

Lasy na usługach wodnych:

Przewodnik po
schematach płatności
- krok po kroku

Instrukcja

2021



Główny autor
Nisbet, T.R.

Współautorzy
Andreucci, M.-B., De Vreese, R., Högbom, L., Kay, S.,
Kelly-Quinn, M., Leonardi, A., Lyubenova M.I., Ovando Pol, P.,
Quinteiro, P., Pérez Silos, I., Valatin, G.

Główny autor

Thomas, R. Nisbet – Forest Research, Alice Holt Lodge, Wrecclesham, Farnham GU10 4LH, United Kingdom.

Współautorzy (w kolejności alfabetycznej)

Maria-Beatrice Andreucci – Department of Planning, Design, Technology of Architecture, Faculty of Architecture, Sapienza University of Rome, Italy.

Rik De Vreese – Independent researcher and consultant in Urban Forestry and Ecosystem Services, Ghent, Belgium.

Lars Högbom – the Forestry Research Institute of Sweden (Skogforsk), Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala. Sweden.

Sonja Kay – Agroscope, Research Division Agroecology and Environment, Research group Agricultural Landscapes and Biodiversity, 8046 Zurich, Switzerland

Mary Kelly-Quinn – School of Biology and Environmental Science, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland.

Alessandro Leonardi – ETIFOR | Valuing Nature, Padova University Spin-off, Piazza A. De Gasperi 41 - 35131 Padova (PD), Italy

Mariyana I. Lyubenova – University of Sofia “St. Kliment Ohridski”, Department of Ecology and Environmental Protection, 8 D. Tzancov blvd., 1164 Sofia, Bulgaria.

Paola Ovando Pol – The James Hutton Institute, Craigiebuckler, Aberdeen AB15 8QH, United Kingdom.

Paula Quinteiro – Centre for Environmental and Marine Studies (CESAM), Department of Environment and Planning, University of Aveiro, Portugal.

Ignacio Pérez Silos – Environmental Hydraulics Institute, Universidad de Cantabria, C/ Isabel Torres nº15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, Spain.

Gregory Valatin – Forest Research, Alice Holt Lodge, Wrecclesham, Farnham GU10 4LH, United Kingdom.

Opracowanie wersji polskiej (w kolejności alfabetycznej)

Kazimierz Banasik, Krzysztof Czyżyk, Magdalena Frąc, Edyta Hewelke, Anna Klamerus-Iwan, Karolina Oszust.



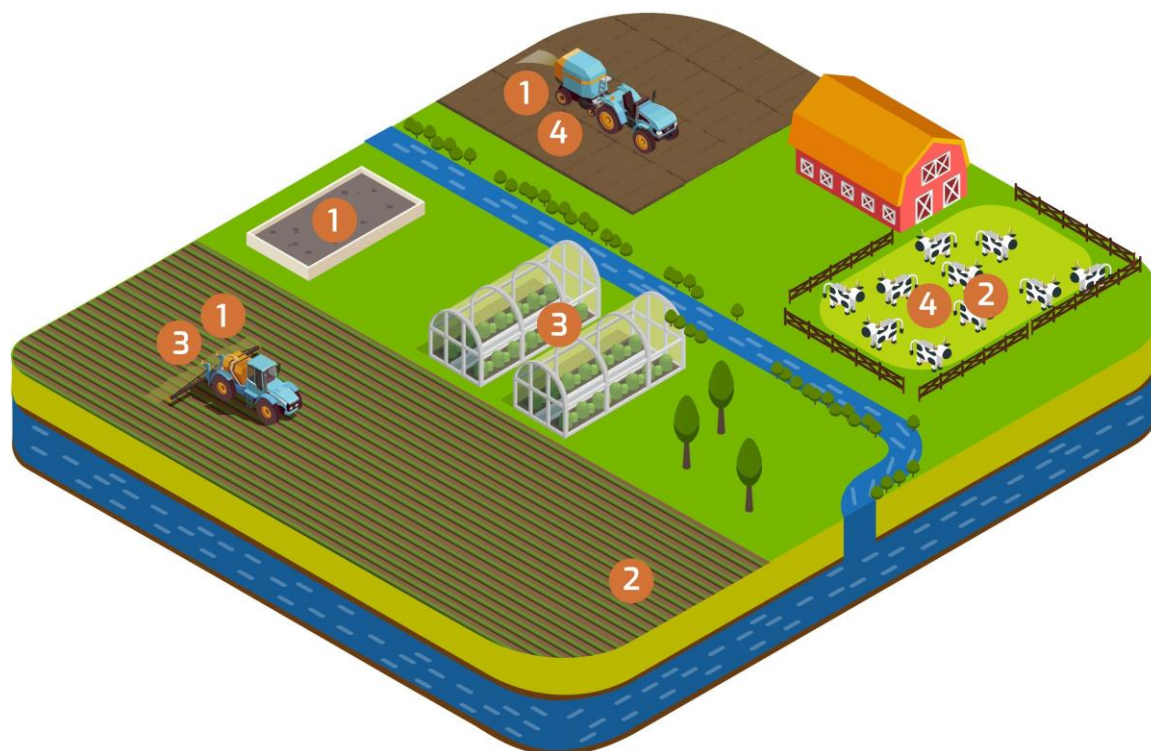
Publikacja powstała w ramach działań Akcji COST CA15206 (Europejskiego Programu Współpracy w Dziedzinie Badań Naukowo-Technicznych)

Spis treści

1. Wprowadzenie	4
2. Cel i zakres	5
3. Identyfikacja problemu	5
4. Rola mapowania szans	7
5. W jaki sposób oddziałują lasy?	8
6. Znaczenie obszarów leśnych i gospodarki leśnej	11
7. Zarządzanie potencjalnie niekorzystnymi skutkami	11
8. Identyfikacja i oszacowanie korzyści	12
9. Jak projektować system PES	12
10. Monitorowanie, ocena i przegląd	18
11. Rozpowszechnianie działań	18
12. Bibliografia	20
13. Słownik	21
14. Skróty	23

1. Wprowadzenie

Głównym celem polityki wodnej UE jest zapewnienie wystarczającej ilości dobrej jakości wody, dostępnej dla ludności i dla środowiska. Pomimo ciągłych wysiłków państw członkowskich, zmierzających do poprawy stanu wód, tylko 40% wód powierzchniowych (rzek i jezior) ma dobry stan lub potencjał ekologiczny (EEA, 2018). Głównym czynnikiem presji są zanieczyszczenia rozproszone, gdzie dominują źródła rolnicze w postaci nadmiernych emisji substancji odżywczych (azotanów i fosforanów), pestycydów, sedymentów i organizmów wskaźnikowych substancji pochodzenia fekalnego (FIO - Faecal Indicator Organisms) (ryc. 1). Szacuje się, że rolnictwo przyczynia się do złego stanu ekologicznego 25% wód powierzchniowych i jest główną przyczyną, dla której wody gruntowe nie mogą osiągnąć dobrego stanu chemicznego (EEA, 2018).



NUTRIENTY

Splukiwanie i ługowanie azotanów i fosforanów pochodzących z nawozów i obornika.



SEDYMENTY

Poruszanie gleby i zmywy sedymentów spowodowane praktykami uprawowymi i wypasem inwentarza.



PESTYCYDY

Wywiewanie, zmywanie i ługowanie pestycydów po ich zastosowaniu.



ZANIECZYSZCZENIA POCHODZENIA FEKALNEGO

Zmywanie bakterii fekalnych pochodzących z zastosowania obornika zwierzęcego i gnojówki.

Ryc. 1

Źródła i ścieżki przemieszczania zanieczyszczeń rozproszonych z rolnictwa w zlewni rzecznej mające wpływ na środowisko wodne i użytkowników wody

Państwa członkowskie UE nadal rozwijają i wspierają dobre praktyki rolnicze mające na celu zmniejszenie zanieczyszczeń rozproszonych, w tym planowanie wielkości dawek nawozowych na poziomie gospodarstwa, redukcję tradycyjnej orki czy stosowanie śródplonów i międzyplonów. Stosowane praktyki poprawiają jakość wody, ale w większości przypadków są niewystarczające do tego, by spełnić normy jakości środowiska. Zauważalna jest nieznaczna poprawa dotycząca udziału jednolitych części wód osiągających dobry stan ekologiczny, począwszy od publikacji pierwszych planów gospodarowania wodami w dorzeczach w 2009 roku (EEA, 2018). Chociaż istnieje możliwość dalszej poprawy efektywności i wykorzystania środków rolniczych, to coraz częściej podnoszone są głosy, że osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego jest możliwe jedynie poprzez zmiany użytkowania gruntów (Stutter et al., 2012). Niniejszy przewodnik koncentruje się na poprawie jakości wód wynikającej z sadzenia drzew i zarządzania terenami zalesionymi, uznając jednak, że stosowanie zalesień powinno być częścią zintegrowanego zarządzania zlewniami, obejmującego także odbudowę torfowisk i terenów podmokłych, oraz odpowiednich strategii i planów.

Coraz częściej uznawane i cenione przez społeczeństwo są liczne korzyści, jakie zapewniają drzewa, tereny leśne i lasy. (w niniejszym przewodniku, termin „teren leśny” oznaczać będzie stosunkowo niewielki obszar porośnięty drzewami, a „las” odnosić się będzie do dużego obszaru pokrytego drzewami). Korzyści te obejmują: zdolność do ochrony siedlisk i gatunków wodnych przed zakłóceniami, zachowanie jakości wody pitnej, łagodzenie siły powodzi i ochronę przed erozją (Nisbet et al., 2011). Zalesienia pozwalają na bardzo efektywne i względnie bezpieczne radzenie sobie z rozproszonymi zanieczyszczeniami rolniczymi i magazynowaniem dwutlenku węgla. Daje to też inne korzyści przyrodnicze. Ukierunkowane, przeprowadzane na małą skalę zadrzewienia w miejscach źródeł zanieczyszczeń i wokół nich lub wzdłuż dróg spływu powierzchniowego w formie „buforów leśnych” to inteligentna metoda osłabiania lub eliminowania transportu zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i gruntowych. To jednocześnie minimalizacja zanieczyszczeń obszarowych i wpływ na bezpieczeństwo żywnościowe.

Chociaż korzyści płynące z sadzenia drzew w celu ochrony wody są dobrze znane (Creed i Noordwijk, 2018), postęp jest mocno ograniczany przez znaczne koszty ponoszone przez właścicieli i zarządców gruntów, wynikające z obniżania ceny gruntów i dochodów rolniczych powodowanych zmianami użytkowania. Dotyczy to zwłaszcza nasadzeń na bardziej produktywnych i intensywnie zarządzanych gruntach ornych, które stanowią największe źródło zanieczyszczeń rozproszonych. Osiągnięcie wystarczającej powierzchni nasadzeń drzew, aby wpłynąć na stan wód, będzie wymagało lepszych zachęt w postaci płatności za wodę i inne świadczone usługi ekosystemowe. Utrzymanie i ochrona korzyści wodnych, jakie zapewniają istniejące tereny leśne i lasy, może również wymagać wsparcia finansowego, zwłaszcza jeśli potrzebne są zmiany w projektowaniu lasów i gospodarowaniu nimi, by stawić czoła zagrożeniom wynikającym ze zmian klimatycznych.

Istnieje wiele różnych rodzajów systemów **płatności za usługi ekosystemowe** (ang. Payment for Ecosystem Services - PES), a podejście i definicje wciąż ewoluują (Forest Europe, 2019). Głównym celem PES jest ochrona i poprawa świadczenia usług ekosystemowych w celu uzyskania korzyści dla środowiska i lepszego zarządzania zasobami naturalnymi poprzez zachęty (Gatto i in., 2009). Stanem idealnym byłoby spełnienie pięciu warunków w systemie PES, którymi są: 1) identyfikacja dobrze zdefiniowanej usługi ekosystemu, która ma zostać wprowadzona, w tym przypadku głównie ukierunkowana na sadzenie drzew oraz odpowiednie zarządzanie nowymi lub istniejącymi terenami leśnymi i lasami w celu poprawy jakości wody; 2) obecność choćby jednego nabywcy usług i 3) choćby jednego sprzedawcy; 4) dobrowolny charakter marketingu usług ekosystemowych; a także 5) warunkowość płatności, wymagająca od sprzedawcy/dostawcy zapewnienia, że oczekiwane korzyści są gwarantowane i będą utrzymane przez określony czas. Często niektóre z tych warunków nie są spełnione, zwłaszcza warunek 4, np. gdy programy są wdrażane w ramach obowiązkowych ram regulacyjnych. Takie przypadki są często określane jako systemy „podobne do PES”.

