

PREZENTACJA WSTĘPNEGO RAPORTU ZESPOŁU DS. SYTUACJI NA ODRZE

Przy udziale przedstawicieli:

- Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska
- Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska
- Głównego Inspektoratu Weterynarii
- Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej-Państwowego Instytutu Badawczego
- Instytutu Rybactwa Śródlądowego im. S. Sakowicza w Olsztynie -Państwowego Instytutu Badawczego
- Morskiego Instytutu Rybackiego -Państwowego Instytutu Badawczego
- Państwowego Instytutu Weterynaryjnego-Państwowego Instytutu Badawczego
- Politechniki Warszawskiej
- Politechniki Wrocławskiej
- Uniwersytetu Gdańskiego
- Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie
- Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
- Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
- Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie

Pod redakcją: Instytutu Ochrony Środowiska-Państwowego Instytutu Badawczego



Zagadnienia omówione w ramach wstępnego raportu

- Obserwacje śniętych ryb
- Sytuacja hydrometeorologiczna w okresie poprzedzającym śnięcie ryb
- Jakość wód Odry
- Analiza zdjęć satelitarnych
- Badania toksykologiczne i anatomopatologiczne ryb
- Tło faktograficzne sformułowania i weryfikacji hipotezy „złotej algi”
- Identyfikacja obecności i zakwitów *Prymnesium parvum*
- Identyfikacja obecności genów *PKS*
- Oznaczanie prymnezyn produkowanych przez *Prymnesium parvum*
- Zakwity *P. parvum* w świetle dotychczasowych badań



Obserwacje śniętych ryb



Obserwacje śniętych ryb

- Obserwacje w kierunku obecności śniętych ryb w wodach Odry, zbiornikach oraz kanałach prowadzone były na terenie 5 województw - śląskiego, opolskiego, dolnośląskiego, lubuskiego i zachodniopomorskiego.
- Śnięcie ryb o charakterze cyklicznym obserwowane było od końca lipca 2022 r., przy czym nie było to zjawisko ciągłe i występowało na różnych odcinkach Odry i zbiornikach w różnych przedziałach czasowych.

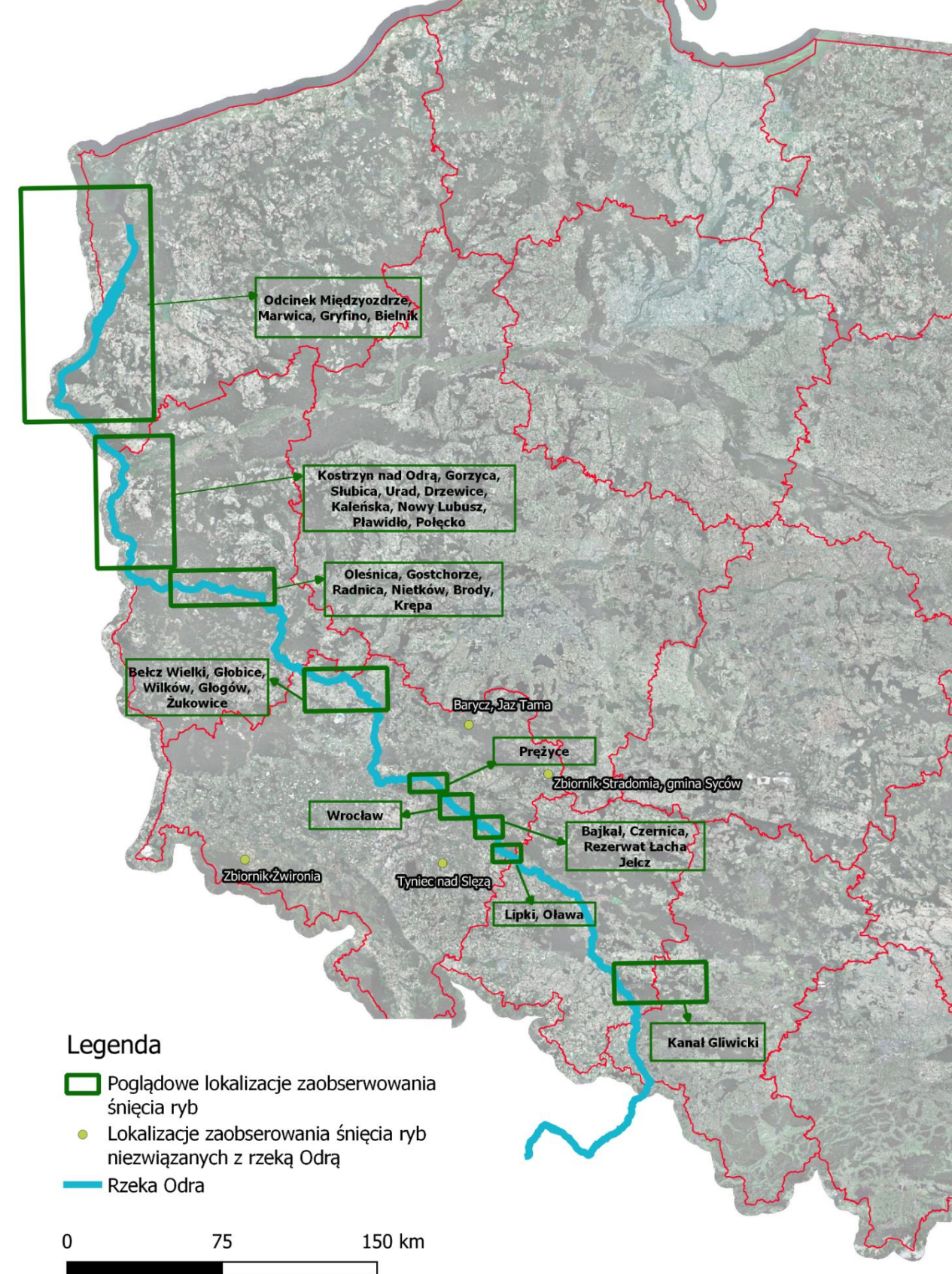


Obserwacje śniętych ryb

Od końca lipca 2022 r. do 12 września 2022 r. zaobserwowano łącznie ponad 249 ton śniętych ryb.

Województwo	Ilość śniętych ryb [tona]
śląskie (Kanał Gliwicki)	7,3 t
opolskie (Kanał Gliwicki)	
dolnośląskie	26,1 t
lubuskie	46,42 t
zachodniopomorskie	169 t
łącznie:	ok. 249 ton

Ze względu na różnicowanie metodyki obserwacji, złożoność procesów i dynamikę sytuacji, dane mają charakter szacunkowy.



Sytuacja hydrologiczna Odry w okresie poprzedzającym katastrofę



Sytuacja hydrologiczna i jej wpływ na warunki panujące w Odrze

- W lipcu 2022 r. rejon zachodniej części nizin, a więc w znacznej części obszar dorzecza Odry, był najcieplejszym regionem w kraju ze średnią obszarową temperaturą wynoszącą 19,9°C (anomalia +0.5°C w stosunku do normy).
- Tegoroczny sierpień należy zaliczyć do miesięcy ekstremalnie ciepłych termicznie.
- Miesięczna suma usłonecznienia w lipcu wzdłuż biegu Odry dochodziła do 320 godzin. W stosunku do normy wieloletniej obszar ten charakteryzował się istotnie wyższymi anomaliami miesięcznych sum usłonecznienia rzeczywistego względem okresu referencyjnego 1991-2020, które zawierały się między 20h a 60h.
- Na przełomie lipca i sierpnia notowano wyjątkowo wysoką temperaturę wody w Odrze (do 27°C).

Jakość wód Odry



Jakość wód

Na Odrze od początku roku pobierane są próby w 17 punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk), obejmujących 5 województw: śląskie, opolskie, dolnośląskie, lubuskie i zachodniopomorskie; Sposób pobierania i zakres wskaźników są zgodne z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu (Dz. U. 2021 poz. 1576).

Wyniki oceny stanu JCWP wyznaczonych na Odrze za okres 2014-2019 (źródło: pms, GIOŚ).



Kod jcwp	Nazwa jcwp	Rok ostatnich badań	Klasa elementów biologicznych	Obserwacje hydromorfologiczne	Klasa elementów fizykochemicznych (grupa 3.1 - 3.5)	Klasa elementów fizykochemicznych (grupa 3.6)	Klasyfikacja stanu / potencjału ekologicznego	Klasyfikacja stanu chemicznego	Stan wód
PLRW6000191139	Odra od granicy państwa w Chatupkach do Olzy	2019	5	1	>2	2	zły	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW600019117159	Odra od wypływu ze zb. Polder Buków do Kanału Gliwickiego	2017	4	>1	>2	2	słaby	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW60001911759	Odra od Kanału Gliwickiego do Osobłogi	2017	5	>1	>2	>2	zły	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW60002111799	Odra od Osobłogi do Małej Panwi	2017	5	>1	>2	>2	zły	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW60002113337	Odra od Małej Panwi do granic Wrocławia	2019	4	1	>2	2	słaby	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW6000211511	Odra od Wałów Śląskich do Kanału Wschodniego	2019	4	>1	>2	2	słaby	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW60002113399	Odra w granicach Wrocławia	2017	4	>1	>2	2	słaby	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW60002115379	Odra od Kanału Wschodniego do Czarnej Strugi	2017	4	1	>2	>2	słaby	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW6000211739	Odra od Czarnej Strugi do Nysy Łużyckiej	2019	4	>1	>2	2	słaby	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW60002117999	Odra od Nysy Łużyckiej do Warty	2019	4	1	>2	2	słaby	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW60002119199	Odra od Warty do Odry Zachodniej	2019	4	>1	>2	2	słaby	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW6000211971	Odra od Odry Zachodniej do Parnicy	2019	4	>1	>2	2	słaby	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW6000211999	Odra od Parnicy do ujścia	2019	5	>1	>2	2	zły	poniżej dobrego	ZŁY
Kanały									
PLRW6000011513	Odra od Olzy do wypływu z polderu Buków		brak klasyfikacji	brak klasyfikacji	brak klasyfikacji	brak klasyfikacji	brak możliwości klasyfikacji	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW6000011659	Kanał Gliwicki z Kłodnicą od Kozłówek do Dramy	2019	4	>1	1	2	słaby	poniżej dobrego	ZŁY
PLRW60000117169	Kanał Gliwicki		brak klasyfikacji	>1	1	brak klasyfikacji	brak możliwości klasyfikacji	poniżej dobrego	ZŁY

