



CORDIS Results Pack: Innowacje w dziedzinie wody

Tematyczny zbiór wyników badań i innowacji finansowanych przez UE

Styczeń 2020

**Innowacyjne rozwiązania technologiczne
zapewnią Europie bezpieczeństwo
wodne teraz i w przyszłości**



*Badania i
innowacje*

Spis treści

3

Elastyczne, skalowalne i oszczędne lokalne rozwiązanie do prewencji podtopień w miastach

5

Szybka i elastyczna analiza wody wywołuje poruszenie w przemyśle

7

Projektowanie kompletnego systemu recyklingu ścieków produkowanych w zakładach włókienniczych

9

Oczyszczanie ścieków z zastosowaniem mikroorganizmów aktywnych elektrochemicznie do produkcji czystej wody

11

System nawadniania upraw o zerowym zużyciu energii i niskim zużyciu wody

13

Dane satelitarne zapewniają płynny przepływ zasobów wodnych

15

Dążąc do dodatniego bilansu energetycznego oczyszczania ścieków przy użyciu aktualnej technologii

17

Zmniejszenie niedoboru wody poprzez odbudowę skażonych warstw wodonośnych wód gruntowych

19

Ceramiczne rozwiązania otwierają nowe możliwości w zakresie recyklingu ścieków

21

Subsurface Water Solutions – rozwiązania dla trudnych regionów przybrzeżnych

Od redakcji

Innowacyjne rozwiązania technologiczne zapewnią Europie bezpieczeństwo wodne teraz i w przyszłości

Woda jest podstawą wszelkiego życia, a jej bogactwo stanowi kluczowy składnik zdrowego środowiska. Ze względu na zmiany klimatyczne, które zagrażają bezpieczeństwu zasobów wodnych na całym świecie, utrzymanie stabilnych dostaw wody, niezbędnej zarówno do spożycia przez ludzi, jak i dla ekosystemu jako całości, jest poważnym problemem, stąd konieczne jest opracowanie i szybkie wdrożenie nowych rozwiązań technologicznych. Niniejsza broszura CORDIS Results Pack skupia się na 10 projektach finansowanych przez UE, których uczestnicy podjęli się tego zadania.

Woda jest niezbędna do życia ludziom, zwierzętom i roślinom oraz stanowi niezwykle ważny zasób dla gospodarki. Odgrywa również zasadniczą rolę w cyklu regulacji klimatu. Jednak wraz z zagrożeniem związanym z coraz gorętszymi i suchszymi porami letnimi wynikającymi ze zmian klimatycznych realne stają się obawy co do tego, na ile stabilne są źródła wody i jak łatwe jest ich uzupełnienie. Niedobór wody stanowi problem w niektórych regionach, natomiast zmiany klimatyczne mogą również prowadzić do występowania powodzi, które mogą stanowić poważne zagrożenie dla obszarów miejskich i wiejskich.

Skoordynowane działania UE

Institucje europejskie są zobowiązane do zapewnienia bezpieczeństwa przyszłego zaopatrzenia Europy w wodę. Jest to prawdziwie ponadnarodowe wyzwanie, któremu nie jest w stanie sprostać żadne pojedyncze państwo. W związku z tym konieczne staje się podjęcie skoordynowanych wysiłków w celu zagwarantowania skutecznej ochrony źródeł wody w UE.

Z legislacyjnego punktu widzenia kluczowym elementem unijnej polityki ochrony wód jest ramowa dyrektywa wodna UE, która zobowiązuje wszystkie państwa członkowskie do ochrony i poprawy stanu zasobów słodkiej wody w celu osiągnięcia dobrego stanu wód na terenie Unii Europejskiej. Jej zakres obejmuje nie tylko jeziora, rzeki i wody gruntowe, ale także wody przejściowe i przybrzeżne. Głównymi narzędziami do wdrażania dyrektywy są plany gospodarowania wodami w dorzeczu oraz programy środków, przygotowywane w sześcioletnich cyklach.

W 2019 roku zakończono przegląd prawodawstwa UE dotyczącego wody, któremu poddano dyrektywę ramową wodną i powiązane z nią dyrektywy, dyrektywę powodziową oraz dyrektywę dotyczącą oczyszczania ścieków komunalnych. Badania naukowe i innowacje wspierają wdrażanie dyrektyw.

Wspieranie innowacji w dziedzinie wody w oparciu o postęp technologiczny

Jednak same działania polityczne, choć są niezwykle ważne, nie wystarczą. Europa musi sięgać po innowacje w celu opracowania nowych i pionierskich metod, które zapewnią jej bezpieczeństwo wodne i odpowiednie zaopatrzenie w wodę dla wszystkich obywateli. Niniejsza broszura Results Pack obejmuje 10 takich finansowanych przez UE projektów, a każdy z nich przyczynia się do powstawania daleko idących rozwiązań i innowacyjnych pomysłów.

Wymienione projekty promują ponowne wykorzystanie wody i zasobów oraz wspierają działania mające na celu ograniczenie deficytu i zanieczyszczenia wody, zwiększenie efektywności jej wykorzystania, a także zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych w sektorze gospodarki wodnej. Cele te zdecydowanie wpisują się w strategię i priorytety określone przez nową przewodniczącą Komisji Europejskiej Ursulę von der Leyen w ramach Europejskiego Zielonego Ładu, nowego planu działania na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym i dążenia do osiągnięcia zerowego poziomu emisji zanieczyszczeń.

Elastyczne, skalowalne i oszczędne lokalne rozwiązanie do prewencji podtopień w miastach

Starania na rzecz zapobiegania podtopieniom w miastach nierzadko kończyły się wdrażaniem drogich i skomplikowanych systemów bazujących na niedokładnych prognozach opadów. Nowo opracowane rozwiązanie oferuje dużo większy potencjał przy znacznie niższych kosztach inwestycji.



© ChiccoDodiFC, Shutterstock

W europejskich miastach istnieje wiele systemów kanalizacyjnych ze sterowaniem w czasie rzeczywistym (RTC), zbudowanych z sieci czujników i urządzeń sterujących. Są to systemy sterowania centralnego, w których decyzje zapadają w oparciu o modele sieci i dane o opadach pochodzące z radarów. Takie systemy generują wysokie koszty kapitałowe i wymagają od operatorów dużej wiedzy.

W ramach finansowanego ze środków UE projektu CENTAUR (Cost Effective Neural Technique for Alleviation of Urban Flood Risk) opracowano gotowy do wprowadzenia na rynek, zdecentralizowany i autonomiczny system. System CENTAUR pokazał, że

możliwe jest zapewnienie dodatkowej ochrony przed podtopieniami w miastach z wykorzystaniem istniejącej sieci kanalizacyjnej.

Wdrażanie inteligentnych systemów sterowania w oparciu o dane

System CENTAUR działa poprzez zainstalowanie regulatora natężenia przepływu (FCD) powyżej obszarów podtapianych,



Jako że system CENTAUR opiera się na danych, decyzje o natężeniu przepływu zapadają na podstawie rzeczywistych pomiarów poziomu wody na obszarach narażonych na podtopienia oraz powyżej miejsca zainstalowania FCD, a nie na podstawie niepewnych modeli prognoz jak to ma miejsce w przypadku starych, wielkoskalowych systemów RTC.

w tej części sieci kanalizacji deszczowej, która posiada bufor w przypadku podtopienia sieci położonej niżej. FCD jest instalowany bezpośrednio w istniejących włazach kanalizacyjnych i dzięki komunikacji bezprzewodowej potrafi dynamicznie reagować na pomiary poziomu wody w lokalnej sieci kanalizacji deszczowej.

System monitorowania poziomu wody rejestruje wysokie poziomy w obszarze zagrożonym podtopieniem oraz dostępną pojemność w obszarach położonych wyżej. Następnie, na podstawie algorytmu, zapada decyzja o zamknięciu FCD i zmagazynowaniu wody oraz zmniejszeniu natężenia przepływu, a tym samym poziomowi wody w miejscach narażonych na podtopienia, co minimalizuje prawdopodobieństwo ich wystąpienia.

Ponieważ system komunikacji jest zasilany energią słoneczną i może zostać przyłączony do pobliskiej infrastruktury, np. na słupach latarni, jest on bardzo elastyczny i łatwo dostępny. A co najważniejsze, system CENTAUR może działać bez konieczności wprowadzania zmian strukturalnych do istniejących systemów kanalizacyjnych.

„Obszary miejskie mogą skorzystać z dodatkowej ochrony przed podtopieniami bez konieczności budowania nowych, drogiej konstrukcji, takich jak zbiorniki magazynowe”, tłumaczy koordynator projektu prof. Simon Tait. „Takie lokalne spojrzenie na sprawę oznacza, że działania mogą być podejmowane szybciej przy mniejszych kosztach, bez konieczności oczekiwania na zdobycie dużego kapitału czy pozwoleń na budowę nowych konstrukcji”. Kolejną istotną zaletą tej technologii jest jej autonomiczność, co oznacza, że może ona zostać rozbudowana, tak by pokryć więcej obszarów narażonych na podtopienia należące do jednej sieci. Ponieważ każdy z systemów działa autonomicznie, są one od siebie niezależne, w odróżnieniu od istniejących rozwiązań RTC, które często wymagają optymalizacji całego systemu.

„Jako że system CENTAUR opiera się na danych, decyzje o natężeniu przepływu zapadają na podstawie rzeczywistych pomiarów poziomu wody na obszarach narażonych na podtopienia oraz powyżej miejsca zainstalowania FCD, a nie na podstawie niepewnych modeli prognoz, jak to ma miejsce w przypadku starych, wielkoskalowych systemów RTC”, zapewnia prof. Tait.

O skuteczności technologii świadczą testy fazy pilotażowej przeprowadzone w portugalskim mieście Coimbra oraz system demonstracyjny zainstalowany we francuskim Toulouse. W ramach pilotażu w Coimbra system był kontrolowany podczas ulewnych deszczów, których w tym czasie spadło ponad 60. Natężenie przepływu i głębokość w niższych lokalizacjach zmniejszyły się o odpowiednio 37 % i 19 %. System demonstracyjny

zainstalowany w Toulouse wciąż zbiera dane, a jego wydajność jest oceniana.

