

SŁOWIŃSKIE TORFOWISKA W OCHRONIE KLIMATU

JAK OCHRONA PRZYRODY
W SŁOWIŃSKIM PARKU NARODOWYM
MOŻE PRZYCZYNIĆ SIĘ DO ŁAGODZENIA
ZMIAN KLIMATYCZNYCH



Wydawnictwo Klubu Przyrodników



ISBN 978-83-63426-31-6

Jeśli świat rozwijałby się tak jak dotąd, to pod koniec stulecia średnia temperatura wzrosłaby o 4°C. Chodzi tu o średnią krocząca temperatury w okresie 30-letnim, wycentrowaną w danym roku, porównywaną względem „ery przedprzemysłowej”, za którą uznaje się okres bazowy 1850-1900. Oznaczałoby to, że potencjalnie śmiertelne fale upałów będą występować co roku na 85% terenów lądowych. Na Bliskim Wschodzie i w Afryce Północnej tereny zamieszkałe obecnie przez setki milionów ludzi staną się niezdatne do przebywania ludzi i zamieszkania, co doprowadzi do masowych migracji. Cała południowa Europa oraz obecnie najgęściej zamieszkałe rejony Australii, Afryki i Ameryki Południowej, będą się znajdować w permanentnym stanie ekstremalnej suszy. Znikną lody Arktyki i rafy koralowe. Poziom mórz wzrośnie do końca stulecia o 1,5-3 m i będzie dalej rósł. Doprowadzi to do zatopienia znaczącej części wszystkich miast nadbrzeżnych i zmusi setki milionów ludzi do opuszczenia miejsca zamieszkania. Wymrzeć może połowa gatunków zwierząt i roślin, co wywoła kaskadowe zmiany w ekosystemach. Adaptacja ludzi do świata cieplejszego o 4°C może okazać się niemożliwa.

W tzw. porozumieniu paryskim rządy świata uzgodniły „utrzymanie wzrostu globalnej średniej temperatury na poziomie znacznie poniżej 2 stopni Celsjusza ponad poziom przedindustrialny i kontynuowanie wysiłków na rzecz ograniczenia wzrostu temperatury do 1,5 stopnia”. Jednak rzeczywistość dokonane ograniczenia emisji nie pozwalają na osiągnięcie tego celu, a tylko opóźnią wzrost o 4°C o kilkadziesiąt lat.

Międzynarodowy Panel ds. Zmiany Klimatu w opublikowanym w 2018 r. specjalnym raporcie (opracowanym przez 91 autorów i redaktorów z 40 krajów, którzy przejrzyli ponad 6000 prac i odpowiedzieli na ponad 42 tysiące komentarzy i poprawek ekspertów oraz przedstawicieli rządów) uzasadnia, że nawet przekroczenie prognozy 1,5 stopnia z dużym prawdopodobieństwem drastycznie nasili społeczne skutki kryzysu klimatycznego, w tym głód, masowe migracje ludzi i konflikty.

Wpływ zmiany klimatu na ekstremalne zdarzenia pogodowe, wzrost poziomu morza, ekosystemy i społeczeństwo jest już widoczny. Im większa będzie zmiana klimatu, tym poważniejsze będą jej następstwa. Już przy ociepleniu o 1,5°C rafy koralowe będą poważnie zagrożone, Ocean Arktyczny pod koniec dnia polarnego może być prawie wolny od lodu, a związane z naszymi emisjami CO₂ zakwaszenie wód oceanicznych będzie trwało tysiące lat. Ocieplenie o kolejne 0,5°C podniesie zagrożenie powodziąmi, suszą, niedoborami wody i silniejszymi cyklonami. Doprowadzi to do spadku plonów, wymierania gatunków i rozszerzania się zasięgu chorób tropikalnych takich jak malaria. Czynniki te będą wzmagać głód, migracje i konflikty. Prognozowany w tym stuleciu wzrost poziomu morza przy ociepleniu o 2°C będzie o ok. 10 cm wyższy niż przy ociepleniu o 1,5°C. Wydawałoby się, że to niewiele – w dłuższym horyzoncie czasowym może jednak dojść do rozpadu lądolodów Grenlandii i Antarktydy Zachodniej, co skaże przyszłe pokolenia na wielometrowy wzrost poziomu morza.

Zatrzymanie globalnego ocieplenia na poziomie 1,5°C jest jeszcze możliwe (choć z prawdopodobieństwem sukcesu nie większym niż 50-60%), ale wymagałoby szybkich, dalekosiężnych i bezprecedensowych zmian we wszystkich dziedzinach życia społecznego – w tym przede wszystkim transformacji, obejmującej energetykę, przemysł, transport i użytkowanie terenu. Wypadkowe emisje dwutlenku węgla związane z działalnością człowieka (tzw. „emisje netto”) musiałyby do 2030 roku spaść o 45% (względem wartości z 2010) a do 2050 – do zera. Dotyczy to także emisji związanych z wycinką drzew oraz emisji z odwodnionych torfowisk.

Oznacza to, że jeśli chcemy uniknąć klimatycznej katastrofy, to między innymi (oprócz innych drastycznych zmian) nie możemy dłużej wydobywać ani kupować torfu. Torf musi zostać w torfowiskach. Nie możemy też kontynuować rolniczego użytkowania gleb torfowych opartego na ich odwodnieniu, co jest obecnie powszechne. Torfy muszą być wysyczone wodą.

Wraz z szybką dekarbonizacją światowej gospodarki równolegle musiałyby zostać wdrożone wielkoskalowe projekty usuwania CO₂ z atmosfery. Nie ma ani jednego scenariusza, prowadzącego do ograniczenia ocieplenia o 1,5°C, który w mniejszym lub większym stopniu nie wymagałby takich działań. Zależnie od scenariusza, z atmosfery trzeba będzie usunąć 380-1130 mld ton CO₂. Jest to niezbędne zarówno dla skompensowania tych wszystkich emisji, których nie uda się zaprzestać, jak i dla usunięcia z atmosfery nadmiarowego dwutlenku węgla, który trafił tam wcześniej. Torfowiska są koniecznym, lecz niewystarczającym elementem tego procesu (ich możliwości, przy założeniu masowej ich renaturyzacji na świecie, to pochłanianie w globalnej skali ok. 1 mld ton CO₂ rocznie).

Źródło: Nauka o klimacie <https://naukaoklimacie.pl>

SŁOWIŃSKIE TORFOWISKA W OCHRONIE KLIMATU

JAK OCHRONA PRZYRODY
W SŁOWIŃSKIM PARKU NARODOWYM
MOŻE PRZYCZYNIĆ SIĘ DO ŁAGODZENIA
ZMIAN KLIMATYCZNYCH

**Paweł Pawlaczyk, Katarzyna Bociąg, Roman Cieśliński, Izabela Chlost,
Krzysztof Gos, Robert Stańko**

**Słowińskie torfowiska w ochronie klimatu.
Jak ochrona przyrody w Słowińskim Parku Narodowym
może przyczynić się do łagodzenia zmian klimatycznych.**

Skład: Barbara Rynkiewicz

Wydawnictwo Klubu Przyrodników
1 Maja 22
66-200 Świebodzin



Opracowano i wydano w ramach przedsięwzięcia
*“Ograniczenie emisji CO₂ poprzez renaturyzację zdegradowanych torfowisk
na nizinach północnej Europy”,*
dofinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach instrumentu finansowego
LIFE (LIFE15 CCM/DE/0138), a w części polskiej
także przez Fundację Ochrony Morza Bałtyckiego w Greifswaldzie oraz Wojewódzki
Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku.

ISBN 978-83-63426-31-6

Wydawnictwo Klubu Przyrodników, 2019



1. WSTĘP.

PROBLEMY Z KLIMATEM

Nie ma już wątpliwości, że klimat Ziemi się zmienia, a pogoda coraz częściej jest nietypowa, trudno przewidywalna i często gwałtowna. W Polsce ciepłe i mokre zimy, wydłużające się fale upałów w lecie, epizodyczne lecz katastrofalne burze wiatrowe coraz bardziej wpływają na przyrodę i na życie ludzi. Przyczyny tych epizodów dostrzegamy w zmianach cyrkulacji atmosferycznej oraz prądów i oscylacji morskich, te zaś są skutkiem zakłócenia bilansu energetycznego Ziemi i wzrostu temperatury jej atmosfery. W innych miejscach na świecie fale katastrofalnych susz i upałów, ale także pojawianie się ekstremalnych tropikalnych cyklonów stają się coraz częstsze. Znikają lodowce, nie odnawiają się zimą lody Arktyki, topi się „wieczna” zmarzlina, na naszych oczach nikną całe ekosystemy.

Choć klimat Ziemi zawsze podlegał zmianom, w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat obserwujemy jego ocieplenie następujące w bezprecedensowym tempie.

Wszystkie dane wskazują, że źródłową przyczyną tego zakłócenia są spowodowane przez działalność ludzką zmiany w składzie atmosfery – nadmierna emisja tzw. gazów cieplarnianych, w tym przede wszystkim dwutlenku węgla (CO_2). Obecne stężenie tego gazu w ziemskiej atmosferze, wynoszące objętościowo ok 415 ppm (= 0,415‰) jest najwyższe od trzech milionów lat, a wzrosło skokowo do tego poziomu w krótkim, stuletnim zaledwie okresie pokrywającym się z rozwojem przemysłu i intensywnego rolnictwa. Zawsze w geologicznej historii Ziemi występowała korelacja między stężeniem CO_2 w atmosferze i jej temperaturą – objawiająca się także obecnie stałym wzrostem średniej temperatury wraz ze wzrostem stężenia dwutlenku węgla. Wydaje się, że rozumiemy podstawowy mechanizm tej korelacji: nawet niewielkie ilości CO_2 w atmosferze sprawiają, że przepuszcza ona krótkofalowe promieniowanie słoneczne w kierunku Ziemi, ale hamuje wypromieniowanie energii przez Ziemię mające formę promieniowania podczerwonego, a efekt ten jest proporcjonalny do stężenia gazu. Jest to zjawisko analogiczne do nagrzewania się szklarni lub zostawionego na słońcu samochodu – stąd nazywa się je często efektem cieplarnianym, a powodujące je gazy – gazami szklarniowymi. Podobnie działają także niektóre inne gazy: para wodna, metan, podtlenek azotu. Ponieważ jednak stężenie dwutlenku węgla rośnie ostatnio bardzo gwałtownie, to ten gaz właśnie uważa się powszechnie za głównego sprawcę obecnego wzrostu średniej temperatury atmosfery. W konsekwencji wzrost temperatury, a tym samym energii atmosfery, jest przyczyną złożonych, wzajemnie na siebie oddziałujących i wzajemnie się napędzających, nie do końca przewidywalnych zmian w cyrkulacji atmosferycznej, zmian w zlodzeniu mórz, cyrkulacji prądów morskich i in. Te zaś zmiany skutkują epizodami ekstremalnej pogody i powszechnym już wrażeniem rozregulowania ziemskiego systemu klimatycznego.

Nie ma większych wątpliwości, że odpowiadają za to ludzie i ich działalność. Wzmószona emisja CO₂ to przede wszystkim skutek masowego spalania paliw kopalnych. Również emisje gazów cieplarnianych generowane przez intensywne rolnictwo (np. z rozkładu substancji organicznych w glebie) istotnie się do tego przyczyniają.

Nie wiemy, co będzie dalej. Jest się jednak czego obawiać. Jeśli zmiany klimatu będą postępować, a tym bardziej gdy jeszcze przyspieszą, to znaczne części lądów mogą zostać zalane wodami morskimi, a duże obszary staną się nieprzyjazne do życia, bo będą np. zbyt suche i gorące. Nie da się zachować lasów jakie dziś znamy, ani upraw rolnych, z których dziś korzystamy. Nie wiemy, co stanie się z dziką przyrodą wokół nas, z której dziś się cieszymy – wiemy jednak, że otaczające nas ekosystemy, rośliny, zwierzęta czy grzyby są na zmiany jeszcze bardziej wrażliwe niż my. A katastrofa klimatyczna pogłębi się na pewno, jeśli będziemy kontynuować nasze emisje gazów cieplarnianych. Mamy co najwyżej pewne, może kilkudziesięcioprocentowe szanse, by ograniczyć jej skutki – jednak tylko wtedy, gdy zrobimy wszystko, by emisje gazów cieplarnianych niemal natychmiast ograniczyć, a także by usunąć z atmosfery choć część dwutlenku węgla, który już się w niej znalazł.



Fot. 1. Wyschnięty torf na torfowisku Wielkie Bagno w Słowińskim Parku Narodowym – skutek okresu upału i suszy w 2018 r. Fot. P. Pawlaczyk.

2. TORFOWISKA A BILANS GAZÓW CIEPLARNIANYCH

Dla bilansu dwutlenku węgla w atmosferze kluczowe są tzw. cykle krążenia węgla. Podstawowy cykl polega na tym, że roślinność w procesie fotosyntezy pobiera dwutlenek węgla i wbudowuje go w formie związków organicznych w swoją biomasę. Wszystkie organizmy żywe w procesach oddychania (respiracji) wykorzystują związki organiczne, co wiąże się z uwalnianiem z nich węgla, emitowanego w formie CO_2 z powrotem do atmosfery.

Torfowiska to unikatowe ekosystemy, w których część biomasy roślin w bagiennych, beztlenowych warunkach przekształca się w torf, co oznacza wyłączenie zawartego w niej węgla z tego cyklu. Torf w naturalnym, uwodnionym torfowisku może pozostać niezmienny przez tysiąclecia, zaś roślinność torfotwórcza na powierzchni torfowiska odkładać będzie kolejne jego warstwy. W naszej strefie klimatycznej pokłady torfu osiągają grubość do kilku, a nawet kilkunastu metrów. Węgiel stanowi ok. 50% masy torfu, w ten sposób więc torfowiska na długi czas wycofują z obiegu znaczne ilości tego pierwiastka. Choć sam proces akumulacji węgla nie jest bardzo intensywny (zwykle jest rzędu 0,5 tony węgla na hektar rocznie), to w długim okresie czasu buduje znaczący rezerwuar węgla. Badacze szacują, że torfowiska, zajmując na świecie tylko ok. 3-5% powierzchni lądów, gromadzą łącznie ponad 600 mld ton węgla, tj. ok 25-30% zasobów węgla zakumulowanego we wszystkich ziemskich ekosystemach. Jest to ilość dwukrotnie większa, niż ilość węgla w biomase wszystkich lasów świata. Torfowiska stanowią drugi po oceanie rezerwuar tego pierwiastka. Ilość węgla w nich zgromadzona, a tym samym wycofana z szybkiego obiegu, odpowiada szacunkowo 60-75% zasobów węgla w atmosferze. Dane te mogą być nawet zaniżone, wskutek niedoszacowania powierzchni i objętości słabo wciąż zbadanych torfowisk tropikalnych i subtropikalnych.

