

Stara infrastruktura, nowe wyzwania

Transformacja europejskiej infrastruktury wodnej

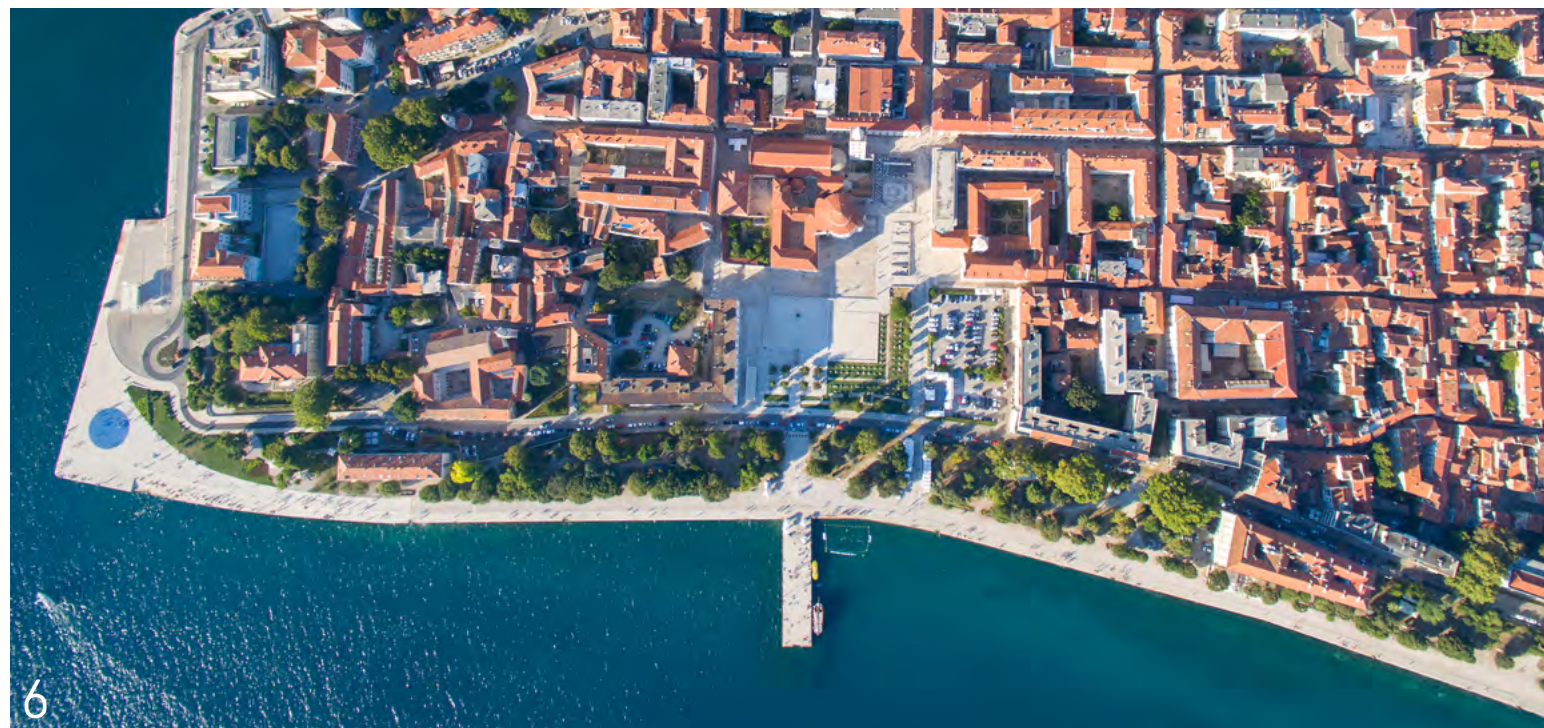
Ograniczenie strat wody jest jednym z najbardziej opłacalnych sposobów wzmacniania odporności systemu. Nowoczesne zarządzanie infrastrukturą wykorzystuje narzędzia cyfrowe do wspierania decyzji podejmowanych w całym cyklu życia, planowania adaptacyjnego oraz zrównoważonego świadczenia usług.



Jeśli obecne tempo odnowy pozostanie bez zmian, wiele sieci będzie się nadal starzeć szybciej, niż będzie wymienianych.



Potrzebna jest zmiana sposobu myślenia o inwestycjach. Jak wydawać pieniądze rozsądniej, zapewniając większą wartość?



Europejscy operatorzy systemów wodnych postrzegają obecnie odnowę infrastruktury jako swoje największe wyzwanie. Kluczową kwestią nie jest tylko wysokość nakładów, lecz także to, czy podejmowane są właściwe inwestycje we właściwym czasie.

Stara infrastruktura, nowe wyzwania

Transformacja europejskiej infrastruktury wodnej

Treść

Podsumowanie	4
Wstęp	5
Starzejąca się infrastruktura wodociągowa i kanalizacyjna w Europie	6
- Duża luka inwestycyjna i nieustanna presja na odnowę infrastruktury	7
- Problem stulecia: odnowa europejskich sieci wodociągowych i kanalizacyjnych	8
- Straty wody w Europie pokazują skalę niedoinwestowania	9
- Za dużo wody: wyzwanie związane z infiltracją	10
Nowe uwarunkowania rozwoju infrastruktury wodnej	12
- Zmiana klimatu i odporność systemu	13
- Efektywność energetyczna, emisyjna i zasobowa	15
- Wyzwania przestrzenne i geopolityczne	16
- Nowe wymogi w zakresie ochrony zasobów	18
Transformacja systemu, a nie tylko jego odnowa	20
- Holistyczne, oparte na analizie ryzyka podejście do planowania adaptacyjnego	21
- Nie zawsze istnieje jedno rozwiązanie	22
- Nie obędzie się bez narzędzi cyfrowych	23
Projektowanie systemów wodnych z myślą o odporności	26
- Podsumowanie: potrzeba zmiany logiki inwestowania	27
- Siedem działań na rzecz mądrzejszych i lepiej zaplanowanych w czasie inwestycji	28
O Autorach	30
Bibliografia	31

Podsumowanie: inwestowanie w odporność

Europejska infrastruktura wodna starzeje się szybciej, niż jest odnawiana. Jednocześnie zmiana klimatu, bardziej rygorystyczne regulacje i rosnące oczekiwania stawiają przed systemami wodociągowymi i kanalizacyjnymi coraz większe wymagania. Komisja Europejska szacuje, że roczna luka inwestycyjna w unijnym sektorze wodnym wynosi około 23 mld euro. Przy obecnym poziomie nakładów odnowienie europejskiej infrastruktury wodnej może trwać całe stulecie.

Analiza Sweco pokazuje skalę tego wyzwania. Przy obecnym tempie inwestycji szacowany czas wymiany sieci wodociągowej wynosi od około 90 lat w Belgii do 1000 lat w Finlandii. W Polsce jest to 250 lat, natomiast w kilku innych krajach europejskich - od 120 do 200 lat. Stwarza to wyraźną możliwość wdrożenia bardziej racjonalnego podejścia do planowania inwestycji.

Pogłębiająca się luka w odnowie infrastruktury osłabia jej długoterminową sprawność. Niewystarczające nakłady na odnowę aktywów oraz przedkładanie awaryjnych napraw i krótkoterminowych potrzeb nad planową modernizację mogą prowadzić do zwiększenia strat wody, liczby przerw w świadczeniu usług, ryzyka środowiskowego i kosztów eksploatacji.

Europa potrzebuje zatem nowej logiki inwestowania - takiej, która odchodzi od reaktywnej wymiany na rzecz odnowy opartej na ryzyku i budowaniu odporności. Decyzje inwestycyjne powinny uwzględniać nie tylko wiek aktywów, lecz także ich stan techniczny, krytyczność, wydajność oraz ryzyko na poziomie całego systemu.

Odporne systemy wodne muszą być również przygotowane na zakłócenia, takie jak przerwy w dostawach energii, incydenty cybernetyczne, skażenia czy ekstremalne zjawiska pogodowe - a także na skuteczne reagowanie na nie i szybki powrót do sprawnego działania.

Europa nie rozwiąże tego problemu, po prostu zwiększając wydatki. Musi inwestować bardziej strategicznie:

- Od reaktywnej wymiany do odnowy opartej na ryzyku,
- Od pojedynczych aktywów do wzajemnie powiązanych systemów,
- Od sztywnych planów inwestycyjnych do elastycznych ścieżek działania,
- Od gromadzenia danych do podejmowania decyzji wspieranego cyfrowo i przez sztuczną inteligencję.



Wstęp

Systemy wodociągowe i kanalizacyjne stanowią fundament codziennego życia. Chronią zdrowie publiczne, wspierają działalność gospodarczą, zabezpieczają środowisko i umożliwiają sprawne funkcjonowanie miast. Jednak znaczna część europejskiej infrastruktury wodnej powstała w innej epoce – gdy warunki klimatyczne były bardziej przewidywalne, wzorce zapotrzebowania bardziej stabilne, a konieczność odnowy łatwiej było odsuwać w czasie. Te realia już się zmieniły.

Ostatnie kryzysy w Europie pokazały, jak szybko kluczowa infrastruktura może znaleźć się pod presją. Dotkliwe susze doprowadziły zasoby wodne do poziomów krytycznych, natomiast intensywne opady i powodzie przeciążyły systemy odwadniające oraz uszkodziły infrastrukturę. Szoki energetyczne, incydenty cybernetyczne i inne zakłócenia pokazały również, jak silnie usługi

wodne są powiązane z odpornością całego społeczeństwa. Zdarzenia, które dawniej można było uznawać za odosobnione lub przejściowe, coraz częściej ujawniają podatności systemów, od których miasta zależą każdego dnia.

W rezultacie rośnie luka między poziomem niezawodności oczekiwanym przez społeczeństwo a tym, co istniejąca infrastruktura jest w stanie zapewnić.

Pytanie nie brzmi zatem jedynie, czy Europa powinna więcej inwestować w infrastrukturę wodną. Powinna. Ważniejsze jest to, w jaki sposób dostępne środki mogą zapewnić większą odporność, wyższy poziom usług i długoterminową wartość społeczną. Osiągnięcie tego celu wymaga bardziej strategicznego podejścia do inwestycji infrastrukturalnych.



“ Wyzwanie stojące przed europejskim sektorem wodnym nie polega wyłącznie na skali niezbędnych inwestycji, lecz także na tym, aby każda z nich przynosiła wymierne efekty. Podejmowane dziś decyzje muszą prowadzić do tworzenia systemów odpornych, elastycznych i zdolnych do zapewniania wartości w długiej perspektywie.

Monica Welanders, dyrektor ds. zrównoważonego rozwoju, Sweco Group



“ Decyzje dotyczące infrastruktury przyszłości powinny opierać się na analizie ryzyka, podejściu obejmującym cały cykl życia oraz danych, a finansowanie należy kierować do aktywów, które zapewniają największą długoterminową odporność i wartość.

Pär Dalhielm, prezes EurEau

20%

obszaru Europy i

30%

jego populacji każdego roku
dotyka niedobór wody.¹

Rodzą się tu fundamentalne pytania. Czy o odnowie powinien decydować wiek poszczególnych aktywów, czy raczej konsekwencje awarii całego systemu? Jak operatorzy mogą uniknąć uzależnienia od kosztownych rozwiązań projektowanych z myślą o przyszłości, która może nigdy nie nadejść? I w jaki sposób dane, cyfryzacja oraz sztuczna inteligencja mogą pomóc decydentom inwestować we właściwym miejscu i we właściwym czasie, a jednocześnie chronić coraz bardziej połączone systemy przed zagrożeniami cybernetycznymi?

Niniejszy raport analizuje skalę wyzwań stojących przed europejską infrastrukturą wodną oraz zmieniające się uwarunkowania wpływające na decyzje inwestycyjne. Pokazuje, dlaczego samo utrzymywanie systemów zaprojektowanych w przeszłości już nie wystarczy. Jego celem jest wsparcie samorządów, operatorów oraz decydentów w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych, które chronią kluczowe usługi dziś, a jednocześnie tworzą systemy wodne odporne, elastyczne i dostosowane do wyzwań nadchodzących dziesięcioleci.



Starzejąca się infrastruktura wodociągowa i kanalizacyjna w Europie

Znaczna część europejskiej infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej powstała przed dziesięcioleciami, w okresie gwałtownej urbanizacji, na podstawie założeń, które nie odpowiadają już obecnym realiom operacyjnym, klimatycznym i regulacyjnym.

Duża luka inwestycyjna i nieustanna presja na odnowę infrastruktury

Operatorzy usług wodnych inwestują w Europie około 52,5 mld euro rocznie w infrastrukturę wodociągową i kanalizacyjną². Wzrost nakładów nie nadąża jednak za rosnącym zapotrzebowaniem, pogarszającym się stanem zasobów wodnych oraz inflacją. W rezultacie europejscy operatorzy wskazują dziś odnowę infrastruktury jako swoje największe wyzwanie.

Szacowana przez Komisję Europejską roczna luka inwestycyjna w wysokości 23 mld euro odzwierciedla środki potrzebne do zwiększenia odporności sektora wodnego w Europie oraz wdrożenia

obowiązujących przepisów UE dotyczących wody. Potrzeby te są związane z odnową infrastruktury, zaostrzeniem wymagań dotyczących jakości wody pitnej i oczyszczania ścieków, poprawą jakości wód oraz dostosowaniem systemów do zmiany klimatu³.

