

Narzędzia wspierające zadania państwowego monitoringu środowiska wodnego w kontekście zrównoważonego rozwoju w dobie zmian klimatu

Tools supporting the tasks of State Water Environmental Protection System in the context of sustainable development in the climate change period

AGNIESZKA KOLANEK, ALEKSANDRA SAMBOR, ZBIGNIEW FERENC

DOI 10.36119/15.2025.5.5

Dążenie do dobrego stanu wód stanowi wyzwanie XXI wieku. Według Ramowej Dyrektywy Wodnej, zgodnie z zasadami zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi, taki stan ma być osiągnięty w Unii Europejskiej do roku 2027. W procesie oceny stanu środowiska wodnego wytyczne OECD podkreślają zintegrowane zarządzanie, udział interesariuszy, zarządzanie ryzykiem, efektywność ekonomiczną, ochronę jakości wód, adaptację do zmian klimatu i współpracę międzynarodową. Jednakże kluczowym elementem jest monitoring wód, obejmujący monitoring diagnostyczny, operacyjny i badawczy, w celu oceny stanu ekologicznego i chemicznego. Historia monitoringu wód w Polsce sięga lat 60-tych XX wieku, ewoluując wraz z przepisami, m.in. po wejściu Polski do UE i po implementacji Ramowej Dyrektywy Wodnej. Główny Inspektor Ochrony Środowiska (GIOŚ) realizuje państwowy monitoring środowiska. W celu uzyskania skuteczniejszej oceny jakości wód potrzebna jest rozbudowana sieć lokalnych monitoringów i partycypacja społeczna. Ekologiczna katastrofa w dorzeczu Odry z 2022 roku spowodowała istotne zmiany związane z dostępem do bieżących informacji o jakości wód. GIOŚ wprowadził system pilotażowy monitoringu on-line, udostępniając dane o wybranych parametrach fizyko-chemicznych, ale o ograniczonej powtarzalności częstości i zakresu danych, co uniemożliwia określenie trendów zmian parametrów fizyko-chemicznych i występowania *Prymnesium parvum*. Wskazuje to na potrzebę dalszego modernizowania, dofinansowania i ulepszenia systemu monitoringu, wykorzystując nowoczesne technologie cyfrowe (platformy online, aplikacje mobilne, AI) oraz partycypację społeczną, by zwiększyć efektywność i szybszą reakcję na zagrożenia. Kluczowa dla efektywności systemu jest również rola świadomych użytkowników środowiska w zgłaszaniu problemów i zbieraniu danych, pokazana na przykładzie zmian w monitoringu Odry.

Słowa kluczowe: system monitoringu rzek, monitoring partycypacyjny, zarządzanie zasobami wodnymi, rzeka Odra

Striving for good water status is a challenge of the 21st century. According to the Water Framework Directive, such status is to be achieved in the European Union by 2027, in accordance with the principles of integrated water resources management. In the process of assessing the status of the aquatic environment, the OECD guidelines emphasize integrated management, stakeholder participation, risk management, economic efficiency, water quality protection, adaptation to climate change and international cooperation. However, a key element is water monitoring, including diagnostic, operational and research monitoring, in order to assess the ecological and chemical status. The history of water monitoring in Poland dates back to the 1960s, evolving along with regulations, including after Poland's accession to the EU and after the implementation of the Water Framework Directive. The Chief Inspector for Environmental Protection (GIOŚ) carries out state environmental monitoring. In order to obtain a more effective assessment of water quality, an extensive network of local monitoring and social participation are needed. The ecological disaster in the Odra river basin in 2022 caused significant changes related to access to current information on water quality. GIOŚ has introduced a pilot system of online monitoring, providing data on selected physicochemical parameters, but with limited repeatability of frequency and scope of data, which makes it impossible to determine trends in changes in physicochemical parameters and the occurrence of *Prymnesium parvum*. This indicates the need for further modernization, co-financing and improvement of the monitoring system, using modern digital technologies (online platforms, mobile applications, AI) and social participation to increase efficiency and faster response to threats. The role of aware users of the environment in reporting problems and collecting data is also key to the effectiveness of the system, shown on the example of changes in the monitoring of the Odra River.

Keywords: river monitoring system, participatory monitoring, water resources management, Odra River

dr inż. Agnieszka Kolanek <https://orcid.org/0000-0002-2305-5763> – Politechnika Wroclawska, Katedra Gospodarki Wodno-Ściekowej i Technologii Odpadów, Wrocław, Polska; Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, Polska, dr inż. Aleksandra Sambor <https://orcid.org/0000-0002-1904-5415>, dr inż. Zbigniew Ferenc <https://orcid.org/0000-0002-3821-1394> – Politechnika Wroclawska, Katedra Gospodarki Wodno-Ściekowej i Technologii Odpadów, Wrocław, Polska.