Niektórzy klimatolodzy skłaniają się nawet ku hipotezie, że to akumulacja węgla w torfowiskach w początku holocenu (gdy wyjątkowo sprzyjały temu warunki klimatyczne), wespół z mechanizmami oceanicznymi istotnie przyczyniła się do spadku stężenia CO_2 w atmosferze i zapoczątkowania epok lodowcowych.

Obecnie, jak i w prawie całym holocenie, torfowiska nadal działają jak „pochłaniacze” węgla. Na całym świecie akumulują ok. 100-200 mln ton węgla rocznie (co stanowi równoważnik pochłonięcia 370-740 mln ton CO_2).

Węgiel zgromadzony w torfowiskach pozostaje tam jednak tylko tak długo, jak długo torfowiska są nasyczone wodą. Odwodnienie torfu powoduje jego utlenianie się, tzw. murszenie, w wyniku czego materia organiczna ulega rozkładowi, a dwutlenek węgla jest emitowany do atmosfery. Ten proces jest zwykle znacznie



Fot. 2. W strefie borealnej torfowiska są znacznie większe niż w Polsce, zajmują tysiące hektarów, gromadzą też proporcjonalnie więcej węgla. Fot. J. Kujawa-Pawlaczyk.

szybszy od akumulacji torfu – z hektara przesuszonego torfowiska emitowane jest od kilku do kilkunastu ton CO₂ rocznie – to mniej więcej ten rząd wielkości, co cała roczna emisja „per capita”, tj. przypadająca na głowę jednego mieszkańca Ziemi.

Wg szacunków międzynarodowej organizacji Wetlands International, światowa emisja CO₂ ze zdegradowanych torfowisk świata wynosi ok. 2×10^9 ton rocznie (w innych źródłach spotyka się szacunki $1,3 - 5 \times 10^9$ ton rocznie, panuje jednak zgodność co do rzędu wielkości), z trendem wzrostu o ok 2% rocznie. Powierzchnia zdegradowanych, wymagających odtworzenia torfowisk na świecie jest szacowana na co najmniej 0,5 mln km². Emisja dwutlenku węgla ze zdegradowanych antropogenicznie torfowisk jest szacowana na ok. 5-6% łącznej antropogenicznej emisji tego gazu, a ok. 30% emisji wynikającej z użytkowania gruntów i zmian tego użytkowania.

Przyczyną osuszania torfowisk jest najczęściej chęć ich rolniczego wykorzystania, choć niekiedy także chęć produkcji leśnej lub pozyskania torfu. W Europie ponad 90% regionalnych emisji CO₂ z rolnictwa pochodzi z użytkowanych rolniczo, zdegradowanych torfowisk, choć stanowią one jedynie 3% gruntów uprawnych.

W Polsce powierzchnia torfowisk jest szacowana na 1211 tys. ha (=12,11 tys. km²), ale ponad 90% z nich jest zdegradowana i przesuszona. Najczęściej jest to wynik melioracji, masowo dokonywanych w celu poprawy warunków do produkcji rolnej (głównie łąk) na torfowiskach niskich; niekiedy także melioracji w bagiennych lasach oraz eksploatacji torfu. Odprowadzanie wody z torfowisk trwa

zresztą nadal, np. pod pretekstem „zwiększenia plonów siana”, „umożliwienia sianokosów”, „odnowienia drzewostanów po zrębie”, „zapobiegania podtapianiu łąk, pól i lasów”, „zapobiegania podtapianiu dróg i zabudowy” (bez względu na to, że bezmyślnie te drogi i budynki zlokalizowano).

Na podstawie powierzchni torfowisk zalesionych i użytkowanych rolniczo oraz średnich wskaźników emisji, Wetlands International oszacowała roczną emisję CO₂ z wszystkich zdegradowanych torfowisk w Polsce na 25,8 mln ton, czyli 7,5% w porównaniu do emisji ze spalania paliw kopalnych. Stawiałoby to Polskę w grupie 10 największych światowych emiterów CO₂ z powierzchni zdegradowanych torfowisk.

Już ten najprostszy model pokazuje, że dla ograniczenia wzrostu stężenia CO₂ w atmosferze ważne jest zapobieganie uwalnianiu węgla już zakumulowanego w torfowiskach, co wymaga zapobiegania ich przesuszeniu i degradacji. Potencjalnie istotne jest także utrzymywanie lub przywracanie ich zdolności wychwytywania dwutlenku węgla z atmosfery, akumulowania węgla w torfie i wyłączenia go w ten sposób z obiegu.

Co prawda, przedstawiony wyżej model jest znacznym uproszczeniem. Przede wszystkim, torfowiska emitują także metan i podtlenek azotu, które także są gazami cieplarnianymi, a ich wpływ na klimat jest znacznie silniejszy od dwu-



Fot. 3. Każde odwodnienie torfowiska sprawi, że torf zacznie się rozkładać, uwalniając CO₂. Funkcji torfowisk jako rezerwuaru węgla nie da się pogodzić z ich leśnym lub rolniczym użytkowaniem, które zwykle wymaga przynajmniej częściowego odwodnienia.

Fot. P. Pawlaczyk.

tlenku węgla. Procesy emisji metanu są typowe dla naturalnych, dobrze uwodnionych torfowisk i – przeciwnie niż emisja dwutlenku węgla – są hamowane na torfowiskach przesuszonych i zdegradowanych. Podtlenek azotu najsilniej emitowany jest z torfowisk przesuszonych. Oprócz emisji gazów, degradacja torfowiska wskutek przesuszenia powoduje także wymywanie z wodą tzw. węgla rozpuszczonego (DOC), który w wodach w znacznej części utlenia się do CO₂. Bilans węgla konkretnego torfowiska jest w konsekwencji skomplikowany.

Mimo komplikacji w bilansowaniu pochłaniania i emisji różnych form węgla na torfowiskach, pomiary i badania wskazują jednak że, per saldo, dobrze zachowane, naturalne torfowiska są wciąż absorberami gazów cieplarnianych i oddziałują tym samym „ochładzająco” na klimat. Oznacza to, że wpływ pochłaniania CO₂ przeważa na nich nad wpływem emitowanego metanu. Natomiast torfowiska odwodnione i przesuszone, zwykle wskutek działań człowieka, stają się „bombą klimatyczną”, tj. znaczącymi emiterami gazów cieplarnianych. Emitery te działają na szeroką skalę, bo większość torfowisk jest odwodniona i zdegradowana, oraz wciąż utrzymywana w tym stanie. Gdyby skutecznie zmeliorować wszystkie torfowiska na świecie, to takie ich zniszczenie wprowadziłoby do atmosfery tyle gazów cieplarnianych, ile ok. 100 lat spalania węgla w obecnym tempie. Zupełnie pogrzebałoby to wszystkie szanse ograniczenia skutków obecnego kryzysu klimatycznego.

Co gorsza, istnieją obawy, że same zmiany klimatyczne spowodują degradację torfowisk i przełączą je z funkcji pochłaniaczy węgla w funkcję emiterów gazów cieplarnianych. Im cieplej na Ziemi, tym cieplejsze są torfowiska, a to zwiększa aktywność mikroorganizmów rozkładających torf, emisję CO₂ z oddychania ekosystemu i emisję metanu. Zimowe wychładzanie torfu ograniczało dotąd nieco szybkość jego rozkładu, a w warunkach ocieplającego się klimatu proces ten może zostać wyłączony. Powtarzające się susze mogą zainicjować murszenie torfu tak samo, jak sztuczne odwodnienie. Susze mogą utrudnić warunki życia roślinności torfotwórczej, zwłaszcza mchów, przyspieszyć zaś ekspansję roślin naczyniowych ułatwiających rozkład torfu; w tym krzewów i drzew, których transpiracja pogłębia przesuszanie. Wreszcie, susze i przesychnienie torfów prowadzić mogą do coraz częstszych ich pożarów. Jeżeli ocieplenie klimatu w XXI w. okaże się gwałtowne i znaczne (a wszystko na to wskazuje), to na torfowiskach mogą pojawić się procesy niemożliwe dziś do przewidzenia. Wówczas degradujące się torfowiska, zamiast ochładzać klimat, mogą dodatkowo przyczynić się do jego podgrzania.

Od dawna w ramach ochrony przyrody staramy się, by niektóre odwodnione torfowiska ponownie nawodnić. Blokowanie rowów odprowadzających wodę z torfowiska stało się już standardem w przyrodniczych obszarach chronionych i niekiedy w lasach. Skutki takich działań dla ekosystemu są zwykle tym lepsze, im mniej był zdegradowany. Na torfowiskach odwodnionych stosunkowo niedawno, z zachowanymi jeszcze resztkami typowej roślinności, niekiedy udaje się cofnąć skutki odwodnienia. Na torfowiskach głębiej przesuszonych na rezultaty trzeba czekać długo, a zwykle nie oznaczają one odtworzenia pierwotnej roślinności, lecz wytworzenie się jakichś innych ekosystemów bagiennych. Zmurszałego torfu nie da się ponownie nasycić wodą.

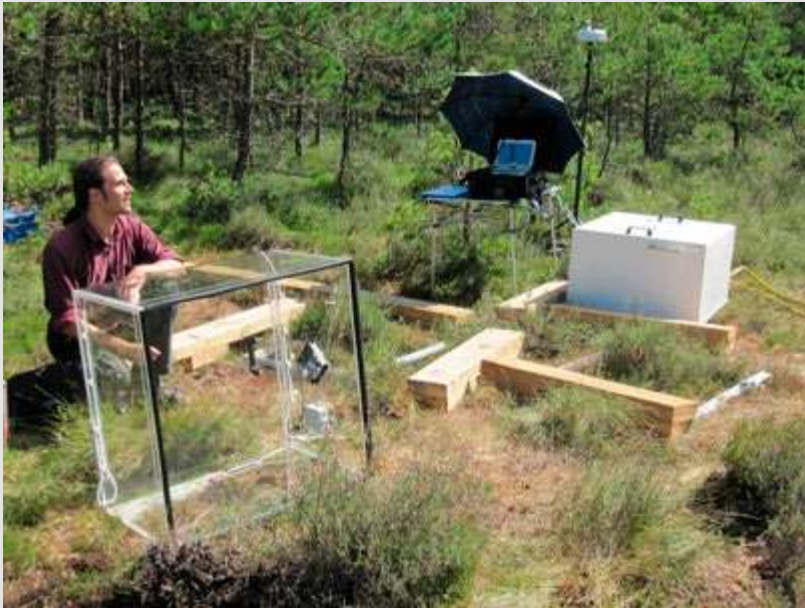
Mimo znacznych niepewności, większość badań skłania do osądu, że renaturyzacja zdegradowanego torfowiska, o ile się powiedzie, może przywrócić jego naturalną rolę w bilansie gazów cieplarnianych, a z pewnością może ochronić przed rozkładem te zasoby węgla, które już są w torfie zakumulowane. Na tej podstawie szeroko postuluje się na świecie, by w ramach działań ograniczających zmiany klimatyczne, uwzględnić także ochronę i renaturyzację torfowisk. Taka restytucja torfowisk w celu konserwacji zakumulowanych w nich zasobów węgla i w celu przywrócenia procesu akumulacji węgla jest synergiczna z ochroną i renaturyzacją torfowisk rozumianych jako cenne przyrodniczo ekosystemy i ostoje różnorodności biologicznej.

Jak się to mierzy?

Istnieją techniki badawcze pozwalające bezpośrednio zmierzyć pochłanianie CO₂ oraz emisję CO₂, metanu i podtlenku azotu na powierzchni torfowiska, tj. natężenie strumieni emitowanych i pochłanianych gazów. Jedną z nich jest tzw. *metoda kowariancji wirów* analizująca zmiany stężeń poszczególnych gazów zależnie od lokalnych zawirowań powietrza i umożliwiającą wyliczenie z takich danych strumieni gazów na powierzchni torfowiska. Drugą, częściej stosowaną jest tzw. *metoda komorowa*, polegająca na mierzeniu dynamiki zmian stężeń gazów pod kloszem nałożonym na powierzchnię torfowiska i porównująca sytuację trwającej fotosyntezy z sytuacją symulowanego zaciemnienia (taki punkt pomiarowy funkcjonuje też na jednym z torfowisk w Słowińskim Parku Narodowym, por. fot. 4). Obie metody dają wynik odnoszący się tylko do konkretnego punktu na powierzchni torfowiska.

Pomiary takie są kosztowne, wymagają specjalistycznego sprzętu, dostarczają jednak interesujących wyników. W kilku miejscach w Polsce prowadzi się takie pomiary, niekiedy dodatkowo symulując np. ograniczenie opadu lub wzrost temperatury. Z takich eksperymentów można wnioskować, jak bilans gazów cieplarnianych na torfowiskach może się zmienić w wyniku zmian klimatycznych.

Zaproponowano także uproszczone metody szacowania akumulacji / emisji węgla z torfowisk, na podstawie łatwiejszych do badania cech ich struktury, np. roślinności. Przyjmuje się w nich, że określone typy roślinności torfowiskowej odzwierciedlają określony bilans gazów cieplarnianych na powierzchni pokrytej taką roślinnością i na podstawie współczynników zmierzonych w danym typie roślinności w różnych miejscach na świecie, oblicza się szacunkowy bilans dla całego torfowiska.



Fot. 4. Pomiar bilansu gazów cieplarnianych metodą komorową na mszarze w Słowińskim Parku Narodowym. Fot. J. i P. Pawlaczykowie.



Fot. 5. Zaawansowana technicznie automatyczna stacja do pomiaru bilansu gazów cieplarnianych i do eksperymentów manipulacyjnych ze zmianą opadu i temperatury, na Torfowisku Rzezińskim w Puszczy Noteckiej w Wielkopolsce. Fot. J. i P. Pawlaczykowie.

3. TORFOWISKA POBRZEŻA SŁOWIŃSKIEGO I SŁOWIŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO

3.1. Występowanie w krajobrazie

Torfowiska Niziny Gardneńsko-Łebskiej zaczęły się rozwijać już ok. 10 tys. lat temu, tj. wkrótce po ustąpieniu lądolodu. Powstające jako pierwsze niewielkie torfowiska niskie w miarę narastania złoża organicznego łączyły się ze sobą w większe kompleksy. W ich obrębie zaczęły tworzyć się torfowiska przejściowe i wysokie. Te ostatnie wykształciły się tutaj w postaci tak zwanych torfowisk bałtyckich, tj. takich, których centralna część tworzy wyniesioną kopułę.

W efekcie rozrostu torfowisk cały obszar pomiędzy jeziorem Łebsko a morenową równiną na południe od niego oraz końcowy odcinek doliny rzeki Łeby uległ zatorfieniu.

