznaczone ilości w osadach wyniosły odpowiednio: 0,027 mg/kg; 0,012 mg/kg; 0,08 mg/kg.

W przypadku gamma-HCH oraz delta\_HCH we wszystkich zbadanych próbkach zawartości wyniosły poniżej granicy oznaczalności ( $< 0,01$  mg/kg).

Wszystkie wyniki oznaczeń dla wskaźników: endosulfan, endryna, aldryna, dieldryna i izodryna wyniosły poniżej granicy oznaczalności ( $< 0,01$  mg/kg).

Zawartości wskaźnika DDT całkowity stwierdzono w zbadanych próbkach w przedziale: poniżej granicy oznaczalności  $< 0,01$  do 0,335 mg/kg. Wysokie zawartości, tj. powyżej 0,06 mg/kg oznaczono w punktach: Bug - Popowo (0,2 mg/kg); Wisła - Oświęcim (0,29 mg/kg); Bystrzyca - Lublin Wrotków (0,12 mg/kg); Kopanica - Łęgoń (0,33 mg/kg); Zimny Potok - Ciemnice (0,18 mg/kg); Sierpienica - Dwa Młyny (0,19 mg/kg).

Toksafen był oznaczany jedynie w 5 punktach - wszystkie wyniki oznaczeń wyniosły poniżej granicy oznaczalności ( $< 0,8$  ug/kg).

Ftalan di(2-etyloheksylu) oznaczany był w osadach pochodzących z 43 punktów - w 37 przebadanych próbkach zawartości wyniosły poniżej granicy oznaczalności ( $< 0,8$  mg/kg). W pozostałych próbkach wartości kształtowały się w przedziale 1,1 - 11,9 mg/kg. Najwyższy wynik oznaczeń został odnotowany w punkcie Odra - Nowa Sól (11,9 mg/kg).

Fluorki oznaczane były w osadach pochodzących z 43 punktów - w 16 z nich zawartości wyniosły poniżej granicy oznaczalności ( $< 1,0$  mg/kg). W pozostałych próbkach wartości kształtowały się w przedziale 1,0 - 4,1 mg/kg.

Chlorfenwinfos oznaczany był w osadach pochodzących z 43 punktów - w 41 z nich zawartość wyniosła poniżej granicy oznaczalności ( $< 0,01$  mg/kg). W dwóch punktach: Odra - Połęcko oraz Odra - Gryfino wyniki wyniosły odpowiednio 0,029 mg/kg oraz 0,044 mg/kg.

Bromowane difenyletery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154) suma oznaczane były w osadach pochodzących z 43 punktów - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności ( $< 0,01$  mg/kg).



Związki tributyllocyny oznaczane były w osadach pochodzących z 43 punktów - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności (<0,005 mg/kg).

Heksachlorobutadien oznaczane były w 43 punktach - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności (<0,01 mg/kg).

Zawartości wskaźników nonylofenole (4-nonylofenol), oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol), pentachlorofenol oraz trifluarlina w osadach oznaczane były jedynie w 5 punktach - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności, tj odpowiednio <0,1 mg/kg; <1,0 mg/kg; <0,02 mg/kg; <0,01 mg/kg.

Dikofol, chinoksyfen, cypermetryna, chlordekony, heksabromodifenol, aklonifen, bifenoks oraz cybutryna były oznaczane jedynie w 5 punktach - wszystkie wyniki zostały oznaczone poniżej granicy oznaczalności (<0,8 ug/kg).

Kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS) były oznaczane jedynie w 5 punktach - w 2 punktach - wyniki oznaczeń wyniosły poniżej granicy oznaczalności (<0,01 mg/kg). W pozostałych punktach wyniki wyniosły: Łeba - Cecenowo (0,045 mg/kg); Pasłęka - Nowa Pasłęka (0,021 mg/kg); Reda - Wejherowo (0,038 mg/kg).

Heksabromocyklododekan, alachlor oraz chlorpiryfos były oznaczane jedynie w 5 punktach - wszystkie wyniki oznaczeń wyniosły poniżej granicy oznaczalności (<0,01 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 11 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne i fluorki

Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Minimum	Maksimum	Mediana	Odchylenie standardowe
Naftalen	mg/kg	0,08	0,01	0,005	5,00	0,005	0,38
Fenantren	mg/kg	0,28	0,07	0,005	4,44	0,075	0,58
Antracen	mg/kg	0,08	0,02	0,005	1,47	0,017	0,18
Fluoranten	mg/kg	0,63	0,18	0,005	7,96	0,203	1,13
Chryzen	mg/kg	0,26	0,07	0,005	4,71	0,078	0,51
Benzo(a)antracen	mg/kg	0,24	0,07	0,005	3,51	0,073	0,44
Benzo(a)piren	mg/kg	0,27	0,08	0,005	4,34	0,091	0,48
Benzo(a)fluoranten	mg/kg	0,09	0,07	0,050	0,98	0,050	0,11
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	0,19	0,05	0,005	3,26	0,060	0,35
Acenaftylen	mg/kg	0,01	0,01	0,005	0,20	0,005	0,02
Acenaften	mg/kg	0,04	0,01	0,005	0,75	0,005	0,10
Fluoren	mg/kg	0,04	0,01	0,005	0,84	0,005	0,10
Piren	mg/kg	0,49	0,14	0,005	6,77	0,162	0,87
Benzo(b)fluoranten	mg/kg	0,41	0,12	0,005	6,40	0,138	0,73
Benzo(k)fluoranten	mg/kg	0,15	0,05	0,005	2,24	0,054	0,28
Benzo(e)piren	mg/kg	0,09	0,05	0,010	0,97	0,048	0,14



Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Minimum	Maksimum	Mediana	Odchylenie standardowe
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg/kg	0,22	0,06	0,005	4,47	0,064	0,46
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg	0,04	0,02	0,005	0,70	0,011	0,08
Perylen	mg/kg	0,01	0,01	0,010	0,09	0,010	0,01
WWA - suma:	mg/kg	3,62	1,29	0,150	49,89	1,252	6,46
Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153,180) - suma	µg/kg	3,77	1,60	1,50	472,00	1,50	29,12
Pentachlorobenzen	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Heksachlorobenzen	µg/kg	2,55	2,52	2,50	13,00	2,50	0,67
Alfa-HCH	µg/kg	5,03	5,02	5,00	12,00	5,00	0,43
Beta-HCH	µg/kg	5,39	5,10	5,00	80,00	5,00	4,77
Gamma-HCH	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Delta-HCH	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
HCH - suma	µg/kg	20,41	20,20	20,00	102,00	20,00	5,18
Heptachlor i epoksyd heptachloru	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Dieldryna	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Izdryna	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
DDT całkowity (+izomer para-para)	µg/kg	11,04	5,87	5,00	335,00	5,00	34,09
p'p'-DDE	µg/kg	6,69	5,48	5,00	108,00	5,00	9,83
p'p'-DDD	µg/kg	8,57	5,73	5,00	226,00	5,00	20,03
Endosulfan	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Ftalan di(2-etyloheksylu)	mg/kg	0,79	0,50	0,4	11,9	0,4	1,77
chloroalkany C10-C13	mg/kg	0,44	0,11	0,05	2,95	0,05	0,79
Fluorki	mg/kg	1,40	1,13	0,5	4,1	1,4	0,87
Chlorfenwinfos	µg/kg	6,47	5,48	5,00	44,00	5,00	6,91
Bromowane difenylotery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154)	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Związki tributylcyny (kation tributylcyny)	µg/kg	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00
Heksachlorobutadien	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
1,2,3-trichlorobenzen	µg/kg	15,72	13,81	10,00	40,00	10,00	9,45
1,2,4-trichlorobenzen	µg/kg	23,58	20,72	15,00	60,00	15,00	14,17
1,3,5-trichlorobenzen	µg/kg	39,30	34,53	25,00	100,00	25,00	23,62
Nonylofenole (4-nonylofenol)	mg/kg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0
Oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol)	mg/kg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0
Pentachlorofenol	µg/kg	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00
Trifluarlina	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Dikofol	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
kwasy perfluorooktanosulfonowe i jego pochodne (PFOS)	µg/kg	22,80	15,51	5,00	45,00	21,00	18,44
Chinoksyfen	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
Dioksyiny i związki	µg/kg	0,14	0,01	0,00	0,66	0,01	0,29





Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Minimum	Maksimum	Mediana	Odchylenie standardowe
dioksynopodobne							
Cypermetyryna	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
Heksabromocyklododekan	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Chlordekony	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
Heksabromodifenol	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
Toksafen	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
Endryna	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Aldryna	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Alachlor	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Chlorpiryfos	µg/kg	7,60	6,46	5,00	18,00	5,00	5,81
Aklonifen	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
Bifenoks	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00
Cybutryna	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00

Wyniki dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach stanowiących załącznik nr 5 do raportu oraz zobrazowano na mapach stanowiących załącznik nr 7 do raportu.

## 5.2 Wyniki badań osadów jeziornych

Wyniki badań laboratoryjnych zostały przedstawione w załączniku nr 4.

### 5.2.1 Odczyn, przewodność elektrolityczna

Odczyn zbadanych osadów kształtował się na poziomie od 6,70 do 8,40 pH. Najniższe poziomy pH, tj. poniżej wartości 7,0 odnotowano w jeziorach: Wielkie Dąbie (pH 6,7); Bobiecińskie Wielkie (pH 6,9); Borak (pH 6,8); Chodzieskie (pH 6,8); Dołgie (pH 6,8); Jańsko (pH 6,7); Kiedrowickie (pH 6,7); Łagowskie (pH 6,9), Przywidzkie Wielkie (pH 6,9); Tauty (pH 6,7), zaś najwyższe, powyżej pH 8,1, w jeziorach: Blanki (pH 8,1); Brodno Wielkie (pH 8,1); Choczewskie (pH 8,2); Januszewskie (pH 8,0); Kałębie (pH 8,4); Pątnowskie (pH 8,0); Zaleskie (pH 8,0).

Przewodność elektrolityczna zmieniała się w zakresie od 100 do 1552 µS/cm. Przewodność powyżej 1000 µS/cm odnotowano w osadach 5 jezior: Jaroszewskie (1552 µS/cm), Oćwieckie Zach. (1047 µS/cm), Sobielujskie (1060 µS/cm) oraz Żnińskie Małe (1122 µS/cm). W pozostałych ppk przewodność mieściła się w zakresie od 100 µS/cm do 1000 µS/cm.

Tabela 12 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
odczyn	pH	7,4	7,4	7,4	6,7	8,4	0,35
przewodność	[µS/cm]	389,37	312,44	271,5	100	1552	275,41



## 5.2.1 Pierwiastki

### Srebro

We wszystkich zbadanych próbkach zawartości srebra w osadach wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<0,10 mg/kg).

### Arsen

W 62 zbadanych próbkach osadów, zawartości arsenu w osadach kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 0,10 mg/kg. W pozostałych punktach, wartości kształtowały się w przedziale 5,31 - 37,2 mg/kg. Najniższe stężenia, tj. poniżej 6 mg/kg odnotowano w osadach pochodzących z jezior: Bierzwik (5,9 mg/kg); Gopło (5,47 mg/kg); Kisajno (5,88 mg/kg), natomiast najwyższe stężenia w jeziorach: Brzozolasek (21,3 mg/kg); Długie Augustowskie (37,2 mg/kg); Majcz Wielki (25,9 mg/kg).

### Bar

Zawartosci tego pierwiastka w zbadanych punktach kształtowały się w bardzo szerokim przedziale wartości, tj. od 5,89 do 368 mg/kg, jego średnia, średnia geometryczna i mediana wynosiły odpowiednio 71,57 mg/kg; 46,56 mg/kg oraz 58,8 mg/kg. Najniższe stężenie baru odnotowano w próbce osadów pobranych z jeziora Kałębie (5,89 mg/kg), najwyższe w osadach pobranych z jeziora Dołgie (368 mg/kg).

### Kadm

Wartości kadmu z zbadanych próbach osadów kształtowały się w przedziale 0,09 - 2,08 mg/kg. Najniższe wartości, tj. poniżej 0,2 mg/kg odnotowano w jeziorach: Bachotek (0,14 mg/kg); Borak (0,155 mg/kg); Bytnickie (0,09 mg/kg); Głębokie (0,13 mg/kg); Jańsko (0,13 mg/kg); Łaśmiady (0,09 mg/kg). Największe stężenia, tj. powyżej 1,5 mg/kg odnotowano w osadach pobranych z jezior: Bobiecinskie Wielkie (1,59 mg/kg); Cieszęcino (1,58 mg/kg); Dymno (2,08 mg/kg). Średnie stężenie w zbadanych próbach wyniosło 0,28 mg/kg.

### Kobalt

W 1 zbadanej próbce osadów, zawartości kobaltu kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. < 0,20 mg/kg. Zawartości kobaltu w pozostałych zbadanych osadach rzecznych występowały w zakresie od 0,53 do 63 mg/kg, średnia zawartość wyniosła 6,82 mg/kg, a średnia geometryczna 4,18 mg/kg, mediana 4,13 mg/kg. Najniższe stężenia, tj. poniżej 1,0 mg/kg odnotowano w osadach pobranych z jezior: Budzislawskie (0,98 mg/kg); Durowo (0,91 mg/kg); Oćwieckie Wsch. (0,53 mg/kg), natomiast najwyższe, tj. > 50 mg/kg w jeziorach: Chłop (63 mg/kg) oraz Lutol (53,7 mg/kg).

### Chrom

Zawartości chromu w osadach kształtowały się w bardzo szerokim przedziale - od 0,56 do 102 mg/kg. Średnia zawartość wynosiła 10,38 mg/kg, średnia geometryczna – 6,27 mg/kg, a mediana - 5,31 mg/kg. W 100 pobranych próbach oznaczone wartości chromu zawierały się poniżej średniej. Najwyższe stężenia zostały odnotowane w osadach pochodzących z jezior: Białe Sosnowieckie (75,45 mg/kg); Krasne (102 mg/kg); Łęgowo (80,8 mg/kg).



### **Miedź**

W 10 punktach, miedź w zbadanych próbkach osadów kształtowała się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 0,4 mg/kg. W 113 (75,8%) próbkach osadów pierwiastek kształtował się na poziomie niższym niż 20 mg/kg. Najwyższe stężenie oznaczono w próbce pochodzącej z jeziora Starzyc (61,5 mg/kg). Średnia zawartość miedzi kształtowała się na poziomie 8,89 mg/kg.

### **Rtęć**

Zawartość rtęci w zbadanych osadach kształtowała się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,1 do <5,17 mg/kg. W 57 (38,3%) próbkach osadów pierwiastek kształtował się na poziomie niższym niż 0,1 mg/kg. Stężenie powyżej 1 mg/kg odnotowano w zbiornikach: Wielkie Dąbie (1,22 mg/kg); Barlinieckie (1,74 mg/kg); Cieszęcino (1,15 mg/kg); Dymno (1,18 mg/kg); Jamno (2,14 mg/kg); Kamienny Most (1,62 mg/kg); Kosobudno (1,5 mg/kg); Łęgowo (2,87 mg/kg); Margonińskie (2,1 mg/kg).

### **Molibden**

We wszystkich zbadanych próbkach zawartości molibdenu w osadach wyniosły poniżej granicy oznaczalności (<0,40 mg/kg).

### **Nikiel**

W 3 punktach, stężenia niklu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 0,4 mg/kg. W pozostałych osadach obecność nikiel stwierdzono w przedziale zawartości od 0,49 do 43,1 mg/kg. W 136 (93,3%) próbkach osadów pierwiastek kształtował się na poziomie niższym niż 30 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 30 mg/kg wystąpiło w osadach pochodzących z jezior: Białe Sosnowieckie (33,0 mg/kg); Krasne (43,1 mg/kg).

### **Ołów**

W 6 punktach, stężenia ołowiu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 1,0 mg/kg. W pozostałych próbkach zawierały się w przedziale od 1,46 mg/kg do 104 mg/kg. W 120 próbkach osadów pierwiastek kształtował się na poziomie niższym niż 50 mg/kg. Średnia zawartość wynosiła 21,9 mg/kg, średnia geometryczna – 12,2 mg/kg, a mediana - 16 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 80 mg/kg zostały oznaczone w próbkach osadów pochodzących z jezior: Błeszno (104 mg/kg); Bobiecinskie Wielkie (89,6 mg/kg); Dymno (93,7 mg/kg).

### **Cyna**

We wszystkich zbadanych próbkach zawartość cyny w osadach wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<5,00 mg/kg).

### **Stront**

W zbadanych punktach, wartości kształtowały się w przedziale 2,11 - 764 mg/kg. Najniższe wartości, tj. poniżej 5,0 mg/kg odnotowano w zbiornikach: Berznik (5,04 mg/kg); Błędzinskie (3,3 mg/kg); Choczewskie (2,56 mg/kg); Dębno (2,12 mg/kg); Januszewskie (3,32 mg/kg); Jezioro (3,9 mg/kg); Kałębie (2,16 mg/kg); Łukcze (2,11 mg/kg); Przywidzkie Wielkie (3,16 mg/kg). Największe wartości, tj. powyżej 300 mg/kg odnotowano w 27



zbiornikach. Średnia zawartość pierwiastka wynosiła 160,31 mg/kg, średnia geometryczna – 64,84 mg/kg, a mediana - 76,65 mg/kg.

#### **Wanad**

W 43 punktach, zawartości wanadu w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. <0,5 mg/kg. W pozostałych punktach wartości kształtowały się w przedziale 1,29 - 300 mg/kg. Najwyższą zawartość, tj. powyżej 40 mg/kg odnotowano w osadach pochodzących z jezior: Bobiecińskie Wielkie (46,7 mg/kg); Brodzkie (300 mg/kg).

#### **Cynk**

W 12 punktach, zawartości cynku w zbadanych próbkach osadów kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. <0,5 mg/kg. W pozostałych punktach cynk występował w szerokim zakresie stężeń od 3,19 do 2771 mg/kg. W 135 (90,6%) próbkach osadów stężenia cynku kształtowały się na poziomie niższym niż 200 mg/kg. Najniższe stężenia odnotowano w osadach pochodzących z jezior: Bierznik (3,19 mg/kg); Roś (3,97 mg/kg), natomiast najwyższe, tj. powyżej 200 mg/kg w osadach z jezior: Jamno (220 mg/kg); Lubniewsko (234 mg/kg); Łęgowo (352 mg/kg).

#### **Wapń**

W zbadanych punktach, oznaczone wartości kształtowały się w przedziale 475 - 223600 mg/kg. Najniższe wartości, tj. poniżej 1000 mg/kg odnotowano w 5 punktach. Największe wartości, tj. powyżej 200000 mg/kg odnotowano w zbiornikach: Brzozolasek (217100 mg/kg); Budziszewskie (213500 mg/kg); Durowo (218200 mg/kg); Grylewskie (223600 mg/kg); Kobyleckie (204200 mg/kg); Niepruszewskie (204800 mg/kg); Oćwieckie Wsch. (215200 mg/kg); Wiele (207500 mg/kg).

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

Stężenie węgla organicznego kształtowało się w przedziale zawartości od 0,135 % do 30,3 % sm, średnia jego zawartość wynosiła 5,82%. W 76 zbadanych próbkach zawartość węgla organicznego nie przekraczała 5%. Zawartość węgla powyżej 15% sm odnotowano w 9 zbiornikach: Wielkie Dąbie (22,4%); Błeszno (19%); Dymno (15,6%); Głębokie (17,7%); Jańsko (24,2%); Kamienny Most (19,9%); Kiedrowickie (30,3%); Kosobudno (15,8%); Łęgowo (15,6%).

#### **Żelazo**

Zawartość żelaza w osadach zmieniała się w zakresie od 800 do 35900 mg/kg. Największe wartości, tj. powyżej 30000 mg/kg odnotowano w zbiornikach: Błeszno (30200 mg/kg); Dołgie (30280 mg/kg); Kosobudno (35900 mg/kg); Mądrzechowskie (35560 mg/kg).

#### **Mangan**

Zawartość manganu w osadach kształtowała się w zakresie od 10,3 do 6734 mg/kg. Największe wartości, tj. powyżej 2500 mg/kg odnotowano w zbiornikach Cieszęcino (4236 mg/kg); Dołgie (6734 mg/kg); Głębockie (6547 mg/kg); Gowidlińskie (4286 mg/kg); Końskie (3223 mg/kg) oraz Lubie (3640 mg/kg). Średnia zawartość wynosiła 659,6 mg/kg, średnia geometryczna – 293,98 mg/kg, a mediana - 431 mg/kg.



### **Fosfor**

Zawartości fosforu w osadach obecne były w zakresie od 26,6 do 3859 mg/kg. Największe wartości, tj. powyżej 3000 mg/kg odnotowano w zbiornikach: Dołgie (3115 mg/kg); Końskie (3736 mg/kg); Lubowo (3286 mg/kg) oraz Mądrzechowskie (3859 mg/kg).

### **Siarka**

W zbadanych punktach, wartości siarki w osadach kształtowały się w przedziale 28,8 - 25800 mg/kg. Najniższą wartość, tj. poniżej 50 mg/kg odnotowano w jeziorze Łukcze (28,8 mg/kg). Największe wartości, tj. powyżej 20000 mg/kg odnotowano w zbiornikach Błeszno (25800 mg/kg); Kamienny Most (24910 mg/kg); Łęgowo (24640 mg/kg); Starzyc (20170 mg/kg).

### **Tytan**

Stężenia tytanu w zbadanych osadach kształtowały się w przedziale zawartości od 15,9 do 834 mg/kg, średnia zawartość wyniosła 140,87 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej 500 mg/kg stwierdzono w zbiornikach: Brodzkie (592 mg/kg) oraz Szurpiły (834 mg/kg).

### **Glin**

Zawartości glinu w osadach kształtowały się w przedziale od 457 do 26180 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej 20000 mg/kg stwierdzono w osadach pochodzących z jeziora Bobiecińskie Wielkie. Średnia zawartość glinu w zbadanych próbkach wyniosła 3995,3 mg/kg.

### **Magnez**

Zawartości magnezu w osadach kształtowały się w przedziale od 83,6 do 7233 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka oznaczono w jeziorze Dargin (7233 mg/kg). Średnia, średnia geometryczna oraz mediana wyniosły odpowiednio: 1977,3 mg/kg; 1475,4 mg/kg oraz 2013,5 mg/kg.

### **Potas**

W 2 punktach, potas w zbadanych próbkach osadów kształtował się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 100 mg/kg. W pozostałych punktach, wartości kształtowały się w przedziale 104 - 5331 mg/kg. Najwyższą wartość odnotowano w osadzie pochodzącym, z jeziora Družno (5331 mg/kg).

### **Azot**

W zbadanych punktach, wartości azotu kształtowały się w przedziale 78,2 - 28020 mg/kg. Najniższą wartość odnotowano w jeziorze Głodowskim (78,2 mg/kg). Największe wartości, tj. powyżej 20000 mg/kg odnotowano w zbiornikach: Błeszno (20160 mg/kg); Głębokie (23150 mg/kg); Jańsko (22580 mg/kg); Kamienny Most (21100 mg/kg); Kiedrowickie (28020 mg/kg); Lubowo (21750 mg/kg). Średnia zawartość wynosiła 6127,6 mg/kg, średnia geometryczna – 2920,97 mg/kg, a mediana - 4605 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 13 Podstawowe parametry statystyczne - pierwiastki

Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Minimum	Maksimum	Mediana	Odchylenie standardowe
Srebro	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00
Arsen	mg/kg	7,80	1,17	0,05	37,20	8,78	7,59
Bar	mg/kg	71,57	46,56	5,89	368,00	58,80	59,17
Kadm	mg/kg	0,28	0,10	0,03	2,08	0,03	0,38
Kobalt	mg/kg	6,82	4,18	0,10	63,00	4,13	8,69
Chrom	mg/kg	10,38	6,27	0,56	102,00	5,31	14,45
Medź	mg/kg	8,89	4,02	0,12	61,50	5,97	10,77
Rtęć	mg/kg	0,38	0,16	0,05	2,87	0,13	0,56
Magnez	mg/kg	1977,34	1475,36	80,60	7233,00	2013,50	1301,20
Molibden	mg/kg	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00
Nikiel	mg/kg	6,11	3,76	0,20	43,10	3,85	6,76
Ołów	mg/kg	21,88	12,21	0,50	104,00	16,05	21,32
Cyna	mg/kg	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00
Stront	mg/kg	160,31	64,84	2,11	764,00	76,75	191,39
Wanad	mg/kg	9,93	3,02	0,25	300,00	5,67	26,26
Cynk	mg/kg	58,66	26,53	0,25	352,00	43,00	58,06
Wapń	mg/kg	79609,89	36436,53	475,00	223600,00	50515,00	73331,84
TOC	%s.m.	5,94	3,50	0,07	30,30	5,04	5,26
Żelazo	mg/kg	9372,64	6185,51	800,00	35900,00	6613,50	8167,94
Mangan	mg/kg	659,57	293,98	10,30	6734,00	431,00	1017,67
Fosfor	mg/kg	755,70	493,20	26,60	3859,00	588,50	720,35
Siarka	mg/kg	6861,24	3045,52	28,80	25800,00	6175,50	6336,94
Tytan	mg/kg	140,87	113,48	15,90	834,00	115,00	109,26
Glin	mg/kg	3995,34	2733,51	457,00	26180,00	2383,00	3972,35
Potas	mg/kg	932,66	666,74	50,00	5331,00	716,50	835,85
Azot	mg/kg	6127,60	2920,97	78,20	28020,00	4605,00	6075,35

Wyniki dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach stanowiących załącznik nr 6 do raportu oraz zobrazowano na mapach stanowiących załącznik nr 8 do raportu.

