

ZWYCIĘZCY I PRZEGRANI - ZMIANY FAUNY DENNEJ PRZYGRANICZNEGO ODCINKA ODRY W LATACH 2022-2024

ELŻBIETA DUMNICKA
ROMAN ŻUREK
KAROL CIĘŻAK



Wprowadzenie

Pod koniec lipca 2022 roku w rejonie stopnia wodnego w Lipkach (woj. opolskie) i w kanale żeglugowym w Oławie koło Wrocławia pojawiły się liczne śnięte ryby. W następnych dniach ich obecność stwierdzono w kolejnych odcinkach Odry i związanych z nią niewielkich zbiornikach, co szczegółowo dokumentuje Wstępny Raport Zespołu ds. Sytuacji na Rzece Odrze (Kolada red. 2022). Początkowo nieznana była przyczyna takiego stanu rzeczy, ale podwyższone koncentracje chlorofilu w wodzie (Free i in. 2023), wysokie jej natlenienie oraz wzrost pH wskazywały, że w rzece i przyległych wodach stojących wystąpił zakwit glonów. W połowie sierpnia stwierdzono masowe występowanie *Prymnesium parvum* – gatunku glonów z grupy haptofitów (Kolada 2022), zwanych przez dziennikarzy „złotymi algami”. Zakwit prawdopodobnie zaczął się w wodach o podwyższonej zawartości NaCl, w górnym biegu rzeki (na co wskazywały wysokie zawartości chlorofilu w Kanale Gliwickim już pod koniec lipca), później pojawił się w środkowym odcinku Odry (Kolada 2022). Przyczyny zakwitu, jego przebieg i skutki dla ryb i mięczaków żyjących w Odrze były opisywane w prasie, literaturze naukowej (np. Szlauer-Lukaszewska i in. 2024), a także w raporcie końcowym sporządzonym przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy (Raport kończący 2023). Warto przypomnieć, że

1 | Akumulacja świeżych muszli małży
na brzegu Odry
fot. Roman Żurek



2 a–c | Pierwsze ofiary katastrofy ekologicznej – martwe ryby (a) i małże w Odrze:

a – martwe ryby na płyżźnie, b – skójkowate na dnie rzeki, c – drobne muszelki, głównie *Corbiculidae*

fot. Roman Żurek

straty spowodowane przez masowy pomór ryb wynosiły przynajmniej 360 t, w tym 249 poddano utylizacji w Polsce, a 110 t – w Niemczech (Raport kończący 2023; Żurek i in. 2023). Ponadto część ryb (ryc. 2a), których biomasę oszacowano na 50 t (Żurek i in. 2023), oraz mięczaki (głównie małże) uległy rozkładowi w korycie Odry (ryc. 2b–c) i na jej brzegach, gdzie tworzyły dobrze widoczne „wysypiska” (ryc. 1).

Wysoka śmiertelność małży (*Bivalvia*) została dość dokładnie udokumentowana – najwyższą śmiertelność stwierdzono wśród przedstawicieli rodziny skójkowatych (*Unionidae*) (Napiórkowska-Krzebietke i Parasiewicz 2023; Szlauer-Łukaszewska i in. 2024), ale spadek liczebności pozostałych rodzin małży (*Dreissenidae*, *Corbiculidae* i *Sphaeriidae*) był także widoczny (Kapusta i in. 2023; Napiórkowska-Krzebietke i Dietrich 2023; Żurek i in. 2023). W przypadku groszków (*Sphaeriidae*) ocena redukcji ich liczebności mogła być zaniżona ze względu na niewielkie rozmiary muszelek (od 3 do 10 mm). Wśród ślimaków największe straty zanotowano u gatunków oddychających skrzelami (dawniej: *Prosobranchia*); szczególnie zmniejszyła się liczebność żyworodek (*Viviparus* spp.) i zagrzebek (*Bithynia* spp.) (Żurek i in. 2023; Szlauer-Łukaszewska i in. 2024).

Niewiele natomiast wiadomo o oddziaływaniu prymnezy (toksyny wytwarzanej przez „złotą algę”) na pozostałe grupy bentosu. Nieliczne badania, przeprowadzone interwencyjnie głównie w górnym i środkowym biegu Odry, rozpoczęto już po stwierdzeniu zatrucia rzeki (Cieplik



3 a–b | Ostrogi: u góry stara ostroga – widoczny sposób układania kamieni, poniżej jedna z nowych ostróg i narzut kamienny na brzegu
fot. Karol Ciężak