Tworzeniu torfowisk na Nizinie Gardneńsko-Łebskiej sprzyjał dodatni bilans wodny wynikający z chłodnego i wilgotnego klimatu, jak również stagnacja wód lądowych uwarunkowana czynnikami geomorfologicznymi, związanymi z powstaniem Mierzei Łebskiej. Początkowo, po ustąpieniu lądolodu skandynawskiego, teren niziny pozostawał od północy otwarty, co zapewniało swobodny odpływ do Morza Bałtyckiego wód napływających od strony lądu. Jednak jego poziom i oddalenie zmieniały się w wyniku następujących po sobie transgresji i regresji morza. Z czasem, u schyłku okresu litorynowego, w wyniku akumulacji osadów morskich i działalności wiatru stopniowo doszło do powstania bariery w postaci piaszczystej mierzei, która przyrastając ku wschodowi odcięła od morza lagunę. Upływ czasu i dalsze procesy sedymentacji osadów przyczyniły się do całkowitej izolacji powstałego akwenu, który uległ podziałowi na mniejsze zbiorniki (jeziora). Mierzeja, w formie w jakiej funkcjonuje ona obecnie, powstała ok. 4 tys. lat temu. Powstanie mierzei skomplikowało warunki odwadniania niziny poprzez odcięcie kontaktu wód morskich z wodami lądowymi i utrudnienie odpływu tych drugich. W ten sposób na terenie Niziny Gardneńsko-Łebskiej powstały doskonałe warunki do gromadzenia się wody, gdyż jej dopływ (wraz z opadem) przewyższał straty związane z odpływem i parowaniem. Woda stagnując we wklęsłościach terenu, stała się miejscem formowania bagien i torfowisk, również wokół sukcesywnie zarastających jezior przymorskich. Tak więc dno niziny stało się miejscem akumulacji osadów biogenicznych skupionych w kilku basenach sedymentacyjnych.

Powstawanie i odkładanie masy torfowej na nizinie sprawiło, iż należy ona obecnie do obszarów Polski o dużym wskaźniku zatorfienia. Według badań prowadzonych przez prof. M. Jasnowskiego w latach 90-tych XX w., wskaźnik ten wy-

Torfowiska kopalne:

1. Objejskie Łąki
2. Bórbagno Kluki
3. Ciemińskie Bagno
4. Ruszcze Łąki
5. Wielkie Bagno - Gać
6. Torfowisko Górka
7. Torfowisko Poblockie



Ryc. 1. Rozmieszczenie torfowisk w dolinie Łeby, wg M. Jasnowskiego (1990).
Zachowano oryginalne ówczesne nazwy torfowisk.

nosi 13-20%, a najlepiej rozpoznane torfowiska znajdują się w dolinie rzeki Łeby i nad jeziorem Łebsko, do którego rzeka uchodzi.

Na naturalny rozwój torfowisk związanej ze zmianami klimatycznymi oraz przesuwaniem się linii brzegowej morza nałożyła się presja człowieka, szczególnie silna w ostatnich dwustu latach. Cały torfowiskowy obszar Niziny Gardneńsko-Łebskiej, w tym także jego część położona obecnie w granicach SPN, od ponad 200 lat był intensywnie odwadniany. Od II połowy XVIII wieku funkcjonuje tu sieć kanałów i rowów odwadniających. Część terenu zamieniono na łąki i pastwiska, a na pozostałych torfowiskach od XIX eksploatowano torf, wykorzystując go w celach opałowych oraz jako ściólkę dla zwierząt. Na szeroką skalę intensyfikację odwodnień przeprowadzono w pierwszych dziesięcioleciach XX w.

Tereny torfowisk niskich zamieniane były na łąki, pastwiska i pola uprawne. Osuszone powierzchnie torfowisk przejściowych i wysokich w części także zalesiano, aby pozyskiwać z nich drewno. Ekspansja drzew na pierwotnie otwarte obszary bagienne wiąże się nie tylko z nasadzeniem drzew, ale też ich spontanicznym wkraczaniem na przesuszone torfy. Powszechnie wydobywany był tu torf. Na największą, przemysłową skalę działało się to w rejonie Wielkiego Bagna, gdzie do dziś działa kopalnia torfu.

3.2. Dawna i obecna szata roślinna

Pomimo dokonanych przekształceń, przestrzenna mozaika torfów niskich, przejściowych i wysokich na Nizinie Gardneńsko-Łebskiej jest nadal czytelna na mapach typów gleb czy złóż torfowych. Natomiast roślinność torfowisk uległa bardzo silnym przemianom i tylko po części zachowała naturalny, torfowiskowy charakter.

Torfowiska niskie pierwotnie tworzone były tutaj przez szuwały turzycowe i trzcinowe, kwaśne młaki, zarośla wierzbowe i woskownicowe (typowe tylko dla strefy przymorskiej) oraz bagienne lasy olchowe (olsy). Roślinność taka zachowała się do dziś jedynie w przyjeziornym obszarze Ciemińskich Błot na terenie Słowińskiego Parku Narodowego (SPN). Na pozostałym obszarze Niziny przekształcona została ona na łąki, pastwiska i pola. Miejscami dawne użytki rolne ulegają obecnie wtórnemu zabagnieniu i w miejscach takich zaczyna się regeneracja zbiorowisk niskotorfowiskowych.

Torfowiska wysokie i przejściowe pierwotnie stanowiły otwarte bezleśne przestrzenie lub tereny leśne, zależnie od stopnia uwodnienia. W miejscach silnie uwodnionych porastała je nieleśna roślinność mszarna, to jest zdominowana przez mchy torfowce oraz niskie rośliny zielne i krzewinki), a w rejonach o mniejszym uwodnieniu wykształciły się sosnowe bory bagienne lub bagienne lasy brzozowe). Roślinność mszarna porastała przede wszystkim centralne wysokotorfowiskowe kopuły, zbiorowiska leśne występowały zaś w ich partiach obwodowych, ewentualnie wkraczały też na silniej przesuszone kopuły.

Ze względu na łagodny nadmorski klimat, wysokotorfowiskowa roślinność mszarna Niziny miała swój specyficzny charakter, jej wyróżniającą cechą było m.in. bardzo liczne występowanie wrzośca bagiennego (stąd nazwa zbiorowiska – mszar wrzoścowy). Omówiona wcześniej aktywność ludzka przyczyniła się do bardzo silnej jej degradacji. Na skutek przesuszenia i innych form antropopresji z czasem kurczyły się powierzchnie otwartych mszarów, a rosła powierzchnia zajęta przez zdegradowane bory i lasy bagienne.

Aktualnie roślinność torfowisk wysokich i przejściowych na Nizinie Gardneńsko-Łebskiej ma charakter głównie leśny. Spośród zbiorowisk leśnych tylko te położone w lepiej uwodnionych obszarach torfowisk nadal zachowały cechy borów bagiennych czy brzozowych lasów bagiennych. Znaczący, często wręcz dominujący powierzchniowo typ lasu stanowią przesuszone drzewostany sosnowe, brzozowo-sosnowe i brzozowe. Wskutek sadzenia drzew (zwłaszcza sosny, czasem też świerka) powierzchnie takie mają nienaturalnie zwarty drzewostan. Podobnie zwarte są pochodzące z samosiewu młode lasy brzozowe. W wielu miejscach lasy bagienne mają powierzchnie silnie zmienioną wskutek wydobywania torfu. Często drzewa rosną jedynie na dawnych groblach, podczas gdy torfianki zajmuje regeneracyjna roślinność torfowiskowa lub inicjalne postaci bagiennych lasów i borów.

Współcześnie duża część lasów bagiennych pochodzi z nasadzeń. Wprowadzane gatunki nie zawsze były zgodne z siedliskiem, czasem sadzono też gatunki obce, np. świerk. Występujące w ostatnich kilkudziesięciu latach okresowe waha-

nia poziomu wody oraz gradacje owadów spowodowały w wielu miejscach (np. na torfowisku Kluki i na Wielkim Bagnie) zamieranie starszych, nasadzonych drzewostanów sosnowych czy świerkowych, ukształtowanych w warunkach niższego i bardziej stabilnego poziomu wody.

Sosnowe bory bagiennie na Nizinie Gardneńsko-Łebskiej, w zależności od poziomu wody gruntowej, wykształcają się w różnych postaciach. Obecnie typowych, dobrze zachowanych płatów boru bagiennego, z bogatym w torfowce runem krzewinkowo-mszystym jest, jak już wspomniano, niewiele. Częstsze są jego postaci z runem zielnym zdominowanym przez trzęślicę modrą. Powszechne są też bory silnie zdegradowane, z niewielkim jedynie udziałem w runie roślin bagiennych, a z przewagą w nim gatunków typowych dla borów świeżych. Zdarza się też, że jedynie torfowe podłoże zdradza ich dawny, bagienny charakter. Drzewa są w nich wysokie, gonne; najczęściej pochodzą z nasadzeń. W miejscach, gdzie doszło do zamarcia starych sosen, nie obserwuje się odnawiania tego gatunku. Powierzchnie takie w zależności od aktualnego uwodnienia przekształcają się w zbiorowiska nieleśne lub wtórne leśne. Te pierwsze to albo zbiorowiska mszarne, z torfowcami i wełniankami, albo płaty zdominowane kępową trawą - trzęślicą modrą, czasami również przez wysoką rozłogową paproć - orlicę pospolitą. W przypadku sukcesji w kierunku zbiorowisk leśnych dominuje odnowienie brzozy, w takich miejscach lasy te nabierają charakteru przesuszonych bagiennych lasów brzozowych.

Dobrze uwodnione bagiennie lasy brzozowe (brzeziny bagiennie), typowe dla torfowisk przejściowych, na omawianym obszarze cechuje runo z torfowcami oraz dużym udziałem wełnianki pochwowwej, wełnianki wąskolistnej i trzęślicy modrej. Ta ostatnia często dominuje w runie zielnym, zwłaszcza w miejscach nieco podsuszonych lub o zmiennym poziomie wody. Na powierzchniach silnie przesuszonych, w runie licznie spotyka się typowe dla boru borówki, czasami też runo zdominowane jest przez gęste, niskie jeżyny z domieszką trzęślicy. Takie lasy, podobnie jak skrajnie przesuszone bory, nie mają już torfotwórczych właściwości.

W sąsiedztwie bagiennych lasów brzozowych wykształca się las brzozowo-dębowy. Ten rodzaj lasu powszechnie występuje zwłaszcza na torfowisku Kluki, gdzie stanowi obwodową strefę wokół lasów brzozowych i borów sosnowych. Wyróżnia go stała obecność dębów w warstwie podrostu i młodych drzew. Stare osobniki dębów spotyka się rzadko, ale mają one duże znaczenie jako źródło nasion. W zależności od stopnia uwilgotnienia i żyzności podłoża runo w takich lasach jest zróżnicowane: od silnie nawiązującego do lasów bagiennych (z trzęślicą i mchami) do bogatego w gatunki zielne (jeżyny z małym udziałem mchów). Taki ostatni, bardziej suchy i żyźniejszy wariant lasu nawiązuje do występującego w strefie nadmorskiej (ale na podłożu mineralnym) kwaśnego lasu brzozowo-dębowego (pomorskiego lasu brzozowo-dębowego) i bywa czasami tak klasyfikowany. Przyszłe warunki wilgotnościowe i klimatyczne zdecydują czy udział dębu w tych miejscach okaże się trwałą.

W Kluckim Lesie na bardzo płytkim torfie lub na wilgotnych glebach mineralnych spotyka się jeszcze jeden nietorfotwórczy typ lasu – las dębowo-bukowy. Buduje go stary drzewostan złożony z buka i dębu, z bardzo słabo wykształconym runem. Większość powierzchni dna lasu zajmują martwe liście bukowe i dębowe.

Lasy bagienne, pomimo nie najlepszego ich aktualnie stanu, odgrywają istotną przyrodniczą rolę na torfowiskach Niziny Gardneńsko-Łebskiej. Przede wszystkim chronią one torfowe złożę przed dalszą degradacją oraz stanowią ostoje dla gatunków roślin, zwierząt i grzybów typowych dla takich siedlisk. W borach bagiennych występuje reliktowa malina moroszka, w borach i brzezinach rośnie woskownica europejska. Na starych drzewach gniazdują ptaki drapieżne. Ochrona lasów i borów bagiennych musi na tym obszarze polegać przede wszystkim na poprawie stanu ich uwodnienia. W wybranych miejscach, gdzie drzewostan samorzutnie zamarł, należy też dążyć do odtworzenia wcześniejszych bezleśnych zbiorowisk mszarnych.

Nieleśna roślinność torfowisk wysokich i przejściowych na Nizinie Gardneńsko-Łebskiej ma, jak już wspomniano, specyficzny charakter. Powszechnie występujący w Polsce mszar wysokotorfowiskowy zastępuje tu mszar wrzoścowy. Wyróżnia go stała obecność wrzośca bagiennego, spotyka się tu też wełnianeczkę darniową i kilka rzadkich w Polsce gatunków torfowców związanych z nadmorskim klimatem. Ten rodzaj mszaru zachował się na tym terenie głównie w postaci przesuszonej i zdegradowanej. W wielu miejscach (zwłaszcza na Izbickich Bagnach, sąsiadujących ze Słowińskim Parkiem Narodowym) przekształcił się on w wilgotne wrzosowisko z wrzoścem i niewielkim tylko udziałem torfowców. Przesuszenie takich miejsc sprawia, że są one zarastane przez drzewa – sosny i brzozy. Brak możliwości radykalnego podniesienia poziomu wody sprawia, że bez zabiegów usuwania drzew nie jest możliwa trwała egzystencja bezdrzewnych mszarów ani wrzosowisk. Ze względu na znaczny, zachowany pokład torfu takie wilgotne, wrzoścowe wrzosowiska należy nadal traktować jako torfowiska wysokie, jednak już zdegradowane. Zarówno w Słowińskim Parku Narodowym jak i w sąsiednim rezerwacie przyrody „Bagna Izbickie” prowadzone są obecnie zabiegi ochrony czynnej polegające na usuwaniu nalotów drzew.

Przeważającą powierzchnię bezleśnych torfowisk Niziny stanowią tereny, na których eksploatowano w przeszłości torf. W zależności od głębokości jego wydobycia i aktualnego poziomu wody są to powierzchnie silnie przesuszone, dobrze uwodnione lub wręcz zalane wodą. Najsilniej przesuszone bezleśne powierzchnie (np. na Izbickim Bagnie czy Wielkim Bagnie) zajęte są przez omówione wyżej wrzosowiska z udziałem wrzośca oraz zwarte darnie trzęślicy. Taki rodzaj roślinności nie ma już torfotwórczych właściwości.

