

Zarządzanie ryzykiem w odzysku wody

Risk Management in Water Reclamation

Klara Ramm^{*}

Słowa kluczowe: odzysk wody, zarządzanie ryzykiem, standardy

Streszczenie

W artykule przedstawiono najważniejsze akty prawne i standardy przydatne w zarządzaniu ryzykiem w projektach związanych z ponownym wykorzystaniem wody. Zrównoważone zarządzanie zasobami wodnymi wymaga wdrażania innowacyjnych rozwiązań, które optymalizują i racjonalizują wykorzystanie zasobów, przy jednoczesnym priorytetowym traktowaniu dobrostanu ludzi i środowiska. Kryzys klimatyczny i zmiany w lokalnym bilansie wodnym zmuszają zainteresowane strony w regionie Morza Bałtyckiego do poszukiwania alternatywnych rozwiązań. Zapewnienie bezpieczeństwa we wszystkich zastosowaniach ma kluczowe znaczenie, a podstawą wszystkich inicjatyw jest kompleksowa i wiarygodna ocena ryzyka. Chociaż zarządzanie ryzykiem w korzystaniu z wody jest koncepcją dobrze ugruntowaną, metodologie muszą być starannie dostosowane do konkretnych potrzeb każdego rozwiązania, biorąc pod uwagę zaangażowane zainteresowane strony. Jedynym rozporządzeniem UE skupiającym się na jakości wody odzyskiwanej ze ścieków jest rozporządzenie 2020/741, które dotyczy przede wszystkim nawadniania w rolnictwie, ustalając podstawowe wymagania jakościowe. Jednak najbardziej intrygującym i znaczącym aspektem tego rozporządzenia jest organizacja procesu odzyskiwania i ponownego wykorzystania wody oraz uwzględnienie w nim wytycznych dotyczących oceny ryzyka. Dalsze szczegóły przydatne do oceny ryzyka znajdują się w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji Europejskiej, które rozwija i wyjaśnia postanowienia rozporządzenia głównego. Ponadto wytyczne Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) i standardy Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej (ISO) stanowią cenne zasoby w ocenie ryzyka.

Keywords: water recovery, risk management, standards

Abstract

The article presents key legal acts and standards useful in risk management for projects related to water reuse. Sustainable water resource management requires implementing innovative solutions that optimize and rationalize resource use while prioritizing human and environmental well-being. The climate crisis and changes in local water balance compel stakeholders in the Baltic Sea Region to seek alternative solutions. Ensuring safety in all applications is critical, as well as making comprehensive and reliable risk assessments the foundation of all initiatives. While risk management in water use is a well-established concept, methodologies must be carefully tailored to the specific needs of each solution, considering the stakeholders involved. The only EU regulation focusing on the quality of water reclaimed from wastewater is Regulation 2020/741, which primarily addresses agricultural irrigation by setting basic quality requirements. However, the most intriguing and significant aspect of this regulation lies in the organization of the water recovery and reuse process and its inclusion of risk assessment guidelines. Further details useful for risk assessment are provided in the European Commission's Delegated Regulation, which elaborates and clarifies the provisions of the main regulation. Additionally, guidance from the World Health Organization (WHO) and standards from the International Organization for Standardization (ISO) are valuable resources in risk assessment.

1. Wstęp

Zrównoważone zarządzanie zasobami wodnymi wymaga wdrożenia innowacyjnych rozwiązań, które racjonalizują i optymalizują wykorzystanie dostępnych zasobów, jednocześnie stawiając na pierwszym miejscu dobrostan ludzi i środowiska. Historycznie rzecz biorąc, odzyskiwanie wody ze ścieków miejskich uznawano za zbędne w regionie Morza Bałtyckiego ze względu na obfite zasoby naturalne. Jednak trwający kryzys klimatyczny i zmiany w lokalnym bilansie wodnym zmusiły interesariuszy do poszukiwania alterna-

tywnych rozwiązań. Wiele oczyszczalni ścieków w regionie już poddaje ścieki recyklingowi w celu wykorzystania ich do wewnętrznych zastosowań technologicznych, takich jak czyszczenie sprzętu, płukanie piasku czy roztwarzanie reagentów. Zgodnie z wynikami ankiety przeprowadzonej w ramach projektu ReNutriWater [2] 72% komunalnych oczyszczalni ścieków komunalnych stosuje takie rozwiązania [6]. Ponadto operatorzy oczyszczalni ścieków coraz bardziej interesują się rozszerzeniem wykorzystania odzyskanej wody do celów zewnętrznych, czerpiąc inspirację z praktyk stosowanych w po-

