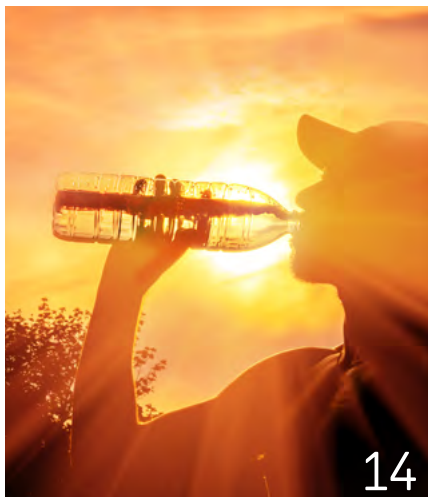


Za dużo, za mało, zbyt zanieczyszczona

Podejmując wyzwania wodne Europy



Mimo że stres wodny dotyka około 20% obszaru Europy i 30% jej ludności, inteligentniejsze, ukierunkowane zarządzanie zasobami wodnymi oraz cyrkularne rozwiązania wodne są uznawane za kluczowe działania wspierające odporność regionów dotkniętych deficytem wody.



Wyzwania wodne Europy można podzielić na trzy główne kategorie: nadmiar wody związany z powodzią, niedobór wody wynikający z suszy i niewystarczających opadów oraz nieefektywne systemy spowodowane starzejącą się infrastrukturą i rosnącą konkurencją o ograniczone zasoby wodne.



Nowe mikrozanieczyszczenia, w tym PFAS, produkty farmaceutyczne i chemikalia przemysłowe, zostały wykryte w większości zbiorników wodnych, a ich usunięcie jest trudne i kosztowne.



Prawdziwa wartość wody wykracza daleko poza jej cenę, odzwierciedlając jej znaczenie dla zdrowia, ekosystemów, przemysłu i długoterminowej odporności.

Za dużo, za mało, zbyt zanieczyszczona

Podejmując wyzwania wodne Europy

Treść

Streszczenie	4
Wprowadzenie: Znaczenie wody w zmieniającej się Europie	5
Za dużo wody: Era niestabilności wodnej	9
- Od powodzi do „gąbczastych” krajobrazów i mobilnych korytarzy wodnych	11
Za mało wody: Zarządzanie wodą w zmieniającym się klimacie	13
- Popyt przekroczy podaż	14
- Stres wodny: Od niedoboru do gospodarki o obiegu zamkniętym	15
Zbyt zanieczyszczona: Ochrona jakości wód miejskich	18
- Ciche rozprzestrzenianie się mikrozanieczyszczeń w naszej wodzie	21
- Woda pitna w centrum uwagi: Zarządzanie PFAS	24
- Ewolucja Ramowej Dyrektywy Wodnej UE	25
- Cena czystości wody według badania Sweco	27
Refleksje i wnioski końcowe: Rzeczywiste koszty wody	28
Rekomendacje	32
O Autorach	34
Bibliografia	35

Streszczenie

Europejskie systemy wody pitnej i ścieków są pod coraz większą presją ze względu na ekstremalne warunki klimatyczne, rosnące zapotrzebowanie, zanieczyszczenie i starzejącą się infrastrukturę. Nawet w regionach, w których historycznie dostawy wody były niezawodne, obecne oczekiwania dotyczące usług przekraczają możliwości systemu, a taryfy za wodę często pokrywają jedynie ułamek rzeczywistych kosztów zapewnienia bezpiecznych i niezawodnych usług.

Analiza Sweco pokazuje, że taryfy za wodę w wielu krajach europejskich nie odzwierciedlają rzeczywistych kosztów utrzymania niezawodnych i odpornych na zmiany klimatu systemów wodnych, co sprawia, że Europa jest nieprzygotowana na zmiany klimatu i nowe zanieczyszczenia, takie jak PFAS. Oczekuje się, że surowsze wymogi dotyczące oczyszczania – takie jak zaawansowane usuwanie mikrozanieczyszczeń – zwiększą koszty o około 6%, a największy wpływ będzie to miało w krajach o niskich cenach wody.

Pomimo tych wyzwań, istnieją już sprawdzone rozwiązania. Systemy gospodarki wodnej o obiegu zamkniętym, zaawansowane technologie oczyszczania i zintegrowane zarządzanie wodą wzmacniają odporność w całej Europie dzięki takim środkom, jak wykorzystanie wody deszczowej, ulepszone oczyszczanie ścieków w celu ograniczenia mikrozanieczyszczeń oraz ponowne wykorzystanie ścieków.

Bazując na tych doświadczeniach, odporność Europy na problemy związane z wodą można wzmocnić poprzez zastosowanie trzech powiązanych ze sobą strategii.

- **Zintegrowane zarządzanie zasobami wodnymi.** Priorytetowe traktowanie zarządzania zlewnią, przejście od izolowanych środków „końca rury” do podejścia opartego na wielu barierach, kontrola emisji chemikaliów i ustanawianie stref ochronnych wokół wrażliwych źródeł wody.
- **Inwestowanie w nowoczesną, odporną na zmiany klimatu infrastrukturę miejską.** Zwiększanie zdolności retencji wody

w obszarach miejskich poprzez stosowanie m.in. nawierzchni przepuszczalnych oraz wzmacnianie odporności dzięki rozwiązaniom opartym na przyrodzie, lepszemu zarządzaniu wodami opadowymi i cyrkularnym systemom wodnym, aby dostosować systemy zarówno do susz, jak i do ekstremalnych opadów. Modernizacja sieci w celu ograniczenia strat wody oraz rozbudowa procesów oczyszczania umożliwiających usuwanie mikrozanieczyszczeń.

- **Zarządzanie i zaangażowanie społeczności.** Zwiększanie świadomości społecznej na temat faktów dotyczących wody, zachęcanie obywateli do ochrony zasobów wodnych, budowanie platform komunikacyjnych.

Uznanie prawdziwej wartości wody i dostosowanie inwestycji do jej wpływu na środowisko, społeczeństwo i gospodarkę umożliwi Europie budowę odpornych i zrównoważonych systemów wodnych oraz zapewnienie dostępu do czystej wody w zmieniającym się klimacie.

1. Uczyń ryzyko związane z wodą standardowym wymogiem – uwzględnij systematyczne oceny ilości, jakości i ryzyka infrastrukturalnego w planach, pozwoleniach i decyzjach inwestycyjnych..
2. Chroń wodę u źródła – zapobiegaj zanieczyszczeniom, zanim dotrą do wód gruntowych i powierzchniowych.
3. Wdrażaj zintegrowane zarządzanie wodą od źródła do kranu – zastąp metody „końca rury” podejściem wielobarierowym obejmującym cały miejski cykl wodny.
4. Zaplanuj i sfinansuj odnowę infrastruktury wodnej – wykorzystaj zarządzanie aktywami oparte na ryzyku, aby nadać priorytet odnowie.
5. Kontroluj zanieczyszczenia i nowe substancje zanieczyszczające – połącz bardziej rygorystyczne regulacje, metody oczyszczania i kontrolę źródeł, aby zarządzać mikrozanieczyszczeniami w wodzie.
6. Poznaj rzeczywisty koszt wody – dostosuj taryfy i inwestycje do rzeczywistych długoterminowych kosztów i ryzyka związanego z usługami wodnymi.





Wprowadzenie:

Znaczenie wody w zmieniającej się Europie

W całej Europie dostęp do czystej, bezpiecznej wody pitnej od dawna uważany jest za oczywistość. Odkręcanie kranu i oczekiwanie świeżej, wysokiej jakości wody jest cechą charakterystyczną współczesnego życia miejskiego i fundamentem zdrowia publicznego, rozwoju gospodarczego i stabilności społecznej. Przez dziesięciolecia niezawodne usługi wodne były jednym z największych sukcesów infrastrukturalnych Europy. Dziś to założenie jest coraz częściej podważane.

Zmiany klimatyczne, częstsze i bardziej gwałtowne zjawiska pogodowe, zanieczyszczenie środowiska i rosnąca konkurencja o wodę wywierają bezprecedensową presję na zasoby słodkiej wody na całym kontynencie. Już teraz około jedna trzecia populacji Europy doświadcza niedoboru wody co najmniej raz w roku¹, w tym regiony, które historycznie cieszyły się jej obfitością. Długotrwałe susze, rekordowo silne fale upałów i zmieniające się wzorce opadów sprawiają, że niedobór wody z wyjątku staje się nawracającą rzeczywistością.

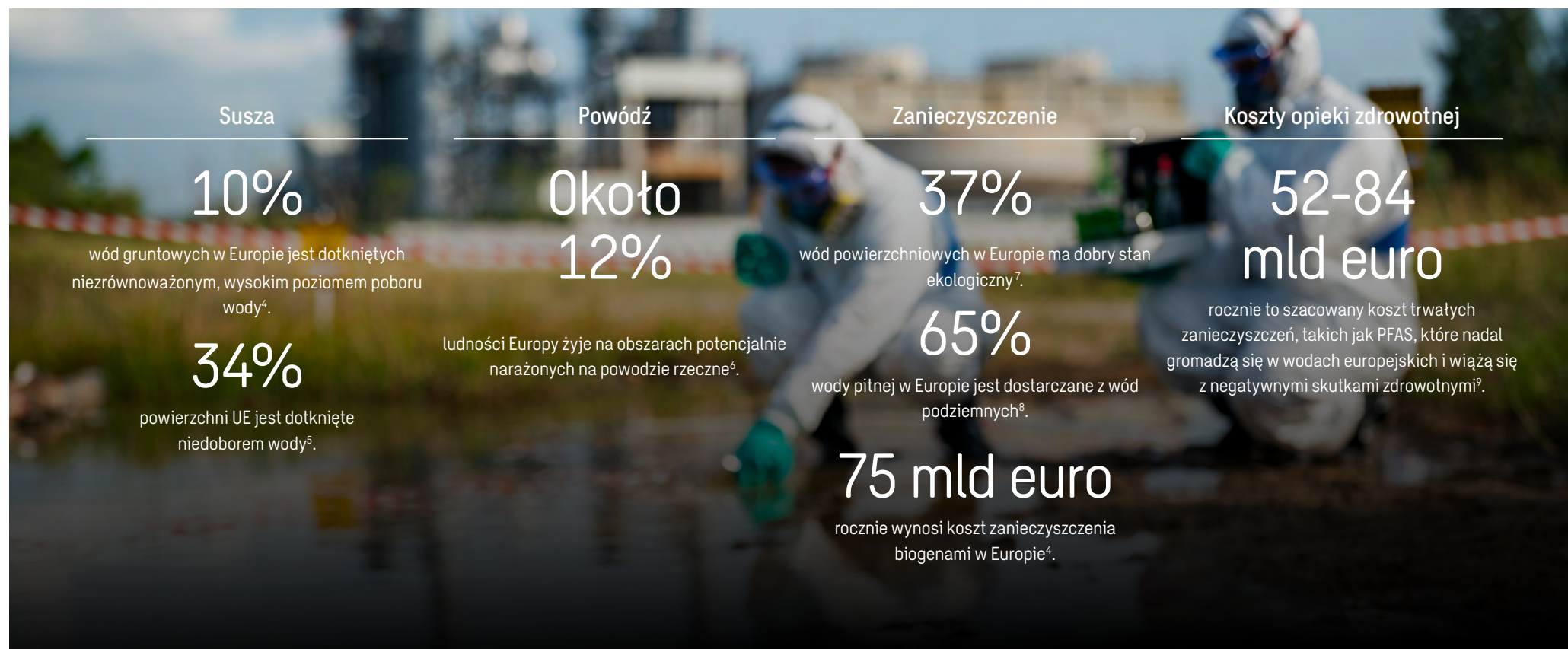
W Europie chłodzenie elektryczne zużywa najwięcej wody, stanowiąc około 33% zużycia wody, następnie rolnictwo (31%), publiczne zaopatrzenie w wodę (21%), przetwórstwo przemysłowe (14%) i górnictwo (1%)².

Niezbędne jest postrzeganie wody w sposób całościowy, w całym jej cyklu, szczególnie w środowisku miejskim, gdzie wyzwania takie jak niedobór wody spowodowany zmianą klimatu i rosnąca presja urbanizacyjna na starzejącą się infrastrukturę wodną stają się coraz bardziej widoczne (Rys. 1).

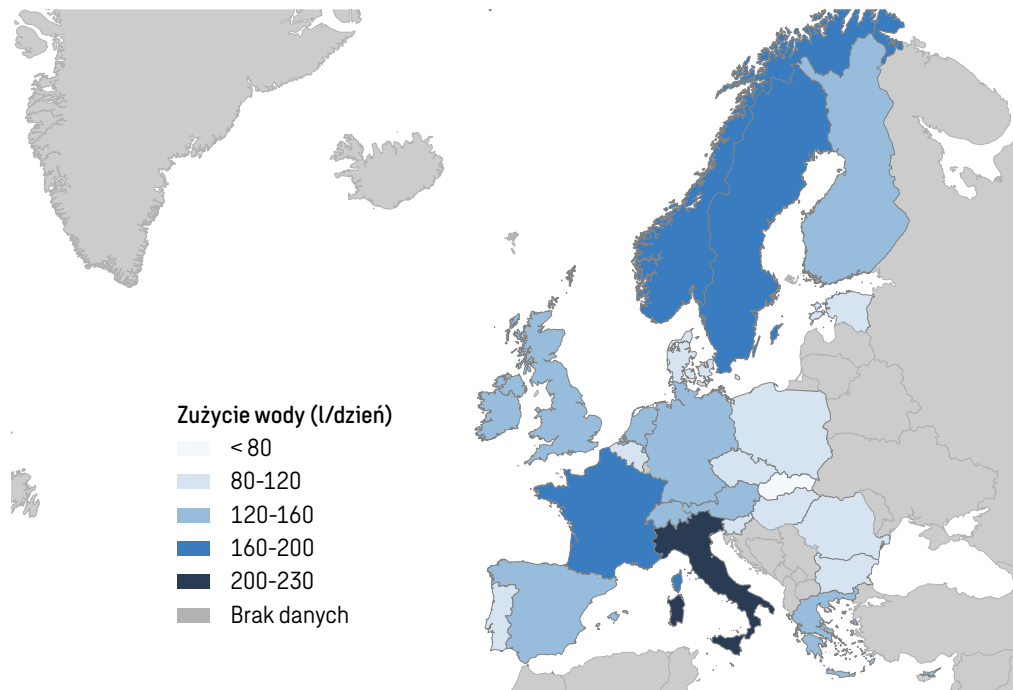
W miejskim cyklu woda jest pobierana z wód powierzchniowych lub podziemnych, następnie poddawana wieloetapowemu uzdatnianiu i dystrybuowana sieciami do gospodarstw domowych oraz przemysłu. Systemy zbierania i oczyszczania ścieków zapewniają później przywrócenie odpowiedniej jakości wody przed jej odprowadzeniem z powrotem do środowiska naturalnego, zamykając tym samym cykl.