Jakość wód

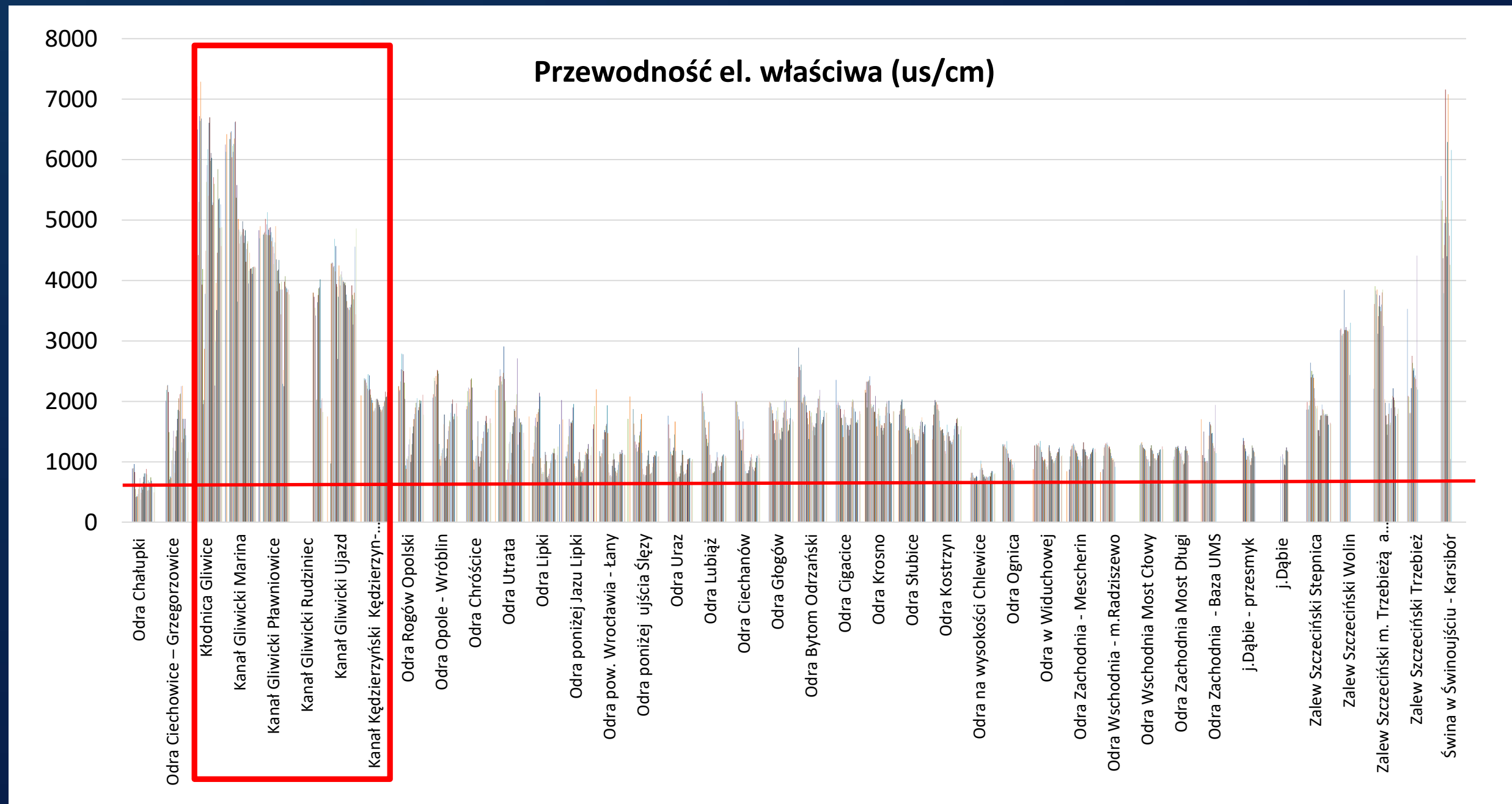
Obok prowadzenia rutynowego monitoringu jakości wód w ramach pmś, [od 28 lipca](#) Centralne Laboratorium Badawcze GIOŚ rozpoczęło dobowe pobieranie próbek w dodatkowych punktach na rzece, których liczba od połowy sierpnia wyniosła od 34 do 37.

Do dnia 20.09, wykonano ponad 34 tys. oznaczeń fizykochemicznych w zakresie:

- warunki termiczno-tlenowe: temperatura wody, tlen rozpuszczony, nasycenie tlenem, ChZT-Mn, ogólny węgiel organiczny, ChZT-Cr, zawiesina ogólna,
- warunki zasolenia: przewodność elektrolityczna właściwa, siarczany, chlorki, sól, potas, twardość,
- warunki zakwaszenia: odczyn pH,
- warunki biogenne: azot Kjeldahla, azot azotanowy, azot azotynowy, azot amonowy, azot ogólny, fosfor ogólny, fosfor fosforanowy,
- zanieczyszczenia specyficzne: cyjanki wolne, indeks fenolowy, ropopochodne,
- metale: chlor, rtęć, kadm, ołów, nikiel,
- pierwiastki: Li, Be, B, Al., Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, Tl, Pb.

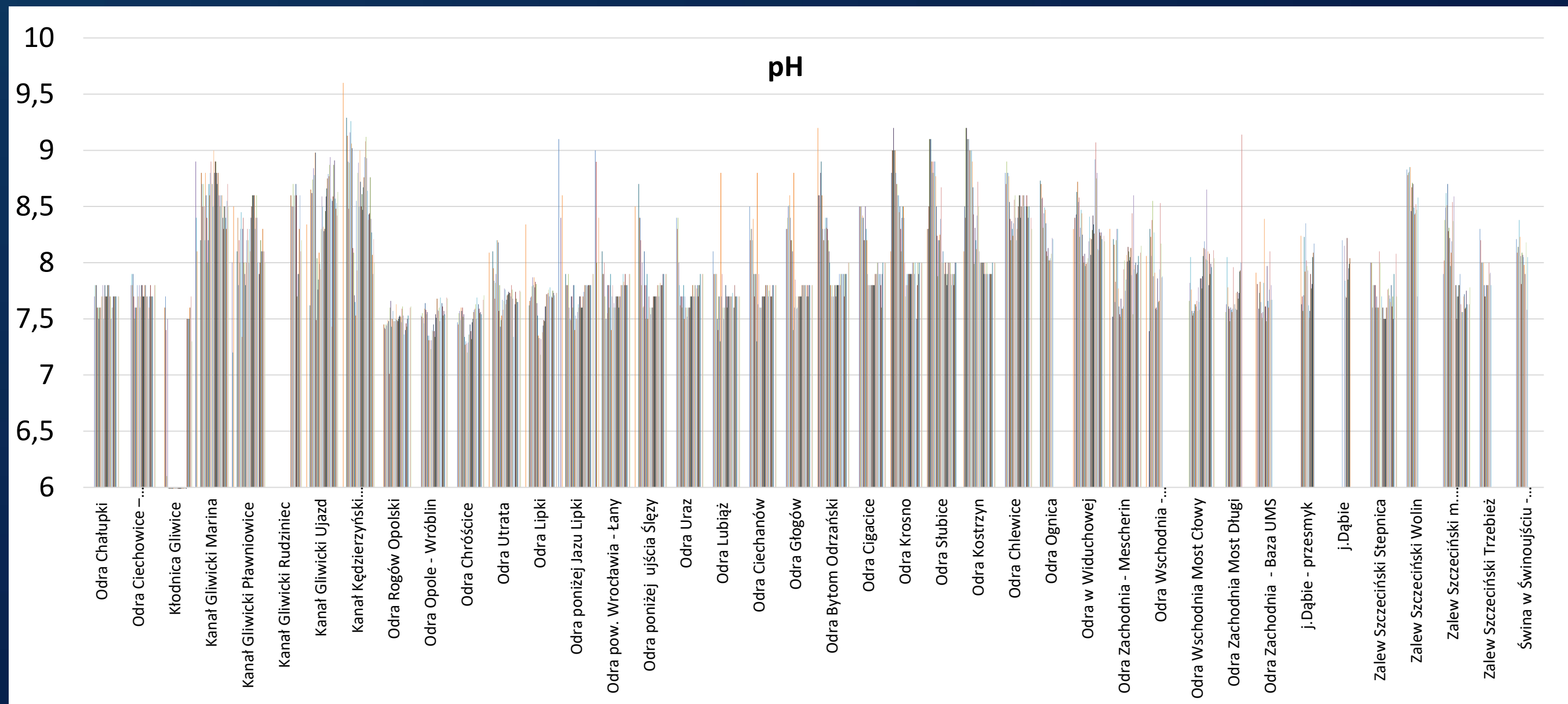


Jakość wód - wskaźniki zasolenia



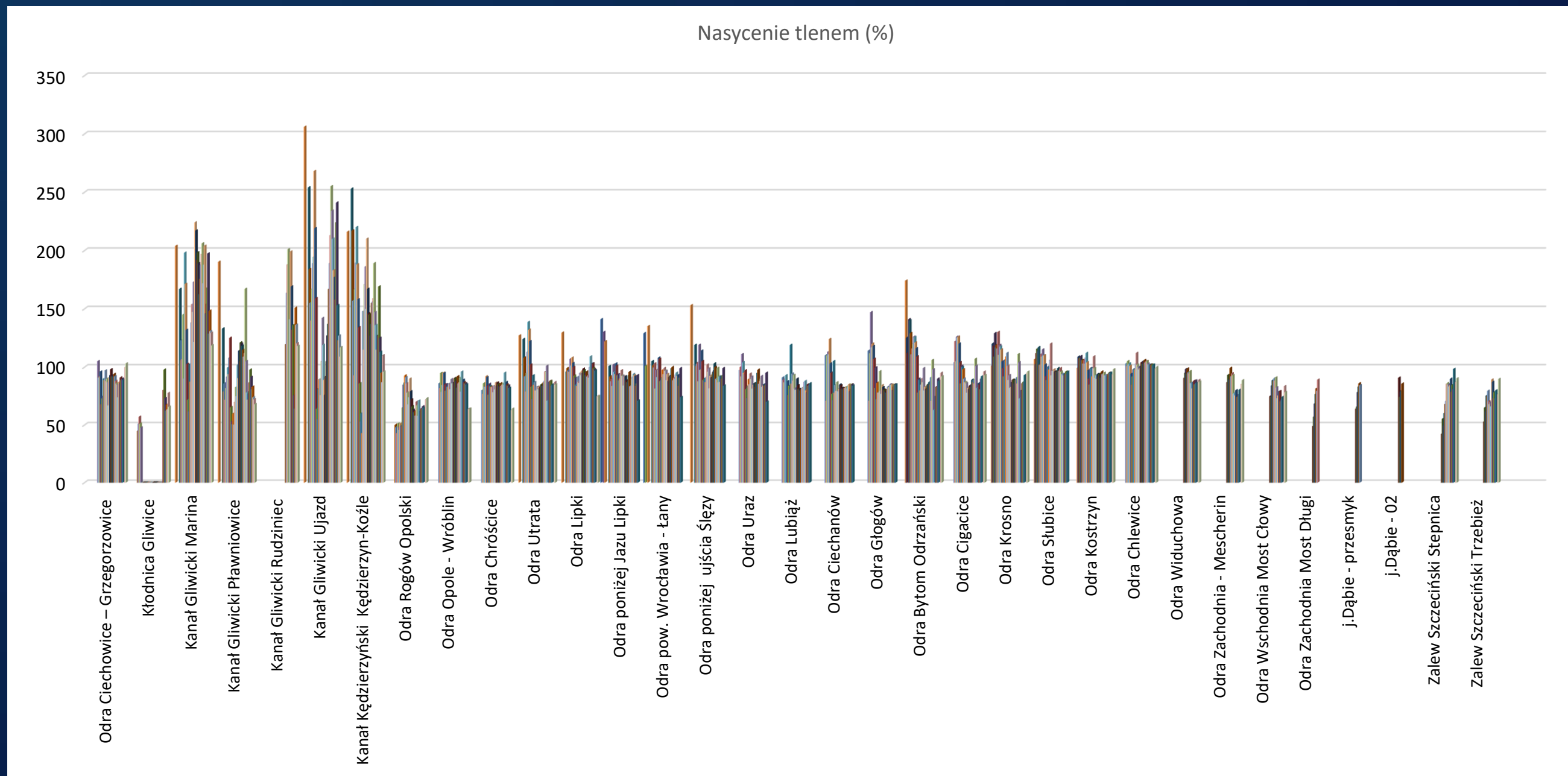
Wartość graniczna stanu dobrego dla $R_{wN} \leq 850 \text{ uS/cm}$