^{*} Klara Ramm, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, ORCID: 0000-0003-1707-4228, klara.ramm@pw.edu.pl

łudniowej Europie. Dostosowanie jakości wody do potrzeb potencjalnych odbiorców stanowi złożone wyzwanie. W Polsce odzyskana woda wykorzystywana jest do chłodzenia elektrociepłowni, np. w Katowicach [4] czy nawadniania miejskich terenów zielonych w Józefowie [1]

Niektóre regiony Europy północnej są w szczególnie trudnej sytuacji. Duńskie wyspy, które zmagają się z niedoborem wody rozpoczęły pilotażowe inicjatywy dotyczące ponownego wykorzystania wody. Na wyspie Samsø testuje się możliwości nawadniania upraw szklarniowych [2]. Z kolei w projekcie WaterMan [3] samorząd Bornholmu analizuje możliwość zamknięcia lokalnego obiegu wody w połączeniu z produkcją wodoru.

Zapewnienie bezpieczeństwa w każdym zastosowaniu ma krytyczne znaczenie, dlatego kompleksowa i wiarygodna ocena ryzyka stanowi podstawę tych inicjatyw. Zarządzanie ryzykiem w użytkowaniu wody jest dobrze ugruntowaną koncepcją, jednak metodyki muszą być starannie dostosowywane do specyficznych potrzeb każdego rozwiązania, uwzględniając interesariuszy. To podejście oparte na współpracy zapewnia, że opracowane rozwiązania są praktyczne, skuteczne i dostosowane do potrzeb użytkowników końcowych.

W zapewnieniu bezpiecznych procesów odzysku wody ze ścieków komunalnych podstawą jest zapewnienie jakości mikrobiologicznej i fizykochemicznej, która nie zagraża ludziom, zasobom wodnym, glebie, roślinom i zwierzętom.

2. Przepisy i standardy

2.1. Prawo UE

Jedynym unijnym aktem prawnym skoncentrowanym na jakości wody odzyskanej ze ścieków jest rozporządzenie 2020/741 [9]. Koncentruje się jedynie na nawadnianiu

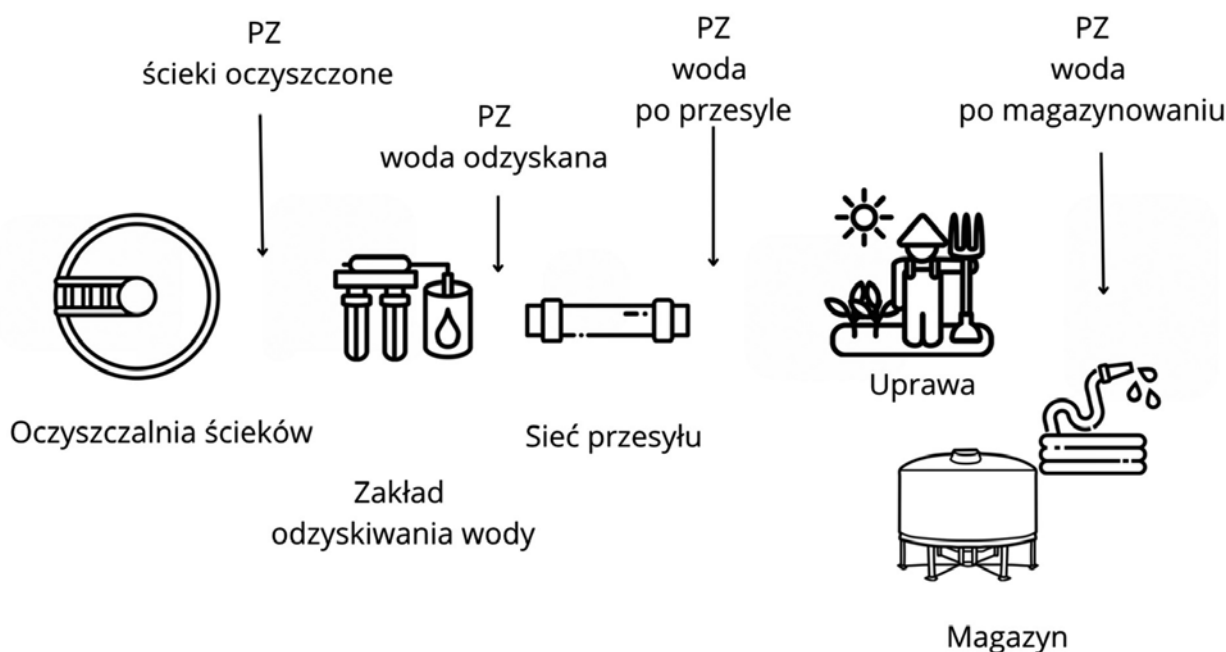
w rolnictwie, nakładając podstawowe wymagania jakościowe. Jednak najciekawszym i najważniejszym aspektem tego aktu prawnego jest organizacja procesu odzyskiwania wody, połączona z wytycznymi obejmującymi elementy oceny ryzyka. System odzysku powinien więc opierać się na układzie liniowym kolejnych procesów (rys.1) ze wskazanymi punktami zgodności jakości wody z wymaganiami.