Należy zauważyć, że systemy wodne i energetyczne są silnie od

siebie zależne. Energia jest niezbędna w całym cyklu wodnym do pozyskiwania, uzdatniania, dystrybucji i zarządzania wodą i ściekami. Według Międzynarodowej Agencji Energetycznej (IEA) sektor energetyczny odpowiada za około 10% światowego poboru wody słodkiej, podczas gdy działalność związana z wodą pochłania około 4% całkowitego światowego zużycia energii elektrycznej. W regionach dotkniętych niedoborem wody udział ten jest jeszcze wyższy ze względu na energochłonne procesy, takie jak odsalanie³.



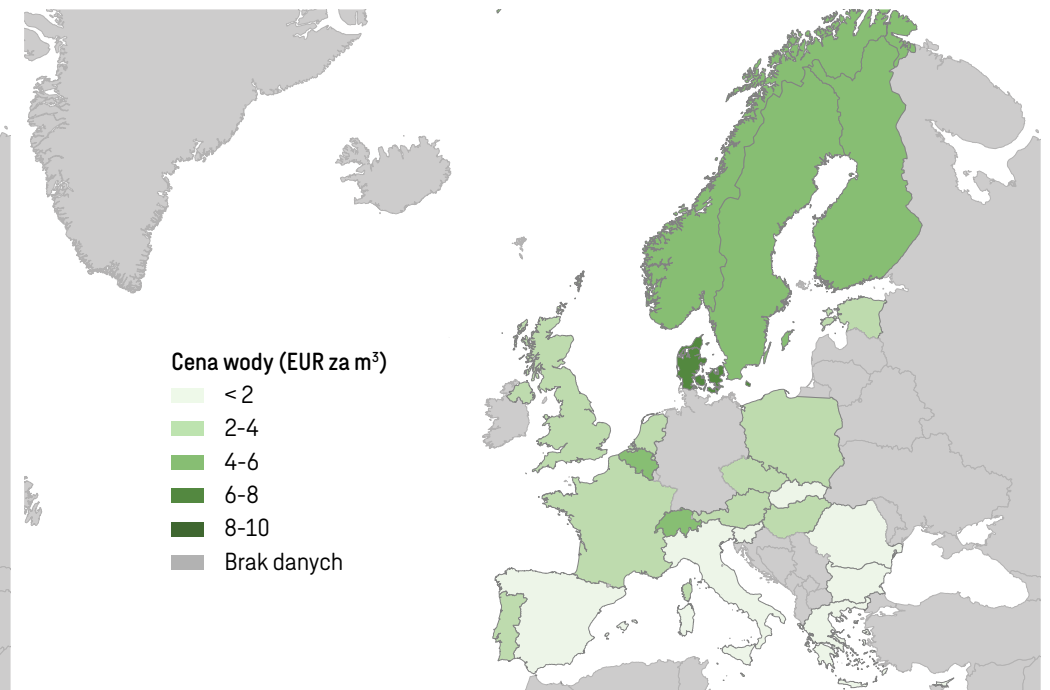
Rys.1. Woda w Europie pod presją – powodzie, zanieczyszczenia, susze i rosnące koszty społeczne.

Rys.2. Zużycie wody w Europie¹⁰. Mapa opracowana przez Sweco na podstawie danych EurEau.

W ostatnich dekadach zapotrzebowanie na wodę komunalną znacznie wzrosło w porównaniu do innych sektorów i oczekuje się, że będzie nadal rostało wraz ze wzrostem liczby ludności miejskiej oraz dalszym rozwojem systemów zaopatrzenia w wodę i systemów sanitarnych.

Rysunek 2 przedstawia poziom zużycia wody w Europie. W krajach nordyckich Szwecja i Norwegia plasują się w czołówce, z odpowiednio 176 i 189 l/dzień, podczas gdy w Danii zużycie jest znacznie niższe i wynosi 109 l/dzień.

Jednym z istotnych czynników wpływających na zużycie zasobu lub produktu jest cena. Rysunek 3 przedstawia koszt zakupu jednego metra sześciennego wody kranowej dla konsumenta w różnych krajach. Włochy, gdzie zużycie wody kranowej jest wysokie, mają jedną z najniższych cen, podczas gdy Dania, która charakteryzuje się stosunkowo niskim zużyciem, ale znajduje się w regionie o wysokim zużyciu, ma najwyższą cenę wody pitnej w Europie, wynoszącą 9,3 EUR/m³. Mapy te sugerują korelację między

Rys.3. Cena wody w Europie¹⁰. Mapa opracowana przez Sweco na podstawie danych EurEau.

wysoką ceną a niższym zużyciem.

Gospodarka ściekowa odgrywa kluczową, choć często niedocenianą rolę w ochronie jakości wód, ekosystemów oraz zdrowia publicznego. Oczekuje się, że oczyszczalnie ścieków będą coraz częściej usuwać nie tylko biogeny i patogeny, lecz także mikrozanieczyszczenia, w tym pozostałości farmaceutyków, substancji chemicznych oraz mikroplastik. Obecnie w europejskich zbiornikach wodnych wykrywa się dużą liczbę różnych mikrozanieczyszczeń, z którymi wiele istniejących systemów oczyszczania nigdy nie było projektowanych, aby sobie poradzić.

Poza kwestiami środowiskowymi i zdrowia publicznego woda staje się coraz bardziej zagadnieniem odporności i bezpieczeństwa. Nierówny dostęp do czystej wody lub atrakcyjnych środowisk wodnych może pogłębiać nierówności społeczne. Zarówno niedobór wody, jak i powódzie mogą sprzyjać konfliktom, nawet między państwami. Koncentrując się na zrównoważonym zarządzaniu wodą, możemy budować bezpieczniejsze i bardziej spójne społeczeństwa, w których

każdy ma dostęp do tego kluczowego zasobu. Cyfryzacja stwarza nowe możliwości wzmacniania odporności dzięki inteligentniejszemu monitorowaniu, predykcyjnemu utrzymaniu oraz efektywniejszemu wykorzystaniu ograniczonych zasobów, jednocześnie stawiając nowe wymagania w zakresie niezawodności systemów i cyberbezpieczeństwa.

Wyzwaniem dla Europy jest zapewnienie dostępu do czystej, bezpiecznej i przystępnej cenowo wody. W obliczu narastających zagrożeń związanych z niedoborem zasobów, zanieczyszczeniem oraz starzejącą się infrastrukturą, ochrona wody pitnej staje się kluczowa dla zdrowia publicznego, spójności społecznej i stabilności gospodarczej.

Zrównoważone zarządzanie oraz inteligentniejsze systemy będą kluczowe dla zapewnienia powszechnej dostępności czystej wody, nawet w warunkach zmieniającego się klimatu. W niniejszym raporcie Sweco omawia, w jaki sposób możemy najskuteczniej dążyć do realizacji tego ważnego celu.

Perspektywiczna polityka wodna odpowiadająca na wyzwania wodne Europy

Wyzwania związane z wodą w Europie można podzielić na trzy główne kategorie: zbyt dużo wody, w postaci powodzi spowodowanych ulewnymi opadami deszczu i przeciążeniem systemów; zbyt mało wody, spowodowane suszami, niewystarczającymi opadami deszczu, starymi systemami, w których woda jest tracona z powodu wieku lub gdzie infrastruktura nie była unowocześniana, a także rosnącą konkurencją o ograniczone zasoby wody między gospodarstwami domowymi, rolnictwem i przemysłem; oraz pogorszona jakość wody, w której zanieczyszczenie i nowe substancje zanieczyszczające zagrażają zarówno ekosystemom, jak i źródłom wody pitnej.

Wszystkie te wyzwania podkreślają potrzebę spójnej i przyszłościowej polityki wodnej, która traktuje wodę jako zasób strategiczny w różnych sektorach i na różnych skalach.

Jakie jest rozwiązanie?

- Rozwiązywanie problemów związanych z powodzią, niedoborami, zanieczyszczeniem i odnową infrastruktury wymaga długoterminowego planowania, spójności przepisów i stałych inwestycji.
- Integrując kwestie wodne z polityką klimatyczną, energetyczną, zagospodarowania przestrzennego oraz polityką miejską, decydenci mogą wzmocnić odporność, chronić zdrowie publiczne oraz zapewnić sprawiedliwy dostęp do czystej i przystępnej cenowo wody w zmieniającym się klimacie Europy.





Za dużo wody:

Era niestabilności wodnej

Zmiany klimatyczne przyspieszyły cykl hydrologiczny, prowadząc do częstszych i intensywniejszych opadów. Krytyczne awarie infrastruktury spowodowane powodzią wywołanymi opadami deszczu stanowią poważne zagrożenie dla społeczeństwa, zdrowia publicznego, gospodarki i środowiska.

Niedawne poważne powodzie w Europie pokazują, że ekstremalne opady mogą poważnie zakłócać funkcjonowanie miast oraz infrastruktury krytycznej, powodując ogromne straty i koszty¹¹. Ponadto europejskie miasta nadmorskie oraz obszary nisko położone są narażone na zalanie w wyniku podnoszenia się poziomu mórz i fal sztormowych.

W 2024 roku około jedna trzecia europejskiej sieci rzecznej przekroczyła wysoki próg powodziowy, co stanowiło najbardziej rozległe powodzie od 2013 roku. Zjawisko to dotknęło szacunkowo 413 000 osób, a co najmniej 335 osób straciło życie. Skutki gospodarcze były bardzo poważne – straty spowodowane burzami i powodziami w Europie w 2024 roku oszacowano na około 18 mld euro¹².

Miejskie „uszczelnienie gleby”, czyli powszechność betonu i asfaltu, uniemożliwia naturalną absorpcję. Podczas intensywnych ulewnych deszczy, przestarzałe systemy kanalizacyjne często osiągają maksymalną przepustowość, co powoduje przelewanie się nieoczyszczonych ścieków do lokalnych zbiorników wodnych.

Wiosna 2025 r. była sucha, natomiast we wrześniu 2025 r. w Szwecji odnotowano ulewne deszcze, będące przyczyną wykolejeń pociągów i zniszczeń na drogach – największych od dziesięcioleci¹³.

Raport "European State of the Climate 2024" potwierdza, że lodowce w Skandynawii odnotowały w 2024 roku rekordową roczną utratę masy, przewyższającą wszystkie wcześniejsze lata. Trend ten utrzymał się także w 2025 roku w wyniku rekordowo wysokich letnich temperatur w rejonie północnego Atlantyku i Arktyki. Tak szybkie topnienie prowadzi do podwyższenia bazowych poziomów wód w rzekach zasilanych lodowcami, co zmniejsza zdolność krajobrazu do radzenia sobie z nagłymi, intensywnymi opadami¹⁴.



Od powodzi do „gąbczastych” krajobrazów i mobilnych korytarzy wodnych

Wyzwanie nadmiaru wody, napędzane przez ekstremalne opady – takie jak burza Boris w 2024 roku oraz ulewy pochodzenia śródziemnomorskiego w 2025 roku – skłania do odejścia od „walki” z wodą na rzecz „robienia dla niej miejsca”.

W Niemczech i Danii miasta takie jak Berlin i Kopenhaga wdrażają koncepcję „miasta-gąbki”. Zastępując asfalt nawierzchniami przepuszczalnymi oraz tworząc parki retencyjne pełniące funkcję tymczasowych zbiorników podczas intensywnych opadów (tzw. „cloudburst parks”), miasta mogą znacząco zmniejszyć obciążenie

systemów kanalizacyjnych, zwłaszcza w trakcie ekstremalnych zjawisk opadowych¹⁵.

Nawiązując do historycznych sukcesów, Holandia i Belgia rozszerzyły program „Przestrzeń dla rzeki” („Room for the River”) na dorzecza Mozy i Skaldy. Zamiast podwyższać wały przeciwpowodziowe, tworzą one kontrolowane obszary zalewowe oraz tzw. „obejścia awaryjne rzek” („emergency bypasses”), które pozwalają wodzie bezpiecznie się rozlewać podczas wezbrań, nie powodując szkód w miastach¹⁸.

W Wielkiej Brytanii obserwuje się zdecydowany zwrot w stronę naturalnego zarządzania ryzykiem powodziowym (Natural Flood Management, NFM). Poprzez ponowne wprowadzanie bobrów, odtwarzanie torfowisk oraz zakładanie pasów buforowych wzdłuż potoków na terenach wyżynnych możliwe jest spowolnienie spływu wody, zanim dotrze ona do położonych niżej miejscowości. W ramach brytyjskiego programu Environmental Land Management rolnicy otrzymują obecnie wynagrodzenie bezpośrednio za zapewnianie retencji wody na swoich gruntach¹⁷.

Cyfrowe modelowanie i ocena ekstremalnych opadów deszczu, Niemcy:

Modele hydrodynamicznego spływu powierzchniowego służą do symulacji szeregu scenariuszy intensywnych opadów deszczu. Symulacje te przeprowadza się zarówno dla dużych zlewni miejskich, jak i dla mniejszych obszarów zabudowy.

Od kilku lat Sweco prowadzi szczegółowe modelowanie i ocenę ekstremalnych opadów deszczu w celu identyfikacji potencjalnych zagrożeń powodziowych i opracowania odpowiednich środków ograniczających ryzyko powodzi. Na podstawie wyników modelowania identyfikuje się zalecenia dotyczące strukturalnych i niestrukturalnych środków ochrony przeciwpowodziowej oraz opracowuje zintegrowane koncepcje zarządzania ryzykiem powodziowym.

Analizy te wspierają procesy planowania przestrzennego oraz umożliwiają wczesne przekazywanie informacji o zagrożeniach powodziowych, przyczyniając się w ten sposób do ochrony bezpieczeństwa publicznego i jakości życia mieszkańców.



Krytyczna infrastruktura wodna: Bergen – bezpieczeństwo zapór i ponowna ocena ryzyka powodziowego

Sweco przeprowadziło ponowną ocenę zapór oraz warunków powodziowych w dwóch kluczowych zlewniach zaopatrujących Bergen w wodę pitną. Zaktualizowano obliczenia powodziowe, wykonano ponowną ocenę bezpieczeństwa zapór oraz przeprowadzono badania hydrograficzne.

Zakres prac obejmuje nadzór techniczny nad zaporami betonowymi i murowanymi oraz koordynację poboru próbek i działań wykonawców. Projekt zabezpiecza infrastrukturę zaopatrzenia w wodę pitną oraz wzmacnia jej długoterminową odporność.



Nadmiar wody i ryzyko powodzi – najważniejsze wnioski

- **Ryzyko powodzi rośnie.** Zmiany klimatu nasilają opady, przeciążając miejskie systemy odwodnienia oraz infrastrukturę krytyczną, co coraz silniej wpływa na bezpieczeństwo publiczne, mobilność i gospodarkę.
- **Wysokie koszty społeczne.** Tylko w 2024 roku powodzie dotknęły ponad 400 000 osób w całej Europie i spowodowały straty o wartości około 18 miliardów euro.
- **Miasta są szczególnie narażone.** Uszczelnienie gleby i starzenie się systemów kanalizacyjnych zwiększają ryzyko powodzi powierzchniowych i przelewów ścieków podczas ekstremalnych opadów.

Jakie jest rozwiązanie?