Jakość wód - wskaźniki zakwaszenia

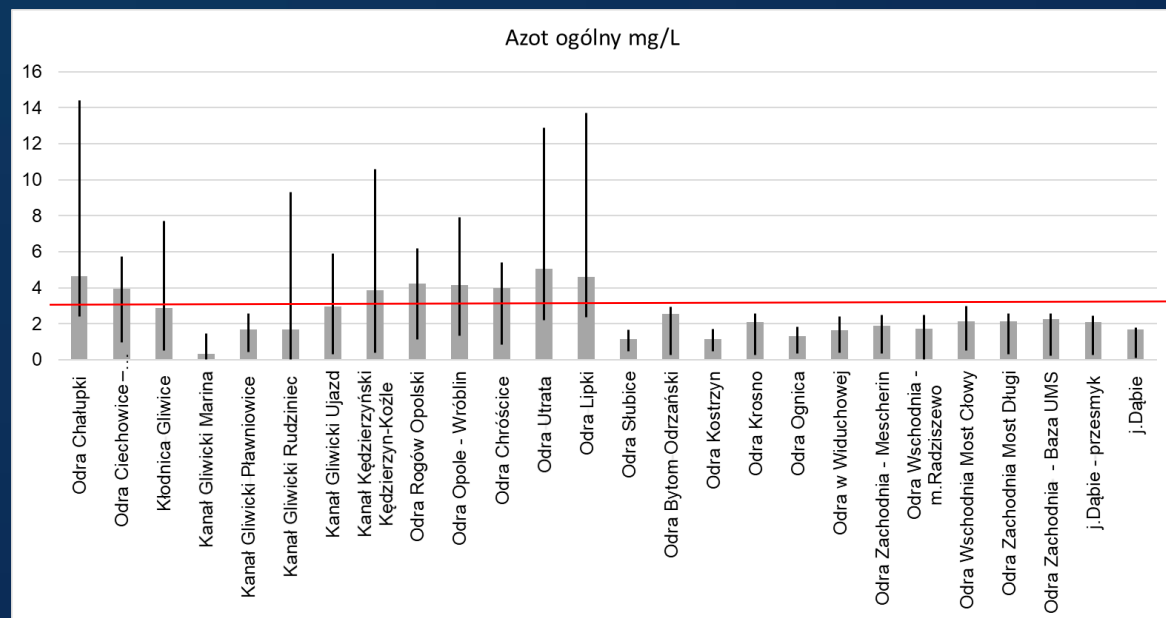


Odczyn wód powierzchniowych jest zmienny i jego okresowe wahania powodowane są najczęściej procesami biologicznymi (uzależnienie od nasilenia asymilacji lub respiracji).
Parametr monitorowany, nieklasyfikowany.

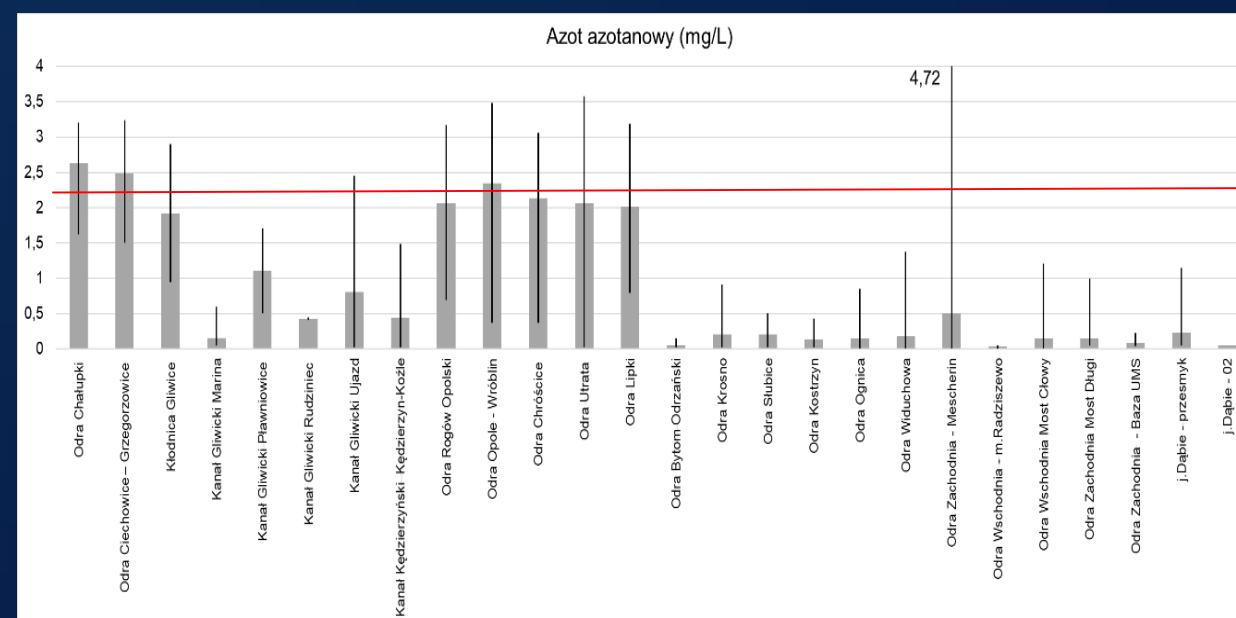
Jakość wód - wskaźniki natlenienia



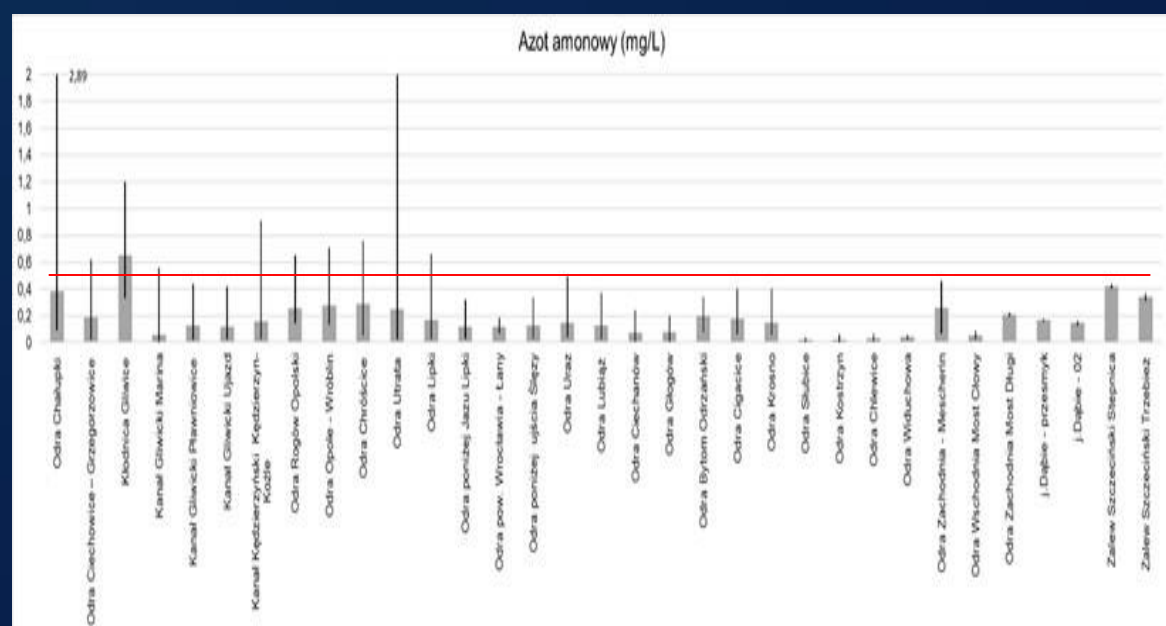
Jakość wód - biogeny



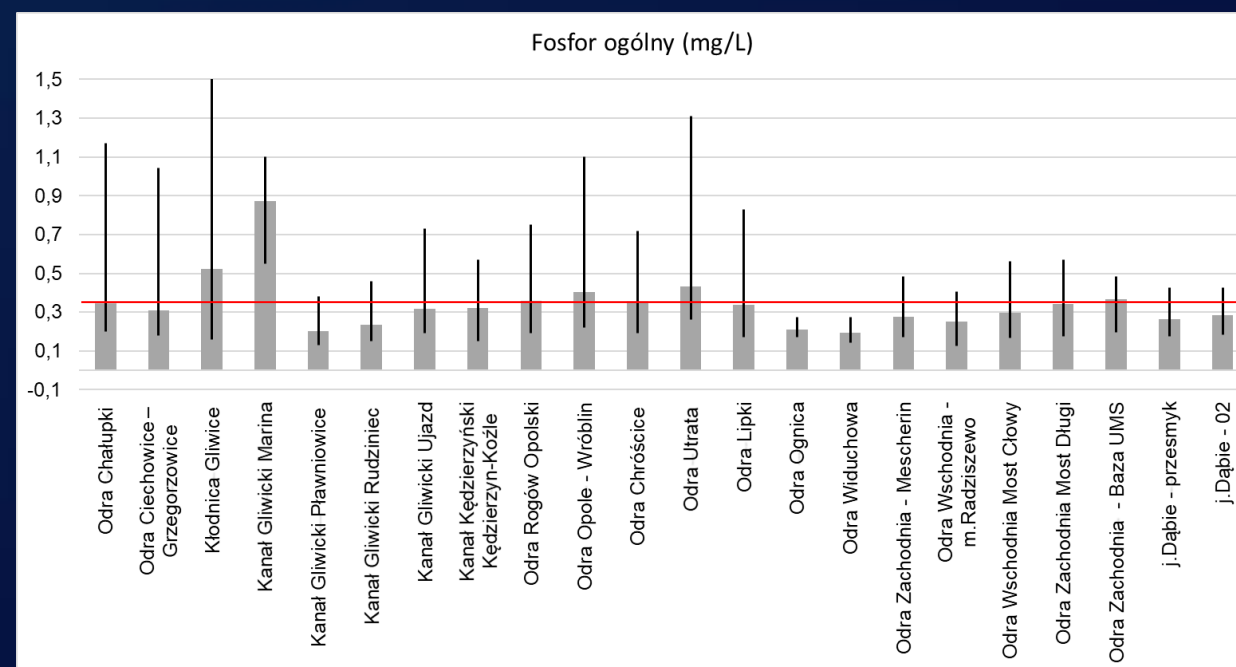
Wartość graniczna stanu dobrego dla RwN $\leq 3,5$ mg/L