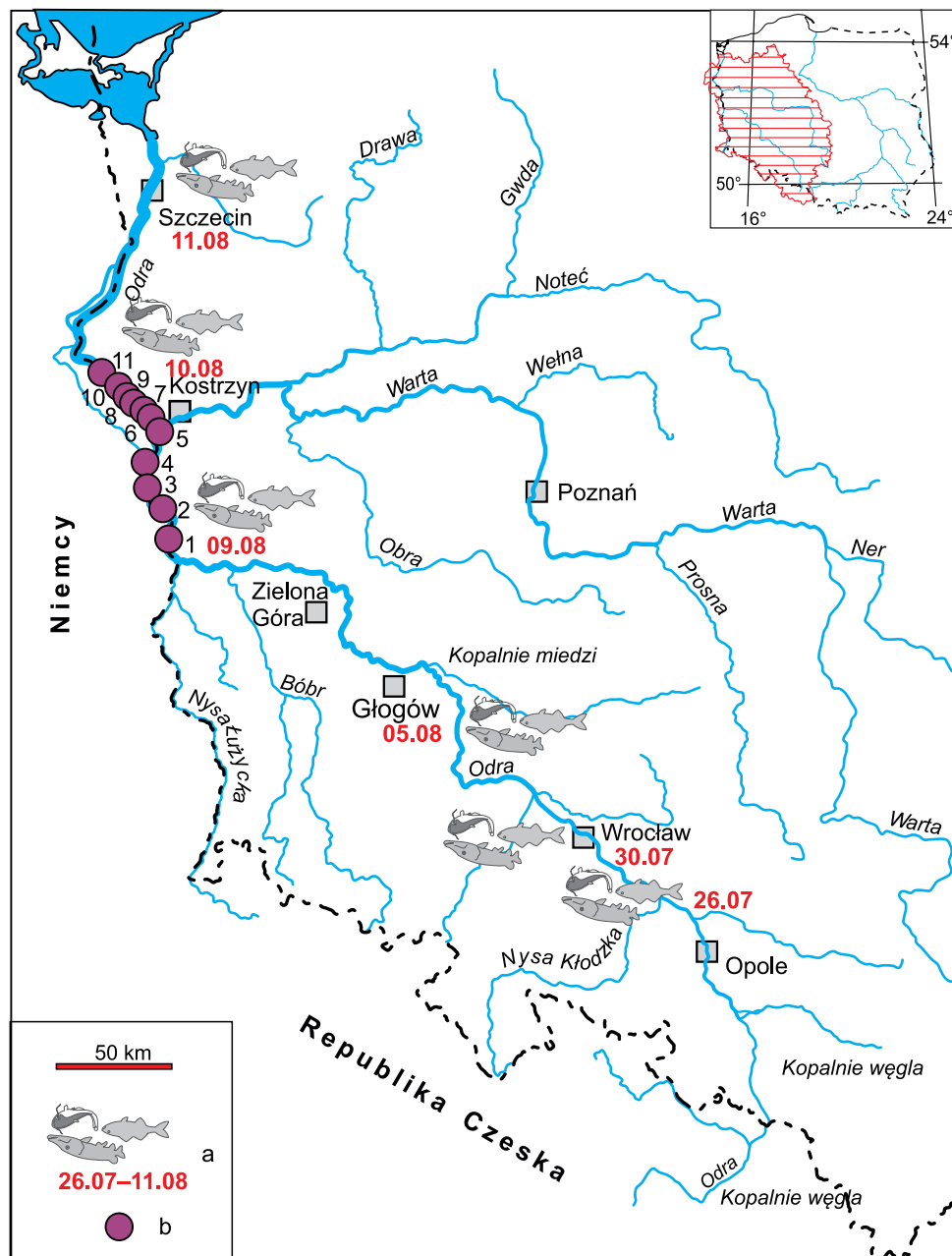
i in. 2023; Wojtasik i Czerniawska-Kusza 2023), a uzyskane rezultaty można było odnieść do wyników badań przeprowadzonych kilka lat wcześniej.

Jeszcze przed katastrofą ekologiczną, w czerwcu 2022 roku, rozpoczęto badania makrofauny dennej w ramach Programu Monitoringu Inwestycyjnego dla przedsięwzięcia „Prace modernizacyjne na Odrze granicznej w ramach Projektu Ochrony Przeciwpowodziowej w Dorzeczu Odry i Wisły, Etap I – Prace modernizacyjne na Odrze granicznej w celu zapewnienia zimowego lodolamania”.

Prace modernizacyjne polegały na odbudowie i powiększeniu budowli hydrotechnicznych zwanych ostrogami (ryc. 3 a–b), a prowadzone były w latach 2022–2024 w przygranicznym odcinku Odry. Próby zebrane w pierwszym terminie badań w czerwcu 2022 roku stanowiły materiał referencyjny, co pozwoliło na prześledzenie zmian w składzie i strukturze bentosu bezpośrednio po katastrofie (sierpień 2022), jak i w kolejnych latach (2023–2024).

Obszar badań i metodyka

Badany odcinek Odry usytuowany był wzdłuż granicy polsko-niemieckiej i obejmował około 90 km jej środkowego (do ujścia Warty) i dolnego biegu (ryc. 4). Na tym stosunkowo krótkim odcinku rzeki między miejscowościami Kunice a Stara Rudnica wytyczono 11 stanowisk: pięć tzw. inwestycyjnych, położonych w sąsiedztwie odnawianych ostróg i sześć referencyj-



4 | Dorzecze Odry z ukazaniem głównych źródeł dopływu silnie zasolonych wód kopalnianych:
a – daty i miejsca stwierdzenia martwych ryb (za Internet 1); b – lokalizacja stanowisk

nych. Badania wykonywano zgodnie z metodyką GIOŚ (Bis i Mikulec 2013; Kolada red. 2020), a obejmowały one określenie składu taksonomicznego (na podstawie oznaczeń do poziomu rodzin) i liczebności makrobezkręgowców, a także obliczenie wskaźnika stanu ekologicznego rzeki (MMI-PI) oraz oznaczenie gatunków obcych. Zarówno układ stanowisk, jak i dobór metodyki badań zostały wybrane przez inwestora (Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Szczecinie).