Powierzchnie poeksploatacyjne, które są suche latem, a mokre w pozostałych porach roku, zajmuje regeneracyjna roślinność mszarna zdominowana przez torfowca spiczastolistnego, wełniankę wąskolistną i trzęślicę modrą. Miejsca, które są dobrze uwodnione przez cały rok, pokrywają zbiorowiska budowane przez inne gatunki torfowców, wełnianki i krzewinki z rodziny wrzosowatych. W najstarszych, ok. 100-letnich potorfach, wykształca się miejscami nawet mszar wrzośco-



*Fot. 6. Zdegradowane torfowisko wysokie porośnięte wilgotnym wrzosowiskiem z wrzoścem bagiennym, na Izbickich Bagnach sąsiadujących ze Słowińskim Parkiem Narodowym.
Fot. J. Kujawa-Pawlaczyk.*

wy. Ma on w takich miejscach inicjalny charakter, z niewielkim udziałem wrzośca, za to ze znacznym udziałem gatunków przejściowotorfowiskowych.

Dawne wyrobiska, które są zalane wodą, cechują się słabo wykształconą roślinnością. Na najstarszych z nich, na Wielkim Bagnie, występują pła mszarne narastające na wodę od strony krawędzi grobli. Młodsze, kilkudziesięcioletnie, płytkie i bardzo rozległe wyrobiska mają tylko wąski pas roślinności przy samym brzegu. Tworzą go wynurzone pędy turzyc, wełnianek oraz zanurzone lub unoszące się przy powierzchni torfowce. Brunatna, kwaśna woda w pozostałej części wyrobisk nie jest zasiedlona przez rośliny naczyniowe czy mszaki.

Zachowanie czy też miejscami restytucja nieleśnej roślinności mszarnej Niziny Gardneńsko-Łebskiej wymaga intensywnych i stałych zabiegów ochrony czynnej. Nawet obszary silnie zdegradowane, np. z rozległymi potorfiami, są przyrodniczo cenne jako dogodnie siedliska dla rzadkich gatunków roślin i zwierząt, lub np. jako miejsce postojowe w trakcie wędrówek ptaków. Dla przykładu - na Wielkim Bagnie w dawnych potorfiami pojawiła się w ostatnich latach bardzo liczna populacja rosiczki pośredniej.

3.3. Zasilanie w wodę

Duże kompleksy torfowiskowe na Nizinie Gardneńsko-Łebskiej cechują się tym, iż centralne ich części mają charakter wysokotorfowiskowych kopuł, a części brzeżne stanowią torfowiska przejściowe. Torfowiska tego typu mają określony typ hydrologicznego zasilania. W przypadku niezdegradowanych torfowisk wysokich i przejściowych, bilans wodny kształtuje przede wszystkim atmosferyczna faza obiegu wody poprzez opad atmosferyczny i parowanie. Ponadto istotą ich prawidłowego funkcjonowania jest ograniczony lub zupełny brak odpływu. Rozcięcie torfowisk siecią melioracyjną przeprowadzone w okresie XIX i XX wieku spowodowało zupełną zmianę warunków zasilania i drenażu tych obiektów, rozbudowując bilans wodny o nowe elementy. Należy do nich z jednej strony dostawa wody realizowana dodatkowo przez dopływ wód z zewnątrz, a z drugiej - bardziej istotna i destrukcyjna dla trwałości obiektów torfowiskowych - ucieczka (odpływ) wody poza dany obiekt. Jednocześnie zachwianiu uległy proporcje między zasilaniem opadami a wielkością parowania, bowiem straty w wyniku parowania zwiększyły się za sprawą otwartych powierzchni wodnych w kanałach i rowach melioracyjnych oraz wyrobiskach poeksploatacyjnych.

Pomimo, iż od czasu utworzenia Słowińskiego Parku Narodowego sieć odwadniająca nie podlegała konserwacji i część rowów zarosła, niektóre z nich nadal odprowadzają nadwyżki wody poza granice obiektów, pogarszając ich bilans wodny. Duże znaczenie w kształtowaniu retencji dużych torfowisk w Parku ma ich położenie w systemie drenażu powierzchniowego, a zatem w sąsiedztwie rzeki Łeby, Pustynki i jeziora Łebsko. Ich wpływowi podlegają szczególnie te fragmenty torfowisk, które są z rzekami i jeziorem połączone rowami melioracyjnymi.

W Parku znajduje się (poza wymienionymi wyżej kompleksami) kilka mniejszych torfowisk wysokich, zajmujących bezodpływowe zagłębienia pomiędzy mineralnymi wyniesieniami. Te małe obiekty są stosunkowo dobrze zachowane i zajęte obecnie przez roślinność mszarną. Ich kondycja wskazuje na korzystny dla ich funkcjonowania bilans wodny.

4. TORFOWISKA OBJĘTE PRZEDSIĘWZIĘCIEM LIFE PEATRESTORE

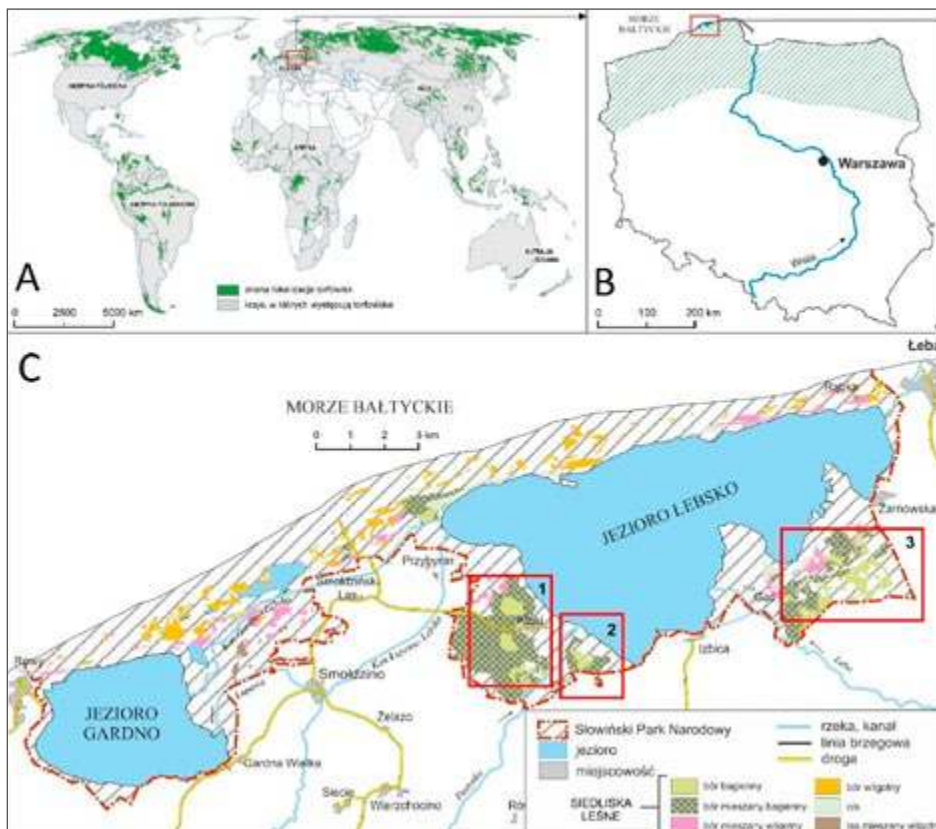
Trzy torfowiska na Nizinie Gardneńsko-Łebskiej, położone w Słowińskim Parku Narodowym, stały się obiektami pilotażowymi, na których – w pełnej synergii z ochroną przyrody – próbujemy zahamować procesy rozkładu torfu i związanej z tym emisji gazów cieplarnianych, a docelowo także przynajmniej częściowo przywrócić proces torfotwórczy, tj. pochłanianie CO₂. Jest to część międzynarodowego przedsięwzięcia „Ograniczenie emisji CO₂ poprzez renaturyzację zdegradowanych torfowisk na nizinach północnej Europy”, którego celem jest demonstracyjna, pilotażowa renaturyzacja kilku torfowisk w pięciu krajach nadbałtyckich (Niemcy, Polska, Litwa, Łotwa, Estonia). Koordynatorem działań zaplanowanych na lata 2016-2021 jest organizacja The Nature and Biodiversity Conservation Union (NABU) z Niemiec. Za wdrożenie polskiej części przedsięwzięcia odpowiada organizacja ekologiczna Klub Przyrodników, współpracująca w tym zakresie ze Słowińskim Parkiem Narodowym, w którego zarządzie znajdują się chronione torfowiska. Głównym podmiotem finansującym jest unijny instrument finansowy LIFE w ramach jego gałęzi klimatycznej; stąd przedsięwzięcie określane jest jako projekt LIFE PeatRestore. Działania w poszczególnych krajach są dodatkowo dofinansowane z innych źródeł – na polską część dotacji złożyły się: Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku oraz Fundacja Ochrony Morza Bałtyckiego w Greifswaldzie.

Przedsięwzięcie jest realizowane na torfowiskach (ryc. 2): Kluki (znanym także pod nazwą Bórbagno Kluki), Ciemińskie Błota (znanym także pod nazwą Ciemińskie Bagna) i Wielkie Bagno (znanym także pod nazwami Wielkie Bagno-Gać, Żarnowska albo Krakulice; por. ryc. 1).

Pierwszy etap przedsięwzięcia polegał na rozpoznaniu warunków wodnych i aktualnej roślinności tych torfowisk. W ramach monitoringu hydrologicznego założono 80 punktów pomiarowych, w których od 2017 r. rejestrowane są codziennie poziomy wody. Raz na kwartał hydrologzy kartują rozlewiska wody i przepływy wody wszystkimi rowami. Takie obserwacje pokazują, jakie są obecnie główne kierunki odwodnienia torfowisk.

Równocześnie wykonano opis i mapy aktualnej roślinności.

Dalej przedstawimy bliższą charakterystykę tych obiektów, będące właśnie efektem tych badań. Realizowane i planowane działania ochronne, których potrzeba została zidentyfikowana, są przedmiotem rozdz. 5



Ryc. 2. A: Występowanie torfowisk na świecie. B: Strefa największej koncentracji torfowisk w Polsce. C: Torfowiska objęte przedsięwzięciem LIFE PeatRestore na tle granic Słowińskiego Parku Narodowego. 1 – Torfowisko Kluki, 2 – Ciemińskie Błota, 3 – Wielkie Bagno.

4.1. Torfowisko Kluki

4.1.1. Położenie, budowa, historia

Torfowisko Kluki (Bórbagno Kluki) położone jest na południowo - zachodnim brzegu jeziora Łebsko, na zachód od wsi Kluki. Zajmuje ono powierzchnię ok. 900 ha. Torfowisko składa się z dwóch basenów sedymentacyjnych rozdzielonych pasem wydmowym, zróżnicowanych pod względem wieku i miąższości. Historia południowej części torfowiska sięga ok. 10 tys. lat wstecz, a złożo torfu jest mięzsze i dochodzi nawet do 8,5 m. Warstwa torfu wysokiego obejmuje ok. 1,3 m. Północna część torfowiska jest młodsza (ok. 6 tys. lat) i płytsza (miąższość do 2,5 m, a miejscami 0,4 m). W obrębie całego kompleksu silnie zaznaczają się procesy przesuszenia i murszenia. W części wschodniej i południowej było ono w przeszłości eksploatowane, a część jego marginalnych powierzchni od strony wschodniej wykorzystywano rolniczo.

4.1.2. Warunki wodne

Obszar torfowiska Kluki cechuje gęsta sieć kanałów i rowów odwadniających. Stosunki wodne torfowiska kształtowane są przez blisko położone i stanowiące główną bazę drenażu jezioro Łebsko, jak również odwadniane przez przepływającą wzdłuż wschodniej granicy torfowiska rzekę Pustynkę (Klukówkę). Sztuczna sieć hydrograficzna jest reprezentowana przez gęsty układ rowów oraz kanałów odwodnieniowych, którego maksymalny rozwój nastąpił na przełomie XIX i XX wieku. Do największych obiektów tego typu należy Kanał Gardno-Łebsko oraz Kanał Łupawa-Łebsko, przebiegające na północ od torfowiska. Oba kanały powstały w celu obniżenia poziomu wody w jeziorach znajdujących się na Nizinie Gardneńsko-Łebskiej (Gardno i Łebsko). Głównym kanałem, który przechodzi przez centralną część torfowiska i powoduje jego silny drenaż jest tzw. Kanał C9. Ponadto odwadniane następuje przez rów opaskowy w północno - wschodniej części torfowiska, który odprowadza wody bezpośrednio do jeziora Łebsko. Odpływ wody z torfowiska poprzez Kanał C9 stanowi ponad 84%, a poprzez kanał opaskowy około 16 % wszystkich wód powierzchniowych. Dzieje się tak dlatego, iż w pobliżu torfowiska Kluki znajduje się polder o powierzchni 184 ha, który odprowadza wody do jeziora Łebsko, ściągając je m. in. z Kanału C9. Stąd też odpowiada on za katastrofalne warunki wodne torfowiska i w jego sąsiedztwie. Na wielkość i zasięg drenażu Kanału C9 wpływ mają jego parametry: duża głębokość, która waha się od 2,5 do 3,0 m, oraz szerokość dochodząca w niektórych miejscach do 6-8 metrów. Brzegi kanału są strome, praktycznie pionowe, a poziom wody stabilizuje się na głębokości 2,5 m poniżej powierzchni torfowiska. Wartość ta jednocześnie odzwierciedla głębokość drenażu złoża torfowego i deficyt wodny w rejonie Kanału. Kanał ten może okresowo pełnić także rolę zasilającą. Wynika to z faktu, iż swój początek bierze daleko poza granicami obiektu, na obszarach rolniczych, a przepływa przez torfowisko tranzytem. Wody, które doprowadza, cechuje jednak inny skład chemiczny i inne właściwości, niż przypisane wodom torfowiskowym.

Retencja torfowiska Kluki charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem sezonowym, co wynika z niejednakowych uwarunkowań hydrometeorologicznych w ciągu roku. Dobrze ilustruje to zmienność tkanki wodnej obserwowana w różnych miesiącach. Najwyższy stan retencji notowany jest po wiosennych roztopach, a następnie w okresie jesiennym, po silnych opadach deszczu. Wiosną sieć hydrograficzna jest rozbudowana, a wiele obszarów na torfowisku zalanych jest wodą (woda podziemna stagnuje na powierzchni torfowiska). Z kolei w okresie letnim, z uwagi na wysokie temperatury powietrza i wzmożone parowanie oraz pobór wody w celach wegetacyjnych, obserwuje się deficyt wody w torfowisku. W tym czasie funkcjonuje niewiele rowów i kanałów odwodnieniowych, większość jest sucha, podobnie jak kopała torfowiska.

Odpływ wody z torfowiska warunkowany jest wielkością zasilania atmosferycznego. Nawet latem (przy niskim stanie retencji) w trakcie i zaraz po intensywnym opadzie możliwe jest uruchomienie krótkotrwałego odpływu o niewielkim natężeniu. Wynika on przede wszystkim z trudnych warunków infiltracyjnych. Odpływ ustaje po zaprzestaniu opadu. Wielkość odpływu wzrasta wraz ze zwiększeniem retencji w okresie jesiennym i zimowym. Badania przeprowadzone w la-



Fot 7. Głębokość drenażu Kanału C9 na Torfowisku Kluki. Fot. I. Chlost.

tach 2017- 2018 wskazują, że objętość odpływu miesięcznego z torfowiska waha się od blisko 38 000 m³ w okresie letnim do 572 000 m³ jesienią. Wpływa to na wahania poziomu wody w złożu torfowym. Zakres zmienności na kopule torfowiska wynosi około 100 cm (od 0 cm n.p.t. do -100 cm p.p.t.), natomiast w strefie skraju torfowiska około 120 cm (od +20 do -98 cm p.p.t.).

