

---

## MONITORING OSADÓW DENNYCH RZEK I JEZIOR W LATACH 2018-2019

### Zadanie 2B-4. „Kompleksowa ocena stanu zanieczyszczenia osadów dennych”

---

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

**Zamawiający:** Główny Inspektorat Ochrony Środowiska  
ul. Wawelska 52/54  
00 – 922 Warszawa

**Nr umowy:** 21/2018/F

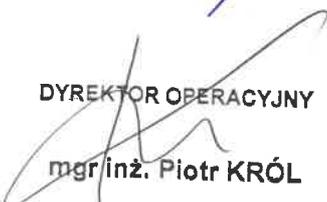
**Opracował:** zespół autorski Eurofins OBiKŚ Polska Sp. z o.o.

**Zatwierdził:**

**GLÓWNY SPECJALISTA**  
Biura Ocen i Ekspertyz Środowiskowych

  
dr inż. Elżbieta Włodarczyk

**DYREKTOR OPERACYJNY**

  
mgr inż. Piotr KRÓL



Narodowy Fundusz  
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Katowice, 12 marca 2020 r.

Kierownik projektu:

mgr inż. Elżbieta Włodarczyk

Zespół autorski:

dr Marta Stefaniak

mgr Mirosław Kręciała

mgr Aleksandra Rymarczyk

mgr Małgorzata Sierant-Leśnik

mgr Łukasz Radosz

## SPIS TREŚCI

<b>1. OCENA ZANIECZYSZCZENIA OSADÓW DENNYCH W LATACH 2018-2019 .....</b>	<b>7</b>
<b>2. ZAKRES PROWADZONYCH PRAC MONITORINGOWYCH .....</b>	<b>8</b>
<b>3. ZAKRES OZNACZEŃ CHEMICZNYCH .....</b>	<b>8</b>
<b>4. KRYTERIA OCENY OSADÓW DENNYCH .....</b>	<b>15</b>
4.1. Kryterium geochemiczne – podział osadów na klasy czystości na podstawie kryteriów geochemicznych .....	15
4.2. Kryterium ekotoksykologiczne – z wykorzystaniem wartości TEC, PEC i MEC .....	16
<b>5. OCENA JAKOŚCI OSADÓW DENNYCH 2018-2019 .....</b>	<b>18</b>
5.1. Ocena osadów dennych – cieki .....	18
5.2. Ocena osadów dennych – jeziora .....	41
<b>6. KOMPLEKSOWA OCENA JAKOŚCI OSADÓW Z UWZGLĘDNIENIEM MONITORINGU PROWADZONEGO W OKRESIE 2010 – 2019 .....</b>	<b>70</b>
6.1. Ocena jakości osadów - cieki .....	71
6.2. Podsumowanie oceny jakości osadów w ciekach .....	82
6.3. Ocena jakości osadów – jeziora .....	84
6.4. Podsumowanie oceny jakości osadów w jeziorach .....	85
6.5. Ocena jakości osadów – zbiorniki zaporowe .....	87
6.6. Podsumowanie oceny jakości osadów – zbiorniki zaporowe .....	89

## SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium geochemicznego – cieki .....	19
Rysunek 2. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium geochemicznego – cieki, zbiorcze zestawienie wyników za 2018 i 2019 rok .....	20
Rysunek 3. Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego - cieki, 2018 .....	21
Rysunek 4. Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego - cieki, 2019 .....	21
Rysunek 5. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium ekotoksykologicznego – cieki .....	28

---

Rysunek 6. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium ekotoksykologicznego – cieki, zbiorcze zestawienie wyników za 2018 i 2019 rok .....	28
Rysunek 7. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium geochemicznego – jeziora ....	42
Rysunek 8. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium geochemicznego – jeziora, zbiorcze zestawienie wyników za 2018 i 2019 rok .....	42
Rysunek 9. Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego - 2018.....	43
Rysunek 10. Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego - 2019.....	44
Rysunek 11. Ocena jakości osadów jeziornych wg kryterium ekotoksykologicznego (2018, 2019).....	50
Rysunek 12. Ocena jakości osadów jeziornych wg kryterium ekotoksykologicznego - zbiorcze przedstawienie wyników za 2018 i 2019 rok .....	50
Rysunek 13. Ocena jakości osadów w dorzeczu Odry, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w okresie 2010-2019.....	72
Rysunek 14. Ocena jakości osadów w dorzeczu Odry, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w rozbiciu na poszczególne lata badawcze .....	72
Rysunek 15. Ocena jakości osadów w dorzeczu Wisły, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w okresie 2010-2019.....	74
Rysunek 16. Ocena jakości osadów w dorzeczu Wisły, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w rozbiciu na poszczególne lata badawcze .....	74
Rysunek 17. Ocena jakości osadów w dorzeczu Pregoty, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w okresie 2010-2019.....	76
Rysunek 18. Ocena jakości osadów w dorzeczu Pregoty, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w rozbiciu na poszczególne lata badawcze .....	76
Rysunek 19. Ocena jakości osadów w dorzeczu Niemna, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w okresie 2010-2019.....	78
Rysunek 20. Ocena jakości osadów w dorzeczu Niemna, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w rozbiciu na poszczególne lata badawcze .....	78

## **SPIS TABEL**

Tabela 1. Zestawienie metod badawczych, dokumentów odniesienia oraz granic oznaczalności dla wskaźników fizyko-chemicznych analizowanych w ocenie jakości osadów dennych .....	10
Tabela 2. Klasyfikacja osadów wodnych na podstawie kryteriów geochemicznych .....	15
Tabela 3. Progowe zawartości pierwiastków śladowych oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych w osadach wodnych .....	16

---

---

Tabela 4. Ocena jakości osadów pobranych z jcwp rzecznych, zgodnie z kryterium geochemicznym (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.) – wyniki za 2018, 2019. ....	19
Tabela 5. Wykaz lokalizacji o wysokich zawartościach pierwiastków śladowych w osadach jcwp rzecznych (2018, 2019) wg kryterium geochemicznego (Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.) .....	23
Tabela 6. Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów jcwp rzecznych (2018-2019) wg kryterium geochemicznego .....	26
Tabela 7. Ocena jakości osadów pobranych z jcwp rzecznych, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003.) – wyniki za 2018, 2019. ....	27
Tabela 8. Wykaz lokalizacji o wysokich zawartościach pierwiastków śladowych oraz trwałych związków organicznych w osadach jcwp rzecznych (2018, 2019). ....	30
Tabela 9. Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów pobranych na jcwp rzecznych (2018-2019) wg kryterium ekotoksykologicznego .....	40
Tabela 10. Ocena jakości osadów pobranych z jezior, zgodnie z kryterium geochemicznym (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.) – wyniki za 2018, 2019. ....	41
Tabela 11. Wykaz lokalizacji o wysokich zawartościach pierwiastków śladowych w jcwp jeziornych (2018,2019) wg kryterium geochemicznego (Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.) .....	45
Tabela 12. Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów pobranych na jcwp jeziornych (2018-2019) wg kryterium geochemicznego .....	48
Tabela 13. Ocena jakości osadów jeziornych, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003.) – wyniki za 2018, 2019.....	49
Tabela 14. Wykaz lokalizacji o wysokich zawartościach pierwiastków śladowych oraz trwałych związków organicznych w osadach jcwp jeziornych (2018, 2019). ....	52
Tabela 15. Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów dennych – jeziora (2018, 2019), wg kryterium ekotoksykologicznego.....	69
Tabela 16. Wykaz ilości pobranych próbek osadów dennych z uwzględnieniem dorzecza i roku monitoringowego. ....	71
Tabela 17. Ocena jakości osadów dennych w ciekach, za okres 2010-2019.....	71
Tabela 18 Łączna ocena jakości osadów dla dorzecza Odry .....	73
Tabela 19. Łączna ocena jakości osadów dla dorzecza Wisły .....	75
Tabela 20. Łączna ocena jakości osadów dla dorzecza Pregoly .....	77
Tabela 21. Łączna ocena jakości osadów dla dorzecza Niemna.....	79

---

---

Tabela 22. Łączna ocena jakości osadów w poszczególnych latach w dorzeczu Dniestru, Dunaju, Łaby i Jarftu. ....	81
Tabela 23. Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów dennych - cieki (2010-2019).....	83
Tabela 24. Ocena jakości osadów jezior, za okres 2010-2015 oraz 2016- 2019 .....	84
Tabela 25 Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów dennych – jeziora (2010-2019) .....	86
Tabela 26. Ocena jakości osadów ze zbiorników, za okres 2010-2019.....	87
Tabela 27. Ocena jakości osadów ze zbiorników, za okres 2010-2019.....	88
Tabela 28 Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów dennych – zbiorniki (2010-2019).....	90

## **LITERATURA**

1. Siebielec S., Siebielec G., Smreczek B. : 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. Quaestions 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. Bojakowska I., Sokołowska G.: Geochemiczne klasy czystości osadów wodnych. Przegląd Geologiczny, 1998, 46 (1), 49-54.

## 1. OCENA ZANIECZYSZCZENIA OSADÓW DENNYCH W LATACH 2018-2019

Przedmiotem zadania pn. „Monitoring osadów dennych rzek i jezior w latach 2018 – 2019” jest 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 także 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.

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 bifenyle (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].

## 2. ZAKRES PROWADZONYCH PRAC MONITORINGOWYCH

W latach 2018 - 2019 pobrano do badań monitoringowych łącznie 845 próbek osadów dennych z rzek i jezior, w roku 2018 pobrano 422 próbki, a w 2019 roku – 423 próbki. Z rzek pobrano łącznie 462 próbki, a z jezior 383 próbki.

Tabela 1. Zestawienie ilości pobranych próbek w 2018 i 2019 roku

lp	rok	rzeki	jeziora	razem
1.	2018	215	207	422
2.	2019	247	176	423
3.	razem	462	383	845

W 2018 roku pobrano do badań łącznie 422 próbki osadów dennych, 215 próbek z cieków oraz 207 próbek z jezior. W 2019 roku pobrano łącznie 423 próbki, 247 próbek z cieków oraz 176 próbek z jezior.

## 3. ZAKRES OZNACZEŃ CHEMICZNYCH

Zakres wykonanych oznaczeń w latach 2018-2019 obejmował określenie w pobranych próbkach następujących parametrów:

- pH oraz przewodności elektrycznej właściwej;
- 26 pierwiastków: Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mg, Mo, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, V, Zn oraz Ca, Corg., Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S;
- 19 wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA): naftalen, fenantren, antracen, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(a)fluoranten, benzo(ghi)perylene, acenaftylen, acenaften, fluoren, piren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(e)piren, indeno(1,2,3-cd)piren, dibenzo(a,h)antracen, perylen,
- 7 kongenerów polichlorowanych bifenyli (PCB): nr 28, nr 52, nr 101, nr 118, nr 138, nr 153, nr 180,
- pestycydów chloroorganicznych:  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH,  $\delta$ -HCH heptachlor i epoksyd heptachloru, dieldryna, izodryna, p,p'-DDE, p,p'-DDD, p,p'-DDT, endosulfan, endryna, aldryna,
- heksachlorobenzenu,
- pentachlorobenzen

Dodatkowo w wybranych punktach zakres badań rozszerzony został o substancje priorytetowe, gdzie określona została zawartość:



- ftalanu di(2-etyloheksyl) (DEHP)
- chloroalkanów C<sub>10-13</sub>,
- fluorków
- chlorfenwinfosu,
- związków tributyllocyny,
- heksachlorobutadienu,
- trichlorobenzenu, (1,2,3-trichlorobenzen, 1,2,4-trichlorobenzen, 1,3,5-trichlorobenzen),
- bromowanych difenylesterów (6 kongenerów),
- nonylofenoli,
- oktylofenoli,
- pentachlorofenoli,
- trifluraliny ,
- dikofolu,
- kwasu perfluorooktanosulfonowego i jego pochodnych (PFOS),
- chinoksyfen
- dioksyn i związków dioksynopodobnych (w tym 2,3,7,8-tetrachlorodibenzodioksyna, 2,037,8-TCDD),
- cypermetryny,
- heksabromocyklododekanu ,
- chlordekonu,
- heksabromodifenolu,
- toksafenu,
- alachloru,
- chlorpiryfosu,
- aklonifenu,
- bifenoksu
- cybutryny

W poniższej tabeli zestawiono metody badawcze, dokumenty odniesienia oraz granice oznaczalności dla poszczególnych wskaźników z uwzględnieniem zakresu badań.

Tabela 2. Zestawienie metod badawczych, dokumentów odniesienia oraz granic oznaczalności dla wskaźników fizyko-chemicznych analizowanych w ocenie jakości osadów dennych

Lp	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Jednostka	Granica oznaczalności
1	2	3	4	5	6
1	pH	Metoda potencjometryczna	PN-ISO 10390:1997	-	0
2	Przewodność elektryczna właściwa	Metoda konduktometryczna	PN-EN 12457-4:2006 PN-EN 27888:1999	uS/cm	10
3	Arsen / As	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	3
4	Kadm / Cd	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,05
5	Chrom ogólny / Cr	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,3
6	Miedź / Cu	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,4
7	Nikiel / Ni	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,4
8	Ołów / Pb	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	1
9	Cynk / Zn	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,5
10	Siarka / S	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	1
11	Naftalen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
12	Fenantren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
13	Antracen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
14	Fluoranten	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
15	Chryzen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
16	Benzo(a)antracen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
17	Benzo(a)piren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
18	Benzo(b)fluoranten	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
19	Benzo(ghi)perylene	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
20	Acenaften	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005

Lp	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Jednostka	Granica oznaczalności
1	2	3	4	5	6
21	Fluoren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
22	Piren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
23	Benzo(k)fluoranten	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
24	Benzo(e)piren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
25	Indeno(123cd)piren	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
26	Dibenzo(ah)antracen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
27	Polichlorowane bifenyle / PCB-suma	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	mg/kg sm	0,001
28	PCB 28	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	mg/kg sm	0,001
29	PCB 52	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	mg/kg sm	0,001
30	PCB 101	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	mg/kg sm	0,001
31	PCB 118	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	mg/kg sm	0,001
32	PCB 138	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	mg/kg sm	0,001
33	PCB 153	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	mg/kg sm	0,001
34	PCB 180	Metoda chromatografii gazowej z detekcją wychwytu elektronów (GC-ECD)	PB//39/B:10.04.2017	mg/kg sm	0,001
35	Heptachlor	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0008
36	Epoksyd heptachloru - suma	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0008
37	Dieldryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
38	Izodryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
39	p,p'-dichlorodifenylotrichloroetan / p,p'-DDT	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
40	p,p'-dichlorodifenylodichloroetan / p,p'-DDD	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
41	p,p'-dichlorodifenylodichloroetylen / p,p'-DDE	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001

Lp	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Jednostka	Granica oznaczalności
1	2	3	4	5	6
42	Aldryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
43	Endryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
44	Srebro / Ag	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,1
45	Bar / Ba	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,1
46	Kobalt / Co	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,2
47	Magnez / Mg	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,7
48	Molibden / Mo	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,4
49	Cyna / Sn	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	2
50	Stront / Sr	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,3
51	Wanad / V	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,5
52	Wapń / Ca	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	1
53	Żelazo ogólne / Fe	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,4
54	Mangan / Mn	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,1
55	Fosfor ogólny / P	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	5
56	Tytan / Ti	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	0,1
57	Glin / Al,	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	1
58	Potas / K	Atomowa spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES)	PN-EN ISO 11885:2009; PB//13/E:10.04.2017	mg/kg sm	100
59	Rtęć / Hg	Atomowa spektrometria fluorescencyjna (ASF)	WES 503 wyd.08 z dnia 02.02.2015r.	mg/kg sm	0,001
60	Pentachlorobenzen / PeCB	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,00001
61	Perylen	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
62	Dichlorodifenylotrichloroetan / DDT	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
63	Endosulfan - suma	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0003
64	Azot ogólny Kjeldahla	Metoda miareczkowa	PN-EN 13342:2002	mg/kg sm	0,01
65	Acenaftylen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,003
66	Fluorki / F	Metoda potencjometryczna	PN-EN 12457-4:2006; PN-78/C-04588/03	mg/kg sm	1.00
67	Heksachlorobutadien / HCBD	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0003

Lp	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Jednostka	Granica oznaczalności
1	2	3	4	5	6
68	1,2,4-Trichlorobenzen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22155:2016	mg/kg sm	0,001
69	Chlorfenwinfos	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,00002
70	Chloroalkany (C10-C13)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22-32:2009	mg/kg sm	0,1
71	Tributylocyna (kation tributylowy)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//55/A:31.03.2017	µg/kg sm	0,00001
72	Bromowane difenyletery (PBDE) suma 6 kongenerów (28, 47, 99, 100, 153, 154)	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN 22032:2009	mg/kg sm	0,00005
73	4-Nonylofenol	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0006
74	Oktylofenol	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,01
75	Trifluralina	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,001
76	Dikofol	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
77	Kwas perfluorooktanosulfonowy / PFOS	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
78	Chinoksyfen / 5,7-dichloro-4-(p-fluorofenoksy)chinolina	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
79	Dioksyne i furany	Chromatografia gazowa z wysokorozdzielczą spektrometrią mas (GC-HRMS)	GFU04, GFU09	ng/kg sm	6,67
80	Cypermetryna	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
81	Heksabromocyklododekan	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
82	Chlordekon	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
83	Toksafen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
84	Alachlor	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,001
85	Chlorpiryfos	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
86	Aklonifen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,01
87	Bifenoks	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0005
88	Cybutryna / Irgarol	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
89	1,2,3-Trichlorobenzen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22155:2016	mg/kg sm	0,001
90	1,3,5-Trichlorobenzen	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-EN ISO 22155:2016	mg/kg sm	0,001
91	Heksabromodifenol	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
92	Ftalan di-2etyloheksylu / DEHP	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,05
93	Benzo(a)fluoranten	Wysokosprawna chromatografia cieczowa z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD)	PB//6/F:10.04.2017	mg/kg sm	0,005
94	TOC	Miareczkowanie spektrofotometryczne	PN-ISO 14235:2003	%sm	0,1

