



Roślinne wyspy filtracyjne II: raport końcowy

2025

Projekt społeczno-edukacyjny: **Roślinne wyspy filtracyjne II**

Aktywizacja społeczna na rzecz oczyszczania zbiorników wodnych
położonych na terenach wiejskich

Finansowanie



Realizacja



Partner projektu



Uczestnicy



H2O SCITECH – INSTYTUT WODY

Fundacja H2O SCITECH – INSTYTUT WODY została powołana w 2019 roku we Wrocławiu. Celem Fundacji jest prowadzenie w sposób samodzielny i ciągły badań podstawowych, badań przemysłowych oraz eksperymentalnych prac rozwojowych, jak również rozpowszechnianie na szeroką skalę wyników takich działań poprzez nauczanie, publikację i transfer wiedzy.

Misją fundacji jest edukacja i popularyzacja nauki wśród dzieci, młodzieży i dorosłych w trosce o zasoby wodne naszej planety. Fundacja skupia się na badaniach naukowych i pracy nad nowymi technologiami filtrującymi wodę.

Roślinne wyspy filtracyjne II

Roślinne wyspy filtracyjne to naturalny sposób na oczyszczanie wód. Wyspa składa się z odpowiednio dobranych roślin filtrujących, zamocowanych na wypornościowej tratwie. Wyspy filtracyjne pełnią funkcję fitoremediantów „wyciągających” z wody zanieczyszczenia, które zostają uwięzione w roślinnych tkankach. W środowisku wiejskim, na rzekach i zbiornikach wodnych wśród pól uprawnych mogą stanowić doskonały sposób na pomiar i oczyszczanie wody z zanieczyszczeń rolniczych, w tym nawozów sztucznych.

Celem projektu jest aktywizacja lokalnej społeczności, organizacji pozarządowych i firm do zaangażowania na rzecz ochrony środowiska, w szczególności zachęcenie mieszkańców terenów wiejskich i małych miast do podejmowania działań wpływających na poprawę stanu wód. Projekt jest przykładem oddolnej inicjatywy pokazującej integrację i równość środowisk i pokoleń w rozwiązywaniu problemu zanieczyszczenia środowiska wodnego w regionie Dolnego Śląska w Polsce.

Roślinne wyspy filtracyjne II: raport końcowy

Autorzy:

Dr Kamilla Myrdek-Rak

Dyrektor ds. rozwoju

kamila.rak@h2o-scitech.eu

Michał Cielewicz

Specjalista ds. analiz

michal.cielewicz@h2o-scitech.eu

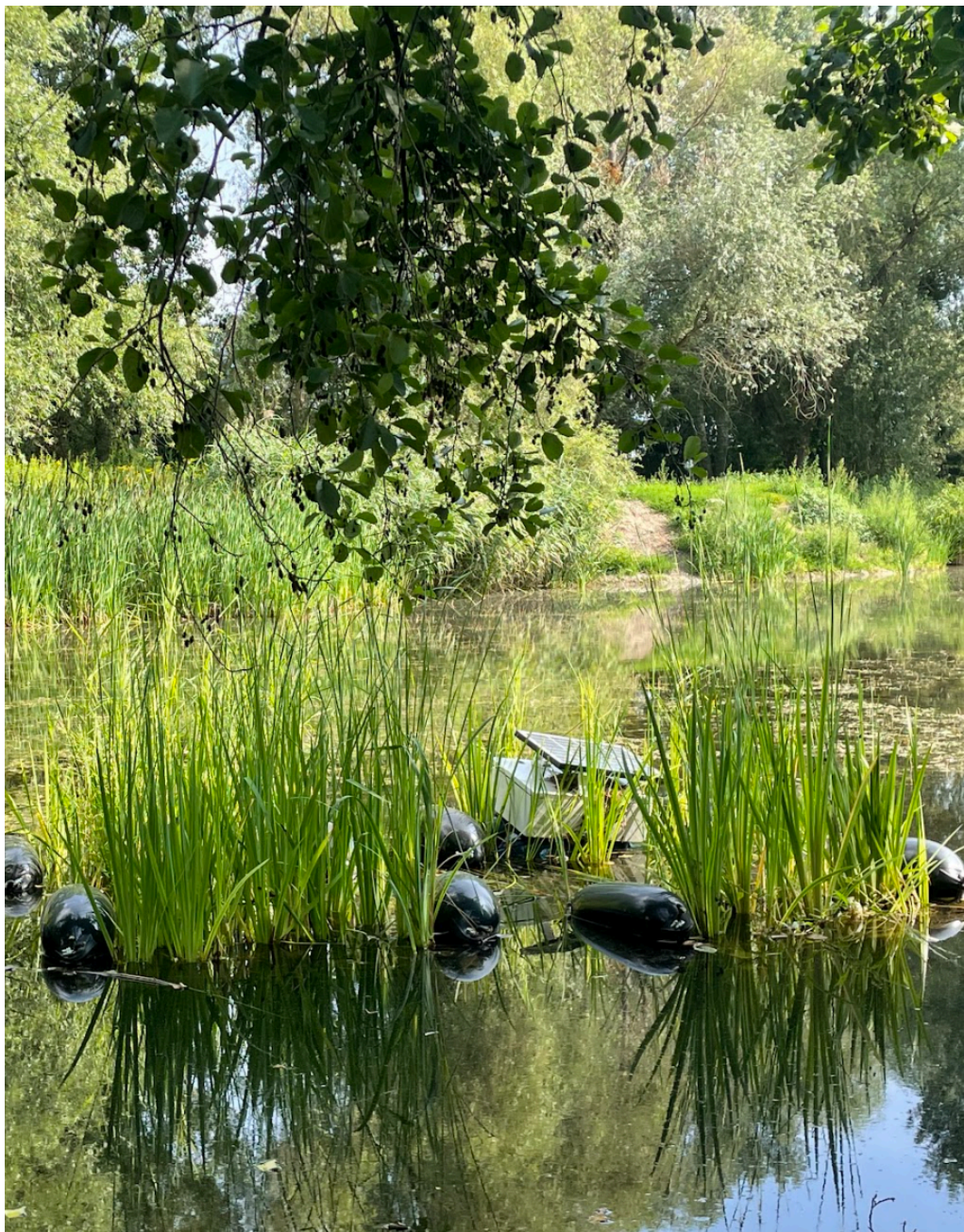
Antoni Tkacz

Specjalista ds. analiz

antoni.tkacz@h2o-scitech.eu

Spis treści

W skrócie	6
Wprowadzenie	7
Koncepcja	14
Realizacja	16
Wyniki i wnioski	28
Bibliografia	35



Fot. 1. Zwodowane roślinne wyspy filtracyjne (źródło: H2O SCITECH)

W skrócie

ZAŁOŻENIA

Roślinne wyspy filtracyjne służą do oczyszczania wody z nadmiaru substancji biogenych oraz stanowią dodatkowe siedlisko dla licznych organizmów wodnych i lądowych. Budowa, wodowanie i monitoring wysp może stanowić formę edukowania uczniów szkół podstawowych i średnich na temat zanieczyszczenia wód w otoczeniu rolniczym oraz wybranych sposobów przeciwdziałania zjawisku.