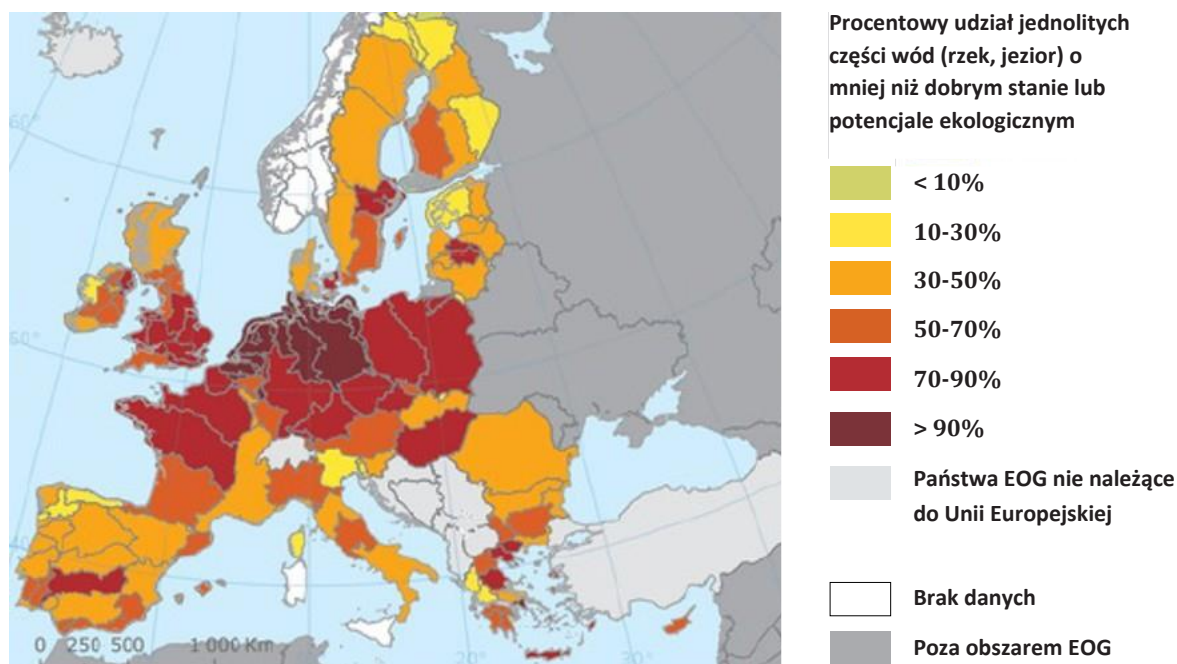
Definicję systemu płatności **„Las dla wody”** przyjmuje się w oparciu o trzy kryteria: 1) transfer zasobów między co najmniej dwoma interesariuszami; 2) transakcja wyraźnie ukierunkowana na uzyskanie usług związanych z wodą; oraz 3) płatność za działania związane z drzewami, głównie za usługi wodne lub za połączone (w tym wodne) usługi ekosystemowe.

2. Cel i zakres

Celem niniejszego dokumentu jest przedstawienie wskazówek dotyczących projektowania odpowiednich i opłacalnych systemów płatności „Las dla wody”, które wspierają sadzenie drzew i gospodarkę leśną w celu ochrony i poprawy jakości wody. Przewodnik przedstawia główne działania mające na celu ustanowienie systemu płatności, poczynając od identyfikacji problemów dotyczących wody i tego, jak zadrzewienia i gospodarka leśna mogą być korzystne dla poprawy jakości wody, poprzez zarządzanie potencjalnymi skutkami ujemnymi, przedstawienia licznych korzyści, a następnie projektowanie, monitorowanie i komunikowanie systemu. Ma to zastosowanie do wszystkich podmiotów zaangażowanych w zrównoważoną gospodarkę wodną, rolnictwo i leśnictwo, począwszy od decydentów, projektantów zagospodarowania zlewni i zarządców gruntów, po prywatnych inwestorów, praktyków i społeczności lokalne. Zastosowanie tych wskazówek daje wspólny język i ramy, które pomogą zagwarantować skuteczność systemów w dostarczaniu usług wodnych i innych usług ekosystemowych przy jednoczesnym minimalizowaniu niekorzystnych efektów i poszukiwaniu kompromisów (jak np. przy możliwości zmniejszania zasobów wodnych w wyniku zalesień).

3. Identyfikacja problemu

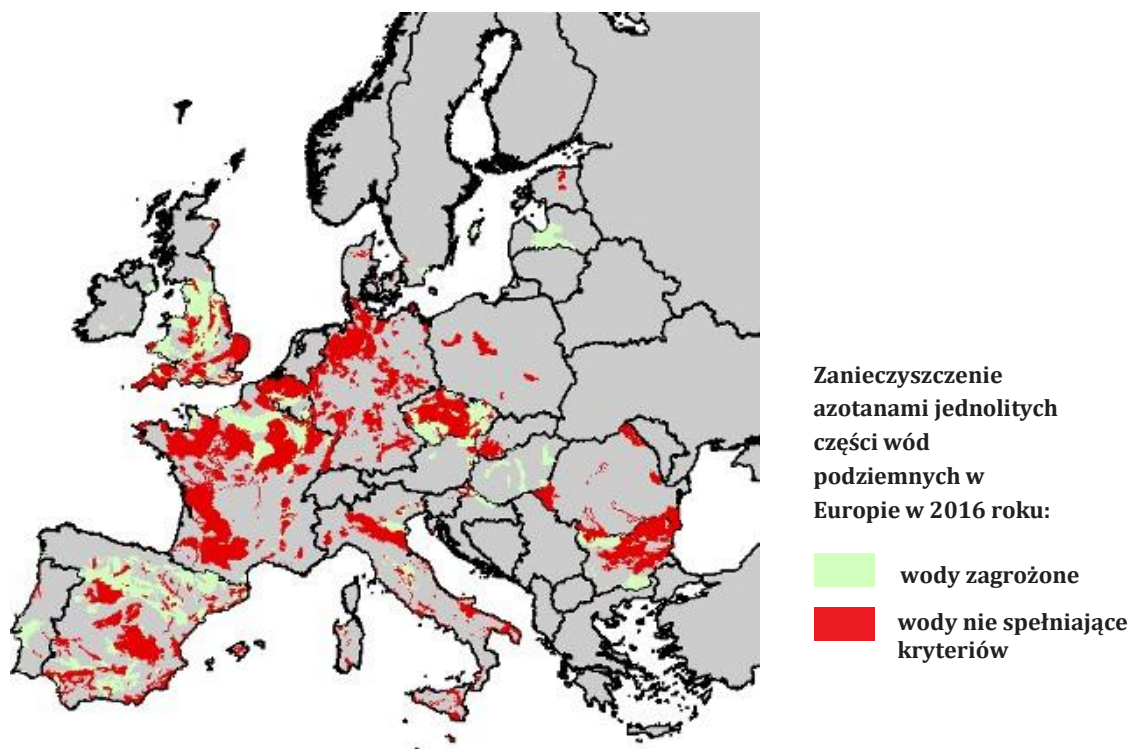
W wyniku wprowadzenia w 2000 roku Ramowej Dyrektywy Wodnej UE (RDW) państwa członkowskie mają obecnie znacznie większą wiedzę na temat środowiska naturalnego. Regularny monitoring i ewaluacja wód powierzchniowych i gruntowych w ponad 130 000 lokalizacji umożliwiły szczegółowe zrozumienie stanu jednolitych części wód Europy oraz nacisków, które uniemożliwiają większości osiągnięcie celów dobrego ekologicznego stanu lub potencjału (Mapa 1).



Mapa 1

Udział jednolitych części wód powierzchniowych o stanie ekologicznym poniżej dobrego w krajach UE (wg EEA, 2016)
©European Environment Agency, 2016

Narodowe instytucje monitorujące jakość wód, aktualizują zbiory danych i mapy, w tym także wskazują obszary jednolitych części wód o stanie gorszym niż dobry oraz przedstawiają działania, które powinny prowadzić do poprawy sytuacji. Podawane informacje obejmują także wskazania, które z jednolitych części wód nie osiągają dobrego stanu ekologicznego z powodu zanieczyszczeń rozproszonych, takich jak substancje odżywcze, sedymenty i pestycydy pochodzące z rolnictwa, a także z powodu innych antropogenicznych presji na wodę (mapa 2). Instytucje monitorujące jakość wód dysponują również informacjami na temat lokalizacji i stanu obszarów szczególnie wrażliwych, takich jak obszary ochrony wody pitnej i uprzywilejowane obszary wodne wspomagające priorytetowe siedliska i gatunki. Dane te są regularnie przekazywane do Europejskiej Agencji Środowiska w celu dokonania oceny stanu wód Europy i wywieranych na nie presji. Ostatnią taką ocenę opublikowano w 2018 r. (EEA, 2018).



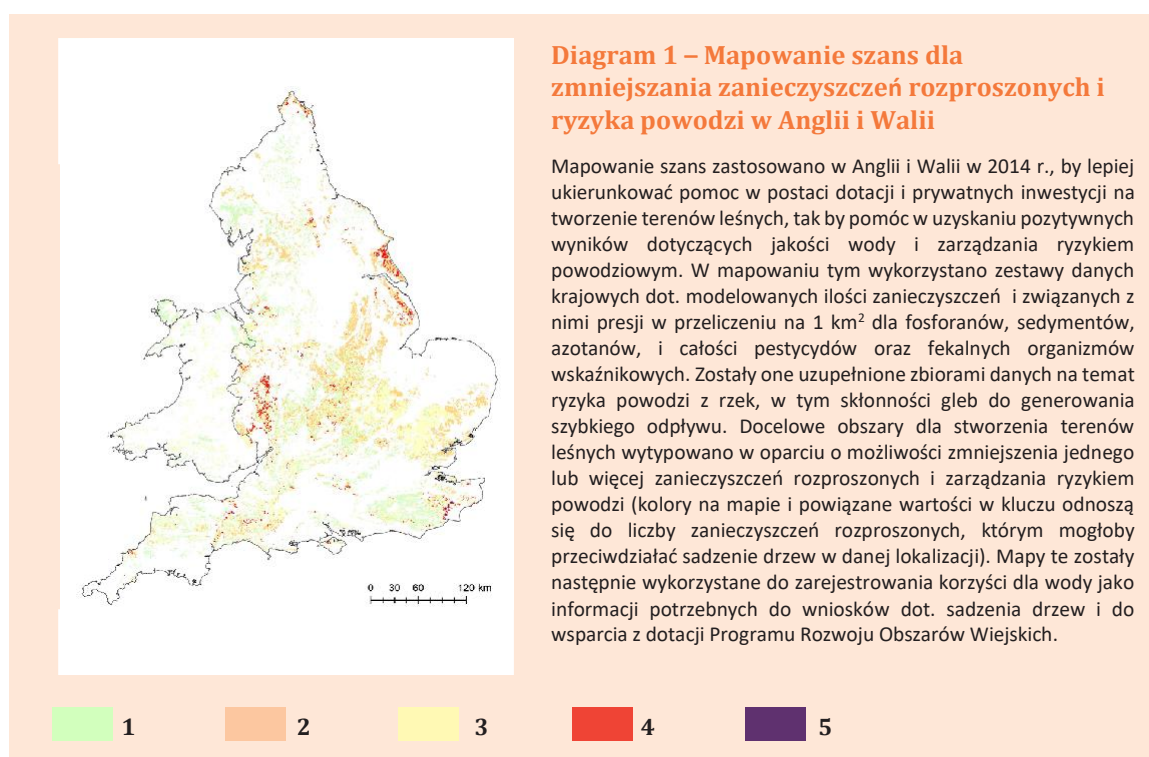
Mapa 2

Rozmieszczenie jednolitych części wód podziemnych zanieczyszczonych azotanami w krajach EU

Rozwiązanie problemu presji dotyczących wody i osiągnięcie celów wodnych wymaga skoordynowanych i długoterminowych działań na poziomie zlewni lub części zlewni tworzących jednolite części wód. Dotyczy to w szczególności zarządzania zanieczyszczeniami rozproszonymi, które często mają różne źródła w krajobrazie i wśród właścicieli gruntów. W niektórych regionach i krajach modele zanieczyszczeń zidentyfikowały już źródła i drogi spływu zanieczyszczeń, aby pomóc ukierunkować środki (Collins i in., 2018; Mockler i Bruen, 2018). W wielu państwach członkowskich utworzono partnerstwa w zakresie zlewni rzecznych w celu przyjęcia zintegrowanego, podejścia zlewniowego do redukcji zanieczyszczeń i wprowadzania ulepszeń. Partnerstwami często kierują zaufani pośrednicy, którzy są w stanie lepiej osiągnąć zmiany na terenach mających wsparcie skoordynowanych ofert finansowania.

4. Rola mapowania szans

Mapowanie szans może pomóc w identyfikacji i ustalaniu priorytetów dla jednolitych części wód i obszarów zalesianych w zmniejszenia presji na wodę (Broadmeadow i Nisbet, 2012). Planowanie oparte na dowodach wspiera zintegrowane zarządzanie zlewniami, zaś mapy ukierunkowują i wspierają rozwój systemów PES „las dla wody” (PESFOR-W). Podejście to opiera się na wykorzystaniu systemów informacji geograficznej (GIS) i integracji szerokiego zakresu przestrzennych zbiorów danych w celu określenia najbardziej efektywnych lokalizacji dla zmiany miejsca użytkowania i zarządzania gruntu, wyznaczania celów WFD i generowania licznych korzyści dla społeczeństwa (diagram 1).