Wpływ na wahania poziomu wód podziemnych na torfowisku ma również jezioro Łebsko, co przejawia się zależnością między poziomem wód podziemnych punktów zlokalizowanych najbliżej jeziora, a wahaniami stanów wód w samym jeziorze (ryc. 3).



Ryc. 3. Przebieg zmiany stanów wody w jeziorze Łebsko i wybranym punkcie na Torfowisku Kluki.

W zachodniej części torfowiska rowy w kilku miejscach zostały zatamowane przez bobry. Choć takie podpiętrzenia wody mogą utrudniać przejście szlakiem turystycznym, dla torfowiska są błogosławieństwem.

4.1.3. Roślinność

Obszar torfowiska Kluki zdominowany jest przez bagienne lasy o różnym stanie zachowania, niemal brak tu jest wysokotorfowiskowych mszarów (ryc. 4). W związku z kilkunastuletnią historią i skalą prowadzonych tu odwodnień, w chwili tworzenia Słowińskiego Parku Narodowego, czyli w latach 60-tych XX w., bezleśny mszarny charakter miała jedynie centralna część północnej kopuły torfowiska oraz niewielkie fragmenty w rejonie kopuły południowej (przy czym ten rejon był w przeszłości powierzchniowo eksploatowany). Od tego czasu powierzchnia mszaru na torfowisku zmniejszyła się jeszcze bardziej, gdyż otwarte mszary na północnej kopule zanikły zupełnie: dziś cały jej szczyt porasta niski bór bagienny. Enklawy mszaru w części południowej utrzymywane są w stanie bezleśnym dzięki zabiegom ochrony czynnej. Pierwsze takie działania podjęte zostały przez Słowiński Park Narodowy ok. 10 lat temu. Przyniosły one dobre efekty: pozwoliły na zachowanie wspomnianych enklaw mszaru, ponadto udało się odtworzyć mszar wrzoścowy na niskich groblach w jednym z rejonów dawnych potorfii. W ramach przedsięwzięcia LIFE PeatRestore takie działania zostały podjęte w obrębie kolejnych potorfii.

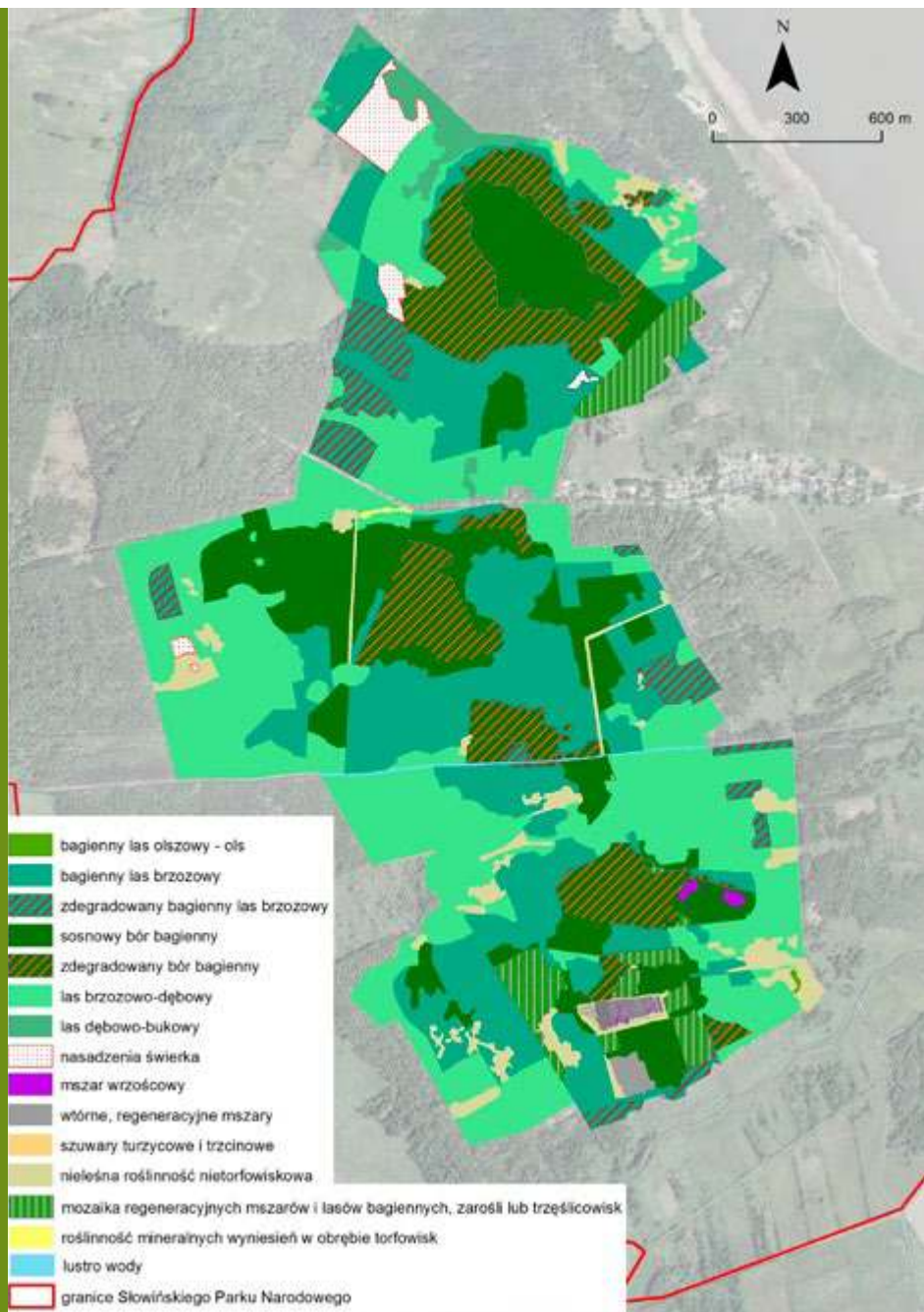
Lasy bagienne torfowiska Kluki są zróżnicowane, a ich charakter zmienił się dość mocno w ciągu ostatnich 50 lat. W centralnej, najwyższej wyniesionej części północnego basenu torfowiska, miejsce wcześniej występującego tam mszaru zajął młody bór bagienny. Płaty typowego boru bagiennego występują także w części dawnych potorfii w południowej części torfowiska. Częstsza w obrębie torfowiska Kluki jest natomiast postać boru bagiennego z dominacją w runie trzęślicy modrej, a także jego jeszcze bardziej zdegradowana postać, ze znikomym udziałem w runie gatunków bagiennych, a dominacją gatunków typowych dla boru świeżego. Bory bagienne na wszystkich trzech kopułach wysokotorfowiskowych torfowiska Kluki są miejscem występowania maliny moroszki. Rośnie ona w rozproszeniu w rejonie północnej i środkowej kopuły, na południowej ma jedynie pojedyncze stanowiska.

Występujące w latach 80-tych XX wieku gradacje owadów i wahania poziomu wody sprawiły, że część starych drzewostanów sosnowych, a także nasadzenia świerkowe, zaczęły masowo zamierać. Miało to miejsce głównie w rejonie północnej i środkowej kopuły torfowiska. Nowe pokolenie drzew, które pojawiło się w ich miejsce, składa się głównie z brzozy, czasem z domieszką dębu. W efekcie powierzchnie te upodobniły się do okalających kopuły bagiennych lasów brzozowych oraz lasów brzozowo-dębowych. Miejscami luki po wypadnięciu starego drzewostanu zachowują bezleśny charakter i porośnięte są przez płaty trzęślicy modrej lub orlicy zwyczajnej.

Powierzchnie bagiennych lasów brzozowych mają zróżnicowane runo, co jest związane ze stopniem ich uwodnienia. Gatunkiem powszechnym jest w nich trzęślica modra. W miejscach mokrych liczne są torfowce oraz oba gatunki wełnianki. W miejscach przesuszonych udział mszaków jest znikomy, pojawiają się natomiast licznie borówki. Na suchym i zmurszałym torfie w runie obficie występują jeżyny z domieszką trzęślicy i liczne gatunki roślin zielnych.

W bardziej suchych rejonach na powierzchniowo zmurszałym torfie wykształca się las brzozowo-dębowy. Runo w takim lesie, w miejscach najmniej uwodnionych i w miarę żyznych, jest stosunkowo bogate w gatunki, często z licznym udziałem jeżyn. Z kolei w miejscach wilgotnych i uboższych w runie dominuje trzęślica modra. W sąsiedztwie lasu brzozowo-dębowego, w północnej części kompleksu spotyka się niewielkie powierzchnie lasu bukowo-dębowego o bardzo skąpym runie, rosnącego na płytkich zatorfieniach.

- Przez północną część Torfowiska Kluki prowadzi udostępniona i oznakowana ścieżka przyrodnicza „Klucky Las”, o długości ok. 5 km. Zaczyna się przy szosie do Kluk, tuż przed wjazdem do miejscowości. Biegnie początkowo przez zdegradowane lasy na torfie, doprowadzając do boru bagiennego na północnej kopule torfowiska i stanowiska maliny moroszki. Dalej prowadzi w pobliżu brzegu jeziora Łebsko, obok wieży widokowej na jezioro, skrajem olsów i przesuszonych brzezin bagiennych, do starego lasu bukowo-dębowego „Klukowe Buki”, a dalej zachodnim skrajem lasu wyprowadza do szosy w pobliżu miejscowości Łokciowe. W mokrych okresach roku ścieżka może być błotnista, mimo że w najbardziej mokrych miejscach są drewniane kładki.
- Po wschodnim skraju torfowiska biegnie żółty szlak turystyczny (udostępniony dla pieszych i rowerów) z Kluk do rzeki Pustynki i dalej do Izbicy. Nie widać z niego najbardziej charakterystycznych elementów roślinności torfowiska, ale można zobaczyć krajobraz bagiennych lasów i zarośli, oraz tamy bobrowe. W mokrych okresach roku szlak jest błotnisty i bardzo trudny. Przez najsilniej uwodnione miejsca przerzucono drewniane kładki, wykonane przez Klub Przyrodników w porozumieniu z gminą Smółdzino, w ramach przedsięwzięcia LIFE PeatRestore.



Ryc. 4. Mapa roślinności objętej projektem części torfowiska Kluki.



Fot. 8. Sosnowy bór bagienny na torfowisku Kluki. Fot. K. Bociąg.



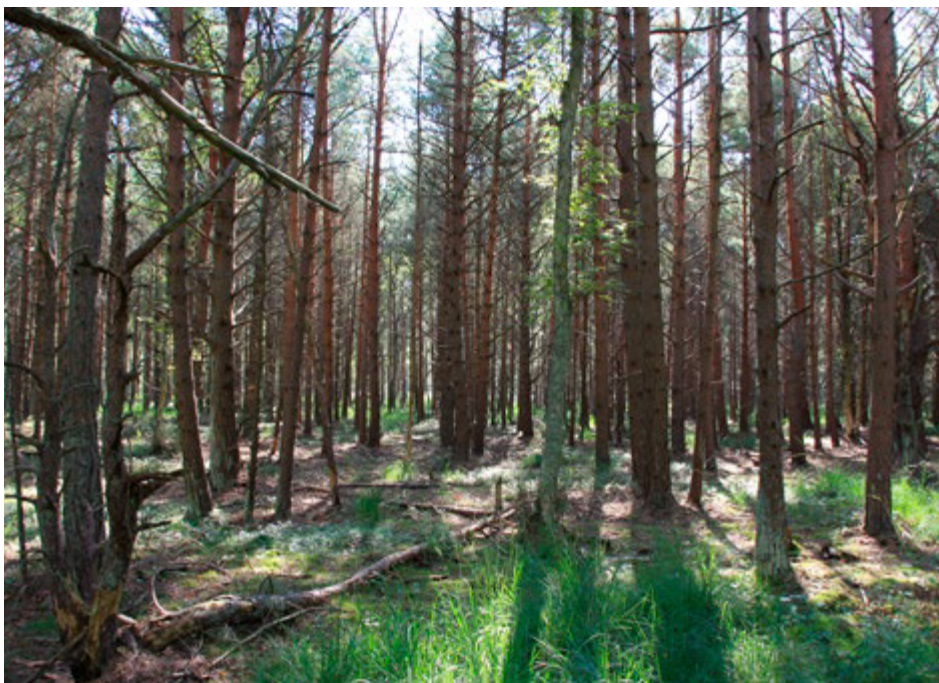
Fot. 9. Młody las brzoźowy na torfowisku Kluki, w miejscach, gdzie zmarł stary drzewostan sosnowy. Fot. K. Bociąg.



Fot. 10. Bagienny las brzozowy z trzęślicą w runie. Fot. K. Bociąg.



Fot. 11. Zdegradowany bagienny las brzozowy o runie zdominowanym przez jeżynę (torfowisko Kluki). Fot. K. Bociąg.



Fot. 12. Zdegradowana postać sosnowego boru bagiennego. Fot. K. Bociąg.



Fot. 13. Las brzozowo-dębowy na obrzeżach torfowiska Kluki. Fot. K. Bociąg.



Fot. 14. Las bukowo-dębowy „Klukowe Buki” na wilgotnych glebach mineralnych na obrzeżach kompleksu. Fot. P. Pawlaczyk.

4.2. Torfowisko Ciemińskie Błota

4.2.1. Położenie, budowa, historia

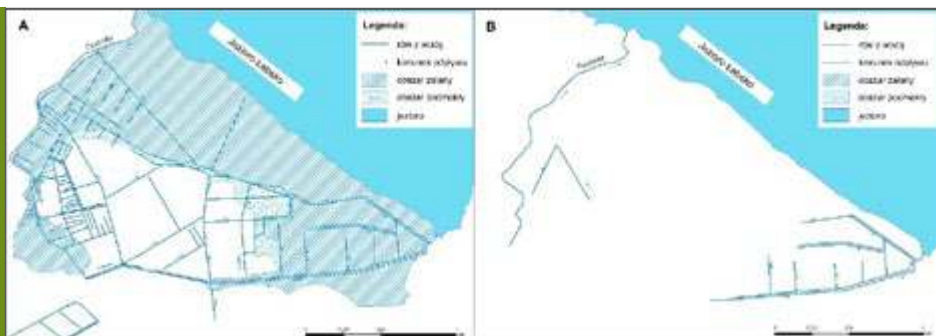
Torfowisko Ciemińskie Błota (Ciemińskie Bagna) jest północną częścią rozległego kompleksu torfowisk zlokalizowanych na południe od jeziora Łebsko, zajmującego łącznie powierzchnię ok. 1200 ha. Położone jest pomiędzy rzeką Pustynką na zachodzie, a rowem opaskowym na wschodzie. Najbardziej wyniesiona, południowo-zachodnia część kompleksu objęta jest ochroną w rezerwacie przyrody Bagna Izbickie, jednak część ta nie wschodzi w granice Słowińskiego Parku Narodowego. Fragment torfowiska należący do Parku, o powierzchni ok. 180 ha, oddziela od rezerwatu odcinek ścieżki rowerowej łączącej Izbicę z Klukami. Złoże torfu w całym kompleksie charakteryzuje się znaczną miąższością i waha się w zakresie od 4,8 m do 9,0 m, natomiast warstwa mszarnego torfu wysokiego osiąga ok. 0,5-1,0 m.