Wstęp

Woda jest niezbędna do życia. Ochrona jej zasobów i zapewnienie dostępu do bezpiecznej wody do picia to fundamentalne wyzwania, mające istotne znaczenie dla zdrowia i dobrostanu ludzi oraz ochrony środowiska. Przyjęta w 2000 roku Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW) [1], to kluczowy akt prawny Unii Europejskiej (UE), który ma na celu ochronę i poprawę jakości wód w Europie. Stanowi ona fundament polityki wodnej w UE i jest kluczowym narzędziem w walce z problemami związanymi z jakością wód oraz ich zrównoważonym zarządzaniem. Głównym celem RDW jest osiągnięcie dobrego stanu wód do 2027 roku. Dotyczy to zarówno wód powierzchniowych (rzeki, jeziora, morza), jak i podziemnych. Dyrektywa promuje podejście zintegrowane, które uwzględnia różne aspekty zarządzania wodami, w tym ochronę ekosystemów i zrównoważony rozwój. Każde państwo członkowskie ma obowiązek opracować Plany Zarządzania Wodami, które określają działania mające na celu poprawę jakości wód. RDW kładzie duży nacisk na uczestnictwo społeczności lokalnych i interesariuszy w procesie podejmowania decyzji dotyczących zarządzania wodami, a państwa członkowskie są zobowiązane do monitorowania jakości środowiska wodnego i raportowania postępów w osiąganiu celów dyrektywy. W 2012 roku, w dokumencie „Blueprint to Safeguard Europe’s Water Resources” [2], przedstawiono strategię mającą na celu ochronę i zrównoważone zarządzanie wodami w Europie, w tym dotyczącą monitorowania i oceny jakości wód oraz regularnego raportowania postępów w tej

dziedzinie. W 2015 roku Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development) opublikowała wytyczne do zarządzania wodą [13], które stanowią zbiór zasad i rekomendacji mających na celu wspieranie efektywnego i zrównoważonego zarządzania zasobami wodnymi (rys. 1).

Kluczowymi elementami wytycznych OECD w procesie zarządzania zasobami wodnymi są:

- zintegrowane zarządzanie wodami poprzez promowanie podejścia łączącego szerokie aspekty zarządzania wodami, w tym ochronę środowiska, rozwój społeczno-gospodarczy oraz potrzeby lokalnych społeczności;
- uczestnictwo interesariuszy poprzez zachęcanie do aktywnego udziału różnych użytkowników środowiska, w tym społeczności lokalnych, sektora prywatnego i organizacji pozarządowych, w procesach decyzyjnych dotyczących zarządzania wodami;
- zarządzanie ryzykiem poprzez wprowadzenie strategii odpowiednich działań związanych z wodami, w tym zarządzanie ryzykiem powodzi, suszy oraz zanieczyszczenia, aby zwiększyć odporność systemów wodnych;
- efektywność ekonomiczna poprzez promowanie adekwatnego wykorzystania zasobów wodnych, w tym wprowadzenie mechanizmów cenowych, które odzwierciedlają rzeczywiste koszty związane z wykorzystaniem wody;
- ochrona jakości wód poprzez wdrażanie działań mających na celu zabezpieczenie stanu wód, w tym monitorowanie zanieczyszczeń oraz pro-

owanie praktyk zrównoważonego rozwoju w sektorach, które wpływają na zasoby wodne;

- zarządzanie wodami w kontekście zmian klimatycznych poprzez uznanie wpływu zmian klimatycznych na zasoby wodne i dostosowanie strategii zarządzania wód do tych zmian;
- współpraca międzynarodowa poprzez wspieranie wspólnych działań państw w zakresie zarządzania transgranicznymi zasobami wodnymi, aby zapewnić zrównoważone korzystanie z tych zasobów.

Powyższe wytyczne mają na celu wspieranie krajów w opracowywaniu polityki i strategii, które przyczyniają się do zrównoważonego i ujednoliconego zarządzania wodami, co jest kluczowe dla ochrony środowiska oraz zapewnienia dostępu do wody dla przyszłych pokoleń.

W przytoczonych dokumentach [2, 13] monitoring oraz ocena stanu jakości wód stanowi kluczowy element w dążeniu do zrównoważonego rozwoju.

Monitoring wód, którego celem jest ocena parametrów fizycznych, chemicznych i biologicznych wód, umożliwiająca zrozumienie stanu ekosystemów oraz identyfikację potencjalnych zagrożeń, jest kluczowym elementem utrzymania jakości wód oraz ochrony środowiska naturalnego [10]. W obliczu zmian klimatu i wzrastającej antropopresji, rozwój nowoczesnych metod monitoringu staje się niezbędny dla skutecznej oceny i zarządzania ekosystemami wód powierzchniowych. Zakres monitoringu obejmuje m.in. jakość wód, ilość i skład zanieczyszczeń oraz stan fauny i flory wodnej. Zgodnie z RDW opracowano 3 rodzaje monitoringu oceny stanu jakości wód w zależności od celu i zakresu badań:

- monitoring diagnostyczny – służący ocenie całkowitego stanu wód,
- monitoring operacyjny – służący ocenie wód zagrożonych niespełnieniem celów,
- monitoring badawczy – służący określeniu przyczyn i źródeł zanieczyszczeń.

