

An aerial photograph of a lush green peat bog. A dark, winding stream flows through the center of the bog, surrounded by dense, vibrant green vegetation. The text is overlaid in the upper half of the image.

Praktyczny podręcznik ponownego nawadniania osuszonych torfowisk

Praktyczny podręcznik ponownego nawadniania osuszonych torfowisk

Autorzy: **Paweł Pawlaczyk, Sunna Áskelsdóttir, Leonas Jarašius, Jūratė Sendžikaitė, Kristina Dapkuniene, Raimondas Šadzevičius**

Zdjęcie na okładce: Torfowisko ponownie nawodnione przez bobry, Kotlina Orawsko-Nowotarska w Polsce. **Paweł Pawlaczyk**

Tłumaczenie i przygotowanie do publikacji: **Magdalena Gościński, Paweł Pawlaczyk, Aleksandra Pępkowska-Król, Sviataslau Valasiuk**

ISBN 978-83-89830-46-3

Warszawa 2025

Publikację przygotowano w ramach przedsięwzięcia „Increasing capacities of stakeholders for agriculturally used peatland restoration in the crossborder region of Lithuania and Poland” (SavePeatLands) finansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach programu współpracy Interreg VI-A Litwa-Polska.

Interreg



Współfinansowany przez
UNIE EUROPEJSKĄ

Litwa – Polska

Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków | BirdLife Poland

Szeroki Dunaj 5, 00-255 Warszawa

www.otop.org.pl biuro@otop.org.pl

Fuglavernd | BirdLife Iceland

www.fuglavernd.is

VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas

www.pelkiufondas.lt



Zalecane cytowanie

Pawlaczyk, P., Áskelsdóttir, S., Jarašius, L., Sendžikaitė, J., Dapkuniene, K., Šadzevičius, R. (2025). Praktyczny podręcznik ponownego nawadniania osuszonych torfowisk. OTOP BirdLife Polska, Warszawa, 90s.

O autorach i autorkach

Paweł Pawlaczyk

Z wykształcenia leśnik, badacz w zakresie geobotaniki i ekologii, z doświadczeniem pracy w administracji ochrony przyrody. Członek Państwowej Rady Ochrony Przyrody. Obecnie pracuje w Klubie Przyrodników, polskiej pozarządowej organizacji ekologicznej, w której zajmuje się przede wszystkim planowaniem i wdrażaniem ochrony przyrody (w szczególności lasów, wód i torfowisk).

Sunna Áskelsdóttir

Absolwentka Agricultural University Iceland, gdzie uzyskała tytuł licencjata w dziedzinie nauk przyrodniczych i ochrony środowiska, analizując procesy glebowe i bilans węgla glebowego. Od 2014 r. pracuje w Land and Forest Iceland (dawniej Soil Conservation Service of Iceland). Obszar jej zainteresowań obejmuje ocenę stan torfowisk, bilans gazów cieplarnianych, renaturyzację ekosystemów Islandii.

Leonas Jarašius

Od samego początku studiów na Wydziale Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Wileńskiego aktywnie angażował się w działania związane z ochroną przyrody i renaturyzacją siedlisk. Kontynuując studia w Centrum Badań Przyrody, zgłębiał zagadnienia renaturyzacji torfowisk, a w 2015 r. napisał pracę doktorską dotyczącą tego tematu.

Jūratė Sendžikaitė

Obroniła pracę doktorską w zakresie torfowisk i łąk, badania na ich temat kontynuowała podczas pracy w litewskich organizacjach pozarządowych zajmujących się ochroną przyrody. Posiada bogate doświadczenie w zakresie renaturyzacji, paludikultury, ochrony różnorodności biologicznej i edukacji przyrodniczej. Jest członkinią Międzynarodowego Towarzystwa na rzecz Restytucji Ekologicznej (Society for Ecological Restoration) oraz Międzynarodowego Towarzystwa na rzecz Torfowisk (The International Peatland Society).

Kristina Dapkuniene

Magistra w dziedzinie ekologii i nauk o środowisku z bogatym doświadczeniem zawodowym w zakresie gospodarki wodnej i ochrony środowiska, zrównoważonej konsumpcji, zarządzania i edukacji. Obecnie pracuje jako ekspert ds. środowiska i koordynator projektów w VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas (litewska organizacja pozarządowa działająca na rzecz odtwarzania i ochrony torfowisk).

Raimondas Šadzevičius

Profesor Uniwersytetu Witolda Wielkiego w Kownie (lit. Vytauto Didžiojo Universitetas). Główne tematy jego badań obejmują: ocenę stanu technicznego obiektów hydrotechnicznych (elektrownie wodne, stawy rybne i inne obiekty hydrotechniczne) oraz budynków rolniczych. Jest certyfikowanym ekspertem ds. budownictwa, posiada uprawnienia kierownika projektu budowlanego, kierownika nadzoru projektowania obiektów specjalnego przeznaczenia, a także kierownika ekspertyz budowlanych.

Spis treści

Geneza publikacji.....	- 6 -
1. Wstęp	- 7 -
1.1. Czym są torfowiska? Jak funkcjonują torfowiska?.....	- 7 -
1.2. Co oznacza „ponowne nawodnienie” (<i>rewetting</i>)?	- 8 -
Torfowiska w Polsce	- 9 -
Torfowiska na Litwie.....	- 14 -
Torfowiska na Islandii	- 20 -
1.3. Po co ponownie nawadniać osuszone torfowiska?.....	- 24 -
2. Wstępne rozpoznanie torfowiska	- 27 -
2.1. Co należy zbadać przed zaplanowaniem ponownego nawodnienia torfowiska?....	- 27 -
Doświadczenia polskie.....	- 27 -
Doświadczenia litewskie.....	- 34 -
Doświadczenia islandzkie.....	- 34 -
2.2. Środowisko ekonomiczne i społeczne, interesariusze.....	- 36 -
Doświadczenia polskie.....	- 36 -
Doświadczenia litewskie.....	- 38 -
Doświadczenia islandzkie.....	- 38 -
3. Podejście planistyczne	- 40 -
3.1. Paradygmaty, kompromisy, cele.....	- 40 -
Doświadczenia polskie i litewskie	- 40 -
Doświadczenia islandzkie.....	- 42 -
3.2. Wykonalność, ogólna koncepcja wdrożenia.....	- 43 -
Doświadczenia polskie.....	- 43 -
3.3. Formalne wymagania dotyczące planowania, kwestie prawne i wskazówki praktyczne.....	- 45 -
System polski.....	- 45 -
System litewski.....	- 46 -
System islandzki.....	- 47 -
3.4. Finansowanie	- 48 -
Doświadczenia polskie.....	- 48 -
Doświadczenia litewskie.....	- 48 -
Doświadczenia islandzkie.....	- 49 -
Idea handlu „odpustami węglowymi” (<i>carbon credits</i>) – wspólna szansa na przyszłość?	- 50 -
4. Realizacja	- 52 -
4.1. Techniki ponownego nawadniania.....	- 52 -
Doświadczenia polskie.....	- 52 -
Doświadczenia litewskie.....	- 65 -
Doświadczenia islandzkie.....	- 68 -
4.2. Monitorowanie i zarządzanie adaptacyjne.....	- 69 -
Doświadczenia polskie.....	- 69 -

Doświadczenia islandzkie.....	- 73 -
5. Sprawozdania i prezentacje	- 74 -
5.1. Sukces potrzebuje wskaźników.....	- 74 -
5.2. Retencja wody.....	- 74 -
5.3. Wskaźniki różnorodności biologicznej.....	- 74 -
5.4. Wskaźniki korzyści klimatycznych	- 75 -
Załącznik: przykłady ponownego nawadniania torfowisk w Polsce, Litwie i Islandii.....	- 77 -
Literatura	- 85 -

Geneza publikacji

Niniejsza publikacja jest przetłumaczoną i uzupełnioną wersją podręcznika „Hands-on Manual on Re-Wetting” (Áskelsdóttir i Pawlaczyk, 2024). Oryginalny tekst w zakresie dotyczącym Polski i Islandii przygotowano w języku angielskim w ramach przedsięwzięcia „Exchange of Icelandic and Polish experience in peatland restoration for biodiversity and climate” finansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (Polska) z funduszy EOG oraz Królewskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków (Wielka Brytania). Podręcznik „Hands-on Manual on Re-Wetting” opublikowany został przez Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków w listopadzie 2024 r. Jego powstaniu przyświecał cel wymiany doświadczeń w zakresie możliwości, sposobów i środków służących odtwarzaniu zdegradowanych torfowisk pomiędzy krajami różniącymi się zarówno pod względem przyrodniczym jak i socjoekonomicznym.

Realizacja kolejnych działań pozwoliła na rozszerzenie zakresu publikacji oraz przetłumaczenie jej na kilka języków. W ramach przedsięwzięcia „Nature-based solutions in open wetlands restoration for biodiversity, water quality improvement and climate mitigation” finansowanego przez Radę Ministrów Krajów Nordyckich (NCM), na początku 2025 r. podręcznik przetłumaczony został na język ukraiński. Niniejsza wersja, uzupełniona o doświadczenia litewskie, została opublikowana zarówno po polsku, jak i po litewsku.

Dziś, w obliczu kryzysów klimatycznego i różnorodności biologicznej, mokre, dobrze nawodnione torfowiska to jeden z najważniejszych środków zaradczych. Międzynarodowa współpraca pomaga w stworzeniu trwałego przyrodniczego modelu zarządzania tymi cennymi ekosystemami. Wspólne działania i publikacje realizowane ponad granicami państw pozwalają agregować i rozwijać wiedzę, wdrażać rozwiązania przyrodnicze w rolnictwie i gospodarce wodnej, a także wspierać lokalne społeczności.

Niech torfowiska staną się znów mokre!

1. Wstęp

1.1. Czym są torfowiska? Jak funkcjonują torfowiska?

Torfowiska to lądowe ekosystemy podmokłe, w których nasycenie gleby wodą umożliwia pełny rozkład szczątków roślin. W konsekwencji, w takim ekosystemie produkcja biomasy przewyższa jej rozkład, co prowadzi do akumulacji torfu, który – pod warunkiem nasycenia wodą – pozostaje trwały. W ścisłym znaczeniu torfowisko to ekosystem, w proces powstawania i akumulacji torfu wciąż zachodzi, tj. w którym występuje tzw. roślinność torfotwórcza. Takie żywe torfowisko nazywane jest także „bagnem”. Jeśli zostanie osuszone, proces tworzenia torfu ustaje, a pozostaje już tylko złożo zakumulowanego wcześniej torfu, który zaczyna się rozkładać. Pozostałością osuszonego bagna, po ustaniu procesu torfotwórczego, jest więc złożo torfu, zachowanego w lepszym lub gorszym stanie. Niekiedy taki ekosystem również nazywamy „torfowiskiem”, na przykład jeśli mówimy o „torfowisku wymagającym renaturyzacji”.

Ze względów praktycznych, zazwyczaj nazywamy „torfowiskami” jedynie te ekosystemy, w których nagromadzona warstwa torfu jest grubsza, niż umowna wartość progowa, zwykle 30 cm¹.

Żywe torfowisko (bagno) składa się z zewnętrznej, żywej warstwy tzw. akrotelmu, w której następuje akumulacja biomasy i proces tworzenia się torfu, oraz wewnętrznej części – tzw. katotelmu – czyli już nagromadzonego torfu. Nasycenie torfowiska wodą jest konieczne do trwałego zachowania torfu w katotelmie i umożliwienia tworzenia się torfu w akrotelmie. W przypadku osuszenia torfowiska dochodzi do jego degeneracji: zanika akrotelm, a katotelm zaczyna się rozkładać.

Podstawowym czynnikiem ekologicznym decydującym o funkcjonowaniu torfowiska jest woda. W zależności od źródeł zaopatrzenia w wodę (np. opady, zalewy ze strony wód powierzchniowych, spływ powierzchniowy, wody z płytkich warstw podziemnych, wody podziemne z głębszych warstw wydobywające się na powierzchnię jako wysięki lub źródła) i parametrów wody (w szczególności: trofii, zawartości fosforu, wapnia, żelaza) rozwijają się różne formy ekosystemów. Roślinność torfowisk jest zazwyczaj bardzo specyficzna i silnie uzależniona od ekohydrologii torfowiska.

We współczesnym świecie większość torfowisk została osuszona, w szczególności w celu zagospodarowania ich pod pola uprawne, łąki, pastwiska i lasy. Jeśli torf nie jest już trwale nasycony wodą, to się utlenia i rozkłada, co prowadzi do degradacji całego torfowiska, a w konsekwencji do zaniku dostarczanych przez nie usług ekosystemowych. Potrzebujemy tych usług, więc nie możemy się zgodzić na ich zanik. Torfowiska powinny więc być utrzymywane w stanie bagiennym, by mogły być trwałe. A torfowiska, które są przesuszone, trzeba ponownie nawodnić.

¹ 30 cm to światowy standard, przyjmowany np. w nauce. Politycy niekiedy manipulują tą wartością progową, np. polskie Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w 2025 r. uznało za „gleby torfowe” gleby zawierające więcej niż 40% węgla organicznego w warstwie 40 cm, by ograniczyć zasięg stosowania unijnych wymogów ochrony takich gleb (tzw. normy GAEC 2).

1.2. Co oznacza „ponowne nawodnienie” (rewetting)?

Ponowne nawadnianie (przywracanie uwodnienia) torfowisk w szerokim znaczeniu to proces przekształcania osuszonej gleby torfowej w nawodnioną glebę torfową². Definicja ta nie jest jednak precyzyjna, dopóki nie zostanie doprecyzowane znaczenie słowa „nawodniona”. Chodzi o to, by torf był co najmniej *na tyle nawodniony, by zapobiec jego degradacji* – tj. musi stale pozostawać mokry. By móc uznać torfowisko za „nawodnione”, trzeba przywrócić trwale warunki bagienne – nie można sztucznie obniżyć poziomu wody w torfie, nawet tymczasowo.

W ścisłym znaczeniu ponowne nawadnianie jest zamierzonym i świadomym działaniem mającym na celu przywrócenie poziomu wód gruntowych osuszonego torfowiska do poziomu, jaki byłby typowy dla torfowiska żywego, tj. takiego na którym może zachodzić proces torfotwórczy.

Nie każdą poprawę warunków wodnych i nie każde podwyższenie poziomu wody można nazwać ponownym nawodnieniem. Podstawową ideą „ponownego nawodnienia” jest zatrzymanie procesu degradacji osuszonego torfowiska i przywrócenie go do stanu pierwotnego lub przynajmniej zachowanie w stanie, który nie ulega pogorszeniu. Chodzi więc nie o dowolne podniesienie poziomu wody, ale o przywrócenie stałego nasycenia całego profilu torfowego wodą. W praktyce, torfowisko można uznać za nawodnione, gdy średni roczny poziom wody znajduje się nie głębiej, niż kilkanaście centymetrów pod powierzchnią terenu. Ponowne nawodnione torfowisko musi więc stać się faktycznie mokre. Profil glebowy musi być stale całkowicie lub prawie całkowicie nasycony wodą, przynajmniej na drodze podsiąku kapilarnego.

Zwykle ponowne nawodnienie jest niezbędnym krokiem w procesie renaturyzacji zdegradowanego, osuszonego torfowiska. Żywe torfowiska są zawsze zabagnione, więc aby przywrócić ich funkcjonowanie, trzeba przywrócić ten stan. Jednak ponowne nawodnienie nie zapewnia jeszcze odtworzenia stanu pierwotnego. Pierwotna roślinność nie zawsze powraca, struktura i funkcje ekosystemu nie zawsze się odbudują. Degradacja torfowisk jest często nieodwracalna i nawet po przywróceniu naturalnych warunków wodnych nie można jej w pełni cofnąć. Problemem są szczególnie nagromadzone biogeny, a także nieodwracalne zmiany właściwości torfu (zmniejszenie porowatości torfu, przewodności hydraulicznej i współczynnika retencji wody). Nawet po ponownym nawodnieniu warunki znacznie odbiegają od pierwotnych. Osuszenie zmienia zespoły mikroorganizmów glebowych i mikoryzy; także te zmiany są trudne do odwrócenia. Ponowne nawodnienie częściowo rozłożonego torfu często skutkuje uruchomieniem znacznej ilości fosforu i azotu, czego rezultatem jest rozwój roślinności eutroficznej.

Jednak nawet gdy nie uda się odtworzyć pierwotnego ekosystemu, ponowne nawodnienie tworzy nowy ekosystem bagieny, co może prowadzić do częściowej odbudowy niektórych usług ekosystemowych świadczonych przez bagna. W szczególności nawodnienie konserwuje i utrzymuje torf, zapobiegając dalszemu jego rozkładowi. Dlatego jest to środek o kluczowym znaczeniu dla łagodzenia zmian klimatycznych (zob. dalej), nawet jeśli pierwotny stan przyrody torfowiska nie zostanie przywrócony.

Ponownie nawodnione torfowisko może pozostawać nieużytkowane, oddane przyrodzie i naturalnym procesom. Możliwe są także niektóre formy jego użytkowania, ale zwykle wymagają nietypowych technologii. Tzw. „paludikultura” oznacza produkcję rolną lub leśną na ponownie nawodnionych (lub nieodwodnionych) torfowiskach, prowadzoną

² Definicja z Wytycznych IPCC dotyczących krajowych inwentaryzacji gazów cieplarnianych, powtórzona również w art. 3 pkt 23 Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1991 z dnia 24 czerwca 2024 r. w sprawie odbudowy zasobów przyrodniczych.

z utrzymaniem bagiennych warunków wodnych – np. produkcję trzciny, pałki wodnej, drewna olchowego lub torfowców do celów ogrodniczych³. Niektóre nawodnione torfowiska można wykorzystywać jako bagienne łąki, ale kosić je trzeba zwykle z wykorzystaniem specjalnych maszyn, dostosowanych do warunków bagiennych. W niektórych przypadkach można prowadzić także wypas zwierząt tolerujących takie warunki. Jednak, nawodnienie osuszonego torfowiska zwykle uniemożliwia prostą kontynuację tych samych sposobów koszenia lub wypasu, jakie stosowano na torfowisku odwodnionym.

Ponowne nawodnienie osuszonych torfowisk nie zawsze jest możliwe. W niektórych przypadkach, ze względu na nieodwracalne zmiany w skali krajobrazu (zanik lub obniżenie się powierzchni sąsiednich torfowisk wskutek rozkładu torfu; głębsze wcięcie sąsiednich cieków stanowiących bazę drenażu, nieodwracalne zmiany całej powierzchni torfowiska (rozkład torfu, wydobywanie torfu) lub ze względu na zmiany klimatyczne (brak wody), przywrócenie odpowiedniego poziomu wody (niezbędnego do ochrony torfu przed dalszym rozkładem) może być niewykonalne, niezależnie od wysiłków.

W wielu przypadkach, nawet gdy ponowne nawodnienie torfowiska byłoby technicznie wykonalne, decydujemy się tylko na częściowe lub okresowe podniesienie poziomu wody, nie zamierzając przywracać ciągłego nasycenia torfu wodą. Najczęstszym powodem jest zamiar kontynuacji dotychczasowego użytkowania rolniczego – albo w interesie właścicieli gruntów, albo dla przyrodniczych wartości półnaturalnych łąk i pastwisk. Wówczas usługi ekosystemów związane z obszarami podmokłymi mogą zostać przywrócone jedynie częściowo. Emisja gazów cieplarnianych z rozkładającego się torfu może zostać nieco ograniczona, ale nie całkowicie zatrzymana. W takich przypadkach – jeśli nie zostanie osiągnięte nasycenie torfu wodą – nie mamy do czynienia z „nawodnieniem” sensu stricto. Wciąż jednak możemy osiągnąć pewne korzyści dla środowiska. Większość zaleceń zawartych w niniejszym poradniku może mieć zastosowanie także w takich sytuacjach.

Torfowiska w Polsce

Torfowiska zajmują ok. 4,7% powierzchni Polski, tj. około 1,47 mln ha (Jabłońska i in., 2021)⁴. Szczególnie dużo jest ich w północnej części kraju. Jednak tylko ok. 0,24 mln ha to bagna – torfowiska żywe, czyli obszary z roślinnością potencjalnie torfotwórczą. W Polsce przeważają tzw. torfowiska niskie⁵ (92% powierzchni torfowisk), a tzw. torfowiska wysokie stanowią jedynie około 4,5%. Średnia powierzchnia polskiego torfowiska wynosi 24 ha, a głębokość torfu 1,6 m. Najwięcej jest torfowisk małych i bardzo małych. Różnorodność torfowisk – zarówno pod względem wielkości, jak i ekohydrologii oraz roślinności – jest jednak duża (Kotowski i in., 2017).

³ Termin „paludikultura” powinien być zastrzeżony dla gospodarki prowadzonej w warunkach umożliwiających akumulację lub przynajmniej zapobiegających rozkładowi torfu, a więc w warunkach bagiennych, przy ciągłym nasyceniu gleby wodą. Niekiedy jednak bywa nadużywany i rozciągany na sposoby gospodarowania na gruntach nawodnionych tylko częściowo lub okresowo.

⁴ Oszacowanie wykonane na cele Strategii Ochrony Mokradł, jako synteza różnych danych, w dużej części oparte jednak na wynikach terenowych dokumentacji torfowisk z lat 70. i 80. XX w.

⁵ Tradycyjny, choć bardzo zgrubny podział torfowisk, wyróżnia tzw. torfowiska niskie – o (zwykle) płaskiej powierzchni, pozostające pod wpływem wód podziemnych różnego pochodzenia lub powierzchniowych wód płynących, oraz torfowiska wysokie – o wyniesionej powierzchni, zasilane tylko wodami opadowymi. Roślinność torfowisk niskich może być różnaita; torfowiska wysokie są zazwyczaj porośnięte kępkowo-dolinowymi mszarami torfowcowymi lub borami bagiennymi.

W paneuropejskim systemie klasyfikacji ekosystemów EUNIS⁶ (EEA, 2021; FloraVeg, 2025) polskie torfowiska zaliczane są do następujących grup:

- Torfowiska wysokie i kołdrowe (Q1):
 - Torfowiska wysokie (Q11),
- Torfowiska dolinowe, ubogie torfowiska niskie, torfowiska przejściowe (Q2):
 - Mszarne torfowiska przejściowe (Q22),
 - Miękkowodne torfowiska alkaliczne (Q24),
 - Trzęsawiska niewapienne (Q25),
- Torfowiska alkaliczne i kalcifilne torfowiska źródłiskowe (Q4):
 - Mechowiska alkaliczne (Q41),
 - Mechowiska i mszary subneutralne (Q42),
 - Szuwary alkaliczne i węglanowe (Q43),
 - Trzęsawiska wapienne (Q44),
 - Mszarniki arktyczne i alpejskie (Q45),
- Wysokie szuwary (Q5):
 - Szuwary wysokich helofitów (trzciny, pałkowe i mannowe; Q51),
 - Szuwarki drobnych helofitów (Q52),
 - Szuwary wielkoturzycowe (Q53),
- Łąki i pastwiska trwale lub okresowo wilgotne lub podmokłe (R3):
 - Mokre i wilgotne łąki kośne, mezotroficzne do eutroficznych (R35),
 - Mokre i wilgotne pastwiska, mezotroficzne do eutroficznych (R36),
 - Mokre i wilgotne murawy oligotroficzne strefy umiarkowanej i borealnej (R37),
- Zarośla arktyczne, alpejskie i subalpejskie (S2):
 - Subalpejskie i subarktyczne zarośla liściaste (S25),
 - Zarośla kosodrzewiny (S26),
- Wrzosowiska strefy umiarkowanej (S4):
 - Wilgotne wrzosowiska (S41),
- Zarośla nadrzeczne i bagienne (S9):
 - Zarośla wierzbowe (S92),
- Bagienne lasy liściaste (T1):
 - Olsy na torfach niekwaśnych (T15),
 - Bagienne lasy na torfach kwaśnych (T16),
- Bory bagienne (T3):
 - Sosnowe lub modrzewiowe bory bagienne (T3J),
 - Świerczyny bagienne (T3K).

Ekologiczny podział polskich torfowisk można zbudować wokół sposobu, w jaki są zasilane w wodę:

⁶ Odwołujemy się w tej publikacji do klasyfikacji EUNIS, ponieważ obejmuje ona zarówno ekosystemy Polski, jak Islandii. W Polsce do klasyfikacji krajowych ekosystemów częściej stosowane są ujęcia fitosocjologiczne, albo system tzw. siedlisk przyrodniczych.

Torfowiska ombrotroficzne (zasilane wyłącznie wodą deszczową) reprezentowane są przez kilkadziesiąt kopułowych torfowisk wysokich w północnej części kraju (tzw. torfowiska bałtyckie), kilkanaście górskich torfowisk wysokich w części południowej i nieco bardziej powszechne tzw. kontynentalne torfowiska wysokie, rozsiane na terenie całego kraju. Mają roślinność typu mszarów torfowcowych; mszary zarastając drzewami mogą przekształcać się w bory bagienne lub mezotroficzne lasy sosnowo-brzozowe. Naturalny poziom wody zwykle znajduje się niemal na poziomie gruntu (0–15 cm pod ziemią), na niektórych torfowiskach może ulegać okresowym wahaniom w ciągu roku, jednak zwykle nie spada poniżej 20–30 cm. Głębszy spadek poziomu wody jest zazwyczaj wynikiem osuszania przez człowieka, albo długich okresów posusznych. Jeśli torfowiska ombrotroficzne ulegną przesuszeniu, z reguły zarastają sosnowym lub brzozowym lasem.

Torfowiska topogeniczne powstają najczęściej w wyniku lądowacenia zbiorników wodnych w zagłębieniach terenu. Mogą mieć postać pływającego płta torfowego wokół jezior lub mogą wypełniać kociołki terenowe i inne zagłębienia z płytkim poziomem wód gruntowych. Do tej grupy należą różnorodne ekosystemy, o różnej trofii i pH, w tym ubogie torfowiska niskie, torfowiska przejściowe i trzęsawiska (Kotowski i in., 2017). Dynamika poziomu wody może być różna. W pływających kobiercach torfowców poziom wody pozostaje bardzo stabilny względem powierzchni torfowiska, ponieważ całe płto unosi się i opada wraz z wodą. W bardziej skonsolidowanym torfie poziom wody może się wahać i być powiązany z poziomem wód gruntowych w sąsiedztwie. Pierwotna roślinność takich torfowisk to różne mszary i szuwały, ale wskutek zarastania krzewami i drzewami mogą się one przekształcać się w łożowiska i w różne typy lasów: od lasów łągowych, przez lasy bagienne na kwaśnym torfie, po olsy. Na osuszonych i zdegradowanych torfowiskach topogenicznych pod wpływem koszenia mogą wykształcać się ubogie łąki.

Torfowiska soligeniczne to torfowiska niskie, które rozwijają się w miejscach zasilanych przez rozmaite wody podziemne. Szczegółowa ekohydrologia i roślinność zależą od szczegółów zaopatrzenia w wodę, w szczególności od zawartości wapnia, żelaza, azotu i fosforu, a także od intensywności podziemnego dopływu. W większości przypadków rozwija się roślinność mechowisk (zdominowana przez mchy bruntane) lub mszystych szuwarów, jednak czasami (szczególnie w górach) przy zasilaniu soligenicznym może rozwinąć się także roślinność wysokich szuwarów lub bagiennych ziołorośli. W przypadku skoncentrowanego zasilania wodą podziemną mogą rozwijać się kopułowe torfowiska źródłiskowe lub „torfowiska wiszące”. Jeżeli woda przesiąka poziomo przez warstwę torfu, powstają tzw. torfowiska perkolacyjne, w których poziom wody jest dość stabilny i bliski powierzchni gruntu (Kotowski i in., 2017). Ze względu na specyficzne procesy biochemiczne, a w szczególności obecność rozpuszczonego wapnia, dostępność biogenów może być ograniczona, czego następstwem jest specyficzna, mało produktywna, ale bogata w gatunki roślinność „mechowiskowa” (zbiorowiska niskich turzyc z brązowym dywanem mchu), typowa dla tzw. „torfowisk alkalicznych”; z licznymi unikatowymi gatunkami. W innych przypadkach na torfowiskach soligenicznych może rozwijać się roślinność bardziej eutroficzna, np. szuwały wysokich turzyc. Po zarośnięciu drzewami, torfowiska tego typu przekształcają się w różne rodzaje lasów bagiennych, od łągów brzozowych na kwaśnym torfie do bogatych lasów olszowych. Odwodnienie rowami, nawet gdy torf pozostanie wilgotny, nieodwracalnie zmienia sposób przepływu wody i charakter ekosystemu, dlatego torfowiska tego typu to jedno z najsilniej zagrożonych ekosystemów. Większość dawnych torfowisk soligenicznych jest obecnie silnie przekształcona, najczęściej w kierunku wilgotnych łąk na torfach.

Torfowiska fluwiogeniczne rozwijają się na obszarach zalewanych wodami rzecznyymi, przy dłuższej stagnacji wody. Są eutroficzne, zajęte zwykle przez szuwały wysokich turzyc lub trzcinowiska (Kotowski i in., 2017). Poziom wody może się zmieniać w ciągu roku,

czasami z okresami zalewania powierzchniowego, jednak w warunkach naturalnych siedlisko pozostaje bardzo wilgotne przez cały rok. W przypadku zarastania drzewami, rozwijają się zarośla wierzbowe i olsy. Wiele torfowisk tego typu zostało odwodnionych i przekształconych w łąki, pastwiska lub lasy produkcyjne, sporadycznie podmokłe. Krajobrazy podmokłych łąk na przesuszonym torfie w dolinach rzecznych są prawdopodobnie najczęściej występującym współczesnym krajobrazem torfowiskowym w Polsce. Niestety, torfowiska odwodnione i użytkowane jako łąki nie mogą być trwałe: jeśli odwodnienie będzie kontynuowane, choćby w niektórych okresach roku, to rozkład torfu będzie nieunikniony.

W Unii Europejskiej, w tym w Polsce, w powszechnym użyciu jest klasyfikacja cennych przyrodniczo ekosystemów jako tzw. typów siedlisk przyrodniczych, wymienionych w załączniku I dyrektywy siedliskowej 92/43/EWG i powtórzonych w załączniku I rozporządzenia UE 2024/1991 ws. odbudowy zasobów przyrodniczych. Według tego systemu w Polsce występują następujące typy torfowiskowych siedlisk przyrodniczych:

- 7110 *Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą (żywe);
- 7120 Torfowiska wysokie zdegradowane, lecz zdolne do naturalnej lub stymulowanej regeneracji;
- 7140 Torfowiska przejściowe i trzęsawiska (przeważnie z roślinnością z *Scheuchzerio-Caricetea*);
- 7150 Obniżenia na podłożu torfowym z roślinnością ze związku *Rhynchosporion*;
- 7210 *Torfowiska nakredowe (*Cladietum marisci*, *Caricetum buxbaumii*, *Schoenetum nigricantis*);
- 7230 Górskie i nizinne torfowiska zasadowe o charakterze młak, turzycowisk i mechowisk;
- 91D0 *Bory i lasy bagienne (*Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*, *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, *Pino mugo-Sphagnetum*, *Sphagno girgensohnii-Piceetum*, brzoźowo-sosnowe bagienne lasy borealne).

Poza tym systemem pozostaje jednak wiele innych polskich torfowisk: w tym torfowiska niskie z szuwarami wysokich turzyc lub szuwarami trzcinowymi, bagienne łożowiska i lasy olszowe, a także wilgotne łąki na torfach. Gwiazdka * przy nazwach w powyższym wykazie oznacza tzw. siedliska priorytetowe, za których zachowanie Unia Europejska przyjmuje szczególną odpowiedzialność.

Jeszcze do niedawna obszar pierwotnie pokryty torfami był zachowany, ze względu na ograniczone przekształcanie torfowisk w grunty orne. Najnowsze szacunki sugerują jednak, że na znacznych powierzchniach gleby torfowe zanikły, głównie wskutek użytkowania rolniczego. W 2024 r. polski Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa oszacował areal gruntów rolnych pokryty glebami organicznymi, zawierającymi więcej niż 30% węgla w 40-cm warstwie, na ok. 500 tys. ha⁷, podczas gdy na podstawie wcześniejszych danych o rozmieszczeniu torfowisk należało oczekiwać ok. 900 tys. ha (dane te nie wliczają torfowisk pod lasami i torfowisk uznanych za nieużytki; prawdopodobnie lepiej zachowanych).