Zakład odzyskiwania wody oznacza oczyszczalnię ścieków komunalnych lub inny zakład, który zajmuje się dalszym oczyszczaniem tak, aby osiągnąć jakość wody zgodną z załącznikiem I rozporządzenia. Punkty zgodności zintegrowane są z pozwoleniami, jakie musi uzyskać operator zakładu, podmiot przesyłający wodę, magazynujący czy wykorzystujący do nawadniania upraw.

Zgodnie z rozporządzeniem sama kontrola jakości odzyskanej wody nie wystarcza. Konieczne jest przeprowadzenie oceny ryzyka. W art. 5 wprowadzono obowiązek zarządzania ryzykiem, obejmujący zarówno monitoring jakościowy jak również wymogi formalne (decyzje administracyjne), które muszą uwzględniać wyniki oceny ryzyka i zawierać plany zarządzania ryzykiem. Zarządzanie ryzykiem zostało więc wskazane jako nieodłączny element funkcjonowania systemów odzysku wody. W preambule stwierdza się, że zarządzanie ryzykiem powinno obejmować identyfikację ryzyka i zarządzanie nim w sposób proaktywny oraz powinno obejmować koncepcję produkcji odzyskanej wody o określonej jakości, wymaganej do określonych zastosowań. Kluczowe znaczenie ma opracowanie planu zarządzania ryzykiem.

Rozporządzenie wprowadza definicje, które oparte są na wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), dotyczących bezpieczeństwa wody do picia [15], jak również wykorzystania ścieków [16]:

- „zagrożenie” oznacza czynnik biologiczny, chemiczny, fizyczny lub radiologiczny, który może wyrządzić szkodę



Rys. 1. System odzyskiwania wody według rozporządzenia [6]. PZ oznacza punkt zgodności
 Fig. 1. Water recovery system according to regulation [6]. PZ stands for compliance point

ludziom, zwierzętom, uprawom lub roślinom, innej faunie i florze lądowej, faunie i florze wodnej, glebom lub środowisku ogółem;

- „ryzyko” oznacza prawdopodobieństwo wystąpienia zidentyfikowanych zagrożeń, powodujących szkodę w określonych ramach czasowych, w tym dotkliwość ich skutków;
- „zarządzanie ryzykiem” oznacza systematyczne zarządzanie, które konsekwentnie zapewnia bezpieczeństwo ponownego wykorzystania wody w konkretnym kontekście.

Wynik oceny ryzyka umożliwia wprowadzanie barier i środków zapobiegawczych. Bariery to wszelkie środki (technologia, procedury), które minimalizują ryzyko. Środki zapobiegawcze to dodatkowe działania, które prowadzi do tego, że ryzyko staje się akceptowalne.