Elastyczność, która sprzyja szerszemu wdrażaniu technologii

System CENTAUR bezpośrednio przyczynia się do realizacji wymogów unijnej dyrektywy w sprawie ryzyka powodziowego, a panel sterowniczy do wizualizacji podłączony do sieci oferuje zakładom gospodarki wodnej możliwość wyświetlania na monitorze tego, jak system chroni mieszkańców i ich mienie.

W przyszłości dynamiczne lokalne sterowanie siecią kanalizacyjną umożliwi kontrolę okresowych zrzutów wody z przelewów burzowych kanalizacji ogólnospławnej do cieków wodnych, przyczyniając się tym samym do wdrożenia w życie unijnej dyrektywy w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych i ramowej dyrektywy wodnej.

„Kiedy sieci kanalizacji deszczowej są przeciążone, na obszarach miejskich często dochodzi do podtapiania wciąż tych samych budynków. Szybkie i oszczędne rozwiązanie, jakim jest system CENTAUR, oznacza, że możemy zapewnić skuteczną ochronę przed podtopieniami w miejscach, gdzie podtopieniu ulega tylko niewielka liczba nieruchomości”, dodaje prof. Tait.

Partnerzy projektu CENTAUR z sektora MŚP rozpoczęli wdrażanie systemu na rynek za cenę docelową określoną w projekcie wynoszącą 100 000 euro, a więc znacznie poniżej ceny małych scentralizowanych systemów RTC wartych ponad 1 mln euro. Obecnie zespół projektowy planuje zbadać działanie systemu CENTAUR w sieciach kanalizacyjnych lub kanalizacji deszczowej w wielu różnych lokalizacjach pod kątem elastycznego sterowania siecią na dużym obszarze. Członkowie zespołu przyglądają się również możliwości wykorzystania systemu dla sprawniejszego zarządzania przelewami burzowymi kanalizacji ogólnospławnej w celu ograniczenia wpływu na wody, do których odprowadzane są ścieki, jak również po to, by sprawdzić, czy manipulowanie przepływem w sieciach kanalizacyjnych może zmniejszyć koszty przepompowywania i oczyszczania (energia i środki chemiczne) ponoszone przez oczyszczalnie ścieków.

PROJEKT

CENTAUR – Cost Effective Neural Technique for Alleviation of Urban Flood Risk

KOORDYNOWANY PRZEZ

Uniwersytet w Sheffield w Zjednoczonym Królestwie

FINANSOWANIE W RAMACH

H2020-ENVIRONMENT

STRONA PROJEKTU

sheffield.ac.uk/centaur

Szybka i elastyczna analiza wody wywołuje poruszenie w przemyśle

W ramach finansowanego ze środków UE projektu CYTO-WATER opracowano innowacyjny system analizy w miejscu wytwarzania, który umożliwia szybkie wykrywanie obecności różnych drobnoustrojów w wodzie.



© CYTO-WATER

Trwający nie dłużej niż dwie godziny proces analityczny został zwalidowany pod kątem detekcji bakterii *Legionella* i *Escherichia coli*, choć równie dobrze może posłużyć do wykrywania innych drobnoustrojów. Szybka detekcja oznacza możliwość podjęcia zdecydowanych działań, co jest istotnym elementem zapobiegania potencjalnemu rozwojowi epidemii choroby.

„Choroby zakaźne wywoływane przez drobnoustroje należą do najczęstszych i najbardziej rozpowszechnionych zagrożeń dla zdrowia związanych z wodą, zarówno tą pitną, jak i w kąpieliskach”, tłumaczy kierownik techniczny projektu, dr Vicente Catalan z firmy Labaqua w Hiszpanii.

I dodaje: „Zmniejszając ryzyko chorób przenoszonych drogą wodną, nowa technologia poprawi reputację i konkurencyjność

przedsiębiorstw zajmujących się dystrybucją wody, hoteli, producentów żywności i napojów oraz zakładów chemicznych”.

Krótki czas oczekiwania na wyniki

Działanie nowej platformy polega na automatycznej koncentracji próbki wody i automatycznym znakowaniu każdego badanego drobnoustroju. Każdy wyznakowany mikroorganizm z próbki zostaje poddany detekcji i policzony przy użyciu fluorescencyjnej cytometrii obrazowej. „Cytometr obrazowy działa trochę jak mikroskop, tyle że bez soczewki. Wykrywa obecność drobnoustrojów dzięki zjawisku fluorescencji”, tłumaczy dr Catalan.

Jedną z największych zalet tego systemu jest możliwość jego zaimplementowania w miejscu wytwarzania, co pozwala uniknąć konieczności wysyłania próbek do laboratorium i kilkudniowego oczekiwania na wyniki. W przypadku Legionelli tradycyjne metody oparte na izolacji kultur mogą trwać nawet 12 dni, podczas gdy platforma CYTO-WATER (Integrated and portable image cytometer for rapid response to *Legionella* and *Escherichia coli* in industrial and environmental waters) dostarcza jednoznacznych wyników w ciągu zaledwie dwóch godzin. „Szybka diagnoza zagrożeń jakości wody środowiskowej i przemysłowej jest prawdziwym przełomem”, przekonuje dr Catalan.

Kolejną zaletą jest to, że każdy z trzech modułów służących do pobierania próbek, znakowania i oznaczania ilościowego patogenów może być sprzedawany oddzielnie, co potencjalnie zwiększa jego dostęp do szerszego rynku. Na przykład, moduł automatycznego znakowania mógłby zostać zaadaptowany w laboratoriach szpitalnych czy uniwersyteckich prowadzących badania z różnych dziedzin.

„CYTO-WATER jest uniwersalną platformą z możliwością zastosowania do dowolnego organizmu bytującego w środowisku wodnym”, zapewnia dr Catalan. „Potencjał takiego zastosowania jest olbrzymi, od monitorowania bakterii *Pseudomonas* i *Mycobacterium* w obiektach szpitalnych po psującą się żywność czy wykrywanie patogenów w zakładach produkcji żywności i napojów”, dodaje.

Najwyższe wymagania

Aby znaleźć się w tym miejscu, zespół projektu CYTO-WATER musiał z powodzeniem sprostać wielu kluczowym technicznym wyzwaniom. Jednym z nich był wymóg koncentracji próbek wody w celu lepszej detekcji patogenów oraz wystarczająca czułość i niezawodność cytometra obrazowego, gwarantująca spełnienie rygorystycznych standardów regulacyjnych. Różne moduły platformy zostały dostosowane i oddzielnie zwalidowane dla zapewnienia zgodności z wymogami rynkowymi. „Kolejnym wyzwaniem było zintegrowanie technologii koncentracji, znakowania

i detekcji patogenów w zminiaturyzowanym systemie analitycznym”, tłumaczy dr Catalan.


Wyniki w zakresie wykrywania bakterii Legionella i E. coli pokazały, jakie możliwości techniczne posiada nasz system.

W następnym kroku dokonano oceny wyników operacyjnych w warunkach rzeczywistych. Porównanie pod kątem środowiskowym i ekonomicznym z tradycyjnymi procedurami punktowego pobierania próbek wykazało, że technologia CYTO-WATER jest bardziej przyjazna dla środowiska w przypadku wykrywania Legionelli oraz mniej kosztowna ze względu na niższe wymogi dotyczące transportu i liczby personelu.

Po oficjalnym zakończeniu projektu w maju 2018 r. jego członkowie obecnie przystępują do

nowych przedsięwzięć i szkicują plany wykorzystania technologii, poszukując możliwości dalszego obniżenia kosztów produkcji. W planach jest również przeprowadzenie analiz rynkowych dla oszacowania poziomu zapotrzebowania na platformę i jej indywidualne moduły wśród klientów.

„Wyniki w zakresie wykrywania bakterii *Legionella* i *E. coli* pokazały, jakie możliwości techniczne posiada nasz system”, tłumaczy dr Catalan. „Jednak, aby móc w pełni ocenić potencjał biznesowy, konieczne będzie przeprowadzenie badań rynkowych dla innych zastosowań”.

PROJEKT

CYTO-WATER – Integrated and portable image cytometer for rapid response to *Legionella* and *Escherichia coli* in industrial and environmental waters

KOORDYNOWANY PRZEZ

Labaqua w Hiszpanii

FINANSOWANIE W RAMACH

H2020-ENVIRONMENT

STRONA PROJEKTU

cytowater.eu



Projektowanie kompletnego systemu recyklingu ścieków produkowanych w zakładach włókienniczych

Rozwiązania polegające na efektywnym recyklingu ścieków przemysłowych wpisują się w erę innowacji wspierających zrównoważony rozwój. Oszczędna i przyjazna dla środowiska koncepcja EColoRO, która została rozbudowana w ramach projektu ECWRTI, proponuje rozwiązanie, które, wszystko na to wskazuje, spełni pokładane w nim oczekiwania.

Duże zapotrzebowanie na świeżą wodę obserwowane w wielu gałęziach przemysłu sprawia, że woda zaczyna być zasobem deficytowym. Aby temu przeciwdziałać, badane są różne możliwości zmniejszania zużycia wody.

Koncepcja EColoRO rozbudowana w ramach projektu ECWRTI (ECOLORO: Reuse of Waste Water from the Textile Industry) polega na wykorzystaniu elektrokoagulacji w połączeniu z flotacją do efektywnego usuwania zanieczyszczeń, barwników i substancji chemicznych ze ścieków produkowanych przez zakłady włókiennicze.

Na dalszym etapie tego innowacyjnego rozwiązania stosuje się proces ultrafiltracji i odwróconej osmozy (RO) z użyciem membrany. Wykazano, że zastosowanie koncepcji EColoRO ponownego wykorzystania ścieków jest o wiele bardziej oszczędne od podejścia polegającego na użyciu świeżej wody, a następnie odprowadzeniu ścieków.