REZULTATY

Uczestnicy warsztatów nie sygnalizowali trudności w wykonywaniu zaplanowanych zadań i w trakcie kolejnych spotkań wykazywali się rosnącą wiedzą na temat omawianych problemów i przygotowywanych rozwiązań. Wyspy filtracyjne zachowały pływalność przez cały sezon wegetacyjny i umożliwiły rozwój wybranych gatunków roślin. Wzrost roślin był umiarkowanie intensywny, co wynikało ze stosunkowo niskiej zawartości biogenów w wodzie i lekkiego zacienienia miejsca wodowania. Po zbiorach możliwe było ponowne wodowanie wysp w innej lokalizacji.

LEKCJE

W etapie II, wykorzystano opracowane wcześniej projekty i zdobyte doświadczenie udoskonalając platformy wysp i zwiększając zakres prac wykonywanych przez uczestników projektu, jednocześnie zapewniając wsparcie i rozwijając formy zbierania informacji zwrotnej, pomysłowości i kreatywności uczestników projektu. Nadmuchiwane bojki okazały się skutecznym rozwiązaniem wielokrotnego użytku, które zapobiega utracie przez wyspy pływalności. W czystszych zbiornikach wodny wyspy stanowią element ekosystemu, który wspiera zachowanie równowagi i stanowi dodatkowe siedlisko dla organizmów wodnych oraz ptaków. W połączeniu z ocujnikowaniem wyspy stanowią proste narzędzie do monitoringu jakości wody i jej utrzymywania.

Wprowadzenie

Problem zanieczyszczenia wód

Cieki i zbiorniki wodne występujące w otoczeniu terenów użytkowanych rolniczo są szczególnie narażone na zanieczyszczenia substancjami biogennymi, których nadmierne stężenia w wodzie mogą indukować zakwity alg – zjawisko zagrażające wrażliwym organizmom i równowadze ekosystemu¹.

Substancje biogenne – związki wywołujące eutrofizację wód powierzchniowych i przyczyniające się do nadmiernego rozwoju ekspansywnych organizmów (m.in. fitoplanktonu)².

Do najbardziej problematycznych substancji biogennych należą związki azotu i fosforu. Azotany i fosforany, jako substancje przyczyniające się do eutrofizacji, zostały wymienione w załączniku VIII do *Ramowej dyrektywy wodnej*, który określa najważniejsze zanieczyszczenia wód³.

Szacuje się, że podczas gdy w krajach rozwijających się zanieczyszczenie wód wynika z niewłaściwego gospodarowania ściekami bytowymi, w krajach wysoko rozwiniętych większość zanieczyszczeń wypłukiwana jest z obszarów rolnych⁴.

¹ E. Nachlik i in., *Zarządzanie wodą w sytuacjach kryzysowych*, Fundacja Gospodarki i Administracji Publicznej 2023, s. 10-11.

² E. Jachniak, *Związki biogenne, a proces eutrofizacji wód Goczałkowickiego Zbiornika Wodnego*, „Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich” nr 3(3)/2013, s. 33-34.

³ Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, s. 342.

⁴ *The United Nations world water development report 2024: water for prosperity and peace*, UNESCO 2024, s. 1.

Ograniczenie zanieczyszczeń biogennych polega między innymi na wychwytywaniu nadmiaru azotanów i fosforanów, przedostających się do wody z pól uprawnych. Coraz większą popularność zyskują rozwiązania typu *nature-based* – wykorzystujące zdolności elementów przyrodniczych do przywracania i utrzymywania równowagi w środowisku naturalnym. Należą do nich m.in. sztuczne mokradła, czy buforowe pasy roślinności⁵.

Roślinne wyspy filtracyjne

Rozwiązaniem *nature-based* są również roślinne wyspy filtracyjne, które w publikacjach anglojęzycznych występują najczęściej pod nazwą *floating treatment wetlands*. W tym przypadku wykorzystywane są zdolności fitoremediacyjne roślin wodnych i bagiennych, które rosną w strukturze tratwy unoszącej się na powierzchni wody. Odkryte korzenie roślin zanurzone są w toni wody, skąd bezpośrednio pobierają substancje odżywcze i zanieczyszczenia i wbudowują je we własną biomasę, która następnie może być łatwo usunięta ze zbiornika lub ciekłu wodnego⁶.

Fitoremediacja – wykorzystanie roślin, wyselekcjonowanych pod względem zdolności wchłaniania, degradowania, czy też immobilizacji określonych substancji niepożądanych, do oczyszczania środowiska⁷.

⁵A. Rizzo i in., *Nature-based solutions for nutrient pollution control in European agricultural regions: a literature review*, „Ecological Engineering” nr 186/2023, s. 1-2.

⁶ H. Keizer-Vlek i in., *The contribution of plant uptake to nutrient removal by floating treatment wetlands*, „Ecological Engineering” nr 73/2014, s. 684-685. No

⁷ M. Siwek, *Biologiczne metody oczyszczania środowiska – fitoremediacja*, „Wiadomości Botaniczne” nr 52(1/2)/2008, s. 23-26.

Fitoremedianty stosowane do obsadzania wysp filtracyjnych mogą pobierać z wody nie tylko substancje biogenne, ale również metale ciężkie⁸, stanowiące równie istotny problem, zwłaszcza w rzekach, których długie odcinki przebiegają przez tereny uprzemysłowione i zurbanizowane⁹.