Rysunek 1 przedstawia porównanie średnich rocznych nakładów na infrastrukturę wodociągową i kanalizacyjną w przeliczeniu na mieszkańca w wybranych krajach europejskich, na podstawie wspólnego zbioru danych EurEau. Intensywność inwestycji waha się od około 37 euro na mieszkańca na Łotwie do 335 euro w Norwegii, przy

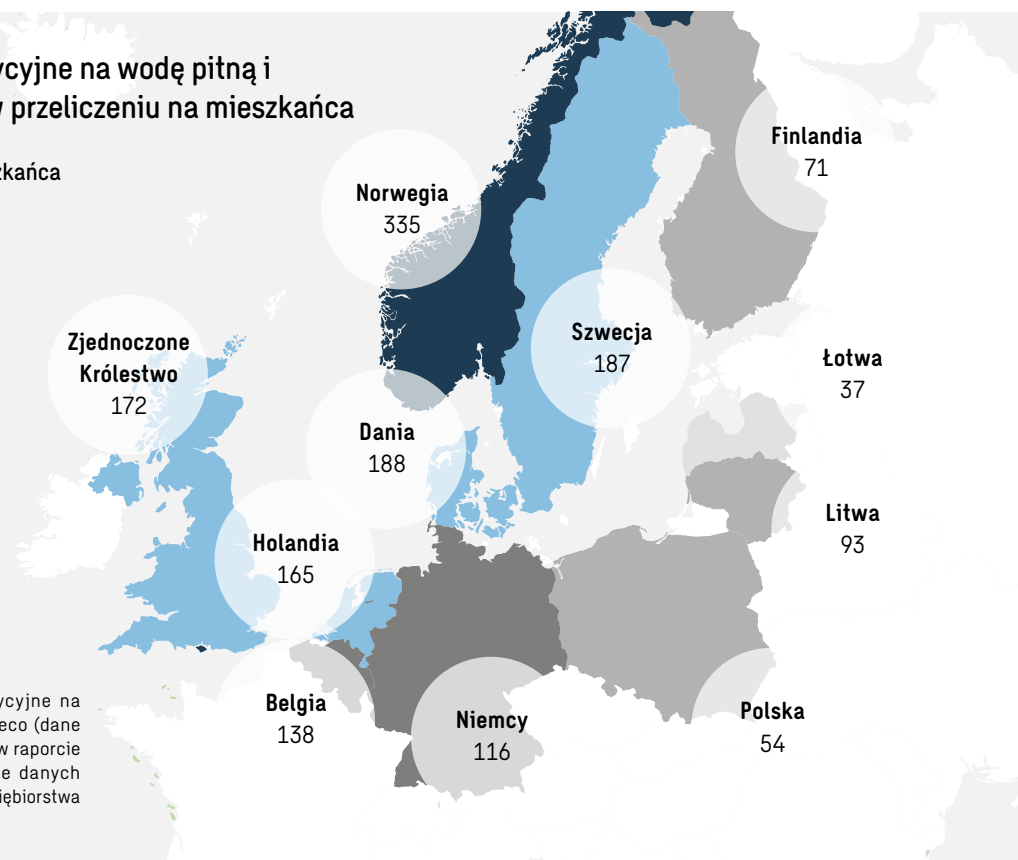
średniej europejskiej wynoszącej 82 euro. Kwoty wyrażono w euro nominalnych i nie skorygowano ich o różnice w krajowych kosztach budowy.

Porównanie to wskazuje jednak na istotną kwestię: wysokie nakłady same w sobie nie dowodzą, że infrastruktura jest odnawiana w zrównoważonym tempie. Ocena wyzwań związanych z odnową wymaga wyjścia poza analizę całkowitych nakładów inwestycyjnych i uwzględnienia fizycznego tempa wymiany sieci – na tym koncentruje się kolejna część.

Łączne nakłady inwestycyjne na wodę pitną i gospodarkę ściekową w przeliczeniu na mieszkańca

Nakłady inwestycyjne na mieszkańca
(EUR na mieszkańca rocznie)

- 300 i więcej
- 200 – 299
- 150 – 199
- 100 – 149
- 50 – 99
- Mniej niż 50
- Brak danych



Rysunek 1. Roczne nakłady inwestycyjne na mieszkańca w Europie dla rynków Sweco (dane dla Holandii nie zostały uwzględnione w raporcie EurEau; oszacowano je na podstawie danych przekazanych przez holenderskie przedsiębiorstwa wodociągowe)³.

23 mld EUR

to szacowana przez Komisję Europejską roczna luka inwestycyjna potrzebna do zwiększenia odporności sektora wodnego w Europie oraz wdrożenia obowiązujących przepisów UE dotyczących wody³.

“ Odkładanie inwestycji nie zmniejsza kosztów – jedynie przenosi je w przyszłość, gdzie rachunek staje się wyższy i trudniejszy do udźwignięcia.

Mattias Salomonsson, kierownik ds. badań i rozwoju w obszarze gospodarki wodno-ściekowej, Sweco

Problem stulecia: odnowa europejskich sieci wodociągowych i kanalizacyjnych

Skutki niedoinwestowania są szczególnie widoczne w sieciach dystrybucji wody. W wielu krajach tempo odnowy pozostaje znacznie niższe od poziomu niezbędnego do utrzymania stanu infrastruktury w długim okresie. Na podstawie danych EurEau (2026) dotyczących rocznych nakładów na sieci wodociągowe oraz zgłoszonej długości tych sieci Sweco przeanalizowało wynikające z nich tempo wymiany, obliczając, ile lat zajęłoby odnowienie całej sieci przy obecnym poziomie inwestycji. Wyniki przedstawione na rysunku 2 pokazują, że w kilku krajach pełna wymiana sieci zajęłaby znacznie więcej czasu niż typowy projektowany okres eksploatacji infrastruktury. Przy planowaniu degradacji aktywów często przyjmuje się, że techniczny okres

eksploatacji przewodów wodociągowych z żeliwa sferoidalnego wynosi około 100 lat. Modernizacja, na przykład poprzez relining, może potencjalnie wydłużyć ten okres o kolejne 30–50 lat. Tymczasem tempo wymiany wynikające z obecnego poziomu inwestycji w wielu krajach sugeruje, że pełne odnowienie sieci zajęłoby znacznie więcej czasu – w niektórych przypadkach nawet kilka stuleci. Wskazuje to na strukturalne niedopasowanie między tempem degradacji infrastruktury a tempem reinwestycji.

Niedopasowanie to staje się coraz większym wyzwaniem. Wilgotniejsze zimy, gorętsze lata i częstsze ekstremalne zjawiska pogodowe wpływają na wilgotność gleby, poziom wód gruntowych oraz ruchy

podłoża. Wszystkie te czynniki zwiększają ryzyko pęknięć przewodów, uszkodzeń połączeń i innych awarii sieci. W systemach wodociągowych takie uszkodzenia prowadzą do wzrostu wycieków, zwiększenia poziomu wody niedochodowej oraz zakłóceń w świadczeniu usług. W sieciach kanalizacyjnych starzejąca się infrastruktura i niedoinwestowanie przyczyniają się do infiltracji, eksfiltracji, zatorów, podtopień i zrzutów ścieków, wpływając zarówno na działanie systemu, jak i ochronę środowiska.

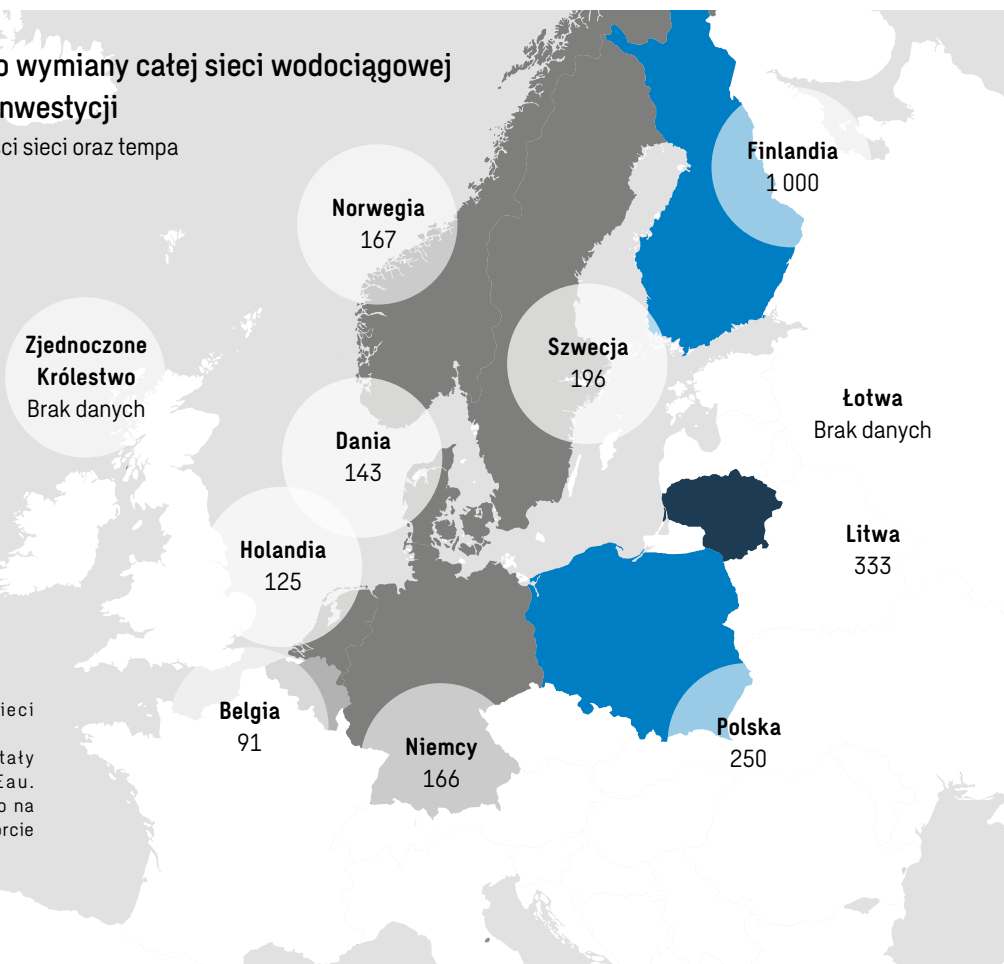
Starzenie się infrastruktury nie jest zatem wyłącznie kwestią jej wieku. Jest również skutkiem długoterminowych decyzji dotyczących utrzymania, inwestycji, warunków eksploatacji oraz akceptowanego poziomu ryzyka. Jeśli odnowa jest odkładana, degradacja przyspiesza, a odporność systemu stopniowo ustępuje miejsca jego podatności na awarie.

Niewystarczające nakłady na odnowę infrastruktury już dziś osłabiają długoterminową efektywność europejskich systemów wodociągowych i kanalizacyjnych. Gdy inwestycje są konsekwentnie kierowane przede wszystkim na pilne naprawy, spełnienie wymogów regulacyjnych i krótkoterminowe potrzeby operacyjne, starzejąca się infrastruktura niszczy się szybciej, niż jest wymieniana. W rezultacie luka odnowieniowa pogłębia się, co prowadzi do większych wycieków, infiltracji, zakłóceń w świadczeniu usług i zagrożeń środowiskowych. Ostatecznie system staje się droższy w eksploatacji i mniej odporny na przyszłe wyzwania.

Liczba lat potrzebnych do wymiany całej sieci wodociągowej przy obecnym tempie reinwestycji

Na podstawie zgłoszonej długości sieci oraz tempa reinwestycji (w latach).

- 1000 i więcej
- 500 - 999
- 200 - 499
- 100 - 199
- 50 - 99
- Mniej niż 50
- Brak danych



Rysunek 2. Okresy wymiany sieci wodociągowych w Europie Północnej³. Dane dotyczące Niemiec nie zostały uwzględnione w raporcie EurEau. Przedstawione wartości oszacowano na podstawie danych zawartych w raporcie BMgroW⁴.

Dyrektywy UE dotyczące wody

Dyrektywy UE dotyczące wody kształtują europejską infrastrukturę wodociągową i kanalizacyjną, podnosząc wymagania w zakresie oczyszczania, ograniczania wycieków, monitorowania oraz zarządzania aktywami, opierając się na ocenie ryzyka. Rosnące zainteresowanie substancjami PFAS i innymi mikrozanieczyszczeniami wiąże się z dodatkowymi wymaganiami technicznymi i finansowymi. Najnowsze inicjatywy, w tym Europejska strategia na rzecz odporności wodnej oraz Europejski Zielony Ład, łączą również infrastrukturę wodną z odpornością na zmiany klimatu, efektywnością energetyczną i ochroną środowiska.

Straty wody w Europie pokazują skalę niedoinwestowania

Woda niesprzedana (NRW, *non-revenue water*) jest powszechnie stosowanym wskaźnikiem oceny funkcjonowania systemów zaopatrzenia w wodę pitną. Dane te pokazują ilość wyprodukowanej wody, która nie generuje przychodów, wskazując zarówno skalę strat, jak i efektywność działania sieci. Przyczyną strat mogą być wycieki, niedokładności pomiarowe wodomierzy, nieuprawniony pobór wody lub zużycie wody zgodne z przeznaczeniem, lecz nieopomiarowane i nierozliczone.

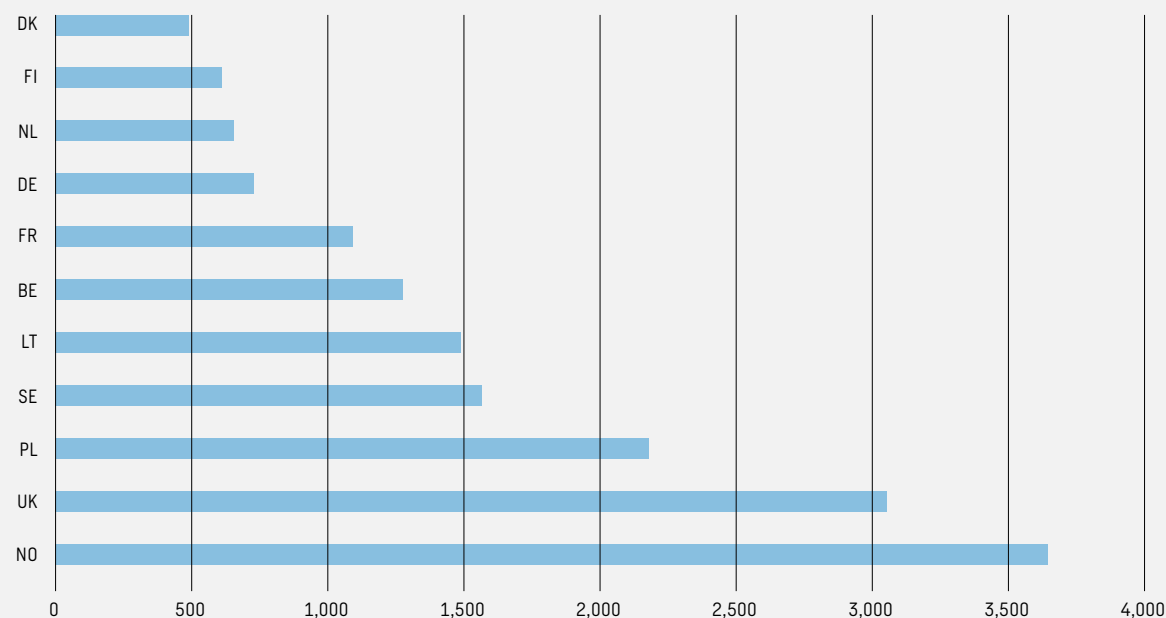
Niewystarczające inwestycje w sieci przewodów prowadzą do zwiększenia strat fizycznych. Straty te wyraża się w metrach sześciennych na kilometr sieci w ciągu roku. Różnice między poszczególnymi krajami są znaczne – w niektórych straty są kilkukrotnie wyższe niż w innych. Wskazuje to na duże zróżnicowanie stanu sieci, zarządzania ciśnieniem, rodzaju materiałów, wieku infrastruktury oraz praktyk utrzymaniowych. Wysoki poziom wycieków oznacza utratę wody, wyższe koszty operacyjne i większą presję na już ograniczone zasoby. Ograniczanie wycieków jest zatem kluczowym działaniem na rzecz poprawy zarówno efektywności, jak i odporności systemu.

