



WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT  
OCHRONY ŚRODOWISKA  
W OPOLU

## KOMUNIKAT

1/W/2018

*Osady denne  
w województwie opolskim  
w 2017 roku*

Opole, wrzesień 2018 r.

## Spis treści

1. Osady denne - charakterystyka .....	3
2. Kryteria oceny osadów.....	6
3. Wyniki badań osadów .....	10
4. Ocena osadów .....	25

## 1. Osady denne- charakterystyka

Osady denne rzek i zbiorników wodnych mają istotny wpływ na stan środowiska wodnego. Zawierają one 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 bifenyly (PCB), chloroorganiczne pestycydy (COP), w tym heksachlorobenzen, lindan czy dichlorodifenylotrichloroetan (DDT), polichlorowane dibenzodiodksyny (PCDD), polichlorowane dibenzofurany (PCDF) i inne. Wysokie stężenie zanieczyszczeń w osadach dennych toksycznie wpływa przede wszystkim na organizmy wodne. Przy niewłaściwym zagospodarowaniu osadów, pochodzących np. z odmulonych zbiorników wodnych, mogą również toksycznie oddziaływać na organizmy lądowe.

Źródłem zanieczyszczeń w osadach dennych są przede wszystkim odprowadzane do wód powierzchniowych ścieki komunalne i przemysłowe, jak również spływy powierzchniowe z pól uprawnych zawierające nadmiar substancji wprowadzanych przez człowieka w wyniku działalności rolniczej.

Osady rzeczne są bardzo ważną częścią koryta rzecznoego. Dużą część całkowitej masy osadów stanowi materia organiczna pochodząca z rozkładu roślinności nadbrzeżnej, glonów, a także innych obumarłych organizmów wodnych. Skład osadów korytowych rzek przepływających przez tereny nieprzemysłowe, uzależniony jest głównie od budowy litologicznej zlewni oraz od tempa procesów wietrzenia i erozji skał podłoża. Wypadkową procesów biochemicznych i wietrzenia oraz erozji jest naturalna zawartość metali w osadach. Zawartość tę określa się jako tło geochemiczne. W obszarach intensywnie użytkowanych przez człowieka metale oraz metaloidy dostają się w przeważającej mierze do wód powierzchniowych, szczególnie z przemysłu górniczego i hutniczego.

Największe zagrożenie środowiska, spośród pierwiastków śladowych, stanowią rtęć i kadm, ze względu na swoją toksyczność oraz cynk i miedź, ponieważ odprowadzane są do środowiska w bardzo dużych ilościach. Antropogenicznym źródłem zanieczyszczenia osadów dennych pierwiastkami śladowymi jest wydobywanie i przetwórstwo metali, jak również przemysł metalurgiczny (Cd, Cr, Cu, Ni, Zn i Pb). Ponadto, źródłem emisji chromu jest przemysł chemiczny i skórzany. W wyniku spalania węgla i paliw płynnych do środowiska emitowane są związki niklu, manganu, chromu i ołowiu. Głównym źródłem rtęci w osadach są depozyty atmosferyczne, stosowane dawniej rtęciowe zaprawy nasienne, a także wykorzystywanie osadów ściekowych do nawożenia gleb. Nawożenie gleb oraz stosowanie środków ochrony roślin jest źródłem takich metali, jak arsen, kadm, miedź i chrom.

Trwale zanieczyszczenia organiczne to syntetyczne związki organiczne. Powszechnie występują one w środowiskach lądowych i wodnych. Niektóre z tych związków charakteryzują się znaczną toksycznością i powodują objawy zatruc przewlekłych, takie jak działanie endokryne, mutagenność, kancerogenność. Dodatkowo, cechują się one stabilnością chemiczną zapewniającą im małą podatność na degradację w środowisku i w organizmach.

Wśród trwałych związków organicznych najważniejsze to:

- dioksyny (polichlorowane dibenzodiodksyny oraz polichlorowane dibenzofurany, PCDD + PCDF),
- związki dioksynopodobne,
- wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA),
- polichlorowane bifenyly (PCB),

- pestycydy (DDT i jego metabolity, aldryna, chlordan, endryna, heptachlor, heksachlorobenzen - HCB, mireks, toksafen).

W przyrodzie w minimalnej naturalnej ilości występują WWA. Związki te mogą być syntetyzowane przez niektóre bakterie i rośliny (zwłaszcza glony) oraz mogą powstawać w wyniku rozkładu organicznych substancji glebowych. Mogą przedostawać się do środowiska również w wyniku pożarów lasów, czy podczas erupcji wulkanów. Jednak zdecydowana większość tych związków występujących w środowisku jest pochodzenia antropogenicznego i pochodzi przede wszystkim z procesów spalania węgla i paliw płynnych oraz z przemysłu koksowniczego i rafineryjnego, jak również z transportu drogowego. Do wód powierzchniowych WWA przenikają wraz ze ściekami, spływami wód deszczowych oraz w bardzo dużym stopniu w wyniku suchego i mokrego opadu atmosferycznego. Spośród oznaczanych WWA najbardziej kancerogenny jest benzo(a)piren.

Polichlorowane bifenyle i pestycydy chloroorganiczne to zanieczyszczenia osadów dennych związane wyłącznie z działalnością człowieka. PCB miały szerokie zastosowanie przemysłowe do lat 70 ub. wieku, m. in. w kondensatorach i transformatorach wysokiego napięcia, w siłownikach hydraulicznych i wymiennikach ciepła oraz jako dodatki do farb i lakierów, plastyfikatory do tworzyw sztucznych, wypełniacze w środkach ochrony roślin, a także jako substancje do impregnacji drewna. PCB powstają również podczas procesów spalania m. in. węgla w elektrowniach i w gospodarstwach domowych, spalania odpadów szpitalnych, są także składnikiem zanieczyszczeń emitowanych w niektórych procesach technologicznych. Spośród pestycydów chloroorganicznych największy problem stanowią pozostałości DDT i jego metabolity (DDE i DDD), izomery heksachlorocykloheksanu (HCH) oraz heptachlor, endryna i dieldryna. Były one stosowane przez kilkadziesiąt lat jako środki ochrony roślin. Ze względu na ich szkodliwe oddziaływanie na organizmy żywe oraz bardzo małą podatność na degradację w środowisku, w latach 70-tych ubiegłego wieku w Stanach Zjednoczonych i Europie zostały wycofane z produkcji i użycia. Są jednak nadal produkowane i stosowane w wielu krajach rozwijających się. Jest to niepokojące ze względu na fakt, że jako środki charakteryzujące się wysoką prężnością par, część z nich po zastosowaniu oprysków na polach uprawnych w krajach tropikalnych przedostaje się do atmosfery i jest transportowana wraz z masami powietrza na duże odległości w miejsca, gdzie nigdy nie były produkowane ani stosowane, np. w kierunku biegunów. Stamtąd wraz z opadami atmosferycznymi trafiają do gleb w strefie umiarkowanej.

Na zlecenie Głównego Inspektora Ochrony Środowiska w 2017 roku Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska Sp. z o.o. w Katowicach prowadził na terenie kraju badania jakości osadów rzecznych i jeziornych. Wyniki tych badań przedstawione zostały w Raporcie „*Stan zanieczyszczenia osadów dennych rzek i jezior w latach 2016 i 2017*”, stanowiącym podstawę niniejszego opracowania.

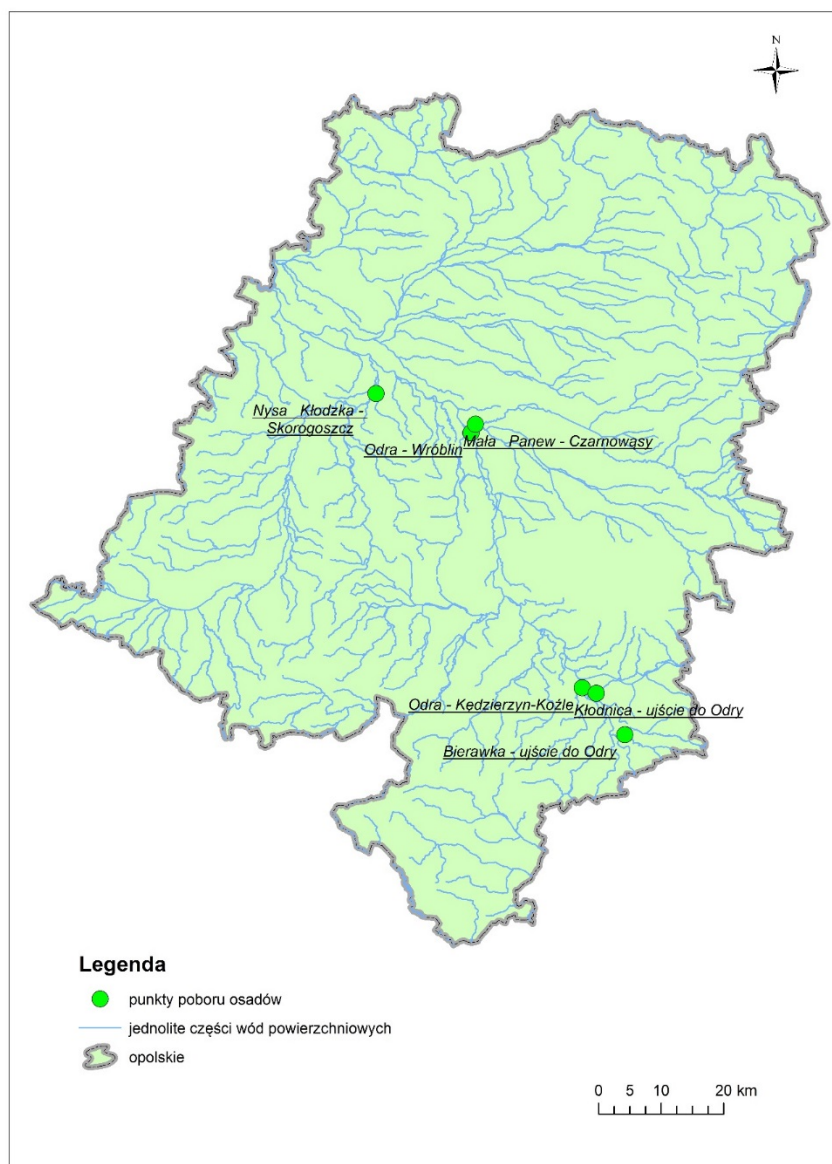
Na terenie województwa opolskiego badania osadów dennych wykonano w próbkach pobranych w 2017 roku z 6 punktów pomiarowo-kontrolnych (ppk), w których zgodnie z programem PMS zaplanowano badanie wód powierzchniowych (tab. 1). Miejsce poboru (stanowisko badania) stanowiło wypadkową lokalizacji punktu pomiarowo – kontrolnego oraz miejsca, w którym możliwe było wykonanie poboru – bezpieczne dojście do linii brzegowej, obecność osadów, itp. Do badań pobierano 5-centymetrową warstwę powierzchniową osadów z 4-5 miejsc na odcinku 50 m. Na miejscu wykonywano pomiary przewodności elektrolitycznej i pH oraz dokumentację fotograficzną stanowiska. W sumie, razem z badaniami terenowymi,

we wszystkich 6 próbkach wykonano oznaczenia 70 wskaźników jakości, w tym 26 pierwiastków oraz 42 związki organiczne. (tab. 2).