Lp	Wskaźnik	Metoda (technika pomiarowa)	Metodyka	Jednostka	Granica oznaczalności
1	2	3	4	5	6
95	<b>Pentachlorofenol / PCP</b>	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PN-ISO 14154:2008	mg/kg sm	0,001
96	<b>Heksachlorobenzen</b>	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,001
97	<b>α-heksachlorocykloheksan</b>	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
98	<b>β-heksachlorocykloheksan</b>	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
99	<b>γ-heksachlorocykloheksan</b>	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001
100	<b>δ- heksachlorocykloheksan</b>	Chromatografia gazowa ze tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS)	PB//57/A:31.03.2017	mg/kg sm	0,0001

**Objaśnienia:**

s.m. – sucha masa

- 1) - w tabeli podano najniższe uzyskane wartości, granice oznaczalności i wykrywalności wyznaczone były w każdej serii pomiarowej
- 2) - w tabeli podano granicę oznaczalności i wykrywalności odpowiednią dla każdego z kongenerów z osobna

## 4. KRYTERIA OCENY OSADÓW DENNYCH

W latach 2010-2019 ocenę jakości osadów dennych przeprowadzono w oparciu o następujące kryteria:

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

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

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

Zawartość graniczna dla I klasy czystości osadów ustalona została według zasady interpretacji danych geochemicznych, gdzie jako zawartość anomalną pierwiastka w środowisku przyjmuje się stężenie wyższe od sumy średniej zawartości tego pierwiastka i dwóch odchyłek 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 3. Klasyfikacja osadów wodnych na podstawie kryteriów geochemicznych

Składnik	Tło geochemiczne	I klasa	II klasa	III klasa	pozaklasowe
<b>Pierwiastki [mg/kg]</b>					
Srebro (Ag)	<0,5	<1,0	<2,0	<5,0	>5,0
Arsen (As)	<5	<10*	<30	<50	>50
Bar (Ba)	<52	<100**	<500	<1000	>1000
Kadm Cd)	<0,5	<1,0	<3,5	<6	>6
Kobalt (Co)	<3	<10	<20	<50	>50
Chrom (Cr)	<6	<50	<100	<400	>400
Miedź (Cu)	<7	<40	<100	<200	>200
Rtęć (Hg)	<0,05	<0,2	<0,5	<1,0	>1,0
Ołów (Pb)	<15	<30	<100	<200	>200

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

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

Objaśnienia:

\* - dla osadów jeziornych 15 mg/kg

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

## 4.2. Kryterium ekotoksykologiczne – z wykorzystaniem wartości TEC, PEC i MEC

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

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

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

Tabela 4. 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
Ółów	≤ 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



Składnik	Poziom I ≤ TEC	Poziom II >TEC ≤ MEC	Poziom III >MEC ≤ PEC	Poziom IV >PEC
<b>Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (µg/kg)</b>				
Naftalen	≤ 176	176 - 369	369 - 561	>561
Acenaften	≤ 6,7	6,7 - 48	48 - 89	>89
Acenaftylen	≤ 5,9	5,9 - 67	67 - 128	>128
Antracen	≤ 57,2	57,2 - 451	451 - 845	>845
Fluoren	≤ 77,4	77,4 - 307	307 - 536	>536
Fenantren	≤ 204	204 - 687	687 - 1 170	>1 170
Fluoranten	≤ 423	423 - 1 327	1 327 - 2 230	>2 230
Benzo(a)antracen	≤ 108	108 - 579	579 - 1 050	>1 050
Chryzen	≤ 166	166 - 728	728 - 1 290	>1 290
Piren	≤ 195	195 - 858	858 - 1 520	>1 520
Benzo(b)fluoranten	≤ 240	240 - 6 820	6 820 - 13 400	>13 400
Benzo(k)fluoranten	≤ 240	240 - 6 820	6 820 - 13 400	>13 400
Benzo(a)piren	≤ 150	150 - 800	800 - 1 450	>1 450
Benzo(e)piren	≤ 150	150 - 800	800 - 1 450	>1 450
Benzo(g,h,i)perylene	≤ 170	170 - 1 685	1 685 - 3 200	>3 200
Dibenzo(a,h)antracen	≤ 33	33 - 84	84 - 135	>135
Indeno(1,2,3-cd)piren	≤ 200	200 - 1 700	1 700 - 3 200	>3 200
Suma WWA <sup>1)</sup>	≤ 1 610	1 610 - 12 205	12 205 - 22 800	>22 800
<b>Polichlorowane bifenylole (µg/kg)</b>				
PCB – suma (nr 28, 52, 101, 118, 138, 153,180)	≤ 60	60 - 368	368 - 676	>676
<b>Pestycydy chloroorganiczne (µg/kg)</b>				
Heksachlorobenzen	≤ 3	3 - 62	62 - 120	>120
alfa-HCH	≤ 6	6 - 53	53 - 100	>100
beta-HCH	≤ 5	5 - 108	108 - 210	>210
gamma-HCH (lindan)	≤ 3	3 - 4	4 - 5	>5
Heptachlor i epoksyd	≤ 2,5	2,5 - 9,3	9,3 - 16	>16
Dieldryna	≤ 1,9	1,9 - 32	32 - 62	>62
Dichlorodifenylo-trichloro-etan (DDT) - suma (w tym izomer para - para)	≤ 4,2	4,2 - 33,6	33,6 - 63	>63
Endryna	≤ 2,2	2,2 - 104,6	104,6 - 207	>207
Aldryna	≤ 2	2 - 41	41 - 80	>80
Toksafen	≤ 1	1 - 1,5	1,5 - 2	>2
<b>Pozostałe zanieczyszczenia organiczne (µg/kg)</b>				
Ftalan di(2-etyloheksylu)	≤ 580	580 - 22 790	22 790 - 45 000	>45 000
związki tributylowocyny (kation tributylowocyny)	≤ 0,52	0,52 - 1,73	1,73 - 2,94	>2,94
1,2-dichlorobenzen	≤ 23	-----	-----	>23
1,4 -dichlorobenzen	≤ 31	31 - 60,5	60,5 - 90	>90
1,2,4-trichlorobenzen	≤ 8	8 - 13	13 - 18	>18

Składnik	Poziom I ≤ TEC	Poziom II >TEC ≤ MEC	Poziom III >MEC ≤ PEC	Poziom IV >PEC
Pentachlorofenol	≤ 150	150 - 175	175 - 200	>200
2,3,7,8- tetrachlorodibenzo- dioksyna (2,3,7,8- TCDD)	≤ 0,85	0,85 – 11,2	11,2 – 21,5	>21,5

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

## 5. OCENA JAKOŚCI OSADÓW DENNYCH 2018-2019

### 5.1. Ocena osadów dennych – cieki

W okresie 2018 i 2019 przebadano sumarycznie 462 próbki osadów dennych pobranych na ppk zlokalizowanych w jednolitych częściach wód powierzchniowych rzecznych, w 2018 roku – 215 próbek, w 2019 roku – 247 próbek.

Ocenę jakości osadów dennych przeprowadzono w oparciu o **kryterium geochemiczne** wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.) oraz **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.

#### 5.1.1. Ocena jakości osadów wg kryterium geochemicznego

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 3 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.

Porównanie oceny jakości osadów dla 462 (2018, 2019) zbadanych próbek, zgodnie z kryterium geochemicznym przedstawione zostało w poniższej tabeli.

Tabela 5. Ocena jakości osadów pobranych z jcwp rzecznych, zgodnie z kryterium geochemicznym (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.) – wyniki za 2018, 2019.

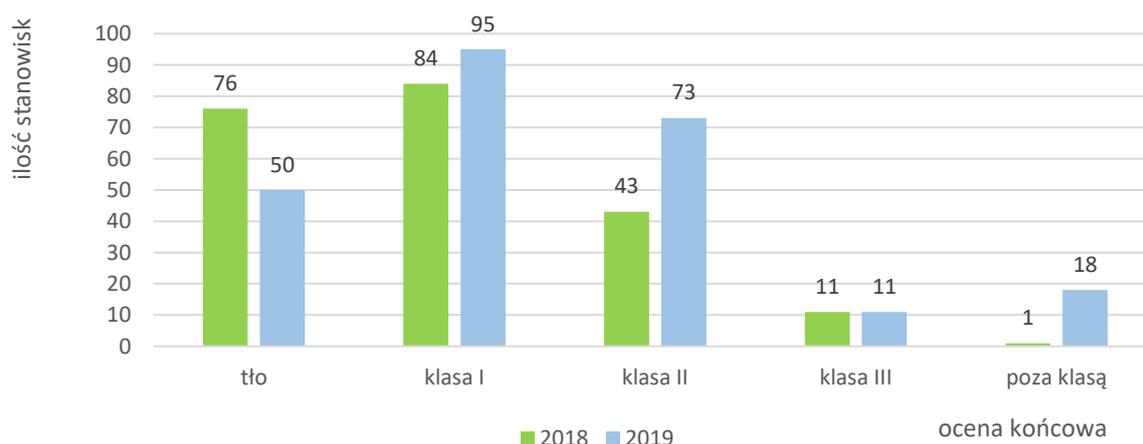
Ocena końcowa	Stanowiska pomiarowe					
	2018		2019		Ogółem	
	ilość	%	ilość	%	ilość	%
tło	76	35,35%	50	20,24%	126	27,27%
klasa I	82	38,14%	97	39,27%	179	38,74%
klasa II	45	20,93%	71	28,74%	116	25,11%
klasa III	11	5,12%	11	4,45%	22	4,76%
poza klasą	1	0,47%	18	7,29%	19	4,11%
razem	215	100,00%	247	100,00%	462	100,00%

Oceną objętych było 215 prób osadów dennych w 2018 roku oraz 247 prób w 2019 roku. Osady oceniane były pod względem zawartości 12 pierwiastków.

Jak wynika z powyższej tabeli, w przypadku większości badanych próbek osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryterium I klasy jakości osadów, tj. łącznie w latach 2018 – 2019 66,01 % przebadanych próbek stanowią osady niezanieczyszczone.

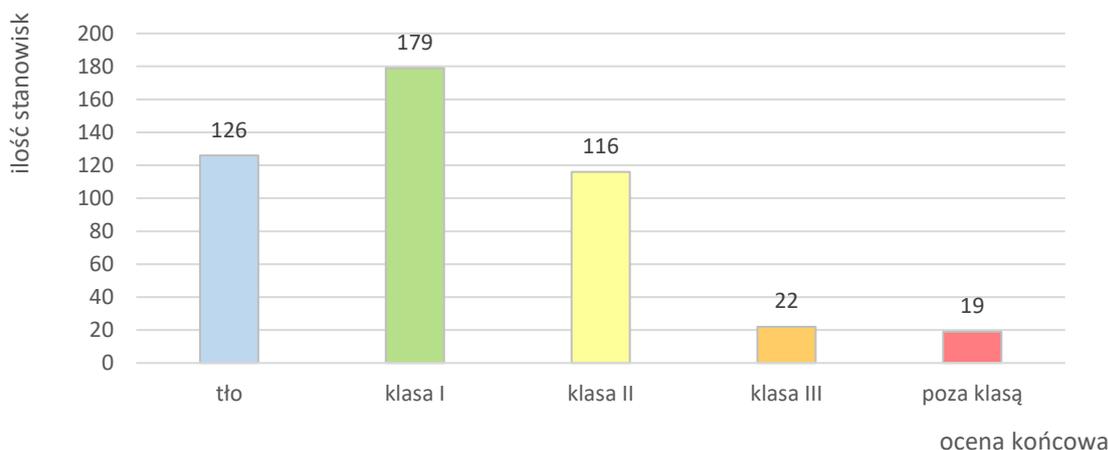
Na poniższym wykresie przedstawiono klasyfikację stanowisk pomiarowych względem oceny jakości osadów rzecznych wg kryterium geochemicznego (z osobna dla roku 2018 i 2019) – rysunek 1 oraz zbiorczą klasyfikację stanowisk (lata 2018 oraz 2019) – rysunek 2.

### Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego



Rysunek 1. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium geochemicznego – ciek

Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego  
- zbiorcze przedstawienie wyników za 2018 i 2019 rok

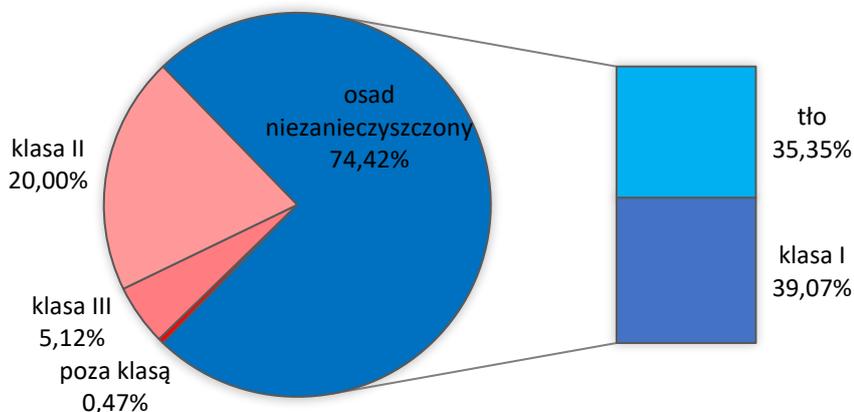


Rysunek 2. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium geochemicznego – ciekły, zbiorcze zestawienie wyników za 2018 i 2019 rok

W przypadku 126 prób osadów dennych przeprowadzone badania wykazały, że ilość zanieczyszczeń mieści się poniżej wartości granicznej tła geochemicznego, co stanowi 27,27% badanych próbek. W odniesieniu do 179 próbek osadów stwierdza się, że osady nie były zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali ciężkich (38,74%), tj. w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I klasy jakości. Kolejne 116 próbek osadów ocenia się jako osady zanieczyszczone w małym stopniu, tj. spełniające kryteria jakościowe II klasy (25,11%). 22 próbki osadów dennych odpowiadają kryterium III klasy jakości (4,76%) – są to osady zanieczyszczone w średnim stopniu. W przypadku 19 prób osadów dennych przeprowadzone badania wykazały, że są to osady zanieczyszczone z uwagi na zawartość metali (4,11%), tj. w przypadku przynajmniej jednego wskaźnika przekroczona jest wartość graniczna określona dla III klasy jakości.

W 2018 roku 25,59% badanych próbek uznano za zanieczyszczone (przekroczona zawartość graniczna określona dla I, II oraz III klasy jakości), a pozostałe 74,42% uznano jako osad niezanieczyszczony (nie została przekroczona zawartość graniczna określona dla I klasy jakości). Największy udział procentowy wśród osadów zanieczyszczonych miały osady klasy II (20,00% - osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu) oraz klasy III (5,12% - osady zanieczyszczone w średnim stopniu).

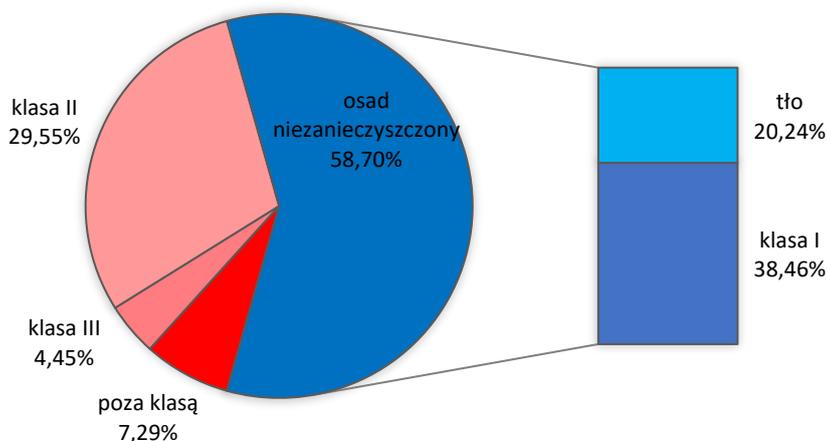
### Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego



Rysunek 3. Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego - cieki, 2018

W 2019 roku 41,29% badanych prób uznano za zanieczyszczone (przekroczona zawartość graniczna określona dla I, II oraz III klasy jakości), pozostałe 58,70% określono jako osad niezanieczyszczony (nie została przekroczona zawartość graniczna określona dla I klasy jakości). W 2019 roku również największy udział procentowy wśród zanieczyszczonych osadów miały osady klasy II (29,55% - osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu) oraz osady pozaklasowe (7,29%).

### Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego



Rysunek 4. Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego - cieki, 2019

---

W tabeli 5 przedstawione zostały punkty pomiarowo-kontrolne o wysokich zawartościach pierwiastków śladowych tj. ppk, dla których wskaźniki badane wg kryterium geochemicznego klasyfikowały badane osady jako znajdujące się w III klasie jakości lub poza klasą (przekroczone wartości graniczne określone dla III klasy jakości). W tabeli 6 przedstawiona została ocena zanieczyszczenia osadów ze względu na rodzaj badanego wskaźnika.