Do zalet roślinnych wysp filtracyjnych należy możliwość ich wykorzystania w lokalizacjach charakteryzujących się zmiennym stanem wody, jak również niewielkie nakłady pracy potrzebnej do wykonania konstrukcji i jej utrzymania; wyspy oferują dodatkowe korzyści w postaci zwiększenia bioróżnorodności i ilości siedlisk w ekosystemach antropogenicznych¹⁰.

Łatwość wykonania przy jednoczesnej wyraźnej skuteczności sprawia, że roślinne wyspy filtracyjne stanowią trzon projektów o różnym celu i skali. Wyspy umieszczone w zbiornikach na ścieki mogą istotnie poprawiać ich właściwości i pozwolić na ponowne wykorzystanie w rolnictwie¹¹. Z kolei niewielkie konstrukcje wykonane z materiałów z recyklingu znajdują zastosowanie w ogrodach i gospodarstwach indywidualnych¹².

W projekcie przedstawionym w niniejszym raporcie roślinne wyspy filtracyjne – jak i sam proces budowy, monitoringu oraz analizy ich potencjału – zostały wykorzystane w celu propagowania wśród lokalnej społeczności wiedzy na temat naturalnych rozwiązań inżynierii ekologicznej.

⁸ R. Sharma i in., *Application of floating treatment wetlands for stormwater runoff: a critical review of the recent developments with emphasis on heavy metals and nutrient removal*, „Science of the Total Environment” nr 777/2021, s. 8-10.

⁹ D. Ciszewski, *Wpływ regulacji koryta Odry na akumulację osadów zanieczyszczonych metalami ciężkimi: zróżnicowanie, zmiany w czasie, zagrożenie środowiskowe*, „Studia Naturae” nr 52/2006, s. 5.

¹⁰ H. Keizer-Vlek i in., *op cit.*, s. 684.

¹¹ M. Afzal i in., *Floating treatment wetlands as a suitable option for large-scale wastewater treatment*, „Nature Sustainability” nr 2/2019, s. 863-871.

¹² A. Kietla i in., *Pływające wyspy*, Łódź Art Center, s. 1-35.

Potrzeba edukacji ekologicznej

Jak wskazują badania i raporty, edukacja ekologiczna wciąż jest bardzo potrzebna, gdyż świadomość ekologiczna Polaków jest cały czas niska, często również lekceważy się jej znaczenie i wpływ wiedzy i aktywności społecznej na środowisko.

83% uważa zmiany klimatu za ważny problem (–8 p.p. vs 2022); jako największe problemy środowiskowe w Polsce, wymienia się: zanieczyszczenie powietrza (57%), hałas (43%) i zanieczyszczenie wód (43%); „zmiany klimatu” wskazuje 18% (–8 p.p.). Jako najważniejsze źródła informacji respondenci podają: internet i telewizję, a na kształtowanie postaw wpływają indywidualnie działania (41%) i szkoła (38%)¹³.

Niestety maleje mobilizacja do aktywności środowiskowych – tylko 5% deklaruje gotowość aktywnego działania (z 13% wcześniej), a poparcie dla systemowych ograniczeń klimatycznych spada do 46% (–7 p.p. vs 2022)¹⁴.

Podobne wnioski pojawiły się w opracowaniu z 2021 roku pt. *Największe wyzwania dla Polski a problemy środowiska naturalnego*. Respondenci poproszeni o wskazanie trzech dziedzin, w których nasz kraj ma najwięcej problemów do rozwiązania, głównie podawali ochronę środowiska – tak wybrało 52% mieszkańców Polski. Zdaniem badanych największym problemem środowiska naturalnego jest zanieczyszczenie powietrza (59%), problem odpadów (50%) i zanieczyszczenie wód, problemy z wodą (34%). Najczęściej wskazywanym powodem, dla którego warto chronić środowisko, jest troska o przyszłe pokolenia. Ten powód wybrało prawie trzy

¹³ Raport rządowy: *badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski*, Ministerstwo Klimatu i Środowiska/Indicator 2024.

¹⁴ *Ziemia nie atakuje*, Lata Dwudzieste i Kantar 2024, <<https://ziemia nie atakuje.pl/>> (Dostęp: 26.09.2025).

czwarte badanych (73%) i jest to najwyższy uzyskany wynik na przestrzeni wszystkich edycji badania. Na drugim miejscu z wynikiem 63% znalazła się dbałość i troska o zdrowie człowieka. Przyroda jako wartość sama w sobie to powód wybrany przez prawie połowę badanych (49%). Co dziesiąty respondent wskazał oszczędność i względy ekonomiczne. W opinii respondentów stan środowiska w największym stopniu zależy od aktywności każdego z nas (69%). Z kolei najbardziej popularnymi źródłami informacji o środowisku naturalnym są internet (72%), telewizja (65%) i prasa (27%)¹⁵.

Różnice w podejściu do ochrony środowiska i traktowania przyrody jako integralnej części społeczeństwa, wynikają z różnych uwarunkowań. Można tutaj dokonać podziału na dwie grupy: ludzi dobrze wykształconych, zamożnych, mieszkańców dużych miast, wykazujących wrażliwość i zainteresowanie zagadnieniami ekologii, i drugą, do których należą ludzie starsi i ubożsi, mieszkańcy wsi, których jest znacznie mniej w grupie proekologicznej. Struktura społeczno-zawodowa mieszkańców wsi jest bardzo zróżnicowana. Stąd można oczekiwać silnego związku kierunku i poziomu wykształcenia, wieku oraz źródeł i wysokości dochodu z postawami i zachowaniami ludzi wobec przyrody. Obecnie na wsi mieszka coraz mniej osób zajmujących się produkcją rolniczą, a ta – dzięki osiągnięciom nauki i techniki – może czynić, przy niedostatku wiedzy i moralności zawodowej, znacznie więcej szkód środowisku niż kiedyś¹⁶.

¹⁵ A. Wojnarowicz, *Badania świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski*, EKOMAİKA Ekologiczna Agencja Informacyjna 2021, <<https://ekomaika.pl/raport-2020-badania-swiadomosci-i-zachowan-ekologicznych-mieszkancow-polski/>> (Dostęp: 26.09.2025).

¹⁶ B. Perepeczko, *Postawy i oczekiwania proekologiczne mieszkańców wsi obszarów chronionych*, „Wieś i rolnictwo” nr 1(146)/2010, s.157-158.