Kluczowe kroki planowania opartego na dowodach przedstawiają się następująco:

1. Wykorzystaj zbiory danych RDW (Ramowej Dyrektywy Wodnej) do zidentyfikowania granic jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych niemających dobrego stanu ekologicznego lub chemicznego z powodu zanieczyszczeń rozproszonych z rolnictwa; określ które zanieczyszczenia rozproszone i w jakim stopniu powodują problemy w spełnieniu standardów chemicznych i biologicznych RDW, lub określ ryzyko problemów;
2. Oprzyj się na wszelkich dostępnych statystykach (np. z inwentaryzacji rolniczych lub badań dotyczących stosowania nawozów lub pestycydów), badaniach terenowych oraz zmierzonych lub modelowanych danych dotyczących zanieczyszczeń w celu zidentyfikowania i uszeregowania przestrzennych źródeł i ścieżek odprowadzania każdego rodzaju zanieczyszczeń rozproszonych do zlewni składowych;
3. Przedstaw na mapie wszelkie ograniczenia przestrzenne (np. wyznaczone otwarte siedliska lub obiekty archeologiczne) i wrażliwe miejsca (np. punkty widokowe) odnośnie do sadzenia drzew w obrębie zlewni, nałóż zestawy danych przestrzennych w celu identyfikacji takich punktów skupienia zanieczyszczeń, które nie mają ograniczeń dot. sadzenia drzew, gdzie istnieją możliwości tworzenia terenów leśnych tak, by ograniczyć ilość zanieczyszczeń rozproszonych w zbiornikach wodnych o pogarszającym się stanie;
4. Uwzględnij i sporządź mapę wszelkich innych kwestii dotyczących wody, gdzie można by odnieść korzyści z sadzenia drzew (np. lokalne społeczności w dole rzeki lub wartościowe tereny zagrożone powodzią) i nałóż je na siebie, aby określić możliwość zapewnienia wielu korzyści dzięki sadzeniu drzew tam, gdzie jest największe zapotrzebowanie;

5. Przedstaw na mapie wszystkie potencjalne kompromisy dotyczące wód i terenów zalesianych (np. jednolitych części wód o pogarszającej się jakości z powodu złego stanu ilościowego lub nieodpowiednich przepływów) i wykorzystaj naniesione na mapę wrażliwe miejsca, aby poprowadzić projekt sadzenia i zarządzania w taki sposób, żeby zminimalizować straty (np. zmieniając typ lub gatunek drzew tak, by zmniejszyć zużycie wody przez zalesienia);
6. W przypadku istniejących lasów, sporządź mapę danych dot. typu i gatunków drzew oraz określ możliwości odmiennego zaprojektowania i zagospodarowania lasu, by zmniejszyć przyszłe zagrożenia dla funkcji ochrony wody w lesie (np. w wyniku zmian klimatu i związanych z nimi skutków pożarów, burz i susz, a także ataków szkodników i chorób);
7. Wykorzystaj te ustalenia dla poprawy zintegrowanej strategii oraz planów zarządzania lasami, gruntami, wodami, itp. w celu zapewnienia skuteczniejszego, opartego na podejściu zlewniowym, osiągnięcia celów RDW.

5. W jaki sposób oddziałują lasy?

Lasy są powszechnie uznawane jako pokrycie terenu właściwe do ochrony zasobów wodnych. Wynika to z szeregu ich cech, w tym: zdolności koron drzew do przechwytywania części wody z opadów w wyniku procesu intercepcji; z dobrze ustrukturyzowanego charakteru gleb leśnych wynikającego z ciągłego dopływu materii organicznej, ze zdolności korzeni drzew do utrzymania dobrej struktury gleby. Cechy te wpływają na zmniejszanie erozji gleb oraz sprzyjają utrzymaniu stabilności zboczy; Poprawiają aktywną absorpcję i zamknięty obieg składników odżywczych oraz wpływają na niskie zanieczyszczenie lasów środkami chemicznymi, takimi jak nawozy lub pestycydy (Nisbet i in., 2011; Creed i Noordwijk, 2018). W konsekwencji wody przepływające przez lasy charakteryzują się zazwyczaj wysoką jakością i bardzo dobrym stanem ekologicznym, zatem nie wymagają lub potrzebują nieznacznego oczyszczania przed wprowadzaniem do systemu wodociągów.

Historyczne wycinanie lasów na potrzeby rolnictwa spowodowało powszechną utratę wymienionych korzyści wodnych. Przejście na bardziej intensywne użytkowanie gruntów, często wiąże się z naruszaniem struktury gleby, zwiększoną erozją i z wprowadzaniem wielu składników odżywczych i chemikaliów, a zatem z obniżeniem jej jakości. Pomimo niedawnych zmian w zakresie praktyk rolniczych, wiele rodzajów działalności rolniczej nadal powoduje uwalnianie sedimentów, azotanów, fosforanów, pestycydów i/lub nawozów organicznych do środowiska wodnego. Wpływa to na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń i sprawia, że wiele zbiorników wodnych nie osiąga wymaganego dobrego stanu ekologicznego. Niedobór żywności może uniemożliwić sadzenie lasów na dużą skalę w celu konieczności rozwiązania tego problemu, ale istnieją inne możliwości ukierunkowanego sadzenia lasów lub wykorzystania agroleśnictwa.

Ukierunkowane sadzenie lasów jest skuteczne, ponieważ źródła zanieczyszczeń oraz drogi, którymi te zanieczyszczenia przemieszczają się do cieków wodnych, oraz podatność na zagrożenia dalszych użytkowników wody są zmienne przestrzennie (ryc. 2). Na przykład gleby różnią się pod względem podatności na uszkodzenia, zdolności do zatrzymywania składników odżywczych i chemikaliów, skłonności do generowania szybkiego spływu powierzchniowego oraz względem stopnia połączenia z ciekami wodnymi. Gdy zanieczyszczenia przedostaną się do wody lub powietrza, mają tendencję do przemieszczania się wzdłuż preferowanych dróg, takich jak ciek wodny, rowy melioracyjne i zgodnie z dominującym kierunkiem wiatru. Odbiorniki wód takie jak studnie wiercone, zatrzymują wodę z różnych obszarów i głębokości gruntu. Sadzenie drzew wokół, w poprzek oraz wzdłuż istotnych źródeł zanieczyszczeń może być potencjalnie bardzo skuteczne w ograniczaniu przedostawania się zanieczyszczeń do cieków wodnych i systemów zaopatrzenia w wodę, tym samym znacząco poprawiając jakość wody przy niewielkim zajęciu terenu.

Sadzenie drzew w poprzek lub wzdłuż dróg spływu zanieczyszczeń w postaci obszarów lub pasów buforowych zapewnia podwójną korzyść w zakresie poprawy jakości wody (ryc. 2). Po pierwsze - zostanie usunięty dopływ zanieczyszczeń związany z uprzednią działalnością rolniczą na tym wrażliwym obszarze gruntu, po drugie - zasadzone drzewa mogą pełnić rolę skutecznej bariery dla zanieczyszczeń spływających ze stoku lub przenoszonych z kierunku, z którego wieje wiatr (Ucar i Hall, 2001). Zanieczyszczenia mogą być zatrzymywane lub usuwane poprzez: przenikanie do lepiej ustrukturyzowanej gleby pasa buforowego; przez filtrację i pozostanie na powierzchni warstwy ściółki, gdy spływ powierzchniowy przechodzi przez jej warstwę lub jest zatrzymywany w miejscach obniżenia terenu utworzonych przez korzenie drzew; włączenie do biomasy rosnących drzew; lub przez przechwytywanie i zatrzymywanie, gdy strumień powietrza przepływa przez korony drzew. Bufory utworzone z lasów łęgowych mają dodatkową zaletę polegającą na usuwaniu dopływu zanieczyszczeń i zmniejszaniu szkód na tym bardzo wrażliwym terenie, a także zapewniają sadzonym drzewom możliwość usuwania zanieczyszczeń przenoszonych w dół głównego cieku wodnego podczas przepływów poza korytem głównym.

Dane z monitoringu RDW wskazują na wyraźną różnicę w jakości wody odpływającej z terenów użytkowanych leśnie i rolniczo, przy czym różnica zależy od intensywności i jakości gospodarowania gruntami. Ilość zanieczyszczeń wprowadzanych w postaci nawozów, dodatków organicznych i chemikaliów oraz typowy sposób przemieszczania się do wód są dobrze znane dla każdego rodzaju użytkowania i mogą być wykorzystane w modelowaniu poziomu zanieczyszczeń do oszacowania wpływu i efektywności dla danego obszaru lub jednostki przeznaczenia gruntu (Tabela 1). Z drugiej strony trudniej jest przewidzieć efekt barierowy obszarów buforowych, ponieważ wpływa na to wiele czynników związanych z projektowaniem i zarządzaniem, a także charakter i rodzaj zanieczyszczeń oraz skala interwencji. Badania wykazują jednakże, iż przy dobrym zaplanowaniu i odpowiednim zarządzaniu, obszary buforowe z drzew mogą być bardzo skuteczne w ograniczaniu wydostawania się zanieczyszczeń z terenów położonych na zboczach, z efektywnością do 100% w przypadku niektórych zanieczyszczeń (Perez-Silos, 2017).

1

WZDŁUŻ CIEKÓW

Sadzenie drzew zapewnia bufor ochronny przed zanieczyszczeniem wód od zwierząt hodowlanych. Pas buforowy zapewnia również bardzo potrzebny cień i wpływa latem na obniżenie temperatury wody, a korzenie drzew wzmacniają brzegi i zmniejszają erozję korytowa.

2

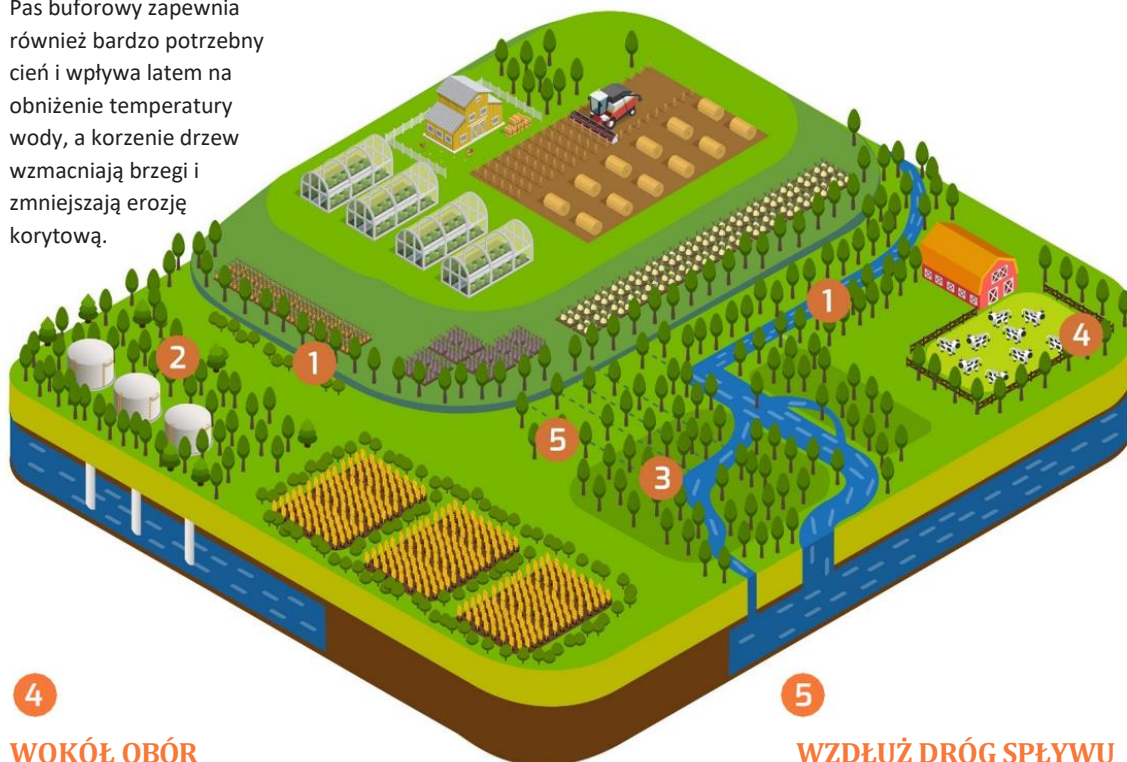
WOKÓŁ UJĘĆ

Sadzenie drzew chroni lokalne ujęcia wód gruntowych przed skażeniem nawozami i pestycydami.

3

W DOLINKACH

Renaturyzacja dolin rzecznych wpływa na spowalnianie przepływów wezbraniowe i zatrzymywanie zanieczyszczeń



4

WOKÓŁ OBÓR

Drzewa wokół zabudowań inwentarskich przechwytyują amoniak i poprawiają jakość powietrza.

5

WZDŁUŻ DRÓG SPŁYWU

Sadzenie drzew wzdłuż dróg spływu powierzchniowego zwiększa infiltrację i wpływa na zatrzymywanie zanieczyszczeń.

Ryc. 2

Zalecane lokalizacje zadrzewień w krajobrazie rolniczym redukujące zanieczyszczenia obszarowe

	Trwały użytek zielony	Pastwi- sko	Pszenica	Jęczmień	Kukurydza	Rzepa	Teren leśny
Ładunek azotanów (kg/ha/rok)	94-135	10	131-167	120-132	46-62	155-189	20
Export azotanów (kg/ha/rok)	0.86-10.58	0.02-0.05	1.54-19.72	1.54-19.72	1.52-19.72	3.29-17.4	0.02-0.1
Ładunek fosforanów (kg/ha/rok)	6-16	0	13-35	18-41	27-43	15-37	0
Export fosforanów (kg/ha/rok)	0.012-0.169	0.008	0.038-0.458	0.038-0.458	0.038-0.458	0.15-1.834	0.008

Tabela 1

Ładunki i eksport nutrientów do wód z różnych upraw w porównaniu do terenów leśnych w Wielkiej Brytanii. (BSFP, 2013; Bateman et al., 2014).