W Polsce podstawową rolę w monitorowaniu wód odgrywa państwowy monitoring środowiska (PMŚ), którego jednym z najważniejszych elementów jest system monitoringu powierzchniowych wód płynących, dostarczający danych na temat stanu ekologicznego i chemicznego jednolitych części wód w danym cyklu pomiarowym. Zgodnie z zapisami „Strategicznego programu państwowego monitoringu środowiska na lata 2020-2025” zadania PMŚ są realizowane wyłącznie



Rys. 1
Wytyczne OECD do zarządzania zasobami wodnymi [13]
Fig. 1 OECD Principles on Water Governance [13]

przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska (GIOŚ). Program ten jest kluczowym dokumentem krajowym w obszarze krótko i średnioterminowych badań stanu środowiska, w tym konieczności wypełnienia obowiązku klasyfikacji oraz oceny stanu wód powierzchniowych, co stanowi podstawowy element oceny osiągnięcia celów środowiskowych ustanowionych dla wód [17]. Jednakże, aby monitoring odpowiadał na potrzeby bieżącej oceny jakości wód, a nie tylko służył ocenie stanu wód w zamkniętym już okresie, zatem był jednocześnie skuteczny i wszechstronny, konieczne jest stworzenie rozbudowanej sieci lokalnych monitoringu rzek oraz podjęcie działań uwzględniających partycypację społeczeństwa w ochronie zasobów wodnych.

Niniejszy artykuł przedstawia współczesne narzędzia wspierające zadania PMŚ, w tym lokalne sieci monitoringu rzek mogące zwiększyć zakres zarządzania zasobami wodnymi, w tym utworzenie systemów wczesnego ostrzeżenia przed zanieczyszczeniami oraz zintensyfikowanie oceny skuteczności działań w oparciu o doświadczenia po katastrofie ekologicznej na Odrze w 2022 roku.

Rys historyczny monitoringu wód w Polsce

Historia monitoringu wód w Polsce ma swoje korzenie w działaniach podejmowanych w XX wieku, które z czasem ewoluowały w odpowiedzi na zmieniające się potrzeby ochrony środowiska i zarządzania zasobami wodnymi.

W Polsce pierwsze, systematyczne działania związane z monitoringiem jakości wód płynących rozpoczęły się w latach 60. XX wieku. Wówczas powstały pierwsze programy badań jakości wód, które były realizowane głównie przez instytucje naukowe oraz administrację państwową. Wprowadzenie Ustawy Prawo wodne w 1974 roku [9], która, z kolejnymi zmianami, obowiązywała aż do 31 grudnia 2001 roku, stanowiło istotny krok w kierunku formalizacji działań związanych z monitorowaniem jakości wód w Polsce. Ustawa ta nakładała obowiązki na organy administracji w zakresie ochrony zasobów wodnych oraz monitorowania ich stanu. Istotną rolę odegrał Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, któremu powierzono zadania związane z prowadzeniem badań jakości wód w wybranych punktach pomiarowo-kontrolnych oraz z opracowywaniem oceny stanu jakości wód zgodnie z obowiązującym prawodawstwem w Polsce. Już w latach 80.

XX wieku podnoszona była problematyka oceny jakościowej z uwzględnieniem wielkości przepływu i konieczności, w celu poprawy systemu oceny jakości zasobów wodnych [3].

W kolejnych dekadach rozwijała się sieć stacji monitorujących, a także wprowadzano nowe metody analizy jakości wód. W latach 90-tych XX wieku, po transformacji ustrojowej, monitoring wód zyskał na znaczeniu w kontekście integracji z europejskimi standardami ochrony środowiska [4, 5].

Po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku nastąpił proces implementacji dyrektyw UE, zatem należało dostosować przepisy krajowe i systemy monitoringu do wymogów unijnych, w tym do Ramowej Dyrektywy Wodnej (2000/60/WE) [1]. Wprowadzenie tej dyrektywy miało na celu zapewnienie zrównoważonego zarządzania wodami w Europie, co nabrało dodatkowego znaczenia w świetle zmian klimatu [6].

W latach 2000 – 2020 nastąpił znaczny rozwój technologii monitoringu, w tym wprowadzenie automatycznych stacji pomiarowych, sond wieloparametrowych oraz systemów zdalnego monitorowania. Wzrosło także zaangażowanie społeczności lokalnych w proces monitoringu, co przyczyniło się do większej świadomości ekologicznej. Jednocześnie podkreślano znaczenie zagrożeń występujących w gospodarce wodnej, w tym związanych z zagospodarowaniem przestrzennym i zarządzaniem zasobami wodnymi [8, 11].

Zmiany w funkcjonowaniu monitoringu wód po katastrofie odrzańskiej w 2022 roku

Niefortunny zestaw zdarzeń i decyzji podjętych w zakresie zarządzania zasobami węgla kamiennego w połączeniu z utrzymującymi się niekorzystnymi warunkami hydro-meteorologicznymi w I połowie 2022 roku doprowadziły do załamania się równowagi w biocenozie rzeki Odry pod wpływem zmian parametrów fizyko-chemicznych. W efekcie katastrofy ekologicznej na Odrze w lipcu 2022 roku przeprowadzono wiele analiz i rozpoczęto działania na rzecz ograniczenia takich zdarzeń w przyszłości [12, 18, 19].

