

Opracowanie na temat organizacji międzynarodowych wizyt studyjnych rozpowszechniających wśród Partnerów projektu AQUARES (Interreg Europa) dobre praktyki dotyczące technologii odzysku i ponownego użycia wody

OPRACOWANIE WYKONANE NA ZLECENIE URZĘDU MARSZAŁKOWSKIEGO
WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO W RAMACH PROJEKTU AQUARES



ASM - CENTRUM BADAŃ I ANALIZ RYNKU SP. Z O.O.

99-301 Kutno, ul. Grunwaldzka 5,

www.asm-poland.com.pl

tel.: + 48 24 355 77 00, fax: +48 24 355 77 01/03

e-mail: sekretariat@asm-poland.com.pl

Spis treści

Wstęp	4
Założenia projektu AQUARES i stan wód w Europie.....	5
Cele wizyt studyjnych oraz wskazówki techniczne i organizacyjne.....	8
Tematyka wizyt studyjnych	10
Technologie odzysku i ponownego wykorzystania wody oraz monitoringu w Unii Europejskiej w podziale na sektory	13
Studium przypadków w województwie łódzkim	17
FARBIARNIA BILIŃSCY	17
JANIS	19
ARTURÓWEK.....	20
EC1	23
ZATOKA SPORTU ŁÓDŹ	25
MPWIK SIERADZ	26
GRUPOWA OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW W ŁODZI	27
ROLNICTWO.....	28
DIGITAL WATER. PROOF OF CONCEPT (POC) ROZWIĄZANIA POZWALAJĄCEGO WYKRYWAĆ WARUNKI SPRZYJAJĄCE WYSTĘPOWANIU W WODZIE BAKTERII E. COLI.....	29
Agenda spotkania	31
Bibliografia.....	33

Spis tabel

Tabela 1 Wskaźnik eksploatacji wody w Europie (%)	6
Tabela 2Lista kontrolna dla przygotowania wizyty studyjnej.....	9
Tabela 3 Intensywne i ekstensywne technologie rekultywacji	13

Spis map

Mapa 1 Pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności według województw w 2017	12
--	----

Spis rysunków

Rysunek 1 Gospodarska ściekowa w Farbiarni Bilińscy.....	18
Rysunek 2 Instalacje chemiczno-biologicznej oczyszczalni ścieków Farbiarni Bilińscy	19
Rysunek 3 Podziemny system pomp tłoczących wodę do filtracji	20
Rysunek 4 Układ membran, Janis	20
Rysunek 5 Zbiornik uśredniający, Janis.....	20
Rysunek 6 Rysunek 6 1Strefa sedymentacji, oczyszczanie wód z zawiesiny w części osadników systemu	21
Rysunek 7 Warstwa oczyszczania wód deszczowych z terenów o niskim stopniu użytkowania, wypełniona kamieniem i obsadzona roślinnością wodną.....	22
Rysunek 8 Filtr geochemiczny eliminacja związków biogenicznych w strukturze geochemicznej (podwodna strefa gabionowa z wypełnieniem dolomitowo-wapiennym z matą kokosową)	22
Rysunek 11 Kanał wodny - zbiornik ZB5	23
Rysunek 12 Zbiorniki zasilające na 4 kondygnacji budynku Rozdzielni EC1 Zachód	24
Rysunek 13 Zielone dachy na terenie EC1.....	24
Rysunek 14 Filtry ślimakowe z ziemią okrzemkową.....	25
Rysunek 15 System filtrów w Zatoce Sportu	25
Rysunek 16 Zbiornik w podbaseniu, do którego sływa woda z rynien przelewowych w Zatoce Sportu	25
Rysunek 17 Uzdatnianie wody w MPWiK w Sieradzu, filtry DynaSand	26
Rysunek 18 Pompy tłoczące uzdatnioną wodę do sieci magistrali MPWiK w Sieradzu	26
Rysunek 19 Pompy wody technologicznej	27
Rysunek 20 System pomp i hydrantów wody technologicznej	27
Rysunek 9 Złoże horyzontalne z substratem węglowym zbudowane z modułów	28
Rysunek 10 Złoże wertykalne na drodze sływu odcieków ze składowiska obornika	28
Rysunek 21 Schemat PoC systemu firmy Cybercom służącego do bieżącego monitoringu stanu wody w celu wykrywania warunków sprzyjających występowaniu bakterii Escherichia coli (E. coli)	30
Rysunek 22 PoC systemu służącego do bieżącego monitoringu stanu jakości wody, wykrywania bakterii E. coli firmy Cybercom	30

Wstęp

Niniejszy dokument został przygotowany w ramach projektu AQUARES przez jednego z członków konsorcjum – Urząd Marszałkowski Województwa łódzkiego. Został on opracowany w celu dostarczenia wstępnej dokumentacji dla organizowanych w ramach projektu wizyt studyjnych, mających na celu ułatwienie wymiany doświadczeń w zakresie wdrażania i monitorowania ponownego wykorzystania wody w Europie i jej regionach reprezentowanych w AQUARES.

Urząd Marszałkowski jest partnerem odpowiedzialnym za organizację pierwszej wizyty studyjnej AQUARES w Polsce, w związku z czym jest również odpowiedzialny za przygotowanie niniejszego opracowania, które ma służyć jako kompendium wiedzy na temat wizyt studyjnych zarówno dla uczestników wydarzeń, jak i ich gospodarzy.

Niniejszy dokument ma stanowić źródło informacji na temat, który leży u podstaw AQUARES – praktyk ponownego wykorzystania wody w Europie, ale także ma służyć jako przewodnik wspierający organizację kolejnych wizyt studyjnych. Dlatego też treść dokumentu odnosi się zarówno do kwestii merytorycznych, jak i organizacyjnych.

Mając na uwadze potrzeby uczestników wizyt studyjnych, niniejsze opracowanie opisuje główne cele projektu, podjęte w nim działania i ich spodziewany wpływ. Przedstawiono również podstawowe informacje na temat aktualnego stanu wód w Unii Europejskiej zilustrowane danymi statystycznymi (np. wskaźnik eksploatacji wody), a także technologie odzyskiwania, ponownego wykorzystania i monitorowania wody oraz zastosowania wody odzyskanej w Europie.

Główna część niniejszego dokumentu poświęcona jest studiom przypadku ponownego wykorzystania wody w regionie łódzkim. Najbardziej pomyślne przykłady ponownego wykorzystania wody z województwa łódzkiego zaprezentowane są w odniesieniu do możliwych zastosowań wody odzyskanej: sektora publicznego, przemysłu, rolnictwa, sportu i rekreacji. Ukazane przykłady są kluczowymi tematami transferu wiedzy między uczestnikami wizyty studyjnej.

Mając na uwadze potrzeby gospodarzy wizyt studyjnych, niniejszy dokument zawiera wytyczne techniczne i organizacyjne dla partnerów AQUARES organizujących kolejne spotkania. Wytyczne zostały opracowane przez Urząd Marszałkowski w oparciu o doświadczenia zebrane podczas przygotowywania wizyty w ramach projektu AQUARES, a także podczas udziału w projektach SCREEN i GPP4Growth.

Co ważne, niniejszy dokument zawiera także program wizyty studyjnej. Program ten precyzyjnie wyznacza ramy wizyty studyjnej oraz podaje szczegółowe informacje na temat dat, godzin i miejsca spotkania. Należy zauważyć, że zgodnie z programem niektóre z opisanych w tym dokumencie studiów przypadku będą również przedstawione uczestnikom wydarzenia w rzeczywistych warunkach.

Założenia projektu AQUARES i stan wód w Europie

Woda jest podstawowym zasobem dla zdrowia ludzkiego, rolnictwa, produkcji energii, transportu i przyrody, a zapewnienie zrównoważonej gospodarki wodnej pozostaje jednym z kluczowych wyzwań naszych czasów w Europie. Głównym celem polityki wodnej Unii Europejskiej jest zapewnienie dostępności wystarczającej ilości wody dobrej jakości zarówno dla potrzeb ludzi, jak i środowiska naturalnego. Zgodnie z ostatnim sprawozdaniem oceniającym stan wód europejskich, sporządzonym przez Europejską Agencję Środowiska¹, stan wód powierzchniowych, gruntowych i przybrzeżnych w Unii Europejskiej zmienia się na lepsze, ale nadal wymaga poprawy. W ciągu ostatnich 30 lat poczyniono znaczne postępy – poprawa w zakresie oszczędnego gospodarowania wodą i zarządzania zasobami wodnymi spowodowała ogólny spadek całkowitego poboru wody o 19% od 1990 r. Zaobserwowana zmiana została osiągnięta głównie dzięki przepisom unijnym, w szczególności Ramowej Dyrektywie Wodnej UE, Dyrektywie w Sprawie Oczyszczania Ścieków Komunalnych i Dyrektywie w Sprawie Wody Pitnej. Wydaje się, że największy wpływ można przypisać Ramowej Dyrektywie Wodnej, która weszła w życie w 2000 r. i ustanowiła wytyczne oceny, zarządzania, ochrony i poprawy w zakresie jakości zasobów wodnych w całej Unii. Zgodnie z wymogami dyrektywy, państwa członkowskie poczyniły znaczne wysiłki na rzecz poprawy jakości wody i zmniejszenia presji na zasoby wodne.

Pomimo osiągniętego postępu Europejska Agencja Środowiska wskazuje w swoim sprawozdaniu, że kwestie stanu wód i ich ochrony powinny zostać uwzględnione w różnych obszarach działalności, a nie tylko w tak zwanej polityce wodnej – zalecono bardziej zintegrowane podejście, w którym uwzględnione zostałyby znaczenie ekosystemów i rola różnorodnych sektorów gospodarczych i społecznych.

Mimo, że 72% powierzchni Ziemi pokryte jest wodą, mniej niż 3% tej wody nadaje się do takich zastosowań jak picie i nawadnianie. W ostatnich dziesięcioleciach w całej Unii niedobory wody i susze pojawiały się z coraz większą częstotliwością. Zjawiska te w przyszłości prawdopodobnie staną się częstsze i poważniejsze nie tylko ze względu na zmiany klimatyczne, ale także ze względu na rosnące potrzeby ludności i nadmierną abstrakcję. Zapotrzebowanie na wodę w całej Europie od 50 lat stale rośnie, częściowo z powodu wzrostu liczby ludności. Doprowadziło to do ogólnego zmniejszenia zasobów wody odnawialnej na mieszkańca o 24% w całej Europie².

Obecnie niedobór wody dotyka co najmniej 11% ludności Europy i 17% terytorium Unii Europejskiej. Niestety, prognozy przewidują, że do 2030 r. stres wodny i niedobory wody dotkną prawdopodobnie połowę dorzecza Europy. Co ważne, niedobór wody nie ogranicza się do kilku zakątków Europy – zjawisko to szybko staje się problemem w całej Unii Europejskiej. Najtrudniejsza sytuacja występuje w regionie śródziemnomorskim (Hiszpania, Portugalia, Półwysep Apeniński, południowa Francja, Cypr, Grecja i Malta), gdzie około 20% ludności doświadcza ciągłego stresu wodnego oraz gdzie latem odsetek ludności dotkniętej stresem wodnym wynosi nawet 50%. Niedobór wody staje się również problemem w regionach północnych, w tym w niektórych częściach Wielkiej Brytanii i Niemiec. Obszary rolnicze wykorzystujące intensywne nawadnianie, popularne ośrodki turystyczne i duże aglomeracje miejskie uważane są za najczęstsze obszary, w których występuje stres wodny³.

Poniższa tabela zawiera przegląd warunków dotyczących stresu wodnego w Europie, w tym najnowsze dane dostępne dla poszczególnych krajów. Stres wodny jest wyrażony za pomocą wskaźnika eksploatacji wody (Water

¹ European waters, Assessment of status and pressures 2018, European Environment Agency (2018)

² <https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2018-content-list/articles/water-use-in-europe-2014> (dostęp: 8 października 2019)

³ Ibidem

Exploitation Index). Wskaźnik przedstawia stosunek objętości rocznego zużycia wody do objętości zasobów wodnych, które można rocznie uzyskać. Minimalny okres brany pod uwagę przy obliczaniu średnich zasobów możliwych do uzyskania wynosi 20 lat. Próg ostrzegawczy wynoszący 20% dla tego wskaźnika odróżnia region, w którym nie występuje stres wodny, od regionu, w którym zaobserwowano niedobór wody. Z kolei wskaźnik przekraczający 40% oznacza występowanie poważnego niedoboru. Według przedstawionych danych krajami, w których zużycie wody przekracza 20% rezerw są Hiszpania, Malta i Cypr (w tych dwóch ostatnich wskaźnik przekracza nawet 40%). Co ważne, w wielu krajach europejskich wartość tego wskaźnika utrzymuje się na niebezpiecznym poziomie zbliżającym się do 20%, powyżej którego można się spodziewać niedoboru wody.