⁷ Polski rząd zdecydował się objąć tzw. normą GAEC 2, tj. zakazem użytkowania ornego gleb torfowych, adresowanym do rolników otrzymujących płatności bezpośrednie, tylko ok. 400 tys. ha.



Torfowisko wysokie Kusowo. Fot. Paweł Pawlaczyk



Pło torfowcowe na torfowisku Dury. Fot. Paweł Pawlaczyk



Torfowiska w dolinie Rospudy. Fot. Paweł Pawlaczyk



Torfowiska soligeniczne przekształcone w wilgotne łąki w okolicach Bobolic. Fot. Paweł Pawlaczyk



Ols. Wielkopolska. Fot. Paweł Pawlaczyk



Torfowiska zalewowe osuszone, zdegradowane i przekształcone w podmokłe łąki – najczęstszy krajobraz torfowiskowy w Polsce. Fot. Paweł Pawlaczyk

Żywe torfowiska, na których nadal powstaje torf, są obecnie rzadkością. Szczególnie cenne, wciąż pozostające we względnie dobrym stanie torfowiska w Polsce to np. wielki kompleks torfowy w dolinie Biebrzy, mniejsze, ale prawie naturalne, torfowisko w dolinie Rospudy, kilka torfowisk wysokich na północy kraju, a także w górach. Wiele dobrze zachowanych, niewielkich torfowisk rozproszonych jest po całym kraju, głównie wśród lasów. Około 60% powierzchni polskich torfowisk (a ok. 85% wciąż pozostałych torfowisk

żywych) objętych jest różnymi formami ochrony przyrody. Ochrona ta nie zawsze jednak jest skuteczna (Pawlaczyk, 2023).

Z drugiej strony, około 86% powierzchni polskich torfowisk zostało odwodnionych i uległo silnemu przesuszeniu. Łączną długość rowów melioracyjnych w Polsce szacuje się na 450 tys. km. Większość osuszonych torfowisk (w szczególności torfowisk niskich) jest obecnie wykorzystywana rolniczo. Torfowiskom szkodzą też regulacje sąsiadujących z nimi rzek (zwłaszcza prostowanie meandrujących dawniej koryt), regularne pogłębianie rzek w ramach prac utrzymaniowych, brak przepływów ponadkorytowych i wylewów, obniżający się poziom wód gruntowych w sąsiadujących i podścielających torfy utworach mineralnych, eksploatacja wód podziemnych, coraz dłuższe okresy suszy. Ze względu na powszechne przesuszenie i będącą jego skutkiem degradację, polskie torfowiska są ogromnymi emitentami gazów cieplarnianych: szacuje się, że roczna ich emisja wynosi 34 mln ton ekwiwalentu CO₂ (Kotowski, 2021), co plasuje Polskę w pierwszej dziesiątce największych emitentów gazów cieplarnianych ze zdegradowanych torfowisk na świecie.

Podjęto kilka przedsięwzięć renaturyzacji torfowisk znajdujących się na terenie Polski, których podstawą były próby odtworzenia uwodnienia. Dostarczyły one cennych doświadczeń i wiedzy, które mogą być przydatne do działań w większej skali. Zasięg dotychczasowych działań naprawczych jest bowiem zdecydowanie niewystarczający, wobec ogromnych potrzeb dotyczących ponownego nawodnienia. Szacuje się, że krajowe potrzeby przywrócenia uwodnienia osuszonych torfowisk obejmują 1,2 mln ha, co skutkowałoby redukcją emisji gazów cieplarnianych o 21,7 mln ton ekwiwalentu CO₂ rocznie. Ambitna strategia działań na rzecz ponownego nawodnienia i renaturyzacji torfowisk (określająca za cel ponowne nawodnienie 300 tys. ha do 2030 r.) została już zaproponowana (Jabłońska i in., 2021), jednak jej realizacji nie rozpoczęto. Główną przeszkodą jest rolnicze użytkowanie większości osuszonych torfowisk i opór rolników przed zabagnieniem ich gruntów. Nawet jeśli chciano by nawodnić tylko te torfowiska, których użytkowanie jest zarzucone, to nie da się tego zrobić bez wpływu na grunty sąsiednie. Problem stwarza też rozdrobnienie własności niektórych obiektów.

Ze względu na dużą różnorodność ekosystemów torfowiskowych w Polsce, a w szczególności ich zróżnicowaną i złożoną ekohydrologię, a także różnorodną historię zmian antropogenicznych, każde polskie torfowisko wymaga – przed próbą odtworzenia uwodnienia – indywidualnej analizy i specyficznych rozwiązań.

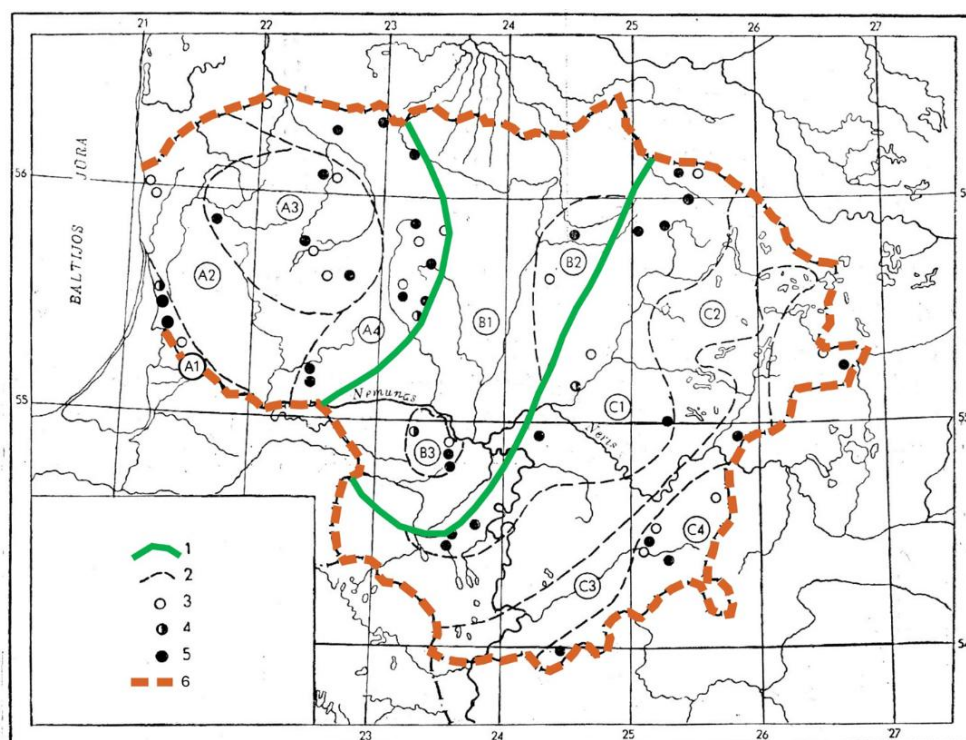
Torfowiska na Litwie

Na Litwie, podobnie jak w Polsce, torfowiska zaczęły powstawać w okresie polodowcowym, gdy zbiorniki wodne w głębi lądu zarosły, a w obszarach o dodatnim bilansie wodnym nadmiar wilgotności doprowadził do zamulenia lasów, łąk, zboczy zasilanych źródłami itp. Wysoka wilgotność jest wynikiem działania różnych czynników, w tym klimatu (wysokie roczne opady i jednocześnie niskie tempo parowania), płytkich wód gruntowych (szczególnie na nisko położonych obszarach) oraz właściwości gleby i podłoża skalnego (np. nieprzepuszczalna warstwa gliny). Powstawanie torfowisk może być również wynikiem zmian hydrologicznych spowodowanych zarówno czynnikami naturalnymi (takimi jak osiedlanie się bobrów w pobliżu zbiorników wodnych), jak i działalnością człowieka (przykładowo budowa tam lub wałów przeciwpowodziowych albo zakłócenie działania podziemnych systemów odwadniających).

Ze względu na stopień zasobności w biogeny, wyróżnia się trzy główne typy torfowisk: eutroficzne, mezotroficzne i oligotroficzne. Ze względu na charakterystyczne cechy – w tym reżim wodny, ukształtowanie powierzchni i roślinność – torfowiska eutroficzne nazywane są również torfowiskami niskimi, mezotroficzne – przejściowymi, natomiast

oligotroficzne – wysokimi. Woda i składniki odżywcze torfowisk niskich pochodzą z wód gruntowych, źródeł powierzchniowych i opadów atmosferycznych. Woda zasilająca torfowiska niskie jest zazwyczaj bogata w zasady ($\text{pH} > 5,5$) i sprzyja rozwojowi roślinności zielonej. Natomiast torfowiska wysokie są zasilane przez opady atmosferyczne (deszcz, topniejący śnieg, mgła, rosa), które są ubogie w składniki odżywcze i mają tendencję do zakwaszania podłoża ($\text{pH} < 5,5$). Stąd dominują tu rośliny kwasolubne, w tym przede wszystkim mchy torfowce.

Litwa podzielona jest na trzy duże regiony torfowiskowe (patrz rysunek): zachodni, środkowy i południowo-wschodni, z których każdy dzieli się na mniejsze okręgi. Klasyfikacji dokonano w oparciu o cechy genetyczne i morfologiczne, czynniki fizycznogeograficzne, całkowitą powierzchnię torfowisk, a także dominujący typ torfowisk.



Torfowiska Litwy: 1) granice regionów torfowiskowych (A – zachodni, B – środkowy, C – południowo-wschodni); 2) granice okręgów torfowiskowych; 3) torfowiska niskie; 4) torfowiska przejściowe; 5) torfowiska wysokie; 6) granica państwa. Za: Purvinas i Seibutis (1957), zmieniono.

Dla regionu zachodniego charakterystyczne są kopułowe torfowiska wysokie, z przeważnie płaskim lub czasami nawet lekko wklęsłym plateau i stromymi zboczami. Największe torfowiska wysokie zawierają wiele jezior i oczek wodnych wtórnego pochodzenia. Delta Niemna wyróżnia się największym (26%) udziałem torfowisk. Region środkowy w znacznej części pokrywa się z Niziną Środkowolitewską i jest częścią kraju o najmniejszym udziale torfowisk (0,5%). Region południowo-wschodni obejmuje wschodnią (kontynentalną) część Litwy. Torfowiska wysokie w tym obszarze są tylko lekko wypukłe, o niewyraźnych zboczach.

Według *Bazy danych o torfowiskach Litwy* (2019; www.geoportal.lt) ekosystemy te zajmują na Litwie powierzchnię 654 000 ha, co stanowi około 10% terytorium kraju. Naturalne cechy zachowało jednak tylko 214 000 ha. W latach 70. i 80. XX w. na Litwie prowadzono rozległe melioracje, które doprowadziły do osuszenia ponad 1,5 mln ha gruntów, w tym torfowisk, łąk podmokłych i lasów bagiennych (Kunskas, 1986; Povilaitis i in., 2011). Mimo intensywnego osuszania gruntów na terenie całego kraju, rozmieszczenie

osuszonych torfowisk jest obecnie nierównomierne. Ich największe obszary znajdują się na nizinach, a najmniejsze w regionach pagórkowatych (Povilaitis, 2000).

W paneuropejskim systemie klasyfikacji ekosystemów EUNIS (EEA, 2021; FloraVeg.eu, 2025) litewskie torfowiska zaliczane są do następujących grup:

- Torfowiska wysokie i kołdrowe (Q1):
 - Torfowiska wysokie (Q11),
- Torfowiska dolinowe, ubogie torfowiska niskie, torfowiska przejściowe (Q2):
 - Mszarne torfowiska przejściowe (Q22),
 - Miękkowodne torfowiska alkaliczne (Q24),
 - Trzęsawiska niewapienne (Q25),
- Torfowiska alkaliczne i kalcifilne torfowiska źródłiskowe (Q4):
 - Mechowiska alkaliczne (Q41),
 - Mechowiska i mszary subneutrale (Q42),
 - Szuwary alkaliczne i węglanowe (Q43),
 - Trzęsawiska wapienne (Q44),
 - Mszarniki arktyczne i alpejskie (Q45),
- Wysokie szuwary (Q5):
 - Szuwary wysokich helofitów (trzcinowe, pałkowe i mannowe; Q51),
 - Szuwarki drobnych helofitów (Q52),
 - Szuwary wielkoturzycowe (Q53),
- Łąki i pastwiska trwale lub okresowo wilgotne lub podmokłe (R3):
 - Mokre i wilgotne łąki kośne, mezotroficzne do eutroficznych (R35),
 - Mokre i wilgotne pastwiska, mezotroficzne do eutroficznych (R36),
 - Mokre i wilgotne murawy oligotroficzne strefy umiarkowanej i borealnej (R37),
- Zarośla nadrzeczne i bagienne (S9):
 - Zarośla wierzbowe (S92),
- Bagienne lasy liściaste (T1):
 - Olsy na torfach niekwaśnych (T15),
 - Bagienne lasy na torfach kwaśnych (T16),
- Bory bagienne (T3):
 - Sosnowe lub modrzewiowe bory bagienne (T3J),
 - Świerczyny bagienne (T3K).

Na Litwie związanych z torfowiskami jest 11 typów siedlisk przyrodniczych, które uznano za ważne dla Wspólnoty Europejskiej i wymieniono w dyrektywie siedliskowej (Dyrektywa 1992; Rašomavičius, 2001; Rašomavičius, 2012):

- 3160 Naturalne, dystroficzne zbiorniki wodne;
- 7110 *Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą (żywe);
- 7120 Torfowiska wysokie zdegradowane, lecz zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji;
- 7140 Torfowiska przejściowe i trzęsawiska (przeważnie z roślinnością z *Scheuchzerio-Caricetea*);
- 7150 Obniżenia na podłożu torfowym z roślinnością ze związku *Rhynchosporion*;

- 7160 Bogate w składniki mineralne źródła i źródłiska Fennoskandii;
- 7210 *Torfowiska nakredowe (*Cladietum marisci*, *Caricetum buxbaumii*, *Schoenetum nigricantis*);
- 7220 *Źródłiska wapienne ze zbiorowiskami *Cratoneurion commutati*;
- 7230 Górskie i nizinne torfowiska zasadowe o charakterze młak, turzycowisk i mechowisk;
- 9080 *Bagienne liściaste lasy Fennoskandii;
- 91D0 *Bory i lasy bagienne (*Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*, *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, *Pino mugo-Sphagnetum*, *Sphagno girgensohnii-Piceetum*, brzozowo-sosnowe bagienne lasy borealne).

Na Litwie około 73% torfowisk i siedlisk przyrodniczych związanych z torfowiskami o znaczeniu dla UE znajduje się na obszarach chronionych. Według litewskiej bazy danych o różnorodności biologicznej *Biomon* (www.biomon.lt), która informuje o stanie siedlisk przyrodniczych na obszarach sieci Natura 2000, niemal połowa (49%) przyrodniczych siedlisk torfowiskowych znajduje się w złym, niewłaściwym lub nieznanym stanie.



Olbrzymie torfowisko mszarne Čepkelių w Dziukijskim Parku Narodowym na Litwie. Fot. Paweł Pawlaczyk



Przyjezierne torfowiska niskie w rezerwacie Žuvintas. Fot. Paweł Pawlaczyk



Torfowisko wysokie Aukštumala w rejonie delty Niemna. Fot. Paweł Pawlaczyk



7110 *Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą (żywe)



7120 Torfowiska wysokie zdegradowane, lecz zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji



3160 Naturalne, dystroficzne zbiorniki wodne



91D0 *Bory i lasy bagienne



7140 Torfowiska przejściowe i trzęsawiska.



7230 Górskie i nizinne torfowiska zasadowe o charakterze młak, turzycowisk i mechowisk

Ważne dla Wspólnoty Europejskiej siedliska przyrodnicze związane z torfowiskami na Litwie. Fot. Archiwum fundacji „VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas”

Według raportu dotyczącego emisji gazów cieplarnianych w Litwie, spowodowana melioracją roczna emisja tych gazów z terenów podmokłych wynosi 2365,8 tys. ton ekwiwalentu CO₂ („Litewski raport inwentaryzacyjny gazów cieplarnianych”, 2024 r.). Jednak inne źródła wskazują, że emisje te mogą być nawet 2–3-krotnie wyższe (Joosten i in.

2015; Valatka i in., 2018). Tereny torfowiskowe intensywnie wykorzystywane w rolnictwie (zwłaszcza jako grunty orne) mają szczególnie negatywny wpływ na klimat. Takie osuszone torfowiska emitują do 40 ton ekwiwalentu CO₂ na hektar rocznie. Wydobycie torfu stanowi jedynie 3% całkowitej powierzchni osuszonych gleb torfowych w Litwie, ale również w znacznym stopniu przyczynia się do zmian klimatu. Torfowiska zniszczone przez osuszenie i wydobycie torfu, wraz z porzuconymi osuszonymi torfowiskami, które nie są już użytkowane, emitują łącznie około 1 mln ton ekwiwalentu CO₂ rocznie ("Litewski raport inwentaryzacyjny gazów cieplarnianych", 2024 r.; Valatka i in., 2018). Osuszone torfowiska wykorzystywane w leśnictwie również w znacznym stopniu przyczyniają się do zmian klimatu, odpowiadając za około 17% całkowitej emisji gazów cieplarnianych z torfowisk (Valatka i in., 2018). Hommeltenberg i in. (2014) wykazali, że sekwestracja węgla w biomasie drzew rosnących na osuszonych terenach lasów bagiennych nie przewyższa ilości uwalnianej podczas rozkładu torfu w tych siedliskach.

Torfowiska na Islandii

Różnorodne torfowiska zajmują około 15–20% porośniętej roślinnością powierzchni Islandii, przy czym najwięcej jest ich na nizinach (poniżej ~400 m n.p.m.). Dominują płaskie torfowiska niskie, zwane w języku islandzkim *mýrar*. Torfowiska zboczowe występują w dolinach i fiordach. Na płaskich nizinach zachodniej i południowej części wyspy, w zagłębieniach terenu rozwijają się torfowiska topogeniczne. Wzdłuż niektórych dużych rzek rozwijają się niskie torfowiska zalewowe. W górach, w obszarach wiecznej zmarzliny, wciąż występują torfowiska typu *palsa* (pagórki mineralno-lodowe z pokrywą torfową), choć w ostatnich latach szybko zanikają. Typowe torfowiska ombrotroficzne są rzadkie. Większość islandzkich torfowisk jest minerotroficzna lub częściowo tylko ombrotroficzna (Arnalds i in., 2016). Islandzki Instytut Historii Naturalnej zaproponował system klasyfikacji siedlisk oparty na paneuropejskim systemie klasyfikacji EUNIS. Wiele typów torfowisk islandzkich to siedliska wymagające ochrony w rozumieniu Konwencji Berneńskiej (Ottósson i in., 2018).

Typy ekosystemów torfowiskowych według islandzkiego systemu klasyfikacji przedstawiają się następująco (w nawiasach podano kod w klasyfikacji EUNIS [EEA, 2021; FloraVeg.eu, 2025], jeśli istnieje):

- Źródłiska mszyste *Philonotis-Saxifraga stellaris* (Q24112);
- Islandzkie torfowiska niskie z *Carex bigelowii* (Q454);
- Zbiorowiska wetniane na aluwiach wód śródlądowych (Q45B1);
- Łąki z sitem arktycznym *Juncus arcticus*;
- Borealne mechowiska z turzycą pospolitą *Carex fusca*, podtyp typ nizinny i górski (Q4222);
- Islandzkie mechowiska z turzycą pospolitą *Carex fusca*, dwa podtypy (Q4223);
- Torfowiska *aapa*;
- Torfowiska *palsa* (Q3112);
- Islandzkie torfowiska alpejskie z *Carex rariflora*;
- Dywanowe torfowiska wetniano-torfowcowe (Q224);
- Trzęsawiska z turzycą dzióbkowatą *Carex rostrata* (Q2532);
- Islandzkie torfowiska niskie z *Carex lyngbyei* (Q531B).

Na ukształtowanie islandzkich torfowisk duży wpływ ma wulkaniczna natura wyspy, ale także oceaniczny klimat, górzysty krajobraz, izolacja i historia użytkowania gruntów. Aktywność wulkaniczna skoncentrowana w pasie przebiegającym przez wyspę linią zakrzywioną z południowego zachodu na północny wschód, dostarczyła do gleb torfowych dużych ilości materii mineralnej. Dodatkowo, materię mineralną zniósł na torfowiska spływ z sąsiednich, podlegających erozji obszarów – szczególnie intensywne od czasu ich zasiedlenia przez ludzi. Dostawa materii mineralnej sprawia, że gleby torfowe stały się stosunkowo żyzne, mają wysokie pH i gęstość.



Rozległy obszar bagien aapa w Mývatnsheiði, w północno-wschodniej Islandii. Fot. Sunna Áskelsdóttir

Roślinność bagienna Islandii jest zdominowana przez rośliny jednoliścienne; turzyce *Carex* spp., skrzypy *Equisetum* spp., wełnianki *Eriophorum* spp., ale też niektóre rośliny wrzosowate, np. bazylna *Empetrum*, borówki *Vaccinium* oraz niskie wierzby *Salix*. Torfowiska z torfowcami są na Islandii praktycznie nieobecne, ze względu na eutroficzny i zasadowy charakter siedlisk, ale inne gatunki mchów występują powszechnie.

Islandzkie mokradła, podobnie zresztą jak inne islandzkie ekosystemy, są stosunkowo ubogie w gatunki, ze względu na izolację geograficzną wyspy. Niektóre gatunki uznano jednak za cenne – objęto je ochroną i ujęto na czerwonej liście.

Żaden gatunek ptaków nie jest endemiczny dla Islandii, choć jest kilka endemicznych podgatunków. Islandzkie mokradła stanowią jednak szczególnie ważne siedlisko dla ptaków – zarówno lęgowych, jak i wędrownych. Prawie połowę wszystkich ptaków lęgowych stanowią siewkowate, kaczki i inne ptaki wodno-błotne, co sprawia, że skład awifauny Islandii różni się od składu w krajach położonych na niższych szerokościach geograficznych.

Mokradła Islandii są szczególnie ważne dla ptaków siewkowatych z półkuli północnej, takich jak siewka złota *Pluvialis apricaria*, biegus zmienny *Calidris alpina*, kszyszek *Gallinago gallinago*, kulik mniejszy *Numenius phaeopus*, rycyk *Limosa limosa*, krwawodziób *Tringa totanus*. Powszechne są także łabędzie krzykliwe *Cygnus cygnus* i gęsi, w tym gęgawa *Anser anser* i gęś krótkodzioba *Anser brachyrhynchus*. Ze względu na położenie Islandii, skrajnie wschodnie stanowiska ma tu kilka gatunków ptaków wodnych typowych dla Ameryki Północnej, jak np. nur lodowiec *Gavia immer*, gągoł północny *Bucephala islandica* i kamieniuszka *Histrionicus histrionicus*. Uważa się, że wodnik *Rallus aquaticus* wyginął na Islandii ok. 1970 r., z powodu rozległego osuszenia mokradeł i pojawienia się inwazyjnej norki amerykańskiej *Mustela vison*.

Około połowa islandzkich torfowisk, w tym większość torfowisk nizinnych, została odwodniona. Łączna długość rowów wynosi około 30 000 km. Intensywne osuszanie torfowisk rozpoczęło się w połowie XX w. i osiągnęło szczyt w 1963 r. Motywacją była modernizacja praktyk rolniczych (wprowadzenie dużych maszyn), a rząd intensywnie dawał melioracje. Początkowo głównym celem było uzyskanie ziemi pod uprawę, ale z czasem zaczęto również dążyć do poprawy warunków wypasu zwierząt. Obecnie – wskutek kolejnych zmian w praktykach rolniczych i migracji ludności do miast – znaczna część odwodnionych dawniej obszarów została porzucona lub nie jest już użytkowana w sposób wymagający odwodnienia. Stwarza to szerokie możliwości ponownego nawodnienia osuszonych torfowisk, a biorąc pod uwagę stosunkowo krótką historię odwodnienia na Islandii, dobre efekty można osiągnąć względnie niewielkim wysiłkiem. Jednak islandzkie doświadczenie w zakresie odtwarzania torfowisk jest ograniczone: historia prób przywracania uwodnienia jest krótka, a zrealizowane dotąd przedsięwzięcia objęły niewielką tylko powierzchnię. Pierwsze próby przywrócenia bagiennych siedlisk ptaków podjęto w 1993 r. Od tego czasu zrealizowano kilka mniejszych przedsięwzięć. Podstawowym podejściem było raczej „zdziczenie” (przywrócenie naturalnych procesów) niż zaplanowane odtwarzanie ekosystemu o określonych cechach. Brakowało odpowiedniego monitoringu i zarządzania. W porównaniu z Europą kontynentalną, wiedza naukowa dotycząca torfowisk Islandii jest również uboga – opublikowano zaledwie kilka badań na ten temat. Od 2016 r. odtwarzaniem torfowisk kieruje Islandzka Służba Ochrony Gleb (SCSI).



Typowe dla Islandii opuszczone pola uprawne na osuszonym torfie, z erodującymi rowami. Sunna Áskelsdóttir

Okolo 50–60% emisji gazów cieplarnianych w Islandii pochodzi z sektora użytkowania gruntów (~7–8000 kt ekwiwalentu CO₂), w dużej części zapewne z osuszonych gleb organicznych (Umhverfisstofnun, 2022). Dane o emisjach gazów cieplarnianych z różnych torfowisk na terenie całego kraju są nadal gromadzone, w celu opracowania dokładniejszych szacunków. Badane jest również, w jaki sposób pyły nanoszone przez wiatr wpływają na rozkład torfów i długoterminowe magazynowanie węgla. Möckel i in. (2021) stwierdzili, że początkowe procesy rozkładu przebiegają wolniej w glebach o większej zawartości minerałów wulkanicznych, ale glebach zdegradowanych dalszy rozkład jest przyspieszany przez obecność pyłu wulkanicznego. Ma to pozytywny wpływ na magazynowanie węgla na nienaruszonych torfowiskach, może jednak powodować zwiększenie emisji z terenów osuszonych. Bilans gazów cieplarnianych na islandzkich torfowiskach wymaga uwzględnienia takich zależności.

1.3. Po co ponownie nawadniać osuszone torfowiska?

Odwadnianie torfowisk zawsze pociąga za sobą utratę związanej z nimi różnorodności biologicznej i usług ekosystemów. Znikają specyficzne dla torfowisk gatunki roślin i zwierząt. Roślinność zmienia się w kierunku zbiorowisk uproszczonych. Przesuszony torf kurczy się, zagęszcza, degraduje i rozkłada. Uruchomieniu ulegają biogeny: w wodzie odpływającej z torfowiska wzrasta ilość fosforu i azotu oraz rozpuszczonego węgla organicznego; wywiera to negatywny wpływ na rzeki i jeziora, do których trafia ta woda. Większość zmian jest nieodwracalnych. Dzięki ponownemu nawodnieniu torfowiska można jednak przerwać, a przynajmniej spowolnić, bieg tych negatywnych procesów. Niekiedy może być to wstęp do powrotu bagiennych roślinności – choć często innej niż pierwotna. Jeżeli odtworzenie uwodnienia się uda, może znów powstać bagno – zwykle nie takie samo, jak było, ale ponownie dostarczające podobnych usług ekosystemowych.



Torfowiska muszą być mokre, aby mogły funkcjonować i dostarczać usług ekosystemowych (wiązać węgiel, retencjonować wodę). Jeżeli są przesuszone, to jedyną szansą przynajmniej częściowego przywrócenia odpowiednich usług jest ponowne nawodnienie. Fot. Paweł Pawlaczyk

Specyficzna flora i fauna torfowisk jest dostosowana do warunków bagiennych i od nich zależna. Przywrócenie osuszonym torfowiskom roli ostoi różnorodności biologicznej, w tym ostoi zagrożonych gatunków, wymaga przywrócenia warunków bagiennych. W skali krajobrazu zdrowe, czyli mokre torfowiska mają kluczowe znaczenie nie tylko dla przyrody ożywionej, ale przede wszystkim dla krążenia i retencji wody. Ich obecność często decyduje o wrażeniu, jakie sprawia na nas krajobraz.

W Polsce: z torfowiskami jest związana plejada gatunków rzadkich i chronionych, ale także liczne gatunki pospolitsze lecz charyzmatyczne. Nie będzie rehotu żab, klanku żurawi ani kwitnących kaczeńców bez nasyconych wodą torfowisk i innych terenów podmokłych w krajobrazie (będzie też pewnie mniej komarów, ale to z kolei doprowadzi do mniejszej liczby ptaków).

Na Litwie: ponad jedna trzecia (77 gatunków) spośród 219 gatunków roślin objętych ochroną prawną i opisanych w „Litewskiej Czerwonej Księdze” (Rašomavičius, 2021) występuje na litewskich torfowiskach, łąkach bagiennych i w lasach bagiennych. Odsetek chronionych mchów jest jeszcze wyższy – 25 z 52 chronionych gatunków występuje na torfowiskach i w związanych z nimi siedliskach przyrodniczych. Siedliska podmokłe są domem dla rzadkich i chronionych ptaków, takich jak bekas *Gallinago media*, cietrzew *Lyrurus tetrix*, rycyk *Limosa limosa*, siewka złota *Pluvialis apricaria*, kszczyk *Gallinago gallinago*, łączak *Tringa glareola*, kulik wielki *Numenius arquata*. Rozległe tereny podmokłe

są również domem dla najrzadszego ptaka wróblowego Europy – wodniczki *Acrocephalus paludicola*.

Na Islandii: różnorodność flory i fauny, która przyciąga turystów, może zniknąć, jeśli zabraknie zdrowych torfowisk. Dziś Islandia odpowiada za znaczny odsetek populacji lęgowych wielu ptaków wodno-błotnych, których siedliska uległy degradacji gdzie indziej na świecie. Spośród monitorowanych populacji tych ptaków, aż 48% wykazuje negatywny trend, a jedynie 16% rośnie. Otwarte mokradła subarktyczne, występujące na Islandii, są rzadkie w skali globalnej i wymagają ochrony (Gunnarsson, 2020). Zatrzymanie ich degradacji pozwoliłoby zachować atrakcyjny krajobraz wyspy i mogłoby zapobiec spadkom populacji ptaków.

Ponowne nawodnienie osuszonych torfowisk jest także istotnym przyczynkiem do złagodzenia emisji gazów cieplarnianych – a w konsekwencji do złagodzenia zmiany klimatu. Naturalne torfowisko jest pochłaniaczem CO₂ i – mimo pewnej emisji metanu CH₄ – pochłaniaczem netto gazów cieplarnianych. Odwodnione torfowiska stają się silnymi emiterami CO₂, uwalnianego z rozkładającego się torfu. Łączna emisja gazów cieplarnianych z przesuszonych torfowisk wynosi do 20–30 ton ekwiwalentu CO₂ rocznie na hektar – tym więcej, im głębsze jest przesuszenie. Jedynym sposobem zatrzymania rozkładu torfu i emisji gazów cieplarnianych jest stałe utrzymywanie torfu nasyconego wodą, co można osiągnąć tylko poprzez ponowne nawodnienie. W skali globalnej utrzymanie torfowisk nasyconych wodą oraz ponowne nawodnianie osuszonych, stanowi istotną i konieczną część wysiłków podejmowanych w celu łagodzenia zmiany klimatu (Joosten i in., 2016). Jeśli poważnie chcemy ograniczyć zakres zmiany klimatu i jeśli faktycznie spełnić cel paryski (utrzymać ocieplenie klimatu < 2°C), musimy do 2050 r. ponownie nawodnić wszystkie osuszone torfowiska na całym świecie, co oznacza, że w skali globalnej każdego roku potrzebujemy ponownie nawodnić 2 miliony hektarów.

Ponowne nawodnienie torfowisk skutecznie zatrzymuje emisję CO₂, ale jednocześnie przywraca emisję metanu (CH₄). Zarządzając torfowiskami w kontekście emisji trzeba więc wybierać między emisjami z osuszonych torfowisk a emisjami CH₄ z ponownie nawodnionych. Generalnie w przypadku nawodnienia efekt redukcji emisji CO₂ przeważa. Ze względu na odmienne zachowanie się CO₂ i CH₄ w atmosferze, im szybciej nawodnimy torfowiska, tym lepiej: symulacje pokazują, że z punktu widzenia ochrony klimatu powinniśmy koniecznie nawodnić wszystkie torfowiska już teraz, nie odkładając działań na później (Günther i in., 2020).