Wartość graniczna stanu dobrego dla RwN $\leq 2,20$ mg/L

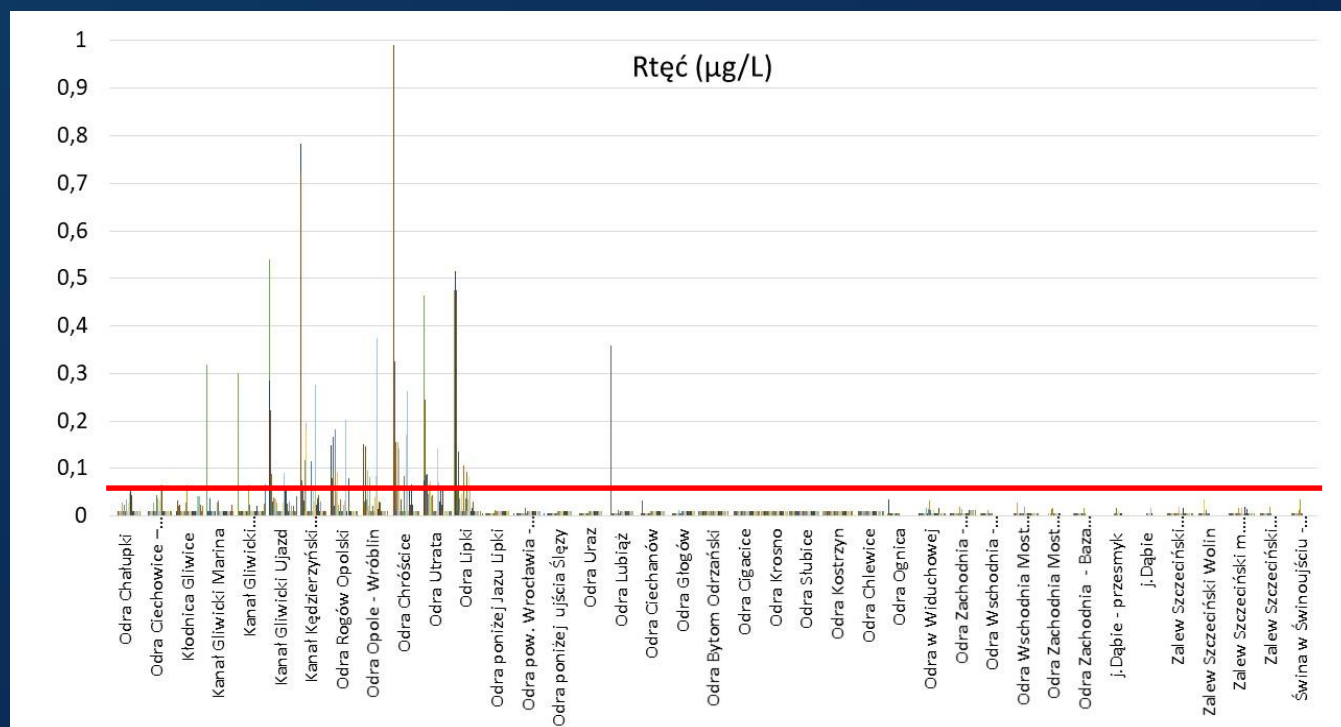


Wartość graniczna stanu dobrego dla RwN $\leq 0,45$ mg/L

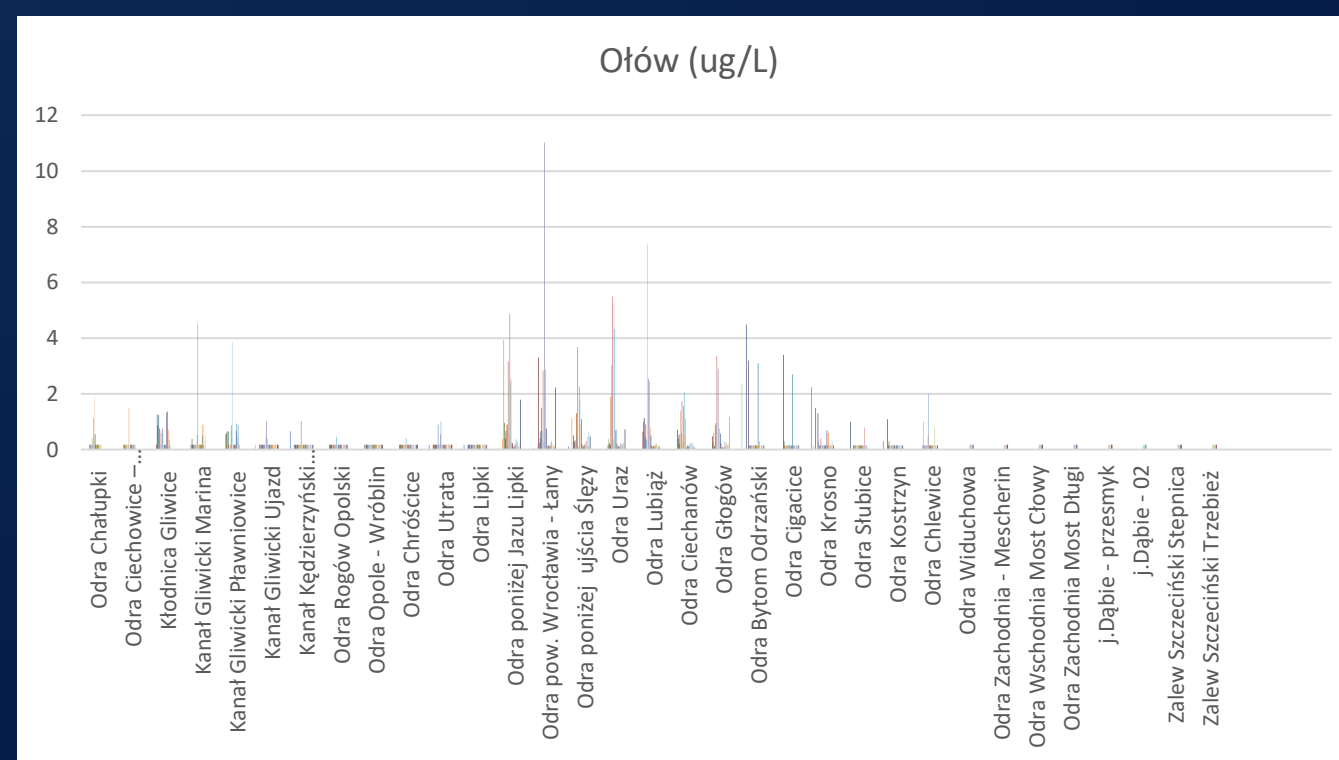


Wartość graniczna stanu dobrego dla RwN $\leq 0,35$ mg/L

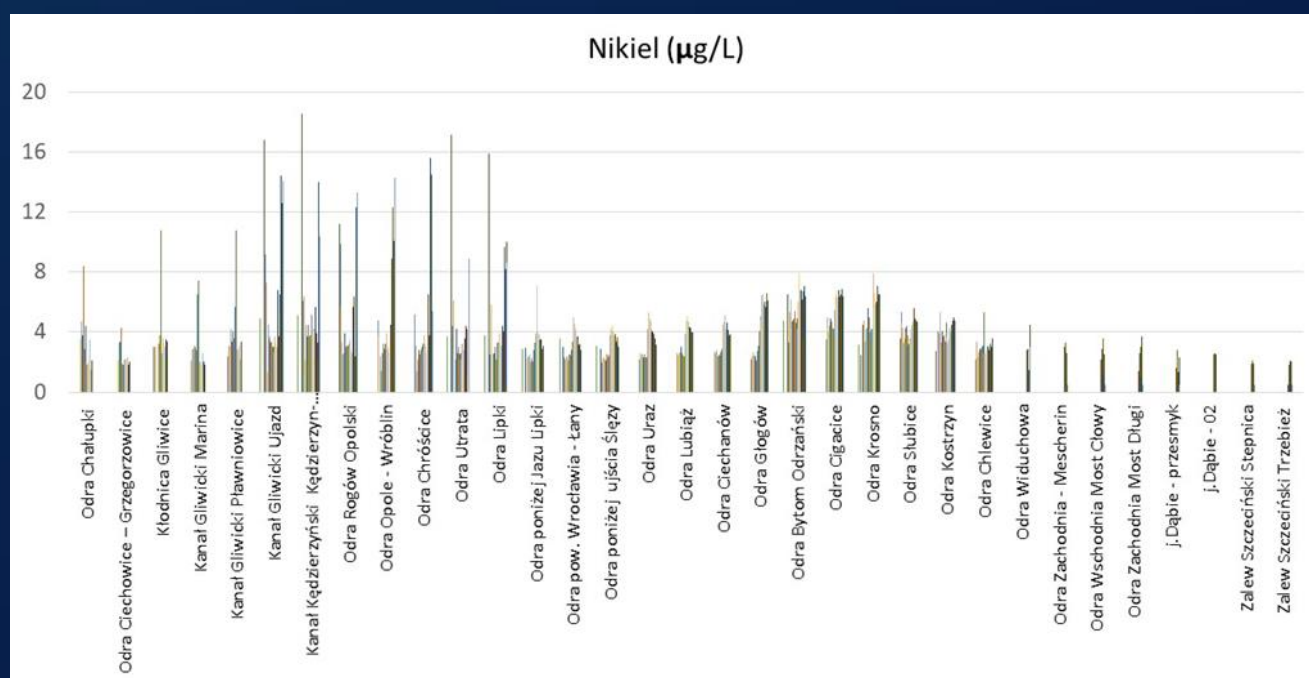
Jakość wód - metale



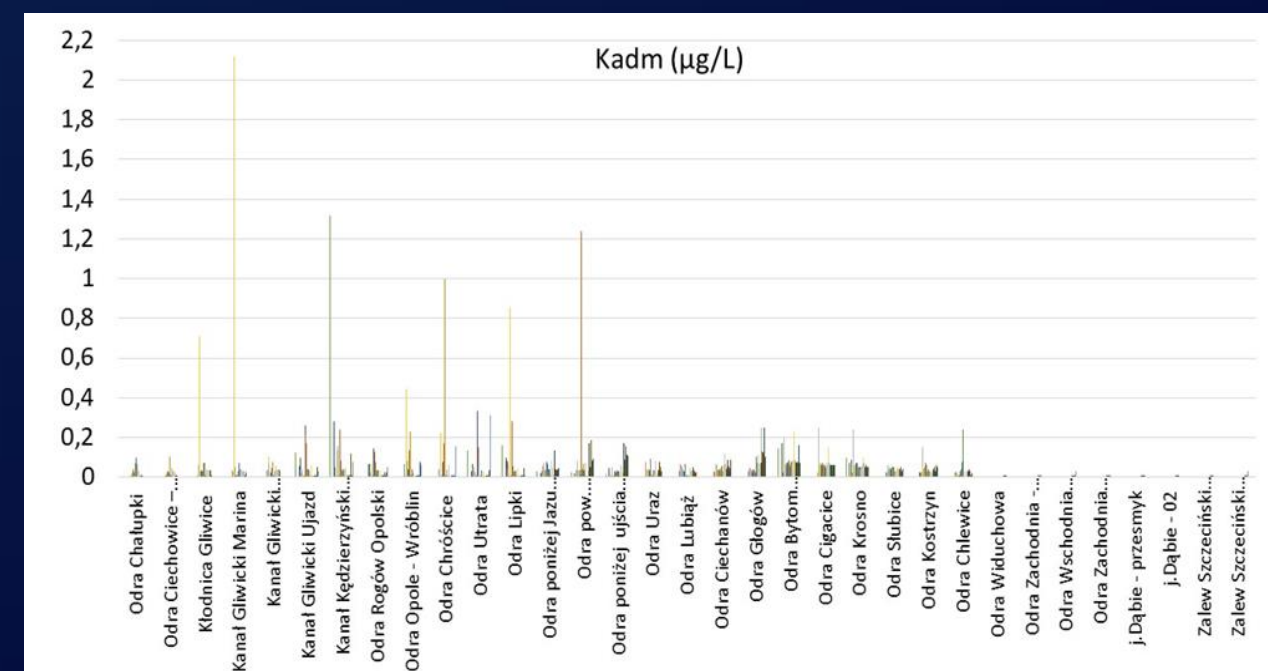
Wartość graniczna MAC-EQS ≤0,07 µg/L