Przegląd 65 prac badawczych wykazał, że czynnikiem mającym największe znaczenie w tym zakresie jest szerokość bufora, gdzie zdolność do usuwania zanieczyszczeń na ogół maleje wraz ze zmniejszaniem się jego szerokości (Perez-Silos, 2017). Istnieje wiele ważnych czynników zmniejszających skuteczność buforów utworzonych z drzew w usuwaniu zanieczyszczeń z terenów położonych powyżej. Obejmują one zwiększoną objętość spływu, zwiększony ładunek zanieczyszczeń (zwłaszcza jeśli ilość zanieczyszczeń spływających z terenów położonych na zboczach przekracza zdolność pokrycia i gleby do ich usunięcia lub przetworzenia), obecność nowo założonych/bardzo młodych lub starych drzew, słabej jakości drzewostan lub słaby wzrost drzew, większe odstęp między drzewami i obecność jakichkolwiek innych dróg spływu, takich jak rowy odwadniające. W związku z tym wymagana jest duża ostrożność przy projektowaniu obszarów buforowych i zarządzaniu nimi, aby zatrzymać lokalne ładunki zanieczyszczeń oraz osiągnąć i skutecznie utrzymać wysoki poziom usuwania zanieczyszczeń. Może to wymagać odpowiedniego gospodarowania terenem zadrzewionym i regularnego usuwania przechwytywanych zanieczyszczeń (zob. rozdział 6).

Presja właścicieli gruntów, aby nie dopuszczać do utraty gruntów rolnych, jest główną przyczyną ograniczenia szerokości bufora, co może skutkować jego nieoptymalną wydajnością. Tabela 2 przedstawia jak zwiększanie szerokości dobrze zaprojektowanego i zarządzanego bufora leśnego wpływa na redukcję różnych zanieczyszczeń z terenów położonych na zboczach (Perez-Silos, 2017). Tabela nie obejmuje danych dotyczących nawozów organicznych i wielu pestycydów, a skuteczność usuwania tych ostatnich w dużym stopniu zależy od rodzaju pestycydu i drogi jego przemieszczania.

Szerokość pasa buforowego	5 m	10 m	20 m	50 m	100 m
Azotany-N	20%	30%	40%	80%	90+%
Fosforany-P	10%	20%	30%	60%	90+%
Sedymenty unoszone	80%	90+%	90+%	90+%	90+%

Tabela 2

Procentowa redukcja zanieczyszczeń spływających ze zboczy do cieków wodnych, możliwa do osiągnięcia dzięki dobrze zaprojektowanemu i zarządzanemu buforowi leśnemu o zmiennej szerokości. Dane interpolowane na podstawie wyników zaczerpniętych z przeglądu Perez-Silosa (2017).

Dane z powyższych tabel można wykorzystać do oceny efektywności środowiskowej nasadzeń leśnych w porównaniu z innymi rozwiązaniami. Mogą być również pomocne w oszacowaniu opłacalności projektów i rozwiązań wprowadzanych na poziomie zagospodarowania zlewni rzecznych. Zrozumienie procesów glebowych i hydrologicznych ma kluczowe znaczenie dla identyfikacji źródeł zanieczyszczeń i dróg ich rozprzestrzeniania w celu wybrania prawidłowych rozwiązań, a także dla oszacowania i podjęcia działań mających na celu zwiększenie ich efektywności środowiskowej. Ważne jest, aby użyć modelu rozproszonego przestrzennie, który można włączyć do analiz z wykorzystaniem GIS, aby określić najbardziej skuteczne rozmieszczenie i integrację działań, uwzględniając dynamikę ruchu zanieczyszczeń i zmianę środków. Do takich zastosowań często preferowany jest fizyczny model oceny gleby i wody, jak np. SWAT. Wymaga on jednak dużej liczby danych, co ogranicza jego stosowanie do bardzo małych zlewni (<150 ha), i dużego nakładu pracy dla zapewnienia prawidłowej parametryzacji modelu, zwłaszcza w odniesieniu do procesów leśnych (Baksic, 2018). W sytuacji ograniczonych zasobów i trudności w pozyskaniu szczegółowych danych umożliwiających modelowanie procesu, można zastosować prostsze narzędzia, takie jak zestaw modeli Zintegrowanej Wyceny Usług Ekosystemowych - InVEST (Kareiva, 2011).

6. Znaczenie obszarów leśnych i gospodarki leśnej

Poprawa jakości wód płynących w wyniku sadzenia lasów może ewoluować przez wiele lat ze względu na czas potrzebny do wzrostu drzew, uformowania się okapu drzewostanu i związanego z tym wpływu na zużycie wody i poprawę gleby, zanim nastąpi pełna stabilizacja. Może także wystąpić znaczne opóźnienie, zanim zasoby nutrientów i innych zanieczyszczeń, takich jak pestycydy z poprzedniego sposobu użytkowania gruntów, zostaną wymyte. Czas opóźnienia może się różnić w zależności od rodzaju zanieczyszczenia, głębokości ścieżek wodnych (jest znacznie wolniejszy w przypadku głębszych wód gruntowych) oraz charakteru sadzenia drzew (np. typ drzewa, gatunek i gęstość obsady). Na przykład redukcja zawieszonego osadu, zaadsorbowanego/całkowitego fosforanu i nawozów organicznych może być szybko osiągnięta (w ciągu jednego do trzech lat) poprzez zaprzestanie naruszania gleby, usunięcie żywego inwentarza i poprawę infiltracji gleby z ukorzenianiem drzew po sadzeniu. W przeciwieństwie do tego, zmiana w ilości wprowadzanych azotanów i pestycydów, usunięcie zasobów tych chemikaliów w glebie i wodach podziemnych w następstwie zmiany sposobu użytkowania gruntów może zająć dziesięciolecia.

Szczególną zaletą sadzenia drzew jest półtrwały charakter zmiany sposobu użytkowania gruntów, który zapewnia korzyści wodne w perspektywie długoterminowej. Zależy to jednak od zasadzonych drzew i trwałości lasów, które są zarządzane w sposób zrównoważony i ponownie sadzone w przypadku wycięcia lub zniszczenia w wyniku pożaru, burz lub szkodników czy chorób. Wydajne zarządzanie może przynosić korzyści ekonomiczne właścicielom gruntów i zarządcom w postaci drewna i paliwa drzewnego, ale stwarza ryzyko zanieczyszczenia z powodu operacji leśnych, takich jak pozyskiwanie drewna, a także może powodować tymczasową utratę dobrego wpływu na jakość wody do czasu odrodzenia się drzew po ścięciu. Ryzyko to może być zmniejszone przez postępowanie zgodne z dobrymi praktykami w leśnictwie i wymaga szczególnej uwagi przy planowaniu, projektowaniu i zarządzaniu, w tym wyborze lokalizacji stref buforowych (Forestry Commission, 2019).

Ukierunkowane urządzenie buforów leśnych w celu przechwytywania zanieczyszczeń wymywanych z przyległych gruntów ornych wymaga szczegółowego projektu i aktywnego zarządzania, aby utrzymać i promować usuwanie zanieczyszczeń. Specyfikacje techniczne w tym zakresie będą się różnić w zależności od lokalizacji i muszą być określone indywidualnie dla każdego przypadku, z projektem zadrzewienia dostosowanym do danego typu terenu, charakteru i drogi przemieszczania się zanieczyszczeń. Zatrzymywanie sedymentów może być ulepszone poprzez tworzenie zarośniętej i szorstkiej powierzchni gruntu, która korzysta z zacienienia koronami drzew i szerszych odstępów między drzewami. W przeciwieństwie do tego, usuwanie azotanów wymaga albo wilgotnych lasów z podmokłą glebą, aby sprzyjać ich utracie przez denitryfikację, albo sadzenia w zwarcu szybciej rosnących gatunków drzew, aby zmaksymalizować ich pobieranie. Tam, gdzie napływ azotanów z terenów położonych na zboczach jest bardzo wysoki, może być konieczne regularne pozyskiwanie drewna lub paliwa drewnopochodnego, aby uniknąć nasycenia azotanami, a tym samym przeciążenia buforów. W takich przypadkach szersze buforu ułatwiłyby etapowe pozyskiwanie drewna z kolejnych pasów, aby utrzymać pewien stopień usuwania azotanów, chociaż wymagana jest szczególna ostrożność, aby uniknąć uszkodzenia gruntu w wyniku prowadzonych działań.

Inne zanieczyszczenia, takie jak amoniak czy pestycydy, które przemieszczają się drogami powietrznymi, wymagają zwrócenia szczególnej uwagi na kształtowanie koron drzew, aby zmaksymalizować przechwytywanie i osadzanie się zanieczyszczeń z powietrza. Typowym przykładem jest konstrukcja buforów leśnych wokół pomieszczeń gospodarskich w celu zmniejszenia emisji amoniaku (Bealey i in., 2016). Inną - niekorzystną kwestią może być obecność drenów lub rowów odwadniających, które umożliwiają zanieczyszczeniom w wodach drenażowych ominięcie gleby oraz możliwość zatrzymywania ich przez system korzeniowy. Może to wymagać interwencji w celu fizycznego przerwania drogi przemieszczania się tych zanieczyszczeń, np. przez zablokowanie odpływu. Z czasem taka blokada może również wystąpić naturalnie w wyniku ukorzeniania drzew lub kurczenia się i pęcznienia gleby (Stutter i in., 2020).

Czasami uważa się, że pozostawienie obszarów zadrzewionych i lasów bez zarządzania jest bardziej atrakcyjną opcją dla zapewniająca korzyści wodnych. Staje się to jednak coraz trudniejsze ze względu na zmiany klimatyczne i związane z nimi ryzyko burz, pożarów i epidemii chorób. Zarządzanie tymi zagrożeniami pociąga za sobą potrzebę większej interwencji w celu zwiększenia liczby gatunków drzew i zróżnicowania ich wieku lub zastosowania buforów przeciwpożarowych. Szczególne znaczenie ma to w lasach, w których historyczne zarządzanie pozostawiło monokultury leśne lub drzewostany w stosunkowo równym wieku. Przykłady w tym zakresie obejmują ekstensywną konwersję lasów z drzew iglastych na liściaste na wybranych obszarach Niemiec. Drzewostany świerkowe i sosnowe są na tych terenach coraz bardziej narażone na szkodniki i choroby (Schuler i in., 2011). Jednak brak produktywnej gospodarki w niektórych lasach sprawia, że takie zarządzanie jest nieopłacalne dla właścicieli lasów i wymaga wsparcia ekonomicznego.

7. Zarządzanie potencjalnie niekorzystnymi skutkami

Chociaż lasy i zalesienia stanowią na ogół bardzo dobre rozwiązanie, jeśli chodzi o ochronę jakości wody, to istnieje jedna wspólna potencjalna ich wada. Odnosi się ona do zużywania przez lasy większej ilości wody niż przez inne uprawy, o krótszym okresie wegetacji, co wynika z większej intercepcji terenów leśnych i wyższej transpiracji, możliwej dzięki głębszemu ukorzenieniu (Nisbet, 2005). Temat jest złożony, szeroko badany i wciąż mocno dyskutowany.

Wiele zależy od różnych czynników związanych z lokalizacją terenu, w szczególności położenia geograficznego, klimatu, wysokości nad poziomem morza, budowy geologicznej, typu gleby, rodzaju lasu, gatunków drzew, wieku drzew oraz pokrycia terenu. Na ogół drzewa iglaste zmniejszają retencję wody w większym stopniu niż drzewa liściaste, ale różnice między poszczególnymi gatunkami są zwykle niewielkie (choć z kilkoma wyjątkami). Redukcje są znacznie mniejsze w przypadku bardzo młodych i starych drzew; a wpływ na zatrzymywanie wody w zlewni jest stosunkowo niewielki, gdy nowe zalesienie lub powierzchnia wyciętego lasu stanowi mniej niż 20% obszaru zlewni (Creed i Noordwijk, 2018).

W niektórych miejscach lasy mogą przynosić odwrotny od wyżej podanego skutek i zwiększać wydajność wody. W tym miejscu można wymienić przykłady dotyczące lasów na dużych wysokościach, które są skuteczne w przechwytywaniu wody z mgieł, sadzenie lasów liściastych na użytkach zielonych pokrywających tereny kredowe oraz miejsca, gdzie lasy zastępują nawadniane uprawy rolnicze lub uprawy intensywnie wykorzystujące wodę (Creed i Noordwijk, 2018; Roberts i Rosier, 2005). Zużycie wody w istniejącym lesie można zmniejszyć, zmieniając typ lasu z drzew iglastych na liściaste, różnicując wiek lasu i wprowadzając bardziej otwartą przestrzeń, chociaż wiąże się to ze znacznymi kosztami dla właścicieli.