- **Istnieją skuteczne rozwiązania.** Koncepcje "miast-gąbek", przestrzeń dla doływów rzecznych i naturalne zarządzanie powodziami znacząco redukują kulminacje fal powodziowych i skalę szkód.
- **Potwierdzona skuteczność rozwiązań opartych na przyrodzie i planowaniu przestrzennym.** Działania takie jak nawierzchnie przepuszczalne, tymczasowe obszary retencji wody, kontrolowane tereny zalewowe oraz retencja w górnych częściach zlewni zmniejszyły obciążenie systemów kanalizacyjnych nawet o 30% i pozwoliły uniknąć strat powodziowych liczonych w miliardach euro.
- **Ramy i wdrożenie wytycznych.** Odporność na powodzie musi być trwale włączona do planowania przestrzennego, inwestycji infrastrukturalnych oraz strategii adaptacji do zmian klimatu, wspieranych przez oparte na danych oceny ryzyka i długoterminowe planowanie.



Za mało wody:

Zarządzanie wodą w zmieniającym się klimacie

Choć powodzie dominują w nagłówkach, w ciszy narasta kryzys niedoboru wody. Stres wodny dotyka obecnie około 20% terytorium Europy oraz 30% jej ludności każdego roku¹⁸.

Popyt przekroczy podaż

Stres wodny to poważny problem, który pojawia się, gdy zapotrzebowanie na wodę przekracza jej dostępność w danym okresie lub gdy niska jakość wody ogranicza jej spożycie. Zjawisko to występuje w krajach UE z powodu różnych czynników, które mogą się znacznie różnić w zależności od regionu.

Kraje Europy Środkowej i Północnej doświadczają niedoborów wody, głównie z powodu wysokiej gęstości zaludnienia, dużego zapotrzebowania przemysłu oraz sezonowych susz. Urbanizacja prowadzi do zwiększonego zużycia wody w gospodarstwach domowych, podczas gdy działalność przemysłowa często wymaga znacznych ilości wody do przetwarzania i chłodzenia. Ponadto sezonowe susze wpływają na dostępność wody i zaostrzają stres w okresach suszy.

Straty wody pozostają istotnym obciążeniem dla zasobów.

Średni poziom wody niedochodowej (NRW), obejmującej m.in. straty wynikające z wycieków, wodę wykorzystywaną do celów eksploatacyjnych, czyszczenia ulic, w budynkach publicznych czy do celów przeciwpożarowych, wynosi około 20% wody uzdatnionej. Część tej wody jest tracona w wyniku degradacji i starzenia się sieci przesyłowych, zanim dotrze do odbiorcy końcowego⁴. W Wielkiej Brytanii Agencja Środowiska ostrzega przed tzw. „szczękami śmierci” (“jaws of death”) – momentem, w którym zapotrzebowanie na wodę przekroczy jej dostępność – który może nastąpić w ciągu najbliższych 20 lat.

Susza stopniowo przesuwana się również na północ. W Szwecji w miesiącach letnich obserwuje się lokalne „ubóstwo wód podziemnych”. Pomimo rozległych zasobów jeziornych, płytkie poziomy wodonośne zaopatrujące gospodarstwa domowe na

obszarach wiejskich nie ulegają odnowie z powodu cieplejszych zim, mniejszej pokrywy śnieżnej oraz wyższych wskaźników parowania¹⁹.

Gospodarka wodna w Holandii była tradycyjnie ukierunkowana na kontrolę nadmiaru wody. W ostatnich latach zmiany klimatu przyczyniły się jednak do wydłużenia okresów suszy, co wymusiło przesunięcie akcentu w stronę retencji wody, adaptacyjnej alokacji zasobów oraz strategii zagospodarowania przestrzennego odpornych na suszę.

W całej Europie wdrożono różnorodne środki w różnych skalach przestrzennych, aby złagodzić ryzyko suszy. Środki te służą wielu celom, w tym ograniczeniu osiadania gleby, zabezpieczeniu zasobów wody pitnej oraz ochronie ekosystemów i przyrody.

Stres wodny dotyczy obecnie około

20%

terytorium Europy i

30%

swojej populacji rocznie.



Stres wodny: Od niedoboru do gospodarki o obiegu zamkniętym

Odpowiedzią na niedobór wody jest gospodarka w obiegu zamkniętym, traktująca każdą kroplę jako zasób możliwy do ponownego wykorzystania, a nie jednorazowy towar.

Nowoczesne zakłady celulozowo-papiernicze w Finlandii i Szwecji coraz częściej działają w zamkniętych obiegach wody, co znacząco ogranicza pobór wody słodkiej. W najbardziej zaawansowanych instalacjach ponownie wykorzystywanych jest ponad 80–90% wody procesowej²⁰. Aby ograniczyć straty w infrastrukturze, brytyjscy operatorzy wodociągów wdrażają inteligentne sieci oparte na

sztucznej inteligencji. Southern Water zainstalowała niedawno 24 000 czujników akustycznych w swojej 15 500-kilometrowej sieci, co pozwoliło zmniejszyć wycieki o ponad 15% i oszczędzić 17 milionów litrów wody dziennie²¹. Portsmouth Water wdrożyła natomiast cyfrowe bliźniaki – wirtualne modele sieci wodociągowej – aby symulować jej pracę i proaktywnie wykrywać nadchodzące awarie rur jeszcze przed ich wystąpieniem²².

W kilku krajach UE Sweco wspiera klientów przemysłowych w zwiększaniu cyrkularności poprzez analizę wykorzystania

i ponownego wykorzystania różnych źródeł wody, takich jak woda deszczowa, ścieki i woda procesowa. Ta kompleksowa ocena, znana jako audyt wodny, koncentruje się na identyfikowaniu szybkich usprawnień w gospodarce wodnej. Każdy audyt wodny jest działaniem dostosowanym do konkretnych wymagań i charakterystyki danej firmy. Efektem jest optymalizacja zużycia wody, obniżenie kosztów operacyjnych, większa zrównoważoność oraz ogólna poprawa efektywności zarządzania wodą w przedsiębiorstwie.

Cyrkularne magazynowanie wody deszczowej dla większej odporności na suszę i mniejszego zużycia wody pitnej, Holandia

W Agriport A7 w Middenmeer w Holandii, ECW Energy i Sweco opracowały Waterbank Agriport — innowacyjny system pozyskiwania, magazynowania i odzysku wody deszczowej, który zwiększa odporność na suszę, ogranicza zapotrzebowanie na wodę pitną i zapewnia ciągłość działania firm.

Woda deszczowa z dachów szklarni oraz pobliskich centrów danych jest zbierana, uzdatniana i magazynowana pod ziemią w słodkowodnym poziomie wodonośnym zamiast trafiać do odprowadzenia. W okresach suchych zmagazynowana woda jest odzyskiwana i wykorzystywana do nawadniania szklarni oraz chłodzenia centrów danych.

Centra danych dostarczają duże ilości wysokiej jakości wody deszczowej spływającej z dachów, a jednocześnie wymagają niezawodnych dostaw wody do chłodzenia, podczas gdy producenci szklarniowi potrzebują znacznych ilości wody do nawadniania w okresach suszy. Łącząc wzajemnie uzupełniające się potrzeby i zasoby wodne, Waterbank tworzy lokalny, cyrkularny system wodny, który zmniejsza zależność od wody pitnej.

Sweco wnosi do projektu wiedzę ekspercką z zakresu technologii wodnych, ściśle współpracując z pozostałymi uczestnikami projektu i lokalnymi użytkownikami. Waterbank Agriport działa od 11 września 2025 r.



Paradoksalna sytuacja niedoboru wody w Belgii

Belgia stanowi paradoksalny przykład kraju narażonego na stres wodny. Mimo że jest powszechnie kojarzona z pochmurną i deszczową pogodą — z około 200 dniami opadów rocznie — zajmuje 18. miejsce spośród 25 krajów europejskich doświadczających skrajnego stresu wodnego.

Prawdziwy problem nie polega na braku deszczu, lecz raczej na sposobie zarządzania wodą i jej zużywaniu. Zwłaszcza północna część Belgii, Flandria, charakteryzuje się gęstą siecią mniejszych cieków wodnych i ma ograniczoną liczbą dużych rzek, które mogłyby zapewnić stabilne zaopatrzenie w wodę.

Historycznie system wodny we Flandrii projektowano z myślą o szybkim odprowadzaniu wody, aby ograniczyć ryzyko powodzi i chronić tereny zamieszkane przed zalaniem. Takie rozwiązanie skutecznie radziło sobie ze znacznymi rocznymi opadami, zapewniając szybki spływ wód i zmniejszając ryzyko powodzi. Jednak obecnie to podejście skoncentrowane na odwadnianiu wyraźnie różni się z rosnącymi potrzebami wodnymi regionu. Flandria cechuje się gęstym zaludnieniem, intensywnym rolnictwem i znaczną aktywnością przemysłową, a wszystkie te czynniki wywierają duże obciążenie dla zasobów wodnych. Presja ta dodatkowo wzrasta w okresach długotrwałej suszy, które — z powodu zmian klimatu — stają się coraz częstsze.

Plan strategiczny na rzecz odpornego Jersey, Wielka Brytania

Będąc wyspą na kanale La Manche, sytuacja wodna jest stale narażona na wyzwania wynikające z praw natury. Proaktywne planowanie i gotowość są najwyższym priorytetem.

Sweco otrzymało zlecenie od władz miasta Jersey na opracowanie raportu „Strategia pomostowa dla odpadów płynnych”. Opisuje on między innymi, w jaki sposób wykorzystanie wody deszczowej, a także ponowne wykorzystanie ścieków, może zwiększyć odporność i odporność na suszę i zmiany klimatu w przyszłości.

Cyrkularna sieć wodna w Antwerpii, Belgia

Miasto Antwerpia jest coraz silniej dotknięte suszą oraz zasoleniem wód na skutek intensywnej urbanizacji i aktywnego odwadniania wód podziemnych. Prowadzi to do bardzo niskiego poziomu wód gruntowych oraz znaczących strat gospodarczych i środowiskowych — a sytuacja ta, zgodnie z obecnymi trendami klimatycznymi, ma się dalej pogarszać. Sweco zaprojektowało inteligentną, cyrkularną sieć rurociągów, której celem jest ponowne wprowadzenie oczyszczonej wody powierzchniowej do miejskiego krajobrazu. Woda z pobliskiej rzeki Schijn jest uzdatniana w celu usunięcia biogenów i mikrozanieczyszczeń, w tym PFAS oraz pestycydów. Instalacja uzdatniania wykorzystuje rozwiązania oparte na naturze, które zostaną zintegrowane z nowym parkiem miejskim. Tak przygotowana woda techniczna jest następnie rozprowadzana nową siecią ciśnieniową w celu zasilania poziomu wód gruntowych oraz nawadniania zieleni miejskiej; rozważane jest również jej wykorzystanie jako wody szarej w dużych budynkach użyteczności publicznej.

Projekt jest finansowany przez Miasto Antwerpia oraz program Blue Deal (Rząd Flamandzki).



Zdjęcie: Miasto Antwerpia

Podczas gdy cyrkularne sieci wodne pomagają miastom radzić sobie z suszą poprzez ponowne wykorzystanie dostępnych zasobów wody, ich powodzenie ostatecznie zależy od zdolności do usuwania nowo pojawiających się zanieczyszczeń oraz zapewnienia jakości wody odpowiedniej zarówno do ponownego użycia, jak i bezpiecznego odprowadzania do środowiska.

Niedobór wody w Szwecji – czy to możliwe?

Szwecja jest krajem, w którym woda zazwyczaj występuje w dużej ilości. Jeziora, rzeki i wody podziemne są regularnie zasilane opadami, a ogólnie rzecz biorąc Szwecja dysponuje dobrymi zasobami wodnymi i charakteryzuje się niskim ryzykiem stresu wodnego. Mimo to kraj ten doświadczał okresowych niedoborów wody.

Latem 2016, 2017 i 2018 roku znaczne obszary Szwecji doświadczyły niedoborów wody w wyniku długotrwałych okresów suszy, odbiegających od typowych wzorców opadów. Wiele gmin wprowadziło letnie ograniczenia w korzystaniu z wody pitnej z sieci,

a poziomy wody w licznych ciekach wodnych znacząco się obniżyły.

Opady w Szwecji są nierównomiernie rozłożone — zachodnia część kraju otrzymuje znacznie więcej deszczu niż suchsze regiony wschodnie, w szczególności wyspy Morza Bałtyckiego. Oczekuje się, że zmiany klimatu pogorszą tę sytuację, przynosząc dłuższe okresy suszy, bardziej intensywne opady, wzrost temperatur oraz zwiększone parowanie. Ulewne deszcze mogą powodować powodzie, zamiast skutecznie zasilać wody gruntowe.

Wiele gmin opracowało długoterminowe plany zaopatrzenia w wodę oraz zidentyfikowało potencjalne nowe źródła wody. Jednak produkcja wody o wysokiej jakości często wymaga zaawansowanych procesów uzdatniania. Same rozwiązania techniczne nie są jednak wystarczające — kluczową rolę odgrywają również zachowania użytkowników. Obecnie kampanie na rzecz oszczędzania wody są priorytetem dla wielu szwedzkich organizacji zajmujących się gospodarką wodno-ściekową.



Zbyt mało wody – kluczowe wnioski

- **Popyt zbliża się do podaży lub ją przekracza.** Stres wodny dotyka co roku około 20% terytorium Europy i 30% jej populacji, głównie w wyniku zmian klimatu, zagęszczenia ludności, zapotrzebowania przemysłu oraz sezonowych susz.
- **Straty infrastrukturalne pogłębiają niedobory.** Średnio około 20% uzdatnionej wody jest tracone jako woda niedochodowa (non-revenue water) wskutek wycieków i nieefektywności systemów, co przyspiesza ryzyko niedoborów dostaw.
- **Niedobory przesuwają się na północ.** Kraje tradycyjnie uznawane za zasobne w wodę, w tym Szwecja, coraz częściej doświadczają sezonowych niedoborów wód gruntowych z powodu cieplejszych zim, mniejszej pokrywy śnieżnej i zwiększonego parowania.

Jakie jest rozwiązanie?

- **Obieg zamknięty w gospodarce wodnej jest niezbędny.** Ponowne użycie wody, zamknięte obiegi w przemyśle, inteligentne wykrywanie wycieków oraz monitoring cyfrowy wyraźnie zmniejszają zużycie wody pitnej i zwiększają odporność systemów.
- **Zarządzanie jest równie ważne jak opady deszczu.** Przykład Belgii pokazuje, że systemy skoncentrowane na odwadnianiu, duża gęstość zaludnienia i intensywne użytkowanie terenu mogą prowadzić do poważnego stresu wodnego mimo wysokich sum opadów.
- **Pojawiają się miejskie rozwiązania ponownego użycia wody.** Sieci wodne o obiegu zamkniętym umożliwiają miastom ponowne wykorzystanie wody o niższej jakości do nawadniania i w przestrzeni publicznej, pod warunkiem zapewnienia jakości wody i usuwania zanieczyszczeń.
- **Ramy i wdrażanie wytycznych.** Długoterminowe bezpieczeństwo wodne wymaga wspólnego planowania, które łączy modernizację infrastruktury, lepsze oczyszczanie wody, jej ponowne użycie oraz kontrolę zużycia, przy jednoczesnym zaangażowaniu społeczeństwa i zmianie zachowań.