### 5.2.2 Związki organiczne i fluorki

Zawartości sumy WWA w osadach jeziornych kształtowały się w zakresie 0,15 - 49,7 mg/kg. W 47,0% (70 próbek) oznaczonych osadów stężenia sumy WWA kształtowały się



poniżej wartości 1,6 mg/kg. Najwyższe wartości zostały oznaczone w próbkach osadów pochodzących z jezior: Drwęckie (49,7 mg/kg); Falmierowskie (18,06 mg/kg); Łęgowe (35,29 mg/kg)

W 18 punktach stężenia pirenu w zbadanych osadach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg. W pozostałych próbach zawartości pirenu kształtowały się w przedziale od 0,011 mg/kg do 7,0 mg/kg. Najniższe wartości oznaczono w osadach pochodzących z jezior: Brzozolasek (0,015 mg/kg); Ełckie (0,011 mg/kg); Jeziorko (0,013 mg/kg); Kisajno (0,013 mg/kg) oraz Tuchomskie (0,014 mg/kg). Najwyższe stężenia oznaczono w osadach pochodzących z jezior: Drwęckie (7,0 mg/kg); Falmierowskie (2,65 mg/kg) oraz Łęgowo (4,56 mg/kg).

W 16 punktach stężenia fluorantenu w zbadanych osadach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności < 0,01 mg/kg. W pozostałych próbach zawartości kształtowały się w przedziale od 0,01mg/kg do 9,28 mg/kg. Najniższe wartości, tj. poniżej 0,02 mg/kg oznaczono w osadach pochodzących z jezior: Budziszawskiego (0,011 mg/kg); Ełckiego (0,014 mg/kg); Jeziorko (0,016 mg/kg); Kisajno (0,019 mg/kg); Tuchomskie (0,014 mg/kg); Zaleskie (0,01 mg/kg), natomiast najwyższe (powyżej 5,0 mg/kg) w osadach pochodzących z jezior: Drwęckie (9,28 mg/kg); Łęgowo (5,93 mg/kg).

W 79 punktach stężenia acenaftenu w zbadanych osadach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg. W pozostałych próbach zawartości kształtowały się w przedziale od 0,01 mg/kg do 0,22 mg/kg. Minimalna wartość została oznaczona w osadzie pochodzącym z jeziora Gowidlińskiego (0,01 mg/kg), natomiast maksymalna z osadu pochodzącego z jeziora Łęgowo (0,22 mg/kg).

Zawartości naftalenu w zbadanych osadach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności (<0,01 mg/kg) - 0,164 mg/kg. Najwyższe stężenia zostały oznaczone w osadach pochodzących z jezior: Błeszno (0,164 mg/kg); Brodzkie (0,156 mg/kg); Jańsko (0,139 mg/kg).

W 27 punktach stężenia fenantrenu w zbadanych osadach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,01 mg/kg. W pozostałych próbach oznaczone wartości kształtowały się w przedziale: od 0,01 mg/kg do 1,81 mg/kg. Najwyższe stężenia (>1,0 mg/kg) oznaczono w osadach pochodzących z jezior: Bartężek (1,2 mg/kg); Drwęckie (1,81 mg/kg); Falmierowskie (1,15 mg/kg); Łęgowo (1,18 mg/kg).

Stężenia antracenu w zbadanych próbach osadów w 56 punktach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności (<0,01 mg/kg). W pozostałych próbach wartości kształtowały się w przedziale: od 0,01 mg/kg do 0,68 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w osadach pochodzących z jezior: Drwęckie (0,68 mg/kg); Łaśmiady (0,57 mg/kg).

W 27 punktach, stężenia chryzenu w zbadanych osadach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności tj. <0,01 mg/kg. W pozostałych próbach oznaczone wartości kształtowały się w przedziale od 0,011 mg/kg do 4,24 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w osadach pochodzących z jezior: Drwęckie (4,24 mg/kg) oraz Łęgowo (2,48 mg/kg).



Zawartości benzo(a)pirenu w osadach kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg do 4,32 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w osadach pochodzących z jezior: Drwęckie (4,32 mg/kg) oraz Łęgowo (3,13 mg/kg).

W 48 zbadanych próbkach osadów zawartości benzo(e)pirenu wystąpiły poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,02 mg/kg. Najwyższe stężenie zostało oznaczone w osadzie pochodzącym z jeziora Drwęckie (3,29 mg/kg).

W 127 zbadanych próbach stężenia acenaftyleny kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj: <0,01 mg/kg. W pozostałych próbach zawartości acenaftyleny zawierały się z przedziale od 0,011 mg/kg do 0,038 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 0,02 mg/kg zostały oznaczone w osadach pochodzących z jezior: Barlinieckie (0,038 mg/kg); Brodzkie (0,024 mg/kg); Drwęckie (0,022 mg/kg) oraz Starzyc (0,022 mg/kg).

Zawartości fluorenu, w 62 zbadanych próbkach osadów zawierały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,01 mg/kg. W pozostałych próbach stężenia kształtowały się na poziomie: od 0,01 mg/kg do 0,275 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 0,15 mg/kg zostały oznaczone w osadach pochodzących z jezior: Bartężek (0,18 mg/kg) oraz Łęgowo (0,275 mg/kg).

Zawartości indeno(1,2,3-c,d)pirenu w zbadanych próbach osadów kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności, tj: <0,01 mg/kg do 2,98 mg/kg. Najwyższe stężenia zostały oznaczone w osadach pochodzących z jezior: Drwęckie (2,98 mg/kg) oraz Łęgowo (2,78 mg/kg).

Stężenia dibenzo(a,h)antracenu w zbadanych próbach osadów kształtowały się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg do 0,63 mg/kg. Najwyższe stężenia zostały oznaczone w osadach pochodzących z jeziora Drwęckiego (0,63 mg/kg).

We wszystkich zbadanych osadach ilości polichlorowanych bifenyli kształtowały poniżej granicy oznaczalności.

Zawartość alfa-HCH w zbadanych osadach kształtowała się w przedziale <0,01 mg/kg - 0,213 mg/kg. W 3 zbadanych zbiornikach otrzymane wartości były na poziomie wyższym niż próg oznaczalności: Błeszno (0,21 mg/kg); Bytnickie (0,03 mg/kg); Lutol (0,06 mg/kg).

Zawartość beta-HCH w zbadanych osadach kształtowała się w przedziale <0,01 mg/kg - 0,034 mg/kg. W 2 zbadanych zbiornikach otrzymane wartości były na poziomie wyższym niż próg oznaczalności: Błeszno (0,034 mg/kg); Lutol (0,01 mg/kg).

Zawartość gamma-HCH w zbadanych osadach kształtowała się w przedziale <0,01 mg/kg - 0,033 mg/kg. W 1 zbadanym zbiorniku otrzymane wartości były na poziomie wyższym niż próg oznaczalności: - jez. Jaroszewickie (0,033 mg/kg).

Zawartość delta-HCH we wszystkich zbadanych próbkach wyniosła poniżej granicy oznaczalności.

Wszystkie wyniki oznaczeń dla wskaźników: endosulfan, endryna, aldryna, dieldryna i izodryna wyniosły poniżej granicy oznaczalności.

Zawartość wskaźnika DDT całkowity stwierdzono w zbadanych próbkach w przedziale od poniżej granicy oznaczalności <0,01 do 0,164 mg/kg. Wysokie zawartości, tj. powyżej





0,06 mg/kg oznaczono w osadach jezior: Bnińskie (0,076 mg/kg); Cichowo (0,164 mg/kg); Falmierowskie (0,134 mg/kg); Łęgowo (0,105 mg/kg); Stępuchowskie (0,103 mg/kg).

Toksafen był oznaczany jedynie w 1 punkcie - wynik oznaczeń wyniósł poniżej granicy oznaczalności (<0,8 ug/kg).

Ftalan di(2-etyloheksylu) oznaczany był w 1 punkcie - Wielkie Dąbie (4,17 mg/kg).

Fluorki, bromowane difenyletery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154) suma, związki tributyllocyny, heksachlorobutadien, trichlorobenzenu, nonylofenole (4-nonylofenol) oraz oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol), pentachlorofenol, trifluarlina, dikofol, chinoksyfen, cypermetryna, heksabromocyklododekan, chlorodekon,alachlor, chlorpiryfos, aklonifen, bifenoks, cybutryna oznaczane były w 1 punkcie - Wielkie Dąbie. Otrzymane wyniki wyniosły poniżej granicy oznaczalności dla poszczególnych wskaźników.

Kwas perfluorooktanosulfonowy i jego pochodne (PFOS) były oznaczany w jednym punkcie - Wielkie Dąbie. Zawartość PFOS w osadach wyniosła 0,056 mg/kg

Diosyny i związki dioksynopodobne były oznaczane w jednym punkcie - Wielkie Dąbie. Zawartość dioksyn w osadach wyniosła 0,0004 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 14 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne

Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Naftalen	mg/kg	0,02	0,01	0,01	0,16	0,01	0,03
Fenantren	mg/kg	0,17	0,06	0,01	1,81	0,08	0,26
Antracen	mg/kg	0,04	0,02	0,01	0,68	0,02	0,09
Fluoranten	mg/kg	0,56	0,18	0,01	9,28	0,29	1,03
Chryzen	mg/kg	0,21	0,07	0,01	4,24	0,10	0,44
Benzo(a)antracen	mg/kg	0,19	0,06	0,01	3,60	0,09	0,39
Benzo(a)piren	mg/kg	0,25	0,08	0,01	4,32	0,11	0,50
Benzo(a)fluoranten	mg/kg	0,07	0,06	0,05	0,90	0,05	0,09
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	0,18	0,06	0,01	2,95	0,08	0,34
Acenaftylen	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,00
Acenaften	mg/kg	0,02	0,01	0,01	0,22	0,01	0,03
Fluoren	mg/kg	0,03	0,01	0,01	0,28	0,02	0,04
Piren	mg/kg	0,41	0,13	0,01	7,00	0,21	0,78
Benzo(b)fluoranten	mg/kg	0,40	0,12	0,01	5,71	0,21	0,72
Benzo(k)fluoranten	mg/kg	0,16	0,05	0,01	2,10	0,08	0,27
Benzo(e)piren	mg/kg	0,12	0,05	0,01	3,29	0,06	0,30
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg/kg	0,20	0,06	0,01	2,98	0,08	0,38
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg	0,03	0,02	0,01	0,63	0,01	0,07



Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Perylen	mg/kg	0,02	0,01	0,01	0,75	0,01	0,06
WWA - suma:	mg/kg	3,09	1,28	0,15	49,75	1,61	5,62
Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153,180) - suma	µg/kg	1,83	1,70	1,50	10,50	1,50	1,00
Pentachlorobenzen	µg/kg	5,04	5,03	5,00	10,00	5,00	0,43
Heksachlorobenzen	µg/kg	2,52	2,51	2,50	5,00	2,50	0,21
Alfa-HCH	µg/kg	7,12	5,32	5,00	213,00	5,00	18,40
Beta-HCH	µg/kg	5,29	5,12	5,00	34,00	5,00	2,55
Gamma-HCH	µg/kg	5,24	5,09	5,00	33,10	5,00	2,43
Delta-HCH	µg/kg	5,04	5,03	5,00	10,00	5,00	0,43
Heptachlor i epoksyd heptachloru	µg/kg	5,04	5,03	5,00	10,00	5,00	0,43
Dieldryna	µg/kg	5,04	5,03	5,00	10,00	5,00	0,43
Izodryna	µg/kg	5,04	5,03	5,00	10,00	5,00	0,43
DDT całkowity (+izomer para-para)	µg/kg	13,43	7,59	5,00	164,00	5,00	23,13
p'p'-DDE	µg/kg	10,78	7,63	5,00	77,00	5,00	12,34
p'p'-DDD	µg/kg	8,92	6,67	5,00	83,00	5,00	11,26
Endosulfan	µg/kg	5,04	5,03	5,00	10,00	5,00	0,43
Ftalan di(2-etyloheksylu)*	µg/kg	4170,00	4170,00	4170,00	4170,00	4170,00	-
chloroalkany C10-C13*	µg/kg	2850,00	2850,00	2850,00	2850,00	2850,00	-
Fluorki*	µg/kg	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	-
Chlorfenwinfos*	µg/kg	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	-
Bromowane difenyletery (kongenery nr 28, 47, 99, 100, 153, 154)*	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	-
Związki tributylocyny (kation tributylocyny)*	µg/kg	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	-
Heksachlorobutadien*	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	-
1,2,3-trichlorobenzen*	µg/kg	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	-
1,2,4-trichlorobenzen*	µg/kg	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	-
1,3,5-trichlorobenzen*	µg/kg	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	-
Nonylofenole (4-nonylofenol)*	µg/kg	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	-
Oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol)*	µg/kg	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	-
Pentachlorofenol*	µg/kg	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	-
Trifluarlina*	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	-
Dikofol*	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	-
kwasy perfluorooktanosulfonowe i jego pochodne (PFOS)*	µg/kg	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	-
Chinoksyfen*	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	-
Dioksyny i związki dioksynopodobne*	µg/kg	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	-
Cypermetyryna*	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	-



Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Heksabromocyklododekan*	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	-
Chlordekon*	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	-
Heksabromodifenol*	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	-
Toksafen*	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	-
Endryna	µg/kg	5,04	5,03	5,00	10,00	5,00	0,43
Aldryna	µg/kg	5,04	5,03	5,00	10,00	5,00	0,43
Alachlor*	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	-
Chlorpiryfos*	µg/kg	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	-
Aklonifen*	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	-
Bifenoks*	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	-
Cybutryna*	µg/kg	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	-

\* - wskaźnik badany w jednym punkcie pomiarowym

Wyniki dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach stanowiących załącznik nr 6 do raportu oraz zobrazowano na mapach stanowiących załącznik nr 8 do raportu.

### 5.3 Wyniki badań zbiorników zaporowych

Wyniki badań laboratoryjnych zostały przedstawione w załączniku nr 4.

#### 5.3.1 Odczyn, przewodność elektrolityczna

Odczyn zbadanych osadów kształtował się na poziomie od 7,1 do 8,1. Najniższe poziomy pH, odnotowano w zbiorniku Dobczyckim (pH 7,1), natomiast najwyższe w zbiorniku Goczałkowickim (pH 8,1).

Przewodność elektrolityczna zmieniała się w zakresie od 150 do 1292 µS/cm. Najniższą przewodność odnotowano w zbiorniku Siemianówka (150 µS/cm), natomiast najwyższą w zbiorniku Słup (1292 µS/cm).

Tabela 15 Podstawowe parametry statystyczne - odczyn, przewodność elektrolityczna

Parametr	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Minimum	Maksimum	Mediana	Odchylenie standardowe
odczyn	pH	7,4	7,4	7,1	8,1	7,4	0,27
przewodność	[µS/cm]	298,18	230,28	150,00	1292,00	196,00	332,96

#### 5.3.2 Pierwiastki

##### Srebro

We wszystkich zbadanych próbkach zawartość srebra w osadach wyniosła poniżej granicy oznaczalności (<0,10 mg/kg).

##### Arsen

W 2 zbadanych próbkach osadów ze zbiorników zaporowych, zawartości arsenu w osadach kształtowały się poniżej poziomu oznaczalności, tj. < 0,10 mg/kg. W pozostałych



punktach, wartości kształtowały się w przedziale 5,31 - 40,2 mg/kg. Najniższe stężenia, tj. poniżej 6 mg/kg odnotowano w osadach pochodzących ze zbiorników: Goczałkowickie (5,31 mg/kg); Międzybrodzkie (5,46 mg/kg) oraz Pierzchały (5,54 mg/kg), najwyższe natomiast z osadów pochodzących ze zbiornika Turawa (40,2 mg/kg).

#### **Bar**

Zawartości tego pierwiastka w zbadanych punktach kształtowały się w bardzo szerokim przedziale wartości, tj. od 17,2 do 1566 mg/kg, jego średnia, średnia geometryczna i mediana wynosiły odpowiednio 248,9 mg/kg; 116,49 mg/kg oraz 122 mg/kg. Najniższe stężenie baru odnotowano w próbce osadów pobranych ze zbiornika Siemianówka (17,2 mg/kg), najwyższe w osadach pobranych ze zbiornika Turawa (1566 mg/kg). Średnie stężenia tego pierwiastka wyniosły 248,97 mg/kg.

#### **Kadm**

W 5 zbadanych próbkach osadów pochodzących ze zbiorników zaporowych, stężenia kadmu kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj. <0,05 mg/kg. W pozostałych próbkach wartości kadmu kształtowały się w przedziale 0,25 - 268 mg/kg. Największe stężenia, tj. powyżej 1,5 mg/kg odnotowano w osadach pobranych ze zbiorników: Kozłowa Góra (14,1 mg/kg); Turawa (268 mg/kg).

#### **Kobalt**

Zawartości kobaltu w zbadanych próbkach osadów występowały w zakresie od 2,12 mg/kg do 33,7 mg/kg, średnia zawartość wyniosła 6,82 mg/kg, średnia geometryczna 4,18 mg/kg, mediana 4,13 mg/kg. Najniższe stężenia, tj. poniżej 5,0 mg/kg odnotowano w osadach pobranych ze zbiorników: Pierzchały (3,13 mg/kg); Siemianówka (4,85 mg/kg) oraz Zemborzycki (2,12 mg/kg), natomiast najwyższe w zbiornikach: Słup (21 mg/kg) oraz Turawa (33,7 mg/kg).

#### **Chrom**

Zawartości chromu w osadach kształtowały się w przedziale - od 2,31 do 75,2 mg/kg. Średnia zawartość wynosiła 32,21 mg/kg, średnia geometryczna – 21,55 mg/kg, a mediana - 25,1 mg/kg. W 6 pobranych próbach oznaczone wartości chromu zawierały się poniżej średniej. Najwyższe stężenia zostały odnotowane w osadach pochodzących ze zbiorników zaporowych: Dobczyce (75,2 mg/kg) oraz Międzybrodzie (55,1 mg/kg).

#### **Miedź**

Zawartości miedzi w osadach kształtowały się w przedziale od 0,23 mg/kg do 126 mg/kg. Najwyższe stężenie oznaczono w próbce pochodzącej ze zbiornika Turawa (126 mg/kg).

#### **Rtęć**

Zawartość rtęci w zbadanych osadach kształtowała się w przedziale: poniżej granicy oznaczalności <0,1 do 3,87 mg/kg. Najwyższe stężenie oznaczono w osadach pochodzących ze zbiornika Turawa (3,87 mg/kg).



### **Molibden**

We wszystkich zbadanych próbkach zawartości molibdenu wyniosły poniżej granicy oznaczalności (<0,40 mg/kg).

### **Nikiel**

W zbadanych osadach stężenia niklu stwierdzono w przedziale zawartości od 1,26 do 78,9 mg/kg. Średnia zawartość niklu wyniosła 28,01 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj powyżej 30 mg/kg wystąpiło w osadach pochodzących ze zbiorników; Dobczyce (78,9 mg/kg); Międzybrodzie (58,1 mg/kg); Słup (30,8 mg/kg); Turawa (37,9 mg/kg).

### **Ołów**

W zbadanych próbkach zawartości ołowiu w osadach zawierały się w przedziale od 4,01 mg/kg do 396 mg/kg. Średnia zawartość wynosiła 59,22 mg/kg, średnia geometryczna – 28,26 mg/kg, a mediana - 28,9 mg/kg. Najwyższe stężenie zostało oznaczone w próbkach osadów pochodzących ze zbiornika Turawa (396 mg/kg).

### **Cyna**

We wszystkich zbadanych próbkach osadów, zawartości cyny wyniosły poniżej granicy oznaczalności (<5,00 mg/kg).

### **Stront**

W zbadanych punktach, wartości kształtowały się w przedziale 9,29 - 200 mg/kg. Najniższe wartości, tj. poniżej 10 mg/kg odnotowano w zbiorniku zaporowym Kozłowa Góra (9,29 mg/kg). Największe stężenie oznaczono w próbce osadów pochodzącej ze zbiornika Zemborzyckiego (200 mg/kg). Średnia zawartość strontu w próbkach wyniosła 55,78 mg/kg.

### **Wanad**

Zawartości wanadu w osadach w zbiornikach zaporowych kształtowały się w przedziale 3,86 - 6,86 mg/kg. Najwyższą zawartości, tj powyżej 40 mg/kg odnotowano w osadach pochodzących ze zbiorników: Dobczyce (68,6 mg/kg); Międzybrodzie (50,8 mg/kg); Słup (44,8 mg/kg).

### **Cynk**

Stężenia cynku w zbadanych osadach kształtował się w zakresie: od 8,92 do 2771 mg/kg. Najniższe stężenia odnotowano w osadach pochodzących ze zbiornika Siemianówka (8,92), natomiast najwyższe, tj powyżej 200 mg/kg w osadach ze zbiorników Kozłowa Góra (412 mg/kg) oraz Turawa (2771 mg/kg).

### **Wapń**

W zbadanych zbiornikach zaporowych, wartości kształtowały się w przedziale 2824 - 49590 mg/kg. Najniższe wartości, tj poniżej 5000 mg/kg odnotowano w osadach pochodzących ze zbiorników: Goczałkowice (4603 mg/kg); Kozłowa Góra (4348 mg/kg) oraz Międzybrodzie (4778 mg/kg), natomiast najwyższe stężenia (> 30000 mg/kg) w osadach pochodzących ze zbiorników: Pierzchały (38730 mg/kg); Słup (31610 mg/kg); Zemborzycki (49590 mg/kg).



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

Stężenie węgla organicznego kształtowało się w przedziale zawartości od 0,40 % do 10,5 % sm, średnia jego zawartość wynosiła 2,73%. Największą zawartością TOC charakteryzowały się osady pobrane ze zbiornika Turawa (10,5 %).

### **Żelazo**

Zawartość żelaza w osadach zmieniała się w zakresie od 4000 do 37000 mg/kg. Największe wartości, tj. powyżej 30000 mg/kg odnotowano w zbiornikach: Dobczyce (37000 mg/kg) oraz zbiornik Turawa (32260 mg/kg). Średnia, średnia geometryczna oraz mediana wyniosły odpowiednio: 19026,64 mg/kg; 15071,2 mg/kg oraz 18680 mg/kg.

### **Mangan**

Zawartość manganu w osadach kształtowała się w zakresie od 97,9 do 1950 mg/kg. Największe wartości, oznaczono w osadach pochodzących ze zbiornika Dobczyce (1950 mg/kg). Średnia zawartość wynosiła 674,3 mg/kg, średnia geometryczna – 459,6 mg/kg, a mediana - 619 mg/kg.

### **Fosfor**

Zawartości fosforu w osadach obecne były w zakresie od 231 do 2190 mg/kg. Najniższe zawartości oznaczono w osadach pochodzących ze zbiorników Dobczyce (374 mg/kg); Kozłowa Góra (318 mg/kg); Siemianówka (231 mg/kg), natomiast najwyższe stężenia uzyskano w próbach osadów pochodzących ze zbiornika Turawa (2190 mg/kg).

### **Siarka**

W zbadanych punktach, wartości siarki w osadach kształtowały się w przedziale 104 - 7488 mg/kg. Najniższe stężenia zostały oznaczone w próbach osadów pochodzących ze zbiorników Siemianówka (104 mg/kg) oraz Zemborzyckiego (110 mg/kg), natomiast najwyższe w zbiornikach: Dobczyce (1663 mg/kg); Słup (1570 mg/kg); Turawa (7488 mg/kg). Średnia zawartość pierwiastka wynosiła 1543,82 mg/kg

### **Tytan**

Stężenia tytanu w zbadanych osadach kształtowały się w przedziale zawartości od 51 do 558 mg/kg, średnia zawartość wyniosła 167,24 mg/kg. Najwyższą wartość oznaczono w próbkach osadów pochodzących ze zbiornika Słup (558 mg/kg).

### **Glin**

Zawartości glinu w osadach kształtowały się w przedziale od 1794 do 33830 mg/kg. Najniższe stężenia oznaczono w próbkach osadów pochodzących ze zbiorników: Kozłowa Góra (1794 mg/kg) oraz Siemianówka (1984 mg/kg). Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej 20000 mg/kg stwierdzono w osadach pochodzących ze zbiornika Dobczyce (33830 mg/kg) oraz Międzybrodzie (25690 mg/kg).