Ograniczanie wycieków jest jednym z najbardziej opłacalnych sposobów wzmacniania odporności systemu. Zwykle taniej jest ograniczyć straty niż stale produkować i uzdatniać dodatkową wodę, aby je kompensować. Z tej perspektywy wyciek nie jest wyłącznie stratą techniczną – stanowi również sygnał ukrytych problemów i przeciążenia systemu.

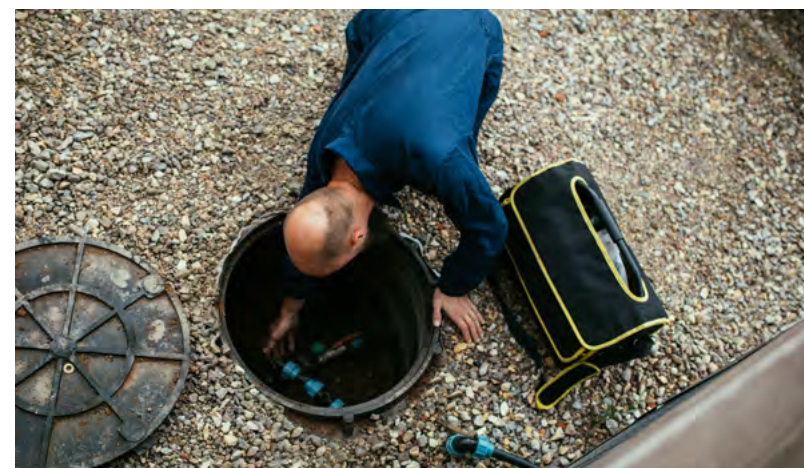
“ Mamy wybór: możemy odpowiednio wcześniej identyfikować ryzyka, przewidywać możliwy rozwój sytuacji i na tej podstawie ustalać priorytety inwestycyjne — albo czekać, aż awarie zdecydują, gdzie i w jaki sposób zostaną wydane pieniądze. Gdy inwestycje są niewystarczające, o przeznaczeniu środków decydują awarie, a nie ustalone priorytety.

Demet Antakyali, liderka zespołu w obszarze doradztwa środowiskowego, Sweco

Woda niesprzedana (NRW), m³/km/rok



Rysunek 3. Poziom wycieków w wybranych krajach europejskich, w m³/km/rok³.



Za dużo wody: wyzwanie związane z infiltracją

Ta sama logika dotyczy infrastruktury kanalizacyjnej, w której niedostateczne inwestycje są często mniej widoczne, ale równie brzemienne w skutkach. Starzejące się sieci mogą być narażone na infiltrację wód gruntowych, degradację strukturalną i zmniejszenie przepustowości hydraulicznej. Wszystkie te czynniki zwiększają ryzyko podtopień, przelewów oraz zrzutów nieoczyszczonych ścieków. W wielu krajach przelewy ścieków i podtopienia miejskie stają się coraz częstszymi symptomami infrastruktury, która nie jest już dostosowana do obecnych obciążeń, intensywności opadów ani wymogów utrzymania.

Infiltracja ma szczególne znaczenie, ponieważ powoduje zarówno koszty operacyjne, jak i środowiskowe. Nadmiar wód gruntowych przedostających się do systemów kanalizacyjnych zwiększa ilość ścieków kierowanych do oczyszczania, podnosi koszty pompowania i transportu oraz może przeciążać sieci i oczyszczalnie w okresach intensywnych opadów. Podobnie jak wycieki w systemach zaopatrzenia w wodę pitną, infiltracja jest nie tylko oznaką degradacji infrastruktury, lecz także bezpośrednią przyczyną nieefektywności i zwiększonego ryzyka środowiskowego.



Doskonalenie zarządzania aktywami: przykłady najlepszych praktyk

Modernizacja oczyszczalni ścieków w celu zapewnienia przyszłych możliwości oczyszczania: Oczyszczalnia ścieków w Spijkenisse, Holandia

Waterschap Hollandse Delta - holenderski zarząd gospodarki wodnej - wykorzystał zarządzanie cyklem życia aktywów do oceny stanu technicznego oraz przyszłych potrzeb dotyczących infrastruktury oczyszczania ścieków. Analiza wykazała, że sześć oczyszczalni ścieków w południowej części regionu wymaga modernizacji. Sweco uczestniczy w modernizacji oczyszczalni ścieków w Spijkenisse, wspierając zarówno zarządzanie projektem na poziomie programu, jak i przygotowanie technicznego projektu modernizacji.

W ramach projektu zostaną wymienione starzejące się elementy oraz odnowione kluczowe systemy, przy jednoczesnym zachowaniu tych części oczyszczalni, które nadal znajdują się w dobrym stanie. Projekt uwzględnia prognozowane przepływy ścieków na 2030 rok oraz umożliwia potencjalne przyjęcie dodatkowego dopływu z pobliskiej oczyszczalni, zwiększając tym samym przyszłą elastyczność obiektu. Projekt znajduje się obecnie w fazie realizacji i przyczyni się do poprawy niezawodności, ciągłości eksploatacji oraz długoterminowej efektywności oczyszczania ścieków w rejonie Spijkenisse.

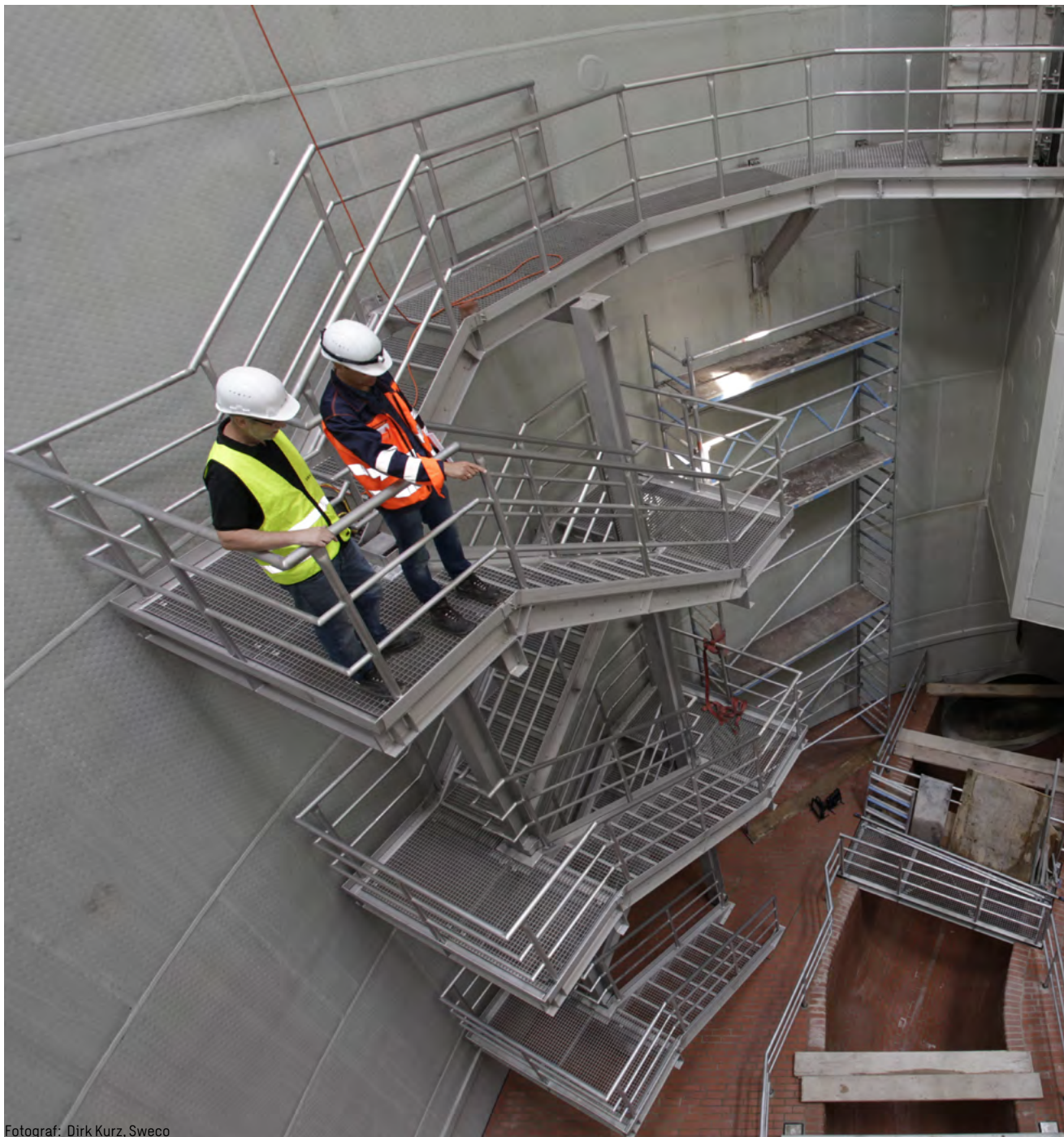


Przyszłościowa koncepcja dla oczyszczalni ścieków w Setterich, Niemcy

Oczyszczalnia ścieków w Setterich działa obecnie w pobliżu granic swojej przepustowości hydraulicznej i biologicznej, podczas gdy prognozuje się znaczny wzrost liczby ludności w przyszłości. Sweco otrzymało zlecenie na ocenę krótkoterminowych działań zwiększających przepustowość oczyszczania oraz opracowanie wariantów dostosowanych do prognozowanych ładunków dopływających ścieków z wykorzystaniem matematycznych modeli symulacji procesów. W przeciwieństwie do konwencjonalnych podejść statycznych, które zazwyczaj opierają się na średnich danych wieloletnich, modele te umożliwiają dynamiczną symulację o wysokiej rozdzielczości, a tym samym dokładniejsze odwzorowanie zachodzących procesów biologicznych. Pozwalają również na odrębną ocenę poszczególnych działań, takich jak instalacja zbiorników retencyjnych czy rozbudowa rurociągów.

Ocena różnych działań krótkoterminowych wykazała, że instalacja dodatkowych czujników oraz dostosowanie strategii sterowania mogą znacząco poprawić efektywność oczyszczania, szczególnie w zakresie radzenia sobie ze szczytowymi ładunkami amoniaku, przy jednoczesnym ograniczeniu nakładów inwestycyjnych. Ponadto model można łatwo parametryzować na podstawie prognozowanych scenariuszy dopływu ścieków. Umożliwia to podejmowanie decyzji w oparciu o model i ocenę, czy konieczna jest rozbudowa oczyszczalni, czy też skierowanie ścieków do alternatywnego obiektu.





Fotograf: Dirk Kurz, Sweco



Nowe uwarunkowania rozwoju infrastruktury wodnej

Infrastruktura wodna w Europie musi mierzyć się ze zmieniającymi się warunkami zewnętrznymi: zmianą klimatu, rozwojem miast, przemianami demograficznymi, zaostrzającymi się przepisami oraz rosnącą presją na zasoby. Czynniki te są ze sobą powiązane, przez co przewidywanie przyszłych potrzeb staje się coraz trudniejsze. W tym rozdziale omówiono, dlaczego budowanie odporności wymaga dziś odejścia od statycznych założeń projektowych na rzecz bardziej elastycznego planowania systemów.

Zmiana klimatu i odporność systemu

Infrastruktura oparta na danych historycznych jest coraz słabiej dostosowana do przyszłych realiów. Zmiana klimatu pogłębia istniejące podatności systemów zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków, wpływając zarówno na ciągłość świadczenia usług, jak i fizyczną odporność infrastruktury.

Dłuższe i częstsze okresy suszy ograniczają dostępność wody surowej do produkcji wody pitnej, a także zwiększają presję na ochronę ujęć i niezawodność dostaw. Jednocześnie wyższe temperatury i niższe przepływy w rzekach wpływają na jakość wody oraz ograniczają rozcieńczanie oczyszczonych ścieków. Intensywne opady i podnoszenie się poziomu mórz zwiększają ryzyko powodzi, przeciążenia kanalizacji oraz zrzutów z przelewów burzowych w systemach ogólnospławnych, zakłócając eksploatację i zagrażając ciągłości świadczenia usług.

Zmiana klimatu nie jest już kwestią dotyczącą wyłącznie planowania długoterminowego. Przekształca ona warunki, w jakich musi funkcjonować infrastruktura wodna, podkreślając znaczenie odporności, elastyczności i adaptacyjnego planowania.

Aby reagować na te zmieniające się warunki, przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne i właściciele infrastruktury potrzebują szerszego wachlarza możliwych kierunków działań. Mogą one obejmować dywersyfikację źródeł wody, wdrażanie alternatywnych technologii uzdatniania oraz integrowanie rozwiązań opartych na przyrodzie, takich jak retencja, infiltracja i błękitno-zielona infrastruktura. Działania te mogą zwiększyć elastyczność, ograniczyć podatność na zagrożenia oraz wspierać tworzenie bardziej adaptacyjnych i odpornych systemów wodnych, które lepiej poradzą sobie z przyszłą presją klimatyczną i środowiskową.