© ECWRTI



Koncepcja EColoRO

ECWRTI działa na rzecz wprowadzenia na rynek nowej koncepcji technologicznej, polegającej na oddzieleniu wody, związków metaloorganicznych i solanki ze ścieków, aby otrzymać czystą wodę, która w całości nadaje się do ponownego wykorzystania w przemyśle włókienniczym.

W pierwszym etapie tego procesu ścieki oczyszcza się poprzez elektrokoagulację, technologię dobrze znaną w przemyśle galwanicznym. Jest to proces, w trakcie którego dochodzi do

wydzielania jonów Fe^{3+} z anod żelaznych w procesie elektrolizy pod wpływem prądu stałego o niskim natężeniu. Jony Fe^{3+} biorą bezpośredni udział w procesie koagulacji, łącząc się z zanieczyszczeniami obecnymi w ściekach farbiarskich, tworząc okrągłe kłaczkę, które są następnie usuwane z wody w procesie sedymentacji.

Po koagulacji i flotacji/sedymentacji woda jest filtrowana na membranach. Tak powstały osad ściekowy jest odwadniany w konwencjonalnej komorowej prasie filtracyjnej, a odzyskana woda jest wykorzystywana do dalszego procesu. Współwłaściciel przedsiębiorstwa EColoRO, Eric van Sonsbeek, tłumaczy: „Tradycyjne metody umożliwiają recykling ścieków na poziomie 70 %. Tymczasem my przewidujemy, że dzięki technologii ECWRTI i przy założeniu,

że solanka otrzymywana w procesie RO zostanie poddana koncentracji i krystalizacji w skali przemysłowej, poziom recyklingu może wzrosnąć powyżej 95 %”.

Tym, co istotnie odróżnia koncepcję EColoRO od tradycyjnej technologii, jest intensywność procesu, który pozwala na wyeliminowanie drogich technologii często stosowanych w zakładach oczyszczania ścieków, takich jak zaawansowane napowietrzanie – a to dzięki efektywnemu odbarwieniu w procesie elektrokoagulacji.

Ponadto, w odróżnieniu od biologicznego oczyszczania, w procesie elektrokoagulacji oraz fizycznego/chemicznego oczyszczania wymogi dotyczące dozowania koagulantów do korekty pH są niższe. Jest to możliwe dzięki mniejszej czułości tych procesów zarówno dla niskiego, jak i wysokiego pH, gdyż nie biorą w nich udziału bakterie.

„W porównaniu z obecnie dostępnymi tradycyjnymi procesami koncepcja EColoRO jest najbardziej elastycznym, skalowalnym i modułowym rozwiązaniem, którego ślad węglowy jest niski”, podsumowuje Eric van Sonsbeek i dodaje: „Nadaje się ona do zastosowania w systemach już istniejących, na terenach przemysłowych oraz w systemach budowanych od podstaw”.

W kierunku zdrowego, zrównoważonego i konkurencyjnego przemysłu

Długoterminowa dostępność taniej czystej wody jest jednym z kluczowych priorytetów Unii Europejskiej, co znalazło wyraz w ramowej dyrektywie 2000/60/WE, która w szczególności reguluje kwestie zapobiegania zanieczyszczeniom i ich ograniczania w celu ochrony środowiska naturalnego i ekosystemów wodnych. Takie działania wspiera również ideę zrównoważonego wykorzystania wody przy jednoczesnym ograniczaniu skutków powodzi lub susz.

Dyrektor ds. międzynarodowego rozwoju biznesu przy Instytucie Zrównoważonych Technologii, dr Ir. Andreas ten Cate dodaje: „W poszukiwaniu nowych rozwiązań, usług czy technologii innowacje w zakresie zrównoważonego wykorzystania wody przez ludzi i przemysł cieszą się dość sporym zainteresowaniem instytucji UE, o czym świadczą działania podejmowane przez Europejskie Partnerstwo Innowacyjne (EIP) w zakresie wody. EColoRO oferuje nowe rozwiązania dla parków przemysłowych i zakładów produkcyjnych dotyczące dystrybucji i gospodarki wodnej, a ponieważ dzisiaj nie dysponujemy innymi, porównywalnymi rozwiązaniami, koncepcja przez nas zaproponowana jest wyjątkowa”.

Prace prowadzone w skali pilotażowej pozwoliły członkom zespołu na określenie końcowych parametrów technologii, które zostaną wykorzystane w systemie demonstracyjnym.

PROJEKT

ECWRTI – ECOLORO: Reuse of Waste Water from the Textile Industry

KOORDYNOWANY PRZEZ

Institute for Sustainable Process Technology w Holandii

FINANSOWANIE W RAMACH

H2020-ENVIRONMENT

STRONA PROJEKTU

ecwrti.eu


EColoRO oferuje nowe rozwiązania dla parków przemysłowych i zakładów produkcyjnych dotyczące dystrybucji i gospodarki wodnej, a ponieważ dzisiaj nie dysponujemy innymi, porównywalnymi rozwiązaniami, koncepcja przez nas zaproponowana jest wyjątkowa.

Oczyszczanie ścieków z zastosowaniem mikroorganizmów aktywnych elektrochemicznie do produkcji czystej wody

Symbioza przemysłowa w gospodarce o obiegu zamkniętym pozwala na wykorzystanie produktu pochodzącego z jednego procesu jako surowca dla drugiego. Członkowie projektu iMETland wykazali, że dzięki bakteriom, które wytwarzają prąd elektryczny z zanieczyszczeń, ścieki komunalne mogą być oczyszczane w sposób zrównoważony i wykorzystywane do nawadniania przy zerowym koszcie energii.

Aby wypełnić lukę pomiędzy wdrażaniem innowacyjnych rozwiązań wodnych i powielaniem technologii już istniejących na rynku, w ramach projektu iMETland opracowano przyjazną dla środowiska technologię o kompleksowym zastosowaniu, która





Wyodrębniamy z żywności elektrony, które są następnie utleniane przez tlen, którym oddychamy. Materiał elektroprzewodzący zastosowany w naszym systemie wykazuje nieograniczoną zdolność do przyjmowania elektronów, tworząc o wiele bardziej bogatą pożywkę dla bakterii.

umożliwia oczyszczanie ścieków komunalnych wytwarzanych przez małe społeczności przy zerowych kosztach energii. Technologia ta łączy oczyszczalnię hydrofitową z technologią mikroorganizmów aktywnych elektrochemicznie (MET).

Efektom połączenia bakterii przenoszących elektrony z materiałem elektroprzewodzącym jest dziesięciokrotny wzrost tempa oczyszczania ścieków w porównaniu z technikami konwencjonalnymi. Ponadto udało się uniknąć zapychania biofiltrów osadem (kolmatacja), ponieważ produkcja biomasy jest minimalna.

Co zaś najważniejsze, ze ścieków usuwane są zanieczyszczenia w procesie elektroustalenia i produkowana jest woda wolna od patogenów, nadająca się do nawadniania. Po zakończeniu fazy

badawczej i pilotażowej, dzięki wsparciu finansowemu UE, projekt iMETland wszedł w fazę demonstracyjną na szeroką skalę w celu przyspieszenia wdrożenia technologii na rynek.

Wykorzystywanie sieci społecznościowej żywych komórek

Technologia iMETland redukcji zanieczyszczeń przez bakterie wykorzystuje zasadniczo tę samą metodę pozyskiwania energii jak w przypadku produkcji żywności. Koordynator projektu, dr Abraham Esteve-Núñez tłumaczy: „Wyodrębniamy z żywności elektrony, które są następnie utleniane przez tlen, którym oddychamy. Materiał elektroprzewodzący zastosowany w naszym systemie wykazuje nieograniczoną zdolność do przyjmowania elektronów, tworząc o wiele bardziej bogatą pożywkę dla bakterii”.

Elektrony biegnące przez elektroprzewodzący materiał bio-filtru, opracowany w ramach projektu iMETland, wytwarzają prąd elektryczny, co umożliwia społecznościom drobnoustrojów wchodzenie ze sobą w interakcję na odległość. Optymalizacja tej „elektro-komunikacji” drobnoustrojów zwiększa wydajność procesu oczyszczania.

Po usunięciu z wody chemicznych zanieczyszczeń możliwe jest wytworzenie z chloru naturalnie obecnego w wodzie wybielacza, który zabija bakterie. Taka woda może być bezpiecznie wykorzystana do nawadniania.

Wyjątkowa innowacyjność tej technologii polega na tym, że wykorzystuje ona szybki metabolizm bakterii przenoszących elektrony do przemiany zanieczyszczeń w energię elektryczną, która jest proporcjonalna do ilości usuniętych zanieczyszczeń. Im więcej zanieczyszczeń zjadają bakterie, tym więcej energii jest pozyskiwanej, zaś operatorzy mający do swojej dyspozycji specjalnie zaprojektowane inteligentne narzędzia mogą

monitorować wydajność usuwania zanieczyszczeń przez drobnoustroje na podstawie pomiarów wytworzonej energii.

„Największe wyzwanie przed jakim stanęliśmy to jak poradzić sobie z rzeczywistymi warunkami, takimi jak nieoczekiwane zmiany sezonowe. Dlatego prowadziliśmy testy w warunkach zimnej północnoeuropejskiej zimy i gorącego śródziemnomorskiego lata”, tłumaczy dr Esteve-Núñez. I dodaje: „Miłym zaskoczeniem okazała się być dominacja bakterii przenoszącej elektrony z rodzaju *Geobacter* w obecności tlenu, zwiększająca wydajność technologii. Ta bakteria była dotychczas zawsze hodowana z dala od tlenu, a to odkrycie przypomina nam, że naturalna adaptacja jest silniejsza od naukowych przypuszczeń”.

