

Katarzyna Glińska-Lewczuk, Paweł Burandt,
Iwona Łaźniewska, Jerzy Łaźniewski,
Sebastian Menderski, Włodzimierz Pisarek

Ochrona i renaturyzacja torfowisk wysokich w rezerwatach Gązwa, Zielony Mechacz i Sołtysek w północno-wschodniej Polsce



Wydawnictwo
Polskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków



Katarzyna Glińska-Lewczuk, Paweł Burandt,
Iwona Łaźniewska, Jerzy Łaźniewski,
Sebastian Menderski, Włodzimierz Pisarek

Ochrona i renaturyzacja torfowisk wysokich w rezerwach Gązwa, Zielony Mechacz i Sołtysek w północno-wschodniej Polsce



**INFRASTRUKTURA
I ŚRODOWISKO**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt „Kompleksowa ochrona torfowisk wysokich na terenie województwa warmińsko-mazurskiego”
o numerze POIS.05.01.00-00-215/09, współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego
Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach V Osi Priorytetowej Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko



Dofinansowano ze środków Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Niniejsza publikacja prezentuje cele, założenia i efekty projektu „Kompleksowa ochrona torfowisk wysokich na terenie województwa warmińsko-mazurskiego” o numerze POIS.05.01.00-00-215/09, w tym wyniki zadania badawczego „Monitoring efektów ekologicznych (badania fitosocjologiczne, chemiczne analizy wody, badania piezometryczne) na torfowiskach Gązwa, Sołtysek i Zielony Mechacz”, współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach V Osi Priorytetowej Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko oraz dofinansowanego z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.



Katarzyna Glińska-Lewczuk, Paweł Burandt,
Iwona Łaźniewska, Jerzy Łaźniewski,
Sebastian Menderski, Włodzimierz Pisarek

Ochrona i renaturyzacja torfowisk wysokich w rezerwach Gązwa, Zielony Mechacz i Sołtysek w północno-wschodniej Polsce

Białowieża 2014

Zespół autorski:

Katarzyna Glińska-Lewczuk – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Paweł Burandt – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Iwona Łaźniewska – Pracownia Badań Środowiskowych ACER
Jerzy Łaźniewski – Pracownia Badań Środowiskowych ACER
Sebastian Menderski – Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków
Włodzimierz Pisarek – Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Olsztynie

Wydawca:

Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków
Ul. Ciepła 17
15-471 Białystok
Tel./fax.: 85 664 22 55
sekretariat@ptop.org.pl
www.ptop.org.pl

Projekt graficzny i skład

Grażyna Puławska – Agencja Fotograficzno-Wydawnicza Mazury SP. z o.o.
ul. Wańkowicza 2A, 10-684 Olsztyn
tel. 89 542 75 20, 89 542 70 44,
<http://www.afwmazury.com.pl>

Zdjęcie na okładce

Jerzy Łaźniewski

ISBN 978-83-918874-8-6

© Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków
Białowieża 2014



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt „Kompleksowa ochrona torfowisk wysokich na terenie województwa warmińsko-mazurskiego”
o numerze POIS.05.01.00-00-215/09, współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego
Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach V Osi Priorytetowej Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko



Dofinansowano ze środków Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej



Spis treści

1.	Wstęp	4
2.	Walory przyrodnicze torfowisk wysokich.....	6
3.	Sztuczne odwodnienie jako główna przyczyna degradacji torfowisk	13
4.	Cele ochrony torfowisk wysokich	18
5.	Charakterystyka badanych torfowisk.....	20
5.1.	Gązwa.....	20
5.2.	Zielony Mechacz	32
5.3.	Sołtysek.....	42
6.	Opis projektu.....	50
6.1.	Charakterystyka przedsięwzięć renaturyzacyjnych	51
6.1.1.	Gązwa.....	51
6.1.2.	Zielony Mechacz	56
6.1.3.	Sołtysek.....	57
7.	Efekty renaturyzacji torfowisk	64
7.1.	Metodyka badań.....	64
7.1.1.	Monitoring siedlisk	64
7.1.2.	Monitoring hydrologiczny.....	67
7.1.3.	Monitoring hydrochemiczny	71
7.2.	Analiza zmian stanu siedlisk i ich zasobów wodnych	71
7.2.1.	Gązwa.....	72
7.2.2.	Zielony Mechacz	95
7.2.3.	Sołtysek.....	106
8.	Podsumowanie.....	117
9.	Literatura	120

1. Wstęp

Torfowiska wysokie stanowią jedno z najcenniejszych siedlisk przyrodniczych łącząc w sobie cechy całkowicie odmiennych środowisk - lądowego i wodnego. Ich biocenozy wybitnie różnią się od biocenoz innych typów ekosystemów, co czyni je ekosystemami zarówno cennymi, a jednocześnie wymagającymi zdecydowanej ochrony. W przeszłości torfowiska, podobnie jak inne tereny mokradłowe, traktowano jako obszary niedostępne dla człowieka i jego działalności gospodarczej ze względu na grzaskie, silnie podmokłe podłoże. Wraz z rozwojem techniki włączano je do bezpośredniego użytkowania, co w wielu regionach doprowadziło do ich całkowitego zaniku lub drastycznego zmniejszenia powierzchni, głównie wskutek odwodnienia lub eksploatacji torfu. W Polsce wskaźnik zatorfienia wynosi ok. 4% (ILNICKI 2002; LIPKA, STABRYŁA 2012), przy czym stopień zatorfienia Pojezierza Mazurskiego jest większy od przeciętnej dla kraju i wynosi 8,2%. Występuje tu ponad 8700 torfowisk, które zajmują łącznie 108000 ha. Szacuje się jednak, że tylko 6,3% mokradeł Pojezierza Mazurskiego zachowało swój naturalny charakter, a pozostałe odwodnione ulegają powolnej likwidacji (PIAŚCIK i in. 1995, GOTKIEWICZ i in. 1996). Spośród polskich złóż torfowych zaledwie 3% to torfowiska wysokie. Wśród nich zaledwie ok. 70 obiektów należy do unikatowego typu „torfowisk bałtyckich“ (PAWLACZYK i in. 2005). Nieliczne obiekty cechuje nadal stan zbliżony do naturalnego, ale większość, pomimo przekształceń antropogenicznych, zachowało istotne wartości przyrodnicze. Wśród nich znajdują się obiekty będące przedmiotem niniejszej publikacji tj. Gązwa, Zielony Mechacz i Sołtysek położone w województwie warmińsko-mazurskim, na obszarach objętych ochroną w postaci rezerwatów leśno-torfowiskowych. Umieszczono je na liście siedlisk przyrodniczych, których ochrona w krajach Wspólnoty Europejskiej jest wymagana na mocy Dyrektywy Siedliskowej 92/43/EWG.

Wspólną cechą wymienionych wyżej obiektów są wykonane w przeszłości melioracje odwadniające i regulacje cieków wodnych, które wywołały negatywne zmiany w ich zasobach wodnych prowadząc do znacznej degradacji siedlisk i zahamowania procesów torfotwórczych (ŁACHACZ 1996).

Konieczność przeciwdziałania negatywnemu oddziaływaniu antropopresji na środowisko jest priorytetem w ochronie środowiska w aspekcie jego ochrony i przywracania bioróżnorodności. Stąd też dla zachowania unikalnych cech i wartości przyrodniczych podjęto szereg działań ochronnych. Każdy z trzech wymienionych wyżej obszarów torfowiskowych poddano zabiegom renaturyzacyjnym w 2012 r. w ramach projektu pt. „Kompleksowa ochrona torfowisk wysokich na terenie województwa warmińsko-mazurskiego” nr POIS.05.01.00-00-215/09 realizowanego przez Polskie Towarzystwo Ochrony Ptaków.

Działania ochronne przeprowadzone na trzech niżowych obszarach torfowiskowych, zróżnicowanych pod względem morfologii, wielkości i stopnia przekształceń antropogenicznych, stanowią krok w kierunku ocalenia tych ekosystemów w Polsce. Aby zachować florę i faunę, różnorodność biocenoz i ich mozaikę oraz niepowtarzalne walory krajobrazu i bogactwo form geomorfologicznych, na terenie torfowisk zastosowano zabiegi ochronne mające na celu odtwarzanie zakłóconych stosunków wodnych. Działania te polegały przede wszystkim na blokowaniu odpływu i lokalnym podniesieniu poziomu wody na obszarach torfowisk przez urządzenia małej retencji (zastawki, progi, bystrotoki i groble) na rowach i kanałach odwadniających. Osiągnięcie skutecznych efektów renaturyzacji już w krótkiej perspektywie czasowej (2 lata) wymagało podjęcia trudnych interdyscyplinarnych działań łączących:

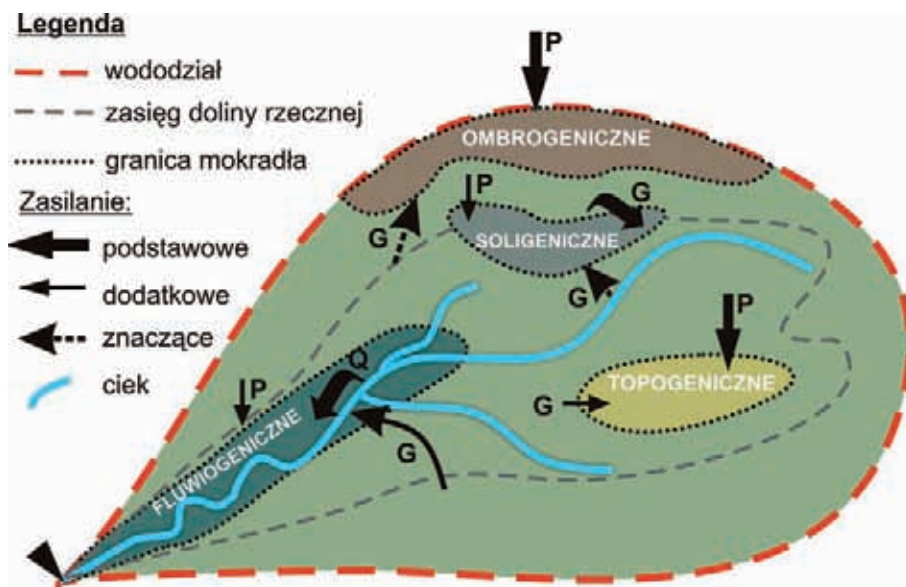
- (I) wiedzę o funkcjonowaniu ekosystemów hydrogenicznych, wraz z doświadczeniem z zakresu ekologii stosowanej, czyli umiejętności zaprojektowania i wdrożenia rozwiązań technicznych zapewniających utrzymanie torfowisk we właściwym stanie lub odtworzenie zdegradowanych siedlisk;
- (II) znajomość formalnych uwarunkowań, związanych z ochroną przyrody, w tym przepisów i procedur prawno-administracyjnych;
- (III) praktyczne wykorzystanie wiedzy hydrotechników i meliorantów w zakresie projektowania i wykonywania urządzeń służących ochronie zasobów przyrodniczych torfowisk.

Niniejsze opracowanie zawiera opis kompleksowych działań renaturyzacyjnych przeprowadzonych w 2012 roku na obszarze trzech rezerwatów leśno-torfowiskowych w NE Polsce: „Gązwa”, „Zielony Mechacz” i „Sołtysek” oraz syntezę krótkoterminowych efektów funkcjonowania urządzeń małej retencji.

2. Walory przyrodnicze torfowisk wysokich

Torfowiska na tle wszystkich ekosystemów lądowych jako jedyne, dzięki wytworzonemu w procesie sedentacji pokładowi torfu, rejestrują własną ontogenezę, będącą wynikiem zarówno autogenicznej, jak i allogenicznej sukcesji (HERBICH 1998). Specyficzne zbiorowiska roślinne torfowisk odgrywają znaczącą rolę w regionalizacji geobotanicznej oraz w interpretacji współczesnej szaty roślinnej i historii jej rozwoju.

Głównym obszarem występowania torfowisk wysokich właściwych są przymorskie regiony Europy Środkowej oraz części Skandynawii. W Polsce, torfowiska wysokie osiągają południową granicę swego zwartego zasięgu pokrywając się z zasięgiem występowania strefy młodoglacjalnej. Siedliska ombrofilne mogą rozwijać się w rejonie rozległych obszarów wododziałowych na obszarach młodoglacjalnych (rys. 1).



Rys. 1. Lokalizacja i sposoby zasilania mokradeł na obszarze zlewni hydrograficznej: P - opad, G - zasilanie gruntowe, Q - zasilanie powierzchniowe.

Izolacja torfowisk od innych form zasilania w wodę pełni ponadto szczególną rolę w ochronie bardzo rzadkich gatunków roślin wodnych i mokradłowych, często będących relikdami z chłodniejszych epok, które przetrwały właśnie dzięki odizolowaniu ich od reszty sieci hydrograficznej (BRAGG 2001). Rozpoznanie hydrologicznych uwarunkowań takich siedlisk umożliwiałoby między innymi skuteczniejszą ich ochronę (BROOKS 2005; BROOKS, HAYASHI 2002).

Wspólną cechą wszystkich torfowisk wysokich jest ich ściśle uzależnienie od czynników klimatycznych, ponieważ posiadają własny reżim hydrologiczny, będący wypadkową ilości opadów, temperatury, odpływu i ewapotranspiracji, a niezależny od lokalnego reżimu wód gruntowych czy powierzchniowych. Obecność torfowisk wysokich uwarunkowana jest dodatnim bilansem wodnym z wyraźną przewagą opadu nad stratami na parowanie (DRWAL 1982).

Torfowiska wysokie, bardzo często te wykształcające się w obrębie torfowisk przejściowych, pierwotnie rozwijały się w procesie łądowania zbiorników wodnych (m.in. torfowisko Sołtysek). Rozwój torfowiska wysokiego inicjuje bowiem zmiana typu zasilania z gruntowo-opadowego na opadowe wskutek przyrostu złoża torfowego i stopniowego izolowania się roślinności od oddziaływania wód gruntowych.

W rozwoju torfowisk istotne znaczenie mają również rzeźba terenu i rodzaj podłoża. Ekosystemy te różnią się m.in. morfologią złoża (głównie kształtem i stopniem wypiętrzenia pokładu torfu) oraz szatą roślinną, a przede wszystkim jej cechami strukturalnymi i fitogeograficznymi. Zróżnicowanie to pozwoliło na wydzielenie kilku regionalnych podtypów torfowisk wysokich (ILNICKI 2002). Jednym z nich są torfowiska wysokie właściwe, których najczęściej używanymi synonimami są: „torfowiska wysokie kopoluowe” (JASNOWSKI 1975) lub „torfowiska wysokie typu bałtyckiego” (KULCZYŃSKI 1939). Podstawą ich wyodrębnienia jest charakterystyczna sylwetka złoża o kształcie mniej lub bardziej wypiętrzonej kopuły z płaską wierzchowiną i nachylonymi zboczami. Od mineralnego otoczenia odgranicza je w większym stopniu uwilgocony, minerotroficzny okrajek. Powierzchnia torfowisk kopoluowych, zwłaszcza w części wierzchowinowej, charakteryzuje się swoistym mikroreliefem, wynikającym ze współwystępowania dwóch różnych ekologicznie elementów: uwodnionych dolinek i wyniesionych kęp, zasiedlanych przez całkowicie odrębne fitocenozy.

Kluczowym czynnikiem w procesie akumulacji utworów organicznych na torfowisku jest woda, która utrudnia dostęp tlenu do masy torfowej i ogranicza w ten sposób rozkład szczątków organicznych. Główną masę roślinną torfowisk wysokich stanowią mchy torfowce. Torfowiska wysokie często posiadają kształt kopuły, której centralna część może być wyniesiona kilka metrów w stosunku do mineralnych krawędzi torfowiska. Zazwyczaj posiadają one charakterystyczną strukturę kępkowo-dolinkową, aczkolwiek w Polsce północno-wschodniej mogą przybierać postać płaskich mszarów dywanowych, zawsze jednak z dominacją torfowców o kolorze brunatnym i czerwonym. Oprócz kształtu i charakterystycznej struktury, torfowiska wysokie wyróżnia wyjątkowo ubogi skład gatunkowy roślin, a w odniesieniu do borów bagiennych – umownie przyjęte pokrycie drzew < 50% (MRÓZ 2000).

Zasilanie wodą opadową uzależnia rozwój torfowisk wysokich zarówno od ilości jak i jakości wody, skrajnie ubogiej w substancje odżywcze (WOŹNIAK, SIKORA 2012). Powstające w procesach torfotwórczych kwasy humusowe tworzą ze związkami fosforu i azotu kompleksy, czyniąc je przez to niedostępnymi dla roślin. Gleby torfowe torfowisk wysokich powinny zatem odznaczać się bardzo kwaśnym odczynem (OKRUSZKO, PIAŚCIK 1990). Szata roślinna torfowisk wysokich jest przystosowana do życia w warunkach dużego niedoboru soli mineralnych (PIAŚCIK i in. 1995). Klasycznym przykładem adaptacji do deficytu azotu jest owadożerność rosiczek, czy też typowa dla wrzosowatych krzewinek mikoryza oraz oszczędna gospodarka tym pierwiastkiem, poprzez wytwarzanie wieloletnich, zimotrwałych liści (PAWLACZYK i in. 2005). Deficyt azotu łagodzi jego dostawa ze źródeł zewnętrznych, fosforu i potasu z obumierających części roślin do części zdolnych do rozwoju w następnym sezonie, jak to ma miejsce np. u torfowców, rosiczek i wełnianki pochwowatej.

Proces uwalniania azotu mineralnego w glebie w postaci jonów $N-NH_4$ i $N-NO_3$ przebiega z różnym nasileniem w zależności od panujących warunków siedliskowych, a zwłaszcza uzależniony jest od stanu odwodnienia gleb i związanego z tym uwilgotnienia (GOTKIEWICZ 1983; PAWLUCZUK 2001; PAWLUCZUK, GOTKIEWICZ 2003). Suma $N-NO_3$ i $N-NH_4$ stanowi dostępny dla roślin azot mineralny.

Dobrze zachowane torfowiska wysokie (**fol. 1**) powinny charakteryzować się stałym, wysokim poziomem wody, z jednej strony uzależnionym od ilości opadów, z drugiej natomiast niskim tempem odpływu, ewa-

potranspiracji oraz odpowiednim stanem wierzchniej warstwy złoża torfu wraz z porastającą go roślinnością. Główną masę roślinną stanowią mchy torfowce *Sphagnum* sp. (fot. 2): torfowiec magellański *Sphagnum magellanicum*, torfowiec brodawkowaty *Sphagnum papillosum*, torfowiec brunatny *Sphagnum fuscum* oraz torfowiec czerwony *Sphagnum rubellum*. Ponadto rośnie tu żurawina błotna *Oxycoccus palustris*, bagno zwyczajne *Ledum palustre* (fot. 3), roszcizna okrągłolistna *Drosera rotundifolia* (fot. 4), roszcizna długolistna *Drosera anglica* (fot. 5), modrzewnica zwyczajna *Andromeda polifolia* (fot. 6) oraz wełnianka pochwowata *Eriophorum vaginatum* (fot. 7).

W ostatnich latach bardzo często podkreślany jest istotny wpływ czynników regionalnych i lokalnych, a przede wszystkim antropogenicznych, które w znacznym stopniu mogą modyfikować tempo oraz kierunek procesu torfotwórczego. Wszyscy badacze są jednak zgodni co do tego, że największy wpływ na funkcjonowanie torfowisk mają działania związane z modyfikacją stosunków wodnych, polegające głównie na ich odwodnieniu.



Fot. 1. Torfowisko wysokie w rezerwacie Gązwa (fot. Włodzimierz Pisarek).



Fot. 2. Torfowiec z zarodnikami (fot. Jerzy Łaźniewski).



Fot. 3. Bagno zwyczajne *Ledum palustre* (fot. Jerzy Łaźniewski).



Fot. 4. Rosiczka okrągłolistna *Drosera rotundifolia* (fot. Jerzy Łażniewski).



Fot. 5. Rosiczka długolistna *Drosera anglica* (fot. Jerzy Łażniewski).



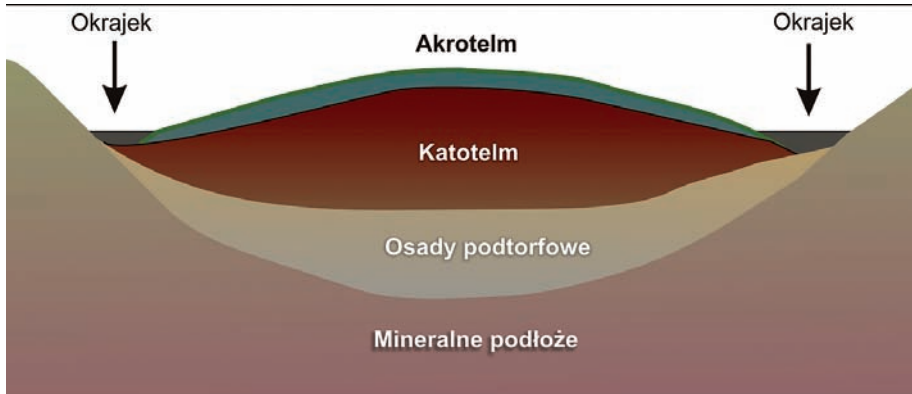
Fot. 6. Modrzewnica zwyczajna *Andromeda polifolia* (fot. Jerzy Łaźniewski).



Fot. 7. Wełnianka pochwowata *Eriophorum vaginatum* (fot. Katarzyna Glińska-Lewczuk).

3. Sztuczne odwodnienie jako przyczyna degradacji torfowisk

Najważniejszym czynnikiem utrzymania naturalnego stanu torfowiska wysokiego jest właściwy dla niego układ stosunków wodnych, który utrzymuje w stanie pełnej sprawności obie funkcjonalne warstwy – *akrotelm* i *katotelm* (rys. 2).



Rys. 2. Schemat budowy torfowiska wysokiego (wg TOBOLSKIEGO 2000, zmienione).

Układ ten został na większości torfowisk wysokich zaburzony wskutek regulacji stosunków wodnych polegającej na obniżeniu zwierciadła wody poprzez odwodnienie, głównie rowami otwartymi.