Torfowiska odwadniano głównie na potrzeby rolnictwa. Jednak przesuszone torfowiska nie gwarantują, że użytkowanie rolne będzie możliwe stale. Rozkład torfu prowadzi zwykle do pogorszenia właściwości gleby, zwłaszcza jej zdolności magazynowania wody. W wyniku kompaktacji torfu powierzchnia suchych torfowisk zapada się i obniża – może prowadzić to do zalewania powierzchni, co z kolei skłania rolników do kopania coraz głębszych rowów.

W większości przypadków korzyści ekologiczne wynikające z ponownego nawodniania osuszonych mokradł występują synergicznie, tzn. redukcji emisji gazów cieplarnianych towarzyszy wzrost wartości przyrodniczych, różnorodności biologicznej i innych usług ekosystemowych, takich jak retencja wody. Oczywiście korzyści te zwykle nie idą w parze z użytkowaniem gospodarczym (zazwyczaj po nawodnieniu nie można kontynuować dotychczasowych form użytkowania, choć niektóre formy tzw. paludikultury nadal mogą przynosić korzyści ekonomiczne). Jednak korzyści ekologiczne przeważają nad stratami ekonomicznymi (Jabłońska i in., 2021; Stachowicz i in., 2022).

Wyjątkiem od ogólnej synergii korzyści z nawadniania torfowisk mogą być ekosystemy półnaturalne na glebach torfowych, takie jak wilgotne łąki i pastwiska. Zarówno w Polsce, jak i na Litwie są one szeroko rozpowszechnione. Stanowią siedlisko określonych

gatunków roślin i zwierząt, w szczególności niektórych zagrożonych gatunków ptaków. Aby zachować tę różnorodność, takie ekosystemy powinny być przez większość czasu mokre, a przynajmniej w niektórych okresach roku na tyle suche, by umożliwić koszenie lub wypas zwierząt. Biorąc pod uwagę interes różnorodności biologicznej i rolnictwa, często proponuje się wówczas tylko częściowe nawodnienie, czyli podwyższenie poziomu wody – ale tylko w niektórych okresach roku i nie do poziomu właściwego dla naturalnego torfowiska. Takie podejście jest sprzeczne z potrzebą zahamowania emisji gazów cieplarnianych, do czego niezbędne jest pełne nawodnienie. Nawet w takich przypadkach, każde podniesienie poziomu wody skutkuje jednak pewnym zmniejszeniem emisji, a tego typu kompromis może być akceptowalny dla wszystkich zainteresowanych stron, w tym właścicieli gruntów – rolników.

W Unii Europejskiej w 2024 r. weszły w życie regulacje prawne dotyczące odbudowy zasobów przyrodniczych⁸, a ponowne nawodnienie przynajmniej części osuszonych torfowisk wykorzystywanych w rolnictwie stało się obowiązkiem każdego państwa członkowskiego. Zgodnie z art. 11 (4) rozporządzenia NRL, państwa członkowskie *wprowadzają środki mające na celu przywrócenie gleb organicznych wykorzystywanych w rolnictwie będących osuszonymi torfowiskami*. W ramach tych środków, do 2030 r. ponowne nawodnienie ma zostać przeprowadzone na co najmniej 7,5% krajowej powierzchni osuszonych torfowisk użytkowanych rolniczo, do 2040 r. na 13,3%, a do 2050 r. na 16,7%. Ponowne nawodnienie miejsc dawnego wydobycia torfu może zostać zaliczone na poczet realizacji tych celów, podobnie jak ponowne nawodnienie osuszonych torfowisk użytkowanych w sposób inny niż rolniczy, jednak do poziomu nie większego niż 40% celu. Ponowne nawadnianie torfowisk *ma przyczyniać się do redukcji emisji netto gazów cieplarnianych i zwiększenia różnorodności biologicznej, przy jednoczesnym uwzględnieniu uwarunkowań krajowych i lokalnych*. W należycie uzasadnionych przypadkach państwo członkowskie może ograniczyć zakres ponownego nawadniania torfowisk rolniczych, jeżeli miałyby ono znaczący negatywny wpływ na infrastrukturę, budynki, przystosowanie się do zmiany klimatu lub inne interesy publiczne. Dodatkowo, art. 4 rozporządzenia NRL wymaga odtworzenia dobrego stanu siedlisk przyrodniczych – a dla torfowisk koniecznym do tego warunkiem jest przywrócenie naturalnego uwodnienia. Wynikające z tego wymogu potrzeby ponownego nawodnienia mogą być znacznie większe, niż cele które stawia art. 11.

Obowiązki państw członkowskich względem ponownego nawadniania osuszonych torfowisk nie oznaczają, że rolnicy i inni prywatni właściciele mają obowiązek zabagnienia swoich gruntów. Pozostaje to dobrowolne. To państwa członkowskie mają stworzyć instrumenty, które sprawią, że ponowne nawodnianie osuszonych torfowisk stanie się atrakcyjną opcją dla rolników i innych właścicieli gruntów.

⁸ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1991 z dnia 24 czerwca 2024 r. w sprawie odbudowy zasobów przyrodniczych – czyli tzw. rozporządzenie NRL.

2. Wstępne rozpoznanie torfowiska

2.1. Co należy zbadać przed zaplanowaniem ponownego nawodnienia torfowiska?

Doświadczenia polskie

Podstawowa zasada przywracania uwodnienia jest dość prosta: należy zablokować każdy sztuczny odpływ wody z osuszonego torfowiska. Jednak w wielu przypadkach, zwłaszcza na torfowiskach bardziej zdegradowanych, nawet zablokowanie wszystkich istniejących dziś odpływów nie wystarczy, aby odtworzyć naturalne warunki wodne. Wzięcie pod uwagę różnych szczegółów dotyczących ekohydrologii torfowiska może poprawić skuteczność nawodnienia. W szczególności, do oszacowania wykonalności przywrócenia uwodnienia i potencjalnych korzyści, jest konieczne dobre zrozumienie geoekosystemu torfowiska, jego pierwotnego i aktualnego funkcjonowania w krajobrazie, historii i degradacji. Staje się to szczególnie ważne, gdy celem jest nie tylko ponowne nawodnienie, ale także przynajmniej częściowa odbudowa ekosystemu, usług ekosystemowych lub związanej z nimi różnorodności biologicznej.

Ze względu na duże zróżnicowanie ekohydrologii polskich torfowisk, oraz na silną degradację większości z nich, odtworzenie uwodnienia i renaturyzacja zwykle wymaga na wstępie dużo wysiłku, w celu zrozumienia jak funkcjonował naturalny ekosystem, i jakim zmianom uległ. Konieczne jest poznanie ogólnego kontekstu krążenia wody w krajobrazie. Zwykle istotne są następujące informacje:

Położenie w krajobrazie: Wstępne informacje, jak torfowisko jest zlokalizowane w stosunku do struktur geomorfologicznych i innych torfowisk, są niezbędne do zrozumienia szerszego kontekstu jego funkcjonowania i zaopatrzenia w wodę. Czy znajduje się w bocznej odnodze doliny? W skrzydle doliny? A może w centralnej jej części? Na zboczu? Na dziale wodnym? Nad ciekim lub jeziorem? Czy towarzyszą mu wzniesienia mineralne, które potencjalnie mogą pełnić rolę okien hydrologicznych? Czy torfowisko jest lub było elementem większego kompleksu torfowego, np. wypełniającego dolinę? Czy jest lub było częścią ciągu torfowisk różnych typów, np. w obrębie jednej rynny? Jak powierzchnia torfowiska zmieniła się na skutek jego osuszania i degradacji? Jaka była pierwotna powierzchnia, a jaka jest obecnie? Jak zmienił się drenaż torfowiska przez lokalne ciekę; czy ciekę ulegają pogłębieniu wskutek erozji dna, czy też są regularnie pogłębiane w ramach działań utrzymaniowych („odmulanie”)?

Na przykład torfowiska źródłiskowe są bardzo podatne na erozję – bądź naturalną, bądź przyspieszoną przez pogłębienie i odmulanie cieków. W konsekwencji ich efektywne odtworzenie jest trudniejsze, a nawet niemożliwe. Torfowiska położone na brzegach jezior lub rzek często utrzymują wysokie uwodnienie, wspierane przez poziom wody w akwencie, co pozwala na minimalizację procesów rozkładu i ciągłą akumulację torfu w stale uwodnionej warstwie powierzchniowej.

Warto sprawdzić ogólną dostępność wody w krajobrazie: czy pierwotne źródła zasilania krajobrazu w wodę są nadal aktywne? Jaki jest ogólny obecny bilans hydrologiczny (opady vs. parowanie i transpiracja), w szczególności biorąc pod uwagę zmianę klimatu? Skąd można wziąć wodę, by nawodnić konkretne osuszone torfowiska? Jaka jest aktualna dostępność wody w ciągu roku; czy istnieje ryzyko długich okresów suszy? Danych o klimacie lokalnym nie należy czerpać ze starszej literatury, lecz trzeba – ze względu na zachodzące zmiany – korzystać z najnowszych danych i na ich podstawie obliczać

wskaźniki klimatyczne. W Polsce dane pogodowe rejestrowane przez stacje meteorologiczne są ogólnodostępne i bezpłatne (danepubliczne.imgw.pl), jednak publikowane są w układzie nieprzyjaznym dla użytkownika – jako zestawienia danych z całej Polski dla poszczególnych lat i miesięcy obserwacji.

Topografia powierzchni, rowy: Kształt powierzchni torfowiska (np. płaska lub pochyła, możliwe występowanie struktur kopułowych, wystających spod torfu wzniesień mineralnych) stanowi ważną przesłankę do wnioskowania o genezie, zasilaniu w wodę i funkcjonowaniu torfowiska. Identyfikacja rowów jest podstawowym źródłem informacji przy planowaniu działań ochronnych. Dane takie można zgromadzić penetrując i obserwując powierzchnię torfowiska, a w dokładniejszej formie – mierząc geodezyjnie rzędne powierzchni. Obecnie bardzo pomocnym i łatwo dostępnym materiałem jest tzw. numeryczny model terenu, bazujący na danych pochodzących z lotniczego skanowania laserowego (LIDAR). Dane takie w Polsce są dostępne bezpłatnie do pobrania w Internecie (www.geoportal.gov.pl) i można je przeglądać przy pomocy powszechnie dostępnych, bezpłatnych programów GIS (np. QGIS). Możemy wyświetlić „mapę hipsometryczną” powierzchni torfowiska, która zazwyczaj dobrze uwidacznia rowy i bruzdy, a także pokazuje różnice wysokości sięgające nawet kilku centymetrów. Aktualnie istnieje wiele innych algorytmów wizualizujących teren, przydatnych do zrozumienia topografii, wyszukiwania rowów, oceny kierunków potencjalnego spływu wód powierzchniowych (na przykład: Hillshade, Slope, Visualization for Archaeological Topography – VAT).

Budowa geologiczna torfowiska: Miąższość i wzajemne położenie warstw torfu utworzonych przez różne rośliny ujawnia historię powstania i rozwoju torfowiska. Badanie wykonuje się poprzez wiercenie specjalnym świdrem torfowym, które wydobywa w odcinkach rdzeń torfu. Na podstawie pozostałości roślin, specjalista jest w stanie odtworzyć skład botaniczny torfu z różnych głębokości, interpretując na tej podstawie historię zmian roślinności torfotwórczej. Przy założeniu, że wymagania ekologiczne poszczególnych zbiorowisk roślinnych pozostają niezmiennie, można wnioskować o zmieniających się warunkach wodnych lub klimatycznych. Możliwe, choć rzadziej stosowane, jest bezwzględne datowanie wybranych próbek torfu za pomocą analizy C_{14} . Najczęściej wykonuje się kilka wierceń, ułożonych w transekty, co pozwala na wykonanie przekrojów obrazujących strukturę torfowiska. Specjaliści są w stanie w materiale z wiercenia przeanalizować wiele innych informacji – np. szczątki ameb skorupkowych *Testacea* dobrze obrazują dawne warunki ekologiczne, w szczególności uwodnienie; a zachowane w torfie pyłki roślin dokumentują historię zmian roślinności wokół torfowiska.

Odwierty torfowe pozwolą ustalić, czy torfowisko ma pochodzenie paludyfikacyjne (warstwy torfu leżące bezpośrednio na utworach mineralnych, np. na piasku), czy pojezierne (warstwy torfu na gytii) oraz czy zatorfienie jest młode (cienka warstwa torfu na gytii), czy też trwa od dawna (grube warstwy torfu). Ujawnią obecność tufów i martwic wapiennych. Porównanie roślinności dawnej i współczesnej pozwoli na wyciągnięcie wniosków na temat naturalności torfowiska (zmiany mogą być wynikiem naturalnej sukcesji, ale duża rozbieżność między obecną roślinnością a sekwencją udokumentowaną w torfie jest zwykle wynikiem świeżych przekształceń antropogenicznych). Profil pokaże, czy w dawnych czasach torfowisko było porośnięte drzewami i krzewami, a zatem czy obecne występowanie drzew i krzewów jest stanem naturalnym, powtarzającym się epizodem, czy skutkiem świeżych, antropogenicznych przekształceń.

Ocena stanu torfu (stopnia jego rozkładu) jest bardzo istotna przy planowaniu ponownego nawadniania. Im mniej rozłożony jest torf, tym większa jest jego pojemność wodna i możliwości podsiąku kapilarnego – tym więcej możemy osiągnąć przez ponowne nawodnienie i tym bardziej przewidywalne będą jego efekty. W szczególności należy zawsze sprawdzić stan wierzchniej warstwy torfu. Jeśli torf jest nadal dobrze zachowany,

szanse na przywrócenie pierwotnej roślinności torfowiska są większe. Jeśli powierzchniowe warstwy są nieodwracalnie zmurszałe, po ponownym nawodnieniu torfowiska (o ile jest to w ogóle wykonalne) można spodziewać się raczej rozwoju roślinności eutroficznej, a nie przywrócenia pierwotnej roślinności torfowiskowej.

Warto jednak sprawdzić nie tylko warstwę przypowierzchniową, ale i głębsze warstwy torfu. Ocenę można prowadzić bezpośrednio w trakcie prac terenowych (przeglądając na miejscu próbki wyciągane z odwiertów), albo – dokładniej – pobierając próbki w terenie, a analizując je w laboratorium.



Pobór próbek torfu, do którego wykorzystuje się ręczne świdry torfowe, to standardowa i niezbędna metoda, pozwalająca na poznanie zarówno historii torfowiska, jak i jego obecnego stanu. Fot. Paweł Pawlaczek

Najnowsza historia torfowiska: Historia zmian w wyglądzie torfowiska (w szczególności zarastanie drzewami i krzewami, formy użytkowania, ewentualne melioracje) stanowi bardzo ważny element wiedzy niezbędnej do jego ochrony. Źródłem ustaleń mogą być wywiady z lokalnymi mieszkańcami i użytkownikami torfowiska. Dobrym źródłem są stare mapy topograficzne, dostępne zazwyczaj od końca XIX w. (indeksy i zasoby map łatwo znaleźć w Internecie), choć ich prawidłowa interpretacja wymaga znajomości niuansów historii sztuki kartograficznej. Bardzo przydatne są historyczne ortofotomapy i zdjęcia lotnicze. Popularny program Google Earth ma suwak czasu, który umożliwia dostęp do historycznej mapy, ale dostępne zakresy czasowe są różne. Historyczne ortofotomapy z ostatnich kilkunastu lat są dostępne w Geoportalu (www.geoportal.gov.pl). Większą kolekcję archiwalnych zdjęć lotniczych, pochodzących przeważnie z lat 50. ubiegłego wieku, udostępnia odpłatnie Główny Urząd Geodezji i Kartografii (www.gugik.gov.pl), a ceny zakupu nie są wysokie. Czasami można znaleźć nawet starsze zdjęcia lotnicze, a także archiwalne zdjęcia naziemne, które mogą okazać się bardzo pomocne.

Materiały te pokażą, jak i jak szybko zmieniała się roślinność torfowiskowa, a przynajmniej jej fizjonomia, na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat – np. kiedy i jak szybko torfowisko zarosło drzewami i krzewami (szybkie zarastanie zazwyczaj jest przesłanką potrzeby usuwania drzew i krzewów, podczas gdy stabilne pokrycie drzewami może wskazywać, że takie zabiegi są zbędne). Użytkowanie kośne w niedalekiej przeszłości może skłaniać do rozważania, czy dla ochrony różnorodności biologicznej obiektu nie warto go przywrócić. Czasami można określić, kiedy wykopano rowy odwadniające (w przypadku rowów wykonanych stosunkowo niedawno, korzyści przyrodnicze z ich zablokowania będą zapewne wyższe).

Warunki ekohydrologiczne: Punktem wyjścia powinna być dokładna penetracja torfowiska i obserwacja wody – skąd wypływa, gdzie się pojawia, dokąd i jak szybko odpływa. Czasami nawet konkretne aspekty fizykochemiczne (osadzanie wapnia lub żelaza) można zarejestrować wizualnie. Nie wystarczy jednak przeprowadzenie takiej obserwacji

tylko raz. Obiekt trzeba odwiedzać w różnych porach roku, a także np. w okresach deszczowych i suchych. Dobrym punktem wyjścia są „mapy wód powierzchniowych”. Mogą to być proste mapy przedstawiające podstawowe obserwacje (jakie części terenu są zalane, podmokłe lub mokre, gdzie znajduje się woda w rowach i w jakim kierunku płynie), ale oparte na dobrej penetracji terenu w różnych okresach. Badanie można przeprowadzić tradycyjną „metodą marszrutową” (penetrując torfowisko pieszo), pomocne może być też wykorzystanie innych technologii, np. zdjęć wykonywanych z drona (UAV).

W ten sposób często można zauważyć zasilanie wodami podziemnymi (o czym świadczą widoczne źródła, woda stale wysiłekająca z podciętych skłonów torfowisk i skarp rowów, obfite odpływy z niewielkich torfowisk, a także stałość tych zjawisk w ciągu roku i w różnych warunkach atmosferycznych). Można przede wszystkim ustalić, które rowy najsilniej odwadniają torfowisko i tym samym stanowią dla niego największe zagrożenie.

Inwentaryzacja rowów oraz istniejących przegród i zastawek jest niezbędną częścią wstępnego rozpoznania hydrologicznego. Do przeprowadzenia takiej inwentaryzacji przydatne mogą być mapy topograficzne i wizualizacje topografii terenu (patrz powyżej), jednak zazwyczaj konieczne są obserwacje terenowe. Mimo że w Polsce istnieje oficjalny rejestr rowów i innych urządzeń wodnych, dane w nim zawarte nie zawsze są wiarygodne i aktualne, dlatego zawsze konieczna jest ich kontrola w terenie.

Dane meteorologiczne dotyczące temperatury i opadów, a także dane hydrologiczne dotyczące poziomu wody w rzekach są przydatne przy interpretacji wyników badań wód w terenie. W celu pozyskania danych meteorologicznych można założyć własną stację meteorologiczną⁹ i rejestratory stanu wody, albo wykorzystać dane z najbliższej stacji krajowej sieci obserwacji meteorologicznych i hydrologicznych, dostępne w Polsce pod adresem: dane.imgw.pl/data/dane_pomiarowo_obserwacyjne.

Monitorowanie poziomu wody w torfie jest źródłem informacji bardzo ważnych dla diagnozy stanu torfowiska. Wykonuje się ją w specjalnie do tego celu wykonanych studzienkach obserwacyjnych – najczęściej mających postać rury PCV wpuszczonej w torf, uszczelnionej u dołu i perforowanej na odpowiedniej głębokości. Po ustabilizowaniu się poziomu wody w rurze, dokonuje się pomiaru jej głębokości w stosunku do powierzchni torfowiska. Pomiar ręczny jest oczywiście możliwy, jednak obecnie dość powszechne jest stosowanie czujników/rejestratorów, tzw. diverów, które automatycznie rejestrują zmiany ciśnienia w słupie wody w zadanych odstępach czasu (np. raz na dobę) – wówczas wystarczy odczytywać zebrane dane co kilka miesięcy lub nawet raz na rok. Zwykle obserwacje prowadzi się w kilku lub kilkunastu studzienkach obserwacyjnych na torfowisku, przez co najmniej jeden rok hydrologiczny (od początku listopada do końca października). Czasami wykonuje się dwa otwory w jednym miejscu, z filtracją na różnych głębokościach: poziom wody w nich ustalony zazwyczaj nie będzie taki sam, co może wiele powiedzieć o możliwym zasilaniu z wód podziemnych. Czasami przy pomocy takich studzienek można wykryć nawet wody artezyjskie lub subartezyjskie. Dane zbierane w interwale dobowym lub mniejszym są bardzo cenne, gdyż pokazują stabilność uwodnienia – cechę bardzo ważną przy ocenie „stanu zdrowia” torfowiska. Długie serie pomiarów mogą dostarczyć interesujących informacji na temat reakcji uwodnienia torfowiska na różne wartości opadów i temperatur w kolejnych latach.

Pomiary właściwości fizykochemicznych wody dostarczą kolejnych cennych informacji. Podstawowe parametry, które można szybko zmierzyć w terenie za pomocą odpowiedniego miernika, to temperatura, odczyn (pH) i przewodność elektryczna (zależna od

⁹ Zasilana bateryjnie stacja obejmuje rejestrator danych z czujnikami opadu i temperatury. Można ją zainstalować w dowolnym miejscu (choć warto uwzględnić ryzyko wandalizmu lub kradzieży), wymagającą odczytu danych i wymiany baterii około dwa razy do roku.

ilości rozpuszczonych jonów). Niska temperatura wody, stabilna przez cały rok, może wskazywać na jej podziemne pochodzenie. Kwaśny odczyn może wskazywać na procesy zakwaszenia, lekko kwaśny odczyn wskazuje na wodę deszczową, a odczyn zasadowy może wskazywać na wodę podziemną bogatą w wapń. Przewodność rzędu kilkudziesięciu $\mu\text{S}/\text{cm}$ jest charakterystyczna dla miękkiej wody deszczowej, natomiast wartości powyżej 400–500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wskazują na silną mineralizację. Istotne są wartości tych parametrów w różnych miejscach torfowiska: w wodzie odpływowej, w wodzie w rowach, w wodzie powierzchniowej, w kałużach i rozlewiskach, w wodzie z głębszych warstw, zbierającej się w studzienkach obserwacyjnych zafiltrowanych na różnych głębokościach. Prawidłowa interpretacja wyników przyczynia się do zrozumienia zasilania torfowiska w wodę. Należy pamiętać, że stojąca woda na powierzchni torfowiska może mieć pochodzenie opadowe i jej cechy nie zawsze mogą być miarodajne dla ekologicznych cech torfowiska. Dlatego bardziej przydatne są pomiary w studzienkach obserwacyjnych filtrowanych w torfie.

Bardziej zaawansowane analizy wody mogą dostarczyć jeszcze więcej informacji, zazwyczaj jednak wymagają pobrania próbek i wykonania analiz laboratoryjnych. W przypadku torfowisk alkalicznych szczególnie ważna jest ilość jonów wapnia i magnezu, a także zawartość potencjalnych składników odżywczych: azotu, fosforu i potasu oraz zawartość żelaza i glinu. Czasami parametry te mogą okazać się konieczne do wybrania właściwej metody ochrony.

Obecność większych ilości fosforu w zdegradowanym torfie lub żelaza w wodzie zasilającej (często widoczna jako osady żelaza) jest raczej niekorzystnym sygnałem. Wskazuje to na wysokie ryzyko eutrofizacji roślinności po ponownym nawodnieniu.

Rozpoznanie ekohydrologiczne można rozszerzyć na wiele sposobów, z których każdy dostarcza informacji pomocnych w jak najlepszym zaplanowaniu ochrony. W idealnym przypadku rozpoznanie powinno wykraczać poza samo torfowisko i obejmować kontekst krajobrazowy, co wymaga przeprowadzenia pomiarów wód gruntowych również na szerokim obszarze otaczającym torfowisko. Profile temperatury wód gruntowych na różnych głębokościach mogą wiele powiedzieć o intensywności zasilania wodami gruntowymi (Grootjans i in., 2006). Podobne wnioski można wysnuć z zawartości jonów siarczanowych i wapniowych w wodzie gruntowej (Wołejko i Grootjans, 2004). Możliwość odkładania się tufów można sprawdzić eksperymentalnie, umieszczając szkiełka mikroskopowe w płynącej wodzie na okres około miesiąca, a następnie analizując wytrącony na nich osad (Grootjans i in., 2015).

Bardzo ważną informacją dla torfowisk zasilanych wodami podziemnymi jest identyfikacja tzw. obszaru zasilania, czyli obszaru, z którego pochodzą wody w warstwach podziemnych, zasilających torfowisko. Informacja ta jest potrzebna, gdyż wskazuje obszar, w którym np. zanieczyszczenia wód podziemnych lub ich pobory mogą mieć duży wpływ na torfowisko. Nie ma jednak realistycznych metod pozwalających na dokładną identyfikację obszaru zasilania, można jedynie domniemywać jego granice na podstawie dokładnej mapy geologicznej terenu (w tym sekwencji formacji przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych) i jego topografii.



Mapa wód i zalewów powierzchniowych – podstawowe narzędzie do rozpoznawania stosunków wodnych. Za: Cieśliński i in. (2022).

Flora: Rzadkie i zagrożone gatunki roślin stanowią często cenny walor przyrodniczy torfowiska, dlatego dobre rozpoznanie flory jest szczególnie wskazane. Wymaga to dostatecznie szczegółowej penetracji torfowiska przez odpowiedniego eksperta. Optymalnie jest powtarzać takie badania przynajmniej kilka razy w roku, a także powtarzać je w różnych latach. Niektóre gatunki roślin naczyniowych – takie jak skalnica torfowiskowa *Saxifraga hirculus* na torfowiskach alkalicznych lub wetnianka alpejska *Trichophorum caespitosum* na wysokich torfowiskach atlantyckich – zaskakująco trudno zauważyć, gdy nie kwitną. Wiele gatunków storczyków, w tym *Liparis loeselii*, pojawia się w kolejnych latach w bardzo zróżnicowanej liczebności. Najlepszymi gatunkami wskaźnikowymi na torfowiskach są często gatunki mchów, a nie rośliny naczyniowe. Dlatego ważne jest, aby ekspert botanik przeprowadzający diagnozę posiadał odpowiednie umiejętności i doświadczenie także w zakresie mchów. Badania brioflory wymagają skupienia i czasu, pochylania się i dokładnego przeglądania roślinności zielnej, a zauważenie drobnych gatunków mchów wymaga dużego doświadczenia.

Czasami flora poszczególnych obiektów może być zaskakująco stabilna, czego dowodem są przypadki, w których pewne cenne gatunki znajdujemy dziś dokładnie w tych samych miejscach, w których opisywano je w XIX w. Zdarzają się jednak przypadki szybkich zmian – zarówno zanikania, jak i ekspansji gatunków. Praktyka wskazuje, że nawet na stanowiskach teoretycznie dobrze przebadanych i wielokrotnie penetrowanych przez botaników, można znaleźć osobiowości florystyczne, których wcześniej nie znaleziono.

Roślinność: Opis zbiorowisk roślinnych torfowiska oraz mapa roślinności to podstawowe sposoby komunikacji naukowej i porządkowania informacji o obiekcie. Ważne jest, by zróżnicowanie roślinności opisywać zgodnie ze współczesnymi, a nie archaicznym ujęciami fitosocjologicznymi. Aby sporządzić mapę roślinności, konieczne jest szczegółowe

kartowanie terenowe przez odpowiedniego eksperta: tylko w ten sposób można zidentyfikować, opisać i udokumentować zbiorowiska roślinne za pomocą zdjęć fitosocjologicznych. Aby określić zasięg poszczególnych zbiorowisk, pomocne może okazać się wykorzystanie aktualnej ortofotomapy, bądź zaczerpniętej ze źródeł publicznych (np. www.geoportal.gov.pl), bądź złożonej ze zdjęć samodzielnie wykonanych np. z drona. Należy pamiętać, że różnorodność roślinności może być zamaskowana obecnością i dominacją np. trzcin czy turzyc – kartowanie roślinności wymaga uwzględnienia całego składu gatunkowego zbiorowiska, a nie tylko dominantów.

Roślinność torfowiska może być bardzo stabilna, ale zdarzają się przypadki istotnych zmian nawet w ciągu 3–5 lat, np. silna ekspansja niektórych gatunków szuwarowych, skutkująca zanikiem istniejących wcześniej zbiorowisk.

Mapę roślinności można przekształcić w mapę jednostek GEST, przydatną do oszacowania bilansu gazów cieplarnianych na większych torfowiskach (zob. dalej).

Fauna: Torfowiska mogą być istotnymi siedliskami ptaków (np. żuraw *Grus grus*, bekasowate *Scolopacidae*) lub płazów. Bardzo cenna może być na niektórych obiektach fauna bezkręgowców. Osobliwości fauny należy szukać głównie w grupie chrząszczy, zwłaszcza *Staphylinidae*. Ponieważ fauna bezkręgowców polskich torfowisk jest na ogół słabo rozpoznana, często już samo wejście odpowiedniego eksperta na lepiej zachowane torfowisko, skutkuje odkryciem nowych stanowisk rzadkich i cennych gatunków.

Bardzo cenne bezkręgowce mogą być również związane z wyływami wód podziemnych, często występującymi w obrębie lub w pobliżu torfowisk alkalicznych. Szczególną uwagę należy zwrócić na chrzączki *Trichoptera*, wodopójki *Hydracarina* i chrząszcze *Coeloptera*.

Nierzadko torfowiska są siedliskami cennych, rzadkich i chronionych gatunków motyli. Zazwyczaj zależą one od swoich roślin żywicielskich, a nie od samego torfowiska. Na turzycach występuje bardzo rzadki strzępotek edypus *Coenonympha oedippus* (w Polsce znane są trzy stanowiska – jedynie na torfowiskach alkalicznych). Z borówką bagienną związany jest modraszek bagniczek *Plebejus optilete*. Czerwończyk nieparek *Lycaena dispar*, występujący na szczawiu, jest w Polsce wciąż stosunkowo powszechny, a szanse na znalezienie go na przeciętnym torfowisku alkalicznym są dość duże.

Osobliwości można odnaleźć także wśród fauny ważek, które szczególnie często zdarza się spotkać w rowach i przy matych zbiorniczkach wodnych na torfowiskach. Nieraz na polskich torfowiskach można spotkać zalotkę większą *Leucorrhinia pectoralis*. Obrzeża pła na jeziorach dystroficznych są typowym siedliskiem iglicy matej *Nehalennia speciosa*.

Występowanie rzadkich i zagrożonych gatunków ślimaków stosunkowo często wiąże się z torfowiskami niskimi. Spotykane są m.in. wymienione w Załączniku II Dyrektywy Siedliskowej (Dyrektywa 1992) poczwarówki: zwężona *Vertigo angustior* i jajowata *Vertigo moulinsiana* (Książkiewicz, 2010).

Elementy kulturowe: Na niektórych torfowiskach lub w ich otoczeniu znajdują się zabytki techniki, np. dawne urządzenia do poboru wody. Z niektórych źródeł wodę pobierano i pompowano przy użyciu tzw. tarana hydraulicznego. Niektóre zastawki na rowach i jazy na ciekach mogą również być zabytkami techniki. W torfie mogły zachować się pozostałości starych drewnianych dróg i pomostów. Pewne pozostałości dawnej eksploatacji torfu (wyróbiska, groble, kolejki techniczne) – choć działalność ta niszczyła torfowiska – można uznać za część dziedzictwa kulturowego (czasem takie pamiątki dawnego przemysłu torfowego są eksponowane jako atrakcja turystyczna). Z niektórymi torfowiskami, młakami i źródłami związane są wartości kultury niematerialnej w postaci tradycyjnych

nazw miejsc (w Polsce północnej i zachodniej warto poszukać dawnych nazw niemieckich), lokalnej historii i podań ludowych.

Rozpoznając torfowisko przed podjęciem działań w kierunku jego ochrony lub renaturyzacji, warto zastanowić się, czy wstępne rozpoznanie będzie jednocześnie punktem wyjścia do dalszego monitoringu. Jest to możliwe, ale zazwyczaj stwarza dodatkowe wymagania metodyczne, np. co do rozmieszczenia punktów badawczych, trwałego oznaczenia miejsc obserwacji przewidywanych do powtarzania w przyszłości, bardzo dokładnej lokalizacji wszystkich dokonywanych obserwacji.