Realizacja priorytetów związanych z wodą i ściekami

Interdyscyplinarny charakter projektu iMETland dobrze wpisuje się w priorytety UE związane z gospodarką wodną i oczyszczaniem ścieków określone przez Europejskie Partnerstwo Innowacyjne na rzecz Wody. W szczególności pomaga spełnić ambicję stworzenia centrów innowacji dedykowanych oczyszczaniu ścieków w regionach, w których brakuje obecnie odpowiednich systemów oczyszczania ścieków i urządzeń sanitarnych. System umożliwia ograniczenie ilości energii potrzebnej do oczyszczania ścieków przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów ponoszonych przez magistraty i emisji CO₂.

Obecnie już przetestowane elementy systemu iMETland są gotowe do wdrożenia w małych społecznościach do nawadniania ogrodów lub obszarów zielonych, a wykorzystanie roślin zwiększa jego walor wizualny. Kolejnym docelowym odbiorcą technologii są budynki użyteczności publicznej. W związku z tym technologia iMETland została wdrożona w Instytucie IMDEA Water.

„Marka Metland została już zarejestrowana, a koncepcja jest gotowa do wejścia na rynek za pośrednictwem start-upu METfilter z sektora MŚP, założonego właśnie w tym celu”, podsumowuje dr Esteve-Núñez.

PROJEKT

iMETland – A new generation of Microbial Electrochemical Wetland for effective decentralized wastewater treatment

KOORDYNOWANY PRZEZ

IMDEA Water w Hiszpanii

FINANSOWANIE W RAMACH

H2020-ENVIRONMENT

STRONA PROJEKTU

imetland.eu

System nawadniania upraw o zerowym zużyciu energii i niskim zużyciu wody

Członkowie finansowanego ze środków UE konsorcjum opracowali wielkoskalowe systemy nawadniające wykorzystujące zjawisko fotowoltaiki, w pełni zasilane z odnawialnych źródeł energii, które, jak wykazano, pozwalają zmniejszyć zużycie wody o około 30 %.



© MASLOWATEN

Technologia opracowana i przetestowana w ramach finansowanego ze środków UE projektu MASLOWATEN została przekazana do 27 europejskich małych i średnich przedsiębiorstw, które aktualnie komercjalizują i instalują systemy w gospodarstwach rolnych. „Fotowoltaiczne systemy nawadniające wcale nie należą do przyszłości”, zapewnia koordynator projektu, dr Luis Narvarte z Politechniki w Madrycie. „One należą do teraźniejszości, a my przewidujemy szybki wzrost rynku dla tych rozwiązań”.

Pałący problem

Nawadnianie ma istotne znaczenie dla bezpieczeństwa żywności, wielkości zatrudnienia i rozwoju gospodarczego. Choć nawadniane pola uprawne stanowią zaledwie 20 % powierzchni ziemi przeznaczonej pod uprawę, odpowiadają za produkcję ponad 40 % żywności na świecie. Na obszarach, gdzie zmienność roczna

i sezonowa opadów jest wysoka, irygacja pól jest konieczna dla zapewnienia dywersyfikacji upraw, odpowiedniej wielkości i jakości zbiorów oraz stabilnych dostaw żywności.

Jednak zależność od nawadniania i presja z tym związana nieustannie rosną. Pomimo obaw związanych z niedoborem wody pola są zbyt często nawadniane przez niewydajne systemy bez kontroli zapotrzebowania na wodę. „Ponadto unowocześnione systemy nawadniające to ciśnieniowe systemy zraszające, obrotowe i kropelkowe”, zauważa dr Narvarte. „Takie systemy zużywają energię elektryczną wytwarzaną przez konwencjonalne źródła i emitują CO₂”.

A to już stanowi poważny problem. Dr Narvarte szacuje, że obszarom śródziemnomorskim grozi wzrost całkowitego zużycia wody do nawadniania pól od 4 % do 18 % na skutek samych tylko zmian klimatu, jeśli tamtejsze systemy nawadniające nie zostaną udoskonalone.

Zrównoważone rozwiązania rynkowe

Członkowie projektu MASLOWATEN poszukiwali możliwości przyspieszenia komercjalizacji w sektorze rolnictwa inteligentnych systemów nawadniających zasilanych z odnawialnych źródeł energii, aby móc przekazać rolnikom narzędzia do zrównoważonej wysokowydajnej produkcji. Częściowo udało im się ten cel osiągnąć poprzez zniesienie barier technologicznych związanych z wielkoskalowymi systemami nawadniającymi wykorzystującymi zjawisko fotowoltaiki.

„Niektóre z problemów, jakie udało się nam pokonać, związane były z przerwami w dostawie energii spowodowanymi, na przykład, chwilowym zachmurzeniem oraz dostosowaniem produkcji energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej do zapotrzebowania na wodę”, tłumaczy dr Narvarte. I dodaje: „Mieliśmy możliwość ocenić działanie systemów demonstracyjnych przez okres dwóch lat”.

W trakcie trwania projektu pięć pełnowymiarowych systemów demonstracyjnych zostało zainstalowanych na obszarze Hiszpanii, Portugalii, Maroka oraz Włoch. Każdy z systemów pilotażowych był dostosowany do różnych potrzeb rolników, kooperatyw, społeczności i przemysłu rolnego, a następnie monitorowany przez dwa lata, tak aby można było wykazać jego techniczną niezawodność, ekonomiczną wykonalność i troskę o środowisko. „Po tym czasie użytkownicy końcowi opowiadali nam o swoich doświadczeniach, a teraz, proszę mi wierzyć, polecają systemy nawadniające o dużej mocy innym rolnikom”.

Systemy demonstracyjne przyniosły również imponujące oszczędności. Dzięki wykorzystaniu energii elektrycznej z odnawialnych źródeł rolnicy zapewnili sobie oszczędności kosztów energii na poziomie od 60 % do 80 %, zaś szacunkowe zużycie wody zmniejszyło się od 22 % do 34 %. „Ustaliliśmy, że okres zwrotu kosztów inwestowania w energooszczędność i zmniejszenie emisji CO₂ wynosić będzie od 2 do 9 lat. To oznacza, że okres zwrotu nakładów na energię i emisję CO₂ potrzebnych do ich wytworzenia wyniesie od 2 do 9 lat. Żywotność tej technologii oceniamy zaś na ponad 25 lat”.

Zespół projektowy opracował narzędzia, np. specyfikacje techniczne obejmujące poziom jakości i wykonania, modele symulacyjne, akredytacje w zakresie ochrony środowiska oraz biznesplany dotyczące komercjalizacji, mające ułatwić wejście na rynek systemów nawadniających o dużej mocy, wykorzystujących zjawisko fotowoltaiki.

Dr Narvarte jest przekonany, że zrównoważone rozwiązania dla najbardziej palących globalnych problemów są właśnie wprowadzane w życie. „Najważniejszym celem projektu MASLOWATEN było wprowadzenie na rynek naszego rozwiązania oraz wywarcie realnego wpływu na gospodarkę europejską i środowisko”, tłumaczy badacz. „Według naszych szacunków potencjał rynku dla tej technologii wynosi około 16 GW dla samej tylko Europy Południowej, co przekłada się na potencjalny zysk rzędu około 24 mld EUR, ponad 290 tys. nowych miejsc pracy i ponad 16 mln ton mniej emisji CO₂ rocznie”.



Według naszych szacunków potencjał rynku dla tej technologii wynosi około 16 GW dla samej tylko Europy Południowej, co przekłada się na potencjalny zysk rzędu około 24 mld EUR, ponad 290 tys. nowych miejsc pracy i ponad 16 mln ton mniej emisji CO₂ rocznie.

PROJEKT

MASLOWATEN – Market uptake of an innovative irrigation Solution based on LOW WATER-ENergy consumption

KOORDYNOWANY PRZEZ

Uniwersytet Technologiczny w Madrycie w Hiszpanii

FINANSOWANIE W RAMACH

H2020-ENVIRONMENT

STRONA PROJEKTU

maslowaten.eu



Dane satelitarne zapewniają płynny przepływ zasobów wodnych

Platforma MOSES udostępnia dane z obserwacji Ziemi przez satelity i najnowocześniejszą technologię prognozowania jednostkom oraz agencjom zajmującym się gospodarką wodną, pomagając im w podejmowaniu świadomych decyzji dotyczących zamówień i zarządzania zasobami wodnymi.

Daje to osobom odpowiedzialnym za zarządzanie zasobami wodnymi, instytucjom badawczym i podobnym podmiotom wiedzę i informacje pozwalające na zminimalizowanie ryzyka suszy, zmniejszenie niepotrzebnego zużycia wody i dostarczanie rolnikom dokładnie takich ilości, jakich potrzebują do nawadniania swoich upraw, co stanowi kluczowe zadanie, zważywszy na to, że rolnictwo jest jednym z sektorów zużywających największą ilość wody.

„Projekt powstał w pewnym stopniu w odpowiedzi na wyzwania związane ze zmianami klimatycznymi”, wyjaśnia koordynator finansowanego przez UE projektu MOSES (Managing crop water Saving with Enterprise Services) dr Alessandro di Felice z ESRI

we Włoszech. „Każdy, kto zajmuje się rolnictwem, jest świadomy istnienia tych zjawisk – na przykład w ostatnim czasie byliśmy świadkami suszy we Włoszech i powodzi w Rumunii. Chcieliśmy opracować narzędzie wspierające, które umożliwiłoby rozwiązywanie tego rodzaju problemów, które coraz częściej pojawiają się sezonowo”.

Lepsza gospodarka wodna

Platforma internetowa łączy technologie mapowania i system informacji geograficznej (GIS), a także sezonowe i bieżące



prognozy pogody, które dostarczają strategicznych informacji zarówno przed sezonem nawadniania – w marcu i w kwietniu – jak i w sezonie nawadniania. Możliwość lepszego planowania zaopatrzenia w wodę oraz alokacji zasobów wodnych przed rozpoczęciem sezonu nawadniania pomogłaby złagodzić niedobory wody, podczas gdy ciągłe monitorowanie zapotrzebowania na wodę w trakcie sezonu umożliwiłoby dostawcom dostosowanie swoich planów alokacji zasobów w całym sezonie wegetacyjnym.