Dlatego „świadomość materialnej wartości gospodarstwa rolniczego to dziś stanowczo za mało. Ważne jest także przeświadczenie o innych walorach, których bezpośrednio nie da się przeliczyć na pieniądze, takich jak piękno krajobrazu i różnorodność tworzących go elementów, czystość i ekologiczne bezpieczeństwo, a w końcu zapach ziemi i uprawianych na niej roślin. (...) Rolnictwo jest sektorem gospodarki całkowicie uzależnionym od środowiska przyrodniczego i jednocześnie w ogromnym stopniu przekształcającym go. Ciągłe poszukiwane są sposoby zmniejszenia siły degradującego oddziaływania tej gałęzi gospodarki na przyrodę. Proekologiczne kierunki rozwoju wsi popiera także Unia Europejska. W Planie Rozwoju Obszarów Wiejskich nacisk położony jest na upowszechnianie zasad Zwykłej Dobrej Praktyki Rolniczej. Oznacza to przestrzeganie standardów odnoszących się do racjonalnej gospodarki nawozami, ochrony wód, gleb, cennych siedlisk i gatunków występujących na obszarach rolnych. Akcentuje się w nim potrzebę ochrony krajobrazu oraz utrzymanie czystości i porządku w gospodarstwie. Określone w planie minimalne wymagania są zróżnicowane dla poszczególnych krajów UE, co wynika ze stopnia dostosowania funkcjonującego w nich rolnictwa do wymogów ochrony środowiska oraz uzależnione jest od poziomu świadomości ekologicznej mieszkańców wsi. (...) Edukacją ekologiczną mieszkańców wsi zajmują się parki krajobrazowe, które mogą w wydawanych opracowaniach własnych czy na stronach internetowych zamieszczać informacje oraz artykuły kształtujące ogólnie pojętą świadomość ekologiczną. Przypomnieć warto, że parki krajobrazowe są jedną z trzech form zapisanych w polskim prawie ochrony przyrody,

które realizują ochronę w warunkach produkcyjnych, kierując się konstytucyjną zasadą zrównoważonego rozwoju.”¹⁷

Jednak to zdecydowanie za mało, bo jak pokazały działania edukacyjne Instytutu Wody prowadzone na terenach wiejskich, wiedza i świadomość ekologiczna mieszkańców terenów wiejskich, zarówno tych pochodzących z rodzin rolniczych, jak i napływowych mieszkańców z miast jest niewystarczająca. Teoretycznie wiedzą oni o wpływie zanieczyszczeń na środowisko i zdrowie, jednak nie mają wystarczającej wiedzy o zależnościach i wpływie działalności rolniczej na przyrodę. Nie znają zasad codziennego funkcjonowania w bliskim sąsiedztwie naturalnego środowiska i życia zgodnego z naturą. „Uporządkowywanie” naturalnej roślinności, zmienianie właściwego dla regionu ekosystemu, stosowanie dużych ilości środków ochrony roślin, środków owadobójczych, nawozów degraduje tereny wiejskie i zmienia niekorzystnie dotychczasowy ekosystem. Dlatego tak bardzo potrzebne są sukcesywne i stałe akcje i programy edukacji ekologicznej, prowadzone przez organizacje pozarządowe we współpracy z lokalnymi władzami gmin i wsi oraz lokalnymi społecznościami, które poszerzają wiedzę i wskazują praktyczne kierunki rozwoju dla dobra mieszkańców i otaczającego ich środowiska.

¹⁷ R. Stoczkowska i in., *Kształtowanie świadomości ekologicznej mieszkańców wsi poprzez działalność informacyjną lokalnych władz i instytucji*, „Studia Ecologiae et Bioethicae” nr 5/2027, s. 1-6.

Koncepcja

Roślinne wyspy filtracyjne składają się kilku głównych elementów, od których zależą ich właściwości i efektywność:

- tratwa – platforma unosząca się na powierzchni wody, tworząca przestrzeń do wzrostu roślin;
- rośliny – gatunki wodne lub bagienne, dobrze przystosowane do warunków panujących w wybranym zbiorniku lub cieku i charakteryzujące się zdolnością akumulacji zanieczyszczeń;
- podłoże – materiał organiczny, którego niewielka ilość pozwala na ukorzenienie się roślin;
- elementy mocujące – pozwalają na bezpieczne zacumowanie wysp w wybranej lokalizacji i ich modułowe łączenie.

Projektując wyspy założono, że tratwa powinna być wykonana w możliwie największym stopniu z materiałów biodegradowalnych i jednocześnie zachowywać wyporność z pomocą minimalnej ilości dodatkowych pływaków. Jej wymiary powinny pozwalać na sprawne ręczne przenoszenie. Użyte materiały muszą być na tyle trwałe, aby nie doszło do rozpadu wyspy przed końcem sezonu wegetacyjnego.

Główną część tratwy wykonano z faszyny wierzbowej, która posiada niską gęstość w stanie suchym. Konstrukcję połączono za pomocą kantówek olchowych – gatunku odznaczającego się wysoką trwałością przy pełnym zanurzeniu w wodzie.

Do nasadzeń postanowiono wykorzystać więcej niż jeden gatunek roślin, żeby zachować różnorodność oraz atrakcyjność wizualną instalacji. Gatunki roślin dobrano w oparciu

o doświadczenie nabyte w poprzedniej edycji projektu. Do najskuteczniejszych w oczyszczaniu wody należą:

- kosaciec żółty (*Iris pseudacorus*),
- pałka wąskolistna (*Typha angustifolia*),
- tatarak zwyczajny (*Acorus calamus*),
- trzcina pospolita (*Phragmites australis*).

Do sadzenia roślin wybrano **podłoże z włókna kokosowego**, które nie zawiera nawozów mineralnych i jednocześnie stanowi bardziej zrównoważoną alternatywę dla torfu odkwaszonego.

Aby zapobiec tonięciu tratw po nasiąknięciu faszyny wodą, wykorzystano **pompowane odbijacze do łodzi** o wydłużonym kształcie. Na dwóch przeciwległych krawędziach każdej tratwy umieszczono po jednym odbijaczu, jak na poniższej fotografii:



Fot. 2. Gotowa konstrukcja tratwy z dwoma odbijaczami (źródło: H2O SCITECH)

Realizacja

Wskazanie problemu

MARZEC/KWIECIEŃ

Przed właściwą budową wysp filtracyjnych przeprowadzono serię warsztatów zatytułowanych *Jezioro to nie ogród; dlaczego zakwit wód jest niebezpieczny?* Celem warsztatów było zapoznanie uczestników – poprzez proste doświadczenia laboratoryjne – z przyczynami zanieczyszczenia wód biogenami, które wywołują zakwity alg. Znajomość procesów prowadzących do wystąpienia problemu jest niezbędna do zrozumienia zasad działania proponowanego rozwiązania. Warsztaty odbyły się w 5 szkołach podstawowych i szkole średniej gmin wiejskich z udziałem nauczycieli społeczności lokalnej.