Zbyt zanieczyszczona:

Ochrona jakości wody w miastach

Urbanizacja wywiera ogromną presję na systemy wodne, często zmieniając je z kluczowych zasobów w kanały przenoszące zanieczyszczenia. Na obszarach zurbanizowanych skażenie wody wynika ze złożonego oddziaływania zrzutów komunalnych i przemysłowych, spływu z terenów rolnych oraz starzejącej się infrastruktury. Zagrożenia te obniżają jakość wody, narażają zdrowie publiczne, ekosystemy i stabilność gospodarczą — czyniąc zanieczyszczenie jednym z najpoważniejszych ryzyk dla odporności miejskich systemów wodnych.

Wcześniejsze problemy związane z metalami ciężkimi pochodzącymi ze zrzutów przemysłowych lub patogenami z nieoczyszczonych ścieków stały się mniej dotkliwe dzięki działaniom naprawczym wdrożonym w Europie. Pomimo postępów, miejskie systemy wodne nadal borykają się z poważnym zanieczyszczeniem spowodowanym nadmiarem substancji odżywczych (np. azotanami i fosforanami pochodzącymi z rolnictwa i ścieków), co przyczynia się do toksycznych zakwitów glonów i zaburzeń w ekosystemach wodnych.

Problem zanieczyszczenia biogenami dotyczy wielu regionów. W krajach takich jak Polska i Litwa spływ z terenów rolniczych — zwłaszcza azotanów i fosforu — pozostaje głównym źródłem presji, powodując masowe zakwity glonów w Morzu Bałtyckim

oraz pogarszając jakość lokalnych zasobów wodnych²³.

Wody podziemne pod presją – przykład z Danii

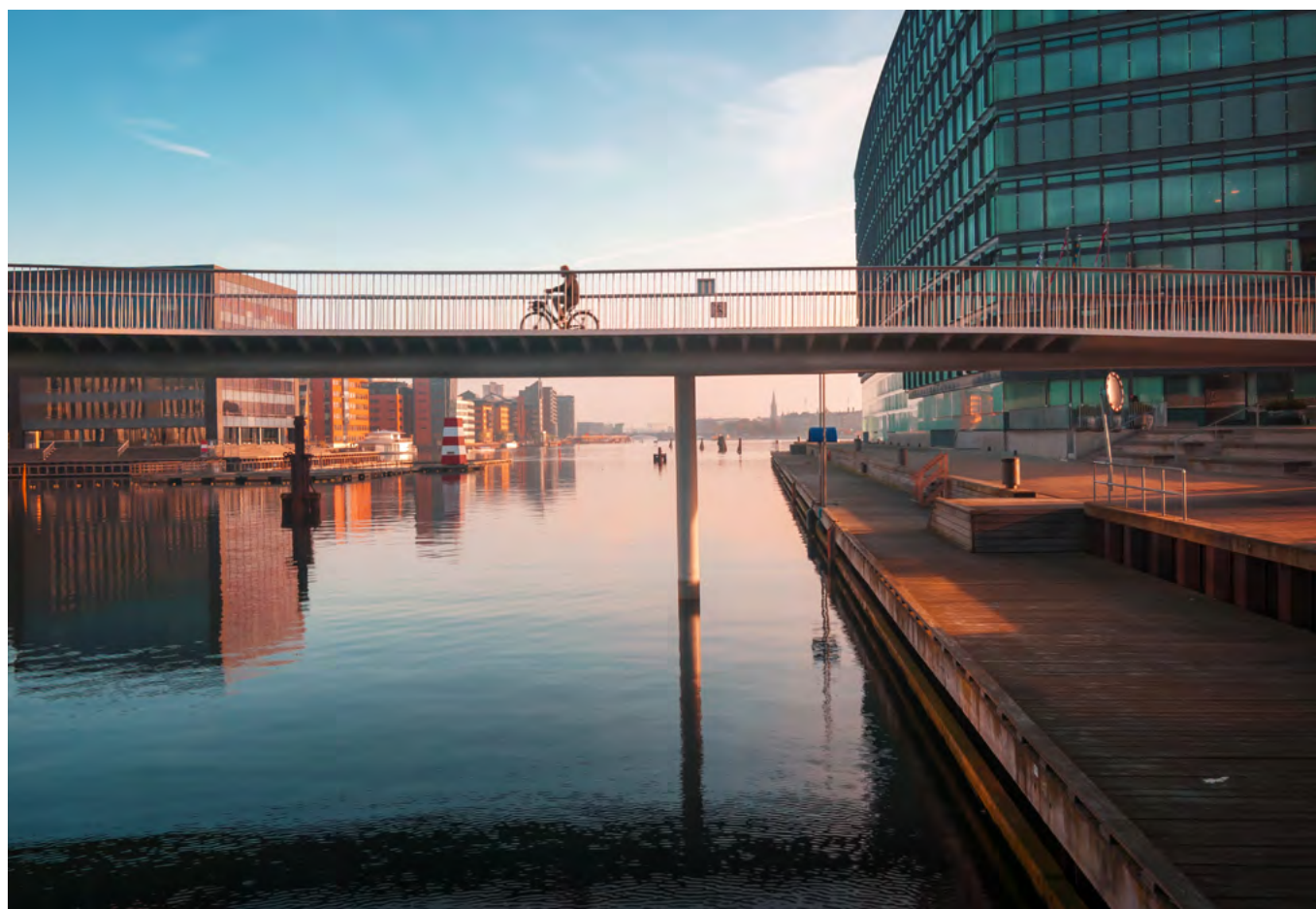
Wody podziemne w Danii, będące głównym źródłem wody pitnej, znajdują się pod coraz większą presją związaną z zanieczyszczeniami, zmianą klimatu, podnoszeniem się poziomu wód gruntowych oraz niewystarczającą ochroną. Skażenie chemiczne stanowi poważne zagrożenie — pestycydy wykrywa się w ponad połowie wszystkich ujęć wody pitnej, a ponad 300 studni zostało zamkniętych z powodu obecności mikrozanieczyszczeń.

Zmiany klimatyczne dodatkowo zwiększają ryzyko przedostawania się zanieczyszczeń do warstw wodonośnych. Zanieczyszczenie

azotanami z rolnictwa pozostaje problemem długoterminowym. Tymczasem infrastruktura wody pitnej jest w krytycznym stanie i wymaga znacznych inwestycji. W przyszłości prawdopodobnie niezbędne staną się zaawansowane, ale kosztowne i energochłonne technologie uzdatniania wody, co doprowadzi do wzrostu cen wody i zużycia energii.

“ To, co kiedyś uważaliśmy za oczywiste, nie jest już dane raz na zawsze.

Lars Storkholm, ekspert ds. wód gruntowych w Sweco



Zielone Porozumienie Trójstronne (Den Grønne Trepert)

Sfinalizowane w 2024 r. i wdrażane w latach 2025–2026 porozumienie o wartości 40 mld DKK zakłada przekształcenie 250 000 hektarów gruntów rolnych w obszary przyrodnicze i leśne. Jego kluczowym celem jest ochrona wrażliwych warstw wodonośnych przed wymywaniem azotanów i pestycydów. Poprzez wycofanie intensywnego rolnictwa ze stref zasilania wód podziemnych projekt ma zapewnić długoterminową jakość wody pitnej dzięki ochronie u źródła oraz ograniczyć przyszłą potrzebę stosowania kosztownych i energochłonnych technologii usuwania trwałych zanieczyszczeń²⁴.

Fundusz Wody Pitnej (Drikkevandsfonden)

W kwietniu 2025 r. porozumienie o wartości 206 mln DKK przedłużyło działanie funduszu na lata 2026–2027. Finansuje on utworzenie 4 800 hektarów wolnych od pestycydów „stref ochronnych” wokół najbardziej wrażliwych ujęć wody pitnej. Fundusz zapewnia również dotacje dla gmin na likwidację starych, słabo zabezpieczonych studni, które stanowią drogi przenikania mikrozanieczyszczeń i innych substancji szkodliwych. Projekt ten jest kluczowym narzędziem krajowej strategii ochrony zasobów wód podziemnych, zanim zanieczyszczenia dotrą do kranu odbiorcy²⁵.

Analiza przyszłych lokalizacji oczyszczania ścieków, Dania

Firma Sweco wspierała BIOFOS w planowaniu i przeprowadzaniu długoterminowego procesu decyzyjnego dotyczącego oczyszczania ścieków w regionie stołecznym do 2075 roku. BIOFOS obsługuje około 1,2 mln mieszkańców i eksploatuje kluczowe oczyszczalnie ścieków, które mają fundamentalne znaczenie dla ochrony środowiska oraz infrastruktury krytycznej. Projekt wymagał solidnych podstaw dla przyszłych inwestycji oraz rozwoju infrastruktury.

Sweco pełniło rolę głównego doradcy w interdyscyplinarnej analizie porównującej trzy scenariusze przyszłości oczyszczalni ścieków Lynetten, oceniając ich skutki środowiskowe, ekonomiczne, społeczne, techniczne, prawne oraz instytucjonalne. Studium obejmowało również analizy zrównoważonego rozwoju i klimatu, strategię rozbudowy oraz możliwe opcje technologiczne.

Opublikowana w grudniu 2025 r. analiza stanowi solidną podstawę do strategicznych decyzji dotyczących przyszłego systemu oczyszczania ścieków przez BIOFOS.



Czym jest stres toksyczny?

Stres toksyczny to miara negatywnych skutków, jakich doświadcza ekosystem wodny w wyniku oddziaływania substancji chemicznych oraz ich mieszanin, które są transportowane do ekosystemów słodkowodnych, gromadzą się w nich i wywierają szkodliwy wpływ na środowisko wodne. Powstaje on wtedy, gdy jednocześnie obecnych jest wiele substancji chemicznych — takich jak pestycydy, farmaceutyki, chemikalia przemysłowe i inne zanieczyszczenia — nawet jeśli stężenia pojedynczych substancji pozostają poniżej obowiązujących norm regulacyjnych. Łącznie mieszaniny te mogą upośledzać zdrowie organizmów, ograniczać ich rozmnażanie i wzrost, prowadzić do zaniku gatunków oraz w efekcie zmieniać strukturę ekosystemów i bioróżnorodność²⁶.

Podczas gdy dobrze znane zanieczyszczenia od dawna uznawane są za zagrożenie dla jakości wód miejskich, postęp badań naukowych oraz technik monitoringu ujawnił nową falę tzw. zanieczyszczeń pojawiających się, często określaną jako mikrozanieczyszczenia. Są to zasadniczo pozostałości niektórych produktów przemysłowych, które mogą wywierać wpływ na środowisko nawet przy bardzo niskich stężeniach. Mikrozanieczyszczenia stanowią przedmiot rosnącego niepokoju w Europie od około dwóch dekad, a ich obecność stwarza systemowe ryzyko dla jakości wody oraz ekosystemów wodnych.

Wśród mikrozanieczyszczeń szczególnie trwałe zagrożenie dla zaopatrzenia w wodę pitną stanowi jedna grupa: substancje per- i polifluoroalkilowe (PFAS), często określane jako „wieczne chemikalia”. Związki te stanowią poważne wyzwanie dla jakości

wody w całej Europie. Szacuje się, że koszt usunięcia wszystkich PFAS w perspektywie najbliższych 20 lat w Europie może sięgnąć około 2 bilionów euro²⁷. Wymierne roczne koszty zdrowotne wynikające z narażenia ludzi na substancje powiązane z PFAS na obszarze Europejskiego Obszaru Gospodarczego oszacowano na 39,5 mld euro rocznie²⁷.

Obecnie jedynie 37% europejskich jednolitych części wód powierzchniowych osiąga dobry lub bardzo dobry stan ekologiczny, natomiast 29% spełnia kryteria dobrego stanu chemicznego. Zgodnie z danymi Europejskiej Agencji Środowiska (EEA), 32% wód podziemnych w Europie znajduje się pod presją zanieczyszczeń obszarowych, pochodzących głównie z rolnictwa¹⁸.

Ciche rozprzestrzenianie się: mikrozanieczyszczenia w naszej wodzie

Postępująca urbanizacja i industrializacja, stały rozwój technik syntezy chemicznej oraz doskonalenie metod analitycznych doprowadziły w ostatnich dekadach do wzrostu świadomości istnienia nowo pojawiających się zanieczyszczeń w wodzie. Obecnie tak zwane mikrozanieczyszczenia można wykryć w niemal każdym środowisku, takim jak woda, atmosfera czy gleba.

Nie ma powszechnie akceptowanej definicji mikrozanieczyszczeń, ale termin ten jest powszechnie używany w odniesieniu do substancji chemicznych wytwarzanych przez człowieka, które mogą szkodzić środowisku w bardzo niskich stężeniach. W przeciwieństwie do znanych makrozanieczyszczeń, takich jak substancje biogenne, mikrozanieczyszczenia są często trwałe, kosztowne w monitorowaniu oraz trudne do usunięcia ze względu na zróżnicowane właściwości fizykochemiczne.

Mikrozanieczyszczenia, w dużej mierze obejmujące chemikalia przemysłowe, farmaceutyki oraz produkty gospodarstwa domowego, przedostają się do wód poprzez różnorodne drogi. Rysunek 4 przedstawia przegląd tych ścieżek doływu.

Biorąc pod uwagę fakt, że istniejące w Europie mechaniczno-biologiczne systemy oczyszczania ścieków zostały zaprojektowane w czasach, gdy mikrozanieczyszczenia nie były jeszcze uznawane za zagrożenie dla środowiska, komunalne oczyszczalnie ścieków (OŚ) stały się główną drogą ich uwalniania do środowiska wodnego.

Obszary rolnicze stanowią główne rozproszone źródła leków weterynaryjnych i pestycydów, jednak kontrola tych zanieczyszczeń za pomocą środków technicznych pozostaje wyjątkowo trudna.