Po sezonie nawadniania prognozy systemu mogą zostać porównane do stanu rzeczywistego, wraz z analizą zużycia wody i oszczędności. Takie rozwiązanie może stanowić nieocenioną pomoc w planowaniu zaopatrzenia w wodę i alokacji zasobów wodnych przed kolejnym sezonem nawadniania oraz zapewnić rolnikom informacje dotyczące zagrożenia niedoborami wody.

„Agencje zaopatrzenia i dystrybucji zazwyczaj dostarczają stałe ilości wody, zmiany pod tym względem są rzadkie”, zauważa partner projektu dr Giulia Villani z organizacji Agromet we Włoszech. „Zmiany klimatyczne spowodowały jednak ogromne wahania w zakresie ilości opadów atmosferycznych, a także temperatur. Na przykład w północnych Włoszech rok 2014 przyniósł wyjątkowo wilgotne lato i tym samym spadek zapotrzebowania na wodę do nawadniania, podczas gdy rok 2017 był wyjątkowo suchy. Nasza platforma udostępnia cenne informacje na temat tego, czy poszczególne obszary będą potrzebowały więcej czy mniej wody niż przeciętnie”.

Unikanie kryzysów

W ramach projektu utworzono cztery obszary demonstracyjne we Włoszech, w Hiszpanii, Rumunii i Maroku. Uczestnicy projektu wzięli pod uwagę różnorodne scenariusze zaopatrzenia w wodę i dystrybucji wody, a także potrzeby użytkowników i możliwość włączenia do systemu istniejących usług lokalnych. Na przykład we włoskim przypadku testowym woda jest dostarczana albo przez ciśnieniowe systemy nawadniające, albo przez kanały. Opracowane w ramach projektu narzędzie umożliwiło władzom oszacowanie zapotrzebowania na wodę do nawadniania na poziomie poszczególnych okręgów dzięki przedstawieniu wskaźników suszy i informacji pogodowych, a także zwróceniu uwagi na potencjalne kwestie techniczne, takie jak ryzyko wstrzymania dostaw energii elektrycznej.

W ramach testów i prób wykazano, że przedstawione narzędzie skutecznie wspiera efektywne wykorzystanie wody w rolnictwie, monitorowanie zasobów wodnych oraz zarządzanie zagrożeniami suszą i powodzią. „Innym pozytywnym wskazaniem był fakt, że zaangażowani w projekt użytkownicy końcowi poprosili o rozszerzenie projektów pilotażowych”, mówi partner projektu dr Maria Gabriella Scarpino reprezentująca SERCO we Włoszech. „To pokazuje, że sami użytkownicy uznali nasz system za uży-

teczny. Choć jest jeszcze trochę za wcześnie na wyciąganie ostatecznych wniosków, myślimy że w obszarach, w których pracowaliśmy, podejście do wykorzystania wody w celu nawadniania upraw będzie musiało ulec zmianie”.

Podczas gdy partnerzy projektu nadal korzystają z prototypowej platformy, istnieją plany rozszerzenia działalności przy pomocy podmiotu zewnętrznego. „Takim podmiotem zewnętrznym byłby ekspert w sektorze gospodarki wodnej, który świadczyłby usługi dla użytkowników końcowych, takich jak agencje gospodarki wodnej, konsorcja rekultywacyjne i stowarzyszenia rolnicze za pośrednictwem aplikacji internetowej”, wyjaśnia dr di Felice.

Platforma internetowa została zaprojektowana tak, aby była elastyczna i łatwa do dostosowania do nowych potrzeb. Co ważniejsze, pozwala na łatwą integrację nowych funkcji i usług GIS związanych z unijnym systemem satelitarnych obserwacji Ziemi Copernicus. Mogą to być między innymi obrazy o wyższej rozdzielczości na potrzeby rolnictwa lub dokładniejsze pomiary temperatury powierzchni ziemi. Europa musi lepiej wykorzystywać swoje zasoby wodne, jeśli chce osiągnąć swoje cele zrównoważonego rozwoju. Platforma MOSES stanowi praktyczne narzędzie, które pomoże w realizacji tych celów.


*Nasza platforma
udostępnia cenne
informacje na
temat tego, czy
poszczególne
obszary będą
potrzebowały
więcej czy mniej
wody niż
przeciętnie.*

PROJEKT

MOSES – Managing crOp water Saving with Enterprise Services

KOORDYNOWANY PRZEZ

ESRI we Włoszech

FINANSOWANIE W RAMACH

H2020-ENVIRONMENT



Dążąc do dodatniego bilansu energetycznego oczyszczania ścieków przy użyciu aktualnej technologii

Oczyszczanie ścieków komunalnych na terenie całej Europy wiąże się ze zużyciem energii równej całkowitej energii produkowanej przez dwie elektrownie w ciągu roku, jednak w praktyce proces ten może generować energię równą dwunastu takim elektrowniom. Finansowany przez UE projekt POWERSTEP demonstruje możliwości realizacji tego założenia w praktyce.

Podczas gdy znaczna część europejskiego przemysłu oczyszczania ścieków zwiększa swoją efektywność energetyczną i stopniowo dąży do osiągnięcia neutralności energetycznej – sytuacji, w której oczyszczanie będzie generowało dokładnie taką samą ilość energii, jaką zużywa, badania wskazują, że poprzeczkę można zawiesić znacznie wyżej.

Wynika z nich fakt, że przetwarzanie ścieków w oczyszczalniach mogłoby już teraz stanowić nowe źródło energii odnawialnej bez uszczerbku dla wydajności procesu. W rzeczywistości obliczono, że całkowita ilość potencjalnej energii chemicznej znajdującej się w ściekach komunalnych w całej Europie wynosi około 87 500 GWh rocznie.

Finansowany przez UE projekt POWERSTEP (Full scale demonstration of energy positive sewage treatment plant concepts towards market penetration) ma na celu zademonstrowanie możliwości urzeczywistnienia koncepcji oczyszczalni ścieków z dodatnim bilansem energetycznym bez konieczności wykorzystywania jakichkolwiek zewnętrznych odnawialnych źródeł energii, wykorzystując wyłącznie energię osadów.

Ogólna koncepcja projektu POWERSTEP może zostać zrealizowana w oparciu o wnioski i rezultaty sześciu pełnowymiarowych studiów przypadków, w ramach których analizowano poszczególne kluczowe etapy procesu w czterech krajach. Zaangażowanie partnerów branżowych pozwoliło także na przeprowadzenie demonstracji na szeroką skalę, torując tym samym drogę do szybkiego wprowadzenia

rozwiązania na rynek i wspierając plany biznesowe dostawców technologii biorących udział w projekcie.

Integracja technologii

Projekt POWERSTEP został opracowany z myślą o integracji różnych ocen poszczególnych technologii opracowanych w ramach studiów przypadków powstałych przed rozpoczęciem projektu. Umożliwiło to naukowcom usprawnienie całych procesów, takich jak między innymi modelowanie i projektowanie schematów



oczyszczania, zarządzanie energią i ciepłem, ograniczanie śladu węglowego oraz wprowadzenie zintegrowanych opcji projektowych.

Kluczowym pierwszym etapem koncepcji oczyszczalni ścieków opracowanej w ramach projektu POWERSTEP, umożliwiającym uzyskanie neutralności energetycznej lub nawet dodatniego bilansu energetycznego, jest ekstrakcja węgla. Wydobycie osadów ściekowych bogatych w węgiel (z możliwością wydobycia na poziomie 80 % przy zastosowaniu technologii POWERSTEP) pozwala na znaczne zwiększenie wydajności wytwarzania biogazu.

W celu opracowania ulepszonych metod oczyszczania zespół skoncentrował się na badaniu ulepszonych i usprawnionych metod usuwania węgla (filtracji wstępnej), innowacyjnych procesów usuwania azotu (takich jak m.in. zaawansowana kontrola, deamonifikacja strumienia głównego, reaktor rzęsy wodnej), przekształcania energii w gaz (uszlachetnianie biogazu) z wykorzystaniem inteligentnego podejścia do sieci, koncepcji przekształcania ciepła w energię (odzyskiwania ciepła w celu wytwarzania energii elektrycznej w elektrociepłowniach, parowego obiegu Rankine'a, koncepcji magazynowania ciepła) oraz innowacyjnych technologii uzdatniania wody procesowej (takich jak azotowanie oraz membranowy system usuwania amoniaku).

Jak wyjaśnia dr Christian Loderer: „W całej UE samowystarczalność w zakresie energii wytwarzanej ze ścieków – produkcji biogazu w celu wytwarzania energii elektrycznej – jest na bardzo zróżnicowanym poziomie. W niektórych krajach, takich jak Holandia czy Niemcy, widzimy wysoką samowystarczalność, jednak z wyjątkiem bardzo rzadkich przypadków mało która oczyszczalnia osiąga pełną neutralność energetyczną. W innych krajach, w szczególności w krajach Europy Wschodniej, obserwujemy bardzo niski poziom samowystarczalności, a także marnowanie 50-80 % potencjału energetycznego ścieków”.

Podkreśla to fakt, że istnieje wiele barier, które należy pokonać. Jednym z nich jest fakt, że biogaz uzyskany w wyniku oczyszczania ścieków nie jest jeszcze uznawany za wysokiej jakości odnawialne źródło energii w porównaniu z biogazem wytwarzanym z upraw energetycznych. Dzieje się tak nawet pomimo istnienia wielu negatywnych skutków ubocznych wytwarzania biogazu z upraw energetycznych, takich jak tworzenie monokultur kukurydzy, nadmierne stosowanie nawozów i uwalnianie składników pokarmowych do środowiska wodnego. Biogaz wytwarzany z osadów ściekowych nie ma tych negatywnych skutków ubocznych.

Przyczynianie się do rozwoju gospodarki obiegowej

Projekt POWERSTEP, prezentując praktyczne przykłady najlepszych sposobów produkcji energii odnawialnej ze ścieków, znacząco przyczynia się do wysiłków UE na rzecz wprowadzania gospodarki obiegowej, kierując się ambicją zrównoważonego

rozwoju społeczeństwa, gospodarki i środowiska. Niedawno fakt ten podkreślił Dominique Ristori, Dyrektor Generalny Dyrekcji Generalnej ds. Energii przy Komisji Europejskiej, który określił projekt POWERSTEP mianem „bardzo ważnego kroku, jeśli weźmiemy pod uwagę priorytety Unii Energetycznej”.