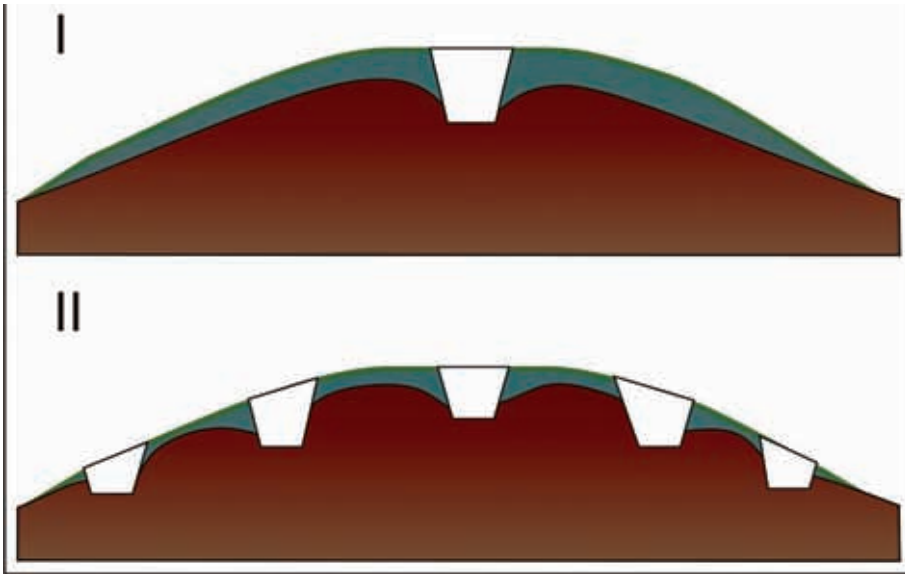
Sztuczne zwiększenie odpływu wody z kopuły torfowej w pierwszej kolejności wywołuje reakcję akrotelmu, polegającą na zmianie jego struktury i miąższości. Wskutek obniżenia poziomu wody następuje degradacja warstwy powierzchniowej zbudowanej z żywych i niedawno obumarłych torfowców oraz innych roślin. Z czasem staje się ona bardziej zwarta i ogranicza przesiąkanie wody opadowej. Równocześnie wzrasta zasięg dostępu powietrza atmosferycznego. Wówczas gatunki wymagające trwale wysokiego poziomu wody, do których należą przede wszystkim torfowce, zostają zastąpione przez rośliny o ograniczonych możliwościach torfotwórczych lub też zupełnie ich pozbawione. Zwiększona dostępność tlenu powoduje przyspieszony rozkład, a nawet całkowitą mineralizację nagromadzonej w akrotelmie

obumarłej, lecz jeszcze nieprzekształconej w torf, materii organicznej. Wskutek odwodnienia akrotelm traci więc swoje podstawowe cechy, jakimi są: akumulacja materii organicznej, tworzenie torfu oraz regulowanie dystrybucji wody opadowej. Postępujące obniżanie poziomu wody i ostateczny zanik roślin torfotwórczych prowadzi do całkowitego zniszczenia akrotelmu i odsłonięcia górnych warstw katotelmu.

Prace melioracyjne na większości gleb torfowych wpłynęły na zahamowanie procesu akumulacji materii organicznej i zapoczątkowały wiele przemian określanых procesem murszenia (OKRUSZKO 1991; ILNICKI 2002; LIPKA i in. 2005). Efektem odwodnienia siedlisk hydrogenicznych jest zjawisko decesji, objawiające się intensywną humifikacją i mineralizacją masy organicznej, które w konsekwencji prowadzi do poważnych zmian fizycznych, chemicznych i biologicznych w glebie (PIAŚCIK, GOTKIEWICZ 2004; PAWLUCZUK, PIŚAREK 2009; SZUNIEWICZ i in. 1998). W warunkach obniżonego poziomu wód gruntowych, masa torfowa przechodzi proces mineralizacji i zagęszcza się, co skutkuje obniżaniem powierzchni oraz zmniejszaniem miąższości złoża torfowego. Z upływem czasu prowadzi to do zanikania gleb torfowych i ich przekształcenia w płytkie gleby mineralno-murszowe, a następnie w mineralne. O tempie tych zmian decyduje intensywność odwodnienia i sposób użytkowania.

Poważnym zagrożeniem dla katotelmu jest też rozwój lasu, zwłaszcza brzoźowego. Penetracja złoża torfowego przez systemy korzeniowe drzew wprowadza do niego powietrze na znaczne głębokości i powoduje powolne, bezpłomieniowe spalanie górnych warstw torfu (PAWLACZYK I IN. 2005).

Podstawowym zabiegiem zmierzającym do odwodnienia torfowisk było zawsze wykopanie kanałów wraz z siecią rowów, uzupełnianych od drugiej połowy XIX wieku siecią podziemnych drenów. Lustro wody w kopule torfowej, które wyznacza górną granicę katotelmu, pod wpływem odwodnienia rowami otwartymi nie tylko się obniża, ale zmienia się również jego kształt. W przypadku torfowisk otoczonych tylko rowem opaskowym lustro wody obniża się zwłaszcza na obrzeżach kopuły, przy czym zasadniczo zachowuje półelipsoidalny kształt w całym złożu. Jeżeli jednak kopuła zostanie pocięta rowami, to pierwotna linia lustra wody zmienia kształt z jednej półelipsy na odpowiednio większą ich liczbę (rys. 3).



Rys. 3. Zmiany w kopule torfowiska wysokiego pod wpływem odwodnienia:
I – pojedynczy głęboki rów odwadniający uszkadza część akrotelmu i zmienia kształt pierwotnej linii lustra wody na dwie półelipsy;
II – szereg zagęszczonych rowów niszczy akrotelm i narusza katotelm wg PAWLACZYK i in. 2005).

Głębokie rozcięcia w kopule torfowiska prowadzą do fragmentacji pierwotnie jednolitego układu hydrologicznego i bilans wodny każdej z tak oddzielonych i odwadnianych części torfowiska kształtuje się do pewnego stopnia niezależnie (ILNICKI 2002). Łączna ilość zawartej w nich wody jest jednak o wiele mniejsza od pierwotnie retencjonowanej, a sprawne funkcjonowanie rowów z biegiem czasu zwiększa tę różnicę.

Odwodnienie naturalnego torfowiska wysokiego oznacza zmianę wzajemnego stosunku objętości fazy stałej, gazowej i wodnej. Faza stała zajmuje 5% objętości torfu, zaś 95% to pory, w których 2% zajmuje powietrze a 93% woda (ILNICKI 2002). Po odwodnieniu faza stała wzrasta do 10%, a objętość porów maleje do 90%, z czego 20% zajmuje powietrze a 70% woda. Dotychczasowe praktyki melioracyjne miały na celu obniżenie poziomu wody gruntowej do głębokości 0,5 – 1,5 m poniżej powierzchni torfowiska. Oznaczało to konieczność stworzenia możliwości odpływu wody znajdującej się w makroporach utrzymywanej siłą ssącą mniejszą niż pF 1,8 – 2,0.

Odwodnienie katotelmu powoduje fizyczne i chemiczne zmiany we frakcji stałej torfu, czyli nagromadzonych szczątkach organizmów torfowiskowych i bezpostaciowym humusie. Zawarta w nich materia organiczna ulega rozkładowi i powstają z niej proste związki nieorganiczne: dwutlenek węgla, woda, amoniak, jony siarczanowe, azotanowe i fosforowe. Proces ten dodatkowo wzmacnia kurczenie się objętości katotelmu i równocześnie w zasadniczy sposób zmienia obieg węgla w ekosystemie torfowiska.

Antropogeniczne zmiany warunków hydrologicznych powodują przekształcenia w biocenozach torfowisk wysokich. Zakres zmian poziomu lustra wody gruntowej decyduje o składzie zbiorowisk roślinnych na torfowisku. Bardzo często na odwodnionych torfowiskach wysokich obserwuje się inwazję brzozy, trzęślicy modrej oraz wrzosu zwyczajnego, które stają się dominantami w tych warunkach. Ocenia się, że w przeciwieństwie do powolnego tempa naturalnej sukcesji torfowisk w przeszłości, szybkość zmian jest obecnie błyskawiczna (PAWLACZYK i in. 2005). Zmiany te idą w dwu przeciwstawnych sobie kierunkach:

- I) utraty charakterystycznych gatunków i zbiorowisk roślinnych;
- II) sukcesji taksonów nietorfowiskowych i formowania się wtórnych, pozbawionych możliwości akumulacji torfu fitocenoz.

Jako pierwsze z odwadnianych kopuł ustępują gatunki zasiedlające najbardziej wilgotne mikrosiedliska. Należą do nich torfowce i rośliny naczyniowe z dolinek, jak również torfowce z niższych partii kęp. Zastępują je m.in. wełnianka pochwowata, wrzos i bagno zwyczajne. Wskutek zacienienia resztek torfowców przez rozrastające się rośliny naczyniowe, dochodzi do ich stopniowego zaniku. Przesuszone kępy zasiedlane są przez porosty. Objawem degradacji torfowisk jest też inwazja sosny o dużych przyrostach. Wierzchowina torfowiska nadal pozostaje otwarta, z uwagi na duże rozproszenie karłowaciejącej sosny. Różnice w uwilgotnieniu powierzchni torfowiska, powodują fluktuacje w składzie flory i liczebności poszczególnych gatunków. Wskutek serii lat wilgotnych obumiera część osobników sosny, natomiast mogą zregenerować się niektóre torfowce lub masowo pojawić się przygielka biała *Rhynchospora alba*. Z kolei długotrwałe okresy suszy doprowadzają do powstania niemal jednogatunkowych agregacji wełnianki pochwoatej, między którą utrzymuje się nagi, spękany torf.

Zmienny poziom wody, z tendencją do dalszego obniżania się, stymuluje wkroczenie, a następnie masowy rozwój trzęślicy modrej *Molinia caerulea*, której wysokie, zwarte kępy ograniczają dostęp światła do warstwy mszystej. Eliminuje to w krótkim czasie rośliny zarodnikowe, zwłaszcza torfowce, jak również wybitnie utrudnia skielkowanie nasion i rozwój torfowiskowych roślin naczyniowych. Masowe występowanie trzęślicy jest oznaką zaawansowanego procesu mineralizacji torfu i uwolnienia fosforu w formie dostępnej dla roślin.

Obniżeniu lustra wody na torfowisku i ustępowaniu roślinności zielnej i mszystej towarzyszy ekspansja drzew, głównie sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris*, brzozy omszonej *Betula pubescens* i brzozy brodawkowatej *Betula pendula*. Stopień opanowania przez nie torfowiska zależy od dynamiki lustra wody i głębokości jej zalegania. Stabilizacja lustra wody na głębokości poniżej 50 cm od powierzchni torfowiska umożliwia trwałe osiedlenie się tych gatunków. Ponadto, intensywna transpiracja drzew (głównie brzozy) na siedliskach torfowych stopniowo pogarsza ich wilgotność, działając jako silna pompa ssąca.

Specyficznym zmianom podlega również pas roślinności wzdłuż głębokich rowów odwadniających. W pierwszych etapach sukcesji wtórnej powstają tam warunki sprzyjające osiedleniu się i szybkiemu wzrostowi sosny i brzozy. Stopniowe osiadanie i mineralizacja torfu powodują odsłonięcie ich szczy korzeniowych, a płaski system korzeniowy ulega rozerwaniu. Obumarcie drzew odsłania dno lasu, co prowadzi do zaniku runa borowego wskutek inwazji gatunków światłolubnych, np. trzęślicy lub jeżyn.

4. Cele ochrony torfowisk wysokich

Inicjatywy w zakresie renaturyzacji torfowisk wysokich, w szczególności objętych w przeszłości eksploatacją torfu, ukierunkowane są na osiągnięcie następujących celów:

- stworzenia nowych lub zmianę istniejących zbiorowisk roślinnych;
- kształtowania krajobrazu (zmianę stosunku powierzchni otwartych do zalesionych);
- stworzenia siedlisk optymalnych dla funkcjonowania określonych grup zwierząt (np. owadów, ptaków).

Cel determinuje stosowanie odpowiednich środków ochrony czynnej i biernej. Na ich wybór wpływa również założony horyzont czasowy, który z reguły powinien obejmować okres wieloletni min. 10 lat. Przystępując do realizacji zadań związanych z renaturyzacją torfowisk wysokich podejmuje się działania takie jak:

- ocena stanu złoża i warunków przyrodniczych (klimatycznych, hydrologicznych, stratygrafii złoża, właściwości fizycznochemicznych warstw torfu, murszu, wody i wierzchnicy, topografii, hydrografii, zakresu prac odwadniających i eksploatacji torfu, badania flory oraz fauny;
- określenie kierunków działań i ocena możliwości technicznych wtórnego zabagnienia złoża;
- wprowadzenie i doprowadzenie do rozwoju wybranych zbiorowisk roślinnych i gatunków,
- ocena stopnia zaawansowania procesu torfotwórczego zachodzącego w trwale podtopionych zbiorowiskach mszarnych.

Celem nadrzędnym w procesie renaturyzacji torfowiska jest jego ponowne uwodnienie poprzez:

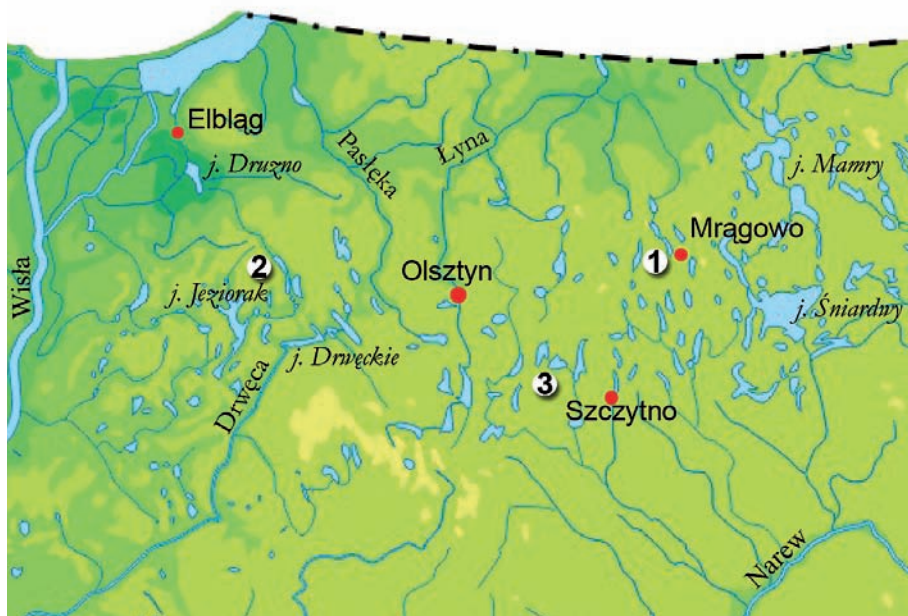
- blokadę odpływu wód powierzchniowych z istniejącej sieci rowów poprzez ich zasypanie bądź zamknięcie prostymi budowlami regulującymi odpływ wody;

- ▶ zahamowanie i minimalizowanie podziemnego odpływu wody;
- ▶ utrzymanie stabilnego poziomu wody gruntowej na głębokości nie większej niż 0,1 m p.p.t. oraz wyeliminowanie jego obniżenia w okresach suchych;
- ▶ zmniejszenie ewapotranspiracji z torfowiska poprzez ograniczenie powierzchni z otwartym lustrem wody i pokrytych przez las na rzecz mszarów;
- ▶ zapewnienie dużej pojemności wodnej wierzchniej warstwy torfowiska poprzez wykorzystanie wierzchnicy i torfu o niskim stopniu rozkładu;
- ▶ zahamowanie spływu powierzchniowego na torfowiskach o dużym nachyleniu powierzchni poprzez budowę niskich grobli równoległych do warstwicy terenu;
- ▶ stworzenie urozmaiconego mikroreliefu torfowiska (płytkie laguny, bruzdy, doły) dla zapewnienia trwałej podmokłości powierzchni przynajmniej w obniżeniach;
- ▶ stworzenie korzystnych warunków mikroklimatycznych przez wykorzystanie zróżnicowanego reliefu oraz mikroreliefu tworzonego np. przez wysokie kępy, wełnianki pochwowatej *Eriophorum vaginatum*;
- ▶ ograniczenie troficzności siedliska przez zmniejszenie dopływu związków azotu (NH_4 , NO_x), kontrola odczynu torfu (wskazana jest wartość $\text{pH} > 4,0$), siarki (szkodliwy jest jej nadmiar) i wapnia w torfie, jak też zapewnienie zasilania jedynie w wodę ubogą w składniki pokarmowe.

5. Charakterystyka badanych torfowisk

5.1. Gązwa

Torfowisko Gązwa, zwane też Bagnowo, jest jednym z największych torfowisk wysokich na Pojezierzu Mazurskim (rys. 4). Większość jego obszaru znajduje się w granicach rezerwatu przyrody „Gązwa” o powierzchni 204,8 ha utworzonego w 1958 r. (MP Nr 16, poz. 105). Torfowisko położone jest w powiecie mrągowskim, w gminie miejskiej Mrągowo i gminie Sorkwity. Rezerwat „Gązwa” jest integralną częścią Specjalnego Obszaru Ochrony Siedlisk „Gązwa” (PLH280011) oraz częścią Obszaru Chronionego Krajobrazu Jezior Leżyńsko-Mrągowskich o ogólnej powierzchni 20 615,9 ha.



Rys. 4. Lokalizacja trzech rezerwatów leśno-torfowiskowych: 1-„Gązwa”, 2-„Zielony Mechacz” i 3-„Sołtysek”.

Pod względem administracji leśnej omawiany obszar należy do Nadleśnictwa Mrągowo (RDLP Olsztyn). Znajduje się on wewnątrz kompleksu leśnego rozciągającego się od Jeziora Gielądzkiego (na zachodzie) do jeziora Juno (na wschodzie). Według regionalizacji fizycznogeograficznej Polski (KONDRACKI 2009) rezerwat „Gązwa” leży w środkowej części Pojezierza Mrągowskiego (842.82). Regionalizacja geobotaniczna torfowiska według podziału MATUSZKIEWICZA (1993) przedstawia się następująco:

- F1 – Kraina Mazurska,
- F1a – Podkraina Zachodniomazurska,
- F.1a.3 – Okręg Mrągowsko-Giżycki,
- F.1a.3a – Podokręg Mrągowski.

Pod względem hydrograficznym, rezerwat przyrody „Gązwa” położony jest w strefie wododziałowej dorzecza Wisły (Pisa) i Pregoiły (Łyna), (rys. 5).



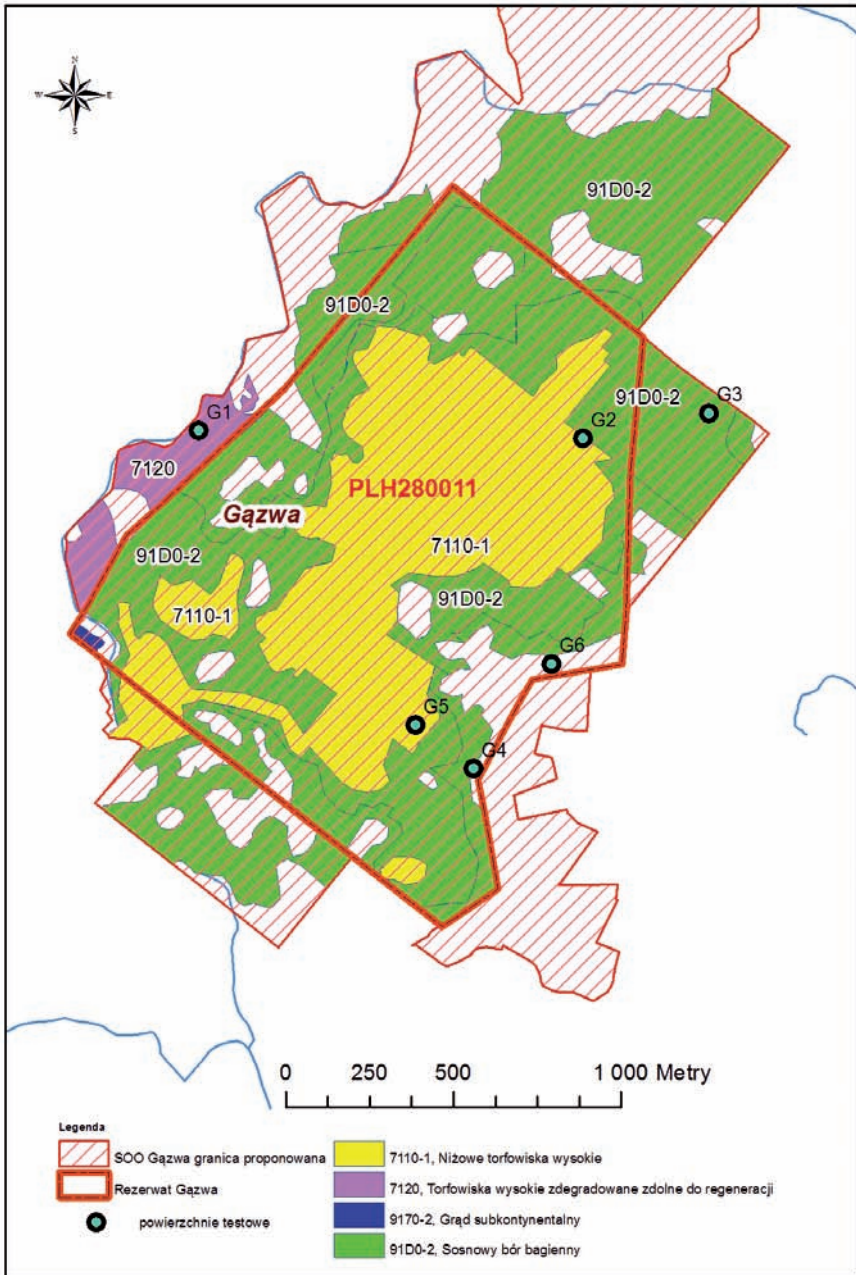
Rys. 5. Położenie obszaru badań na tle sieci hydrograficznej wg Podziału Hydrograficznego Polski 1986, arkusz G2. Kolorem zielonym zaznaczono obszar objęty opracowaniem.

Torfowisko to wykształciło się na lokalnym wododziale między rynną jezior sorkwickich (górny bieg rzeki Krutyni, Jezioro Gielądzkie), a rynną jezior mrągowskich (jezioro Juno i dalej rzeka Dajna – dopływ Gubra). Odpływ powierzchniowy z obszaru rezerwatu skierowany jest w dwóch przeciwstawnych kierunkach (rys. 6):

- 1) na południowy-wschód w kierunku jezior Sarż i Gielądzkiego, będących częścią systemu hydrograficznego Babięckiej Strugi (zlewnia Krutyni).
- 2) na północny-wschód w kierunku jeziora Juno stanowiąc element systemu hydrograficznego dorzecza Łyny.

Torfowisko zajmuje obniżenia w morenie uformowanej z nieprzepuszczalnych glin zwałowych fazy pomorskiej zlodowacenia Wisły. Na północ od torfowiska występuje płat osadów wodnolodowcowych w postaci piasków i żwirów. Na wschód od tego obszaru znajduje się kilka małych, zwykle głębokich jezior pochodzenia eworsyjnego (Kociołek, Głębokie, Średnie, Piecuch).