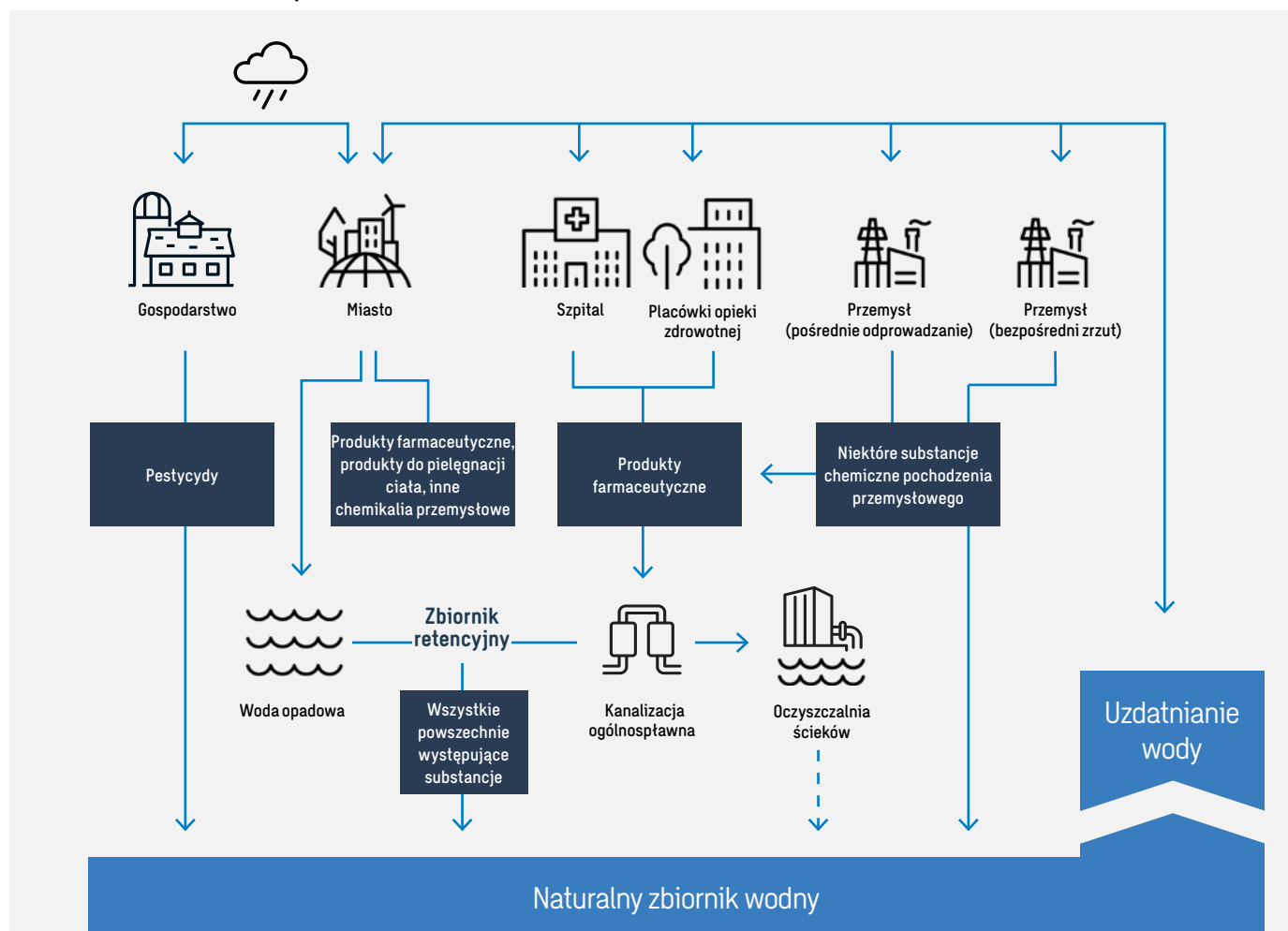
Chociaż placówki medyczne, takie jak szpitale i kliniki, są uznawane za istotne punktowe źródła pozostałości farmaceutycznych, większość leków jest zużywana w gospodarstwach domowych. Ze względu na łączny doływ ścieków z gospodarstw domowych, przemysłu i źródeł rozproszonych – wszystkie zbiegające się w miejskich sieciach kanalizacyjnych – oczyszczalnie ścieków pełnią funkcję kluczowych punktów zrzutu szerokiej gamy mikrozanieczyszczeń do systemów wodnych. Ponieważ konwencjonalne oczyszczalnie ścieków nie

zostały zaprojektowane z myślą o eliminacji tych substancji, często przechodzą one przez procesy oczyszczania w dużej mierze bez zmian, co skutkuje ich powszechną emisją do środowiska. Dlatego rozbudowa oczyszczalni ścieków komunalnych jest intensywnie dyskutowanym tematem.

“ Dawka nie zawsze czyni truciznę.

Demet Antakyalı, ekspert ds. oczyszczania ścieków w Sweco

Od źródła do kranu – i z powrotem do środowiska



Rys. 4. Różne drogi przedostawania się mikrozanieczyszczeń do środowiska (Antakyalı i in., 2015)

Od zanieczyszczeń do kontroli u źródła i zaawansowanego oczyszczania

Podejście do problemu pogarszającej się jakości wody ewoluowało od prostego oczyszczania „na końcu rury” do strategii ochrony „od źródła do kranu”, ukierunkowanej na zapobieganie zanieczyszczeniom poprzez zastosowanie podejścia wielobarierowego. To holistyczne podejście integruje działania na każdym etapie obiegu wody — od ochrony źródeł i zarządzania zlewnią, po zaawansowane procesy uzdatniania oraz odporność systemów dystrybucji. Strategia ta koncentruje się na działaniach wyprzedzających, takich jak ograniczanie zrzutów zanieczyszczeń już u źródła, aby zmniejszyć ryzyko skażenia jeszcze zanim woda trafi do instalacji uzdatniania. Podejście wielobarierowe dodatkowo wzmacnia poziom ochrony, łącząc regulacje prawne, monitoring oraz innowacje technologiczne w celu zapewnienia bezpieczeństwa wody na całej drodze — od zlewni po odbiorcę końcowego.

Usuwanie mikrozanieczyszczeń

Badania stosowane prowadzone na początku lat 2000. wykazały istotną skuteczność usuwania mikrozanieczyszczeń dzięki procesom utleniania, adsorpcji oraz procesom fizycznym. Prace realizowane w kolejnych dekadach potwierdziły, że ozonowanie oraz adsorpcja na węglu aktywnym są rozwiązaniami ekonomicznie opłacalnymi. Czwartorzędowe oczyszczalnie ścieków zostały już zrealizowane w Europie, w szczególności w Niemczech i Szwajcarii. Znaczący postęp odnotowano również w Holandii, Belgii i Szwecji, gdzie pierwsze instalacje zostały już uruchomione lub wkrótce zostaną wybudowane.

Problemy powodowane przez te nowe rodzaje substancji zanieczyszczających skłoniły organy regulacyjne do nowelizacji przepisów. Dyrektywa w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych oraz Dyrektywa w sprawie wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi zawierają obecnie nowe wymagania.

Usuwanie mikrozanieczyszczeń w Warburgu – od niewykorzystanego potencjału do rozwiązania odpornego na przyszłe wyzwania, Niemcy

W Warburgu (Niemcy) Sweco zapewniło wsparcie techniczne dla gminy w celu określenia optymalnego podejścia do czwartego stopnia oczyszczania, ukierunkowanego na usuwanie mikrozanieczyszczeń, dostosowanego do wymagań eksploatacyjnych obiektu oraz jego uwarunkowań lokalnych. W czasie realizacji projektu oczyszczalnia ścieków obsługiwała zróżnicowany obszar zlewni, obejmujący cukrownię, browar i szpital, które odprowadzały złożone strumienie ścieków. Sweco w pierwszej kolejności przeprowadziło studium wykonalności, w ramach którego systematycznie porównano zaawansowane warianty oczyszczania w celu wskazania rozwiązania najbardziej odpowiedniego i opłacalnego ekonomicznie. Na podstawie uzyskanych wyników wybrano proces ozonowania uzupełniony biologicznym etapem doczyszczania. Następnie Sweco zaprojektowało stopień ozonowania oraz przygotowało skuteczny wniosek o dofinansowanie ze środków publicznych, przyczyniając się do zapewnienia finansowej wykonalności projektu.

W 2017 roku, po zakończeniu budowy, Sweco kontynuowało swoje zaangażowanie na etapie rozruchu oraz optymalizacji eksploatacji, zapewniając stabilną i efektywną pracę instalacji. W późniejszym okresie zrealizowano również projekt badań aplikacyjnych, który dostarczył cennych doświadczeń eksploatacyjnych i wiedzy przydatnej dla przyszłych przedsięwzięć.



Zakład Oczyszczania Mikrozanieczyszczeń we Flandrii, Belgia

Flandria uruchomiła swoją pierwszą pełnoskalową instalację czwartego stopnia oczyszczania, stanowiącą przełom w usuwaniu trwałych zanieczyszczeń, takich jak farmaceutyki, pestycydy, związki zaburzające gospodarkę hormonalną oraz PFAS, ze ścieków. W oczyszczalni ścieków Aquafin w Aartselaar nowa linia technologiczna łączy filtrację dyskową, wysokowydajne ozonowanie oraz filtrację na węglu aktywnym ziarnistym, umożliwiając oczyszczanie do 1 200 m³ ścieków oczyszczonych na godzinę. Projekt wzmacnia lokalną jakość wód — w szczególności w rzece Grote Struisbeek — oraz dostarcza kluczowych doświadczeń i wiedzy dla przyszłych wdrożeń we Flandrii i poza jej granicami. Wyższa jakość oczyszczonych ścieków otwiera również drogę do szerszych możliwości ponownego wykorzystania wody w przyszłości.

Sweco zrealizowało studium wykonalności, projekt, uzyskanie niezbędnych pozwoleń, procedurę przetargową oraz wsparcie na etapie realizacji inwestycji we wszystkich branżach inżynieryjnych. Instalacja została wybudowana we współpracy z Aquafin, Deckx, Xylem/Wedeco, Mols oraz Litran i stanowi część inicjatywy Interreg. Obiekt został oficjalnie otwarty 23 maja 2025 roku i pełni rolę instalacji pilotażowej dla przyszłych zaawansowanych technologii oczyszczania we Flandrii.



Zdjęcia: Frederik Beyens – Aquafin



Woda pitna w centrum uwagi: Zarządzanie PFAS

Wśród pojawiających się zanieczyszczeń szczególną uwagę zwraca grupa substancji per- i polifluoroalkilowych (PFAS), zwanych również „wiecznymi chemikaliami”. Są one wyjątkowo trwałe, bardzo odporne na degradację biologiczną i chemiczną oraz stanowią zagrożenie dla jakości wód i źródeł żywności. Grupa ta obejmuje tysiące pojedynczych związków chemicznych — częściowo o zróżnicowanych właściwościach fizykochemicznych — z których około 20–50 uznaje się za istotne z punktu widzenia zanieczyszczenia wód. Znane miejsca skażenia w Europie przedstawiono na rysunku 5.



Rys.5. Znane miejsca skażenia PFAS w Europie
(źródło: Europejska Agencja Środowiska)

Rośnie zaniepokojenie zarówno wśród władz publicznych, jak i społeczeństwa, ponieważ substancje te przedostają się do zasobów wody, stwarzając istotne zagrożenie dla zdrowia.

Aby usuwać PFAS z wody pitnej, najczęściej stosuje się technologie adsorpcji z wykorzystaniem węgla aktywnego oraz żywic jonowymiennych. Skuteczność usuwania zależy jednak od rodzaju poszczególnych substancji, ponieważ zdolność ich eliminacji znacząco się różni.

W odniesieniu do mikrozanieczyszczeń, zanim techniki ich usuwania będą mogły zostać szeroko zastosowane, należy w pierwszej kolejności uwzględnić wyzwania techniczne i ekonomiczne oraz możliwości zapobiegania zanieczyszczeniom u źródła. Aby zapobiec dalszemu pogarszaniu się jakości wód, emisje substancji chemicznych do wód powierzchniowych i podziemnych powinny zostać zminimalizowane.

Koszty usuwania mikrozanieczyszczeń na poziomie zakładu (oczyszczalni)

Koszty usuwania mikrozanieczyszczeń różnią się w zależności od zastosowanej metody, istniejącej infrastruktury, rodzaju substancji oraz ilości (przepływu) ścieków poddawanych oczyszczaniu. Ponadto koszty te są w dużym stopniu zależne od lokalnych uwarunkowań i wybranej technologii, a także od wielkości oczyszczalni. Choć koszty bezwzględne w większych obiektach są wyższe, jednostkowe koszty w przeliczeniu na mieszkańca lub na m³ oczyszczonych ścieków maleją wraz ze wzrostem wielkości instalacji.

Ocena całkowitych kosztów rocznych, przeprowadzona metodą annuitetową i obejmująca zarówno nakłady inwestycyjne (CAPEX), jak i koszty eksploatacyjne (OPEX), dla wybranych oczyszczalni wdrożonych w Niemczech — przy założeniu okresu użytkowania wynoszącego 30 lat dla obiektów budowlanych, 15 lat dla urządzeń mechanicznych oraz 10 lat dla instalacji elektrycznych

Czym jest PFAS?

PFAS (substancje perfluoroalkilowe i polifluoroalkilowe) to wytwarzane przez człowieka „wieczne substancje chemiczne”, stosowane od lat 50. XX wieku ze względu na ich właściwości hydrofobowe, odpychające brud i tłuszcz w produktach takich jak kosmetyki, odzież wodoodporna, opakowania żywności i piana gaśnicza. Rozkładają się bardzo powoli, rozprzestrzeniają się po całym świecie i kumulują się w przyrodzie oraz w ludzkim organizmie. Grupa PFAS obejmuje tysiące substancji, z których wiele jest wciąż słabo zbadanych. Choć wiadomo, że niektóre PFAS są toksyczne i stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia i środowiska, skutki działania wielu innych pozostają niepewne. Ponadto, podczas pomiarów PFAS, zazwyczaj analizuje się tylko ograniczoną grupę tych substancji, co utrudnia pełną ocenę rzeczywistych stężeń i ryzyka. W rezultacie miliony Europejczyków mogą być narażone na działanie PFAS poprzez wodę pitną, nie znając pełnego zakresu tego narażenia²⁸.

— wskazuje, że roczne koszty dla oczyszczalni średniej wielkości (około 50 000 równoważników mieszkańców) mieszczą się w przedziale 0,10–0,20 euro/m³ oczyszczonych ścieków.

W Szwecji pierwsza pełnoskalowa instalacja ozonowania do usuwania mikrozanieczyszczeń ze ścieków funkcjonuje od 2017 r. i została zaprojektowana dla 216 000 równoważników mieszkańców, przy koszcie inwestycyjnym wynoszącym 2,5 mln euro. Niewielka oczyszczalnia o przepustowości 15 000 równoważników mieszkańców, wykorzystująca ozonowanie oraz węgielaktywny, została wybudowana w 2020 r. za około 1,3 mln euro. Koszty usuwania mikrozanieczyszczeń ze ścieków są silnie zależne od lokalnych uwarunkowań i w dużej mierze zależą od zastosowanej technologii, wymaganej skuteczności usuwania oraz wielkości oczyszczalni. Modernizacja mniejszych obiektów jest na ogół droższa w przeliczeniu jednostkowym.

Ewolucja Ramowej Dyrektywy Wodnej UE

Kilka europejskich aktów prawnych, w tym Ramowa Dyrektywa Wodna (WFD), Dyrektywa Powodziowa (FD), Dyrektywa Azotanowa (ND), Dyrektywa dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (UWWTD), Dyrektywa w sprawie wody pitnej (DWD) oraz Dyrektywa w sprawie wód kąpieliskowych, reguluje zapobieganie zanieczyszczeniom poprzez zapewnienie dostępności wód słodkich oraz ochronę ich użytkowania i zrzuć. Znowelizowana (przekształcona) wersja Dyrektywy UWWTD została formalnie przyjęta przez Parlament Europejski i Radę w 2024 r. i weszła w życie 1 stycznia 2025 r.