**Tabela 1. Zestawienie stanowisk badawczych monitoringu osadów dennych w województwie opolskim w 2017 r. (źródło: GIOŚ)**

Lp.	Nazwa ppk	Gmina	Powiat	RZGW	Kod jcwp	Długość geograficzna	Szerokość geograficzna
1	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	Lewin Brzeski	brzeski	Wrocław	PLRW6000191299	17,6739	50,7639
2	Odra - Kędzierzyn-Koźle	Kędzierzyn-Koźle	kędzierzyńsko-kozielski	Gliwice	PLRW600019117159	18,1489	50,3454
3	Odra - Wróblin	Opole	Opole	Wrocław	PLRW60002111799	17,8906	50,7098
4	Bierawka - ujście do Odry	Bierawa	kędzierzyńsko-kozielski	Gliwice	PLRW600019115899	18,2456	50,2786
5	Kłodnica - ujście do Odry	Kędzierzyn-Koźle	kędzierzyńsko-kozielski	Gliwice	PLRW600019116999	18,1808	50,3372
6	Mała Panew - Czarnowasy	Dobrzeń Wielki	opolski	Wrocław	PLRW60001911899	17,9003	50,7221

**Mapa 1. Punkty monitoringu osadów dennych w województwie opolskim w 2017 r. (źródło: GIOŚ, WIOŚ)**



Źródłem danych hydrograficznych jest Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000 zrealizowana w ramach projektu pt. „Informatyczny system całonajwiększymi zagrożeniami”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Regionalnego w ramach 7 oś priorytetowej Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz budżetu państwa oraz na podstawie danych Państwowego Monitoringu Środowiska

Tabela 2. Zakres badań osadów dennych w województwie opolskim w 2017 roku (źródło: GIOŚ)

Stanowiska		Zakres badań
1	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	PEW, pH, Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mg, Mo, Ni, Pb, Sn, Sr, V, Zn, Ca, ogólny węgiel organiczny, Fe, Mn, P, S, Ti, Al, K, N, naftalen, fenantren, antracen, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(a)fluoranten, benzo(g,h,i)perylen, acenaftylen, acenaften, fluoren, piren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(e)piren, indeno(1,2,3-c,d)piren, dibenzo(a,h)antracen, perylen, polichlorowane bifenylole o nr: 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 oraz suma, pentachlorobenzen, heksachlorobenzen, alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH, delta-HCH, heptachlor i epoksyd heptachloru, dieldryna, izodryna, DDT całkowity (+izomer para-para), p,p'-DDE, p,p'-DDD, endosulfan, endryna, aldryna
2	Odra – Kędzierzyn-Koźle	
3	Odra - Wróblin	
4	Bierawka - ujście do Odry	
5	Kłodnica - ujście do Odry	
6	Mała Panew - Czarnowąsy	

## 2. Kryteria oceny osadów

Ocenę jakości osadów dennych przeprowadza się w oparciu o następujące kryteria:

- kryterium geochemiczne, umożliwiające ocenę stopnia zanieczyszczenia osadów dennych w odniesieniu do tła geochemicznego, czyli zawartości **pierwiastków** występujących w osadach w warunkach naturalnych (wg Bojkowska I., Sokołowska G., 1998). Oceną jest jedna z trzech klas, w zależności od zawartości składników zanieczyszczających w osadzie, w porównaniu do ich zawartości w naturalnych lub nieznacznie zanieczyszczonych osadach. 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 klasy II przyjęto wartości 10-20 razy wyższe od tła geochemicznego, dla klasy III czystości osadów przyjęto wartości 20-100 razy wyższe od tła geochemicznego. Klasyfikację geochemiczną osadów dennych przedstawiono w tabeli 3;
- 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). Ocenę przeprowadza się w oparciu o metodę wskaźników numerycznych jakości osadów TEC, PEC i MEC (tab. 4):
  - **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;
- kryterium ekotoksykologiczne, umożliwiające ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne na podstawie określonych wartości granicznych EQS (Środowiskowe Normy Jakości - Environmental Quality Standards), wykorzystywanych do rozdzielenia dobrego od złego stanu chemicznego osadów wodnych (wg PIG 2015). Kryterium to uwzględnia substancje priorytetowe i niektóre inne substancje

zanieczyszczające, określone w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/39/UE z dnia 12 sierpnia 2013 r. (tab. 5).

**Tabela 3.** Klasyfikacja osadów wodnych na podstawie kryteriów geochemicznych (źródło: GIOŚ)

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

Źródło: Bojakowska I. Sokołowska G. (1998) - Geochemiczne klasy czystości osadów wodnych. Przeg. Geolog.

Objaśnienia:

\* - dla osadów jeziornych 15 mg/kg; \*\* - dla osadów jeziornych 150 mg/kg

**Tabela 4.** Progowe zawartości pierwiastków śladowych oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych w osadach wodnych (źródło: GIOŚ)

Składnik	Poziom I ≤ TEC	Poziom II >TEC ≤ MEC	Poziom III >MEC ≤ PEC	Poziom IV >PEC
<b>Pierwiastki (mg/kg)</b>				
Arsen (As)	≤ 9,8	9,8 - 21,4	21,4 - 33	>33
Kadm (Cd)	≤ 0,99	0,99 - 3,0	3,0 - 5,0	>5,0
Chrom (Cr)	≤ 43	43 - 76,5	76,5 - 110	>110
Miedź (Cu)	≤ 32	32 - 91	91 - 150	>150
Nikiel (Ni)	≤ 23	23 - 36	36 - 49	>49
Ołów (Pb)	≤ 36	36 - 83	83 - 130	>130
Rtęć (Hg)	≤ 0,18	0,18 - 0,64	0,64 - 1,1	>1,1
Srebro (Ag)	≤ 1,6	1,6 - 1,9	1,9 - 2,2	>2,2
Cynk (Zn)	≤ 120	120 - 290	290 - 460	>460
Mangan (Mn)	≤ 460	460 - 780	780 - 1 100	>1 100
Żelazo (Fe)	≤ 20 000	20 000 - 30 000	30 000 - 40 000	>40 000
<b>Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (µg/kg)</b>				
Naftalen	≤ 176	176 - 369	369 - 561	>561
Acenaften	≤ 6,7	6,7 - 48	48 - 89	>89
Acenaftylen	≤ 5,9	5,9 - 67	67 - 128	>128
Antracen	≤ 57,2	57,2 - 451	451 - 845	>845
Fluoren	≤ 77,4	77,4 - 307	307 - 536	>536
Fenantren	≤ 204	204 - 687	687 - 1 170	>1 170
Fluoranten	≤ 423	423 - 1 327	1 327 - 2 230	>2 230

Składnik	Poziom I ≤ TEC	Poziom II >TEC ≤ MEC	Poziom III >MEC ≤ PEC	Poziom IV >PEC
Benzo(a)antracen	≤ 108	108 - 579	579 - 1 050	>1 050
Chryzen	≤ 166	166 - 728	728 - 1 290	>1 290
Piren	≤ 195	195 - 858	858 - 1 520	>1 520
Benzo(b)fluoranten	≤ 240	240 - 6 820	6 820 - 13 400	>13 400
Benzo(k)fluoranten	≤ 240	240 - 6 820	6 820 - 13 400	>13 400
Benzo(a)piren	≤ 150	150 - 800	800 - 1 450	>1 450
Benzo(e)piren	≤ 150	150 - 800	800 - 1 450	>1 450
Benzo(g,h,i)perylene	≤ 170	170 - 1 685	1 685 - 3 200	>3 200
Dibenzo(a,h)antracen	≤ 33	33 - 84	84 - 135	>135
Indeno(1,2,3-cd)piren	≤ 200	200 - 1 700	1 700 - 3 200	>3 200
Suma WWA*	≤ 1 610	1 610 - 12 205	12 205 - 22 800	>22 800
<b>Polichlorowane bifenyle (µg/kg)</b>				
PCBs	≤ 60	60 - 368	368 - 676	>676
<b>Pestycydy chloroorganiczne (µg/kg)</b>				
Heksachlorobenzen	≤ 3	3 - 62	62 - 120	>120
alfa-HCH	≤ 6	6 - 53	53 - 100	>100
beta-HCH	≤ 5	5 - 108	108 - 210	>210
gamma-HCH (lindan)	≤ 3	3 - 4	4 - 5	>5
Heptachlor i epoksyd	≤ 2,5	2,5 - 9,3	9,3 - 16	>16
Dieldryna	≤ 1,9	1,9 - 32	32 - 62	>62
DDT całk. + izomer para-para	≤ 4,2	4,2 - 33,6	33,6 - 63	>63
p'p' -DDE	≤ 3,2	3,2 - 17	17 - 31	>31
p'p' -DDD	≤ 4,9	4,9 - 16,5	16,5 - 28	>28
Endryna	≤ 2,2	2,2 - 104,6	104,6 - 207	>207
Aldryna	≤ 2	2 - 41	41 - 80	>80
Toksafen	≤ 1	1 - 1,5	1,5 - 2	>2
<b>Pozostałe zanieczyszczenia organiczne (µg/kg)</b>				
Ftalan di(2-etyloheksylu)	≤ 580	580 - 22 790	22 790 - 45 000	>45 000
związki tributyllocyny (kation tributyllocyny)	≤ 0,52	0,52 - 1,73	1,73 - 2,94	>2,94
1,2,4-trichlorobenzen	≤ 8	8 - 13	13 - 18	>18
Pentachlorofenol	≤ 150	150 - 175	175 - 200	>200
Dioksyny i związki dioksynopodobne	≤ 0,85	0,85 - 11,2	11,2 - 21,5	>21,5

Objaśnienia:

\* w ocenie osadów badanych w 2017 r. przyjęto jako sumę WWA sumę wszystkich zbadanych WWA, również bezno(a)fluoranten oraz perylen



**Tabela 5.** Progowe wartości środowiskowych norm jakości EQS w osadach wodnych oraz wartości dopuszczalne innych zanieczyszczeń zalecanych do badań w osadach dennych (źródło: GIOŚ)

Składnik	Wartość dopuszczalna w osadach
<b>Substancje priorytetowe (µg/kg)</b>	
Alachlor	5,2
Antracen	129
Kadm	2 300
Chloropiryfos	12,1
Endryna	12,9
Izodryna	144
Dichlorodifenylotrichloroetan (DDT)	494,2
Endosulfan	2,7
Heksachlorocykloheksan (HCH)	1
Ołów	41 000
Naftalen	138
Nikiel	43 000
Nonylofenole	695
Oktylofenole	11,0
Pentachlorofenol	229
Związki tributyllocyny (kation tributyllocyny)	0,011
Trichlorobenzeny (suma)	41
Trifluarlina	4,7
Chinoksyfen	177
Aklonifen	43
Bifenoks	4,3
Cybutryna	0,2
Cypermetyryna	1,4
<b>Konwencja Sztokholmska (µg/kg)</b>	
Toksafen	6
PCB (suma)	60
Heksabromodifenyl (HBB)	60
Chlordekon	120
<b>Wskaźniki istotne z punktu widzenia oceny stanu jakości osadów (µg/kg)</b>	
Arsen	9 800
Srebro	1 000
Chrom	43 000
Miedź	32 000
Cynk	120 000
WWA - suma	1 600
<b>Pozostałe zanieczyszczenia organiczne (µg/kg)</b>	
Chloroalkany C10 – C13	3 991
Aldryna	9,3
Chlordekon	120
Chlorfenwinfos	6,2
Dieldryna	53
Pentachlorobenzen	5,5

### 3. Wyniki badań osadów

W tabeli 6 przedstawiono wyniki badań jakości osadów, z wyłączeniem tych wskaźników, dla których wartości we wszystkich punktach kształtowały się poniżej granicy oznaczalności (dotyczy wskaźników: Sn, polichlorowane bifenyle o nr: 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 oraz ich suma, pentachlorobenzen, heksachlorobenzen, alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH, delta-HCH, heptachlor i epoksyd heptachloru, dieldryna, izodryna, DDT całkowity (+izomer para-para), p'p'-DDE, p'p'-DDD, endosulfan, endryna, aldryna. Najwyższe w województwie wartości dla poszczególnych wskaźników wyróżnione zostały pogrubioną czcionką. Spośród opolskich rzek największym zakresem zanieczyszczenia, charakteryzowały się osady pobrane z obu punktów pomiarowych zlokalizowanych na Odrze. We Wróblinie zanotowano najwyższe w województwie wartości dla 18 pierwiastków (Co, Cr, Cu, Hg, Mg, Mo, Ni, Pb, Sr, V, Zn, Ca, Fe, Mn, P, Ti, Al, K). Natomiast w osadach pobranych w Kędzierzynie-Koźlu najwyższe wartości dotyczyły substancji organicznych – związków z grupy trwałych zanieczyszczeń organicznych (16 substancji: fenantren, antracen, fluoranten, chryzen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(a)fluoranten, benzo(g,h,i)perylene, fluoren, piren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(e)piren, indeno(1,2,3-c,d)piren, dibenzo(a,h)antracen, perylen).

**Tabela 6. Wyniki badań jakości osadów dennych w województwie opolskim w 2017 r. (źródło: GIOŚ)\***

Lp.	nazwa ppk	Wskaźnik jakości osadów / jednostka																					
		pH	[uS/cm] przewodność elektrolytyczna	[mg/kg] As	[mg/kg] Ba	[mg/kg] Cd	[mg/kg] Co	[mg/kg] Cr	[mg/kg] Cu	[mg/kg] Hg	[mg/kg] Mg	[mg/kg] Mo	[mg/kg] Ni	[mg/kg] Pb	[mg/kg] Sr	[mg/kg] V	[mg/kg] Zn	[mg/kg] Ca	[%sm] Ogólny węgiel organiczny	[mg/kg] Fe	[mg/kg] Mn	[mg/kg] P	[mg/kg] S
1.	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	7,0	150	16,7	57,3	0,660	7,59	16,6	12,0	0,0118	1651	0,834	13,5	8,47	6,15	11,3	51,0	1516	1,03	10130	208	454	741
2.	Odra - Kędzierzyn-Koźle	7,7	270	0,278	46,6	0,169	2,60	4,56	11,7	0,0340	687	0,584	6,71	5,48	7,50	1,41	71,7	801	1,34	4450	69,1	160	244
3.	Odra - Wróblin	7,7	229	7,30	103	0,749	11,6	25,6	29,6	0,125	3202	1,23	27,3	20,4	22,0	28,4	140	2625	1,52	20290	517	508	219
4.	Bierawka - ujście do Odry	8,1	830	1,62	153	0,403	4,22	4,36	7,41	0,0148	515	0,557	8,38	8,41	20,7	1,37	70,5	1709	4,38	6197	246	328	1063
5.	Kłodnica - ujście do Odry	8,0	407	0,216	24,8	0,228	3,07	3,04	1,42	0,0167	252	<0,40	5,07	6,54	9,28	<0,50	53,7	735	0,723	4086	353	291	157
6.	Mała Panew - Czarnowąsy	7,4	91	1,51	15,2	0,776	1,76	0,854	9,46	0,0163	144	<0,40	2,15	6,23	2,49	<0,50	42,6	499	0,318	2582	71,5	92,2	370