Fot. 3. Uczestnicy wysłuchują instrukcji wykonania doświadczeń (źródło: H2O SCITECH)

Konstrukcja wysp

POCZĄTEK KWIETNIA

Dwanaście tratw zbudowano w trakcie trzech spotkań warsztatowych, które odbyły się w dniach 9-11 kwietnia w przestrzeni warsztatowej udostępnionej przez 3M.

Uczestnicy warsztatów, wyposażeni w niezbędne materiały i narzędzia, wykonali tratwy zgodnie z instrukcjami i wskazówkami prowadzących.



Fot. 4. Przygotowanie wiązek faszyny – elementu konstrukcji (źródło: H2O SCITECH)

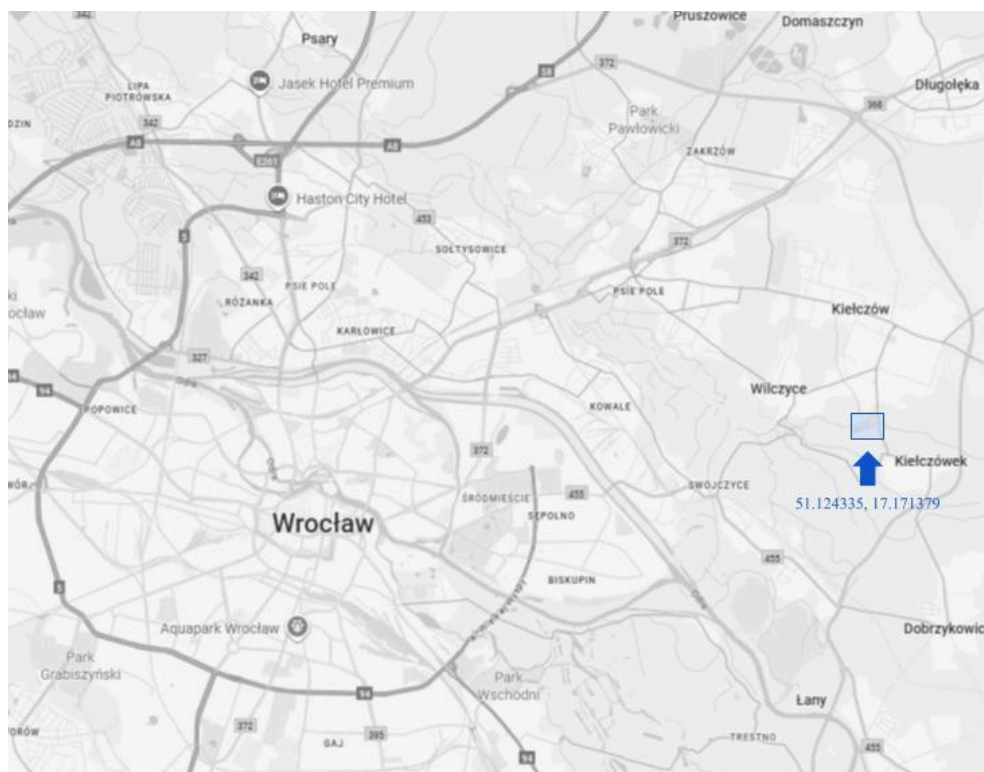
Pomimo, że w zespołach przeważali uczniowie wczesnych klas szkoły podstawowej, wykonanie zadań i stworzenie zaproponowanych konstrukcji nie stwarzało większych trudności.



Fot. 5. Gotowe tratwy zbudowane w trakcie warsztatów (źródło: H2O SCITECH)

Jedną z tratw wyposażono w urządzenie z akumulatorem ładowanym przez panel fotowoltaiczny, wyposażone w sondy do ciągłego pomiaru temperatury, odczynu i przewodności elektrycznej wody.

Po zakończeniu serii warsztatów gotowe tratwy przewieziono w pobliże – oznaczonego na rys. 1. i 2. – miejsca ich docelowego wodowania – obszernego stawu należącego do osady Zielona Oliwka w Kiełczowie.



Rys. 1. Miejsce wodowania roślinnych wysp filtracyjnych (opracowanie: H2O SCITECH)



Rys. 2. Lokalizacja wysp na stawie w pobliżu Widawy (opracowanie: H2O SCITECH)

Sadzenie roślin i wodowanie

12 KWIETNIA

Wolne przestrzenie w obrębie wiązek faszyny tworzących tratwy obsadzono roślinnością wodną (wykorzystano 4 gatunki roślin wymienione w rozdziale „Koncepcja”). Sadzenie roślin polegało na umieszczeniu sadzonki w woreczku flizelinowym wypełnionym niewielką ilością podłoża z włókna kokosowego. Woreczki zawiązywano sznurkiem jutowym, aby utworzyć sakiewki z roślinami, które następnie wciskano w głąb faszyny. Na każdej tratwie posadzono od 20 do 30 roślin.



Fot. 6. Przygotowane tratwy przed sadzeniem roślin (źródło: H2O SCITECH)

Po napompowaniu odbijaczy tratwy z roślinami umieszczono na wodzie; pojedyncze wyspy połączono w dwa równoległe rzędy (po 6 wysp każdy), tworząc tym samym dużą, modułową instalację. Ze względu na obecność elementów wypornościowych na każdej wyspie, nie stosowano dodatkowych

bojek cumowniczych, a wyspy ustabilizowano jedynie przez przypięcie do trzech równomiernie rozmieszczonych obciążników, każdy o masie 15 kg.



Fot. 7. Uczestnicy obsadzają wyspę roślinami (źródło: H2O SCITECH)



Fot. 8. Proces wodowania i cumowania wysp (źródło: H2O SCITECH)



Fot. 9. Dwanaście zwodowanych roślinnych wysp filtracyjnych (źródło: H2O SCITECH)

Monitoring

KWIECIEŃ – LIPIEC

Monitoring wysp prowadzono między wodowaniem i zbiorem. Polegał on na wizualnej obserwacji stabilności tratw i rozwoju roślin, analizie fizykochemicznej próbek wody oraz pomiarach parametrów fizykochemicznych za pomocą czujnika, a także mobilnej łodzi.