Doświadczenia litewskie

W zakresie analizy informacji niezbędnej przed przystąpieniem do planowania renaturyzacji torfowisk, Litwa kieruje się zasadami zbliżonymi do obowiązujących w Polsce. Do badania topografii powierzchni powszechnie wykorzystuje się dane uzyskane za pomocą skanowania laserowego (LIDAR), które dostępne są na interaktywnej mapie www.geo-portal.lt/map. Portal zawiera również ortofotomapy z ostatnich kilku lat, które są bardzo przydatne do badania zmian użytkowania gruntów. Natomiast w przypadku starszych map (w tym ortofotomap) zaleca się sprawdzenie dostępnych danych kartograficznych w krajowym archiwum centralnym. Badanie parametrów rowów melioracyjnych odbywa się zazwyczaj podczas prac terenowych, jednak niektóre torfowiska mogą być objęte oficjalnym katastrzem melioracyjnym, który zawiera dokładne informacje na temat głównych parametrów hydrologicznych. Dane meteorologiczne są bardzo ważne podczas tworzenia modeli ponownego nawodnienia i analizy wyników monitoringu hydrologicznego. Uwzględnia się dzienne sumy opadów i średnie temperatury. W Litwie za gromadzenie danych odpowiada Litewska Służba Hydrometeorologiczna, która udostępnia je na stronie internetowej: archyvas.meteo.lt.

Doświadczenia islandzkie

Większość torfowisk Islandii nie była odwadniana, na większości nie prowadzono żadnych upraw ani wypasu. Dlatego w wielu miejscach typowe cechy ekosystemów i charakterystyczna roślinność są wciąż dobrze zachowane. Jednakże na Islandii są też silnie zdegradowane torfowiska. Na przykład na niektórych terenach odwadnianych od lat nie występują już żadne rośliny torfowiskowe, a ich miejsce zajęły krzewy i zioła inwazyjne, takie jak trybula *Anthriscus sylvestris*. Częste są też grunty orne na odwodnionych glebach organicznych – a doświadczenie w renaturyzacji takich miejsc jest bardzo skąpe lub nie ma go wcale. Jeżeli w profilu glebowym jest warstwa torfu, przyjmuje się, że dany obszar był torfowiskiem i prawdopodobnie można go odtworzyć, przynajmniej jeśli pozwolą na to uwarunkowania społeczno-ekonomiczne. Informacje na temat wcześniejszych warunków można znaleźć, studiując stare zdjęcia lotnicze, stare mapy, nazwy miejsc i lokalne podania. Zgodnie z podstawowymi zasadami odtwarzania ekosystemów, w pobliżu należy zidentyfikować ekosystem referencyjny i, o ile to możliwe, przeprowadzić tam takie same badania jak w obiekcie planowanym do renaturyzacji. W porównaniu z kontynentalną Europą, gdzie historia użytkowania gruntów jest dłuższa, a przekształcenia poważniejsze, znalezienie odpowiednich ekosystemów referencyjnych na Islandii może być łatwiejsze.

Przed przystąpieniem do odtwarzania naturalnego uwodnienia przeprowadza się dokładne rozpoznanie i ocenę miejsca. Oceniane są: charakterystyka i stan rowów i wałów, przepływ wody (dopływ, odpływ i przepływ w rowach) oraz skład roślinności. Tworzone są mapy ze zdjęć z dronów, najlepiej w różnych porach roku, co ułatwia skartowanie rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych i zobrazowanie topografii powierzchni. Dobrą porą

na kartowanie topografii jest wiosna, po topnieniu śniegu, gdy roślinność jest słabiej rozwinięta; roślinność jako taką najlepiej jest kartować pod koniec lata.

Roślinność: Badanie i kartowanie roślinności jest niezwykle istotne podczas odtwarzania torfowisk. Zestaw gatunkowy roślin naczyniowych i nienaczyniowych odzwierciedla warunki siedliskowe, takie jak długoterminowy średni poziom wody, dostępność składników odżywczych i historię użytkowania gruntów, a także inne czynniki. Islandzki katalog typów siedlisk, oparty na systemie klasyfikacji EUNIS, jest jedynym systemem klasyfikacji torfowisk stosowanym w Islandii. Kartowane są więc typy siedlisk, a także zaznaczane są dominujące gatunki roślin w obrębie każdego siedliska. Trwają prace nad skalą, która uwzględniałaby stopień degradacji torfowisk, ale głównymi wskaźnikami degradacji są: udział gatunków niemokradłowych oraz skład gatunkowy i kondycja mchów. Do wskaźników degradacji zaliczają się: śmiatek darniowy *Deschampsia cespitosa*, mietlica pospolita *Agrostis capillaris*, a nawet brodawnik jesienny *Leontodon autumnalis*. Najczęściej obserwuje się te gatunki w najsuchszych miejscach w pobliżu rowów. Krzewy, takie jak wierzba dwubarwna *Salix phylicifolia* i wierzba wełnista *Salix lanata*, również rozprzestrzeniają się na zniszczonych torfowiskach, zwłaszcza przeznaczonych do wypasu koni. Głębsze badania roślinności mogą być cenne, wymagają jednak wykwalifikowanego personelu. Szczególnie interesującym zagadnieniem jest jak i kiedy mchy reagują na zmiany poziomu wód gruntowych po odwodnieniu i po przywróceniu uwodnienia torfowiska.

Poziom wody: Głębokość i stabilność poziomu wody to najważniejsze czynniki w procesie odbudowy torfowisk; podniesienie poziomu wody jest zawsze koniecznym wstępem do dalszej renaturyzacji. Poziom wody jest zawsze monitorowany przez co najmniej rok przed wdrożeniem jakimkolwiek działań. Aby uwzględnić różnice między poszczególnymi latami, pomiary najlepiej przeprowadzać także na stanowisku kontrolnym w sąsiedztwie. W Islandii torfowiska poddawane ponownemu nawadnianiu znajdują się zwykle w odległych lub trudno dostępnych miejscach. Wielokrotne, ręczne pomiary poziomu wody nie zawsze są więc możliwe i byłyby kosztowne. Jako tanią metodę oceny średniego poziomu wody stosowano niekiedy wbijanie w torf metalowych prętów, które pozostawiane były na co najmniej 3 miesiące. Część pręta znajdująca się w zasięgu wody rdzewiała. Wstępne wyniki są obiecujące i metoda ta będzie dalej testowana. Zasięg i poziom wód otwartych, takich jak jeziora na torfowiskach, może niekiedy być wykorzystywany jako wskaźnik intensywności drenażu.

Stan powierzchni: Ocenia się pokrycie roślinnością, wielkość i rodzaj darni lub kęp, obecność i wpływ wypasu.

Gleba: Stan gleby jest również wskaźnikiem kondycji torfowisk. Głębokość profilu glebowego mierzona jest poza rowami i w nich, ponieważ w rowach łatwiej jest przebić się przez cały profil glebowy. Określa się rodzaj gleby oraz stopień rozkładu materii roślinnej, według skali humifikacji von Posta. Zwraca się również uwagę na to, czy gleba ma wysoką zawartość materii organicznej, jaki jest udział części mineralnych, czy w profilu występują zauważalne warstwy tefry (tj. popiołów wulkanicznych i innych elementów piroklastycznych). Idealnym rozwiązaniem jest pobranie próbek gleby i ich analiza w laboratorium, ale nie zawsze jest to możliwe.

Monitorowanie: W idealnym przypadku odtwarzanie torfowisk jest procesem długoterminowym. Przed przystąpieniem do renaturyzacji ważne jest szczegółowe ustalenie punktu wyjścia, co wymaga obserwacji trwających dłużej niż rok. W pierwszych latach po wdrożeniu działań renaturyzacyjnych należy monitorować ogólny stan obiektów poddanych renowacji oraz zmiany krótkoterminowe, np. poziom wody. W długotermini-

nowej perspektywie zmiany ekosystemu, na przykład sukcesy w odtwarzaniu naturalnego uwodnienia i roślinności, przywracaniu, powinny być monitorowane zgodnie z wcześniej ustalonymi celami i wskaźnikami.

2.2. Środowisko ekonomiczne i społeczne, interesariusze

Doświadczenia polskie

W Polsce całe terytorium podzielone jest na działki, należące do różnych właścicieli i zwykle w różny sposób użytkowane. Ponowne nawadnianie osuszonych torfowisk, wpływające niekiedy także na ich otoczenie, może więc oddziaływać na interesy różnych podmiotów i osób. Aby przedsięwzięcie takie było w ogóle wykonalne, musi uzyskać zgodę właściciela terenu i przynajmniej podstawową akceptację (brak czynnego sprzeciwu) innych interesariuszy. Bardziej ambitnym celem jest, aby przedsięwzięcie przyniosło satysfakcję przynajmniej części społeczeństwa, tzn. aby „ludzie mogli uznać je za swoje”.

Przywracanie uwodnienia torfowisk jest zazwyczaj „korzystne społecznie”, tzn. z punktu widzenia całego społeczeństwa suma korzyści (wliczając w to wartość odtworzonych usług ekosystemowych) przewyższa sumę obiektywnych strat. Jednak to przesłanie nie jest łatwe do przekazania. Zazwyczaj inne grupy społeczne odnoszą korzyści, a inne ponoszą straty. Korzyści są ogólne (łagodzenie zmian klimatycznych), natomiast straty dotyczą konkretnych właścicieli gruntów, którzy nie mogą kontynuować ich użytkowania w dotychczasowy sposób.

Zazwyczaj najłatwiejsze i najskuteczniejsze jest więc wdrażanie przedsięwzięć renaturyzacji ekosystemów będących własnością publiczną i otoczonych innymi gruntami publicznymi. Instytucję publiczną łatwiej przekonać argumentem korzyści ogólnospołecznych, w tym przekonać do potrzeby ochrony przyrody – zwłaszcza gdy ta instytucja nie ma znaczących, przeciwstawnych interesów ekonomicznych. Większość dotychczas realizowanych w Polsce przedsięwzięć przywracania uwodnienia torfowisk zlokalizowana była na gruntach Skarbu Państwa w zarządzie Lasów Państwowych. Lasy deklarują zainteresowanie ochroną przyrody, doceniają pozytywny wpływ renaturyzacji torfowisk i retencji wody na otoczenie, są zainteresowane proekologicznym i prospołecznym wizerunkiem, a niezainteresowane gospodarowaniem na trudno dostępnych terenach podmokłych. Jednak to nie wystarczy – usługi ekosystemów torfowiskowych potrzebne są nam na znacznie szerszą skalę, odwodnione torfowiska musimy więc na znacznie szerszą skalę nawodnić – co zmusi do objęcia takimi przedsięwzięciami także terenów będących własnością prywatną.

W wielu przypadkach głównym problemem jest użytkowanie gruntów nie tyle na samym torfowisku, co w zasięgu oddziaływania ponownego nawodnienia torfowiska. Zwykle bowiem konieczna poprawa warunków wodnych nie może ograniczać się np. do samych płątów torfowiskowych siedlisk przyrodniczych, a musi obejmować krążenie wody w całym krajobrazie. Nieuchronnie mokre staną się także na obrzeża torfowisk i ich sąsiedztwo – co często jest sprzeczne z obecnym sposobem użytkowania gruntów. Generalnie rzecz biorąc, nie da się odwrócić skutków odwodnienia krajobrazu, zachowując przy tym wszystkie „korzyści ekonomiczne” wynikające z odwodnienia i użytkowania odwodnionych gruntów. Nieuniknioną konsekwencją odtworzenia bardziej naturalnych warunków wodnych w skali krajobrazu będzie zaprzestanie lub zmiana sposobu użytkowania niektórych gruntów. A osiągnięcie porozumienia zainteresowanych stron w tej sprawie jest zazwyczaj bardzo trudne.

Przyszłością ponownego nawadniania osuszonych torfowisk muszą być znaczące zachęty finansowe pochodzące ze źródeł publicznych, motywujące właścicieli gruntów do

wyrażania zgody na ich zabagnienie, wspierające zmianę sposobu użytkowania gruntów na paludikulturę lub rekompensujące zaniechania użytkowania gruntów. Zachęty takie – jak dotąd – nie są dostępne¹⁰.

Tak czy inaczej, podstawową informacją, którą należy zebrać, jest informacja o własności gruntów. W internecie (np. www.geoportal.gov.pl) można sprawdzić kontury działek administracyjnych, ale trudniej jest ustalić ich właścicieli. Odpowiednie dane są zgromadzone w oficjalnej ewidencji gruntów, jednak nie zawsze są łatwo dostępne. Zasięg gruntów zarządzanych przez Lasy Państwowe można sprawdzić na mapie internetowej „Bank Danych o Lasach” (www.bdl.lasy.gov.pl). Nie istnieją jednak żadne podobne bazy danych online dotyczące własności gruntów innych instytucji publicznych. Za cieką odpowiada zawsze Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie. Zakres własności komunalnej mogą wskazać właściwe gminy. Pełne dane dotyczące działek ewidencyjnych, łącznie z ich właścicielami, posiadają starostwa i gminy. Jednak uzyskanie tych danych może być utrudnione, ze względu na restrykcyjne przepisy dotyczące ochrony danych osobowych. Zdarza się, że nieformalna wiedza sąsiadów i pukanie do drzwi okazują się niezastąpione.

Zwykle w celu skutecznej realizacji ponownego nawodnienia osuszonego torfowiska konieczne jest rozpoznanie własności nie tylko samego torfowiska, ale i wszystkich terenów, które mogą być dotknięte podniesieniem poziomu wody – a nawet gruntów, które „ich właściciel postrzega jako potencjalnie dotknięte”. Dotyczy to gruntów sąsiednich, czasami także gruntów odległych, ale odwadnianych tym samym systemem melioracyjnym lub odwadnianych do tego samego cieku.

Biorąc pod uwagę własność gruntów, należy określić interesy interesariuszy. W szczególności: w jaki sposób i do czego wykorzystywany jest teren? Jakie jest zapotrzebowanie na wodę w obecnym użytkowaniu gruntów? Czy obecne użytkowanie gruntów można zastąpić innym rozwiązaniem? Czy można kupić ziemię?

Trzeba brać pod uwagę nie tylko rzeczywiste, ale i wyimaginowane interesy interesariuszy. W powszechnym odczuciu polskiego społeczeństwa obszary podmokłe nadal postrzegane są negatywnie, a ludzie, zwłaszcza rolnicy, często obawiają się „nadmiaru wody”. Wpływ podniesienia poziomu wody może być postrzegany jako większy i bardziej rozległy, niż jest w rzeczywistości. Nawet rzadkie epizody wysokiego poziomu wody w latach deszczowych zostaną wykorzystane jako argument przeciwko blokowaniu rowów odwadniających.

W każdym razie, ponowne nawadnianie torfowisk powinno być zaplanowane w uczciwy sposób, a wszystkie niezbędne informacje powinny być dostępne dla wszystkich zainteresowanych. Idealnym rozwiązaniem byłoby planowanie partycypacyjne. W Polsce istnieją pewne doświadczenia w tworzeniu „zespołów lokalnej współpracy” podczas przygotowywania planów zadań ochronnych dla obszarów Natura 2000; podejście to można łatwo powielić przy tworzeniu planów ponownego nawadniania osuszonych torfowisk. Naciski ze strony interesariuszy mogą jednak łatwo podważyć ideę ponownego nawadniania. Partycypacyjny charakter procesu nie powinien być zatem uważany za cel sam w sobie, lecz raczej za narzędzie służące do skutecznego zrealizowania przedsięwzięcia.

¹⁰ Dla rolników w Polsce dostępny jest ekoschemat „Retencjonowanie wody na trwałych użytkach zielonych”, który ma formę płatności ok 70 EUR/ha gruntu przez co najmniej 12 dni w roku zalanego lub podtopionego. Stawka ta może kompensować losowe zalania lub podtopienia, jest jednak zdecydowanie za niska, by zachęcić do celowego zabagnienia. Poza tym, nawodnienie osuszonego torfowiska wymaga utrzymywania zabagnienia przez 365, a nie przez 12 dni w roku.



Jak rolnik, którego życie polega na hodowli krów, zareaguje na pomysł ponownego nawodnienia torfowisk znajdujących się w sąsiedztwie jego łąk i pastwisk? I w jaki sposób różnorodność biologiczna łąk może ulec zmianie po zaprzestaniu wypasu w wyniku ponownego nawodnienia?

Doświadczenia litewskie

Większość wyżej wymienionych problemów dotyczy także Litwy. Ponowne nawodnienie torfowisk w Litwie jest zazwyczaj dość skomplikowane, ponieważ grunty są często podzielone na małe działki i wymagają zaangażowania, uzyskania zgód i porozumień z wieloma właścicielami i innymi zainteresowanymi stronami. Problem ten jest szczególnie istotny w przypadku gruntów rolnych znajdujących się poza obszarami chronionymi. W Litwie większość działań związanych z ponownym nawodnieniem torfowisk realizowana była dotychczas na obszarach chronionych, które w większości przypadków są zarządzane przez Państwowe Przedsiębiorstwo Leśne. Natomiast torfowiska na prywatnych gruntach rolnych rolne nadal nie są ponownie nawadniane i nie są objęte zrównoważonym gospodarowaniem (paludikultura). Wynika to głównie z braku wsparcia finansowego dla ponownego nawadniania i paludikultury, a także z braku ekonomicznie opłacalnych możliwości wykorzystania biomasy z bagien.

W Litwie wszystkie informacje dotyczące własności gruntów (prywatnych i publicznych) są dostępne na stronie internetowej www.regia.lt/lt/zemelapis, ale dostęp do tych informacji wymaga specjalnego uprawnienia. Granice działek państwowych są publicznie dostępne na interaktywnej mapie www.geoportal.lt/map/?mode=vz, a granice lasów państwowych są dostępne w Państwowym Katastrze Lasów: kadastras.amvmt.lt/vartai/.

Doświadczenia islandzkie

Większość nizinnych obszarów Islandii (poniżej ~400 m n.p.m.), gdzie najczęściej występują zdegradowane torfowiska, jest własnością prywatną. Informacje o własności gruntów w Islandii są dostępne w publicznej [bazie danych](#) (po islandzku: *lögbylaskrá*), dlatego też znalezienie i skontaktowanie się z właścicielami gruntów na terenie małej Islandii zazwyczaj nie stanowi problemu. Do niedawna większość przedsięwzięć ponownego nawadniania torfowisk była inicjowana przez właścicieli lub zarządców gruntów, często we współpracy z organizacjami zajmującymi się ochroną przyrody. Aby zwiększyć skalę nawadniania torfowisk, potrzebne jest jednak bardziej proaktywne podejście.

Chociaż większość przedsięwzięć renaturyzacji torfowisk realizowana była w miejscach, gdzie grunty nie były użytkowane (zaniechano działalności rolniczej) lub były użytkowane bardzo ekstensywnie (np. tylko sezonowego wypasu), niewielu właścicieli gruntów było zainteresowanych renaturyzacją swoich torfowisk. Podobnie jak w Polsce, korzyści płynące z ponownego nawadniania torfowisk są ogólnospołeczne, ale nie przynoszą konkretnych profitów właścicielowi gruntów. Andrasen (2022) wskazał cztery główne powody niechęci islandzkich właścicieli gruntów:

- Brak zachęt finansowych (lub możliwości sprzedaży odpustów węglowych – *carbon credits*), dających korzyść finansową w porównaniu z innymi sposobami użytkowania gruntów na glebach organicznych, takimi jak leśnictwo i rolnictwo – niektórzy właściciele gruntów oczekiwali by zysków pieniężnych z ponownego nawadniania;
- Negatywna komunikacja, spolaryzowany dyskurs, fałszywe opinie i błędne relacje w mediach. Ponowne nawadnianie torfowisk jest w Islandii tematem budzącym kontrowersje i często spotyka się z nieufnością, a nawet wrogością niektórych grup;
- Niewiara w korzyści węglowe wynikające z ponownego nawadniania torfowisk, częściowo spowodowana brakiem lokalnych badań;
- Brak edukacji interesariuszy.

Inne powody to: obawa o negatywny wpływ na sąsiednie tereny, obawa że stawy lub doły o stromych brzegach, powstałe w wyniku tego procesu, będą stanowić zagrożenie dla zwierząt gospodarskich i ludzi, że teren będzie trudny do przejścia, np. podczas wypasu owiec; brak jasnej definicji „zdegradowanych torfowisk”; brak współpracy z osobami mieszkającymi na danym obszarze lub znajdującymi go. Nacisk na klimat, zamiast na przyrodę (w społeczeństwie islandzkim wielu osobom łatwiej jest wyobrazić sobie korzyści płynące z różnorodności biologicznej niż z ograniczenia emisji gazów cieplarnianych). Niektórzy właściciele gruntów uważają tereny podmokłe za mniej atrakcyjne pod względem estetycznym niż grunty rolne, a nawet obawiają się społecznej stygmatyzacji z powodu ponownego nawadniania. Tereny podmokłe są prawnie chronione na mocy islandzkich przepisów o ochronie przyrody, w związku z czym w przypadku nawodnienia osuszonych torfowisk rolnicy oddają swoją ziemię na czas nieokreślony, mając niewielkie szanse na jej wykorzystanie w przyszłości. Brakuje jasno określonych miejsc wskazanych jako nadające się do ponownego nawodnienia. Niejasny jest podział odpowiedzialności między agencjami rządowymi i gminami. Brakuje funduszy i wykwalifikowanego personelu. Na szczęście istotnym problemem w islandzkim społeczeństwie nie jest sceptycyzm wobec zmian klimatycznych.

3. Podejście planistyczne

3.1. Paradygmaty, kompromisy, cele

Doświadczenia polskie i litewskie

Dotychczasowe polskie przedsięwzięcia przywracania uwodnienia torfowisk opierały się zazwyczaj na jednym z następujących paradygmatów:

Ponowne nawodnienie w celu odtworzenia przyrody. Podstawowym założeniem jest przywrócenie nie tylko określonych usług ekosystemowych, ale funkcjonowania całego ekosystemu. Celem jest odtworzenie, w możliwie największym stopniu, pierwotnego ekosystemu jaki istniał przed odwodnieniem. Kryterium sukcesu jest odtworzenie naturalnej ekohydrologii i powiązanych procesów ekologicznych; naprawa systemu ekologicznego uszkodzonego przez odwodnienie. Zazwyczaj konsekwencją takich założeń jest pełne nawodnienie, w wyniku którego nie można kontynuować gospodarczego użytkowania gruntów.

Ponowne nawodnienie w celu zachowania określonych elementów przyrody. Podstawowym założeniem jest optymalizacja bagiennych siedlisk niektórych gatunków roślin lub zwierząt, w szczególności ptaków i ptaków. Nawodnienie realizuje się w takim zakresie, w jakim odpowiada ekologicznym potrzebom docelowych gatunków (w niektórych przypadkach nie jest to „ponowne nawodnienie” sensu stricto), często przy założeniu utrzymania tradycyjnego użytkowania gruntów, na ile jest to możliwe. Przykładowo, nawadnianie wilgotnych łąk w celu ochrony ptaków zakłada utrzymanie wysokiego poziomu wody wiosną, ale późniejsze jego obniżenie, aby umożliwić pokos, bo ptaki potrzebują łąk bagiennych, ale koszonych. Często brane jest pod uwagę także utrzymanie lub przywrócenie niektórych usług ekosystemów mokradłowych.

Ponowne nawodnienie w celu zatrzymania wody. Podstawowym założeniem jest maksymalizacja retencji wody: zatrzymywanie wody w krajobrazie, zapobieganie suszy, poprawa warunków wodnych dla sąsiednich lasów lub ekosystemów rolniczych. Podejście to jest popularne wśród leśników i niektórych rolników, a jego realizacja polega na ponownym nawadnianiu i odtwarzaniu małych ekosystemów bagiennych stanowiących wyspy w przekształconym i użytkowanym krajobrazie, w miarę możliwości nie naruszając perspektywy użytkowania produktywnych gruntów. Szczególnie popularna wśród polskich leśników jest idea „małej retencji w lasach”.

Ponowne nawodnienie w celu łagodzenia zmiany klimatu. Podstawowym założeniem jest ochrona torfu przed rozkładem (trwałe zatrzymanie zgromadzonego w torfie węgla) i zapobieganie emisji gazów cieplarnianych. Wymaga to stałego utrzymywania torfu w warunkach nasycenia wodą, czyli pełnego ponownego nawodnienia torfowiska.

Chociaż wyżej wymienione cele mogą często być realizowane synergicznie, podejścia te różnią się szczegółami, co może mieć wpływ na szczegółowe rozwiązania. Niektóre z nich wymagają kompromisu między ponownym nawodnieniem (pełnym odtworzeniem terenów podmokłych) a dalszym użytkowaniem tych terenów. Taka idea jest bliska „rozsądnemu użytkowaniu” terenów podmokłych, zalecanemu przez Konwencję Ramsarską. Niemniej jednak kompromisy takie nie prowadzą do „ponownego nawodnienia sensu stricto”, tzn. nie przywracają warunków, w których torf rzeczywiście będzie stale uwodniony.

Część ponownie nawodnionych terenów podmokłych jest przeznaczana wyłącznie do ochrony przyrody i środowiska, co oznacza zaniechanie ich gospodarczego wykorzystania. Jeżeli znajdują się na obszarach chronionych, mogą być uważane za „ściśle chronione”, w sensie strategii UE na rzecz różnorodności biologicznej.

Jednak niektóre ponownie nawodnione, zabagnione grunty mogą nadal być użytkowane gospodarczo. Technologie produkcji rolnej lub leśnej w warunkach bagiennych określane są mianem „paludikultury”. Może to być na przykład uprawa trzciny lub pałki wodnej, uprawa mchów torfowców na potrzeby ogrodnictwa, albo plantacje wierzby czy olchy.

Paludikultura potencjalnie może być ekonomicznie opłacalna. Jednak zwykle oznacza ona całkowitą zmianę w porównaniu ze sposobami użytkowania terenu osuszonego. Niezbędne inwestycje w odpowiednie maszyny (dostosowane do pracy na bagnie), a także ryzyko rozpoczęcia czegoś nietypowego i nieznanego, powodują, że „koszt wejścia” jest wysoki i może zniechęcać potencjalnie zainteresowanych rolników. W efekcie do tej pory nie mamy polskich przykładów wdrożenia paludikultury na ponownie nawodnionych torfowiskach.

Z uwagi na dużą różnorodność polskich terenów mokradeł, wszystkie przedstawione wyżej podejścia mają swoje miejsce w dziele ponownego nawadniania torfowisk. Wybór odpowiedniego paradygmatu jest podstawową decyzją każdego przedsięwzięcia renaturyzacyjnego.

W Litwie przedsięwzięcia ponownego nawodnienia opierają się zazwyczaj na bardzo podobnych założeniach jak w Polsce. Ponowne nawodnienie osuszonych torfowisk koncentruje się na poprawie stanu ochrony siedlisk i gatunków chronionych, a także na łagodzeniu negatywnych skutków zmian klimatu. Natomiast ponowne nawodnienie w celu retencji wody nie jest zbyt powszechne. Wdrożono jednak kilka przedsięwzięć ponownego nawodnienia torfowisk w krajobrazie silnie zniszczonym przez rolnictwo, których celem było nie tylko zatrzymanie wody, ale także zmniejszenie ładunku substancji biogennych do wód powierzchniowych i ograniczenie rozproszonych źródeł tego typu zanieczyszczeń. Ponadto w obszarach rezerwatu biosfery Žuvintas (Baisogala, środkowa Litwa), Bałtoji Vokė (południowo-wschodnia Litwa) i delty Niemna zrealizowano pilotażowe uprawy paludikultury. Większość z nich koncentrowała się na zrównoważonym użytkowaniu podmokłych łąk.

Od wybranego paradygmatu (i od akceptowalnego poziomu kompromisu) zależą szczegółowe cele przedsięwzięć renaturyzacyjnych. Powinny one opisywać docelowe warunki wodne, jakie mają zostać osiągnięte. Ustalenie celów szczegółowych musi uwzględniać wykonalność ponownego nawadniania, w szczególności w kontekście nieodwracalnych zmian jakie zaszły już wskutek odwodnienia. Musi brać pod uwagę nieodwracalne zmiany powierzchni torfowisk, zaistniałe już w wyniku rozkładu i kompaktacji torfu, zwiększony drenaż przez nieodwracalnie pogłębione i wcięte ciek i rowy, a także ogólny deficyt wody w krajobrazie.

Znając docelowe warunki wodne, które chcemy przywrócić, można określić wizję finalnego stanu całego odtwarzanego torfowiska, wraz z jego roślinnością i innymi składnikami ekosystemu. Możliwość odtworzenia ekosystemów torfowiskowych zazwyczaj zależy od stopnia ich degradacji. W przypadku torfowisk zdegradowanych w niewielkim tylko stopniu, możliwe jest „cofnięcie zmian”, tj. odtworzenie stanu bliskiego pierwotnemu, przez proste przywrócenie warunków wodnych sprzed odwodnienia. Nawet wówczas niektóre procesy degradacji (np. zmiany mikrobiologiczne w glebie czy rozwój mikoryz wspomagających wzrost drzew) mogą być trudne do odwrócenia. W przypadku silnie zdegradowanych torfowisk, ze znacząco zagęszczoną, zmurszą i częściowo zani-

ką zubożałą warstwą torfu lub ze zdegradowaną powierzchniową warstwą torfu, ponowne nawodnienie może doprowadzić jedynie do rozwoju nowego ekosystemu bagienno-ego, zapewniającego niektóre usługi ekosystemowe; jednak zwykle nie tak cennego przyrodniczo, jak ekosystem pierwotny.

Doświadczenia islandzkie

Pod koniec ubiegłego stulecia pierwsze działania mające na celu odtworzenie torfowisk w Islandii podjęli miłośnicy ptaków, chcący przywrócić ich siedliska, ale także rolnicy, którzy tracili swoje zwierzęta hodowlane w rowach. W kolejnych latach realizowano przedsięwzięcia, w ramach których odtwarzano stawy, jeziora i torfowiska, głównie w celu restytucji siedlisk ptaków.

Wraz z opublikowaniem w 2013 r. Suplementu dotyczącego terenów podmokłych do Wytycznych IPCC, dotyczących krajowych inwentaryzacji gazów cieplarnianych z 2006 r., w krajowym inwentarzu emisji Islandii po raz pierwszy uwzględniono emisje z osuszonych gleb organicznych. W słabo zaludnionym kraju, ze stosunkowo niewielkim sektorem przemysłowym i dużymi obszarami osuszonych torfowisk, emisje z gleb organicznych stanowią bardzo dużą część całkowitych krajowych emisji – około 50–60% (Umhverfisstofnun). W ostatnich dziesięcioleciach większą uwagę zyskał problem utraty różnorodności biologicznej, po ratyfikowaniu przez Islandię Konwencji Berneńskiej (1993 r.) i Konwencji o różnorodności biologicznej (1995 r.). Na agendzie politycznej znalazły się Globalne Ramy Różnorodności Biologicznej i cele ustalone w porozumieniach z Kunmingu i Montrealu, które zastąpiły wcześniejsze, niezrealizowane cele z Aichi. Islandia ratyfikowała również w 1978 r. Konwencję Ramsarską o obszarach wodno-błotnych i do tej pory zgłosiła sześć obszarów mokradłowych do Spisu Ramsar (Umhverfisstofnun).

Głównym celem renaturyzacji islandzkich torfowisk jest przywrócenie utraconych warunków wodnych, funkcji ekosystemu, kluczowych struktur i populacji gatunków, które uległy degradacji na skutek działalności człowieka. Każde przedsięwzięcie może mieć także specyficzne, bardziej szczegółowe cele. Celem jest osiągnięcie stanu jak najbardziej zbliżonego do lokalnego ekosystemu referencyjnego, czyli analogicznego ekosystemu, który nie uległ degradacji. Gdy nie da się znaleźć takiego ekosystemu w sąsiednim terenie, wzorcem może być wyobrażenie „ekosystemu koncepcyjnego”, oparte na wiedzy naukowej i lokalnej. Kluczową funkcją, którą należy odtworzyć, jest hydrologia danego obszaru, ponieważ jest ona warunkiem koniecznym do przywrócenia innych procesów kluczowych dla zdrowego i funkcjonującego ekosystemu (Gann i in., 2019). W niektórych przypadkach w Islandii odtworzenie warunków wodnych to jedyna potrzebna interwencja. Jeśli zostanie to przeprowadzone prawidłowo i trwale, naturalne procesy przejmą kontrolę, a z czasem ekosystem torfowiska ulegnie odtworzeniu. Zależy to oczywiście od stopnia degradacji i od innych czynników.