### **Magnez**

Zawartości magnezu w osadach kształtowały się w przedziale od 660 do 9884 mg/kg. Najwyższe wartości tego pierwiastka, tj. powyżej 6000 mg/kg stwierdzono w osadach pochodzących ze zbiorników: Dobczyce (9884 mg/kg) oraz Międzybrodzie (6320 mg/kg).



## Potas

W zbadanych próbkach osadów zawartości potasu kształtowały się w przedziale 221 - 7592 mg/kg. Najniższe stężenia odnotowano w próbkach osadów pochodzących ze zbiornika: Kozłowa Góra (221 mg/kg) oraz Siemianówka (293 mg/kg), najwyższe stężenia z osadów pochodzących ze zbiorników Dobczyce (7592 mg/kg) oraz Międzybrodzie (5094 mg/kg). Średnia zawartość potasu w zbadanych próbkach wyniosła 2539,4 mg/kg.

## Azot

W zbadanych punktach, wartości azotu kształtowały się w przedziale 420 - 8010 mg/kg. Najniższą wartość odnotowano w zbiorniku Siemianówka (420 mg/kg). Największe wartości, tj. powyżej 6000 mg/kg odnotowano w zbiornikach Pierzchały (8010 mg/kg) oraz Turawa (6840 mg/kg). Średnia zawartość wynosiła 2737,4 mg/kg, średnia geometryczna – 1910 mg/kg, a mediana - 2120 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 16 Podstawowe parametry statystyczne - pierwiastki

Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Minimum	Maksimum	Mediana	Odchylenie standardowe
Srebro	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00
Arsen	mg/kg	8,50	3,17	0,05	40,20	5,54	10,92
Bar	mg/kg	248,97	116,49	17,20	1566,00	122,00	442,54
Kadm	mg/kg	25,90	0,26	0,03	268,00	0,03	80,40
Kobalt	mg/kg	12,95	9,77	2,12	33,70	9,35	9,38
Chrom	mg/kg	32,21	21,55	2,31	75,20	25,10	23,45
Medź	mg/kg	28,87	12,46	0,23	126,00	16,00	35,48
Rtęć	mg/kg	0,44	0,12	0,05	3,87	0,08	1,14
Magnez	mg/kg	3540,18	2557,37	660,00	9884,00	2283,00	2943,08
Molibden	mg/kg	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00
Nikiel	mg/kg	28,01	15,57	1,26	78,90	17,80	25,84
Ołów	mg/kg	59,22	28,26	4,01	396,00	28,90	112,24
Cyna	mg/kg	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00
Stront	mg/kg	55,78	37,21	9,29	200,00	35,90	55,55
Wanad	mg/kg	28,28	19,16	3,86	68,60	28,90	21,65
Cynk	mg/kg	360,50	109,82	8,92	2771,00	103,00	806,81
Wapń	mg/kg	15335,91	9590,67	2824,00	49590,00	7335,00	16470,15
TOC	%s.m.	2,73	1,83	0,40	10,50	2,36	2,89
Żelazo	mg/kg	19029,64	15071,20	4000,00	37000,00	18680,00	11591,06
Mangan	mg/kg	674,26	459,62	97,90	1950,00	619,00	575,06



Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Minimum	Maksimum	Mediana	Odchylenie standardowe
Fosfor	mg/kg	672,55	560,75	231,00	2190,00	531,00	532,20
Siarka	mg/kg	1543,82	865,94	104,00	7488,00	1132,00	2036,39
Tytan	mg/kg	167,24	136,25	51,00	558,00	123,00	138,08
Glin	mg/kg	13841,09	9014,85	1794,00	33830,00	16250,00	10721,99
Potas	mg/kg	2539,36	1617,77	221,00	7592,00	2312,00	2259,37
Azot	mg/kg	2737,36	1909,90	420,00	8010,00	2120,00	2475,71

Wyniki dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach stanowiących załącznik nr 6 do raportu oraz zobrazowano na mapach stanowiących załącznik nr 8 do raportu.

### 5.3.3 Związki organiczne

Zawartości sumy WWA w osadach jeziornych kształtowały się w zakresie 0,15 - 4,8 mg/kg. Najwyższe wartości zostały oznaczone w próbkach osadów pochodzących ze zbiorników: Słup (4,76 mg/kg) oraz Turawa (4,8 mg/kg). Średnia, średnia geometryczna oraz mediana wyniosły odpowiednio: 1,86 mg/kg; 1,16 mg/kg; 1,24 mg/kg

W zbiorniku Siemianówka stężenie pirenu w zbadanych osadach kształtował się poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg. W pozostałych próbach zawartości pirenu kształtowały się w przedziale od 0,03 mg/kg do 0,66 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano z prób osadów pochodzących ze zbiorników: Słup (0,62 mg/kg) oraz Turawa (0,66 mg/kg).

W 1 punkcie (zbiornik Siemianówka) stężenia fluorantenu w zbadanych osadach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności < 0,01 mg/kg. W pozostałych próbach zawartości kształtowały się w przedziale od 0,05 mg/kg do 0,84 mg/kg. Najniższe wartości, oznaczono w osadach pochodzących ze zbiorników: Kozłowa Góra (0,06 mg/kg) oraz Międzybrodzie (0,05 mg/kg), natomiast najwyższe w osadach pochodzących ze zbiorników: Słup (0,71 mg/kg) oraz Turawa (0,84 mg/kg).

W 6 zbiornikach zaporowych stężenia acenaftenu w zbadanych osadach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg. W pozostałych próbach zawartości kształtowały się w przedziale od 0,01 mg/kg do 0,03 mg/kg. Najniższe stężenie zostało oznaczone w osadzie pochodzącym ze zbiornika Słup (0,01 mg/kg), natomiast najwyższe stężenie z osadu pochodzącego ze zbiornika Pierzchały (0,03 mg/kg).

W 6 zbiornikach zawartości naftalenu w zbadanych osadach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg. W pozostałych próbach stężenia zawierały się w przedziale od 0,01 mg/kg do 0,04 mg/kg. Najwyższe stężenia zostały oznaczone w osadach pochodzących ze zbiorników: Dobczyce (0,02 mg/kg) oraz Turawa (0,04 mg/kg).

W 3 zbiornikach stężenia antracenu w zbadanych próbach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności <0,01 mg/kg. W pozostałych próbach wartości zawierały się w przedziale: od 0,01 mg/kg do 0,085 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w osadach pochodzących ze zbiorników: Pierzchały (0,079 mg/kg) oraz Turawa (0,085 mg/kg). Średnia zawartość antracenu w próbach wyniosła 0,03 mg/kg.





W 1 punkcie (zbiornik Siemianówka), stężenie chryzenu w zbadanym osadzie kształtowało się poniżej granicy oznaczalności tj.  $<0,01$  mg/kg. W pozostałych próbach oznaczone wartości zawierały się w przedziale od 0,019 mg/kg do 0,39 mg/kg. Średnia zawartość w osadach wyniosła 0,132 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w osadach pochodzących ze zbiorników: Pierzchały (0,352 mg/kg); Słup (0,308 mg/kg) oraz Turawa (0,387 mg/kg).

W 1 punkcie (zbiornik Siemianówka), stężenie benzo(a)pirenu w zbadanym osadzie kształtowało się poniżej granicy oznaczalności tj.  $<0,01$  mg/kg. W pozostałych próbach oznaczone wartości zawierały się w przedziale od 0,02 mg/kg do 0,43 mg/kg. Średnia zawartość w osadach wyniosła 0,16 mg/kg. Najwyższe stężenia odnotowano w osadach pochodzących ze zbiorników: Słup (0,43 mg/kg) oraz Turawa (0,42 mg/kg).

We wszystkich zbadanych próbach stężenia acenaftyleny kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj:  $<0,01$  mg/kg.

W 4 zbiornikach zawartości fluorenu zawierały się poniżej granicy oznaczalności, tj.  $<0,01$  mg/kg. W pozostałych próbach stężenia kształtowały się na poziomie: od 0,01 mg/kg do 0,047 mg/kg. Najwyższe stężenia, tj. powyżej 0,03 mg/kg zostały oznaczone w osadach pochodzących ze zbiorników: Dobczyce (0,034 mg/kg); Pierzchały (0,031 mg/kg) oraz Turawa (0,047 mg/kg).

W zbiornikach Kozłowa góra oraz Siemianówka zawartości indeno(1,2,3-c,d)pirenu w zbadanych próbach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności, tj:  $<0,01$  mg/kg do 2,98 mg/kg. W pozostałych próbach oznaczone wartości zawierały się w przedziale od 0,03 mg/kg do 0,39 mg/kg. Średnia zawartość dla zbadanych prób wyniosła 0,108 mg/kg. Najwyższe stężenia zostały oznaczone w osadach pochodzących ze zbiorników: Pierzchały (0,23 mg/kg); Słup (0,39 mg/kg) oraz Turawa (0,24 mg/kg).

W 4 zbiornikach stężenia dibenzo(a,h)antracenu w zbadanych próbach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności  $<0,01$  mg/kg. W pozostałych próbach wyniki oznaczeń zawierały się w przedziale od 0,011 mg/kg do 0,059 mg/kg. Najwyższe stężenia oznaczono w osadach pochodzących ze zbiorników: Słup (0,059 mg/kg) oraz Turawa (0,054 mg/kg).

We wszystkich zbadanych osadach ilości polichlorowanych bifenyli kształtowały poniżej granicy oznaczalności ( $<0,003$  mg/kg).

Zawartość alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH, delta-HCH w zbadanych osadach kształtowały poniżej granicy oznaczalności ( $<0,01$  mg/kg).

Wszystkie wyniki oznaczeń dla wskaźników: endosulfan, endryna, aldryna, dieldryna i izodryna kształtowały się poniżej granicy oznaczalności ( $< 0,01$  mg/kg).

Zawartość wskaźnika DDT całkowity w zbadanych próbach osadów kształtowały się poniżej granicy oznaczalności.

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 17 Podstawowe parametry statystyczne - związki organiczne

Wskaźnik	Jednostka	Średnia	Średnia geometryczna	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Naftalen	mg/kg	0,013	0,010	0,005	0,04	0,005	0,011
Fenantren	mg/kg	0,099	0,060	0,005	0,246	0,072	0,084
Antracen	mg/kg	0,027	0,016	0,005	0,085	0,015	0,029
Fluoranten	mg/kg	0,304	0,158	0,005	0,845	0,213	0,296
Chryzen	mg/kg	0,132	0,068	0,005	0,387	0,071	0,143
Benzo(a)antracen	mg/kg	0,122	0,066	0,005	0,316	0,076	0,124
Benzo(a)piren	mg/kg	0,156	0,079	0,005	0,431	0,077	0,168
Benzo(a)fluoranten	mg/kg	0,060	0,057	0,05	0,107	0,05	0,022
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	0,093	0,045	0,005	0,324	0,054	0,106
Acenaftylen	mg/kg	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,000
Acenaften	mg/kg	0,010	0,008	0,005	0,032	0,005	0,009
Fluoren	mg/kg	0,018	0,013	0,005	0,047	0,014	0,014
Piren	mg/kg	0,248	0,130	0,005	0,656	0,172	0,242
Benzo(b)fluoranten	mg/kg	0,231	0,117	0,005	0,701	0,14	0,248
Benzo(k)fluoranten	mg/kg	0,094	0,045	0,005	0,332	0,05	0,108
Benzo(e)piren	mg/kg	0,110	0,067	0,01	0,263	0,075	0,096
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg/kg	0,108	0,052	0,005	0,394	0,057	0,125
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg	0,019	0,012	0,005	0,059	0,011	0,021
Perylen	mg/kg	0,012	0,011	0,01	0,028	0,01	0,005
WWA - suma:	mg/kg	1,862	1,167	0,15	4,798	1,243	1,770
Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153,180) - suma	[µg/kg]	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,00
Pentachlorobenzen	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Heksachlorobenzen	[µg/kg]	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00
Alfa-HCH	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Beta-HCH	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Gamma-HCH	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Delta-HCH	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Heptachlor i epoksyd heptachloru	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Dieldryna	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Izodryna	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
DDT całkowity (+izomer para-para)	[µg/kg]	9,55	6,93	5,00	30,00	5,00	10,11
p'p'-DDE	[µg/kg]	6,09	5,77	5,00	11,00	5,00	2,43
p'p'-DDD	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Endosulfan	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Endryna	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00
Aldryna	[µg/kg]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00



Wyniki dla poszczególnych wskaźników przedstawiono na histogramach stanowiących załącznik nr 6 do raportu oraz zobrazowano na mapach stanowiących załącznik nr 8 do raportu.

## 6 OCENA WYNIKÓW WEDŁUG WSKAZANYCH KRYTERIÓW

### 6.1 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);
- 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. PIG 2015 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkiewicz W) – ocena zgodnie z tym kryterium została przeprowadzona jedynie dla prób osadów dennych zbadanych w maksymalnym zakresie wskaźników poddanych analizom laboratoryjnym.















OBIKŚ Sp. z o.o.

Lp.	nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Sr/Ca	Ocena ogólna
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	Bojowska I., Sokołowska G. (1998)	<0,5<2<5<10	<5<10<20<50	<51<100<300<500	<0,5<1<5<20	<2<10<20<50	<5<20<100<500	<6<20<100<200	<0,05<0,1<0,5<1	<5<30<50<100	<10<50<200<500	<48<200<1000<2000	<0,002<0,005<0,01<0,1	
235	Stola - Potępa	0,05	12,90	1104,00	83,50	2,82	13,00	73,40	0,05	5,34	181,00	1215,00	0,0154	poza klasą
236	Nysa Kłodzka - Nysa	0,05	0,05	45,70	0,03	20,40	10,80	0,20	0,05	7,67	14,60	22,70	0,0079	klasa III
237	Olszanka - Opole	0,05	0,05	57,00	0,03	9,35	9,69	0,20	0,05	6,71	6,49	63,10	0,0057	klasa II
238	Sapina - Stręgielek	0,05	9,60	202,00	0,03	9,13	107,00	18,50	0,05	7,02	27,00	127,00	0,0030	klasa III
239	Olza - Ropice	0,05	0,05	11,00	0,03	24,10	22,10	11,40	0,05	22,00	18,40	204,00	0,0040	klasa III
240	Olawa - Wrocław jaz Małgorzata	0,05	0,05	215,00	0,23	26,80	24,40	210,00	0,15	19,60	98,30	203,00	0,0030	poza klasą
241	Opawa - Wiechowice	0,05	0,05	113,00	0,03	11,10	33,60	35,70	0,66	23,40	27,10	152,00	0,0072	klasa III
242	Osobloga – Raclawice Śląskie	0,05	0,05	49,00	0,03	10,40	12,30	11,00	0,05	12,60	9,09	100,00	0,0064	klasa II
243	Psina - Bieńkowie	0,05	0,05	146,00	0,03	13,70	27,80	28,20	0,05	20,40	26,20	178,00	0,0070	klasa II
244	Czarna Hańcza - Czerwony Folwark	0,05	0,05	66,60	0,03	14,20	9,10	15,50	0,18	4,38	15,30	121,00	0,0016	klasa II
245	Czarna Hańcza – Wysoki Most	0,05	0,05	23,20	0,03	14,20	2,94	0,84	0,05	1,07	2,17	13,10	0,0008	klasa II
246	Nurzec - Tworkowice	0,05	6,28	247,00	0,03	12,70	16,10	6,90	0,05	6,68	12,50	69,30	0,0017	klasa II
247	Rurzycza - Nawodna	0,05	0,05	18,20	0,03	1,89	3,44	1,13	0,38	1,67	13,80	10,50	0,0026	klasa II
248	Mała Panew – Krupski Młyn	0,05	33,50	2462,00	154,00	15,50	40,40	180,00	0,54	19,90	481,00	2353,00	0,0156	poza klasą
249	Wel - Bratian	0,05	0,05	34,60	0,03	16,70	8,85	4,78	0,05	3,65	6,89	40,30	0,0021	klasa II
250	Tywa - Żórawki	0,05	0,05	58,50	0,03	11,30	6,58	10,30	0,05	3,80	14,20	33,60	0,0032	klasa II
251	Kanał Augustowski - Klonownica	0,05	0,05	10,00	0,03	2,13	2,72	9,24	0,05	1,18	17,00	15,20	0,0014	klasa I
252	Kanał Augustowski - śluza Sosnówka	0,05	0,05	12,90	0,03	2,04	2,63	0,76	0,05	1,21	3,08	16,50	0,0016	klasa I
253	Kanał Graniczny - Śluza Międzyzleska	0,05	7,80	162,00	0,30	22,10	11,50	17,50	0,05	10,20	44,70	110,00	0,0033	klasa III
254	Kanał Mosiński - Głuchowo	0,05	8,71	205,00	0,03	4,92	30,80	19,90	0,05	16,00	29,30	106,00	0,0026	klasa II
255	Kanał Mosiński - Gryżyna	0,05	0,05	48,60	0,03	2,01	34,00	6,19	0,05	15,60	18,30	0,25	0,0027	klasa II
256	Kanał Mosiński - Mosina	0,05	4,95	124,00	0,03	4,34	38,30	11,70	0,05	19,20	25,70	22,10	0,0037	klasa II
257	Kanał Mosiński - Niedźwiady	0,05	21,60	172,00	0,27	7,50	56,10	20,60	0,05	30,50	22,50	53,00	0,0021	klasa III
258	Kanał Postomski - powyżej ujścia Łęczy (m. Słońsk)	0,05	14,10	275,00	0,12	7,96	51,40	87,50	0,29	18,00	56,70	195,00	0,0042	klasa II
259	Kanał Świerżowski - Żalin-Kolonia	0,05	6,76	106,00	0,66	7,11	73,50	23,50	1,38	33,50	42,60	114,00	0,0045	poza klasą
260	Kanał Troszyński - Dobrzyków, most	0,05	0,05	84,80	0,03	8,70	12,80	6,86	0,05	13,60	8,87	35,20	0,0024	klasa I
261	Kanał Wieprz-Krzna - Stary Orzechów	0,05	5,82	54,90	0,03	4,56	53,60	8,38	0,06	25,70	28,80	23,70	0,0059	klasa II
262	Otok (Kanał Otok) - m. Santok	0,05	10,30	135,00	0,45	12,80	18,90	15,50	0,51	11,30	32,80	53,30	0,0027	klasa III
263	Kanał Bachorze - Kruszwica	0,05	5,87	54,00	0,03	2,50	4,36	3,09	0,05	3,06	6,34	27,90	0,0036	klasa I
264	Kanał Bernardyński - Kalisz, Warszówka	0,05	17,60	340,00	0,39	8,18	103,00	36,60	0,45	27,90	50,30	273,00	0,0059	klasa III
265	Kanał Bobrowski - Młodzikowo	0,05	0,05	313,00	0,03	12,70	7,09	6,54	0,08	4,22	11,90	42,00	0,0037	klasa III
266	Kanał Bojadelski – ujście do Obrzycy (m. Tataraki)	0,05	0,05	74,94	0,15	4,12	65,68	32,02	0,07	28,50	48,90	69,80	0,0024	klasa II
267	Kanał Branicki – ujście do Pszczyнки	0,05	0,05	109,00	2,44	9,74	6,84	0,20	0,10	9,59	13,70	194,00	0,0054	klasa II
268	Wielki Kanał Brdy - Legbań	0,05	0,05	16,80	0,03	3,53	3,62	16,10	0,05	1,38	23,30	22,60	0,0016	klasa I
269	Kanał Chorzowski - Rożniaty	0,05	0,05	234,00	0,03	13,90	51,70	33,00	0,66	46,30	22,70	163,00	0,0049	klasa III
270	Kanał Jadownicki - Zawierbie	0,05	0,05	224,00	4,29	34,50	28,30	23,30	0,09	40,30	25,10	391,00	0,0056	klasa III

## Legenda

	tle geochemiczne
	klasa I
	klasa II
	klasa III
	poza klasą



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

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 4 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.

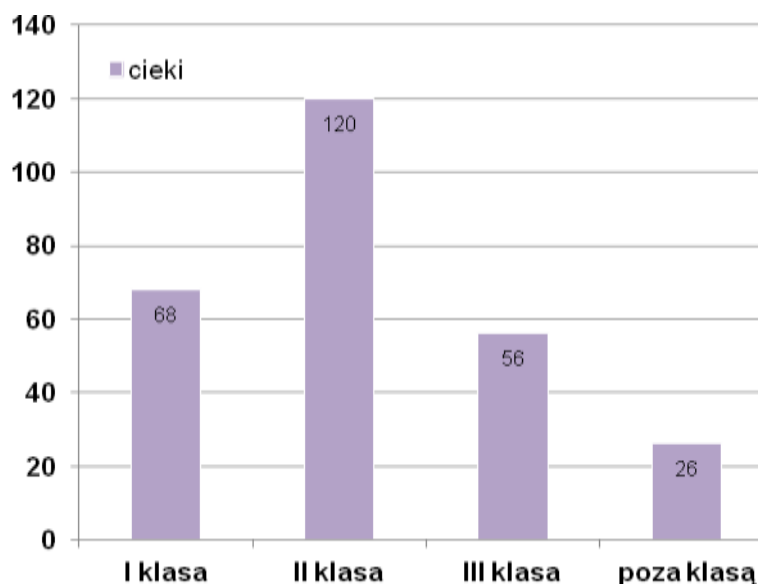
Oceną objętych było 270 prób osadów dennych pobranych z rzek i kanałów rzecznych, osady oceniane były pod względem zawartości 12 parametrów.

Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 18 przedmiotowego opracowania.

Jak wynika z niniejszej tabeli, w przypadku większości badanych prób osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryteria I-III klasy jakości osadów.

Na poniższym wykresie przedstawiono klasyfikację punktów pomiarowo - kontrolnych względem oceny jakości kryterium geochemicznego.

Rycina 1 Klasyfikacja ppk względem oceny jakości kryterium geochemicznego - ciek



W przypadku 26 prób osadów dennych przeprowadzone badania wykazały, że są to osady zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali, tj. w przypadku przynajmniej jednego wskaźnika przekroczona jest zawartość graniczna określona dla III klasy czystości. 56 prób osadów dennych odpowiada kryterium III klasy czystości – są to osady



zanieczyszczone w średnim stopniu. Kolejnych 120 prób osadów ocenia się jako osady zanieczyszczone w małym stopniu, tj. spełniające kryteria jakościowe II klasy. W odniesieniu do 68 prób osadów stwierdza się, że osady nie były zanieczyszczone, tj. w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I klasy czystości.

W 18 punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk) czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej określonej dla klasy III osadów dennych w przypadku jednego z analizowanych wskaźników. Wskaźnikami degradującymi były: rtęć (9 ppk), ołów (2 ppk), bar (2 ppk), chrom (1 ppk), kadm (1 ppk), nikiel (1 ppk), kobalt (1 ppk), miedź (1 ppk). W 4 ppk czynnikami degradującymi było przekroczenie granicznej zawartości 2 spośród 12 ocenianych wskaźników, w szczególności były to: rtęć + bar (2 ppk), bar + kadm (1 ppk), bar + miedź (1 ppk). W przypadku 3 ppk czynnikami degradującymi były przekroczone poziomy stężenie oznaczone dla 3 wskaźników i były to: miedź + rtęć + arsen (1 ppk), miedź + rtęć + nikiel (1 ppk) oraz bar + kadm + cynk (1 ppk). Dla kolejnych 2 ppk stwierdzono przekroczenia wartości granicznych dla 4 ocenianych wskaźników i były to: chrom + miedź + rtęć + arsen (1 ppk) oraz chrom + miedź + rtęć + nikiel (1 ppk). Najbardziej zanieczyszczona (pod względem ilości przekroczonych wskaźników) była próba osadu pobrana z ppk Czarna Woda – Legnica, w której stwierdzono przekroczenie 5 wskaźników podlegających ocenie, tj. arsen + kadm + miedź + rtęć + ołów.

Analizując częstości występowania przekroczeń wartości granicznych dla poszczególnych badanych wskaźników stwierdzono, że w żadnym z 270 ppk nie zostały przekroczone wartości graniczne III klasy czystości osadów dla zawartości srebra oraz wskaźnika stront / wapń (Sr / Ca). W przypadku srebra jego zawartość w próbie pobranej w każdym z analizowanych ppk była niższa od granicy oznaczalności stosowanej metody analitycznej i równocześnie była to wartość niewyróżniana z tła geochemicznego. Najczęściej przekraczana była graniczna zawartość rtęci (14 ppk) oraz baru (7 ppk). Graniczna zawartość miedzi była przekroczona w 5 ppk, natomiast kadmu w 4 ppk. Najrzadziej stwierdzono przekroczenia wartości granicznych w przypadku ołowiu (3 ppk), arsenu (2 ppk), niklu (2 ppk), kobaltu (1 ppk), chromu (1 ppk) oraz cynku (1 ppk).





























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 5 przedmiotowego opracowania. Dla celu 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 zanieczyszczone. Jednocześnie ocena końcowa danego osadu, tj. poziom jakości jest równy poziomowi wskaźnika o najmniej korzystnej ocenie – tzw. czynnik degradujący.