Wspomniane badania laboratoryjne wykonano na próbkach wody pobranych w momencie wodowania. Do określenia zawartości azotynów, azotanów, jonów amonowych oraz jonów fosforanowych wykorzystano metody określone odpowiednio w normach: PN-EN ISO 13395:2001, PN-EN ISO 117325:2007,

PN-EN ISO 6878:2006. Stężenia wszystkich badanych związków były poniżej poziomu oznaczalności, co świadczy o wysokiej czystości wody wczesną wiosną. Zmiany w zawartość substancji rozpuszczonych w wodzie obserwowano w późniejszym okresie jako zmiany wartości przewodności elektrycznej mierzonej za pomocą opisanego czujnika.



Fot. 10. Roślinne wyspy filtracyjne sfotografowane w maju (źródło: H2O SCITECH)

Wzrost roślin w trakcie sezonu wegetacyjnego był wolniejszy w porównaniu ze wzrostem roślin na wyspach zwodowanych na Odrze w trakcie poprzedniej edycji projektu, co wynikało z mniejszej dostępności substancji odżywczych, jak również z częściowego zacienienia miejsca wodowania. Mimo to obserwowano stopniowy rozwój wszystkich posadzonych gatunków oraz równomierny przyrost zdrowej biomasy na poszczególnych wyspach, zależny jedynie od gęstości nasadzeń.



Fot. 11. Roślinne wyspy filtracyjne sfotografowane w czerwcu (źródło: H2O SCITECH)

Dodatkowo do monitoringu jakości wody wykorzystano zdalnie sterowaną łódź wyposażoną w sondy do pomiaru pH, temperatury oraz ilości tlenu rozpuszczonego. Łódź umożliwia wykonanie w krótkim czasie pomiarów wspomnianych parametrów w dowolnym punkcie zbiornika, a nawet naniesienie lokalizacji punktów pomiarowych na mapę.

W celu badania jakości wody, oprócz analiz laboratoryjnych, wykorzystano metody pośrednie – pomiar pH, EC i zawartości tlenu. Pomiary były możliwe dzięki zastosowaniu systemu czujników zamontowanego na jednej z wysp oraz zdalnie sterowanej łodzi wyposażonej w zestaw sond.

Zbiór roślin i ponowne wodowanie

15 LIPCA / KONIEC LIPCA

Zgodnie z uprzednio opracowanym planem, w połowie lipca zdjęto roślinne wyspy filtracyjne z powierzchni wody i ścięto zieloną biomasę za pomocą sekatorów. Wszystkie gatunki roślin zbierano do jednej puli.



Fot. 12. Zebrane wyspy filtracyjne po ścięciu roślin (źródło: H2O SCITECH)

Zważono łączną świeżą masę zebranych roślin oraz określono zawartość suchej masy z wykorzystaniem wago-suszarki. Następnie pobrano reprezentatywną próbkę biomasy, którą wysuszone i przekazano do badań średniej zawartości azotu i fosforu. Analizy zawartości azotu wykonano metodą Kjeldahla w laboratorium Instytutu Wody, a badania zawartość fosforu

zostały wykonane w laboratorium zewnętrznym według normy PN-EN 17851:2024-01. Równolegle odczytano wyniki pomiarów parametrów wody wykonywanych przez system czujników.

Wyspy zostały złożone w zacienionym miejscu, gdzie były regularnie zraszane wodą, do końca lipca, kiedy zwodowano je ponownie w stawie położonym w kompleksie terenów zielonych należących do Powiatowego Zespołu Szkół w Krzyżowicach. Założono, że po ścięciu posadzone rośliny wieloletnie wypuszczą nowe pędy z kłaczy i brył korzeniowych pozostawionych w strukturze wysp. W nowej lokalizacji wyspy nadal mają spełniać swoją rolę filtracyjną, ekologiczną i społeczną dzięki współpracy Instytutu Wody ze szkołą, której program kształcenia związany jest z obszarem przyrodniczym i technicznym.



Fot. 13. Wyspy po ponownym zwodowaniu (źródło: H2O SCITECH)

Wyniki i wnioski

Obserwacje wysp w trakcie sezonu wegetacyjnego potwierdziły stabilność konstrukcji i możliwość ich wykorzystania do filtracji wody za pomocą roślin. Wybrane gatunki zaadaptowały się do warunków i podjęły wzrost. Woda w miejscu wodowania okazała się stosunkowo czysta, a wyspy jedynie dodatkowo przyczyniły się do poprawy jej jakości i pozwoliły na zwiększenie bioróżnorodności stanowiska.

Analizy wody

Jak uprzednio wspomniano, laboratoryjne badania próbek wody nie wykazały podwyższonych stężeń substancji biogennej, co najprawdopodobniej wynikało z wczesnego terminu, w którym pobrano próbki oraz ze stosunkowo dobrej kondycji zbiornika wodnego.

W późniejszym okresie, w ramach monitoringu, prowadzono pomiar przewodności elektrycznej wody w miejscu wodowania wysp filtracyjnych.

Przewodność elektryczna (EC) [mS/cm lub $\mu\text{S/cm}$] – miara zdolności wody do przewodzenia prądu elektrycznego, wynikająca głównie z obecności rozpuszczonych jonów (np. NH_4^+ , PO_4^{3-}). Im więcej jonów w roztworze, tym wyższa przewodność.

Wyniki przedstawione na wykresie (rys. 3.) pokazują tendencję spadkową przewodności elektrycznej wody w trakcie sezonu wegetacyjnego. Spadek EC w kolejnych miesiącach związany jest po części ze wzrostem temperatury wody (wartości nie kompensowane), lecz może wynikać również z rozwoju roślinności (nie tylko rosnącej na wyspach, ale również

bezpośrednio w stawie i na jego brzegach), która stopniowo pobiera z wody jony biogenów.