\*najwyższe wyniki spośród badań wykonanych na terenie województwa opolskiego, wyróżniono pogrubioną czcionką

**Tabela 6. Wyniki badań jakości osadów dennych w województwie opolskim w 2017 r. (źródło: GIOŚ) – cd.\***

Lp.	nazwa ppk	Wskaźnik jakości osadów / jednostka																						
		[mg/kg] Ti	[mg/kg] Al	[mg/kg] K	[mg/kg] Naftalen	[mg/kg] Fenantren	[mg/kg] Antracen	[mg/kg] Fluoranten	[mg/kg] Chryzen	[mg/kg] Benzo(a)antrac en	[mg/kg] Benzo(a)piren	[mg/kg] Benzo(a)fluoran ten	[mg/kg] Benzo(g,h,i)per ylen	[mg/kg] Acenafitylen	[mg/kg] Acenafiten	[mg/kg] Fluoren	[mg/kg] Piren	[mg/kg] Benzo(b)fluoran ten	[mg/kg] Benzo(k)fluoran ten	[mg/kg] Benzo(e)piren	[mg/kg] Indeno(1,2,3- c,d)piren	[mg/kg] Dibenzo(a,h)ant racen	[mg/kg] Perylen	[mg/kg] Azot
1.	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	221	5458	840	0,083	0,089	0,020	0,111	0,068	0,085	0,093	0,024	0,050	<0,005	0,009	0,010	0,103	0,161	0,059	0,027	0,097	0,022	0,017	1287,8
2.	Odra - Kędzierzyn-Koźle	45,1	2111	389	0,307	1,268	0,462	1,136	0,444	0,700	0,411	0,058	0,147	<0,005	0,202	0,127	0,787	0,581	0,229	0,308	0,385	0,085	0,086	242,5
3.	Odra - Wróblin	227	14340	2430	0,030	0,077	0,015	0,068	0,031	0,047	0,030	0,011	0,014	<0,005	0,014	0,013	0,049	0,050	0,017	0,010	0,021	0,008	0,058	1084,5
4.	Bierawka - ujście do Odry	72,9	2106	350	0,356	0,746	0,139	0,410	0,214	0,246	0,146	0,027	0,044	0,051	0,249	0,113	0,270	0,216	0,091	0,128	0,098	0,019	0,048	805,3
5.	Kłodnica - ujście do Odry	28,6	971	225	0,053	0,136	0,028	0,087	0,040	0,051	0,051	0,018	0,022	0,023	0,031	0,014	0,053	0,074	0,030	0,040	0,044	0,011	0,010	132,5
6.	Mała Panew - Czarnowąsy	30,7	913	152	0,003	0,012	0,007	0,032	0,020	0,029	0,031	0,008	0,013	<0,005	<0,005	<0,005	0,030	0,046	0,018	0,023	0,041	0,006	<0,005	62,9

\*najwyższe wyniki spośród badań wykonanych na terenie województwa opolskiego, wyróżniono pogrubioną czcionką

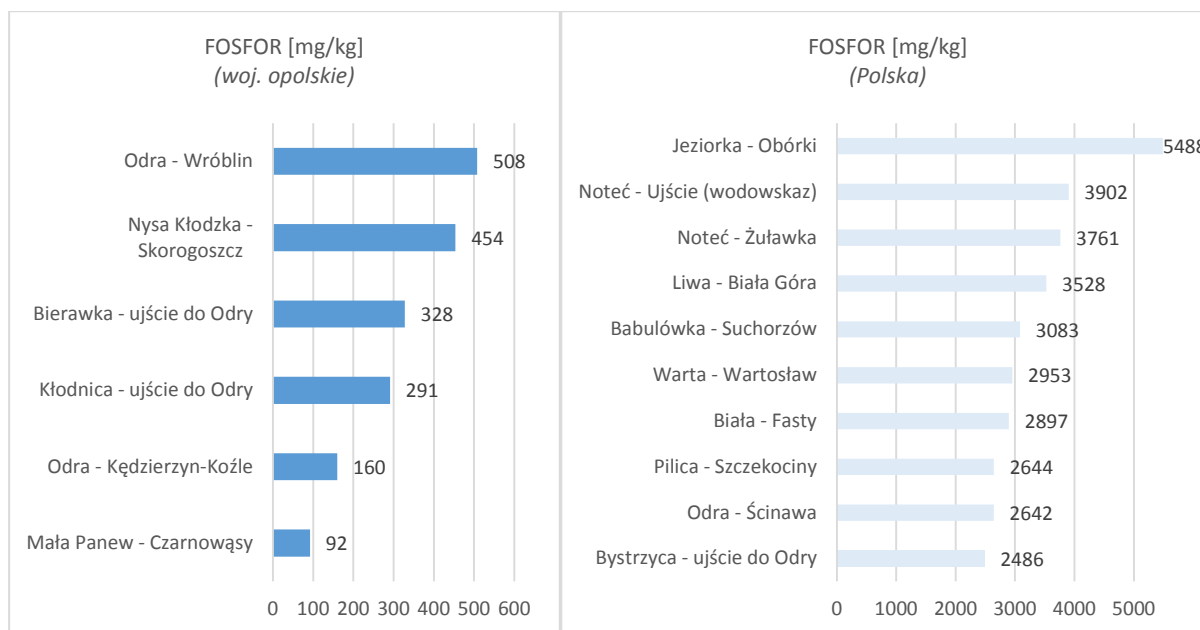
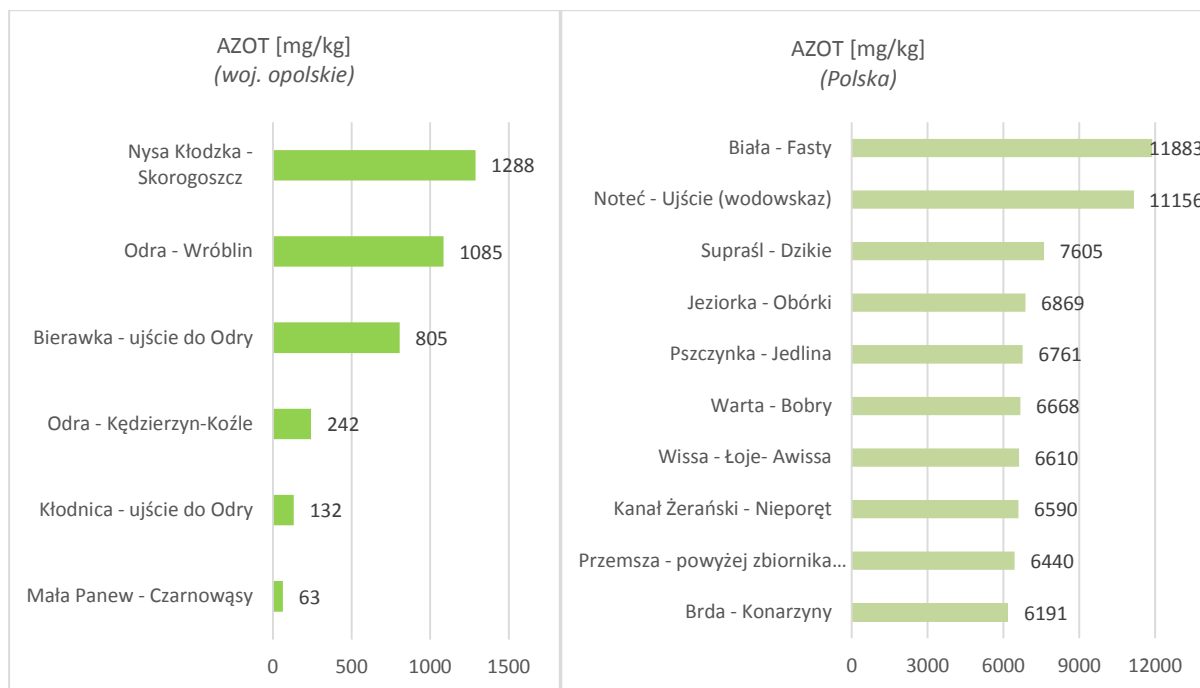
Na rys. 1 – 2 przedstawiono zawartość wybranych substancji w osadach dennych badanych w 2017 r. w województwie opolskim. Dla porównania obok zamieszczono wykresy ilustrujące na jakim miejscu w stosunku do badanych w 2017 r. w Polsce osadów dennych rzek i kanałów (270 ppk) są opolskie cieki (w porządku malejącym pod względem stężenia badanej substancji).

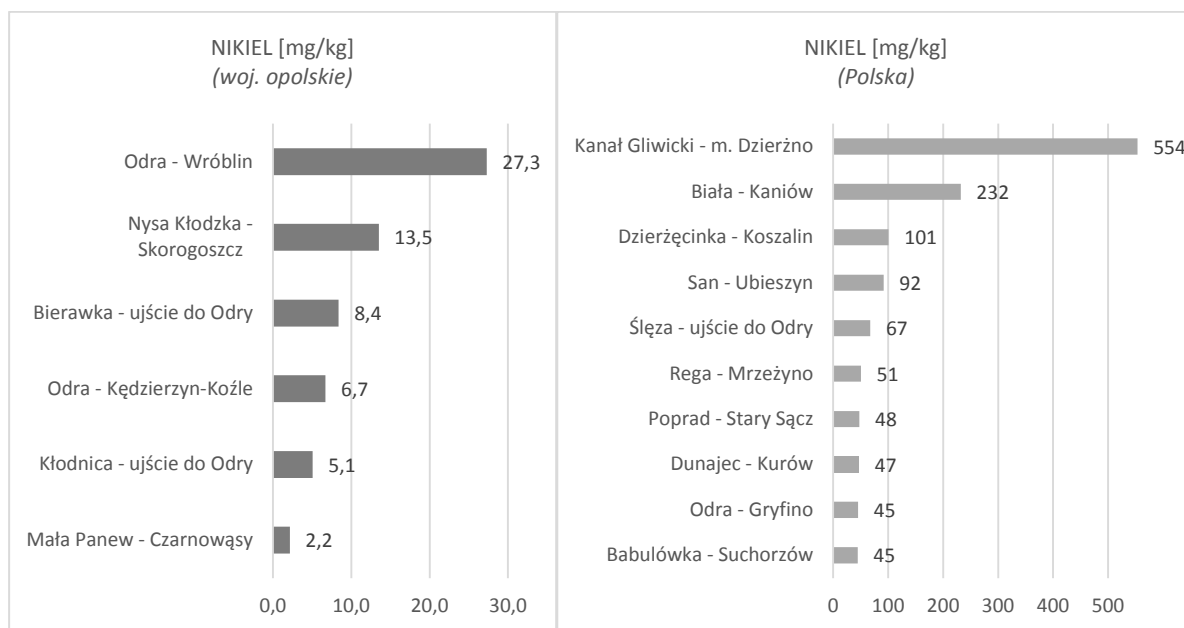
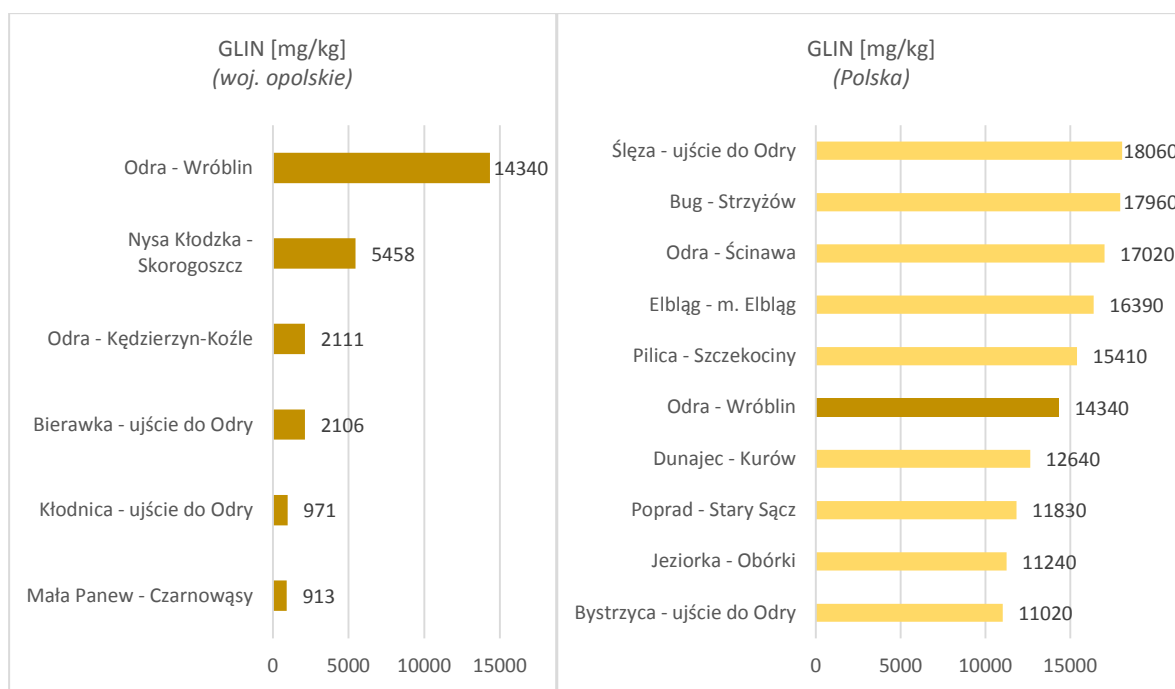
Charakterystyczne jest wysokie, w stosunku do pozostałych osadów dennych rzek i kanałów pobranych w kraju, zanieczyszczenie osadów w ppk Odra - Kędzierzyn-Koźle substancjami z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. W „rankingu krajowym” poszczególne wskaźniki zajmują wysokie miejsca: antracen – 3; piren, fluoranten, benzo(a)antracen, indeno(1,2,3-c,d)piren, dibenzo(a,h)antracen – 4, fenantren – 5, benzo(a)piren, chryzen, benzo(e)piren – 6, benzo(k)fluoranten, benzo(g,h,i)perylene – 7, acenaften – 9, benzo(a)fluoranten – 10.