Oceną objętych było 270 prób osadów dennych pobranych z rzek oraz kanałów rzecznych, w przypadku 227 prób osadów ocenianych było pod względem zawartości 42 składników, 38 prób osadów ocenianych było pod kątem zawartości 45 wskaźników oraz 5 prób osadów analizowanych było w zakresie pełnym i ocenie podlegało 48 wskaźników.

Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 19 przedmiotowego opracowania.

W przypadku 17 wskaźników podlegających ocenie, tj. acenaftylenu, acenaftenu, heksachlorobenzenu, alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH, heptachloru (+ epoksydu heptachloru), dieldryny, DDT całkowitego (+ izomeru para-para), p'p'-DDE, p'p'-DDD, sumy DDT+DDD+DDE, ftalany di(2-etyloheksylu), związków tributyllocyny (kationu tributyllocyny), 1,2,4-trichlorobenzenu, endryny oraz aldryny granice oznaczalności zastosowanych metod analitycznych są zbyt wysokie w stosunku do wartości progowych stanowiących kryteria oceny zgodnie z ww. metodą oceny. W związku z powyższym, w przypadku jeżeli wynik oznaczenia któregoś z ww. wskaźników był wynikiem niższym od granicy oznaczalności a równocześnie byłby czynnikiem decydującym o klasyfikacji danej próby osadu, wynik ten był pomijany w analizie celem uniknięcia fałszywego pogorszenia klasyfikacji danej próby. Równocześnie wyniki takie uznaje się za obarczone niepewnością z uwagi na pominięcie części wskaźników w ocenie.

Działanie takie przyjęto w oparciu o zapisy pkt. 10, załącznika nr 10 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych [Dz.U. 2016 poz. 1187], - "w przypadku gdy zgodnie z art. 5 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 (Dz. Urz. UE L 201 z 01.02.2009, str 36), wyliczona średnia wartość pomiaru przeprowadzonego z zastosowaniem najlepszych dostępnych technik niepowodujących nadmiernych kosztów została określona jako "poniżej granicy





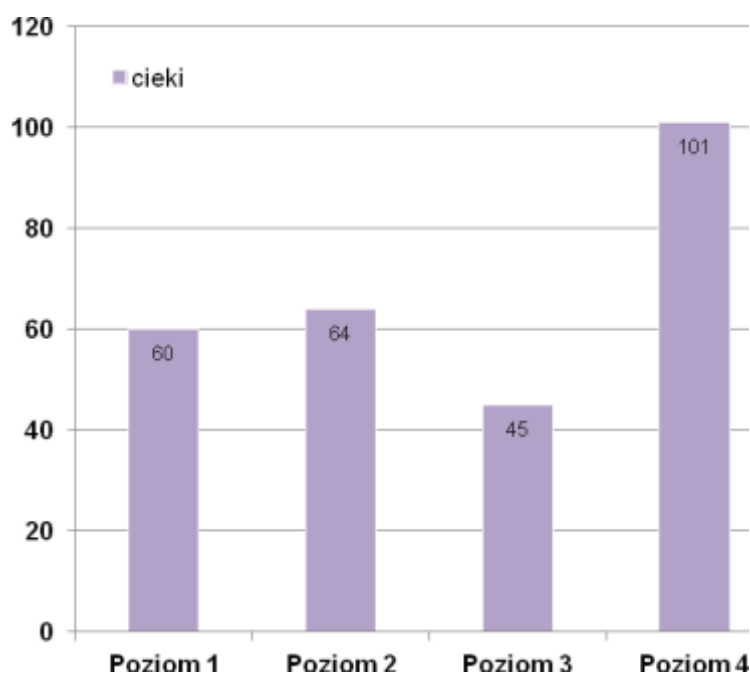
oznaczalności”, a „granica oznaczalności” dla tej techniki położona jest powyżej środowiskowej normy jakości, wynik dla oznaczonej substancji nie jest uwzględniany do celów oceny ogólnego stanu chemicznego tej części wód”.

Uwzględniając powyższe oraz fakt, iż do tej pory nie ma wprowadzonych przez Ustawodawcę wytycznych dotyczących oceny jakości osadów dennych, w ocenie autorów przyjęcie powyższej metodyki za przepisami uwzględnionymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych uznać należy jako właściwe. Prawdziwość powyższego stwierdzenia potwierdzają także dążenia do ewentualnej możliwości włączenia badań osadów dennych do oceny stanu chemicznego wód powierzchniowych, zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną, uwzględniając działania dotyczące testowania metodyki dot. EQSsed, opinie organów prawodawczych i opiniodawczych UE i krajowych.

Jak wynika z niniejszej tabeli, w przypadku większości badanych prób osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryteria I-III poziomu jakości osadów.

Na poniższym wykresie przedstawiono klasyfikację punktów pomiarowo - kontrolnych względem oceny jakości kryterium ekotoksykologicznego.

Rycina 2 Klasyfikacja ppk względem oceny jakości kryterium ekotoksykologicznego - ciek



W przypadku 101 prób osadów dennych pobranych z rzek lub kanałów rzecznych przeprowadzone badania wykazały że są to osady zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali i / lub trwałych związków organicznych (TZO), tj. w przypadku przynajmniej jednego wskaźnika przekroczona jest zawartość graniczna określona dla III poziomu jakości. 45 prób osadów dennych odpowiada kryterium III poziomu jakości – są to osady zanieczyszczone w średnim stopniu. Kolejne 64 próby osadów ocenia się jako osady zanieczyszczone



w małym stopniu, tj. spełniające kryteria jakościowe II poziomu jakości. W odniesieniu do 60 prób osadów stwierdza się, że osady nie były zanieczyszczone, tj. w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I poziomu.

W 47 punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk) czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej określonej dla III poziomu jakości osadów dennych w przypadku jednego z analizowanych wskaźników. Wskaźnikami degradującymi były: mangan (29 ppk), p'p'-DDD (3 ppk), acenaften (2 ppk), ołów (2 ppk), żelazo (2 ppk), kadm (2 ppk), rtęć (1 ppk), miedź (1 ppk), nikiel (1 ppk), cynk (1 ppk), piren (1 ppk), p'p'-DDE (1 ppk), dibenzo(a,h)antracen. W 18 ppk czynnikami degradującymi było przekroczenie granicznej zawartości 2 spośród ocenianych wskaźników, w szczególności były to: żelazo + mangan (3 ppk), rtęć + mangan (2 ppk), mangan + dibenzo(a,h)antracen (2 ppk), mangan + ołów (1 ppk), chrom + mangan (1 ppk), kadm + mangan (1 ppk), ołów + acenaften (1 ppk), rtęć + dibenzo(a,h)antracen (1 ppk), piren + dibenzo(a,h)antracen (1 ppk), cynk + p'p'-DDD (1 ppk), cynk + piren (1 ppk), fenantren + acenaften (1 ppk), naftalen + acenaften (1 ppk), fluoranten + piren (1 ppk). W przypadku 10 ppk czynnikami degradującymi były przekroczone poziomy stężenie oznaczone dla 3 wskaźników i były to: DDT całkowity (+ izomer para-para) + p'p'-DDE + p'p'-DDD (2 ppk), cynk + mangan + acenaften (1 ppk), żelazo + mangan + acenaften (1 ppk), arsen + żelazo + mangan (1 ppk), chrom + cynk + mangan (1 ppk), kadm + cynk + ołów (1 ppk), fluoranten + acenaften + piren (1 ppk), fluoranten + piren + dibenzo(a,h)antracen (1 ppk), fluoranten + piren + benzo(a)antracen (1 ppk). Dla kolejnych 4 ppk stwierdzono przekroczenia wartości granicznych 4 ocenianych wskaźników i były to: chrom + rtęć + nikiel + mangan (1 ppk), rtęć + mangan + naftalen + acenaften (1 ppk), chrom + cynk + mangan + p'p'-DDD (1 ppk), fenantren + fluoranten + acenaften + piren (1 ppk). W 5 ppk stwierdzono przekroczenie 5 wartości granicznych dla oznaczanych wskaźników i były to: arsen + rtęć + nikiel + cynk + mangan (1 ppk), arsen + kadm + miedź + ołów + cynk (1 ppk), fenantren + fluoranten + benzo(a)antracen + acenaften + piren (1 ppk), fenantren + fluoranten + dibenzo(a,h)antracen + acenaften + piren (1 ppk), fluoranten + benzo(a)antracen + dibenzo(a,h)antracen + acenaften + piren (1 ppk). W 1 ppk stwierdzono przekroczenie wartości granicznych dla 6 wskaźników i były to: fenantren + fluoranten + benzo(a)antracen + dibenzo(a,h)antracen + acenaften + piren (1 ppk). W kolejnych 4 ppk stwierdzono przekroczenie 7 wskaźników i były to: kadm + chrom + rtęć + ołów + cynk + mangan + dibenzo(a,h)antracen (1 ppk), kadm + ołów + cynk + acenaften + DDT całkowity (+ izomer para-para) + p'p'-DDE + p'p'-DDD (1 ppk), mangan + naftalen + fenantren + fluoranten + acenaften + piren + dibenzo(a,h)antracen (1 ppk), mangan + naftalen + fenantren + fluoranten + acenaften + piren + benzo(a)antracen (1 ppk). Dla następnych 3 ppk stwierdzono przekroczenie 8 wskaźników i były to: fenantren + fluoranten + chryzen + benzo(a)antracen + benzo(a)piren + acenaften + piren + dibenzo(a,h)antracen (1 ppk), chrom + miedź + ołów + cynk + mangan + dibenzo(a,h)antracen + DDT całkowity (+ izomer para-para) + p'p'-DDD (1 ppk), arsen + kadm + miedź + rtęć + nikiel + ołów + cynk + mangan (1 ppk). W 2 ppk stwierdzono przekroczenie 9 wskaźników objętych badaniami i były to: rtęć, cynk, fenantren, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, acenaften, piren, dibenzo(a,h)antracen (1 ppk), arsen + kadm + chrom + miedź + rtęć + nikiel + ołów + mangan



+ dibenzo(a,h)antracen (1 ppk). Do najbardziej zanieczyszczonych (pod względem ilości przekroczonych wskaźników) zaliczono sześć próby osadów:

- próba osadu z ppk Nysa Łużycka – Zgorzelec, w której stwierdzono przekroczenie 10 wskaźników i były to: fenantren, acenaften, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, fluoren, piren, dibenzo(a,h)antracen, WWA-suma,
- 2 próby osadów z ppk Odra – Kędzierzyn-Koźle oraz ppk Odra – Miedonia, w których stwierdzono przekroczenie w każdej 11 wskaźników i były to: naftalen, fenantren, antracen, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, acenaften, piren, dibenzo(a,h)antracen, WWA-suma,
- próba osadu z ppk Odra – Malczyce, w której stwierdzono przekroczenie 11 wskaźników i były to: rtęć, cynk, mangan, naftalen, fenantren, fluoranten, benzo(a)antracen, acenaften, fluoren, piren, dibenzo(a,h)antracen,
- próba osadu z ppk Bystrzyca – ujście do Odry, w której stwierdzono przekroczenie 14 wskaźników i były to: mangan, naftalen, fenantren, antracen, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, acenaften, fluoren, piren, dibenzo(a,h)antracen, WWA-suma,
- próba osadu z ppk Bystrzyca – Lublin, w której stwierdzono przekroczenie 14 wskaźników i były to: rtęć, fenantren, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, acenaften, piren, indeno(1,2,3-cd)piren, dibenzo(a,h)antracen, WWA-suma, DDT całkowity (+ izomer para-para), p'p'-DDE, p'p'-DDD,
- próba osadu z ppk Kopanica - Łęgoń, w której stwierdzono przekroczenie 21 wskaźników i były to: chrom, miedź, rtęć, nikiel, ołów, cynk, fenantren, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(g,h,i)perylene, acenaften, piren, indeno(1,2,3-cd)piren, dibenzo(a,h)antracen, WWA-suma, DDT całkowity (+ izomer para-para), p'p'-DDE, p'p'-DDD, suma DDT + DDD + DDE.

Analizując częstości występowania przekroczeń wartości granicznych dla poszczególnych badanych wskaźników stwierdzono, że w żadnym ze 270 ppk nie zostały przekroczone wartości graniczne III poziomu jakości czystości osadów dla zawartości srebra, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(e)pirenu, PCB, heksachlorobenzenu, alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH, heptachloru (+ epoksydu heptachloru), dieldryny, ftalanu di(2-etyloheksylu), związków tributyllocyny (+ kationu tributyllocyny), 1,2,4-trichlorobenzenu, pentachlorofenolu, dioksyn i związków dioksynopodobnych, toksafenu, endryny oraz aldryny.

Najczęściej przekraczana była graniczna zawartość manganu (54 ppk), acenaftenu (26 ppk), pirenu (23 ppk), dibenzo(a,h)antracenu (22 ppk), fluorantenu (20 ppk), cynku (17 ppk), fenantrenu (16 ppk) rtęci (14 ppk), benzo(a)antracenu, ołowiu (12 ppk), p'p'-DDD (11 ppk). Znaczącą ilość przekroczeń stwierdzono również dla: kadmu (9 ppk), chryzenu (9 ppk), chromu (8 ppk), naftalenu (8 ppk), miedzi (7 ppk), benzo(a)pirenu (7 ppk), niklu (6 ppk), żelaza (6 ppk), WWA-suma (6 ppk), DDT-całkowity (+ izomer para-para) (6 ppk), p'p'-DDE (6 ppk), arsenu (5 ppk). Dla pozostałych wskaźników przekroczenia występowały rzadko i stwierdzono je przypadku w 1-3 ppk, tj.: antracen (3 ppk), fluoren (3 ppk), indeno(1,2,3-c,d)piren (2 ppk), benzo(g,h,i)perylene (1 ppk), acenaften (1 ppk), suma DDT + DDD + DDE (1 ppk).



Tabela 20 Ocena wyników wg.opracowania PIG 2015 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkowicz W - rzeki i kanały - punkty z maksymalnym zakresem oznaczeń

Lp.	nazwa ppk	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Naftalen	Antracen	WWA - suma	28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	Pentachlorobenzen	HCH - suma	Dieldryna	Izodryna	DDT całkowity (izomer para-para)	Endosulfan	chloroalkany C10-C13	Chlorfenwinfos	Związki trybutylowy (kation tributylowy)	Trichlorobenzeny - suma	Nonylofenole (4-nonylofenol)	Oksyfenole (4-, 2-, 3-, 3,4-tetrametylobutylo)-fenol	Pentachlorofenol	Trifluarina	Chinoksyfen	Cypermetyryna	Chlordekon	Heksabromodifenol	Toksafen	Endryna	Aldryna	Alachlor	Chlorpiryfos	Aklonifen	Bifenoks	Cybutryna	ocena ogólna					
9	Bojakowska I. et al. (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	ocena ogólna					
9	Leba - Cecenowo	0,05	0,05	0,27	9,37	4,98	4,26	9,03	35,50	5,00	5,00	814,00	1,50	5,00	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00	50,00	5,00	2,50	150,00	500,00	500,00	10,00	5,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	5,00	5,00	5,00	5,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	niezanieczyszczony			
18	Odra - Krajnik Dolny	0,05	11,10	0,03	34,70	17,30	9,27	24,90	48,30	5,00	27,00	1366,00	1,50	5,00	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00	50,00	5,00	2,50	50,00	500,00	500,00	10,00	5,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	5,00	5,00	5,00	5,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	zanieczyszczony	
30	Parsęta - Bardy-Gościnki	0,05	0,05	0,03	5,21	1,43	2,52	3,45	18,50	5,00	5,00	214,00	1,50	5,00	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00	50,00	5,00	2,50	50,00	500,00	500,00	10,00	5,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	5,00	5,00	5,00	5,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	niezanieczyszczony
32	Pasłęka - Nowa Pasłęka	0,05	0,05	0,03	11,97	1,24	3,29	5,63	0,25	5,00	5,00	403,00	1,50	5,00	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00	50,00	5,00	2,50	50,00	500,00	500,00	10,00	5,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	5,00	5,00	5,00	5,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	niezanieczyszczony
34	Reda - Wejherowo	0,05	0,05	0,03	9,53	12,80	4,91	15,90	51,10	5,00	40,00	3755,00	1,50	5,00	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00	50,00	5,00	2,50	50,00	500,00	500,00	10,00	5,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	5,00	5,00	5,00	18,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	zanieczyszczony

\* we wskaźniku suma WWA uwzględniono wyniki oznaczeń dla wszystkich zbadanych WWA, mając na względzie wzięcie pod uwagę jak najwięcej liczbę wskaźników, dla których dane są dostępne przy ocenie.

Legenda

	stan niezanieczyszczony
	stan zanieczyszczony

„Monitoring osadów dennych rzek i jezior w latach 2016 - 2017”

**ETAP I – Raport pt. „ Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w 2016 roku.”**



OBiKŚ Sp. z o.o.

---



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. PIG 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 6 przedmiotowego opracowania. Dla celu oceny jakości osadów rzecznych przyjęto, że osady dla których wartości stężeń danego wskaźnika są niższe od wartości granicznej to osady są niezanieczyszczone, natomiast stężenia przekraczające wartości graniczne określone dla danego wskaźnika - osady są 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 jedynie 5 prób osadów, które analizowane były w zakresie pełnym, obejmującym 38 wskaźników. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 20 przedmiotowego opracowania.

W przypadku 13 wskaźników podlegających ocenie, tj. pentachlorobenzenu, HCH-suma, endosulfanu, chlorfenwinfosu, związków tributyllocyny (kationu tributyllocyny), sumy trichlorobenzenów, nonylofenoli, oktylofenoli, trifluarliny, aldryny, alachloru, chlorpiryfosu, cybutryny granice oznaczalności zastosowanych metod analitycznych są zbyt wysokie w stosunku do wartości progowych stanowiących kryteria oceny zgodnie z ww. metodą oceny. W związku z powyższym, w przypadku, jeżeli wynik oznaczenia któregoś z ww. wskaźników był wynikiem niższym od granicy oznaczalności a równocześnie byłby czynnikiem decydującym o klasyfikacji danej próby osadu, wynik ten był pomijany w analizie celem uniknięcia fałszywego pogorszenia klasyfikacji danej próby. Równocześnie wyniki takie uznaje się za obarczone niepewnością z uwagi na pominięcie części wskaźników w ocenie.

Działanie takie przyjęto w oparciu o zapisy pkt. 10, załącznika nr 10 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych [Dz.U. 2016 poz. 1187], - "w przypadku gdy zgodnie z art. 5 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 (Dz. Urz. UE L 201 z 01.02.2009, str 36), wyliczona średnia wartość pomiaru przeprowadzonego z zastosowaniem najlepszych dostępnych technik niepowodujących nadmiernych kosztów została określona jako "poniżej granicy oznaczalności", a "granica oznaczalności" dla tej techniki położona jest powyżej



środowiskowej normy jakości, wynik dla oznaczonej substancji nie jest uwzględniany do celów oceny ogólnego stanu chemicznego tej części wód”.

Uwzględniając powyższe oraz fakt, iż do tej pory nie ma wprowadzonych przez Ustawodawcę wytycznych dotyczących oceny jakości osadów dennych, w ocenie autorów przyjęcie powyższej metodyki za przepisami uwzględnionymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych uznać należy jako właściwe.

Jak wynika z niniejszej tabeli, w przypadku większości badanych prób osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryteria określone dla osadów dennych niezanieczyszczonych, co oznacza, że z uwagi na swój skład nie powinny wpływać niekorzystnie na organizmy wodne.

W przypadku 2 prób osadów dennych pobranych z rzek lub kanałów rzecznych przeprowadzone badania wykazały, że są to osady zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali i / lub trwałych związków organicznych (TZO), tj. w przypadku przynajmniej jednego wskaźnika przekroczona jest zawartość graniczna EQS. W przypadku pozostałych 3 prób osadów objętych badaniami w pełnym zakresie wszystkie wskaźniki zanieczyszczeń oznaczono na poziomie nie przekraczającym wartości EQS.

W 1 punkcie pomiarowo-kontrolnym (ppk) czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej EQS dla jednego z analizowanych wskaźników – wskaźnikiem degradującym był arsen (1 ppk). W 1 ppk czynnikami degradującymi było przekroczenie granicznej zawartości 2 spośród ocenianych wskaźników, w szczególności były to: WWA-suma + chlorpiryfos (1 ppk).

Analizując częstości występowania przekroczeń wartości granicznych dla poszczególnych badanych wskaźników stwierdzono, że w żadnym ze 5 ppk objętych badaniami w pełnym zakresie wskaźników nie zostały przekroczone wartości graniczne EQS jakości osadów dla zawartości: srebra, kadmu, chromu, miedzi, niklu, ołowiu, cynku, naftalenu, antracenu, PCB-sumy, pentachlorobenzenu, HCH-sumy, dieldryny, izodryny, DDT-całkowitego (+ izomeru para-para), endosulfanu, chloroalkanów C10-C13, chlorfenwinfosu, związków tributyllocyny (+ kationu tributyllocyny), trichlorobenzenów-sumy, nonylofenoli (4-nonylofenolu), oktylofenoli (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)fenolu), pentachlorofenolu, trifluarliny, chinoksyfenu, cypermetryny, chlordekonu, heksabromodifenolu, toksafenu, endryny, aldryny, alachloru, akлонifenu, bifenoksu, cybutryny.

Stwierdzono przekroczenia wartości granicznych wskaźników EQS dla następujących wskaźników: WWA-suma (1 ppk), arsen (1 ppk), chlorpiryfos (1 ppk).

Z uwagi na niewielką ilość prób objętych pełnym zakresem analiz wskaźników opis wyników badań został przedstawiony w formie ogólnej. Większa liczba próbek osadów dennych z rzek i kanałów rzecznych zostanie poddana badaniom w pełnym zakresie w ramach II serii pomiarowej, realizowanej w 2017 roku, co pozwoli na przedstawienie



szerszego spektrum wnioskówz oceny wyników badań laboratoryjnych, odnoszących się do większej ilości danych.

W poniższej tabeli przedstawiono wyniki oceny stanu osadów rzek i kanałów rzecznych wg stosowanych dotychczas w ocenie metodyki opartej o kryterium geochemiczne (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) oraz metodyki opartej o kryterium ekotoksykologiczne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003).