Odtworzenie torfowisk w Islandii jest zazwyczaj postrzegane albo jako przedsięwzięcie dotyczące różnorodności biologicznej, wiążące się z dodatkowymi korzyściami dla klimatu, albo jako przedsięwzięcie na rzecz przeciwdziałania zmianie klimatu, które wiąże się z dodatkowymi korzyściami dla różnorodności biologicznej. W niektórych przypadkach motywacją są głównie względy krajobrazowe, a dodatkem korzyści dla przyrody i klimatu.

3.2. Wykonalność, ogólna koncepcja wdrożenia

Doświadczenia polskie

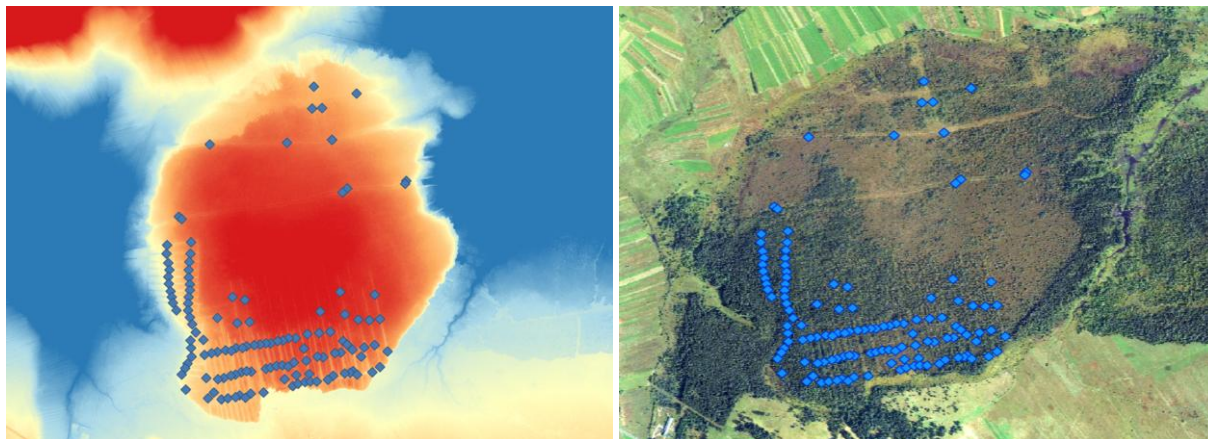
Gdy już mamy pomysł, co chcemy osiągnąć, następnym pytaniem zazwyczaj jest, jak to zrobić, tj. w jaki sposób zebrać i utrzymać wystarczającą ilość wody, aby uzyskać oczekiwany efekt nawodnienia. Zwykle nawodnienie osuszonego torfowiska polega na zablokowaniu odpływu wody, ale pytanie brzmi: gdzie dokładnie? w ilu punktach? Odpowiedzi trzeba szukać osobno dla każdego konkretnego torfowiska, po zapoznaniu się z jego specyficzną hydrologią. Jednak na podstawie dobrych i złych doświadczeń dotyczących nawadniania torfowisk w Polsce można sformułować kilka ogólnych zasad:

- Torfowisko powinno zostać ponownie nawodnione „odpowiednią wodą”, tzn. wodą o tym samym pochodzeniu i składzie chemicznym, co woda pierwotnie go zasilająca. Wysokie torfowisko ombrotroficzne, ani torfowisko soligeniczne, nie powinno być nawadniane wodą rzeczną. W szczególności torfowiska alkaliczne, na których rozwój roślinności jest limitowany przez biogeochemiczne procesy ograniczające dostępność azotu lub fosforu, nie powinny być zasilane wodą o innych cechach;
- W przypadku dobrze zachowanego torfu, podsiąk kapilarny może okazać się pomocny w osiągnięciu nasycenia torfu wodą. Jeśli jednak torf ulegnie częściowemu rozkładowi, staje się hydrofobowy i trudno go ponownie nawilżyć;
- Zazwyczaj poziom wód gruntowych powinien być utrzymywany jak najbliżej powierzchni nawadnianego torfowiska. Jeżeli powierzchnia torfowiska nie jest płaska (w szczególności: torfowiska wysokie kępowe, torfowiska wiszące, torfowiska przepływowe), przegrody muszą utrzymywać niepłaski poziom wód gruntowych – oznacza to prawdopodobnie konieczność kaskadowego blokowania każdego odpływu serią przegród, a nie tylko pojedynczą przegradą;
- Blokady odpływu wody powinny być odporne na nieprzewidziane uszkodzenia – co znaczy, że zazwyczaj powinny być redundantne (zaplanowane i zbudowane z celowym nadmiarem);
- Należy wziąć pod uwagę, jak będą się starzeć przegrody blokujące odpływ. Idealną sytuacją jest zablokowanie odpływu wody za pomocą materiałów naturalnych, które wtopią się w środowisko i będą rozkładać się równocześnie z zarastaniem rowów, by ostatecznie zniknąć dokładnie w momencie, gdy nie będą już potrzebne – najgorszą zaś sytuacją jest, gdy znikną szybko!
- Nie należy przeceniać wpływu działań nawadniających na środowisko. Choć w niektórych przypadkach efekt „powrotu wody” jest szybki i spektakularny, w innych sytuacjach efekty są w pierwszych latach ledwo widoczne. Zwykle potrzeba kilku lat (w tym i tych mokrych), aby skutki działań objawiły się w pełni. Należy spodziewać się nieoczekiwanych kierunków rozwoju roślinności. Tylko nieznacznie zdegradowane torfowiska mogą powrócić do swojego pierwotnego stanu;
- Aby skutecznie zatrzymać wodę, zazwyczaj należy zablokować każdy jej odpływ. Najlepszym sposobem na osiągnięcie tego celu jest zarządzanie adaptacyjne: obserwowanie skutków i korygowanie zablokowania odpływów.

Szczegółowe planowanie i projektowanie zablokowania odpływu wody w celu nawodnienia torfowiska wymaga wiedzy i doświadczenia hydrologicznego. Hydrologia torfowisk jest dziedziną dość specyficzną – odpowiednim ekspertem powinien być, jeśli to

możliwe, doświadczony „inżynier hydrologii torfowisk”, a nie tylko hydrolog o ogólnych kompetencjach.

Czasami stosuje się modelowanie hydrologiczne w celu prognozowania warunków wodnych po nawodnieniu. Zazwyczaj do modelu potrzebne są dane wejściowe dotyczące topografii torfowiska, rowów, grubości warstw torfu i podstawowych parametrów torfu. Jednak niektóre nawodnienia są realizowane bez bardzo precyzyjnych prognoz hydrologicznych, bazując jedynie na intuicji ekspertów. Jeśli eksperci są doświadczeni, takie podejście zwykle okazuje się skuteczne.



„Kaskadowe” blokowanie każdego rowu jest konieczne dla skutecznego zatrzymania odpływu z kopuły torfowiska wysokiego. Torfowisko Baligówka, Podhale, Polska.



Metoda „kaskadowa” blokowania rowów stosowana jest także w innych krajach. Renaturyzacja torfowisk w Alpach Austriackich. Fot. Paweł Pawlaczek



Czekamy na deszczowy rok. Działania blokujące odpływ nie zawsze przynoszą natychmiastowy efekt; długie okresy suszy wiosną i w lecie mogą zmniejszyć szansę sukcesu. Fot. Paweł Pawlaczyk

3.3. Formalne wymagania dotyczące planowania, kwestie prawne i wskazówki praktyczne

System polski

W Polsce przed wdrożeniem przedsięwzięcia zmieniającego warunki wodne zazwyczaj konieczne jest uzyskanie całego pliku niezbędnych pozwoleń. Są jednak wyjątki prawne, których wykorzystanie może znacznie zmniejszyć to obciążenie.

Zgodnie z ustawą Prawo wodne, każda zmiana warunków wodnych, w tym budowa nowego urządzenia wodnego, wymaga uzyskania zgody od organu zarządzającego wodami (zazwyczaj dyrektor Zarządu Zlewni PGW Wody Polskie). Do wniosku należy dołączyć operat wodno-prawny. Jednak zbudowanie przepustu na rowie wymaga jedynie wcześniejszego zgłoszenia takiego zamiaru, a w zgłoszeniu wymagane są tylko podstawowe informacje. Zgłoszenie najczęściej jest akceptowane w trybie „milczącej zgody”, choć organ może wnieść wobec niego sprzeciw. „Przebudowa rowu”, mająca na celu ograniczenie odpływu wody z własnego terenu (i bez wpływu na warunki wodne na gruntach obcych) wymaga jedynie powiadomienia organu zarządzającego wodami. Aby zmniejszyć obciążenia administracyjne, ważne jest odpowiednie nazwanie naszych zamierzeń.

Standardowo, każda inwestycja budowlana wymaga uzyskania pozwolenia na budowę od organu budowlanego (zwykle Starosta). Do przedkładanego projektu należy dołączyć bardzo szczegółową mapę, a to zazwyczaj wiąże się z zatrudnieniem profesjonalnego geodety. Jednak mapa i pozwolenie nie są wymagane w przypadku przebudowy „obiektów melioracyjnych”. Przepisy prawa budowlanego nie mają zupełnie zastosowania, jeśli nie są stosowane żadne „wyroby budowlane”. Aby więc zmniejszyć obciążenia administracyjne, często wybiera się rozwiązania wykorzystujące wyłącznie ziemię lub

torf z sąsiedztwa, albo nieprzetworzone drewno pozyskiwane lokalnie (tj. materiały które nie są uznawane za „wyroby budowlane”), albo szuka dla przedsięwzięcia nazwy umożliwiającej objęcie go uproszczonymi przepisami.

W przypadku wykonania „budowli piętrzącej” na cieku, może być konieczne uzyskanie zgody środowiskowej, wydawanej przez gminę po zaopiniowaniu przez regionalnego dyrektora ochrony środowiska. Decyzja taka nie jest jednak potrzebna, gdy inwestycja jest przewidziana w ustanowionym planie ochrony dla obszaru chronionego, a wysokość piętrzenia wody nie przekracza 1 m.

Kruczki prawne zmniejszające obciążenia administracyjne i koszty niezbędnej dokumentacji, są w Polsce często stosowane. Prostota ścieżki formalnej jest istotną przesłanką wyboru konkretnych rozwiązań technicznych.

System litewski

Przy planowaniu odtwarzania terenów podmokłych w Litwie należy rozpoznać stan działki i istniejący system melioracyjny. Poniżej wyjaśniono dwie podstawowe sytuacje: 1) odtwarzanie terenów podmokłych na gruntach odwodnionych oraz 2) odtwarzanie terenów podmokłych na gruntach nieobjętych oficjalnym katastrem odwodnień.

W pierwszej kolejności w obszarze, na którym planuje się działania renaturyzacyjne, należy ocenić powierzchnię gruntów odwodnionych. Litewska cyfrowa baza danych stanu odwodnienia gruntów i podmokłości (MeL_DB10LT) zawiera informacje na temat projektów melioracyjnych, gruntów odwodnionych, gruntów słabo odwodnionych oraz obiektów hydrotechnicznych (melioracyjnych). Publicznie dostępne dane dotyczące obszarów bagiennych, budowli hydrotechnicznych (melioracyjnych), nowo zrealizowanych projektów melioracyjnych oraz granic projektów melioracyjnych można znaleźć na litewskim portalu informacji przestrzennej www.geoportal.lt.

Przywracanie terenów podmokłych na gruntach zmeliorowanych. Jeśli torfowisko znajduje się na terenie objętym systemem melioracyjnym, działania zależą od potrzeby utrzymania funkcjonującej infrastruktury melioracyjnej. Możliwe są bowiem dwie sytuacje:

- 1) Gdy konieczne jest utrzymanie funkcjonującej infrastruktury melioracyjnej;
- 2) Gdy nie ma konieczności utrzymania funkcjonującej infrastruktury melioracyjnej.

W pierwszym przypadku należy sprawdzić, jakie rury drenażowe lub rowy przebiegają przez działkę i jaki jest zasięg ich oddziaływania. Należy uzyskać kopię planu melioracji, który pomoże ocenić, jakie fragmenty obszaru mogą zostać nawodnione, a na które działania renaturyzacyjne nie powinny mieć wpływu. Ten krok jest niezwykle istotny, ponieważ nieznaną systemu można doprowadzić do nieumyślnych szkód nawet w znacznej odległości od miejsca wdrażania działań renaturyzacyjnych. Wszelkie decyzje należy konsultować ze specjalistami. W sytuacji gdy rów lub główna rura drenażowa (o średnicy większej niż 125 mm), przebiegające przez torfowisko, odwadniają również obszary sąsiadujące, konieczne jest znalezienie właściwego rozwiązania inżynierskiego. Możliwe są dwa warianty:

- Pozostawienie urządzenia melioracyjnego w stanie czynnym i przeprowadzenie renaturyzacji torfowisk w oddaleniu od istniejącego kolektora lub rowu;
- Przebudowanie systemu melioracyjnego tak, aby nie wkraczał na teren renaturyzowanego torfowiska.

Plan odtworzenia torfowiska bez naruszania działających urządzeń melioracyjnych należy opracować wraz ze specjalistą ds. melioracji lub hydrotechniką. Drobne zmiany

w systemie melioracyjnym (np. usypanie tam w rowach) najczęściej wystarczy uzgodnić z lokalnym urzędem gminy, większe zmiany mogą jednak wymagać projektu technicznego.

Konieczność utrzymania infrastruktury melioracyjnej nie zachodzi, gdy przez obszar przewidziany do renaturyzacji przebiegają rury i rowy, które nie pełnią już swoich funkcji (są zatkane lub zniszczone) albo ich funkcje nie są już potrzebne. W takiej sytuacji, przed przystąpieniem do prac renaturyzacyjnych należy:

- Sprawdzić, jaka jest sytuacja prawna obiektów hydrotechnicznych, przede wszystkim, czy są wpisane do rejestru państwowego jako majątek podlegający nadzorowi;
- Złożyć wniosek o wykreślenie obiektów melioracyjnych;
- Sprawdzić, czy nie ma potrzeby zmiany przeznaczenia gruntu;
- Przygotować plan prac renaturyzacyjnych;
- Uzyskać niezbędne pozwolenia na planowane działania, takie jak budowa zastawek czy wycinka drzew.

Przywracanie terenów podmokłych na gruntach niemeliorowanych. Najważniejszym celem w sytuacji, gdy torfowisko nie podlega melioracjom, jest przywrócenie naturalnego poziomu wody poprzez zatrzymanie wody na działce. Należy podjąć następujące kroki:

- 1) Ocenić ukształtowanie terenu i warunki wodne oraz ustalić, którędy odpływa woda.
- 2) Sprawdzić, czy są wymagane jakiegokolwiek formalne pozwolenia lub czy istnieją jakieś ograniczenia.

Chociaż na gruntach niemeliorowanych nie są wymagane pozwolenia na budowę lub przebudowę obiektów melioracyjnych, należy zwrócić uwagę na inne możliwe ograniczenia.

W przypadku gruntów leśnych, nie można celowo wycinać lub niszczyć lasu bez pozwolenia. Tymczasem ponowne nawodnienie torfowiska ma często bezpośredni (wycinanie drzewostanu w celu otwarcia przestrzeni) lub pośredni (zamieranie drzew z powodu wysokiego poziomu wody) wpływ na drzewostan. Dlatego działania czynnej ochrony należy uzgodnić z przedstawicielami odpowiedniego nadleśnictwa, gminy lub Państwowej Służby Leśnej. W takiej sytuacji zazwyczaj konieczne jest przygotowanie planu gospodarki leśnej lub zmiana istniejącego planu gospodarki leśnej.

Jeśli odtwarzany obiekt leży w granicach obszaru chronionego, uzasadnienie konieczności zastosowania środków ochrony przyrody jest znacznie prostsze, ale tu także pojawiają się dodatkowe wymogi formalne. Obejmują one przygotowanie i uzgodnienie planu ochrony. W dokumencie tym zazwyczaj określa się cele i zadania związane z ochroną wybranych walorów przyrodniczych, kolejność planowanych prac oraz harmonogram tych prac. Ważne jest wskazanie możliwych źródeł finansowania, instytucji odpowiedzialnych za realizację prac oraz dalszą opiekę nad terenem. Jeżeli planowane prace będą miały bezpośredni wpływ na drzewostan rosnący na danym terenie, wówczas konieczne jest włączenie rozwiązań dotyczących zarządzania przyrodą do obowiązującego planu gospodarki leśnej.

System islandzki

Do ponownego nawadniania torfowisk w Islandii zazwyczaj niezbędne jest ogólne pozwolenie na budowę od władz lokalnych. Każda gmina ma prawo zdecydować, czy ponowne nawadnianie torfowisk wymaga zezwolenia, czy nie. Wymagania dotyczące rodzaju dokumentów potrzebnych do złożenia wniosku różnią się w zależności od gminy.

Najczęściej wystarcza mapa lub zdjęcie z drona obszaru objętego przedsięwzięciem, wraz ze szczegółowym opisem zamierzeń. W niektórych przypadkach gminy zażądały również pisemnych zgód wszystkich zainteresowanych stron (właścicieli sąsiednich gruntów). Dobrą praktyką jest zawsze informowanie sąsiadów, co może zapobiec ewentualnym konfliktom w przyszłości. Mogą się oni obawiać, że przedsięwzięcie negatywnie wpłynie na możliwość użytkowania ich gruntów. Podobnie, jeżeli w pobliżu znajdują się rzeki lub jeziora, zaleca się skonsultowanie się z lokalnym stowarzyszeniem wędkarskim. Konieczne jest również przeprowadzenie konsultacji z Agencją Dziedzictwa Kulturowego Islandii, aby zapobiec ewentualnemu naruszeniu zabytków archeologicznych. Jeśli przedsięwzięcie jest planowane na obszarze o wysokim statusie ochrony środowiska, wymagane jest uzyskanie pozwolenia od Islandzkiej Agencji Ochrony Środowiska.

3.4. Finansowanie

Doświadczenia polskie

W Polsce najważniejszym źródłem finansowania odtwarzania torfowisk są środki krajowe i europejskie przeznaczone na ochronę przyrody. Duże przedsięwzięcia są często częściowo finansowane ze środków unijnego instrumentu finansowego LIFE lub ze środków unijnego Funduszu Rozwoju Regionalnego, zarządzanego przez organy krajowe. Niektóre przedsięwzięcia są finansowane ze środków pochodzących z norweskich szwajcarskich lub islandzkich, udostępnianych przez te państwa w związku z ich dostępem do wspólnego rynku UE. Zazwyczaj finansowanie jest dostępne w formie dotacji dla najwyżej ocenionych wniosków, wybieranych w drodze otwartego konkursu. Zwykle oferowane jest pokrycie części budżetu przedsięwzięcia; reszta musi zostać sfinansowana ze środków spoza UE. Polskie instytucje finansowe: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Regionalne Fundusze także stanowią istotne źródła finansowania i współfinansowania wielu przedsięwzięć.

Od 2021 r. dla niektórych rolników dostępny jest tzw. ekoschemat, tj. płatność za fakt, że ich grunty są okresowo zabagnione lub zalane. Płatność ta jest jednak dostępna wyłącznie jako uzupełnienie programów rolno-środowiskowych i jest stosunkowo niewysoka; jej warunkiem jest obecność wody na gruncie przez 12 dni w roku. Dlatego instrument ten nie jest w stanie zmotywować rolników do ponownego nawodnienia gleb torfowych; może jedynie zrekompensować skutki niektórych zjawisk pogodowych lub wylewów rzek.

Pomimo rozważań nad gospodarczym wykorzystaniem niektórych terenów podmokłych, do tej pory nie odnotowano żadnego przykładu przejścia z tradycyjnego rolnictwa na osuszonych torfowiskach na paludikulturę po zabagnieniu terenu. Nieliczne przykłady paludikultury (głównie uprawa trzciny wykorzystywanej na pokrycia dachów) dotyczą jedynie terenów od zawsze podmokłych.

Doświadczenia litewskie

W Litwie renaturyzacja i zarządzanie torfowiskami może być finansowana ze środków publicznych, takich jak budżet państwa i „Strategiczny plan rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich Litwy na lata 2023–2024” („Lietuvos žemės ūkio ir kaimo plėtros 2023–2027 m. strateginis planas”, dalej litewski plan strategiczny), a także ze środków prywatnych. W litewskim planie strategicznym przewidziano kilka interwencji związanych ze zrównoważonym zarządzaniem glebą:

Przekształcenie gruntów ornych położonych na torfowiskach w użytki zielone. Interwencja ma na celu ograniczenie erozji gleby i emisji gazów cieplarnianych oraz zwiększenie zawartości materii organicznej w glebie i biomasy poprzez utworzenie i utrzymanie użytków zielonych na glebach torfowych wykorzystywanych jako grunty orne. Ma charakter dobrowolnej 5-letniej praktyki, w ramach której obowiązuje m.in.: coroczne składanie wniosków, zakaz zmiany reżimu hydrologicznego obszaru, zakaz orki i wysiewu traw uprawnych w 2–5 roku zobowiązania.

Zintegrowane zarządzanie użytkami zielonymi i terenami podmokłymi. Interwencja obejmuje dwa warianty: 1) „**Ekstensywne zarządzanie trwałymi użytkami zielonymi poprzez wypas**”, której celem jest utrzymanie trwałych użytków zielonych, ochrona siedlisk przyrodniczych oraz związanych z nimi zagrożonych gatunków, 2) „**Zarządzanie łąkami, terenami podmokłymi i siedliskami przyrodniczymi o znaczeniu dla Unii Europejskiej**”, która zachęca rolników do zachowania, a także ochrony siedlisk przyrodniczych i gatunków mających znaczenie dla UE oraz zwiększenia wartości ekologicznej obszarów objętych interwencją.

Zobowiązania w ramach obu interwencji są podobne i obejmują: zakaz zaorywania użytków zielonych oraz obsiewania ich trawami uprawnymi, zakaz instalowania nowych systemów melioracyjnych lub nawadniających. W przypadku pierwszej interwencji obowiązkowe jest użytkowanie kośne przy obsadzie 0,1–1 DJP¹¹/ha. W przypadku drugiej użytkowanie może być kośne lub pastwiskowe (przy obsadzie 0,1–1 DJP/ha).

Ekstensywne użytkowanie terenów podmokłych. Interwencja ma na celu zarządzanie najbardziej wartościowymi terenami podmokłymi w celu zachowania ich charakterystycznej flory i fauny. Do najważniejszych zobowiązań należą: zakaz tworzenia nowych systemów melioracyjnych, zakaz orki i wysiewu traw uprawnych, koszenie lub wypasanie zwierząt gospodarskich. Koszenie rozpocząć można nie wcześniej niż 20 czerwca, skoszona biomasa musi zostać usunięta do 1 marca następnego roku. Wypas odbywa się przy obsadzie zwierząt wynoszącej 0,1–1 DJP/ha.

Chociaż wyżej wymienione interwencje wspierają zrównoważone praktyki rolnicze na glebach organicznych, nie obejmują bezpośrednich działań renaturyzacyjnych, takich jak ponowne nawadnianie.

Środki z budżetu państwa. Na Litwie jednym ze źródeł finansowania utrzymania dobrego stanu siedlisk torfowiskowych jest Program Wsparcia Środowiska. Jest on zazwyczaj wykorzystywany w celu finansowania działań podejmowanych na obszarach chronionych, polegających m.in. na utrzymaniu tam, usuwaniu roślinności drzewiastej czy instalacji systemów monitorowania.

Inne fundusze. Obecnie w Litwie program LIFE jest jednym z najważniejszych instrumentów finansowych służących przywracaniu reżimu hydrologicznego i poprawie stanu zniszczonych torfowisk.

Doświadczenia islandzkie

Ponieważ Islandia nie jest częścią UE, fundusze europejskie do niedawna nie były dostępne. Od 2021 r. Islandia może ubiegać się o dofinansowanie z programu LIFE, chociaż do tej pory żadne przedsięwzięcie renaturyzacji torfowisk nie zostało sfinansowane z tych środków. Aktualnie rozpatrywany jest jeden wniosek, złożony wspólnie przez sześć agencji i dwie organizacje pozarządowe, zakładający nawodnienie znacznych obszarów

¹¹ Duża jednostka przeliczeniowa inwentarza – umowna jednostka liczebności zwierząt hodowlanych, odpowiadająca jednej krowie o masie 500 kg.

torfowisk na zachodzie, południu i wschodzie Islandii. Obejmuje on szczegółowy monitoring, zaangażowanie interesariuszy, promocję i edukację. Dotychczas większość przedsięwzięć renaturyzacyjnych była finansowana przez rząd, początkowo przez komisję ds. terenów podmokłych, a ostatnio przez Islandzką Służbę Ochrony Gleb (SCSI). Kilka przedsięwzięć sfinansowały również: Islandzka Administracja Dróg i Wybrzeża (IRCA) oraz Krajowa Spółka Energetyczna, jako rekompensatę za torfowiska zniszczone w wyniku budowy dróg i elektrowni.

Finansowanie fazy wdrożeniowej ponownego nawadniania torfowisk jest stosunkowo proste od 2016 r., kiedy to odtwarzanie torfowisk zostało uwzględnione w planie działań na rzecz klimatu Islandii. Jednak nie są łatwo dostępne środki finansowe na planowanie, przygotowanie i monitorowanie, zarządzanie przedsięwzięciami i zaangażowanie profesjonalnego personelu.

Idea handlu „odpustami węglowymi” (carbon credits) – wspólna szansa na przyszłość?

Na całym świecie rośnie zainteresowanie niektórych przedsiębiorstw poprawą swojego wizerunku ekologicznego, poprzez kompensowanie generowanej przez przedsiębiorstwo emisji gazów cieplarnianych. Zwykle kompensacja taka polega na inwestowaniu pieniędzy w pochłanianie węgla lub zmniejszenie emisji w innych sferach. Jedną z możliwości jest inwestowanie środków w ponowne nawodnienie torfowisk (swego rodzaju finansowanie zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych z tych torfowisk).

Wobec tego rodzaju popytu, na cały świecie rozwijają się systemy „dobrowolnego handlu emisjami”¹². Operator takiego systemu współpracuje z podmiotami realizującymi działania na rzecz ponownego nawodnienia torfowisk, poświadczając swoim autorytetem, skalę emisji gazów cieplarnianych, jakiej uniknięto w wyniku każdego z przedsięwzięć. Na tej podstawie wprowadza na rynek umowne certyfikaty (tzw. *carbon credits*), odpowiadające liczbie ton ekwiwalentu CO₂ adekwatnej do unikniętej emisji. Firma emitująca gazy cieplarniane, może kupić odpowiednią liczbę takich certyfikatów, uzyskując w ten sposób wizerunkowy „odpust grzechu emisyjnego” – gdy kupi tyle, ile emituje, może wręcz przedstawiać się jako „zeroemisyjna”. Operator przekazuje uzyskane w ten sposób środki podmiotom nawadniającym torfowiska, pomniejszone o koszty manipulacyjne.

Opinie na temat powyższych systemów są podzielone. Niektórzy upatrują w nich szansy na finansowanie ponownego nawadniania torfowisk na dużą skalę. Inni wskazują na słaby punkt – dostępne metody szacowania emisji unikniętej wskutek nawodnienia konkretnego torfowiska są bardzo niedokładne (por. też rozdz. 5.4 w tej publikacji), więc certyfikacja zmniejszenia emisji jest mało wiarygodna. Poza tym, taki system certyfikuje zwykle nie pochłanianie węgla, a tylko zmniejszenie emisji z degradującego się torfowiska – może więc być demoralizujące, gdy właściciel torfowiska otrzyma pieniądze za to, że nadal emituje gazy cieplarniane, tylko nieco mniej. Zwolennicy odpowiadają, że olbrzymi błąd pojedynczego oszacowania nie ma znaczenia, a certyfikaty mogą być tylko umowne; ważna jest wiarygodność oszacowania w skali całego systemu, zaś każda tona unikniętej emisji to korzyść dla przyrody i klimatu w porównaniu z *business as usual*.

¹² Nie mylić z tzw. systemem ETS (European Union Emissions Trading System, czyli Europejski System Handlu Emisjami), który obowiązuje w UE i polega na tym, że w niektórych branżach gospodarki emitent gazów cieplarnianych musi wykupić uprawnienia do emisji. Pula uprawnień jest ustalona i stopniowo zmniejszana, podlegają one obrotowi rynkowemu. Gdy popyt na uprawnienia przekracza ograniczoną podaż, ich cena rośnie, zniechęcając do działalności emisjogennej (np. do produkowania prądu z węgla).

Nadzieje wydają się jednak przeważać nad wadami i takie systemy są na całym świecie rozwijane. W Unii Europejskiej przyjęto rozporządzenie 2024/3012 w sprawie ustanowienia unijnych ram certyfikacji trwałego pochłaniania dwutlenku węgla, technik węglochłonnych oraz składowania dwutlenku węgla w produktach (tzw. Rozporządzenie CRCF), a na jego podstawie trwają prace nad ustaleniem wspólnych zasad certyfikacji zmniejszenia emisji z ponownie nawadnianych torfowisk.

W Polsce, Litwie ani Islandii nie udało się jednak dotąd stworzyć rynku takich „odpustów węglowych”. W Polsce prace nad zaproponowaniem krajowego systemu certyfikacji, wzorowanego na niemieckim schemacie „MoorFutures”, prowadzi Centrum Ochrony Mokradeł. W Litwie fundacja zajmująca się ochroną torfowisk „VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas” wykorzystuje własny systemem handlu kredytami węglowymi, także oparty na niemieckim modelu. W Islandii prywatny fundusz Wetland Fund sfinansował w latach 2018–2023 kilka przedsięwzięć (łącznie ok. 300 ha), w ramach których sektor prywatny mógł kupować nieoficjalne odpusty węglowe, a uzyskane w ten sposób środki przeznaczone na ponowne nawadnianie torfowisk. Działalność funduszu została wstrzymana, ponieważ firmy i właściciele gruntów czekają na wprowadzenie rynku oficjalnych certyfikatów redukcji emisji. Główną przeszkodą w jego powstaniu jest brak danych z torfowisk islandzkich, gdyż dotąd przeprowadzono na nich zaledwie kilka badań emisji gazów cieplarnianych, a danych dotyczących bilansu węgla na torfowiskach osuszonych i naturalnych jest szczególnie mało.

4. Realizacja

4.1. Techniki ponownego nawadniania

Doświadczenia polskie

Kluczowe dla ponownego nawadniania torfowisk jest przywrócenie i utrzymanie poziomu wody. Zwykle wymaga zablokowania antropogenicznego odpływu wody. Najczęściej stosowane rozwiązania to:

Zaniechanie konserwacji rowów odwadniających. Wiele torfowisk, dawniej osuszonych i zagospodarowanych rolniczo lub zalesionych, nie jest już użytkowanych, albo ich użytkowanie stało się śladowe. Odwadniające je rowy, jeśli nie są regularnie konserwowane, powoli zamulają się i zarastają, stając się mniej skuteczne. Często samorzutnie następuje, co najmniej częściowe, ponowne nawodnienie torfowiska. Proces ten wymaga jedynie „nierobienia niczego”; tj. niekonserwowania i nieodbudowywania rowów. Nie zawsze jest to jednak w pełni skuteczne: nawet silnie zarośnięte rowy mogą wciąż znacząco odprowadzać wodę. W szczególności rowy, które latem wyglądają na нефunkcjonujące, w mokrych okresach roku mogą wciąż odprowadzać wodę z torfowiska.



Duży rów odwadniający, porzucony, zarośnięty, ale wciąż odwadniający torfowisko. Słowiński Park Narodowy. Fot. Paweł Pawlaczyk

Tamy bobrowe. Niektóre rowy odwadniające są tamowane przez bobry *Castor fiber*. Jest to zwykle skuteczny sposób na nawodnienie terenu. Wystarczy nie przeszkadzać bobrom. W skali krajobrazu rozlewiska bobrowe przynoszą wiele korzyści środowiskowych, wpływając na krążenie wody w krajobrazie, wychwytyjąc niesione przez wodę osady, umożliwiając wychwyt biogenów przez roślinność, retencjonując wodę (Janiśzewski i in., 2014; Grudziński i in., 2022). Jednak konsekwencje tamowania wody przez bobry nie są całkiem jednoznaczne. Niekiedy tamy bobrowe mogą negatywnie wpływać na cenne elementy przyrody, np. powodując zamulanie tarlisk ryb w bystro płynących ciekach, albo zalewanie cennych torfowisk. Bobry mogą także powodować zalewanie

gruntów rolnych lub podtapianie infrastruktury. Większość tego typu problemów można rozwiązać stosując proste i tanie rozwiązania techniczne, ograniczające wpływ tam bobrowych. Zagadnienia te omówiono bardziej szczegółowo w odrębnych publikacjach (Czech, 1999; Szpaczyński, 2003; Czech, 2005; Campbell-Palmer i in., 2016). Najpopularniejszym rozwiązaniem są przelewy rurowe w tamach bobrowych, gdzie wlot rury jest przedłużony o kilka metrów w głąb rozlewiska i zabezpieczony metalowym koszem, co utrudnia bobrom znalezienie miejsca ucieczki wody i jego zatkanie. Jednak z punktu widzenia ponownego nawodnienia torfowisk, utrzymanie tam bobrowych w nienaruszonym stanie, nawet gdy wymaga to zaakceptowania pewnych niedogodności, jest zazwyczaj najkorzystniejsze.