Załącznik II rozporządzenia 2020/741 zawiera wykaz działań, które należy podjąć, aby ograniczyć ryzyko związane z wykorzystywaniem wody odzyskanej ze ścieków do celów rolniczych. Do kluczowych elementów zarządzania ryzykiem należą:

1. Opis całego systemu ponownego wykorzystania wody
2. Identyfikacja interesariuszy
3. Identyfikacja potencjalnych zagrożeń
4. Identyfikacja zagrożonych środowisk i populacji
5. Ocena ryzyka poprzedzona analizą sytuacji środowiskowej i społecznej. W tym miejscu przywołano wiele aktów prawnych UE; Konieczne jest rozważenie, czy należy je wziąć pod uwagę
6. Analiza ewentualnej konieczności wprowadzenia bardziej rygorystycznych wymagań niż te określone w rozporządzeniu
7. Identyfikacja środków zapobiegawczych
8. Wdrożenie systemów i procedur kontroli jakości
9. Monitorowanie środowiska w celu uzyskania informacji zwrotnych na temat jakości
10. Wdrożenie systemów do zarządzania incydentami i sytuacjami awaryjnymi
11. Zapewnienie ustanowienia mechanizmów koordynacji między różnymi podmiotami w celu zagwarantowania bezpiecznej produkcji i wykorzystania odzyskanej wody.

Kraje UE mają różne poziomy zaawansowania we wdrażaniu zarządzania ryzykiem w zakresie odzyskiwania wody. Oczywiście Europa południowa ma bogatsze doświadczenie niż północna. Portugalia, Francja i Hiszpania mają bardziej szczegółowe wytyczne niż te zawarte w rozporządzeniu 2020/741.

Więcej szczegółów przydatnych w ocenie ryzyka zawiera rozporządzenie delegowane Komisji Europejskiej [5], zawierające wytyczne wyjaśniające i rozwijające przepisy rozporządzenia [6]. Porządkuje ono metodykę oceny ryzyka i w przejrzysty sposób prezentuje kolejne kroki, w celu zbudowania systemu zarządzania ryzykiem. Wytyczne szczegółowo opisują odzysk do celów rolniczych, koncentrując się na kwestiach jakościowych, ilościowych i technologicznych.

Bez względu na szczegóły zastosowania odzyskanej wody, konieczna jest weryfikacja jej jakości, w kontekście wymagań podstawowych aktów prawnych UE. Należy koniecznie mieć na uwadze co najmniej cztery dyrektywy:

- Dyrektywa Rady 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991 r. dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych [10] zastąpiona w 2024 roku dyrektywą 2024/3019 [11]. Miejskie

oczyszczalnie ścieków muszą usuwać składniki odżywcze i mikrozanieczyszczenia.

- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Ramowa Dyrektywa Wodna) [12]. Zasadnicze znaczenie mają tu normy jakości dla wód powierzchniowych i podziemnych.
- Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu [13].
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/105/WE z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie środowiskowych norm jakości w dziedzinie polityki wodnej [14]. Jest szczególnie ważna w kontekście pojawiających się zanieczyszczeń.

2.2 Standardy

Użytecznymi dokumentami w ocenie ryzyka mogą być wspomniane już podręczniki Światowej Organizacji Zdrowia. Nawet jeśli nie dotyczą odzysku wody, to są doskonałą bazą w rozumieniu metodyk analizy i oceny ryzyka. Podręcznik dla dostawców wody do picia [15] zawiera praktyczne wskazówki, wspierające opracowywanie i wdrażanie planowania bezpieczeństwa wody pitnej zgodnie z zasadami WHO. Podobnie podręcznik dla bezpiecznego użytkowania ścieków, szarej wody i odchodów [16]. Zasada budowania planu zarządzania ryzykiem jest tu jasno opisana, łącznie z matrycą ryzyka.

Kolejnym zestawem standardów użytecznych w ocenie ryzyka, w odzyskiwaniu wody, są normy Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej (ISO). Obejmują one różne zastosowania wody odzyskanej. Najistotniejsza jest ISO 20426:2018 „Wytyczne dotyczące oceny ryzyka zdrowotnego i zarządzania nim w odniesieniu do ponownego wykorzystania wody nie do picia”. Standard zawiera wytyczne techniczne do oceny i zarządzania zagrożeniami dla zdrowia związanymi z patogenami w odzyskanej wodzie. Obejmuje produkcję, magazynowanie, transport i wykorzystanie odzyskanej wody. Dotyczy wykorzystania odzyskanej wody pochodzącej z dowolnego źródła. ISO zawiera prostą procedurę opartą na wytycznych WHO. Zaproponowano w niej matrycę ryzyka i parametry mikrobiologiczne, które powinny być monitorowane.

Niektóre kraje Europy i świata opracowały standardy, które mogą być wykorzystane w projektach regionu Morza Bałtyckiego. Na przykład wytyczne Australii zostały zaprojektowane tak, aby zapewnić zrównoważony odzysk wody ze ścieków, wody szarej i wody deszczowej. Wytyczne są oparte na normach WHO, ISO i HACCP (Analiza Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli). Ze względu na swój szczegółowy charakter, wytyczne mogą pomóc w uszczegółowieniu planu zarządzania ryzykiem.