Tabela 21 Wyniki oceny stanu osadów rzek i kanałów rzecznych wg kryterium geochemicznego oraz kryterium ekotoksykologicznego

Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
1	Barycz - Wyszaków	klasa III	Level 4
2	Bóbr - Stary Raduszec	klasa III	Level 4
3	Dzierżęcinka - Koszalin	poza klasą	Level 4
4	Elbląg - m. Elbląg	klasa II	Level 2
5	Grabowa - Grabowo	klasa I	Level 2
6	Ina - Goleniów	klasa I	Level 2
7	Kaczawa - Prochowice	poza klasą	Level 4
8	Krzna - Neple	klasa I	Level 1
9	Łeba - Cecenowo	klasa I	Level 3
10	Łupawa - Smołdzino	klasa II	Level 2
11	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	klasa III	Level 3
12	Nysa Łużycka - Gubin	klasa III	Level 4
13	Odra - Połęczko	poza klasą	Level 4
14	Odra - Chałupki	klasa III	Level 4
15	Odra - Gryfino	klasa III	Level 3
16	Odra - Kędzierzyn-Koźle	klasa III	Level 4
17	Odra - Kostrzyn	klasa I	Level 2
18	Odra - Krajnik Dolny	klasa II	Level 2
19	Odra - Malczyce	poza klasą	Level 4
20	Odra - Miedonia	klasa III	Level 4
21	Odra - Nowa Sól	poza klasą	Level 4
22	Odra - Osinów	klasa II	Level 2
23	Odra - Police	klasa I	Level 1
24	Odra - Ścinawa	klasa II	Level 3
25	Odra - Świecko	poza klasą	Level 4
26	Odra - Widuchowa	klasa I	Level 1
27	Odra - Wrocław	klasa III	Level 3
28	Odra - Wróblin	klasa II	Level 4
29	Odra - Siadło Dolne	poza klasą	Level 4
30	Parsęta - Bardy-Gościnki	klasa I	Level 4
31	Parsęta - Kołobrzeg	klasa II	Level 4





Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
32	Pasłęka - Nowa Pasłęka	klasa I	Level 1
33	Reda - Mrzezino	klasa I	Level 2
34	Reda - Wejherowo	klasa II	Level 2
35	Rega - Mrzeżyno	klasa III	Level 4
36	Rega - Trzebiatów	klasa I	Level 2
37	Słupia - Charnowo	klasa II	Level 4
38	Wieprz - Borowica	klasa II	Level 2
39	Wieprz - Dęblin	klasa II	Level 3
40	Wieprz - Jaszczów	klasa II	Level 2
41	Wieprz - Michałów	klasa III	Level 3
42	Wieprz – Wola Skromowska	klasa II	Level 2
43	Wieprza - Stary Kraków	klasa II	Level 3
44	Biebrza - Wierciszewo	klasa I	Level 1
45	Brda - Bydgoszcz	klasa I	Level 1
46	Bug - Dorohusk	klasa II	Level 1
47	Bug - Głina Nadbużna	klasa II	Level 3
48	Bug - Horodło	klasa II	Level 3
49	Bug - Kózki	klasa II	Level 3
50	Bug - Kryłów	klasa II	Level 3
51	Bug - Krzyczew	klasa II	Level 2
52	Bug - Nur	klasa I	Level 2
53	Bug - Popowo	klasa II	Level 4
54	Bug - Sławatycze	klasa II	Level 4
55	Bug - Strzyżów	poza klasą	Level 4
56	Bug - Włodawa	klasa II	Level 4
57	Bug - Wyszków	klasa I	Level 1
58	Bzura - Przęsławice	klasa II	Level 3
59	Drawa - Krzyż	klasa I	Level 1
60	Drwęca - Złotoria	klasa I	Level 2
61	Dunajec - Siedliszowice	klasa II	Level 2
62	Gwda - Ujście	klasa II	Level 4
63	Ina – Stargard Szczeciński	klasa II	Level 2
64	Narew - Łomża	klasa I	Level 2
65	Narew - Nowogród	klasa I	Level 1
66	Narew - Bondary	poza klasą	Level 4
67	Narew - Nowy Dwór	klasa I	Level 1
68	Narew - Ostrołęka	klasa I	Level 1
69	Narew - Pułtusk	klasa I	Level 4
70	Narew - Strabla	klasa I	Level 2
71	Narew - Strękowa Góra	klasa II	Level 3
72	Nida - Nowy Korczyn	klasa II	Level 1
73	Nogat - Kępa Dolna	klasa I	Level 1



Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
74	Noteć (Kanał Notecki) - Lechowo (Pakość)	klasa I	Level 3
75	Noteć - Krzyż	klasa II	Level 4
76	Noteć - Santok	klasa II	Level 2
77	Noteć – Ujście (wodowskaz)	klasa II	Level 4
78	Noteć - Żuławka	klasa II	Level 4
79	Obra - Skwierzyna	klasa II	Level 4
80	Pilica - Białobrzegi	klasa I	Level 2
81	Pilica - Koniecpol	klasa I	Level 3
82	Pilica - Mniszew	klasa I	Level 1
83	Pilica - Przedbórz	klasa II	Level 1
84	Pilica - Spała	klasa II	Level 2
85	Pilica - Sulejów	poza klasą	Level 4
86	Pilica - Szczekociny	klasa II	Level 3
87	Prosna - Ruda Komorska	klasa II	Level 4
88	San - Brandwica	klasa II	Level 3
89	San - Hureczko	klasa II	Level 2
90	San - Krzeszów	klasa II	Level 3
91	San - Mrzygłód	klasa III	Level 2
92	San - Radymno	klasa II	Level 2
93	San - Stare Miasto	klasa II	Level 3
94	San - Ubieszyn	klasa II	Level 3
95	San - Ulanów	klasa II	Level 4
96	San - Wrzawy	klasa II	Level 4
97	Skawa - Zator	klasa I	Level 1
98	Soła - Oświęcim	klasa II	Level 1
99	Warta - Konopnica	klasa II	Level 2
100	Warta - Bobry	poza klasą	Level 4
101	Warta - Burzenin	klasa II	Level 2
102	Warta - Konin	klasa II	Level 3
103	Warta - Kostrzyn	klasa I	Level 1
104	Warta - Kromolów	klasa III	Level 4
105	Warta - Krzeczów	klasa III	Level 1
106	Warta - Lgota Górna	klasa II	Level 2
107	Warta - Lisowice	klasa I	Level 4
108	Warta - Międzychód	klasa II	Level 2
109	Warta - Mstów	klasa I	Level 3
110	Warta - Oborniki	klasa II	Level 1
111	Warta - Obrzycko	klasa II	Level 3
112	Warta - Poznań most Św. Rocha	klasa III	Level 3
113	Warta - Rumin	klasa II	Level 4
114	Warta - Rychłocice	klasa I	Level 1
115	Warta - Santok	poza klasą	Level 4



Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. (1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
116	Warta - Sieradz	klasa II	Level 1
117	Warta - Skwierzyna	klasa II	Level 2
118	Warta - Śrem	klasa I	Level 1
119	Warta - Uniejów	klasa II	Level 1
120	Warta - Warta	klasa II	Level 3
121	Warta - Wartosław	klasa III	Level 4
122	Warta - Wąsosz	klasa II	Level 2
123	Wełna - Oborniki	klasa I	Level 1
124	Wisła - Annopol	klasa II	Level 4
125	Wisła - Bydgoszcz- Fordon	klasa I	Level 1
126	Wisła - Gliny Małe	klasa I	Level 1
127	Wisła - Gołąb	klasa II	Level 4
128	Wisła - Góra Kalwaria	klasa I	Level 1
129	Wisła - Górsk	klasa I	Level 1
130	Wisła - Jankowice	klasa III	Level 4
131	Wisła - Kazuń	klasa I	Level 1
132	Wisła - Kiezmark	klasa I	Level 1
133	Wisła - Kopanka	klasa II	Level 4
134	Wisła - Nieszawa	klasa I	Level 1
135	Wisła – Opatowiec Nowy Korczyn)	klasa II	Level 4
136	Wisła - Oświęcim	klasa III	Level 4
137	Wisła - Piotrawin	klasa II	Level 3
138	Wisła - Płock	klasa I	Level 1
139	Wisła - Sandomierz	poza klasą	Level 4
140	Wisła - Grudziądz	klasa I	Level 1
141	Wisła - Tczew	klasa II	Level 2
142	Wisła - Tyniec	klasa II	Level 4
143	Wisła - Warszawa	klasa I	Level 1
144	Wisła - Warszawa- Młociny	klasa II	Level 2
145	Wisła - Warszawa-Wał Miedzeszyński	klasa II	Level 1
146	Wisła - Włocławek	klasa II	Level 3
147	Wisła - Wyszogród	klasa I	Level 1
148	Wisła - Goczałkowice	klasa II	Level 3
149	Wisłok - Tryńcza	klasa II	Level 4
150	Wisłoka - Gawłuszowice	klasa I	Level 1
151	Wkra - Pomiechówek	klasa I	Level 1
152	Bierawka - ujście do Odry	klasa III	Level 2
153	Bystrzyca - ujście do Odry	klasa III	Level 4
154	Kłodnica - ujście do Odry	klasa II	Level 2
155	Kwisa - ujście do Bobru (m. Trzebów)	klasa II	Level 2
156	Mała Panew - Czarnowąsy	klasa II	Level 1



Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
157	Myśla - ujście do Odry (m. Namyślin)	klasa I	Level 1
158	Obrzyca - ujście do Odry (ujęcie wodypowierzchniowej "Sadowa")	klasa III	Level 4
159	Olza - ujście do Odry	klasa II	Level 1
160	Ruda - ujście do Odry	klasa II	Level 2
161	Ślęza - ujście do Odry	klasa III	Level 3
162	Świder - Dębinka, uj. do Wisły	klasa I	Level 3
163	Widawa - ujście do Odry	poza klasą	Level 4
164	Zagożdżonka – Świerże Górne	klasa II	Level 4
165	Barycz - Wąsosz	klasa III	Level 4
166	Biała Łądecka - Żelazno	klasa II	Level 2
167	Bóbr - Siedlęcin	klasa III	Level 2
168	Bóbr - Włodzice Mł.	klasa II	Level 3
169	Bystrzyca – Bystrzyca Dolna	klasa III	Level 4
170	Cicha Woda - Kwiatkowice	klasa III	Level 2
171	Czarna Woda - Legnica	poza klasą	Level 4
172	Kaczawa - Legnica	klasa III	Level 4
173	Nysa Kłodzka - Kłodzko	poza klasą	Level 4
174	Nysa Łużycka - Pieńsk/Deschka	klasa III	Level 3
175	Nysa Łużycka – trójpunkt graniczny	klasa III	Level 4
176	Nysa Łużycka - Zgorzelec	klasa III	Level 4
177	Nysa Szalona - Winnica	klasa II	Level 4
178	Orla - Wąsosz ujście do Baryczy	klasa III	Level 4
179	Orlica (rzeka graniczna)	klasa II	Level 2
180	Pelcznica - Stanowice	klasa II	Level 4
181	Polska Woda - Potasznia	klasa III	Level 4
182	Skora - Miłkowice	klasa III	Level 4
183	Stobrawa - Stobrawa	klasa II	Level 2
184	Strzegomka - Bogdaszowice	klasa III	Level 4
185	Ścinawka - Ścinawica	klasa III	Level 4
186	Drwęca Warmińska - Drwęczno	klasa I	Level 4
187	Krutynia - Iznota	klasa I	Level 1
188	Witka - ujście do Nysy Łużyckiej	klasa III	Level 2
189	Zimnica - Ścinawa	klasa III	Level 4
190	Bacha (Struga Toruńska/Lubicka) - Lubicz	klasa I	Level 1
191	Drwęca - Szabda	klasa I	Level 2
192	Rypienica - Łapinóż	klasa II	Level 4
193	Bystrzyca - Borki	klasa III	Level 4
194	Bystrzyca - Lublin- Wrotków	poza klasą	Level 4
195	Bystrzyca - Spiczyn	klasa II	Level 2
196	Gielczew - Biskupice	klasa II	Level 2



Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
197	Krzna - Biała Podlaska	klasa II	Level 4
198	Krzna – Międzyrzec Podlaski	klasa II	Level 2
199	Łabuńka - Krzak ujście do Wieprza poniżej Zamościa	klasa II	Level 3
200	Piwonia - Siemień ujście do Tyśmienicy	klasa III	Level 2
201	Por - Nawóz ujście do Wieprza	klasa II	Level 3
202	Sołokija - Wierzbica	klasa III	Level 3
203	Tyśmienica - Niewęłośz	klasa II	Level 4
204	Uherka - Rudka	klasa II	Level 2
205	Zielawa - Woskrzenice	klasa I	Level 1
206	Bóbr - Małomice	klasa II	Level 4
207	Czarna Struga – Nowa Sól	klasa II	Level 4
208	Czarna Wielka - Żagań	klasa III	Level 4
209	Ilanka - Świecko	klasa II	Level 4
210	Kopanica - Łęgoń	poza klasą	Level 4
211	Krzycki Rów - Stany	poza klasą	Level 4
212	Płonia - Szczecin-Dąbie	klasa II	Level 3
213	Lubsza - Gubin	klasa II	Level 4
214	Nysa Łużycka - Zasieki	poza klasą	Level 4
215	Pliszka - Urad	poza klasą	Level 4
216	Polski Rów - Dryżyna	klasa II	Level 2
217	Postomia - Lemierzyce	klasa III	Level 4
218	Szprotawa - Szprotawa	klasa III	Level 4
219	Śląska Ochla - Ługi	klasa II	Level 1
220	Zimny Potok (Zimna Woda) - Ciemnice	poza klasą	Level 4
221	Brok - Stare Kaczkowo	klasa II	Level 2
222	Liwiec - Kamieńczyk	klasa I	Level 1
223	Liwiec - Węgrów	klasa I	Level 2
224	Łydynia - Gutarzewo	klasa I	Level 2
225	Mienia - Wiązowna	klasa I	Level 2
226	Raciążnica – Sochocin Kolonia	klasa I	Level 1
227	Rządza - Załubice Stare	klasa I	Level 1
228	Sierpienica - Dwa Młyny	klasa I	Level 4
229	Sona - Popielżyn	klasa I	Level 1
230	Biała Głuchotańska – Biała Nyska	klasa III	Level 1
231	Biała Głuchotańska - Głuchotały	klasa II	Level 3
232	Budkowiczanka – Stare Kolnie	klasa II	Level 3
233	Chrzastawa (Jemielnica) - Chrzastowice	klasa III	Level 1
234	Przemsza - Jeleń	klasa II	Level 4
235	Stoła - Potępa	poza klasą	Level 4
236	Nysa Kłodzka - Nysa	klasa III	Level 2



Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
237	Olszanka - Opole	klasa II	Level 1
238	Sapina - Stręgielek	klasa III	Level 4
239	Olza - Ropice	klasa III	Level 4
240	Oława - Wrocław jaz Małgorzata	poza klasą	Level 4
241	Opawa - Wiechowice	klasa III	Level 4
242	Osobłoga – Raclawice Śląskie	klasa II	Level 1
243	Psina - Bieńkowice	klasa II	Level 3
244	Czarna Hańcza - Czerwony Folwark	klasa II	Level 2
245	Czarna Hańcza – Wysoki Most	klasa II	Level 1
246	Nurzec - Tworkowice	klasa II	Level 4
247	Rurzyca - Nawodna	klasa II	Level 3
248	Mała Panew – Krupski Młyn	poza klasą	Level 4
249	Wel - Bratian	klasa II	Level 2
250	Tywa - Żórawki	klasa II	Level 2
251	Kanał Augustowski - Klonownica	klasa I	Level 1
252	Kanał Augustowski - śluza Sosnowka	klasa I	Level 1
253	Kanał Granicznik - Śluza Międzyleska	klasa III	Level 2
254	Kanał Mosiński - Głuchowo	klasa II	Level 3
255	Kanał Mosiński - Gryżyna	klasa II	Level 1
256	Kanał Mosiński - Mosina	klasa II	Level 2
257	Kanał Mosiński - Niedźwiady	klasa III	Level 3
258	Kanał Postomski - powyżej ujścia Łęczy (m. Słońsk)	klasa II	Level 4
259	Kanał Świerżowski - Żalin-Kolonia	poza klasą	Level 4
260	Kanał Troszyński - Dobrzyków, most	klasa I	Level 4
261	Kanał Wieprz-Krzna - Stary Orzechów	klasa II	Level 2
262	Otok (Kanał Otok) - m. Santok	klasa III	Level 3
263	Kanał Bachorze - Kruszwica	klasa I	Level 1
264	Kanał Bernardyński - Kalisz, Warszówka	klasa III	Level 4
265	Kanał Bobrowski - Młodzikowo	klasa III	Level 4
266	Kanał Bojadelski – ujście do Obrzycy (m. Tatarki)	klasa II	Level 2
267	Kanał Branicki – ujście do Pszczyńki	klasa II	Level 4
268	Wieki Kanał Brdy - Legbąd	klasa I	Level 2
269	Kanał Chorzelowski - Rożniaty	klasa III	Level 4
270	Kanał Jadownicki - Zawierbie	klasa III	Level 3



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

- osady zaliczone do klasy I, klasy II oraz klasy III czystości osadów na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) to osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania – oznaczono w powyższej tabeli kolorem zielonym;
- osady pozaklasowe określone na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) to osady zanieczyszczone w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie – oznaczono w powyższej tabeli kolorem czerwonym;
- osady zaliczone do poziomów Level 1, Level 2, Level 3 jakości osadów na podstawie kryterium ekotoksykologicznego (wg. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) to osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania na organizmy wodne – oznaczono w powyższej tabeli kolorem zielonym;
- osady zaliczone do poziomu 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 stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie na organizmy wodne – oznaczono w powyższej tabeli kolorem czerwonym;

Jak wynika z przeprowadzonego porównania:

- W przypadku **169 ppk** uzyskano zgodne wyniki oceny przeprowadzonej w oparciu o obie rozpatrywane metodyki oceny – osady określone zostały jako niezanieczyszczone; z uwagi na zgodność ocen nie przeprowadza się dalszych analiz wyników w tych punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk),
- W przypadku **26 ppk** uzyskano zgodne wyniki oceny przeprowadzonej w oparciu o obie rozpatrywane metodyki oceny – osady określone zostały jako zanieczyszczone; z uwagi na zgodność ocen nie przeprowadza się dalszych analiz wyników w tych punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk),
- W przypadku **75 ppk** wyniki oceny przeprowadzonej na podstawie kryterium ekotoksykologicznego (wg. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) wskazywały, że osady są zanieczyszczone, natomiast zgodnie z kryterium geochemicznym (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) osady zostały ocenione jako niezanieczyszczone. Przyczyny rozbieżności ocen:
  - w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość manganu, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie opartej



- o kryterium ekotoksykologiczne (z 2003 r.) został przekroczony; w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **ołowiu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **1**,
- o w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość **manganu**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie opartej o kryterium ekotoksykologiczne (z 2003 r.) został przekroczony; w metodzie opartej o kryterium geochemiczne nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości **trwałych związków organicznych (TZO)**; w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **cynku** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **2**,
  - o w metodzie opartej o kryterium geochemiczne nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości **trwałych związków organicznych (TZO)** - dotyczy łącznie **25** punktów pomiarowo-kontrolnych o numerach: **12, 14, 16, 20, 28, 37, 53, 69, 77, 135, 142, 172, 175, 176, 180, 185, 186, 207, 208, 218, 228, 239, 241, 265, 267**,
  - o w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość **manganu**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie opartej o kryterium ekotoksykologiczne (z 2003 r.) został przekroczony – dotyczy łącznie **29** punktów pomiarowo-kontrolnych o numerach: **30, 35, 54, 56, 62, 75, 79, 87, 95, 96, 107, 113, 124, 127, 149, 158, 164, 177, 192, 197, 203, 217, 234, 238, 246, 258, 260, 264, 269**,
  - o w metodzie geochemicznej nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości **trwałych związków organicznych (TZO)**; w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **ołowiu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **31**,
  - o w metodzie geochemicznej nie zostały określone dopuszczalne zawartości **manganu i żelaza**, których poziomy dopuszczalne określone w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) zostały przekroczone; w metodzie opartej o kryterium geochemiczne nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości **trwałych związków organicznych (TZO)** - dotyczy łącznie **2** punktów pomiarowo-kontrolnych o numerach: **78, 178**,
  - o w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość **manganu**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) został przekroczony; w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **chromu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **104**,





- w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość **manganu**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) został przekroczony; w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **kadmu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **121**,
- w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **cynku** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **130**,
- w metodzie geochemicznej nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości **trwałych związków organicznych (TZO)**; w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **cynku** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy łącznie 2 punktów pomiarowo-kontrolnych o numerach: **133, 169**,
- w metodzie geochemicznej nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości **trwałych związków organicznych (TZO)**; w metodzie geochemicznej określone są wyższe dopuszczalne zawartości **kadmu, ołowiu i cynku** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **136**,
- w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość **manganu**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) został przekroczony; w metodzie geochemicznej nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości **trwałych związków organicznych (TZO)** - dotyczy łącznie 4 punktów pomiarowo-kontrolnych o numerach: **153, 182, 184, 213**,
- w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość **żelaza**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) został przekroczony - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **165**,
- w metodzie geochemicznej nie zostały określone dopuszczalne zawartości **manganu i żelaza**, których poziomy dopuszczalne określone w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) zostały przekroczone; w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **arsenu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **181**,
- w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **miedzi** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **189**,
- w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **kadmu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **193**,



- o w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **cynku** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **206**,
- o w metodzie geochemicznej nie zostały określone dopuszczalne zawartości **manganu i żelaza**, których poziomy dopuszczalne określone w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) zostały przekroczone - dotyczy 1 punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **209**.

Przedstawione powyżej wyniki porównania należy traktować jako etap wstępny analizy. Po zakończeniu badań prowadzonych w ramach II etapu zadania (badania prób pobieranych w 2017 roku) zostaną ponownie przeprowadzone porównania wyników oceny zgodnie z ww. metodykami oraz uszczegółowione zostaną wnioski wynikające z tego porównania w ramach kompleksowej oceny stanu zanieczyszczenia osadów z pierwszych dwóch lat obecnie trwającego cyklu gospodarowania wodami w dorzeczu.

Pominięcie w ocenie jakości osadów dennych, przeprowadzonej w oparciu o kryterium ekotoksykologiczne, części wskaźników, dla których z uwagi na zbyt wysokie wartości granic oznaczalności zastosowanych metod analitycznych, nie było przyczyną wystąpienia rozbieżności wykazanych w ww. porównaniu ocen przeprowadzonych w oparciu o kryterium geochemiczne oraz kryterium ekotoksykologiczne. Pominięcie w ocenie wskaźniki mogły powodować fałszywe zaniżenie oceny jakości osadów opartej o kryterium ekotoksykologiczne. Jednak jedynie dla wskaźnika 1,2,4-trichlorobenzen jego uwzględnienie (w przypadku oznaczenia na poziomie niższym od granicy oznaczalności poszczególnych oznaczeń) mogło kwalifikować próbę osadu do poziomu „Level 4”, tj. osadu zanieczyszczonego w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie na organizmy wodne.

Przeprowadzone porównanie jakości osadów dennych pobranych z rzek i kanałów rzecznych w żadnym punkcie pomiarowo-kontrolnym nie wykazało aby ocena przeprowadzona zgodnie z kryterium geochemicznym klasyfikowała osad jako zanieczyszczony w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie (kolor czerwony w powyższej tabeli), zaś ocena przeprowadzona zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (przy pominięciu części wskaźników mogących zaniżyć klasyfikację) klasyfikowała tą samą próbę jako osad niezanieczyszczony lub zanieczyszczony w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania na organizmy wodne (kolor zielony w powyższej tabeli).

Przyjęcie odmiennego sposobu analizy, tj. uwzględnienie w ocenie przeprowadzonej zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym wszystkich wskaźników, skutkujące fałszywym obniżeniem jej wyniku, spowodowałoby zwiększenie ilości rozbieżności wyników ocen przeprowadzonych w oparciu o dwie ww. metodyki.



## 6.2 Osady z jezior i zbiorników zaporowych

W poniższych tabelach przedstawiono ocenę osadów pobranych z jezior i zbiorników zaporowych 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);
- 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. PIG 2015 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkowicz W) – ocena zgodnie z tym kryterium została przeprowadzona jedynie dla próby osadów dennych zbadanej w maksymalnym zakresie wskaźników poddanych analizom laboratoryjnym.