4.2.2. Warunki wodne

Ciemińskie Błota cechuje rozbudowany układ sieci rowów i kanałów odwodnieniowych, które koncentrują się w części zachodniej i południowo-wschodniej obiektu. Ośią systemu odwodnienia jest kanał tranzytowy biegnący południkowo do jeziora Łebsko, który rozcina torfowisko na część zachodnią – bardziej uwodnioną i część wschodnią – o gorszych parametrach wilgotności. Do kanału uchodzą mniejsze kanały i rowy, a wśród nich najważniejszą rolę drenującą spełnia kanał o przebiegu równoleżnikowym w centralnej części obiektu. Tu również zaznacza się podział ze względu na odmienne warunki wodne, ponieważ na północ od kanału (w kierunku jeziora), torfowisko wykazuje cechy obszaru niemal stale podmokłego (z wyjątkiem okresów ekstremalnie suchych), podczas gdy na południe od kanału stan retencji jest zmienny.

Ciemińskie Błota wykazują najlepsze warunki wodne spośród badanych torfowisk Słowińskiego Parku Narodowego. Podobnie jak w opisanych wcześniej obiektach zasobny wodne ulegają zmianom sezonowym, od nadwyżek wody w okresie zimowo – wiosennym (roztopa) i jesiennym (opady deszczu), ze stagnującą wodą na powierzchni gruntu, do deficytów letnich, kiedy obserwuje się zredukowaną sieć hydrograficzną wskutek wysychania rowów i obniżania poziomu wód gruntowych (ryc. 5).

Istniejące wewnątrz obiektu rowy i kanały są w dużym stopniu zarośnięte i niedrożne. Dotyczy to także kanału tranzytowego, który aktualnie już nie uchodzi bezpośrednio do jeziora Łebsko. Mierzalny odpływ z torfowiska uruchamia się jedynie w okresie wysokiej retencji w chłodnej porze roku i odbywa nie całym polem przekroju, a jedynie górną powierzchnią rowu lub kanału, tworząc powierzchniowy strumień o niewielkiej miąższości. To powoduje, że zimą, w czasie ujemnych temperatur, cienka warstwa wody łatwo zamarza tworząc zlodzenie. Wówczas odpływ wody jest zahamowany. Gdy na torfowisku występuje wysoki stan retencji, a nie ma zjawisk lodowych, obserwuje się przelewanie nadmiaru wody przez koronę drogi rozdzielającej od południa Ciemińskie Błota z Izbickimi Bagnami. Przelew występuje w formie licznych, chaotycznych strug. Miesięczna



Ryc. 5. Stan retencji Ciemińskich Błot w 2018 roku: A – wiosną (marzec) i B - latem (sierpień)

objętość odpływu z torfowiska szacowana na podstawie przeprowadzonych pomiarów wynosi od 17 000 m³ do blisko 182 000 m³ wody. Dopływ, który okresowo inicjuje kanał tranzytowy lub strugi zasilające torfowisko od strony Bagien Iz bickich jest niższy i kształtuje się na poziomie od blisko 4 000 m³ wody do około 53 000 m³ wody.

W części południowo-wschodniej obiektu, przy wspomnianej wcześniej drodze, retencję wspomaga działalność bobrów. W części północnej dobre warunki



Fot. 15. Ucieczka wody z torfowiska Ciemińskie Błota w okresie wysokiej retencji (jesienią): przelewanie się wody z rowu opaskowego. Fot. i opis I. Chlost

wodne związane są z sąsiedztwem jeziora. Największą rolę drenującą pełnią natomiast rowy obwodowe stanowiące wschodnią granicę torfowiska.

Zmiany poziomu wody gruntowej w złożu torfowym są zróżnicowane. Amplitudy wahań są mniejsze w centralnej, kopułowej części torfowiska, a nieco wyższe w strefie okrajka. Nie przekraczają jednak granicy 100 cm, maksymalnie osiągając około 90 cm. Na kopule woda pojawia się na powierzchni gruntu w chłodnej porze roku i stagnuje przez sześć do siedmiu miesięcy. W niektórych strefach na obwodzie torfowiska woda gruntowa zachowuje się w podobny sposób, jednak znacznie dynamiczniej reaguje na warunki atmosferyczne (opady, temperatura). Z dotychczasowych obserwacji (lata 2017-2018) wynika, że minimalne poziomy wody odnotowano, podobnie jak w pozostałych obiektach, we wrześniu 2018 r.

Notowania poziomu wody w kanale tranzytowym cechuje duża stabilność wahań. Zakres zmienności osiąga zaledwie 15 cm zarówno na wejściu do jak i wyjściu z kanału. Jedynie w okresie letnim następuje spadek poziomu wody, powodując wzrost amplitudy wahań do ok. 40 cm.

4.2.3. Roślinność

Roślinność Ciemińskich Błot w granicach objętych przedsięwzięciem LIFE wykazuje specyficzną strefowość wynikającą z przyjeziornego położenia. Jego północna część, od strony jeziora Łebsko, ma charakter niskotorfowiskowy i jest dobrze uwodniona. Dominuje tu roślinność zaroślowa, bagienne lasy olchowe (żyzne olsy) oraz niewielkie powierzchnie szuwaru trzcinowego (ryc. 6). Obok typowych, dobrze wykształconych olsów z dojrzałym drzewostanem, częste są tu ich inicjalne płaty tworzone przez niskie, młode drzewa, z dużym udziałem wierzb. Świadczy to o dużej w tym rejonie dynamice roślinności i stale zachodzącej sukcesji. Na roślinność zaroślową składają się zarośla wierzbowe oraz wierzbowo-olchowe. Częsty jest w nich udział młodych brzoź oraz woskownicy europejskiej. Ten ostatni gatunek miejscami tworzy zwarte jednogatunkowe zakrzewienia. Wyodrębnią się je jako specyficzne dla strefy przymorskiej zbiorowisko zarośli woskownicowych. Zarośla te stanowią najcenniejszy botanicznie składnik roślinności niskotorfowiskowej tego obiektu.

Południowa część torfowiska to obszar znacznie mniej żyzny. Roślinność ma tu charakter przejściowo- i wysokotorfowiskowy. Pierwszy typ reprezentują głównie bagienne lasy brzożowe oraz roślinność regeneracyjna w potorfiach, zaś drugi - bory bagienne oraz mszar wrzoścowy. Bagienne lasy brzożowe lokują się partiach obwodowych, podczas gdy centralną część torfowiska zajmuje bór bagienny i mszar. Drzewostan w lasach bagiennych Ciemińskich Błot jest młodszy niż na torfowisku Kluki, a stan ich zachowania jest zróżnicowany. Dobrze zachowanych i typowo wykształconych lasów brzożowych czy sosnowych borów bagiennych jest niewiele. Przeważają płaty przesuszone, o skąpym udziale gatunków bagiennych w runie. Wiele płatów ma młody, zwarty drzewostan, co dodatkowo hamująco wpływa na obecność gatunków bagiennych, które są światłoządne. Rośliną często dominującą w runie jest trzęślica modra. Na obrzeżach występują też fragmenty lasu brzożowego o runie zdominowanym przez jeżyny.

W ich sąsiedztwie spotyka się także niewielkie powierzchniowo płaty lasu brzo-zowo-dębowego. W przeciwieństwie do torfowiska Kluki, na Ciemińskich Błotach ten typ lasu jest rzadki i odgrywa powierzchniowo marginalną rolę.

Dobrze wykształcone bory bagienne zajmują na Ciemińskich Błotach niewielką powierzchnię i sąsiadują z płatami otwartego mszaru. Znacznie częstsze są tutaj podsuszone bory z młodym, zwartym drzewostanem, gdzie bagienne runo jest słabo wykształcone lub zdominowane przez trzęślicę. Znaczną powierzchnię stanowią zdegradowane bory bagienne, których runo jest skrajnie ubogie i pozbawione gatunków bagiennych. Pomimo nie najlepszego stanu zachowania, bory bagienne w tej części Parku stanowią ważną ostoję relikтового gatunku, jakim jest malina moroszka. Znalezione tu także unikatową paproć – długosz królewski.

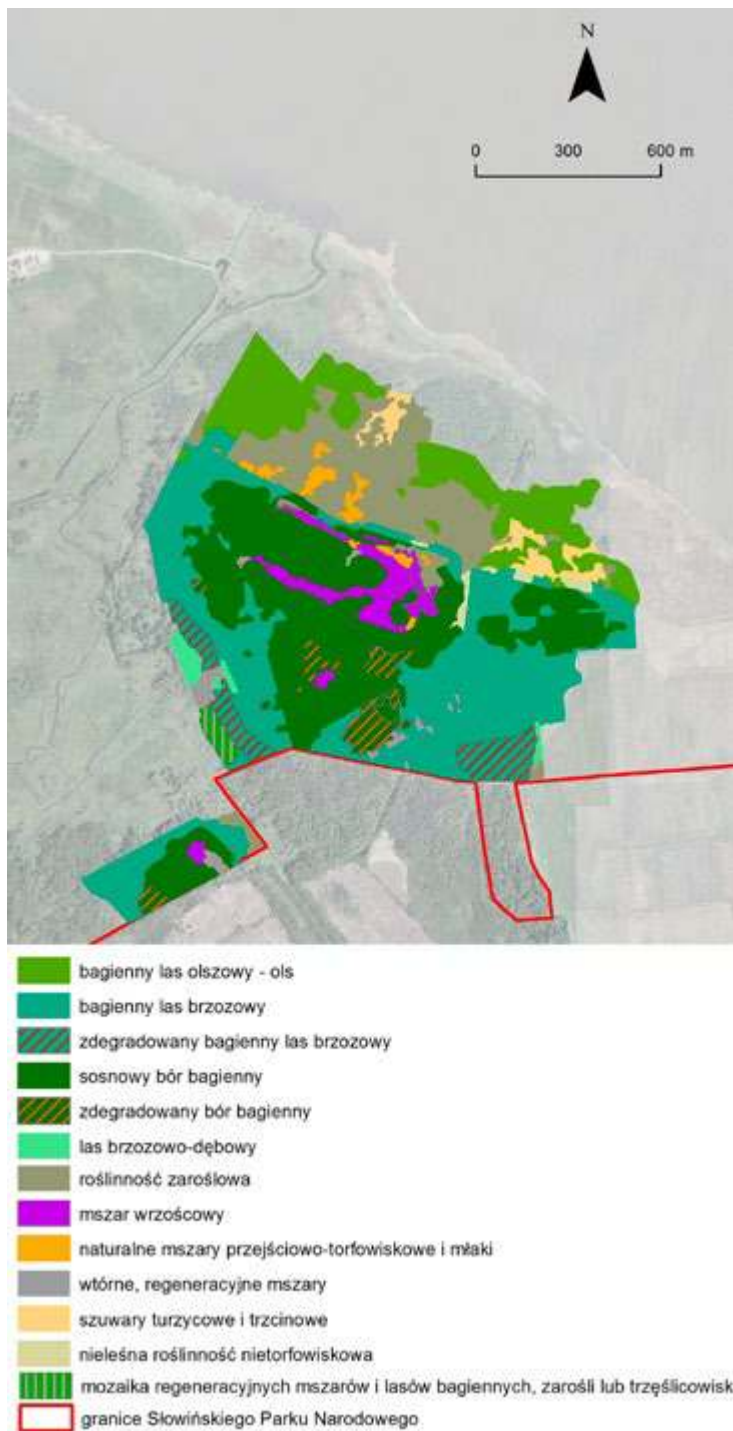
Otwarte mszary na omawianym torfowisku występują w postaci dobrze uwodnionych, młodych sukcesyjnie zbiorowisk mszarnych w centralnej jego części oraz w postaci małych przesuszonych enklaw otoczonych przez zdegradowany bór bagienny. We wszystkich płatach obserwuje się ekspansję drzew, dlatego w ramach LIFE PeatRestore powtarzane są, wykonywane już wcześniej przez park narodowy, zabiegi ochrony czynnej polegające na usuwaniu drzew.

Torfowisko jest biotopem unikatowego, bagiennego motyla strzępotka so-placzka.

W porównaniu z torfowiskiem Kluki czy Wielkim Bagnem, Ciemińskie Błota były w przeszłości znacznie mniej eksploatowane. Znajdują się tu tylko niewielkie torfianki, ślady po ręcznym kopaniu torfu. Roślinność regeneracyjna ma w nich, w zależności od ich położenia na torfowisku, charakter mszaru oligo- bądź mezotroficznego.

Położona już za granicą Parku, południowa część torfowiska znajduje się w granicach rezerwatu przyrody Bagna Izbickie, cechuje się silnym przesuszeniem i dużym stopniem zdegradowania roślinności, jednak zachowały się tu rozległe przestrzenie otwartych wrzosowisk z udziałem wrzośca bagiennego i wciąż z pewnym udziałem torfowców.

- Przez torfowisko Ciemińskie Błota, mniej więcej granicą między Słowińskim Parkiem Narodowym a rezerwatem przyrody „Bagna Izbickie”, biegnie żółty szlak z Izbicy do mostku na Pustynce i dalej do Kluk. Ze szlaku widać bory i brzeziny bagienne, a w zachodniej części także bagienne szuwały i rowy spiętrzone przez bobry, nie widać natomiast otwartych mszarów. Przy szlaku można zobaczyć kilka krzewów woskownicy bagiennnej i paproć długosz królewski. W mokrych okresach roku szlak jest błotnisty i miejscami bardzo trudny. Przez najsilniej uwodnione miejsca przerzucono drewniane kładki.



Ryc. 6. Mapa roślinności torfowiska Ciemińskie Błota w granicach objętych przedsięwzięciem LIFE.



Fot 16. Wrzosiec bagienny *Erica tetralix*.
Fot. K. Bociąg.



Fot. 17. Woskownica europejska *Myrica gale*.
Fot. K. Bociąg.



Fot. 18. Malina moroszka *Rubus chamaemorus*. Fot. P. Pawlaczyk.



*Fot. 19. Mszar wrzoścowy z woskownicą na Ciemińskich Błotach.
Fot. K. Bociąg.*



Fot. 20. Ols w północnej części Ciemińskich Błot. Fot. K. Bociąg.