Dyrektywa UE w sprawie wody pitnej (DWD) wzmacnia standardy jakości wody pitnej, przechodząc od tradycyjnego monitoringu „na końcu rury” do bardziej holistycznego podejścia obejmującego cały łańcuch dostaw wody. Znowelizowana dyrektywa zaktualizowała normy jakości, rozszerzyła zakres monitoringu o nowe zanieczyszczenia, takie jak mikroplastiki i substancje zaburzające funkcjonowanie układu hormonalnego (endokrynnego), a także

wprowadziła obowiązki dla przedsiębiorstw wodociągowych i samorządów w zakresie poprawy dostępu do bezpiecznej wody pitnej dla wszystkich, w tym dla grup wrażliwych.

Najnowsze zmiany obejmują przepisy UE dotyczące systematycznego monitorowania PFAS w wodzie pitnej, które obowiązują od stycznia 2026 r. Wprowadzają one wartość graniczną dla PFAS, obowiązkową dla państw członkowskich UE od 12 stycznia 2026 r.³⁰

Dyrektywa UE w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych (UWWTD), od momentu jej przyjęcia w 1991 roku, odegrała znaczącą rolę w redukcji zanieczyszczeń i poprawie jakości wody, a także przyczyniła się do standaryzacji metod oczyszczania ścieków w państwach członkowskich oraz ochrony obszarów wrażliwych. W 2024 roku UE zaktualizowała UWWTD, aby spełnić ogólne cele zrównoważonego rozwoju w zakresie jakości wody. Nowa dyrektywa wprowadziła szereg istotnych zmian, takich jak zaostrzenie wartości granicznych, wymóg dążenia do neutralności

energetycznej oczyszczalni ścieków oraz wprowadzenie oczyszczania czwartorzędowego, ukierunkowanego m.in. na usuwanie mikrozanieczyszczeń.

Duże oczyszczalnie są zobowiązane do stosowania oczyszczania czwartorzędowego, a w zależności od wyników lokalnej oceny ryzyka wymóg ten może również dotyczyć oczyszczalni o przepustowości powyżej 10 000 RLM (PE). Jeżeli lokalna ocena ryzyka nie została przeprowadzona, należy przyjąć, że jej wynik byłby niekorzystny, co oznacza konieczność wdrożenia etapu oczyszczania czwartorzędowego.

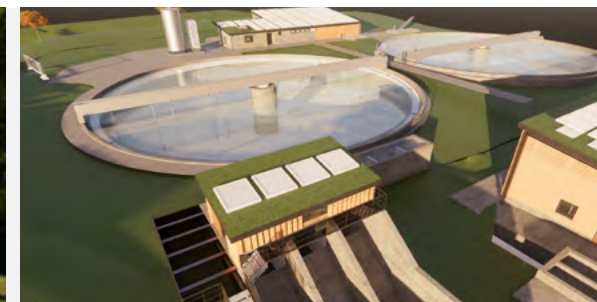
Choć transpozycja dyrektywy do prawa krajowego może się różnić, już dziś wiadomo, że wiele oczyszczalni ścieków w UE będzie musiało wdrożyć oczyszczanie czwartorzędowe natychmiast lub w najbliższych latach. Dlatego operatorzy powinni wcześniej podjąć działania przygotowawcze, np. poprzez studia wykonalności.

Przekształcanie ścieków w energię – droga do neutralności energetycznej, Niemcy

Przekonującym przykładem możliwości osiągnięcia neutralności energetycznej, a nawet samowystarczalności energetycznej w oczyszczaniu ścieków, jest oczyszczalnia ścieków w Balingen, w południowych Niemczech. Obiekt ten wykorzystuje wiele metod odzysku i wytwarzania energii, w tym produkcję energii elektrycznej z biogazu fermentacyjnego, panele fotowoltaiczne oraz słoneczne suszenie osadów. Nawet różnica wysokości pomiędzy punktem zrzutu a odbiornikiem ścieków jest wykorzystywana za pomocą małej turbiny wodnej. Sweco od lat doradza operatorowi w kilku obszarach i obecnie analizuje dalsze możliwości optymalizacji bilansu energetycznego, takie jak rozbudowa instalacji fotowoltaicznej lub wykorzystanie ciepła ze ścieków przy użyciu pompy ciepła.



Fotograf: Måns Berg



Zbyt zanieczyszczona – kluczowe wnioski

- Jakość wód w miastach jest zagrożona przez łączne oddziaływanie ścieków komunalnych i przemysłowych, spływu z terenów rolniczych oraz starzejącej się infrastruktury.
- Zasoby wód podziemnych w wielu krajach są coraz bardziej obciążone przez pestycydy, zanieczyszczenie azotanami oraz niewystarczającą ochronę.
- Nowe mikrozanieczyszczenia, w tym PFAS, farmaceutyki i chemikalia przemysłowe, są obecnie wykrywane w większości jednolitych części wód i są trudne oraz kosztowne do usunięcia.
- Jedynie niewielka część europejskich wód powierzchniowych i podziemnych osiąga dobry stan ekologiczny lub chemiczny, co pokazuje skalę wyzwań związanych z zanieczyszczeniem.

Jakie jest rozwiązanie?

- Zintegrowanie ochrony źródeł wody z planowaniem przestrzennym w otoczeniu zasobów wodnych.
- Nadanie priorytetu redukcji PFAS i mikrozanieczyszczeń u źródła.
- Wzmocnienie regulacji dotyczących produktów i emisji, w tym wprowadzenie rozszerzonej odpowiedzialności producenta za substancje szkodliwe.
- Optymalizacja infrastruktury technicznej i energetycznej.
- Zaplanowanie i sfinansowanie wdrożenia oczyszczania czwartorzędowego w celu spełnienia wymagań dyrektyw europejskich.



Cena czystości według badania Sweco

Usługi wodne — zaopatrzenie w wodę pitną, oczyszczanie ścieków oraz często zarządzanie wodami opadowymi — są niezbędne dla zdrowia publicznego, ochrony środowiska i działalności gospodarczej w Europie. UE ustanawia wspólne normy środowiskowe i zdrowotne, lecz każde państwo odpowiada za organizację i finansowanie własnych usług wodnych, dlatego modele zarządzania są zróżnicowane — od w pełni publicznych po prywatne lub mieszane.

Większość infrastruktury wodnej w Europie jest własnością publiczną. Taryfy wodne są głównym sposobem pokrywania kosztów, choć proporcje między taryfami, podatkami i transferami publicznymi różnią się w poszczególnych krajach. Taryfy zwykle obejmują część stałą i zależną od zużycia, aby zapewnić stabilne finansowanie. W zależności od kraju może to obejmować także inwestycje potrzebne do utrzymania starzejącej się infrastruktury, dostosowania do zmian klimatu oraz reagowania na nowe wyzwania, takie jak mikrozanieczyszczenia. Zrozumienie tych kosztów jest kluczowe dla zachowania przystępności cenowej i niezawodności usług wodnych w długim okresie.

Analiza Sweco opiera się na przeglądzie i syntezie publicznie dostępnych danych, w szczególności na badaniu z 2021 r. przeprowadzonym przez Europejską Federację Krajowych Stowarzyszeń Usług Wodnych (EurEau), obejmującym sytuację w 29 krajach członkowskich EurEau¹⁰. Sweco wykorzystało doświadczenia z usuwania mikrozanieczyszczeń w Niemczech, zastosowało je do danych kosztowych EurEau i oszacowało w przybliżeniu wzrost cen wody w Europie wynikający z rozszerzenia oczyszczania ścieków o usuwanie mikrozanieczyszczeń.

Badanie EurEau przedstawia przegląd sieci wodociągowych i kanalizacyjnych, a także średnie zużycie i ceny. Podawane ceny średnie obejmują opłaty za dostawę wody pitnej, kanalizację, oczyszczanie ścieków, dodatkowe opłaty dostawców oraz podatki.

W zakresie infrastruktury w Europie widoczne są duże różnice. Długość sieci wodociągowej waha się od 4,4 do 19,6 metra na mieszkańca, ze średnią 8,6 metra. Podobna dysproporcja występuje w przypadku sieci kanalizacyjnych, wahając się od 2,2 do 11,5 metra na mieszkańca, ze

średnią 6,7 metra na mieszkańca. Zużycie i ceny wody również są bardzo zróżnicowane. Średnie zużycie wody w gospodarstwie domowym wynosi 125 litrów na osobę dziennie. Ceny wody wahają się od około 1,2 euro za metr sześcienny w Bułgarii do 9,3 euro w Danii, przy średniej europejskiej wynoszącej około 3,6 euro za metr sześcienny.

Cena oczyszczania ścieków

Zakładając dodatkowy roczny koszt w wysokości 0,20 euro/m³ za wdrożenie oczyszczania czwartorzędowego, średnie zużycie wody i całkowity powrót do kanalizacji (przy infiltracji około 10%),

przewidywany jest wzrost kosztów dla gospodarstw domowych wynoszący ok. 6%. To podniosłoby średnią cenę do 3,8 euro. Kraje o obecnie niskich cenach wody prawdopodobnie odczują ten wzrost w większym stopniu.

Podział kosztów na zaopatrzenie w wodę pitną, ścieki i oczyszczanie ścieków różni się w zależności od kraju. Jednak narzędzie statystyczne Międzynarodowego Stowarzyszenia Wodnego (IWA) sugeruje, że około połowa całkowitych kosztów przypada na oczyszczanie ścieków³¹.





Refleksje i wnioski końcowe:

Rzeczywiste koszty wody

Woda, jako zasób niezbędny dla wszelkiego życia, była historycznie niedoszacowana ze względu na jej pozorną obfitość w wielu regionach. Jednak rzeczywiste koszty korzystania z wody — w szczególności w kontekście zaopatrzenia w wodę pitną oraz odprowadzania oczyszczonych ścieków — wykraczają daleko poza samą wartość pieniężną i obejmują także koszty niemierzalne. Należą do nich degradacja środowiska, zaburzenia równowagi ekonomicznej wynikające z konkurencji o zasoby oraz utrata potencjalnych alternatywnych sposobów wykorzystania wody, które łącznie mogą znacząco wpływać na ekosystemy i bioróżnorodność.

Ta luka między ceną a rzeczywistą wartością prowadzi do niedoinwestowania w efektywne gospodarowanie wodą i zarządzanie zasobami wodnymi, mimo że ryzyko niedoboru wody oraz zależności od jej dostępności stale rośnie. Zrozumienie rzeczywistego kosztu wody jest zatem kluczowe dla budowy odpornych gospodarek oraz podejmowania zrównoważonych decyzji.

Zdrowie człowieka jest w dużym stopniu uzależnione od dostępności czystej, stodkiej wody oraz kontrolowanego gromadzenia i oczyszczania ścieków. Wiele sektorów gospodarki, takich jak rolnictwo, przemysł spożywczy i energetyka, nie jest w stanie wytwarzać wartościowych dóbr i usług bez wody. Paradoksalnie, w wielu społeczeństwach woda jest przystępna cenowo, właśnie dlatego, że jest tak niezbędna. Dostęp do czystej wody jest uznawany za uniwersalne prawo człowieka i to jeden z powodów, dla których ceny wody są zazwyczaj regulowane lub kontrolowane przez rządy. Na przykład w Irlandii woda jest darmowa.

Taka sytuacja może prowadzić do błędnego wniosku, że inwestycje w efektywne wykorzystanie wody oraz w zarządzanie zasobami

wodnymi mają niski priorytet — zwłaszcza w kontekście biznesowym i gospodarczym.

Poniższy wykres przedstawia cenę wody w relacji do dochodu rozporządzalnego gospodarstw domowych w wybranych krajach europejskich. W Irlandii woda na potrzeby gospodarstw domowych jest dostarczana bezpłatnie dla głównych miejsc zamieszkania od 2017 roku w ramach polityki Water Conservation Grant. W Holandii i Austrii cena wody pozostaje relatywnie niska w porównaniu z innymi krajami.

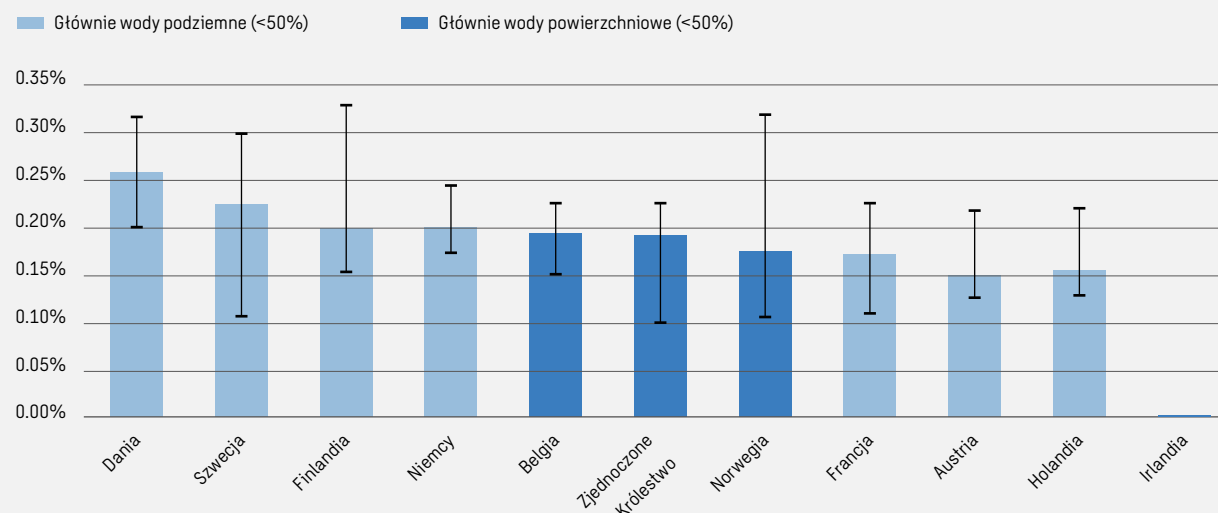
W ostatnich dekadach ograniczona potrzeba inwestycji oraz usprawnień operacyjnych pozwoliła holenderskim dostawcom wody utrzymywać niskie ceny. W efekcie woda stała się relatywnie tańsza w porównaniu z innymi dobrami i usługami. W 2022 roku gospodarstwa domowe płaciły cenę o 22% niższą niż w 1997 roku (w ujęciu realnym). Z kolei odbiorcy przemysłowi płacili o 14% mniej w porównaniu z rokiem 2017. Jednak od 2023 roku ceny wody zaczęły rosnąć — zarówno gospodarstwa domowe, jak i odbiorcy przemysłowi płacili o 14–15% więcej. Ceny wody na rok 2024 wzrosły dodatkowo

o 9% dla gospodarstw domowych oraz o 15% dla użytkowników przemysłowych.

Zróżnicowanie między najniższymi a najwyższymi cenami wody w obrębie poszczególnych krajów pokazuje, że kształtowanie cen zależy w równym stopniu od lokalnych uwarunkowań i decyzji dotyczących zarządzania, jak i od nakładów potrzebnych do dostarczenia wymaganych ilości wody o odpowiedniej jakości. Kraje z niskimi minimalnymi cenami często korzystają z historycznie rozwiniętej infrastruktury oraz obfitych zasobów, lecz mogą napotykać trudności w finansowaniu przyszłej odporności systemów wodnych. Z kolei wyższe ceny — takie jak obserwowane w Danii — odzwierciedlają pełne odzyskiwanie kosztów, silną ochronę środowiska oraz świadome wykorzystanie cen jako narzędzia wspierającego efektywność i zrównoważony rozwój. Różnice te pokazują, że ceny wody nie są jedynie kosztem ponoszonym przez gospodarstwa domowe, lecz instrumentem polityki publicznej, który sygnalizuje, jak społeczeństwa postrzegają wartość wody i przygotowują się na przyszłe ryzyka.