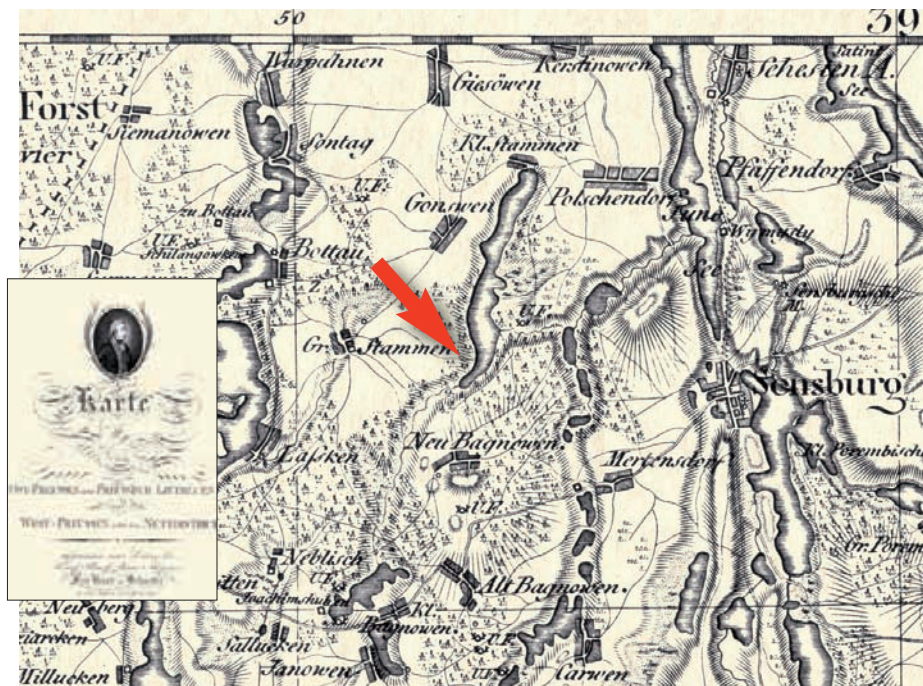
Wg MŁYŃKA i POLAKOWSKIEGO (1962), po ustąpieniu lądolodu w miejscu obecnie zajmowanym przez torfowisko wysokie występowały płytkie bezodpływowe jeziora, które w wyniku akumulacji gytii ilastej i detrytusowej uległy wypłyceciu, co umożliwiło rozwój roślinności szuwarowej. Uwidacznia się to w stratygrafii torfowiska, gdyż pokłady torfu niskiego trzcinowego i turzycowego (rys. 7) zalegają na osadach dennych jeziora. W wyniku narastania pokładu torfu niskiego i przejściowego torfowisko uniezależniło się od zasilania wód gruntowych i rozpoczął się ombrogeniczny etap rozwoju torfowiska wysokiego. Następnie nastąpiło znaczne obniżenie poziomu wody gruntowej i osuszenie torfowiska (uwarunkowane klimatycznie), co spowodowało rozwój zbiorowisk leśnych. W rezultacie odłożyła się warstwa torfu wysokiego sosnowego z pniakami (karpami) sosny. Jest to tzw. horyzont graniczny oddzielający silnie rozłożone torfy drzewne (tzw. starszy torf sfagnowy) od akumulowanych, poczynając od okresu subatlantyckiego, słabo rozłożonych torfów sfagnowych (tzw. młodszy torf sfagnowy), z dużym udziałem torfowca brunatnego *Sphagnum fuscum*. Proces ich akumulacji trwa do czasów współczesnych. Został on zahamowany sztucznym odwodnieniem torfowiska, a być może także zmianami klimatycznymi (ocieplenie klimatu).



Rys. 6. Rozmieszczenie siedlisk i powierzchni testowych (G) w rezerwacie przyrody "Gązwa". Z uwagi na małą skalę rysunku pominięto rozmieszczenie urzędzeń małej retencji - patrz rys.13.

Mięszszość pokładów gytii i torfu jest różna w różnych punktach torfowiska, co wskazuje, że rozwój poszczególnych basenów bioakumulacji przebiegał odmiennie, lecz później wszystkie one zostały pokryte warstwą torfu sfagnowego, tworzącego wierzchnią warstwę torfowiska. Mięszszość torfu w niektórych punktach dochodzi do 10 m, a stropowa warstwa torfu wysokiego welniankowo-sfagnowego ma mięszszość 2,5 m (Młynek, Polakowski 1962). Powierzchnia torfowiska leży na wysokości 152,5-154,7 m n.p.m. i ma kształt płaszczyzny o płaskim szczycie, opadającej wyłącznie w kierunkach północno-wschodnim i południowo-zachodnim, a nie posiada spadków w kierunkach przeciwnych. Kształt powierzchni torfowiska jest zgodny z ogólnym ukształtowaniem terenu, gdyż jest ono pochylone ku południowemu wschodowi. Na torfowisku występują liczne „wyspy” mineralne, które jednak nie mają wpływu na nachylenie jego powierzchni (Bitner 1960).

Torfowisko Gązwa reprezentuje typowo ombrogeniczny typ hydrologicznego zasilania. Odpływ wody jest wymuszony systemem rowów i kanałów otwartych. Istotne znaczenie dla kształtowania zasobów wodnych w rezerwacie „Gązwa” posiada sztuczna zmiana rozrządu wody na północy torfowiska, gdzie dopływ spod Stamy zasilał istniejące kiedyś Jezioro Stamskie (Stamsee), rys. 7. Obecnie w miejscu dawnego zbiornika znajduje się rozległe gytiowisko (zwane Gytiowisko Gązwa lub torfowisko niskie Pionkowo), dochodzące aż do drogi Polska Wieś - Zyndaki. Występujące na powierzchni terenu pokłady gytii zajmują ok. 104 ha. Poziom jeziora obniżano dwukrotnie w roku 1868 i 1906, łącznie o 1,1 m. Torfowisko wysokie od gytiowiska oddzielone jest wyraźnym progiem (szerokość ok. 40 m, różnica wysokości ok. 4 m). Wskutek sztucznego wymuszenia odpływu z torfowiska w kierunku wschodnim ustało zasilanie Jeziora Stamskiego. Obecnie warunki hydrograficzne zostały zmienione i skrajem progę biegnie głęboki rów melioracyjny (Bitner 1960).



Rys. 7. Fragment mapy Prus Wschodnich Schroettera z 1803 r. z istniejącym zbiornikiem wodnym (jeziorem) w miejscu dzisiejszego gytiowiska, na północ od rezerwatu „Gązwa”.

Rezerwat przyrody „Gązwa” to obszar o charakterze egzoreicznym, z którego odpływ wody odbywa się za pomocą sieci mocno zarośniętych rowów melioracyjnych. Sieć hydrograficzna obszaru torfowiska Gązwa została zmieniona wskutek prac hydrotechnicznych prowadzonych na obszarze Wielkich Jezior Mazurskich w XVIII i XIX wieku. Ostatnie działania tego typu datowane są na lata 1863-1865 (KARCZEWSKI 2001). Torfowisko wysokie zostało zmeliorowane siecią rowów otwartych, rzadszą w środkowej części i gęstsza na obrzeżach. Rowy w środkowej części torfowiska uległy zarośnięciu i są słabo widoczne (fot. 8, 9), natomiast niektóre rowy w strefie brzeżnej nadal pełnią swoją odwodnieniową funkcję, niekorzystnie wpływając na stan uwodnienia całego torfowiska. Układ sieci kanałów ma charakter zbliżony do promienistego, rozchodzącego się z terenu kopuły, z rowami opaskowymi, otaczającymi częściowo rezerwat wzdłuż jego granic. Wzdłuż granicy północno-zachodniej torfowiska biegnie rów (wykorzystujący częściowo naturalny ciek, stąd jego krzywoliniowy prze-



Fot. 8. Jeden z wielu rowów na torfowisku Gązwa – przed budową urządzeń małej retencji (fot. Jerzy Łażniewski).



Fot. 9. Rowy na torfowiskach są zarośnięte torfowcami i niemal niewidoczne: tu przykład Gązwy przed budową urządzeń małej retencji (fot. Jerzy Łażniewski).

bieg), który pierwotnie uchodził do jeziora Pionkowo (obecnie rowy na gytowisku prowadzące wody do jeziora Juno). Podobny rów biegnie wzdłuż południowo-wschodniej granicy torfowiska i należy do zlewni Pregoły. Południowo-zachodni kraniec torfowiska odwadniany jest przez trzy ciek, które należą do dorzecza Krutyni (Wisły).

Obecnie za odpływ wody z obszaru rezerwatu odpowiedzialny jest układ hydrograficzny dwóch głównych cieków: dopływu spod Stamy (przekrój pomiarowy Q7) oraz bezimiennego rowu melioracyjnego odwadniającego obszar torfowiska w kierunku południowym (przekrój pomiarowy Q11). Łącznie odwadniają one obszar o powierzchni ok. 15,2 km².

Wskutek melioracji hydrologicznie stabilny układ zaczął się zmieniać. Torfowisko wysokie znalazło się w zasięgu bezpośredniego oddziaływania tych odwodnień, co spowodowało dalszą zmianę warunków siedliskowych, a to z kolei przyspieszyło proces sukcesji roślinności drzewiastej (GOTKIEWICZ i in. 1996). Obecnie tylko niewielki fragment, w środkowej części rezerwatu, porastają torfotwórcze zbiorowiska roślinne (PISAREK 2009). Na większości powierzchni rezerwatu dominują natomiast nietorfotwórcze zbiorowiska leśne, głównie sosnowy bór bagienny (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*). Łącznie stwierdzono tu (stan na 2012 r. wg PZO), występowanie następujących 4 typów siedlisk z Załącznika I Dyrektywy Rady 92/43/EWG:

- **7110** Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą (żywe);
- **7120** Torfowiska wysokie zdegradowane, lecz zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji;
- **91D0-2** Sosnowy bór bagienny;
- **9170** Grąd subkontynentalny.

7110 Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą – występuje na 3 płatach o łącznej powierzchni 85,80 ha. Mimo, że ich stan ochrony został uznany w Projekcie Planu Zadań Ochronnych za niezadowalający (U1), przede wszystkim ze względu na duży udział sosny, to siedlisko posiada typowo wykształconą strukturę i stanowi ostoję m.in. takich gatunków jak: torfowiec brunatny (*Sphagnum fuscum*), widłoząb Bergera (*Dicranum bergerii*), bażyna czarna (*Empetrum nigrum*). Od kilku lat warunki wilgotnościowe w tych płatach torfowiska wysokiego się poprawiają, a inwazja sosny została zahamowana. Jest to wynik zamulenia się i częściowego zarośnięcia rowów, które osuszały torfowisko. Wykonane w 2012 r. działania w postaci budowy całego systemu retencji w rezerwacie przyrody „Gązwa”

oraz na jego obrzeżach, które są funkcjonalnie związane z tymi płatami torfowiska wysokiego, dają szansę na doprowadzenie torfowiska wysokiego do właściwego stanu ochrony (FV). Biorąc pod uwagę powierzchnię, stan oraz perspektywy zachowania tego siedliska na terenie rezerwatu, należy uznać, że jest to najcenniejszy tego typu obiekt na terenie województwa warmińsko-mazurskiego. Obszar tego województwa jest jednym z ważniejszych regionów Polski pod względem rozmieszczenia torfowisk wysokich w kraju, więc zachowanie torfowiska Gązwa w odpowiednim stanie ma istotne znaczenie dla zachowania siedliska 7110 (fot. 10) w skali kraju.

7120 Torfowiska wysokie zdegradowane, lecz zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji – w obiekcie Gązwa reprezentowane są przez dwa płaty w płn.-zach. części obiektu. Zajmują one łączną powierzchnię 9,60 ha. Są to tereny, które w przeszłości stanowiły siedliska silnie zdegradowanego boru bagiennego. Zamulenie rowu odwadniającego w ostatnich latach spowodowało



Fot. 10. Widok na siedlisko 7110 „Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą” w rezerwacie „Gązwa” (fot. Włodzimierz Pisarek).

zabagnienie tego terenu, którego konsekwencją była drastyczna zmiana warunków wodnych (fot. 11). Z jednej strony nastąpiło zamieranie drzewostanów, a z drugiej jednocześnie pojawiły się warunki do zainicjowania procesów torfotwórczych. Docelowo należy oczekiwać jednak, że na tym obszarze będzie następowała sukcesywna regeneracja torfowiska wysokiego wskutek budowy urządzeń malej retencji. Stabilizacja warunków wodnych na obecnym wysokim poziomie wpłynie pozytywnie na cały obszar torfowiska, który znajduje się w centralnej części rezerwatu i przyczyni się do poprawy jego stanu naturalności.



Fot. 11. Widok na 7120 Torfowiska wysokie zdegradowane lecz zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji (fot. Włodzimierz Pisarek).

91D0 Bory i lasy bagienne – na obszarze rezerwatu „Gązwa” siedlisko to zajmuje 168,31 ha i reprezentuje je sosnowy bór bagienno *Vaccinio uliginosi-Pinetum*. Tworzą go niejednorodne pod względem stanu naturalności fitocenozy, co wynika z różnic w stanie uwodnienia podłoża, które jest najwyższe w środkowej części rezerwatu i maleje w kierunku jego obrzeży. Z tego powodu układ roślinności w rezerwacie posiada układ koncentryczny. Najlepiej zachowane płyty boru bagienno znajdują się bliżej centralnej części rezerwatu, wokół torfowiska wysokiego. Na zdecydowanej większości ich powierzchni występuje starodrzew sosnowy z niewielką domieszką brzozy. Podszyt jest słabo wykształcony lub go brak. W warstwie runa dominują krzewinki z rodziny wrzosowatych (*Ericaceae*), z których to gatunkiem występującym szczególnie obficie i nadającym specyficzną fizjonomię tej warstwie jest bagno zwyczajne (*Ledum palustre*). W dobrze wykształconej warstwie mszystej dominują natomiast torfowce – głównie torfowiec kończysty (*Sphagnum fallax*) i torfowiec magellański (*Sphagnum magellanicum*). Mchy brunatne, głównie rokitnik pospolity (*Pleurozium schreberi*), widłoząb kędzierzawy (*Dicranum polysetum*) i gajnik lśniący (*Hy-*

locomium splendens) tylko na siedliskach przekształconych stanowią dość istotny składnik tej warstwy. Najsilniej przekształcone fragmenty boru bagiennego występują natomiast na obrzeżach rezerwatu oraz poza jego granicami. W warstwie drzewostanu tych fitocenoz istotny udział posiada świerk, który w niektórych płatach stanowi element dominujący. Dużo częściej w drzewostanie występuje również brzoza (głównie brzoza omszona *Betula pubescens*, ale w najbardziej zdegradowanych płatach również brzoza brodawkowata *Betula pendula*). Zarówno brzoza jak i świerk bardzo często tworzą mniej lub bardziej zwartą warstwę podszytu, którą w najsilniej zdegradowanych płatach uzupełniają także jarzab pospolity *Sorbus aucuparia* i kruszyna pospolita *Frangula alnus*. W warstwie zielnej zwykle dominuje borówka czernica *Vaccinium myrtillus*.

Działania ochronne wykonane w 2012 roku polegające na budowie piętrzeń na istniejących rowach melioracyjnych będą sprzyjać poprawie stanu ochrony na powierzchniach, które obecnie znajdują się w niezadowalającym lub złym stanie ochrony. Przewiduje się, że na-



Fot. 12. Widok na siedlisko 91D0 Bory i lasy bagienne (fot. Włodzimierz Pisarek).

stąpi istotna poprawa naturalności tego siedliska przyrodniczego na tym terenie i podniesienie o jeden stopień wskaźnika stanu ich ochrony oraz utrzymanie go we właściwym stanie ochrony. Należy jednak liczyć się z tym, że na części powierzchni boru bagiennego, szczególnie tych, które znajdują się w kategorii U2, w wyniku realizacji projektu małej retencji i podwyższenia poziomu wód gruntowych może nastąpić lokalne obumieranie drzewostanów. W dłuższej jednak perspektywie zmiany te spowodują poprawę stanu naturalności borów bagiennych na całym wzmiankowanym obszarze, a przede wszystkim będą pozytywnie oddziaływały na torfowisko wysokie, którego ochronę w tym przypadku należy uznać jako priorytetową.

9170 Grąd subkontynentalny – w obiekcie występuje jedna niewielka, dość silnie przekształcona powierzchnia tego siedliska (**Fot. 13**), która zlokalizowana jest w NW. części rezerwatu „Gązwa” (0,46 ha). Ze względu na marginalną powierzchnię, siedlisko to nie jest przedmiotem ochrony w tym obszarze.



Fot. 13. Widok na siedlisko 9170 Grąd subkontynentalny

(fot. Włodzimierz Pisarek).

5.2. Zielony Mechacz

Torfowisko wysokie Zielony Mechacz położone jest we wschodniej części Pojezierza Iławskiego (KONDRACKI 2009), w pasie moren czołowych ukształtowanych podczas fazy pomorskiej zlodowacenia Wisły. Jego część znajduje się w granicach rezerwatu przyrody „Zielony Mechacz”. Został on utworzony na podstawie Zarządzenia Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego nr 84 z dn. 15 maja 1962 r. (MP Nr 51 z 1962 r., poz. 252), dla ochrony populacji reliktu glacialnego – maliny moroszki *Rubus chamaemorus*. W granicach rezerwatu znalazła się południowa część torfowiska o powierzchni 94,3 ha. Jednocześnie północna część torfowiska, granicząca bezpośrednio z rezerwatem i obejmująca powierzchnię 271,7 ha, została osuszona w celu eksploatacji torfu. Zarówno rezerwat, jak i eksploatowane złoża, wchodzi w skład obszaru Natura 2000 PLH 280010 Budwity. Pod względem hydrograficznym obszar Zielonego Mechacza leży w strefie wododziałowej dwóch wielkich systemów hydrograficznych: Wisły i Pasłęki (rys. 8). Torfowisko to wykształciło się na wododziale rzek Dziergoń i Drwęcy oraz systemu Kanału Elbląskiego. Po stronie wschodniej

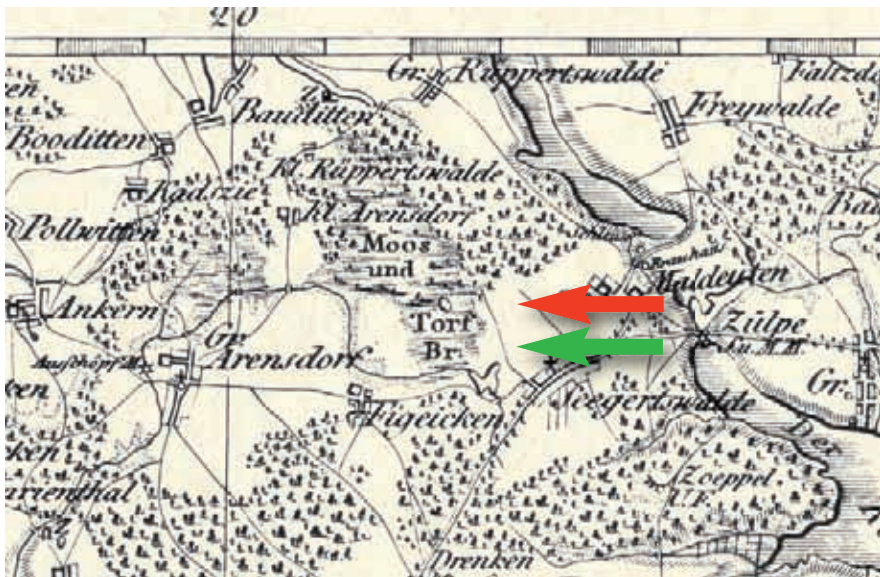


Rys. 8. Położenie rezerwatu „Zielony Mechacz” na tle sieci hydrograficznej wg Podziału Hydrograficznego Polski 1986, arkusz G2. Kolorem zielonym zaznaczono obszar objęty opracowaniem.

obiekty przebiega wododział III rzędu oddzielający zlewnię Drwęcy od zlewni Kanału Elbląskiego. Obszar rezerwatu „Zielony Mechacz” odwadniany jest niewielkim ciekim o nazwie Fiugajka (Jarnołtowski rów) w kierunku Zalewki i dalej do Drwęcy.

Od ponad pół wieku zarówno złoża torfowe jak i porastająca je roślinność podlegają presji kopalni. Zakład torfowy „Budwity” posiada koncesję na pozyskiwanie torfu do 2018 roku. Czynnikiem, który szczególnie niekorzystnie wpływa na ten teren jest obniżenie się poziomu wód gruntowych, zwłaszcza na granicy rezerwatu, w wyniku odwodnienia przez system rowów melioracyjnych (BIENIEK, ŁACHACZ 2010).

W otoczeniu niecki wypełnionej torfami znajdują się nieprzepuszczalne pokłady gliny zwałowej, o miąższości dochodzącej do 20 m, które izolują utwory organiczne od zalegających około 35 m poniżej wód podziemnych. Wcześniej w miejscu tym występowało płytkie bezodpływowe jezioro, które w wyniku akumulacji gytyi detrytusowej uległo wypłyceciu, co umożliwiło rozwój roślinności szuwarowej (rys. 9). W wyniku narastania pokładu torfu niskiego torfowisko uniezależniło się od zasilania wód gruntowych i rozpoczął się ombrogeniczny etap rozwoju torfowiska wysokiego.



Rys. 9. Fragment mapy Prus Wschodnich Schroettera z 1803 r. Czerwona strzałka wskazuje na obecność Jeziora Czarnego z otwartym lustrem wody. Zielona - obecność zbiornika wodnego na cieku Fiugajka, który został odwodniony wskutek melioracji osuszających.

O takiej genezie torfowiska świadczy sekwencja torfów w centralnej części rezerwatu (PAWLUCZUK, GOTKIEWICZ 2000). Jak wynika z opisu tego profilu, jest to głębokie (13 m) złożo, którego grubą (4,5 m) stropową warstwę stanowi torf mszarny wysoki.