Tabela 1 Wskaźnik eksploatacji wody w Europie (%)

Wskaźnik eksploatacji wody	
Kraj	Wartość (rok)
Belgia	15,2 (2015)
Bułgaria	5,6 (2017)
Czechy	10,2 (2017)
Dania	4,5 (2016)
Niemcy	13 (2016)
Estonia	14,5 (2017)
Irlandia	:
Grecja	15,6 (2016)
Hiszpania	28,1 (2016)
Francja	13,9 (2016)
Chorwacja	:
Włochy	:
Cypr	67,4 (2017)
Łotwa	0,6 (2017)
Litwa	1,3 (2017)
Luxemburg	2,7 (2016)
Węgry	3,4 (2016)
Malta	51,2 (2017)
Holandia	8,7 (2016)
Austria	:
Polska	17,7 (2017)
Portugalia	6,6 (2017)
Rumunia	17,1 (2017)
Słowenia	2,9 (2017)
Słowacja	0,7 (2017)
Finlandia	:
Szwecja	1,2 (2015)
Wielka Brytania	4,2 (2014)
Islandia	:
Norwegia	:
Szwajcaria	:
Macedonia	:
Serbia	3,1
Turcja	:

Źródło: ASM – Centrum Badań i Analiz Rynku na podstawie danych Eurostatu (symbol ':' oznacza brak danych)

Do zmniejszenia negatywnego wpływu niedoborów wody na środowisko konieczne jest bardziej efektywne zarządzanie zasobami wodnymi. Jednym z kluczowych alternatywnych źródeł zaopatrzenia w wodę są oczyszczone ścieki. Ponowne wykorzystanie wody po odpowiednim oczyszczeniu wydłuża jej cykl życia, chroniąc tym samym zasoby wodne.

Warto zwrócić uwagę, że w UE oczyszcza się rocznie ponad 40 mld m³ ścieków, ale tylko 964 mln m³ tych oczyszczonych ścieków jest ponownie wykorzystywane⁴. Wskazuje to na duży potencjał do dalszego spożytkowania – Europa mogłaby zużywać 6-krotnie więcej uzdatnionej wody niż obecnie.

W odpowiedzi na rosnący w Europie problem niedoboru wody powstał projekt AQUARES, którego celem jest wspieranie efektywnej gospodarki wodnej na kontynencie poprzez ponowne wykorzystanie wody. Głównym celem AQUARES jest rozwój i usprawnienie polityki i planów działania regionów europejskich w zakresie ponownego wykorzystywania wody. Powyższy cel realizowany jest poprzez następujące działania szczegółowe:

- zwiększenie zdolności administracji publicznej do planowania i wdrażania polityki promującej innowacyjne technologie i modele biznesowe w celu ponownego wykorzystania wody (do 200 pracowników),
- uwolnienie inwestycji regionalnych, które mogą prowadzić do realizacji projektów dotyczących ponownego wykorzystania wody (inwestycje o wartości ponad 10 mln EUR),
- zwiększenie świadomości na temat korzyści płynących z rozwiązań w zakresie ponownego wykorzystania wody i oszczędnego nią gospodarowania oraz budowanie konsensusu między dostawcami wody, pracownikami i obywatelami w celu wsparcia działań na rzecz ponownego wykorzystania wody (ponad 1 000 osób).

Aby sprostać tym ambitnym celom, zespół projektowy zaplanował zestaw różnych działań, które mają być wykonane w czasie trwania projektu. Ogólnie rzecz biorąc, działania w ramach projektu koncentrują się na dzieleniu się wiedzą i doświadczeniami oraz na przekazywaniu dobrych praktyk pomiędzy władzami regionalnymi i lokalnymi oraz innymi interesariuszami projektu. W celu maksymalizacji osiągnięcia założonych celów w ramach AQUARES podjęte zostaną następujące działania:

- dla każdego kraju reprezentowanego w projekcie zostanie przygotowanych 9 planów działania w celu udoskonalenia odpowiednich instrumentów polityki z korzyścią dla instytucji zarządzających i beneficjentów z obszaru zarządzania wodą,
- przygotowane zostaną 3 warsztaty międzyregionalne, 3 wizyty studyjne i 10 wizyt dwustronnych w celu wspierania budowania wiedzy wśród partnerów i zainteresowanych stron,
- zostanie opracowany 1 zestaw narzędzi online do oceny inwestycji w zakresie ponownego wykorzystania wody dla regionów promujących oszczędne gospodarowanie wodą,
- udostępnionych zostanie 5 wspólnych badań tematycznych i sprawozdań z analiz dotyczących potrzeb terytorialnych i możliwości ponownego wykorzystania wody.

Oprócz działań związanych z budowaniem potencjału skierowanych do profesjonalistów, ważnym celem AQUARES jest zwiększenie świadomości na temat potrzeb i możliwości ponownego wykorzystania wody wśród

⁴ https://ec.europa.eu/environment/water/pdf/water_reuse_factsheet_en.pdf (dostęp: 8 października 2019)

ogółu społeczeństwa – zespół projektowy zajmuje się inicjowaniem i promowaniem dialogu publicznego pomiędzy obywatelami.

Cele wizyt studyjnych oraz wskazówki techniczne i organizacyjne

Wizyta studyjna to krótkie zorganizowane spotkanie (trwające zwykle 3-5 dni) służące wymianie doświadczeń, pokazywaniu instytucji, organizacji, projektów, przedsięwzięć. Spotkania takie odbywają się zwykle w małej grupie (10-20 osób) specjalistów czy innych osób zainteresowanych tematem przewodnim. W programach wizyt studyjnych jest uwzględnione odwiedzanie lokalnych miejsc najciekawszych i najbardziej wartościowych z punktu widzenia głównego tematu spotkania. Można powiedzieć, że podczas wizyt studyjnych lokalni liderzy pokazują zaproszonym liderom projekty warte zobaczenia w danym regionie.

Wizyty studyjne są jednym z kluczowych wydarzeń związanych z wymianą wiedzy i doświadczeń zaplanowanych w ramach projektu AQUARES. Łącznie w ramach projektu AQUARES zaplanowano trzy wizyty studyjne: województwo łódzkie zorganizuje pierwszą wizytę z nich w Łodzi jesienią 2019 r., tj. w trzecim semestrze, druga wizyta zostanie zorganizowana przez Agencję Rozwoju Regionalnego Kraju Pardubickiego (Czechy) w czwartym semestrze, a trzecia wizyta zostanie zorganizowana przez Specjalny Sekretariat ds. Wody Ministerstwa Środowiska i Energii (Grecja) w semestrze piątym.

Polska wizyta studyjna będzie dwudniowym wydarzeniem, które odbędzie się w dniach 16-17 października 2019 roku. Wszyscy partnerzy AQUARES wezmą udział w wizytach studyjnych, zostaną także zaproszeni zewnętrzni interesariusze projektu z regionów partnerskich. Profil uczestników spotkania (zarówno partnerów projektu, jak i gości zewnętrznych) może zostać zdefiniowany jako eksperci / specjaliści zajmujący się kwestiami gospodarki wodnej / odzysku wody. Uczestnicy wizyty studyjnej reprezentują sektor publiczny, sektor biznesu i społeczność akademicką. Oczekiwana liczba uczestników na każdą wizytę studyjną wynosi ok. 20 osób.

Głównym powodem, dla którego organizowane są te wydarzenia, jest międzyregionalna wymiana doświadczeń w zakresie wdrażania i monitorowania ponownego wykorzystania wody pomiędzy uczestniczącymi w projekcie regionami. Dlatego też kluczowe tematy wizyt studyjnych będą dotyczyć między innymi innowacyjnych praktyk monitorowania ponownego wykorzystania wody czy dostosowania efektywnych modeli finansowania i innych narzędzi politycznych do potrzeb regionalnych.

Ogólna struktura wizyt studyjnych obejmuje kilka kluczowych elementów:

- wprowadzenie merytoryczne mające na celu zapoznanie uczestników wydarzenia ze specyfiką stanu hydrologicznego regionu gospodarza – jego zasobami wodnymi i innymi zagadnieniami związanymi z gospodarką wodną,
- część praktyczna (wizyty w instytucjach, obiektach, budynkach), pozwalające dowiedzieć się, jak w rzeczywistości działają różne rozwiązania modelowe związane z innowacjami ekologicznymi w zakresie ponownego wykorzystania wody,
- sesje ewaluacyjne w trakcie i po wizycie, mające na celu zebranie opinii i rekomendacji od uczestników (wewnętrzne spotkania podsumowujące).

Po zakończeniu wizyty studyjnej zostanie opracowany raport podsumowujący wydarzenie przez gospodarza – Urząd Marszałkowski, a poza najważniejszymi merytorycznymi wnioskami w raporcie uwzględnione zostaną również kwestie logistyczne i organizacyjne. Wiedza i doświadczenie zdobyte podczas wydarzenia będą dalej

rozpowszechniane przez uczestników spotkania wśród swoich współpracowników - każdy partner AQUARES zorganizuje wewnętrzne spotkanie podsumowujące w ramach własnej organizacji, aby dzielić się doświadczeniami zdobytymi podczas wizyty studyjnej.

Przygotowanie wizyty studyjnej jest dość sporym wyzwaniem dla organizatorów, ponieważ wymaga zaangażowania wielu środków (zasoby ludzkie, finansowe itp.) na wielu płaszczyznach. Bardzo przydatnym narzędziem planowania i zarządzania przygotowaniem spotkań jest lista kontrolna, która zawiera wykaz czynności (zarówno organizacyjnych, jak i technicznych) niezbędnych do realizacji określonego zadania (w tym przypadku – organizacji wizyty studyjnej). Posługując się listą kontrolną mamy pewność, że żadna z koniecznych czynności nie została pominięta i że spotkanie zostało przygotowane z należytą starannością. Poza wykazem czynności warto również ustalić kto będzie odpowiedzialny za realizację danego zadania i ustalić ostateczny termin, w jakim zadanie musi zostać ukończone.

Poniższa lista kontrolna może służyć jako zestaw rekomendacji pomagających w przygotowaniu udanej wizyty studyjnej. Została ona opracowana przez województwo łódzkie w oparciu o doświadczenia zebrane w trakcie projektu AQUARES, a także podczas udziału w projektach SCREEN i GPP4Growth.

Tabela 2 Lista kontrolna dla przygotowania wizyty studyjnej

LISTA KONTROLNA	
CZYNNOŚCI DO WYKONANIA	TAK / NIE
Ustalenie daty wizyty z partnerami projektu	
Potwierdzenie liczby uczestników spotkania spośród partnerów projektu	
Określenie profilu uczestników spotkania spoza członków konsorcjum oraz ich liczby	
Określenie osób odpowiedzialnych za rekrutację uczestników spotkania spoza projektu (np. każdy partner powinien zaprosić 1-2 ekspertów)	
Proces rekrutacji uczestników zewnętrznych	
Potwierdzenie liczby uczestników wizyty studyjnej spoza projektu	
Ustalenie programu wizyty studyjnej (elementy programu: prezentacje, część dyskusyjna, wyjazdy do wybranych studiów przypadku + czas ich trwania)	
Zapewnienie miejsca spotkania (np. sala konferencyjna) z uwzględnieniem liczby uczestników	
Ustalenie języka, w jakim odbywać się będzie spotkanie i jeśli to potrzebne zapewnienie tłumaczy	
Zapewnienie osoby/osób prowadzących wydarzenie	
Zapewnienie prelegentów	
Zapewnienie dodatkowej obsługi podczas wydarzenia (rejestracja uczestników, przekazanie materiałów informacyjnych, podanie posiłków itp.)	
Wyznaczenie osoby odpowiedzialnej za przygotowanie minetek / sprawozdania ze spotkania	
Zapewnienie transportu i odpowiedniej liczby miejsc dla uczestników wydarzenia	
Ustalenie liczby posiłków z uwzględnieniem informacji dotyczących restrykcji w diecie uczestników	
Dostarczenie uczestnikom spotkania praktycznych wskazówek (rekomendowane hotele, strój - jeśli np. wizyta będzie w plenerze,	

wskazówki dotyczące dojazdu itp.)	
Przygotowanie gadżetów i materiałów informacyjnych dla uczestników spotkania (np. notatnik, długopis, wizytówki, agenda spotkania)	
Przygotowanie materiałów promocyjnych i komunikacyjnych (np. plakaty, ulotki dotyczące projektu, organizatora czy regionu, w którym odbywa się wizyta)	
Rozważenie potrzeby promocji wydarzenia – jeśli tak, to za pomocą jakich środków (notatka prasowa, radio, media społecznościowe itp.) i na jaką skalę (lokalną, krajową, europejską)	
ZAPEWNIENIE BUDŻETU NA REALIZACJĘ WSZYSTKICH ZADAŃ (zaplanowanie i kontrola wydatków w ramach dostępnego budżetu)	

Tematyka wizyt studyjnych

Tematyka wizyt studyjnych dotyczy przede wszystkim technologii odzysku i ponownego użycia wody wykorzystywanych w regionie województwa łódzkiego. Wizyta studyjna została zaplanowana w taki sposób, aby uczestnicy wydarzenia mogli zapoznać się z dobrymi praktykami wdrożonymi w regionie w ramach różnych sektorów: sport, rekreacja, przemysł, rolnictwo oraz zastosowania publiczne. Przykłady dobrych praktyk z województwa łódzkiego zostały szczegółowo omówione w kolejnym rozdziale tego dokumentu. Ze względu na ograniczenia czasowe wydarzenia nie do wszystkich opisanych w tym raporcie studiów przypadków uda się dotrzeć podczas wizyty.