W każdym roku badań próby były pobierane dwukrotnie: w czerwcu i sierpniu, tylko w 2022 roku, bezpośrednio po katastrofie, próby zbierano nieco później (koniec sierpnia, początek września) ze względu na zagrożenie sanitarne. Zastosowana metodyka wymagała pobrania 20 próbek cząstkowych na każdym stanowisku według wyznaczonego klucza: osiem próbek w strefie brzegowej, cztery w strefie przejściowej (do głębokości 1,5 m) i osiem w nurcie rzeki. Miejsca pobrania tych próbek powinny uwzględniać wszystkie siedliska występujące na danym stanowisku. Zebrane próbki cząstkowe należało umieścić w jednym pojemniku, a następnie w warunkach laboratoryjnych, po wstępnym przygotowaniu tak uzyskanego materiału, z losowo wytypowanych podpróbek wybrać 350 osobników (bez używania mikroskopu stereoskopowego) (Kolada red. 2020). W badaniach prowadzonych w latach 2022–2024 zastosowano modyfikację zalecanej metodyki, polegającą na oddzielnym opracowaniu ośmiu próbek cząstkowych zebranych w nurcie rzeki, na dzień piaszczystym lub żwirowo-piaszczystym. Siedlisko to zajmuje 80–85% powierzchni koryta rzeki, a występują w nim głównie

psammofilne drobne bezkręgowce, których liczebności i składu taksonomicznego nie dałoby się ocenić przy standardowym opracowywaniu prób.

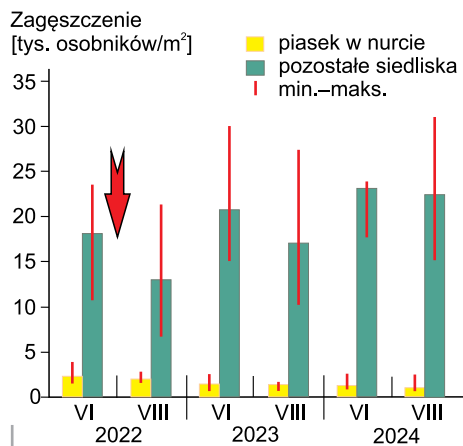
Wcześniejsze opracowania uzyskanych wyników (Raporty roczne) wykazały brak istotnych różnic między zagęszczeniem i składem makrobentosu na stanowiskach referencyjnych i inwestycyjnych, dlatego dla zilustrowania zmian tych parametrów w czasie badań wykorzystano średnie zagęszczenie danego taksonu w poszczególnych terminach badań na wszystkich stanowiskach.

Wyniki i dyskusja

Wpływ katastrofy ekologicznej na makrofaunę denną badanych siedlisk

W okresie badań strefę przybrzeżną Odry (do głębokości około 1,5 m) zasiedlały liczne bezkręgowce, a ich zagęszczenie w czerwcu 2022 roku wynosiło około 18 100 osob./m² (ryc. 5). Choć bezpośrednio po katastrofie, w sierpniu 2022 roku zanotowano krótkotrwały spadek zagęszczenia, to już w następnym roku wartość tego parametru ponownie wzrosła. W ostatnim roku badań zagęszczenie było najwyższe, co wskazuje na szybką odbudowę fauny bezkręgowców, do czego przyczynił się stabilny poziom wody w okresie późnej wiosny i lata 2024 roku, a co za tym idzie – brak wymywania organizmów przez wezbraną wodę.

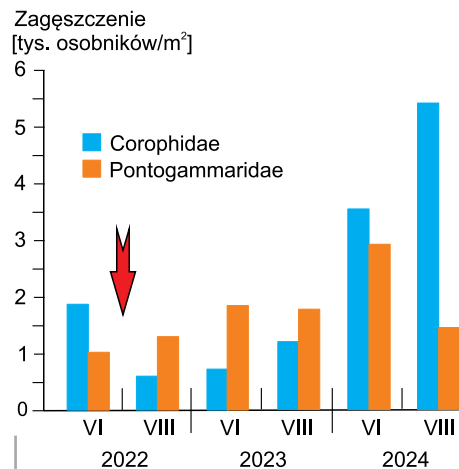
Przez cały okres badań najliczniejszą grupę bezkręgowców w strefie przybrzeżnej stanowiły skorupiaki z rzędu Amphipoda (obunogi), reprezentowane prawie wyłącznie przez gatunki obce, głównie pochodzące z regionu pontokaspijskiego. W latach



5 | Zmiany zagęszczenia fauny dennej w badanych siedliskach Odry (strzałką zaznaczono termin katastrofy ekologicznej)