Rów odwadniający zablokowany przez tamę bobrową. Idealny sposób nawodnienia torfowiska. Bagna Izbickie. Fot. Paweł Pawlaczyk

Imitacje tam bobrowych. Konstrukcje wykonane przez ludzi z gałęzi, mułu, gliny itp., inspirowane tamami bobrowymi, też mogą skutecznie zatrzymywać wodę. Zwykle nie są zbyt trwałe, ale wyglądają bardzo naturalnie – a jeśli sieć takich tam będzie przemyślana przez doświadczonego konstruktora, dobrze wykonana, regularnie monitorowana i w razie potrzeby uzupełniana – może bardzo dobrze działać. Podejście to jest popularne głównie w Stanach Zjednoczonych (gdzie m.in. powstał specjalny podręcznik tworzenia takich tam – Wheaton i in., 2019), niemniej jednak także w Polsce są przykłady jego zastosowania – np. w Wielkopolsce, w Bieszczadach, na rzece Małej na Mazowszu. To podejście zasługuje na znacznie szersze stosowanie.



Imitacja tamy bobrowej, zbudowana przez lokalnego rolnika z Wielkopolski, w celu utrzymania wody w gospodarstwie rolnym. Fot. Paweł Pawlaczyk



Imitacja tamy bobrowej blokująca rów melioracyjny w Bieszczadach, wykonana z gałęzi wierzbowych - od budowy jesienią do następnego lata. Fot. Andrzej Czech.

Tamy ad hoc. Inne przetamowania, nie wzorujące się na konstrukcji tam bobrowych, ale przygotowane ad hoc z tego, co jest pod ręką starych desek, kawałków drewna, gliny, mułu, worków z piaskiem lub gliną. Zwykle wykonywane przez ochotników, prawie bezkosztowo. Niekiedy takie przegrody tworzą zdesperowani suszą rolnicy, chcąc zatrzymać resztki wody na swoich gruntach. Skuteczność zależy od inżynierskiej intuicji twórców. Problemem bywa trwałość niektórych rozwiązań – dobrze wyglądających w chwili konstruowania, ale rozmywanych przy epizodach większego przepływu; niekiedy tamowanie trzeba co roku odnawiać.

Jak zablokowaliśmy rowy w Umultowie k. Poznania:

W jednym miejscu woda uciekała powoli, strużka miała niewielki spadek. Skuteczną techniką okazało się użycie ściętych, długich na około 70-100 cm pni drzew o średnicy

ok. 20-30 cm. Wykopałem podłużną dziurę w poprzek wyciekającego ze stawu strumyka, dziura miała wymiar pni ściętych drzew. W dziurę wsunąłem pnie, stykając je wzdużnie, „czołowo”, szczeliny pomiędzy nimi uszczelniłem mułem ze stawu. Na cieku o niewielkim spadku okazało się to być idealnym rozwiązaniem, bardzo trwałym. Woda podniosła się aż do poziomu wierzchu pni i przelewała się przez nie równomiernie górą.

W innym miejscu problemem był znaczny spadek i przepływ. W 2023 roku zatamowałem odpływ wody wbijając młotem pionowo „na sztorc” długie na kilkadziesiąt cm podłużne kawałki kory dębowej, w dwóch rzędach, a pomiędzy nimi była ziemia i muł. Taka konstrukcja od początku miała umiarkowaną szczelność. W 2024 roku obok tej starej konstrukcji wybudowaliśmy zupełnie nową: pierw usunęliśmy z koryta strumienia zalegające liście, gałęzie i wkopaliśmy się nieco w boczne zbocza strumienia. Jako materiał budowlany posłużyły nam pozyskane z przewróconej ambony deski (za zgodą lokalnych myśliwych). Deski pocięliśmy na mniej więcej równe kawałki. Posłużyły głównie do zrobienia dwóch ścian, prostopadłych do kierunku płynięcia wody. Deski wbijaliśmy poziomo w zbocza i staraliśmy się by w poziomie szczelnie do siebie przylegały. Deski między sobą były łączone szczelnie za pomocą przykręconych do nich mniejszych kawałków desek, przy użyciu wkrętki akumulatorowej i wkrętów. Pomiędzy dwoma ścianami desek oddalonymi o 30-40 cm nanieśliśmy kamienie leżące na polu, glinę wykopaną w pobliżu oraz muł. Ściany z desek były stabilizowane przed naporem wody poprzez pionowo wbite paliki oraz deski. Na wierzchu w środkowej części tej solidnej ściany celem ukierunkowania odpływu wody (by nie rozmywała miejsc styku deskowo-ziemnej zapory z brzegami strumienia) stworzyliśmy w deskach niewielkie miejsce do przepływu (wielkości cegły). Na wierzchu tamy, by zniechęcić spacerowiczów od wchodzenia na nią, co by ją mogło osłabić i zniszczyć – umieściliśmy gałęzie.

T. Kniota, J. Tafelski



Przegroda wykonana ad hoc w Radojewie pod Poznaniem i jej twórcy. Notatka o tych działaniach w lokalnej prasie została zatytułowana „Ludzie-bobry znowu w akcji”. Fot. Tomasz Kniota



Przegroda wykonana ad hoc na torfowisku Puścizna Wielka na Orawie, przez właściciela kopalni torfu, któremu nakazano ograniczenie oddziaływania. Chwilowo skuteczna, choć problematyczna estetycznie; została szybko rozmyta przy wiosennych roztopach. Fot. Paweł Pawlaczyk

Struktury biologiczne z roślin zielnych. Jak wspomniano wyżej, niekonserwowane rowy zarastają roślinnością, więc można próbować proces ten przyspieszyć. Przynajmniej częściowe zablokowanie rowów można osiągnąć za pomocą przesadzanych do rowów kęp wysokich turzyc np. turzycy prosowej *Carex paniculata*. Rozwiązanie to można jednak stosować jedynie w przypadku małych rowów o niskim natężeniu przepływu.

Kłody drewnne. Na niektórych torfowiskach górskich pewien efekt nawodnienia można osiągnąć poprzez zablokowanie spływu wody powierzchniowej za pomocą kłód drewna ułożonych poprzecznie do linii spadku zbocza.



Rów zablokowany przez turzycę prosową *Carex paniculata*. Fot. Dorota Horabik



Blokowanie spływu powierzchniowego na torfowisku górskim za pomocą kłód drewna. Fot. Andrzej Jermaczek.

Stałe przegrody drewniane. Niskie koszty, łatwość montażu, łatwa integracja ze środowiskiem i stosunkowo wysoka trwałość decydują o popularności przegród wykonanych z drewna. Umożliwiają one blokowanie odpływu wody w rowach o szerokości do 4–5 m. Podstawowymi materiałami do ich budowy są zwykle grube (4–5 cm), choć niezbyt szerokie (10–15 cm), deski drewniane o różnej długości (1,5–2 m) z frezowanym piórem. Najlepszym materiałem jest drewno liściaste, np. dąb. Drewno olchowe można stosować, gdy będzie zanurzone w wodzie. Grube deski sosnowe również mogą spełniać swoją funkcję przez wiele lat. Niekiedy (płytkie rowy o małym przepływie) wystarczy kilka lat zatamowania, by rów całkowicie zarósł. Zaletą drewna jest wówczas wtopienie w środowisko i naturalny rozkład przegrody, która nie spełnia już swojej funkcji.

Możliwe są różne techniki budowy drewnianych przegród (por. Pawlaczyk i in., 2002; Kujawa-Pawlaczyk i Pawlaczyk, 2005; Makles i in., 2014; Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych, 2016). Ważne, by stworzyć szczelną ściankę drewnianą. Mogą ją tworzyć np. deski zaostrome na jednym końcu i wbijane w dno rowu, a między sobą łączące się na pióro i wpust. Głębokość, na jaką należy wbić deski, zależy od wysokości przegrody i twardości podłoża. W glebie organicznej powinna ona być nawet 2–3 razy większa od wysokości ścianki. W przypadku twardych podłoży mineralnych wystarczająca jest głębokość nieznacznie przekraczająca wysokość przegrody, by ścianka była szczelna i trwała. Drewnianą barierę da się też zbudować z desek ułożonych poziomo. Można je połączyć przed umieszczeniem w rowie. Niestety, wbicie takiej konstrukcji bywa bardzo trudne lub wręcz niemożliwe – dlatego jedynym sposobem jest jej wkopanie.

Ważne jest, aby woda nie przepływała ani nie przesiąkała pod przegrodę, dlatego ścianki wykonane z pionowo wbijanych, dobrze dopasowanych do siebie desek są zazwyczaj skuteczniejsze. Długość ścianki musi być ok. dwukrotnie większa od szerokości rowu, tj. powinna ona zagłębiać się w brzegi.

Pojedyncze bariery drewniane, zwłaszcza gdy różnica poziomu wody przed i za przegrodą przekracza kilkanaście cm, mogą z czasem ulegać odkształceniom i wyginać się pod wpływem ciśnienia wody. Dlatego podczas ich budowy wskazane jest podparcie ich od strony spadu.

Ważnym elementem konstrukcyjnym jest odpowiednie ukształtowanie przelewu. Powinien on znajdować się w środku cieku i być tak uformowany, by przy dużych napływach woda przepływała tylko środkiem, a nie po bokach przegrody. Jeśli tak nie jest, podczas większych przepływów woda może rozmyć brzeg rowu i ominąć ściankę, nawet zagłębioną w brzeg.

Aby uniknąć skutków rozmywania i erozji brzegów oraz dna rowu, należy pamiętać o zachowaniu bezpiecznego poziomu piętrzenia. Różnica poziomu wody przed i za przegrodą nie powinna być większa niż 30–40 cm. W celu dodatkowego wzmocnienia można wykonać dodatkowe podpory od strony spadu.



Przykłady stałych przegród drewnianych. Fot. Paweł Pawlaczyk

Tamy torfowe. Najprostszą formą zablokowania rowu jest wypełnienie krótkiego jego odcinka (2–10 m) torfem. Tego typu rozwiązanie sprawdza się w rowach o niewielkim niskim przepływie, a torf powinien być słabo zmineralizowany. Odcinki rowów pozostawione między przegradami z czasem samoistnie zarosną. Takie bariery torfowe są stosowane powszechnie na torfowiskach borealnych. W Polsce rozwiązanie to nie jest zbyt popularne ze względu na małą odporność na epizody wysokich przepływów. W polskim klimacie powszechne są obecnie suche lata, ale zdarzają się okresy deszczowe lub bardzo deszczowe, zwykle jesienią, zimą lub wiosną.



Przykład tamy torfowej. Fot. Paweł Pawlaczyk



Przegroda torfowa wzmocniona elementami drewnianymi. Fot. Paweł Pawlaczyk

Stałe przegrody z drewna i torfu lub drewna i gliny. Bardzo trwałe i skuteczne są przegrody wykonane z dwóch drewnianych ścianek szczelnych, z przestrzenią między nimi wypełnioną torfem lub gliną. Torf może być luzem lub w workach jutowych. Części drewniane w tym rozwiązaniu nie wymagają uszczelniania – szczelność zapewnia wypełnienie torfowo-gliniaste.



Przykład przegrody z drewna i gliny. Fot. Paweł Pawlaczyk

Stałe przegrody i ścianki wykonane z tworzyw sztucznych. Oprócz drewna, torfu i ziemi, do budowy barier można używać różnych rodzajów plastiku i blachy. Mają tę zaletę, że są dużo lżejsze, łatwiejsze w transporcie, trwałe – a w konsekwencji w długoterminowej perspektywie często korzystniejsze ekonomicznie. Czasami do blokowania rowów stosuje się proste ścianki wykonane z arkuszy grubej sklejki. Ścianka wykonana jest z jednego kawałka płyty, który jest wbijany lub wciskany w podłoże. Niekiedy takie ścianki są uzupełnieniem i dodatkowym uszczelnieniem wypełnienia rowu ziemią lub gałęziami. Ścianki można budować także przez szczelne łączenie paneli z tworzywa sztucznego, co pozwala nie tylko na budowę pojedynczych przegród blokujących rowy, ale także na budowę długich ścian z tworzywa sztucznego. Na rynku krajowym dostępne są zaawansowane rozwiązania opracowane z myślą o obiektach hydrotechnicznych.

Plastikowe bariery są z reguły droższe od drewnianych, ale różnicę mogą zniwelować niższe koszty montażu w terenie, a odwrócić – niższe koszty późniejszego utrzymania i konserwacji. Jednak mimo zalet technicznych, rozwiązanie to nie jest, przynajmniej do tej pory, w Polsce powszechne, ze względu na opór polskich przyrodników przed wprowadzaniem plastiku do środowiska naturalnego. W kilku obiektach (np. torfowisko Białe Błota na Kielecczyźnie) ścianki z tworzywa funkcjonują jednak doskonale.



Przykład przegrody z tworzywa sztucznego. Fot. Paweł Pawlaczyk

Blokowanie odpływu z wykorzystaniem istniejących urządzeń hydrotechnicznych. Przepusty pod drogami można łatwo przekształcić w miejsca zablokowania odpływu. Gdy droga jest nieużywana przepust można po prostu zatkać. Wykonanie zastawki szandorowej na wlocie do przepustu (rowki w ścianach betonowych, w które wkłada się deski – szandory) pozwala na uzyskanie regulowanego piętrzenia, a wykonanie studni wokół wlotu do przepustu, np. przy użyciu kręgów betonowych, stanowi konstrukcję piętrząco-upustową. Na bazie istniejących mostów można budować na ciekach niewielkie, denne progi piętrzące, które mogą pełnić funkcję progów stabilizujących poziom wody w sąsiadującym z ciekim torfowisku.

Budowa przepustów piętrzących. Efektywnym rozwiązaniem w przypadku gęstej sieci przecinających się dróg i rowów, może być budowa tzw. przepustów „dławiących”, czyli przepustów o przekrojach naturalnie ograniczających odpływ. Parametry wykorzystywanych przepustów powinny być dostosowane do miejsca, w którym będą montowane. Oczekiwany przepływ i szerokość rowu będą decydować o zastosowaniu jednej lub dwóch rur (najlepiej PEHD) o odpowiedniej średnicy. Budowa przepustów z rur o stosunkowo małej średnicy, osadzonych w zaporze drewniano-ziemnej, pozwoli na ograniczenie odpływu wody, poprzez zmniejszenie przepustowości rowu. Przy okazji uzyskuje się możliwość przejścia i przejazdu przez rów, co niekiedy jest ważne ze względu na konieczność koszenia. W razie potrzeby można jeszcze bardziej ograniczyć odpływ wody, poprzez zatkanie przepustu drewnianymi korkami lub workami z piaskiem. Rozwiązanie to jest atrakcyjne w praktyce również ze względu na znaczne uproszczenie procedur budowlanych i wodno-prawnych związanych z budową przepustów.



Przykład przepustu dławiącego. Fot. Dorota Horabik



Przykład regulowanej zastawki. Fot. Paweł Pawlaczyk

Zastawki regulowane. Bardzo popularne rozwiązanie techniczne, skuteczne i trwałe, ale stanowiące element obcy dla otoczenia. Najczęściej składają się z betonowych ścian z wyciętymi prowadnicami, w które wkładane są poziome deski blokujące przepływ (szandory). Podobne rozwiązania montowane przy odpływach stawów nazywane są mni-chami wylotowymi. Aby zapobiec wandalizmowi i złośliwej zmianie poziomu piętrzenia, można przewidzieć rozwiązania umożliwiające zamknięcie zastawki klatką z prętów stalowych, zamykaną na kłódkę. Podobne zastawki można wykonać z drewna, stanowiącego materiał bardziej naturalny. Innym regulowanym rozwiązaniem jest uchylna metalowa kłapa, niekiedy samozamykająca się i samootwierająca się zależnie od kierunku przepływu wody – takie elementy są często stosowane jako przepusty pod wałami.

Przelewy regulowane z elastyczną rurą. Popularny w Wielkiej Brytanii rodzaj przelewu przez groblę, prosty, tani i pomysłowy, łatwy do regulacji; w warunkach polskich prawdopodobnie nie jest wystarczająco odporny na złośliwe działania człowieka. Polega na zakopaniu w grobli elastycznej rury o średnicy do 25 cm i ustawieniu na odpowiedniej wysokości jej wlotu i wylotu, tak aby określić pożądany poziom wody. Jest to dobra metoda do ograniczania poziomu wody w zalewiskach bobrowych, gdy istnieje problem zalania sąsiednich terenów, choć wówczas wlot rury musi być przedłużony i odpowiednio zabezpieczony, aby bobry go nie zatkały.

Zasypywanie całych rowów. Często najlepszym rozwiązaniem jest zasypianie całego rowu odwadniającego. Najczęściej wykorzystywany w tym celu jest materiał lokalny, pochodzący z bezpośredniego sąsiedztwa rowu. Pobierając materiał należy oszczędzać cenne fragmenty powierzchni torfowiska i stanowiska cennych gatunków; Jednak w większości przypadków nie należy obawiać się punktowego naruszenia roślinności, która w warunkach dobrego uwodnienia regeneruje się dość szybko. Możliwe jest również przekształcenie rowu w paciorki małych stawków: punktowe poszerzanie rowów i zasypywanie pozostałych odcinków tak uzyskanym materiałem.

Zasypywanie rowów jest często najkorzystniejszym rozwiązaniem w przypadku torfowisk, choć bywa też najdroższym. W Polsce jak dotąd było rzadko stosowane w praktyce, ze względu na wysokie koszty i pracochłonność. Jednak w niektórych przypadkach, zwłaszcza gdy zachodzi potrzeba przywrócenia poziomego przesiekania wody przez torf (torfowiska soligeniczne, torfowiska zboczowe), jest to jedyne skuteczne rozwiązanie.



Przykład zasypanego rowu w Litwie. Fot. Paweł Pawlaczyk



Zasypany rów na torfowisku łąkowym w pobliżu Michałowa, efekt przedsięwzięcia ochrony ptaków realizowanego przez Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków (PTOP). Fot. Paweł Pawlaczyk

Czasami wskazane jest ograniczenie odwadniającego działania rowów, bez ich całkowitej likwidacji. Można to osiągnąć poprzez zmniejszenie przekroju poprzecznego rowów, np. ich wyplęcenie – zasypanie tylko do pewnego poziomu. Podobnym rozwiązaniem może być ułożenie na dnie rowu biologicznej zabudowy w postaci wiązek wikliny (związane drutem wiązki o średnicy ok. 20 cm), co stymuluje osadzanie namulów i piasku niesionych przez płynącą wodę.

Inne rozwiązania. W szczególnych przypadkach konieczne może być zastosowanie innych rozwiązań. Czasami w celu zablokowania odpływu wody stosuje się dłuższe groble. Niektóre nawadniane torfowiska wymagają izolacji hydrologicznej: w tym celu instaluje się szczelne ściany z drewna lub tworzywa sztucznego. Rowy i ciekі wodne, które muszą przecinać torfowiska, są czasami obudowywane szczelnymi ściankami, lub prowadzone rurą, by nie drenowały torfu. Z drugiej strony, w niektórych ciekach sąsiadujących z torfowiskami, czasem zachodzi potrzeba podwyższenia dna i poziomu wody, aby podnieść podstawę erozji i drenażu przyległego bagna. W tym celu stosuje się przyzmy żwirowe na dnie ciekі. Bardziej zaawansowane obiekty hydrotechniczne również mogą znaleźć zastosowanie, ale wykracza to już poza zakres tego podręcznika.

Wybierając rozwiązania techniczne, warto postawić na takie, które nie będą wymagały szczególnej opieki i częstych napraw w przyszłości. Optymalne rozwiązania nie będą wymagały żadnej konserwacji przez długi okres, około 20–25 lat. Niestety, nawet perfekcyjnie wykonana przegroda lub zastawka wymaga od czasu do czasu kontroli. Ciśnienie wody, które często jest niedoceniane, może być przyczyną awarii. Często zdarza się, że boki przegrody zostają rozmyte i woda przepływa obok. Planując przegrody w okresach suszy, łatwo jest niedoszacować siły przepływu w okresach mokrych. Przyczyną nieprawidłowego działania przegród mogą być również bobry, które wykorzystują je do jeszcze wyższego podniesienia poziomu wody. W okresie takiego „użytkowania” przegród przez bobry dbanie o ich szczelność (w przeciwieństwie do dbania o chronione torfowisko, które może zostać zalane) jest zbędne. Problemy mogą pojawić się, gdy bobry porzucą swoją tamę, która stopniowo rozpadnie się. Aby poradzić sobie we wszystkich możliwych sytuacjach, konieczne jest regularne kontrolowanie sytuacji na miejscu.

Wiele praktycznych rozważań oraz wskazówek i porad dotyczących blokowania rowów na torfowiskach leśnych zostało podsumowanych w szwedzkiej broszurze Lindha (2022). Mogą one być bardzo przydatne również w polskich warunkach.

Więcej informacji na temat szczegółów rozwiązań technicznych stosowanych w Polsce w celu neutralizacji negatywnego oddziaływania rowów można znaleźć w innych publikacjach, takich jak: Pawlaczyk i in., 2002; Kujawa-Pawlaczyk i Pawlaczyk, 2005; Pawlaczyk i in., 2005; Herbichova i in., 2007; Makles i in., 2014; Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych, 2016.

Oprócz działań z zakresu zarządzania wodą, niekiedy w ramach renaturyzacji torfowisk wdrażane są **działania kształtujące roślinność lub glebę**. Jeśli przesuszone torfowisko porośło drzewami, ich usunięcie może ograniczyć ewapotranspirację wody i uratować resztki typowej roślinności bagiennej. Z drugiej strony, usuwanie drzew odśtania powierzchnię torfowiska na następcznienie, co może pogłębiać przesychanie. Jednak usuwanie drzew jest na szeroką skalę stosowane w Polsce.

Niekiedy roślinność torfowiskowa jest koszona lub wypasana. Robi się to przede wszystkim ze względu na różnorodność biologiczną, dla utrzymania odpowiednich siedlisk. Trzeba zastrzec, że czasami pełne nawodnienie torfowisk koliduje z koszeniem ich roślinności.

Na bardzo zdegradowanych torfowiskach czasami stosuje się usuwanie wierzchniej warstwy murszu, w celu odświeżenia zdrowej, wilgotnej warstwy torfu, która może posłużyć jako powierzchnia pod ponowną sukcesję roślinności torfotwórczej. Takie środki mogą być skuteczne, ale – ze względu na wysokie koszty i brak wystarczającego doświadczenia w realizacji – wciąż nie są powszechnie stosowane w polskich przedsięwzięciach.

Na niektórych torfowiskach podjęto próby reintrodukcji roślinności torfotwórczej (np. transplantacji torfowców), co dało obiecujące rezultaty. Jednak w Polsce takie rozwiązania mają wciąż charakter eksperymentalny.



Usuwanie drzew w celu odświeżenia i uratowania resztek pierwotnej roślinności torfowiskowej jest częścią wielu przedsięwzięć ponownego nawadniania torfowisk. Fot. Paweł Pawlaczyk

Doświadczenia litewskie

Większość środków i technologii stosowanych w Litwie w celu przywrócenia reżimu hydrologicznego torfowisk jest taka sama jak w Polsce. Wyjątkiem jest stosowanie nasładownictwa tam bobrowych i konstrukcji biologicznych wykonanych z roślin zielnych, które nigdy nie zostały tu przetestowane. W zależności od stanu i rodzaju systemów melioracyjnych można wyróżnić następujące środki przywracające reżim hydrologiczny:

- Punktowe blokowanie rowów melioracyjnych z wykorzystaniem:
 - tam z torfu,
 - przegród z desek lub plastiku,
 - przegród z płyt drewnopochodnych,
 - przegród o złożonej konstrukcji,
- Budowa zastawek o konstrukcji umożliwiającej regulację poziomu piętrzenia wody;
- Całkowite wypełnienie rowu torfem;
- Budowa ziemnych grobli.

Blokowanie rowów melioracyjnych jest najczęstszą metodą przywracania reżimu hydrologicznego w Litwie. Można to zrobić przy użyciu szerokiej gamy materiałów. Powszechnie stosuje się blokowanie rowów przy użyciu torfu. W Litwie środek ten stosuje się zazwyczaj do odtwarzania skrajów torfowisk oraz do ponownego nawodnienia silnie zdegradowanych obszarów torfowisk, do których można dotrzeć koparkami z szeroką łyżką. Innym rozwiązaniem jest użycie **plastikowych przegród**. Do niedawna była to jedna z najczęściej stosowanych metod ze względu na cenę, łatwość transportu i montażu. Obecnie zazwyczaj wykorzystuje się drewniane materiały budowlane – deski i płyty.



Przegrody na rowach melioracyjnych wykonane z plastiku (po lewej) i drewna (po prawej). Fot. Paweł Pawlaczyc

Wykorzystanie **plyt drewnopochodnych** to jeden z najtańszych sposobów blokowania rowów odwadniających. Powszechnie wykorzystywane są płyty OSB (płyta o wiórach orientowanych, z ang. Oriented Strand Board) lub MDF (płyta pilśniowa o średniej gęstości, z ang. Medium Density Fibreboard; patrz zdjęcia). W razie potrzeby wzmacnia się je dodatkowymi konstrukcjami metalowymi lub drewnianymi.

Do blokowania szerszych rowów dość powszechnie stosuje się również **złożone konstrukcje drewniano-torfowe**, w których przestrzeń pomiędzy dwoma wodoszczelnymi ścianami z drewna wypełnia się torfem. Ich zalety to duża trwałość i skuteczność.



Przegrody wykonane z płyt MDF (po lewej) i OSB (po prawej) są prostym rozwiązaniem w blokowaniu małych rowów. Fot. Archiwum fundacji „VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas”

Zastawki z regulowaną wysokością piętrzenia wody są rozwiązaniem, które świetnie sprawdza się w miejscach, gdzie planowane jest podtrzymanie zrównoważonego rolniczego wykorzystania nawadnianych gruntów. Jest to szczególnie ważne w przypadku upraw na podmokłych torfowiskach. Przy zastosowaniu takich zastawek możliwe jest okresowe usuwanie nadmiaru wody podczas wiosennych wylewów, a to z kolei umożliwia wjazd maszyn rolniczych na powierzchnię torfowiska. Poziom piętrzenia wody w takich

zastawkach regulowany jest za pomocą specjalnych śluz lub zasuw (zwykle wykonanych z drewna) nazywanych szandorami (patrz zdjęcia).



Zastawki z drewnianymi szandorami, które umożliwiają regulację poziomu piętrzenia wody, wykorzystywane są do częściowego nawadniania łąk bagiennych. Fot. Archiwum fundacji „VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas”

Wypełnienie rowów melioracyjnych torfem w ich całym profilu podłużnym jest jednym z najskuteczniejszych sposobów przywrócenia reżimu hydrologicznego zdegradowanych torfowisk. Jak dotąd w Litwie środek ten zastosowano tylko raz, w celu ponownego nawodnienia dawnych obszarów wydobywania torfu.



Groble wybudowane z pozostałości torfu hamują powierzchniowy odpływ wody. Fot. Archiwum fundacji „VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas”

W skutecznej renaturyzacji torfowisk poddanych znaczącym przekształceniom dobrze sprawdza się **budowa grobli**. Metoda ta znajduje najczęściej zastosowanie na terenach pokopalnianych. Po zakończeniu przemysłowego wydobywania torfu obszary eksploatacyjne charakteryzują się znacznymi zaburzeniami krajobrazu – nierównym terenem i kopcami torfu pozostałymi po eksploatacji. Taki obraz charakterystyczny był dla torfowisk opuszczonych na Litwie w czasach radzieckich. Przywrócenie naturalnego reżimu hydrologicznego na takich obszarach nie zawsze jest możliwe wyłącznie poprzez standardowe

metody, takie jak tamowanie rowów. Aby zatrzymać powierzchniowy odpływ wody wynikający z nierówności terenu, renaturyzacja torfowisk często uwzględnia budowę torfowych grobli, co widać na poniższych zdjęciach.

Doświadczenia islandzkie

Islandia jest krajem górzystym, z krótkim sezonem wegetacyjnym, częstymi cyklami zamrażania i rozmrażania w zimie, a w konsekwencji procesy erozji są żywe. Dlatego zasypywanie rowów musi być staranne, a przegrody podstawione gęsto, aby uniknąć ryzyka rozmycia. Ważne jest także minimalizowanie powierzchni odśnieżonej gleby – w islandzkich warunkach kolonizacja przez roślinność jest stosunkowo powolna.

W Islandii ponowne nawadnianie głównie nieużytkowane grunty. Zwykle wciąż dostępny lub częściowo dostępny był urobek z kopania rowów, odłożony na ich brzegach. Najczęściej stosowaną praktyką było więc całkowite lub odcinkowe zasypywanie rowów tym materiałem lokalnym. Ważnym doświadczeniem praktycznym jest, że wsypywany do rowu materiał trzeba zagęszczać (mechanicznie ubijać) i to kolejnymi warstwami, a nie dopiero po całkowitym zasypaniu rowu. Doświadczenie wskazuje, że prawidłowo wykonane tamy i zasypywania nie wymagają późniejszej konserwacji, co jest bardzo ważne, ponieważ renaturyzacja jest realizowana często w odległych i trudno dostępnych miejscach.

Głównym założeniem renaturyzacji torfowisk jest podniesienie poziomu wody poprzez uniemożliwienie jej odpływu rowami, co ma zapewnić równomierne nasycenie wodą całego złoża torfu. Ważne jest, aby woda powierzchniowa – np. naturalne strumienie – płynęła naturalnie, i nie było intensywnych przepływów w zablokowanych rowach, a wykonane tamy i zasypywania nie były rozmywane. Przed rozpoczęciem prac niezwykle ważne jest dokładne zbadanie terenu i ich dostosowanie do lokalnych warunków.

Zasypywanie rowów: należy pamiętać o kilku ważnych zasadach:

- Usuń i zachowaj całą roślinność z miejsc pozyskania materiału do zasypywania; użyj jej do pokrycia wypełnienia i innych odśnieżonych powierzchni gleby;
- Pokrywa roślinna zapobiega erozji;
- Wypełnienie jest bardziej stabilne, gdy ziemia / torf jest umieszczana na podobnym substracie (nie na roślinności ani na luźnym namule);
- Używając torfu i roślinności można kierować wodę we właściwym kierunku np. z dala od dawnego rowu, a także spowolnić spływ powierzchniowy;
- Niektóre gatunki bagiennych roślin mogły przetrwać osuszenie torfowiska tylko w rowach – należy je ochronić przed zasypyaniem i zalaniem, by mogły rekolonizować powierzchnię nawodnionego torfowiska.

Z powodu rozkładu torfu i erozji, dostępne wciąż na brzegach rowów odsypy materiału wydobytego przy ich kopaniu, mogą nie wystarczyć do zasypywania całego rowu. Rozwiązaniem jest naprzemienne wypełnianie i pozostawianie odcinków rowu, po ok. 2–5 m, zależnie od spadku rowu i nachylenia terenu. Odcinki zasypane blokują odpływ wody, a pozostawione funkcjonują jak małe zbiorniki wodne, w konsekwencji powstaje mozaika mikrosiedlisk.

Przegrody: Gdy brakuje materiału do zasypywania rowu, najczęstszą metodą jest blokowanie odpływu za pomocą tam z ziemi lub torfu. Materiał wykopuje się w pobliżu rowu, tworząc niewielkie zagłębienia lub oczka wodne. Alternatywnie można wykorzystać materiał pochodzący z brzegów rowu pomiędzy tamami, dzięki czemu brzegi rowu staną się mniej strome, a kształt powstałego zbiornika wodnego będzie bardziej naturalny.

Przy budowie takich tam obowiązują zasady podobne jak przy zasypywaniu rowów, dotyczące zachowania roślinności; stosuje się też podobne odstępy między przetamowaniami, zależnie od nachylenia.