822 mld EUR

strat gospodarczych spowodowały w Unii Europejskiej ekstremalne zjawiska pogodowe i klimatyczne w latach 1980–2024, z czego ponad 208 mld EUR (25%) przypadło na okres 2021–2024⁶.

Zapewnienie przyszłych dostaw wody pitnej w prowincji Holandia Południowa, Holandia

Aby zabezpieczyć przyszłe dostawy wody pitnej w zachodniej części Holandii Południowej, przedsiębiorstwo wodociągowe Dunea wspólnie ze Sweco przeanalizowało nowe źródła wody surowej oraz możliwości jej uzdatniania. Uznano, że istniejące możliwości magazynowania wody w wydmach i jej naturalnego oczyszczania nie są już wystarczające, aby sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu oraz pogarszającej się jakości wody surowej.

W ramach badania oceniono rozwiązania obejmujące wykorzystanie zasolonych wód podziemnych, wody morskiej, dodatkowych ujęć wody rzecznej oraz istniejących źródeł wód powierzchniowych. Sweco ściśle współpracowało z zespołem Dunea odpowiedzialnym za zintegrowane zarządzanie projektem oraz z regionalnymi interesariuszami. Interdyscyplinarny zespół Sweco wspierał opracowanie rozwiązań technicznych, ograniczanie ryzyka, koordynację kwestii środowiskowych oraz prace projektowe. Prace pomogły przedsiębiorstwu Dunea stworzyć solidną podstawę do podejmowania decyzji dotyczących przyszłościowego systemu zaopatrzenia w wodę pitną i przyczyniły się do wyboru preferowanego rozwiązania, łączącego nowe źródło wody z filtracją membranową. Przyjęte rozwiązanie ma zwiększyć odporność, niezawodność oraz długoterminowe bezpieczeństwo dostaw dla 1,4 mln mieszkańców Holandii Południowej.

Projekt dotyczył przyszłego bezpieczeństwa dostaw wody pitnej w kontekście zmiany klimatu, zasolenia oraz obecności substancji PFAS. Stanowi on dobry przykład strategicznego planowania źródeł wody, modernizacji aktywów i systemu, a także ustalania priorytetów dla inwestycji długoterminowych.



Środki ochrony przeciwpowodziowej i przeciwoerozyjnej, Norwegia

Sweco wspiera Norweską Dyрекcję ds. Zasobów Wodnych i Energii (NVE). Projekty mają na celu ograniczenie ryzyka związanego z powodziami, erozją brzegów rzek, osuwiskami oraz innymi przemieszczeniami gruntu powodowanymi przez wodę.

W ostatnich latach Norwegia doświadczyła szeregu poważnych zjawisk pogodowych, w tym sztormu Hans w 2023 roku i sztormu Ingunn w 2024 roku. Wydarzenia te uwiarydliły rosnącą potrzebę budowania odpornej infrastruktury oraz wzmacniania krajowej gotowości do reagowania na zagrożenia związane ze zmianą klimatu.

Zakres prac obejmuje również działania adaptacyjne do zmiany klimatu, których celem jest ochrona ludzi, społeczności, mienia oraz infrastruktury krytycznej.

78 mld EUR

Szacuje się, że tyle rocznie potrzeba na inwestycje w europejską infrastrukturę wodną - obecnie jest to około 55 mld EUR rocznie.

Inwestycje te mają pomóc sprostać zmianie klimatu, niedoborom wody oraz zaostrzającym się wymaganiom środowiskowym⁵.



Efektywność energetyczna, emisyjna i zasobowa

Systemy wodne wymagają znacznych ilości energii do pompowania, uzdatniania i dystrybucji wody, dlatego mogą odpowiadać za istotną część emisji generowanych przez samorządy. Jednocześnie stanowią niewykorzystany potencjał w zakresie odzysku energii, ponownego wykorzystania składników odżywczych oraz tworzenia obiegów zasobów zgodnych z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym.

Woda i energia są ze sobą ściśle powiązane, a sposób, w jaki wzajemnie na siebie oddziałują, może decydować o tym, czy ślad węglowy rośnie, czy maleje.

Infrastruktura ściekowa może również pełnić funkcję źródła zasobów – między innymi dzięki produkcji biogazu w procesie fermentacji osadów. Pozwala to ograniczyć zarówno zużycie energii, jak i emisje.

Z punktu widzenia projektowania inżynierskiego zależność ta ma wyraźne konsekwencje praktyczne. Działania takie jak ograniczanie strat wody mogą jednocześnie zmniejszyć jej straty, ilość energii potrzebnej do pompowania oraz emisję dwutlenku węgla. Z drugiej strony technologie uzdatniania wymagające dużych ilości energii mogą

zwiększać ślad węglowy oczyszczalni, chyba że wykorzystywana energia elektryczna pochodzi z niskoemisyjnych źródeł.

Wraz z tym, jak ceny emisji w ramach unijnego systemu handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS) coraz silniej premią efektywność energetyczną i ograniczanie emisji, infrastrukturę wodną należy planować z uwzględnieniem zarówno efektywności energetycznej, jak i emisyjności. Jest to niezbędne, aby systemy te pozostały odporne i przygotowane na przyszłe wyzwania.

Modernizacja systemów napowietrzania w oczyszczalniach ścieków, Niemcy

Oczyszczalnia ścieków w Monheim obsługuje miasta Monheim am Rhein i Langenfeld, natomiast oczyszczalnia w Ratingen – miasto Ratingen oraz część Düsseldorfu. W obu obiektach stosuje się biologiczne usuwanie azotu. Dopływające ścieki pochodzą przede wszystkim z gospodarstw domowych, a udział ścieków przemysłowych jest niewielki.

Systemy napowietrzania w obu oczyszczalniach osiągnęły koniec ekonomicznego okresu eksploatacji i wymagają wymiany oraz modernizacji. Celem prac jest poprawa efektywności energetycznej, unowocześnienie biologicznych etapów oczyszczania oraz dostosowanie obu obiektów do aktualnych standardów technicznych.

Sweco otrzymało zlecenie na zaprojektowanie nowych systemów napowietrzania we wszystkich kluczowych fazach projektowych i inżynierskich. Zakres prac obejmuje:

- wymianę sprężarek powietrza,
- wykonanie wszystkich powiązanych instalacji elektrycznych,
- dostosowanie rurociągów i armatury,
- montaż nowych elementów napowietrzających,
- wybór najskuteczniejszej strategii napowietrzania na podstawie analizy kilku wariantów technicznych.

W przyszłości napowietrzanie w obu oczyszczalniach będzie sterowane zapotrzebowaniem, przy wsparciu nowoczesnych urządzeń pomiarowych i systemów monitoringu. Oczekuje się, że rozwiązanie przyniesie znaczące oszczędności energii. Równolegle z modernizacją urządzeń napowietrzających w obu obiektach przeprowadzana jest kompleksowa przebudowa procesów biologicznego oczyszczania.

W ramach dodatkowej usługi Sweco GmbH przygotowało w imieniu obu klientów wnioski o dofinansowanie w ramach niemieckiej Krajowej Inicjatywy Ochrony Klimatu (Kommunalrichtlinie), administrowanej przez Federalne Ministerstwo Gospodarki i Ochrony Klimatu.



Wyzwania przestrzenne i geopolityczne

Zagęszczanie zabudowy miejskiej zwiększa presję na istniejące systemy infrastrukturalne, które nie były projektowane z myślą o obecnej gęstości zaludnienia ani współczesnych sposobach użytkowania terenu. W miarę jak miasta stają się coraz bardziej zwarte, kurczy się przestrzeń dostępna na budowę nowych rurociągów, zbiorników retencyjnych, modernizację oczyszczalni oraz prowadzenie prac budowlanych. Sprawia to, że tradycyjna rozbudowa i odnowa infrastruktury stają się trudniejsze, bardziej uciążliwe i kosztowniejsze. Ograniczenia przestrzenne wpływają również na

sposób modernizacji, dostosowywania i zwiększania odporności infrastruktury. Na obszarach o zwartej zabudowie operatorzy sieci często muszą uwzględniać istniejące budynki, infrastrukturę podziemną, korytarze transportowe oraz inne elementy infrastruktury krytycznej. Zwiększa to złożoność techniczną, wydłuża czas realizacji inwestycji i podkreśla znaczenie współpracy między sektorami oraz różnymi dziedzinami specjalistycznymi.

Ograniczenia te sprawiają również, że kluczowe znaczenie ma

odpowiednie przygotowanie. Operatorzy infrastruktury muszą planować działania na wypadek zakłóceń występujących podczas budowy i eksploatacji, w tym przerw w dostawach energii, powodzi, skażeń oraz awarii w systemach wzajemnie ze sobą powiązanych. Rozwiązania takie jak redundancja, zapewnienie dostępu awaryjnego, tymczasowe zwiększenie przepustowości oraz alternatywne trasy dostaw mogą pomóc zagwarantować ciągłość podstawowych usług i umożliwić ich szybkie przywrócenie po wystąpieniu zakłóceń.

Modernizacja systemów zarządzania wodą i ściekami, Ukraina

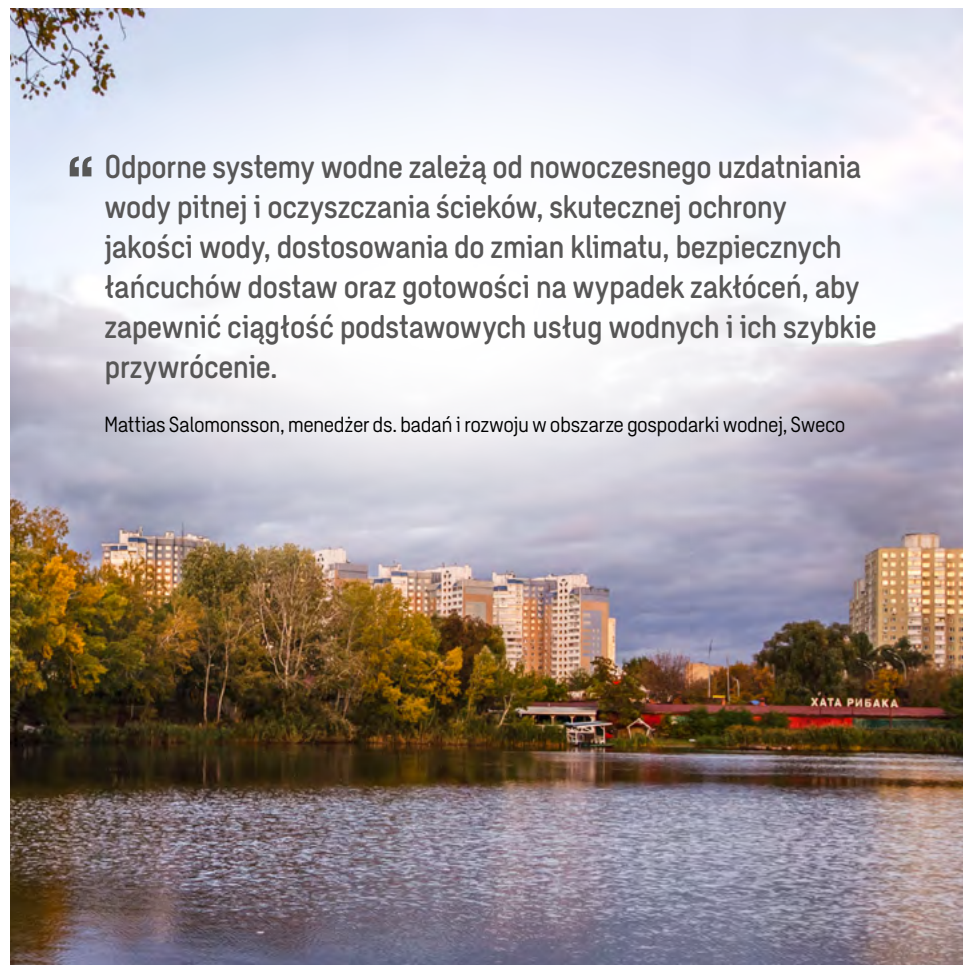
Sweco ma szerokie doświadczenie we wspieraniu ukraińskich samorządów w realizacji strategicznie ważnych projektów związanych z zaopatrzeniem w wodę i gospodarką ściekową, we współpracy z lokalnymi partnerami. Nasze usługi obejmują cały cykl życia projektu, w tym studia wykonalności, projekty wstępne i koncepcyjne oraz kompleksowe oceny aspektów technicznych, środowiskowych, społecznych, ekonomicznych i finansowych.

W ramach projektów realizowanych w Czarnomorsku, Koblewe, Dobrostawiu i Krzemieńczuku pomogliśmy określić praktyczne kierunki rozwoju, ustalić priorytety inwestycyjne oraz stworzyć solidną podstawę analityczną do podejmowania świadomych decyzji. Współpraca zespołów oraz znajomość lokalnych uwarunkowań pozwalają nam opracowywać rozwiązania solidne, odpowiednio przygotowane i możliwe do wdrożenia na każdym etapie cyklu życia projektu.

Przykładowo Sweco zostało wybrane do zaplanowania i zaprojektowania systemów zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków w Koblewe i Dobrostawiu. Ten ważny etap przygotowawczy został sfinansowany przez Szwecję za pośrednictwem Swedfund. Projekty uzyskały finansowanie inwestycyjne od Nefco i weszły w fazę realizacji, wykorzystując między innymi środki pochodzące z grantów Szwedzkiej Agencji Współpracy Międzynarodowej na rzecz Rozwoju (Sida). Nefco wybrało Sweco do wsparcia samorządów oraz ich jednostek realizujących projekty (PIU). Zakres wsparcia obejmuje pomoc w postępowaniach zakupowych, zarządzaniu kontraktami i nadzorze nad budową. Działania te pomagają zapewnić sprawną realizację inwestycji, wysoką jakość wykonania oraz płynne przekazanie obiektów do eksploatacji.

“ Odporne systemy wodne zależą od nowoczesnego uzdatniania wody pitnej i oczyszczania ścieków, skutecznej ochrony jakości wody, dostosowania do zmian klimatu, bezpiecznych łańcuchów dostaw oraz gotowości na wypadek zakłóceń, aby zapewnić ciągłość podstawowych usług wodnych i ich szybkie przywrócenie.