Przyjmując jako średnią szybkość akumulacji torfów wysokich 0,7 mm/rok (ILNICKI 2002), rozwój omawianego torfowiska wysokiego rozpoczął się jeszcze w okresie subborealnym. Wobec tego od ponad 3000 lat w miejscu tym następował nieprzerwany proces torfotwórczy, a ekosystem torfowiska wysokiego charakteryzował się ubogą, ale specyficzną florą, której najbardziej interesującym gatunkiem jest relikw glacialny – malina moroszka *Rubus chamaemorus* (PERDJON 1998). Jeszcze w połowie XX wieku torfowisko posiadało naturalny charakter i dominowała na nim roślinność typowa dla torfowiska wysokiego (POLAKOWSKI, PISAREK 1997). Cały ten stabilny układ zaczął się zmieniać od momentu powstania kopalni torfu (w 1962 r.) i stworzenia systemu rowów melioracyjnych. Dla potrzeb odwodnienia złoża torfowego kopalni Budwity (fot. 14) na długości 600 m wzdłuż północnej granicy rezerwatu wykopano rów o głębokości od 0,9 do 1,8 m, który był główną przyczyną zmian warunków hydrologicznych na terenie rezerwatu. Oddziaływanie tych odwodnień wywołało zmianę warunków siedliskowych, a to z kolei zapoczątkowało proces sukcesji roślinności drzewiastej (PAWLUCZUK, PISAREK 2009). Obecnie tylko niewielki fragment w środkowej części rezerwatu porastają torfotwórcze zbiorowiska roślinne. Na większości powierzchni rezerwatu dominują nietorfotwórcze zbiorowiska leśne. Najczęstszym z nich jest sosnowy bór bagienny (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*), którego poszczególne płaty różnią się dość istotnie. Najbardziej naturalne fitocenozy tego zespołu występują w środkowej części rezerwatu, a najsilniej przekształcone na jego obrzeżach. Generalnie, w roślinności rezerwatu można dostrzec koncentryczność jej układu wynikającego z gradientu stopnia drenażu wód oraz grubości złoża torfowego (PISAREK, POLAKOWSKI 2001).

Wyłącznym źródłem zasilania torfowiska w wodę są opady atmosferyczne (położenie wododziałowe). Torfowisko nie posiada własnej, naturalnej sieci hydrograficznej. Odprowadzanie wód z rezerwatu odbywa się za pośrednictwem rowu, który graniczy od strony północnej z rezerwatem „Zielony Mechacz” oraz dwóch rowów przebiegających przez teren rezerwatu. Krótszy z nich odprowadza wody z północnej części rezerwatu i uchodzi do rowu głównego. Dłuższy biegnie z centralnej części rezerwatu w kierunku południowym i wpada do Fiugajki.



Fot. 14. Kopalnia torfu „Budwity” (fot. Jerzy Łażniewski).



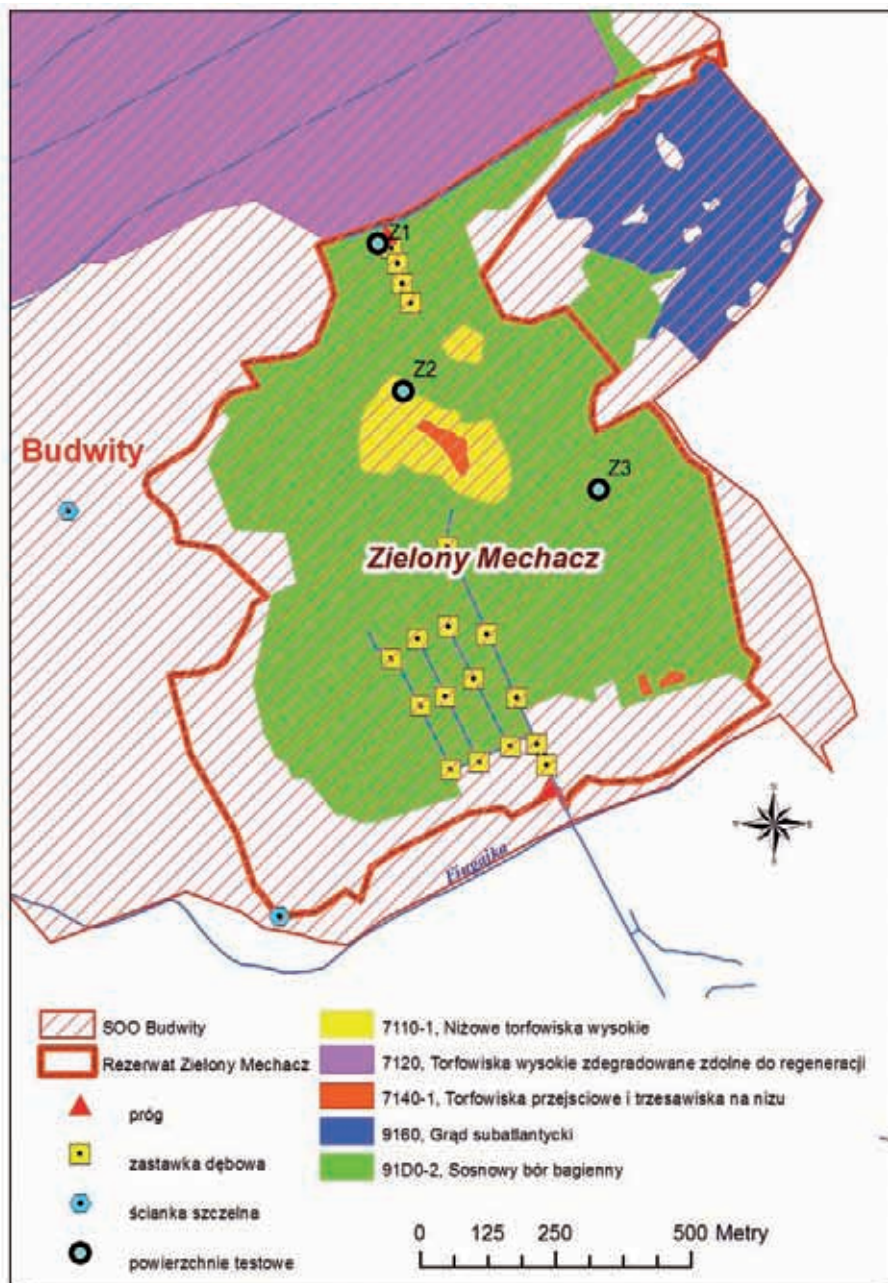
Fot. 15. Inicjalne stadium odtwarzania się roślinności torfowiskowej na wyeksploatowanych kwaterach w kopalni torfu Budwity (fot. Jerzy Łażniewski).

Konsekwencją przekształcenia warunków siedliskowych są ilościowe i jakościowe zmiany we florze rezerwatu. Zupełnie wyginął reliktowy mech – *Dicranum affine*, a inne dwa reliktu glacialne – *Sphagnum fuscum* i *Rubus chamaemorus* drastycznie zmniejszyły areał swego występowania (PISAREK, POLAKOWSKI 2001). Pojawiła się natomiast duża grupa roślin nietorfowiskowych. W zdecydowanej większości są to pospolite gatunki o szerokiej skali ekologicznej siedlisk suchszych i żyzniejszych. Przeprowadzone w 1997 r. przez PISARKA I POLAKOWSKIEGO (2001) badania florystyczne w rezerwacie pozwoliły na zarejestrowanie na tym obiekcie 11 gatunków wątrobowców, 58 mchów i 96 gatunków roślin naczyniowych. Wśród nich znajduje się kilka interesujących taksonów. Z roślin naczyniowych oprócz *Rubus chamaemorus* zostały zanotowane takie gatunki jak: *Empetrum nigrum*, *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, *Drosera rotundifolia*, *Lycopodium annotinum*. Wśród mszaków na uwagę zasługują: *Sphagnum fuscum*, *Dicranodontium denudatum*, *Plagiothecium latebricola*.

Obszar torfowiska objęty został ochroną w ramach Europejskiej Sieci Natura 2000 SOO Budwity ze względu na ochronę typowej, dobrze zachowanej roślinności torfowiskowej pokrywającej jednak jedynie niewielki procent terenu. Obszar jest szczególnie ważny dla zachowania największej polskiej populacji *Rubus chamaemorus*. Stwierdzono tu występowanie 7 typów siedlisk z Załącznika I Dyrektywy Rady 92/43/EWG (rys. 10):

- 7110 Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą (żywe);
- 7120 Torfowiska wysokie zdegradowane, lecz zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji;
- 91D0 Bory i lasy bagienne;
- 7140 Torfowiska przejściowe i trzęsawiska;
- 91E0 Łęgi wierzbowe, topolowe, olszowe i jesionowe;
- 9110 Kwaśne buczyny;
- 9160 Grąd subatlantycki.

7110 Torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą – w obiekcie reprezentowane przez 3 płyty na sumarycznej powierzchni 8,7 ha. Dwa z nich, najlepiej zachowane, znajdują się w rezerwacie przyrody „Zielony Mechacz”. Mimo, że ich stan ochrony został uznany za niezadowalający, przede wszystkim ze względu na duży udział sosny, to siedlisko to posiada typowo wykształconą strukturę i stanowi główną ostoję reliktu glacial-



Rys. 10. Rozmieszczenie siedlisk i głównych urządzeń małej retencji w rezerwacie przyrody „Zielony Mechacz”.

nego – maliny moroszki *Rubus chamaemorus* (fot. 16), która znajduje tu optymalne warunki do rozwoju. Duża część osobników tego gatunku kwitnie i zawiązuje w tych płatach owoce. Od kilku lat warunki wilgotnościowe w obu płatach się poprawiają, a inwazja sosny została zahamowana. Jest to wynik częściowego zasypania rowu (w ramach rekultywacji części wyrobiska), który przebiegał przy północnej granicy rezerwatu i negatywnie oddziaływał na warunki wodne w rezerwacie. Wykonane działania w postaci budowy całego systemu retencji w rezerwacie „Zielony Mechacz” dają szansę na doprowadzenie płatów torfowiska wysokiego do właściwego stanu ochrony.



Fot. 16. Zielony Mechacz stanowi główną ostoję reliktu glacialnego - maliny moroszki *Rubus chamaemorus* (fot. Jerzy Łażniewski).

7120 Torfowiska wysokie zdegradowane, lecz zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji – w obiekcie reprezentowane są przez wielkie wyrobisko (115,7 ha) powstałe w wyniku wieloletniej eksploatacji torfu na skalę przemysłową. Obecnie duża część powierzchni złoża jest nadal sukcesywnie eksploatowana i pozbawiona jakiegokolwiek roślinności. Powierzchnie, na których zakończono eksploatację podlegają spontanicznej sukcesji. Na

wyniesieniach gdzie torf jest przesuszony, występuje silna inwazja brzoź *Betula sp.* i trzęślicy modrej *Molinia coerulea*. W podmokłych obniżeniach zaznacza się natomiast powolna regeneracja roślinności torfowiskowej, którą tworzą głównie: wełnianka pochwowata *Eriophorum vaginatum*, wełnianka wąskolistna *Eriophorum angustifolium*, rosiczka okrągłolistna *Drosera rotundifolia*. Bardzo nielicznie (i tylko na ograniczonym obszarze) występuje również torfowiec kończysty *Sphagnum fallax*. Powierzchnie trwale uwilgotnionego torfu licznie porastają natomiast mchy brunatne, głównie widłoząbek sztykwy *Dicranella cerviculata* oraz krzywoszczeć przywłoka *Campylopus introflexus* – obcy gatunek inwazyjny.

Mimo zachodzących w obrębie tego siedliska oznak spontanicznej regeneracji roślinności torfowiskowej, ze względu na jej niewielką skalę i powolnie zachodzący proces, uznano stan ochrony tego siedliska jako zły (U2). Poprawa warunków, które sprzyjałyby wytworzeniu się torfowiska wysokiego na tym terenie wymaga stymulowania procesów torfotwórczych.

7140 Torfowiska przejściowe i trzęsawiska – w obiekcie reprezentowane przez pło w środkowej części rezerwatu „Zielony Mechacz” oraz 2 niewielkie płyty w starych dołach potorfowych w południowej części rezerwatu. Stwierdzono je na powierzchni 0,6 ha. Obiekt w środkowej części rezerwatu to dobrze uwodnione torfowisko (prawdopodobnie pozostałość dawnego jeziora na kopule torfowiska) z dominacją zespołu roślinnego *Eriophoro angustifolii-Sphagnetum recurvi*. Ze względu na zubożony skład florystyczny tej fitocenozy stan jego ochrony określono jako niezadowolający. Można się jednak spodziewać, że wykonane działania retencyjne spowodują stabilizację warunków wodnych i stopniowy wzrost różnorodności florystycznej oraz stabilności zbiorowiska. Podobnych efektów należy spodziewać się również w przypadku pozostałych 2 płyt tego siedliska, których stan ochrony określono jako zły ze względu na uproszczoną strukturę (faza sukcesyjna dołów potorfowych) roślinności oraz wnikanie gatunków drzewiastych.

9110 Kwaśne buczyny – w obiekcie występuje tylko 1 niewielki płat tego siedliska (1,3 ha). Jest to stosunkowo dobrze zachowana fitocenoza *Luzulo pilosae-Fagetum* ze starodrzewiem bukowym (140 lat). Ze względu na marginalną powierzchnię, siedlisko to nie jest przedmiotem ochrony w tym obszarze.

9160 Grąd subatlantycki – w obiekcie występuje na 2 powierzchniach, o łącznym areale 14,4 ha. Większa biochora grądu znajduje się we wschodniej części obszaru, gdzie jego płat w oddz. 653 h stanowi najlepiej zachowaną fitocenozę na tym terenie. W wydzieleniu tym dobrze wykształcone jest runo grądowe z obecnością licznych gatunków charakterystycznych dla tego zespołu. Typowa dla tego zbiorowiska jest również struktura podszytu (leszczyna, podrosty graba). W drzewostanie występują stare okazy dębu szypułkowego *Quercus robur*. Mimo wielu cech pozytywnych ten płat grądu został uznany jako będący w niezadowalającym stanie ochrony (U1), głównie ze względu na duży udział brzozy brodawkowatej *Betula pendula* w drzewostanie oraz niewielkie zasoby martwego drewna. Pozostałe płaty grądu w obszarze pozostają w złym stanie ochrony, głównie ze względu na niewłaściwy skład drzewostanu, w którym duży udział przypada na świerk i brzozę.

91D0 Bory i lasy bagiennie – na obszarze PLH Budwity siedlisko to zajmuje 81,4 ha i reprezentuje sosnowy bór bagienny *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, który zajmuje duże powierzchnie (**fot. 17**). Bór bagienny w rezerwacie to jeden, zwarty płat. Jest on niejednorodny pod względem stanu naturalności, co wynika z różnic w stanie uwilgotnienia podłoża, które jest najwyższe w centralnej części rezerwatu i maleje w kierunku jego obrzeży. Z tego powodu roślinność w rezerwacie tworzy układ koncentryczny. Najlepiej zachowane płaty boru bagiennego znajdują się w centralnej części rezerwatu (wokół zbiorowisk torfowiskowych). Najsilniej przekształcone fragmenty boru bagiennego występują na obrzeżach rezerwatu. Płaty reprezentują zły stan ochrony (U2) i dominują powierzchniowo na terenie rezerwatu. W rezerwacie, nie stwierdzono zagrożeń, co do utrzymania we właściwym stanie ochrony płatów boru bagiennego w centralnej części rezerwatu. Działania ochronne, w postaci budowy piętrzeń na istniejących rowach melioracyjnych, będą sprzyjać poprawie stanu ochrony na pozostałych powierzchniach, które obecnie znajdują się w niezadowalającym lub złym stanie ochrony.

91E0 Łęgi wierzbowe, topolowe, olszowe i jesionowe – na terenie obszaru zajmują 0,3 ha i reprezentują dwa niewielkie i nietypowo wykształcone płaty łągi jesionowo-olszowego *Fraxino-Alnetum* w złym stanie ochrony. Ze względu na specyficzne uwarunkowania (zamieranie jesionu i brak zasila-

nia wodą) możliwość poprawy ich stanu naturalności jest niewielka. Siedlisko nie jest przedmiotem ochrony w obszarze.

Jako główne zagrożenia siedlisk w rezerwacie „Zielony Mechacz” podaje się pozyskiwanie torfu oraz obecność rowów odwadniających torfowisko, w tym głębokiego kanału Fiugajka. Są one przyczyną zmian w charakterze torfowiska i zbiorowisk leśnych oraz negatywnie oddziałują na populacje roślin torfowiskowych.

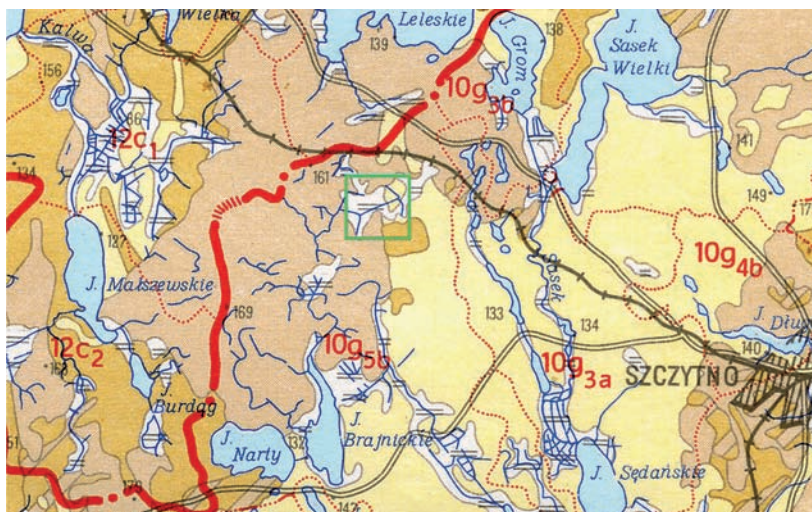


Fot. 17. Bór bagienny na Zielonym Mechaczu w jesiennej szacie (fot. Jerzy Łaźniewski).

5.3. Sołtysek

Rezerwat „Sołtysek” położony jest w województwie warmińsko-mazurskim w gminie Pasy. Zasadnicza część torfowiska stanowi własność Skarbu Państwa w zarządzie Nadleśnictwa Korpele. Zgodnie z regionalizacją fizyczno-geograficzną Polski (KONDRACKI 2009) rozpatrywany obszar położony jest w makroregionie Pojezierze Mazurskie, na styku trzech mezoregionów – Pojezierza Olsztyńskiego, Pojezierza Mrągowskiego i Równiny Mazurskiej.

Sieć hydrograficzną obszaru tworzą rowy i kanały melioracyjne należące do zlewni cząstkowej rzeki Sawicy granicząc z wododziałem zlewni rzeki Kiermas i Jeziora Leleskiego (rys. 11). Odpływ odbywa się w kierunku Sawicy poprzez Jezioro Brajnackie i jezioro Szoby Małe.



Rys. 11. Położenie rezerwatu „Sołtysek” na tle sieci hydrograficznej wg Podziału Hydrograficznego Polski 1986, arkusz G2. Kolorem zielonym zaznaczono obszar objęty opracowaniem.

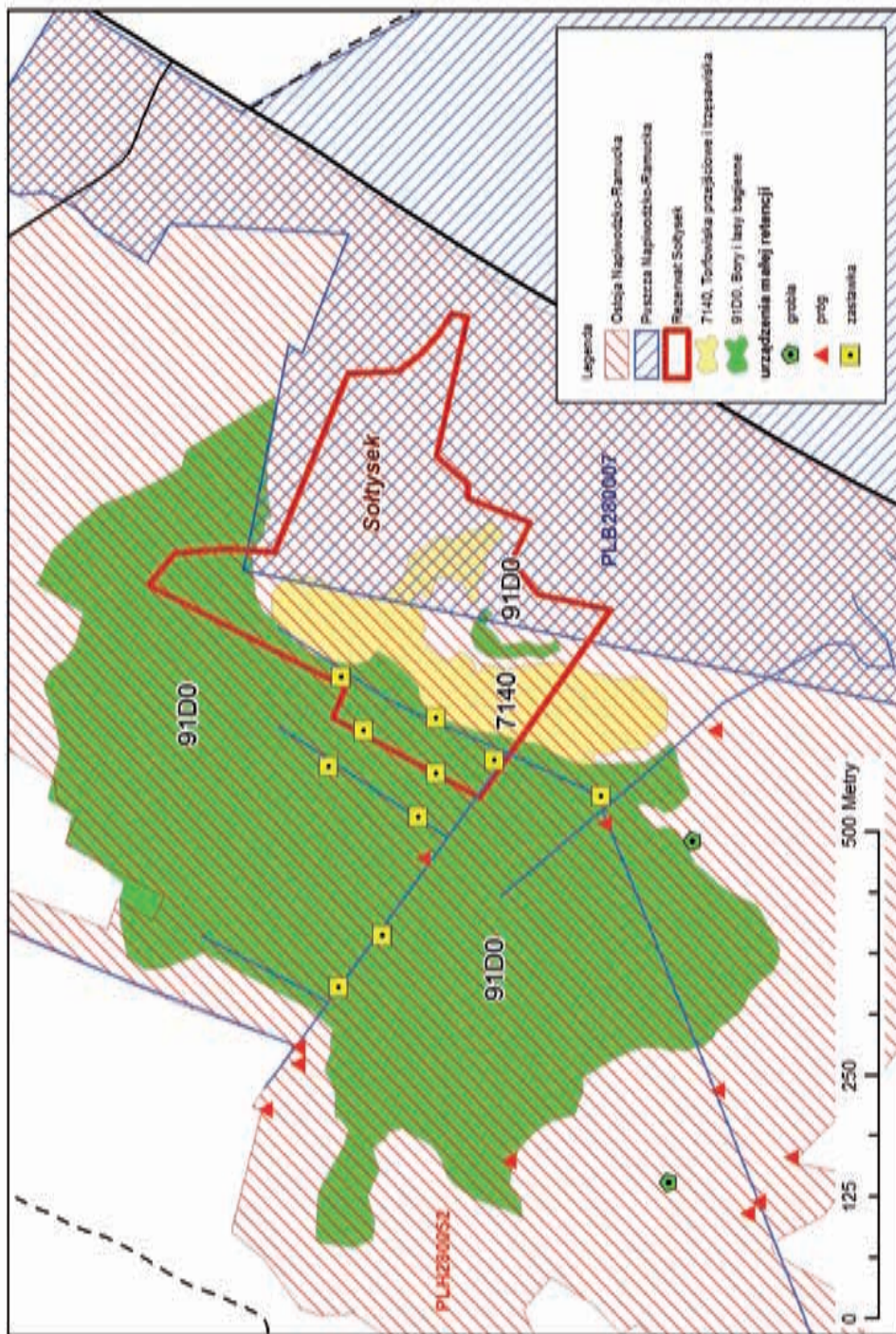
Powierzchnia zlewni zasilająca rezerwat „Sołtysek” wynosi 3,48 km². Rzędne terenu wskazują na deniwelacje powierzchni w zlewni. Najwyżej położony punkt zlewni zlokalizowany jest na rzędnej 157,80 m n.p.m., natomiast najniższy na rzędnej 136,10 m n.p.m. Duże spadki zboczy dochodzą do 100‰, a spadki podłużne dolinek kształtują się w granicach 10‰, natomiast torfowisko tworzy płaską powierzchnię. Wykonane w przeszłości rowy główne oraz kilka krótkich rowów bocznych skutecznie osuszają tereny przyległe do torfowiska Sołtysek, co ma kolosalny wpływ

na funkcjonowanie samego torfowiska, jak i całego rezerwatu. Przepływy w rowach są okresowe i występują w czasie spływów pozimowych oraz po dłuższych okresach deszczowych. Brak jest cieków naturalnych zarówno na terenie torfowiska, jak i na terenach przyległych.