2022 i 2023 stanowiły one 40–46% fauny, a w 2024 roku ich udział w bentosie strefy przybrzeżnej wzrósł do prawie 62% w czerwcu i 54% w sierpniu. Ze względu na swoje pochodzenie oraz istniejące w korycie rzeki budowle hydrotechniczne (ostrogi) skorupiaki te znalazły w Odrze bardzo dobre warunki środowiskowe, o czym świadczy ich masowe występowanie. Szczególnie licznie zasiedlały przestrzeń między kamieniami na ostrogach, tam też znajdowano najwięcej osobników juvenilnych (o długości 2–5 mm), które w próbach cząstkowych zebranych z tego siedliska tworzyły czasem gęstą „zupę skorupiakową”. Obecne gatunki obunogów są odporne zarówno na wysoką temperaturę, jak i zmienne zasolenie wód (Konopacka 2004), które stwierdzono w Odrze w latach badań (Raport kończący 2023; Sługocki i Czerniawski 2023).

Poza juvenilnymi obunogami, których nie oznaczano nawet do poziomu rodziny, najliczniej odławiano bełkaczki (rodzina



6 | Zmiany zagęszczenia dominujących rodzin obunogów (Amphipoda)

Corophidae) (ryc. 6), reprezentowane przez *Chelicorophium curvispinum* i mniej licznie przez *Ch. robustum*, podczas gdy rodzina Pontogammaridae reprezentowana była przez dwa gatunki: *Dikerogammarus haemobaphes* i *D. villosus*. Duże wahania i wyraźny wzrost zagęszczenia w ostatnim roku badań stwierdzono dla Corophidae, podczas gdy zagęszczenie skorupiaków z rodziny Pontogammaridae było mniej zmienne (ryc. 6).

W strefie przybrzeżnej drugą pod względem liczebności grupę makrobezkręgowców stanowiły larwy muchówek z rodziny ochotkowatych (Chironomidae), których udział wynosił 24–30% całości fauny w latach 2022–2023 i zmniejszył się do 13% w 2024 roku. Ochotki stanowią zwykle dominującą grupę bentosu w ciekach różnego typu, a niektóre gatunki (głównie z podrodziny Chironominae) zasiedlają również wody zanieczyszczone. Kolejnym, stosunkowo liczny element bentosu były na początku badań skąposzczety (Oligochaeta), których udział w bentosie

regularnie się zmniejszał od około 20% w czerwcu 2022 roku do zaledwie 4% w sierpniu 2024 roku. Tak wyraźny spadek liczebności skąposzczetów jest trudny do wytłumaczenia, gdyż w tej gromadzie jest wiele gatunków tolerujących nawet duże zanieczyszczenie wody (głównie z rodziny Tubificidae). Z kolei przedstawiciele rodziny Naididae, mniej odpornej na silne zanieczyszczenie, w sprzyjających warunkach (np. przy wysokiej temperaturze wody) rozmnażają się bezpłciowo przez „wyrastanie” równocześnie nawet kilku osobników potomnych na końcu ciała osobnika rodzicielskiego (paratomia), co umożliwia szybki wzrost ich liczebności. Jedną z możliwych przyczyn spadku liczebności zarówno larw Chironomidae, jak i skąposzczetów, szczególnie w ostatnim roku badań, mogło być intensywne żerowanie licznych narybku, na co wskazywały obserwacje terenowe.

Na dnie piaszczystym i piaszczysto-zwirowym w nurcie Odry zagęszczenie bentosu było od ośmiu do dziesięciu razy niższe niż w strefie przybrzeżnej (ryc. 5). Najwyższe jego wartości stwierdzono przed masowym pojawem *Prymnesium parvum*, w czerwcu 2022 roku (ok. 2300 osob./m²), a w kolejnych terminach zagęszczenie zmniejszało się nieznacznie. Przed katastrofą ekologiczną w siedlisku tym dominowały skąposzczety (40% fauny) i larwy ochotek (38%). Udział tych ostatnich po katastrofie wyraźnie się zwiększył do ponad 50% w kolejnych dwóch terminach, podczas gdy liczebność skąposzczetów zmniejszyła się znacznie, co zostało spowodowane prawie całkowitym zanikiem psammo- i reofilnego gatunku *Propappus volki*. Przed katastrofą gatunek ten był obecny na wszystkich stanowiskach, jednakże wyłącznie w próbach ze-

branych w nurcie rzeki, a w kilku punktach stanowił ponad połowę fauny skąposzczetów. W następnych terminach odłowiono go w niewielkich ilościach tylko na kilku (pięciu lub sześciu) stanowiskach, dopiero w 2024 roku zanotowano ponowny wzrost liczebności *P. volki*, jak i liczby stanowisk na których był obecny, co świadczy o postępującym procesie odnawiania się populacji tego gatunku. Według danych literaturowych (Bird 1982; Kasprzak 1986; Torii 2006) i obserwacji własnych *P. volki* jest gatunkiem charakterystycznym dla wód dobrze natlenionych, wytrzymuje tylko niewielkie zanieczyszczenie i zasolenie wody, a zamulenie osadów piaszczystych powoduje jego zanik. W zwężonym przez ostrogi korycie Odry, przy silnym prądzie wody większość tych warunków jest spełniona, jednak odporność tego skąposzczeta na wysokie zasolenie wody wymaga potwierdzenia w dalszych badaniach.