Tematyka wizyt studyjnych będzie również poruszać kwestie modeli współfinansowania projektów mających na celu wdrożenie ponownego wykorzystania wody. Dostępność skutecznych modeli współfinansowania odgrywa kluczową rolę w projektach dotyczących odzyskiwania i ponownego wykorzystania zasobów, ponieważ wsparcie finansowe ułatwia pokonywanie głównych barier utrudniających realizację takich projektów: wysokie koszty początkowe i długi okres zwrotu inwestycji.

Wśród dostępnych modeli wsparcia finansowego obecne są m.in. partnerstwo publiczno-prywatne oraz wykorzystanie środków finansowych z funduszy strukturalnych: Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR), Funduszu Spójności, Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW), Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego (EFMR). Wszystkimi tymi funduszami zarządzają samodzielnie kraje UE na podstawie umów partnerstwa z Komisją Europejską, w których ustala się przeznaczenie środków (np. wsparcie gospodarowania zasobami wodnymi) w trakcie bieżącego okresu finansowania.

Uzasadnienie, dlaczego partnerstwo publiczno-prywatne można z powodzeniem wdrożyć w projektach ponownego wykorzystania wody, a także jego różne modele mające zastosowanie w gospodarce wodnej są szczegółowo przedstawione w raporcie *AQUARES Input study on how to unlock public and private investments in water* przygotowanym przez partnera Energy and Water Agency Malta w marcu 2019 r. We wspomnianym dokumencie dostarczono kompleksową listę analiz przypadków partnerstwa publiczno-prywatnego dotyczących ponownego wykorzystania wody w Europie.

Wśród opisanych w tym dokumencie projektów z regionu łódzkiego, w większości przypadków inwestycje mające na celu wdrożenie rozwiązań wykorzystujących ponownie oczyszczoną wodę zostały zrealizowane bez

wsparcia finansowego z własnych środków inwestorów. Czasem inwestycje te były realizowane w ramach dużych projektów modernizacyjnych, na które co prawda wsparcie finansowe było otrzymywane, ale nie były to środki dedykowane specjalnie na wdrożenie rozwiązań ponownego wykorzystania wody (to beneficjent zdecydował o uwzględnieniu tego celu w budżecie, jaki miał do dyspozycji). Wyjątkiem jest farbiarnia Janis, która w 2014 roku firma otrzymała dofinansowanie ze środków Unii Europejskiej w ramach Łódzkiego Regionalnego Programu Operacyjnego oraz budżetu państwa (nazwa inwestycji: *Wzrost konkurencyjności firmy poprzez nabycie i wdrożenie wyników prac B+R w celu zbudowania układu odzysku i zawracania wody technologicznej*). Całkowita wartość projektu to 3,1 mln PLN, z czego kwota dofinansowania z EFRR 765,0 tys. PLN. W przypadku opisanych w dokumencie inwestycji pochodzących z sektora rolnictwa, właściciele gospodarstw rolnych nie ponosili kosztów inwestycji, a jedynie udostępniali swoją własność, bo realizowane tam projekty są elementem programów badawczych realizowanych przez Uniwersytet Łódzki.

Generalnie rzecz biorąc, zgodnie z opinią zaprezentowaną w dokumencie „17 wyzwań dla Polski – 17 odpowiedzi. Co firmy w Polsce mogą zrobić dla realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju?” w Polsce brakuje dobrego gospodarowania wodą na wszystkich etapach jej wykorzystania, a jednym z największych wyzwań dla naszych władz poza przygotowaniem dobrych regulacji prawnych jest przygotowanie mechanizmów wsparcia finansowego. Dotychczas brakowało dobrego prawa, ale to na szczęście się zmienia, ponieważ władze podejmują działania w tym kierunku. Brakuje jednak na pewno wsparcia finansowego i powszechnej edukacji w zakresie wykorzystania wody.⁵

Wracając do tematyki wizyt studyjnych, to poza prezentacją przykładowych technologii oczyszczania i ponownego wykorzystywania wody w regionie oraz aspektem finansowania tego typu projektów, uczestnicy spotkania zostaną również zapoznani z charakterystyką hydrologiczną województwa łódzkiego. Taka charakterystyka każdego regionu jest kluczowa w celu identyfikacji potrzeb w zakresie ponownego wykorzystania wody i dopasowania adekwatnych technologii. Każdy region ma swoją specyfikę i inne problemy gospodarki wodnej, a co za tym idzie inne rozwiązania będą wymagać w danym regionie popularyzacji.

Kryteria, jakie powinny być wzięte pod uwagę przy wyłonieniu najbardziej efektywnych rozwiązań wspierających ponowne wykorzystanie wody to bez wątpienia naturalne cechy regionu, które warunkują jego zasoby wodne: opady atmosferyczne, parowanie terenowe i odpływ (powierzchniowy oraz podziemny), które wynikają z różnorodności takich czynników jak klimat, pokrycie terenu, rzeźba terenu, budowa geologiczna i rodzaj gleb. Warunki przyrodnicze, a w szczególności cechy klimatu, reżim hydrologiczny, ukształtowanie terenu czy szata roślinna są naturalnymi czynnikami wpływającymi na zasoby wodne. Jednak ich właściwa ocena możliwa jest dopiero przy uwzględnieniu procesów demograficznych i urbanizacyjnych oraz czynników związanych z działalnością człowieka, w tym między innymi rozwoju przemysłu, procesów wydobywczych i rolnictwa.⁶

Ważnym kryterium w identyfikacji regionalnych potrzeb w zakresie ponownego wykorzystania wody jest też informacja dotycząca wielkości poborów wody z uwzględnieniem jej przeznaczenia na obszarze konkretnych regionów. Na podstawie takich danych możliwe jest nie tylko zidentyfikowanie tych sektorów gospodarki, które w danym regionie pobierają wodę na największą skalę, ale co równie ważne – możliwe jest zaprojektowanie

⁵ 17 wyzwań dla Polski – 17 odpowiedzi. Co firmy w Polsce mogą zrobić dla realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju?, Forum Odpowiedzialnego Biznesu (2018)

⁶

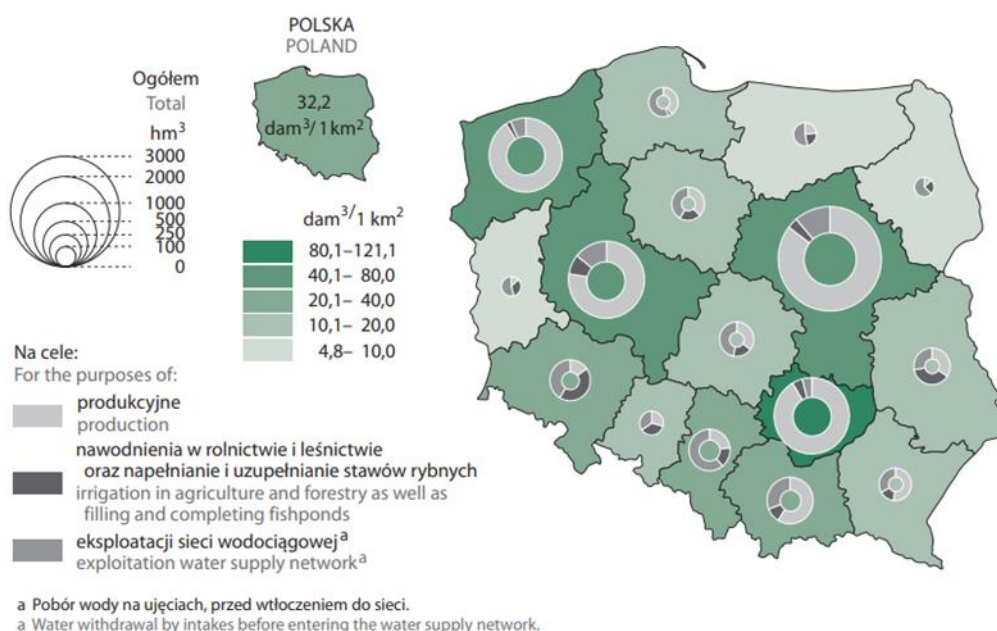
https://circabc.europa.eu/webdav/CircaBC/env/wfd/Library/framework_directive/implementation_documents_1/information_consultation/poland/rwma-poznan/B-SWMI-PL-RWMA-Poznan-pre-consultation.pdf (dostęp: 8 października 2019)

dla tych najbardziej chłonnych sektorów dedykowanych działań usprawniających efektywne wykorzystanie wody (odpowiednich dla danego sektora technologii, modeli współfinansowania itp.).

Poniższa mapa prezentuje rozkład wielkości poborów wody w sektorach gospodarki w poszczególnych województwach w Polsce. Proporcje wykorzystania wody w województwie łódzkim kształtują się następująco: 48% wody dla eksploatacji sieci wodociągowej, 33% wody dla przemysłu produkcyjnego, 19% do nawodnień w rolnictwie i leśnictwie oraz napełniania i uzupełniania stawów rybnych. Biorąc pod uwagę powyższe informacje można przypuszczać, że w regionie łódzkim najskuteczniejszym rozwiązaniem zwiększającym efektywność wykorzystania wody byłoby wdrożenie technologii i procedur oraz modeli współfinansowania wspierających ponowne wykorzystanie wody dla wszelkich działalności zw. z eksploatacją sieci wodociągowych.

Mapa 1 Pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności według województw w 2017

Mapa 1. Pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności według województw w 2017 r.
Map 1. Water withdrawal for the needs of the national economy and population by voivodships in 2017



Źródło: ASM-Centrum Badań i Analiz Rynku na podstawie danych GUS⁷

W toku prac nad niniejszym dokumentem okazało się również, że w regionie łódzkim trudno znaleźć przykłady na ponowne wykorzystanie wody w sektorze rolnictwa, mimo, iż odgrywa ono znaczącą rolę w gospodarce województwa, a użytki rolne stanowią ponad 48 proc. jego terenu.⁸ Chociaż sektor ten nie pochłania największych ilości wody w łódzkim, to niezbędne są szybkie działania zwiększające efektywność zarządzania zasobami wodnymi (np. wsparcie technologii ponownego wykorzystania wody), głównie ze względu na coraz częściej pojawiający się problem suszy rolniczej w regionie. Według najnowszego raportu Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa (the Institute of Soil Science and Plant Cultivation) województwo łódzkie było jednym z tych obszarów w Polsce, gdzie w okresie maj - lipiec 2019 roku zanotowano największy deficyt wody - suszę stwierdzono na terenie wszystkich 177 gmin województwa łódzkiego.

⁷ Ochrona środowiska 2018, Główny Urząd Statystyczny (2018)

⁸ Invest in Poland, Łódzkie, Polska Agencja Informacji i Inwestycji Zagranicznych

Technologie odzysku i ponownego wykorzystania wody oraz monitoringu w Unii Europejskiej w podziale na sektory

Odzyskana woda jest najczęściej wykorzystywana do **nawadniania obszarów rolniczych**. Możliwe zastosowania nawadniania w rolnictwie to: uprawy roślin spożywczych przetworzonych i nieprzetworzonych komercyjnie, pastwiska dla zwierząt mlecznych, pasza, włókno, uprawy nasienne, kwiaty ozdobne, sady, uprawy hydroponiczne, akwakultura, szklarnie, uprawa winorośli. Potencjalne zastosowania w obszarach miejskich można opisać jako **zastosowania publiczne**: czyszczenie dróg i ulic, systemy ochrony przeciwpożarowej, mycie pojazdów, splukiwanie toalet itp. Odzyskiwana woda może być równie skutecznie stosowana w **sektorze przemysłowym** – może być wykorzystywana jako woda technologiczna, woda chłodząca, woda do płukania, w obiegu chłodni kominowych itp. Odzyskiwana woda jest również wykorzystywana w sektorach **sportu i rekreacji**. **Zastosowania w sporcie** dotyczą nawadniania boisk (np. pól golfowych) i zastosowań w obiektach sportowych. Możliwe zastosowania w dziedzinie rekreacji to nawadnianie parków publicznych czy innych terenów zielonych, a nawet naśnieżanie.