Po katastrofie, również Główny Inspektorat Ochrony Środowiska podjął działania interwencyjne i wprowadził zmiany w systemie monitorowania stanu wód [14, 17]. Do 2023 roku dane dostępne były jedynie w systemie off-line na potrzeby wykonywania oceny stanu JCWP wg wy-

magań RDW, zgodnie z ustawą Prawo wodne [10]. Natomiast obecnie podjęto działania pozwalające na szerszy dostęp do aktualnych danych przez zastosowanie systemu pilotażowego monitoringu prowadzonego w trybie ciągłym z dostępem do danych on-line. Prowadzony monitoring dotyczy tylko pomiarów wybranych parametrów fizyko-chemicznych, ale w połączeniu z opracowaną procedurą kontrolowania występowania *Prymnesium parvum* w wodach powierzchniowych zwiększa szansę na szybszą reakcję na powstałe zagrożenie środowiskowe, a co za tym idzie podjęcie działań interwencyjnych w krótszym czasie.

Omawiane dane pomiarowe udostępniane są w dwóch zakładkach: "aktualne wyniki badań" oraz "analiza stopnia zagrożenia" [15, 16]. W ramach aktualnych wyników badań prezentowane są dane z różnych punktów pomiarowych w zlewni rzeki Odry (w korycie Odry, na wybranych dopływach, w kanale Gliwickim oraz w zbiornikach). Dostępne są jedynie wyniki przeprowadzonych badań w terminie od 03.06.2024 r. do 19.02.2025 r., w różnych odstępach czasowych (od 1 doby do 3 miesięcy). Na podstawie powyższych danych trudno jest określić trendy zachodzących zmian prezentowanych parametrów fizyko-chemicznych, w tym występowanie *Prymnesium parvum* w określonym punkcie pomiarowo-kontrolnym, z uwagi na brak powtarzalności prowadzonych pomiarów w tej samej lokalizacji i dla różnych zakresów badań. Ta "przypadkowość" prezentowanych pomiarów pozwala jedynie na aktualną ocenę stanu wód w badanym przekroju, w dniu jego przeprowadzenia. W okresie od 11.09.2024 r. do 15.10.2024 r. nie wykazano badań w publikowanych danych. Obejmuje to okres podwyższonych stanów wód, w tym powodzi, która miała miejsce w zlewni Odry we wrześniu 2024 roku. Od 16.10.2024 r. opublikowano jedynie wyniki badań przeprowadzonych w trzech różnych punktach pomiarowych. Dane nie są dostępne w formie pliku bazodanowego, tylko jako nieedytowalny plik pdf. Na rysunku nr 2 przedstawiono pierwszą stronę tabeli "Aktualne wyniki badań" z wynikami pomiarów. Natomiast kolejne strony opublikowanego dokumentu wygenerowano bez zachowania nagłówka tabeli, co utrudnia czytelność informacji.

Kolejna grupa badań została przedstawiona w zakładce "Analiza stopnia zagrożenia na podstawie wyników próbek wody pobranych". Wyznaczone stopnie zagrożenia prezentowane są

Lp.	Data pobrania próbki	Miejsce pobrania próbki	Współrzędne punktu pomiarowo kontrolnego		Fitoplankton (pod kątem Prynnesium cf parvum) [os./l]	Temperatura wody [st.C]	Tlen rozpuszczony [mg/l]	Przewodność [µS/cm]	pH	Pozostałe wskaźniki	Oddział CKB
1.	03.06.2024	rzeka Odra - Łaz Łąki	50.910277	17.410963	33 480 000	—	—	1345	8,4	—	Wrocław
2.	05.06.2024	Odra na wysokości miejscowości Włbiń powiat głogowski, gmina Głogów	51.685400	16.208010	6 400 000	21,6	12	1043	8,5	Azot azotanowy 1,47 mg/l Chlorki 275 mg/l Siarczany 97 mg/l Ogólny Węgiel Organiczny 9,2 mg/l Azot azotynowy 0,0385 mg/l Azot Kjeldahla 1,35 mg/l Azot ogólny 2,86 mg/l ChZ-Cr 27,5 mg/l Fosfor ogólny 0,134 mg/l	Wrocław
3.	05.06.2024	Odra na wysokości miejscowości Lubów, powiat głogowski, gmina Iwanów	51.564930	16.464400	28 400 000	21,3	9,8	1100	8,2	Azot azotanowy 1,54 mg/l Chlorki 246 mg/l Siarczany 97 mg/l Ogólny Węgiel Organiczny 9,0 mg/l Azot azotynowy 0,0327 mg/l Azot Kjeldahla 1,36 mg/l Azot ogólny 2,93 mg/l ChZ-Cr 27,5 mg/l Fosfor ogólny 0,130 mg/l	Wrocław
4.	05.06.2024	Starorzeczka rzeki Odry - Prętyce	51.24285	16.84449	173 300	—	—	990	7,7	—	Wrocław
5.	05.06.2024	Starorzeczka rzeki Odry - Laska Jez	51.00923	17.31407	1 530 000	—	—	1040	8,4	—	Wrocław
6.	05.06.2024	Starorzeczka rzeki Odry - Bajkał miejsce nr 1	51.060215	17.166525	60 000	—	—	1000	8,0	—	Wrocław
7.	05.06.2024	Starorzeczka rzeki Odry - Bajkał miejsce nr 2	51.06127	17.16203	6 000	—	—	940	8,3	—	Wrocław