Mattias Salomonsson, menedżer ds. badań i rozwoju w obszarze gospodarki wodnej, Sweco



Od kanału ściekowego do rzeki płynącej w naturalny sposób: budowa nowego kolektora ściekowego Emscher w Niemczech

Od początku rozwoju przemysłowego Zagłębia Ruhry rzeka Emscher była konsekwentnie wykorzystywana do odprowadzania ścieków. Po znacznym ograniczeniu działalności górniczej w regionie zaplanowano przywrócenie rzece naturalnego charakteru i swobodnego przepływu. Kluczowym elementem tego przedsięwzięcia jest kolektor ściekowy Emscher – podziemny kanał należący do związku wodnego Emschergerossenschaft, o długości około 51 km, który został oddany do użytkowania w 2021 roku.

Wymagające warunki geologiczne i aktywna ochrona antykorozyjna

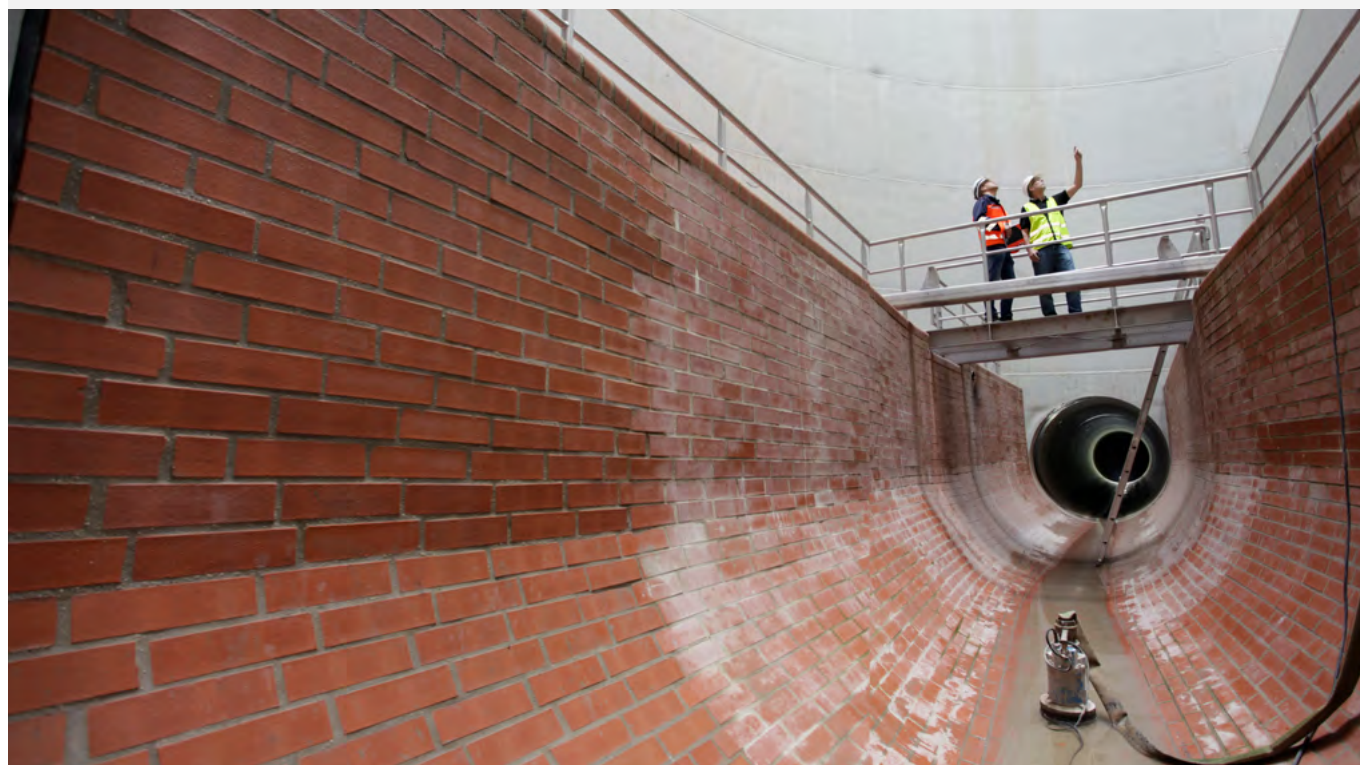
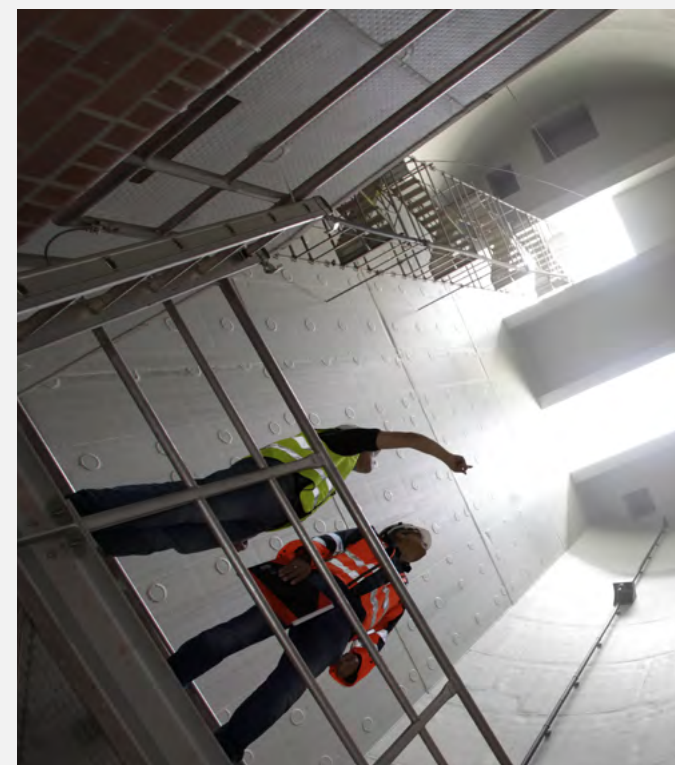
Złożone warunki geologiczne, związane z warstwą graniczną margli emszerskich, a także przebieg trasy głównie przez zurbanizowany obszar aglomeracji miejskiej wymagały intensywnych konsultacji i szczegółowych prac projektowych. W ramach inwestycji zastosowano również innowacyjne materiały, które w połączeniu z aktywną wentylacją obiektu ograniczyły podwyższone ryzyko korozji.

Zakres usług Sweco: optymalizacja planowania, projektowanie i przygotowanie dokumentacji przetargowej, rozwiązania technologiczne, zarządzanie budową oraz nadzór budowlany.

Fotograf: Dirk Kurz, Sweco



Źródło: AdobeStock



Nowe wymagania w zakresie ochrony zasobów

Od infrastruktury wodnej coraz częściej oczekuje się czegoś więcej niż tylko zbierania, oczyszczania i transportu wody oraz ścieków. Nowe wymagania regulacyjne, środowiskowe i społeczne nakładają na przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne dodatkowe obowiązki, zwłaszcza w zakresie jakości wody, obiegu zamkniętego i efektywnego wykorzystania zasobów.

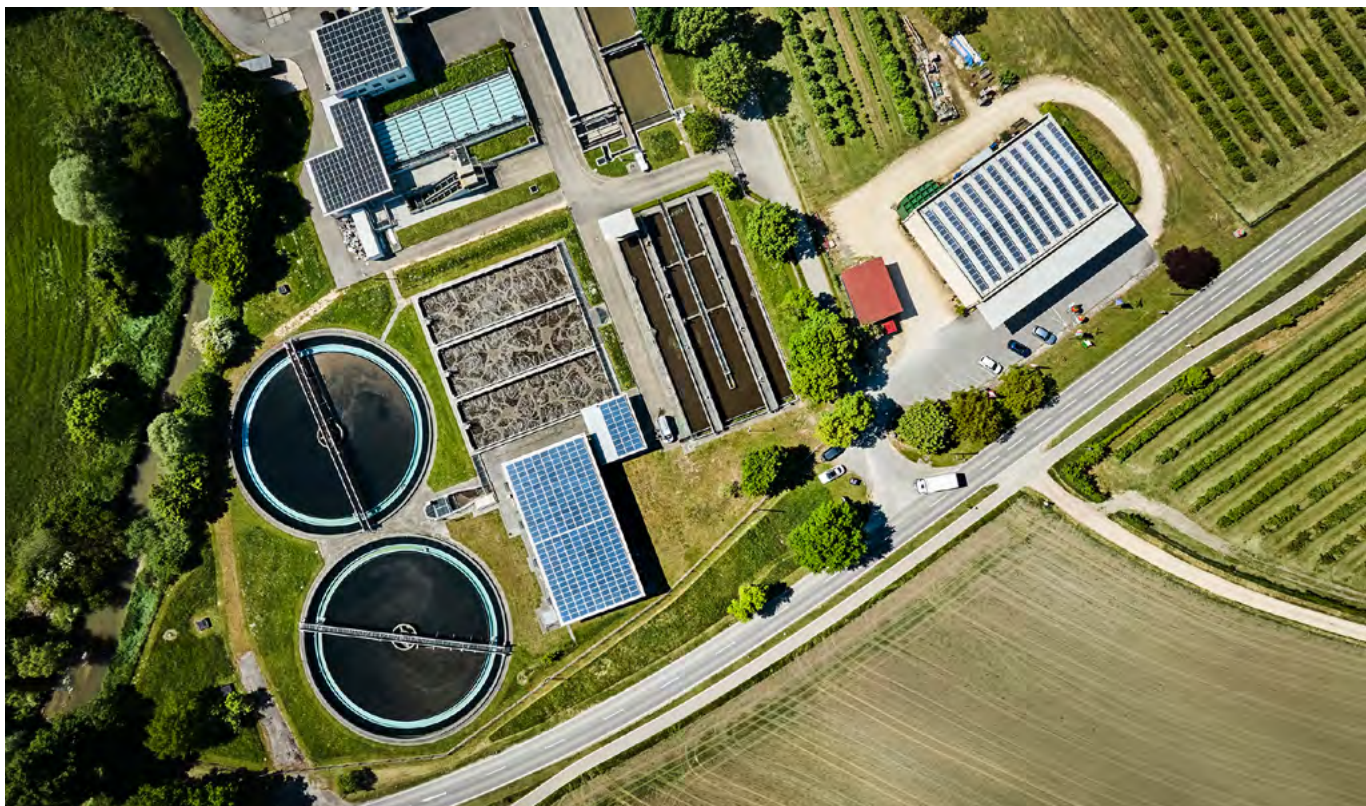
Jednym z najważniejszych wyzwań jest rosnąca potrzeba ograniczenia obecności mikrozanieczyszczeń i innych nowo pojawiających się zanieczyszczeń. Substancje takie jak farmaceutyki, hormony, chemikalia przemysłowe i pestycydy mogą występować w bardzo niskich stężeniach, a mimo to stwarzać zagrożenie dla ekosystemów, a w niektórych przypadkach także dla zdrowia ludzi. Szczególnie

trudną grupę stanowią substancje PFAS, ponieważ są trwałe, mobilne i trudne do usunięcia za pomocą konwencjonalnych procesów oczyszczania. Wraz ze wzrostem świadomości i zaostrzaniem przepisów przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne znajdują się pod coraz większą presją, aby poprawiać monitoring, skuteczność oczyszczania oraz kontrolę źródeł zanieczyszczeń.

Rośnie również zapotrzebowanie na ponowne wykorzystanie i recykling wody, szczególnie w regionach zmagających się z niedoborem wody, ryzykiem suszy lub konkurencyjnym zapotrzebowaniem na zasoby wód słodkich. Ponowne wykorzystanie wody może pomóc zmniejszyć presję na źródła wody pitnej i zwiększyć odporność systemu, wymaga jednak wysokich i niezawodnych standardów oczyszczania, szerokiej

akceptacji społecznej oraz starannego zarządzania ryzykiem zdrowotnym i środowiskowym. W wielu przypadkach wiąże się to także z koniecznością budowy oddzielnych systemów dystrybucji, zastosowania zaawansowanego monitoringu oraz opracowania bardziej przejrzystych zasad zapewniania jakości.

Łącznie zmiany te oznaczają, że przyszła infrastruktura wodna musi być projektowana nie tylko z myślą o ilości i przepustowości, lecz także o jakości, gospodarce o obiegu zamkniętym i zdolności do dostosowywania się do zmieniających się warunków. Spełnienie tych nowych wymagań będzie kluczowym elementem szerszej transformacji — od tradycyjnego odnawiania infrastruktury do kompleksowej transformacji całego systemu.



Modernizacja oczyszczalni ścieków w celu zwiększenia jej przepustowości, Holandia

Zarząd gospodarki wodnej Zuiderzeeland przygotowuje zakrojoną na szeroką skalę rozbudowę i modernizację oczyszczalni ścieków w Almere. Jest to największy tego typu obiekt w prowincji Flevoland. Budowa rozpoczęła się w 2025 roku i ma zostać ukończona na początku 2027 roku. Oczyszczalnia będzie działać przez cały okres realizacji prac.

Rozbudowa wynika z dalszego rozwoju Almere, który powoduje wzrost ilości ścieków. Modernizacja zwiększy przepustowość oczyszczalni o około 30%, umożliwiając podłączenie do sieci kanalizacyjnej około 40 000 dodatkowych gospodarstw domowych.

Kluczowe elementy projektu obejmują nowy osadnik wstępny z instalacją oczyszczania powietrza z odorów, zastosowanie węgla aktywnego w proszku do usuwania pozostałości farmaceutyków i innych mikrozanieczyszczeń, drugą instalację fermentacji osadów Ephyra® do produkcji biogazu oraz trzecią wirówkę do dalszego odwadniania osadów.

Dzięki tym działaniom obiekt zostanie przekształcony w instalację odzysku energii i zasobów. Fermentacja osadów w możliwie największym zakresie pozwoli na produkcję i uzdatnianie biogazu, a następnie wprowadzanie go do sieci gazowej. Pozwoli to odzyskiwać energię z osadów, ponownie wykorzystywać materiały oraz znacząco ograniczyć emisję CO₂ przez oczyszczalnię.

Sweco opracowało projekty oraz dokumentację przetargową dotyczącą zwiększenia przepustowości i przebudowy systemu. Projekt ma wysoce interdyscyplinarny charakter, a jego centralnymi tematami są energia i zrównoważony rozwój.