Jeśli chodzi o **technologie odzyskiwania i ponownego wykorzystania wody**, oprócz standardowego oczyszczania ścieków konieczne jest dodatkowe zaawansowane oczyszczanie w celu zminimalizowania zagrożeń dla zdrowia i środowiska oraz zapewnienia odpowiedniej jakości wody. Taki dodatkowy zabieg nazywany jest zabiegiem rekultywacyjnym, a jego głównym celem jest usunięcie patogenów i zanieczyszczeń chemicznych. Technologie rekultywacji dzieli się na technologie intensywne (konwencjonalne) i technologie ekstensywne (niekonwencjonalne) – ich przegląd przedstawiono w poniższej tabeli⁹.

Tabela 3 Intensywne i ekstensywne technologie rekultywacji

Technologie intensywne	Technologie ekstensywne
Systemy fizyczno-chemiczne (koagulacja-flokulacja, filtry piaskowe)	Stawy stabilizacji odpadów (stawy doczyszczające, zbiorniki stabilizacyjne itd.)
Technologie membranowe (ultrafiltracja, odwrócona osmoza, bioreaktor membranowy itd.)	Oczyszczalnie hydrofitowe (przepływ pionowy, przepływ poziomy itd.)
Obrotowe złoża biologiczne	Systemy infiltracyjno-perkolacyjne
Technologie dezynfekcji (promieniowanie ultrafioletowe, dwutlenek chloru, ozon, kwas nadchlorowy itd.)	

Źródło: ASM – Centrum Badań i Analiz Rynku na podstawie *Water Reuse in Europe*

Technologie intensywne wymagają dużych ilości energii, ale za to minimalnej przestrzeni. Co ważne, potrzebują one wysoko wyspecjalizowanego personelu obsługującego i konserwującego, aby mogły być efektywnie eksploatowane. Natomiast technologie ekstensywne wymagają dużych powierzchni, ponieważ wykorzystują matryce środowiskowe i opierają się na naturalnych procesach uzdatniania wody (procesy zachodzą niemalże w tempie naturalnym). Zapotrzebowanie energetyczne ekstensywnych technologii jest raczej niskie. Technologie te nie wymagają również zaawansowanego poziomu obsługi i konserwacji. W praktyce łączy się dwie lub więcej technologii w celu osiągnięcia wymaganego poziomu jakości wody. Wybór odpowiedniej technologii rekultywacji opiera się na następujących kryteriach: jakość i ilość wody przeznaczony

⁹ Alcalde Sanz L., Gawlik B.M. ,(2014), *Water Reuse in Europe Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation*, s. 40

do rekultywacji, ostateczna jakość wymagana do konkretnego zastosowania, koszt ekonomiczny i wpływ na środowisko.

Kolejne sekcje rozdziału zawierają krótki przegląd zastosowań odzyskanej wody w takich sektorach gospodarki europejskiej jak przemysł, rolnictwo, sport i rekreacja oraz sektor publiczny.

Pola golfowe są dosyć istotnymi obszarami wykorzystania odzyskiwanej wody, jeżeli chodzi o **zastosowania sportowe**. Przeciętne 18-dołkowe pole golfowe zajmuje około 54 ha – oznacza to, że pola golfowe wymagają dużej ilości otwartej powierzchni, która potencjalnie mogłaby być wykorzystywana jako siedlisko dzikiej przyrody. Potencjalne problemy związane z budową i utrzymaniem pól golfowych obejmują również erozję i zanieczyszczenie gleby, zubożenie wód powierzchniowych i gruntowych itp. W związku z tym w ostatnich latach od zarządzających polami golfowymi wymagano stosowania strategii przyjaznych dla środowiska naturalnego w zakresie projektowania, budowy i zarządzania. Zużycie wody na polu golfowym zależy od jego wielkości, lokalnego klimatu, właściwości retencji wody w podłożu i zapotrzebowania na wodę w murawie i dlatego może wahać się od zera (w porach deszczowych) do 2 500 m³ na dobę w porze suchej i gorącej. Średnie zużycie wody na standardowym 18-dołkowym polu golfowym (o powierzchni nawadnianej 54 ha) można oszacować na około 0,3 Hm³ rocznie¹⁰. Rosnące koszty wody i proekologiczne nastroje społeczne spowodowały, że osoby zarządzające polami golfowymi zostały zmuszone do ograniczenia zużycia wody. Co więcej, organy odpowiedzialne za gospodarkę wodną w niektórych krajach (np. w Hiszpanii i Portugalii) egzekwują na mocy prawa nawadnianie pól golfowych z alternatywnych zasobów wodnych, głównie wodą odzyskaną.

Istnieje kilka sposobów pozyskiwania wody do nawadniania pól golfowych. Podobnie jak w konwencjonalnych praktykach rolniczych w klimacie suchym, wodę można uzyskać z pobliskich cieków wodnych lub z podziemnych warstw wodonośnych. Innym rozwiązaniem jest wykorzystanie niekonwencjonalnych zasobów – najczęściej preferowana jest woda odzyskana. Technologia stosowana w praktykach nawadniania jest prawie zawsze oparta na zastosowaniu zraszaczy bez względu na pochodzenie wody. Odzyskana woda uzyskana zgodnie z normami ponownego wykorzystania powinna być wystarczająco wysokiej jakości, aby ograniczyć ryzyko zanieczyszczenia do dopuszczalnego poziomu. Ze względu na różnice między przepisami obowiązującymi w różnych krajach nie istnieje jednolita metodologia monitorowania ponownego wykorzystania wody i jej kontroli analitycznej na poziomie globalnym bądź europejskim. Ponowne wykorzystanie wody na polach golfowych odbywa się często głównie według tych samych procedur, które zostały ustanowione dla rolnictwa, przy czym bierze się pod uwagę, że użytkownicy końcowi (golfiści) nie powinni wchodzić w kontakt z odzyskaną wodą.

Główne mechanizmy kontroli jakości oczyszczonej i użytej ponownie wody obejmują wychwycenie cech lub oznak, które mogą wskazywać na nieprawidłowe działanie całego systemu lub jego części przez przeszkolony personel. Jako wskaźnik może posłużyć stan murawy, gleby, podłoża, jezior i strumieni, zwłaszcza jeśli personel pola golfowego zna ich standardowe charakterystyki. Istnieją także bardziej naukowe sposoby wykrywania problemów na polu golfowym – można przeprowadzić trzy rodzaje analiz:

- profilaktyczne – mające na celu wykrycie problemów zanim się pojawią: okresowo pobiera się próbki trawy, gleby i wody, a następnie analizuje na miejscu lub w laboratorium;

¹⁰ Miquel Salgot, Gerda K. Priestley and Montserrat Folch, Golf Course Irrigation with Reclaimed Water in the Mediterranean: A Risk Management Matter, (2012)

- regularne – mające na celu wykrycie potrzeb systemu (np. zawartości składników odżywczych w glebie, wodzie i roślinach), wsparcie w odpowiednim zarządzaniu obiektem, zapewniające dodatkową korzyść w postaci oszczędności na nawozach, pestycydach itp.
- prawne – obowiązkowe, jeżeli pole jest nawadniane wodą odzyskaną; głównymi rodzajami analiz są analizy fizyczne, chemiczne i biologiczne, jednakże analizy wykonywane w celu spełnienia wymogów prawnych dotyczących użycia wody odzyskanej odnoszą się głównie do właściwości mikrobiologicznych.

Hiszpania dostarcza kilka innych zastosowań wody odzyskanej poza nawadnianiem pól golfowych – w stolicy Hiszpanii, Madrycie, wdrożono zakrojoną na szeroką skalę strategię wykorzystania odzyskanej wody do nawadniania parków (**zastosowanie rekreacyjne**) i czyszczenia ulic (**zastosowanie publiczne**)¹¹. Nic więc dziwnego, że w 2018 roku Hiszpania została sklasyfikowana jako kraj o najwyższym wskaźniku ponownego wykorzystania ścieków w Unii Europejskiej i należy w tej kategorii do pierwszej dziesiątki państw na świecie¹². Zastąpienie wody pitnej używanej dotychczas do utrzymania zieleni parków i ogrodów oraz do mycia ulic i chodników było jednym z najważniejszych celów planu ponownego wykorzystania wody w Madrycie. Projekt obejmował zarządzanie oczyszczalniami ścieków komunalnych w Viveros, La China, Las Rejas, Valdebebas i La Gavia, a ponieważ obiekty te wykorzystywały najnowocześniejsze metody oczyszczania ścieków komunalnych, możliwy był ich recykling. W ramach projektu rozbudowano i zmodernizowano sieć wodociągową w celu dostarczenia odzyskanej wody do obszarów zastosowań.

Obecnie w całej Unii Europejskiej jest 6 krajów, w których zasady ponownego wykorzystania są regulowane na szczeblu krajowym – są to Cypr, Francja, Grecja, Włochy, Portugalia i Hiszpania. Nawadnianie parków jest jednym z dopuszczalnych zastosowań wody odzyskanej, ponieważ jest ono uwzględnione w normach wspomnianych wyżej państw członkowskich¹³. Co ważne, ustawodawstwo hiszpańskie jest jedynym, które obejmuje wykorzystanie wody odzyskanej do nawadniania prywatnych ogrodów. Zezwolenie na takie zastosowanie jest jednak udzielane tylko pod warunkiem, że wdrożony zostanie oznaczony podwójny obieg, czyli system rur wodociągowych z wydzielonymi i oddzielnymi przewodami wody pitnej i wody z odzysku¹⁴.

Przykład ponownego wykorzystania wody w sprzątanii ulic w Madrycie jest konsekwencją włączenia takiej możliwości ponownego wykorzystania wody do hiszpańskich standardów prawnych. Poza Hiszpanią, zdefiniowania norm oczyszczania ulic za pomocą wody odzyskanej podjęły się także Włochy i Grecja. Hiszpania, Włochy i Grecja uwzględniły w swoich normach krajowych również **inną możliwość zastosowania odzyskanej wody w sektorze publicznym - zaopatrzenie hydrantów przeciwpożarowych**.

Jednym z najbardziej znanych przykładów **zastosowania przemysłowego** ponownie wykorzystywanej wody jest tzw. symbioza w Kalundborg w Danii, gdzie kilka firm wspólnie dostarcza i przetwarza ścieki. Park Ekoprzemysłowy w Kalundborg jest pierwszym przypadkiem pełnej realizacji symbiozy przemysłowej – wiele przedsiębiorstw przemysłowych z całkowicie różnych sektorów wymienia odpady i zasoby między sobą w rozbudowanej sieci rurociągów. Wśród uczestników tego systemu jest rafineria, elektrownia, producent enzymów, producent insuliny oraz producent płyt gipsowych. Firmy te wysyłają odpady ze swojego procesu produkcyjnego do innych firm w systemie, które następnie mogą wykorzystać je jako cenny element swojego

¹¹ https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/major/spain/keeping-madrid-clean-and-green (dostęp: 7 października 2019)

¹² Antonio Jodar-Abellan, María Inmaculada López-Ortiz and Joaquín Melgarejo-Moreno, Wastewater Treatment and Water Reuse in Spain. Current Situation and Perspectives (2019)

¹³ Alcalde Sanz L., Gawlik B.M., (2014), Water Reuse in Europe Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation, s.

24

¹⁴ Ibidem, s. 25

procesu. Para wodna, szlam, popiół lotny czy gorąca woda to tylko niektóre z wymienianych zasobów¹⁵. Projekt symbiozy w Kalundborg jest realizowany już od ponad pięćdziesięciu lat. Pierwsza wymiana miała miejsce już w 1961 roku, a jej przyczyną był wówczas brak dostępu do wody. Od tego czasu system wymiany był stopniowo rozszerzany. Obecnie obejmuje on 30 różnych strumieni materiałów, wody i energii pomiędzy 13 różnymi firmami oraz szeregiem gospodarstw rolnych i instytucji miejskich. W Kalundborg opracowano również programy ponownego wykorzystania wody¹⁶. Rury Statoil dostarczają tam 700 tys. metrów sześciennych wody chłodzącej rocznie do Asnaes (elektrowni), która oczyszcza ją i wykorzystuje jako wodę do zasilania kotłów. Asnaes wykorzystuje również około 200 tys. metrów sześciennych oczyszczonych ścieków Statoil rocznie do procesów czyszczenia. Ciepło resztkowe z rafinerii o temperaturze 90°C nie jest wykorzystywane do ogrzewania komunalnego ze względów podatkowych. Zamiast tego stosuje się pompy ciepła z wodą ściekową o temperaturze 24°C jako zbiornik ciepła.