Ponadto z racji tego, że koszty energii elektrycznej potrzebnej do oczyszczania ścieków wynoszą około 2 mld EUR rocznie, oszczędności wynikające z wdrożenia projektu mogą być bardzo znaczące. Dr Loderer uważa, że gdyby gminy stosowały podejście opracowane w ramach projektu POWERSTEP, obywatele UE odnieśliby również bezpośrednie korzyści w postaci niższych rachunków za dostawy energii elektrycznej.

„Neutralne energetycznie oczyszczalnie ścieków to nie jest już tylko mrzonka – udowodniliśmy, że jest to obecnie absolutnie możliwe przy zastosowaniu dostępnych na rynku najnowocześniejszych technologii”, twierdzi dr Loderer. Dzięki oczyszczalni ścieków Altenrhein w Szwajcarii, wyposażonej w pełnowymiarową jednostkę odzysku azotu, która została szczegółowo zbadana przez jednego z partnerów projektu POWERSTEP, spółkę EAWAG, wzrasta rozmach całego przedsięwzięcia.

Patrząc w przyszłość, dr Loderer dodaje, że „Osiągnięcie oczyszczania ścieków o dodatnim bilansie energetycznym wynoszącym nawet do ok. 140-170 %, jest również możliwe, ale wymaga jeszcze dodatkowych prac nad zapewnieniem niezawodności technologii i opłacalności ekonomicznej, aby umożliwić wprowadzenie na rynek systemów na pełną skalę”.

W najbliższym czasie, w celu zaprezentowania dowodów na to, że technologia opracowana w ramach projektu POWERSTEP sprawdza się zarówno na małą, jak i na dużą skalę, zespół prowadzi negocjacje z kluczowymi partnerami branżowymi projektu na temat tego, jak stworzyć sieć małych oczyszczalni ścieków, które częściowo wdrożą podejście POWERSTEP.

PROJEKT

POWERSTEP – Full scale demonstration of energy positive sewage treatment plant concepts towards market penetration

KOORDYNOWANY PRZEZ

Berlin Centre of Competence for Water w Niemczech

FINANSOWANIE W RAMACH

H2020-ENVIRONMENT

STRONA PROJEKTU

powerstep.eu



Neutralne energetycznie oczyszczalnie ścieków to nie jest już tylko mrzonka – udowodniliśmy, że jest to obecnie absolutnie możliwe przy zastosowaniu dostępnych na rynku najnowocześniejszych technologii.

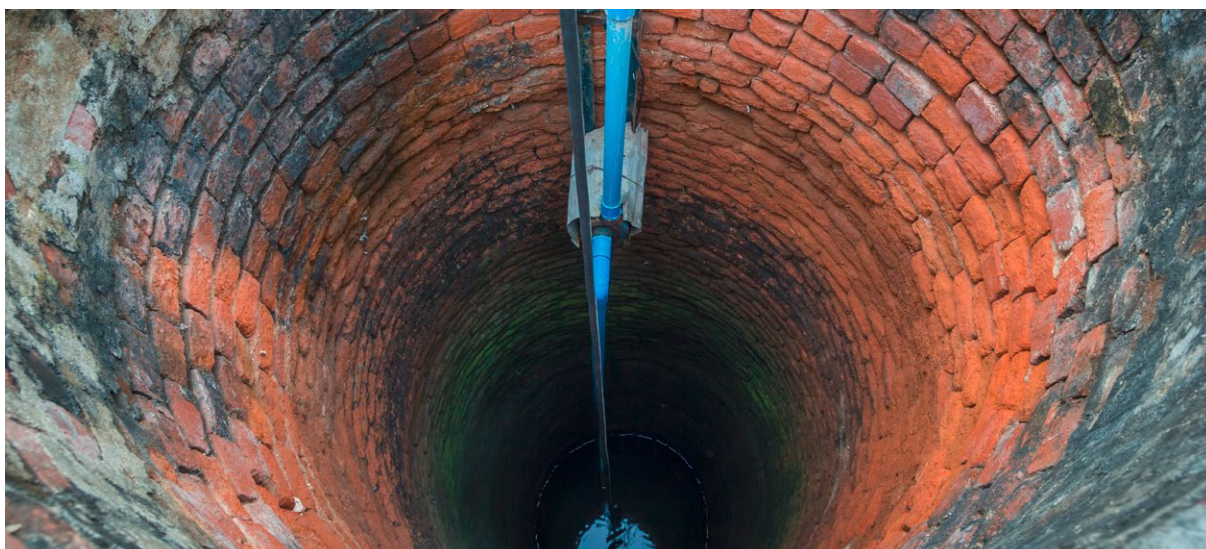
Zmniejszenie niedoboru wody poprzez odbudowę skażonych warstw wodonośnych wód gruntowych

Walka z niedoborem wody staje się jednym z głównych wyzwań XXI wieku, a kluczem do stawienia czoła temu wyzwaniu pozostaje uzyskanie dostępu do czystych źródeł. W ramach projektu REGROUND opracowano nowatorską, ekologiczną innowację związaną z wodami gruntowymi, która jest już gotowa do wprowadzenia na rynki europejskie.

Na całym świecie rośnie zapotrzebowanie na wodę na potrzeby komunalne, rolnictwa i przemysłu. Jednocześnie zasoby wodne ulegają coraz głębiej postępującej degradacji wynikającej z erozji infrastruktury i zanieczyszczeń.

Najczęstszym zagrożeniem są toksyczne metale zanieczyszczające wody gruntowe, studnie z wodą pitną oraz systemy filtracji wody rzecznej, istnieje także wiele sposobów ich usuwania lub neutralizacji. Często jednak tego rodzaju rozwiązania wymagają zbyt wysokich nakładów finansowych i technicznych, w wyniku czego pozostają niedostępne dla wielu regionów.

W celu poprawy tej sytuacji w ramach finansowanego przez UE projektu REGROUND opracowano tanie rozwiązanie nanogeotechnologiczne służące do unieruchamiania toksycznych zanieczyszczeń. W ramach projektu zastosowano technologię rekultywacji wód gruntowych w rzeczywistej skali, montując na terenach charakteryzujących się wysokim poziomem zanieczyszczeń przemysłowych trzy bariery pilotażowe oraz dwie wielkoskalowe bariery, redukujące ilość rozpuszczonych toksycznych metali ciężkich w wodach gruntowych.



© TS Photographer, Shutterstock

Bariera adsorpcyjna *in situ*

Przed rozpoczęciem projektu REGROUND zespół zdobył kilkuletnie doświadczenie w opracowywaniu technologii wtłaczania nanocząsteczek tlenku żelaza w zanieczyszczenia wód gruntowych. Praktyczność tego podejścia została pomyślnie przetestowana zarówno w doświadczeniach laboratoryjnych, jak i w terenie.

Omawiając projekt REGROUND, koordynator projektu dr Sadjad Mohammadian mówi: „Nasze konsorcjum pracowało nad kilkoma projektami wykorzystującymi nanotechnologię do zastosowań środowiskowych. Różne aspekty proponowanej technologii, w tym rozkład cząstek w ziemi, synteza nowych cząstek, reaktywność i toksyczność środowiskowa, zostały opracowane przez członków naszego konsorcjum. W ramach projektu REGROUND skonsolidowaliśmy tę wiedzę w celu zwiększenia jej wartości i skutecznego wprowadzenia rozwiązania na rynek”.



Wprowadzając na rynek naszą tanią technologię, pomożemy stymulować innowacje w sektorze wodnym poprzez umożliwienie publicznych i prywatnych wysiłków na rzecz poprawy uzdatniania wód podziemnych w Europie i na świecie.

Metoda barierowa opracowana w ramach projektu REGROUND polega na wstrzykiwaniu do osadów nowoczesnych nano-

cząsteczek tlenku żelaza za pomocą prostych studni w warstwach wodonośnych. Nanocząsteczki przemieszczają się na wcześniej ustalone odległości, a następnie wytrącają się na materiał warstwy wodonośnej, nie blokując przy tym porów.

Dla dr Mohammadiana to właśnie ten etap projektu stanowił największe wyzwanie. „Musieliśmy wyprodukować metastabilne nanocząsteczki – cząsteczki, które pozostają zawieszone, nie wytrącają się ani nie osadzają w czasie syntezy, produkcji, transportu i wstrzykiwania, lecz zaczynają wytrącać się dopiero po wstrzyknięciu”. Jak wyjaśnia dr Mohammadian: „Wymagało to od nas opracowania innowacyjnego procesu syntezy, który można z łatwością przystosować do właściwości każdej warstwy wodonośnej”.

Zanieczyszczone wody gruntowe przepływają następnie przez strefę nanocząsteczek, gdzie rozpuszczone toksyczne metale ciężkie są adsorbowane przez nanocząsteczki, a woda pozbawiona metali ciężkich może płynąć dalej. Z racji tego, że rozwiązanie jest łatwe do zastosowania i nie wymaga budowania infrastruktury ani usuwania ziemi, koszty czyszczenia są znacząco obniżone.

Podejście to jest ukierunkowane w szczególności na wychwytywanie arsenu, baru, kadmu, chromu, miedzi, ołowiu, rtęci i cynku, które stanowią główne zanieczyszczenia wód gruntowych.

Po realizacji dwóch projektów pilotażowych uczestnicy projektu REGROUND postanowili zastosować innowacyjne rozwiązanie na dwóch zanieczyszczonych warstwach wodonośnych na terenach przemysłowych w Hiszpanii i Portugalii.

Wyniki badań wody po zastosowaniu rozwiązania wskazują, że metale ciężkie zostały skutecznie usunięte na poziomach przewidzianych

w planie rekultywacji. Wyniki te udowadniają, że technologia jest gotowa do wprowadzenia na rynek.