Transformacja systemu, a nie tylko jego odnowa

Przedsiębiorstwa użyteczności publicznej muszą rozważyć, jak infrastruktura może funkcjonować w inny sposób - poprzez planowanie adaptacyjne, rozwiązania systemowe i narzędzia cyfrowe, które poprawiają efektywność, odporność oraz wykorzystanie zasobów.

Holistyczne, oparte na analizie ryzyka podejście do planowania adaptacyjnego

Nowoczesne modele zarządzania majątkiem koncentrują się na tworzeniu długoterminowej wartości, a nie na krótkoterminowej minimalizacji kosztów. W praktyce oznacza to zarządzanie infrastrukturą jako częścią szerszego systemu, w którym wydajność techniczna, świadczenie usług i planowanie finansowe są ze sobą spójne w całym cyklu życia majątku.

Odnowa infrastruktury na podstawie jej wieku oraz statyczne modele „migawkowe” są coraz częściej zastępowane przez podejście oparte na planowaniu adaptacyjnym. Zmiany klimatu, zmieniające się wymogi regulacyjne, rozwój miast, zmiany demograficzne i presja na zasoby wpływają na to, jakie zadania będą musiały realizować przyszłe systemy. Dlatego decyzje inwestycyjne powinny uwzględniać nie tylko stan techniczny danego elementu infrastruktury, lecz także

jego wydajność, rolę w systemie oraz zdolność do zaspokajania przyszłych potrzeb.

Wymaga to bardziej kompleksowego i adaptacyjnego podejścia. Zamiast zastępować istniejące elementy infrastruktury rozwiązaniami tego samego rodzaju, przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne powinny oceniać, które działania w dłuższej perspektywie zapewnią największą ogólną wartość i najmniejsze ryzyko. Dane eksploatacyjne mogą wspierać tę zmianę, pokazując, gdzie interwencja jest rzeczywiście potrzebna, a gdzie systemy nadal działają prawidłowo. Celem jest przejście od reaktywnej odnowy infrastruktury do strategicznego planowania opartego na ryzyku, które pozwoli utrzymać infrastrukturę wodną w stanie odpowiadającym zmieniającym się warunkom w przyszłości.

Planowanie adaptacyjne opiera się na zarządzaniu w całym cyklu życia oraz podejmowaniu decyzji w oparciu o ryzyko, a także uwzględnia wiele przyszłych scenariuszy i ścieżek inwestycyjnych. W całym cyklu życia predykcyjne utrzymanie oraz zarządzanie majątkiem w ujęciu portfelowym umożliwiają ciągłą optymalizację wydajności poprzez porównywanie podobnych elementów infrastruktury, identyfikowanie obszarów gorszego funkcjonowania i ukierunkowywanie działań. W wielu przypadkach istniejące dane eksploatacyjne, takie jak czas pracy pomp czy parametry dotyczące dopływu do oczyszczalni i jakości ścieków, już zapewniają wystarczającą podstawę do zastosowania bardziej proaktywnego podejścia.

Identyfikacja ryzyk systemowych i zarządzanie nimi dzięki zintegrowanemu modelowaniu: Strategia gospodarowania ściekami na Jersey, Wyspy Normandzkie

Sweco wspiera rząd Jersey w opracowywaniu i utrzymywaniu Strategii gospodarowania ściekami. Korzystając ze zintegrowanego modelu infrastruktury kanalizacyjnej i systemów wód opadowych, opartego na analizie ryzyka, Sweco pomogło zidentyfikować ryzyka operacyjne, środowiskowe i związane z przepustowością. Model wspiera również długoterminowe planowanie w zakresie rozwoju, zmian klimatu, kontroli zanieczyszczeń i ochrony zdrowia publicznego.

Model stał się głównym cyfrowym narzędziem Jersey służącym do oceny potrzeb infrastrukturalnych i skutków zmian klimatu oraz wspierania decyzji inwestycyjnych. Pomógł zoptymalizować kluczowe modernizacje infrastruktury, ograniczyć ryzyko przelewów oraz wykazać możliwość zmniejszenia o 90% ilości nieoczyszczonych ścieków odprowadzanych do zatoki St Aubin's Bay.

Wraz ze wzrostem presji związanej z rozwojem oraz zmianami klimatu model nadal wspiera zintegrowane planowanie w zakresie systemów kanalizacyjnych, wód opadowych i systemów zależnych od pływów. Umożliwia tym samym podejmowanie odpornych i opartych na danych decyzji.

Najważniejsze rezultaty

- Identyfikacja ryzyk systemowych w sieciach kanalizacyjnych i systemach odprowadzania wód opadowych.
- Wykazanie za pomocą modelowania możliwości ograniczenia o 90% zrzutów nieoczyszczonych ścieków do zatoki St Aubin's Bay.
- Ciągłe wykorzystywanie cyfrowego narzędzia wspierającego podejmowanie decyzji przez ponad 15 lat.
- Zwiększenie odporności na zmiany klimatu dzięki zintegrowanej ocenie opadów, pływów i rozwoju.
- Wsparcie realizacji planów budowy 8 000 nowych domów przy jednoczesnej ochronie środowiska i zdrowia publicznego.
- Stworzenie podstaw formalnego Planu zarządzania wodami opadowymi.



Nie zawsze istnieje jedno rozwiązanie

Wymiana aktywów jeden do jednego rzadko jest wystarczająca. W wielu przypadkach przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjne powinny wyjść poza tradycyjne odtwarzanie infrastruktury i rozważyć rozwiązania systemowe, takie jak zdecentralizowane oczyszczanie, rozwiązania oparte na przyrodzie oraz bardziej elastyczne projektowanie sieci.

Większość systemów wodnych nadal funkcjonuje w modelu scentralizowanym: woda lub ścieki są zbierane, transportowane do centralnego punktu, oczyszczane w dużych obiektach, a następnie dystrybuowane lub odprowadzane. Takie podejście

może być efektywne, zwłaszcza w przypadku gęstych sieci, gdzie koszt jednostkowy uzdatniania wody lub oczyszczania ścieków może być niższy. Planowanie adaptacyjne coraz wyraźniej pokazuje jednak wartość rozwiązań dostosowanych do konkretnych warunków, które uzupełniają konwencjonalną infrastrukturę.

Zdecentralizowane oczyszczanie

Zdecentralizowane oczyszczanie jest jedną z takich alternatyw. Oczyszczanie wody lub ścieków bliżej źródła ich powstawania może ograniczyć potrzebę transportu i umożliwia lepsze dostosowanie procesu oczyszczania do lokalnych warunków oraz ładunku

zanieczyszczeń. Wyraźnym przykładem jest zdecentralizowane oczyszczanie ścieków w szpitalach, gdzie określone mikrozanieczyszczenia oraz zagrożenia związane z opornością na środki przeciwdrobnoustrojowe mogą być eliminowane bezpośrednio u źródła, zanim przedostaną się do szerszego systemu wodnego. Rozwiązania zdecentralizowane mogą również wspierać odzysk zasobów, na przykład umożliwiając odzyskiwanie fosforu, azotu lub energii ze skoncentrowanych strumieni.

Rozwiązania oparte na przyrodzie

Podejścia te wykorzystują naturalne procesy i funkcje ekosystemów do wspierania oczyszczania wody, gospodarowania wodami opadowymi, infiltracji oraz kontroli zanieczyszczeń. W porównaniu z konwencjonalną infrastrukturą, która często jest energochłonna i wymaga intensywnego utrzymania, rozwiązania oparte na przyrodzie mogą ograniczyć zapotrzebowanie na infrastrukturę, zmniejszyć zużycie energii oraz zapewnić dodatkowe korzyści, takie jak poprawa retencji wody, wspieranie bioróżnorodności i zwiększenie odporności na zmiany klimatu.

Rozwiązania oparte na przyrodzie nie zawsze mogą bezpośrednio zastąpić konwencjonalną infrastrukturę, a ich zastosowanie techniczne jest w niektórych warunkach ograniczone. W połączeniu z systemami konwencjonalnymi mogą jednak obniżyć koszty, zmniejszyć wymagania eksploatacyjne i poprawić zdolność dostosowywania się do zmieniających się warunków.

W praktyce nie ma powodu, aby na obszarach miejskich nie łączyć rozwiązań scentralizowanych i zdecentralizowanych ani podejść konwencjonalnych i opartych na przyrodzie w ramach systemów hybrydowych. Wyboru rozwiązania nie należy opierać wyłącznie na prostym porównaniu nakładów inwestycyjnych i kosztów operacyjnych (CAPEX–OPEX), lecz na szerszej ocenie opartej na analizie ryzyka, uwzględniającej efektywność, odporność, warunki lokalne i wartość w długim okresie.

Badanie przyszłości zdecentralizowanego oczyszczania ścieków, Szwecja

Sweco wsparło Vivab (Vatten och Miljö i Väst AB) w analizie przyszłości oczyszczalni ścieków w Okome i Köinge w perspektywie 50 lat. Badanie koncentrowało się na rozwiązaniu zdecentralizowanym, w którym oba obiekty nadal obsługiwałyby odpowiadające im zlewnie, zamiast zostać zastąpione w pełni scentralizowanym systemem. Podejście to oceniono również w odniesieniu do wariantu obejmującego rurociąg przesyłowy i wspólną oczyszczalnię w Köinge. Wybrano układ zdecentralizowany ze względu na konieczność odnowy obu oczyszczalni przy jednoczesnym utrzymaniu oczyszczania ścieków blisko źródła ich powstawania.

W czasie przeprowadzania badania oczyszczalnia w Okome wykorzystywała stawy biologiczne i dozowanie wapna, natomiast oczyszczalnia w Köinge opierała się na tymczasowym stopniu biologicznym i miała problemy ze starzejącą się infrastrukturą. Sweco porównało warianty technologiczne dla każdej z oczyszczalni, uwzględniając warunki lokalizacyjne, odbiorniki ścieków oraz przyszłe wymagania dotyczące odprowadzanych ścieków. Wyniki zapewniły Vivab jasne podstawy do wyboru długoterminowego rozwiązania, które jest solidne technicznie, opłacalne i dostosowane do struktury zdecentralizowanej.



“ Planowanie adaptacyjne oznacza inne podejście do myślenia — decentralizacja może być jego elementem. Oczyszczanie zanieczyszczeń u źródła, na przykład w szpitalach lub zakładach przemysłowych, może poprawić kontrolę nad nimi, zapobiegać ich rozprzestrzenianiu się i zwiększyć efektywność oczyszczania.

Mark Narbrough, dyrektor techniczny w jednostce biznesowej Sweco ds. zarządzania aktywami

Nie obędzie się bez narzędzi cyfrowych

Transformacja sektora wodnego nie może zależeć tylko od odnowy infrastruktury. Zależy też od narzędzi cyfrowych, które pomagają lepiej korzystać z istniejących aktywów. Pytanie nie brzmi już, czy wdrażać cyfryzację, lecz jak zrobić to tak, by odpowiadała na rzeczywiste potrzeby operacyjne.

W przeciwieństwie do zwykłych wdrożeń IT cyfryzacja w sektorze wodno-kanalizacyjnym musi uwzględniać faktyczne działanie procesów oczyszczania: sposób, w jaki napowietrzanie reaguje na zmiany ładunku dopływających zanieczyszczeń, jak wymagania

określone w pozwoleniu wskazują parametry, które trzeba kontrolować oraz jak dane z systemów takich jak SCADA, wyniki badań laboratoryjnych i dzienniki pracy są łączone w informacje pomocne operatorom w podejmowaniu decyzji.

Dobrze zaprojektowane narzędzia cyfrowe nie zastępują wiedzy operacyjnej, lecz ją wzmacniają, pomagając pracownikom działać szybciej, pewniej i na podstawie lepszych informacji.

+30 300

oczyszczalni ścieków komunalnych w UE⁷
stanowi ogromną szansę na cyfrową optymalizację,
monitoring i automatyzację.

Monitorowanie zużycia energii przez przepompownie na podstawie danych z wykorzystaniem platformy Smart Water Home, Szwecja

Gmina Värnamo wdrożyła platformę Smart Water Home firmy Sweco, aby stale monitorować działanie przepompowni na podstawie danych. Platforma łączy dane o pracy urządzeń, przepływie, poziomie wody i zużyciu energii z danymi od dostawców energii. Na tej podstawie oblicza kluczowe wskaźniki, takie jak kWh/m³.

W przypadku przepompowni bez przepływomierzy opracowano innowacyjny wskaźnik zastępczy: kWh na metr wysokości podnoszenia na dobę. Umożliwia on porównywanie wydajności wszystkich obiektów. W połączeniu z kilkuletnimi danymi historycznymi rozwiązanie pozwala wykrywać anomalie i analizować długoterminowe trendy. Dzięki temu wykryto już kilka przepompowni o znacznie niższej efektywności energetycznej niż podobne obiekty. Umożliwiło to zaplanowanie ukierunkowanych prac utrzymaniowych i ustalenie priorytetów inwestycyjnych. Rozwiązanie wspiera także wymagania związane ze sprawozdawczością środowiskową.

Sweco stosuje powszechnie uznany standard ISO 27001, który opisuje sposób tworzenia systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji (ISMS). Jego celem jest zapewnienie poufności, integralności i dostępności informacji w całej organizacji. Standard obejmuje nie tylko informacje cyfrowe, lecz także dostęp fizyczny do budynków, ocenę ryzyka, zarządzanie dostawcami i rolami oraz ciągłość działania.



Jednym z głównych czynników tej zmiany są lepsze dane dostępne niemal w czasie rzeczywistym. Wodociągi mają już doświadczenie w korzystaniu z czujników i systemów operacyjnych, ale przestarzała infrastruktura, niska jakość danych i starzejące się sieci wciąż są dużymi przeszkodami. Jednocześnie sektor traci praktyczną wiedzę wraz z przechodzeniem doświadczonych pracowników na emeryturę. Dlatego cyfrowe zarządzanie majątkiem zyskuje na znaczeniu – nie tylko pomaga dziś monitorować aktywa, lecz także przewidywać ich przyszłe potrzeby.

Cyfrowe bliźniaki i sztuczna inteligencja mogą wspierać tę zmianę, zapewniając lepszy wgląd w procesy, prognozując ryzyko, wykrywając anomalie oraz umożliwiając wcześniejsze planowanie utrzymania i inwestycji. Narzędzia te wymagają jednak sprawnych czujników, regularnej kalibracji, sprawdzonych procesów przetwarzania danych i dużej wiedzy branżowej, aby nie generować mylących wyników.