Kwestia zużycia wody jest jeszcze bardziej złożona, jeśli chodzi o wpływ lasów na przepływy w warunkach suszy, kiedy zasoby wodne są ograniczone. Wówczas większe zużycie wody przez drzewa zmniejszy przepływy niskie, jednakże wiele zależy od rodzaju gleb i budowy geologicznej. Najbardziej wrażliwe są tereny przepuszczalne, natomiast redukcja przepływów będzie niewielka w obszarach nieprzepuszczalnych z glebami o słabej strukturze. W tym przypadku sadzenie drzew może poprawić infiltrację gleby, prowadząc do odprowadzania większej ilości opadów do głębszych warstw profilu glebowego i uzupełniania niskich przepływów. Inny wyjątek dotyczy występowania lasów łęgowych i w dolinach rzecznych, które mogą sprzyjać magazynowaniu wód powodziowych i ich późniejszemu uwalnianiu, pomagając w utrzymaniu przepływów w warunkach suszy. Kolejnym czynnikiem jest fakt, że większe zużycie wody i potencjalne zmniejszenie wydajności zasobów wodnych przez lasy mogą być korzystne dla ograniczenia przepływów powodziowych w zlewniach zagrożonych powodzią i rozwiązywania problemów zasolenia gleby w środowiskach suchych.

Dostępne modele do szacowania wpływu lasów na ilość odpływającej wody (np. SWAT, WaSSI-C, Hydro-JULES), różnią się pod względem szczegółowości procedur opisujących kluczowe procesy hydrologiczne lasu (np. parowania z mokrych koron drzew), a także działania utrzymaniowe terenów leśnych. W związku z tym wymagana jest duża ostrożność przy wyborze odpowiednich modeli i doborze wartości parametrów, a także staranność przy testowaniu i weryfikacji modeli przed ich zastosowaniem w praktyce. Należy podkreślić, że modelowanie wpływu terenów leśnych na przepływy ekstremalne jest wyjątkowo trudne.

Inne potencjalne niedogodności mogą występować bardziej lokalnie i obejmują ryzyko zwiększonego zakwaszenia wody z powodu usuwania kwaśnych depozycji z koron drzew. Problem ten ograniczony jest do terenów o budowie geologicznej wrażliwej na zakwaszenie, i zredukowany jest ze względu na sukces UE w zakresie kontroli emisji (Nisbet i Evans, 2014). Kolejną kwestią jest nadmierne zacienienie i niekorzystna morfologia koryt, wynikająca z nasadzeń drzew iglastych położonych zbyt blisko cieków. Należy również zwrócić uwagę, żeby uniknąć gromadzenia się wychwyconych zanieczyszczeń w biomasie drzew lub w glebie, które mogłyby zostać uwolnione z powrotem do środowiska wodnego. Wreszcie, chociaż nasadzanie drzew i pokrycie terenów lasami na ogół zmniejszają ryzyko powodzi, istnieją pewne lokalnie występujące wyjątki, takie jak cofanie się wód powodziowych w górę rzeki od lasów łęgowych oraz blokowanie jazów, przepustów i mostów przez rumosz drzewny (Nisbet et al., 2011).

Wymienionych powyżej zagrożeń można uniknąć poprzez właściwe zaprojektowanie nasadzeń i zarządzanie nimi, w tym poprzez właściwy dobór rodzaju i gatunku drzew, w oparciu o czynniki siedliskowe i wymagania ekologiczne.

8. Identyfikacja i oszacowanie korzyści

Chociaż niniejszy przewodnik kładzie nacisk na wspieranie zadrzewień i gospodarkę leśną w celu ochrony i poprawy jakości wody, ważne jest aby uznać, że strategia ta przyniesie również wiele korzyści (tzw. usług ekosystemowych) innym agendum politycznym. Zalesienia zmniejszają zagrożenia powodziowe w dolnych biegach rzek, a także wpływają na złagodzenia rosnących, w efekcie zmian klimatycznych, temperatur wody m.in. poprzez zapewnienie cienia (Burgess i in., 2017). Sadzenie lasów również bezpośrednio przyczyni się do złagodzenia zmian klimatu poprzez sekwestrację i gromadzenie dwutlenku węgla w glebie, pomagając w ten sposób zrównoważyć emisje gazów cieplarnianych (GHG) z rolnictwa (Morison i in., 2012). Inne korzyści, na które warto zwrócić uwagę obejmują: poprawę różnorodności biologicznej i przeciwdziałanie spadkowi liczebności ptaków leśnych poprzez zwiększenie siedlisk leśnych i łączenie fragmentarycznych lasów w krajobrazach rolniczych; dostarczanie drewna i paliwa drzewnego; oraz poprawę otwartych krajobrazów i zapewnienie zwiększonego dostępu do rekreacji (Bateman i in., 2014).

9. Jak projektować system PES (płatności za usługi ekosystemowe)?

W skutecznym systemie PES (Payment for Ecosystem Services - płatności za usługi ekosystemowe), dotyczącym nasadzenia lasów lub zarządzania lasami w celu poprawy lub ochrony jakości wody możemy wyróżnić osiem etapów

operacyjnych, które zostały przedstawione poniżej. W zależności od zainteresowania społeczności lokalnej i specyfiki problemu wodnego, systemy mogą być proste lub skomplikowane, duże lub małe. W kolorowych ramkach tekstowych przedstawiono trzy pomyślnie zrealizowane systemy, natomiast więcej informacji na ich temat można znaleźć na stronie internetowej PESFOR-W (www.forestresearch.gov.uk/research/pesforw/case-studies)

1. Zdefiniowanie problemu jakości wody: W przypadku terenów użytkowanych rolniczo jakość wody jest zazwyczaj pogorszona przez nadmierny poziom rozproszonych zanieczyszczeń generowanych przez działalność rolniczą, co skutkuje nieosiągnięciem standardów jakości wody i dobrego stanu wód. W przypadku istniejącego lasu może się zdarzyć, że jego nieodłączna funkcja ochrony wód jest zagrożona przez presję środowiskową związaną ze zmianami klimatu, taką jak zwiększone ryzyko szkód spowodowanych silnymi wiatrami czy pożarami lub rozprzestrzenianiem się szkodników czy chorób. Dodatkowo, zagrożenie może być spowodowane intensyfikacją rolnictwa lub ekspansją miejską. Niezależnie od przyczyny, punktem wyjścia jest jasne określenie jego charakteru, w tym jego zasięgu przestrzennego i czasowego. W przypadku zanieczyszczenia rozproszonego istnieje potrzeba określenia, które zanieczyszczenia (np.: azotany, fosforany, sedymenty, pestycydy lub FIO) są z nimi związane, wskazanie ich źródła (np.: które pola, obszary lub gleby) oraz ustalenie dróg przemieszczania się wskazanych zanieczyszczeń. Organ regulacyjny ds. wody będzie kluczowym partnerem w definiowaniu kwestii jakości wody.

2. Identyfikacja podmiotów lokalnych: Obejmuje zidentyfikowanie wszystkich interesariuszy powiązanych z kwestią wody i dotkniętych problemem wody. Teoretycznie system PES może być ograniczony do pojedynczych nabywców i sprzedawców, ale z większym prawdopodobieństwem będzie obejmował szeroki wachlarz podmiotów, zwłaszcza w przypadku bardziej złożonych problemów z wodą. Lokalne podmioty można podzielić na pięć głównych grup: organy regulacyjne, dostawcy i sprzedawcy, beneficjenci i kupujący, pośrednicy i projektanci (ryc. 3). Organy regulacyjne lub beneficjenci i kupujący są najbardziej prawdopodobnymi liderami w opracowywaniu systemu PES, szczególnie jeśli konieczne będzie podjęcie pracy w celu podniesienia świadomości wśród niektórych podmiotów i przekonania ich do pełnego zaangażowania.

3. Ocena wykonalności systemu PES: Należy zorganizować spotkanie interesariuszy by rozpoznać zagrożenie jakości wody i rozważyć potencjalne rozwiązania i możliwości, przy wykorzystaniu szerszego doświadczenia z innych systemów PES. Konieczna jest aktualna ocena jakości wody i określenie marginesu poprawy potrzebnego do osiągnięcia celu czy normy jakości wody. Natomiast w przypadku utraty istniejącej funkcji ochronnej lasu, ocena stopnia szkód, jakie mogą wystąpić. Sprawdzenie, czy problemu nie można rozwiązać za pomocą dobrych praktyk zarządzania czy mechanizmów regulacyjnych. Należy zbadać alternatywne praktyki, które można zastosować, analizując, jak różnią się między nimi koszty, korzyści i uniknięte ryzyko oraz w zależności od zakresu, w jakim są stosowane, wybór najmniej kosztownej i najbardziej akceptowalnej opcji. Należy ustalić, czy istnieją: kupujący i sprzedający chętni do wdrożenia i finansowania preferowanych rozwiązań, chęci współpracy między podmiotami, dostępność wiarygodnych pośredników do pomocy w organizowaniu i zarządzaniu systemem PES oraz ocenie kosztów transakcji, zarządzania i monitorowania.

4. Zbadanie korzystnych dla wszystkich potencjalnych rozwiązań: Należy ustalić, czy zidentyfikowane opcje przyniosą dodatkowe korzyści z usług ekosystemowych (np.: sekwestracja dwutlenku węgla, zarządzanie ryzykiem powodziowym, rekreacja i różnorodność biologiczna (więcej CICES [Haines-Young i Potschin, 2017])), a jeśli tak, to czy istnieje na nie rynek. Tam, gdzie jest chętny kupujący, należy określić ilościowo potencjalne korzyści i ocenić zakres opracowania zintegrowanego systemu, który uwzględni również dodatkowe usługi ekosystemu i wpływ na kapitał naturalny. W celu wzmocnienia projektu systemu PES pośrednicy lub projektanci mogą przeprowadzić porównawczą analizę efektywności kosztowej dla jednostkowej poprawy stanu środowiska, o ile dane są dostępne (ramka 2), co może wesprzeć decyzje inwestycyjne i zwiększyć wsparcie publiczne.

5. Zdefiniowanie ról i obowiązków: Zapewnienie lokalnego wsparcia przy opracowywaniu systemu PES, określenie ról i obowiązków kluczowych podmiotów. Jasne określenie granic przestrzennych dla systemu i uzgodnienie praktyk, powiązanych kosztów, płatności i harmonogramów. Należy uzgadniać i sporządzać umowy.

6. Zapobieganie lub minimalizowanie potencjalnych problemów prawnych: Należy uporządkować kwestie prawne, podatkowe i regulacyjne dla kluczowych podmiotów, w tym podatki, prawa własności, kontrole zanieczyszczeń, zwłaszcza dla osób dokonujących lub otrzymujących płatności. W razie wątpliwości należy zasięgnąć porady prawnej.

7. Sporządzenie specyfikacji technicznej: Specyfikacja techniczna powinna zostać opracowana i uzgodniona do zaprojektowania i zarządzania wybraną praktyką w celu rozwiązania problemu jakości wody. Organy regulacyjne i projektanci są zwykle najlepiej przygotowani, aby doradzić w sprawie wymaganej specyfikacji. W przypadku sadzenia drzew należy uwzględnić różnice związane z lokalizacją (np.: lokalny klimat, gleby i topografia); obszarem i szerokością sadzenia (Tabela 2); rodzajem drzew, mieszanką gatunków, gęstość nasadzeń; czas i wymagane zabiegi pielęgnacyjne w celu zapewnienia skutecznego zakładania i wzrostu drzew (np. przygotowanie gruntu, zwalczanie chwastów czy ogrodzenie). W przypadku istniejącego lasu specyfikacja może obejmować elementy przeprojektowania lasu w celu zmniejszenia ryzyka lub poprawy odporności, takie jak zmiana typu lasu lub mieszanki gatunków, zmiana struktury wiekowej lub wprowadzenie przerw zabezpieczających przed rozprzestrzenianiem się pożaru. Specyfikacja powinna uwzględnić ryzyko co do skuteczności danej praktyki.

8. Sformalizowanie umowy: Należy sporządzić formalną umowę między kupującymi a sprzedającymi, obejmującą specyfikację techniczną środków do wdrożenia, harmonogramy dostaw, podstawowe warunki jakości wody, kryteria sukcesu, potrzeby w zakresie monitorowania, etapowe płatności i zaplanowane przeglądy. Zaleca się uwzględnienie pewnego stopnia elastyczności co do terminów i warunków, aby umożliwić nanoszenie poprawek na podstawie prowadzonego monitorowania i oceny. Należy zachować ostrożność, aby uniknąć wysokiego poziomu biurokracji i kosztów transakcyjnych, zapewniając, że zarządzanie systemem i monitorowanie są właściwe do realizowanego celu.

STUDIUM PRZYPADKU: SADZENIE DRZEW ZAPEWNIAJĄCE KORZYŚCI WODNE :

Na całym świecie wiele przedsiębiorstw wodociągowych coraz częściej zdaje sobie sprawę z rosnących zagrożeń dla dostaw wody i rosnących kosztów uzdatniania wody. W związku z powyższym zainteresowanie przesuwa się z szarej na zieloną infrastrukturę, aby lepiej zabezpieczyć przyszłą jakość i ilość wody w zlewniach źródłowych. Systemy PES stają się bardziej zrównoważonym podejściem do gospodarki wodnej, w którym właściciele gruntów, np.: rolnicy i właściciele lasów zachęceni są do zmiany sposobu użytkowania gruntów lub zarządzania nimi tak, aby lepiej chronić zasoby wody. Ukierunkowane działania, takie jak sadzenie drzew w strefach ochronnych, potencjalnie oferują bardziej opłacalny sposób rozwiązywania problemów związanych z rozproszonym zanieczyszczeniem wody w porównaniu do uzdatniania wody. Na poziomie europejskim art. 9 RDW stanowi, że „państwa członkowskie uwzględniają zasadę zwrotu kosztów usług wodnych, włączając koszty ekologiczne i materiałowe”. W związku z tym niektóre przedsiębiorstwa wodociągowe w Wielkiej Brytanii (South West Water i United Utilities), Niemczech (Saksonia i Hanower) oraz we Włoszech (ETRA i Romagna Acque) obciążają konsumentów kosztami poniesionymi w związku z ochroną obszaru źródłowego, a płatności przekazywane są właścicielom gruntów i zarządzającym gruntami. Systemy te są czasami określane jako „podobne do PES” (jako że konsumenci nie płacą dobrowolnie za świadczenie / rachunek) okazały się najskuteczniejszymi systemami na poziomie UE w zakresie poprawy jakości wody na poziomie zlewni (UNECE, 2018).