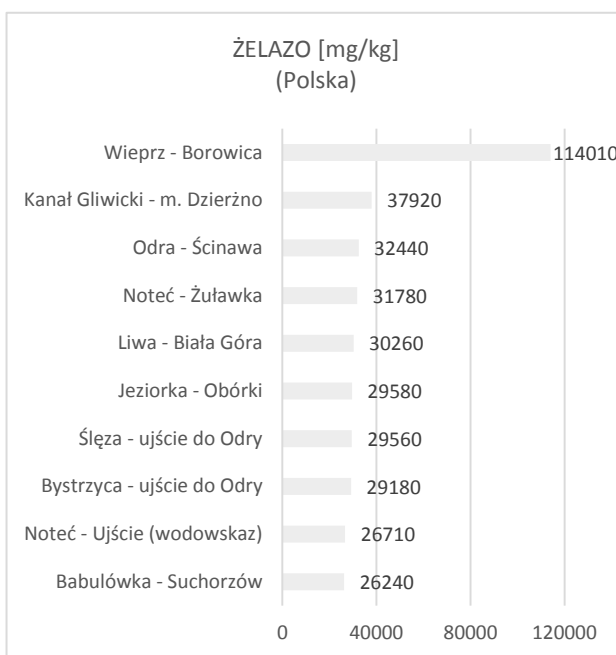
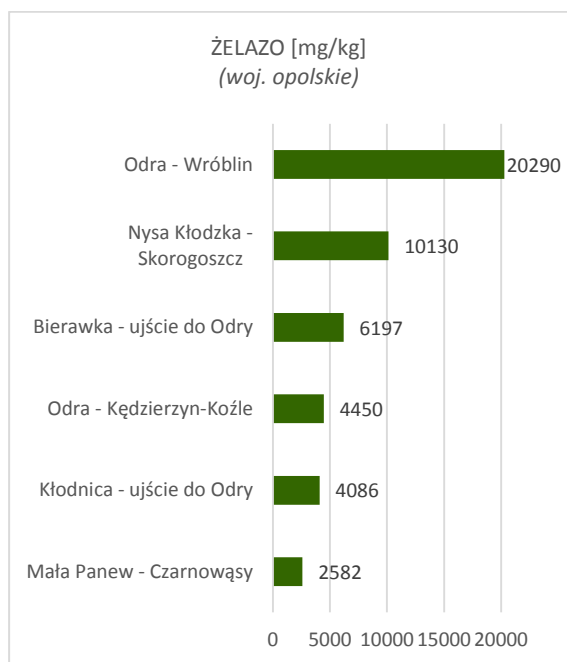
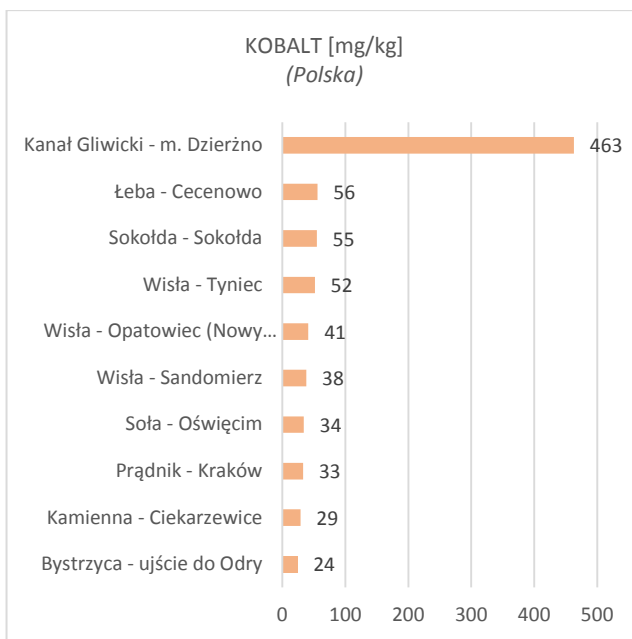
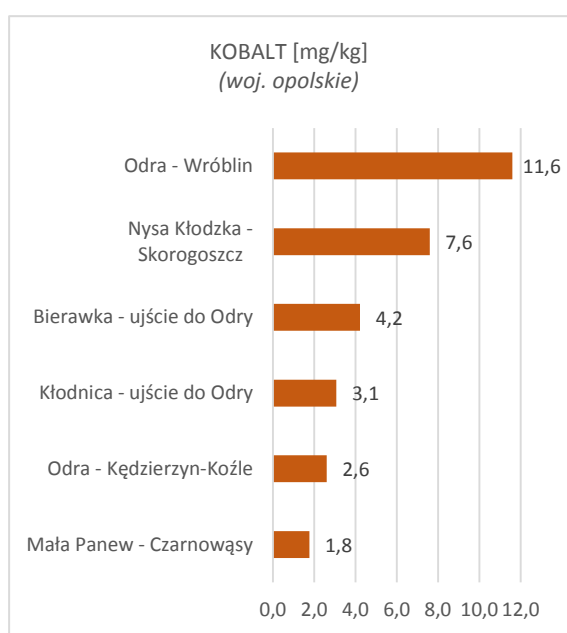
Również w ppk Bierawka-ujście do Odry badania wykazały zawartość trwałych związków organicznych z tej samej grupy WWA, klasyfikujące je wysoko w porównaniu do pozostałych punktów w kraju: acenaften – 4 pozycja; fenantren – 7; antracen – 10.

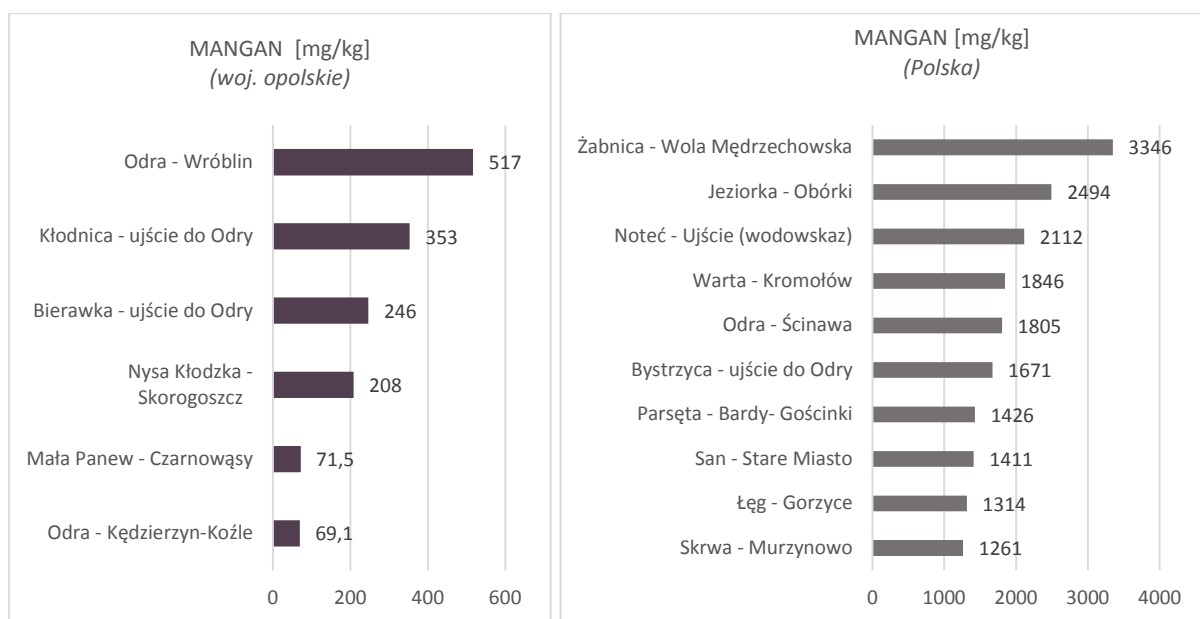
Na przedstawionych wykresach, ilustrujących zawartość pierwiastków w osadach dennych, zwraca uwagę ppk Odra – Wróblin. W osadach pobranych w tym ppk zawartość fosforu, glinu, niklu, kobaltu, żelaza i manganu była najwyższa w województwie.