Tabela 6. Wykaz lokalizacji o wysokich zawartościach pierwiastków śladowych w osadach jcwp rzecznych (2018, 2019) wg kryterium geochemicznego (Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.)

Kod jcwp	Nazwa jcwp	Nazwa punktu pomiarowo-kontrolnego	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa	Rok badania
			[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]		
<b>DORZECZE WISŁY</b>															
PLRW20007212818	Biała Przemsa do Ryczówka włącznie	Biała Przemsa - Klucze	0,05	1,50	19,60	0,30	1,34	6,24	1,63	0,01	2,19	115,00	37,90	klasa III	2019
PLRW20001524699	Bystrzyca od zb. Zemborzyckiego do ujścia	Bystrzyca - Sobianowice	0,05	3,17	133,00	26,10	5,36	61,30	42,20	0,56	17,20	51,00	311,00	poza klasę	2019
PLRW20002028779	Drwęca od Jez. Drwęckiego do Brodniczki	Drwęca - poniżej Brodnicy, Szabda	67,30	1,50	10,40	0,30	0,83	2,74	21,60	0,01	1,78	3,71	18,00	poza klasę	2019
PLRW200024266299	Huczwa od Sieniochy do ujścia	Huczwa - Gródek	0,05	1,50	440,00	0,10	4,90	10,20	21,10	0,02	7,83	879,00	81,40	poza klasę	2018
PLRW200023261249	Hwoźna	Hwoźna - profil graniczny	0,05	52,20	254,00	1,27	4,49	10,00	1,48	0,12	4,66	15,20	95,30	poza klasę	2019
PLRW2000192369	Iłżanka od Modrzejowianki do ujścia	Iłżanka - Chotcza, uj. do Wisły	0,05	6,20	37,00	0,49	2,90	6,99	8,79	0,00	6,94	12,20	984,00	klasa III	2018
PLRW2000172994	Kanał Granicznik	Kanał Granicznik - Śluza Międzyzleska	73,20	1,50	83,50	1,16	5,07	15,60	48,80	0,02	15,20	9,07	59,90	poza klasę	2019
PLRW200017272158	Kanał Łęka-Dobrogosty	Kanał Łęka-Dobrogosty - Łęczyca	0,05	1,50	90,20	1,62	2,21	320,00	246,00	0,06	15,80	12,20	410,00	poza klasę	2019
PLRW200024261119	Narew od granicy państwa do wpływu do zb. Siemianówka	Narew - profil graniczny Babia Góra	22,50	1,50	8,44	0,03	0,10	3,66	3,25	0,01	1,73	0,50	9,59	poza klasę	2019
PLRW2000122141729	Niedziczanka	Niedziczanka - ujście do Dunajca	0,05	1,50	86,60	0,68	13,30	26,00	0,20	0,11	46,90	20,40	105,10	klasa III	2019
PLRW20001926669	Nurzec od Siennicy do ujścia	Nurzec - Tworkowice	18,40	1,50	8,31	0,21	1,09	1,67	10,30	0,01	0,83	0,50	8,19	poza klasę	2019
PLRW200012218219	Ropa do zb. Klimkówka	Ropa - Ujście Gorlickie	0,05	1,50	49,00	0,03	6,60	24,50	15,10	0,03	41,60	7,07	57,90	klasa III	2018
PLRW20002028899	Rypienica od dopł. z jez. Długiego do ujścia	Rypienica - ujście do Drwęcy, Łapinóż	0,05	6,11	126,50	0,03	4,80	48,26	38,40	0,04	28,90	1954,00	159,10	poza klasę	2019
PLRW200014221199	San od Wołosatego do zb. Solina	San - Rajske	0,05	1,50	47,00	3,56	3,80	11,60	38,50	0,01	13,80	10,80	88,10	klasa III	2018

Kod jcwp	Nazwa jcwp	Nazwa punktu pomiarowo-kontrolnego	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa	Rok badania
			[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]		
PLRW2000122134299	Skawa do Bystrzanki	Skawa - poniżej Jordanowa	0,05	6,18	45,00	0,03	24,00	16,10	6,35	0,02	25,90	10,50	40,80	klasa III	2018
PLRW20000212399	Zbiornik Przeczyce	Zb. Przeczyce - w rejonie zapory	0,05	1,50	15,70	1,65	1,39	5,27	5,24	0,01	3,18	123,00	297,00	klasa III	2019
PLRW2000122132349	Żabniczanka	Żabniczanka - ujście do Soły	0,05	20,90	103,00	17,50	7,53	23,60	21,70	0,06	29,90	189,00	1733,00	poza klasą	2019
<b>DORZECZE ODRY</b>															
PLRW60001611389	Bełk	Bełk - miejscowość Zabelków	0,05	1,50	1530,00	0,03	23,40	18,10	27,90	0,13	19,90	22,90	260,00	poza klasą	2019
PLRW600017137899	Cicha Woda	Cicha Woda - most Rogów-Małczyce	0,05	8,64	169,00	0,10	22,10	16,60	26,40	0,09	25,30	23,40	99,60	klasa III	2019
PLRW6000417448	Czerwona Woda od źródła do Studzianki	Czerwona Woda - poniżej Sulikowa	0,05	1,50	105,00	0,03	101,00	24,90	47,60	0,11	17,90	14,40	129,00	poza klasą	2019
PLRW600001859299	Główna od zlewni zb. Kowalskiego do ujścia	Główna - janikowo, ul. Podgórna	0,05	1,50	34,00	5,14	1,60	7,19	12,00	0,03	10,60	25,80	214,00	klasa III	2018
PLRW60000133469	Kanał Psarski Potok - przerzut wody z Nysy Kłodzkiej do Oławy	Kanał Psarski Potok - ujście do Oławy	0,05	30,50	203,00	1,54	13,80	36,30	22,30	0,06	30,80	24,30	162,00	klasa III	2018
PLRW60001917453	Nysa Łużycka od Pliessnitz do Żareckiego Potoku	Nysa Łużycka - Pieńsk/Deschka	0,05	1,50	53,90	0,03	31,60	12,20	9,91	0,03	11,10	11,80	65,30	klasa III	2019
PLRW60001911759	Odra od Kanału Gliwickiego do Osobłogi	Odra - Obrowiec	0,05	4,73	378,00	2,88	10,90	39,90	75,10	0,39	39,40	45,60	523,00	klasa III	2018
PLRW60002113337	Odra od Małej Panwi do granic Wrocławia	Odra - powyżej m. Wrocławia	0,05	1,50	102,00	0,68	4,48	132,00	16,00	0,08	12,80	13,40	196,00	klasa III	2018
PLRW6000211971	Odra od Odry Zachodniej do Parnicy	Odra Zachodnia - autostrada (m. Siadło Dolne)	0,05	1,50	26,00	0,13	3,30	6,74	48,00	0,00	4,58	185,00	226,00	klasa III	2018
PLRW60004125829	Olesnice	Olesnice - Podlesie	0,05	1,50	124,00	7,22	22,30	61,70	85,10	0,12	47,40	58,80	582,00	poza klasą	2019
PLRW600019133499	Oława od Gnojeń do Odry	Oława - ujście do Odry (pon. jazu Małgorzata)	0,05	1,50	13,30	0,44	0,86	4,85	16,00	0,01	3,82	124,00	52,80	klasa III	2019
PLRW600019117699	Osobłoga od Prudnika do Odry	Osobłoga - Krapkowice	0,05	11,00	194,00	0,87	22,60	26,70	24,70	0,10	32,20	19,90	220,00	klasa III	2019



Kod jcwp	Nazwa jcwp	Nazwa punktu pomiarowo-kontrolnego	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa	Rok badania
			[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]		
PLRW60008117649	Prudnik od Złotego Potoku do Osobłogi	Prudnik - Dytmarów	47,10	5,57	224,00	2,23	14,90	38,80	85,10	0,19	49,70	37,60	490,00	poza klasą	2019
PLRW6000412549	Raczyna	Raczyna - Śliwice	0,05	22,50	157,00	1,98	25,90	40,40	97,50	0,11	38,30	168,00	293,00	klasa III	2019
PLRW60005112289	Radynka	Radynka - Pietrowice Głubczyckie	13,60	9,09	114,00	0,98	13,00	33,50	28,00	0,11	33,70	23,10	142,00	poza klasą	2019
PLRW60001915299	Rudna od Moskorzynki do Odry	Rudna - powyżej Cukrowni "Głogów"	0,05	11,20	460,00	0,41	6,90	21,90	181,00	0,16	23,30	77,40	284,00	klasa III	2018
PLRW600041176489	Sadecki Potok	Sadecki Potok - Krzyżkowice	0,05	1,50	102,00	0,67	7,65	13,70	45,80	0,15	16,60	19,70	665,00	klasa III	2019
PLRW600018174592	Świerczynka	Świerczynka – ujście do Nysy Łużyckiej (most na drodze Dobrzyń - Bucze)	0,05	1,50	140,00	0,03	31,60	16,60	0,20	0,02	25,40	351,10	96,70	poza klasą	2019
PLRW600019183199	Warta od Siekiernika do Neru	Warta - Dobrów	0,05	1,50	15,80	5,16	0,82	3,16	23,00	0,01	1,50	5,53	17,60	klasa III	2018
PLRW60004117639	Osobłoga Prudnika	Wielki Potok - Równe	0,05	10,80	75,30	0,46	23,60	24,00	11,50	0,03	25,20	20,20	60,00	klasa III	2019
<b>DORZECZE PREGOŁY</b>															
PLRW70002058253	Węgorapa od wypływu z jeziora Mamry do granicy państwa	Węgorapa - Mieduniszki	131,00	9,54	123,00	0,03	8,83	28,70	32,30	0,05	18,60	14,20	78,80	poza klasą	2019
<b>DORZECZE NIEMNA</b>															
PLRW8000176249	Kołodziejanka	Kołodziejanka - ujście do Świsłoczy	128,00	1,50	14,30	0,03	0,94	1,73	14,60	0,01	1,36	0,50	16,80	poza klasą	2019
<b>DORZECZE ŁĄBY</b>															
PLRW500049617	Dzika Orlica od źródła do Czerwonego Strumienia	Orlica - przejście graniczne Niemojów-Bartošovice	0,05	13,30	45,90	1,82	9,01	9,47	13,70	0,01	124,00	20,70	94,00	poza klasą	2019
<b>DORZECZE JARFT</b>															
PLRW400017572641	Owsianka do granicy państwa	Owsianka - pow. granicy państwa	0,05	46,20	192,00	1,77	9,90	25,10	18,30	0,08	12,60	24,40	160,00	klasa III	2019

**Legenda:**

tle	klasa I	klasa II	klasa III	poza klasą
-----	---------	----------	-----------	------------

Tabela 7. Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów jcwp rzecznych (2018-2019) wg kryterium geochemicznego

ilość przypadków	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
tło	454	409	317	372	287	247	230	378	271	345	336	126
klasa I	0	31	80	50	144	207	204	76	111	74	96	179
klasa II	0	19	64	34	21	6	26	7	75	34	25	116
klasa III	0	2	0	3	9	2	1	1	4	6	4	22
poza klasą	8	1	1	3	1	0	1	0	1	3	1	19
suma	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462	462
% przypadków	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
tło	98,27%	88,53%	68,61%	80,52%	62,12%	53,46%	49,78%	81,82%	58,66%	74,68%	72,73%	27,27%
klasa I	0,00%	6,71%	17,32%	10,82%	31,17%	44,81%	44,16%	16,45%	24,03%	16,02%	20,78%	38,74%
klasa II	0,00%	4,11%	13,85%	7,36%	4,55%	1,30%	5,63%	1,52%	16,23%	7,36%	5,41%	25,11%
klasa III	0,00%	0,43%	0,00%	0,65%	1,95%	0,43%	0,22%	0,22%	0,87%	1,30%	0,87%	4,76%
poza klasą	1,73%	0,22%	0,22%	0,65%	0,22%	0,00%	0,22%	0,00%	0,22%	0,65%	0,22%	4,11%
suma	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Zgodnie z tabelą 6, silne zanieczyszczenie osadów rzecznych w latach 2018 i 2019 spowodowane było wysoką zawartością: srebra (1,73%), kadmu (0,65%), ołowiu (0,65%), arsenu, baru, kobaltu, miedzi, niklu i cynku (0,22%).

### 5.1.2. Ocena jakości osadów wg kryterium ekotoksykologicznego

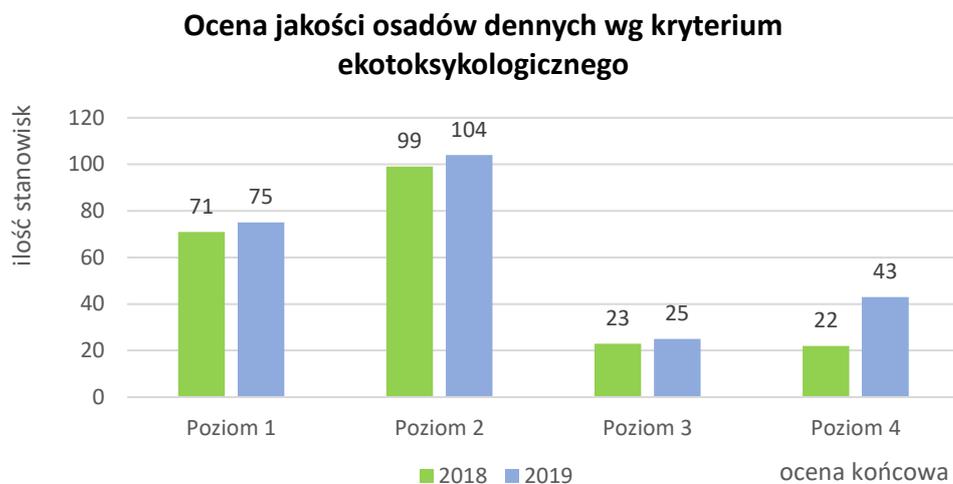
Analiza wyników badań osadów dennych pobranych z rzek i kanałów rzecznych zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym dotyczyła oceny stanu ich czystości w zależności od zawartości wybranych metali oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO). Poziomy oceny osadów zostały przyjęte zgodnie z wartościami granicznymi określonymi w tabeli 3 przedmiotowego opracowania. Dla celu oceny jakości osadów rzecznych przyjęto, że osady, dla których wartości stężeń danego wskaźnika spełniają kryterium poziomu I 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 danych osadów, tj. poziom jakości jest równy poziomowi wskaźnika o najmniej korzystnej ocenie – tzw. czynnik degradujący.

Łącznie oceną objętych było 462 próbki osadów dennych pobranych z ppk zlokalizowanych na jcw rzecznych, tj. rzek oraz kanałów rzecznych i zbiorników zaporowych. W 2018 roku oceną objętych było 215 próbek osadów dennych, przy czym w przypadku 152 próbek osadów - oceniane były pod względem zawartości 42 składników, natomiast 63 próbki osadów analizowanych było w zakresie pełnym i ocenie podlegało 48 wskaźników. W 2019 roku 116 prób osadów podlegało ocenie w zakresie 42 składników, pozostałe 131 próbek osadów dennych ocenianych było pod względem zawartości 48 składników. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 7.

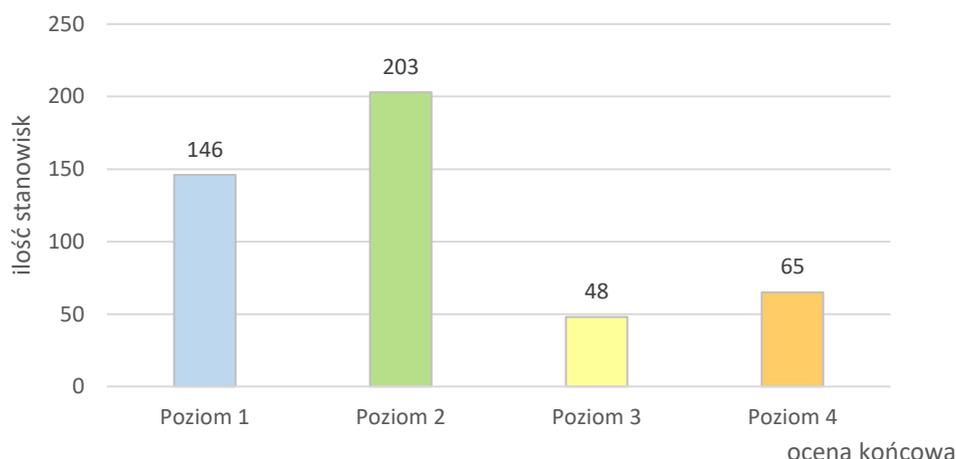
Tabela 8. Ocena jakości osadów pobranych z jcw rzecznych, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003.) – wyniki za 2018, 2019.

Ocena końcowa	Stanowiska pomiarowe					
	2018		2019		ogółem	
	ilość	%	ilość	%	ilość	%
Poziom 1	71	33,02%	75	30,36%	146	31,60%
Poziom 2	99	46,05%	104	42,11%	203	43,94%
Poziom 3	23	10,70%	25	10,12%	48	10,39%
Poziom 4	22	10,23%	43	17,41%	65	14,07%
suma	215	100,00%	247	100,00%	462	100,00%

Na poniższym wykresie przedstawiono klasyfikację stanowisk pomiarowych względem oceny jakości kryterium ekotoksykologicznego (z osobna dla roku 2018 i 2019) – rysunek 5 oraz zbiorczą klasyfikację stanowisk (lata 2018 oraz 2019) – rysunek 6



Rysunek 5. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium ekotoksykologicznego – cieki



Rysunek 6. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium ekotoksykologicznego – cieki, zbiorcze zestawienie wyników za 2018 i 2019 rok

W przypadku 65 próbek osadów dennych pobranych z ppk zlokalizowanych na jcwp rzecznych (tj. rzek, kanałów rzecznych lub zbiorników) 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, co stanowi 14,07%. 48 próbek osadów dennych odpowiada kryterium III poziomu jakości (10,39%) – są to osady zanieczyszczone w średnim stopniu. Kolejne 203 próbki osadów ocenia się jako osady zanieczyszczone w małym stopniu, tj. spełniające kryteria jakościowe II poziomu jakości (43,94%). W odniesieniu do 146 prób osadów stwierdza się, że osady nie były zanieczyszczone,

tj. w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I poziomu (31,60%).