Wydaje się, że największa liczba projektów ponownego wykorzystania wody jest związana z **zastosowaniami rolniczymi**. Jeden z największych projektów nawadniania w Grecji znajduje się na Równinie Tesalońskiej, która jest jednym z największych obszarów rolniczych w Grecji¹⁷. Woda do nawadniania jest transportowana na pola rozbudowanymi sieciami nawadniania kanałowego z rzek Aksios i Aliakmon. W latach suchych, w szczytowym okresie nawadniania (lipiec-sierpień), przepływ dwóch rzek jest coraz mniejszy i potrzebne są dodatkowe zasoby wody, aby zaspokoić zapotrzebowanie. Ścieki z oczyszczalni ścieków są alternatywnym zasobem wodnym, który został wdrożony w celu zaspokojenia popytu. W rezultacie ścieki z oczyszczalni ścieków w Salonikach w ilości 165 tys. m³ na dobę są mieszane z wodą rzeczną z Aksios w maksymalnym stosunku 1:5 i ponownie wykorzystywane do nawadniania około 2,5 tys. ha upraw ryżu, kukurydzy, lucerny, buraka cukrowego i bawełny. Dokładny udział procentowy ścieków w mieszaninie zależy od jakości ścieków, a w szczególności ich zasolenia, i jest zmniejszany, jeśli zaobserwowane zostaną wyższe niż zwykle wartości zasolenia. Za nadzór nad systemem, sprawdzanie charakterystyki jakościowej ścieków doprowadzanych do sieci irygacyjnej oraz możliwych skutków ich stosowania jest odpowiedzialny Instytut Rekultywacji Terenów. Przyjęto odpowiednie praktyki zarządzania w celu wyeliminowania negatywnego wpływu na środowisko, w tym dobór odpowiednich metod nawadniania, praktyk uprawy gleby, odwadniania gleby oraz dobór gatunków roślin odpornych na działanie soli. Dwie substancje wzbudzające obawy w wodzie pochodzącej z recyklingu to azot (N) i fosfor (P) i obie są monitorowane w przypadku Salonik.

Dodatkowe środki w ramach projektu ponownego wykorzystania w Salonikach obejmują ograniczenie stosowania ścieków do upraw roślin spożywanych przez ludzi w stanie surowym, natomiast w przypadku upraw ogrodniczych nawadnianie musi się zakończyć co najmniej dwa tygodnie przed zbiorami. Rolnicy są zachęceni do stosowania nawadniania kropelkowego w celu zminimalizowania kontaktu roślin i ludzi z wodą pochodzącą z recyklingu, zabronione jest także stosowanie zraszaczy. Na polach nawadnianych ściekami i przy kanałach przesyłowych ścieków (wody mieszanej) powinny być także umieszczane odpowiednie informacje.

¹⁵ <http://we-economy.net/case-stories/kalundborg-symbiosis.html> (dostęp: 7 października 2019)

¹⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Kalundborg_Eco-industrial_Park#Material_Exchanges (dostęp: 7 października 2019)

¹⁷ Andreas Ilias, Athanasios Panoras and Andreas Angelakis, Wastewater Recycling in Greece: The Case of Thessaloniki (2014)

Studium przypadków w województwie łódzkim

Zgodnie z założeniami projektu w ramach studium przypadków należało opisać 10 przykładów z woj. łódzkiego (po 2 przykłady z sektorów: przemysł, rekreacja, zastosowanie publiczne, sport, rolnictwo) zastosowań technologii odzysku i ponownego wykorzystania wody. W raporcie uwzględniono również przykłady rozwiązań służących ograniczaniu strat wody, wykorzystaniu retencji oraz technologii wpływających na ograniczenie zanieczyszczania wód.

W ramach poszczególnych branż opisano przykłady dobrych praktyk w zakresie ponownego wykorzystania wody dla oszczędzania zasobów:

- a. Przemysł: Farbiarnia Bilińscy, Firma Janis
- b. Rekreacja; Arturówek, EC1 Miasto Kultury,
- c. Sport: Zatoka Sportu,
- d. Zastosowanie publiczne: MPWiK Sieradz, GOŚ Łódź,
- e. Rolnictwo: płyta OPO w dwóch gospodarstwach rolnych w Kobyli Miejskiej (gm. Szadek) i w Mikołajowie (gm. Rokiciny).

W związku z brakiem przykładów odzysku i ponownego wykorzystania wody w obiektach sportowych (poza Zatoką Sportu w Łodzi) na terenie województwa łódzkiego nie udało się zlokalizować tego typu rozwiązań zarówno w toku prowadzonych badań, jak i w konsultacji z ekspertami. W związku z tym do raportu włączono (w ustaleniu z Zamawiającym) opis nowatorskiego rozwiązania firm Cybercom - Proof of Concept (PoC).

FARBIARNIA BILIŃSCY

Farbiarnia Bilińscy jest zakładem zatrudniającym blisko 300 osób, umiejscowionym w Konstancynie Łódzkim. Zakład specjalizuje się w barwieniu, bieleniu, uszlachetnianiu a także druku cyfrowym tkanin i dzianin. Ponad 50% sprzedaży jest przeznaczona na eksport, główny kierunek to państwa skandynawskie, choć odbiorcami są również kraje bałtyckie oraz m.in. Czechy, Słowacja, Niemcy, Wielka Brytania i Włochy.

Projekt oczyszczania ścieków i zamykania obiegów wody w Zakładzie Farbiarskim „Biliński” zrealizowany został w oparciu o wytyczne BAT (*Best Available Techniques*) – najlepszych dostępnych technik dla przemysłu włókienniczego (*European Commission, 2003*).

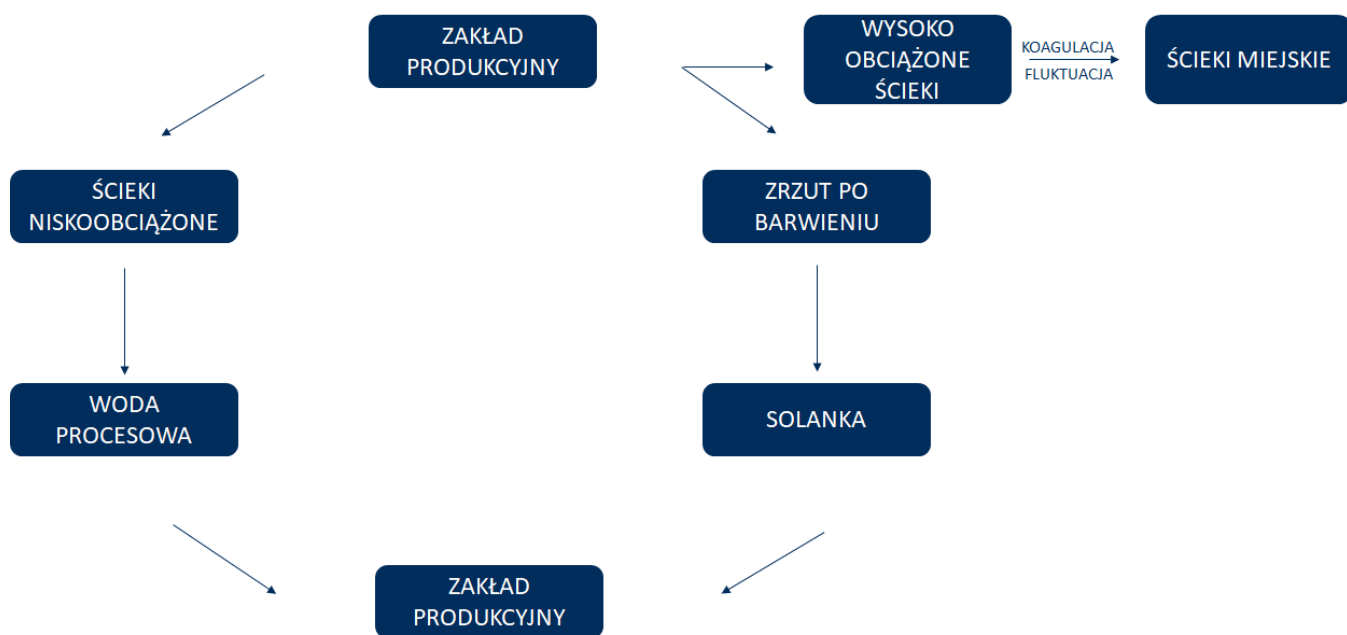
Wytyczne BAT przewidywały następujące etapy prac:

1. scharakteryzowanie i podział ścieków na strumienie pod względem ich podatności na biodegradację,
2. zaprojektowanie systemu oczyszczania odpowiednich strumieni ścieków,
3. zbadanie możliwości wykorzystania oczyszczonej wody do procesów produkcyjnych.

W zakładzie wyróżniono dwa główne strumienie ścieków:

1. ścieki podatne na oczyszczanie metodami biologicznymi,
2. ścieki trudno ulegające biodegradacji, kierowane do oczyszczalni stosujących metody chemiczne.

Rysunek 1 Gospodarka ściekowa w Farbiarni Bilińscy



Pozostałości barwników, detergentów, środków pomocniczych sprawiają, że ścieki włókiennicze z farbiarni wyróżnia intensywne zabarwienie, wysoka wartość pH i zasolenie, przy czym często charakteryzuje je niekorzystny z punktu widzenia podatności na biodegradację stosunek BZT₅/ChZT (biochemicznego zapotrzebowania tlenu/chemicznego zapotrzebowania tlenu).

Ścieki nisko obciążone (tzw. wody popłuczne) kierowane są do oczyszczania biologicznego. Woda oczyszczana jest do minimalnego, technologicznie dopuszczalnego poziomu czystości i ponownie wykorzystywana w procesach produkcyjnych. Dzięki temu około 40-50% pobieranej wody trafia do powtórnego wykorzystania. Ścieki, które nie nadają się do ponownego użycia, tj. mogłyby powodować niekorzystne działania dla oczyszczalni biologicznej, również są podczyszczane metodą koagulacji i flokulacji, a następnie kierowane do sieci kanalizacyjnej. Najnowszy projekt firmy Bilińscy polega na wydzieleniu ścieków po barwieniu, charakteryzujących się wysokim zasoleniem (zawartość soli sięgająca 80g/ml), o bardzo wysokim wskaźniku pH, silnie zabarwionych (nieprzepuszczających światła). Po zastosowaniu odpowiednich metod fizyko-chemicznych ścieki te oczyszczane są do tego stopnia, że mogą być powtórnie wykorzystywane do barwienia. Choć w skali funkcjonowania całego zakładu tego rodzaju ścieków jest najmniej, są najsilniej zanieczyszczone. Dodatkowo, ścieki te wnoszą ciężkie do usunięcia chlorki. W przypadku spuszczenia omawianych ścieków do sieci ogólnospławnej, Grupowa Oczyszczalnia Ścieków nie byłaby w stanie w żaden sposób ich wyeliminować, a jedynie rozcieńczyć.

Instalacja chemiczno-biologicznej oczyszczalni ścieków zaprojektowana została jako system następujących po sobie etapów oczyszczania: filtracji, wymiany cieplnej, adjustacji pH, koagulacji, procesu biologicznego z ultrafiltracją, ozonowania. Oczyszczalnia wyposażona została także w system tlenowej stabilizacji osadu nadmiernego. Pierwszym etapem procesu oczyszczania instalacji jest zatem filtracja mechaniczna i odzysk energii cieplnej ścieków. W pierwszym etapie ścieki trafiają do zbiornika wyrównawczego o pojemności 10 m³, gdzie nieregularne zrzuty są zatrzymywane i uśredniane. Następnie pompą ścieki dostarczane są do samoczyszczącego filtra siatkowego, tzw. łapacza bębnowego. Urządzenie to gwarantuje oddzielenie cząstek stałych o wielkości do 0,2 mm, dzięki temu uzyskuje się ok. 75% redukcji zanieczyszczeń stałych, ok. 10% redukcji zanieczyszczeń organicznych w postaci zawiesiny oraz ok. 10% redukcji zanieczyszczenia w postaci BZT₅,

usunięcie tłuszczu, ewentualnie piasku oraz, co szczególnie ważne w przypadku farbiarni – włókien. Kolejną część modułu stanowi poziomy zbiornik o pojemności 60 m³, który ma za zadanie uśredniać parametry jakościowe ścieków i wyrównać temperaturę przed skierowaniem ich na wymiennik ciepła. Zbiornik pracuje w cyklu okresowego napełniania i opróżniania w celu uzyskania jak najlepszego wymieszania ścieków.

Rysunek 2 Instalacje chemiczno-biologicznej oczyszczalni ścieków Farbiarni Bilińscy



Decyzje w zakresie wprowadzania omawianych technologii służących odzyskowi wody wynikały głównie z przyczyn ekonomicznych, dyktowanych wzrostem kosztów poszczególnych mediów (w tym m.in. ścieków).

Właściciele Farbiarni Bilińscy przyznają, że choć poszukiwali inspiracji w zakresie rozwiązań dotyczących odzyskiwania wody i ponownego jej użycia w zakładach włókienniczych - nigdzie nie spotkali się z tak kompleksowym rozwiązaniem. System odzysku i ponownego wykorzystania wody w Farbiarni Bilińscy wdrażano we współpracy z Instytutem Włókiennictwa Politechniki Łódzkiej. Właściciele firmy przyznają jednocześnie, że brakuje w Polsce prawa w zakresie parametrów ścieków dla branży włókienniczej – obecnie podlegają one tym samym kryteriom, co ścieki gospodarczo-bytowe.