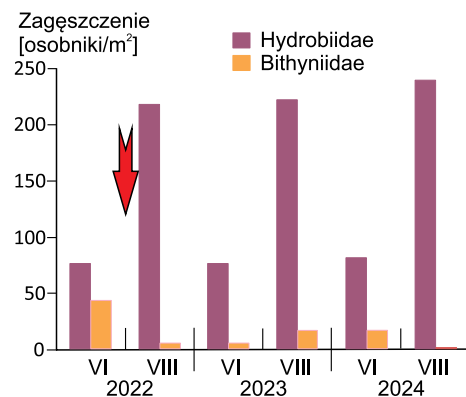
Obunogi (Amphipoda), tak liczne w strefie przybrzeżnej, stanowiły zaledwie 3–9% całości fauny dennej w nurcie Odry, a reprezentowane były głównie przez młodociane osobniki unoszone z prądem wody. Także wśród larw Chironomidae, odławianych w nurcie na piaszczystym dnie, tylko część była mieszkańcami tego siedliska, pozostałe zostały wypłukane z dna i roślin występujących w strefie przybrzeżnej rzeki.

Mimo niekorzystnych warunków środowiskowych różnorodność makrobezkręgowców w badanym odcinku Odry była stosunkowo duża, o czym świadczy obecność przedstawicieli przynajmniej 40 rodzin owadów wodnych, chociaż niektóre z nich znajdowano rzadko i na nielicznych stanowiskach. Jednakże ich obecność

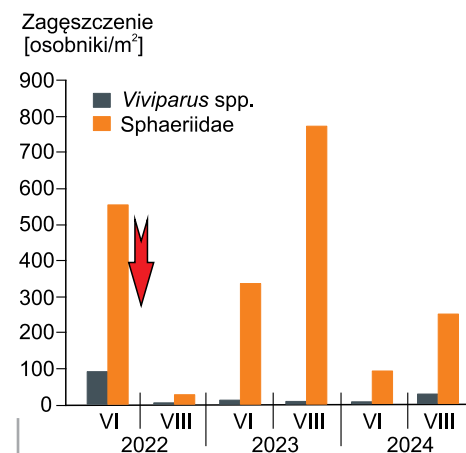
świadczy o istnieniu dogodnych mikrosiedlisk przede wszystkim dla larw, jak i form dorosłych (Heteroptera, Coleoptera) zajmujących różne nisze ekologiczne. Ślimaki reprezentowane były przez wszystkie rodziny żyjące w środowisku wodnym (oprócz rodziny Thiaridae). Ponadto w badanym materiale znaleziono: gąbki z rodziny nadecznikowatych (Spongilidae), stułbiopławy (Hydrozoa), kilka pospolitych gatunków wypławków (Turbellaria), wieloszczety (Polychaeta), słodkowodne wstężnice (Nemertea) z rodzaju *Prostoma*, pijawki (Hirudinea), szczękoczułkopodobne (Chelicerata) reprezentowane przez pająki (Araneae) i wodopójki (Hydrachnidia) oraz mszywioly (Bryozoa). Prócz bardzo licznych obunogów (Amphipoda) skorupiaکی reprezentowane były przez równonogi (Isopoda) z rodzin Asellidae i Janiridae, lasonogi (Mysidacea) (*Hemimysis anomala*), oraz sporadycznie odławiane raki (*Faxonius limosus*) i tarczenice (Branchiura, rodzina Argulidae).

Reakcja wybranych taksonów na zmiany warunków środowiskowych

Wpływ katastrofy ekologicznej na dużą śmiertelność małży i niektórych ślimaków został stwierdzony bezpośrednio po zakwicie *Prymnesium parvum* (Raport kończący 2023; Żurek i in. 2023; Szlauer-Lukaszewska i in. 2024), ale brakuje informacji o tempie odtwarzania się populacji tych taksonów w Odrze. Wśród ślimaków najsilniej zmniejszyła się liczebność oddychających skrzelami rodzimych taksonów, takich jak zagrzebki (*Bithynia* spp.) (ryc. 7) i żyworódki (*Viviparus* spp.) (ryc. 8), a odbudowa ich populacji następowała stosunkowo powoli. W przypadku ślimaków z rodzaju *Bithynia* zanotowano ponowne silnie



7 | Zmiany zagęszczenia obcych (*Potamopyrgus antipodarum*, rodzina Hydrobiidae) i rodzimych (rodzina Bithyniidae) ślimaków skrzelodysznych



8 | Zmiany zagęszczenia wybranych taksonów mięczaków

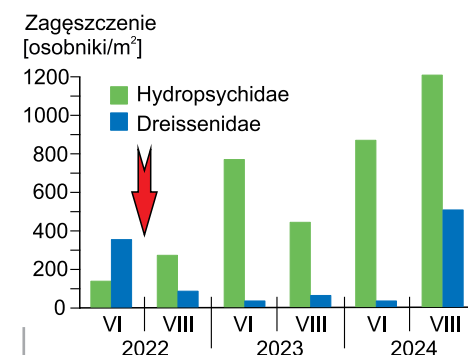
zmniejszenie ich liczebności w sierpniu 2024 roku (ryc. 7), co mogło być wywołane innymi niekorzystnymi parametrami środowiskowymi, np. stosunkowo wysokim zasoleniem wody, powodowanym głównie przez kopalnie miedzi w okolicach Głogowa (ryc. 4). Natomiast należący również do ślimaków skrzelodysznych obcy

gatunek *Potamopyrgus antipodarum* (rodzina Hydrobiidae) nie wykazywał reakcji na zakwit „złotej algi” – regularnie w kolejnych latach badań zagęszczenie tych drobnych ślimaków było podobne i wyższe w sierpniu, co było związane z pojawianiem się młodych osobników (ryc. 7).