W tabeli 8 przedstawiono wykaz lokalizacji o wysokich zawartościach pierwiastków śladowych oraz trwałych związków organicznych w osadach rzecznych (2018, 2019), tj. ppk, dla których wskaźniki badane wg kryterium ekotoksykologicznego przekraczały progowe wartości MEC (poziom III jakości osadów) oraz PEC (poziom IV jakości osadów). Tabela 9 przedstawia zbiorczą ocenę zanieczyszczenia osadów pobranych na jcwp rzecznych (2018-2019) wg badanego wskaźnika.

Zgodnie z tabelą 9, silne zanieczyszczenie osadów rzecznych spowodowane było wysoką zawartością między innymi: manganu (6,49%), acenaftenu (2,16%), srebra (1,73%), żelaza (1,52%), cynku (1,30%), ołowiu (1,30%), kadmu (1,08%), pirenu (1,08%), dibenzo(a,h)antracenu (1,30%), fluarantenu (1,30%), naftalenu (1,08%), chryzenu i benzo(a)antracenu (0,87%), fenantrenu, chryzenu, acenaftylenu (0,43%), niklu, miedzi, chromu, arsenu (0,43%),



























## 5.2. Ocena osadów dennych – jeziora

W okresie 2018 i 2019 przebadano sumarycznie 383 próbki osadów dennych pobranych w ppk zlokalizowanych na jednolitych częściach wód powierzchniowych jeziornych, w 2018 roku – 207 próbek, w 2019 roku – 176 próbek.

Ocenę jakości osadów dennych przeprowadzono w oparciu o **kryterium geochemiczne** wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.) oraz **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.

### 5.2.1. Ocena jakości osadów wg kryterium geochemicznego

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 łącznie 383 próbki, w 2018 przebadano 207 prób osadów dennych, w 2019 roku – 176 prób. Osady oceniane były pod względem zawartości 12 parametrów. Porównanie oceny jakości osadów dla 383 zbadanych próbek (2018, 2019), zgodnie z kryterium geochemicznym przedstawione zostało w poniższej tabeli.

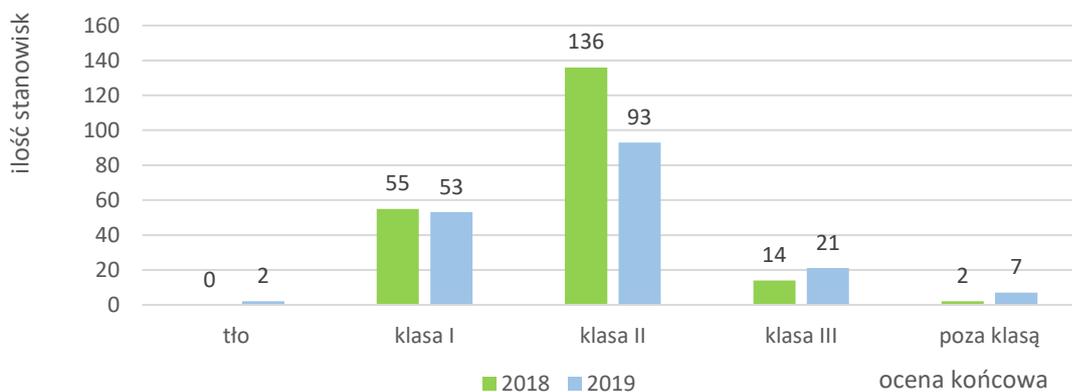
Tabela 11. Ocena jakości osadów pobranych z jezior, zgodnie z kryterium geochemicznym (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.) – wyniki za 2018, 2019.

Ocena końcowa	Stanowiska pomiarowe					
	2018		2019		ogółem	
	ilość	%	ilość	%	ilość	%
tło	0	0,00%	2	1,14%	2	0,52%
klasa I	55	26,57%	53	30,11%	108	28,20%
klasa II	136	65,70%	93	52,84%	229	59,79%
klasa III	14	6,76%	21	11,93%	35	9,14%
poza klasą	2	0,97%	7	3,98%	9	2,35%
razem	207	100,00%	176	100,00%	383	100,00%

Jak wynika z powyższej tabeli, większość badanych prób osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) spełnia kryteria II klasy jakości osadów, tj. łącznie w latach 2018 – 2019 59,79% przebadanych próbek stanowiło osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu. Kryterium I klasy jakości osadów (osady niezanieczyszczone) zostało spełnione, łącznie w latach 2018-2019, przez 28,72% próbek.

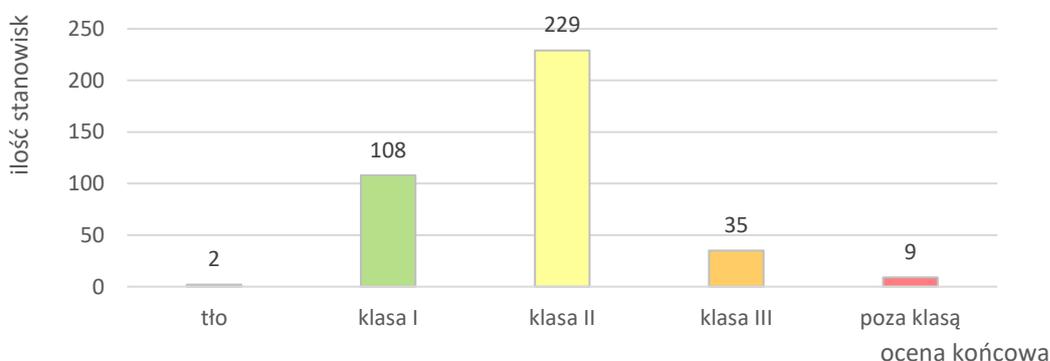
Poniżej przedstawiono klasyfikację stanowisk pomiarowych względem oceny jakości kryterium geochemicznego (oddzielnie dla roku 2018 i 2019) – rysunek 7 oraz klasyfikację jakości osadów dennych zbiorczo za lata 2018 oraz 2019 – rysunek 8.

### Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego



Rysunek 7. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium geochemicznego – jeziora

### Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego - zbiorcze przedstawienie wyników za 2018 i 2019 rok

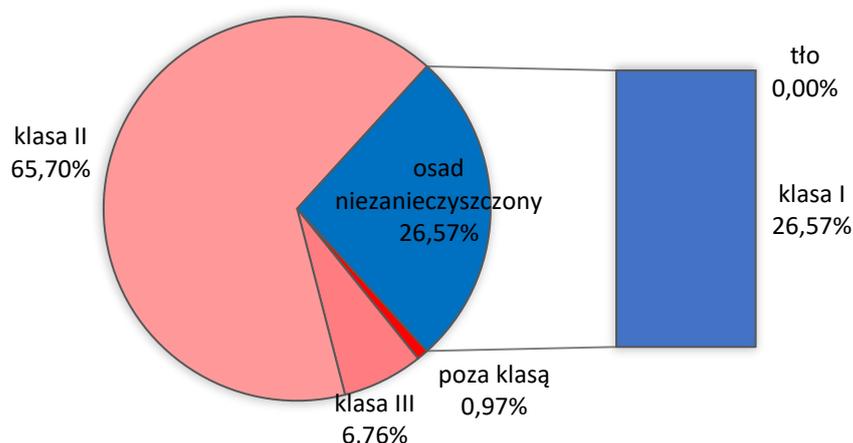


Rysunek 8. Klasyfikacja jakości osadów dennych względem kryterium geochemicznego – jeziora, zbiorcze zestawienie wyników za 2018 i 2019 rok

W przypadku zaledwie 2 prób osadów dennych przeprowadzone badania wykazały, że ilość zanieczyszczeń mieści się w wartościach poniżej granicy tła geochemicznego, co stanowi 0,52 % próbek. W odniesieniu do 9 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 – 2,35%. 35 prób osadów dennych odpowiada kryterium III klasy czystości (9,14%) – są to osady zanieczyszczone w średnim stopniu. Kolejnych 229 prób osadów ocenia się jako osady zanieczyszczone w małym stopniu, tj. spełniające kryteria jakościowe II klasy (59,79%). W odniesieniu do 108 prób osadów stwierdza się, że osady nie były zanieczyszczone (28,20%), tj. w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I klasy czystości.

W 2018 roku 73,43% badanych próbek uznano za zanieczyszczone (przekroczona zawartość graniczna określona dla I, II oraz III klasy jakości), natomiast pozostałe 26,57% uznano jako osad niezanieczyszczony (nie została przekroczona zawartość graniczna określona dla I klasy jakości) – rysunek 9. Największy udział procentowy wśród osadów zanieczyszczonych miały osady klasy II (65,70% - osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu) oraz klasy III (6,76% - osady zanieczyszczone w średnim stopniu). Osady silnie zanieczyszczone obejmowały 0,97% przebadanych próbek osadów.

### Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego

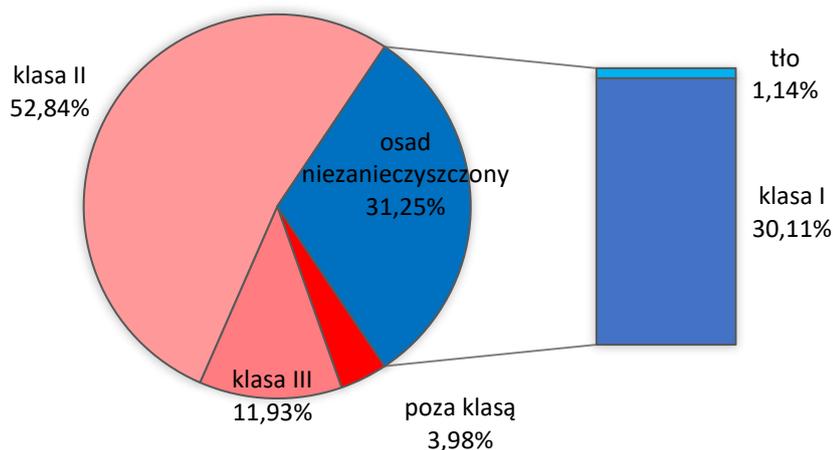


Rysunek 9. Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego - 2018

W 2019 roku za osady zanieczyszczone uznano 68,75% badanych próbek, tj. przekroczona została zawartość graniczna określona dla I, II oraz III klasy jakości. Pozostałe 31,25% próbek osadów uznano jako osad niezanieczyszczony (nie została przekroczona zawartość graniczna określona dla I klasy jakości) – rysunek 10. Największy udział procentowy wśród osadów zanieczyszczonych miały osady klasy II (52,84% - osady zanieczyszczone w niewielkim stopniu) oraz klasy III (11,93% - osady

zanieczyszczone w średnim stopniu), natomiast osady silnie zanieczyszczone obejmowały 3,98% przebadanych próbek.

### Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego



Rysunek 10. Ocena jakości osadów dennych wg kryterium geochemicznego - 2019

W tabeli 11 przedstawione zostały punkty pomiarowo-kontrolne o wysokich zawartościach pierwiastków, tj. ppk, dla których wskaźniki badane wg kryterium geochemicznego klasyfikowały badane osady jako znajdujące się w III klasie jakości lub poza klasą (przekroczone wartości graniczne określone dla III klasy jakości). W tabeli 12 przedstawiona została ocena zanieczyszczenia osadów ze względu na rodzaj badanego wskaźnika według kryterium geochemicznego wg Bojakowska I. Sokołowska G. (1998).

Zgodnie z tabelą 12, silne zanieczyszczenie osadów jezior w latach 2018 i 2019 spowodowane było wysoką zawartością: srebra (0,78%), miedzi (0,78%), arsenu (0,52%) oraz ołowiu (0,26%).

Tabela 12. Wykaz lokalizacji o wysokich zawartościach pierwiastków śladowych w jcwp jeziornych (2018,2019) wg kryterium geochemicznego (Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.)

Kod jcwp	Nazwa jcwp	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena ogólna	Rok badawczy
			[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]		
PLLW30676	Berżnik	jez. Berżnik - st.01	0,05	31,40	290	1,19	4,77	13,10	33,90	0,06	6,90	32,10	73,50	klasa III	2019
PLLW30728	Białe Włodawskie	jez. Białe Włodawskie - stanowisko 1	0,05	32,40	160	2,47	0,10	8,37	3,39	0,10	4,57	58,20	117,00	klasa III	2018
PLLW10809	Bierzwnik	jez. Bierzwnik - głęboczek - 12,4m	0,05	9,68	49	2,41	6,06	55,90	14,54	0,16	43,70	127,80	172,00	klasa III	2019
PLLW20537	Błądzimskie	jez. Błądzimskie - stanowisko 01	76,90	9,51	142	1,14	3,45	10,30	31,90	0,11	7,53	77,90	100,00	poza klasę	2019
PLLW20887	Bobięcińskie Wielkie	jez. Bobięcińskie Wielkie na pld.zachód od m.Bobięcino	0,05	9,77	104	2,04	12,90	37,70	30,00	0,12	29,90	123,10	211,60	klasa III	2019
PLLW10398	Budziławskie	Jez. Budziławskie - stan. 01	0,05	474,00	99	1,61	4,91	15,20	13,10	0,11	10,80	74,54	124,70	poza klasę	2019
PLLW10380	Buszno	Jezioro Buszno - stanowisko 01	0,05	14,90	90	2,54	2,31	8,52	23,10	0,15	9,39	112,00	199,00	klasa III	2018
PLLW20410	Bysławskie	Jezioro Bysławskie - stanowisko 01	0,05	1,50	140	3,95	2,20	10,10	59,20	0,07	7,01	26,50	70,20	klasa III	2018
PLLW20812	Bystrzyno Wielkie	jez. Bystrzyno Wielkie - głęboczek - 5,5m	0,05	7,43	63	2,19	7,15	16,20	23,80	0,16	13,00	124,00	217,40	klasa III	2019
PLLW10555	Człuchowskie Urzędowe	Jezioro Urzędowe (Człuchowskie) - na południe od m, Człuchów	0,05	7,23	340	2,86	2,80	35,30	98,50	0,97	16,30	0,50	848,00	klasa III	2018
PLLW10675	Długie	Jez. Długie - stan. 01	0,05	6,84	64	1,08	49,00	15,20	14,80	0,15	12,90	80,90	152,40	klasa III	2019
PLLW20084	Długie	jez. Długie - stan. 01	0,05	1,50	70	5,17	5,31	24,50	57,70	0,15	19,90	77,70	349,00	klasa III	2019
PLLW10382	Długie	Jezioro Długie koło Chyciny - stanowisko 01	0,05	1,50	100	5,50	0,10	3,09	36,00	0,04	2,79	25,10	51,00	klasa III	2018
PLLW20853	Dłusko	jez. Dłusko - głęboczek - 12,3m	0,05	1,50	219	1,34	9,85	23,90	36,40	0,27	23,20	110,40	231,60	klasa III	2019
PLLW10131	Dobryczno	Jez. Lubosz Wielki - stan. 01	0,05	21,50	95	2,85	6,67	16,90	28,00	0,19	16,10	134,80	237,10	klasa III	2019
PLLW20764	Dzierzgoń	jez. Dzierzgoń - Prabuty	4,16	1,50	18	0,44	5,89	5,86	7,66	0,02	4,30	5,52	22,50	klasa III	2019
PLLW30009	Garbas	jez. Garbaś - st.01	0,05	29,70	657	0,44	3,36	7,02	0,20	0,05	4,49	19,40	56,80	klasa III	2019
PLLW30282	Gim	jez. Gim - stan. 01	0,05	1,50	47	1,73	6,08	25,30	132,00	0,17	20,10	66,10	591,00	klasa III	2019