Rys. 2
Fragment opublikowanych danych w tabeli "Aktualne wyniki badań" [16]
Fig. 2 Part of the published data in the table "Current Research Results" [16]

w sześciostopniowej skali w ramach monitoringu interwencyjnego *Prynnesium parvum*, na podstawie badań prowadzonych z częstotliwością minimum raz w tygodniu. Dane pomiarowe udostępnione są na bieżąco od dnia 06.05.2024 r. do 24.03.2025 r., jedynie z 10 dniową przerwą w okresie 12 – 22.09.2024 roku. Wyniki badań prezentowane są dla wybranych stanowisk w podziale na 3 grupy:

- dopływy Wisły – jeden punkt pomiarowy,
- rzeki i starorzeczka (rzeka Odra) – 6 punktów pomiarowych oraz
- zbiorniki i kanały (Kanał Gliwicki, Zbiornik Czernica) – 8 punktów pomiarowych.

Niestety, dane również prezentowane są w systemie pliku nieedytowalnego, co utrudnia szczegółową analizę wybranego punktu pomiarowego. Na rys. 3 przedstawiono przykładową tabelę z wynikami pomiarów z dnia 06.05.2024 r. dla rzek i starorzeczka.

Prezentowane dane stanowią przykład na rozwój monitoringu poza siecią PMŚ i są jednym z wielu działań w ramach narzędzi wspierających PMŚ. Wskazane jest by prowadzone działania monitoringowe zwiększyły wiedzę o jakości wód w sytuacjach kryzysowych, zwłaszcza, że w świetle zmian klimatu wzrasta ryzyko zagrożenia powodziowego i powódzie mogą występować ze zwiększoną częstotliwością [7].

Narzędzia wspierające zadania Państwowego Monitoringu Środowiskowego

Tradycyjne metody monitoringu jakości wód obejmują pobieranie próbek wód, ich analizę laboratoryjną oraz pomiary terenowe. Choć te techniki są nadal ważne, rozwijane są nowe, bardziej zaawansowane metody, umożliwiające skrócenie czasu reakcji na potencjalne zagrożenie występujące w środowisku wodnym.

Na potrzeby uzyskania zrównoważonego rozwoju również PMŚ może korzystać ze współczesnych narzędzi i technologii, które mogą zwiększyć efektywne

Analiza stopnia zagrożenia na podstawie wyników próbek wody pobranych 06.05.2024 r. rzeki i starorzeczka

Tabela 1. Analiza wyników badań rzeki Odry i jej dopływów

Województwo	Lokalizacja	data pobrania	Tlen rozpuszczony [mg/l]	Przewodność [µS/cm]	pH	P _{og} [mg/l]	P _{parvum} [ilość os./l]	N:P	Uwagi (organizm dominujący)	Przypisany stopień zagrożenia*
śląskie	Pkt. 38 Odra, poniżej Olzy	06.05.2024	5,5	617	7,4	0,28	nie stwierdzono	36	dominują okrzemki, słonecznie, brak opadów, stan wody niski	-
opolskie	Pkt. 27 Starorzeczka Odry, stocznia w Januskowicach	06.05.2024	12,6	1402	8,4	0,06	1 302 900	75	Stan wody średni, woda mętna, brak opadów, dominują zielenice.	ostrzegawczy**
	Pkt. 33 Odra, m. Krapkowice, most na drodze DW 409	06.05.2024	11,2	1689	8,1	0,17	817 400	32	Średni stan wody, woda mętna, opadów - brak, dominują zielenice i okrzemki	ostrzegawczy**
dolnośląskie	Pkt. 12 Odra powyżej Wrocławia - Łany	06.05.2024	10,5	970	8,7	0,244	3 300 000	28	zachmurzenie duże	ostrzegawczy**
lubuskie	Pkt. 15 Odra, m. Bytom Odrzański	06.05.2024	9,7	2260	8,5	0,13	1 995 244	50	dominują okrzemki i zielenice; pochmurno, brak opadów, stan wody średni	ostrzegawczy**
zachodniopomorskie	Pkt. 17 Odra w Widuchowej	06.05.2024	12,8	1042	8,4	0,12	149 600	38	dominują: okrzemki (okrzemki centryczne, Nitzschia spp., Fragilaria spp., Asterionella formosa, Skeletonema subsalsum), zielenice (Monoraphidium contortum, Tetrademus obliquus), sinice (Limnithrix redekei)	-

Legenda:

-	brak stopnia alarmowego w ramach danego wskaźnika
ostrzegawczy**	Stopień ostrzegawczy w ramach danego wskaźnika
ostrzegawczy**	I stopień zagrożenia w ramach danego wskaźnika
ostrzegawczy**	zagrożenia w ramach danego wskaźnika
ostrzegawczy**	III stopień zagrożenia w ramach danego wskaźnika

*- stopienie zagrożenia wyznaczone zgodnie z poziomami alarmowymi ujętymi w "Procedurze monitorowania interwencyjnego *Prynnesium parvum* "złotej algi" (tabela pomocnicza z poziomami alarmowymi poniżej)

**- stopień ostrzegawczy przypisany ze względu na podwyższony poziom zasolenia, który wg opinii ekspertów zawartych w raporcie odrzańskim niesie za sobą ryzyko wystąpienia zagrożenia spowodowanego obecnością "złotej algi"

Rys. 3
Analiza stopnia zagrożenia na podstawie wyników próbek wody pobranych 06.05.2024 r. rzeki i starorzeczka [15]
Fig. 3 Analysis of the degree of risk based on the results of water samples taken 06.05.2024 rivers and oxbow lakes [15]

zarządzanie środowiskiem oraz monitorowanie jego stanu, takich jak:

- a) systemy zdalnego monitoringu, w tym satelity i drony, umożliwiające zbieranie danych o pokryciu terenu, zmianach w użytkowaniu gruntów oraz jakości wód w układzie obszarowym oraz czujniki IoT (Internet of Things – internet rzeczy) monitorujące parametry środowiskowe dostarczające dane w czasie rzeczywistym;
- b) systemy informacji geograficznej (GIS), wspierające analizę przestrzenną danych środowiskowych, co jest kluczowe dla planowania przestrzennego i zarządzania zasobami naturalnymi;
- c) systemy bazodanowe dotyczące zasobów naturalnych umożliwiające gromadzenie i analizowanie danych o stanie środowiska;
- d) modelowanie i prognozowanie, w tym modele symulacyjne używane do oceny wpływu różnych scenariuszy polityki na środowisko, co wspiera podejmowanie decyzji z uwzględnieniem zrównoważonego rozwoju;
- e) analiza śladu wodnego pozwalająca ocenić zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko wodne oraz promowanie bardziej zrównoważonego zarządzania wodą;
- f) analiza cyklu życia (LCA), w której oceniany jest wpływ produktów i procesów na środowisko w całym ich cyklu życia;
- g) platformy informacyjne, takie jak:
 - portale do udostępniania danych umożliwiające dostęp do informacji o stanie środowiska dla różnych interesariuszy, w tym dla społeczności lokalnych, przedsiębiorstw i instytucji czy jednostek samorządowych,
 - aplikacje mobilne, które ułatwiają obywatelom zgłaszanie problemów środowiskowych oraz monitorowanie warunków lokalnych;
- h) edukacja i zaangażowanie społeczeństwa poprzez programy edukacyjne, które podnoszą świadomość w zakresie ochrony środowiska;
- i) inicjatywy *citizen science* angażujące mieszkańców w zbieranie danych i monitorowanie stanu środowiska – monitoring partycypacyjny, lokalny, monitoringowe inicjatywy społeczne;
- j) analiza danych i sztuczna inteligencja:
 - uczenie maszynowe: algorytmy sztucznej inteligencji mogą wspierać analizę dużych zbiorów danych środowiskowych, wykrywając wzorce i przewidując przyszłe zmiany w stanie środowiska. AI może być wykorzystana do optymalizacji procesów mo-

onitoringu i prognozowania przyszłych zagrożeń;

- big data: integracja danych z różnych źródeł, co pozwala na bardziej kompleksowe podejście do monitorowania i analizy środowiska;
- k) dofinansowanie działań na rzecz rozwoju monitoringu – wsparcie finansowe, np. z Funduszy Europejskich pozwalające na zakup nowoczesnej aparatury kontrolno-pomiarowej i rozwój mobilnych jednostek badawczych [21].

Dzięki tym narzędziom Inspektorat Ochrony Środowiska może skuteczniej realizować cele zrównoważonego rozwoju, monitorując stan środowiska i wspierając tym samym działania na rzecz jego ochrony oraz bardziej efektywnego gospodarowania zasobami naturalnymi, w tym wodami.

Monitoring partycypacyjny, monitoring lokalny oraz monitoringowe inicjatywy społeczne

Doświadczenia z ostatniego okresu wskazują, że niezbędnym elementem uzupełniającym monitoring tradycyjny jest monitoring partycypacyjny, monitoring lokalny oraz monitoringowe inicjatywy społeczne. Działania takie przyczyniają się nie tylko do zwiększenia informacji o stanie środowiska, ale też powodują realny wkład zainteresowanych w poprawę jego jakości, w tym w ochronę wód.