2.3. Plan zarządzania ryzykiem

W planie zarządzania ryzykiem należy proaktywnie identyfikować ryzyko i zarządzać nim w celu zapewnienia, aby odzyskana woda była bezpiecznie wykorzystywana i eksploatowana oraz aby nie istniało zagrożenie dla środowiska

i zdrowia ludzi lub zwierząt. Jest to oczywiście niemożliwe. Ryzyka nigdy nie da się wyeliminować, ale należy je minimalizować i być w stanie reagować na incydenty. Monitorowanie parametrów jakościowych to tylko część planu zarządzania ryzykiem. Stąd też istnieje potrzeba opracowania stale ulepszanego planu działania.

Zarządzanie ryzykiem powinno obejmować co najmniej następujące kroki:

1. Zebranie zespołu ekspertów

Aby pozyskać do współpracy właściwe osoby konieczna jest odpowiedź na pytanie w jakim otoczeniu znajduje się oczyszczalnia ścieków i zakład odzyskiwania wody oraz kto może dostarczyć istotne dane? Jakich kompetencji potrzeba, aby zrozumieć i ocenić wpływ projektu na otoczenie (ludzi i środowisko)? Kogo należy zaangażować?

Zespół odpowiedzialny za zarządzanie ryzykiem jest kluczowy dla systemu. Musi składać się z osób znających technologię, ale także użytkowników końcowych. Konieczne jest przyciągnięcie osób z administracji publicznej, nauki, rolnictwa, przemysłu oraz organizacji pozarządowych reprezentujących przyrodę i obywateli.

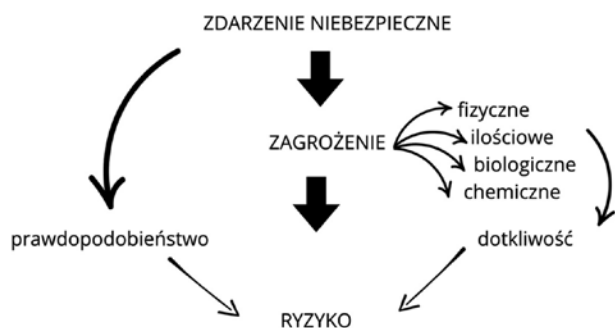
2. Opis procesu odzysku

Opis całego systemu odzysku i ponownego wykorzystania wody, od oczyszczalni, po nawadnianie pomoże wskazać jego słabe elementy.

3. Identyfikacja zagrożeń, ocena ryzyka

Ten etap jest kluczowy w identyfikacji zagrożeń i niebezpiecznych zdarzeń. Ryzyko oznacza kombinację prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia niebezpiecznego (P) dla zdrowia i środowiska oraz dotkliwości jego skutków, czyli zagrożeń (S). Najczęściej kombinacja jest rozumiana jako iloczyn, czyli ryzyko $R=P \cdot S$.

Ocena ryzyka rozpoczyna się od identyfikacji zdarzeń niebezpiecznych, czyli budowania scenariuszy. Następnie zdarzeniu niebezpiecznemu przypisywane są zagrożenia (rys.2).



Rys. 2. Podstawowe kroki oceny ryzyka
Fig. 2. Basic steps of risk assessment

W procesach odzysku należy koncentrować się na zagrożeniach fizycznych, chemicznych, ilościowych i biologicznych. Jak wskazują wytyczne Komisji Europejskiej [5] i normy ISO, zanieczyszczenie mikrobiologiczne powinno być podstawą monitorowania jakości odzyskanej wody. Wskazany jest podział zagrożeń na grupy, np. jak w tab. 1. Niektóre zdarzenia mogą oczywiście wywoływać różne rodzaje zagrożeń.