Tabela 22 Ocena wyników wg opracowania Bojkowska I., Sokołowska G. 1998 - jeziora i zbiorniki zaporowe

Lp.	nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Sr/Ca	Ocena ogólna
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
Bojakowska I., Sokołowska G. (1998)		<0,5<2<5<10	<5<15<20<50	<51<150<300<500	<0,5<1<5<20	<2<10<20<50	<5<20<100<500	<6<20<100<200	<0,05<0,1<0,5<1	<5<30<50<100	<10<50<200<500	<48<200<1000<2000	<0,002<0,005<0,01<0,1	
1	Wielkie Dąbie - głęboczek - 8,1m	0,05	12,00	85,70	0,48	9,18	17,90	19,80	1,22	11,60	34,80	107,00	0,001	poza klasę
2	Bachotek	0,05	0,05	23,00	0,14	6,77	5,58	1,31	0,05	2,58	12,00	26,90	0,002	klasa I
3	Barlineckie - głęboczek - 18,0m	0,05	15,80	78,00	0,84	5,36	7,00	12,10	1,74	3,76	47,60	96,30	0,002	poza klasę
4	Bartężek	0,05	0,05	21,80	0,03	1,54	2,76	1,17	0,05	1,24	3,55	39,70	0,002	klasa I
5	Berżnik - st.01	0,05	0,05	7,05	0,03	1,27	1,40	0,56	0,05	0,50	1,75	3,19	0,001	klasa I
6	Będzin - głęboczek - 15,4m	0,05	12,50	118,00	0,03	1,20	2,67	15,30	0,64	3,79	11,20	31,60	0,003	klasa III
7	Białe Sosnowickie	0,05	0,05	41,40	0,03	3,00	75,40	8,93	0,06	33,00	41,80	0,25	0,005	klasa II
8	Białe-Miałkie	0,05	0,05	142,00	0,20	1,30	2,56	20,40	1,76	2,10	25,80	37,00	0,002	poza klasę
9	Białolawki	0,05	0,05	13,10	0,03	1,58	3,41	2,66	0,05	1,63	3,57	13,00	0,002	klasa I
10	Bierzwnik - głęboczek - 12,4m	0,05	5,90	88,90	0,29	8,78	17,90	12,00	2,09	15,30	17,20	83,70	0,002	poza klasę
11	Biskupińskie	0,05	12,30	134,00	0,30	1,33	4,61	6,00	0,13	4,13	15,80	39,60	0,004	klasa II
12	Blanki	0,05	0,05	8,66	0,03	4,12	4,38	0,93	0,05	1,75	3,72	10,30	0,001	klasa I
13	Błądzimskie	0,05	0,05	13,00	0,03	3,01	0,99	0,20	0,05	0,54	1,46	0,25	0,001	klasa I
14	Błeszno (Bronków)	0,05	0,05	97,20	0,80	33,70	12,30	53,80	0,30	10,60	104,00	189,00	0,002	klasa III
15	Bnińskie	0,05	12,80	123,00	0,80	3,19	10,30	16,70	0,54	6,55	40,80	99,90	0,002	klasa III
16	Bobiecinie Wielkie na pld.zachód od m.Bobięcino	0,05	13,70	129,00	1,59	13,30	38,60	24,20	0,13	29,30	89,60	176,00	0,005	klasa II
17	Borak (Borek)	0,05	0,05	42,50	0,16	16,10	2,43	5,37	0,10	2,94	16,00	46,20	0,001	klasa II
18	Brodno Wielkie - Brodnica Górna	0,05	0,05	23,30	0,03	28,50	4,24	1,78	0,05	4,77	0,50	0,25	0,002	klasa III
19	Brodzkie (Parkowe)	0,05	13,60	152,00	0,53	18,60	31,10	20,60	0,50	20,10	30,50	152,00	0,003	klasa III
20	Brzozolasek	0,05	21,30	37,60	0,03	3,29	1,27	0,40	0,06	0,80	6,18	13,10	0,001	klasa III
21	Budzisławskie	0,05	0,05	14,10	0,03	0,98	2,27	0,20	0,05	0,80	3,93	8,71	0,001	klasa I
22	Budziszewskie	0,05	15,80	115,00	0,23	1,10	3,84	5,93	0,12	3,67	12,50	40,10	0,002	klasa II
23	Bytnickie (Środkowe)	0,05	0,05	58,50	0,09	3,77	5,33	8,80	0,20	4,52	42,80	75,90	0,001	klasa II
24	Chalińskie	0,05	0,05	12,50	0,03	10,30	4,07	2,68	0,05	2,25	5,34	22,80	0,002	klasa II
25	Chłop (k. Pszczewa)	0,05	0,05	80,10	0,03	63,00	4,65	9,08	0,12	4,19	34,10	72,90	0,001	poza klasę
26	Choczewskie - Choczewo	0,05	0,05	12,30	0,03	3,77	0,90	0,20	0,05	0,20	0,50	0,25	0,005	klasa I
27	Chodzieskie	0,05	12,70	107,00	0,68	6,49	10,90	17,90	0,86	8,70	53,50	199,00	0,002	klasa III
28	Chojno	0,05	13,20	45,30	0,87	3,50	6,59	6,95	2,41	3,33	51,50	84,50	0,001	poza klasę
29	Cichowo	0,05	15,70	170,00	0,87	2,85	7,36	27,40	0,84	7,00	55,20	55,70	0,002	klasa III
30	Cieszęcino - głęboczek - 38,0m	0,05	19,40	146,00	1,58	5,30	11,60	12,30	1,15	6,13	67,80	187,00	0,001	poza klasę
31	Dadaj	0,05	0,05	10,30	0,03	1,31	3,31	1,59	0,05	1,25	6,29	10,80	0,001	klasa I
32	Dargin	0,05	12,90	68,40	0,03	9,70	15,40	7,58	0,05	9,33	10,10	35,80	0,002	klasa I
33	Dąbrówka - Gronajny	0,05	0,05	30,70	0,03	3,63	22,20	7,31	0,05	7,42	11,00	43,40	0,003	klasa II
34	Dębno	0,05	0,05	7,26	0,03	1,09	2,64	0,28	0,05	0,84	2,86	17,70	0,002	klasa I
35	Długie	0,05	8,05	59,10	0,89	20,40	13,60	8,60	0,67	8,83	53,70	106,00	0,002	klasa III
36	Długie Augustowskie (Kalejty)	0,05	37,20	56,60	1,02	2,45	4,27	2,91	0,32	2,20	27,30	36,70	0,001	klasa III
37	Dmitrowo	0,05	9,05	23,90	0,26	14,00	4,42	3,40	0,05	3,06	6,12	23,20	0,001	klasa II
38	Dolgie - głęboczek - 17,3m	0,05	16,80	368,00	0,84	8,35	21,50	20,20	0,78	14,80	54,00	142,00	0,001	klasa III
39	Dominickie	0,05	0,05	78,50	0,66	11,00	15,60	12,50	0,77	11,50	17,00	136,00	0,003	klasa III
40	Drużno	0,05	9,23	114,00	0,03	8,87	34,90	20,00	0,49	18,00	18,10	113,00	0,003	klasa II
41	Drwęckie	0,05	10,10	41,50	0,03	11,10	6,73	4,25	0,05	3,60	12,40	37,20	0,002	klasa II



Lp.	nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Sr/Ca	Ocena ogólna
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	Bojakowska I., Sokołowska G. (1998)	<0,5<2<5<10	<5<15<20<50	<51<150<300<500	<0,5<1<5<20	<2<10<20<50	<5<20<100<500	<6<20<100<200	<0,05<0,1<0,5<1	<5<30<50<100	<10<50<200<500	<48<200<1000<2000	<0,002<0,005<0,01<0,1	
42	Durowo	0,05	15,20	107,00	0,31	0,91	3,46	17,60	0,13	3,77	20,40	64,60	0,002	klasa II
43	Dymno (Koczala, Koczalskie) - na NW od m.Koczala	0,05	14,60	64,90	2,08	12,70	18,70	12,60	1,18	12,50	93,70	146,00	0,001	poza klasą
44	Dzierżoń - Prabuty	0,05	0,05	21,30	0,22	1,38	5,71	2,12	0,05	4,66	6,16	37,40	0,002	klasa I
45	Etckie	0,05	0,05	17,70	0,03	4,42	2,02	2,96	0,05	0,98	0,50	8,76	0,001	klasa I
46	Falmierowskie	0,05	11,80	111,00	0,56	4,14	12,50	18,50	0,79	8,23	38,20	114,00	0,002	klasa III
47	Garbaś	0,05	0,05	40,80	0,03	14,70	5,19	3,00	0,05	2,76	7,43	21,70	0,001	klasa II
48	Gaudy	<b>BADANIA OSADÓW W PUNKCIE ZOSTANĄ WYKONANE W ETAPIE II</b>												
49	Głębockie	0,05	0,05	17,20	0,03	8,02	5,00	2,38	0,05	2,20	3,82	15,20	0,002	klasa I
50	Głębockie (na SE od Bytnicy)	0,05	0,05	57,40	0,13	5,82	7,32	10,60	0,34	6,52	53,30	87,80	0,001	klasa II
51	Głodowskie	0,05	0,05	10,50	0,03	1,74	3,78	0,20	0,05	2,36	3,38	0,25	0,001	klasa I
52	Gopło	0,05	5,47	17,70	0,03	2,00	3,44	0,20	0,05	1,72	3,24	8,34	0,001	klasa I
53	Goreńskie	0,05	0,05	15,60	0,03	1,24	2,32	1,31	0,05	1,25	5,09	8,30	0,001	klasa I
54	Goryńskie	0,05	0,05	16,80	0,03	1,44	6,57	0,81	0,05	1,34	3,33	8,48	0,002	klasa I
55	Gosławskie	0,05	0,05	25,90	0,03	7,34	4,29	3,65	0,05	3,07	5,62	0,25	0,003	klasa I
56	Gowidlińskie - Gowidlino	0,05	14,00	140,00	1,06	8,24	23,90	13,10	0,73	13,30	51,80	130,00	0,001	klasa III
57	Grabowskie - Grabowo Kościerskie	0,05	7,57	14,60	0,03	9,04	3,26	0,20	0,05	1,61	3,48	0,25	0,001	klasa I
58	Grylewskie	0,05	15,50	122,00	0,29	1,29	6,63	12,30	0,19	5,72	17,60	61,00	0,002	klasa II
59	Grzymisławskie	0,05	17,50	156,00	0,38	2,49	7,00	20,50	0,16	7,90	24,40	94,00	0,002	klasa II
60	Gwiazdy-na wschód od m.Borowy Młyn	0,05	18,80	67,70	0,33	1,91	6,29	4,37	0,66	3,51	42,10	78,10	0,001	klasa III
61	Hańcza	0,05	7,75	31,20	0,03	6,91	4,38	1,95	0,05	2,34	5,92	17,50	0,001	klasa I
62	Ińsko - głęboćek - 41,7m	0,05	8,22	63,30	0,34	20,60	16,20	10,10	0,05	13,00	29,20	69,50	0,002	klasa III
63	Jamno - głęboćek - 3,9m	0,05	0,05	191,00	0,46	23,20	48,20	31,90	2,14	29,40	32,50	220,00	0,002	poza klasą
64	Janowskie	0,05	15,30	53,20	0,03	3,98	10,50	4,20	0,05	5,76	15,90	43,50	0,002	klasa II
65	Januszewskie	0,05	0,05	7,24	0,03	2,57	2,26	0,12	0,05	0,90	1,51	6,03	0,003	klasa I
66	Jańsko (Janiszowice)	0,05	13,00	158,00	0,13	17,90	28,20	20,30	0,36	19,10	26,50	159,00	0,003	klasa II
67	Jaroszewskie	0,05	14,30	134,00	0,03	30,80	7,94	59,60	0,18	4,72	77,30	128,00	0,003	klasa III
68	Jezioro (Sajenko)	0,05	0,05	7,78	0,03	1,67	2,24	1,02	0,05	0,83	2,27	9,86	0,004	klasa I
69	Jezuickie	0,05	0,05	10,60	0,03	1,45	1,68	0,20	0,05	0,20	0,50	0,25	0,001	klasa I
70	Juno	0,05	15,40	126,00	0,03	1,47	5,00	6,76	0,19	4,47	12,90	98,50	0,002	klasa II
71	Kałębie - Radogoszcz	0,05	0,05	5,89	0,03	6,37	0,68	0,20	0,05	0,20	0,50	0,25	0,003	klasa I
72	Kamienny Most - głęboćek - 2,0m	0,05	11,80	91,40	0,69	5,13	12,00	22,90	1,62	13,50	48,50	119,00	0,002	poza klasą
73	Kiedrowickie-na północ od m.Kiedrowice	0,05	0,05	30,20	0,36	12,80	5,88	8,13	1,25	5,24	22,40	73,60	0,002	poza klasą
74	Kiersztanowskie	0,05	0,05	18,90	0,03	3,04	2,73	0,69	0,05	1,25	3,59	11,30	0,002	klasa I
75	Kirsajty	0,05	11,90	24,00	0,03	11,40	4,56	2,30	0,05	2,93	5,99	14,40	0,001	klasa II
76	Kisajno	0,05	5,88	25,00	0,03	10,60	7,15	1,60	0,05	2,72	7,03	20,40	0,001	klasa II
77	Kleszczyńskie	0,05	0,05	25,50	0,03	1,75	2,44	1,10	0,05	1,10	3,45	10,30	0,001	klasa I
78	Kobyleckie	0,05	14,30	92,50	0,26	1,36	3,04	5,68	0,13	3,65	12,60	33,80	0,002	klasa II
79	Kołowin	0,05	20,10	46,10	0,88	2,35	2,46	1,96	0,13	1,44	17,90	32,10	0,001	klasa III
80	Konin	0,05	13,50	134,00	0,03	1,18	2,82	7,82	0,33	3,18	23,20	51,40	0,003	klasa II
81	Końskie - na SW od m.Przechlewo	0,05	12,00	146,00	0,43	5,91	13,10	9,89	0,64	7,10	29,10	74,30	0,001	klasa III
82	Kosobudno (Kossobudno) - na SE od m.Czernica	0,05	11,60	105,00	1,07	7,26	27,70	19,40	1,50	9,41	60,20	124,00	0,002	poza klasą



Lp.	nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Sr/Ca	Ocena ogólna
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	<i>Bojakowska I., Sokołowska G. (1998)</i>	<0,5<2<5<10	<5<15<20<50	<51<150<300<500	<0,5<1<5<20	<2<10<20<50	<5<20<100<500	<6<20<100<200	<0,05<0,1<0,5<1	<5<30<50<100	<10<50<200<500	<48<200<1000<2000	<0,002<0,005<0,01<0,1	
83	Krasne	0,05	0,05	50,50	0,03	4,38	102,00	18,50	0,13	43,10	76,10	88,30	0,005	klasa III
84	Kucki - Klecewo	0,05	0,05	20,40	0,03	1,96	3,89	1,46	0,05	1,64	5,77	13,00	0,002	klasa I
85	Laska - na W od m.Laska	0,05	19,30	46,00	0,56	6,04	10,80	7,06	0,46	5,63	27,00	61,70	0,002	klasa II
86	Legińskie	0,05	17,10	94,40	0,68	4,66	16,20	11,40	0,39	10,50	32,30	86,90	0,000	klasa II
87	Leżno Wielkie	0,05	13,80	54,90	0,31	5,15	9,95	4,12	0,05	5,19	16,10	38,00	0,001	klasa I
88	Limajno	0,05	0,05	10,90	0,03	1,52	4,84	1,06	0,05	1,38	3,87	15,90	0,002	klasa I
89	Lubie - głędoczek - 46,2m	0,05	17,10	170,00	0,90	5,26	21,10	17,90	0,88	10,80	47,90	140,00	0,001	klasa III
90	Lubniewsko	0,05	15,70	224,00	0,56	14,10	30,70	25,40	0,24	20,70	32,60	234,00	0,003	klasa II
91	Lubosz Wielki	0,05	8,50	52,50	0,52	12,60	16,90	12,70	0,38	10,70	46,20	109,00	0,002	klasa II
92	Lubowo	0,05	9,95	102,00	0,80	2,93	6,62	8,24	2,59	6,64	51,50	91,00	0,001	poza klasę
93	Lucieńskie - głędoczek	0,05	0,05	17,70	0,03	1,11	3,75	0,59	0,05	1,26	12,30	6,44	0,001	klasa I
94	Lutol	0,05	11,90	154,00	0,03	53,70	18,00	18,50	0,28	7,30	26,70	80,00	0,002	poza klasę
95	Lutowskie	0,05	14,00	115,00	0,62	4,31	10,20	10,10	0,71	7,31	35,80	85,90	0,001	klasa III
96	Łabędź	0,05	0,05	14,70	0,03	2,25	7,07	2,67	0,05	3,70	3,87	19,20	0,001	klasa I
97	Łagowskie	0,05	14,20	86,70	1,11	3,83	7,86	19,80	0,36	7,00	69,40	173,00	0,001	klasa II
98	Łaśmiady	0,05	0,05	30,10	0,10	9,24	4,40	3,04	0,06	2,53	6,54	18,50	0,001	klasa I
99	Łęgowo	0,05	10,70	190,00	0,94	7,52	80,80	45,80	2,87	15,70	50,80	352,00	0,002	poza klasę
100	Łoniewskie	0,05	0,05	115,00	0,63	7,57	23,30	16,90	0,64	17,70	23,60	119,00	0,002	klasa III
101	Łukcze	0,05	0,05	15,80	0,03	4,16	4,51	0,40	0,05	1,14	17,20	60,60	0,004	klasa I
102	Majcz Wielki	0,05	25,90	87,90	1,21	3,20	4,10	5,53	0,51	3,94	51,80	92,30	0,001	klasa III
103	Margonińskie	0,05	15,10	107,00	0,35	1,81	5,11	8,72	2,10	4,06	22,90	55,90	0,002	poza klasę
104	Mądrzechowskie - na S od m.Mądrzechowo	0,05	12,60	157,00	0,03	8,47	23,40	12,30	0,51	15,80	21,60	93,00	0,002	klasa III
105	Miedwie - ujęcie	0,05	8,51	108,00	0,03	6,52	5,07	6,46	0,50	4,33	21,30	47,50	0,004	klasa II
106	Moszczonne	0,05	0,05	13,10	0,03	3,15	3,66	0,88	0,05	1,87	3,02	8,41	0,001	klasa I
107	Niepruszewskie	0,05	12,20	94,30	0,03	1,14	4,39	12,00	0,59	3,91	22,60	46,10	0,002	klasa III
108	Oćwieckie Wsch.	0,05	13,60	108,00	0,03	0,53	2,13	3,30	0,13	2,26	12,20	24,90	0,003	klasa II
109	Oćwieckie Zach.	0,05	14,30	118,00	0,03	1,12	3,55	6,68	0,13	4,12	9,76	29,50	0,003	klasa II
110	Pątnowskie	0,05	0,05	17,50	0,03	2,64	3,53	0,92	0,05	1,93	1,82	5,60	0,002	klasa I
111	Przywidzkie Wielkie - Przywidz	0,05	0,05	12,80	0,03	8,90	4,64	1,09	0,05	2,44	2,08	0,25	0,004	klasa I
112	Rospuda Filipowska	0,05	11,40	81,90	0,03	19,10	8,19	5,67	0,05	5,20	13,90	42,60	0,001	klasa II
113	Roś	0,05	0,05	11,60	0,03	1,20	1,01	0,62	0,05	0,61	2,66	3,97	0,002	klasa I
114	Ryńskie	0,05	15,00	72,40	0,03	4,20	5,66	3,28	0,05	3,63	10,50	28,50	0,001	klasa I
115	Sobiejuskie	0,05	12,50	136,00	0,23	1,78	5,28	7,48	0,12	4,78	14,50	49,70	0,003	klasa II
116	Starzyc - głędoczek - 6,1m	0,05	13,80	131,00	0,03	5,46	9,95	61,50	0,75	7,58	30,00	103,00	0,003	klasa III
117	Stępuchowskie	0,05	15,00	89,50	0,61	3,20	10,30	12,70	0,45	8,11	29,20	82,20	0,002	klasa II
118	Stryjowo	0,05	12,60	120,00	0,36	2,53	4,63	7,37	0,34	4,03	24,70	58,20	0,001	klasa II
119	Sumowo Bakalarzewskie (Sumowo)	0,05	12,80	176,00	0,52	3,44	10,40	10,70	0,26	7,18	29,40	73,40	0,001	klasa II
120	Sunia	0,05	0,05	12,30	0,03	1,80	2,90	0,80	0,05	1,25	4,20	8,94	0,001	klasa I
121	Suskie	0,05	0,05	10,60	0,03	2,72	5,20	1,35	0,05	2,20	4,38	9,73	0,001	klasa I
122	Szczytnowskie	0,05	0,05	10,10	0,03	2,52	5,78	0,90	0,05	2,97	3,56	13,60	0,001	klasa I
123	Szurpiły	0,05	0,05	13,00	0,03	1,39	2,74	1,05	0,05	1,25	3,43	8,20	0,001	klasa I
124	Tałty	0,05	12,70	72,60	0,03	7,12	7,65	6,17	0,20	6,03	18,20	51,10	0,002	klasa II



Lp.	nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Sr/Ca	Ocena ogólna
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
Bojowska I., Sokołowska G. (1998)		<0,5<2<5<10	<5<15<20<50	<51<150<300<500	<0,5<1<5<20	<2<10<20<50	<5<20<100<500	<6<20<100<200	<0,05<0,1<0,5<1	<5<30<50<100	<10<50<200<500	<48<200<1000<2000	<0,002<0,005<0,01<0,1	
125	Tauty	0,05	0,05	13,70	0,03	5,13	0,56	0,82	0,10	1,62	8,93	19,50	0,002	klasa I
126	Tuchlin	0,05	17,40	13,10	0,03	5,78	2,91	0,95	0,05	1,70	4,52	12,50	0,001	klasa II
127	Tuchomskie - Warzenko	0,05	0,05	6,77	0,03	5,67	3,12	0,20	0,05	1,43	3,31	0,25	0,001	klasa I
128	Wadąg	0,05	0,05	15,00	0,03	4,33	5,97	5,27	0,05	2,41	11,60	19,60	0,001	klasa I
129	Weneckie Wsch.	0,05	14,30	134,00	0,47	3,98	4,68	7,15	0,26	4,82	23,40	63,90	0,004	klasa II
130	Weneckie Zach.	0,05	14,40	136,00	0,37	2,33	7,77	7,24	0,13	5,37	19,80	57,10	0,004	klasa II
131	Wiele	0,05	14,20	116,00	0,03	0,10	2,01	2,13	0,13	1,13	10,60	22,90	0,002	klasa II
132	Wielgie (Dobiegiewskie)	0,05	11,30	117,00	0,03	6,53	11,80	13,20	0,53	8,55	17,70	58,80	0,003	klasa III
133	Wologoszcz Duża (Słowic)	0,05	14,20	84,00	0,21	2,37	6,98	5,55	0,65	4,81	25,20	46,50	0,002	klasa III
134	Woszczelskie	0,05	17,60	105,00	0,29	6,35	4,27	6,08	0,06	2,71	17,60	44,00	0,002	klasa II
135	Wysokie Brodno	0,05	0,05	9,78	0,03	2,56	3,79	0,68	0,05	1,62	3,59	9,63	0,001	klasa I
136	Zagłębcze	0,05	0,05	73,40	0,03	3,26	49,60	11,80	0,25	19,80	25,80	100,00	0,004	klasa II
137	Zaleskie	0,05	0,05	12,20	0,03	10,00	3,11	0,20	0,05	2,00	0,50	0,25	0,002	klasa I
138	Zb. Dobczyce - środek zbiornika	0,05	9,36	202,00	0,03	17,90	75,20	41,60	0,23	78,90	24,90	103,00	0,005	klasa III
139	Zb. Dobczyce - ujęcie wieżowe	0,05	0,05	131,00	0,03	17,20	45,90	28,60	0,15	51,90	19,10	57,20	0,004	klasa III
140	Zb. Goczałkowice - na wysokości ujęcia GPW	0,05	5,31	122,00	1,10	7,96	24,40	16,00	0,08	17,80	33,10	121,00	0,005	klasa II
141	Zb. Goczałkowice - w rejonie zapory	0,05	5,32	98,50	1,25	9,18	18,30	15,80	0,08	13,20	28,90	92,70	0,006	klasa II
142	Zb. Kozłowa Góra - w rejonie zapory	0,05	6,71	103,00	14,10	9,35	4,50	5,02	0,05	4,52	39,10	412,00	0,002	klasa III
143	Zb. Międzybrodzie - w rejonie zapory	0,05	5,46	239,00	0,25	16,10	55,10	36,10	0,05	58,10	36,80	180,00	0,008	klasa III
144	Zb. Pierzchały	0,05	5,54	35,60	0,03	3,13	9,55	2,32	0,05	3,38	10,80	29,10	0,002	klasa I
145	Zb. Siemianówka - basen główny	0,05	0,05	17,20	0,03	4,85	2,31	0,23	0,05	1,26	4,01	8,92	0,002	klasa I
146	Zb. Stup	0,05	8,50	186,00	0,03	21,00	43,70	37,80	0,18	30,80	36,00	129,00	0,002	klasa III
147	Zb. Turawa - Zbiornik Turawa	0,05	40,20	1566,00	268,00	33,70	50,30	126,00	3,87	37,90	396,00	2771,00	0,013	poza klasą
148	Zb. Zemborzycy - Dąbrowa, las	0,05	6,98	38,40	0,03	2,12	25,10	8,15	0,05	10,40	22,70	61,60	0,004	klasa II
149	Żalskie	0,05	0,05	28,00	0,03	7,37	5,84	1,29	0,05	2,82	3,71	14,60	0,002	klasa I
150	Żnińskie Małe	0,05	14,50	138,00	0,36	3,10	10,90	12,50	0,60	8,74	23,70	81,00	0,004	klasa III

Legenda

<span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	tle geochemiczne
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	klasa I
<span style="background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	klasa II
<span style="background-color: #FF8C00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	klasa III
<span style="background-color: #FF0000; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	poza klasą



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

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 4 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 zanieczyszczone. Jednocześnie ocena końcowa danego osadu, tj. klasa czystości jest równa klasie czystości wskaźnika o najmniej korzystnej ocenie – tzw. czynnik degradujący.

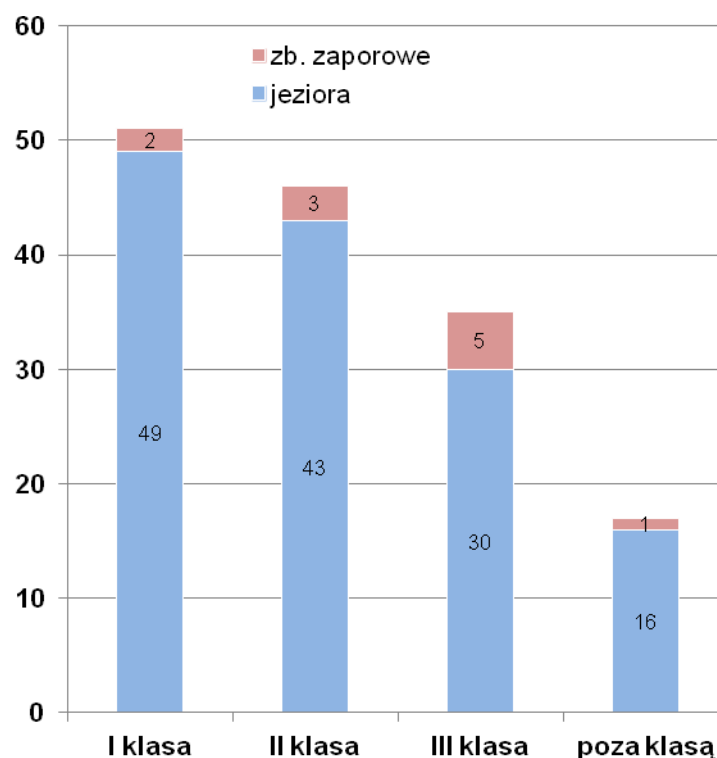
Oceną objętych było 149 prób osadów dennych pobranych z jezior oraz zbiorników zaporowych, osady oceniane były pod względem zawartości 12 składników.

Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 22 przedmiotowego opracowania.