Kod jcwp	Nazwa jcwp	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena ogólna	Rok badawczy
			[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]		
PLLW30365	Głębockie	jez. Głębockie - stan. 01	0,05	1,50	231	1,36	17,90	69,70	61,80	0,15	41,60	43,00	290,00	klasa III	2019
PLLW20980	Głębockie	jez. Głębockie-na SW od m.Gałężowo	0,05	58,50	554	2,33	6,83	30,80	21,10	0,06	11,00	30,00	149,00	poza klasą	2019
PLLW30552	Goldopiwo	Jezioro Goldopiwo - stanowisko 01	0,05	6,99	160	0,42	28,00	9,77	12,80	0,06	8,67	30,00	71,80	klasa III	2018
PLLW10094	Gosławskie	Jezioro Gosławskie - stanowisko 01	0,05	1,50	290	0,15	3,24	15,50	775,00	0,13	36,10	23,90	151,00	poza klasą	2018
PLLW10141	Góreckie	Jezioro Góreckie - stanowisko 01	0,05	7,53	107	5,69	2,71	15,20	24,30	0,12	13,50	62,60	106,00	klasa III	2018
PLLW11051	Irńsko	jez. Irńsko - głęboczek - 41,7m	0,05	1,50	162	0,15	15,10	39,10	38,30	0,16	30,40	119,00	221,40	klasa III	2019
PLLW10605	Kaleńskie	jez. Kaleńskie - głęboczek - 33,7m	0,05	20,40	148	2,16	9,21	27,30	28,00	0,13	22,80	150,90	193,30	klasa III	2019
PLLW10227	Kaliszańskie	Jezioro Kaliszańskie - stanowisko 01	0,05	8,49	69	3,06	22,70	15,70	23,70	0,12	13,10	77,30	150,00	klasa III	2018
PLLW11052	Krzemień	jez. Krzemień - głęboczek - 29,2m	134,00	13,10	105	0,51	0,10	4,90	3,23	0,05	4,25	32,90	49,30	poza klasą	2019
PLLW10606	Krzemno	jez. Krzemno - głęboczek - 36,4m	0,05	15,10	65	2,08	7,32	22,60	18,90	0,10	18,90	120,40	164,80	klasa III	2019
PLLW10286	Kubek	Jezioro Kubek - stanowisko 01	0,05	9,71	42	0,88	6,80	24,70	60,40	0,06	41,80	74,20	184,00	klasa III	2018
PLLW30690	Łukcze	Łukcze - stanowisko 2	0,05	1,50	66	2,45	1,53	17,90	133,00	0,10	20,40	15,50	313,00	klasa III	2019
PLLW20982	Mądrzechowskie	jez. Mądrzechowskie - na S od m.Mądrzechowo	0,05	1,50	159	0,65	37,00	31,00	27,50	0,07	22,90	28,30	122,00	klasa III	2019
PLLW30046	Oleckie Małe	Jezioro Oleckie Małe - stanowisko 01	0,05	11,80	550	0,35	0,38	9,68	34,30	0,14	6,98	19,80	122,00	klasa III	2018
PLLW30045	Olecko Wielkie	Jez. Olecko Wielkie - stan. 01	0,05	27,70	652	0,89	7,38	17,08	8,18	0,08	10,00	30,20	99,60	klasa III	2019
PLLW10787	Ostrowiec	Jezioro Ostrowite (Ostrowiec_ stanowisko 04)	0,05	7,59	94	0,78	1,00	30,80	27,00	0,61	5,23	40,80	74,10	klasa III	2018
PLLW10090	Pątnowskie	Jez. Pątnowskie - stan. 01	2,98	10,00	276	0,31	2,18	7,79	475,00	0,08	26,22	16,56	98,50	poza klasą	2019
PLLW30650	Płaskie	jez. Płaskie koło Rygola - st.01	0,05	32,20	177	1,34	3,74	9,06	4,21	0,04	4,97	18,00	81,00	klasa III	2019

Kod jcwp	Nazwa jcwp	Nazwa ppk	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena ogólna	Rok badawczy
			[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]		
PLLW10821	Przytoczno	jez. Przytoczno - głębooczek - 12,5 m	0,05	12,57	82	1,95	3,95	12,10	17,40	0,18	12,10	112,00	173,80	klasa III	2019
PLLW10769	Radęcino	Jezioro Radęcino - stanowisko 01	0,05	22,00	120	2,70	8,40	37,10	49,20	0,16	30,70	105,00	245,00	klasa III	2018
PLLW20632	Radodzierz	jez. Radodzierz - stanowisko 02	0,05	16,40	172	2,26	26,80	42,00	93,90	0,12	41,10	116,00	341,00	klasa III	2019
PLLW20421	Słupowskie	jez. Słupowskie - stanowisko 02	76,43	11,80	133	0,67	3,12	5,96	27,00	0,04	5,60	20,00	52,00	poza klasą	2019
PLLW10533	Trzesiecko	Jezioro Trzesiecko - głębooczek - 11,8m	0,05	10,50	250	1,68	4,50	23,80	95,00	0,29	20,70	109,00	402,00	klasa III	2018
PLLW10089	Wąsowsko-Mikorzyńskie	Jezioro Mikorzyńskie - stanowisko 01	0,05	1,50	296	0,24	1,71	7,28	495,00	0,05	27,40	18,70	121,00	poza klasą	2018
PLLW20246	Wieczno Pd.	jez. Wieczno Południowe - stanowisko 01	0,05	4,86	45	0,72	7,06	21,20	11,60	0,08	16,10	569,00	102,00	poza klasą	2019
PLLW10193	Ziolo	Jezioro Ziolo - stanowisko 01	0,05	1,50	170	1,01	2,00	206,00	50,50	0,09	11,80	17,50	184,00	klasa III	2018

## Legenda:

tło

klasa I

klasa II

klasa III

poza klasą

Tabela 13. Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów pobranych na jcwp jeziornych (2018-2019) wg kryterium geochemicznego

liczba przypadków	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
<b>tło</b>	377	164	69	151	250	122	82	100	161	58	161	2
<b>klasa I</b>	1	195	235	116	118	258	266	274	177	117	202	108
<b>klasa II</b>	0	19	75	112	10	2	30	7	41	194	18	229
<b>klasa III</b>	2	3	4	4	5	1	2	2	4	13	2	35
<b>poza klasą</b>	3	2	0	0	0	0	3	0	0	1	0	9
<b>suma</b>	377	164	69	151	250	122	82	100	161	58	161	383
% przypadków	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Ocena końcowa
<b>tło</b>	98,43%	42,82%	18,02%	39,43%	65,27%	31,85%	21,41%	26,11%	42,04%	15,14%	42,04%	0,52%
<b>klasa I</b>	0,26%	50,91%	61,36%	30,29%	30,81%	67,36%	69,45%	71,54%	46,21%	30,55%	52,74%	28,20%
<b>klasa II</b>	0,00%	4,96%	19,58%	29,24%	2,61%	0,52%	7,83%	1,83%	10,70%	50,65%	4,70%	59,79%
<b>klasa III</b>	0,52%	0,78%	1,04%	1,04%	1,31%	0,26%	0,52%	0,52%	1,04%	3,39%	0,52%	9,14%
<b>poza klasą</b>	0,78%	0,52%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,78%	0,00%	0,00%	0,26%	0,00%	2,35%
<b>suma</b>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%



## 5.2.2. Ocena jakości osadów wg kryterium ekotoksykologicznego

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

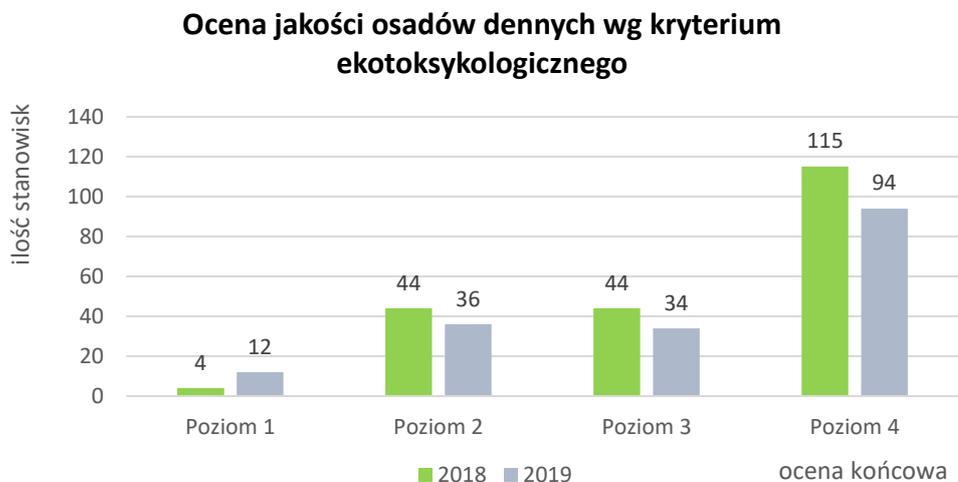
Łącznie oceną objętych było 383 punkty pomiarowo-kontrolne, zlokalizowane na jcwp jeziornych. W 2018 roku ocenie podlegało 207 próbek osadów dennych, przy czym w przypadku 187 próbek osady oceniane były pod względem zawartości 42 składników, natomiast 20 próbek osadów analizowanych było w zakresie pełnym i ocenie podlegało 48 wskaźników. W 2019 roku oceną objętych było 176 próbek osadów dennych pobranych z jezior, w przypadku wszystkich 176 próbek osady oceniane były pod względem zawartości 42 spośród 48 składników, żadnej z próbek nie analizowano w pełnym zakresie. Wyniki oceny zebrane zostały w tabeli 13.

Tabela 14. Ocena jakości osadów jeziornych, zgodnie z kryterium ekotoksykologicznym (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003.) – wyniki za 2018, 2019.

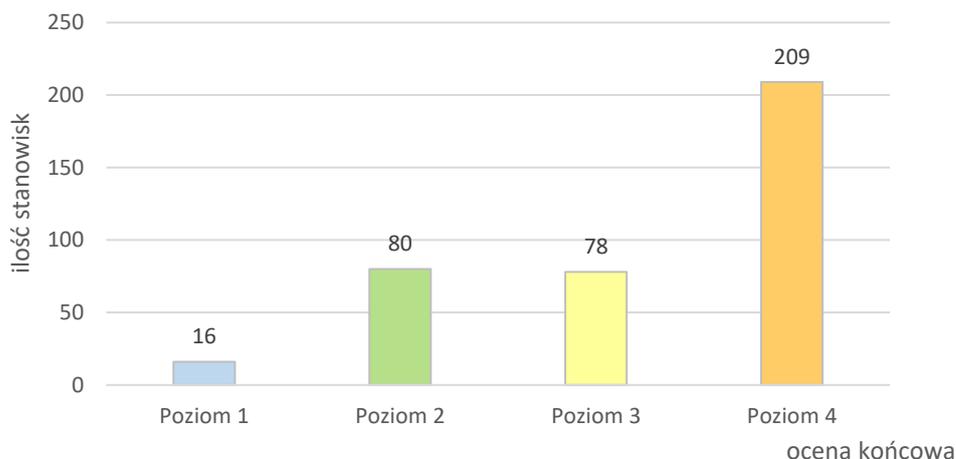
Ocena końcowa	Stanowiska pomiarowe					
	2018		2019		ogółem	
	ilość	%	ilość	%	ilość	%
Poziom 1	4	1,93%	12	6,82%	16	4,18%
Poziom 2	44	21,26%	36	20,45%	80	20,89%
Poziom 3	44	21,26%	34	19,32%	78	20,37%
Poziom 4	115	55,56%	94	53,41%	209	54,57%
suma	207	100,00%	176	100,00%	383	100,00%

Jak wynika z powyższej tabeli, w przypadku większości badanych prób osadów dennych ich jakość (określona jako ocena końcowa) nie spełnia kryterium I-III poziomu jakości osadów, tj. łącznie w latach 2018 – 2019 54,47 % przebadanych próbek.

Na poniższym wykresie przedstawiono klasyfikację stanowisk pomiarowych względem oceny jakości kryterium ekotoksykologicznego (z osobna dla roku 2018 i 2019) – rysunek 11 oraz zbiorczą klasyfikację stanowisk (lata 2018 oraz 2019) – rysunek 12.



Rysunek 11. Ocena jakości osadów jeziornych wg kryterium ekotoksykologicznego (2018, 2019)



Rysunek 12. Ocena jakości osadów jeziornych wg kryterium ekotoksykologicznego - zbiorcze przedstawienie wyników za 2018 i 2019 rok

W przypadku 209 próbek 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, co stanowi 54,57%. 78 prób osadów dennych odpowiada kryterium III poziomu jakości (20,37%) – są to osady zanieczyszczone w średnim stopniu. Kolejnych 80 prób osadów ocenia się jako osady zanieczyszczone w małym stopniu, tj. spełniające kryteria jakościowe II poziomu jakości (20,89%). W odniesieniu do 16 prób osadów stwierdza się, że osady nie były zanieczyszczone, tj. w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I poziomu (zaledwie 4,18%).

---

W tabeli 14 przedstawiono wykaz lokalizacji o wysokich zawartościach pierwiastków śladowych oraz trwałych związków organicznych w osadach jeziornych (2018, 2019), tj. ppk, dla których wskaźniki badane wg kryterium ekotoksykologicznego przekraczały progowe wartości MEC (poziom III jakości osadów) oraz PEC (poziom IV jakości osadów). Tabela 15 przedstawia zbiorczą ocenę zanieczyszczenia osadów pobranych w jeziorach i zbiornikach zaporowych (2018-2019) wg badanego wskaźnika.

W odniesieniu do tabeli 15 można stwierdzić, że za silne zanieczyszczenie osadów jezior w badanym okresie odpowiada wysoka zawartość: para'-para'-DDE (2,67%), para'-para'-DDD (2,0%), DDT -suma (1,67%), arsen, kadm, ołów (1,33%), WWA-suma (1,33%), miedź (0,67%).









































## 6. KOMPLEKSOWA OCENA JAKOŚCI OSADÓW Z UWZGLĘDNIENIEM MONITORINGU PROWADZONEGO W OKRESIE 2010 – 2019

Kompleksową oceną jakości osadów dennych przeprowadzono dla wszystkich jednolitych części wód powierzchniowych objętych monitoringiem w okresie od 2010 do 2015 roku oraz w latach 2016 - 2019. Celem oceny kompleksowej jest określenie kierunku zmian stanu zanieczyszczenia osadów dennych i jednolitych części wód powierzchniowych na przestrzeni ostatnich 10 lat.

W okresie 2010-2015 ocena jakości osadów prowadzona była wg kryterium geochemicznego umożliwiającego ocenę stopnia zanieczyszczenia osadów dennych w odniesieniu do tła geochemicznego, czyli zawartości pierwiastków występujących w osadach w warunkach naturalnych (wg Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.) oraz z uwzględnieniem następujących wskaźników WWA – suma, PCB – suma, lindan (gamma-HCH), p,p' – DDD, p,p' – DDE, p,p' – DDT. Od 2016 roku ocena jakości osadów prowadzona była wg szerszego spektrum, tj. zgodnie z metodyką geochemiczną (Bojakowska I., Sokołowska G. 1998, aktualizacja 2001r.) i ekotoksykologiczną wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003. Jednak na cele oceny kompleksowej zestawiono ze sobą tylko te wskaźniki, które analizowane były także we wcześniejszym cyklu monitoringowym.

Kompleksową ocenę jakości osadów przeprowadzano oddzielnie dla cieków, jezior i zbiorników zaporowych. Przy ocenie cieków kierowano się wynikiem końcowym (ocena) uzyskanym dla jednolitej części wód powierzchniowych. Przy ocenie jezior i zbiorników zaporowych analizę przeprowadzono nie ze względu na ocenę jcwp, ale bezpośrednio ze względu na stan jakości osadów w konkretnym jeziorze lub zbiorniku. Inaczej mówiąc w przypadku jezior i zbiorników porównywano dane wynikowe (ocena) po nazwie jeziora / zbiornika, a w przypadku rzek oceny dokonywano względem jednolitej części wód powierzchniowych.

## 6.1. Ocena jakości osadów - cieki

W analizowanym okresie zbadano łącznie 2635 próbek osadów rzecznych, 1463 w dorzeczu Wisły, 1085 w dorzeczu Odry, 32 próbki osadów w dorzeczu Pregoly, 30 w dorzeczu Niemna, 10 w dorzeczu Łaby, po 6 próbek w dorzeczu Dunaju i rzeki Jarft oraz 3 próbki w dorzeczu Dniestru.

Tabela 17. Wykaz ilości pobranych próbek osadów dennych z uwzględnieniem dorzecza i roku monitoringowego.

Dorzecze	Rok badawczy										Łącznie
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Dniestru			1						2		3
Dunaju		1							4	1	6
Jarft										6	6
Łaby	1			1			1			7	10
Niemna	2		3	2	1	3	3		2	14	30
Odry	145	67	125	146	68	127	138	80	67	122	1085
Pregoly	1		9	1	1	9	1		1	9	32
Wisły	122	206	153	123	5	134	127	190	130	73	1463

Spośród wszystkich przebadanych próbek osadów, w przypadku 197 próbek określono, że są to osady rzeczne silnie zanieczyszczone, w przypadku 275 próbek oceniono, że są to osady zanieczyszczone. Jako niezanieczyszczone i zanieczyszczone w stopniu miernym oceniono łącznie 2163 próbki.

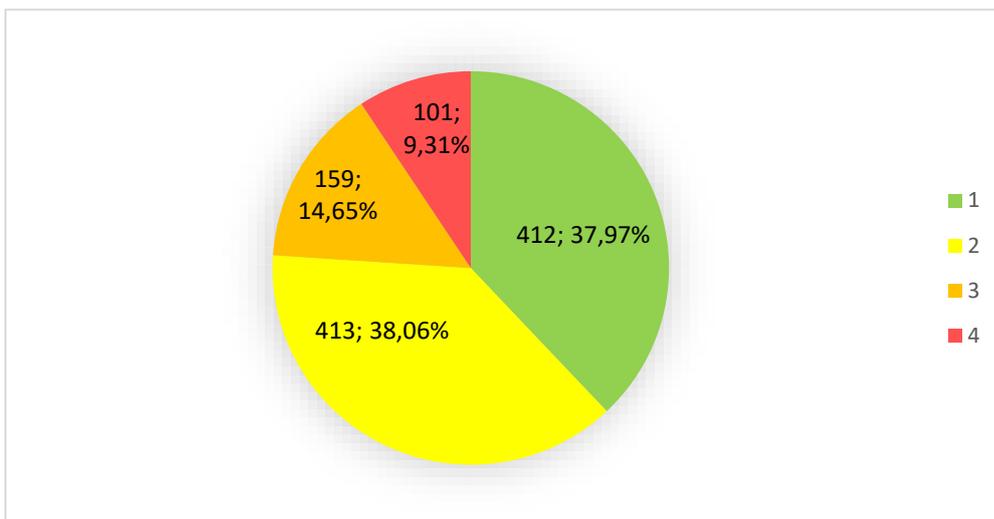
Tabela 18. Ocena jakości osadów dennych w ciekach, za okres 2010-2019

Ocena jakości osadów jezior	Liczba pomiarów											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Suma	
osady niezanieczyszczone	121	114	104	151	137	155	75	125	139	126	1247	
osady miernie zanieczyszczone	97	98	133	83	95	77	115	92	51	74	916	
osady zanieczyszczone	33	39	29	24	19	24	51	30	13	13	275	
osady silnie zanieczyszczone	20	23	25	15	24	17	29	23	2	19	197	
<b>Suma końcowa</b>	<b>271</b>	<b>274</b>	<b>291</b>	<b>273</b>	<b>275</b>	<b>273</b>	<b>270</b>	<b>270</b>	<b>206</b>	<b>232</b>	<b>2635</b>	

Kompleksową ocenę jakości osadów przeprowadzono z uwzględnieniem podziału kraju na dorzecza, tj. uwzględniając przynależność stanowisk pomiarowych do konkretnych jednolitych części wód powierzchniowych znajdujących się w obrębie wybranego dorzecza.