Wartość graniczna MAC-EQS 14 µg/L



Wartość graniczna MAC-EQS 34 µg/L

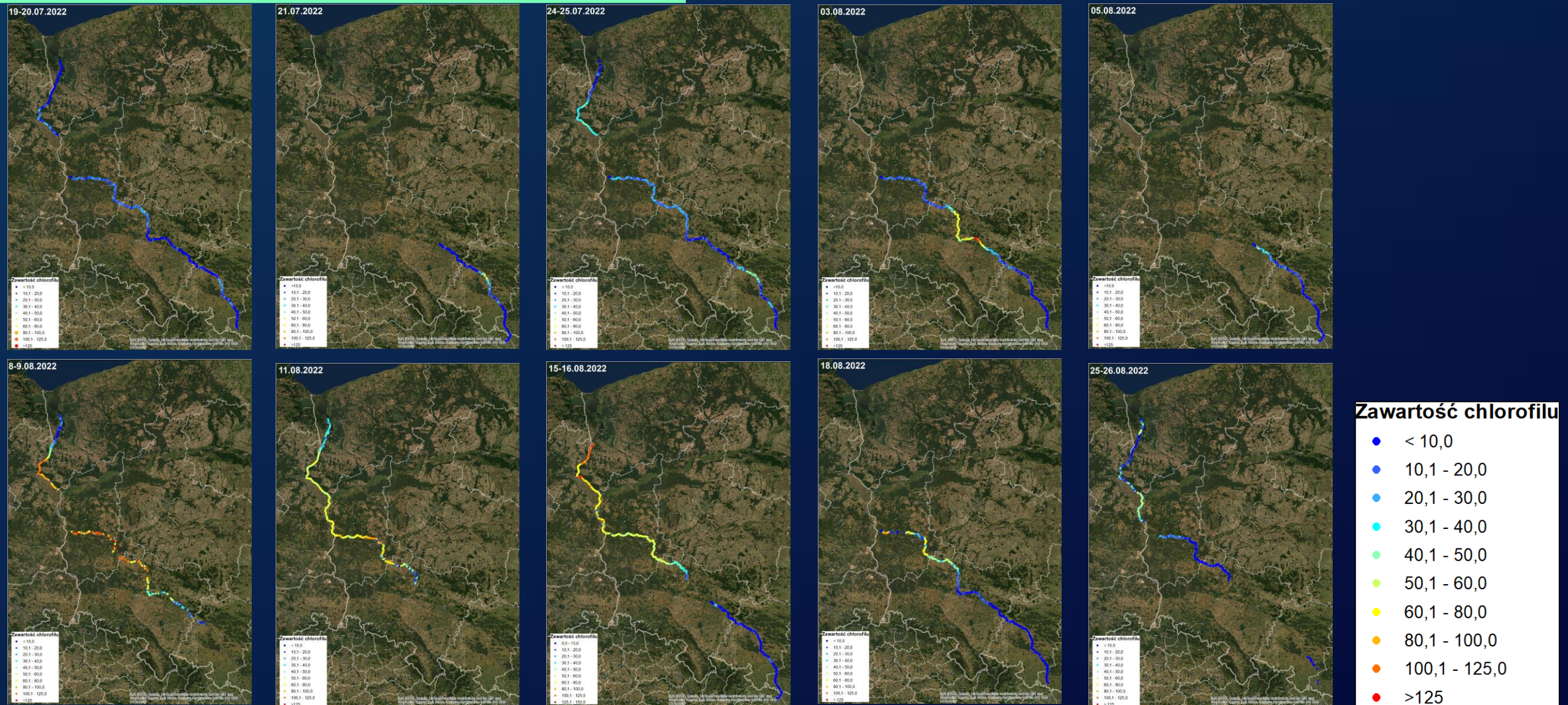


Wartość graniczna MAC-EQS 0,45 – 1,5 µg/L

Analiza zdjęć satelitarnych Sentinel-2

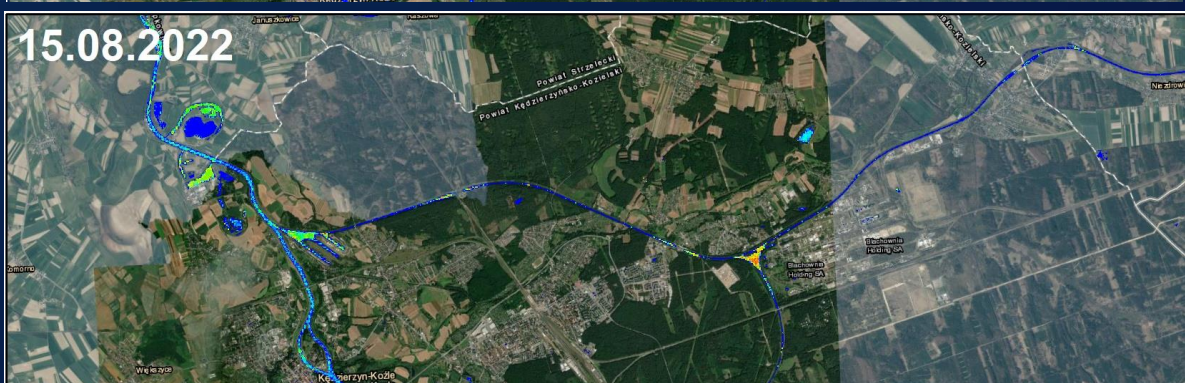
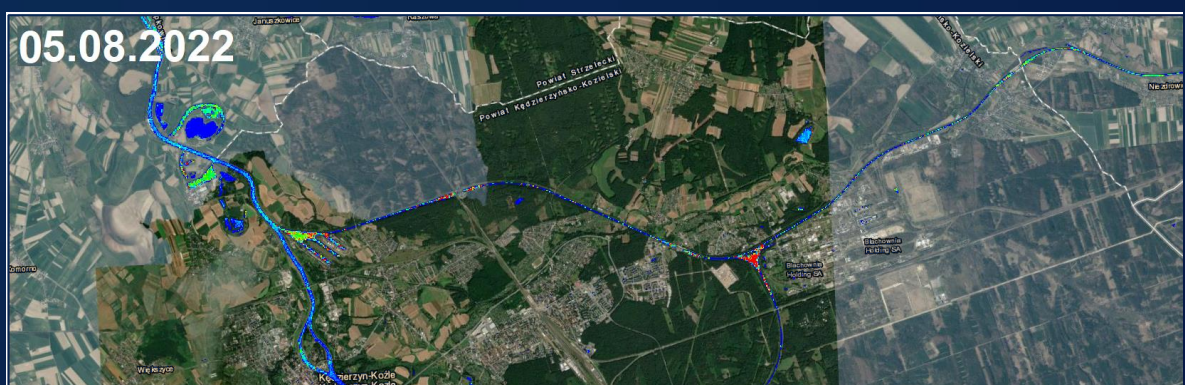
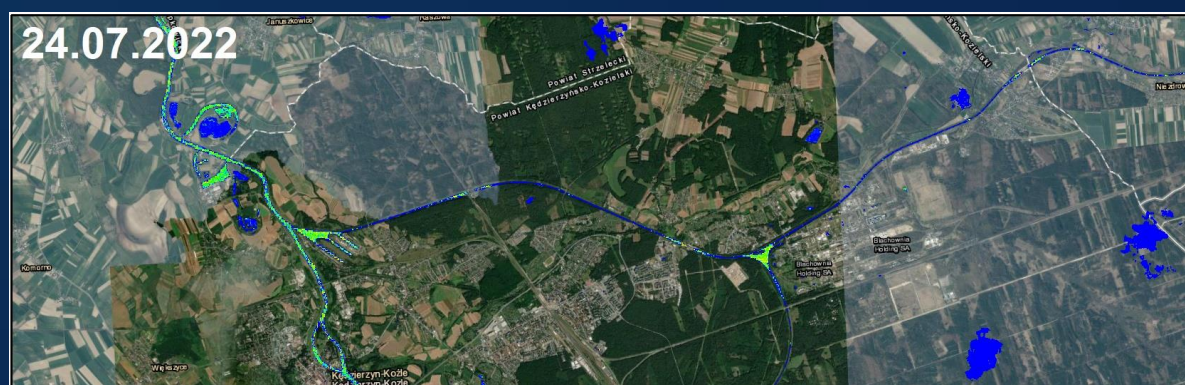
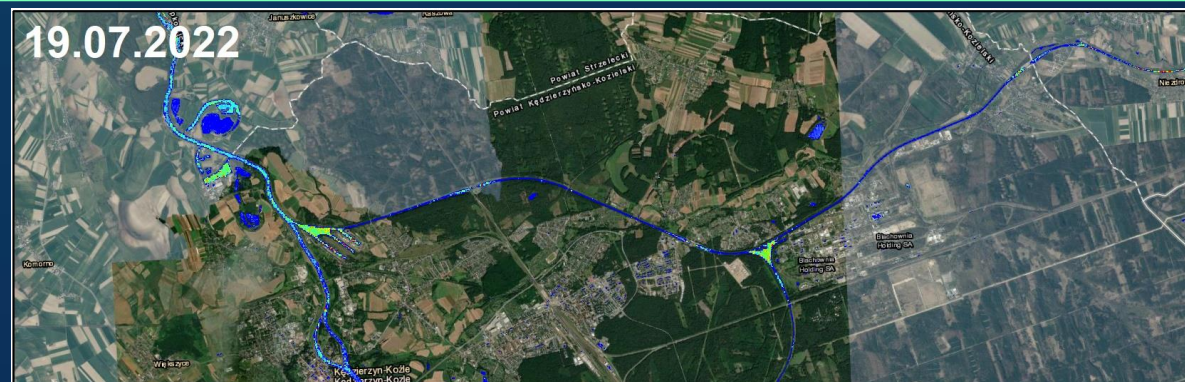


Rozwój sytuacji na Odrze latem 2022 r.