Firma przed wdrożeniem systemu przeznaczonego do odzysku wody posiadała już infrastrukturę, która wymagała jedynie adaptacji. Wdrożenie systemu nie wiązało się więc z koniecznością uzyskiwania określonych pozwoleń. Odzyskiwana woda podlega ciągłemu monitoringowi ręcznemu: pracownicy laboratorium badają parametry i kontrolują pracę oczyszczalni, w tym m. in. sprawdzane są podstawowe parametry: pH, redox, ilość tlenu, mieszkalność. Dodatkowo funkcjonuje zestaw sond i mierników do automatycznego opomiarowania wody.

JANIS

Firma Janis to przedsiębiorstwo świadczące usługi barwienia, bielenia oraz ogólnie pojętego uszlachetniania różnego rodzaju tkanin. Firma powstała w 1989 roku, obecnie zatrudnia około 120 osób. Głównym rynkiem zbytu jest Polska.

Już ponad 6 lat wstecz, w wyniku analizy kosztów produkcji, wobec rosnących kosztów ścieków podjęto decyzje w sprawie działań służących optymalizacji w zakresie zużycia wody i jej odzysku. W 2014 roku firma otrzymała dofinansowanie ze środków Unii Europejskiej w ramach Łódzkiego Regionalnego Programu Operacyjnego oraz budżetu państwa (nazwa inwestycji: *Wzrost konkurencyjności firmy poprzez nabycie i wdrożenie wyników prac B+R w celu zbudowania układu odzysku i zawracania wody technologicznej*). Całkowita wartość projektu to 3,1 mln PLN, z czego kwota dofinansowania z EFRR 765,0 tys. PLN.

Rysunek 3 Podziemny system pomp tłoczących wodę do filtracji



Rysunek 4 Układ membran, Janis



Rysunek 5 Zbiornik uśredniający, Janis



Zaplecze technologiczne systemu odzysku oraz ponownego wykorzystania wody powstawało w latach 2014-2016 i od tego momentu z powodzeniem funkcjonuje.

System odzysku wody z procesów po barwieniu tkanin w farbiarni Janis składa się z następujących po sobie procesów:

1. przetłoczenie wody do zbiorników (systemem pomp)
2. odbiór ciepła przez wymiennik płytowy (odzyskiwana energia cieplna wykorzystywana jest do podgrzewania wody surowej);
3. dwustopniowa filtracja mechaniczna (zgrubna i cienka);
4. po schłodzeniu woda trafia do zbiornika uśredniającego gdzie następuje kontrola pH, koagulacja, flokulacja,
5. ponowna filtracja mechaniczna wytrąconych w trakcie procesu zanieczyszczeń;
6. filtracja jonitowa (utrata barwy, pozostałych frakcji rozpuszczalnych);
7. filtracja zabezpieczająca – wielostopniowy układ membranowy.

Odzyskiwana woda w ramach powyższego procesu pozostaje zasolona oraz nieznacznie zanieczyszczona detergentami, jednak nadaje się do dalszego barwienia (jedynie na ciemne kolory). Obecnie w zakładzie trwają prace firmy zewnętrznej (w ramach grantu NCBR) nad rozdzieleniem strumieni odzyskiwanej wody na: czystą wodę i solankę.

Zgodnie z założeniem projektu, dzięki wdrożeniu technologii ponownego wykorzystania wody do barwienia, odzyskiwanych jest ok. 40-60% wody. Stan jakości odzyskanej wody nie jest

monitorowany w żaden sposób – nie wymaga tego technologia barwienia.

Wdrożenie system odzysku i ponownego wykorzystania wody w firmie Janis nie wymagało specjalnych zezwoleń – technologia powstawała na istniejącej infrastrukturze, która została jedynie zaadaptowana do nowych rozwiązań.

ARTURÓWEK

Zbiorniki w Arturówku są jednymi z najbardziej popularnych obszarów rekreacji dla mieszkańców Łodzi. Podobnie jak inne zbiorniki na terenach zurbanizowanych znajdują się pod znacznym wpływem zanieczyszczeń, silnie pogarszających jakość wody. W ramach europejskiego projektu LIFE + pn. Ekohydrologiczna rekultywacja w latach 2010-2011 zrealizowano działania polegające na identyfikacji źródeł zanieczyszczeń w postaci analizy zagrożeń i szans, a także ocenie bilansu zanieczyszczeń dopływających i odpływających ze zbiorników w Arturówku. Na ich podstawie opracowano model matematyczny, który posłużył w 2012 roku do opracowania koncepcji rekultywacji zbiorników. Zgromadzona dokumentacja pozwoliła na realizację prac inwestycyjnych trwających w okresie I – VI 2013 r. Obejmowały one:

- konstrukcję stref buforowych i mat roślinności pływającej na 3 zbiornikach celem ograniczenia dopływu substancji biogenicznych do zlewni;
- ekohydrologiczną adaptację 1 zbiornika w celu intensyfikacji sedymentacji i samooczyszczenia wód zbiornika;
- konstrukcję sekwencyjnego systemu sedymentacyjno-biofiltracyjnego (SSSB) na 1 stawie celem retencjonowania i podczyszczania wód opadowych z ulicy Wycieczkowej,
- ekohydrologiczną adaptację zbiorników małej retencji celem intensyfikacji samooczyszczenia w górze rzeki;
- modyfikację hydrotechniczną budowli piętrzących celem redukcji zagrożeń powodziowych;
- usuwanie osadów dennych celem ograniczenia zasilania wewnętrznego zbiorników w substancję biogeniczną.

Objęty projektem obszar obejmuje 3,54 km rzeki Bzury, gdzie 56,6% długości zajmują sztuczne zbiorniki wodne (zbiornik dolny – AD, zbiornik środkowy – AŚ i zbiornik górny – AG).

Zrealizowane w ramach projektu działania ograniczają dopływ zanieczyszczeń ze zlewni miejskiej do zbiorników wodnych i rzeki Bzury. Zasada ich działania polega na integracji rozwiązań inżynierskich i biologicznych jakie niesie ze sobą koncepcja funkcjonowania sekwencyjnego systemu sedymentacyjno-biofiltracyjnego (SSSB). System ten składa się z trzech stref:

1. sedymentacyjnej, w której następuje spowolnienie przepływu wody, w wyniku którego zatrzymana zostaje znaczna część transportowanej zawiesiny,
2. biogeochemicznej, gdzie poprzez wykorzystanie struktury dolomitowo-wapiennej redukcji ulegają związki fosforu rozpuszczone w wodzie,
3. biologicznej – wykorzystującej procesy fitoremediacji do redukcji związków azotu rozpuszczonych w wodzie.

Rysunek 6 Rysunek 6 1Strefa sedymentacji, oczyszczanie wód z zawiesiny w części osadników systemu



Rysunek 7 Warstwa oczyszczania wód deszczowych z terenów o niskim stopniu użytkowania, wypełniona kamieniem i obsadzona roślinnością wodną



W celu ograniczenia negatywnego wpływu na rzekę Bzurę zanieczyszczeń wód spływających z ulic, chodnika, ścieżek rowerowych system wpustów ulicznych wprowadza je z powierzchni utwardzonych do urządzeń podziemnych (osadnik wirowy, separator lamelowy), które zatrzymują głównie zawieszinę i eliminują substancje ropopochodne. Następnie woda kierowana jest do SSSB o powierzchni 300 m² skonstruowanego w stawie znajdującym się przy ulicy. W wyniku procesów biologicznych (z zastosowaniem roślinności pływającej) woda jest doczyszczana i wprowadzana bezpośrednio do rzeki.

Woda opadowa z terenów utwardzonych znajdujących się w bezpośrednim otoczeniu zbiorników w Arturówku odprowadzana jest przez rynny przykrawężnikowe i system wpustów. Następnie trafia do podziemnych urządzeń podczyszczających (osadnik wirowy, separator lamelowy). Po wstępnym podczyszczeniu dopływa do zbiornika gdzie w specjalnie wydzielonej strefie (o pow. 120 m³) wody są doczyszczane fizycznie (sedymentacja), geochemicznie (warstwa dolomitu i kamienia) i biologicznie (z zastosowaniem roślin wodnych).

Rysunek 8 Filtr geochemiczny eliminacja związków biogenicznych w strukturze geochemicznej (podwodna strefa gabionowa z wypełnieniem dolomitowo-wapiennym z matą kokosową)



Rozwiązania zainstalowane w Arturówku na zbiorniku górnym nie tylko pozytywnie wpływają na jakość wód,

ale poprawiają bioróżnorodność biologiczną i stanowią miejsca siedliskowe dla organizmów żywych. Jednakże w przypadku ekosystemów miejskich w celu skutecznego doczyszczania wód deszczowych konieczna jest ich integracja z rozwiązaniami inżynierskimi jakimi są podziemne systemy separatorów i osadników, pomocne w podczyszczaniu i retencjonowaniu wód burzowych.

System oczyszcza również wody opadowe z terenów nieutwardzonych. Konstrukcja obejmuje osadnik wirowy (zamknięty w kanalizacji deszczowej), który zatrzymuje transportowany z wodą piasek, żwir, liście, gałęzie, itp. oraz SSSB zlokalizowany w czaszy zbiornika. Dodatkowo w ramach projektu podejmowane są działania wspomagające, polegające m.in. na:

- ograniczaniu dokarmiania ptactwa wodnego, powodującego wprowadzanie do zbiorników dodatkowych ilości związków azotu i fosforu,
- redukcji nadmiernego stosowania zanęt przez rybaków,
- regulacji zespołu ryb (30% udział ryb drapieżnych),
- zagospodarowaniu brzegów

zbiorników roślinnością przybrzeżną,

- mechanicznym usuwaniu mułu z dna zbiornika.

Od 2014 w sposób ciągły prowadzona jest optymalizacja systemu i monitoring pozwalający na ocenę skuteczności funkcjonowania zastosowanych rozwiązań.

EC1

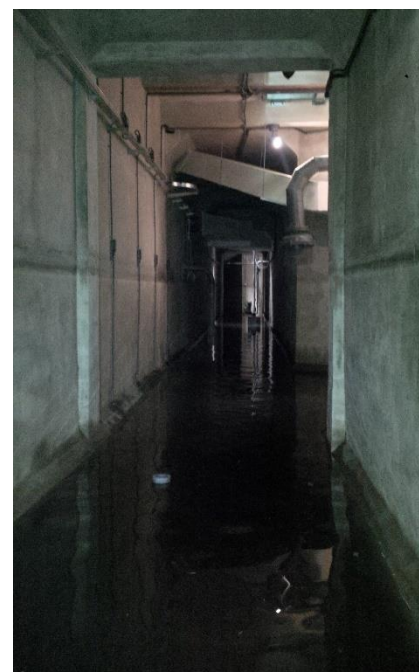
„EC1 Łódź – Miasto Kultury” w Łodzi pełni obecnie funkcje kulturalno-artystyczne oraz edukacyjne w kompleksie zaadaptowanym i zrewitalizowanym po największej łódzkiej elektrociepłowni. Decyzję o rewitalizacji i modernizacji obiektów po elektrowni podjęto mocą uchwały Łódzkiej Rady Miejskiej w 2008 roku. Całkowita wartość projektu wyniosła 265 mln PLN, z czego ponad 82 mln PLN pochodziły z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. W ramach prac adaptacyjnych, renowacyjnych i konserwatorskich w całości zachowano kubaturę, formę oraz większość cech zewnętrznych elewacji budynków. Inwestycja rozgraniczona była na dwa zadania: EC1 część zachodnia oraz EC1 część wschodnia (obecnie realizowana jest kolejna część projektu: EC1 południowy - wschód).

Mając na uwadze zachowane, przemysłowe obiekty na terenie byłej elektrociepłowni (zbiorniki, kanały), na etapie projektowania rewitalizacji EC1 Zachód podjęto decyzję o ich zachowaniu i ponownym wykorzystaniu. Zrodziła się z tego idea zagospodarowania wód deszczowych w postaci systemu zbiornikowo-pompowego. Woda deszczowa w systemie zamkniętym wykorzystywana jest jako woda szara do zasilania sanitariatów (splukiwania toalet w budynku Rozdzielni). Woda deszczowa z utwardzonego terenu oraz połąci dachowych po wstępnym podczyszczeniu (poprzez hydrocyklony) wpływa do zbiorników oraz ulega podczyszczeniu przez warstwy filtracyjne w zbiornikach, skąd następnie jest pompowana i wykorzystywana zgodnie z przeznaczeniem. Układ rurowy, jak i część zbiorników znajduje się pod ziemią. Układ składa się z systemu zbiorników oraz przepompowni, w skład których wchodzi:

- przepompownia P2, w zbiorniku ZB2 (zbiornik podziemny i nadziemny oraz hydrocyklon);
- przepompownia P3 w zbiorniku ZB3 (zbiornik gaszenia żużla z drenażem oraz warstwami filtracyjnymi);
- P4 w zbiorniku ZB4 (misa chłodni z warstwami filtracyjnymi);
- P5 w zbiorniku ZB5 (kanał wodny) wraz z hydroforem, który bez udziału głównych pomp umożliwia przetłaczanie wody;
- przepompownia P6 w zbiorniku ZB6 (przy budynku Rozdzielni);
- Zbiornik ZB8 (wypełniony materiałem filtracyjnym i roślinnością).