Ze względu na metodykę poboru prób nie można było ocenić zmian liczebności małży z rodziny skójkowatych (Unionidae), dlatego przedstawiono zmiany tego parametru tylko dla pozostałych rodzin. U małży z rodziny groszkówkowatych (Sphaeriidae) występujących głównie na dnie w korycie rzeki odbudowa populacji przebiegała bardzo szybko (ryc. 8). Już w 2023 roku zebrano w próbach dużą liczbę osobników młodocianych, ale w 2024 roku liczebność tego taksonu ponownie się zmniejszyła, a dominowały osobniki dorosłe. Można więc przypuszczać, że ponowne zmniejszenie liczebności w tym roku badań było spowodowane wyjątkowo dużą śmiertelnością osobników młodocianych. Natomiast zwiększanie się liczebności obcych gatunków małży z rodziny Corbiculidae postępowało zdecydowanie wolniej i jeszcze w sierpniu 2024 roku ich zagęszczenie było mniejsze niż przed katastrofą ekologiczną.

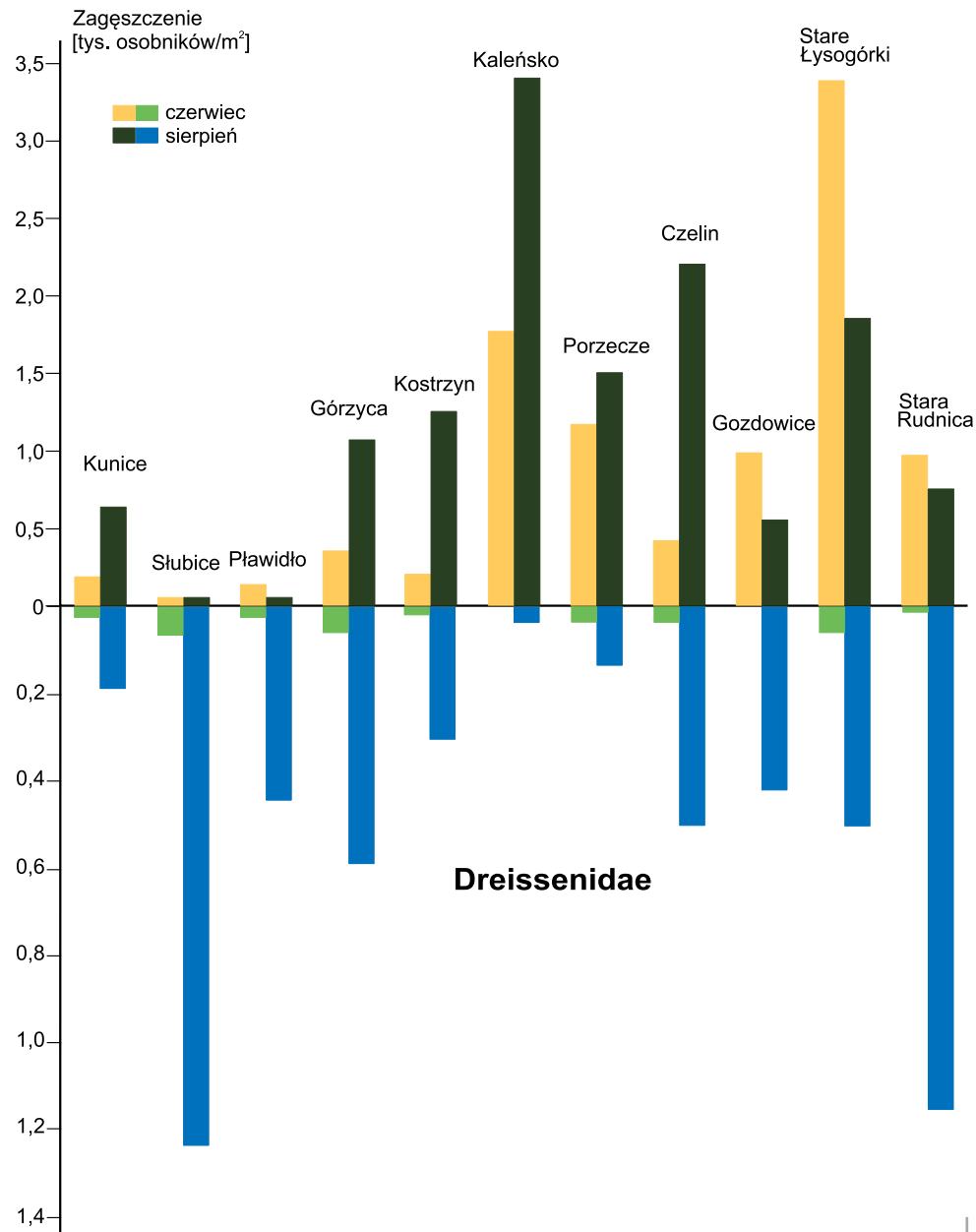
Na początku badań kamienne ostrogi i inne stałe podłoża, takie jak betonowe i metalowe konstrukcje zanurzone w wodzie, a nawet puste muszle dużych małży (ryc. 9) były masowo zasiedlane przez małże z rodziny racicznicowatych (Dreissenidae), ale jeszcze przed katastrofą ekologiczną część z nich zginęła na skutek obniżenia się poziomu wody (ryc. 12). Po katastrofie ekologicznej spadek zagęszczenia racicznic był znaczący (ryc. 10), a uwolnione powierzchnie kamieni zostały zasiedlane