4.3. Torfowisko Wielkie Bagno

4.3.1. Położenie, budowa, historia

Wielkie Bagno (zwane także Żarnowska, Krakulice, Wielkie Bagno-Gać) to obszar torfowiskowy położony pomiędzy ujściowym odcinkiem rzeki Łeby na zachodzie, południowym brzegiem jeziora Łebsko na północy i Kanałem Żarnowskim na wschodzie. Południową granicę obiektu stanowi zakole rzeki Łeby, natomiast północną *de facto* wał wydym śródlądowych wzdłuż drogi gruntowej Gać-Żarnowska. Cały kompleks zajmuje łącznie ok. 1600 ha, z czego w granicach SPN znajduje się niespełna 40% (630 ha). Miąższość złoża torfu jest zróżnicowana i waha się od 0,5 do 8,0 m. Warstwę torfów wysokich (w rejonach, które nie były eksploatowane) szacuje się na ok. 1,0 m. Zachodnią część obiektu zajmują dawne wyrobiska po eksploatacji torfu, w których warstwa organiczna torfowiska wysokiego została wybrana do głębokości od 1 do 2,0 metrów. Torfowisko rozcina gęsta sieć rowów melioracyjnych.

Torfowisko to było od dawna eksploatowane. Wydobywanie torfu na dużą skalę zaczęło się w części północnej, gdzie znajdują się rozległe stare potorfia. Od strony zachodniej po wydobyciu wierzchniej warstwy torfu było ono wykorzystywane przez lokalną ludność na pola uprawne, później porzucone i zarosło lasem. W okresie powojennym przemysłowa eksploatacja torfu przemieszczała się ze wschodu na zachód w środkowej części torfowiska. Porzucone powierzchnie po eksploatacji znalazły się pod koniec XX w. w granicach parku narodowego. Podjęto natomiast wydobycie torfu na południe od granic SPN. Od lat 70-tych XX wieku w południowej części torfowiska prowadzi się wydobycie torfu metodą frezerową. W 2004 i 2009 r. stopniowo przekazywano parkowi narodowemu tereny po tej eksploatacji, w dużej części zajęte przez płytkie, ale rozległe zbiorniki wodne, powstałe w wyrobiskach. Obecnie eksploatowane są ostatnie powierzchnie objęte koncesją. Torf wywożony jest wąskotorową kolejką przemysłową do zakładu przetwórczego w miejscowości Krakulice na wschód od obiektu. Eksploatacja ma być zakończona w 2026 roku.

Obszary poddane odwodnieniu i eksploatacji wykazują różny stopień uwodnienia. W obrębie nieeksploatowanych części torfowiska, wskutek ich przesuszenia, silnie zaznaczone są procesy murszenia. Retencja obszarów poeksploatacyjnych jest z kolei zróżnicowana, część z nich również jest przesuszona, a część ma charakter zbiorników wodnych.

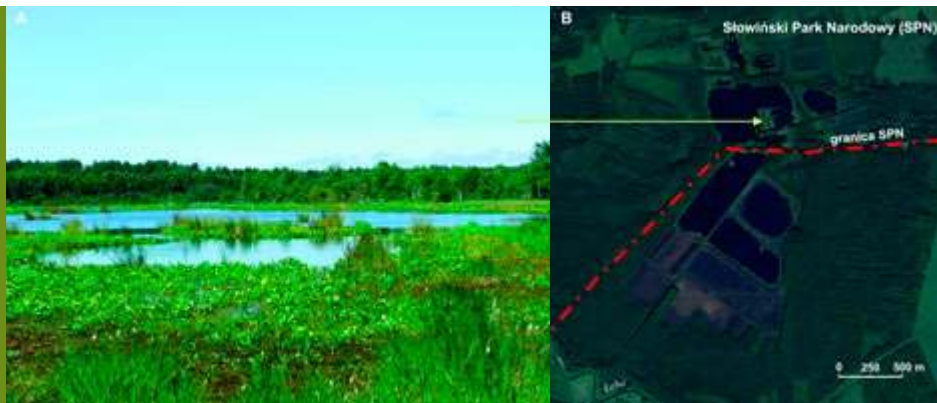
Na Wielkim Bagnie podczas jesiennych zlotowisk gromadzą się wielotysięczne stada żurawi, a podczas migracji jesiennej obserwowane są również stada siewek, kaczek i łabędzi. Z torfowiska podawano też unikatowe gatunki motyli, jak modraszek bagniczek i strzępotek soplaczek.



Fot. 21. Eksploatacja torfu w południowej części Wielkiego Bagna, poza granicą parku narodowego. Fot. J. i P. Pawlaczykowie.



Fot. 22. Kolejka przemysłowa kopalni torfu na Wielkim Bagnie, na granicy parku narodowego. Fot. J. i P. Pawlaczykowie.

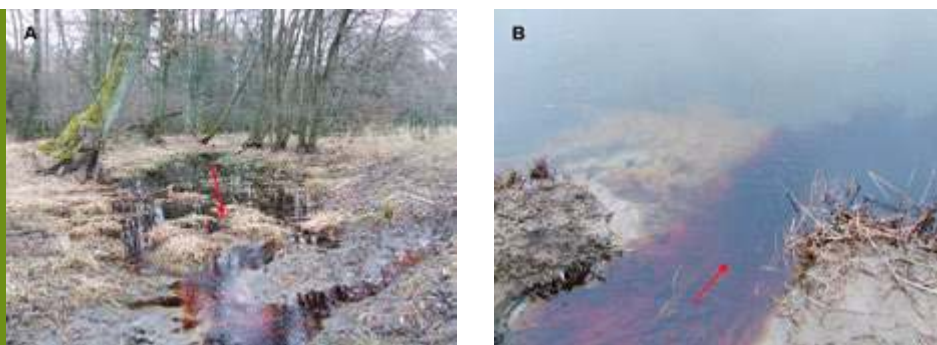


Ryc. 7. Wyrobiska po eksploatacji torfu: A – dawne, zarastające (Fot. I. Chlost), B - współczesne.

4.3.2. Warunki wodne

Układ sieci rowów odwadniających Wielkiego Bagna jest tak skonstruowany, że drenaż wody odbywa się we wszystkich kierunkach. Woda wydostaje się z obiektu na południe w kierunku rzeki Łeby, następnie na zachód do przepompowni Gać obsługującej polder o tej samej nazwie, dalej ku północy poprzez podziemną rurę odprowadzającą wodę do jeziora Łebsko i wreszcie na wschód, gdzie bazę drenażu stanowi Kanał Żarnowski. Sieć rowów znajdujących się wewnątrz obiektu cechuje różny stopień drożności. Z reguły są to rowy częściowo zarosnięte, o zmiennej przepustowości, zależnej od sezonu i warunków pogodowych. Lepszą drożność wykazują rowy tranzytowe i obwodowe.

Lokalizacja Wielkiego Bagna w obszarze zwydmionym powoduje, że poza czynnikami hydrometeorologicznymi, o stanie retencji torfu decyduje ukształtowanie terenu. Duże znaczenie ma także występowanie powierzchni z wybranym torfem lub zerwaną darnią, miejsca w których w wyniku odwodnienia złoża osia-



Fot. 23. Odływ wody z Wielkiego Bagna: A – w kierunku rzeki Łeby, B - kontrast między wodami torfowiska a wodami rzecznyymi. Fot. i opis I. Chlost.

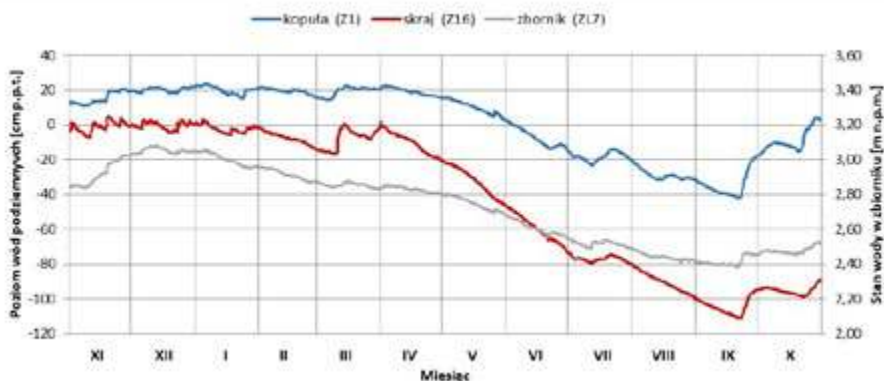
dło oraz wspomniana wyżej przepustowość rowów. Najwyższy stan retencji na Wielkim Bagnie obserwuje się w okresie wysokich opadów i niskiego parowania, czyli na początku zimy i po wiosennych roztopach. W tym czasie sieć hydrograficzna jest rozbudowana, a wiele obszarów na torfowisku zalanych wodą. W pozostałych sezonach tkanka wodna kurczy się pod wpływem wysokich temperatur i parowania. Wówczas tylko w nielicznych kanałach i rowach obserwuje się wodę, a w zbiornikach potorfowych poziom wody wyraźnie opada. W skrajnych przypadkach notuje się brak wody w Kanale Żarnowskim, a powierzchnie pozbawione roślinności ulegają spękaniu.

Stan retencji odpowiada za wielkość odpływu wody z torfowiska poza jego granice. Objętość odpływu jest skrajnie zróżnicowana sezonowo i mieści się w zakresie od 625 m³ wody w suchych miesiącach roku do blisko 613 000 m³ w wilgotnych.



Fot. 24. Susza na terenie Wielkiego Bagna latem 2018 r.: A - wysychający Kanał Żarnowski, B – przesuszona i spękana powierzchnia poeksploatacyjna. Fot. I. Chlost.

Warunki wodne torfowiska kształtują opady atmosferyczne, a zwłaszcza ich intensywność i rozkład w czasie. Mają one wpływ na zakres wahań poziomu wody w złożu torfowym, który jest różny w zależności od miejsca lokalizacji w obrębie obiektu. Znacznie wyższe amplitudy wahań są notowane w części kopułowej, jak też w pobliżu rowów odwadniających (ryc. 8). Mogą one sięgać ponad 100 cm od powierzchni gruntu, co jest bardzo niekorzystne dla zachowania prawidłowego przebiegu procesów torfotwórczych. Nieco mniejszy zakres zmienności poziomu wody podziemnej występuje w części okrajkowej, gdzie dochodzi do 85 cm. Zmiany wielkości retencji dobrze ilustrują także pomiary poziomu wody wykonywane na zbiornikach wodnych. Wszystkie wykazują tę samą zmienność, jednak o różnej amplitudzie, związanej z powierzchnią zbiornika i położeniem względem rowów odwadniających. Z reguły jednak, zakres wahań jest mniejszy niż notowany bezpośrednio w złożu torfowym.



Ryc. 8. Zmienność poziomu wód gruntowych w roku hydrologicznym 2018 r. w wybranych punktach na Wielkim Bagnie.

4.3.3. Roślinność

Współczesna roślinność torfowiska Wielkie Bagno jest efektem bardzo silnej presji człowieka związanej z osuszaniem, zalesianiem i eksploatacją torfu na skalę przemysłową. Wydobywanie torfu wiązało się z niszczeniem roślinności mszarnej oraz borów bagiennych. Każdorazowo przed eksploatacją poszczególnych części, w ramach przygotowań, usuwano drzewa, a następnie górną warstwę torfu wraz z roślinnością. W efekcie, z dawnej kopuły torfowiska zachował się jedynie niewielki nienaruszony fragment, gdzie torf miał miąższość zaledwie 1-1,5 m i nie opłacało się go eksploatować. Dzisiaj jest to przyrodniczo najcenniejszy, duży płat mszaru wrzoścowego. Wskutek wydobycia torfu na sąsiednich powierzchniach oraz funkcjonowania rowów jest on obecnie silnie przesuszony i wymaga ochrony czynnej w postaci usuwania nalotu drzew oraz poprawy stosunków wodnych. Na północ od niego znajdują się rozległe, stare, około stuletnie potorfia, gdzie regeneracja roślinności mszarnej doprowadziła do wykształcenia się młodych, inicjalnych postaci mszarów wrzoścowych. Mszar wrzoścowy utrzymuje się jeszcze na Wielkim Bagnie w postaci kilku niewielkich enklaw. W kilku miejscach, gdzie w ostatnich kilkudziesięciu latach zbiorowisko to zaczęło przekształcać się w młody bór bagienny, podjęto w ramach przedsięwzięcia LIFE PeatRestore zabiegi ochrony czynnej - usunięto drzewa w celu zahamowania ekspansji sosny. W północno-zachodniej części torfowiska, za niewielkim łukiem wydmy, zachowała się enklawa nieleśnej roślinności wysoko- i przejściwotorfowiskowej o naturalnym, pierwotnym charakterze, z niewielkim jeziorkiem dystroficznym w centralnej części.

Mszar wrzoścowy to najcenniejszy przyrodniczo element Wielkiego Bagna. Oprócz powszechnie występującego wrzośca bagiennego, spotyka się na nim pojedyncze kępy wełnianeczki darniowej. Młodsze powierzchnie po przemysłowej eksploatacji w północnej części torfowiska pokryte są przez różne rodzaje mszarnej roślinności regeneracyjnej. W pierwszych etapach sukcesji na takich powierzchniach kluczową rolę pełni torfowiec szpiczastolistny. Mech ten prefe-

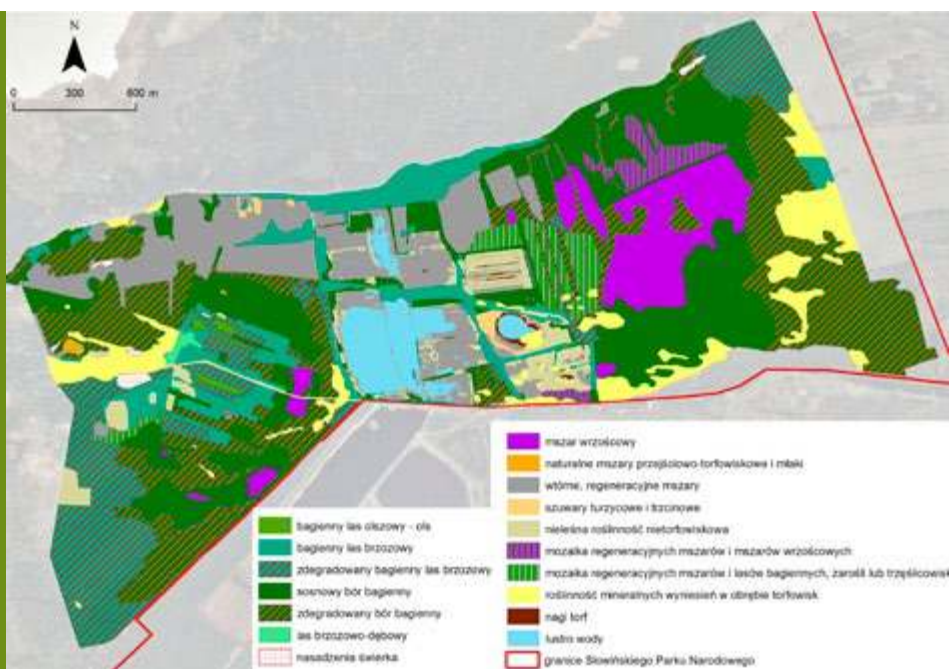
ruje miejsca mokre, jednak znosi też zmienny poziom zwierciadła wody, przez co dobrze sobie radzi na okresowo przesuszonym oraz zalewanym zmurszałym torfie. Dlatego też jest głównym składnikiem warstwy mszystej zbiorowisk regeneracyjnych. Przy w miarę stabilnych i dobrych warunkach wodnych zbiorowiska te mają dobrze rozwiniętą warstwę mszystą. W warstwie zielnej dominują zaś oba gatunki wełnianki, trzęślica, miejscami liczna jest również przygiełka biała. Spotyka się tu też gatunki bardzo cenne i rzadkie jak: turzyca bagienna, rosiczka długolistna czy pośrednia. Na najbardziej przesuszonych fragmentach powierzchni poeksploatacyjnych roślinność nie wykazuje już mszarnego charakteru. Tworzą ją zbiorowiska z wrzosem lub płaty trzęślicy. Zdarzają się też powierzchnie nagiego, silnie zmurszałego torfu, który nie jest zasiedlony przez rośliny.