STUDIUM PRZYPADKU: ZALESIENIA W CELU OCHRONY JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH

W Danii istnieją trzy godne uwagi systemy PES. Dwa z nich znajdują się w pobliżu Odense na Fionii, a trzeci w pobliżu Aalborga na Jutlandii. Wszystkie mają na celu rozwiązanie rosnącego problemu zanieczyszczenia wód gruntowych przez praktyki rolnicze, zwłaszcza zanieczyszczenia wody pitnej przez wzrost poziomu azotanów i/lub pestycydów. Program w Aalborg jest jednym z najstarszych i został utworzony w 1991 r. Dzięki dofinansowaniu z programu UE LIFE i gminy Aalborg zakupiono ziemię od rolników w strefach uzupełniania wód podziemnych. 900 ha intensywnie użytkowanych gruntów ornych przekształcono w 500 ha lasów liściastych i 400 ha pastwisk o ekstensywnym użytkowaniu, głównie w celu zmniejszenia poziomu azotanów. Korzyści dla wody pitnej oszacowano na co najmniej 489 EUR/ha/rok, a korzyści społeczne netto (z wyłączeniem wody pitnej) na 189 EUR/ha/rok, zapewniające rekreację lokalnej społeczności i sekwestrację węgla. Dwa projekty w pobliżu Odense to Elmelund Skov i Brylle Water, obejmują tworzenie terenów zalesionych w celu zmniejszenia zanieczyszczenia pestycydami lokalnych zasobów wód gruntowych. Poprzez dobrowolny proces konsolidacji gruntów, w ramach którego kupowane są grunty rolne na obszarach o niskim stopniu wrażliwości zasilania wód gruntowych i zamieniane z rolnikami na grunty we wrażliwych strefach.

Teren jest przekazywany partnerom publicznym lub prywatnym po obniżonej cenie za zalesianie i zagospodarowanie terenów leśnych, ze stałą - gwarantowaną prawnie zmianą użytkowania z użytków rolnych na las. W Elmelund Skov od 2001 roku 380 ha gruntów ornych zostało przekształconych na lasy na mocy umowy partnerskiej między lokalnym zakładem wodociągowym, gminą Odense i państwową agencją leśną. Projekt Brylle Water jest najnowszym, rozpoczętym w 2014 r. Prywatna fundacja zakupiła 156 ha gruntów ornych, które zostały zalesione. Koszty w 40% pokryła fundacja, a pozostałe 60% sfinansowała lokalna spółka wodociągowa. Proces konsolidacji gruntów wiązał się ze znacznymi kosztami transakcyjnymi w negocjowaniu umów z rolnikami i budowaniu zaufania. Rekreacja był ważnym elementem programów i stanowił podstawę wsparcia gminy..



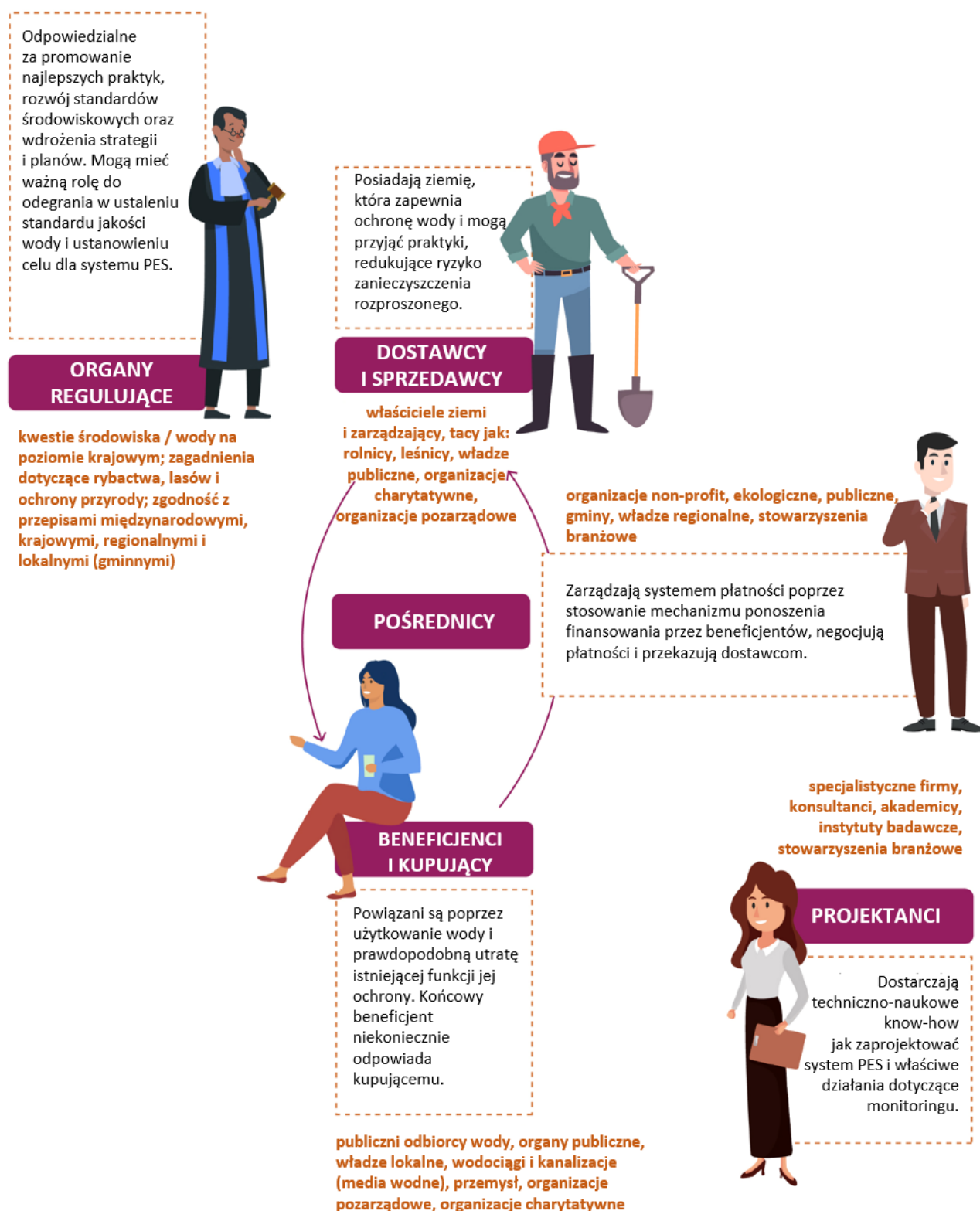
STUDIUM PRZYPADKU: SADZENIE DRZEW W CELU POPRAWY INFILTRACJI DO WÓD PODZIEMNYCH

W celu uzupełnienia i poprawy zasobów wód podziemnych na obrzeżach miasta Carmignano di Brenta, niedaleko Padwy w północnych Włoszech w 2012 roku został utworzony system PES, jako „zalesiony obszar infiltracji” (FIA). W poprzednich latach nadmierna eksploatacja warstwy wodonośnej doprowadziła do zaniku lokalnych źródeł i strumieni, równocześnie działalność rolnicza pogorszyła jakość wód gruntowych. Na 2,5 ha gruntów ornych wykorzystywanych poprzednio pod uprawę kukurydzy zasadzono lasy liściaste i wykonano system rowów, który doprowadza wody powierzchniowe (~ 1 mln m³ /ha/rok) w okresach nadmiernego przepływu w pobliskiej rzece Brenta. Utworzenie lasu ułatwiło przenikanie wody do warstwy wodonośnej i wzmocniło fitooczyszczanie, usuwając biogeny i inne zanieczyszczenia. Nasadzone drzewa zapewniały przyrost węgla organicznego w warstwie próchnicznej i wiele korzyści z produktów leśnych,

jak: drewno opałowe, biomasa i drewno przemysłowe, a miejsce okazało się także cennym siedliskiem zapewniającym możliwość rekreacji i edukacji dla społeczności lokalnej. Grupa lokalnych i regionalnych interesariuszy, w tym gminy i lokalne przedsiębiorstwa, utworzyły partnerstwo, aby ubiegać się o wsparcie funduszy, które zostały wykorzystane do zaprojektowania i wprowadzenia systemu PES na prywatnych gruntach ornych. Około 80% kosztów realizacji zostało sfinansowanych ze środków LIFE+ i PROW. Utrata dochodu właściciela gruntu wynikająca ze zmiany sposobu użytkowania z uprawy kukurydzy na teren zalesiony została zrekompensowana przez płatności z Brenta Land Reclamation Board za usługę infiltracji wody (1200 EUR/ha/rok), oraz przez gminę za dostęp dla społeczności i możliwość rekreacji oraz wydarzenia edukacyjne (1500 EUR rocznie) plus wartość wytworzonych produktów drzewnych i sekwestracja węgla.



GŁÓWNE PODMIOTY



Ryc. 3

Główne podmioty uczestniczące w projektowanym systemie PES

RAMKA 2

Analiza opłacalności (CEA)

Analiza opłacalności (CEA) to technika, którą można wykorzystać do porównania kosztów sadzenia lasów z alternatywnych kosztami praktyk poprawy jakości wody. Co może okazać się ważne zarówno przy podejmowaniu decyzji o planowanych nasadzeniach leśnych, jak i przy wyborze praktyk do wdrożenia dotyczących istniejących terenów leśnych. Głównym wyzwaniem jest oszacowanie wymaganej ilości nasadzeń i/lub zakresu alternatywnych praktyk, aby osiągnąć docelowy poziom jakości wody. Najłatwiej jest skupić się na konkretnym zanieczyszczeniu rozproszonym lub zestawie zanieczyszczeń, takich jak zmniejszenie stężenia azotanów w cieku wodnym o X% lub poniżej normy środowiskowej, zamiast przyjmować ogólne wskaźniki jakości wody, takie jak „stan wody” lub biologiczne wskaźniki. W celu oszacowania wpływu różnych poziomów i lokalizacji sadzenia drzew na jakość wody ocena prawdopodobnie będzie wymagała zastosowania modelu rozproszonego przestrzennie, takiego jak SWAT, co opisano w rozdziale 5. Innym, prostszym podejściem byłoby uwzględnienie wpływu alternatywnych praktyk na ładunki zanieczyszczeń, stosunkowo dobrze znanymi wartościami poziomów zanieczyszczeń przy różnym pokryciu terenu i rodzaju uprawy (tabela 1). W przypadkach, w których proponowane są praktyki mające na celu zmniejszenie ryzyka naruszanych obecnie osiąganych celów w zakresie jakości wody, należałoby rozważyć poprawę pod kątem zmniejszonego ryzyka przekroczenia celu.

Analiza opłacalności (CEA) polega na odniesieniu kosztów sadzenia lasu innych działań do uzysków wynikających z poprawy jakości wody. W zależności od tego, czy celem jest zmniejszenie stężenia czy obciążenia, obliczony współczynnik efektywności kosztów (RCE) może być wyrażony w jednostkach takich jak €/mg/l lub €/kg/ha danego zanieczyszczenia. Łączny koszt należy obliczyć poprzez wyliczenie kosztów w całym okresie użytkowania sadzonego lasu. Koszty muszą obejmować utracone dochody ze zmiany użytkowania gruntów oraz wszelkie koszty transakcyjne. W przypadku przyjęcia perspektywy sektora prywatnego koszty powinny również obejmować wszelkie zmiany zachęt finansowych. Jeżeli jednak CEA jest podejmowana z perspektywy społecznej, należy wykluczyć zmiany w płatnościach dotacji (np.: związane z programami rolno-środowiskowymi UE), ponieważ są one uważane za płatności transferowe. Chociaż nacisk kładziony jest tutaj na jakość wody, wartość innych korzyści generowanych przez lasy można również uwzględnić w obliczeniach i wykorzystać do zrównoważenia kosztów, zmniejszając w ten sposób RCE. Co może okazać się trudniejszym zadaniem dla niektórych korzyści, takich jak przyrost siedlisk, ale łatwiejszym dla innych, takich jak sekwestracja dwutlenku węgla.