Część zlewni Sołtyśka użytkowana jest rolniczo, a część wraz z torfowiskiem należy do Lasów Państwowych Nadleśnictwa Korpele. Wewnątrz obiektu znajduje się niewielka enklawa należąca do Polskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków. Grunt ten został zakupiony od właściciela prywatnego w ramach projektu „Kompleksowa ochrona torfowisk wysokich na terenie województwa warmińsko-mazurskiego”, aby umożliwić przeprowadzenie prac renaturyzacyjnych. Rezerwat „Sołtysek” położony jest także w granicach obszaru Natura 2000 Puszcza Napiwodzko-Ramucka (rys. 12).

Sołtysek to torfowisko pojeziorne, którego najważniejsza część to rezerwat przyrody o powierzchni 9,87 ha, który powołany został 20 czerwca 1969 r. dla ochrony chamedafne północnej *Chamaedaphne calyculata* – rzadkiego reliktu glacialnego (MP nr 36, poz. 293 Zarz. Nr 66 MLiPD). Ponad połowę powierzchni rezerwatu zajmuje bezleśne torfowisko o zróżnicowanej roślinności. Pozostały obszar pokrywają głównie bory bagienne. W zachodniej części torfowiska istnieje wiele starych, w większości zarośniętych, rowów. Jeden z nich, w płd.-zach. części torfowiska, który przebiega przez grunt należący do Polskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków, do czasu wykonania budowli małej retencji niekorzystnie wpływał na całe torfowisko.

Najważniejszym zbiorowiskiem leśnym na torfowisku jest bór bagieny (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*). Jedynie płytsze torfy, które znajdują się na obrzeżach torfowiska porasta sosnowo-brzozowy las bagieny (*Dropteridi thelypteridis-Betuletum pubescentis*). Roślinność na otwartej części torfowiska jest bardzo zróżnicowana. Największe powierzchnie zajmuje *Thelypteridi-Phragmitetum* oraz *Sphagno teretis-Menyanthetum trifoliatae*. Można tu spotkać również dobrze wykształcone płaty *Sphagno-Caricetum rostratae*. Między zbiorowiskami leśnymi, a torfowiskowymi występuje wąski, ale stosunkowo zwarty pas łożowisk (*Salicetum pentandro-cinereae*). Przeprowadzone w 1995 r. badania wykazały obecność 110 gatunków roślin naczyniowych oraz 63 mszaki. Najważniejsze z nich to: *Chamaedaphne calyculata*, *Betula humilis* (fot. 18), *Carex chordorrhiza*, *Liparis loeselii*, *Drosera anglica*, *Drosera rotundifolia*, *Epipactis palustris*, *Carex limosa*, *Dryopteris cristata*, *Dactylorhiza incarnata* (fot. 19), *Dactylorhiza maculata*, *Lycopodium annotinum*, *Cinclidium stygium*, *Tomenthypnum nitens*, *Helodium blandowii*, *Drepanocladus vernicosus*.



Rys. 12. Rozmieszczenie siedlisk i głównych urządzeń małej retencji w rezerwacie przyrody „Sołtysek”



Fot. 18. Brzoza niska *Betula humilis* (fot. Jerzy Łaźniewski).



Fot. 19. Kukułka krwista *Dactylorhiza incarnata* (fot. Jerzy Łaźniewski).

Mimo niewielkiego obszaru i zmian jakie zaszły na torfowisku jest to nadal pod względem florystycznym jeden z najcenniejszych obiektów tego typu w województwie warmińsko-mazurskim. Priorytetem działań ochronnych w rezerwacie jest zahamowanie obniżania się poziomu wody i jego stabilizacja.

Wśród siedlisk przyrodniczych z załącznika I Dyrektywy Siedliskowej występujących na terenie rezerwatu „Sołtysek” wyróżniono:

91D0 Bory i lasy bagienne – siedlisko to zajmuje większą część omawianego obiektu i występuje tu w dwóch podtypach: sosnowego boru bagiennego (91D0-2) i sosnowo-brzozowego lasu bagiennego (91D0-6).

Fitocenozy sosnowego boru bagiennego (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*), będące identyfikatorem siedliska 91D0-2 wykształcone są na większości występujących tu płatów w sposób typowy. Drzewostan tworzy sosna zwyczajna *Pinus sylvestris* z domieszką brzozy omszonej *Betula pubescens*. Podszytu brak, lub jest słabo wykształcony, a tworzy go głównie brzoza omszona. W warstwie zielnej dominuje zwykle wełnianka pochwowata. Licznie występują również krzewinki, w tym dwa gatunki charakterystyczne dla zespołu boru bagiennego tj. bagno zwyczajne *Ledum palustre* i borówka bagienna *Vaccinium uliginosum* oraz takie gatunki jak borówka czernica *Vaccinium myrtillus*, modrzewnica zwyczajna *Andromeda polifolia*, a miejscami również rzadki gatunek reliktowy – chamedafne północna *Chamaedaphne calyculata*. W dobrze wykształconej warstwie mszystej dominują torfowce – głównie torfowiec kończysty *Sphagnum fallax* i torfowiec magellański *Spahagnum magellanicum*.

Fitocenozy sosnowo-brzozowego lasu bagiennego (*Dryopteridi thelypteridis-Betuletum pubescentis*), będące identyfikatorem siedliska 91D0-6 przedstawiają na tym terenie dość duże zróżnicowanie. W większości w drzewostanie dominuje brzoza omszona z domieszką sosny zwyczajnej i olszy czarnej *Alnus glutinosa*.

W skład dość dobrze wykształconego podszytu wchodzi podrosty drzew oraz kruszyna pospolita *Frangula alnus*, jarzab pospolity *Sorbus aucuparia*, wierzba szara *Salix cinerea*. Runo jest bujne i charakteryzuje się dużym bogactwem florystycznym, które tworzy bardzo liczna grupa gatunków związanych z różnymi siedliskami, głównie



łąkowymi, torfowiskowymi, szuwarowymi, borowymi, olsowymi. Gatunki, które mają tu największy udział to: zachyłnik błotny *Thelypteris palustris*, turzyca pospolita *Carex nigra*, turzyca dzióbkowata *Carex rostrata*, przytulia błotna *Galium palustre*, karbieniec pospolity *Lycopodium europaeus*, gorysz błotny *Peucedanum palustre*, krwawnica pospolita *Lythrum salicaria*, trzęślica modra *Molinia caerulea*, borówka czernica *Vaccinium myrtillus*, psianka słodkogórz *Solanum dulcamara*, śmiałek darniowy *Deschampsia caespitosa*, siedmiopalecznik błotny *Comarum palustre*. Warstwa mszysta również jest wielogatunkowa, a tworzące je gatunki także są typowe dla różniących się pod względem ekologicznym siedlisk. Należą do nich m.in.: mokradłoszka zaostrzona *Calliergonella cuspidata*, drabik drzewkowaty *Climacium dendroides*, torfowiec kończysty, torfowiec nastroszny *Sphagnum squarrosum*, krótkosz pospolity *Brachythecium rutabulum*.

7140 Torfowiska przejściowe i trzęsawiska – siedlisko to zajmuje głównie środkową część torfowiska. Jego płaty są dość zróżnicowane. Część płatów to ubogie florystycznie mszary, gdzie występuje zespół *Sphagno-Caricetum rostratae* z dominacją w warstwie mszystej torfowca kończystego i turzycy dzióbkowatej. Na dużej części siedliska występują również mszary minerotroficzne odznaczające dużym bogactwem florystycznym i nawiązujące do innego siedliska przyrodniczego – górskich i nizinnych torfowisk zasadowych o charakterze młak, turzycowisk i mechowisk (7230). W tych płatach często zaznacza się sukcesja roślin drzewiastych, głównie sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* i wierzby uszatej *Salix aurita*. Bogatą warstwę mszystą tworzą głównie torfowce, z których największy udział mają torfowiec obły *Sphagnum teres* i torfowiec kończysty *Sphagnum fallax*. Mchy brunatne nie występują tu w dużej ilości, lecz są reprezentowane przez liczne gatunki, wśród których znajduje się m.in. haczykowiec błyszczący *Hamatocaulis vernicosus* – gatunek z II załącznika Dyrektywy Siedliskowej. Do gatunków najliczniej występujących w warstwie zielnej należą m.in.: turzyca nitkowata *Carex lasiocarpa*, turzyca obła *Carex diandra*, bobrek trójlistkowy *Menyanthes trifoliata*, siedmiopalecznik błotny *Comarum palustre*, turzyca dzióbkowata *Carex rostrata*, zachyłnik błotny *Thelypteris palustris*.



Fot. 20. Stanowisko chamedafne północnej (*Chamaedaphne calyculata*) w rezerwacie „Sołtysek” (fot. Jerzy Łaźniewski).



Fot. 21. Widok na jeden z rowów odwadniających torfowisko w rezerwacie „Sołtysek” (fot. Jerzy Łaźniewski).



Fot. 22. Widok na torfowisko przejściowe w rezerwacie „Sołtysek”

(fot. Jerzy Łaźniewski).

6. Cel i opis projektu renaturyzacji torfowisk

Odtwarzanie torfowiska wysokiego polega na działaniach ukierunkowanych na przywrócenie procesu torfotwórczego na terenach zdegradowanych. Aby utrzymać lub odtworzyć właściwy stan ochrony żywych torfowisk wysokich oraz borów bagiennych tworzących kompleksy niżowych torfowisk wysokich niezbędne są metody blokowania odpływu wód w sposób zintegrowany. Zasadniczym elementem projektu było opracowanie i wykonanie kompleksowego systemu urządzeń hydrotechnicznych wspomagających funkcjonowanie siedlisk hydrogenicznnych poprzez zwiększenie retencji i stabilizację zasobów wodnych na terenach trzech leśno-torfowiskowych rezerwatów przyrody: „Gązwa”, „Zielony Mechacz” i „Sołtysek”.

Projekt zakładał zwiększenie uwodnienia po wykonaniu projektowanych urządzeń i powstrzymanie degradacji torfowisk poprzez zahamowanie bądź spowolnienie procesów:

- osiadania warstw torfowych;
- murszenia wierzchnich warstw pokładów torfowych;
- zarastania torfowiska roślinami obcego pochodzenia.

Celami szczegółowymi projektu renaturyzacji torfowisk były:

- zatrzymanie procesu odwadniania i przesuszania się torfowisk;
- ograniczenie zagrożeń dla różnorodności biologicznej, spowodowanych przez odwodnienie torfowisk;
- wytworzenie warunków właściwych do odradzania się torfowiska wraz z typowymi dla tego siedliska gatunkami roślin;
- uzupełnienie wiedzy o walorach przyrodniczych, ekologii i hydrologii każdego z torfowisk oraz przygotowanie dla nich dobrych planów zadań ochronnych, w oparciu o interdyscyplinarną wiedzę z zakresu ekologii i gospodarki wodnej;
- ocena efektywności działań renaturyzacyjnych na podstawie wieloparametrycznego monitoringu siedliska w skali krótko (2-lata) i długoterminowej (min. 10 lat);
- rozpropagowanie nowoczesnego podejścia do ochrony wysokich torfowisk bałtyckich, włącznie z metodami ochrony czynnej;
- budowa świadomości społecznej dotyczącej walorów bałtyckich torfowisk wysokich i ich europejskiego znaczenia, a także świadomości potrzeby ich ochrony.

Autorzy projektu uwzględnili też zjawisko zamierania niektórych drzew w wyniku zwiększonego zabagnienia, co jest nieuniknione w przypadku podniesienia poziomu wody. Na przedmiotowych obszarach priorytetem były jednak siedliska torfowiskowe, zaś obecność drzew jest skutkiem postępującej sukcesji w wyniku melioracji tego terenu.

Głównym celem monitoringu stanu środowiska torfowisk była ocena efektywności działań renaturyzacyjnych na obiektach torfowiskowych. Na podstawie badań fitosocjologicznych, hydrologicznych i hydrochemicznych wykonanych zarówno przed (czerwiec 2011 – listopad 2012), jak i po wykonaniu prac budowlanych (listopad 2012 – październik 2014) rozpoznano:

- a.) dynamikę zjawisk hydrologicznych i hydrochemicznych w badanych torfowiskach;
- b.) zmiany uwodnienia siedlisk badanych torfowisk wskutek przeprowadzonych prac renaturyzacyjnych;
- c.) krótkoterminowe (dwuletnie) efekty przeprowadzonych zabiegów hydrotechnicznych w kontekście zwiększenia retencji i stabilizacji stosunków wodnych.

6.1 Charakterystyka prac renaturyzacyjnych

6.1.1. Gązwa

Cechą torfowiska Gązwa jest istotne zmniejszenie naturalnej retencji wodnej wskutek jego odwodnienia poprzez 10 rowów głównych oraz kilka rowów bocznych. Porównując straty wody na odpływ rowami oraz ewapotranspirację z wysokością opadów stwierdzono, że zasilenie torfowiska w wodę opadową nie pokrywa strat. Wskutek ujemnego bilansu wodnego następuje sukcesywna degradacja torfowiska.

Celem przeprowadzonej inwestycji polegającej na budowie urządzeń małej retencji na obszarze rezerwatu „Gązwa” było powstrzymanie procesu degradacji siedliska torfowiska wysokiego, wywołanego sztucznym odwodnieniem rowami otwartymi, dzięki stworzeniu optymalnych warunków dla sukcesji roślinności torfotwórczej.

Założono, że budowa urządzeń hydrotechnicznych wykonanych z miejscowych naturalnych materiałów (drewno, kamień) wy-

datnie zwiększy możliwość retencjonowania wody w rowach oraz w profilu glebowym. Opracowanie projektu budowlanego urządzeń małej retencji poprzedzone zostało rozpoznaniem terenowym w celu uściślenia lokalizacji obiektów. W miejscach lokalizacji budowli wykonano szczegółowe rozpoznanie z pomiarami niwelacyjnymi koryt rowów oraz terenu przyległego. Projekt zagospodarowania terenu opracowano na mapach do celów projektowych w skali 1:1000. Uwzględniając warunki terenowe, charakterystykę budowy geologicznej oraz warunki gruntowo-wodne zaprojektowane zostały następujące rodzaje urządzeń wodnych piętrzących:

- 35 progów
- 90 zastawek dębowych

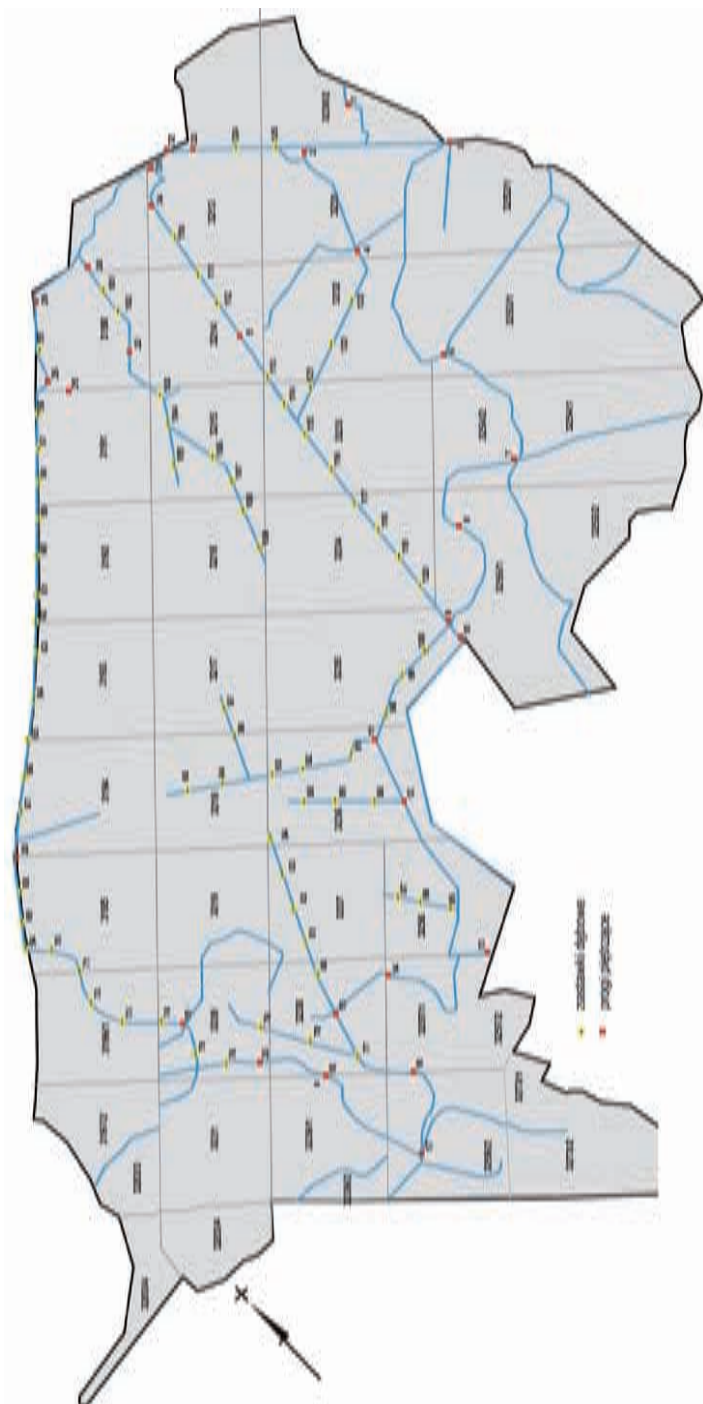
Schematy konstrukcyjne urządzeń małej retencji przedstawiono na rysunkach na końcu niniejszego rozdziału (rys. 14 - 19).

W **progach** zastosowano przelewy czołowe bez zamknięć, których korona przelewu założona jest na rzędnej normalnego poziomu piętrzenia, a regulacja poziomu wody przed budowlą odbywa się bez udziału obsługi. Progi zlokalizowano na końcówkach rowów i obrzeżach torfowiska. Próg jest budowlą większą, przystosowaną do większych piętrzeń oraz blokowania odpływu poprzez zamykanie ciągu piętrzeń zastawkami dębowymi. Jest to urządzenie posiadające ściankę szczelną umieszczoną prostopadle do osi rowu lub ciekłu. Ścianki szczelne zazwyczaj wykonywane są z bali drewna iglastego, najczęściej sosnowego. Suche bale zabite na omawianym obszarze na głębokość 3 m pęcznieją tworząc bardzo szczelną przesłonę antyfiltracyjną. Zastosowano grubość bali 50 mm, które umieszczone są pomiędzy palami kierującymi i wraz z nimi spięte kleszczami umocowanymi na śruby do pali. Próg posiada umocnienia z kamienia polnego jako narzut w płótkach faszynowych wyplatanych w kratę 1x1 m. Umocnienie zabezpieczone jest palisadami z pali o średnicy 10 cm i długości 150 cm. Dodatkowo przy ścianie szczelnej zastosowano zabezpieczenie przeciwfiltracyjne z gliny oraz folii z polichloroku winylu. Nachylenie dla progów na ponurze i poszurze wynosi 1:2. Korona przelewu występuje tylko przy progach i jej szerokość wynosi 0.5 m. Korona ta jest położona około 0,10 m poniżej powierzchni terenu, aby nie spo-

wodować przepływu wód wokół budowli, co mogłoby prowadzić do uszkodzenia brzegów i rozmycia budowli.

Zastawki dębowe nie posiadają przelewów. Zadaniem zastawek dębowych jest piętrzenie wody równo z powierzchnią terenu tak, aby spiętrzona woda wsiąkała w przyległe do zastawki torfowisko. Jest to możliwe, ponieważ rowy, na których zaprojektowano zastawki dębowe mają bardzo małe przepływy, które w okresie letnim ustają całkowicie. Zastawki dębowe zlokalizowano w głębi torfowiska, a ich korony znajdują się na poziomie powierzchni przylegającego terenu, dlatego nie mają korony przelewu.

Zastawka dębowa jest budowlą wodną lekkiego typu. Główną część konstrukcyjną stanowi ścianka zakładana umieszczona między palami kierującymi o rozstawie 3 m. Przy większej szerokości rowu zastosowano krotność tej rozstawy. Założona (wciśnięta) ścianka zakładana na głębokość 1,5 m i min. 0,5 m poniżej dna rowu stanowi przesłonę antyfiltracyjną. Ścianka wraz z palami zasypana gruntem miejscowym tworzy budowlę piętrzącą wodę w rowie. Jest to budowla przystosowana do piętrzenia nie większego niż 0,70 m. Rozmieszczenie urządzeń małej retencji na obszarze rezerwatu „Gązwa” przedstawiono na **rys. 13**.



Rys. 13. Rozmieszczenie urządzeń małej retencji na terenie rezerwatu „Gązwa” i terenach przyległych.



Fot. 23-24. Zastawka (u góry) i próg piętrzący (u dołu) w rezerwacie „Gązwa”
(fot. Sebastian Menderski).



6.1.2. Zielony Mechacz

Urządzenia małej retencji w rezerwacie „Zielony Mechacz” zlokalizowano w zlewni ciek (rzeki) Fiugajka. Obecnie wody z torfowiska odprowadzane są istniejącymi rowami A i B. Wyeksploatowana część zakładu Budwity położona poniżej powierzchni torfowiska o ok. 1,5 m powoduje skutecznie osuszanie północnej części rezerwatu. Ponadto w NW części rezerwatu znajduje się rurociąg drenarski dużej średnicy (20 – 30 cm). Prawdopodobnie został on wykonany przed II wojną światową dla przyszłej eksploatacji torfu. Możliwe, że połączony jest z siecią drenarską na obszarze rezerwatu, ponieważ obserwuje się duże przepływy wody w studziencie na tym rurociągu. Nie można też wykluczyć istnienia innych podobnych urządzeń w rezerwacie i jego okolicach. Porównując straty wody na odpływ rowami, depresję zakładu torfowego Budwity, odpływ rurociągami oraz ewapotranspirację w porównaniu do wysokości opadów stwierdzono ujemny bilans wodny tego obszaru. Zarówno niedobór wody jak i zmiany w jej rozrządzie powodują sukcesywną degradację torfowiska.