**Rys. 1. Zawartość wybranych pierwiastków w osadach dennych rzek w 2017 r. (źródło: GIOŚ, WIOŚ)**

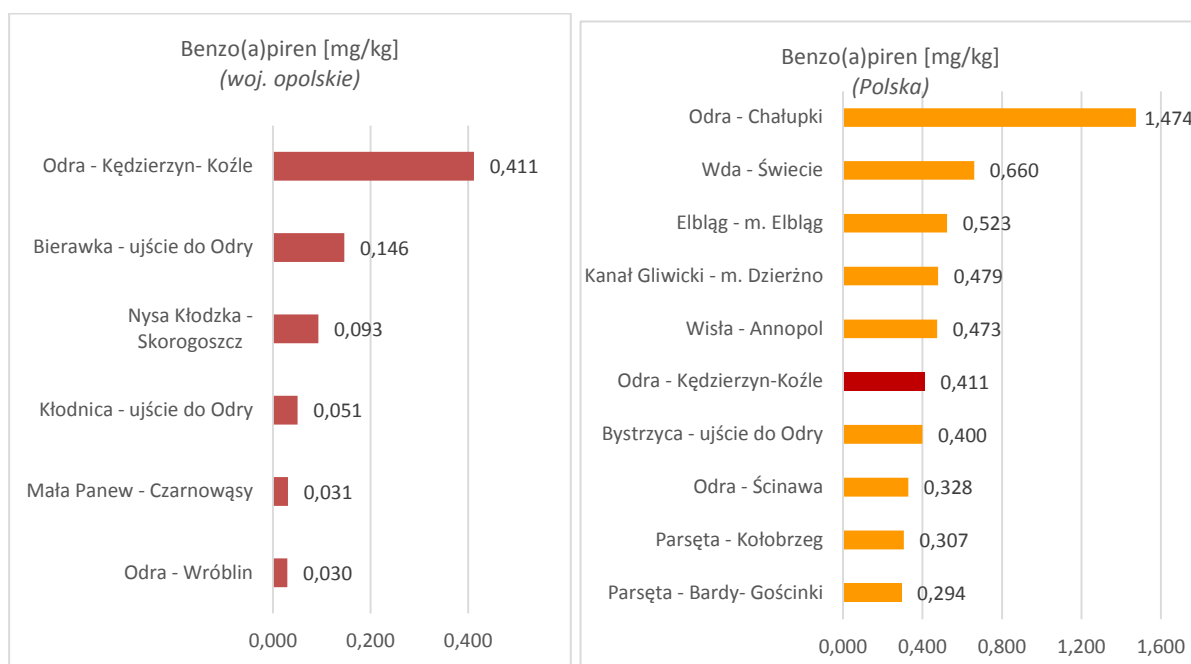




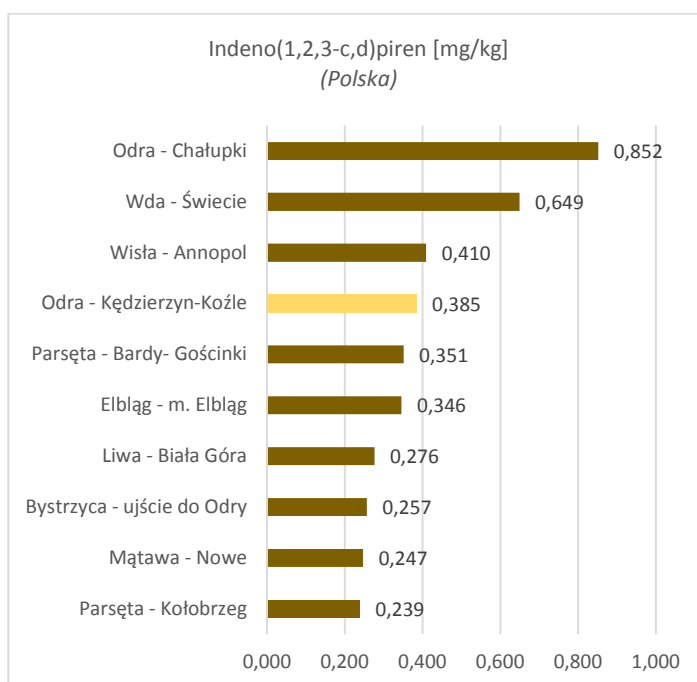
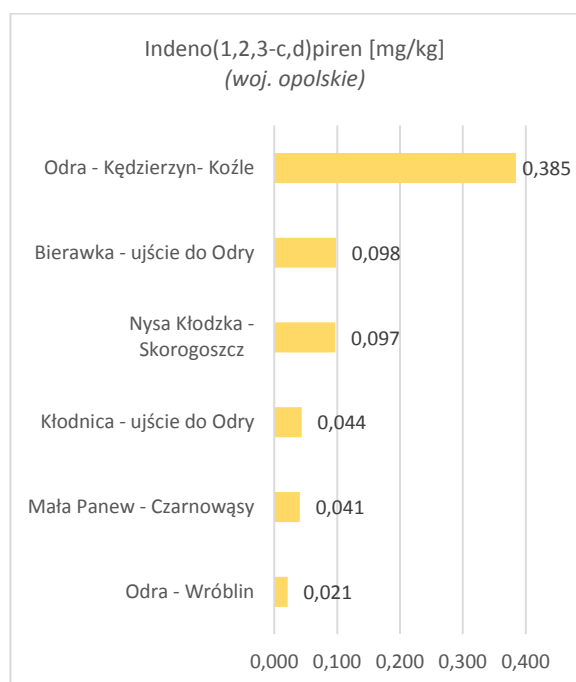
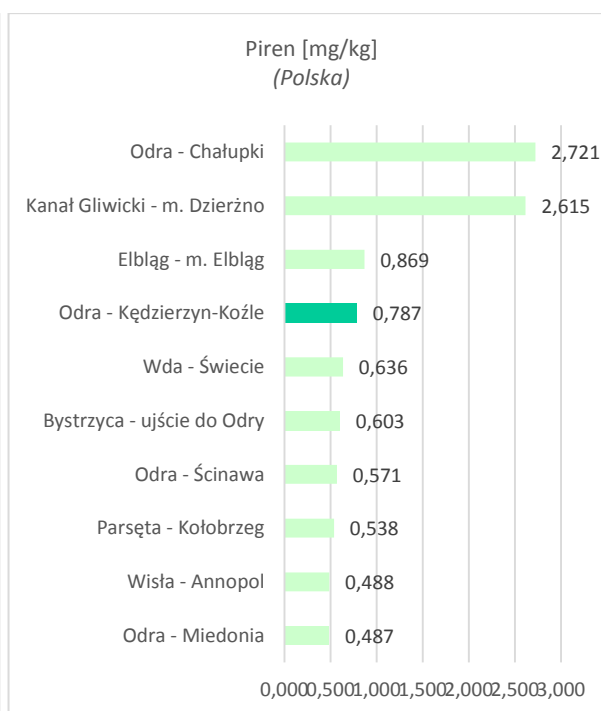
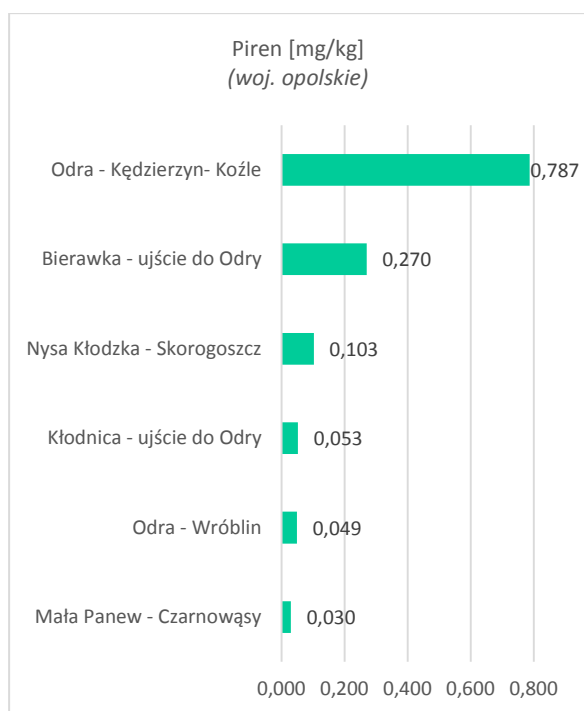


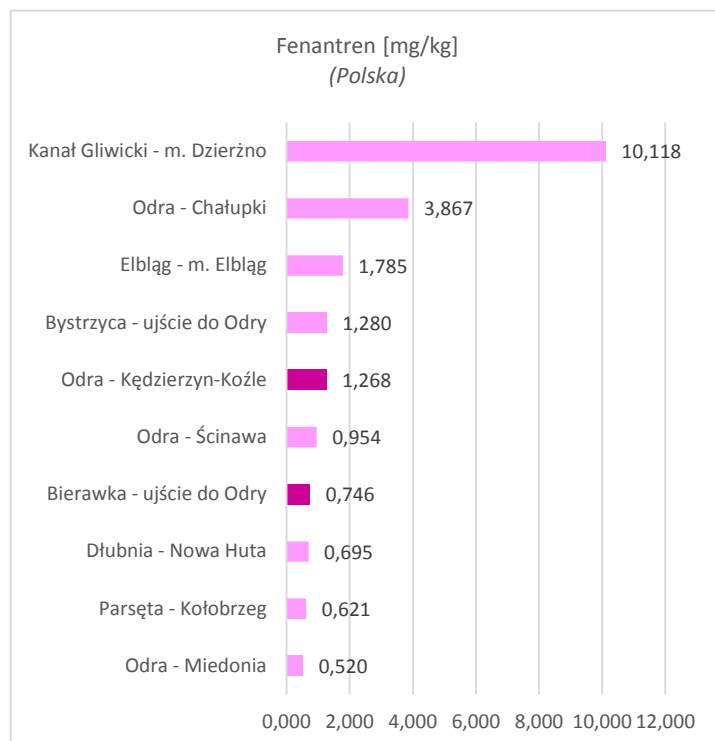
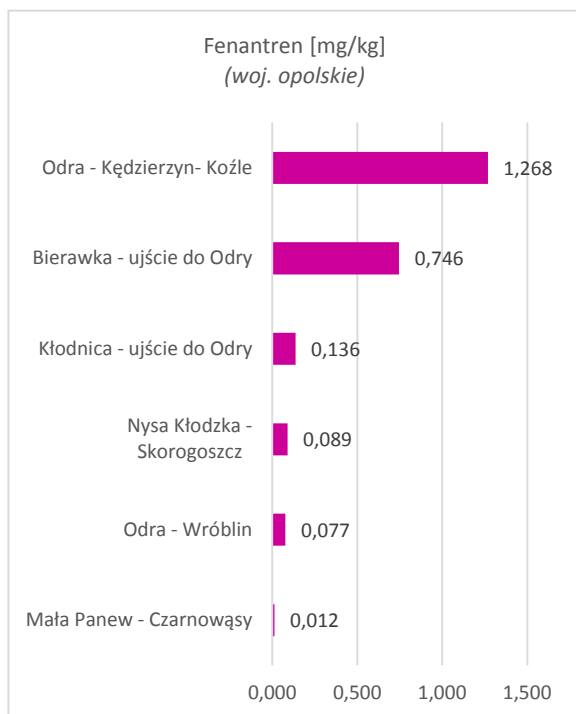
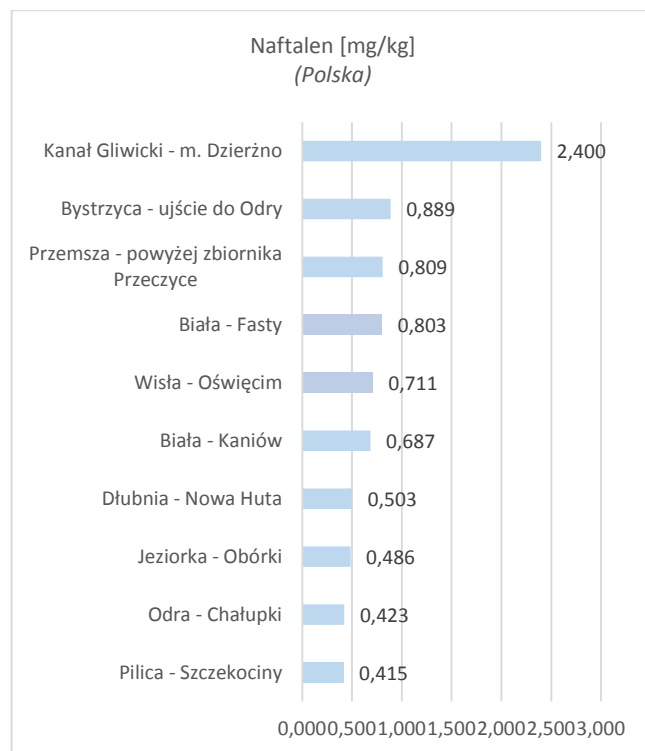
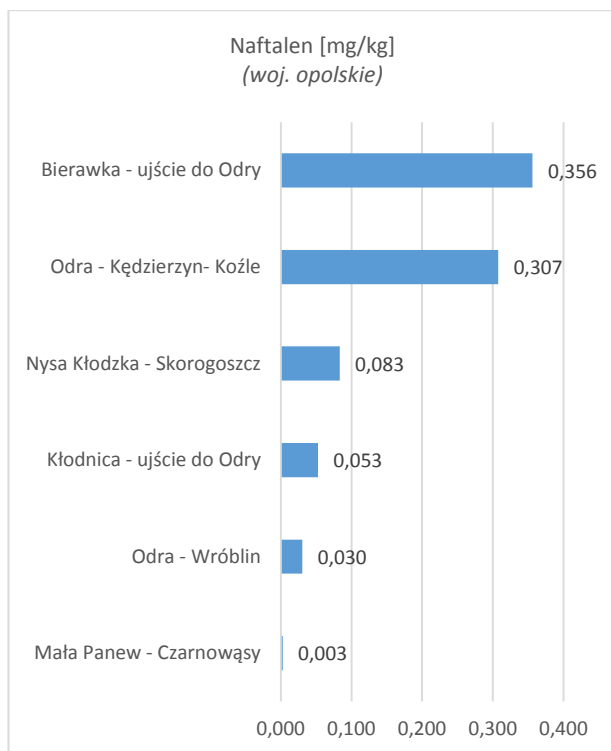