- 21-24.07.2022: widoczny jest wyraźny, stopniowy wzrost stężeń chlorofilu od śluzy Groszkowice do ujścia Nysy Kłodzkiej do Odry, a także w okolicach wlewu Kanału Gliwickiego do Odry.
- 03.08.2022: duże stężenia chlorofilu (powyżej 125 mg/m³) notowano już w środkowej części Odry.
- 8-15.08.2022: duże wartości chlorofilu notowano już dolnym biegu rzeki.
- 18.08.2022: sytuacja normuje się w górnym odcinku Odry.

Rozwój sytuacji na Odrze latem 2022 r.



- Już 19.07.2022 we wlewie Kanału Gliwickiego do Odry oraz Kanału Kędzierzyńskiego do Kanału Gliwickiego odnotowano znacznie wyższe stężenia chlorofilu w stosunku do górnego biegu rzeki.
- Najwyższe stężenia chlorofilu w okolicach wlewu Kanału Gliwickiego do Odry wystąpiły 24.07.2022.
- Od 18.08.2022 sytuacja w Odrze wróciła do stanu sprzed 20.07.2022.

Zawartość chlorofilu

- < 10,0
- 10,1 - 20,0
- 20,1 - 30,0
- 30,1 - 40,0
- 40,1 - 50,0
- 50,1 - 60,0
- 60,1 - 80,0
- 80,1 - 100,0
- 100,1 - 125,0
- >125

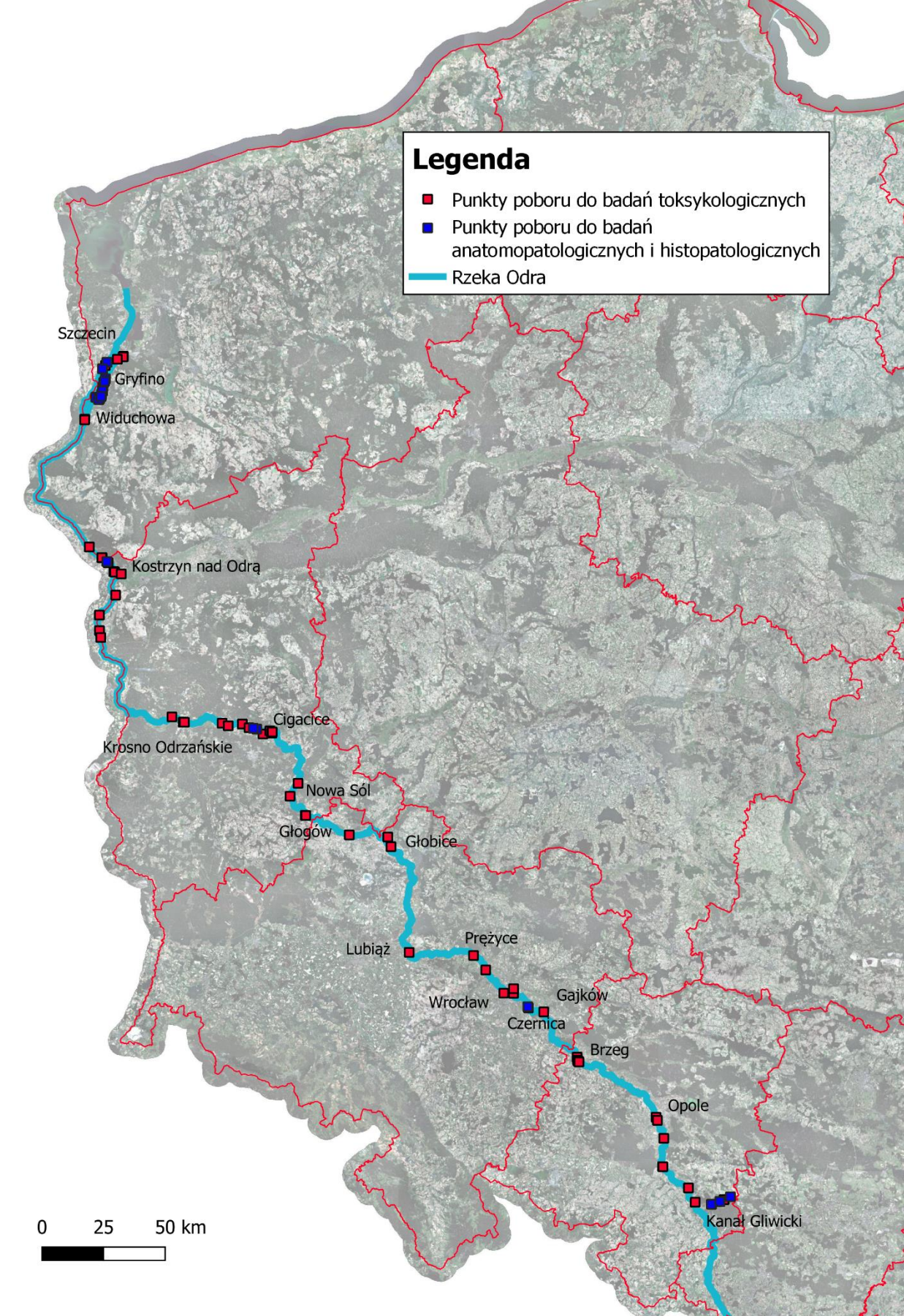
Badania toksykologiczne i anatomopatologiczne ryb



Badania ryb

W związku z sytuacją w rzece Odrze Inspekcja Weterynaryjna od 2 sierpnia do 5 września 2022 r. pobrała do badań laboratoryjnych 334 próbki, w tym:

- 278 próbek do badań toksykologicznych,
- 56 próbek ryb do badań anatomopatologicznych i histopatologicznych.



Badania toksykologiczne

Badania toksykologiczne Inspekcji Weterynarii

- po 148 analiz ołowiu, kadmu, rtęci, arsenu.
- 98 analiz pestycydów chloroorganicznych i polichlorowane bifenyle (PCB).

Badania toksykologiczne Państwowego Instytutu Weterynarii PIB

- 109 próbek w kierunkach pierwiastki toksyczne, pestycydy, toksyny pleśni i inne związki toksyczne.
- 6 próbek w kierunkach trwałych zanieczyszczeń organicznych i skażeń promieniotwórczych.
- łącznie próbki przebadano na obecność ponad 300 substancji



Badania toksykologiczne

Przeprowadzone badania toksykologiczne (łącznie ponad 300 substancji chemicznych oraz pierwiastków śladowych) wykazały, że stężenia substancji w przestanych próbkach nie odbiegają od poziomów charakterystycznych dla skażenia środowiska naturalnego w rzekach w Polsce.

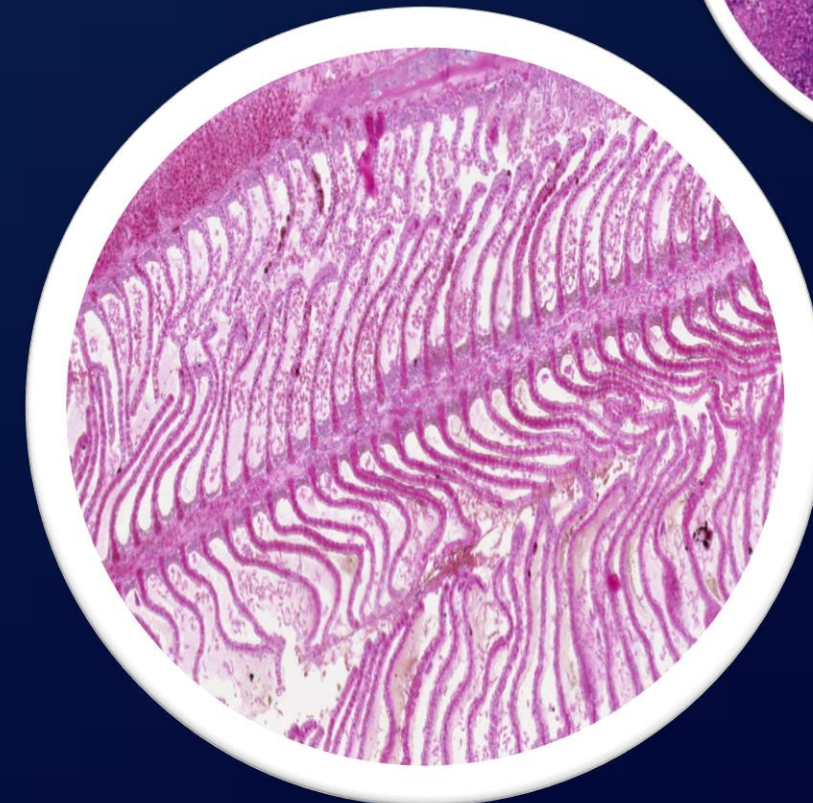
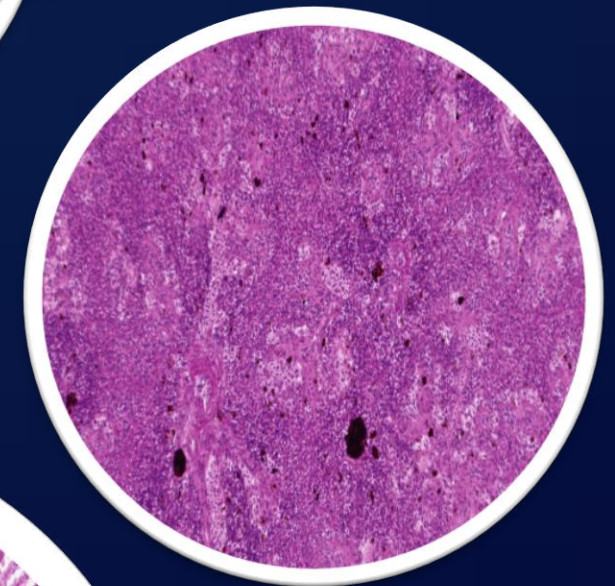
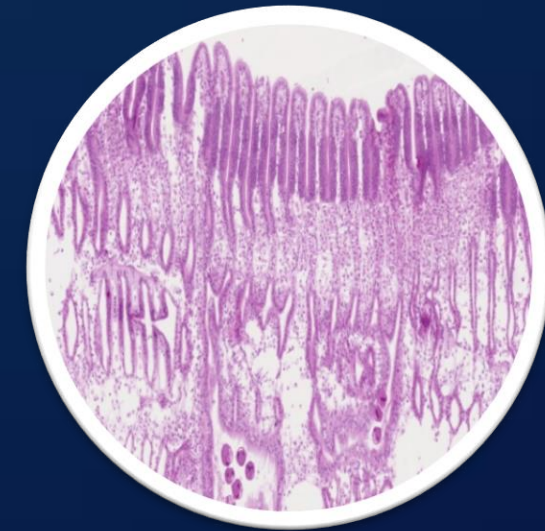
Na podstawie aktualnej wiedzy toksykologicznej można wykluczyć, że ww. związki były przyczyną zatrucia i śnięcia ryb.