W środkowej i południowej części torfowiska znajdują się rozległe, płytkie porofia wypełnione kwaśną wodą, zabarwioną na brunatno przez duże ilości związków humusowych. W toni wodnej występują jedynie glony, podczas gdy mszaki i rośliny naczyniowe spotyka się tylko przy brzegu. W jednym z takich zbiorników, gdzie torf wybrano miejscami do mineralnego podłoża, na brzegu wykształca się regeneracyjne zbiorowisko budowane jedynie przez sit rozpierzchły oraz torfowca spiczastolistnego. Przy brzegu, na wilgotnym, zmurszałym torfie spotyka się też inicjalne zbiorowiska z niewielką ilością mchów i dużym udziałem situ drobnego. W ramach przedsięwzięcia LIFE na zalanych, najmłodszych powierzchniach poeksploatacyjnych w pobliżu kopalni torfu, poza granicą SPN, zaplanowano tu eksperymentalne prace mające przyspieszyć odtwarzanie się roślinności torfotwórczej. Wypracowanie skutecznych metod rekultywacji rozległych pól wyrobiskowych jest istotne, gdyż za kilka lat zaistnieje potrzeba przyrodniczego zagospodarowania ostatniej, obecnie eksploatowanej części torfowiska.

Roślinność leśna Wielkiego Bagna ma postać borów bagiennych i bagiennych lasów brzoźowych, podobnych do opisanych na poprzednich dwóch torfowiskach. Podobnie jak tam, tak i tutaj ich stan zachowania jest zróżnicowany. Dobrze uwodnione lasy bagienne spotyka się na ogół tylko w sąsiedztwie otwartych mszarów. Przestrzennie dominują lasy zdegradowane w wyniku przesuszenia torfu. Na znacznym obszarze przesuszenie torfu jest na tyle znaczące, że w runie brak już typowo bagiennych gatunków. Lasy takie zatraciły swoje pierwotne, torfotwórcze właściwości. W północnej części torfowiska w ostatnich kilkunastu latach obserwuje się zamieranie starego, nasadzonego drzewostanu. Miejsca takie, w zależności od aktualnego poziomu wody, mają charakter odtwarzających się zbiorowisk wysokotorfowiskowych z dominacją wełnianek i torfowców lub młodników brzoźowych z runem najczęściej opanowanym przez trzęślicę.

Poprawa stanu zachowania lasów bagiennych Wielkiego Bagna wymaga lepszego ich uwodnienia, co wiąże się z ograniczaniem ich drenażu przez sieć starych rowów. Działania takie w formie budowy sieci zastawek i przegród na rowach zaprojektowano w ramach przedsięwzięcia LIFE PeatRestore.

- W pobliżu północnego skraju Wielkiego Bagna przebiega leśna droga z Gaci do Żarnowskiej, którą biegnie także żółty szlak pieszy i rowerowy. Z drogi widać bagienne lasy na północnym skraju torfowiska, w tym miejscami rozpadające się drzewostany i regenerującą się roślinność bagienną. Jedna z malowniczych, zarastających torfianek jest udostępniona drewnianą kładką i pływającym pomostem.
- We wrześniu i październiku żurawie zlatują się na torfianki Wielkiego Bagna na nocleg. Nie można podchodzić do miejsc, w których nocują, bo mogłoby to spłoszyć ptaki. Z miejsc poza granicą parku narodowego można jednak wieczorem lub rano obserwować ciągi żurawi lecących na noclegowisko lub wylatujących z niego.



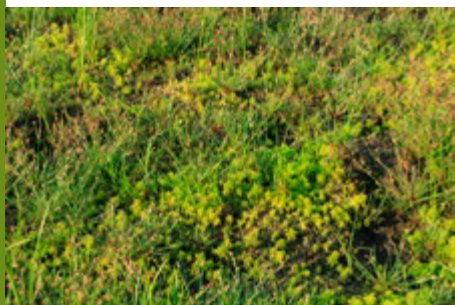
Ryc. 9. Mapa roślinności torfowiska Wielkie Bagno w granicach objętych przedsięwzięciem.



*Fot. 25. Największy płat mszaru kępowego z wrzošcem bagiennym (*Erica tetralix*) na torfowisku Wielkie Bagno, zagrożony przez obniżony poziom wody na torfowisku i objęty zabiegiem okresowego usuwania drzew i krzewów. Fot. P. Pawlaczyk.*



Fot. 26. Najstarsze obszary po eksploatacji torfu w północnej części torfowiska Wielkie Bagno z inicjalną postacią mszaru wrzošcowego. Fot. K. Bociąg.



Fot. 27. Mszarne zbiorowiska regeneracyjne na Wielkim Bagnie. Fot. K. Bociąg.



Fot. 28. Zbiorowiska regeneracyjne roślinności mszarnej w torfiankach na eksploatowanych w przeszłości powierzchniach na Wielkim Bagnie. Zacieniające je, rosnące na groblach drzewa planowane są do usunięcia. Fot. K. Bociąg.



Fot. 29. Zbiorowisko z wrzosem na murszejącym torfie w obszarze poeksploatacyjnym na Wielkim Bagnie, gdzie brakuje wody. Fot. K. Bociąg



Fot. 30. Nagi torf podczas suszy (Wielkie Bagno). Fot. K. Bociąg.



*Fot. 31. Rozległy zbiornik wodny w wyrobiskach potorfowych.
Fot. P. Pawlaczyk.*

5. ZAŁOŻENIA OCHRONY

Na opisanych wyżej torfowiskach celem ochrony jest zahamowanie odwadniania i degradacji złóż torfu. Działania ochronne zmierzać więc będą do odtworzenia właściwych warunków rozwoju roślinności torfowiskowej i bagiennej, a przeciwdziałać rozwojowi roślinności w kierunku zbiorowisk degeneracyjnych.

Przede wszystkim, konieczne jest zahamowanie drenażu, tj. ucieczki wody siecią dawnych rowów odwadniających. Działania te będą polegały na zablokowaniu wybranych rowów odwadniających w obrębie torfowisk przegrodami wykonanymi jako tamy torfowe, tamy torfowe wzmocnione drewnianą ścianką szczelną lub stałe przegrody drewniane w formie ścianki szczelnej. Przywracanie właściwych warunków wodnych w torfach (tj. warunków konserwujących torf i zabezpieczających go przed rozkładem) musi być kilkietapowe, aby dać czas na dostosowanie się roślinności do nowych warunków wodnych i nie powodować gwałtownych zmian, np. zamierania drzew na dużych powierzchniach. W związku z tym zaplanowane miejsca zablokowania rowów koncentrują się w obrębie centralnych części wierzchołków torfowisk. Modelowanie przepływów wody wykazuje, że można w ten sposób uzyskać pewny wzrost poziomu wody w centralnych częściach rozważanych torfowisk, znaczący przynajmniej w latach wilgotnych. Ponieważ będzie on polegać na zatrzymaniu odpływu wód opadowych, jego zasięg przestrzenny nie będzie wykraczać poza obręb danego torfowiska. W latach suchych nawet zablokowanie odpływu niewiele zmieni, gdyż zabraknie wody, którą można by zatrzymać. O ile jednak nie dojdzie do znaczącego zmniejszenia się ilości opadów, zatrzymanie wody z lat i okresów wilgotnych powinno przynajmniej częściowo ograniczyć przesuszenie i rozkład torfu.

Równoległe z poprawą warunków wodnych w wybranych płatach nieleśnych torfowisk mszarnych, w obrębie których, jako skutek odwodnień, obserwuje się silną ekspansję drzew, wykonywane jest częściowe usunięcie drzew i krzewów. Ponadto na kilku hektarach powierzchni, w obrębie których pozyskiwany był w przeszłości torf, usunięto drzewa i krzewy zacieniające zbiorowiska regeneracyjnej roślinności mszarnej z grobli pomiędzy torfiankami. Z płatów torfowisk mszarnych jest także usuwany nalotu i podrostu drzew i krzewów, jaki pojawił się po uprzednio wykonywanych przez Słowiński Park Narodowy zabiegach ochrony czynnej. Celem tych działań jest utrzymanie lub przywrócenie procesu torfotwórczego w tych miejscach.

Zamierzeniem eksperymentalnym będzie testowanie innowacyjnych metod przywracania roślinności torfotwórczej na terenach zalanych wodą po eksploatacji torfu na Wielkim Bagnie. Rozważane jest przemodelowanie linii brzegowej zbiornika powyrobowiskowego oraz ukształtowanie dna poprzez utworzenie z materiału zgarniętego z dna zbiornika grobli i wysp. Zwiększy to długość linii brze-

gowej zbiornika, a zatem strefy możliwej do zajęcia przez roślinność torfotwórczą. Zmniejszony zostanie w ten sposób wpływ falowania wiatrowego na warunki siedliskowe w wodzie, a przez to poprawią się warunki do rozwoju roślinności na całej powierzchni poeksploatacyjnej. Inną potencjalną metodą jest stworzenie sztucznych, pływających wysp - pływających drewnianych konstrukcji, kotwiczonych w dnie i unoszących się na powierzchni wody, obsadzonych gatunkami roślin typowych dla torfowisk, z nadzieją, że takie wyspy staną się źródłami rozprzestrzeniania się pła na tafli wody. W obu przypadkach podejmowane działania mają charakter testowania nowych metod – nie doprowadzą do szybkiego złagodzenia zbiorników, ale co najwyżej zainicjują taki długofalowy proces.

Przedstawione przedsięwzięcie w Słowińskim Parku Narodowym nie ma oczywiście skali znaczącej dla bilansu gazów cieplarnianych. Jego celem jest demonstracja i zainicjowanie poszerzonego myślenia o torfowiskach – nie tylko jako o ostojach przyrody, ale także jako o elementach funkcjonalnych globalnego ekosystemu. Bieżąca wymiana doświadczeń pięciu krajów powinna ten efekt dodatkowo wzmocnić. Jeżeli więc poważnie i ambitnie traktować zapobieganie zmianom klimatu, to – oprócz maksymalnego ograniczania emisji ze źródeł antropogenicznych – konieczne jest użycie wszystkich metod, ograniczających emisję gazów cieplarnianych, także tych z przesuszonych torfowisk. Potrzebujemy także wszelkich możliwych narzędzi, które wychwytywałyby CO₂ z atmosfery. Oznacza to, że potrzebne jest również odbudowanie na skalę masową mechanizmów akumulacji węgla w torfowiskach. Opisane tu przedsięwzięcie jest przyczynkiem do gromadzenia niezbędnych do tego doświadczeń.



*Fot. 32. Eksperyment na Wielkim Bagnie – pływająca wyspa z roślinnością torfowiskową.
Fot. K. Bociąg.*

- Bociąg K., Chlost I., Cieśliński R., Gos K., Kujawa-Pawlaczyk J., Makles M., Pawlaczyk P. 2017. Torfowiska jako zbiorniki węgla – zamierzenie renaturyzacji torfowisk w Słowińskim Parku Narodowym. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie* 51, 2: 62-76.
- Jasnowski M. 1990. Torfowiska województwa śląskiego. Stan, zasoby, znaczenie, zasady gospodarowania, ochrona. Akademia Rolnicza w Szczecinie, Wojewódzkie Biuro Planowania Przestrzennego w Słupsku, Szczecin.
- Pawlaczyk P., Kujawa-Pawlaczyk J. 2017. Wybrane problemy monitoringu i oceny stanu torfowisk oraz ich usług ekosystemowych. *Studia i Materiały CEPL* 51, 2: 103-121. Dostęp 5.06.2018. [http://cepl.sggw.pl/sim/pdf/sim51_pdf/Pawlaczyk_Pawlaczyk.pdf].
- Pawlaczyk P. 2018. Akumulacja i emisja węgla przez torfowiska, w tym przez torfowiska alkaliczne. Aktualizacja [http://alkfens.kp.org.pl/wp-content/uploads/2018/09/201806_Us%C5%82ugi-ekosystemowe_7230_aktualizacja-fin.pdf]
- Piotrowska H. (red.) 1997. *Przyroda Słowińskiego Parku Narodowego*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe. Poznań-Gdańsk.
- Popkiewicz M., Kardaś A., Malinowski Sz. 2018. *Nauka o klimacie*. PostFactum, Warszawa.
- Florek W. (red.) 2008. *Słowiński Park Narodowy. 40 lat ochrony unikatowej przyrody i kultury*, Wyd. SPN, Smółdzino.
- Sierpińska A. 2017. Torfowiska: ważny gracz światowego cyklu węglowego. *Nauka o Klimacie*, dostęp 2.02.2019 [<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/torfowiska-wazny-gracz-swiatowego-cyklu-weglowego-232>]
- Sierpińska A. 2017. Torfowiska – kolejne dodatnie sprzężenie zwrotne zmiany klimatu. *Nauka o Klimacie*, dostęp 2.02.2019 [<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/torfowiska-kolejne-dodatnie-sprzezenie-zwrotne-zmiany-klimatu-235>]
- Stelmachowska B. 2013. *Słowińcy - ich dzieje i kultura*. Instytut Kaszubski, Gdańsk.
- Udostępnione ścieżki przyrodnicze i szlaki turystyczne oznaczone są na łatwo dostępnych mapach turystycznych Słowińskiego Parku Narodowego, zwykle w skali 1:50000 (różnych wydawców). Aktualne informacje można znaleźć na oficjalnej stronie internetowej Parku <https://slowinski.pn.pl/>