Podstawowym i niezbędnym celem budowy urządzeń małej retencji było zablokowanie i powstrzymanie odpływu wody. Dokonano tego przez budowę progów-bystrzoków na rowach A i B oraz zastawek na tych rowach oraz rowach bocznych. Rurociągi zablokowano ściankami szczelnymi. Obiekty małej retencji zlokalizowano na urządzeniach melioracji wodnych szczegółowych. W ramach projektu wykonano (rys. 10):

- 18 zastawek dębowych (w tym: 9 o szerokości 3 m i 9 o szerokości 6 m) o wysokości piętrzenia 0,2 - 0,7 m;
- 2 progi-bystrzoki o wysokości piętrzenia 0,6 - 0,7 m;
- 2 ścianki szczelne o długości 26 m, zabite na głębokość 5,0 m.

Schematy konstrukcyjne urządzeń pokazano na **rys. 14 - 19**.

Ze względu na brak zamknięć na przelewach, samoczynną pracę urządzeń oraz małe przepływy nie zainstalowano żadnych urządzeń pomiarowych związanych z gospodarowaniem wodą. Zasięg piętrzenia i powierzchnia oddziaływania ww. urządzeń hydrotechnicznych jest korzystna dla torfowiska i nie wykracza poza teren rezerwatu. Ocenia się, że powierzchnia oddziaływania przeprowadzonej

inwestycji wynosi ok. 29,90 ha. Praktycznie oddziaływanie sięgać będzie prawdopodobnie na większą powierzchnię z biegiem czasu, gdy torf będzie pęczniał pod wpływem spiętrzonych urządzeń wody.

6.1.3. Sołtysek

Jednym z podstawowych zagrożeń dla rezerwatu „Sołtysek” jest osuszanie torfowiska przez sieć rowów odwadniających. Kluczowym rowem odwadniającym torfowisko jest rów w jego południowej części, przebiegający przez grunty Nadleśnictwa Korpele oraz grunt Polskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków. Uwzględniając warunki terenowe, charakterystykę budowy geologicznej oraz warunki gruntowo-wodne zaprojektowane zostały następujące rodzaje urządzeń wodnych piętrzących:

- 11 progów piętrzących ze ścianką szczelną na głównych rowach odwadniających;
- 10 zastawek dębowych na bocznych rowach;
- 2 groble.

W ramach działań renaturyzacyjnych progi zlokalizowano na wylotach rowów, obrzeżach torfowiska oraz na wyniesieniach posiadających grunt mineralny. Groble zlokalizowane zostały w rozszerzeniach dolinowych.

W budowlach hydrotechnicznych (progi i zastawki) zastosowano elementy i parametry konstrukcyjne takie same jak w rezerwatach „Gązwa” i „Zielony Mechacz”. Wymienione wyżej urządzenia wykonano z miejscowych naturalnych materiałów wydatnie zwiększających możliwość retencjonowania wody w rowach oraz w profilu glebowym. Jest to niezbędne dla powstrzymania postępującej degradacji torfowiska i stworzenia optymalnych warunków dla m.in. chamedafne północnej *Chamaedaphne calyculata*.



Fot. 25. Widok na groblę z rurą umożliwiającą odpływ nadmiaru wody z torfowiska Sołtysek (listopad 2012)

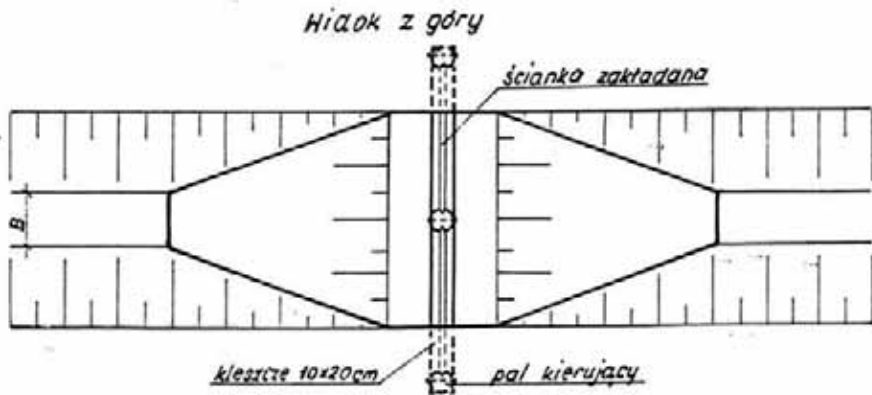
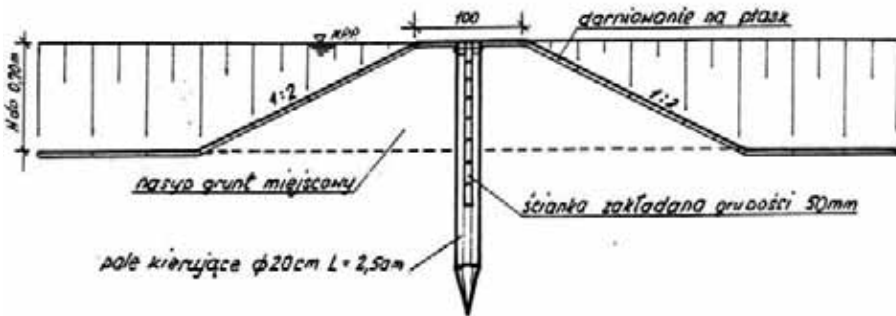
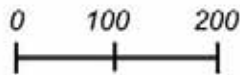
(fot. Katarzyna Glińska-Lewczuk).



Fot. 26. Widok na groblę po usunięciu rury. Widoczne wyraźne spiętrzenie wody powyżej grobli tj. od strony torfowiska Sołtysek (maj 2013)

(fot. Katarzyna Glińska-Lewczuk).

ZASTAWKA DĘBOWA

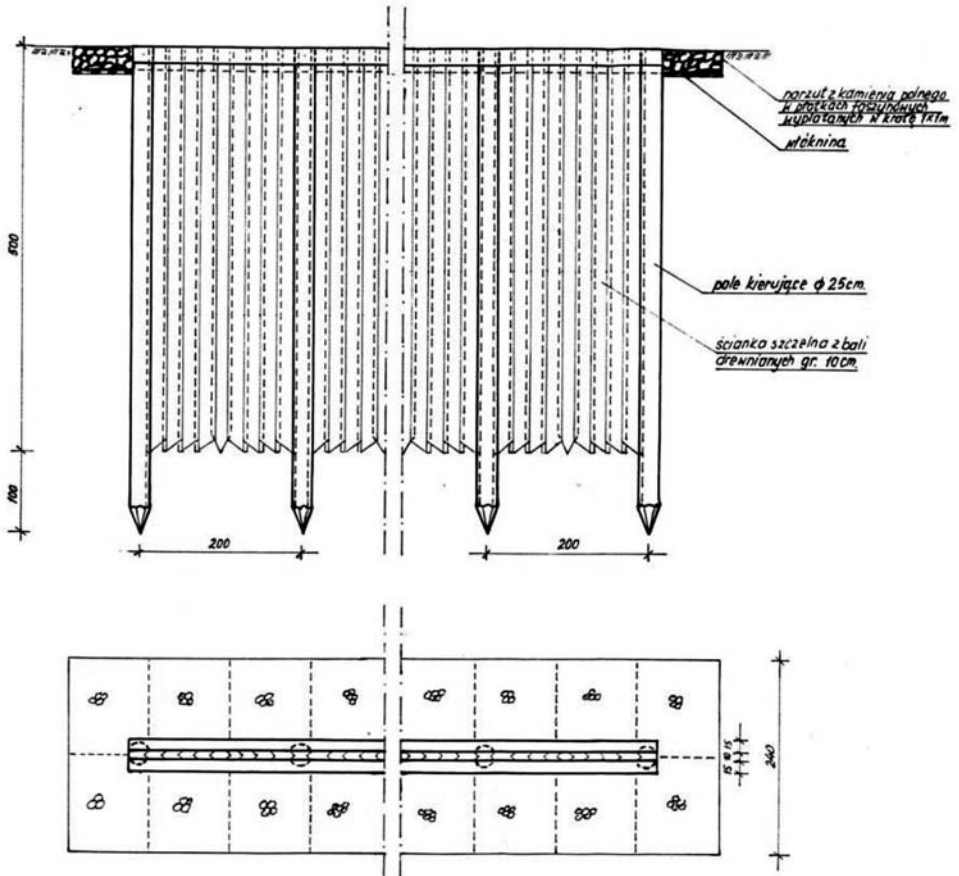
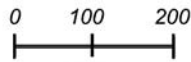


Rys. 14. Schemat zastawki dębowej wg projektu Włodzimierza Stepaniuka.



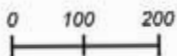
Rys. 15. Przekrój poprzeczny grobli ziemnej na rowie zbiorczym odprowadzającym wodę z torfowiska Sołtysek wg projektu Włodzimierza Stepaniuka.

ŚCIANKA SZCZELNA Z BALI DREWNIANYCH

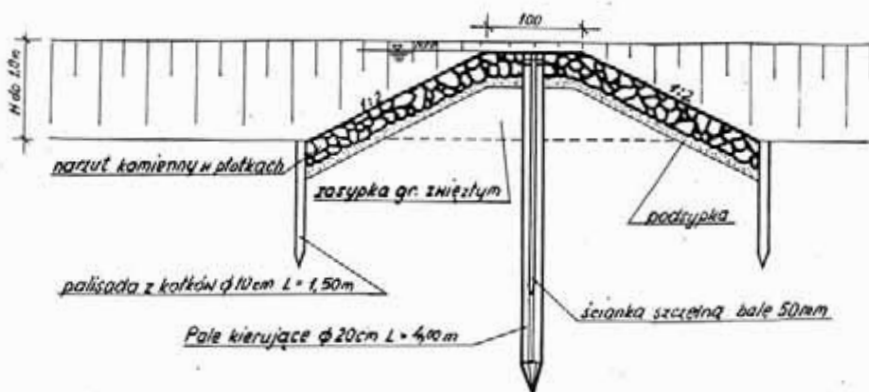


Rys. 16. Ścianka szczelna wykonana z bali drewnianych wg projektu Włodzimierza Stepaniuka.

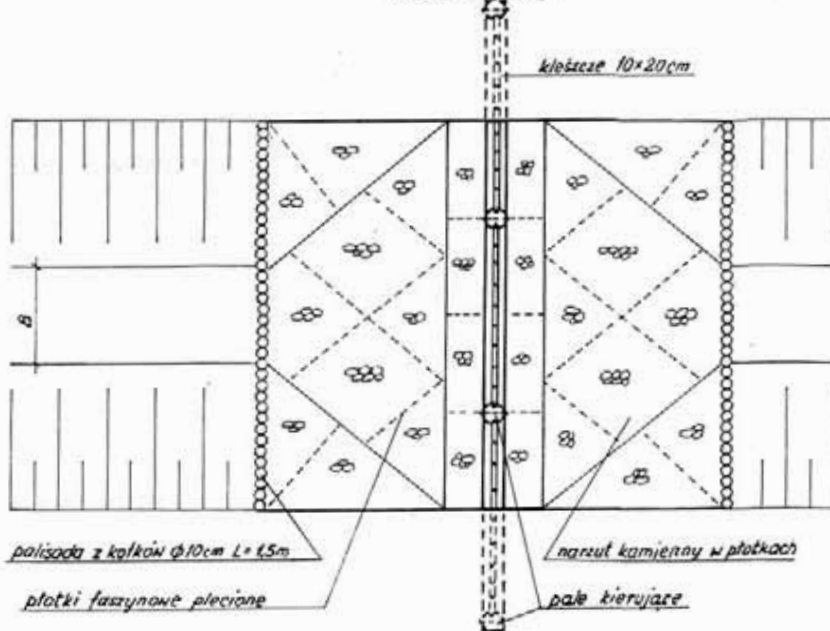
PRÓG ZE ŚCIANKĄ SZCZELNĄ



Przekrój



Widok z góry



Rys. 18. Próg ze ścianką szczelną wykonany na rowach torfowiska Sołtysek wg projektu Włodzimierza Stepaniuka.

7. Efekty renaturyzacji torfowisk

7.1. Metodyka badań

Uwzględniając wymogi ochrony roślinności charakterystycznej dla torfowisk wysokich, kluczowe zadanie całej inwestycji polegało na zachowaniu stabilnego, lecz podwyższonego poziomu wody gruntowej, który w odniesieniu do występujących zbiorowisk wodących (mszarów torfowych) powinien wynosić do 0,15 m p.p.t. Bezpośrednią metodą oceny funkcjonowania kompleksowego systemu obiektów zwiększających retencję torfowisk była obserwacja zmian warunków wilgotnościowych torfowisk w czasie rzeczywistym. W tym celu w latach 2011 - 2014 przeprowadzono wieloparametryczny monitoring stanu siedlisk zarówno przed, jak i po wykonaniu prac renaturyzacyjnych. Integralną częścią oceny skutków funkcjonowania urządzeń malej retencji była analiza porównawcza przestrzennego zróżnicowania warunków fitosocjologicznych, hydrologicznych i hydrochemicznych.

7. 1.1. Monitoring fitosocjologiczny siedlisk

W sezonie wegetacyjnym 2011 r. zostało wyznaczonych 12¹ powierzchni celem przeprowadzenia monitoringu fitosocjologicznego, hydrologicznego i hydrochemicznego w ramach niniejszego projektu. Ich lokalizacja została określona za pomocą odbiornika GPS (TOPCON GMS-2) współrzędnymi geograficznymi wg poniżej przedstawionego wykazu.

REZERWAT PRZYRODY „GAZWA”

- | | | | |
|----|---------------------|---------------|-------------|
| 1. | Powierzchnia 1 (G1) | - N53 52 31.3 | E21 12 48.5 |
| 2. | Powierzchnia 2 (G2) | - N53 52 29.7 | E21 13 50.0 |
| 3. | Powierzchnia 3 (G3) | - N53 52 32.0 | E21 14 11.1 |
| 4. | Powierzchnia 4 (G4) | - N53 51 58.2 | E21 13 31.8 |
| 5. | Powierzchnia 5 (G5) | - N53 52 02.5 | E21 13 22.4 |
| 6. | Powierzchnia 6 (G6) | - N53 52 07.6 | E21 13 44.4 |

¹ Dodatkowo, jedna powierzchnia (Z) została zlokalizowana na obszarze kopalni torfu „Budwity” w celu monitoringu fitosocjologicznego

REZERWAT PRZYRODY „ZIELONY MECHACZ”

1.	Powierzchnia 1 ²	- N53 54 36.9	E19 41 32.9
2.	Powierzchnia 2 (Z1)	- N53 54 35.0	E19 41 37.5
3.	Powierzchnia 3 (Z2)	- N53 54 25.7	E19 41 40.9
4.	Powierzchnia 4 (Z3)	- N53 54 20.1	E19 42 00.7

REZERWAT PRZYRODY „SOŁTYSEK”

1.	Powierzchnia 1 (S1)	- N53 36 09.8	E20 50 30.7
2.	Powierzchnia 2 (S2)	- N53 36 03.2	E20 50 22.7

Przy wyborze lokalizacji powierzchni monitoringowych kierowano się przede wszystkim potrzebą uzyskania danych, które byłyby reprezentatywne dla siedlisk cennych przyrodniczo oraz dla których wzrost uwilgotnienia ma priorytetowe znaczenie.

W związku z tym przy wyborze powierzchni monitoringowych brano pod uwagę przede wszystkim: zróżnicowanie fitocenotyczne obiektu, zróżnicowanie stopnia degradacji jego siedlisk, wielkość obiektu oraz przewidywany zasięg oraz stopień oddziaływania zmian, które mogą być efektem zaplanowanych działań. W efekcie, wyznaczone powierzchnie zostały zlokalizowane zarówno w miejscach, gdzie poszczególne ekosystemy torfowiskowe uległy silnej degradacji, jak również tam, gdzie zachowały się one w najbardziej pierwotnej formie.

Wyznaczone powierzchnie próbne dla celów monitoringu roślinności posiadają kształt czworokątów, których narożniki zostały w terenie utrwalone, w zależności od warunków terenowych, drewnianymi palikami lub oznaczonymi w postaci białych opasek na pniach drzew. Areał poszczególnych powierzchni monitoringowych został dostosowany do charakteru zbiorowiska roślinnego i zawiera się w przedziale od 40 m² do 200 m² (średnio około 100 m²). W bezpośrednim sąsiedztwie (nie więcej niż kilka metrów) od każdej z powierzchni monitoringowych zostały zainstalowane piezometry (montaż piezometrów został wyznaczony poza granicami powierzchni monitoringowych, aby ograniczyć wpływ monitorowanych zmian w strukturze roślinności). Na każdej z wyznaczonych powierzchni monitoringowych co roku latem wykonywano zdjęcia fitosocjologiczne zgodnie z powszechnie przyjętą metodą Braun-Blanquet'a.

Ze względu na przewidziany w projekcie krótki okres monitoringu, aby uzyskać większą „czułość” tej metody, zamiast powszechnie stosowa-

² Powierzchnia na obszarze Kopalni Budwity objęta monitoringiem fitosocjologicznym

nej 6-cio stopniowej skali pokrycia zastosowano skalę 16-to stopniową. W zastosowanej metodyce przyjęto określanie stopnia pokrycia poszczególnych gatunków roślin w przedziale od 0 do 10%, co jeden punkt procentowy, natomiast powyżej 10% pokrycia co 10 punktów procentowych.

Mając jednak na uwadze fakt, że nawet ta modyfikacja oceny stanu roślinności może okazać się niewystarczająca w tak krótkim okresie czasu, zdecydowano się na wykonanie dodatkowych powierzchni, na których możliwa byłaby jeszcze bardziej precyzyjna ocena stanu pokrycia roślinności. W związku z powyższym, w obrębie każdej z wyznaczonych podstawowych powierzchni próbnych wyznaczono po 1 „mini” powierzchni monitoringowych o wielkości 1m², na których, zgodnie ww. metodyką zostały również wykonane zdjęcia fitosocjologiczne.

W związku z powyższym dla oceny pokrycia dla poszczególnych gatunków roślin w zdjęciach fitosocjologicznych przyjęto następujące wskaźniki skali ilościowości:

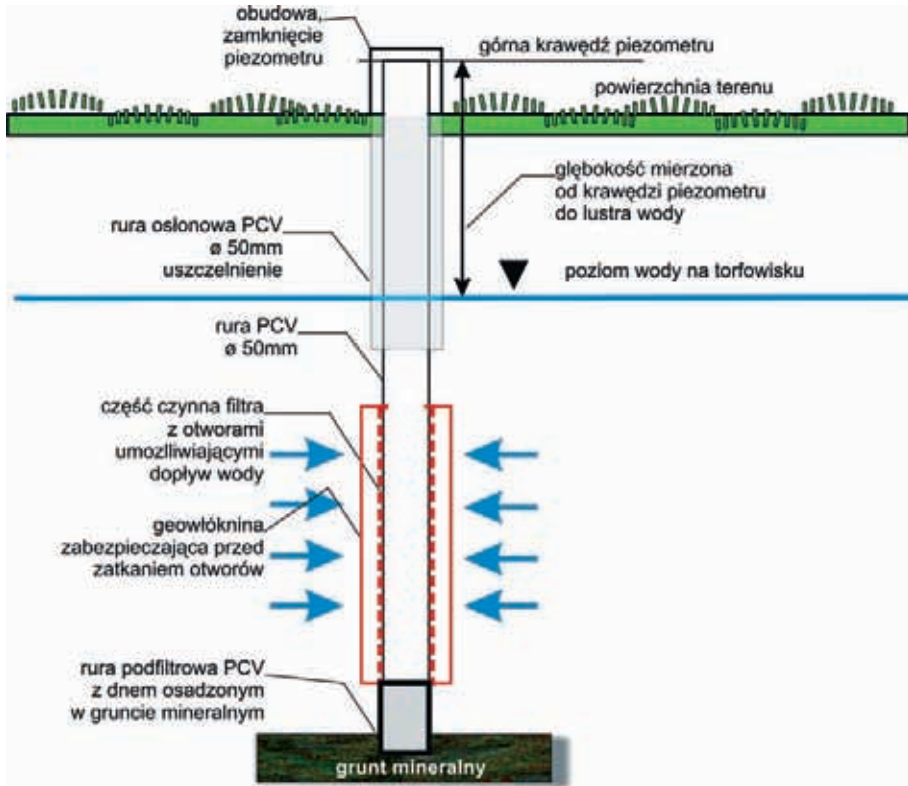
+ < 1%,	1 - 1%,
2 - 2%,	3 - 3%,
4 - 4%,	5 - 5%,
10 – od 6% do 10%,	20 – od 11% do 20%,
30 – od 21% do 30%,	40 – od 31% do 40%,
50 – od 41% do 50%,	60 – od 51% do 60%,
70 – od 61% do 70%,	80 – od 71% do 80%,
90 – od 81% do 90%,	100- od 91 do 100%.

Badania dendrologiczne

W roku 2014 r. na 3 powierzchniach (2 na Gązwie i 1 na Zielonym Mechaczu), o charakterze torfowiska wysokiego (*Ledo-Sphagnetum*) i bezpośrednio ich sąsiedztwie zostało wytypowanych do obserwacji dendrometrycznych 13 sosen w wieku 20-30 lat, których wysokość wynosiła od 2,5 m do 4,5 m, a obwód pni (mierzony na wysokości 130 cm) od 6 cm do 15 cm. Sosny te zostały trwale oznaczone w celu możliwości ich identyfikacji w następnych latach. Na przełomie września i października 2014 r. dokonano pomiarów ostatnich 11-14 (wszystkich możliwych do wyróżnienia) przyrostów rocznych tych sosen na długość w celu oceny dynamiki ich wzrostu w poszczególnych latach.

7.1.2. Monitoring hydrologiczny

Monitoring hydrologiczny prowadzono od lata 2011 r. do jesieni 2014 r. W odległości ok. 10 m od każdej z 11 powierzchni próbnych założonych w celu obserwacji zmian w zespołach roślinnych i składzie gatunkowym flory, zlokalizowano studzienki obserwacyjne stanów wód gruntowych, czyli piezometry (rys. 20).



Rys. 20. Schemat budowy piezometru – studzienki rewizyjnej do obserwacji stanów wody gruntowej.

Piezometry zbudowano z rurek PCV o średnicy 5 cm, z perforacją w dolnej części, która ułatwia dostęp wodzie. Perforowana część pokryta geowłókniną zabezpiecza otworki w rurze przez zapchanie.

Każdy piezometr został umieszczony w złożu torfowym lub ple pionowo, do głębokości zazwyczaj 5 – 6 m, a nawet 8 m, aby rura podfiltrowa osadzona została w sposób trwały w gruncie mineralnym. Brak spełnienia

tego warunku uniemożliwia bowiem wykonanie prawidłowych pomiarów, z uwagi na możliwość wypchania piezometru przez pło torfowe podczas przyboru wody. Każdy piezometr został zaniwelowany przez uprawnionego geodetę, aby uzyskać współrzędne geograficzne i rzędną położenia wody w torfowisku (**Tabela 1**).