9 | Racicznice (*Dreissena* spp.) przyczepione do pustych muszli Unionidae. Muszle te są również wykorzystywane przez raki *Faxonius limosus* jako miejsca tymczasowego schronienia
fot. Karol Ciężak



10 | Konkurencja o siedlisko między racicznicami (*Dreissena* spp.) a larwami chrzączek z rodziny Hydropsychidae

Hydropsychidae



11 | Porównanie zagęszczenia larw chruścików z rodziny Hydropsychidae i raciczn (Dreissena spp.) na badanych stanowiskach w roku 2024

licznie przez larwy chruścików z rodziny wodosókwotych (Hydropsychidae) (ryc. 10) lub mszywoły (Bryozoa) i gąbki z rodziny Spongillidae (ryc. 13). W sierpniu 2024 roku zarówno racicznice, jak i chruściki były bardzo liczne, ale zaobserwowano „podział wpływów”: na niektórych stanowiskach zdecydowanie liczniejsze były młodociane małże, podczas gdy na innych

(stan. 6, 7 i 10) powierzchnia kamieni była dalej zasiedlona głównie przez chruściki (ryc. 11).

Dla wielu taksonów obcych duże różnice zagęszczenia w kolejnych latach, jak również na kolejnych stanowiskach, są często obserwowane nie tylko u skorupiaków, ale także mięczaków i wieloszczetów. Były one stwierdzane wcześniej w zlewni Górnej Odry przez Krodkiewską i innych (2021, 2024), jak również w jeziorach mazurskich przez Podwysockiego i innych (2024), którzy badali obunogi (Amphipoda).

12 | Puste muszle raciczn (Dreissena spp.) obumarłych na skutek spadku poziomu wody w rzece w lipcu 2022 r. Większość muszli jest jeszcze przyczepiona do kamieni, co świadczy o niedawnym obniżeniu poziomu wody
fot. Roman Żurek



Podsumowanie

W okresie badań zdarzeniem najsilniej oddziaływującym na skład i strukturę zbiorowisk makrobezkręgowców była katastrofa ekologiczna w roku 2022. Jej skutki praktycznie uniemożliwiły określenie wpływu prac hydrotechnicznych na faunę bezkręgowców. Ponadto, długo utrzymujący się niski stan wody w kolejnych sezonach badawczych powodował wyższe zasolenie i zanieczyszczenie rzeki. Są to warunki korzystne dla gatunków obcych, szczególnie pontokaspijskich oraz dla rodzimych gatunków ubikwistycznych i to te taksony są tytułowymi zwycięzcami, gdyż były najliczniejsze w badanym odcinku Odry. Jednak mimo bardzo silnej presji człowieka rzeka utrzymała duży potencjał ekologiczny, wyrażający się m.in. zachowaniem dużej różnorodności makrobezkręgowców, choć zdecydowanie dominują wśród nich gatunki obce.

LITERATURA

Bird G.J. 1982. Distribution, life cycle and population dynamics of the aquatic enchytraeid *Propappus volki* (Oligochaeta) in an English chalkstream. *Holarctic Ecology* 5: 67–75.

Bis B., Mikulec A. 2013. Przewodnik do oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie makrobezkręgowców bentosowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska. GIOŚ, Warszawa.

Cieplik A., Spyra A., Krodzewska M. 2023. Wstępne wyniki badań nad makrobezkręgowcami bentosowymi w górnym i środkowym biegu Odry po katastrofie ekologicznej w 2022 roku. IV Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna POTAMON „Funkcjonowanie i ochrona wód płynących” 20–22 września 2023 r., Łukęcin.

Free G., Van De Bund W., Gawlik B., Van Wijk L., Wood M., Guagnini E., Koutelos K., Annunziato A., Grizzetti B., Vigiak O., Gneccchi M., Poikane S., Christiansen T., Whalley C., Antognazza F., Zerger B., Hoeve R., Stielstra H. 2023. An EU analysis of the ecological disaster in the Oder River of 2022. Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/067386, JRC132271.