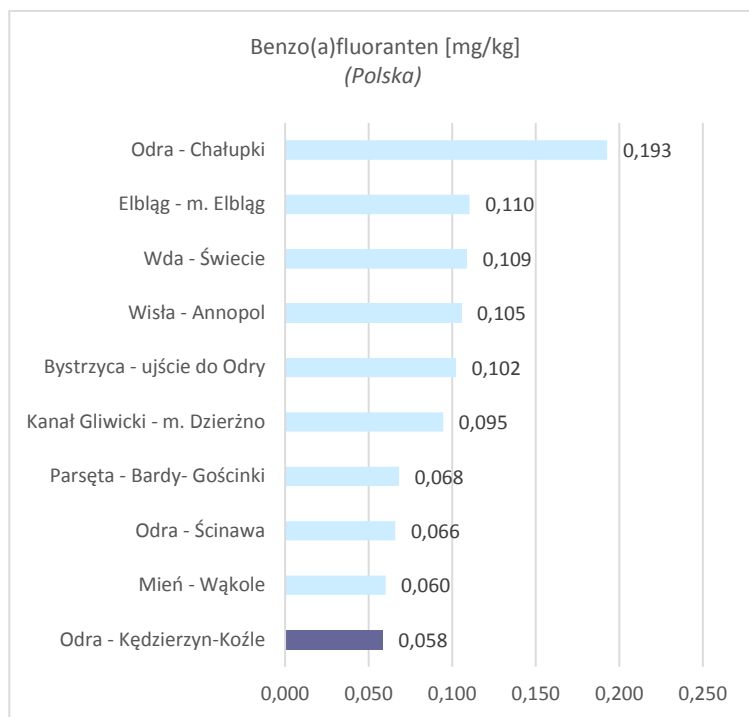
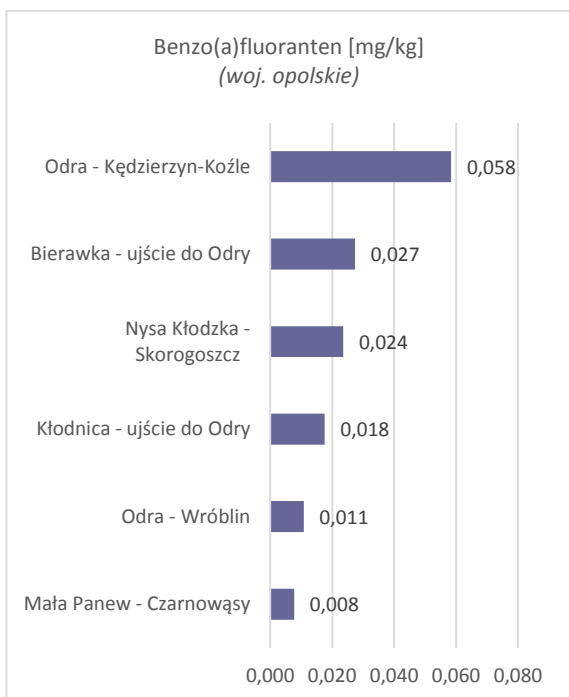
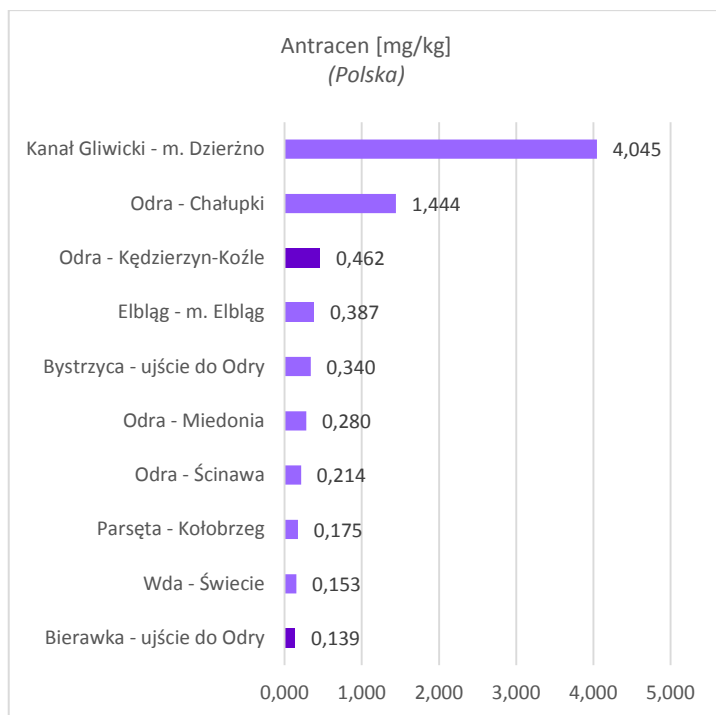
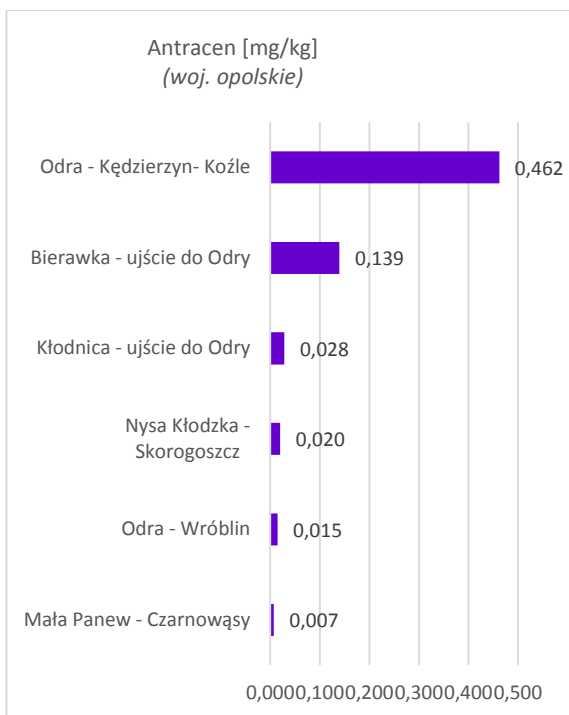
**Rys. 2.** Zawartość wybranych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w osadach dennych w województwie opolskim i na tle kraju w 2017 r. (źródło: GIOŚ, WIOŚ)

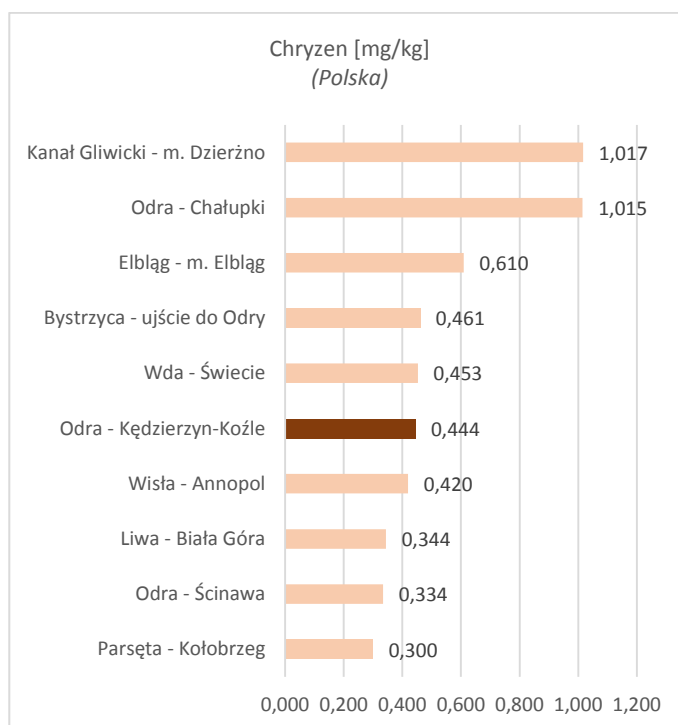
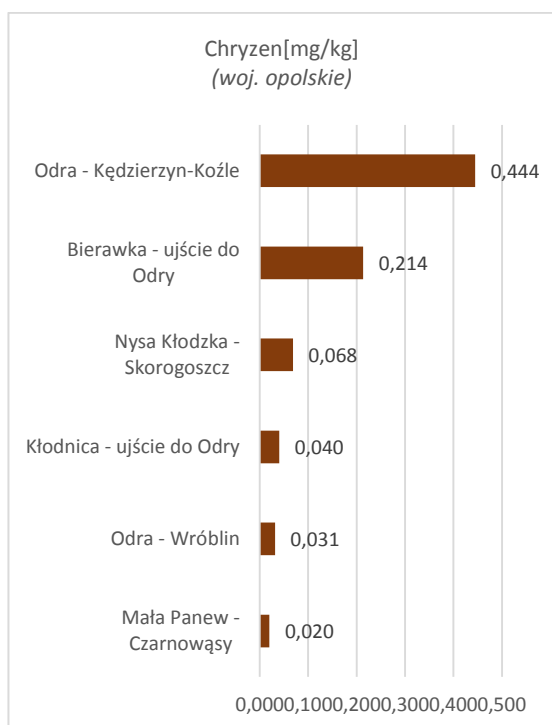
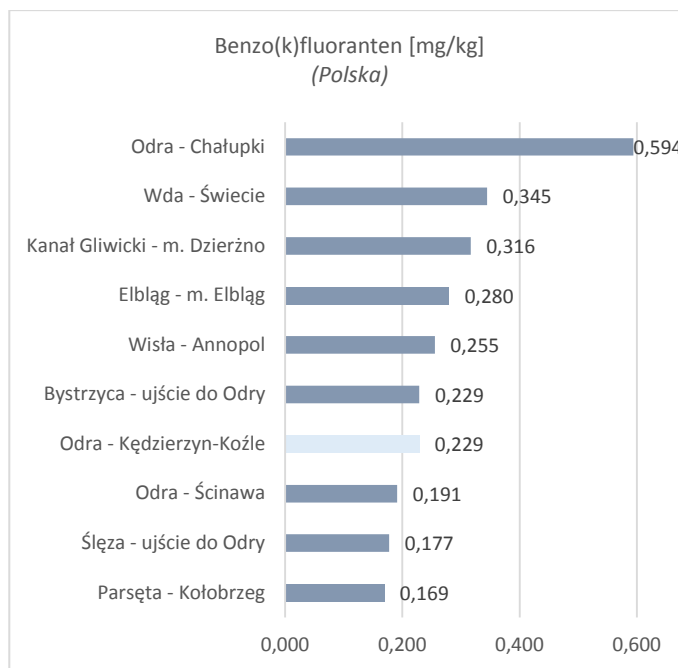
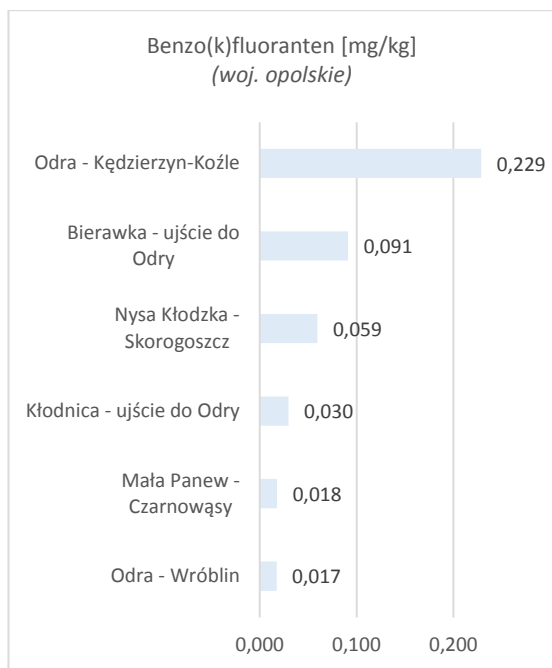


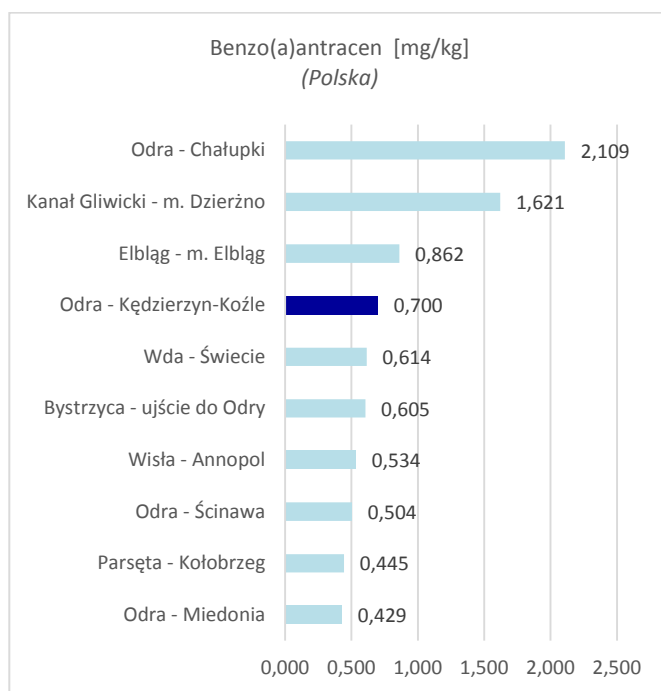
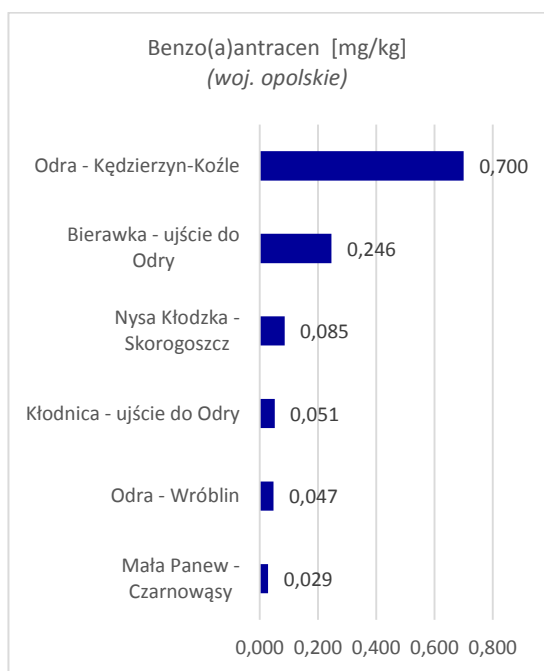
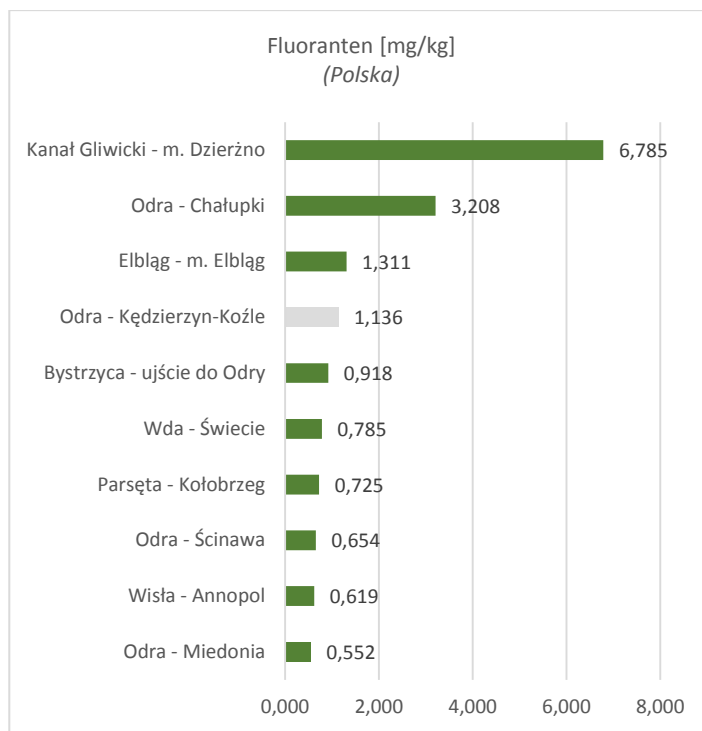
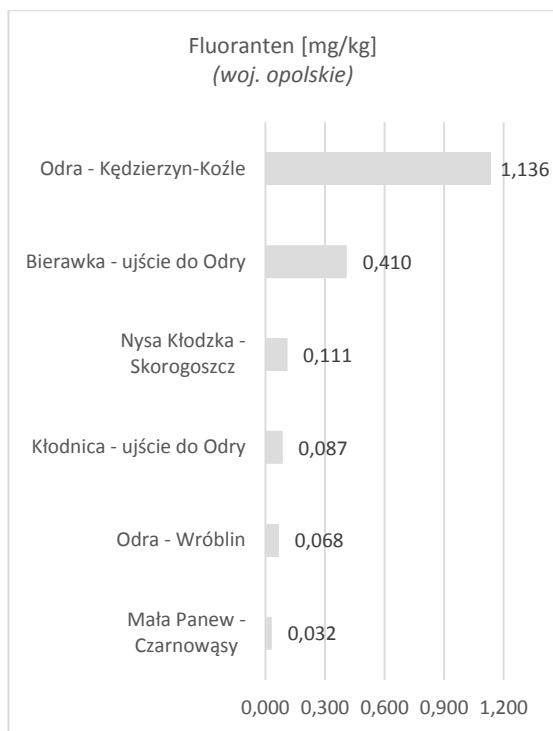