Tabela 1. Podstawowe rodzaje zagrożeń w ocenie ryzyka dla odzysku wody

Table 1. Basic types of threats in the risk assessment for water recovery

Q	Ilościowe: za dużo/za mało wody
Ph	Fizyczne: uszkodzenia infrastruktury
M	Mikrobiologiczne: wynik monitoringu jakości
Ch	Chemiczne i fizykochemiczne: wynik monitoringu jakości

Ryzyko określa się w oparciu o metody jakościowe, półilościowe lub ilościowe. Metoda ilościowa polega na ocenie prawdopodobieństwa i dotkliwości, w oparciu o parametry liczbowe, np. dane historyczne. Zaletą tej metody jest pełna obiektywność wyników. Jednak wymaga ona szczegółowych danych, których zazwyczaj brakuje. Dlatego stosuje się metodę półilościową. Polega na ocenie prawdopodobieństwa i dotkliwości, w oparciu o metodę jakościową, a następnie przypisywanie im wcześniej ustalonych wartości. Metoda ta jest obciążona subiektywizmem, a co za tym idzie błędem, ale z drugiej strony jest o wiele łatwiejsza dla zespołu. Pierwszym krokiem jest więc ocena ryzyka, w oparciu o doświadczenia i dobre praktyki. W tym celu wykorzystuje się subiektywne miary i oceny, takie jak poziomy opisowe (niski, średni, wysoki). Drugim krokiem jest określenie wartości liczbowych do określonego ryzyka metodą jakościową prawdopodobieństwa i dotkliwości. Zarówno ISO, jak i WHO zalecają stosowanie metod półilościowych.

Warunkiem skuteczności metody półilościowej jest podobne rozumienie kategorii prawdopodobieństwa i dotkliwości przez cały zespół. Nie jest to łatwe ze względu na różne specjalizacje członków zespołu i subiektywizm, którego nie da się całkowicie wyeliminować.

2.4. Opracowanie planu zarządzania ryzykiem

Po zidentyfikowaniu zagrożeń i niebezpiecznych zdarzeń w wyniku oceny ryzyka, należy opracować plan zarządzania ryzykiem w celu zminimalizowania potencjalnego negatywnego wpływu systemu odzysku na zdrowie użytkownika końcowego i środowisko. Plan zarządzania ryzykiem opisuje jakie środki kontrolne należy wdrożyć, aby ograniczyć ryzyko do minimalnego lub akceptowalnego poziomu.

2.5. Komunikacja i zarządzanie

Procedury zarządzania i komunikacji są niezbędne, zarówno w warunkach standardowych, jak i incydentalnych, a także w sytuacjach awaryjnych. Należy określić zagadnienia, dla których konieczne jest opracowanie procedur zarządczych i komunikacyjnych. Procedury wynikają z trzech rodzajów sytuacji:

- brak zdarzeń niebezpiecznych. Standardowa procedura operacyjna to zestaw instrukcji, które prowadzą personel do wykonywania rutynowych zadań w normalnych warunkach,
- wystąpienie incydentu, czyli niestandardowego zdarzenia wymagającego podjęcia działań naprawczych. Analiza in-

cydentu dostarcza operatorom wiedzy na temat nietypowych sytuacji i wzbogaca doświadczenie pilotów,

- sytuacje awaryjne, które zwykle pojawiają się niespodziewanie i wymagają natychmiastowych i szeroko zakrojonych działań. Są okazją do weryfikacji procedur kryzysowych.

3. Kwestie społeczne

Odzysk wody koncentruje się głównie na aspektach technicznych, związanych z niezawodnością technologii, infrastrukturą oraz monitorowaniem jakości odzyskiwanej wody. W zarządzaniu ryzykiem nie można jednak pominąć aspektów społecznych, związanych z budowaniem świadomości społecznej i zaufania odbiorców do dostawców odzyskanej wody i produktów wytwarzanych z jej wykorzystaniem (nasiona, rośliny, śnieg, woda do kąpieli itp.). Strategie związane z transparentnością działania są więc kluczowe od początku procesu lokalnych rozwiązań.

Narracja o ponownym wykorzystaniu wody jest często postrzegana jako potrzeba radzenia sobie ze sprzecznymi emocjami. Złożone wzajemne powiązania między czynnikami technologicznymi, ekonomicznymi i społeczno-politycznymi kształtują sukcesy i porażki programów ponownego wykorzystania wody. Badania i literatura koncentrują się na rolniczych zastosowaniach odzyskanej wody [7] dlatego komunikacja w kontekście innych zastosowań jest bardzo ważna. Mamy tutaj do czynienia z pojęciem „yuck factor” (czynnik fuj). Termin ten został po raz pierwszy użyty przez bioetyka Arthura Caplana, a upowszechniony przez Leona Kassa, amerykańskiego lekarza, w 1997 r. w kontekście dyskusji na temat bioetyki [8]. Czynnik fuj odnosi się do emocji i niechęci związanych z substancjami lub procesami.