Jak wynika z niniejszej tabeli, w przypadku większości badanych prób osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryteria I-III klasy jakości osadów.

Na poniższym wykresie przedstawiono klasyfikację punktów pomiarowo - kontrolnych względem oceny jakości kryterium geochemicznego.

Rycina 3 Klasyfikacja ppk względem oceny jakości kryterium geochemicznego







W przypadku 17 prób osadów dennych pobranych z jezior przeprowadzone badania wykazały że są to osady zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali, tj. w przypadku przynajmniej jednego wskaźnika przekroczona jest zawartość graniczna określona dla III klasy czystości. 35 prób osadów dennych odpowiada kryterium III klasy czystości – są to osady zanieczyszczone w średni stopniu. Kolejnych 46 prób osadów ocenia się jako osady zanieczyszczone w małym stopniu, tj. spełniające kryteria jakościowe II klasy. W odniesieniu do 51 prób osadów stwierdza się, że osady nie były zanieczyszczone, tj. w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I klasy czystości.

W 16 punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk) czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej określonej dla klasy III osadów dennych w przypadku jednego z analizowanych wskaźników. Wskaźnikami degradującymi były: rtęć (14 ppk) oraz kobalt (2 ppk). Najbardziej zanieczyszczona (pod względem ilości przekroczonych wskaźników) była próba osadu pobrana z ppk Zb. Turawa – Zbiornik Turawa, w której stwierdzono przekroczenie 4 wskaźników podlegających ocenie, tj. bar + kadm + rtęć + cynk.

Analizując częstości występowania przekroczeń wartości granicznych dla poszczególnych badanych wskaźników stwierdzono że w żadnym ze 149 ppk nie zostały przekroczone wartości graniczne III klasy czystości osadów dla zawartości srebra, arsenu, chromu, miedzi, niklu, ołowiu oraz wskaźnika stront / wapń (Sr / Ca). W przypadku srebra jego zawartość w próbie pobranej w każdym z analizowanych ppk była niższa od granicy oznaczalności stosowanej metody analitycznej i równocześnie była to wartość niewyróżniana z tła geochemicznego. Najczęściej przekraczana była graniczna zawartość rtęci (15 ppk). Dla pozostałych wskaźników przekroczenia występowały rzadko i stwierdzono je przypadku w 1-2 ppk, tj.: kobalt (2 ppk), bar (1 ppk), kadm (1 ppk), cynk (1 ppk).























Lp.	nazwa ppk	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	Acenaftylen	Acenaften	Fluoren	Piren	Benzo(b)fluoranten	Benzo(k)fluoranten	Benzo(e)piren	Indeno(1,2,3-c,d)piren	Dibenzo(a,h)antracen	WWA - suma*	Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma	Heksachlorobenzen	Alfa-HCH	Beta-HCH	Gamma-HCH	Heptachlor i epoksyd heptachloru	Diendryna	DDT całkowity (+izomer para-para)	p'p'-DDE	p'p'-DDD	DDT+DDD+DDE	Ftalan di(2-etyloheksylo) Związki trybutylowy (kation tributyloczynu) 1,2,4-trichlorobenzen	Pentachlorofenol	Dioksyny i związki dioksynopodobne	Toksafen	Endryna	Aldryna	ocena ogólna					
		[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[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]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]	[µg/kg]
	Contaminated Sediment Standing Team (2013)	<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	<166<728<1290	<108<579<1050	<150<800<1450	<170<1685<3200	<6,9<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	<6<108<210	<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<22780<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				
144	Zb. Pierzchały	0,05	5,54	0,03	9,55	2,32	0,05	3,38	10,80	29,10	5766,00	134,00	5,0	238,00	79,00	665,0	352,0	296,0	386,0	194,0	5,0	32,00	31,00	555,0	480,00	208,0	193,0	230,0	36,00	4045,0	1,50	2,50	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	30,00	5,0	5,0	40,00							5,0	5,0	Level 2		
145	Zb. Siemianówka - basen główny	0,05	0,05	0,03	2,31	0,23	0,05	1,26	4,01	8,92	4000,00	97,90	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	10,00	5,0	5,0	150,00	1,50	2,50	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	15,0									5,0	5,0	Level 1		
146	Zb. Stup	0,05	8,50	0,03	43,70	37,80	0,18	30,80	36,00	129,00	25680,00	827,00	19,00	142,00	38,00	713,00	308,00	316,00	431,00	324,00	5,0	11,00	13,00	617,00	701,00	332,00	219,00	394,00	59,00	4759,00	1,50	2,50	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	11,00	5,0	5,0	21,00								5,0	5,0	Level 3	
147	Zb. Turawa - Zbiornik Turawa	0,05	40,20	268,00	50,30	126,00	3,87	37,90	396,00	2771,00	32260,00	619,00	40,00	246,00	85,00	845,00	387,00	316,00	419,00	223,00	5,0	17,00	47,00	656,00	625,00	216,00	263,00	240,00	54,00	4798,00	1,50	2,50	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	11,00	5,0	5,0	21,00								5,0	5,0	Level 4
148	Zb. Zemborzycki - Dąbrowa, las	0,05	6,98	0,03	25,10	8,15	0,05	10,40	22,70	61,60	5590,00	237,00	5,0	61,00	14,00	239,00	90,00	101,00	106,00	59,00	5,0	5,0	5,0	190,00	140,00	56,00	24,00	69,00	14,00	1243,00	1,50	2,50	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	15,0								5,0	5,0	Level 1	
149	Żalskie	0,05	0,05	0,03	5,84	1,29	0,05	2,82	3,71	14,60	3706,00	127,00	5,0	20,00	10,00	99,00	43,00	42,00	49,00	16,00	5,0	5,0	5,0	76,00	45,0	25,0	68,00	19,00	5,0	597,00	1,50	2,50	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	15,0							5,0	5,0	Level 1
150	Żnińskie Male	0,05	14,50	0,36	10,90	12,50	0,60	8,74	23,70	81,00	9121,00	435,00	29,00	210,00	63,00	1030,00	507,00	385,00	527,00	462,00	5,0	40,00	61,00	761,00	695,00	352,00	188,00	425,00	70,00	5946,00	1,50	2,50	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	30,00	28,00	5,0	63,00								5,0	5,0	Level 3	

\* - w analizie oceny stanu jakości wskaźnika suma WWA, brano pod uwagę WWA wymienione w metodyce oraz wyniki oznaczeń dla benzo(a)fluorantenu oraz perylenu (łącznie 17 wskaźników). Uzyskane wyniki porównano z wynikami sumy WWA uwzględniającymi WWA zaproponowane w metodyce (łącznie 15 wskaźników). W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono, iż stężenia benzo(a)fluorantenu oraz perylenu są na tyle niskie, że w 99,3% punktach nie mają wpływu na ocenę jakości wskaźnika suma WWA, a ich włączenie do oceny w opinii Autorów niniejszego opracowania pozwoli na wykorzystanie w ocenie dostępnych danych dla wszystkich badanych związków z grupy WWA. Jedynie w 1 punkcie, tj. ppk 50 wystąpiły różnice w ocenie stanu jakości wskaźnika suma WWA. W punkcie tym suma WWA ze wszystkich zbadanych WWA (łącznie 17 wskaźników) kwalifikuje osady do II poziomu jakości osadów (level 2), natomiast uwzględniając jedynie WWA określone w metodyce do I poziomu jakości osadów (level 1). Powyższa różnica nie ma jednak znaczenia dla ogólnej klasyfikacji osadów w punkcie, ponieważ zostały oznaczone inne wskaźniki, które kwalifikują w ocenie ogólnej osady do II poziomu jakości (level 2).

Legenda

<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Level 1
<span style="background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Level 2
<span style="background-color: #FFD700; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Level 3
<span style="background-color: #FF0000; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Level 4



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

Analiza wyników badań osadów dennych pobranych z jezior zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym dotyczyła oceny stanu ich czystości w zależności od zawartości wybranych metali oraz trwałych związków organicznych (TZO). Poziomy oceny osadów zostały przyjęte zgodnie z wartościami granicznymi określonymi w tabeli 5 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 zanieczyszczone. Jednocześnie ocena końcowa danego osadu, tj. klasa czystości jest równa poziomowi wskaźnika o najmniej korzystnej ocenie – tzw. czynnik degradujący.

Oceną objętych było 149 prób osadów dennych pobranych z jezior oraz zbiorników zaporowych, w przypadku 148 prób osady oceniane były pod względem zawartości 42 składników, 1 próba osadu analizowana była w zakresie pełnym i ocenie podlegało 48 wskaźników.

Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 23 przedmiotowego opracowania.

W przypadku 17 wskaźników podlegających ocenie, tj. acenaftylenu, acenaftenu, heksachlorobenzenu, alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH, heptachloru (+ epoksydu heptachloru), dieldryny, DDT całkowitego (+ izomeru para-para), p'p'-DDE, p'p'-DDD, sumy DDT+DDD+DDE, ftalany di(2-etyloheksylu), związków tributyllocyny (kationu tributyllocyny), 1,2,4-trichlorobenzenu, endryny oraz aldryny granice oznaczalności zastosowanych metod analitycznych są zbyt wysokie w stosunku do wartości progowych stanowiących kryteria oceny zgodnie z ww. metodą oceny. W związku z powyższym, w przypadku jeżeli wynik oznaczenia któregoś z ww. wskaźników był wynikiem niższym od granicy oznaczalności a równocześnie byłby czynnikiem decydującym o klasyfikacji danej próby osadu, wynik ten był pomijany w analizie celem uniknięcia fałszywego pogorszenia klasyfikacji danej próby. Równocześnie wyniki takie uznaje się za obarczone niepewnością z uwagi na pominięcie części wskaźników w ocenie.

Działanie takie przyjęto w oparciu o zapisy pkt. 10, załącznika nr 10 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych [Dz.U. 2016 poz. 1187], - "w przypadku gdy zgodnie z art. 5 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 (Dz. Urz. UE L 201 z 01.02.2009, str 36), wyliczona średnia wartość pomiaru przeprowadzonego z zastosowaniem najlepszych dostępnych technik niepowodujących nadmiernych kosztów została określona jako "poniżej granicy oznaczalności", a "granica oznaczalności" dla tej techniki położona jest powyżej



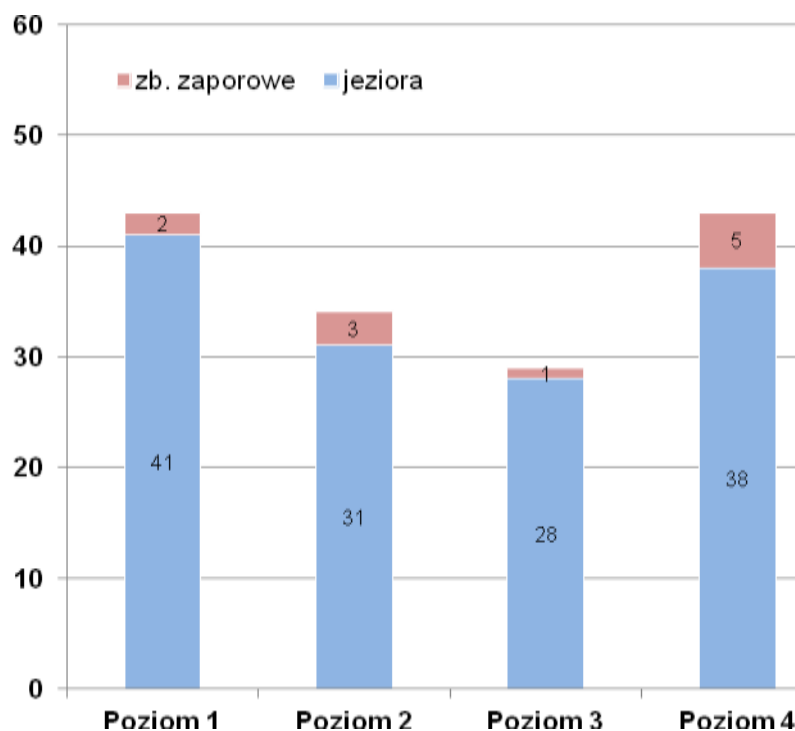
środowiskowej normy jakości, wynik dla oznaczonej substancji nie jest uwzględniany do celów oceny ogólnego stanu chemicznego tej części wód”.

Uwzględniając powyższe oraz fakt, iż do tej pory nie ma wprowadzonych przez Ustawodawcę wytycznych dotyczących oceny jakości osadów dennych, w ocenie autorów przyjęcie powyższej metodyki za przepisami uwzględnionymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych uznać należy jako właściwe. Prawdziwość powyższego stwierdzenia potwierdzają także dążenia do ewentualnej możliwości włączenia badań osadów dennych do oceny stanu chemicznego wód powierzchniowych, zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną, uwzględniając działania dotyczące testowania metodyki dot. EQSsed, opinie organów prawodawczych i opiniodawczych UE i krajowych.

Jak wynika z niniejszej tabeli, w przypadku większości badanych prób osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryteria I-III poziomu jakości osadów.

Na poniższym wykresie przedstawiono klasyfikację punktów pomiarowo - kontrolnych względem oceny jakości kryterium ekotoksykologicznego.

Rycina 4 Klasyfikacja ppk względem oceny jakości kryterium ekotoksykologicznego



W przypadku 43 prób osadów dennych pobranych z jezior przeprowadzone badania wykazały że są to osady zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali i / lub trwałych związków organicznych (TZO), tj. w przypadku przynajmniej jednego wskaźnika przekroczona jest zawartość graniczna określona dla III poziomu jakości. 29 prób osadów



dennych odpowiada kryterium III poziomu jakości – są to osady zanieczyszczone w średnim stopniu. Kolejne 34 próby osadów ocenia się jako osady zanieczyszczone w małym stopniu, tj. spełniające kryteria jakościowe II poziomu jakości. W odniesieniu do 43 prób osadów stwierdza się, że osady nie były zanieczyszczone, tj. w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I poziomu.

W 27 punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk) czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej określonej dla III poziomu jakości osadów dennych w przypadku jednego z analizowanych wskaźników. Wskaźnikami degradującymi były: mangan (11 ppk), rtęć (8 ppk), acenaften (2 ppk), arsen (1 ppk), nikiel (1 ppk), kadm (1 ppk), alfa-HCH (1 ppk), gamma-HCH (1 ppk), p'p'-DDE (1 ppk). W 7 ppk czynnikami degradującymi było przekroczenie granicznej zawartości 2 spośród ocenianych wskaźników, w szczególności były to: rtęć + mangan (3 ppk), mangan + nikiel (2 ppk), rtęć + gamma-HCH (1 ppk), fenantren + acenaften (1 ppk). W przypadku 1 ppk czynnikami degradującymi były przekroczone poziomy stężenia oznaczone dla 3 wskaźników i były to: mangan + piren + dibenzo(a,h)antracen (1 ppk). Dla kolejnych 3 ppk stwierdzono przekroczenia wartości granicznych 4 ocenianych wskaźników i były to: acenaften + DDT całkowity (+ izomer para-para) + p'p'-DDE + p'p'-DDD (2 ppk) oraz rtęć + mangan + p'p'-DDE + p'p'-DDD (1 ppk). W 2 ppk stwierdzono przekroczenie 5 wartości granicznych dla oznaczanych wskaźników i były to: mangan + acenaften + DDT całkowity (+ izomer para-para) + p'p'-DDE + p'p'-DDD (1 ppk) oraz arsen + kadm + rtęć + ołów + cynk (1 ppk). Najbardziej zanieczyszczone (pod względem ilości przekroczonych wskaźników) były trzy próby osadów: próba osadu pobrana z ppk Falmierowskie, w której stwierdzono przekroczenie 9 wskaźników podlegających ocenie, tj. fluoranten + benzo(a)antracen + benzo(a)piren + acenaften + piren + dibenzo(a,h)antracen + DDT całkowity (+ izomer para-para) + p'p'-DDE + p'p'-DDD, próba osadu pobrana z ppk Drwęckie, w której stwierdzono przekroczenie 11 wskaźników podlegających ocenie, tj. mangan + fenantren + fluoranten + chryzen + benzo(a)antracen + benzo(a)piren + acenaften + piren + benzo(e)piren + dibenzo(a,h)antracen + WWA (suma) oraz próba osadu pobrana z ppk Łęgowo, w której stwierdzono przekroczenie 12 wskaźników podlegających ocenie, tj. rtęć + fenantren + fluoranten + chryzen + benzo(a)antracen + benzo(a)piren + acenaften + piren + dibenzo(a,h)antracen + WWA (suma) + DDT całkowity (+ izomer para-para) + p'p'-DDE.

Analizując częstości występowania przekroczeń wartości granicznych dla poszczególnych badanych wskaźników stwierdzono że w żadnym ze 149 ppk nie zostały przekroczone wartości graniczne III poziomu jakości czystości osadów dla zawartości srebra, chromu, miedzi, żelaza, naftalenu, antracenu, benzo(g,h,i)perylenu, acenaftylenu, fluorenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, indeno(1,2,3-cd)pirenu, heksachlorobenzenu, PCB, beta-HCH, heptachloru (+ epoksydu heptachloru), dieldryny, sumy: DDT+DDD+DDE, ftalanu di(2-etyloheksylu), związków tributyllocyny (+ kationu tributyllocyny), pentachlorofenolu, 1,2,4-trichlorobenzenu, dioksyn i związków dioksynopodobnych, toksafenu, endryny oraz aldryny. Najczęściej przekraczana była graniczna zawartość manganu (20 ppk) oraz rtęci (15 ppk). Znaczącą ilość przekroczeń stwierdzono również dla acenaftenu (9 ppk), p'p'-DDE (7 ppk), DDT-całkowity (+ izomer para-para) (5 ppk), p'p'-DDD



(5 ppk), pirenu (4 ppk) oraz dibenzo(a,h)antracenu (4 ppk). Dla pozostałych wskaźników przekroczenia występowały rzadko i stwierdzono je przypadku w 1-3 ppk, tj.: nikiel (3 ppk), fenantren (3 ppk), fluoranten (3 ppk), benzo(a)antracen (3 ppk), benzo (a)piren (3 ppk), arsen (2 ppk), kadm (2 ppk), chryzen (2 ppk), WWA-suma (2 ppk), gamma-HCH (2 ppk), ołów (1 ppk), cynk (1 ppk), benzo (e)piren (1 ppk), alfa-HCH (1 ppk).



Tabela 24 Ocena wyników wg.opracowania PIG 2015 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkowicz W - jezioro reperowe

Lp.	nazwa ppk	Ag [mg/kg]	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Naftalen [ug/kg]	Antracen [ug/kg]	WWA - suma* [ug/kg]	Polichlorowane bifenyle (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) - suma [ug/kg]	Pentachlorobenzen [ug/kg]	HCH - suma [ug/kg]	Dieldryna [ug/kg]	Izodryna [ug/kg]	DDT całkowity (+izomer para-para) [ug/kg]	Endosulfan [ug/kg]	chloroalkany C10-C13 [ug/kg]	Chlorfenwinifos [ug/kg]	Związki tributylocyny (kation tributylocyny) [ug/kg]	Trichlorobenzeny - suma [ug/kg]	Nonylofenole (4-nonylofenol) [ug/kg]	Oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol) [ug/kg]	Pentachlorofenol [ug/kg]	Trifluarolina [ug/kg]	Chinoksyfen [ug/kg]	Cypermetyna [ug/kg]	Chlordekon [ug/kg]	Heksabromodifenol [ug/kg]	Toksafen [ug/kg]	Endryna [ug/kg]	Aldryna [ug/kg]	Alachlor [ug/kg]	Chlorpiryfos [ug/kg]	Aklonifen [ug/kg]	Bifenoks [ug/kg]	Cybutryna [ug/kg]	ocena ogólna
	Bojakowska I. et al. (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	
1	Wielkie Dąbie - głęboczek - 8,1m	0,05	12,00	0,48	17,90	19,80	11,60	34,80	107,00	25,00	35,00	4144,00	3,00	5,00	20,00	5,00	5,00	5,00	5,00	2850,00	21,00	2,50	500,00	500,00	500,00	25,00	5,00	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	5,00	5,00	5,00	0,40	0,40	0,40	zanieczyszczony	

\* - we wskaźniku suma WWA uwzględniono wyniki oznaczeń dla wszystkich zbadanych WWA, mając na względzie wzięcie pod uwagę jak największą liczbę wskaźników, dla których dane są dostępne przy ocenie.

Legenda

	stan niezanieczyszczony
	stan zanieczyszczony







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

Analiza wyników badań osadów dennych pobranych z jezior oraz zbiorników zaporowych, 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 6 przedmiotowego opracowania. Dla celu oceny jakości osadów rzecznych przyjęto, że osady dla których wartości stężeń danego wskaźnika niższe są 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 jedynie 1 próbę osadu dennego pochodzącą z jeziora reperowego, która poddana została analizie w pełnym zakresie, obejmującym 38 wskaźników.

Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 24 przedmiotowego opracowania.

W przypadku 13 wskaźników podlegających ocenie, tj. pentachlorobenzenu, HCH-suma, endosulfanu, chlorfenwinfosu, związków tributyllocyny (kationu tributyllocyny), sumy trichlorobenzenów, nonylofenoli, oktylofenoli, trifluarliny, aldryny, alachloru, chlorpiryfosu, cybutryny granice oznaczalności zastosowanych metod analitycznych są zbyt wysokie w stosunku do wartości progowych stanowiących kryteria oceny zgodnie z ww. metodą oceny. W związku z powyższym, w przypadku jeżeli wynik oznaczenia któregoś z ww. wskaźników był wynikiem niższym od granicy oznaczalności a równocześnie byłby czynnikiem decydującym o klasyfikacji danej próby osadu, wynik ten był pomijany w analizie celem uniknięcia fałszywego pogorszenia klasyfikacji danej próby. Równocześnie wyniki takie uznaje się za obarczone niepewnością z uwagi na pominięcie części wskaźników w ocenie.

Działanie takie przyjęto w oparciu o zapisy pkt. 10, załącznika nr 10 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych [Dz.U. 2016 poz. 1187], - "w przypadku gdy zgodnie z art. 5 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 (Dz. Urz. UE L 201 z 01.02.2009, str 36), wyliczona średnia wartość pomiaru przeprowadzonego z zastosowaniem najlepszych dostępnych technik niepowodujących nadmiernych kosztów została określona jako "poniżej granicy oznaczalności", a "granica oznaczalności" dla tej techniki położona jest powyżej



środowiskowej normy jakości, wynik dla oznaczonej substancji nie jest uwzględniany do celów oceny ogólnego stanu chemicznego tej części wód”.

Uwzględniając powyższe oraz fakt, iż do tej pory nie ma wprowadzonych przez Ustawodawcę wytycznych dotyczących oceny jakości osadów dennych, w ocenie autorów przyjęcie powyższej metodyki za przepisami uwzględnionymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych uznać należy jako właściwe. Prawdziwość powyższego stwierdzenia potwierdzają także dążenia do ewentualnej możliwości włączenia badań osadów dennych do oceny stanu chemicznego wód powierzchniowych, zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną, uwzględniając działania dotyczące testowania metodyki dot. EQSsed, opinie organów prawodawczych i opiniodawczych UE i krajowych.

Jak wynika z niniejszej tabeli, analiza jedynej próby osadów dennych przebadanej w pełnym zakresie analizowanych wskaźników wykazała, że jej jakość (określona jako ocena końcowa) nie spełnia kryteriów określonych dla osadów dennych niezanieczyszczonych, co oznacza że z uwagi na swój skład może wpływać niekorzystnie na organizmy wodne.

W analizowanym punkcie pomiarowo-kontrolnym (ppk) czynnikiem degradującym, decydującym o klasyfikacji próby osadu jako zanieczyszczonego, było przekroczenie wartości granicznej EQS dla dla 3 wskaźników i były to: arsen + WWA-suma + chlorfeninfos (1 ppk).

Pozostałe wskaźniki poddane analizie w próbce osadu pobranej z niniejszego ppk nie przekraczały wartości granicznych EQS i były to zawartości: srebra, kadmu, chromu, miedzi, niklu, ołowiu, cynku, naftalenu, antracenu, PCB-sumy, pentachlorobenzenu, HCH-sumy, dieldryny, izodryny, DDT-całkowitego (+ izomeru para-para), endosulfanu, chloroalkanów C10-C13, związków tributyllocyny (+ kationu tributyllocyny), trichlorobenzenów-sumy, nonylofenoli (4-nonylofenolu), oktylofenoli (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)fenolu), pentachlorofenolu, trifluarliny, chinoksyfenu, cypermetryny, chlordekonu, heksabromodifenolu, toksafenu, endryny, aldryny, alachloru, chlorpiryfosu, aklonifenu, bifenoksu, cybutryny.

Z uwagi na niewielką ilość prób objętych pełnym zakresem analiz wskaźników opis wyników badań został przedstawiony w formie ogólnej. Większa liczba próbek osadów dennych z rzek i kanałów rzecznych zostanie poddana badaniom w pełnym zakresie w ramach II serii pomiarowej, realizowanej w 2017 roku, co pozwoli na przedstawienie szerszego spektrum wniosków z oceny wyników badań laboratoryjnych, odnoszących się do większej ilości danych.