Kluczowe etapy związane z analizą opłacalności to:

- Określenie jakości wody i poziomu wymaganej poprawy, w zakresie stężenia lub ładunku wybranego zanieczyszczenia rozproszonego, aby spełnić lub przyczynić się do osiągnięcia danego standardu jakości wody.
- Oszacowanie ilości nasadzeń leśnych i innych alternatywnych praktyk potrzebnych do osiągnięcia pożądanej redukcji stężenia lub ładunku zanieczyszczeń przy użyciu modelowania (np. SWAT) lub tworzenia raportów o zanieczyszczeniach. Obliczenie łącznego kosztu wdrożenia, w tym utracone dochody, koszty transakcji i (z punktu widzenia sektora prywatnego) zachęty, dyskontowanie zarządzania i innych kosztów, które mogą pojawić się w przyszłości w okresie realizowania wybranych praktyk.
- W przypadkach, gdzie oczekiwane zmiany skuteczności różnią się w czasie między zastosowanymi praktykami, należy przyjąć jedno z dwóch podejść: albo podzielić zagregowane koszty przez wskaźnik korzyści dla danego środowiska, który ocenia przyszłą poprawę środowiska w odniesieniu do czasu (np. poprzez zastosowanie stopy dyskontowej do poprawy w przyszłych latach); lub porównanie praktyk za pomocą wzorcowego kalkulatora kosztów efektywności kosztowej, który bierze pod uwagę, czas w którym pojawia się poprawa (podejście stosowane czasami przy porównywaniu opcji łagodzenia zmiany klimatu - np. DBEIS, 2019).
- Rozważenie innych korzyści i wszelkich niedogodności wynikających z zastosowania praktyk lub pierwotnego użytkowania gruntów i jeśli to wykonalne, oszacowanie ich wartości lub kosztów (podobnie stosując stopę dyskontową do tych, które pojawiają się w przyszłych latach), aby obliczyć koszt netto każdej praktyki.
- Biorąc pod uwagę powyższe koszty netto i efektywność środowiskową potencjalnych praktyk, w tym uwzględnienie ryzyka i niepewności, należy obliczyć średnią i zakres RCE dla każdej praktyki i porównać wyniki. Krzywe krańcowych kosztów redukcji zanieczyszczeń mogą być wykorzystane do zbadania zależności między opłacalnością różnych praktyk, a całkowitą ilością rozproszonego zanieczyszczenia, która zmniejszy się w określonym czasie w przyszłości.
- Wykorzystanie wyników do zaprojektowania odpowiedniego systemu płatności, zapewnienie najtańszej

praktyki lub połączenie różnych praktyk, aby osiągnąć i zabezpieczyć cele w zakresie jakości wody w określonych ramach czasowych, biorąc pod uwagę lokalną specyfikę i akceptację wskazanych praktyk.

- W przypadku konieczności przyciągnięcia wielu inwestorów do zalesienia terenu, należy rozważyć obliczenie opłacalności również z innych perspektyw (np.: łagodzenie zmian klimatu i/lub zmniejszanie ryzyka powodzi).

Całą dokumentację zawierającą szczegółowe obliczenia należy zachować, aby ułatwić wgląd w przyszłości i umożliwić uczenia się.

10. Monitorowanie, ocena i przegląd

Monitorowanie może przybierać różne formy, które różnią się znacznie pod względem kosztów. Po pierwsze, wdrożone środki będą wymagały pewnego poziomu monitorowania aby zapewnić, że są zaprojektowane zgodnie z planem i odpowiednio zarządzane, aby zapewnić i utrzymać ich skuteczność w redukcji zanieczyszczeń. W przypadku sadzenia lasów obejmuje to sprawdzenie, czy drzewa są w pełni zdomowione (np. zastąpienie wszelkich strat i zarządzanie wypasem oraz potencjalnymi problemami związanymi z chwastami i szkodnikami), czy ustanowiony teren leśny jest zarządzany w sposób zrównoważony, a tam gdzie to stosowne zalesiony ponownie, aby zapewnić długoterminową skuteczność. W przypadku bardziej ukierunkowanych nasadzeń, takich jak obszary buforowe lasów łęgowych, istnieje potrzeba sprawdzenia, czy są one zaprojektowane i zarządzane odpowiednio, aby poradzić sobie z problemem zanieczyszczenia rozproszonego (i zapewnić wszelkie dodatkowe korzyści) w stosunku do oczekiwanej żywotności bufora. Obejmuje to sprawdzenie, czy tempo wzrostu drzew jest wystarczające i trwałe żeby poradzić sobie ze spływem składników odżywczych z przyległych terenów oraz bufor nie jest przeciążony/nasycony zanieczyszczeniami, a wszelkie interwencje w zakresie zarządzania nie uszkadzają terenu.

Po drugie, w wielu przypadkach będzie trzeba monitorować reakcję na jakość wody aby sprawdzić, czy środki przynoszą pożądany skutek. W tym celu można polegać na istniejących sieciach monitorowania (np. do ocen RDW) obsługiwanych przez organy regulacyjne jakości wód, ale zwykle będą one wykonywane w skali jednolitych części wód, a zatem mogą wymagać uzupełnienia o pomiary lokalne. Monitorowanie musi być dostosowane do charakteru wdrażanego środka, jego wpływu na rozproszone źródła i ścieżki zanieczyszczeń oraz do konkretnych zanieczyszczeń. Na przykład sadzenie lasów na małą skalę nie zostanie rzetelnie uzasadnione monitoringiem jakości wody w rzekach i bardziej nadaje się prowadzenie pomiarów na poletkach, takich jak zmiany warunków glebowych. Należy uzgodnić lokalizację, rodzaj, częstotliwość i koszt monitorowania; przetwarzanie, przechowywanie i własność danych; oraz analizy danych, raportowania i kwestię publikacji wyników.

Rozwiązanie problemów związanych z rozproszonym zanieczyszczeniem w skali jednolitej części wód będzie prawdopodobnie wymagało rozległych obszarów ukierunkowanego sadzenia drzew, obejmującego wielu właścicieli gruntów, a jego realizacja zajmie wiele lat. Będzie to wymagało planowania strategicznego i zintegrowanego zarządzania zlewniami wraz z regularnym przeglądem postępów i działań. Postęp w osiąganiu celów w zakresie jakości wody można bezpośrednio powiązać z zakontraktowanymi płatnościami, chociaż duża zmienność czasowa parametrów jakości wody (np. ze względu na zmienność warunków pogodowych i poziomów w rzekach) może sprawić, że będzie to bardzo trudne, zwłaszcza w krótkich i średnich ramach czasowych. Należy rozważyć przeprowadzenie okresowej oceny opłacalności programu, aby poinformować o potrzebie wszelkich zmian, podzielić się doświadczeniami i ostatecznie zapewnić długoterminowy sukces

11. Rozpowszechnianie działań

Skuteczna komunikacja, rozpowszechnianie i marketing płatności za usługi ekosystemowe (PES) zależy od odpowiedniego kierowania komunikatów do odpowiednich podmiotów. Poziomy świadomości i zrozumienia korzyści płynących z lasów dla wody będą się znacznie różnić między podmiotami, dlatego mogą być wymagane różne podejścia i treści. Mijmy świadomość różnych stylów uczenia się i odpowiednio dostosujmy informacje. Podejścia akademickie stosowane w klasie mogą nie działać w terenie. Bądźmy wrażliwi na lokalne warunki i zależności.

Źródła i drogi rozprzestrzeniania się rozproszonych zanieczyszczeń będą prawdopodobnie przedmiotem dyskusji, zwłaszcza między właścicielami gruntów i zarządcami, co wymaga otwartej dyskusji na temat dowodów i oparcia na opinii ekspertów. Będzie wiele dostępnych alternatywnych opcji rozwiązania danego problemu wody a te, które wiążą się ze zmianą użytkowania gruntów, a zwłaszcza z tworzeniem terenów leśnych, napotykają nieodłączny opór z niektórych stron. Skoncentrujemy się na starannym doborze środków w celu wykazania skuteczności i zminimalizowania wpływu planowanych działań na istniejące użytkowanie gruntów.

Kluczowe znaczenie ma łączenie różnych grup, omawianie sprzecznych punktów widzenia i rozwiązywanie różnic. Należy rozważyć możliwość skorzystania z pomocy mediatora, takiego jak zaufany pośrednik, zwłaszcza w przypadku głęboko zakorzenionych różnic między podmiotami. Korzystanie z map i wyników modeli może być bardzo pomocne, ale należy obchodzić się z nimi ostrożnie i nie należy ich wykorzystywać do orzekania o winie. Wielu nie będzie ufać tym produktom i będzie kwestionować ich zdolności do odzwierciedlania rzeczywistości. W związku z tym bardzo ważne jest ugruntowanie prawdziwości takich informacji, czego najlepiej dokonać podczas spotkania kluczowych podmiotów i omówienia problemów oraz proponowanych środków zaradczych w tej dziedzinie.

Należy korzystać z regionalnych i szerszych studiów przypadku, aby opracować opcje i zbudować zaufanie i konsensus, w tym odwiedzając istniejące witryny demonstracyjne, jeśli to możliwe (sprawdzić należy odpowiednie studia przypadków na stronie www.forestresearch.gov.uk/research/pesforw/case-studies). Badania te mogą być świetnym sposobem ukazania wody i szerszych korzyści wynikających z sadzenia drzew, a także funkcji ochronnej istniejących lasów i stojących przed nimi zagrożeń.

12. Bibliografia

- Baksic, N. (2018), Reviewing available pollutant models and decision support tools for informing the design and management of woodland creation measures for reducing agricultural diffuse pollution. STSM Scientific Report. COST Action 15206. Forest Research, Surrey. 12pp.
- Bateman, I., Day, B., Agarwala, M., Bacon, P., Badura, T., Binner, A., De-Gol, A., Ditchburn, B., Dugdale, S., Emmett, B., Ferrini, S., Carlo Fezzi, C., Harwood, A., Hillier, J., Hiscock, K., Hulme, M., Jackson, B., Lovett, A., Mackie, E., Matthews, R., Sen, A., Siriwardena, G., Smith, P., Snowdon, P., Sünnerberg, G., Vetter, S., & Vinjili, S. (2014) UK National Ecosystem Assessment Follow-on. Work Package Report 3: Economic value of ecosystem services. UNEP-WCMC, LWEC, UK. 246pp.
- Bealey W.J., Dore A.J., Dragosits U., Reis S., Reay D.S. and Sutton M.A. (2016) The potential for tree planting strategies to reduce local and regional ecosystem impacts of agricultural ammonia emissions. *Journal of Environmental Management* 165:106-116.
- Broadmeadow, S. and Nisbet, T. (2012) National map of woodland creation opportunities: targeting eWGS to help meet the objectives of the WFD and reduce flood risk in England. Final Report to Forestry Commission England. Forest Research, Alice Holt Lodge, Farnham, Surrey (29 pp).
- BSFP (2013) British Survey of Fertiliser Practice dataset. From Department for Environment, Food & Rural Affairs, London.
- Burgess-Gamble, L., Ngai, R., Wilkinson, M., Nisbet, T., Pontee, N., Harvey, R., Kipling, K., Addy, S., Rose, S., Maslen, S., Jay, H., Nicholson, A., Page, T., Jonczyk, J. and Quinn, P. (2017) Working with Natural Processes - Evidence Directory. Environmental Agency, Bristol. 298 pp.
- Collins, A.L., Newell Price, J.P., Zhang, Y., Godday, R., Naden, P.S. and Skirvin, D. (2018) Assessing the potential impacts of a revised set of on-farm nutrient and sediment 'basic' control measures for reducing agricultural diffuse pollution across England. *The Science of the Total Environment*, 621, 1499-1511.
- Creed, I.F. and Noordwijk, M.v. (eds.) (2018) Forest and Water on a Changing Planet: Vulnerability, Adaptation and Governance Opportunities. A Global Assessment Report. IUFRO World Series Volume 38. Vienna. 192 p.
- DBEIS (2019) Valuation of energy use and greenhouse gas. Supplementary guidance to the HM Treasury Green Book on Appraisal and Evaluation in Central Government. Department of Business, Energy and Industrial Strategy, London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/794737/valuation-of-energy-use-and-greenhouse-gas-emissions-for-appraisal-2018.pdf
- EEA (2016) Annual Indicator Report Series (AIRES): Surface Waters. EEA Environmental Indicator Report No 30/2016. EEA, Copenhagen, Denmark. EEA (2018) European waters – assessment of status and pressures 2018. European Environment Agency EEA Report 7/2018. <https://www.eea.europa.eu/publications/state-of-water>
- Forest Europe (2019) Valuation and payments for forest ecosystem services in the pan-European region. Final Report of the Forest Europe Expert Group on valuation and payments for forest ecosystem services. Forest Europe, Bratislava, Slovak Republic. <https://foresteurope.org/publications/>
- Forestry Commission (2019) Managing forest operations to protect the water environment. Forestry Commission Practice Guide, Forestry Commission, Edinburgh, 48pp.
- Gatto, P., Pettenella, D. and Secco, L. (2009) Payments for forest environmental services: organisational models and related experiences in Italy. *iForest- Biogeosciences and Forestry*, 2 (4), 133-139.
- Haines-Young, R. and Potschin, M.B. (2017) Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and guidance on the Application of the Revised Structure: www.cices.eu
- Kareiva P, Tallis H, Ricketts TH, Daily GC, Polasky S. (2011) Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services. Oxford University Press, Oxford.
- Mockler, A.E.M. and Bruen, M. (2018) Support tools for characterisation and evaluation of Programmes of Measures. Report No. 249. Environment Protection Agency, Dublin, Ireland.
- Morison, J., Matthews, R., Miller, G., Perks, M., Randle, T., Vangelova, E., White, M. and Yamulki, S. (2012) Understanding the carbon and greenhouse gas balance of forests in Great Britain. Forestry Commission Research Report. Forestry Commission, Edinburgh. 149 pp.
- Nisbet T.R. (2005) Water use by trees. Forestry Commission Information Note 65, Forestry Commission Edinburgh, UK.
- Nisbet, T., Silgram, M., Morrow, K. and Broadmeadow, S. (2011) Woodland for water: Woodland measures for meeting Water Framework Directive objectives. Forest Research Monograph 4, Forest Research Surrey 156 pp.
- Nisbet, T.R. and Evans, C.D. (2014) Forestry and surface water acidification. Forestry Commission Research Note 16. Forestry Commission, Edinburgh.
- Perez-Silos, I. (2017) Assessing the effectiveness of woodland creation for reducing agricultural diffuse pollution – developing value ranges to create look-up tables. STSM Scientific Report. COST Action 15206. Forest Research, Surrey. 11pp.
- Roberts, J. and Rosier, P. (2005). The impact of broadleaved woodland on water resources in lowland UK: III. The results from Black Wood and Bridgets Farm compared with those from other woodland and grassland sites. *Hydrology and Earth System Sciences*, 9: 614-620.
- Schuller, G., Pfister, L., Vohland, M., Seeling, S. and Hill, J. (2011) Large scale approaches to forest and water interactions. In: Bredemeier, M., Cohen, S., Godbold, D., Lode, E., Pichler, V. and Schleppi, P. (eds) *Forest Management and the Water Cycle: An Ecosystem-Based Approach*. Ecological Studies Vol. 212. Springer, New York, pp. 435-452.
- Stutter, M.I., Chardon, W.J., Kronvang, B. (2012) Riparian buffers as a multifunctional management tool in agricultural landscapes: introduction. *Journal of Environmental Quality*, 41:297-303.
- Stutter, M., Wilkinson, M. and Nisbet, T.R. (2020) Improving the benefits from watercourse field margins using 3-D buffers. Environment Agency Report, Environment Agency, Bristol.
- Ucar, T. and Hall, F.R. (2001) Windbreaks as a pesticide drift mitigation strategy: a review. *Pest Management Science*, 57: 663–75. UNECE (2018) *Forests and Water – Valuation and Payments for Forest Ecosystem Services*. UNECE, Geneva. 108 pp.