Odzysk wody obejmuje negatywne odczucia związane wodą już używaną wcześniej w gospodarstwach domowych, przemyśle czy rolnictwie, a także wodą produkowaną z ludzkich odchodów. Reakcje emocjonalne są związane z klasyfikacjami kulturowymi i poziomem rozwoju społecznego. Kluczowym elementem w przewyciężaniu czynnika fuj jest skuteczna komunikacja i edukacja społeczeństwa na temat procesów odzyskiwania wody. Wyjaśnienie korzyści środowiskowych i ekonomicznych może zmienić negatywne postrzeżenie. Aby przewyciężyć czynnik fuj, należy nie tylko zrozumieć naukę stojącą za technologiami, ale także zmieniać wartości społeczne i kulturowe, które wpływają na postawy.

4. Wnioski

Nie istnieje żaden akt prawny, który regulowałby szczegóły związane z odzyskiem wody w Polsce. W dodatku Polska przyjęła derogację na rozporządzenie 2020/741. Mimo braku regulacji pojawiają się kolejne projekty i interesujące wdrożenia odzysku wody ze ścieków komunalnych. Uzyskiwane pozwolenia wodnoprawne nie uwzględniają zarządzania ryzykiem. Konieczne jest więc uporządkowanie kwestii wymagań jakie operatorzy powinni spełnić w ramach eksploatacji systemów i monitoringu ryzyka.

- [1] BMP, “Czemu warto być wytrwałym?,” *Kierunek wód-kan*, 2024.
- [2] Interreg Baltic Sea, “ReNutriWater.” Accessed: Feb. 18, 2024. [Online]. Available: <https://interreg-baltic.eu/project/renutriwater-interreg-baltic-sea-region/>
- [3] Interreg Baltic Sea, “WaterMan.” Accessed: Feb. 18, 2024. [Online]. Available: <https://interreg-baltic.eu/project/waterman/>
- [4] Katowickie Wodociągi, “Katowickie Wodociągi,” <https://www.wodociagi.katowice.pl>. Accessed: Jan. 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.wodociagi.katowice.pl>
- [5] Komisja Europejska, “Załącznik do rozporządzenia delegowanego Komisji uzupełniającego rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/741 w odniesieniu do specyfikacji technicznych kluczowych elementów zarządzania ryzykiem,” 2024.
- [6] Ramm K. and M. Smol, “The potential for water recovery from urban waste water – The perspective of urban waste water treatment plant operators in Poland,” *J Environ Manage*, vol. 358, p. 120890, May 2024, doi: 10.1016/J.JENVMAN.2024.120890.
- [7] Ricart S. and A. M. Rico, “Assessing technical and social driving factors of water reuse in agriculture: A review on risks, regulation and the yuck factor,” *Agric Water Manag*, vol. 217, pp. 426–439, May 2019, doi: 10.1016/J.AGWAT.2019.03.017.
- [8] Schmidt C. W., “The Yuck factor: When disgust meets discovery,” *Environ Health Perspect*, vol. 116, no. 12, 2008, doi: 10.1289/EHP.116-A524/ASSET/2DE01A8A-42B9-47E2-9B93-8E5BA3588484/ASSETS/GRAPHIC/EHP-116-A524F1.JPG.
- [9] Unia Europejska, “Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/741 z dnia 25 maja 2020 r. w sprawie minimalnych wymogów dotyczących ponownego wykorzystania wody,” 2020.
- [10] Unia Europejska, “Dyrektywa Rady z dnia 21 maja 1991 r. dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych,” 1991.
- [11] Unia Europejska, “Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/3019 z dnia 27 listopada 2024 r. dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (wersja przekształcona),” 2024.
- [12] Unia Europejska, “Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej,” 2000.
- [13] Unia Europejska, “Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu,” 2006.
- [14] Unia Europejska, “Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/105/WE z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie środowiskowych norm jakości w dziedzinie polityki wodnej, zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy Rady 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG i 86/280/EWG oraz zmieniająca dyrektywę 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady,” 2008.
- [15] World Health Organisation, *Sanitation Safety Planning Manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta*. 2016.
- [16] World Health Organization, *Water Safety Plan Manual*, WHO. WHO, 2023.