Rys. 3. Zmiany przewodności elektrycznej wody w ciągu sezonu (źródło: Luna Scientific)

Przez cały okres, w którym monitorowano jakość wody, **wartość EC nie przekraczała 0,55 mS/cm**, co jest jednym z przejawów równowagi ekologicznej ekosystemu, którego element stanowiły roślinne wyspy filtracyjne. Dla porównania, wartość przewodności elektrycznej wody w Odrze (Odra-Łany) przez większość czasu między marcem a lipcem 2025 roku przekraczała 1,00 mS/cm (maksymalny odczyt: 2,01 mS/cm) – jest to stosunkowo wysoka wartość, która wskazuje na eutrofizację cieku mogącą wywoływać zakwity alg¹⁸.

¹⁸ Wyniki badań rzeki Odry, GIOS 2025, <<https://badania.gios.gov.pl/odra/>> (Dostęp: 13.08.2025).

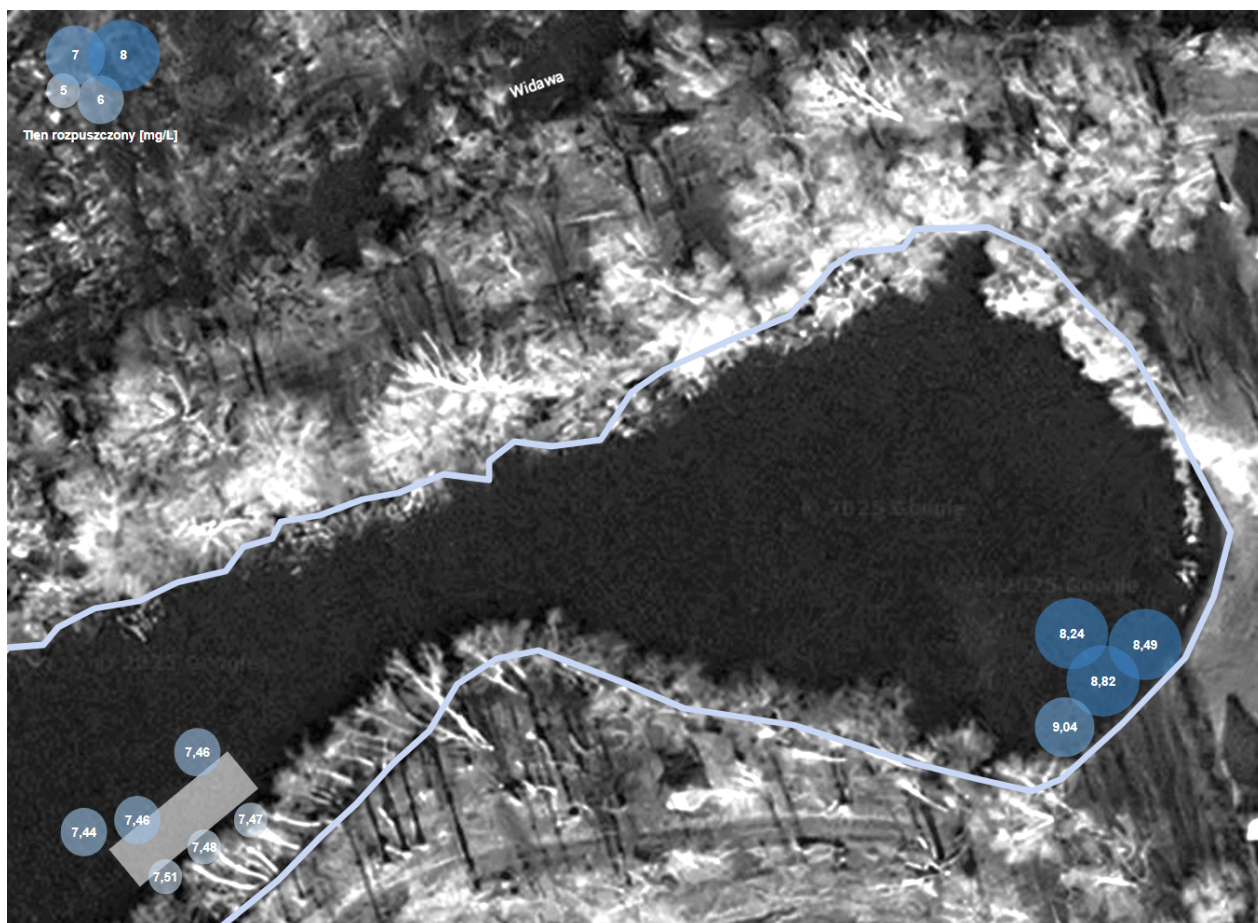
Równoległe pomiary odczynu wody wykazały, że pH zawierało przeważnie w zakresie od 8,0 do 9,5. Jest to odczyn nieco podwyższony (norma pH dla I klasy czystości wód śródlądowych wynosi 6,5-8,0)¹⁹, co może wynikać z intensywnego rozwoju roślinności podwodnej, która odbiera rozpuszczony w wodzie dwutlenek węgla. Widoczny na wykresie (rys. 4.) spadek odczynu w lipcu może być związany z rozkładem obumierającej materii organicznej nagromadzonej w trakcie sezonu (procesy mikrobiologiczne zwykle obniżają pH w otoczeniu). Krótkotrwałe, wyraźne zmiany wartości pH są najprawdopodobniej wynikiem przemian materii organicznej nagromadzonej w pobliżu sondy pomiarowej.



Rys. 4. Zmiany odczynu (pH) wody w ciągu sezonu (źródło: Luna Scientific)

¹⁹ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 czerwca 1970 r. w sprawie norm dopuszczalnych zanieczyszczeń wód i warunków wprowadzania ścieków do wody i do ziemi.

Pomiary przy pomocy łodzi wykonano 16 maja. Następnie wybrane wyniki oznaczono na poniższej ortofotomapie.



Rys. 5. Ortofotomapa z wybranymi pomiarami parametrów wody (źródło: H2O SCITECH)

Jak można zauważyć, woda w części zbiornika, do której przylega plaża, charakteryzowała się wysokim natlenieniem (powyżej 7 mg/L) i lekko podwyższonym pH. Woda w okolicy miejsca wodowania wysp zawierała ok. 6 mg O₂ / L, a jej odczyn był bliski neutralnego. Niższe natlenienie wody w głębi zbiornika wynikało najprawdopodobniej z nagromadzenia materii organicznej i trwających procesów biologicznych. Wartość natlenienia 5 mg/L jest często uznawana za dolną granicę zakresu odpowiedniego dla prawidłowego funkcjonowania fauny wodnej.