Cyberbezpieczeństwo: warunek cyfryzacji sektora wodnego

Cyberbezpieczeństwo jest warunkiem cyfrowej transformacji. W miarę łączenia starszych systemów, technologii operacyjnych i nowych rozwiązań cyfrowych przedsiębiorstwa wodociągowe muszą chronić ciągłość usług, a jednocześnie umożliwiać rozwój i wdrażanie innowacji. Jest to szczególnie ważne przy coraz bardziej rygorystycznych przepisach oraz rosnącym wykorzystaniu sztucznej inteligencji i urządzeń podłączonych do sieci.

Cyfryzacja ma jednak także własny wpływ na zużycie zasobów: sztuczna inteligencja i centra danych wymagają dużych ilości energii i wody. W regionach zagrożonych niedoborem wody tworzy to paradoks, który pokazuje, jak ważna jest efektywna, przejrzysta i dobrze zaplanowana cyfryzacja. Właściwie wykorzystane narzędzia cyfrowe mogą zwiększyć odporność, efektywność wykorzystania zasobów i jakość decyzji. Jest to możliwe tylko wtedy, gdy opierają się na

5,5 TWh/rok

Poprawa efektywności europejskich oczyszczalni ścieków mogłaby przynieść ponad 5,5 TWh oszczędności energii elektrycznej rocznie⁸ – to mniej więcej tyle, ile w ciągu roku zużywa milion szwedzkich gospodarstw domowych.

Cyfrowy monitoring, sterowanie procesami i ich optymalizacja mogą pomóc wykorzystać ten potencjał.

wiarygodnych danych, bezpiecznych systemach i dobrej znajomości realiów pracy sektora.



Bezpieczeństwo powodziowe w złożonych warunkach, Holandia

Projekt Zuidelijke Waaldijk Oost obejmuje wzmocnienie 35,5 km wałów przeciwpowodziowych wzdłuż rzeki Waal i odgrywa kluczową rolę w zwiększaniu odporności regionu na powódzie. Szczególne znaczenie projektu wynika z jego złożonego otoczenia, w którym działania mające na celu ochronę przeciwpowodziową muszą być starannie wyważone w odniesieniu do obszarów chronionych Natura 2000, wartości dziedzictwa kulturowego oraz interesów okolicznych mieszkańców. Sweco zostało wybrane przez Waterboard Rivierenland, regionalny holenderski urząd gospodarki wodnej, do wsparcia fazy rozpoznawczej projektu.

Sweco zapewni zintegrowane usługi doradcze i inżynierskie, w tym oceny bezpieczeństwa i opracowanie rozwiązań projektowych. Wsparciem będą zaawansowane narzędzia cyfrowe oraz inspekcje z wykorzystaniem dronów, które pozwolą poprawić jakość danych i bezpieczeństwo.

Celem jest stworzenie rozwiązania odpornego na przyszłe wyzwania i zmiany klimatu.



Zarządzanie wodą oparte na danych, Belgia

Decyzja dotycząca poziomu wód (*peilbesluit*) służy określaniu prawnie wiążących zasad dotyczących poziomów wód powierzchniowych na konkretnych obszarach. Ustalane poziomy są wyraźnie oparte na wynikach pomiarów prowadzonych na danym terenie i podlegają stałemu monitoringowi. Dzięki temu zarządcy wód mogą dostosowywać sposób gospodarowania wodą do określonych celów.

W ramach projektu „Renaturyzacja hydrologiczna doliny Kleine Nete w rejonie De Zegge i Olens Broek” Sweco wspiera prowincję Antwerpia oraz Flamandzką Agencję Środowiska (VMM) – pełniąc funkcję zarządców wód – w przygotowaniu dokumentu wstępnego, projektu decyzji dotyczącej poziomu wód oraz towarzyszącego raportu oceny oddziaływania na środowisko dla planu (plan-MER) dla obszaru priorytetowego De Zegge.

Decyzja uwzględni potrzeby ochrony przyrody, rolnictwa i bezpieczeństwa, a także pomoże rozwiązać problem niezatwierdzonych pomp odwadniających działających na obszarze polderu. Przyjęte rozwiązania mają na celu dłuższe zatrzymywanie wody, ograniczenie ryzyka suszy i powodzi oraz wsparcie odbudowy ekosystemów. Jednocześnie zapewnią użytkownikom gruntów i zarządcom wód jasność prawną oraz większą przewidywalność działań.

Prace nad dokumentem wstępnym zostały już zakończone, a obecnie trwają prace nad projektem decyzji⁹.



Projektowanie systemów wodnych z myślą o odporności

Odporność wymaga zmiany podejścia do planowania, projektowania i zarządzania infrastrukturą wodną. Zamiast jedynie wymieniać starzejące się elementy infrastruktury, przedsiębiorstwa wodociągowe powinny analizować, w jaki sposób całe systemy mogą wytrzymać zakłócenia, dostosowywać się do zmieniających się warunków i zapewniać ciągłość kluczowych usług w dłuższej perspektywie.

Podsumowanie: potrzeba zmiany logiki inwestowania

Jeśli obecne tempo odnowy sieci się nie zmieni, wiele z nich będzie nadal starzeć się szybciej, niż są wymieniane. Z czasem wzrośnie udział urządzeń używanych dłużej, niż zakładano, a pole do elastycznego działania się zmniejszy. W efekcie sektor wod.-kan. wyda więcej na usuwanie awarii, a mniej osiągnie w zakresie trwałej odporności.

Sprostanie temu wyzwaniu wymaga zmiany sposobu planowania wydatków. Zamiast skupiać się tylko na pilnych naprawach, przy podejmowaniu decyzji trzeba brać pod uwagę sprawność w całym okresie użytkowania, ciągłość usług oraz ryzyko dla całego systemu. Kolejność odnowy trzeba ustalać nie tylko na podstawie wieku danego obiektu, lecz także jego roli, skutków awarii, stanu oraz miejsca w całej sieci.

Dlaczego już teraz kluczowe są lepiej zaprojektowane systemy wodne

Europie potrzebne są nie tylko większe inwestycje w infrastrukturę wodną. Potrzebne są także inwestycje lepiej zaplanowane w czasie, lepiej ukierunkowane i lepiej zaprojektowane.

W całej Europie systemy wodociągowe i kanalizacyjne znajdują się pod coraz większą presją. Sieci starzeją się, rosną zaległości w ich odnowie, a zagrożenia związane ze zmianami klimatu nasilają się. Jednocześnie od samorządów i przedsiębiorstw wodociągowo-

kanalizacyjnych oczekuje się zapewnienia niezawodnych usług, spełnienia coraz bardziej rygorystycznych wymagań środowiskowych oraz utrzymania kosztów na przystępnym poziomie.

To już nie jest tylko wyzwanie związane z infrastrukturą. To także wyzwanie dotyczące zarządzania, finansowania i właściwego planowania w czasie.

Przygotowanie systemów wodnych na większą niepewność

Odpornego systemu wodnego nie da się zbudować według dawnego sposobu planowania. Duża część europejskiej infrastruktury powstała z myślą o dość statycznych warunkach: przewidywalnym zapotrzebowaniu, znanych wymogach prawnych oraz wzorcach klimatu, które można było przyjąć jako podstawę projektu technicznego. Te warunki już nie istnieją.

Dziś systemy wodne muszą działać w warunkach większej niepewności — od susz, powodzi i nagłych, silnych opadów po zmienne ceny energii, zmiany liczby ludności, ostrzejsze przepisy oraz rosnące oczekiwania wobec gospodarki o obiegu zamkniętym i zrównoważonego rozwoju. W tej sytuacji odporność nie polega tylko na wydłużeniu okresu użytkowania istniejących elementów infrastruktury. Wymaga innego podejścia do projektowania systemów wodnych już na samym początku.

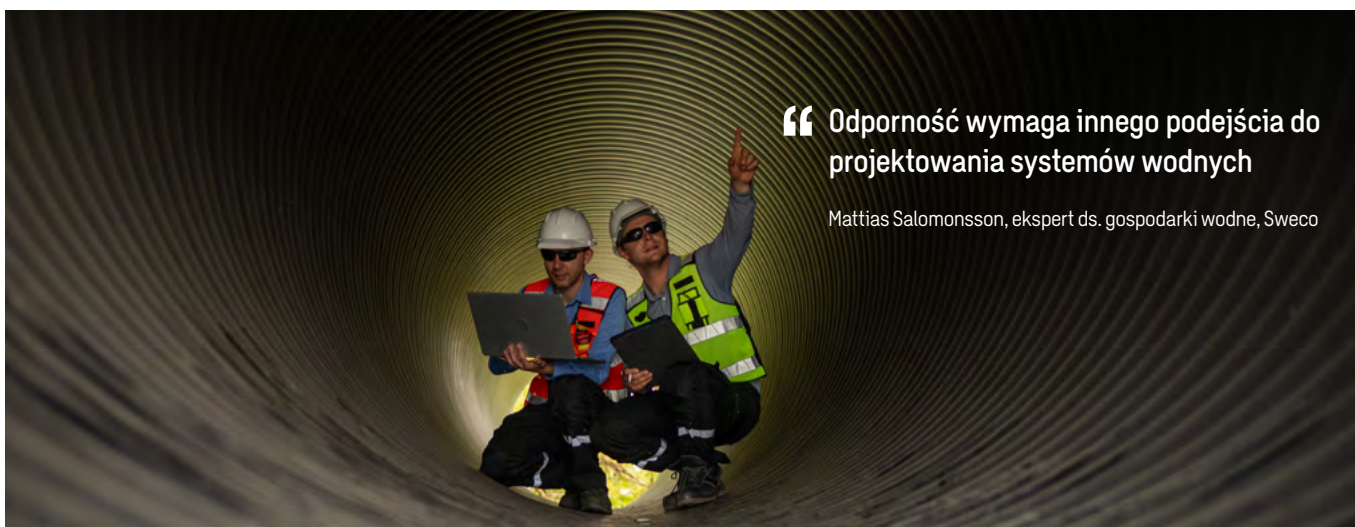
Dla Sweco ten nowy kontekst można opisać za pomocą czterech zmian, które kształtują przyszłość systemów wodnych:

- **od odnowy do odporności**
nie tylko wymiana starzejących się elementów infrastruktury, lecz także zwiększanie zdolności systemu do przetrwania zakłóceń, dostosowania się do nich i powrotu do sprawnego działania;
- **od pojedynczych elementów do całych systemów**
nie tylko optymalizacja poszczególnych rur, pomp czy oczyszczalni, lecz także zrozumienie, jak współdziałają one w całym obiegu wody i środowisku miejskim;
- **od statycznych rozwiązań do rozwiązań adaptacyjnych**
nie tylko budowanie na podstawie jednej prognozy, lecz także tworzenie elastycznych planów inwestycji, które można dostosować do niepewnych warunków w przyszłości;
- **od danych do cyfryzacji i sztucznej inteligencji dla lepszych decyzji — z wbudowanym cyberbezpieczeństwem**
nie tylko gromadzenie informacji, lecz także korzystanie z narzędzi cyfrowych, analiz i AI, aby lepiej ustalać terminy, priorytety i wyniki działań, a jednocześnie chronić kluczową infrastrukturę przed cyberzagrożeniami.

Te cztery zmiany na nowo definiują znaczenie mądrzejszych inwestycji. Przenoszą uwagę z wymiany zużytych elementów na budowanie systemów trwałych, elastycznych i dostosowanych do bardziej niepewnej przyszłości.

“ Odporność wymaga innego podejścia do projektowania systemów wodnych

Mattias Salomonsson, ekspert ds. gospodarki wodne, Sweco



Siedem działań na rzecz mądrzejszych i lepiej zaplanowanych w czasie inwestycji w systemy wodne

Cztery zmiany wyznaczają kierunek. Te siedem działań przekłada go na praktyczne kroki służące budowaniu bardziej odpornych systemów wodnych.

1 Przestańmy wymieniać - zaczniemy przewidywać

Przez lata decyzje o inwestycjach w wodociągi opierały się na prostym schemacie: naprawiać to, co się zepsuło, wymieniać to, co jest stare, i spełniać nowe wymogi prawa. Dziś to już nie wystarcza.

Podejście oparte na odporności zaczyna się od szerszego pytania: które działania dadzą systemowi i ludziom największą korzyść w długim czasie?

Nie chodzi już tylko o wymianę starych urządzeń i sieci. Przy ustalaniu ważności inwestycji trzeba brać pod uwagę ich stan, znaczenie dla całej sieci, skutki awarii, wpływ zmian klimatu oraz to, jaką rolę pełnią w systemie. Starszy sprzęt nie zawsze jest najpilniejszy. Czasem większe ryzyko stwarza nowszy, ale kluczowy dla sieci element.

Dla gmin, firm wodociągowych i władz ta zmiana jest bardzo ważna. Pomaga kierować małe środki tam, gdzie dadzą największy efekt. Ułatwia też decyzję, co zrobić teraz, co odłożyć na później i gdzie wydać pieniądze, by przyniosły największą korzyść.

2 Patrzmy na system jako całość, nie osobne obszary

Odporność nie powstaje osobno w każdym elemencie sieci. Zależy od tego, jak działa cały system.

Awaria rury to nie tylko problem z rurą, jeśli wpływa na pracę oczyszczalni, przeciąża kanalizację deszczową lub zagraża zdrowiu ludzi. Podobnie oczyszczanie ścieków to nie tylko spełnianie norm. Ma też związek ze zużyciem energii, odzyskiem składników, ponownym użyciem wody i działaniem całego miasta.

Dlatego przyszłe zarządzanie wodą musi odejść od patrzenia na pojedyncze elementy i skupić się na całym systemie. Wodociągi i gminy muszą rozumieć, jak łączą się sieci, oczyszczalnie, energia, systemy cyfrowe i planowanie miasta.

Patrzeć na każdy element osobno może prowadzić do złych decyzji i marnowania środków. Patrzeć na cały system pomaga lepiej ograniczać ryzyko, osiągać dodatkowe korzyści i wzmacniać odporność na lata.