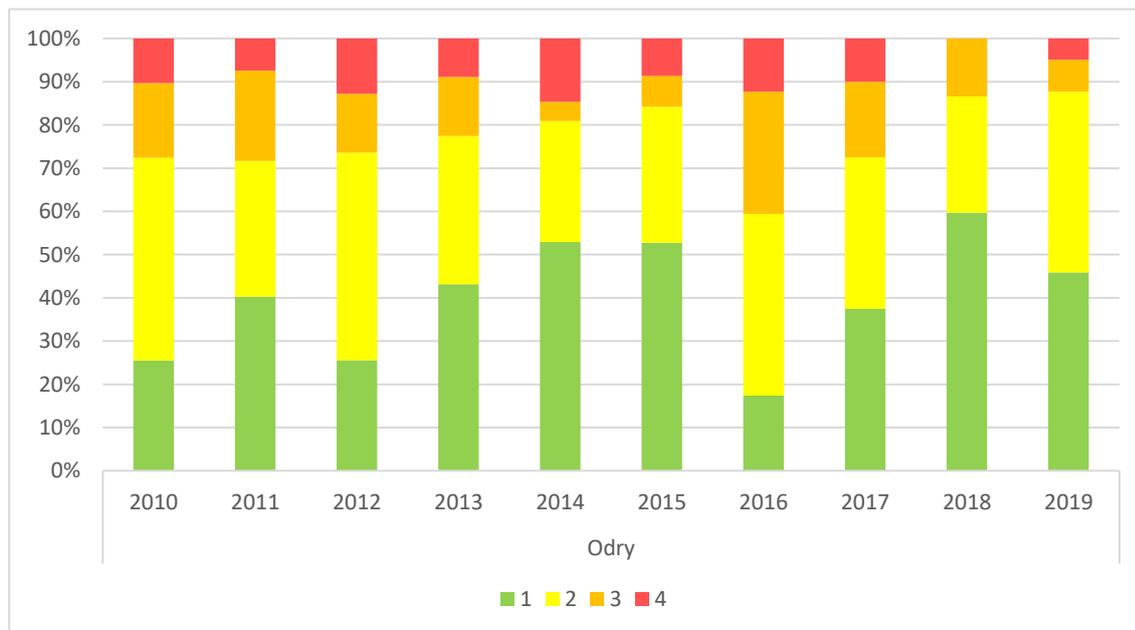
### 6.1.1. Kompleksowa cena jakości osadów w dorzeczu Odry

W dorzeczu Odry w analizowanym okresie przebadano łącznie 1085 próbek osadów dennych. Łącznie 101 próbek osadów ocenionych zostało jako osady silnie zanieczyszczone (9,31%), osady zanieczyszczone stanowiły 14,65% (159 próbek), osady miernie zanieczyszczone 38,06% (413 próbek), a osady niezanieczyszczone 37,97% (412 próbek).



Rysunek 13. Ocena jakości osadów w dorzeczu Odry, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w okresie 2010-2019.

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 3 – osady zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone



Rysunek 14. Ocena jakości osadów w dorzeczu Odry, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w rozbiu na poszczególne lata badawcze

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 3 – osady zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone



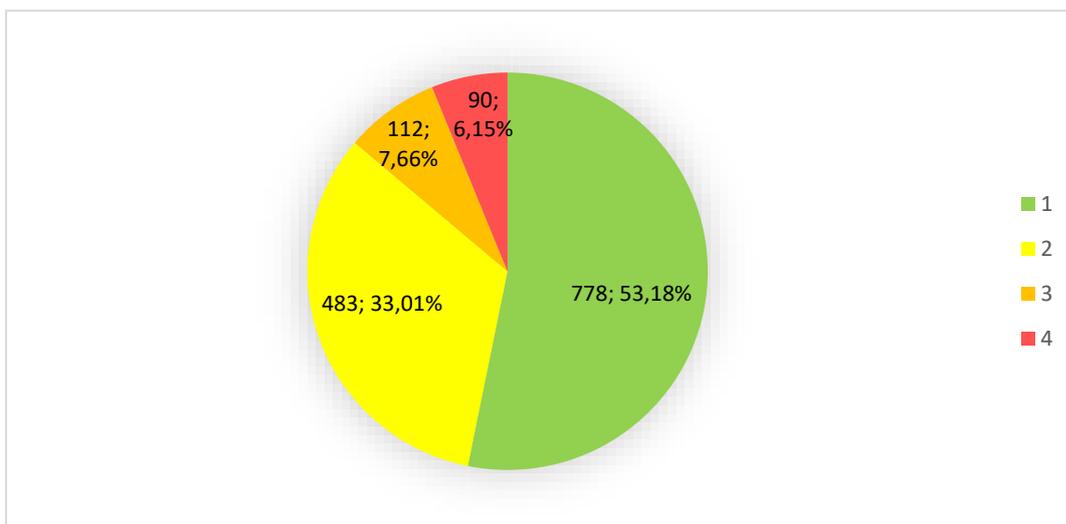
Na podstawie powyższego wykresu stwierdza się, że największa część przebadanych osadów w dorzeczu Odry klasyfikowana była jako niezanieczyszczona (od 17,39% w 2016 roku do 59,70% w roku 2018) lub zanieczyszczona w stopniu miernym (od 26,87% w roku 2018 do 48,0% w roku 2012). Osady zanieczyszczone stanowiły najwyższy odsetek przebadanych osadów w roku 2016 (28,26%) a najniższy w roku 2014 (4,41%). Osady silnie zanieczyszczone stwierdzono w największej liczbie przebadanych stanowisk w roku 2014 (14,71%), zaś w najniższej w roku 2018, w którym ani jednej próbki nie zaklasyfikowano do osadów silnie zanieczyszczonych. W poniższej tabeli uszczegółowiono ocenę jakościową osadów dennych w odniesieniu do liczby przeprowadzonych pomiarów w dorzeczu Odry dla poszczególnych lat monitoringowych (Tabela 18).

Tabela 19 Łączna ocena jakości osadów dla dorzecza Odry

Ocena jakości osadów	Liczba pomiarów										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	SUMA
osady niezanieczyszczone	37	27	32	63	36	67	24	30	40	56	412
osady miernie zanieczyszczone	68	21	60	50	19	40	58	28	18	51	413
osady zanieczyszczone	25	14	17	20	3	9	39	14	9	9	159
osady silnie zanieczyszczone	15	5	16	13	10	11	17	8	0	6	101
<b>Suma końcowa</b>	<b>145</b>	<b>67</b>	<b>125</b>	<b>146</b>	<b>68</b>	<b>127</b>	<b>138</b>	<b>80</b>	<b>67</b>	<b>122</b>	<b>1085</b>

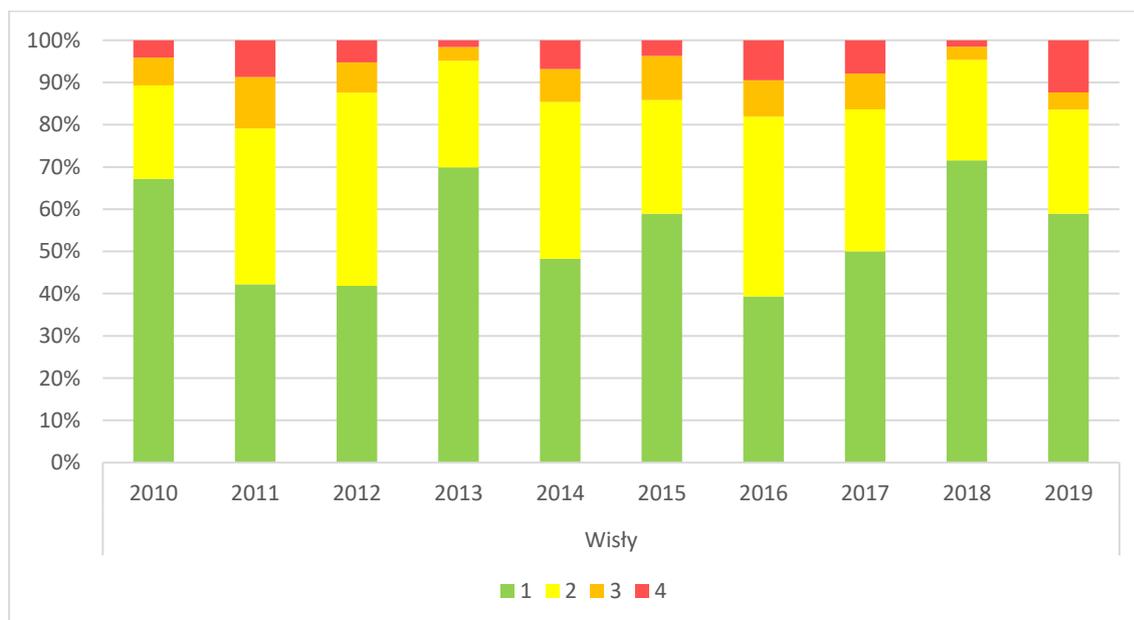
### 6.1.2. Kompleksowa ocena jakości osadów w dorzeczu Wisły

W dorzeczu Wisły w analizowanym okresie przebadano łącznie 1463 próbki osadów dennych. Łącznie 90 próbek osadów ocenionych zostało jako osady silnie zanieczyszczone (6,15%), osady zanieczyszczone stanowiły 7,66% (112 próbek), osady miernie zanieczyszczone 33,01% (483 próbki), a osady niezanieczyszczone 53,18% (778 próbek).



Rysunek 15. Ocena jakości osadów w dorzeczu Wisły, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w okresie 2010-2019.

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 3 – osady zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone



Rysunek 16. Ocena jakości osadów w dorzeczu Wisły, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w rozbiciu na poszczególne lata badawcze

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 3 – osady zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone

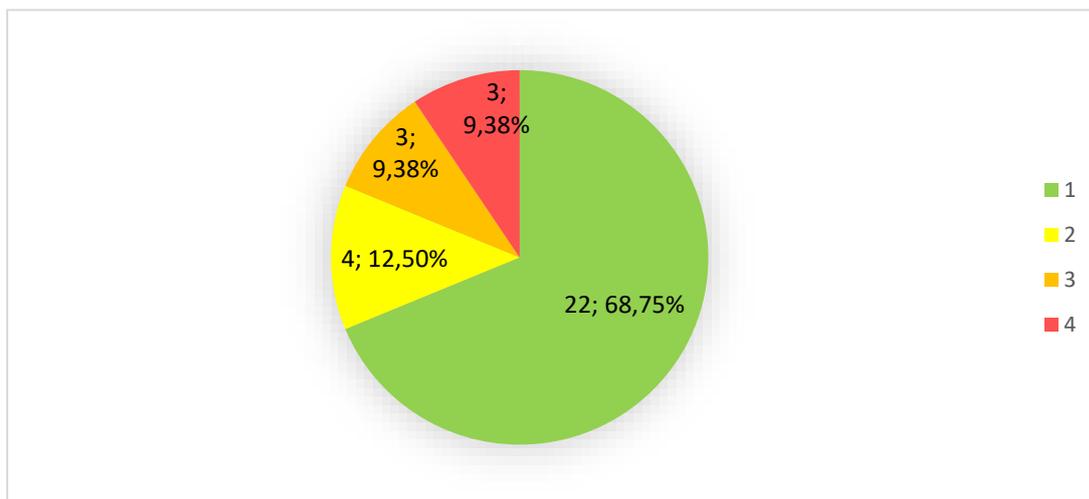
Powyższy wykres obrazuje, że największa część przebadanych osadów w dorzeczu Wisły w prezentowanych latach badawczych klasyfikowana była jako osady niezanieczyszczone (w granicach od 39,37% w roku 2016 do 70,99% w roku 2018) lub zanieczyszczone w stopniu miernym (od 22,13% w roku 2010 do 45,75% w roku 2012). Osady zanieczyszczone stanowiły od 3,05% przypadków (2018 rok) do 12,14% (dla próbek pobranych w roku 2011), natomiast osady silnie zanieczyszczone najmniejszy odsetek przebadanych osadów stanowiły w roku 2018 (1,54%) zaś największy w roku 2019 (12,33%). W tabeli poniżej (Tabela 19) uszczegółowiono ocenę jakościową osadów w odniesieniu do liczby przebadanych próbek pobranych w dorzeczu Wisły dla poszczególnych lat monitoringowych.

Tabela 20. Łączna ocena jakości osadów dla dorzecza Wisły

Ocena jakości osadów	Liczba pomiarów										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	SUMA
osady niezanieczyszczone	82	87	64	86	99	79	50	95	93	43	778
osady miernie zanieczyszczone	27	76	70	31	76	36	54	64	31	18	483
osady zanieczyszczone	8	25	11	4	16	14	11	16	4	3	112
osady silnie zanieczyszczone	5	18	8	2	14	5	12	15	2	9	90
<b>Suma końcowa</b>	<b>122</b>	<b>206</b>	<b>153</b>	<b>123</b>	<b>205</b>	<b>134</b>	<b>127</b>	<b>190</b>	<b>130</b>	<b>73</b>	<b>1463</b>

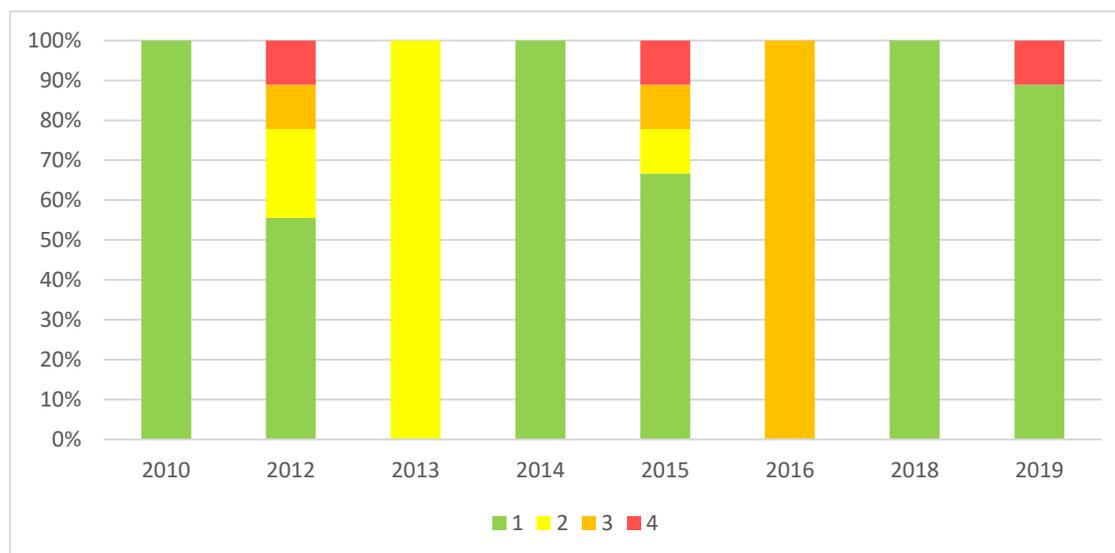
### 6.1.3. Kompleksowa ocena jakości osadów w dorzeczu Pregoty

W dorzeczu Pregoty w latach: 2010 – 2019 przebadano łącznie 32 próbki osadów dennych. Spośród przebadanych próbek osadów jako osady silnie zanieczyszczone ocenionych zostało 9,32% ogólnej liczby próbek (3 próbki), osady zanieczyszczone stanowiły również 9,32% (3 próbki), osady miernie zanieczyszczone 12,5% (4 próbki), a osady niezanieczyszczone 68,75% (22 próbki).



Rysunek 17. Ocena jakości osadów w dorzeczu Pregoty, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w okresie 2010-2019.