Biomasa i substancje biogenne

W ciągu 94 dni, w trakcie których wyspy pozostawały na wodzie, rośliny wytworzyły **łącznie 13 kg świeżej masy**, co daje średnio 1,1 kg biomasy z jednej tratwy.

Średnia zawartość suchej masy w roślinach wynosiła 21%, więc z 13 kg świeżej masy otrzymano około **2,73 kg suchej masy**.

Analizy chemiczne wykazały, że zawartość azotu i fosforu w materiale roślinnym wynosiła odpowiednio 2,78 mg/g (s.m.) i 2,25 mg/g (s.m.).

Oznacza to, że łącznie w suchej masie roślin znajdowało się ok. 7,6 g azotu i 6,1 g fosforu, co w przeliczeniu na azotany i jony fosforanowe, czyli główne formy tych pierwiastków w wodzie, daje 33,6 g NO_3^- i 18,7 g PO_4^{3-} .

AZOTANY
łącznie pobrane **33,6 g**

FOSFORANY
łącznie pobrane **18,7 g**

Po zakończeniu poprzedniej edycji projektu oszacowano łączną pobraną ilość azotanów i fosforanów na 8,8 g i 0,7 g²⁰. Wyższe wyniki osiągnięte w aktualnym działaniu wynikają przede wszystkim z większej ilości wysp (5 → 12), ale także z ich polepszonej efektywności (wyższa wartość w przeliczeniu na jedną wyspę), która związana była m.in. z zachowaną pływalnością (brak zakłóceń we wzroście roślin).

²⁰ Raport z projektu ukończonego w 2024 roku, <<https://h2o-scitech.eu/wp-content/uploads/2024/11/Roslinne-wyspy-filtracyjne-GG-Raport-koncowy-PL-11.2024-pub.pdf>>.

Wyspy jako siedlisko

Roślinne wyspy filtracyjne, oprócz oczyszczania wody, spełniają również ważną funkcję dodatkowego siedliska w ekosystemie, co pozytywnie wpływa na zachowanie bioróżnorodności.

Konstrukcja tratw – wykonana w większości z materiałów naturalnych z licznymi przestrzeniami – wraz z wielogatunkową roślinnością stwarza doskonałe, bezpieczne warunki do bytowania zwierząt.

W trakcie monitoringu zaobserwowano, że na powierzchni wysp często schronienie znajdują ptaki, które dodatkowo stworzyły gniazdo na skrzynce urządzenia pomiarowego.



Fot. 14. Rak wydobyty ze struktury zebranych wysp (źródło: H2O SCITECH)

Po zebraniu wysp zaobserwowano w przestrzeniach między wiązkami faszyny liczne, niewielkie osobniki raków, które zostały przeniesione z powrotem do wody.

Roślinne wyspy filtracyjne stanowiły również siedlisko licznych gatunków owadów wodnych.

Analiza jakościowa i ilościowa fauny, która bytuje na pływających wyspach mogłaby pozwolić pogłębić wiedzę o dodatkowych funkcjach ekologicznych tego rozwiązania. Tematem wartym pogłębienia jest również różnorodność i liczebność mikroorganizmów rozwijających się na powierzchni tratw faszynowych, zwłaszcza w ryzosferze nasadzonych roślin.

Bibliografia

- Afzal M. i in., *Floating treatment wetlands as a suitable option for large-scale wastewater treatment*, „Nature Sustainability” nr 2/2019.
- Ciszewski D., *Wpływ regulacji koryta Odry na akumulację osadów zanieczyszczonych metalami ciężkimi: zróżnicowanie, zmiany w czasie, zagrożenie środowiskowe*, „Studia Naturae” nr 52/2006.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
- Jachniak E., *Związki biogenne, a proces eutrofizacji wód Goczałkowickiego Zbiornika Wodnego*, „Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich” nr 3(3)/2013.
- Keizer-Vlek H. i in., *The contribution of plant uptake to nutrient removal by floating treatment wetlands*, „Ecological Engineering” nr 73/2014.
- Kietla A. i in., *Pływające wyspy*, Łódź Art Center.
- Nachlik E. i in., *Zarządzanie wodą w sytuacjach kryzysowych*, Fundacja Gospodarki i Administracji Publicznej 2023.
- Perepeczko B., *Postawy i oczekiwania proekologiczne mieszkańców wsi obszarów chronionych*, „Wieś i rolnictwo” nr 1(146)/2010, s.157-158.
- Raport rządowy: *badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski*, Ministerstwo Klimatu i Środowiska/Indicator 2024.
- Raport z badania *świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski 2022*, *Streszczenie zarządcze*, Ministerstwo Klimatu i Środowiska 2022.
- Rizzo A. i in., *Nature-based solutions for nutrient pollution control in European agricultural regions: a literature review*, „Ecological Engineering” nr 186/2023.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 czerwca 1970 r. w sprawie norm dopuszczalnych zanieczyszczeń wód i warunków wprowadzania ścieków do wody i do ziemi.
- Sharma R. i in., *Application of floating treatment wetlands for stormwater runoff: a critical review of the recent developments with emphasis on heavy metals and nutrient removal*, „Science of the Total Environment” nr 777/2021.
- Siwek M., *Biologiczne metody oczyszczania środowiska – fitoremediacja*, „Wiadomości Botaniczne” nr 52(1/2)/2008.
- Stoczkowska i in., *Kształtowanie świadomości ekologicznej mieszkańców wsi poprzez działalność informacyjną lokalnych władz i instytucji*, „Studia Ecologiae et Bioethicae” nr 5/2027.
- Świadomość ekologiczna Polaków*, „Komunikat z badań CBOS” nr 163/2020.
- The United Nations world water development report 2024: water for prosperity and peace*, UNESCO 2024.
- Wojnarowicz A., *Badania świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski*, EKOMAİKA Ekologiczna Agencja Informacyjna 2021, <<https://ekomaika.pl/raport-2020-badania-swiadomosci-i-zachowan-ekologicznych-mieszkancow-polski/>>.
- Wyniki badań rzeki Odry*, GIOS 2025, <<https://badania.gios.gov.pl/odra/>>.
- Ziemia nie atakuje*, Lata Dwudzieste i Kantar 2024, <<https://ziemianieatakuj.pl/>>.

H2O SCITECH – INSTYTUT WODY

www.h2o-scitech.eu