Badania anatomopatologiczne

Badania ichtiopatologiczne IRŚ-PIB

- Przebadano 116 osobników ryb i 7 małży.
- Badania kliniczne, anatomopatologiczne, parazytologiczne, bakteriologiczne, mikologiczne, histopatologiczne.
- Większość zbadanych zwierząt było klinicznie zdrowych i nie wykazywało objawów chorobowych. U części badanych zwierząt stwierdzono ekto- i endopasożyty w ilościach nieinwazyjnych.
- Mimo braku zmian klinicznych, obraz histopatologiczny wszystkich badanych zwierząt wskazywał na **ostre uszkodzenia narządów najsilniej ukrwionych (skrzela, śledziona, nerki)**.
- Zaburzenia procesów hematopoetycznych i uszkodzenie skrzeli najprawdopodobniej są związane z działaniem **toksyn hemolitycznych**, do których należą m.in. prymnezyny wydzielane przez *Prymnesium parvum*.

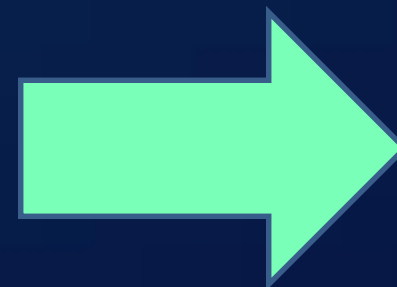


Hipoteza „złotej algi”



Przesłanki do sformułowania „hipotezy złotej algi”

- Przesycenie wód tlenem
- Skokowy wzrost pH
- Wyraźny spadek stężenia azotanów
- Obraz uszkodzeń tkanek ryb
- Analiza doniesień literaturowych na temat zakwitów ichtiotoksycznych



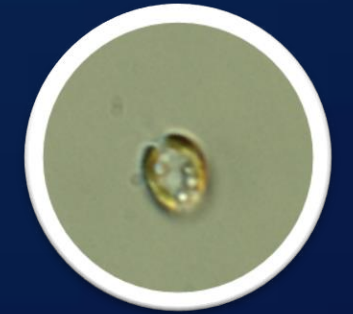
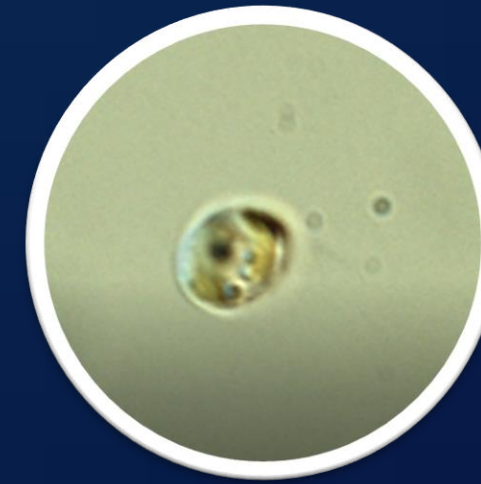
ZAKWIT GLONÓW
ICHTIOTOKSYCZNYCH

Identyfikacja i ilościowość *Prymnesium parvum*



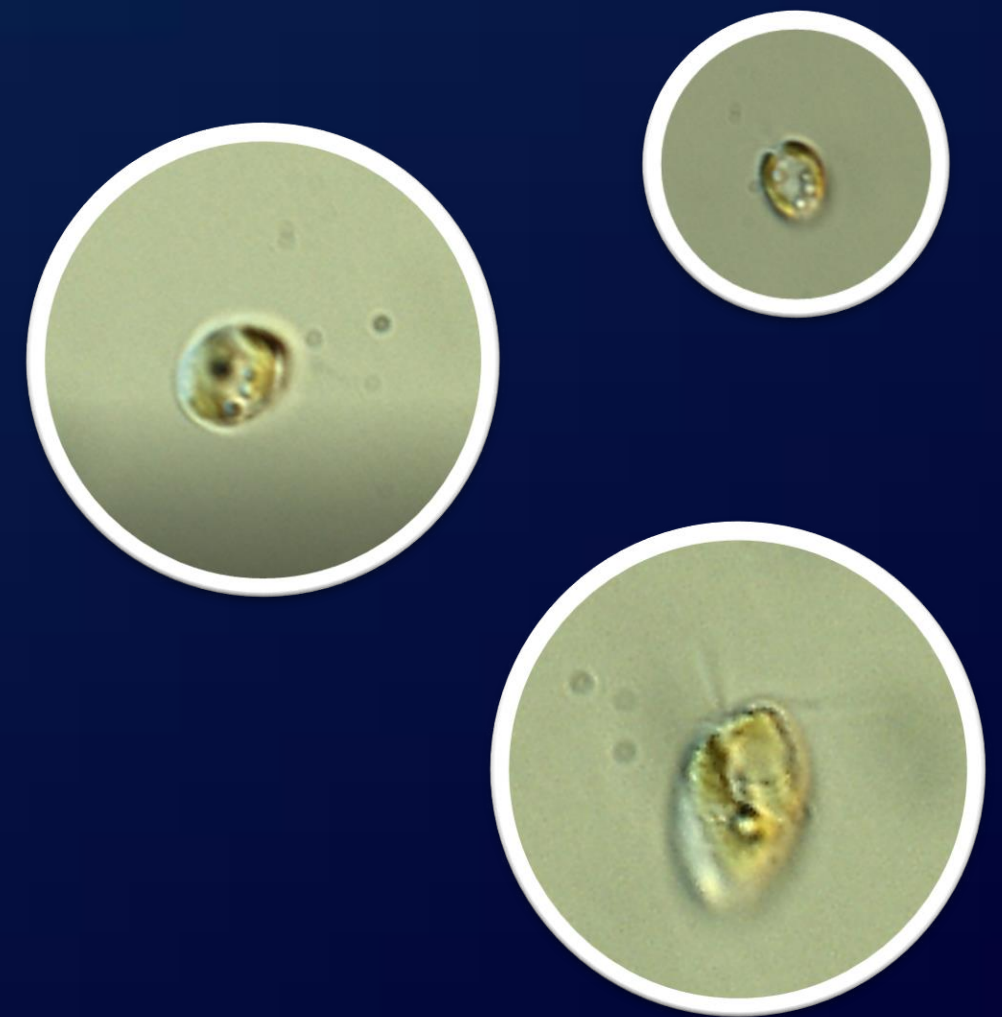
Materiał i metody

1. Łącznie pobrano i **przebadano pod kątem fitoplanktonu 211 próbek wody**, pochodzących w różnych odcinków rzeki Odry oraz ze zbiorników wodnych, kanałów i rzek, ściśle związanych z rzeką Odrą.
2. Pobory próbek w dniach: **12.08-8.09 2022 roku**.
3. Kontrolne próbki wody do analiz były również pobierane w kolejnych dniach do 21 września do w celu monitorowania aktualnego stanu.



Wnioski

- W 165 (78% ogółu próbek) spośród 211 przeanalizowanych próbek wody notowano obecność *Prymnesium parvum* oraz obliczono jego liczebność.
- Jak wynika z literatury, przy liczebności powyżej **50-100 mln komórek/L** najczęściej notowano śnięcia ryb (Aquatic Invasive Species Control Plan Division of Environmental Services, Golden Alga 2021).
- W analizowanych próbkach liczebność **>50 mln komórek *Prymnesium parvum*** w 1 litrze wody stwierdzono w ok. 35% próbek, z czego >100 mln komórek/L w niemal połowie tych próbek, tj. 22% całej puli przebadanych próbek.



Analizy genetyczne – identyfikacja genów *PKS*



Analizy genetyczne

- **Analizy PCR obecności genów kodujących enzymy syntezy prymnezyn w próbkach**

WNIOSEK: Wyniki wskazują, że badany materiał biologiczny może zawierać geny kodujące enzymy katalizujące produkcję prymnezyn.

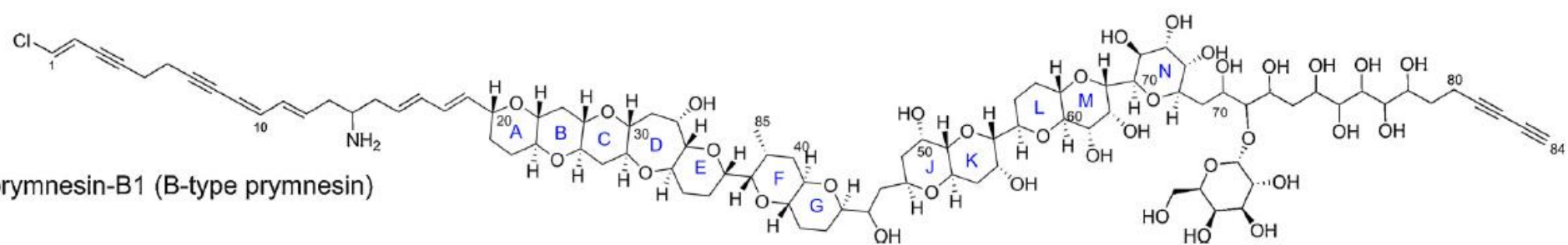
- **Badania ekspresji genów metodą ilościowej reakcji PCR w czasie rzeczywistym z odwrotną transkryptazą (RT-qPCR)**

WNIOSKI: Analizy RT-qPCR wykazały możliwą ekspresję genów kodujących enzymy biorące udział w produkcji prymnezyn w badanych próbkach. Wyniki te pokazują aktywność testowanych genów, co pozwala na wnioskowanie o możliwości produkcji prymnezyn przez organizmy znajdujące się w badanych próbkach.