13. Słownik

Wzorcowa opłacalność, porównanie efektywności kosztowej	Znormalizowany wskaźnik stosowany do oceny opłacalności różnych działań które można by zastosować, aby osiągnąć poprawę stanu środowiska (np. poprawę jakości wody).
Beneficjenci i nabywcy w systemie PES	Są to podmioty (np. konsumenci i dostawcy wody), na które dany czynnik ma wpływ (np. zanieczyszczona woda) i które odniosłyby korzyści z działań lub środków podjętych w celu jego naprawienia lub ograniczenia, w tym poprzez opłacenie lub zakup środków zaradczych.
Analiza opłacalności (CEA)	Analiza opłacalności to ekonomiczna technika porównywania względnych kosztów i skutków różnych działań lub środków, np. kosztu zalesienia z kosztami alternatywnych środków poprawy jakości wody. Można ją również wykorzystać do oceny kosztów i skutków płatności za usługi ekosystemowe.
Wskaźnik efektywności kosztowej (RCE)	Wskaźnik efektywności kosztowej to koszt netto działania lub środka podzielony przez jego względny skutek lub rezultat. Na przykład koszt zalesienia podzielony przez poprawę jakości wody, wyrażony w jednostkach takich jak €/mg/l lub €/kg/ha danego zanieczyszczenia.
Zanieczyszczenia rozproszone	Zanieczyszczenia wynikające z szeroko zakrojonych działań bez jednego wyodrębnionego/punktowego źródła, takich jak spływ składników odżywczych z nawozów na ziemię.
Stopa dyskontowa	Stopa zwrotu lub odsetki użyte do obliczenia bieżącej wartości kwoty pieniędzy lub inwestycji, które otrzymasz lub za które zapłacisz w przyszłości.
Dyskontowanie	Jest to proces stosowania stopy dyskontowej do kosztów i korzyści w celu przedstawienia ich wartości bieżącej (dzięki czemu są bezpośrednio porównywalne i niezależnie od tego, kiedy wystąpią w przyszłości).
Usługi ekosystemu	Korzyści zapewniane przez ekosystemy, które przyczyniają się do tego, że istnieje i może przetrwać życie ludzkie, takie jak czysta woda.
Indeks korzyści dla środowiska	Indeks używany do rangowania (np. przez punktację) i porównywania działań lub środków pod względem poziomu zapewnianych korzyści środowiskowych.
Norma jakości środowiska	Norma administracyjna lub prawna, która określa stężenie lub poziom substancji w środowisku (np. w wodzie), którego nie należy przekraczać, ponieważ naruszenie normy może spowodować szkodę.
Las	Duży obszar ziemi pokryty drzewami.
Zalesiony obszar infiltracji (FIA)	Wyznaczony obszar gruntu leśnego, który jest wykorzystywany do odbioru wody powierzchniowej odprowadzanej z koryt rzecznych w okresach wyższego przepływu, w celu uzupełnienia warstw wodonośnych wód gruntowych i zwiększenia zasobów wodnych w letnich okresach suszy.
Systemy Informacji Geograficznej (GIS)	Wykorzystujący zasoby informatyczne system i struktura służąca do zestawiania, zarządzania, analizowania i wyświetlania danych przestrzennych/geograficznych.
Dobry stan chemiczny	Wody powierzchniowe, w których stężenia substancji priorytetowych nie przekraczają odpowiednich Norm Jakości Środowiska (EQS) ustanowionych Dyrektywą EQS 2008/105/EC (ze zmianami).
Dobry stan ekologiczny	Jedna z pięciu klas stanu ekologicznego w ramach Ramowej Dyrektywy Wodnej, pozostałe to: wysoki, umiarkowany, słaby i zły.
Zintegrowana wycena usług ekosystemowych i kompromisów (InVEST)	Zestaw modeli używanych do mapowania i wyceny towarów i usług z natury, które podtrzymują i wypełniają ludzkie życie.
Pośrednicy i projektanci w systemie PES	Pośrednicy to podmioty takie jak organizacje non-profit lub organizacje ekologiczne, które zarządzają systemem płatności za usługi ekosystemowe, wdrażając mechanizmy pozyskiwania funduszy od beneficjentów, negocjowania płatności i ponownej dystrybucji ich do dostawców. Projektanci to podmioty, takie jak firmy konsultingowe i agencje badawcze, które zapewniają techniczne i naukowe know-how w zakresie projektowania systemu płatności za usługi ekosystemowe i odpowiednich działań monitorujących.
Krzywa krańcowych kosztów redukcji	Ranking alternatywnych działań od niskich do wysokich kosztów na jednostkę poprawy stanu środowiska (np. poprawa jakości wody), wskazujący poziom poprawy stanu środowiska, który jest osiągany przez każde z nich.
Płatności za systemy usług ekosystemowych (PES)	Program, który przenosi zasoby między co najmniej dwoma podmiotami i jest wyraźnie ukierunkowany na poprawę usług środowiskowych takich jak płatności dla rolników za sadzenie drzew, w celu poprawy jakości wody lub zarządzanie gruntami w sposób, który zwiększa podaż określonych usług ekologicznych.
Organy regulacyjne	Organ wyznaczony przez Rząd do pełnienia funkcji regulacyjnej, takiej jak zapobieganie zanieczyszczaniu wody poprzez zapewnianie zgodności z normami jakości środowiska.
Przychody utracone	Różnica między zarobkami faktycznie osiągniętymi a zarobkami, które mogłyby zostać osiągnięte w wyniku działania alternatywnego, np. dochody z rolnictwa utracone w wyniku zalesiania gruntów rolnych.

Nadbrzeżny (obszar)	Obszar łądu przylegający do cieków wodnych i będący pod jego wpływem, obejmujący brzeg rzeki, ale nie szerszy niż obszar zalewowy.
Ocena ryzyka	Systematyczny proces oceny potencjalnego ryzyka, które może wiązać się z planowaną działalnością lub przedsięwzięciem.
Dostawcy i sprzedawcy w systemie PES	Podmioty, które mogą świadczyć lub sprzedawać usługi ekosystemowe, takie jak właściciele gruntów i zarządcy oferujący przyjęcie określonej praktyki lub zmianę sposobu użytkowania gruntów.
Zrównoważona gospodarka leśna	Zarządzanie i użytkowanie lasów i gruntów leśnych w sposób i w tempie, które pozwala zachować ich bioróżnorodność, produktywność, zdolność do regeneracji i vitalność oraz potencjał do wypełniania, teraz i w przyszłości, odpowiednich funkcji ekologicznych, ekonomicznych i społecznych na poziomie lokalnym, krajowym i globalnym, nie powodując szkód w innych ekosystemach.
Zrównoważona gospodarka wodna	Zarządzanie środowiskiem wodnym w celu zaspokojenia obecnych potrzeb wodnych bez uszczerbku dla zdolności przyszłych pokoleń do zrobienia tego samego.
Model SWAT	Model w skali dorzecza opracowany w celu ilościowego określenia wpływu użytkowania gruntów i zarządzania nimi w dużych, złożonych działach wodnych.
Specyfikacja techniczna sadzenia drzew	Szczegółowy opis wymagań, które należy spełnić w planie sadzenia drzew, aby zapewnić odpowiednie założenia i realizację celów, na przykład w zakresie odstępów między drzewami, składu gatunkowego i przygotowania gleby.
Specyfikacja techniczna mierników jakości wody	Szczegółowy opis wymagań, jakie należy spełnić przy projektowaniu środka ochrony lub poprawy jakości wody, np. sadzenia drzew.
Koszty transakcji	Koszt związany z organizacją i prowadzeniem handlu gospodarczego, takie jak płatności między dostawcami a beneficjentami za usługę ekosystemu.
Jakość wody	Miara przydatności wody do określonego użytku, takiego jak picie lub kąpiel, oparta na wybranych właściwościach fizycznych, chemicznych i biologicznych.
Normy jakości wody	Normy opisujące pożądany stan wody pod względem właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych, wymagane do określonego zastosowania lub ochrony ekologii wodnej.
Obszar leśny	Niewielki teren porośnięty drzewami.

14. Skróty

CEA	Analiza opłacalności (Cost-effectiveness analysis)
CICES	Wspólna Międzynarodowa Klasyfikacja Usług Ekosystemowych (Common International Classification of Ecosystem Services)
DBEIS	Departament Biznesu, Energii i Strategii Przemysłowej (Department of Business, Energy and Industrial Strategy)
EEA	Europejska Agencja Środowiska (European Environment Agency)
FIA	Zalesiony obszar infiltracji (Forested Infiltration Area)
FIO	Organizmy wskaźnikowe fekaliiów (Faecal Indicator Organisms)
GES	Dobry stan ekologiczny (Good Ecological Status)
GHG	Gazy cieplarniane (Greenhouse Gases)
GIS	System Informacji Geograficznej (Geographical Information System)
Hydro-JULES	Hydrologiczny, trójwymiarowy model obiegu wody środowiska lądowego Wielkiej Brytanii (Hydrological, 3D version of the Joint UK Land Environment Simulator)
InVEST	Zintegrowana wycena usług ekosystemowych i kompromisów (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs)
LIFE+	Instrument Finansowy na Rzecz Środowiska (L' Instrument Financier pour l'Environnement EU)
NGO	Organizacja pozarządowa (Non-Governmental Organisation)
PES	Płatności za usługi ekosystemowe (Payments for Ecosystem Services)
PESFOR-W	Płatności za usługi ekosystemowe: Las dla wody (Payments for Ecosystem Services: Forest for Water)
RCE	Wskaźnik efektywności kosztowej (Ratio of Cost Effectiveness)
RDP	Program Rozwoju Obszarów Wiejskich (Rural Development Programme)
SWAT	Nazwa programu komputerowego - dosł. Narzędzie do oceny gleby i wody (Soil & Water Assessment Tool)
WaSSI-C	Nazwa modelu usług ekosystemów węglowych (Water Supply Stress Index-Carbon Ecosystem Services Model)
WFD	Ramowa Dyrektywa Wodna - RDW (Water Framework Directive)

Kraje uczestniczące

Austria, Belgia, Bośnia i Hercegowina, Bułgaria, Chiny², Chorwacja, Czarnogóra, Czechy, Dania, Estonia, Finlandia, Francja, Grecja, Hiszpania, Holandia, Irlandia, Japonia², Jordania¹, Litwa, Luksemburg, Łotwa, Maroko¹, Niemcy, Norwegia, Nowa Zelandia², Polska, Portugalia, Północna Macedonia, Rumunia, Serbia, Słowacja, Słowenia, Szwajcaria, Szwecja, Tunezja¹, Turcja, Ukraina¹, Wielka Brytania, Węgry, Włochy.

¹ Państwa bliskiego sąsiedztwa

² Partnerzy międzynarodowi



Cost Association
Avenue Louise 149
1050 Brussels, Belgium
T +32 (0)2 533 3800
F +32 (0)2 533 3800
office@cost.eu
www.cost.eu

Payments for Ecosystem Services (Forest for water)
Forest Research - Alice Holt Lodge,
Farnham, Surrey GU10 4LH
T 0300 067 5600
F 01420 23653
xxx@xxxx.eu
www.forestresearch.gov.uk/research/pesforw



Funded by the Horizon 2020 Framework Programme
of the European Union