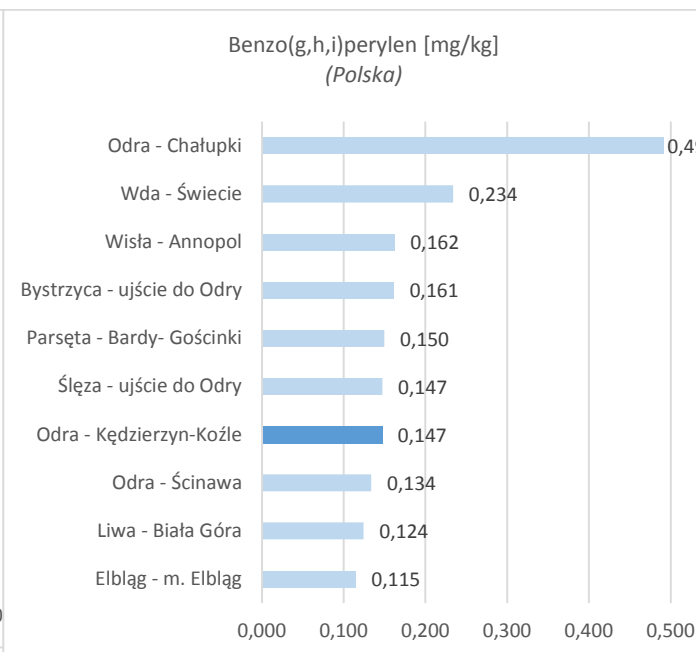
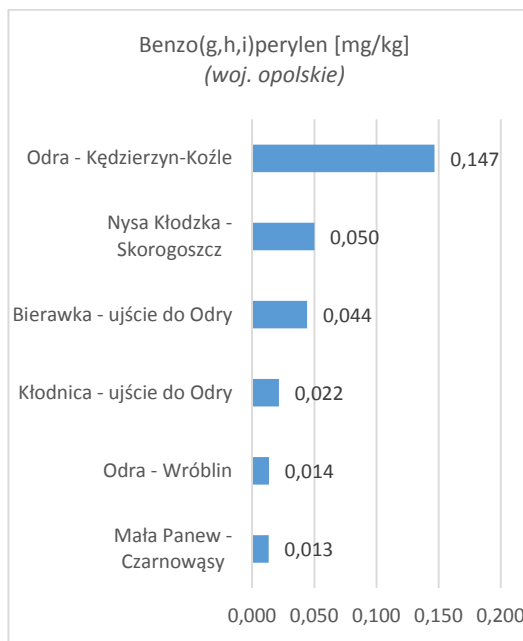
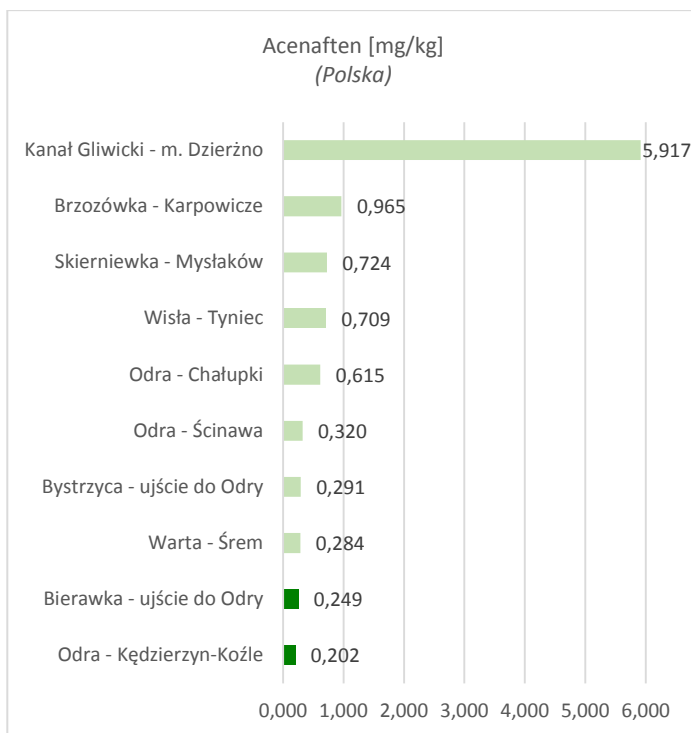
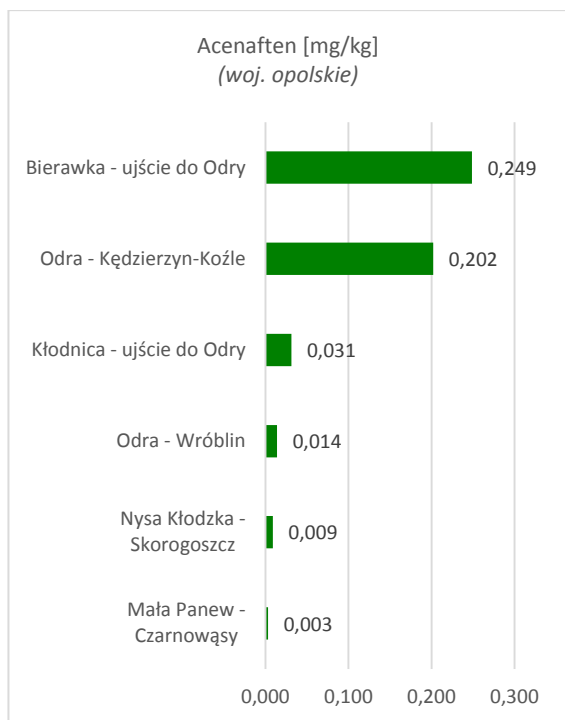


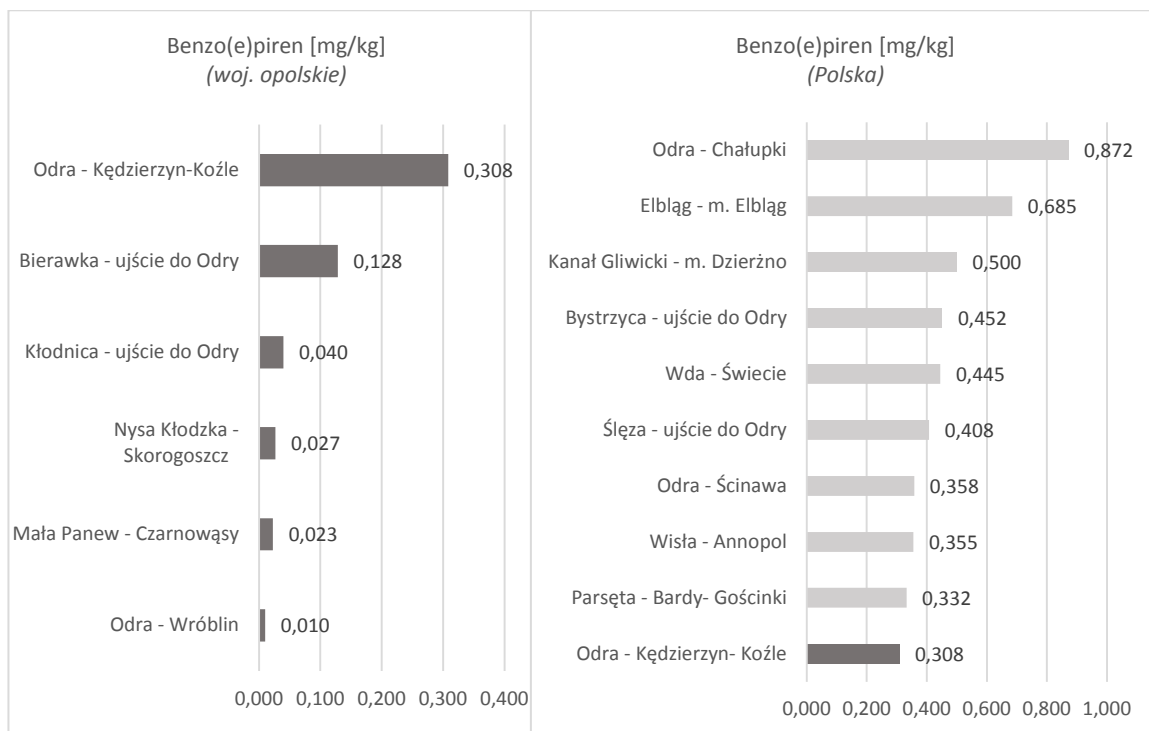
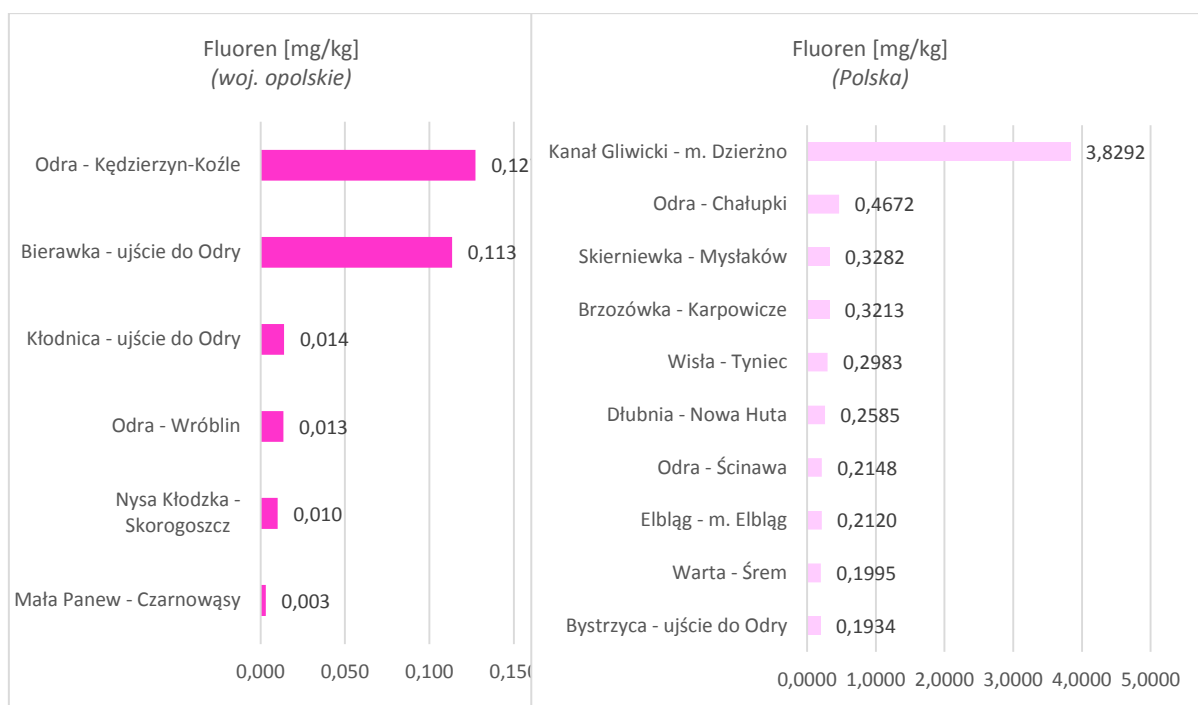