- **Analiza genomowa**

WNIOSKI: Uzyskane wyniki wskazują na obecność w badanym materiale genów kodujących enzymy/moduły biorące udział w syntezie prymnezyn. Moduły te są zebrane w jeden kontig, co uprawdopodobnia funkcjonalność tego fragmentu genomu szczepu *P. parvum* obecnego w testowanych próbkach.

Oznaczanie prymnezyn metodą LC-MS/MS

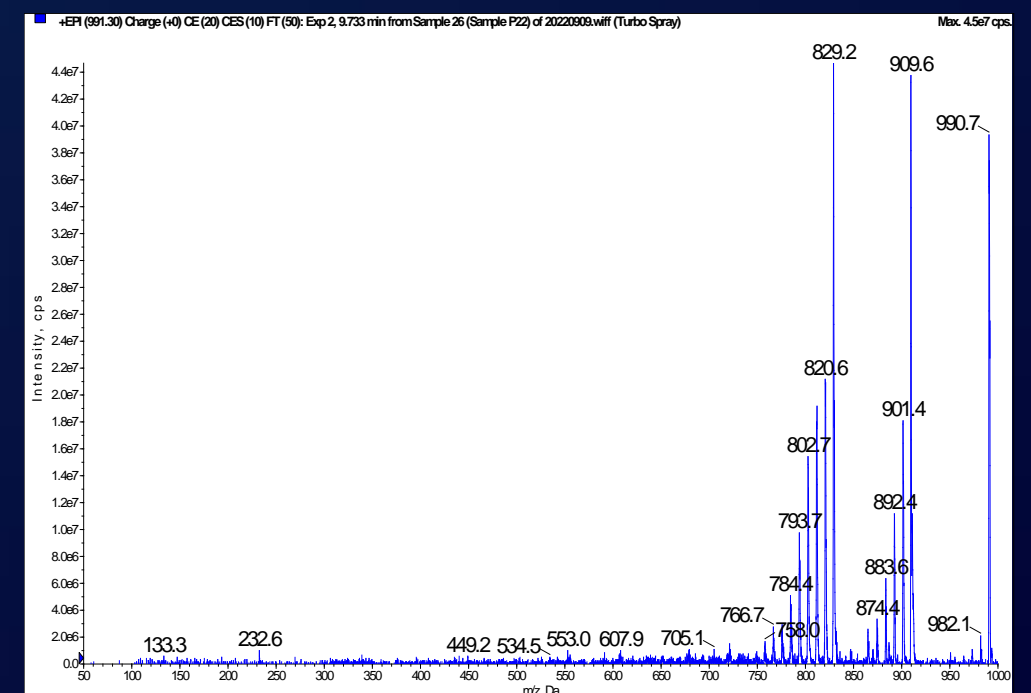
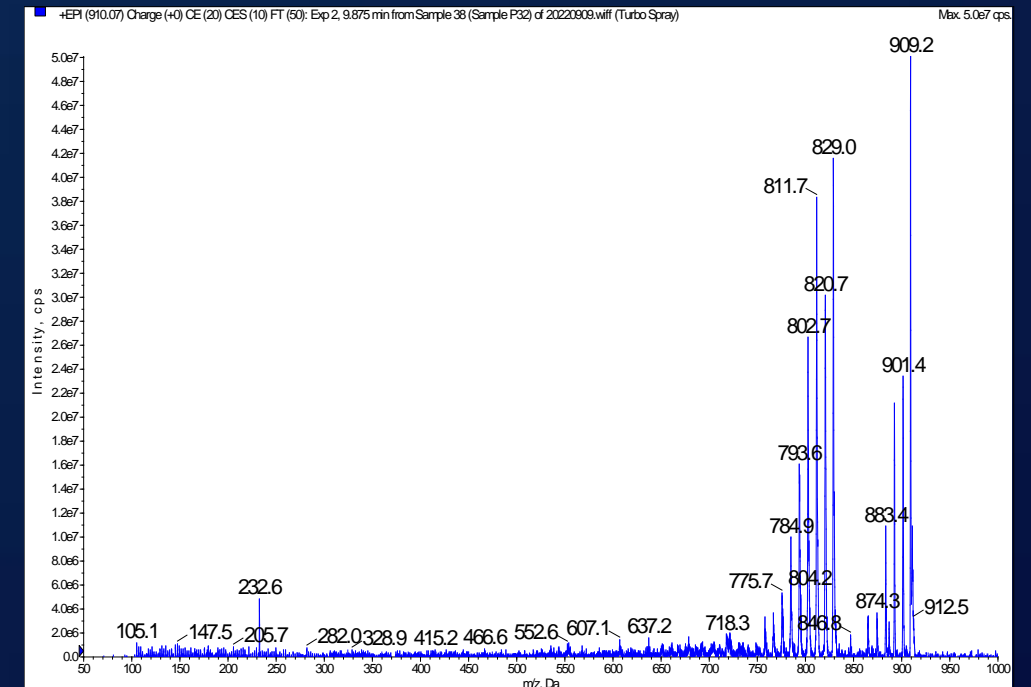


B prymnesin-B1 (B-type prymnesin)

Analizowany materiał

- Ekstrakcja i analiza LC-MS/MS*
 - 230 sączków z materiałem zebrany w okresie 17.08-07.09.2022 (próby dostarczone z Instytutu Rybactwa Śródlądowego)
 - 1 liofilizat z mały
- Ekstrakcja i przesłanie do Uniwersytetu w Wiedniu
 - 28 sączków
- Obecność prymnezyn została wykazana na podstawie analizy widma fragmentacyjnego oraz dokładnego pomiaru masy.
- W analizowanym materiale występowały trzy związki z grupy prymnezyn typu B.
- Brak certyfikowanego wzorca uniemożliwił przeprowadzenie analizy ilościowej. Wyniki przedstawiono w postaci względnej ilości prymnezyn w badanym materiale wyrażonej stosunkiem piku chromatograficznego związku do objętości sączonej próbki.

*LC-MS/MS – chromatografia cieczowa sprzężona z tandemową spektrometrią mas
HRMS/MS – wysokorozdzielcza spektrometria mas



Zakwity *P. parvum* w świetle dotychczasowych badań



Złote algi

- Informację o pierwszych zakwitach związanych z *P. parvum* opublikowali Liebert i Deerns w 1920.
- Szczegółowy opis *P. parvum* na podstawie okazów ze słonawego stawu w Bembridge na wyspie Wight został opublikowany przez Cartera w roku 1937.

Zakwity złotych alg odnotowano m.in. w:

- Holandii
- Danii
- Izraelu
- USA
- Norwegii
- Wielkiej Brytanii
- Australii
- Finlandii
- Chinach



Badania zakwitów złotej algi na świecie

- Prowadzone na świecie badania zakwitów złotej algi wskazują, iż możliwość pojawienia się zakwitów, ale także intensywność produkcji toksyn przez te organizmy, a wreszcie intensywność toksycznego działania tych związków na organizmy wodne, są determinowane szeregiem czynników.
- Według badań ryzyko zakwitu złotych alg **wzrasta przy przewodności powyżej 1500 uS/cm**.
- Toksyczność *P. parvum* wydaje się być zwiększona **przy pH wody większym niż 7,0** oraz w warunkach o ograniczonej zawartości składników odżywczych.
- Zgodnie z literaturą na toksyczność wpływa też faza rozwoju populacji złotej algi (mała w pierwszym okresie, przy intensywnym wzroście liczebności populacji, rośnie po osiągnięciu fazy stabilizacji populacji).
- Wzrost toksyczności może być potencjalnie indukowany przez zmiany w środowisku spowodowane samym zakwitem algi – wzrostem pH wody, wyczerpaniem składników odżywczych w tym azotu i gwałtowną zmianą stosunku.

Fizyczne i chemiczne właściwości wody, w której występuje *P. parvum* w Chinach

Fizyczne i chemiczne właściwości wody, w której występuje *P. parvum* w Chinach. ChZT = chemiczne zapotrzebowanie na tlen (wg.He, 1989).

temperatura wody	2-30°C
przezroczystość wody	20-70 cm (dysk Secchiego)
pH	7,2-9,3
zasolenie	2,2-20 ‰
zasadowość	5-17,22 meq L-1
Cl ⁻	339-10800 mg L-1
SO ₄ ⁻	375-7590 mg L-1
HCO ₃ ⁻	0-68,5 mg L-1
Ca ⁺⁺	45,9-547,6 mg L-1
Mg ⁺⁺	187,5-905,9 mg L-1
Na ⁺ i K ⁺	75,8-3054,9 mg L-1
ChZT	23,4 -42,2 mg L-1

Zakwit złotej algi w wodach Odry

Intensywny zakwit złotej algi w wodach Odry miał charakter **wieloczynnikowy**.

Na przełomie lipca i sierpnia w wodach Odry wystąpiły korzystne warunki do rozwoju *P. parvum* i rozwinięcia toksyczności, takie jak znacznie zwiększona przewodność, wysoka zawartość chlorków i siarczanów, podwyższona temperatura wody, znaczne wahania parametrów wody w czasie.

Nie bez znaczenia jest tu także hydromorfologia wód Odry – obecność wielu zbiorników wodnych, a także spowolnień przepływu przed jazami, kanałów, a więc miejsc sprzyjających zakwitom.

Masowe zakwity złotych alg w wodach Odry oraz innych rzek i zbiorników wodnych mogą się powtarzać w kolejnych latach, tak jak powtarzały się w innych krajach świata.

Badania próbek wód pobranych z Wisły nie wykazały obecności *Prymnesium parvum*.



Rekomendacje Zespołu

- Stworzenie systemu **ciągłego pomiaru jakości wód** w zakresie wybranych parametrów, z dostępem do danych online dla wszystkich zainteresowanych, w tym monitoring parametrów powiązanych z zakwitami, oraz monitoring samej złotej algi. System inteligentnego zarządzania zlewnią powinien wykorzystywać zarówno dane naziemne, jak i satelitarne. Monitoring powinien w pierwszej kolejności objąć jednolite części wód, w których notuje się parametry wody sprzyjające zakwitom. Zapewnienie warunków organizacyjnych i finansowych stałego funkcjonowania systemu.
- **Kontynuacja kontroli podmiotów prowadzących zrzut wód zanieczyszczonych do Odry** i jej dopływów, celem m.in. ustalenia podmiotów odpowiedzialnych w największym stopniu za stan jakości wód Odry.
- Przegląd i weryfikacja obowiązujących pozwoleń na zrzut ścieków do wód w dorzeczu Odry, **uzależnienie parametrów i intensywności zrzutu od aktualnych wyników badań wody**, wprowadzenie obowiązku czasowego wstrzymywania bądź ograniczania zrzutów w sytuacji zagrożenia.
- Usprawnienie przepływu informacji, **wdrożenie systemu wczesnego ostrzegania i reagowania**, usprawnienie procedur w obrębie zarządzania kryzysowego.
- Stopniowa, oparta o najlepszą wiedzę ekspertów, odbudowa populacji ryb i innych grup organizmów, które ucierpiały w wyniku katastrofy.

Dziękuję za uwagę!