Głównymi zbiornikami wody są: kanał wodny (ZB5 o poj. ok. 350 m³) wraz z zbiornikiem hydroforowym w pompowni P5, zbiornik w misie chłodni (ZB4 o poj. ok. 600 m³), zbiornik trapezowy ZB3 (dawniej gaszenia żużlem o poj. ok. 300 m³), zbiornik ZB2 (o poj. ok. 70 m³). Kanał wodny jest byłym zbiornikiem technologicznym wykorzystywanym do uzdatniania wody w dawnej elektrowni. Kanał wodny zasilany jest spływami terenowymi oraz z dachów: Kotłowni, Pompowni, Maszynowni oraz z pompowni P6 (podczyszczenie poprzez hydrocyklon). Zewnętrznie w północnej części kompleksu (przy budynku Maszynowni) znajduje się odolejacz– separator ropopochodnych. Po przeczyszczeniu z substancji ropopochodnych woda przechodzi do kanału wodnego. Pojemność

Rysunek 9 Kanał wodny - zbiornik ZB5



kanału wodnego (ZB5) to około 350 m³. Z kanału wodnego woda jest tłoczona pompami:

- a) na ostatnią kondygnację budynku rozdzielni, gdzie w pomieszczeniu technicznym umiejscowione są zbiorniki w układzie 2x2 (łącznie jest ich 8),
- b) oraz do pozostałych zbiorników w terenie.

Rysunek 10 Zbiorniki zasilające na 4 kondygnacji budynku Rozdzielni EC1 Zachód



Zbiorniki na 4 kondygnacji budynku Rozdzielni mają możliwość zasilania spłuczek toalet w budynku oraz zbiornika ZB8. Zbiornik w misie chłodni usytuowany jest pod konstrukcją odwzorowującą chłodnię kominową z czasów funkcjonowania elektrociepłowni. Wewnątrz usytuowana jest instalacja, która na potrzeby Centrum Nauki i Techniki (budynki EC1 Zachód), pełni funkcję ekspozycyjną (obrazuje jak w przeszłości działały zraszalniki). Objętość misy chłodni jest trudna do określenia, bowiem niecka ma kształt koła (promień ok. 20 m) o spadku w kierunku środka. Wg dokumentacji niecka (pod warstwą filtracyjną) ma około 1,8 m głębokości. Zbiornik ZB8 jest zasilany bezpośrednio z rury spustowej odwodnienia dachu budynku Rozdzielni oraz ze zbiorników w budynku Rozdzielni.

Rysunek 11 Zielone dachy na terenie EC1



Cały układ pompowy sterowany jest automatycznie.

W układzie pompowo-zbiornikowym znajduje się również hydrant ogrodowy, z którego również można wykorzystywać wodę. Dodatkowo na terenie Kompleksu EC1 funkcjonuje rozdzielony system kanalizacji sanitarnej i deszczowej, mimo faktu, że ostatecznie w ul. Tuwima wpięty jest w system ogólny (ogólnospławny).

Dodatkowo w EC1 Zachód budynek Rozbudowy oraz na budynku Zmiękczalni na dachach umiejscowione są części dachu zielonego. Jest to mieszana roślinność wraz z wydzielonymi ścieżkami przejścia. Rośliny na dachach przez większą część roku nie wymagają podlewania – jedynie w dłuższych okresach bezdeszczowych (zwłaszcza w okresie występowania wysokich temperatur) rośliny są podlewane.

ZATOKA SPORTU ŁÓDŹ

Akademickie Centrum Sportowo-Dydaktyczne Politechniki Łódzkiej Zatoka Sportu jest jednostką organizacyjną Politechniki Łódzkiej. Kompleks sportowy podzielony jest na dwie części – pływalnię oraz tzw. strefę suchą. Część basenowa składa się z dwóch obiektów:

1. basen kryty o wymiarach 50x30 metrów, składający się z 10 torów o głębokości na całej długości 2,5 metra.
2. basen o wymiarach 30x25 metrów z regulowanym dnem (w zależności od potrzeb może być ono ustawione na poziomie od 0 do 5 metrów).

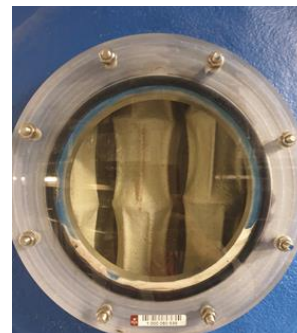
Jakość wody na pływalni jest stale monitorowana i odpowiada wymogom rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 9 listopada 2015 r. w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda na pływalniach tj.:

- basen olimpijski, woda z pływalni - sprawozdanie z badań nr 8581/ZL/18 z dnia 10 lipca 2018 r.
- basen do skoków, woda z pływalni - sprawozdanie z badań nr 8581/ZL/18 z dnia 10 lipca 2018 r..
- wanny z hydromasażem, woda z pływalni - sprawozdanie z badań nr 8581/ZL/18 z dnia 10 lipca 2018 r.

Ponowne wykorzystanie wody w obu basenach polega na działaniu przelewów w obiegu zamkniętym. Oba baseny wyposażone są w rynny przelewowe, za pomocą których wychłapywana woda trafia do zbiornika w podbaseniu. Zbiorniki te są przykrywane celem uniknięcia parowania. Woda krążąc w obiegu zamkniętym podlega dezynfekcji i filtracji. Do tego celu wykorzystywane są filtry ciśnieniowe, składające się z około 200 świec. Woda dostaje się do filtra pod ciśnieniem i filtrowana jest przez ziemię okrzemkową, która jest namyta na materiał wokół „ślimaka” filtra. Do oczyszczonej w ten sposób wody dodawanych jest chlor – wytwarzany na miejscu w elektrolizerze. Z soli NaCl tworzy się tlen solny i chlor w formie gazu, który jest znacznie bardziej wydajny niż w chlor w płynie. Następnie woda przepływa przez lampę UV. Lampa przeznaczona do dezynfekcji w procesie reakcji fotoooksydacji w wydajny sposób neutralizuje bakterie, wirusy i inne mikroorganizmy oraz blokuje ich namnażanie. Następnie woda systemem rur i dysz dennych (w ilości blisko 100) powraca do basenu. W ciągu 1 doby można oszacować, że w basenie o łącznej objętości 3 300 m³ woda jest wymieniana jest średnio trzy-czterokrotnie.

Ewentualne ubytki wody spowodowane m.in. parowaniem, wynoszeniem wody na skórze, chlapaniem – średnio ok. 100 m³ wody na dobę – uzupełniane są z instalacji miejskiej. Dolewana woda jest już uzdatniona (zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia o zasilaniu pływalni krytych). Woda z wodociągów nie jest dodatkowo sprawdzona. Instalacje w basenie Zatoki Sportu sprawdzają wodę później.

Rysunek 12 Filtry ślimakowe z ziemią okrzemkową



Rysunek 13 System filtrów w Zatoce Sportu



Rysunek 14 Zbiornik w podbaseniu, do którego sphywa woda z rynien przelewowych w Zatoce Sportu



Monitoring stanu jakości wody basenowej prowadzony jest w sposób ciągły.

MPWiK SIERADZ

Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji (MPWiK) w Sieradzu wykonuje usługi na rzecz mieszkańców sieradzkiej aglomeracji obejmującej Miasto Sieradz i okolicznych terenów wiejskich Gminy Sieradz. Odzysk wody realizowany jest na dwóch stacjach, które należą do MPWiK w Sieradzu: Górka Kłodzka i Męka. W trakcie dwustopniowego uzdatniania pobieranej ze źródeł wody (odżelaziania i odmanganiania) za pomocą filtrów DynaSand powstają tzw. wody popłuczne. Zastosowane technologie oczyszczają wodę popłuczną, oddzielając i zagęszczając osad. Woda nadosadowa zawracana jest ponownie do filtra. Inaczej mówiąc, wody popłuczne są przeczyszczane z gęstych zanieczyszczeń, a odzyskana część wody jest zawracana ponownie do uzdatniania. Szacuje się, że zastosowana technologia minimalizuje zużycie wód popłucznych o około 10%. W stacji Męka straty wody wynikające z powstawania wód popłucznych w procesie uzdatniania wody zminimalizowano do 1,5%, w stacji Górka Kłodzka – straty w postaci powstawania wód popłucznych szacuje się na około 5%. Pozostałe wody popłuczne, z których nie udaje się odzyskać wody spuszczone są do kanalizacji ogólnospławnej. Celem przedsiębiorstwa na przyszłość jest dalsze minimalizowanie strat wody w procesie uzdatniania i zwiększania ilości odzyskiwanej wody z popłuczyn.

Rysunek 15 Uzdatnianie wody w MPWiK w Sieradzu, filtry DynaSand



Rysunek 16 Pompy tłoczące uzdatnioną wodę do sieci magistrali MPWiK w Sieradzu



W związku z tym, że odzyskiwana woda trafia ponownie do uzdatniania, stan biochemiczny wód zawracanych nie jest osobno monitorowany. Monitoring jakości wód odzyskiwanych podlega ciągłej kontroli ogółu uzdatnianej wody, która rozprowadzana jest siecią magistrali do klientów.

W związku z brakiem prowadzonych statystyk w zakresie ilości wody, która podlega odzyskowi z wód popłucznych – w trakcie wizyt studyjnych takich wartości nie podano.

GRUPOWA OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW W ŁODZI

Grupowa Oczyszczalnia Ścieków (GOŚ) Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej zalicza się do grona największych w Polsce. Oczyszczalnia wraz z terenami obiektów z nią związanych oraz strefą ochronną zajmuje powierzchnię 366 ha, w tym część podstawowa 41,3 ha. Podstawowy teren oczyszczalni położony jest w zachodniej części Łodzi, na styku granic gmin: Łódź, Pabianice i Konstantynów. Do GOŚ w Łodzi trafiają ścieki nie tylko z samej Łodzi, ale też z sąsiednich miast oraz gmin.

W pracy oczyszczalni „zawraca się” do ponownego wykorzystania około 2-3% wody pochodzącej z oczyszczonych ścieków. W roku 2018 na 63,2 mln m³ oczyszczonych ścieków odprowadzonych do rzeki, 1,5 mln m³ zostało „zawróconych” do celów eksploatacji urządzeń na terenie oczyszczalni. Odzyskiwana woda wykorzystywana jest do celów wewnętrznych, tj. czyszczenia maszyn i urządzeń. Ze względu na brak zewnętrznych przepisów w zakresie odzysku wody przez oczyszczalnie ścieków (Dyrektywa Ściekowa z 1991 roku, nad którą trwają obecnie prace rewizyjne, jedynie wskazuje, że tam gdzie jest to możliwe i ekonomicznie uzasadnione należy podejmować odzysk wody), spółka w trosce o środowisko oraz budżet odzyskiwaną wodę stosuje do wewnętrznych procesów technologicznych. Zakładając, że zamiast odzyskiwanej wody do celów eksploatacyjnych wykorzystywanoby wodę wodociągową, to wg. szacunków roczny koszt z tytułu poboru wody wodociągowej kształtowałby się na poziomie ok. 6 mln PLN.

Infrastruktura do odzysku wody i ponownego wykorzystania w oczyszczalni powstawała w latach 2007-2008 i była w całości finansowana ze środków własnych spółki. Infrastrukturę stanowią 2 filtry piaskowe, pompy (w sumie 4, z czego 2 zostały wybudowane, 2 – zaadaptowane), które pod odpowiednim ciśnieniem rozprowadzają pobory rurociągami do hydrantów rozprowadzonych na terenie całej oczyszczalni.

Rysunek 17 Pompy wody technologicznej



Rysunek 18 System pomp i hydrantów wody technologicznej



Monitoring jakości oczyszczonej i ponownie wykorzystywanej wody jest tożsamy z ogólnym monitoringiem stanu i jakości oczyszczonych ścieków. Oczyszczana woda monitorowana jest różnorodnymi sondami oraz poprzez wewnętrzne, akredytowane laboratorium oczyszczalni. Na terenie GOŚ nie funkcjonuje odrębny system monitoringu odzyskiwanej i ponownie wykorzystywanej wody.