Koszt 30 m³ wody pitnej (jako % dochodu rozporządzalnego gospodarstwa domowego)



Rys.6. Cena wody w relacji do dochodu rozporządzalnego gospodarstw domowych. Źródło: RaboResearch na podstawie danych Banku Światowego, OECD oraz EurEau.

Określanie rzeczywistego kosztu wody

Aby zrozumieć rzeczywisty koszt wody, konieczne jest spojrzenie poza opłaty finansowe widoczne na rachunkach za wodę w gospodarstwach domowych lub przemyśle. Choć koszty bezpośrednie — te wykazane na rachunku — są niezbędne do pokrycia poboru, uzdatniania, dystrybucji oraz odprowadzania i oczyszczania ścieków, zazwyczaj stanowią one jedynie część pełnych kosztów korzystania z wody.

Obecne struktury cenowe rzadko uwzględniają szersze korzyści, jakie bezpieczna i niezawodna woda słodka przynosi zdrowiu publicznemu. Nie odzwierciedlają one również fundamentalnej wartości naturalnie dostępnej, wysokiej jakości wody jako elementu codziennych produktów konsumpcyjnych jako kluczowego zasobu dla takich branż jak przemysł chemiczny, papierniczy czy farmaceutyczny. Ponadto ceny wody rzadko odzwierciedlają środowiskowe konsekwencje

działalności człowieka, w tym zrzuty ścieków, odprowadzanie wód chłodniczych, wmywanie składników odżywczych oraz emisje mikrozanieczyszczeń. Również koszt przyszłego ryzyka jest zazwyczaj pomijany — rosnące prawdopodobieństwo, że w krótkim lub długim okresie nie będą dostępne wystarczające ilości wody słodkiej o wysokiej jakości³².

W tym ujęciu rzeczywisty koszt wody obejmuje zarówno nakłady niezbędne do dostarczenia wody dzisiaj, jak i koszty ponoszone w czasie przez społeczeństwo oraz środowisko w wyniku sposobu pozyskiwania, użytkowania i odprowadzania wody.

Konkurencja o zasoby wodne

Wraz ze wzrostem liczby ludności i rozwojem działalności przemysłowej konkurencja o zasoby wodne nasila się. Wody

podziemne w szczególności znajdują się pod coraz większą presją ze strony procesów przemysłowych i potrzeb chłodniczych, obok rolnictwa oraz rozbudowującej się infrastruktury miejskiej. Taka konkurencja często prowadzi do nadmiernej eksploatacji, zaburzając naturalne cykle odnawiania zasobów i ograniczając dostępność wody dla ekosystemów oraz innych użytkowników.

W regionach już dotkniętych deficytem wody taka presja może prowadzić do poważnych konsekwencji społeczno-ekonomicznych, pogłębiając nierówności i zwiększając napięcia między konkurującymi grupami użytkowników. Niedobór wody staje się więc nie tylko wyzwaniem środowiskowym, lecz także problemem społecznym i gospodarczym.

Alternatywne wykorzystanie wody

Gdy woda jest w przeważającej mierze przeznaczana na zaopatrzenie w wodę pitną oraz produkcję przemysłową, wiele korzystnych alternatywnych zastosowań bywa pomijanych. Woda, która mogłaby służyć nawadnianiu rolnictwa lub podtrzymywaniu obszarów podmokłych — kluczowych elementów zdrowych ekosystemów — jest często od tych funkcji odprowadzana. Takie alternatywne wykorzystania odgrywają istotną rolę w utrzymaniu bioróżnorodności oraz zapewnianiu bezpieczeństwa żywnościowego. Brak dostępnej wody do takich celów może prowadzić do utraty siedlisk, spadku produktywności rolnictwa oraz degradacji usług ekosystemowych, które stanowią podstawę dobrostanu człowieka. Te utracone możliwości są często ukrytym kosztem obecnych praktyk alokacji zasobów wodnych.

“ Rzeczywisty koszt wody wykracza daleko poza rachunek za wodę i obejmuje koszty ekonomiczne, środowiskowe, społeczne oraz klimatyczne, ponoszone przez społeczeństwo i przyrodę — zarówno obecnie, jak i w przyszłości. Ponieważ woda nie zna granic, związane z nią koszty i skutki są współdzielone między regionami oraz pokoleniami.

Mattias Salomonsson, ekspert ds. wody w Sweco



Usługi ekosystemowe i wpływ na różnorodność biologiczną

Pobór i zużycie wody na potrzeby człowieka bezpośrednio wpływa na usługi ekosystemowe – korzyści, jakie ludzie czerpią z funkcjonowania systemów naturalnych. Należą do nich regulacja powodzi, magazynowanie dwutlenku węgla i zapewnianie siedlisk niezliczonym gatunkom. Gdy zbiorniki wodne są nadmiernie eksploatowane lub zanieczyszczane, funkcje te ulegają osłabieniu lub całkowitemu zanikowi. Z czasem skumulowane oddziaływania mogą prowadzić do degradacji, a nawet załamania ekosystemów, z dalekosiężnymi konsekwencjami dla bioróżnorodności, zdrowia ludzi oraz źródeł utrzymania. Straty te rzadko znajdują odzwierciedlenie w cenach wody, choć stanowią istotną część jej rzeczywistego kosztu.

Degradacja środowiska spowodowana odprowadzaniem ścieków

Zanieczyszczone lub niewystarczająco oczyszczone ścieki odprowadzane do środowiska stanowią poważne zagrożenie dla ekosystemów wodnych oraz źródeł wody pitnej. Dlatego modernizacja oczyszczalni ścieków oraz usprawnienie zarządzania infrastrukturą wodną mają kluczowe znaczenie dla ograniczenia ładunków zanieczyszczeń i zapobiegania przelewom kanalizacyjnym.

Brak działań w tym zakresie prowadzi do narastania długoterminowych szkód środowiskowych oraz zwiększa przyszłe koszty uzdatniania, zamieniając dzisiejsze oszczędności w jutrzejsze zobowiązania.

Potrzeba zrównoważonego zarządzania zasobami wodnymi

Uwzględnienie rzeczywistego kosztu wody wymaga zasadniczej zmiany w kierunku zrównoważonych praktyk gospodarowania wodą. Obejmuje to ograniczanie zużycia wody, zwiększanie jej ponownego wykorzystania oraz poprawę jakości oczyszczania dzięki zastosowaniu zaawansowanych technologii. Strategie gospodarki wodnej o obiegu zamkniętym mogą zmniejszyć presję na zasoby naturalne, jednocześnie wzmacniając odporność systemów wodnych oraz kondycję ekosystemów.

Zrozumienie rzeczywistego kosztu wody oznacza uznanie ukrytych, często trudnych do zmierzenia kosztów związanych z jej wykorzystaniem. Poprzez nadanie priorytetu zrównoważonemu rozwojowi i ochronie zasobów możliwe jest pogodzenie potrzeb człowieka z ochroną środowiska oraz budowanie odpornych miejskich i regionalnych systemów wodnych.

Od kosztu do ryzyka: szersza perspektywa

Obliczony koszt infrastruktury wodnej pokazuje, ile płacimy za ujęcie, uzdatnianie, magazynowanie i dostarczenie każdego metra sześciennego wody. Informacja ta jest niezbędna do planowania i podejmowania decyzji inwestycyjnych — ale stanowi jedynie część pełnego obrazu. Gdy infrastruktura jest już gotowa, pojawia się kolejny zestaw pytań: jaki jest koszt braku dostępu do wody, jej niewystarczającej czystości lub nagłego jej pojawienia się w postaci powodzi? Jaki jest koszt ograniczenia przyszłych pokoleń do obecnych wyborów projektowych lub degradacji ekosystemów podtrzymujących cykl hydrologiczny?

Prawdziwy koszt wody to zatem nie tylko kwestia euro za metr sześcienny, ale także ryzyka związanego z każdą decyzją dotyczącą zarządzania wodą. Susze, powodzie, przerwy w dostawach,

zaostrzające się regulacje, szkody reputacyjne oraz degradacja ekosystemów przekładają się na wymierne ryzyka finansowe i operacyjne dla przedsiębiorstw wodociągowych, przemysłu, samorządów oraz całego społeczeństwa.

Przenosząc dyskusję z pytania „Ile woda kosztuje dziś?” na „Jakie ryzyka przenosimy w przyszłość w wyniku sposobu, w jaki obecnie gospodarujemy wodą?”, rzeczywisty koszt wody staje się ramą do zrozumienia długoterminowej wartości, odporności oraz odpowiedzialności. Analiza ryzyk fizycznych, regulacyjnych, finansowych i społecznych w całym cyklu wodnym pokazuje, że zrozumienie rzeczywistego kosztu wody sprowadza się w istocie do ekspozycji na ryzyko, jego alokacji oraz ograniczania — a ostatecznie do zdefiniowania, czym naprawdę jest odpowiedzialne gospodarowanie wodą.



Rekomendacje

Europejskie systemy wodne borykają się ze strukturalną rozbieżnością między rosnącymi oczekiwaniami dotyczącymi dostępności i jakości wody a realiami zmienności klimatu, zanieczyszczenia, zagrożeń dla bezpieczeństwa i starzejącej się infrastruktury. Nawet w regionach z historycznie niezawodnymi systemami wodnymi, zmiany klimatu, nowe zanieczyszczenia, takie jak mikrozanieczyszczenia, rosnący popyt i niedoinwestowanie wywierają coraz większą presję na źródła wody pitnej, możliwości jej uzdatniania i sieci dystrybucji.

Analiza Sweco pokazuje, że chociaż europejskie usługi wodne są generalnie dobrze rozwinięte, nadal utrzymują się znaczne różnice w infrastrukturze, cenach i strukturze kosztów. Przyszłe potrzeby inwestycyjne – napędzane starzeniem się aktywów, adaptacją do zmian klimatu i zaostrzonymi wymogami dotyczącymi uzdatniania wody – prawdopodobnie wzrosną w większości krajów. Podkreśla to znaczenie przejrzystych mechanizmów zwrotu kosztów, długoterminowego planowania inwestycji oraz decyzji politycznych, które równoważą przystępność cenową z potrzebą utrzymania odpornych i wysokiej jakości usług wodnych.

Kluczowym wnioskiem jest narastająca luka między poziomem ryzyka askalą odpowiedzi w zarządzaniu PFAS i innymi mikrozanieczyszczeniami w europejskim sektorze wodnym. Choć unijne przepisy stają się coraz bardziej rygorystyczne, a skuteczne technologie uzdatniania są dostępne, ich wdrażanie jest nierównomierne i w dużym stopniu zależne od lokalnych uwarunkowań. W szczególności mniejsze przedsiębiorstwa wodociągowe mierzą się z wyższymi kosztami jednostkowymi oraz ograniczonymi możliwościami technicznymi.

Jednocześnie obecne taryfy za wodę często nie odzwierciedlają w pełni długoterminowych inwestycji niezbędnych do zaawansowanego oczyszczania, rozwiązania problemu starzejącej się infrastruktury wymagającej modernizacji i pojawiających się zanieczyszczeń oraz finansowania ulepszanego monitoringu. Ta rozbieżność grozi opóźnieniem niezbędnych modernizacji i niedoszacowaniem rzeczywistego narażenia na PFAS i substancje szkodliwe, biorąc pod uwagę obecne ograniczenia w zakresie monitoringu.

Zniwelowanie tej luki będzie wymagało wczesnego planowania, priorytetyzacji opartej na ryzyku oraz strategii finansowania, które

łączą cele polityczne z realiami technicznymi i ekonomicznymi. Bazując na doświadczeniach Sweco w całej Europie, można wskazać kilka kluczowych działań niezbędnych do zapewnienia odpornych systemów wodnych w nadchodzących dekadach.

Rekomendacje te są skierowane do czterech kluczowych grup, z których każda odgrywa odrębną rolę w zarządzaniu ryzykami związanymi z wodą.

- Decydenci polityczni ustalają ogólne zasady, zachęty i ramy finansowania.
- Władze regionalne i gminy przekładają je na lokalne strategie wodne, decyzje dotyczące zagospodarowania przestrzennego oraz budżety.
- Przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne odpowiadają za bieżące świadczenie usług, zarządzanie ryzykiem oraz odnowę infrastruktury wodnej.
- Banki i inwestorzy uwzględniają ryzyka związane z wodą w decyzjach kredytowych i inwestycyjnych oraz mogą przyspieszać lub opóźniać transformację w kierunku bardziej odpornych systemów wodnych.

Rosnącej lukie między rzeczywistym kosztem dostarczenia wody a jej regulowaną ceną nie należy interpretować jako wezwania do podnoszenia taryf wodnych ani ograniczania dostępu do podstawowego prawa człowieka. Zamiast tego wskazuje ona na pilną potrzebę opracowania uzasadnionej metodyki podejmowania decyzji, która będzie wspierać strategiczne inwestycje w infrastrukturę wodną oraz systemy jej zarządzania.

Znaczna część dzisiejszej infrastruktury wody pitnej i ścieków została zaprojektowana z myślą o wyzwaniach przeszłości i nie jest już wystarczająca do sprostania nowym zagrożeniom, takim jak mikrozanieczyszczenia, zmiana klimatu oraz rosnąca presja na zasoby

wodne.

Aby chronić zdrowie ludzi, ekosystemy oraz długoterminową odporność gospodarczą, społeczeństwa muszą priorytetowo traktować inwestycje w nowoczesne technologie uzdatniania wody, zmodernizowaną infrastrukturę oraz zintegrowane zarządzanie zasobami wodnymi. Uznanie rzeczywistego kosztu wody jest zatem kluczowe — nie po to, by uczynić wodę droższą dla użytkowników, lecz by zapewnić, że systemy wodne będą solidne, odporne na przyszłe wyzwania i zdolne do dostarczania bezpiecznej wody kolejnym pokoleniom.



1 Uczynienie ocen ryzyka wodnego standardowym wymogiem

Kluczowi interesariusze: decydenci, organy regulacyjne, inwestorzy

Wprowadzenie obowiązku systematycznych ocen ryzyka wodnego w głównych dokumentach planistycznych, pozwoleniach, projektach infrastrukturalnych oraz decyzjach finansowych. Uwzględnienie ryzyk związanych z nadmiarem wody, jej niedoborem oraz zanieczyszczeniem, a także długoterminowych kosztów odnowy infrastruktury, zaawansowanego uzdatniania oraz spełniania wymogów regulacyjnych.

2 Opracowywanie miejskich strategii wodnych opartych na jasnych i rzetelnych analizach ryzyka

Kluczowi interesariusze: gminy, władze lokalne

Zapewnienie, aby każda gmina posiadała zintegrowaną strategię wodną obejmującą wodę pitną, ścieki, wody opadowe oraz zagrożenia powodziowe. Uwzględnienie praktycznej analizy ryzyka, w tym narażenia kluczowych zasobów i usług, obszarów priorytetowych dla inwestycji oraz planów awaryjnych na wypadek susz, powodzi i incydentów zanieczyszczenia.