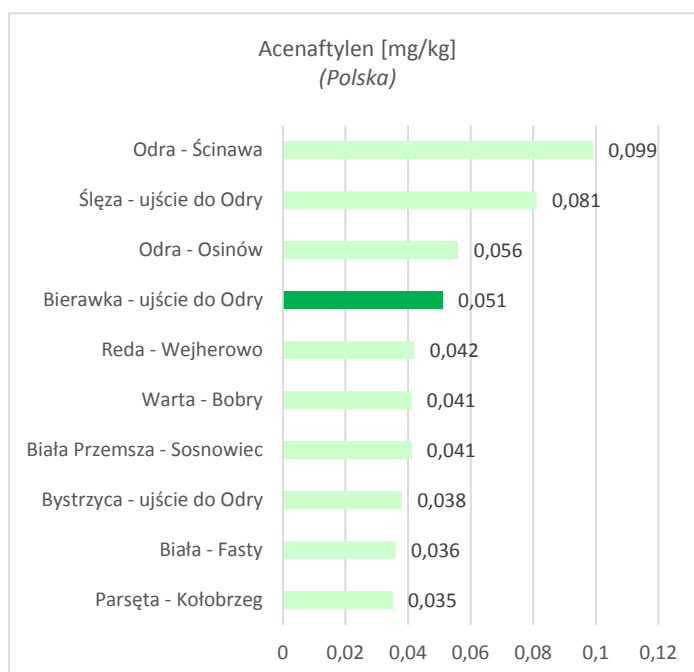
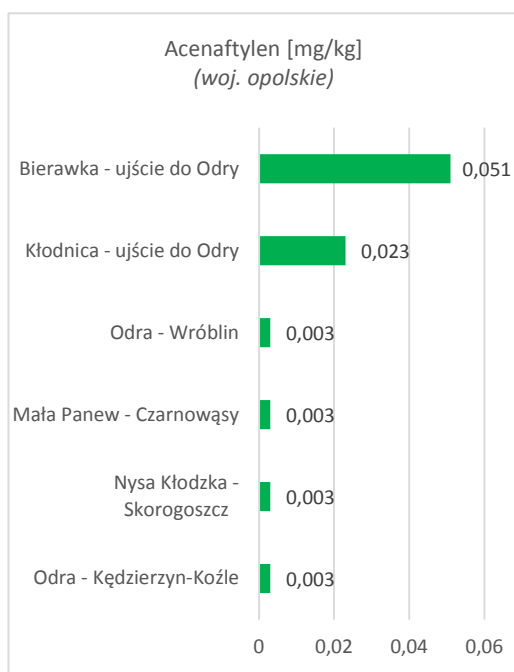
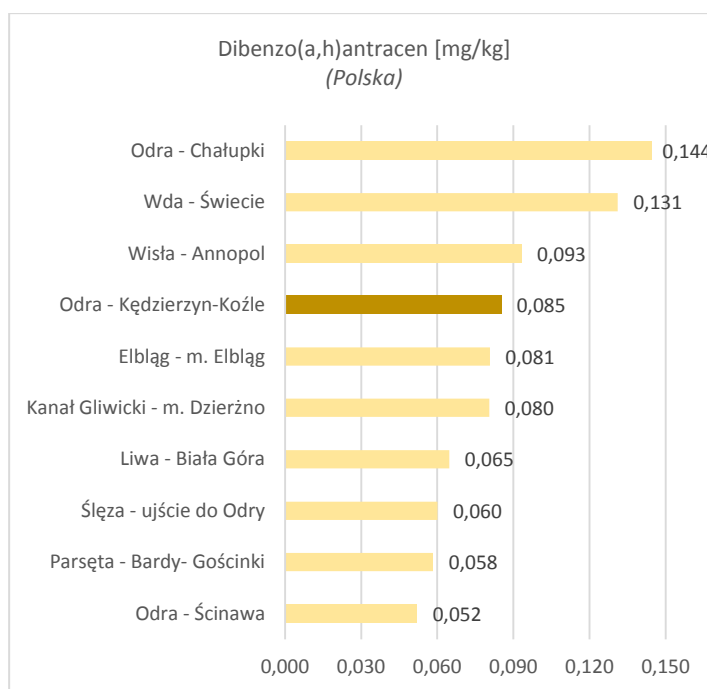
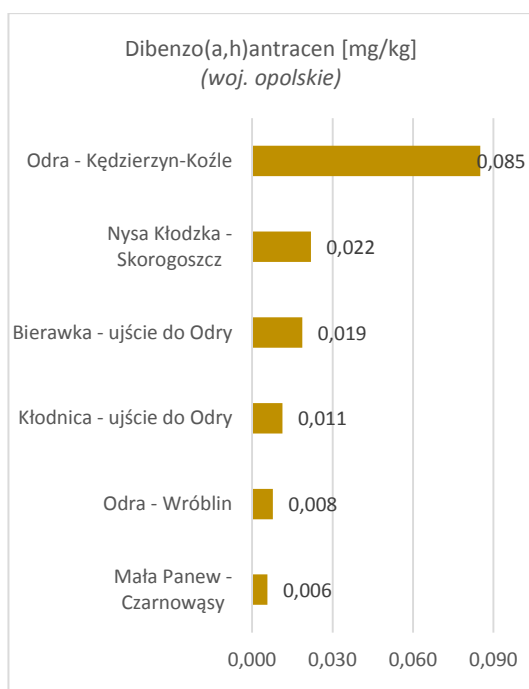














## 4. Ocena osadów

Ocenę osadów z rzek przedstawia się wg kryteriów:

- kryterium geochemiczne, które umożliwia 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) – Tabela 7;
- kryterium ekotoksykologiczne, które umożliwia ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger, 2000; WT-732 2003) – Tabela 8;
- kryterium ekotoksykologiczne, które umożliwia ocenę stopnia wpływu zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne na podstawie określonych wartości granicznych EQS, wykorzystywanych do rozdzielenia dobrego od złego stanu chemicznego osadów wodnych (wg. PIG 2015 - Bojakowska I., Dusza - Dobek A., Wołkowicz W.) – ocena zgodnie z tym kryterium została przeprowadzona jedynie dla prób osadów dennych zbadanych w maksymalnym zakresie wskaźników poddanych analizom laboratoryjnym – z obszaru województwa opolskiego brak takich osadów.

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

**Tabela 7. Ocena wyników badań osadów dennych w województwie opolskim w 2017 r. wg kryterium geochemicznego (źródło: GIOŚ)**

Lp.	Nazwa pkt.	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Sr/Ca	Ocena końcowa
		[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	
	<i>Bojakowska I., Sokołowska G. (1998), aktualizacja 2001r.</i>	<0,5< 1<2< 5	<5<1 0<30 <50	<52<100 <500<10 00	<0,5< 1<3,5 <6	<3<1 0<20 <50	<6<50 <100< 400	<7<40 <100< 200	<0,05< 0,2<0,5 <1	<6<1 6<40 <50	<15<30 <100<2 00	<73<200 <500<10 00	<0,002<0, 005<0,01 <0,1	
1	<b>Nysa Kłodzka - Skorogoszcz</b>	0,05	16,70	57,30	0,66	7,59	16,60	11,97	0,01	13,50	8,47	51,00	0,00	klasa II
2	<b>Odra - Kędzierzyn-Koźle</b>	0,05	0,28	46,60	0,17	2,60	4,56	11,70	0,03	6,71	5,48	71,70	0,01	klasa II
3	<b>Odra - Wróblin</b>	0,05	7,30	103,00	0,75	11,60	25,60	29,60	0,13	27,30	20,40	140,00	0,01	klasa II
4	<b>Bierawka - ujście do Odry</b>	0,05	1,62	153,00	0,40	4,22	4,36	7,41	0,01	8,38	8,41	70,50	0,01	klasa III
5	<b>Kłodnica - ujście do Odry</b>	0,05	0,22	24,80	0,23	3,07	3,04	1,42	0,02	5,07	6,54	53,70	0,01	klasa III
6	<b>Mała Panew - Czarnowąsy</b>	0,05	1,51	15,20	0,78	1,76	0,85	9,46	0,02	2,15	6,23	42,60	0,00	klasa I

Legenda:

	tło geochemiczne
	klasa I
	klasa II
	klasa III
	poza klasą



**Tabela 9.** Wyniki oceny stanu osadów dennych rzek w województwie opolskim w 2017 r. wg kryterium geochemicznego oraz kryterium ekotoksykologicznego (źródło: GIOŚ)

Lp.	Nazwa ppk	Ocena stanu wg	
		Kryterium geochemiczne	Kryterium ekotoksykologiczne
1	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	klasa II	Level 2
2	Odra - Kędzierzyn-Koźle	klasa II	Level 4
3	Odra - Wróblin	klasa II	Level 2
4	Bierawka - ujście do Odry	klasa III	Level 4
5	Kłodnica - ujście do Odry	klasa III	Level 2
6	Mała Panew - Czarnowąsy	klasa II	Level 1

W celu porównania wyników ocen jakości osadów dennych rzek i zbiorników wg kryterium geochemicznego oraz kryterium ekotoksykologicznego założono, że:

- osady zaliczone do **klasy I, klasy II** oraz **klasy III** czystości osadów na podstawie kryterium geochemicznego (wg Bojakowska I., Sokołowska G., 1998), to osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania – oznaczono w tabeli 9 kolorem zielonym;
- **osady pozaklasowe** określone na podstawie kryterium geochemicznego, to osady zanieczyszczone w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie – badania z 2017 roku wykazały brak osadów pozaklasowych w województwie opolskim;
- osady zaliczone do poziomów **Level 1, Level 2, Level 3** jakości osadów na podstawie kryterium ekotoksykologicznego (wg D.D. MacDonald, C.G. Ingersol, T.A. Berger, 2000; WT-732 2003), to osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania na organizmy wodne – oznaczono w tabeli 9 kolorem zielonym;
- osady zaliczone do poziomu **Level 4** jakości osadów na podstawie kryterium ekotoksykologicznego, to osady zanieczyszczone w stopniu mogącym powodować znaczące negatywne oddziaływanie na organizmy wodne – oznaczono w tabeli 9 kolorem czerwonym.

Jak wynika z przeprowadzonego porównania wyników oceny osadów dennych w województwie opolskim (tab. 9), badanych w 2017 r.:

- w **4 ppk** uzyskano zgodne wyniki oceny przeprowadzonej w oparciu o obie rozpatrywane metodyki oceny – osady określone zostały jako **niezanieczyszczone**;
- w **2 ppk** wyniki oceny przeprowadzonej na podstawie kryterium ekotoksykologicznego wskazywały, że osady są **zanieczyszczone**, natomiast zgodnie z kryterium geochemicznym osady zostały ocenione jako niezanieczyszczone, co wynikało z przyjęcia w obu ocenach różnych kryteriów – w metodzie opartej o kryterium geochemiczne nie zostały określone wartości dopuszczalne dla zawartości trwałych związków organicznych (TZO) – dotyczy

łącznie 2 punktów pomiarowo-kontrolnych: Odra – Kędzierzyn-Koźle, Bierawka – ujście do Odry.

W tabeli 10 przedstawiona została ocena stanu osadów dennych w województwie opolskim, pobranych do badań w tych samych ppk w 2016 i 2017 roku.

**Tabela 10.** Wyniki oceny stanu osadów dennych rzek w województwie opolskim w 2016 i 2017 r. wg kryterium geochemicznego oraz kryterium ekotoksykologicznego (źródło: GIOŚ)

Lp.	Nazwa ppk	Ocena stanu wg			
		Kryterium geochemiczne		Kryterium ekotoksykologiczne	
		2016	2017	2016	2017
1	Nysa Kłodzka - Skorogoszcz	klasa III	klasa II	Level 3	Level 2
2	Odra - Kędzierzyn-Koźle	klasa III	klasa II	Level 4	Level 4
3	Odra - Wróblin	klasa III	klasa II	Level 4	Level 2
4	Bierawka - ujście do Odry	klasa III	klasa III	Level 2	Level 4
5	Kłodnica - ujście do Odry	klasa II	klasa III	Level 2	Level 2
6	Mała Panew - Czarnowąsy	klasa II	klasa II	Level 1	Level 1

Porównanie wyników ocen zebranych w tabeli 10 wskazuje na brak zanieczyszczenia metalami osadów badanych w sześciu punktach pomiarowo-kontrolnych w województwie opolskim (czyli według kryterium geochemicznego), przy czym w trzech punktach poziom zawartości metali się nie zmienił (Odra – Wróblin, Bierawka – ujście do Odry i Mała Panew – Czarnowąsy); w dwóch zmniejszył się o jedną klasę (Nysa Kłodzka – Skorogoszcz, Odra – Kędzierzyn-Koźle) i w jednym wzrósł o jedną klasę (Kłodnica – ujście do Odry). Ocena uzyskana w szerszym zakresie badanych wskaźników, według kryterium ekotoksykologicznego, obejmującego pierwiastki śladowe oraz trwałe zanieczyszczenia organiczne wskazuje na utrzymujący się poziom zawartości ocenianych substancji w ppk Odra – Kędzierzyn-Koźle (w dalszym ciągu są to osady zanieczyszczone, Level 4) oraz Kłodnica – ujście do Odry i Mała Panew – Czarnowąsy (osady niezanieczyszczone lub zanieczyszczone w stopniu nie powodującym znaczącego negatywnego oddziaływania na organizmy wodne). W dwóch ppk poziom zawartości ocenianych substancji uległ zmniejszeniu – w ppk Nysa Kłodzka – Skorogoszcz o jedną klasę, a w ppk Odra – Wróblin o dwie klasy, osiągając poziom odpowiadający osadom niezanieczyszczonym.