W ramach projektu potwierdzono również użyteczność technologii dzięki dwóm dodatkowym testom pilotażowym. W ramach działań przeprowadzonych w niemieckim parku przemysłowym zespół zlikwidował zanieczyszczenie cynkiem bez konieczności przerywania codziennej działalności obiektu. Technologia REGROUND posłużyła także do oczyszczenia studni wody pitnej w Iranie zanieczyszczonej geogenicznym arsenem. Te przypadki dowiodły, że technologia ta może znaleźć zastosowanie w wielu miejscach, niezależnie od źródła i wielkości zanieczyszczenia.

Jak podsumowuje dr Mohammadian: „Powtórzenie projektu w warunkach zbliżonych do rynkowych i działania mające na celu komercjalizację rozwiązania stanowią integralną część projektu REGROUND. Nasze rozwiązanie umożliwi neutralizację zanieczyszczeń metalami ciężkimi w miejscach, w których nie było to dotąd możliwe z przyczyn technicznych lub ekonomicznych”.

Stymulowanie innowacji w sektorze wodnym

Ambicje projektu REGROUND są zbieżne z zakresem polityki wodnej UE, w szczególności z dyrektywą 2013/39/UE, która ma na celu wprowadzenie na rynek nowych technologii oczyszczania wody.

W celu przyspieszenia prac nad rozwiązaniem zespół wchodzi obecnie na rynek rekultywacji wód podziemnych, tworząc spółkę spin-off. Firma ColFerrox GmbH będzie wykorzystywać swoje produkty i technologię w celu zwalczania zanieczyszczeń metalami ciężkimi oraz innymi substancjami, takimi jak cyjanki i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (PAH).

Rozwijając tę kwestię, dr Mohammadian stwierdza: „Wprowadzając na rynek naszą tanią technologię, pomożemy stymulować innowacje w sektorze wodnym poprzez umożliwienie publicznych i prywatnych wysiłków na rzecz poprawy uzdatniania wód podziemnych w Europie i na świecie”.

PROJEKT

REGROUND – Colloidal Iron Oxide Nanoparticles for the REclamation of Toxic Metal Contaminated GROUNDwater Aquifers, Drinking Water Wells, and River Bank Filtrations

KOORDYNOWANY PRZEZ

Uniwersytet Duisburg-Essen w Niemczech

FINANSOWANIE W RAMACH

H2020-ENVIRONMENT

STRONA PROJEKTU

reground-project.eu

Ceramiczne rozwiązania otwierają nowe możliwości w zakresie recyklingu ścieków

Ceramiczne membrany wytwarzane z pochodzących z recyklingu materiałów pozyskanych lokalnie mogą umożliwić ekonomiczny recykling oczyszczanych ścieków, co pozwoli na przeciwdziałanie niedoborom wody.



© REMEB

Testy membran opracowanych w ramach finansowanego przez UE projektu REMEB pozwoliły na zaprezentowanie, w jaki sposób zakłady komunalne mogą w ekonomiczny sposób filtrować ścieki i poddawać je recyklingowi w celu ich ponownego użycia do wielu zastosowań, wśród których można wymienić między innymi mycie ulic lub nawet nawadnianie upraw. To innowacyjne rozwiązanie mogłyby również umożliwić ośrodkom przemysłowym

recykling własnych ścieków, a tym samym obniżyć koszty i zmniejszyć swój wpływ na środowisko naturalne.

„Przetestowaliśmy nasze membrany w oczyszczalni ścieków komunalnych Aledo w hiszpańskim mieście Murcja”, powiedziała koordynatorka projektu REMEB, Elena Zuriaga, przedstawicielka firmy FASCA w Hiszpanii. „Po sukcesie tego przedsięwzięcia

planujemy kontynuować prace nad ulepszeniem opracowanych membran ceramicznych i wprowadzeniem rozwiązania do przemysłu”.

Recykling zasobów

Oczyszczanie ścieków przy pomocy technologii MBR – bioreaktorów membranowych – było określane jako jedno z możliwych rozwiązań pozwalających na zwiększenie ilości wody pochodzącej z oczyszczalni w ogólnym obiegu. Jednak bioreaktory membranowe, które często zawierają tanie membrany polimerowe, w wielu przypadkach charakteryzują się niskim oporem cieplnym, mechanicznym i chemicznym, co ogranicza ich wydajność i możliwości. Dodatkowym problemem jest fakt, że nie wszystkie kraje chętnie korzystają z oczyszczonych ścieków. Jednym z celów zespołu kierowanego przez Elenę Zuriagę jest właśnie zmiana tej mentalności.

„Musimy znaleźć nowe sposoby ponownego wykorzystywania wody”, twierdzi. „Obecnie w całej Europie ponownie wykorzystuje się zaledwie 2,4 % oczyszczonych ścieków. Musimy zrobić wszystko co w naszej mocy, aby podnieść ten odsetek. W tym celu musimy być innowacyjni i otwarci, aby znaleźć rozwiązania w zakresie ponownego wykorzystania wody”.

Niedobór wody stanowi istotny problem, a recykling ścieków staje się w coraz mniejszym stopniu tematem tabu, zwłaszcza w sytuacji, gdy woda używana do czyszczenia ulic podlega mniej restrykcyjnym wymogom dotyczącym recyklingu. W takich przypadkach membrany ceramiczne mogłyby stanowić ekonomiczny sposób dostarczania ścieków pochodzących z recyklingu do takich celów przez zakłady komunalne. W przypadku innych zastosowań końcowych, takich jak nawadnianie upraw, które wymaga spełnienia dużo bardziej wyśrubowanych norm i standardów, możliwe jest zastosowanie innych standardów membran ceramicznych wyposażonych w odpowiednie warstwy selektywne (innymi słowy, zmniejszające wielkość porów).

Materiały z recyklingu

Kolejnym ważnym aspektem projektu REMEB był fakt, że jego celem było opracowanie opisywanych membran przy zastosowaniu surowców i odpadów występujących w regionie, co pozwoliło na zmniejszenie ilości składowanych odpadów. Tym sposobem projekt umożliwił utworzenie nowych źródeł potencjalnych przychodów związanych z lokalnymi odpadami przemysłowymi.

„Materiały i surowce wykorzystane w produkcji naszych membran pochodzą z sąsiedniego regionu Hiszpanii – Castellón (Comunidad Valenciana). W praktyce oznacza to, że nasze membrany ceramiczne są produkowane z odpadów pochodzących z lokalnych zakładów wytwarzających płytki ceramiczne, wykorzystujemy również odpady stałe z oliwy z oliwek i pył marmurowy”, opisuje Zuriaga. „Próbowaliśmy nawet wykorzystać odpady po zbiorach ryżu, pamiętając o fakcie, że region Walencji to ojczyzna paelli!”

Wśród innych materiałów testowanych w Hiszpanii oraz przez partnerów projektu we Włoszech i w Turcji znalazły się między innymi kawa, migdały i łupiny orzechów laskowych. Materia organiczna spalona w wysokich temperaturach jest używana do wytwarzania porów, przez które przepływa woda. Po opracowaniu membrany zostały przetestowane w miejskiej oczyszczalni ścieków Aledo w Murcji. Region ten został wybrany do przeprowadzenia testów, ponieważ promuje ponowne wykorzystanie odzyskanej wody do celów rolniczych.

„Jednym z wyzwań było zwiększenie skali projektu od testów w laboratorium do poziomu przemysłowego, gdzie procesy są dużo trudniejsze do opanowania”, mówi Zuriaga. „W pierwszych testach mieliśmy do czynienia z pękającymi membranami ceramicznymi, jednak udało nam się rozwiązać ten problem poprzez zmianę temperatury w procesie spiekania i dostosowanie składu membran”.

Produkcja zoptymalizowanych membran została następnie rozszerzona w ramach projektu pilotażowego wspólnie z partnerami w Turcji i we Włoszech, gdzie ponownie wykorzystano regionalne materiały z recyklingu i odpady. „Jestem niezwykle dumna, że byliśmy w stanie wyprodukować membrany z odpadów rolniczych i przemysłowych. Będzie to mieć pozytywny wpływ na gospodarkę o obiegu zamkniętym”, mówi Zuriaga.

PROJEKT

REMEB – Eco-Friendly Ceramic Membrane Bioreactor (MBR) based on Recycled Agricultural and Industrial Wastes for Waste Water Reuse

KOORDYNOWANY PRZEZ

FACSA w Hiszpanii

FINANSOWANIE W RAMACH

H2020-ENVIRONMENT

STRONA PROJEKTU

remeb-h2020.com


*W tym celu musimy
być innowacyjni
i otwarci, aby
znaleźć rozwiązania
w zakresie
ponownego
wykorzystania
wody.*

Subsurface Water Solutions – rozwiązania dla trudnych regionów przybrzeżnych

Pozyskiwanie słodkiej wody dla potrzeb konsumpcji oraz dla przemysłu i rolnictwa wymaga radykalnych zmian w sposobie gospodarowania zasobami wodnymi. Projekt SUBSOL stanowi właśnie taką radykalną zmianę – otwiera podziemne warstwy wodonośne, odnawia je i zarządza nimi w celu rozwiązywania problemów związanych z dostępem do wody na całym świecie.

Regiony przybrzeżne należą do najbardziej produktywnych gospodarczo i najludniejszych obszarów na świecie. Wysokie zapotrzebowanie na żywność, a także na zasoby wód słodkowodnych oraz ich ekosystemów naraża te obszary na ryzyko powstania problemów takich jak sezonowe niedobory wody, mieszanie z wodami słonymi oraz zanikanie terenów podmokłych. Przewiduje się, że w ciągu najbliższych kilkudziesięciu lat sytuacja ta stanie się jeszcze bardziej poważna, co będzie wymagało radykalnej zmiany w gospodarce wodnej i sposobach, w jakie wykorzystujemy wodę, w szczególności w zakresie magazynowania i ponownego wykorzystania wody słodkiej.