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 3 – osady zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone



Rysunek 18. Ocena jakości osadów w dorzeczu Pregoty, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w rozbiciu na poszczególne lata badawcze

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 3 – osady zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone

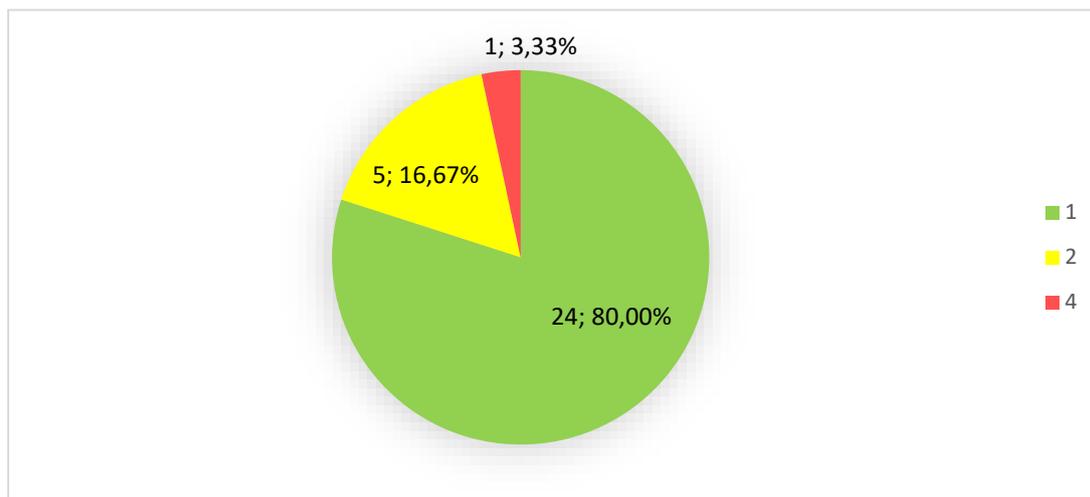
W latach 2010, 2013, 2014, 2016 oraz 2018 pobrano po jednej próbce w danym roku badawczym. W latach 2012, 2015 i 2019 pobranych zostało po 9 próbek. Największa część przebadanych osadów w dorzeczu Pregoty w latach badawczych 2012, 2015 i 2019 klasyfikowana była jako osady niezanieczyszczone (w granicach od 55,56% w roku 2012 do 88,89% w roku 2019) lub zanieczyszczone w stopniu miernym (11,11% w roku 2015 i 22,22% w roku 2012). Osady zanieczyszczone oraz silnie zanieczyszczone w latach 2012, 2015 i 2019 stanowiły 11,11 % przebadanych próbek. W poniższej tabeli uszczegółowiono ocenę jakościową osadów dla poszczególnych lat w dorzeczu Pregoty (Tabela 20).

Tabela 21. Łączna ocena jakości osadów dla dorzecza Pregoty

Ocena jakości osadów	Liczba pomiarów								
	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2019	SUMA
osady niezanieczyszczone	1	5		1	6		1	8	22
osady miernie zanieczyszczone		2	1		1				4
osady zanieczyszczone		1			1	1			3
osady silnie zanieczyszczone		1			1			1	3
<b>Suma końcowa</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>32</b>

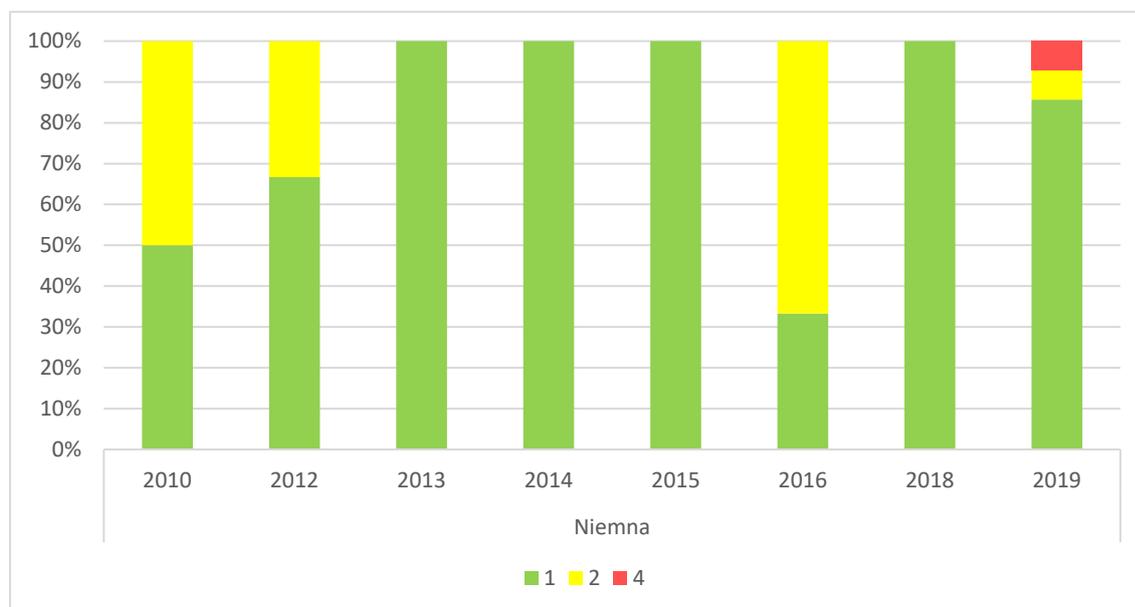
#### 6.1.4. Kompleksowa ocena jakości osadów w dorzeczu Niemna

W dorzeczu Niemna w analizowanym okresie przebadano łącznie 30 próbek. Spośród przebadanych próbek osadów jako osady silnie zanieczyszczone ocenionych zostało 3,33% ogólnej liczby próbek (1 próbka), osady miernie zanieczyszczone stanowiły 16,67% (5 próbek), osady niezanieczyszczone 80,00% (24 próbki), nie stwierdzono natomiast osadów ocenionych jako zanieczyszczone.



Rysunek 19. Ocena jakości osadów w dorzeczu Niemna, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w okresie 2010-2019.

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone



Rysunek 20. Ocena jakości osadów w dorzeczu Niemna, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w rozbiciu na poszczególne lata badawcze

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone

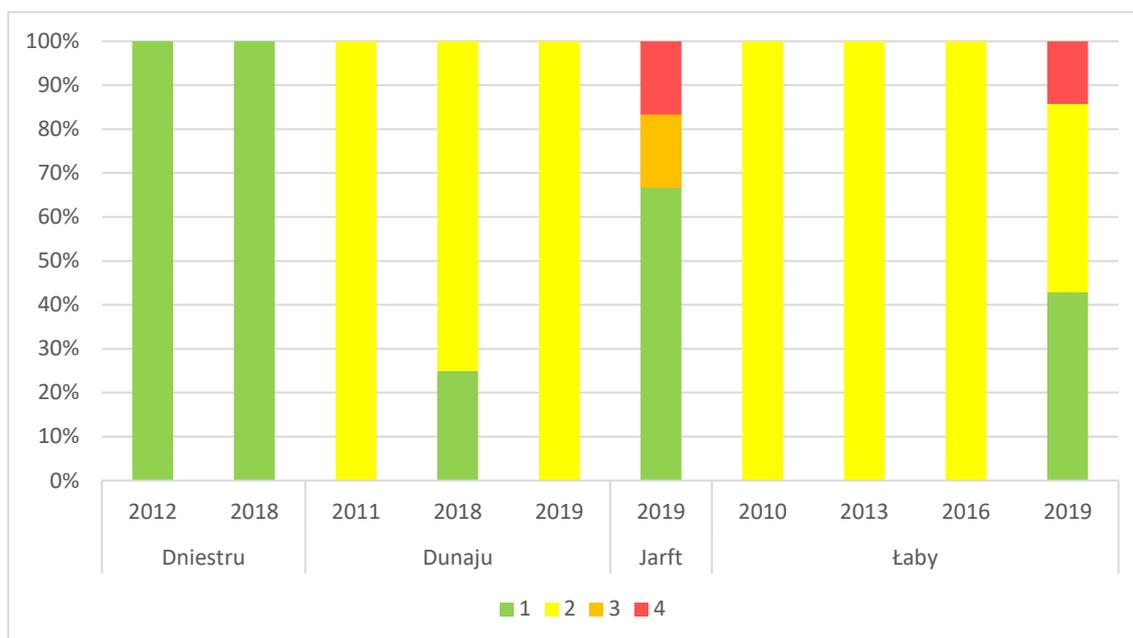
Jak wynika z powyższego wykresu osady przebadane w latach 2013-2015 oraz w roku 2018 we wszystkich punktach pomiarowo-kontrolnych podlegały pod ocenę osadów niezanieczyszczonych. W latach 2010, 2012, 2016 oraz 2019 osady ocenione jako niezanieczyszczone stanowiły od 33,33 % w roku 2016 do 85,71% przebadanych osadów w roku 2019. Odsetek osadów zanieczyszczonych w stopniu miernym stanowił w roku 2019 7,14%, w roku 2012 33,33%, a w roku 2016 66,67% przebadanych próbek. W poniższej tabeli uszczegółowiono ocenę jakościową osadów dla poszczególnych lat w dorzeczu Niemna (Tabela 21).

Tabela 22. Łączna ocena jakości osadów dla dorzecza Niemna

Ocena jakości osadów	Liczba pomiarów								
	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2018	2019	SUMA
osady niezanieczyszczone	1	2	2	1	3	1	2	12	24
osady miernie zanieczyszczone	1	1				2		1	5
osady zanieczyszczone								1	1
<b>Suma końcowa</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>30</b>

### 6.1.5. Kompleksowa ocena jakości osadów w dorzeczu Łaby, Dunaju, Dniestru oraz Jarftu

W latach 2010 – 2019 na obszarze dorzeczy Łaby, Dunaju, Dniestru i Jarftu dokonano łącznie 25 pomiarów w celu oceny jakości osadów dennych. W latach badawczych 2011, 2012, 2018 i 2019 w dorzeczach Dniestru i Dunaju oraz w próbkach badanych w latach 2010, 2013 i 2016 w dorzeczu Łaby, nie stwierdzono osadów ocenionych jako zanieczyszczone i silnie zanieczyszczone. Osady ocenione jako silnie zanieczyszczone zbadano w 2019 roku w ppk zlokalizowanych w dorzeczu Jarftu oraz w dorzeczu Łaby, osady zanieczyszczone stwierdzono w ppk w dorzeczu Jarftu.



Rysunek 21. Ocena jakości osadów w dorzeczu Dniestru, Dunaju, Jarftu i Łaby, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w rozbiciu na poszczególne lata badawcze

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 3 – osady zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone

W poniższej tabeli (Tabela 22) uszczegółowiono ocenę jakościową osadów dla poszczególnych lat w dorzeczu Dniestru, Dunaju, Łaby i Jarftu. W przypadku dorzecza Dniestru oceny dokonano w 2 punktach pomiarowych, w których osady zaklasyfikowano jako niezanieczyszczone (łącznie przebadano 3 próbki). W dorzeczu Dunaju oceny jakości osadów dokonano w 5 punktach pomiarowych, wśród których jako osady niezanieczyszczone oceniono 1 próbkę, zaś jako miernie zanieczyszczone oceniono 5 próbek. Ocena jakości osadów dennych w dorzeczu Jarftu dokonana została w 6 stanowiskach, badanych w roku 2019. Spośród przebadanych próbek osadów jako osady niezanieczyszczone ocenione zostały 4 próbki, jako osady zanieczyszczone i silnie zanieczyszczone ocenionych zostało po 1 próbce. Osadów zanieczyszczone w stopniu miernym nie stwierdzono. W dorzeczu Łaby oceny jakości osadów dokonano w 8 punktach pomiarowych, w których do osadów niezanieczyszczonej



zaklasyfikowano 3 próbki, do osadów miernie zanieczyszczonych zaklasyfikowano 6 próbek, natomiast do osadów silnie zanieczyszczonych zaklasyfikowano 1 próbkę.

Tabela 23. Łączna ocena jakości osadów w poszczególnych latach w dorzeczu Dniestru, Dunaju, Łaby i Jarftu.

Ocena jakości osadów	Liczba pomiarów								
	2010	2011	2012	2013	2015	2016	2018	2019	SUMA
<b>Dorzecze Dniestru</b>	<b>Łączna liczba pomiarów – 3</b>								
osady niezanieczyszczone			1				2		3
<b>Dorzecze Dunaju</b>	<b>Łączna liczba pomiarów – 6</b>								
osady niezanieczyszczone							1		1
osady miernie zanieczyszczone		1					3	1	5
<b>Dorzecze Łaby</b>	<b>Łączna liczba pomiarów – 10</b>								
osady niezanieczyszczone								3	3
osady miernie zanieczyszczone	1			1		1		3	3
osady silnie zanieczyszczone								1	1
<b>Dorzecze Jarftu</b>	<b>Łączna liczba pomiarów – 6</b>								
osady niezanieczyszczone								4	4
osady zanieczyszczone								1	1
osady silnie zanieczyszczone								1	1

## 6.2. Podsumowanie oceny jakości osadów w ciekach

Przeprowadzone w latach 2010-2019 badania osadów dennych w rzekach i kanałach wykazały duże zróżnicowanie w ocenie jakości osadów w odniesieniu do poszczególnych dorzeczy. W odniesieniu do dorzecza Odry stwierdzony najwyższy odsetek osadów zanieczyszczonych i silnie zanieczyszczonych - 23,92%, w dorzeczu Pregoty łącznie 18,76%, w dorzeczu Wisły 13,82%, w dorzeczu Niemna 3,33%. W dorzeczach Dniestru i Dunaju nie stwierdzono osadów ocenionych jako zanieczyszczone i silnie zanieczyszczone. W dorzeczach Łaby i Jarftu można przypuszczać, iż wysoki odsetek osadów silnie zanieczyszczonych i zanieczyszczonych (odpowiednio dla Łaby – 10% i Jarftu – 33,3%) wynika z mało licznej próby, na której dokonywano oceny.

W wielu punktach pomiarowo-kontrolnych obserwowano dużą zmienność w ocenie jakości osadów, rzędu dwóch lub trzech klas jakości, bez wskazania wyraźnego trendu (ku lepszej bądź ku gorszej ocenie).

W okresie 2010-2019 przeprowadzone badania 2635 próbek osadów z rzek (w tym kanałów) wykazały, że zgodnie z oceną końcową do osadów niezanieczyszczonych zaklasyfikowano 47,32% przebadanych próbek tj. dla których zawartości oznaczanych pierwiastków śladowych i związków organicznych spełnione były kryteria graniczne określone dla I klasy jakości, 34,74% stanowiły osady zanieczyszczone w stopniu miernym (II klasa jakości), 10,44% stanowiły osady zanieczyszczone oraz silnie zanieczyszczone – 7,48%. Na podstawie danych zawartych w poniższej tabeli widać, że za silne zanieczyszczenie osadów rzecznych odpowiada wysoka zawartość pierwiastków: kadmu (2,24%), ołowiu (1,44%), cynku (1,25%) oraz związków organicznych: WWA (2,16%) oraz DDT (0,95%). Czynnikiem degradującym, klasyfikującym badane próbki osadów dennych do kategorii osadów zanieczyszczonych, najczęściej stanowiły parametry: WWA (2,5%), para'-para'-DDD (2,54%), DDT całkowity (2,20%), para'-para'-DDE (1,97%), kobalt (2,09%), cynk (1,78%), ołów (1,67%), kadm (1,56%).

Tabela 24. Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów dennych - cieki (2010-2019)

liczba przypadków	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	WWA - suma	PCB- suma	Gamma -HCH	p'p'-DDD	p'p'-DDE	DDT całkowity	Ocena końcowa - cieki
<b>nz</b>	2576	2427	2109	2352	2394	2513	2425	2454	2127	2217	2346	1906	2604	2594	2470	2405	2411	1247
<b>mz</b>	31	182	503	183	180	85	167	127	455	336	209	606	23	12	78	167	141	916
<b>z</b>	14	16	17	41	55	31	31	38	32	44	47	66	3	24	67	52	58	275
<b>sz</b>	14	10	6	59	6	6	12	16	21	38	33	57	5	5	20	11	25	197
<b>suma</b>	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635	2635
% przypadków	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	WWA - suma	PCB- suma	Gamma -HCH	p'p'-DDD	p'p'-DDE	DDT całkowity	Ocena końcowa - cieki
<b>nz</b>	97,76%	92,11%	80,04%	89,26%	90,85%	95,37%	92,03%	93,13%	80,72%	84,14%	89,03%	72,33%	98,82%	98,44%	93,74%	91,27%	91,50%	47,32%
<b>mz</b>	1,18%	6,91%	19,09%	6,94%	6,83%	3,23%	6,34%	4,82%	17,27%	12,75%	7,93%	23,00%	0,87%	0,46%	2,96%	6,34%	5,35%	34,76%
<b>z</b>	0,53%	0,61%	0,65%	1,56%	2,09%	1,18%	1,18%	1,44%	1,21%	1,67%	1,78%	2,50%	0,11%	0,91%	2,54%	1,97%	2,20%	10,44%
<b>sz</b>	0,53%	0,38%	0,23%	2,24%	0,23%	0,23%	0,46%	0,61%	0,80%	1,44%	1,25%	2,16%	0,19%	0,19%	0,76%	0,42%	0,95%	7,48%
<b>suma</b>	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

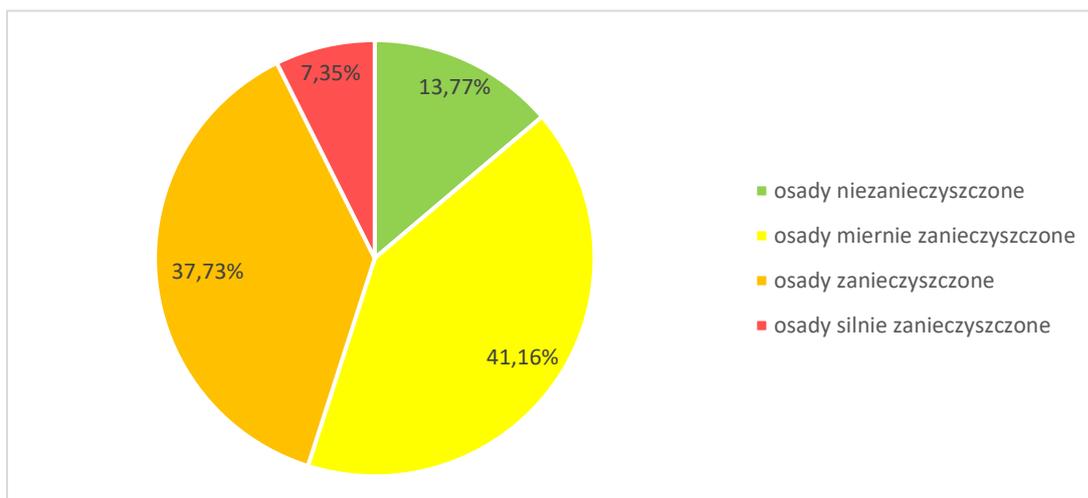
nz – osady niezanieczyszczone, mz – osady miernie zanieczyszczone, z – osady zanieczyszczone, sz – osady silnie zanieczyszczone

suma WWA: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren.  
 (wg metodyki D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003)

suma PCB: nr 28, 52, 101, 118, 138, 153,180

### 6.3. Ocena jakości osadów – jeziora

W analizowanym okresie zbadano łącznie 1402 próbki osadów jeziornych. Spośród wszystkich przebadanych próbek osadów, w przypadku 103 próbek określono, że są osady rzeczne silnie zanieczyszczone (7,35%), w przypadku 529 próbek oceniono, że są to osady zanieczyszczone (37,73%). Za osady zanieczyszczone w stopniu miernym uznano łącznie 577 próbek (41,16%), natomiast osady niezanieczyszczone stwierdzono w przypadku 193 próbek (13,77%).