W obszarze Sogn (Islandia) zastosowano mieszane metody odtwarzania uwodnienia (zdjęcie po lewej, fot. Sunna Áskelsdóttir). Po prawej (fot. Paweł Pawlaczyk) zablokowany odpływ z islandzkiego torfowiska.

W przypadku przedsięwzięć ponownego nawadniania torfowisk w Islandii doświadczenie w stosowaniu innych metod i materiałów niż torf *in situ* jest bardzo ograniczone. Gdy zachodziła potrzeba ręcznej regulacji poziomu wody, testowano regulowane zastawki i dawało to dobre rezultaty.

4.2. Monitorowanie i zarządzanie adaptacyjne

Doświadczenia polskie

Monitorowanie zmian, w szczególności zmian warunków wodnych i roślinności, jest niezbędną częścią każdego projektu przywracania uwodnienia. Często jednak jest to trudne do zorganizowania, bo większość typowych schematów finansowania przedsięwzięć zapewnia środki wyłącznie na same działania. Nie ma źródeł finansowych zapewniających długoterminowe finansowanie monitoringu, dlatego musi on być finansowany ze środków własnych beneficjenta, a te możliwości są zazwyczaj ograniczone. Monitorowanie wymaga tymczasem znacznych nakładów finansowych i ludzkich. Bez tego nie będzie możliwa ocena efektów nawodnienia, ani wyciąganie wniosków ze zdobytych doświadczeń.

Powszechnie zaleca się schemat monitorowania BACI (Before-After-Control-Impact czyli Przed-po, Kontrola-Wpływ), tj. porównanie dawnych i obecnych danych z miejsc poddanych działaniu i pozostawionych bez ingerencji. Często można stosować wyłącznie schemat BA (Before-After czyli Przed-Po), ponieważ z punktu widzenia celów przywracania uwodnienia żadna część terenu nie powinna być pozostać nienawodniona, służąc tylko jako punkt odniesienia.

Dobrze ustalony stan początkowy jest kluczowy dla dobrego monitorowania. Wyniki wstępnego rozpoznania i badania torfowisk (patrz wyżej) mogą być w niektórych przypadkach wykorzystane jako punkt wyjścia do monitorowania – ale tylko wtedy, gdy metodyka badań uwzględniła takie wykorzystanie danych (np. gdy powierzchnie badawcze zostały odpowiednio rozmieszczone). Ustalenie stanu początkowego warunków wodnych wymaga nie tylko jednorazowego pomiaru poziomu wody, ale rejestrowania

poziomu wody przez dłuższy czas. Jeden rok hydrologiczny (od listopada do października) to minimum, jednak dane obejmujące kilka lat są znacznie lepsze, ponieważ warunki wodne zmieniają się z roku na rok, m.in. ze względu na różnice opadów.

Podstawowym elementem monitorowania są regularne wizyty na miejscu. Najlepiej, jeśli teren jest regularnie odwiedzany przez jego zarządcę lub opiekuna: osobę lub grupę osób zainteresowanych tym konkretnym obiektem, zaangażowanych w jego ochronę i za nią odpowiedzialnych. Takie lustracje, jeśli są przeprowadzane przez profesjonalistów mających doświadczenie w ochronie torfowisk, mogą dostarczyć wielu cennych informacji. Większość istotnych zmian i pojawiających się problemów da się w ten sposób zauważyć.

Powtarzalne fotografie terenu również mogą okazać się bardzo pomocne. Warto upewnić się, że zdjęcia zawsze są robione z tych samych punktów, w tych samych kierunkach i przy użyciu tych samych ustawień.

Doskonałym źródłem informacji są także zdjęcia lotnicze. W Polsce standardowym źródłem są publiczne ortofotomapy (wykonywane co kilka lat przez służby państwowe). W ostatnich latach coraz częściej wykorzystuje się także własne zdjęcia lotnicze z dronów (UAV) i sporządzane z nich fotomapy.

Te podstawowe metody są zwykle uzupełniane bardziej zaawansowanym monitoringiem terenowym kluczowych czynników ekologicznych.

Podstawowym czynnikiem, który trzeba monitorować, jest poziom wody. Do najczęściej stosowanych technik monitorowania należą:

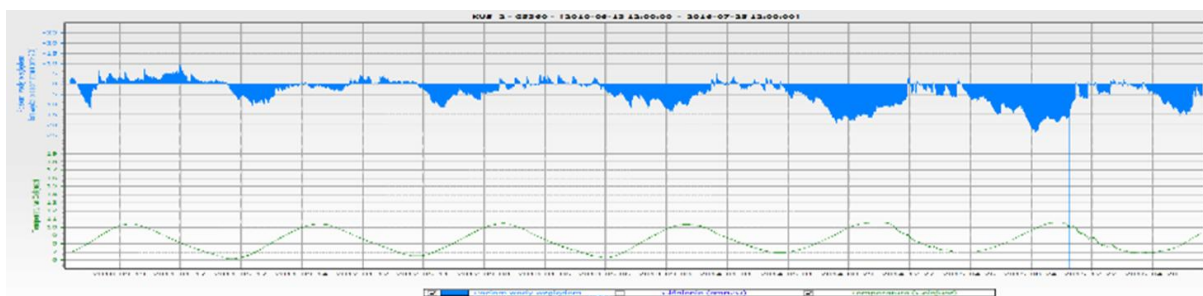
Mapa warunków wodnych, czyli mapa terenu sporządzona na podstawie oceny wizualnej, bez użycia specjalistycznego sprzętu. Przydatna jest zwłaszcza w bardziej zróżnicowanych obiektach, w których są także zbiorniki wodne i pozostałości rowów. W każdym zbiorniku lub rowie należy zarejestrować poziom wody względem krawędzi. W szczególności należy zaznaczyć obecność lub brak wody w rowach. Dla każdej przegrody należy odnotować różnicę poziomów wody powyżej i poniżej niej. Należy zaznaczyć na mapie obszary „suche – możliwe do przejścia w normalnych butach”, „mokre – wymagające gumowych butów” i „zalané”. Taka prosta mapa, jeśli jest przygotowywana cyklicznie, co kwartał, w rozbiciu na kilka lat o różnych opadach, dostarcza bardzo przydatnych informacji o warunkach wodnych.

Pomiary poziomu wody w studzienkach obserwacyjnych (piezometrach) są podstawową i najczęściej stosowaną metodą monitoringu warunków wodnych. Studzienki muszą być odpowiednio rozmieszczone, ponieważ dynamika poziomu wody w różnych częściach torfowiska jest zazwyczaj różna. Poziom wody jest rejestrowany ręcznie lub za pomocą rejestratora automatycznego (diver). Ważne jest, aby zbierać dane o dynamice poziomu wody w ciągu całego roku, a nie tylko pojedyncze pomiary. Jeżeli stosowany jest ręczny pomiar, należy zagwarantować odpowiednią częstotliwość (co najmniej raz w miesiącu). Jeżeli używane są automatyczne rejestratory, możliwe i przydatne są pomiary codzienne, a dane godzinowe można zbierać w celu analizy konkretnych aspektów (tj. reakcja na opad, godzinowa zmienność parowania i transpiracji).

Ocena wyników przedsięwzięcia odtwarzającego uwodnienie torfowiska wymaga co najmniej kilkuletniego monitoringu wód przed wdrożeniem środków nawilżających. W Polsce opady, a w konsekwencji warunki wodne, są różne w różnych latach, dlatego roczny monitoring nie jest wystarczający do ich scharakteryzowania. Korzystanie z danych z krótszych okresów (tylko z kilku miesięcy), a tym bardziej postępowanie się wynikami pojedynczych pomiarów, nie jest wiarygodne do oceny zmian. Najczęstszym błędem

jest organizacja monitoringu wód dopiero na krótko przed (kilka miesięcy, rok) rozpoczęciem działań nawadniających. Takie podejście zazwyczaj wynika z uwarunkowań organizacyjnych, jednak znacznie obniża skuteczność monitoringu.

Na niektórych torfowiskach o bardziej złożonej ekohydrologii i biochemii, na przykład na torfowiskach alkalicznych, przydatne może być monitorowanie nie tylko samego poziomu wody, ale także jej właściwości chemicznych i fizykochemicznych. Tylko dzięki tym informacjom można zinterpretować hydrologię i ekologię torfowisk zasilanych wodami podziemnymi, ujawniając kierunek ich dopływu. Te parametry mogą także ostrzegać o zmianach zagrażających torfowisku. Z reguły wystarcza ich badanie w dłuższych odstępach czasu, np. raz na rok. W zależności od potrzeb i specyfiki danego obiektu, monitoring powinien być rozszerzony w kierunku rejestracji określonych parametrów fizykochemicznych wody w wybranych punktach odpływów i w wybranych studzienkach obserwacyjnych.



Monitoring poziomu wody jest koniecznym elementem zbierania wiedzy o torfowisku. Trendy i prawidłowości są w pełni widoczne tylko w długoterminowo zbieranych danych. Fot. Paweł Pawlaczek

Równoległe do monitoringu poziomu wody powszechnie stosuje się także **monitoring roślinności**. Roślinność zazwyczaj wyraźnie i dość szybko reaguje na warunki siedliskowe, dlatego jest często wykorzystywana jako wskaźnik uwarunkowań ekohydrologicznych. Przeważnie monitoruje się ją metodą powtarzanych obserwacji na stałych powierzchniach. Aby trafnie stwierdzić zmiany, konieczne jest powtórzenie opisu roślinności w dokładnie tym samym miejscu. Jedynym sposobem osiągnięcia takiej powtarzalności jest trwałe oznaczenie narożników powierzchni obserwacyjnej w terenie lub co najmniej oznaczenie jednego punktu, od którego w standardowy sposób rozwijana jest powierzchnia obserwacji. Można to zrobić na przykład za pomocą palików. Aby możliwe było odtworzenie lokalizacji w przypadku zniszczenia palika, stosuje się dodatkowo podziemne znaczniki metalowe lub magnesy (wyszukiwane w razie potrzeby odpowiednim

wykrywaczem) i domiary palików do innych punktów charakterystycznych (np. do oznakowanych farbą drzew). Nie można liczyć, że powtarzalność punktów obserwacji zostanie zapewniona tylko przez pomiar ich współrzędnych przy pomocy GPS. Wymagana dokładność na pewno nie zostanie zapewniona przez pomiar odbiornika GPS klasy turystycznej ani GPS w telefonie (ma on średni błąd lokalizacji wynoszący 2–6 m, a błąd ten ulega podwojeniu, gdy chodzi o dokładność powtórnej lokalizacji punktu o wcześniej zmierzonych współrzędnych). Nawet użycie dokładniejszych i kosztowniejszych technik lokalizacji (GNSS, EGNOS, RTK) nie jest wystarczające. Chociaż techniki te mogą osiągnąć wysoką dokładność pomiaru współrzędnych punktu terenowego, nadal trudno jest w czasie rzeczywistym i poza zasięgiem sieci komórkowej odtworzyć dokładnie lokalizację wcześniej domierzonego punktu.

Chociaż skala pokrycia Braun-Blanqueta, powszechnie stosowana w badaniach fitosocjologicznych, dobrze nadaje się do opisu roślinności, przy powtarzalnych obserwacjach na stałych powierzchniach jej użycie powoduje pewną utratę informacji (zwłaszcza zmiany w obrębie stopni 1 i 2 tej skali, wyraźnie widoczne dla obserwatora, nie zostaną zarejestrowane). Jeśli roślinność jest wykorzystywana jako proxy do oceny innych cech, na przykład bilansu gazów cieplarnianych (w szczególności metoda GEST, patrz poniżej), metoda monitorowania roślinności musi dokładnie uwzględniać wszystkie potrzeby metodyczne szacowania zmiennej zależnej.

Wybrane problemy metodyczne i wskazówki dotyczące organizacji monitoringu wód i roślinności torfowisk przedstawiono w publikacji „Wybrane problemy monitoringu i oceny stanu torfowisk oraz ich usług ekosystemowych” (Pawlaczyk i Kujawa-Pawlaczyk, 2017).



Monitoring roślinności. Fot. Paweł Pawlaczyk

W Polsce opracowano krajowe standardy monitoringu siedlisk przyrodniczych z załącznika I dyrektywy siedliskowej. Metodyki zebrano na oficjalnej [stronie internetowej poświęconej monitoringowi siedlisk](#). Obejmują one elementy monitoringu wód i roślinności. Metody zostały opracowane na potrzeby monitoringu w skali kraju i nie są w pełni przydatne do efektywnego monitorowania konkretnych stanowisk. Niemniej jednak po pewnych udoskonaleniach (dodaniu bardziej precyzyjnego i ciągłego pomiaru poziomu wody, zapewnieniu powtarzalnych lokalizacji opisu roślinności) mogą być stosowane do monitorowania torfowisk stanowiących „naturowe” siedliska przyrodnicze. Wartością dodaną jest możliwość porównania wyników z oceną stanu siedlisk w innych miejscach w Polsce.

Często cenne może okazać się monitorowanie niektórych wskaźnikowych gatunków lub grup gatunków zwierząt. Ptaki zazwyczaj szybko reagują na poprawę warunków swojego siedliska. W przypadku powstawania otwartego lustra wody, należy spodziewać się również reakcji płazów i węży. Metody monitoringu zwierząt na ponownie nawodnionych torfowiskach są zazwyczaj takie same, jak w innych siedliskach. Można je znaleźć w stosownych wytycznych i przewodnikach.

Najlepszym rozwiązaniem jest regularne monitorowanie torfowisk i elastyczne reagowanie na wyniki monitoringu przez odpowiednie dostosowywanie szczegółowych sposobów ochrony/nawadniania. Przykładowo, liniowe odpływy wody z torfowiska mogą być widoczne tylko epizodycznie, dlatego w przypadku ich wykrycia należy zawsze uzupełnić projekt przegród o ich zablokowanie. Takie podejście wymaga jednak stałego finansowania, co w praktyce zdarza się rzadko. Czasami odpowiednie zarządzanie adaptacyjne osiąga się poprzez kolejne przedsięwzięcia, finansowane zewnętrznie z różnych źródeł. Najczęściej w celu osiągnięcia optymalnego poziomu nawodnienia konieczne jest zrealizowanie 2–3 przedsięwzięć na jednym torfowisku w ciągu 10–12 lat.

Doświadczenia islandzkie

Podobnie jak w Polsce, monitorowanie powodzenia działań ochrony i odtwarzania warunków wodnych torfowisk w Islandii jest często utrudnione. Zapewnienie środków na monitoring jest trudniejsze niż na działania ochronne, a brak wykwalifikowanych specjalistów i odległości do obiektów dodatkowo pogłębiają ten problem. W związku z tym przedsięwzięcia renaturyzacji islandzkich torfowisk borykały się z brakiem monitoringu i zarządzania adaptacyjnego. Uważano że renaturyzacja polega tylko na samym wykonaniu prac i nie prowadzono systematycznego monitoringu jej skutków. Monitorowanie polegało tylko na nieformalnych kontrolach wykonanych przegród i miejsc zablokowania rowów, oraz wyrywkowym sprawdzaniu poziomu wody. W ostatnich latach coraz częściej korzysta się ze zdjęć z dronów, nie tylko na etapie planowania, ale również do monitorowania zmian w miejscach renaturyzacji.

Obecnie dąży się do dostosowania procedur monitorowania do standardów Society of Ecological Restoration, tak by w porównywalny sposób oceniać jakość renaturyzacji, zmiany w czasie i wpływ na ekosystem (Gann i in., 2019). Brak wystarczających zasobów ludzkich i niedocenywanie znaczenia monitorowania są jednak istotnymi przeszkodami, ograniczając m.in. możliwości zarządzania adaptacyjnego, a w konsekwencji skuteczność przedsięwzięć renaturyzacyjnych. Niewystarczający monitoring to strata dla klimatu i różnorodności biologicznej, a także stracona szansa zdobycia głębszej wiedzy o torfowisku.

5. Sprawozdania i prezentacje

5.1. Sukces potrzebuje wskaźników

Do upublicznienia informacji o przedsięwzięciach odtwarzania uwodnienia torfowisk, a także do przekazania informacji zwrotnej fundatorom, zwykle konieczne jest przedstawienie syntetycznych i mierzalnych wyników ponownego nawadniania torfowisk, tj. przedstawienie za pomocą ilościowych wskaźników informacji, jak skuteczne jest ponowne nawadnianie. Zazwyczaj stosuje się wskaźniki związane z retencją wody, stanem ochrony siedlisk przyrodniczych i gatunków, bądź zmianami emisji gazów cieplarnianych.

5.2. Retencja wody

Wzrost poziomu wody w rowie to łatwy do zarejestrowania wskaźnik, podobnie jak różnica poziomu wody przed i za każdą przegrodą lub zastawką. **Wydłużenie czasu wypełniania rowów wodą** można łatwo zarejestrować za pomocą podstawowego kartowania hydrologicznego.

Wzrost poziomu wody w torfie to podstawowy, ale pozornie tylko prosty wskaźnik. Konieczne są pomiary poziomu wody w piezometrach. Przykładowo, łatwo jest porównać średni roczny poziom wody w danym piezometrze przed i po nawodnieniu, albo odpowiednio poziom wiosenne i letnie. Interpretacja mówiąca więcej o całym torfowisku nie jest już jednak tak prosta. Pojedynczy punkt pomiarowy lub nawet kilka punktów nie zawsze dostarczają danych reprezentatywnych dla całego torfowiska. Dynamika poziomu wody w środkowej części torfowiska jest zazwyczaj inna niż na jego krawędzi. Poziom wody w rowach z reguły nie jest taki sam, jak poziom wody w torfie. Poziom wody nie jest wartością stałą, jest zwykle dynamiczny i zmienia się zarówno w ciągu roku, jest także inny w latach suchych i mokrych. W konsekwencji trudno jest wyrazić poprawę warunków wodnych torfowiska pojedynczą liczbą określającą „wzrost poziomu wody”. Choć często instytucje finansujące oczekują takiej liczby jako wskaźnika osiągniętego rezultatu, niewiele ona znaczy dopóki nie sprecyzujemy dokładnej metodyki wyjaśniającej, w jaki sposób została określona. Najbardziej wiarygodnym wskaźnikiem jest „średnia zmiana poziomu wody”, obliczona dla wybranego obszaru poprzez modelowanie powierzchni wody w torfie, na podstawie pomiarów w sieci wielu piezometrów, przed i po ponownym nawodnieniu.

Objętość zretencjonowanej wody można obliczyć na podstawie powierzchni torfowiska i tak obliczonej „średniej zmiany poziomu wody”, biorąc pod uwagę pojemność wodą torfu.

5.3. Wskaźniki różnorodności biologicznej

Powierzchnia odtworzonych siedlisk jest wskaźnikiem najczęściej wymaganym przez instytucje finansujące, ale wbrew pozorom jego interpretacja nie jest jednoznaczna. W szczególności trzeba zdecydować, co dokładnie będzie zaliczone jako „odtworzenie”, tj. jaka dokładnie ma być metoda określenia obszaru, który będzie uważany za „odtworzony”.

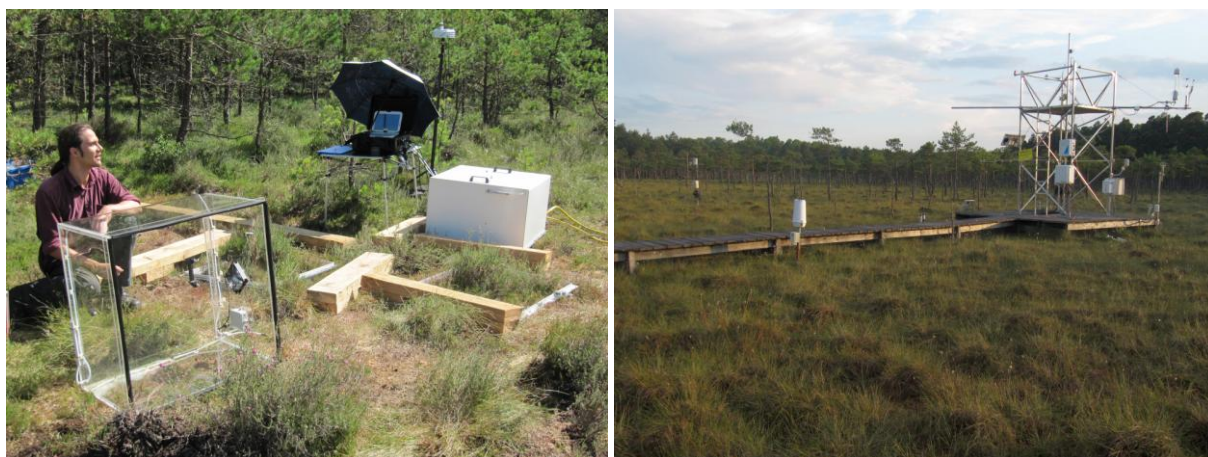
Poprawa stanu ochrony (lub obszar siedliska, którego stan ochrony uległ poprawie) rozumiana jest zazwyczaj w oparciu o zatwierdzone metodyki oceny stanu ochrony (patrz wyżej) – albo jako poprawa ogólnej oceny stanu (np. z U2 na U1, z U1 na FV), albo jako poprawa wartości przynajmniej jednego parametru lub wskaźnika.

Wskaźniki **flory/fauny** mogą być specyficzne dla konkretnego obiektu i oceniać stan populacji konkretnych, specyficznych dla niego gatunków. Można stosować różne wskaźniki, takie jak liczebność lub zagęszczenie populacji, albo bardziej zaawansowane metody szacowania stanu populacji.

5.4. Wskaźniki korzyści klimatycznych

Ochroniona przed rozkładem objętość torfu jest podstawowym i w większości przypadków najbardziej wiarygodnym wskaźnikiem, opartym na obliczeniu objętości torfu zlokalizowanego pomiędzy poziomem wody przed i po nawodnieniu. Jest to objętość torfu, który w wyniku działań został zabezpieczony przed rozkładem przez nasycenie go wodą. Na przykład na podstawie pomiarów poziomu wody można wyliczyć rzędne najniższych w ciągu roku wysokości zwierciadła wody w torfie dla okresów przed i po nawodnieniu, a objętość torfu między nimi można zinterpretować jako „torf ocalony dzięki nawodnieniu”. Taka interpretacja opiera się na dość realistycznym założeniu, że torf, który przynajmniej czasowo znajduje się ponad zwierciadłem wody gruntowej, ulegnie rozkładowi wcześniej lub później, w związku z czym zwiększenie strefy trwałego nasycenia wodą zabezpieczy określoną objętość torfu przed rozkładem (a zawarty w nim węgiel przed uwolnieniem).

Poprawa bilansu gazów cieplarnianych jest bardzo przydatnym wskaźnikiem, ale wymaga bardzo zaawansowanych i kosztownych pomiarów emisji gazów cieplarnianych w terenie. Stosuje się tzw. metodę kowariancji wirów lub metodę komorową. Obie metody wymagają użycia specjalistycznych przyrządów do pomiaru stężenia gazu. Metoda komorowa opiera się na rejestracji zmian stężenia gazów w komorach czasowo instalowanych na powierzchni torfowiska; w ten sposób dostarcza tylko wyników punktowych (wymiana gazowa dokładnie w punkcie pomiaru). Metoda kowariancji wirów opiera się na korelacjach między lokalnymi zawirowaniami powietrza i stężeniem zawartych w nim gazów, dzięki czemu pozwala uzyskać dane uśrednione dla większej powierzchni torfowiska, jednak wymaga zainstalowania na torfowisku ciężkiego, skomplikowanego i kosztownego sprzętu.



Pomiary bilansu gazów cieplarnianych metodą komorową (Stowiński Park Narodowy, Polska, przedsięwzięcie PeatRestore) oraz metodą kowariancji wirów (Bagno Kusowo, Polska). Fot. Paweł Pawlaczyk

Podejście GEST opiera się na założeniu, że podobna roślinność torfowiskowa ma podobne współczynniki emisji gazów cieplarnianych. Dlatego roślinność jest wykorzystywana jako wskaźnik emisji. Roślinność (uwzględniając dodatkowe informacje, takie jak uwilgotnienie siedliska) należy sklasyfikować jako tzw. emisyjne typy siedlisk – Greenhouse gases Emission Site Types, a następnie wykonać jej mapę. Na podstawie powierzchni poszczególnych GEST i odpowiednich współczynników emisji dla każdego

typu należy obliczyć całkowitą emisję. Opisy GEST i odpowiadające im współczynniki emisji są dostępne w literaturze. Metoda ta nadaje się do szacowania emisji z większych obszarów o zróżnicowanej roślinności, gdzie możliwe jest zmapowanie co najmniej 30–40 jednostek. Więcej szczegółów dotyczących jej zastosowania opisano w publikacji Jarašius i in. (2022).

Podejście wykorzystujące współczynniki IPPC jest podobne do podejścia GEST, ale znacznie uproszczone. Typowe współczynniki emisji są podane w wytycznych IPPC dla poszczególnych typów pokrycia/użytkowania terenu i dla podstawowych kategorii uwilgotnienia („bardzo mokro/mokro/sucho”). Emisję szacuje się z prostej mapy użytkowania i uwilgotnienia terenu. Metodę opracowano na potrzeby raportowania emisji gazów cieplarnianych w skali kraju; Dane dotyczące pojedynczych torfowisk nie są realistyczne.

Załącznik: przykłady ponownego nawadniania torfowisk w Polsce, Litwie i Islandii

Ochrona siedlisk ptaków wodno-błotnych przez OTOP (Polska). Pod koniec XX w. OTOP (Birdlife Polska) zbudował na Torfowiskach Chełmskich zastawki blokujące odpływ wody, by poprawić warunki dla ptaków. Niedawno dobudowano kolejne zastawki i rozszerzono działania na inne miejsca, w ramach kompleksowego przedsięwzięcia ochrony wodniczki, dofinansowanego przez LIFE. Woda jest podpiętrzana do poziomu optymalnego dla ptaków, umożliwiając jednocześnie utrzymanie siedliska poprzez koszenie siana.

Próba ponownego nawodnienia Bagna Całowania (Polska). Bagno Całowanie, jedno z największych torfowisk w środkowej Polsce (ok. 30 km²), od lat 50. XX w. jest silnie odwadniane przez sieć rowów. Od lat 90. XX w. w centralnej części torfowiska rozpoczęto nielegalną eksploatację torfu, co znacznie przyspieszyło odpływ wód, ponieważ miejsce wydobywania było połączone z dużym kanałem odwadniającym. Działalność ta prowadzona była pod pretekstem budowy stawów rybnych i trwała do 2007 r. Na początku XXI w. rowy zostały częściowo zablokowane drewnianymi przegrodami, w ramach przedsięwzięcia sfinansowanego przez Global Environmental Fund, a zrealizowanego przez Centrum Ochrony Mokradeł (CMoK) – organizację pozarządową zajmującą się ochroną przyrody, założoną przez miłośników terenów podmokłych. Była to prawdopodobnie jedna z pierwszych prób odtworzenia uwodnienia torfowisk w Polsce. Następnie w ramach dofinansowanego przez LIFE przedsięwzięcia „Ochrona i poprawa siedlisk rzadkich motyli na wilgotnych łąkach półnaturalnych” przeprowadzono eksperymenty dotyczące kształtowania roślinności (koszenie, rozrzucanie siana z lepiej zachowanych łąk) i usuwania wierzchniej warstwy gleby). Jednakże odtwarzanie uwodnienia torfowiska nie zakończyło się sukcesem ze względu na bardzo silną antropopresję, w szczególności utrzymywanie i renowację rowów w sąsiedztwie, osuszanie sąsiedniego terenu w celu rozbudowy lądowiska dla samolotów i pola golfowego, a także niszczenie niektórych przegród przez rolników w celu „poprawy warunków wodnych łąk”. Pomimo statusu obszaru Natura 2000, stan tego obszaru nadal się pogarsza; a pozostałości roślinności typowej dla torfowisk alkalicznych zanikły. Obecnie rozważane są nowe próby omówienia ambitniejszego odtworzenia uwodnienia przynajmniej centralnej części torfowiska (przy jednoczesnym utrzymaniu osuszonych części peryferyjnych zgodnie z oczekiwaniami rolników).

Ochrona torfowisk bałtyckich w Polsce. Pozostałości „torfowisk wysokich typu bałtyckiego” w północnej Polsce zostały zbadane i objęte czynną ochroną przez Klub Przyrodników Polska, organizację pozarządową zajmującą się ochroną przyrody, w ramach kilku przedsięwzięć w latach 2003–2015, dofinansowanych ze środków LIFE oraz środków UE dystrybuowanych na szczeblu krajowym. Na niektórych torfowiskach działania ochronne nadal prowadzą inne podmioty (w szczególności służby ochrony przyrody). Działania objęły około 40 obiektów – w założeniu całe krajowe zasoby tego typu torfowisk. W celu przywrócenia uwodnienia torfowisk zbudowano łącznie kilka tysięcy małych przegród na rowach odwadniających. Przywracanie uwodnienia zakończyło się częściowym sukcesem, w szczególności w odniesieniu do tych torfowisk, które nie były jeszcze bardzo silnie zdegradowane. Jednak silnie przesuszone torfowiska pozostają suche również po zablokowaniu wszystkich rowów. Przedsięwzięcie obejmowało głównie torfowiska będące własnością Skarbu Państwa, zarządzane przez Lasy Państwowe. Pozwoliło na zdobycie bogatego doświadczenia w zakresie technik nawadniania, monitoringu, kwestii administracyjnych i logistycznych, ale nie wymagało rozwiązywania skomplikowanych konfliktów interesów i budowy współpracy z wieloma interesariuszami. Wyniki pierwszej

części przedsięwzięcia podsumowali Herbichowa i in. (2007). Więcej na [stronie internetowej Klubu Przyrodników](#).



Blokowanie rowów na w ramach ochrony torfowisk bałtyckich.

Ochrona torfowisk alkalicznych w Polsce. Kolejne przedsięwzięcia ochrony przyrody dofinansowane przez LIFE i realizowane przez Klub Przyrodników, dotyczyły torfowisk alkalicznych (siedlisko przyrodnicze 7230) na terenie całej Polski. W celu przywrócenia uwodnienia przesuszonych torfowisk wybudowano kilkaset różnego rodzaju przegród na rowach odwadniających. Do blokowania rowów stosowano w szczególności techniki „bliższej naturze” (na przykład sadzenie turzyc). Przedsięwzięcia dotyczyły torfowisk o dość skomplikowanej ekohydrologii; złożone były też relacje z licznymi interesariuszami, w konsekwencji realizacja przedsięwzięcia przyniosła wiele nowej wiedzy praktycznej i ważnych doświadczeń. Więcej na: Stańko i in. (2018) oraz na stronie internetowej alkfens.kp.org.pl.

Ochrona torfowisk w północno-wschodniej Polsce. Kilka przedsięwzięć ponownego nawodnienia torfowisk wdrożonych w północno-wschodniej Polsce przez Polskie Towarzystwo Ochrony Przyrody (PTOP, dawniej Północnopodlaskie Towarzystwo Ochrony Ptaków), finansowanych z różnych źródeł, od 1990 r. Zbudowano około 2 tysięcy różnych przegród na rowach odwadniających i zasypano kilka kilometrów rowów, aby ponownie nawodnić różne torfowiska: od osuszonych torfowisk wysokich po łąki na torfie niskim; zwłaszcza w dolinie Narwi, Kotlinie Gródecko-Michałowskiej, Puszczy Knyszyńskiej, Puszczy Białowieskiej. Działania objęły m.in. torfowiska wysokie Gązwa, Sottysiek, Zielony Mechacz. Ze względu na zróżnicowaną własność gruntów (od torfowisk kupionych przez PTO, przez współpracujących z PTO rolników, po mozaikę własności zdominowaną przez rolników o sprzecznych interesach) zastosowano różne podejścia. Do blokowania odpływu stosowano głównie przegrody i zastawki drewniane lub betonowe.

W ramach przedsięwzięcia zrealizowano m.in. imponujące odtworzenie meandrowego koryta rzeki Narewki w Białowieży: w wyniku odtworzenia meandrów znacząco poprawiły się warunki wodne całego torfowiska w dolinie rzecznej.