3 Skupmy się tam, gdzie skutki mogą być największe

W całej Europie potrzeby inwestycyjne są większe niż dostępne środki. W tej sytuacji ustalanie priorytetów nie jest dodatkiem - jest podstawą dobrego zarządzania infrastrukturą.

Najważniejsze pytanie nie brzmi: które elementy są najstarsze? Trzeba zapytać: które awarie miałyby najgorsze skutki dla ciągłości usług, zdrowia ludzi, ochrony środowiska lub zaufania społecznego?

Podejście oparte na ryzyku pomaga najpierw zająć się tym, co ma największe znaczenie, zamiast dzielić mały budżet na zbyt wiele zadań.

Dzięki temu decyzje o inwestycjach są też bardziej jasne i łatwiej je wyjaśnić. Gminy i osoby tworzące prawo mogą lepiej pokazać, dlaczego niektóre prace trzeba wykonać od razu, inne można zaplanować na później oraz jak potęczyć koszty z odpornością systemu.

4 Planujmy elastycznie

Tradycyjnie plany budowy sieci często zakładały, że da się dość dobrze przewidzieć przyszłość. Na tej bazie tworzone duże i stałe plany. Dziś jest to coraz trudniejsze.

Zmiany klimatu, popytu, prawa i rozwój techniki sprawiają, że nie wiemy, co nas czeka. Szttywny plan może więc dużo kosztować. Sieć może być za duża, za mała lub zbyt mało elastyczna, gdy warunki się zmieniają.

Lepszy jest plan, który można zmieniać. Inwestycje można dzielić na etapy i po każdym z nich sprawdzać, co robić dalej. Dzięki temu wodociągi i gminy mogą brać pod uwagę nowe dane i zmiany. To daje im większy wybór, zmniejsza ryzyko złych decyzji i pozwala wybrać dobry czas na budowę.

Elastyczne planowanie nie znaczy, że nic nie robimy. Znaczy, że budujemy w taki sposób, by później móc zmienić plan - w sprawach budowy, kosztów i pracy sieci.

5 Wykorzystuj cyfryzację, AI i cyberbezpieczeństwo, aby podejmować lepsze decyzje.

Jedną z głównych przeszkód w lepszym planowaniu nie jest brak chęci, lecz brak dobrych danych. Wiele firm i gmin ma niepełne dane o sieci, mało informacji o jej stanie i słabe połączenie między codzienną pracą a planem wydatków.

Tu duże znaczenie ma cyfryzacja. Czujniki, dane na żywo, mapy sieci, modele jej pracy, pomiar wycieków, analiza danych i AI pomagają lepiej śledzić stan sieci, wykrywać jej słabe punkty i wybrać dobry czas na prace. Nie chodzi jednak o samą cyfryzację. Ma ona pomagać w podejmowaniu lepszych decyzji.

Gdy pieniędzy jest mało, ważny jest dobry czas działania. Zbyt późna naprawa zwiększa koszty i ryzyko awarii. Zbyt wczesna może niepotrzebnie zająć środki. Lepsze dane pomagają wydać pieniądze we właściwym miejscu, czasie i celu.

W miarę jak sieci wodne są coraz bardziej połączone, trzeba też dbać o ich ochronę przed atakami w sieci. To ważna część odporności systemu, a nie tylko sprawa działu IT.

6 Wykorzystaj pełen potencjał na każdym etapie cyklu życia

Odpornego systemu wodnego nie da się zbudować, patrząc tylko na budżet na ten rok. Inwestycja, która na początku wydaje się tania, może później przynieść wyższe koszty pracy, więcej napraw i częstsze awarie.

Patrzenie na cały czas życia sieci zmienia sposób podejmowania decyzji. Bierze się wtedy pod uwagę jej budowę, pracę, naprawy, odnowę i wymianę. Dzięki temu można ocenić nie tylko cenę na start, ale też zysk i koszty w długim czasie.

Takie podejście pomaga lepiej wybierać naprawy, zmiany w oczyszczalniach, sprzęt zużywający mniej prądu, rozwiązania oparte na przyrodzie i systemy cyfrowe.

Najlepsza inwestycja nie zawsze jest największa. Często jest to ta, która najlepiej poprawia pracę sieci na lata, daje możliwość zmian i zmniejsza ryzyko w przyszłości.

7 Inwestuj we właściwym momencie

Wyzwanie nie polega tylko na tym, by wydawać więcej, lecz by inwestować dokładnie.

Oznacza to przejście od samej wymiany sieci do budowania jej odporności, od patrzenia na urządzenia do patrzenia na cały system, od statycznych rozwiązań do rozwiązań, które można zmieniać, oraz od samego zbierania danych do korzystania z cyfryzacji i AI przy podejmowaniu lepszych decyzji. Ochrona przed cyberatakami powinna być uwzględniona od początku.

W czasach rosnących wyzwań odporność systemu będzie zależeć nie tyle od ilości dostępnych pieniędzy, ile od tego, jak mądrze zostaną wykorzystane.

Mądre inwestowanie to nie tylko infrastruktura. To także ochrona ważnych usług, wspieranie zrównoważonych i przyjaznych miast oraz dbanie o to, by każda inwestycja przynosiła ludziom jak największą korzyść – dziś i przez wiele kolejnych lat.

0 Autorach

W razie pytań lub spostrzeżeń zachęcamy do kontaktu z nami. E-mail: urbaninsight@swecogroup.com



Mattias Salomonsson jest kierownikiem ds. badań i rozwoju w obszarze gospodarki wodnej w Sweco. Posiada tytuł magistra inżyniera w dziedzinie inżynierii wodnej i środowiskowej. Przed dołączeniem do Sweco w charakterze konsultanta przez dziesięć lat pracował w przedsiębiorstwie wodociągowo-kanalizacyjnym. Mattias działa w całym sektorze gospodarki wodno-ściekowej. W ostatnich latach jego praca koncentrowała się w dużej mierze na działaniach adaptacyjnych do zmian klimatu oraz strategicznych zagadnieniach związanych z gospodarką wodno-ściekową. Odpowiadał za opracowanie kilku krajowych dokumentów dotyczących polityki i wytycznych związanych z adaptacją do zmian klimatu w Szwecji. Jest również cenionym prelegentem i moderatorem konferencji poświęconych sektorowi gospodarki wodnej.



Noémi Van Bogaert jest kierowniczką projektów w Sweco. Interesuje się wzajemnymi zależnościami między przyrodą, rolnictwem i społeczeństwem, a jej szczególną specjalizacją jest gospodarka wodna. Po ukończeniu studiów magisterskich w dziedzinie sanitacji i zarządzania środowiskiem podjęła studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii Biosystemów Uniwersytetu w Gandawie. Po obronie doktoratu pogłębiała swoją wiedzę, prowadząc w Stanach Zjednoczonych badania podoktorskie nad wirusami wodnymi. Jako doradczyni naukowa belgijskiego sektora rolno-spożywczego Noémi zajmowała się różnorodnymi wyzwaniami środowiskowymi, kładąc nacisk na poprawę jakości i dostępności wody poprzez zrównoważone praktyki rolnicze. W Sweco wykorzystuje swoje bogate doświadczenie, wspierając rozwój zrównoważonego i odpornego społeczeństwa.



aktywami.

Mark Narbrough jest dyrektorem technicznym w jednostce biznesowej Sweco zajmującej się zarządzaniem aktywami. Z wykształcenia jest inżynierem automatyki i pracował w sektorach przemysłowym, transportowym, wodno-kanalizacyjnym oraz energetycznym. Ma ponad 20 lat doświadczenia w doradztwie, a jego specjalizacją jest wykorzystywanie danych w czasie rzeczywistym do usprawniania procesów eksploatacji, utrzymania oraz podejmowania decyzji dotyczących planowania zarządzania



Demet Antakyali jest liderką zespołu w obszarze doradztwa środowiskowego w Sweco. Ukończyła inżynierię środowiska w Izmirze oraz inżynierię i zarządzanie zasobami wodnymi w Stuttgarcie. Pracując na Uniwersytecie w Stuttgarcie, uzyskała doktorat nauk technicznych na podstawie rozprawy dotyczącej zdecentralizowanej infrastruktury wodnej, kanalizacyjnej i energetycznej. W latach 2014–2018 kierowała Centrum Kompetencji ds. Mikrozanieczyszczeń NRW, jednym z trzech działających wówczas w Europie regionalnych zespołów ekspertów w tej dziedzinie, w którego konsorcjum uczestniczyła firma Sweco. Obecnie pracuje jako inżynier technologii oczyszczania ścieków, kierowniczką projektów oraz liderką zespołu w obszarze doradztwa środowiskowego. Od 2025 roku posiada również certyfikat w zakresie technologii wodorowych..



Ingemar Clementson jest specjalistą ds. rozwoju biznesu w jednostce Smart Water firmy Sweco, specjalizującej się w podejmowaniu decyzji opartych na danych w sektorze gospodarki wodnej. Z wykształcenia jest inżynierem środowiska i ma ponad 15 lat doświadczenia w zakresie adaptacji do zmian klimatu, zaopatrzenia w wodę pitną oraz strategii cyfrowych. Przed dołączeniem do Sweco pracował jako strateg ds. cyfryzacji w przedsiębiorstwie wodociągowym oraz w Sweden Water Research. Był odpowiedzialny za kilka raportów finansowanych w ramach programu rozwojowego Szwedzkiego Stowarzyszenia Wodnego. Jako konsultant opracowuje i wdraża systemy wspierające sektor gospodarki wodnej. Jest również cenionym prelegentem i moderatorem konferencji branżowych. Uważa, że połączenie wiedzy o gospodarce wodnej z kompetencjami cyfrowymi ma kluczowe znaczenie dla budowania bardziej odpornej i zrównoważonej przyszłości sektora wodnego.



wdrażania.

Aad van Duijvenvoorde jest konsultantem ds. technologii wodnych w firmie Sweco i ma ponad 30 lat doświadczenia w zarządzaniu aktywami, projektowaniu oraz eksploatacji. Specjalizuje się w projektowaniu koncepcyjnym i szczegółowym, analizach hydraulicznych, diagnostyce i sterowaniu procesami, planowaniu strategicznym, ocenie stanu technicznego aktywów, analizie ryzyka oraz analizach kosztów cyklu życia. Ma doświadczenie w modernizacji stacji uzdatniania wody, przepompowni, zbiorników i obiektów produkcyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem praktycznych rozwiązań i ich

Eksperci Sweco współtworzący raport:

- Simon Mort - dyrektor ds. inżynierii i cyfryzacji w obszarze gospodarki wodnej i zarządzania aktywami, Sweco, UK
- Morgan Sjögren – kierownik projektu w obszarze środowiska i planowania, Sweco, Szwecja
- Susanne Tettinger – kierowniczką projektów wodnych w obszarze gospodarki wodnej, energii i przemysłu, Sweco, Niemcy
- Øystein Rapp - ekspert ds. adaptacji do zmian klimatu, gospodarki wodno-ściekowej oraz zarządzania wodami opadowymi, Sweco, Norwegia
- Natan Vandeginste - starszy kierownik projektu i ekspert ds. danych w obszarze klimatu, energii i środowiska, Sweco, Belgia
- Annelies Beuckels – starsza specjalistka ds. gospodarki wodnej w obszarze bezpieczeństwa wodnego i infrastruktury, Sweco, Belgia
- Naomi Geeraert - starsza ekspertka ds. zintegrowanego zarządzania gospodarką wodną, Sweco, Belgia

Bibliografia

- 1) Europejska Agencja Środowiska (2024). Stan wód w Europie w 2024 roku: potrzeba zwiększenia odporności wodnej. Raport EEA 07/2024.
Dostęp: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/europes-state-of-water-2024>
- 2) EurEau. Stanowisko dotyczące wniosku w sprawie rozporządzenia dotyczącego krajowych i regionalnych planów partnerstwa (kolejne wieloletnie ramy finansowe).
Dostęp: <https://eureau.org/wp-content/uploads/2026/03/eureau-position-on-the-proposal-for-a-regulation-on-the-national-and-regional-partnership-plans-next-mff.pdf>
- 3) EurEau. Woda w Europie w liczbach – wydanie 2026.
Dostęp: https://eureau.org/wp-content/uploads/2026/06/FINAL_Europes-Water-in-Figures-Report-2026.pdf
- 4) BMgroW (2026). Benchmarking dużych przedsiębiorstw wodociągowych – raport końcowy z 9. rundy projektu, rok gospodarczy 2024.
Opublikowane przez Rödl.
Dostęp: https://www.roedl.com/wp-content/uploads/2026/07/2026_Benchmarkingbericht_groW.pdf
- 5) Komisja Europejska (2025). Europejska strategia odporności wodnej. COM(2025) 280 final.
Dostęp: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52025DC0280> oraz w serwisie prasowym Komisji Europejskiej: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_25_1405
- 6) Europejska Agencja Środowiska (EEA). Straty gospodarcze spowodowane ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi i klimatycznymi w Europie.
Dostęp: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/economic-losses-from-climate-related>
- 7) Komisja Europejska (b.d.). Ścieki komunalne. Dyrekcja Generalna ds. Środowiska.
Dostęp: https://environment.ec.europa.eu/topics/water/urban-wastewater_en
- 8) Ganora, D., Hospido, A., Husemann, J. i in. (2019). Możliwości poprawy zużycia energii w oczyszczalniach ścieków komunalnych: analiza w skali europejskiej. Environmental Research Letters, 14(8), 084011. Wspólne Centrum Badawcze Komisji Europejskiej, JRC115605.
Dostęp: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC115605>
- 9) Renaturyzacja hydrologiczna doliny Kleine Nete w okolicach De Zegge i Olen Broek.
Dostęp: <https://dezegge.dekleinenete.be/>

Urban Insight

By Sweco

Urban Insight to międzynarodowa platforma wymiany wiedzy firmy Sweco. Łączy ekspertów, którzy wspólnie opracowują i udostępniają analizy, dane oraz rozwiązania dotyczące planowania i projektowania zrównoważonych miast i społeczności przyszłości. W ramach UI w ciągu całego roku organizowane są inicjatywy o zasięgu globalnym i lokalnym, których celem jest inspirowanie oraz tworzenie przestrzeni do dyskusji o zrównoważonym rozwoju miast.

Więcej informacji znajdziesz na stronie:
swecogroup.com/urban-insight