Odzyskiwana woda wykorzystywana jest do wspomaganie działania urządzeń, płukania wymagających tego taśm w ruchu ciągłym (np. urządzenia do odwadniania osadu), niekiedy chłodzenia niektórych pomp, a także gaszenia pian na bioreaktorach.

ROLNICTWO

Celem ograniczenia rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń antropogenicznych (w tym wypadku rolniczych), a co za tym idzie mając na uwadze jakość wód powierzchniowych i podziemnych oraz jakość środowiska ludzkiego, zespół z Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego¹⁸ wraz z partnerami¹⁹, stworzył innowacyjną technologię, w postaci organicznej płyty obornikowej (OPO) do ograniczania zanieczyszczeń punktowych. Omawiane rozwiązanie cechuje nowatorska procedura konstrukcyjna, wykorzystująca system modułowy (pojedyncze opakowania jutowe z odpowiednio przygotowanym substratem węglowym, zaszczipione wyselekcjonowanymi szczepami bakterii denitryfikacyjnych) umożliwiającą szybką zmianę rozmiarów złoża, jak i możliwość zaprojektowania różnej grubości złóż zarówno w pozycji horyzontalnej (poziomej) i wertykalnej (pionowej).

Powyższe rozwiązania zostały wdrożone w dwóch gospodarstwach rolnych na terenie województwa łódzkiego:

1. w Kobyli Miejskiej, gm. Szadek
2. w Mikołajowie, gm. Rokiciny

Rysunek 19 Złoże horyzontalne z substratem węglowym zbudowane z modułów



Rysunek 20 Złoże wertykalne na drodze spływu odcieków ze składowiska obornika



Źródło: fot. Markiewicz-Boczek J., udostępnione przez dr Agnieszkę Bednarek, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, UŁ

Konstrukcja modułowej organicznej płyty obornikowej (moduł OPO) pozwala na składowanie stałych odchodów zwierzęcych (obornika, pomiotu). Odbywa się to bez ryzyka pogorszenia wskaźników środowiskowych (jakość wód, jakość gleb) przy jednoczesnym zapewnieniu właściwego procesu kondycjonowania obornika, a w efekcie jego maksymalnej wartości nawozowej.

W konsekwencji obecny w odciekach rolniczych azot amonowy ulega utlenieniu (nityfikacji) do azotanów. Natomiast azotany znajdujące się w odciekach oraz te tworzące się na drodze nityfikacji amoniaku ulegają dalszej denitryfikacji do azotu gazowego. Okres osiągnięcia całkowitej redukcji

¹⁸ dr Agnieszka Bednarek, dr Sebastian Szklarek, prof. Joanna Mankiewicz-Boczek, dr Liliana Serwcińska, dr Katarzyna Dziedziczak, mgr Bogusław Kowalski, dr Jerzy Mirosław Kupiec, prof. Maciej Zalewski

¹⁹ Mikronatura Środowisko Sp. z o.o., Zielone Oczyszczalnie,

zanieczyszczeń i uzyskania równowagi chemiczno-biologicznej nowo zbudowanej OPO wynosi około 1,5 miesiąca. Aby zabezpieczyć płytę pod względem ryzyka wystąpienia długotrwałej suszy (długotrwałe przesuszenie złoża jest zagrożeniem dla wydajności złóż denitryfikacyjnych oraz obecnych tam mikroorganizmów) montuje się konstrukcję złóż w taki sposób, aby stanowiły one warstwę pod składowiskiem obornika (złoże w pozycji poziomej) oraz barierę na drodze odpływu zanieczyszczonych z tego miejsca wód gruntowych (złoże w pozycji pionowej). Zaaplikowanie dodatkowej puli bakterii (opracowanej szczepionki na bazie szczepów bakterii denitryfikacyjnych pochodzenia autochtonicznego) do złoża dotkniętego skutkiem suszy w szybkim tempie przywraca jego wydajność (redukcja azotanów nawet > 90%).

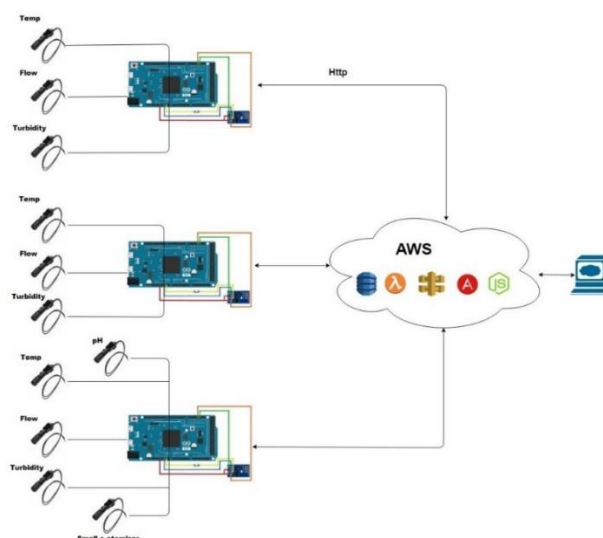
Jak wynika z wielu badań w gospodarstwach rolno-hodowlanych, w odciekach ze składowisk obornika do wód gruntowych stężenie azotanów może przekraczać nawet 2000 mg dm⁻³. Stanowi to ogromne zagrożenie dla wód gruntowych w najbliższym otoczeniu takich składowisk. Znacząco wzrasta też ryzyko niespełnienia wymogów Dyrektywy Azotanowej (91/676/EWG), przyczyniając się do eutrofizacji wód powierzchniowych. Dlatego też zastosowanie opisywanej technologii w wielu przypadkach staje się niezbędne. Innowacyjna technologia OPO cechuje się również niskim kosztem wytworzenia substratu i budowy, brakiem wymagań w zakresie pozwoleń budowlanych, łatwym sposobem likwidacji złoża bez konsekwencji dla środowiska, trwałością.

DIGITAL WATER. PROOF OF CONCEPT (POC) ROZWIĄZANIA POZWALAJĄCEGO WYKRYWAĆ WARUNKI SPRZYJAJĄCE WYSTĘPOWANIU W WODZIE BAKTERII E. COLI

Projekt PoC rozwiązania służącego do bieżącego monitoringu stanu wody powstał w odpowiedzi na zapytanie zgłoszone przez jedną z oczyszczalni ścieków. Problem polegał na braku bieżących informacji o jakości wody w sieci, co wynikało z długiego czasu oczekiwania na wyniki pomiarów ręcznych (średnio jeden dzień pomiędzy pobraniem próbki a wynikiem badania) oraz z małej liczby punktów pomiarowych. Celem oczyszczalni była tymczasem bieżąca ocena rzeczywistego stanu wody w sieci dzięki pomiarom dokonywanym w wielu miejscach, dostarczającym w sposób nieprzerwany informacji na temat wystąpienia warunków sprzyjających rozwojowi bakterii E. coli.

Zaprojektowane przez Cybercom rozwiązanie technologiczne opiera się o zestaw czujników: temperatury, pH, klarowności wody, przepływu oraz zapachu (zastosowano tutaj ultradźwięki, które umożliwiają systemowi ocenę zapachu wody – nie istnieją bowiem czujniki pozwalające na ocenę zapachu substancji ciekłych). Dodatkowo system wyposażono w moduł WiFi, dzięki któremu wszystkie informacje nt. jakości badanej wody zapisują się w chmurze (AWS). W układ czujników pomiarowych wodę wprowadza pompa.

Rysunek 21 Schemat PoC systemu firmy Cybercom służącego do bieżącego monitoringu stanu wody w celu wykrywania warunków sprzyjających występowaniu bakterii Escherichia coli (E. coli)



Źródło: Cybercom Group

Cybercom oparł swoje rozwiązanie na tzw. podejściu *predictive maintenance*, które zakłada wykrywanie warunków, w jakich występuje duże prawdopodobieństwo pojawienia się w wodzie niepożądanych bakterii.

Rysunek 22 PoC systemu służącego do bieżącego monitoringu stanu jakości wody, wykrywania bakterii E. coli firmy Cybercom



Cybercom jest firmą zajmującą się doradztwem technologicznym, która pomaga klientom w zwiększaniu konkurencyjności poprzez wykorzystanie szans, jakie stwarza świat połączonych cyfrowo urządzeń, ludzi i organizacji. Eksperti Cybercom łączą technologiczną ekspertyzę i głębokie rozumienie potrzeb biznesu.

Digital Water jest jednym z przykładów PoC zrealizowanych w Innovation Zone Cybercom w Łodzi.

Agenda spotkania

16 października 2019 r.

09.00 – 09.30	Rejestracja uczestników (sala plenarna 104 Piłsudskiego 8, I piętro)
09.30 – 09.50	Powitanie gości i przedstawienie planu wizyty studyjnej
09.50 – 10.10	Zapoznanie uczestników z charakterystyką hydrologiczną województwa łódzkiego - Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN w Łodzi.
10.10 – 11.10	Przejazd do stacji uzdatniania wody w Sieradzu
11.20 – 11.50	Prezentacja zastosowanych technologii oczyszczania i uzdatniania wody w Sieradzu - AWP Nordic Products. Przykład publicznych zastosowań technologii ponownego użycia wody
11.50-13.00	Zwiedzanie Stacji Uzdatniania Wody Sieradz Męka i Górka Kłocka
13.00-15.00	Obiad
15.00-16.00	Przejazd do Konstantynowa do farbiarni Biliński
16.00- 18.00	Zapoznanie uczestników z metodami odbarwiania ścieków tekstylnych w warunkach przemysłowych i zwiedzanie zakładu. Przykład zastosowań technologii ponownego użycia wody w przemyśle
18.00-18.30	Powrót do Łodzi (al. Piłsudskiego 8)
19.30-21.30	Kolacja

17 października 2019

09.00-09.30	Przejazd do Centrum Konferencyjnego Uniwersytetu Łódzkiego
09.30-10.30	Prezentacja Uniwersytetu Łódzkiego Prezentacja rekultywacji Arturówka i zastosowanych

	<p>technologii oczyszczania wody.</p> <p>Przykład rekreacyjnych zastosowań technologii ponownego wykorzystania wody</p>
10.30-12.00	Prezentacja plenerowa Arturówka
12.00-12.30	Przejazd do Zatoki Sportu
12.30-14.00	Obiad
14.00-15.30	<p>Prezentacja technologii uzdatniania i ponownego wykorzystania wody basenowej - Politechnika Łódzka.</p> <p>Przykład technologii ponownego wykorzystania wody w sporcie</p>
15.30-16.00	Cybercom Poland – innowacyjne rozwiązania w zakresie monitorowania jakości wody
16.00-17.00	<p>Podsumowanie wizyty studyjnej: Technologie ponownego wykorzystania wody w różnych sektorach w województwie łódzkim – Politechnika Łódzka</p> <p>Dyskusja</p> <p>Pożegnanie gości</p>
17.00-17.15	Przejazd na al. Piłsudskiego 8

Bibliografia

Alcalde Sanz L., Gawlik B.M. ,(2014), Water Reuse in Europe Relevant guidelines, needs for and barriers to innovation, s. 40

Andreas Ilias, Athanasios Panoras and Andreas Angelakis, Wastewater Recycling in Greece: The Case of Thessaloniki (2014)

Antonio Jodar-Abellan, María Inmaculada López-Ortiz and Joaquín Melgarejo-Moreno, Wastewater Treatment and Water Reuse in Spain. Current Situation and Perspectives (2019)

European waters, Assessment of status and pressures 2018, European Environment Agency (2018)

Invest in Poland, Łódzkie, Polska Agencja Informacji i Inwestycji Zagranicznych

Miquel Salgot, Gerda K. Priestley and Montserrat Folch, Golf Course Irrigation with Reclaimed Water in the Mediterranean: A Risk Management Matter, (2012)

Ochrona środowiska 2018, Główny Urząd Statystyczny (2018)

17 wyzwań dla Polski – 17 odpowiedzi. Co firmy w Polsce mogą zrobić dla realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju?, Forum Odpowiedzialnego Biznesu (2018)

Źródła internetowe:

<https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2018-content-list/articles/water-use-in-europe-2014> (dostęp:7 października 2019)

https://ec.europa.eu/environment/water/pdf/water_reuse_factsheet_en.pdf (dostęp: 8 października 2019)

https://circabc.europa.eu/webdav/CircaBC/env/wfd/Library/framework_directive/implementation_documents_1/information_consultation/poland/rwma-poznan/B-SWMI-PL-RWMA-Poznan-pre-consultation.pdf (dostęp:7 października 2019)

https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/major/spain/keeping-madrid-clean-and-green (dostęp:7 października 2019)

<http://we-economy.net/case-stories/kalundborg-symbiosis.html> (dostęp:7 października 2019)

https://en.wikipedia.org/wiki/Kalundborg_Eco-industrial_Park#Material_Exchanges (dostęp:7 października 2019)