Odtworzone meandrowe koryto Narewki w Białowieży. Odtworzenie meandrów rzeki spowodowało znaczące, ponowne nawodnienie torfowiska wypełniającego dolinę. Archiwum Polskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków

Mała retencja wody przez Lasy Państwowe (Polska). Dwa duże przedsięwzięcia sfinansowane ze środków UE, realizowane w większości nadleśnictw w Polsce, dotyczyły retencji wody, głównie poprzez odbudowę stawów śródleśnych. Uwzględniono też nawodnienie niektórych torfowisk śródleśnych. W szczególności zbudowano tysiące zastawek i przegród na rowach. Chociaż większość z nich dotyczyła tworzenia i odtwarzania małych zbiorników wodnych, część przysłużyła się odtwarzaniu uwodnienia torfowisk. W szczególności w nadleśnictwie Strzałowo na Pojezierzu Mazurskim udało się przywrócić uwodnienie wielu torfowisk przez zasypanie lub spiętrzenie rowów odwadniających (Ryś, 2011). Stworzone przy okazji przedsięwzięcia wytyczne (Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych, 2016) pozostają do dziś cennym źródłem praktycznych informacji.

„W harmonii z naturą – ŻYCIE dla Lasów Janowskich” (Polska). Przedsięwzięcie realizowane w latach 2015–2019 przez RDOŚ w Lublinie w celu kompleksowej ochrony obszaru Natura 2000 Lasy Janowskie, dofinansowane przez LIFE, obejmujące przywracanie uwodnienia śródleśnych torfowisk oraz borów i lasów bagiennych przez blokowanie rowów melioracyjnych. Zbudowano 33 przegrody na rowach. Więcej na stronie internetowej janowskie.rdos.lublin.pl.

Ochrona torfowisk w Biebrzańskim Parku Narodowym (Polska). Przedsięwzięcie realizowane przez Biebrzański Park Narodowy w latach 2013–2019 dofinansowane przez LIFE. W ramach przygotowań przeprowadzono zaawansowane badania przyrodnicze, zarówno terenowe jak i teledetekcyjne. Zbudowano 15 urządzeń piętrzących, częściowo odtwarzając naturalny system hydrologiczny. Przedsięwzięcie wdrożono w krajobrazie rolniczym, pod silną presją interesariuszy. Więcej na stronie internetowej www.gorna.biebrza.org.pl.

Nawadnianie torfowisk przez Kampinoski Park Narodowy (Polska). Działania wdrażane przez park narodowy skupiały się na ponownym nawodnieniu torfowisk niskich i olsów dążąc do poprawy warunków wodnych w skali całego krajobrazu. Dwukrotnie dofinansowane przez LIFE. W latach 2013–2020 wybudowano 44 urządzenia wodne, które mają na celu zatrzymanie wody na terenach podmokłych. Obecnie trwają prace mające na celu bardziej zaawansowaną regulację przepływu wody w kanałach odwadniających. Więcej na stronie [Kampinoskie Bagna](#).

Przedsięwzięcie LIFE Peat Restore w Słowińskim Parku Narodowym (Polska). Próba ponownego nawodnienia osuszonych i zalesionych torfowisk wysokich, przeprowadzona w latach 2015–2022 przez Klub Przyrodników, w ramach większego międzynarodowego przedsięwzięcia dofinansowanego przez LIFE dotyczącego przeciwdziałania zmianie klimatu. Pierwsze w Polsce większe przedsięwzięcie odtwarzania uwodnienia torfowisk uzasadniane ograniczeniem emisji gazów cieplarnianych. Zbudowano ponad 300 przegród na rowach. Usunięto drzewa zaciéniające roślinność torfotwórczą. Jednak ze względu na suche lata większość rowów pozostaje sucha. Lepszych rezultatów można spodziewać się dopiero po kilku latach deszczowych, na które wciąż czekamy. Więcej w publikacji Pawlaczyka i in. (2022) i na stronie projektu [LIFE Peat Restore](#).



Zablokowanie rowów w ramach przedsięwzięcia LIFE Peat Restore w Polsce. Fot. Paweł Pawlaczyk

Ochrona wybranych torfowisk w kompleksie Torfowisk Orawsko-Nowotarskich (Polska). W kotlinie śródgórskiej między Tatrami a pasmami Beskidów wykształcił się unikatowy kompleks kilkudziesięciu torfowisk, głównie kopułowych torfowisk mszarnych, mocno jednak zdegradowanych w wyniku kopania torfu i lokalnego odwadniania. Te z nich, które są własnością publiczną, były przedmiotem działań ochronnych. Na torfowisku Bór na Czerwonym powstrzymano odpływ wody budując przegrody na rowach i wypełniając rowy zrębkami z drzew, wyciętych by ratować przed zarośnięciem nieleśną torfowiskową roślinność kopuły torfowiska. Na torfowisku Baligówka zablokowano przegrodami całą sieć rowów (w ramach międzynarodowego przedsięwzięcia [LIFE Multi Peat](#), dofinansowanego przez program LIFE). Nierozwiązanym problemem pozostaje jednak ochrona pozostałych torfowisk, które są własnością prywatną, a ich właściciele nie są zainteresowani ich ochroną.



Grobla wykonana przez Fundację Przyroda i Człowiek dla zatrzymania wody na torfowisku Bór na Czerwonym na Orawie. Fot. Paweł Pawlaczyk

Przypadek Bagna Wizna (Polska). Duże torfowisko w północno-wschodniej Polsce zostało odwodnione siecią rowów. Jest dziś w większości zdegradowane, intensywnie użytkowane przez rolników jako łąki; torf ulega stopniowemu rozkładowi. Tylko niektóre fragmenty zachowały bagienny charakter. Jednak mozaika ekosystemów w obiekcie wciąż stanowi cenne siedlisko dla ptaków wodno-błotnych i ptaków wilgotnych łąk z tego względu utworzono obszar Natura 2000. Z powodu czasowego porzucenia części gruntów i braku konserwacji rowów niektóre fragmenty uległy spontanicznemu nawodnieniu, które zaowocowało poprawą siedlisk ptaków. Podejmowane przez rolników próby renowacji rowów zostały zakazane przez organ ochrony przyrody, co wywołało protesty. Wykonano ekspertyzę hydrologiczną, na jej podstawie zaproponowano kompromis między ochroną torfowisk a interesami rolników: podział na strefy i częściowe ponowne nawodnienie torfowiska poprzez częściowe zatamowanie niektórych rowów (aby powstrzymać rozkład torfu), ale zachowanie innych. Jednak nawet taki kompromis

jest odrzucany przez rolników. Chcą oni kontynuowania modelu intensywnego rolnictwa na murszejących torfach. Doprowadziłoby to do degradacji gleb i nie da się pogodzić ze statusem obszaru Natura 2000. Przyszłość torfowiska pozostaje niejasna.

Przywrócenie reżimu hydrologicznego gruntów rolnych Bejsagoła (Litwa). W okolicach miasteczka Bejsagoła (rejon radziwiliski, północna Litwa) dominuje pagórkowate ukształtowanie terenu. Obszar ten jest bogaty w torfowiska, z których większość została osuszona. W 2020 r. na jednym z takich osuszonych torfowisk (o powierzchni 5 ha, we wsi Kemėrai), użytkowanym rolniczo, litewska fundacja „VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas” we współpracy z Instytutem Hodowli Zwierząt Litewskiego Uniwersytetu Nauk Medycznych w Kownie (z siedzibą w Bejsagole) rozpoczęła realizację pierwszego w Litwie przedsięwzięcia odtworzenia torfowisk. Zastosowane środki służyć miały pogodzeniu interesów ochrony przyrody, naukowców i użytkowników gruntów.



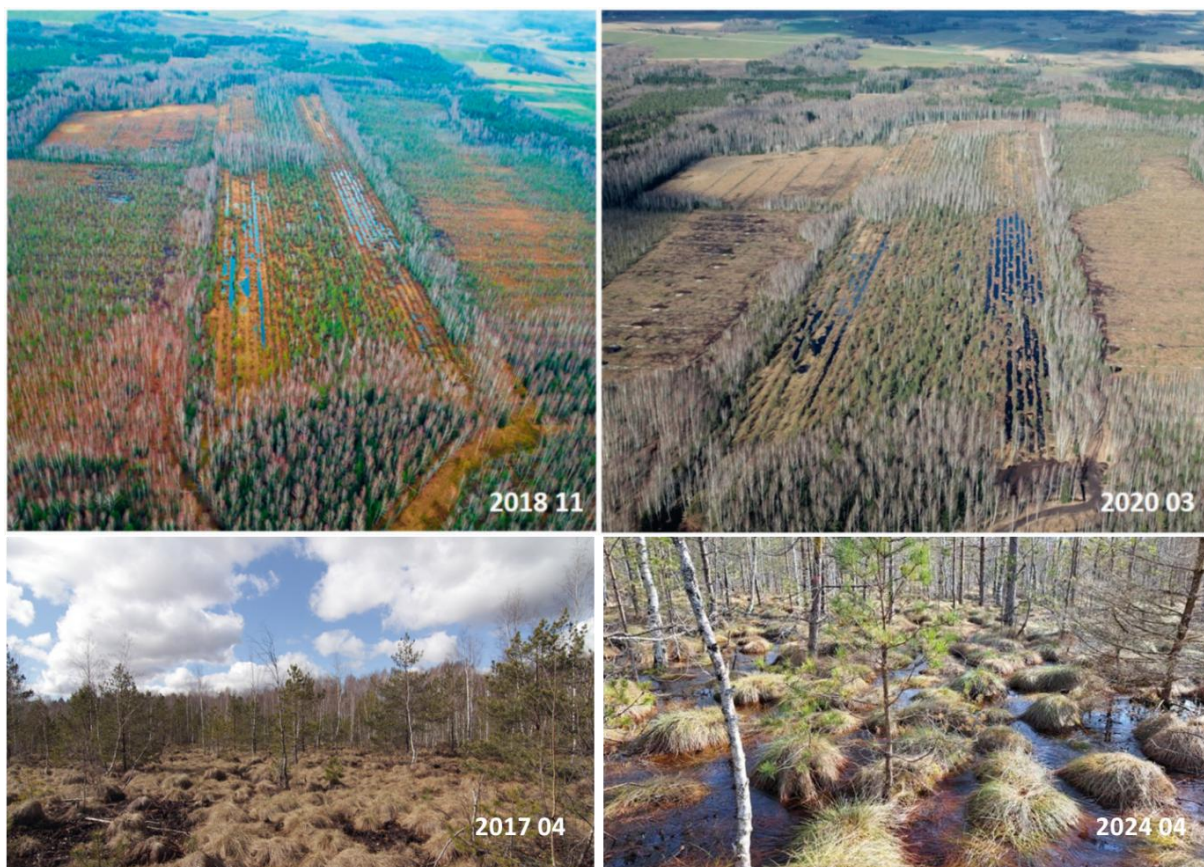
Torfowisko w Bejsagole przed rozpoczęciem działań renaturyzacyjnych w 2020 r. (zdjęcie po lewej) i po ich zakończeniu (2023 r., zdjęcia po prawej i u dołu). Fot. VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas

W 2021 r. na torfowisku i w jego najbliższym otoczeniu przebudowano system melioracyjny: zlikwidowano lub wyniesiono na powierzchnię kolektory drenażowe, w rowie melioracyjnym zainstalowano regulator ślimakowy z przepustem wodnym typu „mnich”, umożliwiający regulację poziomu wody (w zależności od potrzeb, poziom wody można regulować za pomocą drewnianych szandorów o wysokości 20 cm). Przepust jest ważny

nie tylko dla zatrzymywania w odtworzonym mokradle wody opadowej lub z topniejącego śniegu, ale także dla potrzeb gospodarczych. Regulacja poziomu wody jest szczególnie istotna w okresie, kiedy na grunty rolne konieczny jest wjazd maszyn do koszenia. W 2022 r. na torfowisku wysiano rośliny typowe dla łąk podmokłych. Uzyskiwana biomasa jest obecnie wykorzystywana jako pasza dla bydła mięsnego oraz jako ściółka w oborach. Ponowne nawodnienie torfowiska o powierzchni 5 ha znajdującego się w rejonie miejscowości Bejsagoła przyczynia się do redukcji emisji gazów cieplarnianych o 85 t ekwiwalentu CO₂ rocznie (Sendžikaitė i in., 2024).

Przywrócenie reżimu hydrologicznego na torfowisku wysokim w Sacharos (Litwa). Pod koniec lat 40. XX w. kompleks torfowisk w miejscowości Sacharos został przeznaczony do eksploatacji torfu. Bagna osuszono za pomocą sieci rowów melioracyjnych, a część obszaru pozbawiono roślinności. Wydobywany stąd torf wykorzystywano m.in. jako opał. Eksploatację zakończono w 1981 r. Po niemal 40 latach od zaprzestania użytkowania, część terenu poeksploatacyjnego pokryła spontaniczna roślinność, ale do całkowitego odtworzenia torfowiska konieczne było zastosowanie nowatorskich środków przywracających naturalny reżim hydrologiczny.

W sezonie zimowym 2019/2020 r. przeprowadzono prace renaturyzacyjne. Na obszarze 30 ha usunięto roślinność drzewiastą (głównie brzozy i krzewy), która nie jest typowa dla zachowanych w dobrym stanie torfowisk wysokich. Zdemontowano także pozostałości ceramicznego systemu drenarskiego, osuszającego teren. Dodatkowo, w celu zatamowania rowów melioracyjnych, zainstalowano ponad 100 zapór wykonanych z turzyc, plastiku lub o konstrukcji mieszanej.



Torfowiska wysokie w miejscowości Sacharos przed (po lewej) i po (poprawwej) przywróceniu naturalnego reżimu hydrologicznego. Fot. VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas

Vatnsmýrin w Reykjavíku (Islandia). Vatnsmýrin to obszar torfowisk w centrum stolicy, zasilających kultowe jezioro miejskie Reykjavíkurtjörn. Przez dziesięciolecia ulegały one

degradacji. W 2009 r. miasto Reykjavík oraz The Nordic house w Vatnsmýrin wspólnie rozpoczęły prace mające na celu poprawę siedlisk ptaków i roślinności bagiennej, zmniejszenie zanieczyszczenia wody i poprawę przepływu wody w kanałach. Działania obejmowały usuwanie odpadów budowlanych oraz zanieczyszczeń, eliminację gatunków inwazyjnych i kształtowanie krajobrazu. W celu kontrolowania odpływu wody z torfowisk do jeziora zbudowano regulowany jaz.

Framengjar (Islandia) w okolicach Mývatn. Rozległa i żyzna równina aluwialna rzeki Kraká. Część międzynarodowego obszaru ochrony ptaków (Mývatn i okolice) oraz jeden z sześciu obszarów Ramsar desygnowanych w Islandii. Dynamiczny krajobraz ze zbiornikami wodnymi, strumieniami i różnorodną, bogatą roślinnością. Dawniej na rzece Kraká budowano zapory w celu nawadniania sąsiednich gruntów i wymuszania akumulacji osadów. Obszar był bardzo ważny ze względu na wypas bydła i zbiór siana, gdyż zbiory były pewne, mimo trudnych warunków pracy. W latach 50. XX w. wykopano 20 km rowów, aby odwieść część Framengjar i umożliwić mechanizację prac rolnych. Odwodnienie nigdy nie zakończyło się pełnym sukcesem, a użytkowania kośnego w większości zaprzestano w latach 70. Część obszaru została wówczas odtworzona przez miejscowych rolników. W 2003 r. organizacja pozarządowa SUNN oraz Islandzka Administracja Dróg kontynuowały prace mające na celu przywrócenie dawnych siedlisk i warunków hydrologicznych. Dodatkowym motywem był dobrostan zwierząt, ponieważ rowy stanowiły zagrożenie dla bezpieczeństwa zwierząt gospodarskich (Aradóttir i Halldórsón, 2011).

Literatura

- Andrason, F. R. (2022). Áskoranir og tækifæri í endurheimt votlendis á Íslandi. Soil Conservation Service of Iceland. Gunnarsholt, Iceland.
- Aradóttir, Á. L., Halldórsson, G. (red.) (2011). Vistheimt á Íslandi. Agricultural University of Iceland & Soil Conservation Service of Iceland.
- Áskelsdóttir, S., Pawlaczyk, P. (2024). Hands-on Manual on re-wetting. OTOP BirdLife Poland, Warszawa 67 pp. otop.org.pl
- Campbel-Palmer, R., Gow, D., Schwab, G., Halley, D., Gurnell, J., Girling, S., Lisle, S., Campbel, R., Dickinson, H., Jones S. (2016). The Eurasian Beaver Handbook: Ecology and Management of Castor fiber. Pelagic Publishing Ltd., Exeter: 202.
- Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych (2016). Wytyczne do realizacji zadań i obiektów małej retencji i przeciwdziałania erozji. Załącznik do Decyzji nr 552 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 25.11.2016 r. www.lasy.gov.pl/pl/informacje/aktualnosci/
- Czech, A. (1999). Bóbr. Gryzący problem. Towarzystwo na rzecz Ziemi. Dostęp 15.06.2018: www.tnz.most.org.pl/dokumenty/publ/inne/gryz.htm.
- Czech, A. (2005). Analiza dotychczasowych rodzajów i rozmiaru szkód wyrządzanych przez bobry oraz stosowanie metod rozwiązywania sytuacji konfliktowych. Instytut Ochrony przyrody PAN, Kraków. Dostęp 05.01.2018: kp.org.pl/pdf/poradniki/poradnik_minimalizowania_szkod_wyrzadzanych_przez_bobry.pdf
- Dyrektywa 1992. Dz.U. L 206 z 22.7.1992. Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory.
- European Environment Agency (2021). EUNIS habitat classification and crosswalks. www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/638330ea-90e6-4e41-81ea-e70f25ae7117
- FloraVeg.eu (2025) Database of European Vegetation, Habitats and Flora. Vegetation Science Group, Brno. Dostęp 30.05.2025: floraveg.eu
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverria, C., Gonzales, E. K., Shaw, N., Decler, K., Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. Restoration Ecology S1–S46.
- Grootjans, A. P., Adema, E. B., Bleuten, W., Joosten, H., Madaras, M., Janáková, M. (2006). Hydrological landscape settings of base-rich fen mires and fen meadows: an overview. Appl. Veg. Sci. 9: 175–184.
- Grootjans, A. P., Bulte, M., Wołajko, L., Pakalne, M., Dullo, B., Eck, N., Fritz, C. (2015). Prospects of damaged calcareous spring systems in temperate Europe: Can we restore travertine-marl deposition? Folia Geobot. 50: 1–11. doi:10.1007/s12224
- Grudziński, B. P., Fritz, K., Golden, H. E., Newcomer-Johnson, T. A., Rech, J. A., Fain, J. L. J., McCarty, J. L., Johnson, B., Vang, T. K., Maurer, K. (2022). A global review of beaver dam impacts: Stream conservation implications across biomes. Global Ecology and Conservation 37, e02163. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36117514/>

- Gunnarsson, T. G. (2020). Búsvæði og vernd íslenskra vaðfugla. Tímarit Hins íslenska náttúrufræðifélags, 90 (2–3): 145–162.
- Günther, A., Barthelmes, A., Huth, V., Joosten, H., Jurasiński, G., Koebsch, F., Couwenberg, J. (2020). Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. Nature Communications 11, 1644. doi.org/10.1038/s41467-020-15499-z
- Herbichowa, M., Pawlaczyk, P., Stańko, R. (2007). Ochrona wysokich torfowisk bałtyckich na Pomorzu. Doświadczenia i rezultaty projektu LIFE04NAT/ PL/000208 PLBALTBO GS. Klub Przyrodników, Świebodzin. Dostęp 8.06.2018: www.kp.org.pl/pdf/ear.pdf
- Icelandic Institute of Natural History (2018). Breeding birds. Official website of the Icelandic Institute of Natural History. Dostęp 13.12.2023: www.ni.is/en/fauna/birds/breeding-birds
- International Wader Study Group (2003). Waders are Declining Worldwide. Paper presented at the Conclusions from the 2003 International Wader Study Group Conference, Cádiz, Spain. Wader Study Group Bulletin, 101/102: 8–12.
- Jabłońska, E., Kotowski, W., Giergiczny, M. (2021). Projekt Strategii Ochrony Mokradeł w Polsce na lata 2022–2032. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska.
- Janiszewski, P., Hanzal, V., Misiukiewicz, W. (2014). The european beaver (*Castor fiber*) as a keystone species – a literature review. Balt. For. 20, 2: 277–286. balticforestry.lammc.lt
- Jarašius, L., Etzold, J., Truus, L., Purre, A-H., Pakalne, M., Sendžikaite, J., Zableckis, N., Kirschey, T., Bociąg, K., Strazdiņa, L., Ilomets, M., Herrmann, A., Pajula, R., Pawlaczyk, P., Chlost, I., Cieśliński, R., Gos, K., Libauers, K., Jurema, L. (2022). Handbook for assessment of greenhouse gas emission from peatlands. Applications of direct and indirect methods by LIFE Peat Restore. Lithuanian Fund for Nature, Nature and Biodiversity Conservation Union, Vilnius. globalpeatlands.org/node/16
- Joosten, H., Barthelmes, A., Couwenberg, J., Tegetmeyer, C., Risager, M. (2015). Peatlands and climate in Ramsar context: a Nordic-Baltic perspective. Greifswald.
- Joosten, H., Sirin, A., Couwenberg, J., Laine, J., Smith, P. (2016). The role of peatlands in climate regulation. [W:] Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H., Stoneman, R. (red.). Peatland restoration and ecosystem services: science, policy and practice. Cambridge University Press/British Ecological Society, Cambridge: 63–76.
- Kotowski, W. (2021). Oszacowanie emisji gazów cieplarnianych z użytkowania gleb organicznych w Polsce oraz potencjału ich redukcji. Fundacja WWF Polska. bagna.pl/aktualnosci/685-emisje-gazow-cieplarnianych-z-torfowisk-polski
- Kotowski, W., Dembek, W., Pawlikowski, P. (2017). Poland. [W:] Joosten, H., Tannenberg, F., Moen, A. (red.). Mires and peatlands of Europe. Status, distribution and conservation. Schweizerbart Sci. Publ., Stuttgart: 549–571.
- Książkiewicz, Z. (2010). Higrofilne gatunki poczwarówek północno-zachodniej Polski. Poradnik ochrony siedlisk poczwarówki zwężonej *Vertigo angustior* (Jeffreys 1830) i poczwarówki jajowatej *Vertigo moulinsiana* (Dupuy 1849). Klub Przyrodników, Świebodzin.
- Kujawa-Pawlaczyk, J., Pawlaczyk, P. (2005). Ochrona mokradeł. [W:] Gwiazdowicz, D. J. (red.). Ochrona przyrody w lasach. T. II: Ochrona szaty roślinnej. Polskie Towarzystwo Leśne, Oddział Wielkopolski, Poznań: 81–119.

- Kunskas, R. (1986). Lietuvos pelkių durpėdara ir mineralizacija, jų klotų būklė. Geografijos metraštis, 22–23: 40–58.
- Lindh, M. (2022). Metoder för dikespluggning och dikesigenläggning i skogsmark. Skogsstyrelsen. www.skogsstyrelsen.se
- Lietuvos pelkių ir durpynų duomenų rinkinys (LGF 2018 m. vertinimas) (2019). www.geoportal.lt
- Lietuvos žemės ūkio ir kaimo plėtros 2023–2027 m. strateginis planas. Strategic plan 2023–2027 for Agriculture and Rural Development of Lithuania. Wersja 5.2. zum.lrv.lt/public/canonical/1741099952/17543/Strateginis_planas_v.5.2_20250303.pdf
- Lithuania's National Inventory Report (2019). Greenhouse Gas Emissions 1990–2024. Wilno. unfccc.int/documents/194960
- Makles, M., Pawlaczyk, P., Stańko, R. (2014). Podręcznik najlepszych praktyk w ochronie mokradet. Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych, Warszawa. www.ckps.lasy.gov.pl/najlepsze-dla-bioroznorodnosci
- Möckel, S. C., Erlendsson, E., Gísladóttir, G. (2021). Andic Soil Properties and Tephra Layers Hamper C Turnover in Icelandic Peatlands. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 126. doi.org/10.1029/2021JG006433
- Ottósson, J. G., Sveinsdóttir, A., Harðardóttir, M. (2016). Vistgerðir á Íslandi. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54. Icelandic Institute of Natural History. Garðabær, Iceland.
- Pakalne, M., Etzold, J., Ilomets, M., Jarašius, L., Pawlaczyk, P., Bociąg, K., Chlost, I., Cieśliński, R., Gos, K., Libauers, K., Pajula, R., Purre, A-H., Sendžikaitė, J., Strazdiņa, L., Truus, L., Zableckis, N., Jurema, L., Kirschey, T. (2021). Best Practice Book for Peatland Restoration and Climate Change Mitigation. Experiences from LIFE Peat Restore Project. University of Latvia, Riga, 184 p. www.decadeonrestoration.org/publications/best-practice-book-peatland-restoration-and-climate-change-mitigation
- Pawlaczyk, P. (2018). Prawne i strategiczne ramy ochrony torfowisk w Polsce. Klub Przyrodników, Świebodzin. life-peat-restore.eu
- Pawlaczyk, P. (red.) (2022). Kompleksy torfowe Kluki, Ciemińskie Błota i Wielkie Bagno w Słowińskim Parku Narodowym – przyroda i ochrona. Doświadczenia przedsięwzięcia LIFE PeatRestore. Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin. kp.org.pl/images/PEATRESTORE/Torfowiska_LIFE_PeatRestore_SlowinskiPN.pdf
- Pawlaczyk, P. 2023. Poland. [W:] Tucker, G. Nature Conservation in Europe. Approaches and Lessons. Cambridge Univ. Press: 493–513.
- Pawlaczyk, P. (red.), Biedroń, I., Brzóska, P., Dondajewska-Pielka, R., Furdyna, A., Gołdyn, R., Grygoruk, M., Grześkowiak, A., Horska-Schwarz, S., Jusik, Sz., Kłósek, K., Krzymiński, W., Ligęza, J., Łapuszek, M., Okrański, K., Przesmycki, M., Popek, Z., Szałkiewicz, E., Suska, K., Żak, J. (2020). Podręcznik dobrych praktyk renaturyzacji wód powierzchniowych. Oprac. w ramach przedsięwzięcia „Opracowanie krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych”. Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Warszawa. www.gov.pl/web/wody-polskie/krajowy-program-renaturyzacji-wod-powierzchniowych

- Pawlaczyk, P., Herbichowa, M., Stańko, R. (2005). Ochrona torfowisk bałtyckich. Przewodnik dla praktyków, teoretyków i urzędników. Klub Przyrodników, Świebodzin.
www.researchgate.net/publication/332277796_Ochrona_torfowisk_baltyckich_-_Przewodnik_dla_praktykow_teoretykow_i_urzednikow
- Pawlaczyk, P., Bociąg, K., Cieśliński, R., Chlost, I., Gos, K., Stańko, R. (2019). Słowińskie torfowiska w ochronie klimatu. Jak ochrona przyrody w Słowińskim Parku Narodowym może przyczynić się do łagodzenia zmian klimatycznych. Wyd. Klubu Przyrodników, Świebodzin. life-peat-restore.eu
- Pawlaczyk, P., Kujawa-Pawlaczyk, J. (2017). Wybrane problemy monitoringu i oceny stanu torfowisk oraz ich usług ekosystemowych. *Studia i Materiały CEPL* 19, 2: 103–121. Dostęp 5.06.2018: cepl.sggw.edu.pl
- Pawlaczyk, P., Wołejko, L., Jermaczek, A., Stańko, R. (2002). Poradnik ochrony mokradet. Klub Przyrodników. Świebodzin.
- Povilaitis, A., Taminskas, J., Gulbinas, Z., Linkevičienė, R., Pileckas, M. (2011). Lietuvos šlapynės ir jų vandensauginės reikšmės. Wilno.
- Purvinas, E., Seibutis, A. (1957). Pagrindiniai pelkių rajonai Lietuvos TSR teritorijoje. *Liet. MA Darbai, Serija B*, 2. Wilno.
- Rašomavičius, V. (red.) (2001). Europinės svarbos buveinės Lietuvoje. Wilno.
- Rašomavičius, V. (red.) (2012). EB svarbos natūralių buveinių inventorizavimo vadovas. Wilno.
- Rozporządzenie NRL (2024). Rozporządzenie (UE) 2024/1991 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 24 czerwca 2024 r. w sprawie odbudowy zasobów przyrodniczych i zmiany rozporządzenia (UE) 2022/869. *Dziennik Urzędowy UE*, seria L z 29.07.2024.
- Rozporządzenie CRCF (2024). Rozporządzenie 2024/3012 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 listopada 2024 r. w sprawie ustanowienia unijnych ram certyfikacji trwałego pochłaniania dwutlenku węgla, technik węglochłonnych oraz składowania dwutlenku węgla w produktach. *Dziennik Urzędowy UE*, seria L z 6.12.2024.
- Ryś, A. 2011. Ochrona i regeneracja ekosystemów mokradłowych na terenie nadleśnictwa Strzałowo w puszczy piskiej – efekty i kontrowersje. *Przegląd Przyrodniczy* 22, 3: 46–67.
- Sendžikaitė, J., Jarašius, L., Zableckis, N. (2024). Pelkininkystė. Klimatui palankus ūkininkavimas šlapiuose durpiniuose dirvožemiuose. Vilnius.
- Skarphéðinsson, K. H., Þorleifsson, E. (1998). Keldusvín – útdauður varpfugl á Íslandi. *Kvískerjabók*: 266–296. Sýslusafn Austur-Skaftafellssýslu, Höfn í Hornafirði, Iceland.
- Stachowicz, M., Manton, M., Abramchuk, M., Banaszuk, P., Jarašius, L., Kamocki, A., Povilaitis, A., Samerkhanova, A., Schäfer, A., Sendžikaitė, J., Wichtmann, W., Zableckis, N., Grygoruk, M. (2022). To store or to drain – To lose or to gain? Rewetting drained peatlands as a measure for increasing water storage in the transboundary Neman River Basin, *Science of The Total Environment*, 829: 154560.
- Stańko, R., Wołejko, L., Pawlaczyk, P. (2018). Podręcznik dobrych praktyk w ochronie torfowisk alkalicznych. Wydawnictwo Klubu Przyrodników. Dostęp 1.06.2025: alkfens.kp.org.pl/wp-content/uploads/2018/09/PODRECZNIK_PL_FINAL.pdf

- Szpaczyński, J. A. (2003). Zabezpieczenie terenu przed działalnością bobrów. Urządzenia przelewowe, ochrona przepustów, zabezpieczenie drzew. WR&P, Ottawa. Dostęp 15.06.2018: bagna.pl
- The Environment Agency of Iceland (2022). National Inventory Report – Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2022.
- Wheaton, J. M., Bennett, S. N., Bouwes, N., Maestas, J. D., Shahverdian, S. M. (red.) (2019). Low-tech process based restoration of riverscapes. Design Manual. Utah State University Restoration Consortium.
- Wołejko, L., Grootjans, A. P. (2004). An eco-hydrological approach to peatland management in Poland. [W:] Wołejko, L., Jasnowska, J. (red.). The future of Polish mires. Monogr. AR w Szczecinie: 49–59.



Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków (OTOP) to założona w 1991 r. organizacja pozarządowa o statusie organizacji pożytku publicznego. Do podstawowych zadań organizacji należy ochrona dzikich ptaków i miejsc, w których one żyją. Prowadzimy działania z dziedziny monitoringu, czynnej ochrony przyrody, kształtowania polityk mających wpływ na środowisko oraz edukacji. Wspiera nas rzesza kilku tysięcy członków i wolontariuszy.

Naszym celem jest zachowanie dziedzictwa przyrodniczego dla dobra obecnych i przyszłych pokoleń. OTOP jest polskim partnerem światowej federacji towarzystw ochrony ptaków – BirdLife International. Współpracuje z polskimi i zagranicznymi autorytetami i organizacjami pozarządowymi. Więcej o OTOP na stronie www.otop.org.pl.

Twoje 1,5% pomoże nam chronić przyrodę. Wiemy, jak to zrobić!

Numer KRS: 0000015808

Polska wersja publikacji powstała w ramach przedsięwzięcia „**Increasing capacities of stakeholders for agriculturally used peatland restoration in the crossborder region of Lithuania and Poland**” (SavePeatLands)

Lider: **VšĮ Pelkių atkūrimo ir apsaugos fondas** (Foundation for Peatland Restoration and Conservation)

Partner: **Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków**

Współfinansowanie: **Unia Europejska w ramach programu współpracy Interreg VI-A Litwa-Polska**

Budżet całkowity przedsięwzięcia: **159 496,79 EUR**

Budżet EFRR (Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego): **127 597,43 EUR**

Całkowity budżet OTOP: **70 748,79 EUR**

Okres realizacji: **1 grudnia 2024 – 30 listopada 2025**

Interreg



Współfinansowany przez
UNIĘ EUROPEJSKĄ

Litwa – Polska

ISBN 978-83-89830-46-3