W poniższej tabeli przedstawiono wyniki oceny stanu osadów jezior i zbiorników zaporowych wg stosowanych dotychczas w ocenie metodyki opartej o kryterium geochemiczne (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) oraz metodyki opartej o kryterium ekotoksykologiczne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003).



Tabela 25 Wyniki oceny stanu osadów jezior i zbiorników zaporowych wg kryterium geochemicznego oraz kryterium ekotoksykologicznego

Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
1	Wielkie Dąbie - głęboczek - 8,1m	poza klasą	Level 4
2	Bachotek	klasa I	Level 1
3	Barlineckie - głęboczek - 18,0m	poza klasą	Level 4
4	Bartężek	klasa I	Level 4
5	Berżnik - st.01	klasa I	Level 1
6	Będzin - głęboczek - 15,4m	klasa III	Level 4
7	Białe Sosnowickie	klasa II	Level 3
8	Białe-Miałkie	poza klasą	Level 4
9	Białołąki	klasa I	Level 1
10	Bierzwnik - głęboczek - 12,4m	poza klasą	Level 4
11	Biskupińskie	klasa II	Level 2
12	Blanki	klasa I	Level 1
13	Błądzimskie	klasa I	Level 1
14	Błeszno (Bronków)	klasa III	Level 4
15	Bnińskie	klasa III	Level 4
16	Bobiecinie Wielkie na pld.zachód od m.Bobięcino	klasa II	Level 3
17	Borak (Borek)	klasa II	Level 2
18	Brodno Wielkie - Brodnica Górna	klasa III	Level 1
19	Brodzkie (Parkowe)	klasa III	Level 3
20	Brzozolasek	klasa III	Level 2
21	Budzisławskie	klasa I	Level 1
22	Budziszewskie	klasa II	Level 3
23	Bytnickie (Środkowe)	klasa II	Level 2
24	Chalińskie	klasa II	Level 1
25	Chłop (k. Pszczewa)	poza klasą	Level 3
26	Choczewskie - Choczewo	klasa I	Level 1
27	Chodzieskie	klasa III	Level 3
28	Chojno	poza klasą	Level 4
29	Cichowo	klasa III	Level 4
30	Cieszęcino - głęboczek - 38,0m	poza klasą	Level 4
31	Dadaj	klasa I	Level 1
32	Dargin	klasa I	Level 2
33	Dąbrówka - Gronajny	klasa II	Level 2
34	Dębno	klasa I	Level 1
35	Długie	klasa III	Level 3
36	Długie Augustowskie (Kalejty)	klasa III	Level 4
37	Dmitrowo	klasa II	Level 2
38	Dołgie - głęboczek - 17,3m	klasa III	Level 4



Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
39	Dominickie	klasa III	Level 3
40	Družno	klasa II	Level 4
41	Drwęckie	klasa II	Level 4
42	Durowo	klasa II	Level 4
43	Dymno (Koczala, Koczalskie) - na NW od m.Koczala	poza klasą	Level 4
44	Dzierzgoń - Prabuty	klasa I	Level 1
45	Elckie	klasa I	Level 1
46	Falmierowskie	klasa III	Level 4
47	Garbaś	klasa II	Level 1
49	Głębockie	klasa I	Level 4
50	Głębokie (na SE od Bytnicy)	klasa II	Level 2
51	Głodowskie	klasa I	Level 1
52	Gopło	klasa I	Level 1
53	Goreńskie	klasa I	Level 1
54	Goryńskie	klasa I	Level 1
55	Gośławskie	klasa I	Level 1
56	Gowidlińskie - Gowidlino	klasa III	Level 4
57	Grabowskie - Grabowo Kościerskie	klasa I	Level 1
58	Grylewskie	klasa II	Level 3
59	Grzymiśławskie	klasa II	Level 3
60	Gwiazdy-na wschód od m.Borowy Młyn	klasa III	Level 3
61	Hańcza	klasa I	Level 1
62	Ińsko - głęboćek - 41,7m	klasa III	Level 1
63	Jamno - głęboćek - 3,9m	poza klasą	Level 4
64	Janowskie	klasa II	Level 2
65	Januszewskie	klasa I	Level 1
66	Jańsko (Janiszowice)	klasa II	Level 2
67	Jaroszewskie	klasa III	Level 4
68	Jeziorko (Sajenko)	klasa I	Level 1
69	Jezuickie	klasa I	Level 1
70	Juno	klasa II	Level 3
71	Kałębie - Radogoszcz	klasa I	Level 1
72	Kamienny Most - głęboćek - 2,0m	poza klasą	Level 4
73	Kiedrowickie-na północ od m.Kiedrowice	poza klasą	Level 4
74	Kiersztanowskie	klasa I	Level 1
75	Kirsajty	klasa II	Level 2
76	Kisajno	klasa II	Level 1
77	Kleszczyńskie	klasa I	Level 1
78	Kobyleckie	klasa II	Level 2
79	Kołowin	klasa III	Level 2



Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
80	Konin	klasa II	Level 2
81	Końskie - na SW od m.Przechlewo	klasa III	Level 4
82	Kosobudno (Kossobudno) - na SE od m.Czernica	poza klasą	Level 4
83	Krasne	klasa III	Level 3
84	Kucki - Klecewo	klasa I	Level 2
85	Laska - na W od m.Laska	klasa II	Level 3
86	Legińskie	klasa II	Level 4
87	Leżno Wielkie	klasa I	Level 2
88	Limajno	klasa I	Level 2
89	Lubie - głęboćek - 46,2m	klasa III	Level 4
90	Lubniewsko	klasa II	Level 3
91	Lubosz Wielki	klasa II	Level 2
92	Lubowo	poza klasą	Level 4
93	Lucieńskie - głęboćek	klasa I	Level 1
94	Lutol	poza klasą	Level 3
95	Lutowskie	klasa III	Level 4
96	Łabędź	klasa I	Level 2
97	Łagowskie	klasa II	Level 3
98	Łaśmiady	klasa I	Level 3
99	Łęgowo	poza klasą	Level 4
100	Łoniewskie	klasa III	Level 3
101	Łukcze	klasa I	Level 2
102	Majcz Wielki	klasa III	Level 3
103	Margonińskie	poza klasą	Level 4
104	Mądrzechowskie - na S od m.Mądrzechowo	klasa III	Level 4
105	Miedwie - ujęcie	klasa II	Level 2
106	Moszczonne	klasa I	Level 1
107	Niepruszewskie	klasa III	Level 2
108	Oćwieckie Wsch.	klasa II	Level 2
109	Oćwieckie Zach.	klasa II	Level 3
110	Pątnowskie	klasa I	Level 1
111	Przywidzkie Wielkie - Przywidz	klasa I	Level 2
112	Rospuda Filipowska	klasa II	Level 2
113	Roś	klasa I	Level 1
114	Ryńskie	klasa I	Level 3
115	Sobiejujkie	klasa II	Level 3
116	Starzyc - głęboćek - 6,1m	klasa III	Level 3
117	Stępuchowskie	klasa II	Level 4
118	Stryjowo	klasa II	Level 4
119	Sumowo Bakalarzewskie (Sumowo)	klasa II	Level 4



Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003
120	Sunia	klasa I	Level 1
121	Suskie	klasa I	Level 1
122	Szczytnowskie	klasa I	Level 1
123	Szurpiły	klasa I	Level 1
124	Tały	klasa II	Level 2
125	Tauty	klasa I	Level 3
126	Tuchlin	klasa II	Level 2
127	Tuchomskie - Warzenko	klasa I	Level 1
128	Wadąg	klasa I	Level 1
129	Weneckie Wsch.	klasa II	Level 3
130	Weneckie Zach.	klasa II	Level 4
131	Wiele	klasa II	Level 2
132	Wielgie (Dobiegiewskie)	klasa III	Level 2
133	Wologoszcz Duża (Słowic)	klasa III	Level 3
134	Woszczelskie	klasa II	Level 2
135	Wysokie Brodno	klasa I	Level 2
136	Zagłębcze	klasa II	Level 4
137	Zaleskie	klasa I	Level 1
138	Zb. Dobczyce - środek zbiornika	klasa III	Level 4
139	Zb. Dobczyce - ujęcie wieżowe	klasa III	Level 4
140	Zb. Goczałkowice - na wysokości ujęcia GPW	klasa II	Level 2
141	Zb. Goczałkowice - w rejonie zapory	klasa II	Level 2
142	Zb. Kozłowa Góra - w rejonie zapory	klasa III	Level 4
143	Zb. Międzybrodzie - w rejonie zapory	klasa III	Level 4
144	Zb. Pierzchały	klasa I	Level 2
145	Zb. Siemianówka - basen główny	klasa I	Level 1
146	Zb. Słup	klasa III	Level 3
147	Zb. Turawa - Zbiornik Turawa	poza klasą	Level 4
148	Zb. Zemborzycy - Dąbrowa, las	klasa II	Level 1
149	Żalskie	klasa I	Level 1
150	Żnińskie Małe	klasa III	Level 3

Dla celu porównania wyników oceny jakości osadów dennych pobranych z jezior oraz zbiorników zaporowych, podobnie jak w przypadku porównania przeprowadzonego dla osadów pobranych z rzek i kanałów rzecznych, przeprowadzonej w oparciu o dotychczas wykorzystywane dwie metodyki (tj. metodykę opartą o kryterium geochemiczne wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998 oraz metodykę opartą o kryterium ekotoksykologiczne wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003), których wyniki przedstawiono we wcześniejszej części niniejszego rozdziału, założono, że:



- osady zaliczone do klasy I, klasy II oraz klasy III czystości osadów na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) to osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania – oznaczono w powyższej tabeli kolorem zielonym,
- osady pozaklasowe określone na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) to osady zanieczyszczone w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie – oznaczono w powyższej tabeli kolorem czerwonym,
- osady zaliczone do poziomów Level 1, Level 2, Level 3 jakości osadów na podstawie kryterium ekotoksykologicznego (wg. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) to osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania na organizmy wodne – oznaczono w powyższej tabeli kolorem zielonym,
- osady zaliczone do poziomu 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 stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie na organizmy wodne – oznaczono w powyższej tabeli kolorem czerwonym.

Jak wynika z przeprowadzonego porównania:

- W przypadku **104 ppk** uzyskano zgodne wyniki oceny przeprowadzonej w oparciu o obie rozpatrywane metodyki oceny – osady określone zostały jako niezanieczyszczone; z uwagi na zgodność ocen nie przeprowadza się dalszych analiz wyników w tych punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk),
- W przypadku **15 ppk** uzyskano zgodne wyniki oceny przeprowadzonej w oparciu o obie rozpatrywane metodyki oceny – osady określone zostały jako zanieczyszczone; z uwagi na zgodność ocen nie przeprowadza się dalszych analiz wyników w tych punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk),
- W przypadku **28 ppk** wyniki oceny przeprowadzonej na podstawie kryterium ekotoksykologicznego (wg. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) wskazywały, że osady są zanieczyszczone, natomiast zgodnie z kryterium geochemicznym (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) osady zostały ocenione jako niezanieczyszczone. Przyczyny rozbieżności ocen:
  - w metodzie geochemicznej nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości trwałych związków organicznych (TZO) - dotyczy łącznie **9** punktów pomiarowo-kontrolnych o numerach: **4, 14, 15, 42, 46, 67, 117, 130, 136**,
  - w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość manganu, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) został przekroczony - dotyczy łącznie





- 11 punktów pomiarowo-kontrolnych o numerach: **6, 38, 40, 49, 56, 81, 89, 95, 104, 118, 119,**
- w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość **manganu**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) został przekroczony; w metodzie geochemicznej nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości **trwałych związków organicznych (TZO)** - dotyczy łącznie **3** punktów pomiarowo-kontrolnych o numerach: **29, 41, 86,**
  - w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **arsenu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy **1** punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **36,**
  - w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość **manganu**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) został przekroczony; w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **niklu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy **1** punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **138,**
  - w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **niklu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne – dotyczy **1** punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **139,**
  - w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **kadmu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne – dotyczy **1** punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **142,**
  - w metodzie geochemicznej nie została określona dopuszczalna zawartość **manganu**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie ekotoksykologicznej (z 2003 r.) został przekroczony; w metodzie geochemicznej określona jest wyższa dopuszczalna zawartość **niklu** w porównaniu z metodą opartą o kryterium ekotoksykologiczne - dotyczy **1** punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **143,**
  - W przypadku **2 ppk** wyniki oceny przeprowadzonej na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) wskazywały, że osady są zanieczyszczone, natomiast zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym wg. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) osady zostały ocenione jako niezanieczyszczone. Przyczyny rozbieżności ocen:
    - w metodzie przekroczona ekotoksykologicznej nie została określona wartość dopuszczalna dla **kobaltu**, którego poziom dopuszczalny określony w metodzie geochemicznej został przekroczony – dotyczy łącznie **2** punktów pomiarowo-kontrolnych o numerach: **25, 94.**

Przedstawione powyżej wyniki porównania należy traktować jako etap wstępny analizy. Po zakończeniu badań prowadzonych w ramach II etapu zadania (badania prób pobieranych



w 2017 roku) zostaną ponownie przeprowadzone porównania wyników oceny zgodnie z ww. metodykami oraz uszczegółowione zostaną wnioski wynikające z tego porównania w ramach kompleksowej oceny stanu zanieczyszczenia osadów z pierwszych dwóch lat obecnie trwającego cyklu gospodarowania wodami w dorzeczach.

Pominięcie w ocenie jakości osadów dennych, przeprowadzonej w oparciu o kryterium ekotoksykologiczne, części wskaźników, dla których z uwagi na zbyt wysokie wartości granic oznaczalności zastosowanych metod analitycznych, nie było przyczyną wystąpienia rozbieżności wykazanych w ww. porównaniu ocen przeprowadzonych w oparciu o kryterium geochemiczne oraz kryterium ekotoksykologiczne. Pominięte w ocenie wskaźniki mogły powodować fałszywe zaniżenie oceny jakości osadów opartej o kryterium ekotoksykologiczne. Jednak jedynie dla wskaźnika 1,2,4-trichlorobenzenu jego uwzględnienie (w przypadku oznaczenia na poziomie niższym od granicy oznaczalności poszczególnych oznaczeń) mogło kwalifikować próbę osadu do poziomu „Level 4”, tj. osadu zanieczyszczonego w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie na organizmy wodne.

Przeprowadzone porównanie jakości osadów dennych pobranych z jezior i zbiorników zaporowych jedynie w dwóch punktach pomiarowo-kontrolnych wykazało, że ocena przeprowadzona zgodnie z kryterium geochemicznym klasyfikowała osad jako zanieczyszczony w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie (kolor czerwony w powyższej tabeli), zaś ocena przeprowadzona zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (przy pominięciu części wskaźników mogących zaniżyć klasyfikację) klasyfikowała tą samą próbę jako osad niezanieczyszczony lub zanieczyszczony w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania na organizmy wodne (kolor zielony w powyższej tabeli). W żadnej z tych prób nie prowadzono oznaczenia zawartości 1,2,4-trichlorobenzenu i równocześnie uwzględnienie żadnego innego spośród pominiętych w ocenie wskaźników objętych analizami laboratoryjnymi (oznaczonego w stężeniu poniżej granicy oznaczalności) nie spowodowałoby zmiany klasyfikacji tych dwóch prób przeprowadzonej w oparciu o kryterium ekotoksykologiczne do poziomu „Level 4”, tj. osadu zanieczyszczonego w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie na organizmy wodne.

## 7 TESTOWANIE METODYKI NA DANYCH Z 2016 r.

Dla substancji, które po raz pierwszy zostały włączone do badań oraz dla pozostałych substancji i pierwiastków wykonano testowanie wyników uzyskanych w 2016 r., wyłącznie dla punktów pomiarowo kontrolnych, dla których dostępne są dane z całego zakresu wskaźników objętych metodyką. W opinii Autorów niniejszego opracowania może być to działaniem dającym najbardziej rzetelne rezultaty testowania, gdyż pomijanie w testowaniu wartości wskaźników, które nie były badane w odpowiednich ppk (co wynikało z programu badań) może spowodować większe zafałszowanie wyników testowania niż wzięcie pod



uwagę mniejszej liczbie próby ppk, na których testowana jest metodyka. Ocena stanu chemicznego zgodna z RDW (biorąc pod uwagę ocenę stanu jcwyp wynikająca z założeń porwowanego na nich monitoringu diagnostycznego matrycy wodnej) powinna opierać się na jak najszerzej ilości danych, umożliwiających diagnozę stanu. 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" wykonaną przez PIG - PIB. 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 sierpnie 2013 r. Wyznaczone wartości EQS stanowią bazę do zaklasyfikowania osadów wodnych jako stan chemiczny dobry lub zły.

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

Tabela 26 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
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 *



Składnik	Wartość dopuszczalna w osadach
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 toksycnością 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. osad niezanieczyszczony/zanieczyszczony jest równy stanowi czystości wskaźnika o najmniej korzystnej ocenie – tzw. czynnik degradujący. Testowaniu poddano jedynie te punkty gdzie zakres badanych wskaźników był najszerszy (5 punktów zlokalizowanych na ciekach oraz 1 punkt zlokalizowany na jeziorze).



Tabela 27 Testowanie metodyki - faza wstępna

Lp	nazwa ppk	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Naftalen	Antracen	WWA - suma	Polichlorowane bifenylole - suma	Pentachlorobenzen	HCH - suma	Dieldryna	Izodryna	DDT całkowity (+izomer para-para)	Endosulfan	chloroalkany C10-C13	Chlorfenwinfos	Związki tributylocyny	Trichlorobenzeny - suma	Nonylofenole (4-nonylofenol)	Oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutyl)-fenol)	Pentachlorofenol	Trifluarina	Chinoksyfen	Cypermetryna	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]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]	[µm/kg]
<b>RZEKI</b>																																													
9	Łeba - Cecenowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
18	Odra - Krajnik Dolny	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
30	Parsęta - Bardy-Gościnki	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
32	Pasłęka - Nowa Pasłęka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
34	Reda - Wejherowo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<b>JEZIORA</b>																																													
1	Wielkie Dąbie - głęboczek - 8,1m	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1



W przypadku wskaźników: pentachlorobenenu, HCH - suma, endosulfan, chlofenwinfos, związku tributyllocyny, trichlorobenzenu - suma, oktylofenole (4-(1,1',3,3'-tetrametylobutylo)-fenol), trifluarolina, cybutryna, granice oznaczalności zastosowanych metod analitycznych są zbyt wysokie w stosunku do wartości progowych stanowiących kryteria oceny zgodnie z ww. metodą oceny. W związku z powyższym, w przypadku jeżeli wynik oznaczenia któregoś z ww. wskaźników był wynikiem niższym od granicy oznaczalności a równocześnie byłby czynnikiem decydującym o klasyfikacji danej próby osadu, wynik ten był pomijany w analizie celem uniknięcia fałszywego pogorszenia klasyfikacji danej próby.

Dla uzyskanych wyników oceny wg powyższego kryterium (PIG 2015 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkowicz W.), przeprowadzono analizę porównawczą z wynikami dla pozostałych metodyk. Zestawienie wyników zostało zaprezentowane w poniższej tabeli.

Tabela 28 Porównanie wyników wg wszystkich kryteriów

Lp.	nazwa ppk	Ocena stanu wg		
		Bojakowska I., Sokołowska G. 1998)	D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT- 732 2003	PIG 2015 - Bojakowska I, Dusza - Dobek A, Wołkowicz W
RZEKI				
9	Łeba - Cecenowo	klasa I	Level 3	niezanieczyszczony
18	Odra - Krajnik Dolny	klasa II	Level 2	zanieczyszczony
30	Parsęta - Bardy-Gościnki	klasa I	Level 4	niezanieczyszczony
32	Pasłęka - Nowa Pasłęka	klasa I	Level 1	niezanieczyszczony
34	Reda - Wejherowo	klasa II	Level 2	zanieczyszczony
JEZIORA				
1	Wielkie Dąbie - głęboczek - 8,1m	poza klasą	Level 4	zanieczyszczony

W celu próby porównania wyników oceny jakości osadów dennych wyszczególnionych w tabeli założono, że:

- osady zaliczone do klasy I, klasy II oraz klasy III czystości osadów na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) to osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania – oznaczono w powyższej tabeli kolorem zielonym,
- osady pozaklasowe określone na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) to osady zanieczyszczone w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie – oznaczono w powyższej tabeli kolorem czerwonym,
- osady zaliczone do poziomów Level 1, Level 2, Level 3 jakości osadów na podstawie kryterium ekotoksykologicznego (wg. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger



2000; WT-732 2003) to osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania na organizmy wodne – oznaczono w powyższej tabeli kolorem zielonym,

- osady zaliczone do poziomu 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 stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie na organizmy wodne – oznaczono w powyższej tabeli kolorem czerwonym,
- osady określone jako niezanieczyszczone na podstawie kryterium ekotoksykologicznego w oparciu o wartości graniczne EQS (wg. PIG 2015) to osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania na organizmy wodne – oznaczono w powyższej tabeli kolorem zielonym,
- osady określone jako zanieczyszczone na podstawie kryterium ekotoksykologicznego w oparciu o wartości graniczne EQS (wg. PIG 2015) to osady zanieczyszczone w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie na organizmy wodne – oznaczono w powyższej tabeli kolorem czerwonym.

Jak wynika z przeprowadzonego porównania:

- w przypadku 2 ppk uzyskano zgodne wyniki oceny przeprowadzonej w oparciu o trzy rozpatrywane metodyki oceny – osady określone zostały jako niezanieczyszczone;
- w przypadku 1 ppk uzyskano zgodne wyniki oceny przeprowadzonej w oparciu o trzy rozpatrywane metodyki oceny – osady określone zostały jako zanieczyszczone
- w przypadku 2 ppk uzyskano zgodne wyniki oceny przeprowadzonej na podstawie o kryterium ekotoksykologicznego (wg. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) i kryterium geochemicznym (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) osady zostały ocenione jako niezanieczyszczone, natomiast na podstawie kryterium ekotoksykologicznego w oparciu o wartości graniczne EQS (wg. PIG 2015) osady zostały ocenione jako zanieczyszczone. Przyczyny rozbieżności ocen:
  - wartość **EQS dla arsenu** została określona na niższym poziomie w porównaniu z wartością dopuszczalną określoną dla metody ekotoksykologicznej oraz wartością dopuszczalną określoną dla metody geochemicznej – dotyczy punktów pomiarowo-kontrolnych o numerze **18**.
  - wartość **EQS dla WWA-suma** została określona na znacznie niższym poziomie w porównaniu z wartością dopuszczalną określoną dla metody ekotoksykologicznej, natomiast w metodzie geochemicznej brak jest wartości dopuszczalnej dla tego wskaźnika; w przypadku **chlorku piryfosu którego wartość EQS** została przekroczona nie określono dopuszczalnych zawartości dla metody geochemicznej ani dla metody ekotoksykologicznej - dotyczy punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **34**



- w przypadku 1ppk uzyskano zgodne wyniki oceny przeprowadzonej na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998) oraz kryterium ekotoksykologicznego w oparciu o wartości graniczne EQS (wg. PIG 2015) – osady wg obu ww. metodyk ocenione zostały jako niezanieczyszczone, natomiast zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (wg. D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003) osady zostały ocenione jako zanieczyszczone. Przyczyny rozbieżności ocen:
  - przekroczona została wartość dopuszczalna dla **manganu** dla którego nie określono dopuszczalnych zawartości dla metody geochemicznej ani wartości EQS dla metody ekotoksykologicznej (PIG 2015) – dotyczy punktu pomiarowo-kontrolnego o numerze: **30**.

Testowaniu metodyki na obecnym etapie możliwe było poddanie wyników oznaczeń z punktów, które badane były w pełnym zakresie obejmującym 38 wskaźników - łącznie 6 punktów pomiarowych. W ocenie Autorów, przy tak małej ilości danych trudno jest ocenić jednoznacznie zaproponowaną metodykę dlatego obecny etap należy uznać jako fazę wstępną. Etap II zadania przewiduje przebadanie osadów w 74 punktach objętych najszerszym zakresem pomiarowym (38 wskaźników). Ilość danych, które będą mogły zostać poddane analizie będzie zatem znacznie większy niż na obecnym etapie, co wpłynie na wiarygodność testowania, a otrzymane wyniki powinny pozytywnie przysłużyć się do przeprowadzenia testowania zaproponowanej metodyki w odniesieniu do środowiskowych norm jakości w nich zaproponowanych.





## 8 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. WEŚ, 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 Europen 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 mercury 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/ Trwałe zanieczyszczenia organiczne](https://pl.wikipedia.org/wiki/Trwałe_zanieczyszczenia_organiczne)
20. Lis J., Pasieczna A. i inni 2012 (zmieniona i uzupełniona wersja internetowej publikacji z 1995 r.) Atlas geochemiczny Polski w skali 1:2 500 000. Wydawnictwo Geologiczne Warszawa
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.