Formą partycypacji społeczeństwa jest proces konsultacji społecznych w gospodarce wodnej prowadzonych przez jednostki rządowe oraz inne instytucje, w tym przez Międzynarodową Komisję Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem [20]. Międzynarodowa Komisja Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem (MKOOpZ) jest jedną z funkcjonujących w Europie międzynarodowych komisji zajmujących się problematyką rzek i jezior, których zlewnie leżą na obszarze więcej niż jednego państwa. „Wstępnego przeglądu istotnych problemów gospodarki wodnej stwierdzonych na Międzynarodowym Obszarze Dorzecza Odry na potrzeby czwartego

cyklu planowania zgodnie z RDW” w terminie do 22 czerwca 2025 r. Jest to przykład monitoringu partycypacyjnego bezpośrednio oddziaływującego na planowanie i zarządzanie gospodarką wodną.

Na szczególną uwagę zasługuje bezpośrednie wsparcie społeczeństwa w ochronę środowiska wodnego. Jest to istotne ze względu na możliwość pozyskania informacji od osób cywilnych pełniących rolę obserwatorów społecznych, zgłaszających potencjalne zagrożenie, na podstawie oceny organoleptycznej. Może to przyspieszyć działania właściwych organów i wpłynąć na szybsze zlokalizowanie zanieczyszczenia w porównaniu do czasu uzyskania wyników pomiarów wykonanych według harmonogramu badań. Szczególnie było to widoczne podczas katastrofy ekologicznej w wodach rzeki Odry, w 2022 roku, gdzie ogromną rolę odegrali wędkarze, zgłaszający zaobserwowane nieprawidłowości w zachowaniu ryb.

Zatem bieżące obserwacje dotyczące jakości i ilości wód mogłyby być dostarczane przez wędkarzy zrzeszonych w Polskim Związku Wędkarskim, którzy obserwują jakość wody i zachowania zwierząt. Takie obserwacje mogłyby również być pozyskiwane od członków klubów żeglarskich, kół, stowarzyszeń turystyki wodnej (PTTK), którzy korzystając z akwenów w celach turystycznych mogą zarazem stanowić źródło wiedzy o stanie środowiska wodnego.

Ocenę jakości wód można rozszerzyć również o informacje pozyskane z lokalnych inicjatyw na rzecz kontroli aktualnego ich stanu. Przykładem monitoringowej inicjatywy społecznej są działania prowadzone przez Stowarzyszenie 515 kilometr Odry w Krośnie Odrzańskim, Koalicję Ratusjmy Rzeki oraz Międzynarodową Koalicję Czas na Odrę.

Stowarzyszenie 515 kilometr Odry w Krośnie Odrzańskim działa na rzecz promowania i ochrony rzek oraz budowy sieci partnerstwa wokół rzeki Odry. W efekcie prac stowarzyszenia powstała m.in. mapa rzeki Odry na odcinku od 508 km do 522 km (rys. 4), gdzie opisano walory turystyczne i przyrodnicze na 15 jednokilometrowych odcinkach, które oznaczono



Rys. 4

Mapa rzeki Odry – projekt zrealizowany przez Stowarzyszenie 515 kilometr Odry [22]

Fig. 4 Map of the Oder River – a project carried out by the Stowarzyszenie 515 kilometr Odry [22]

kolorami na mapie. W przyszłości planowano stworzenie interaktywnej, edukacyjnej mapy dla całej Odry [22], na której powinny być zawarte również informacje o bieżącym stanie jakościowym wód.

Koalicja Ratujmy Rzeki skupia organizacje zajmujące się ochroną polskich rzek, potoków, obszarów wodno-błotnych, jak również naukowców, organizacje, osoby, samorządy i instytucje (105 sygnatariuszy) [23].

Międzynarodowa Koalicja Czas na Odrę podejmuje działania dla zrównoważonego rozwoju, w tym ochrony przyrody i wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej. Obecnie w koalicji dla ochrony rzek oraz rozwoju społeczności nad nimi żyjących działa kilkadziesiąt organizacji ekologicznych z trzech nadodrzańskich krajów [24].

Dodatkowym źródłem informacji mogą być również użytkownicy budowli hydrotechnicznych, którzy pozostają w bezpośrednim kontakcie z rzeką.

Zatem wskazane jest utworzenie portalu do przekazywania informacji o niepokojących zjawiskach na rzece, a następnie utworzenie na tej podstawie bazy danych dotyczącej stanu środowiska wodnego, może stać się cennym źródłem informacji wspierających, o ile możliwe będzie zweryfikowanie przekazywanych danych.

Podsumowanie

Nowoczesne metody monitoringu rzek w Polsce są kluczowe dla ochrony środowiska wodnego w obliczu rosnących wyzwań. Ważne jest, aby zastanowić się nad wprowadzeniem zmian dotyczących zbierania, przechowywania i przede wszystkim udostępniania danych z monitoringu. W Polsce istnieje potrzeba wprowadzenia, pod nadzorem jednego podmiotu, zintegrowanego monitoringu jakościowego i ilościowego rzek, który byłby maksymalnie zautomatyzowany, transparentny i dostępny on-line przez 24 godziny 7 dni w tygodniu. System ten powinien być oparty na ogólnopolskiej bazie danych pomiarowych, którą należało-