3 Planowanie i finansowanie odnowy starzejącej się infrastruktury wodnej

Kluczowi interesariusze: gminy, przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne, inwestorzy

Stosowanie zarządzania majątkiem oraz priorytetyzacji opartej na ryzyku w celu identyfikacji krytycznych rurociągów, oczyszczalni i przepompowni. Zapewnienie długoterminowego budżetowania i finansowania odnowy infrastruktury przed wystąpieniem awarii oraz rozbudowy zdolności oczyszczania PFAS i innych mikrozanieczyszczeń.

4 Funkcjonowanie przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych oparte na regularnych ocenach ryzyka wodnego oraz odporności systemów

Kluczowi interesariusze: dostawcy usług komunalnych i wodociągowych

Prowadzenie cyklicznych ocen ryzyka w całym systemie zaopatrzenia w wodę (od ujęcia do punktu poboru) oraz bezpośrednie ich powiązanie z planami inwestycyjnymi i planami utrzymania. Priorytetowe traktowanie ograniczania strat wody, ukierunkowanych modernizacji procesów uzdatniania oraz monitoringu cyfrowego w celu wczesnego wykrywania incydentów i ograniczania poziomu wody niesprzedanej (NRW).

5 Integracja ryzyka wodnego w decyzjach kredytowych, inwestycyjnych i ubezpieczeniowych

Kluczowi interesariusze: banki, inwestorzy, ubezpieczyciele

Systematyczne uwzględnianie ryzyk wodnych w procesach due diligence oraz zarządzaniu portfelem. Wymaganie od klientów z sektorów wodochłonnych, jednostek samorządu terytorialnego oraz przedsiębiorstw użyteczności publicznej przeprowadzania ocen ryzyka wodnego oraz uwzględnianie odroczonego nakładów na utrzymanie infrastruktury, zaniżonych taryf oraz narażenia na susze lub powodzie przy ustalaniu premii za ryzyko i warunków finansowania.

6 Wykorzystanie planowania przestrzennego oraz rozwiązań opartych na przyrodzie do ograniczania ryzyk wodnych

Kluczowi interesariusze: decydenci, gminy, przedsiębiorstwa użyteczności publicznej

Włączanie ocen ryzyka wodnego do procesów planowania przestrzennego, wydawania pozwoleń oraz projektowania urbanistycznego. Unikanie nowej zabudowy na obszarach o wysokim ryzyku powodziowym, ochrona stref zasilania wód podziemnych wykorzystywanych do zaopatrzenia w wodę pitną oraz skalowanie rozwiązań opartych na przyrodzie, które opóźniają odpływ, retencjonują i infiltrują wodę, jednocześnie poprawiając jakość życia w miastach.

0 Autorach

Zachęcamy do kontaktu i dzielenia się pytaniami oraz spostrzeżeniami. E-mail: urbaninsight@swecogroup.com



Demet Antakyalı jest liderką zespołu w obszarze doradztwa biznesowego w ochronie środowiska w firmie Sweco i posiada dyplomy z inżynierii środowiska uzyskany w Izmirze oraz z inżynierii i zarządzania zasobami wodnymi uzyskany w Stuttgarcie. W trakcie pracy akademickiej jako pracownik naukowy Uniwersytetu w Stuttgarcie uzyskała stopień doktora inżynierii na podstawie rozprawy dotyczącej zdecentralizowanej infrastruktury wodnej, ściekowej i energetycznej. W latach 2014–2018 kierowała Centrum

Kompetencji ds. Mikrozanieczyszczeń NRW, jednym z trzech regionalnych zespołów eksperckich zajmujących się mikrozanieczyszczeniami w Europie w tamtym czasie, w ramach konsorcjum, w które zaangażowana była firma Sweco. Obecnie Demet pracuje jako inżynier procesów oczyszczania ścieków, kierownik projektów oraz lider zespołu w obszarze doradztwa biznesowego w ochronie środowiska. Od 2025 roku posiada również certyfikat w zakresie technologii wodorowych..



Toon Boonekamp jest starszym konsultantem ds. technologii wodnych i energii w firmie Sweco. Z wykształcenia jest inżynierem procesowym i ukończył dodatkowe szkolenia z zakresu technologii oczyszczania ścieków w Holenderskiej Fundacji Wyższego Kształcenia Zawodowego w Dziedzinie Gospodarki Wodnej. Posiada ponad 30 lat doświadczenia doradczego w sektorze technologii wodnych.

Toon preferuje pracę w trzech technicznych wymiarach zrównoważonego rozwoju: woda – energia – zasoby.

Uważa, że zrównoważone funkcjonowanie zaczyna się od zrozumienia wpływu oraz granic operacyjnych prowadzonych działań. Poprzez praktyczne studia przypadków dotyczące alternatywnego wykorzystania wody, systemów oczyszczania oraz rozwiązań energetycznych możliwe jest identyfikowanie i wdrażanie – we współpracy z lokalnymi społecznościami i sąsiednimi przedsiębiorstwami – możliwości bardziej zrównoważonego funkcjonowania, co pomaga w zapewnieniu długoterminowej „licencji na działanie”.



Gerly Hey jest starszą analityczką ds. wody i ścieków w firmie Sweco. Jest wykształconą inżynierką procesową z ponad 20-letnim doświadczeniem w zakresie uzdatniania wody, w tym w przygotowywaniu kosztorysów dla oczyszczalni. Posiada stopień doktora w dziedzinie inżynierii wodnej i środowiskowej oraz pracowała nad zaawansowanymi metodami usuwania organicznych mikrozanieczyszczeń z wody. Gerly posiada doświadczenie w technologiach usuwania mikrozanieczyszczeń z wody oraz w szacowaniu

kosztów różnych typów oczyszczalni ścieków i zakładów uzdatniania wody pitnej.



Mattias Salomonsson jest menedżerem ds. badań i rozwoju w obszarze wody w firmie Sweco. Posiada tytuł magistra inżynierii wodnej i środowiskowej. Przed dołączeniem do Sweco jako konsultant przez dziesięć lat pracował w przedsiębiorstwie wodociągowo-kanalizacyjnym.

Mattias działał w całym sektorze gospodarki wodno-ściekowej. W ostatnich latach jego praca koncentrowała się w dużym stopniu na działaniach adaptacyjnych do zmian klimatu oraz strategicznych zagadnieniach związanych z wodą i ściekami.

Był odpowiedzialny za opracowanie kilku krajowych dokumentów politycznych i wytycznych dotyczących adaptacji do zmian klimatu w Szwecji oraz jest uznanym prelegentem i moderatorem konferencji w sektorze wodnym.



Lars Storkholm jest kierownikiem zespołu w dziale środowiska Sweco Denmark i posiada tytuł magistra geologii. Ma ponad 25 lat doświadczenia w realizacji projektów dotyczących gleby i wód gruntowych, obejmujących m.in. zagadnienia ekonomiczne, badania terenowe, rozpoznanie i kartowanie wód podziemnych, hydrogeologię i testy pompowe oraz ocenę ryzyka związanego z substancjami niebezpiecznymi zarówno w glebie, jak i w wodach gruntowych.



Noëmi Van Bogaert jest kierowniczką projektu, która skupia się przede wszystkim na wzajemnych powiązaniach między przyrodą, rolnictwem i społeczeństwem, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień wodnych. Po ukończeniu studiów magisterskich z zakresu sanitarnej ochrony środowiska i zarządzania środowiskiem rozpoczęła studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii Biosystemów Uniwersytetu w Gandawie. Po uzyskaniu stopnia doktora dalej rozwijała swoje kompetencje, prowadząc badania podoktorskie nad wirusami wodnymi w Stanach Zjednoczonych.

Jako doradczyni naukowa dla belgijskiego sektora rolno-spożywczego Noëmi mierzyła się z różnorodnymi wyzwaniami środowiskowymi, kładąc nacisk na poprawę jakości i dostępności wody poprzez zrównoważone praktyki rolnicze. W Sweco wykorzystuje swoje bogate doświadczenie, aby wspierać rozwój zrównoważonego i odpornego społeczeństwa..

Eksperci współtworzący w Sweco:

- Annelies Beuckels, ekspertka ds. wody
- Simon Mort, dyrektor ds. inżynierii wodnej
- Susanne Tettinger, specjalistka ds. wody
- Kerstens, Wim, kierownik zespołu w obszarze wody i przemysłu
- Frank Henschel, ekspert ds. wody
- Max Bremkes, ekspert ds. wody
- Sebastian Platz, ekspert ds. ścieków
- Sara Hagström, ekspertka ds. GIS i zagrożeń powodziowych

Bibliografia

- 1) European Environment Agency (EEA) (n.d.). Use of freshwater resources in Europe. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/use-of-freshwater-resources-in-europe-1>
- 2) European Environment Agency (EEA) (n.d.). Water abstraction by source and sector. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/water-abstraction-by-source-and>
- 3) International Energy Agency (IEA) (n.d.). Energy is vital to a well-functioning water sector. <https://www.iea.org/commentaries/energy-is-vital-to-a-well-functioning-water-sector>
- 4) European Commission (n.d.). Poorly managed water. https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-wise-eu/poorly-managed-water_en
- 5) Publications Office of the European Union (2025). A European water resilience strategy (COM/2025/210). <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/02d416a9-41c2-11f0-b9f2-01aa75ed71a1>
- 6) European Commission (n.d.). Too much water. https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-wise-eu/too-much-water_en
- 7) European Commission, Directorate General for Environment (n.d.). Water policy. https://environment.ec.europa.eu/topics/water_en
- 8) European Commission (n.d.). Groundwater. https://environment.ec.europa.eu/topics/water/groundwater_en
- 9) European Commission (2026). European water resilience strategy. https://commission.europa.eu/topics/environment/water-resilience-strategy_en
- 10) EurEau (2021). Europe's water in figures 2021. <https://www.eureau.org/resources/publications/eureau-publications/5824-europe-s-water-in-figures-2021/file>
- 11) Sweco (2024). Floods and critical infrastructure. <https://www.swecogroup.com/urban-insight/resilient-societies/resilient-infrastructure/floods-and-critical-infrastructure/>
- 12) Copernicus Climate Change Service (C3S) (2025). European State of the Climate 2024 – Flooding. ECMWF. <https://climate.copernicus.eu/esotc/2024/flooding>
- 13) Swedish Civil Contingencies Agency (MSB) (2025). Several roads cut off after heavy rainfall in Västernorrland County. <https://www.krisinformation.se/en/hazards-and-risks/disasters-and-incidents/2025/several-roads-cut-off-after-heavy-rainfall-in-vaster-norrland-county/>
- 14) Copernicus Climate Change Service (C3S) (2025). European State of the Climate 2024 – Snow and glaciers. ECMWF. <https://climate.copernicus.eu/esotc/2024/snow-and-glaciers>
- 15) Sweco (2021). Healthy water cities: From sewer to health booster. Sweco Urban Insight. <https://www.swecogroup.com/urban-insight/health-and-well-being/report-healthy-water-cities-from-sewer-to-health-booster/>
- 16) Rijkswaterstaat (2025). Integrated River Management Programme – Summary (April 2025). Ministry of Infrastructure and Water Management. <https://www.ruimtevoorderivier.nl/documenten/2025/04/08/integrated-river-management-programme-summary-april-2025>
- 17) UK Government (2024). Wild beavers: nature's engineers to return to English waterways. Department for Environment, Food & Rural Affairs. <https://www.gov.uk/government/news/wild-beavers-natures-engineers-to-return-to-english-waterways>
- 18) European Environment Agency (EEA) (2024). Europe's state of water 2024. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/europes-state-of-water-2024>
- 19) Geological Survey of Sweden (SGU) (n.d.). Current groundwater levels. <https://www.sgu.se/grundvatten/grundvattennivaer/aktuella-grundvattennivaer/>
- 20) United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) & Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2023). The role of forests in climate change mitigation: Pan-European perspective. Geneva. https://unece.org/sites/default/files/2023-11/ECE_TIM_2023_Inf.5_FAO_EFC_2023_Inf.5.pdf
- 21) Smart Water Magazine (2025). Southern Water's smart sensors deliver record leak reduction, saving £17 million. 27 May. <https://smartwatermagazine.com/news/smart-water-magazine/southern-waters-smart-sensors-deliver-record-leak-reduction-saving-17>
- 22) Portsmouth Water Ltd. (2024). Excellence in water, always: PR24 business plan. <https://www.portsmouthwater.co.uk/downloads/pr24/PRT01-excellence-in-water-always.pdf>
- 23) Helsinki Commission (HELCOM) (2025). HELCOM eutrophication policy. https://helcom.fi/wp-content/uploads/2025/09/HELCOM_Eutrophication_Policy.pdf
- 24) Økonomiministeriet (2024). Regeringen og parterne i grøn trepart indgår historisk aftale om et grønt Danmark : <https://oem.dk/nyheder/nyhedsarkiv/2024/juni/regeringen-og-parterne-i-groen-trepart-indgaar-historisk-aftale-om-et-groent-danmark/>
- 25) Miljøministeriet (2025). Rent drikkevand: 206 millioner kroner til målrettet beskyttelse. <https://mim.dk/nyheder/pressemeddelelser/2025/april/rent-drikkevand-206-millioner-kroner-til-maalrettet-beskyttelse>
- 26) United Nations Environment Programme (UNEP) (2021). World Water Quality Assessment: Technical highlights – Ecosystems and water quality. <https://www.unep.org/interactives/wqqa/technical-highlights/ecosystems-and-water-quality>
- 27) European Commission, Directorate General for Environment (2026). The cost of PFAS pollution for our society: Final report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2bcea765-fbf8-11f0-8da5-01aa75ed71a1/language-en>
- 28) Swedish Chemicals Agency (Kemikalieinspektionen) (n.d.). PFAS. <https://www.kemi.se/en/chemical-substances-and-materials/pfas>
- 29) European Commission (n.d.). Drinking water. https://environment.ec.europa.eu/topics/water/drinking-water_en
- 30) EurEau (2020). The governance of water services in Europe. ISBN: 978 2 9602226 2 3.
- 31) International Water Association (IWA) (n.d.). Water statistics. <https://waterstatistics.iwa-network.org/>
- 32) World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2021). Business guide to circular water management: Spotlight on reduce, reuse and recycle. <https://www.wbcd.org/resources/business-guide-to-circular-water-management-spotlight-on-reduce-reuse-and-recycle/>

Urban Insight

By Sweco

Urban Insight to międzynarodowa platforma wiedzy Sweco, na której eksperci współpracują, aby rozwijać i dzielić się wiedzą, faktami oraz rozwiązaniami dotyczącymi planowania i projektowania zrównoważonych miast oraz społeczeństw przyszłości. Przez cały rok organizowane są inicjatywy o zasięgu globalnym i lokalnym, których celem jest inspirowanie oraz otwieranie dyskusji na temat zrównoważonego planowania urbanistycznego.

Więcej informacji można znaleźć na stronie:

swecogroup.com/urban-insight

oraz

sweco.pl/urban-insight