Tabela 1. Wykaz piezometrów na obszarze rezerwatów.

<u>Gązwa</u>	Współrzędne		Rzędna m n. p.m.	
	Szerokość geograficzna	Długość geograficzna	zamknięcie piezometru	teren przy piezometrze
Piezometr 1 (G1)	N53 52 31.1	E21 12 48.6	153,75	153,30
Piezometr 2 (G2)	N53 52 29.4	E21 13 50.0	153,60	153,45
Piezometr 3 (G3)	N53 52 31.6	E21 14 11.2	152,88	153,78
Piezometr 4 (G4)	N53 51 58.1	E21 13 31.3	153,77	153,70
Piezometr 5 (G5)	N53 52 02.6	E21 13 22.2	154,25	154,15
Piezometr 6 (G6)	N53 52 07.4	E21 13 44.5	153,12	154,00

<u>Zielony Mechacz</u>	Współrzędne		Rzędna m n. p.m.	
	Szerokość geograficzna	Długość geograficzna	zamknięcie piezometru	teren przy piezometrze
Piezometr 1 (Z1)	N53 54 35.0	E19 41 37.5	116,50	116,39
Piezometr 2 (Z2)	N53 54 25.7	E19 41 40.9	117,00	116,90
Piezometr 3 (Z3)	N53 54 20.1	E19 42 00.7	116,30	116,22

<u>Sołtysek</u>	Współrzędne		Rzędna m n. p.m.	
	Szerokość geograficzna	Długość geograficzna	zamknięcie piezometru	teren przy piezometrze
Piezometr 1 (S1)	N53 36 09.8	E20 50 30.7	136,25/ 136,85*	136,09/ 136,69*
Piezometr 2 (S2)	N53 36 03.2	E20 50 22.7	136,85	136,85

*) - zmiana rzędnej wywołana wypchnięciem piezometru wskutek podniesienia się pła torfowego

W celu automatycznego pomiaru głębokości lustra wody wykorzystano elektroniczne urządzenie pomiarowe – Mini-Diver®, model DI501 (rys. 21). Urządzenie tego typu służy do rejestracji temperatury (w zakresie od -20 do $+80^{\circ}\text{C}$ – z dokładnością do $0,1^{\circ}\text{C}$) oraz ciśnienia wody gruntowej. W trzech z 11 piezometrów umieszczono Mini-Divery, po jednym w każdym z trzech rezerwatów. Mini-Diver został umieszczony w piezometrze, tak aby uchwycić zróżnicowane stany wody w okresie obserwacji, oraz na tyle głęboko aby uniknąć ewentualnego zamarznięcia (ok. 1,5 - 2,0 m p.p.t). Mini-Divery rejestrowały stany wody z dokładnością do 1 cm co godzinę. Zaletą ww urządzeń jest jednoczesny pomiar temperatury wody.



Rys. 21. DT Mini-Diver z czytnikiem danych.

Mini-Diver, model DI501, charakteryzuje się stosunkowo niewielkimi wymiarami (długość 90 mm), cylindrycznym kształtem (średnica 22 mm) oraz wagą nieprzekraczającą 70 g. Obudowa tego typu urządzenia jest wykonana ze stali nierdzewnej w celu zapewnienia odporności na korozję. Jedyny wyjątek stanowi niewielki zaczep umożliwiający podwieszenie urządzenia umieszczonego w piezometrze na stalowej linie). Dzięki wbudowanemu czujnikowi półprzewodnikowemu urządzenie rejestruje temperaturę. Pomiar ciśnienia wody odbywa się dzięki wbudowanemu sensorowi wykonanemu z tlenku glinu Al_2O_3 .

Niezależnie od automatycznej rejestracji stanów wód przez data-logery, dokonywano odczytów stanów wód we wszystkich piezometrach, zazwyczaj z częstotliwością raz w miesiącu za pomocą gwizdka hydrometrycznego (Eijkelkamp, Holandia).

Poza stanami wody w piezometrach, dokonywano pomiaru **przepływu (Q)** w rowach i strumieniach odwadniających badane torfowiska. Pomiar natężenia przepływu wykonywano za pomocą standardowej metody wykorzystującej zależność:

$$Q = Fv,$$

gdzie:

Q - natężenie przepływu (l/s);

F - przekrój poprzeczny koryta (m²);

v - prędkość wody w korycie rzecznym (m/s).

Przepływ Q obliczono wykorzystując powszechnie w hydrologii stosowaną formułę, gdzie przepływ jest iloczynem prędkości wody w korycie i powierzchni przekroju poprzecznego koryta (BYCZKOWSKI 1999). Pomiary prędkości punktowej wykonano za pomocą elektromagnetycznego miernika prędkości przepływu firmy *Valeport* (Wielka Brytania). Pole powierzchni przekroju koryta cieku mierzono łata mierniczą z dokładnością do 1 cm.

Wilgotność gruntu określana jest chwilową zawartością wody w gruncie w wagowych bądź objętościowych procentach w stosunku do gleby wysuszonej w temperaturze 105°C (SZYMAŃSKI 2007). Wilgotność gleby jest jednym z ważniejszych parametrów fizycznych, która ma decydujący wpływ na wzrost roślin.

Próbki torfu pobierano do badań laboratoryjnych w sąsiedztwie każdego piezometru tj. przy każdej z reprezentatywnych powierzchni testowych. Pojedynczą próbkę tworzyła wspólna próba złożona z 3 mniejszych próbek pobieranych z głębokości 0 - 15 cm p.p.t.

Wilgotność torfu określono w oparciu zasadę, wg której ilość wody możliwa jest do usunięcia przy suszeniu próbki w temperaturze 105 do 110°C bez możliwości zachodzenia zmian chemicznych w badanym materiale. Wilgotność wyrażono stosunkiem ilości wody usuniętej w procesie suszenia do całkowitej masy gleby suchej.

$$w = \frac{m_m - m_s}{m_s} \cdot 100\% w$$

gdzie:

w – wilgotność gleby, (%);

m_s – masa wysuszonej gleby, (kg);

m_m – masa gleby wilgotnej, (kg)

7.1.3. Monitoring hydrochemiczny

Pomiary właściwości cech fizykochemicznych wody badano w terenie co miesiąc za pomocą wieloparametrycznej sondy YSI Professional Plus. Za pomocą tego urządzenia, po uprzedniej jego kalibracji, bezpośrednio w terenie wykonywano pomiary temperatury (°C), przewodności elektrolitycznej właściwej (EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$) i odczynu pH.

Próbki wody do analiz laboratoryjnych pobierano co kwartał z 11 punktów pomiarowych (6 z Gązwy, 3 z Zielonego Mechacza i 2 z Sołtyska). W pobranych próbkach wody oznaczono laboratoryjnie powszechnie uznanymi metodami (HERMANOWICZ I IN. 1999) następujące wskaźniki: N-NH₄ metodą Nesslera, N-NO₂ kolorymetrycznie z kwasem sulfanilowym, N-NO₃ kolorymetrycznie z kwasem dwusulfofenolowym, Pog i P-PO₄ kolorymetrycznie z molibdenianem amonu i chlorkiem cynawym.

Prace analityczne obejmowały opracowanie wyników pomiarów terenowych, laboratoryjne analizy jakości pobranych próbek wody, interpretację uzyskanych wyników.

Ponadto, w ramach prac nad monitoringiem torfowisk przygotowano materiały wyjściowe do stworzenia map tematycznych i zestawień hydrologicznych zawartych w pakiecie w ArcGIS 10.0.

7.2. Wyniki monitoringu hydrologicznego, hydrochemicznego i fitosocjologicznego

7.2.1. Gązwa

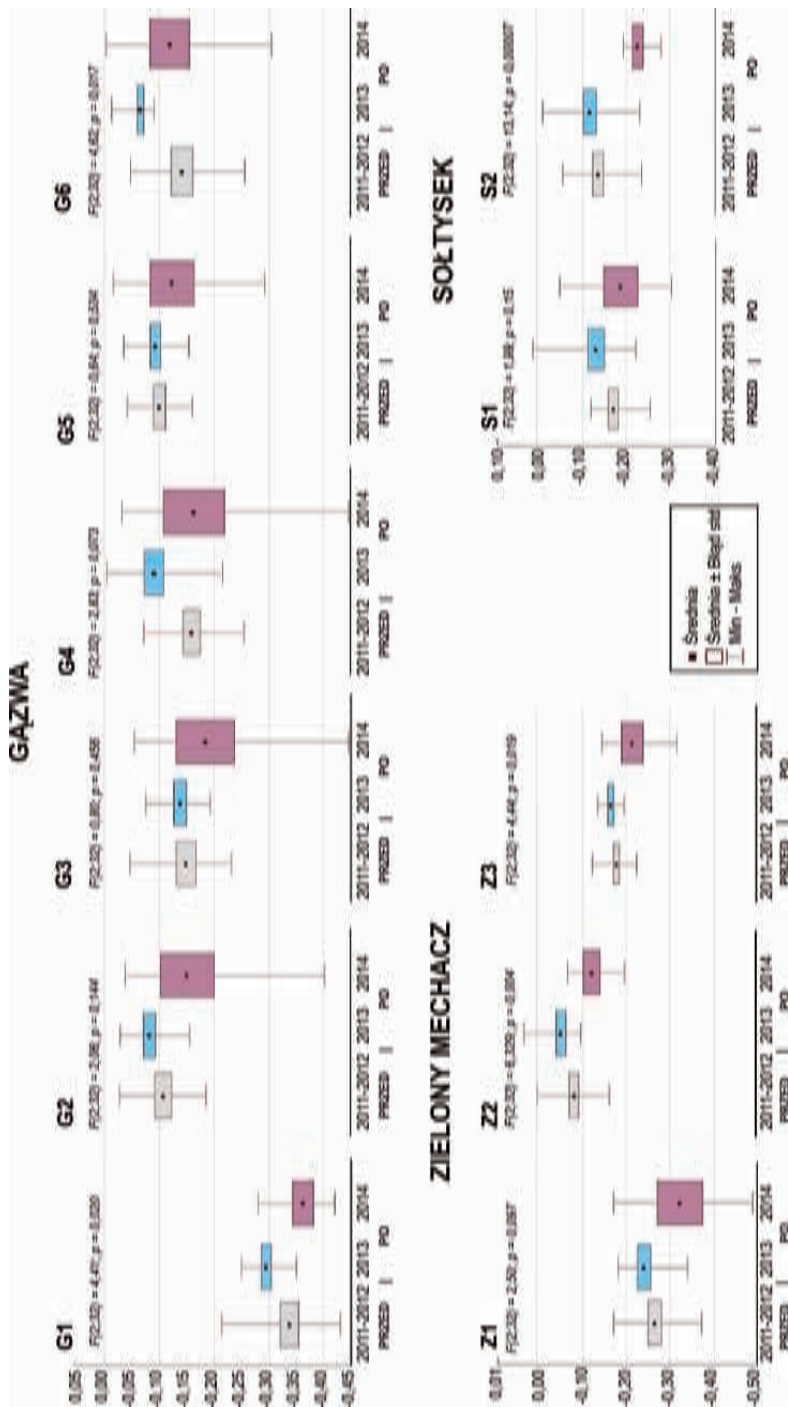
Zmiany zasobów wodnych i wilgotności wierzchniej warstwy torfu

Stany wody

Rozległy obszar rezerwatu „Gązwa” charakteryzuje zróżnicowana dynamika wahań zwierciadła wody gruntowej (rys. 22) wynikająca ze specyfiki przebiegu warunków klimatycznych: opadów będących głównym źródłem zasilania oraz charakterystyk wpływających na ewapotranspirację, czyli głównie wilgotność i temperaturę powietrza. Okresem o najniższych stanach wody była jesień i wczesna zima, najwyższe stany wody pojawiały się czasie wilgotnego i chłodnego lata.

Średnia głębokość zalegania zwierciadła wód na obszarze rezerwatu „Gązwa” przed wykonaniem urządzeń małej retencji wahała się od -0,34 m pod powierzchnią terenu (p.p.t.) w G1 do -0,10 m pod powierzchnią terenu w rejonie torfowiska wysokiego G2 i G5 (rys. 22). W okresie funkcjonowania urządzeń tj. od zimy 2012 r. do jesieni 2014 r. średni poziom wody (uwzględniając suchy rok 2014) nie zmienił się na trzech obiektach (G2, G3 i G5), natomiast podniósł się o 0,06 m na stanowisku G6, o 0,04 m na stanowisku G4 oraz o 0,02 m na stanowisku G1. Największe wahania zwierciadła wody w całym okresie obserwacji odnotowano na obszarze boru bagiennego w piezometrze G4, które wynosiły 46 cm i 31 cm w G6. Najbardziej stabilne lustro wody cechowało siedlisko torfowe na stanowisku G5.

W okresie od zakończenia prac budowlanych, skutki funkcjonowania urządzeń małej retencji analizowano w okresie 2 lat o różnych charakterystykach hydrologicznych: 2013 – był rokiem wilgotnym, natomiast rok 2014 był rokiem suchym. Efektywność urządzeń w odniesieniu do obu lat wykazała istotne różnice.

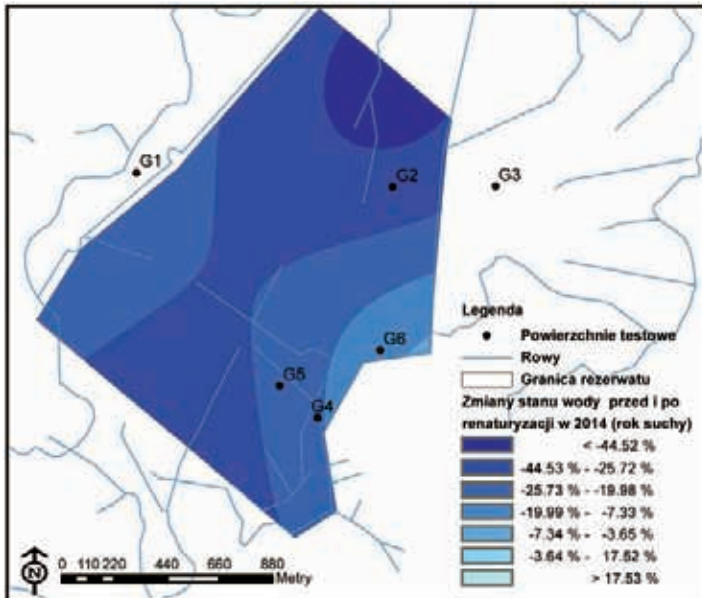
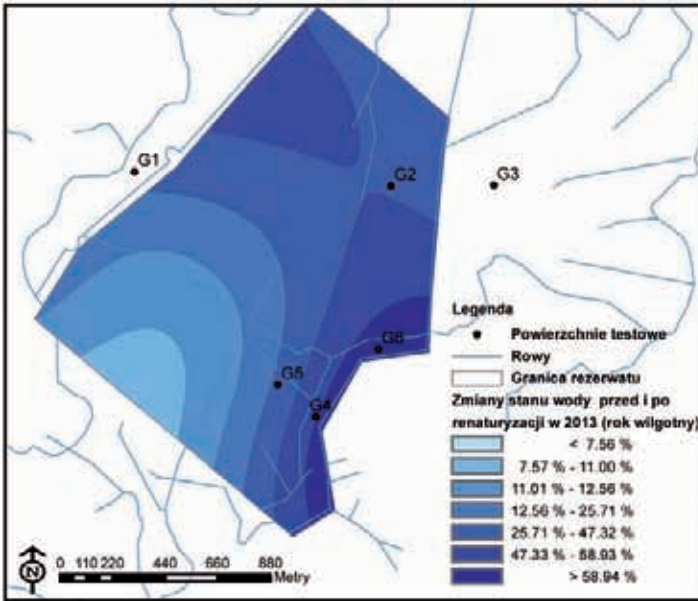


Rys. 22. Zmiany wysokości położenia zwierciadła wody na powierzchniach testowych na obszarach badanych rezerwatów: „Gazwa”, „Zielony Mechacz” i „Sołtysek”.

Analiza porównawcza stanów wód przed i po wykonaniu urządzeń hydrotechnicznych wskazuje, że w roku wilgotnym (2013) w każdym z piezometrów w rezerwacie „Gązwa“ zwierciadło wód gruntowych układało się wyżej średnio o od 0,05 m (G5) do 0,14 m (G6) niż w okresie poprzedzającym budowę urządzeń małej retencji (rys. 22). Trzy spośród sześciu zainstalowanych piezometrów utrzymywały istotnie wyższy stan wód w 2013 r. Były to stanowiska: G1, G4 oraz G6.

Suchy rok 2014, poprzedzony okresem zimowym ubogim w zasoby wilgoci ze śniegu, cechował deficyt wodny w skali nie tylko regionalnej, ale i krajowej. Sumaryczny opad w okresie I – X 2014 wyniósł zaledwie 375 mm, podczas gdy w analogicznym okresie w roku 2013 wynosił 541 mm, a w 2012 aż 564 mm. Pomimo, że na tle roku 2011 odnotowano niewielki średni wzrost zwierciadła wody od 0,01 (G1) do 0,09 m (G6), analiza hydrologiczna wykazała stopniowe wyczerpywanie się zasobów wodnych w złożu od późnej wiosny do jesieni.

Aby zwizualizować różnice w rozkładzie przestrzennym zmian wysokości zwierciadła wody względem roku 2011, sporządzono dwie mapy (rys. 23) zmian stanów wody: 2011- 2013 (wilgotny) i 2011-2014 (suchy). Porównanie obu map wykazało, że w roku wilgotnym północna i środkowa część rezerwatu (torfowisko wysokie) wykazała wzrost stanów wody o ok. 50%, a w roku suchym największe obniżenie się stanów wody o 44% w stosunku do roku 2011, podczas gdy część południowo-wschodnia o ok. 7-12%. W okresie suchego półrocza letniego w 2014 r. południowo-wschodnia część rezerwatu wzdłuż rowu opaskowego (bór bagienny G4, G6) zareagowała najmniejszym spadkiem zwierciadła wody (-10% – -20%) w porównaniu do roku 2011.



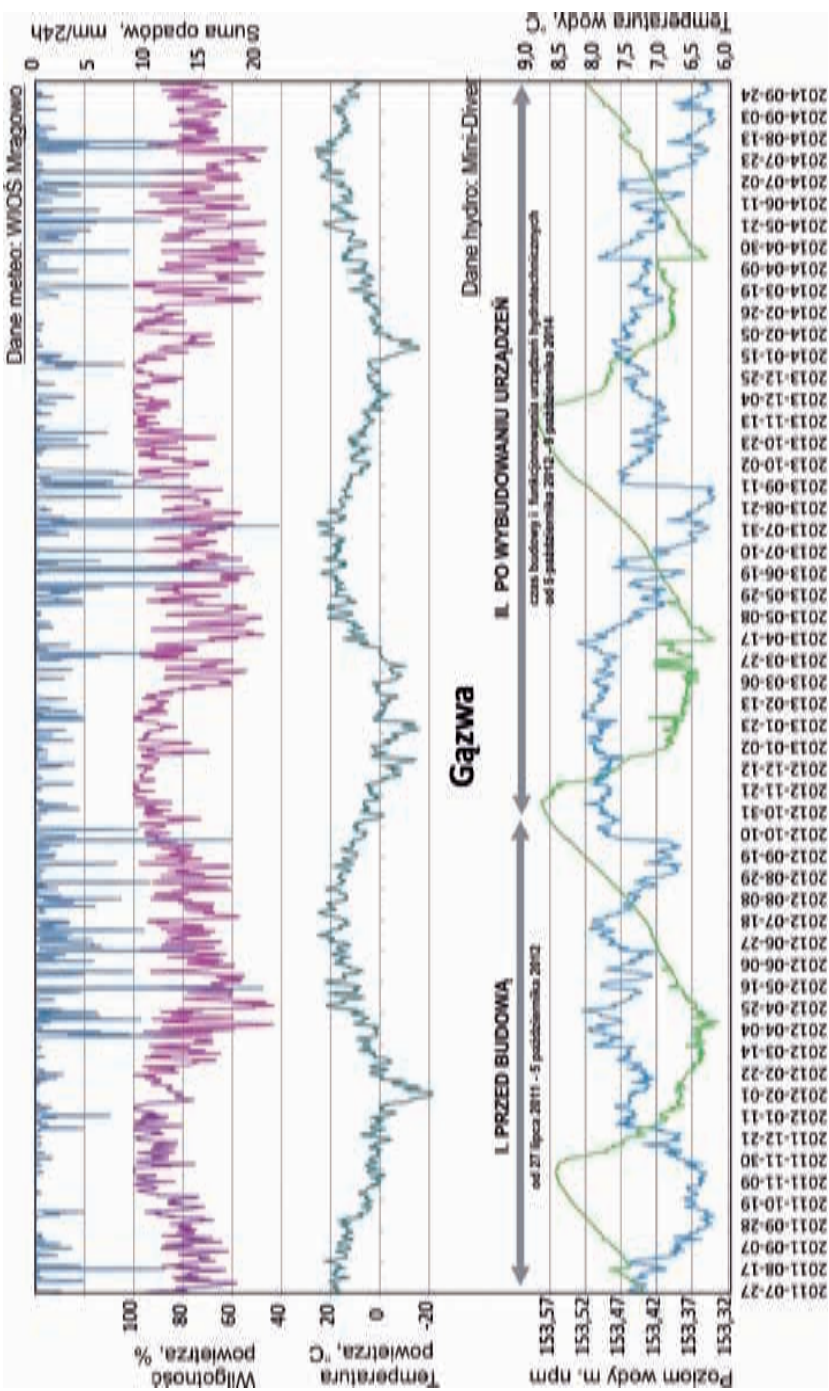
Rys. 23. Zmiany poziomu wody w rezerwacie „Gązwa” (%) pomiędzy okresem przed wykonaniem urządzeń małej retencji jesienią 2011, a okresem jesiennym 2013 tj. po wykonaniu ww. urządzeń (u góry) oraz okresem jesiennym 2014 (u dołu). Lata 2012 i 2013 były wilgotne a rok 2014 był rokiem suchym.

Ciągła rejestracja stanów wody w piezometrze G2 potwierdziła silne uzależnienie stanów wody gruntowej na torfowisku wysokim od parametrów meteorologicznych (rys. 24-25). Przy temperaturze powyżej 20 °C oraz długotrwałym okresie bezopadowym, zasoby wilgoci ulegają ewapotranspiracji, czego efektem jest zazwyczaj wyraźny spadek stanów wód. W 2014 roku opady o 30% niższe niż w roku poprzednim (2013 r.) spowodowały utrzymywanie się letnich niżówek w całym regionie. Z tego powodu brak wody w systemie uniemożliwił utrzymanie optymalnych stanów wody na torfowisku (czyli ok. 0,15 m p.p.t.). Po długim okresie bezopadowym, w październiku 2014 r. zwierciadło wody na G2 znajdowało się aż 0,4 m od powierzchni.