by stworzyć, a w której dane pochodziłyby zarówno z PMS, jaki i z lokalnych monitoringu rzek. W związku z tym lokalne monitoringi rzek mogą stanowić nieocenione narzędzie wspierające zadania państwowego monitoringu środowiska. Dzięki szczegółowym i precyzyjnym danym możliwe będzie lepsze zarządzanie zasobami wodnymi, szybkie wykrywanie i reagowanie na zanieczyszczenia oraz ocena skuteczności działań ochronnych. Współpraca z lokalnymi społecznościami oraz rozwój nowoczesnych technologii dodatkowo zwiększy efektywność tych działań, co jest nie tylko istotne dla zachowania bioróżnorodności, ale także dla zapewnienia bezpieczeństwa i jakości życia społeczeństwa. Pomimo wyzwań związanych z kosztami i zasobami, przyszłość lokalnych monitoringu rzek wydaje się obiecująca i pełna możliwości dla ochrony naszych cennych zasobów wodnych, gdy dodatkowo dane te będą odpowiednio gromadzone i weryfikowane.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, Dz. Urz. UE L 327/1 z 22.12.2000 r.
- [2] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Plan ochrony zasobów wodnych Europy (Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources), 2012 r., COM(2012)673 final
- [3] Korol R., Ilościowe ujęcie zagadnienia jakości wód, *Ochrona Środowiska* nr 4/1981, str. 17-23
- [4] Korol R., Jaśniewicz E., Strońska M., Możliwości Wdrożenia Dyrektyw Unii Europejskiej w monitoringu wód i ścieków, *Zeszyty Naukowe* nr 118, *Inżynieria Środowiska* nr 8/1998, str. 75-86
- [5] Korol R., Jaśniewicz E., Strońska M., Zmiany jakości wód Odry w latach 1992-1997, *Ochrona Środowiska* nr 2(73)/1999, str. 19-23
- [6] Zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi oraz infrastrukturą hydrotechniczną w świetle prognozowanych zmian klimatycznych Pod redakcją Majewskiego W. i Walczykiewicza T., seria: monografie IMGW-PIB, Warszawa 2012
- [7] Zarządzanie wodą w sytuacjach kryzysowych. Dokument programowy III Okrąglego Stołu

- Wodnego. Pod redakcją Nachlik E., Januchty-Szostak A., Kundzewicz Z., Zalewskiego J., Hausnera J. Fundacja Gospodarki i Administracji Publicznej, Kraków 2023
- [8] Rak J., Zagrożenia systemów środowiskowych, Instal nr 3/2020 (415) str. 30-37, DOI 10.36119/15.2020.3.5
 - [9] Ustawa z dnia 24 października 1974 r. – Prawo wodne, Dz.U. 1974, nr 38, poz. 230
 - [10] Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne, Dz.U. 2017, poz. 1566
 - [11] Walczykiewicz T. i inni, Współczesne problemy gospodarki wodnej w kontekście zagospodarowania przestrzennego, seria publikacji naukowo-badawczych IMGW-PIB, Warszawa 2020
 - [12] Klimkiewicz M., Starosta M., Szafraniuk A., Chochoł, Włoskiewicz M., Engel J., Choroś J., Czupryniak K., Pawelec-Olesińska A., Biała księga polskich rzek. Lekcje płynące z katastrofy odrzańskiej. Fundacja ClientEarth Prawnicy dla Ziemi, Warszawa, marzec 2023, https://www.wwf.pl/sites/default/files/inline-files/biala_ksiega_polskich_rzek.pdf
 - [13] OECD Principles on Water Governance Welcomed by Ministers at the OECD Ministerial Council Meeting on 4 June 2015, Directorate for Public Governance and Territorial Development, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris www.oecd.org/gov/regional-policy/OECD-Principles-on-Water-Governance-brochure.pdf

NETOGRAFIA:

- [14] <https://wody.gios.gov.pl/pjwp/publication/367> dane publiczne dostęp: 28.10.2024
- [15] <https://badania.gios.gov.pl/odra/> dostęp: 28.10.2024
- [16] <https://www.gov.pl/web/odra> dostęp: 28.10.2024
- [17] <https://www.gov.pl/web/gios/monitoring-wod-dzialania-gios-dwa-lata-po-sytuacji-na-odrze> dostęp: 28.10.2024
- [18] <https://gazetapoludniowa.pl/odra-rok-po-katastrofie/> dostęp 10.03.2025
- [19] <https://upwr.edu.pl/aktualnosci/eksperci-upwr-o-odrze-scieki-to-problem-ale-nie-jedyny-3868.html> dostęp 10.03.2025
- [20] <https://www.mko.o.pl/index.php?mid=40&lang=PL> dostęp 10.03.2025
- [21] <https://portalkomunalny.pl/gios-z-dofinansowaniem-na-modernizacje-monitoringu-jakosci-wod-578556/> dostęp: 20.03.2025
- [22] <https://www.stowarzyszenie515.org/mapa-rzek/> dostęp: 10.10.2023 r.; <https://www.facebook.com/Stowarzyszenie515/> dostęp: 11.04.2025 r.
- [23] <http://www.ratujmyrzeki.pl/>; dostęp: 11.04.2025 r.
- [24] <https://odra.pl>; dostęp: 11.04.2025 r.