Kapusta A., Prusińska M., Duda A., Wisniewski G., Jarmołowicz S., Pyka J.P., Napiórkowska-Krzebietke A., Stawiecki K. 2023. Oddziaływanie szkodliwych glonów na makrobezkręgowce w Odrze. IV Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna POTAMON „Funkcjonowanie i ochrona wód płynących” 20–22 września 2023 r., Łukęcin.

Kasprzak K. 1986. Skąposzczety wodne i glabowe. II. Klucze do oznaczania bezkręgowców Polski, Tom 5. PWN, Warszawa.

Kolada A. (red.) 2020. Podręcznik do monitoringu elementów biologicznych i klasyfikacji stanu ekologicznego wód powierzchniowych. Aktualizacja metod. Biblioteka Monitoringu Środowiska. GIOŚ, Warszawa.

Kolada A. (red.) 2022. Wstępny raport Zespołu ds. sytuacji na rzece Odrze. Wydawnictwo Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego, Warszawa.

Konopacka A. 2004. Inwazyjne skorupiaki obunogie (Crustacea, Amphipoda) w wodach Polski. *Przegląd Zoologiczny* 48: 141–162.

Krodzewska M., Rewicz T., Cebulska K., Koczorowska A., Konopacka A. 2021. Distribution pattern of the brackish *Apocorophium lacustre* (Vanhoffen, 1911) (Amphipoda: Corophiidae) and the structure of the amphipod assemblages in the upper Oder River catchment. *International Review of Hydrobiology* 106: 149–163. DOI: 10.1002/iroh.202002062

Krodzewska M., Cebulska K., Gajda Ł., Świątek P. 2024. Distribution of the invasive polychaete *Hypania invalida* (Grube, 1860) against the background of the benthic fauna in the upper

Oder River catchment (Poland). *Knowledge Management of Aquatic Ecosystems* 425(2). <https://doi.org/10.1051/kmae/2023026>

Napiórkowska-Krzebietke A., Dietrich G.J. 2023. Katastrofa ekologiczna w rzece Odrze i w wodach hydrologicznie związanych z Odrą latem 2022 roku – przyczyny, skutki i rekomendacje. W: Napiórkowska-Krzebietke A., Cejko A.A. (red.). *Innowacje w nowoczesnej gospodarce rybackiej*. Wydawnictwo Instytutu Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza – Państwowy Instytut Badawczy, Olsztyn: 43–58.

Napiórkowska-Krzebietke A., Parasiewicz P. 2023. Analiza stanu ryb i mięczaków po katastrofie. W: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy (red.). *Raport kończący prace Zespołu ds. sytuacji w Odrze*. Warszawa: 141–170.

Podwysocki K., Mamos T., Desiderato A., Rewicz T., Grabowski M., Konopacka A., Bącela-Spychalska K. 2024. Recent invasion of Ponto-Caspian amphipods in the Masurian Lakeland associated with human leisure activities. *NeoBiota* 90: 161–192. <https://doi.org/10.3897/neobiota.90.109221>

Raport kończący 2023. Raport kończący prace Zespołu ds. sytuacji w Odrze. Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Sługocki Ł., Czerniawski R. 2023. Water Quality of the Odra (Oder) River before and during the Ecological Disaster in 2022: A Warning to Water Management. *Sustainability* 15: 8594. <https://doi.org/10.3390/su15118594>

Szlauer-Łukaszewska A., Ławicki Ł., Engel J., Drewniak E., Ciężak K., Marchowski D. 2024. Quantifying a mass mortality event in freshwater wildlife within the Lower Odra River: Insights from a large European river. *Science of the Total Environment* 907, 167898. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167898>

Torii T. 2006. New Record of *Propappus volki* (Annelida: Clitellata: Propappidae) from Japan. *Species Diversity* 11: 359–365. <https://doi.org/10.12782/specdiv.11.359>

Wojtasik B., Czerniawska-Kusza I. 2023. Stan meio- i makrofauny Odry w rejonie Opola, sierpień 2022 r. IV Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna POTAMON „Funkcjonowanie i ochrona wód płynących” 20–22 września 2023 r., Łukęcin: 89.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy składają podziękowania firmie **MR Consulting sp. z o.o. Środowiskowa sp. k.** za zlecenie i wsparcie realizacji badań

Żurek R., Dumnicka E., Książek L., Jasser I., Ciężak K. 2023. Plan działań „uzdrawiających” dla Odry oraz zwiększających bezpieczeństwo ekologiczne/hydrologiczne rzek. *Gospodarka wodna* 1 (889): 8–15. DOI: 10.15199/22.2023.1.2

Internet 1. Śnięte ryby w Odrze. Katastrofa ekologiczna. RMF24.

13 | *Gąbki i mszywioly zasiedlające kamienie na ostrogach. W tych miejscach przed katastrofą ekologiczną licznie występowały racicznice*
fot. Karol Ciężak



Elżbieta Dumnicka

dumnicka@iop.krakow.pl

Zakład Biologii Wód im. Karola Starmacha

Instytut Ochrony Przyrody PAN

ul. Adama Mickiewicza 33, 31–120 Kraków

Roman Żurek

Karol Ciężak

zurek@iop.krakow.pl, karol.ciezak@wp.pl

Zakład Badań Ekologicznych

ul. Rogatka 9, 31–425 Kraków