Rysunek 22. Ocena jakości osadów jeziornych, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w okresie 2010-2019.

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 3 – osady zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone

Kompleksową ocenę jakości osadów przeprowadzono uwzględniając przynależność stanowisk pomiarowych do konkretnych jezior. W latach 2018-2019 badania osadów dennych przeprowadzono dla 383 jezior, w 2016-2017 badaniami objęto 289 jezior. 135 jezior w latach badawczych 2016-2019 zostało objętych oceną dwukrotnie. W latach 2010-2015 badania prowadzono w 730 punktach zlokalizowanych na 471 jeziorach. W Tabeli 24 uszczegółowiono ocenę jakościową osadów jezior w odniesieniu do poszczególnych lat badawczych.

Tabela 25. Ocena jakości osadów jezior, za okres 2010-2015 oraz 2016- 2019

Ocena jakości osadów jezior	Liczba pomiarów										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Suma
osady niezanieczyszczone	6	18	11	7	1	0	55	13	38	44	193
osady miernie zanieczyszczone	41	46	55	32	23	26	50	122	104	78	577
osady zanieczyszczone	72	80	55	56	55	77	22	8	58	46	529
osady silnie zanieczyszczone	13	11	8	17	11	9	11	8	7	8	103
<b>Suma końcowa</b>	<b>132</b>	<b>155</b>	<b>129</b>	<b>112</b>	<b>90</b>	<b>112</b>	<b>138</b>	<b>151</b>	<b>207</b>	<b>176</b>	<b>1402</b>

#### 6.4. Podsumowanie oceny jakości osadów w jeziorach

W latach 2010-2019 przeprowadzono badania 1402 próbek osadów dennych, pochodzących z jezior. Zbiorcze zestawienie wyników oceny jakości osadów uzyskanych w 2018 i 2019 z wynikami otrzymanymi w latach wcześniejszych, tj. 2010-2017 przedstawia tabela 25. Na podstawie przedstawionych danych można wnioskować, że za silne zanieczyszczenie osadów jeziornych odpowiada wysoka zawartość: para'-para'-DDE (2,92%), WWA-suma (2,71%), para'-para'-DDD (0,93%), miedzi (1,00%), srebra (0,50%), DDT całkowity (0,36%), ołowiu (0,29%), arsenu (0,29%), gamma-HCH (0,21%), kadmu, kobaltu oraz rtęci (0,14%). Czynnikiem degradującym, klasyfikującym badane próbki osadów dennych do kategorii osadów zanieczyszczonych, najczęściej stanowiły wskaźniki z grupy związków organicznych: para'-para'-DDE (26,11%), WWA (11,84%), para'-para'-DDD (12,62%), gamma-HCH (9,99%), DDT całkowity (0,93%), natomiast z grupy pierwiastków śladowych: ołów (3,35%), arsen (0,93%), kobalt (0,78%).

Tabela 26 Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów dennych – jeziora (2010-2019)

liczba przypadków	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	WWA - suma	PCB- suma	Gamma -HCH	p'p'-DDD	p'p'-DDE	DDT całkowity	Ocena końcowa - jeziora
<b>nz</b>	1380	1139	985	1047	1347	1385	1332	1304	1216	632	1340	468	1384	1142	1044	760	1253	193
<b>mz</b>	8	246	412	346	42	9	53	87	181	719	57	730	16	117	168	235	131	577
<b>z</b>	7	13	5	7	11	7	3	9	5	47	4	166	1	140	177	366	13	529
<b>sz</b>	7	4	0	2	2	1	14	2	0	4	1	38	1	3	13	41	5	103
<b>suma</b>	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402	1402
% przypadków	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	WWA - suma	PCB- suma	Gamma -HCH	p'p'-DDD	p'p'-DDE	DDT całkowity	Ocena końcowa - jeziora
<b>nz</b>	98,43%	81,24%	70,26%	74,68%	96,08%	98,79%	95,01%	93,01%	86,73%	45,08%	95,58%	33,38%	98,72%	81,46%	74,47%	54,21%	89,37%	13,77%
<b>mz</b>	0,57%	17,55%	29,39%	24,68%	3,00%	0,64%	3,78%	6,21%	12,91%	51,28%	4,07%	52,07%	1,14%	8,35%	11,98%	16,76%	9,34%	41,16%
<b>z</b>	0,50%	0,93%	0,36%	0,50%	0,78%	0,50%	0,21%	0,64%	0,36%	3,35%	0,29%	11,84%	0,07%	9,99%	12,62%	26,11%	0,93%	37,73%
<b>sz</b>	0,50%	0,29%	0,00%	0,14%	0,14%	0,07%	1,00%	0,14%	0,00%	0,29%	0,07%	2,71%	0,07%	0,21%	0,93%	2,92%	0,36%	7,35%
<b>suma</b>	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,00%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

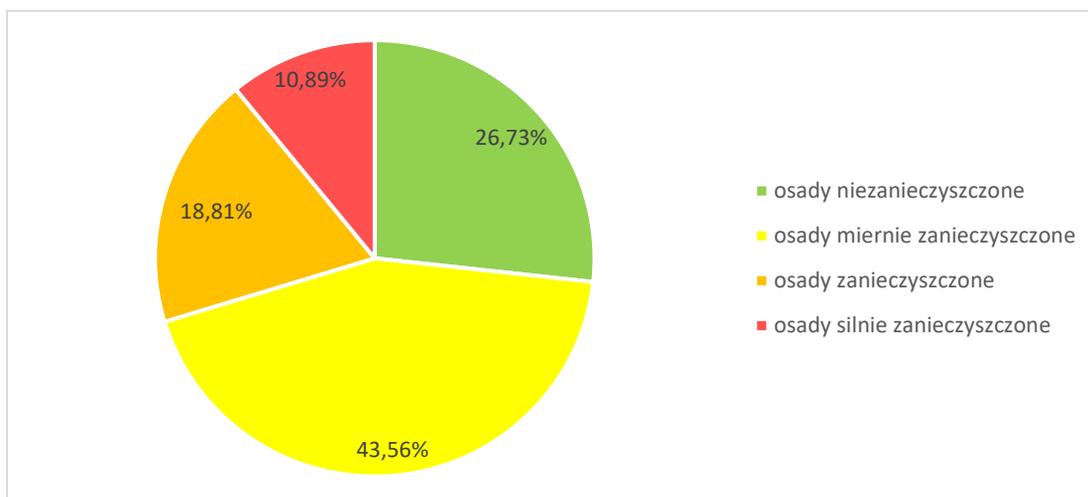
nz – osady niezanieczyszczone, mz – osady miernie zanieczyszczone, z – osady zanieczyszczone, sz – osady silnie zanieczyszczone

suma WWA: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren.  
 (wg metodyki D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003)

suma PCB: nr 28, 52, 101, 118, 138, 153,180

## 6.5. Ocena jakości osadów – zbiorniki zaporowe

W latach 2010 - 2019 zbadano łącznie 101 próbek osadów pobranych ze zbiorników zaporowych. Badanie prowadzone były z częstotliwością co dwa lata począwszy od 2010 roku. Spośród wszystkich przebadanych próbek osadów, w przypadku 11 próbek określono, że są to osady rzeczne silnie zanieczyszczone (10,89%), w przypadku 19 próbek oceniono osady jako zanieczyszczone (18,81%). Za osady zanieczyszczone w stopniu miernym uznano 44 próbki (43,56%), natomiast za niezanieczyszczone uznano 27 próbek (26,73%). W Tabeli 26 uszczegółowiono ocenę jakościową osadów jezior w odniesieniu do poszczególnych lat badawczych.



Rysunek 23. Ocena jakości osadów ze zbiorników, wyznaczona na podstawie wszystkich przebadanych próbek osadów w okresie 2010-2019.

1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 3 – osady zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone

Kompleksową ocenę jakości osadów przeprowadzono uwzględniając przynależność stanowisk pomiarowych do konkretnych zbiorników zaporowych. W latach 2018-2019 badania osadów dennych przeprowadzono dla 24 zbiorników, w latach 2016-2017 oceny jakości osadów dennych dokonano dla 11 zbiorników, w latach 2010-2015 badania prowadzono łącznie w 74 punktach pomiarowo-kontrolnych, zlokalizowanych na 58 zbiornikach.

Tabela 27. Ocena jakości osadów ze zbiorników, za okres 2010-2019

Ocena jakości osadów jezior	Liczba pomiarów										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Suma
osady niezanieczyszczone	3	-	8	-	5	-	1	-	5	8	30
osady miernie zanieczyszczone	11	-	16	-	8	-	3	-	4	6	48
osady zanieczyszczone	6	-	3	-	8	-	2	-	-	1	20
osady silnie zanieczyszczone	5	-	0	-	1	-	5	-	-	-	11
<b>Suma końcowa</b>	<b>25</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>22</b>	<b>-</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>109</b>

Osady silnie zanieczyszczone stwierdzono w punktach pomiarowo-kontrolnych zlokalizowanych na zbiornikach: Dobczyce (Zb. Dobczyce - środek zbiornika oraz Zb. Dobczyce - ujęcie wieżowe badane w 2016 r.), Dzierżno Duże (Dzierżno Duże Czechowice 2010r.), Kozielno (2010 r.), Kozłowa Góra (Zb. Kozłowa Góra - w rejonie zapory 2016r.), Leśna (2010r.), Lubachów (2010r.), Międzybrodzie (Zb. Międzybrodzie - w rejonie zapory 2016r.), Siemianówka (Siemianówka - Babia Góra 2014r.), Turawa (Turawa w 2010 r. oraz Zb. Turawa - Zbiornik Turawa w 2016r.). W latach 2018-2019 w żadnym z badanych punktów pomiarowych badane osady nie zostały ocenione jako silnie zanieczyszczone. Jedynie w Zbiorniku Przeczyce w 2019 r. osady zaklasyfikowano do osadów zanieczyszczonych (ocena 3), co stanowi utrzymanie stanu odnotowanego w badaniach w 2010 roku.

W celu oceny zmienności oceny jakości osadów, w tabeli 29 zestawiono te zbiorniki, dla których ostatni rok przeprowadzonych pomiarów (2019r.) był kolejnym rokiem badawczym. Dla większości zbiorników w roku 2019 odnotowano polepszenie oceny jakości osadów w stosunku do lat wcześniejszych. W jednym przypadku (Zbiornik Przeczyce) odnotowano utrzymanie oceny osadów zanieczyszczonych.

Tabela 28. Ocena jakości osadów ze zbiorników, za okres 2010-2019

Zbiornik/ppk	2010	2012	2014	2016	2018	2019
<b>Dobczyce</b>						
Zb. Dobczyce - środek zbiornika				4		1
Zb. Dobczyce - ujęcie wieżowe				4		
Dobczyce		3				
<b>Goczałkowice</b>						
Goczałkowice, ujścia Bajerki	2					
Goczałkowice_Zabłocie	1					
Zb. Goczałkowice - na wysokości ujęcia GPW				2		
Zb. Goczałkowice - w rejonie zapory				2		1
<b>Kozłowa Góra</b>						
Kozłowa Góra	2					
Zb. Kozłowa Góra - w rejonie zapory				4		2
<b>Międzybrodzie</b>						
Międzybrodzie (Porąbka)		2				
Zb. Międzybrodzie - w rejonie zapory				4		2
<b>Siemianówka</b>						
Siemianówka - Babia Góra			4			
Zb. Siemianówka - basen główny				1		1
<b>Słup</b>						
Słup_Piotrowice	2					
Zb. Słup				3		
Zb. Słup – stan 1						2
<b>Przeczyce</b>						
Przeczyce_Kuźnica Sulikowska	3					



Zbiornik/ppk	2010	2012	2014	2016	2018	2019
Zb. Przeczyce - w rejonie zapory						3
<b>Solina</b>						
Solina		3, 4				
Zbiornik Solina - Polańczyk						2
<b>Łąka</b>						
Łąka	2					
Zb. Łąka - w rejonie zapory						1

Ocena jakości: 1 – osady niezanieczyszczone, 2 – osady miernie zanieczyszczone, 3 – osady zanieczyszczone, 4 – osady silnie zanieczyszczone

## 6.6. Podsumowanie oceny jakości osadów – zbiorniki zaporowe

Większość zbiorników zaporowych w badanych okresie 2010-2019 była poddana ocenie jakości osadów dennych wyłącznie raz. Dotyczy to w szczególności zbiorników, w których badania wstępnie potwierdziły czystość osadów (zostały ocenione jako osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu miernym). Wyjątek stanowi zbiornik Goczałkowice, stanowiący ujęcie wody pitnej, a spełniający wymagania II klasy jakości osadów dennych. W przypadku badań wykonywanych po raz kolejny na danym zbiorniku na ogół potwierdzano istniejące zanieczyszczenie osadów dennych lub stwierdzano polepszenie stanu osadów.

Wyniki oceny jakości osadów przedstawiono zbiorczo dla lat 2010-2016 w tabeli 28. Na podstawie przeprowadzonych badań można wnioskować, że silne zanieczyszczenie osadów w zbiornikach zaporowych spowodowane było wszystkim wysoką zawartością pierwiastków śladowych: kadmu i niklu (3,53% przebadanych próbek), ołowiu i arsenu (2,35% przebadanych próbek), baru i cynku (1,18% próbek) oraz WWA-suma (3,53% próbek).

W analizowanym okresie, zgodnie z oceną końcową osady silnie zanieczyszczone stanowiły 10,09%, tj. osady dla których została przekroczona wartość graniczna określona dla III poziomu jakości. 27,52% to osady niezanieczyszczone – w przypadku wszystkich oznaczanych wskaźników spełnione były kryteria graniczne określone dla I poziomu, 44,04% to osady oceniane jako zanieczyszczone stopniu miernym, 18,35% osadów dennych oceniono jako osady zanieczyszczone.

Tabela 29 Zbiorcza tabela oceny zanieczyszczenia osadów dennych – zbiorniki (2010-2019)

ilość przypadków	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	WWA - suma	PCB- suma	Gamma -HCH	p'p'-DDD	p'p'-DDE	DDT całkowity	Ocena końcowa - zbiorniki
<b>nz</b>	108	98	73	88	96	101	104	99	70	85	91	61	109	109	100	89	99	30
<b>mz</b>	1	7	35	15	11	8	4	6	34	19	13	42	0	0	4	15	8	48
<b>z</b>	0	2	0	3	2	0	1	4	2	3	4	3	0	0	5	5	2	20
<b>sz</b>	0	2	1	3	0	0	0	0	3	2	1	3	0	0	0	0	0	11
<b>suma</b>	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
% przypadków	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	WWA - suma	PCB- suma	Gamma -HCH	p'p'-DDD	p'p'-DDE	DDT całkowity	Ocena końcowa - zbiorniki
<b>nz</b>	99,08%	89,91%	66,97%	80,73%	88,07%	92,66%	95,41%	90,83%	64,22%	77,98%	83,49%	55,96%	100,0%	100,0%	91,74%	81,65%	90,83%	27,52%
<b>mz</b>	0,92%	6,42%	32,11%	13,76%	10,09%	7,34%	3,67%	5,50%	31,19%	17,43%	11,93%	38,53%	0,00%	0,00%	3,67%	13,76%	7,34%	44,04%
<b>z</b>	0,00%	1,83%	0,00%	2,75%	1,83%	0,00%	0,92%	3,67%	1,83%	2,75%	3,67%	2,75%	0,00%	0,00%	4,59%	4,59%	1,83%	18,35%
<b>sz</b>	0,00%	1,83%	0,92%	2,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,75%	1,83%	0,92%	2,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,09%
<b>suma</b>	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

nz – osady niezanieczyszczone, mz – osady miernie zanieczyszczone, z – osady zanieczyszczone, sz – osady silnie zanieczyszczone

suma WWA: naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, chryzen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren.  
 (wg metodyki D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger 2000; WT-732 2003)

suma PCB: nr 28, 52, 101, 118, 138, 153,180