Finansowany przez UE projekt SUBSOL (bringing coastal SUBsurface water SOLutions to the market) skutecznie wykazał możliwości techniczne tymczasowego przechowywania i magazynowania

słodkiej wody pod powierzchnią w celu zapewnienia dodatkowych zasobów wody na wypadek niedoborów i braków. W ramach projektu opracowano szereg praktycznych podejść do przechowywania wody i zarządzania jej zasobami (określanych ogólnym mianem Subsurface Water Solutions), które mogą zostać zastosowane w celu znalezienia rozwiązań lokalnych i regionalnych wyzwań związanych z zasobami wody słodkiej.

Opracowanie zestawu narzędzi Subsurface Water Solutions

Technologia Subsurface Water Solutions (SWS) wykorzystuje możliwości magazynowania wody w warstwach znajdujących



© SUBSOL



Projekt SUBSOL zaprezentował udane zastosowanie rozwiązań SWS dzięki innowacyjnym rozwiązaniom w zakresie oczyszczania wstępnego, projektów studni wodnych oraz modelowania i zarządzania wodami gruntowymi.

się pod powierzchnią gruntu. Magazynowanie wody w taki sposób jest stosowane od wielu dziesięcioleci przy użyciu technik takich jak między innymi Managed Aquifer Recharge (MAR) i Aquifer Storage Recovery (ASR) polegających na magazynowaniu wody w warstwach wodonośnych. Przykładem zastosowania takich technologii jest magazynowanie tymczasowo wody rzecznej w wydmach w celu zapewnienia zasobów wody pitnej w zachodniej części Holandii.

Zespół SUBSOL skoncentrował się na opracowaniu i zaprezentowaniu różnorodnych koncepcji technicznych przechowywania słodkiej wody w regionach przybrzeżnych, gdzie obecnie dominują solankowe i słone warstwy wodonośne.

Jak tłumaczy koordynator projektu, dr Gerard van den Berg: „Odzyskiwanie wody słodkiej przechowywanej w przybrzeżnych warstwach wodonośnych jest szczególnie trudne, ponieważ woda słodka i słona mieszają się ze sobą do pewnego stopnia. Również przepływ wód gruntowych może utrudniać odzyskiwanie wcześniej zmagazynowanej wody”.

Z tego powodu nie wszystkie warstwy wodonośne nadają się do magazynowania wody i dlatego w ramach projektu SUBSOL opracowano koncepcje oparte na wykorzystaniu studni pionowych oraz poziomych, a także systemów z pojedynczymi lub wieloma ekranami, dzięki którym możliwa jest maksymalizacja ilości przechowywanej wody oraz możliwości jej odzyskiwania.

Testując różne metody, badacze pracujący nad projektem SUBSOL zwiększyli skalę istniejących obiektów referencyjnych, w ramach których z powodzeniem zastosowano koncepcje magazynowania wody. Dr Van den Berg wyjaśnia: „W oparciu o doświadczenia z tych obiektów referencyjnych wybrano szereg miejsc do replikacji zastosowanych metod. Rozwiązania opracowane w ramach projektu były testowane w różnych warunkach geologicznych i z uwzględnieniem wielu celów, między innymi rolnictwa, wykorzystywania jako wody pitnej, zastosowań ekologicznych i przemysłowych, a także ponownego wykorzystania wody”.

W rezultacie projektu powstał zestaw narzędzi do projektowania SWS, oferujący szczegółowe informacje na temat wykonalności technicznej różnych opcji, w tym ASR-Coastal (studnie pionowe z wieloma ekranami), Freshmaker (projekt oparty na studniach poziomych z jednoczesnym poborem wody słodkiej i słonej) oraz Freshkeeper (projekt oparty na studniach pionowych z jednoczesnym poborem wody słodkiej i słonej). Jak twierdzi dr Van den Berg, „Zestaw narzędzi został opracowany w celu wspomagania osób odpowiedzialnych za gospodarkę wodną w doborze najlepszego systemu SWS, który spełni ich potrzeby”.

W zakresie zapewnienia przyjęcia zaproponowanych rozwiązań na rynku badacze działający w ramach projektu SUBSOL od

samego początku współpracowali z firmami inżynieryjnymi, a także z użytkownikami końcowymi, wśród których znaleźli się między innymi przedstawiciele przemysłu wodnego oraz dostawcy wody pitnej. Dodatkowo poza testowaniem rozwiązań magazynowania wód powierzchniowych w warunkach naturalnych przeprowadzono także badania rynkowe dotyczące możliwości zastosowania opracowanych rozwiązań na całym świecie. Wykazały one wyraźny potencjał zastosowania SWS nie tylko w Europie Północno-Zachodniej i w basenie Morza Śródziemnego, ale również w Zatoce Meksykańskiej, Brazylii, Chinach, Singapurze i regionie Zatoki Perskiej.

Poważne problemy dotyczące wody wymagają radykalnych rozwiązań

Ponowne wykorzystanie wody jest jednym z najpowszechniej akceptowanych podejść stosowanych w celu rozwiązania problemu braku wody słodkiej do użytku domowego i nawadniania upraw. Skuteczne praktyki zależą jednak w dużym stopniu od zapotrzebowania i podaży, nie tylko pod względem ilości, ale również czasu i jakości. Warstwy znajdujące się pod powierzchnią gruntu zapewniają niemal nieograniczoną pojemność pozwalającą na czasowe magazynowanie wody, a zarazem umożliwiają także ochronę magazynowanej wody przed pogorszeniem jakości.

„Projekt SUBSOL zaprezentował udane zastosowanie rozwiązań SWS dzięki innowacyjnym rozwiązaniom w zakresie oczyszczania wstępnego, projektów studni wodnych oraz modelowania i zarządzania wodami gruntowymi”, dodał dr Van den Berg.

Dalsze badania i wdrożenia skupią się na skalowaniu rozwiązań SWS od systemów małych (2-30 ha) do systemów średniej wielkości (około 250 ha w systemach komercyjnych, które są aktualnie budowane), a także do rozwiązań na skalę regionalną (ponad 1000 ha). Prace te są prowadzone w ramach partnerstw publiczno-prywatnych obejmujących organizacje badawcze oraz spółki doradcze wspólnie opracowujące zastosowania rozwiązań SWS.

Dodatkowo zainteresowane strony mogą skorzystać z bazy wiedzy, informacji i doświadczeń udostępnionej w ramach projektu SUBSOL.

PROJEKT

SUBSOL – bringing coastal SUBsurface water SOLUTIONs to the market

KOORDYNOWANY PRZEZ

KWR Water B.V. w Holandii

FINANSOWANIE W RAMACH

H2020-ENVIRONMENT

STRONA PROJEKTU

subsolv.org

CORDIS Results Pack

Broszura dostępna online w 6 wersjach językowych: cordis.europa.eu/article/id/401167



Opublikowano

na zlecenie Komisji Europejskiej przez CORDIS:

Urząd Publikacji Unii Europejskiej

rue Mercier 2

2985 Luksemburg

LUKSEMBURG

cordis@publications.europa.eu

Koordinacja wydawnicza

Zsófia TÓTH, Silvia FEKETOVÁ

Zastrzeżenie prawne

Udostępnione online informacje o projektach oraz odnośniki opublikowane w bieżącym wydaniu broszury CORDIS Results Pack są poprawne w momencie przekazania publikacji do druku. Urząd Publikacji nie ponosi odpowiedzialności za nieaktualne informacje ani strony internetowe, które nie są już aktywne. Urząd Publikacji ani żadna osoba działająca w jego imieniu nie odpowiada za ewentualny sposób wykorzystania informacji zawartych w niniejszej publikacji ani za jakiegokolwiek błędy, które mogą pozostawać w tekstach pomimo staranności, z jaką są przygotowywane.

Technologie przedstawione w niniejszej publikacji mogą być objęte prawami własności intelektualnej.

Niniejsza broszura Results Pack jest wynikiem współpracy pomiędzy CORDIS i Agencją Wykonawczą ds. Małych i Średnich Przedsiębiorstw (EASME)

PRINT	ISBN 978-92-78-42078-9	doi:10.2830/548261	ZZ-AK-19-023-PL-C
HTML	ISBN 978-92-78-42068-0	doi:10.2830/08617	ZZ-AK-19-023-PL-Q
PDF	ISBN 978-92-78-42074-1	doi:10.2830/66170	ZZ-AK-19-023-PL-N

Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2020

© Unia Europejska, 2020

Ponowne wykorzystanie jest dozwolone pod warunkiem podania źródła.

Zasady ponownego wykorzystywania dokumentów Komisji Europejskiej określono w decyzji 2011/833/UE (Dz.U. L 330 z 14.12.2011, s. 39).

W przypadku wykorzystywania lub powielania zdjęć lub innych materiałów, które nie są objęte prawami autorskimi UE, należy zwrócić się o pozwolenie bezpośrednio do właścicieli praw autorskich.

Zdjęcie na okładce: © Dmitri Ma, Shutterstock

BROSZURA RESULTS PACK NA TEMAT GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

Nowa broszura Results Pack koncentruje się na gospodarce o obiegu zamkniętym oraz możliwych rozwiązaniach problemów ze śmieciami w Europie, na które pozwala zastosowanie tej koncepcji. W ramach programu finansowania „Horyzont 2020” prowadzone są badania nad innowacyjnymi rozwiązaniami opisywanymi w interdyscyplinarnej broszurze CORDIS Results Pack, prezentującej niektóre spośród najbardziej interesujących projektów, które promują redukcję ilości odpadów i poprawę efektywności wykorzystania zasobów w sektorach tekstylnym, budowlanym, fotowoltaicznym, stalowym, a także odpadów wielkogabarytowych i komunalnych.



Broszura jest
dostępna pod adresem
[cordis.europa.eu/
article/id/411500/pl](https://cordis.europa.eu/article/id/411500/pl)



Urząd Publikacji
Unii Europejskiej



Zachęcamy do śledzenia nas także w mediach społecznościowych!

facebook.com/EULawandPublications

twitter.com/CORDIS_EU

youtube.com/CORDISdotEU

instagram.com/cordis_eu

PL