W oparciu o niemal 4-letni ciąg rejestracji danych wykazano specyficzny reżim hydrologiczno-termiczny na torfowisku. Najzasobniejsze w wodę i stabilne stany wody utrzymywały się półroczu zimowym 2012/2013, tj. tuż po wykonaniu urządzeń małej retencji (rys. 24). Największe deficyty wodne pojawiały się późnym latem i wczesną jesienią.

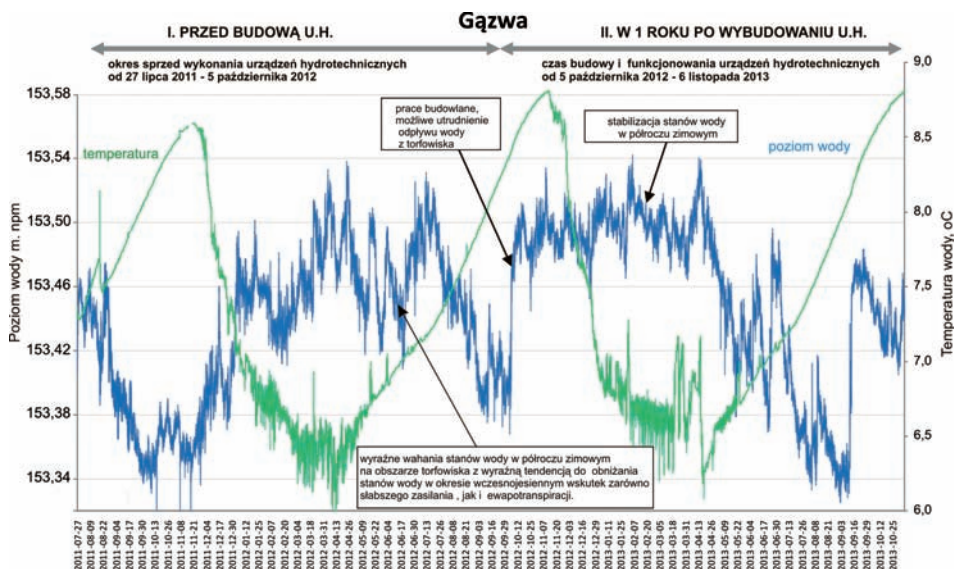


Fot. 27. Pomiary hydrochemiczne w rezerwacie „Zielony Mechacz” podczas jesiennej kampanii pomiarowej (fot. Jerzy Łażniewski).



Rys. 24. Hydrogram stanów wód i temperatur wód w okresie 27 lipca 2011 r. – 30 września 2014 r. zarejestrowanych automatycznie w piezometrze G2 na tle sytuacji meteorologicznej (opady, wilgotność powietrza, temperatura powietrza).





Rys. 25. Hydrogram stanów wód w okresie 27 lipca 2011 r. – 6 listopada 2013 r. w piezometrze G2 wykonany na podstawie automatycznej rejestracji danych przez Mini-Diver. Wykres przedstawia również przebieg temperatury wody (zielona linia). Pomiar wykonywany co godzinę.



Fot. 28. Odczyt danych z MINI-Divera

(fot. Paweł Burandt).

Odptyw powierzchniowy

Zasoby rezerwatu „Gązwa” wyrażone średnim odptywem jednostkowym z okresu przed wykonaniem urządzeń hydrotechnicznych tj. od czerwca 2011 r. do listopada 2012 r. wynosiły $q = 2,24 \text{ l/skm}^2$ (dla przepływu średniego rocznego $SQ = 27,18 \text{ l/s}$), co odpowiada wskaźnikowi odptywu $H = 41 \text{ mm}$ (Tabela 2). Na tle regionu wskaźnik ten jest bardzo niski, aczkolwiek reprezentatywny dla obszarów torfowisk z dużym udziałem ewapotranspiracji w bilansie wodnym obszaru. Zarówno wielkość ewapotranspiracji, jak i odptywu powierzchniowego w ciągu roku są nierównomierne i negatywnie skorelowane. Uwarunkowane są sytuacją termiczno-opadową. Zazwyczaj odptyw jest zintensyfikowany podczas wiosennych roztopów (często przy zamarzniętej powierzchni torfowiska), a także wskutek intensywnych opadów w okresie jesiennym, przy obniżonej możliwości parowania.

Na podstawie pomiarów hydrometrycznych wokół Gązwy wykonanych na sieci obserwacyjnej złożonej z 10 przekrojów hydrometrycznych na rowach odwadniających rezerwat (rys. 5) stwierdzono znaczne zróżnicowanie odptywu wody z obszaru torfowiska zarówno przed, jak i po wykonaniu urządzeń melioracyjnych (Tabela 2). Skomplikowany układ sieci rowów melioracyjnych, często powiązanych ze sobą hydraulicznie, zapewnia swobodną migrację wody i względną stabilizację wilgoci na badanym obszarze.

Odptyw z rezerwatu „Gązwa” odbywa się w dwóch zasadniczych kierunkach. W kierunku północno-wschodnim przez Dopływ spod Stamy odptyw mierzono w przekroju zbiorczym Q7, gdzie wynosił średnio $22,12 \text{ l/s}$, co w przypadku odwadniania zlewni o powierzchni $10,5 \text{ km}^2$ daje wskaźnik odptywu na poziomie 66 mm ($q = 2,11 \text{ l/s km}^2$). Wartość ta wskazuje na znaczący udział retencji, parowania i odptywu podziemnego (czyli tzw. strat wody) w bilansie wodnym obszaru. Drugi obszar odwadniania obejmuje południową część rezerwatu i odprowadza wodę przez rów zbiorczy zamknięty przekrojem w Q11 (rys. 6). Rowy odwadniające torfowisko w kierunku południowym z powierzchni zlewni $1,09 \text{ km}^2$ zamkniętej Q11 dawały sumaryczny średni przepływ ok. $5,06 \text{ l/s}$, co stanowiło średni odptyw jednostkowy dwukrotnie większy w porównaniu do części północnej ($q = 4,60 \text{ l/s km}^2$). Wyniki pomiarów na poszczególnych stanowiskach były jednak mocno zróżnicowane i kształtowały się w zakresie od 0 do 48 l/s .

Jak wspomniano wcześniej, sumaryczny przepływ z przekroju Q7 na północy i Q11 na południu torfowiska, należy traktować jako bezpośrednią miarę zasobności wód rezerwatu „Gązwa” w wodę. Wynosił on przed wykonaniem zabiegów hydrotechnicznych 27,18 l/s (**Tabela 2**). Warstwa wody odprowadzana rocznie z obszaru odwadnianego rowami wynosiła średnio 41 mm. Jest to wartość, którą potwierdziły także wyniki obliczeń wzorami empirycznymi. Roczne zasoby Gązwy mierzone wielkością odpływu powierzchniowego oceniono na 0,86 mln m³/rok. Należałoby je uznać więc za stratę, która powinna być zatrzymana na obszarze rezerwatu by zasilić znajdujące się tam siedliska.

Wśród rowów, które w znaczący sposób przyczyniły się do odpływu wody zanim zabudowano je systemem blokad (poza rowami zbiorczymi) należały rowy, których odpływ mierzono w punktach Q3 (16,15 l/s) i Q6 (10,74 l/s). Z drugiej strony funkcjonowały obiekty, które nie prowadziły wody zarówno przed jak i po wykonaniu urządzeń (Q4).

Tabela 2. Zasoby wodne na obszarze rezerwatu przyrody „Gązwa” i w jego sąsiedztwie, w okresie przed (lipiec 2011 r. – październik 2012 r.) oraz po wykonaniu urządzeń małej retencji (marzec 2013 r. – marzec 2014 r.)

Przekrój pomiarowy (lokalizacja – patrz rys. 6)	Przed - Po	Powierzchnia zlewni A km ²	Przepływ średni Q l/s	Odpływ jednostkowy q l/s.km ²	Objętość odpływu V m ³ /rok	Wskaźnik odpływu H mm
Q7-odpływ na NE (Q6+Q5+Q4+Q2+ Q1)	przed	10,50	22,12	2,11	697 607	66
	po		4,45	0,42	140367	13
Q11-odpływ na S (Q8+Q9+ Q10)	przed	1,09	5,06	4,60	159 687	15
	po		0,67	0,61	21066	2
suma/ średnia	przed	11,59	27,18	2,34	857 294	41
	po		5,12	0,44	161 433	8

Funkcjonowanie urządzeń małej retencji spowodowało istotne zmniejszenie (2013) i zanik (2014) odpływu powierzchniowego z rezerwatu

„Gązwa”. W roku wilgotnym (2013) po wykonaniu inwestycji, średnia wartość odpływu powierzchniowego rowami Q7 i Q11 uległa wyraźnemu zmniejszeniu z 27,18 do 5,12 l/s, czyli ponad pięciokrotnie (**Tabela 2**). Odpływ jednostkowy q (l/s·km²) zmniejszył się średnio z 2,34 do 0,44 l/s·km², natomiast wskaźnik odpływu H zmniejszył się do 8 mm (**fot. 29**).



Fot. 29. Odpływ z południowej części rezerwatu przekrój pomiarowy Q8 w miejscu proggu piętrzącego nr 17 (patrz rys. 13) *(fot. Paweł Burandt)*.

Wstępna analiza sytuacji hydrologicznej w roku wilgotnym wskazuje, że przeprowadzone zabiegi hydrotechniczne przyczyniły się do zwiększenia retencji wody w torfowisku aż o 80% czyli do 0,16 mln m³/rok.

Należy zaznaczyć, że pomimo wykonania urządzeń małej retencji, sytuacja meteorologiczna w roku 2014 (deficyt opadów, wysoka temperatura, intensywne parowanie) spowodowała nie tylko obniżenie stanów wody i zmniejszenie uwodnienia wierzchniej warstwy torfu, ale także całkowite ustanie odpływu powierzchniowego rowami z obszaru rezerwatu (**fot. 30**).



Fot. 30a i 30b. Odpływ z rezerwatu w 2012 r.(a) i zanik odpływu (b) rowem z południowej części rezerwatu w październiku 2014 r. (fot. Paweł Burandt).

Wilgotność torfu

Uwilgotnienie akrotelmu wykazało związek z pionowym ruchem wody w złożu torfowym i wynosiło średnio od ok. 73% do 97% w okresie przed wykonaniem działań technicznych, które w roku 2013, czyli po wykonaniu prac renaturyzacyjnych, osiągnęło optymalne warunki wilgotnościowe tj. >85% na wszystkich powierzchniach testowych (Tabela 3). Deficyt wodny pogłębiający się od wiosny do jesieni 2014 roku uniemożliwił osiągnięcie optymalnego stanu uwilgotnienia na żadnej z badanych powierzchni. Już maju 2014 r. stwierdzono silny spadek uwodnienia torfu do 64%, głównie w strefie boru bagiennego po wschodniej stronie rezerwatu (G3, G6) oraz na torfowisku wysokim (G5). W tym samym czasie największe uwodnienie, zbliżone do optymalnego czyli 82%, utrzymywało się w rejonie kopuły torfowiska wysokiego przy stanowisku G2.

W lipcu 2014 roku pogłębiony deficyt wilgoci odnotowano na wszystkich siedliskach, przy czym największe przesuszenie stwierdzono na torfowisku wysokim G5 (57%). Na stanowisku G2 wilgotność torfu obniżyła się do 65%. Największą wilgotność utrzymywał w tym czasie torf w rejo-

Tabela 3. Zmiany uwodnienia wierzchniej warstwy torfu na powierzchniach testowych rezerwatu „Gązwa” w okresie przed wykonaniem prac renaturyzacyjnych (2012) oraz po ich wykonaniu (2013 i 2014). W tabeli podano wartości średnie roczne. Gwiazdką oznaczono wartości optymalnego uwilgotnienia. Przyjęto, za GOTKIEWICZEM (1983) 85% uwilgotnienia torfu jako wartość graniczną inicjującą procesy murszenia.

Powierzchnia testowa	przed renaturyzacją	po renaturyzacji	
	2012 rok wilgotny	2013 rok wilgotny	2014 rok suchy
G1	97,3*	96,8*	82,0
G2	86,5*	94,0*	79,6
G3	77,1	89,5*	70,6
G4	75,1	88,4*	75,7
G5	72,8	92,1*	72,1
G6	78,8	90,3*	70,1

nie G1 (75%). Niewielka dostawa wilgoci, a przede wszystkim zmniejszenie strat wody na ewapotranspirację spowodowały, że w październiku 2014 roku zasoby wilgoci istotnie wzrosły na 4 stanowiskach (G1, G2, G3 i G5) osiągając 86-91%. Wówczas jedynie w rejonie sosnowego boru bagienego (G4 i G6) wierzchnia warstwa torfu osiągnęła ok. 81% wilgotności.

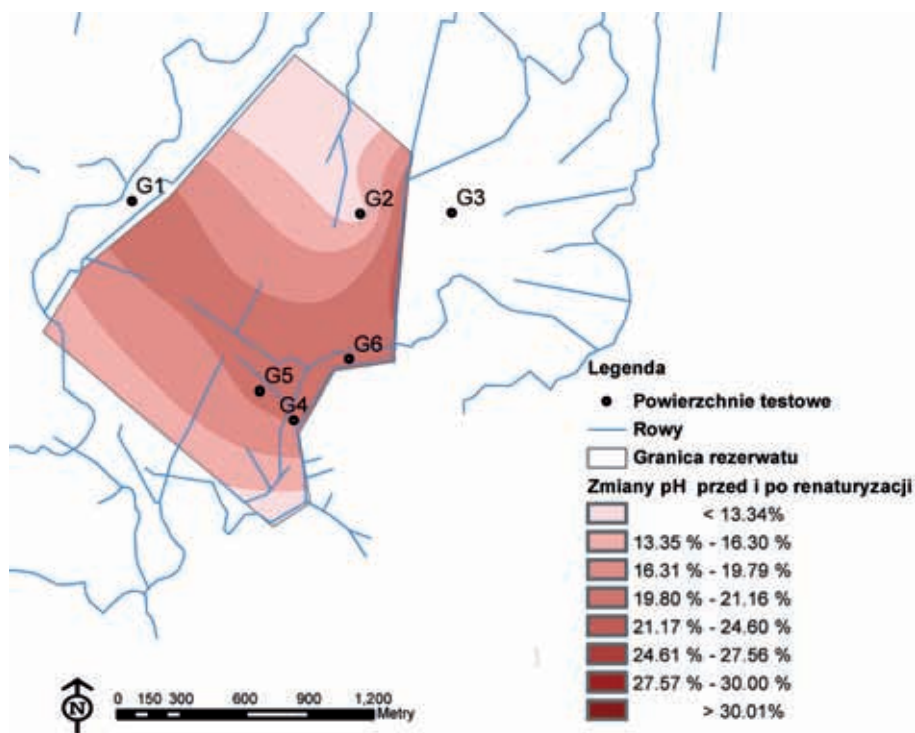
Na podstawie uzyskanych wyników można mimo wszystko wnioskować o pozytywnych skutkach przeprowadzonej inwestycji. W warunkach braku podjęcia działań renaturyzacyjnych skutki niedoborów wody opadowej zapewne pogłębiłyby procesy niekorzystne dla siedlisk z roślinnością torfotwórczą (murszenie). Natomiast, dzięki zwiększeniu zdolności retencyjnych skutki wystąpienia suszy glebowej i hydrologicznej zostały znacznie złagodzone.

Zmiany właściwości fizyko-chemicznych wód gruntowych

Cechą charakterystyczną wód gruntowych w rezerwacie „Gązwa” jest kwaśny odczyn, co jest naturalną i wręcz rozpoznawczą cechą siedlisk wysokotorfowiskowych i borowych. Przed wykonaniem budowli hydrotechnicznych pH kształtował się średnio na poziomie od 3,73 – 3,95 w re-

jonie torfowiska wysokiego (*Ledo-Sphagnetum*), (G2 i G5) do 4,69 – 4,75 w rejonie zdegradowanego torfowiska wysokiego (G1) i sosnowego boru bagiennego (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*).

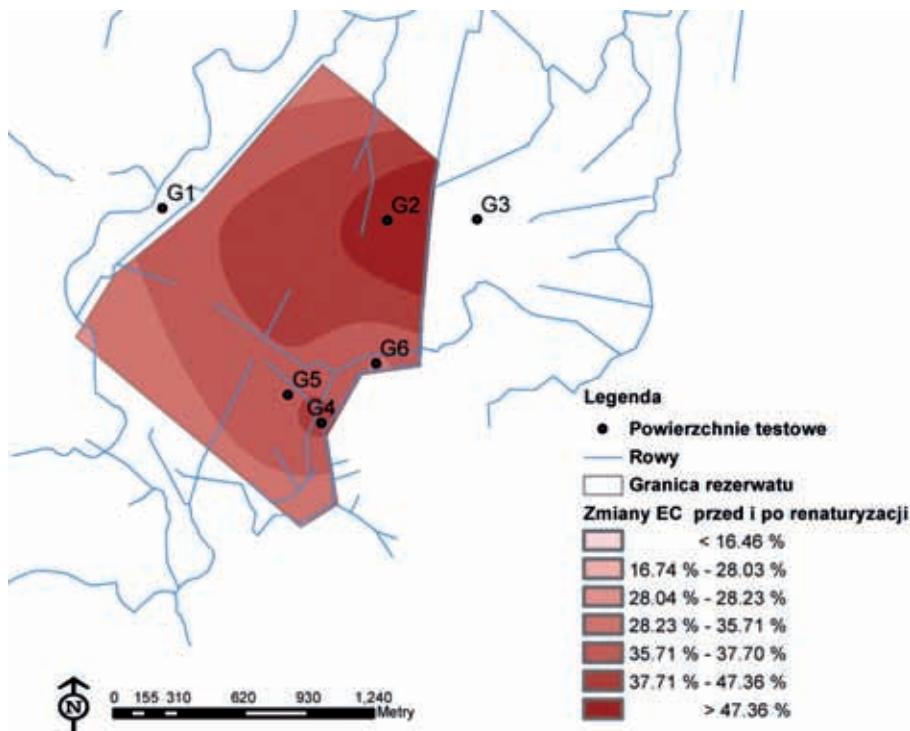
Wykonane działania renaturyzacyjne przyczyniły się do wzrostu zakwaszenia podłoża w rezerwacie „Gązwa”. Porównując średnie pH z okresu przed wykonaniem renaturyzacji oraz z okresu po wykonaniu renaturyzacji stwierdzono obniżenie odczynu o 10%. Na rys. 26 przedstawiono przestrzenny rozkład zmian pH na obszarze Gązwy w wyniku prac renaturyzacyjnych w okresach jesiennych 2011 i 2014.



Rys. 26. Rozkład przestrzenny zmniejszenia odczynu pH (%) między jesienią 2011 (przed wykonaniem renaturyzacji) a jesienią 2014 (po wykonaniu renaturyzacji).

Odczyn obniżył się o 13-33%, przy czym największy wzrost zakwaszenia (>30%) wystąpił w centralnej części torfowiska. Mniejsze zmiany pH stwierdzono w sąsiedztwie północnej i południowej granicy rezerwatu. Na żadnej powierzchni testowej na Gązwie nie odnotowano ani wzrostu odczynu ani wzrostu mineralizacji wody.

Przed inwestycją wody gruntowe w rezerwacie cechowały się mineralizacją, wyrażoną przewodnictwem elektrolitycznym (EC), na poziomie $> 100 \mu\text{S}/\text{cm}$. Zabiegi renaturyzacyjne wpłynęły na zmniejszenie mineralizacji wody, średnio o 11%, przy czym porównanie okresów jesiennych przed (2011) i po renaturyzacji (2014) wskazuje na znacznie większy spadek EC tj. o 30%. Największy spadek EC (o 47%) odnotowano w G2 i G3 (rys. 27). Podobnie jak w przypadku pH, najmniejsze zmiany EC wystąpiły w rejonie północnej i południowej granicy rezerwatu.



Rys. 27. Rozkład przestrzenny zmian (%) przewodnictwa elektrolitycznego właściwego (EC) między jesienią 2011 (przed wykonaniem renaturyzacji) a jesienią 2014 (po wykonaniu renaturyzacji).

Przed wykonaniem obiektów małej retencji azot mineralny ($\text{N-NO}_2 + \text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$) w wodach gruntowych na obszarze rezerwatu kształtował się na poziomie $2,0 \text{ mg}/\text{l}$, przy czym reprezentowany był głównie przez formę amonową, która występowała w proporcji 1:12 względem N-NO_3 (Tabela 4). Po wykonaniu prac renaturyzacyjnych ilość azotu mineralnego w wodach gruntowych wzrosła średnio o 25%.

Intensywność procesu mineralizacji różniła się między okresami przed i po wykonaniu urządzeń piętujących. Ponadto, stwierdzono wahania sezonowe w obrębie każdej powierzchni testowej w ciągu roku. Stężenie azotu amonowego na obszarze rezerwatu charakteryzowało się dużą zmiennością przestrzenno-czasową, osiągając maksymalne wartości na powierzchniach boru bagiennego (G4 i G6) w okresach jesiennych i wiosennych. Zarówno przed, jak i po renaturyzacji, stężenie N-NH₄ w tych porach roku wynosiło dla G4 ok. 6 mg/l, a dla G6 ok. 5 mg/l (**Tabela 4**). Natomiast w okresie letnim stężenie N-NH₄ na tych powierzchniach malało do 2 – 3 mg/l.

W wodach gruntowych na obszarze rezerwatu „Gązwa” średnie stężenie N-NO₃ było relatywnie niskie i wynosiło przed renaturyzacją 0,16 mg/l, natomiast po renaturyzacji wzrosło do 0,23 mg/l. Istotne zwiększenie stężeń tej formy azotu w wodach gruntowych stwierdzono w okresach letnich zarówno przed jak i po wykonaniu obiektów małej retencji, odpowiednio: 0,175 (2012) i 0,303 mg/l (2013, 2014). Uzyskane wyniki wskazują, że w tym okresie w badanych glebach występowało największe tempo mineralizacji organicznych związków azotu, spowodowane głównie obniżeniem poziomu wody gruntowej na glebach organicznych. Krytyczny dla przeprowadzonych działań okazał się rok 2014 z uwagi na znaczący deficyt wilgoci i naturalny brak zasilania opadowego.

Większość fosforu (70-90%) w glebach hydrogenicznych występuje w połączeniach organicznych. Typowe dla wód torfowisk wysokich jest również zróżnicowanie przestrzenne i czasowe stężeń jonów fosforowych i fosforanowych. W strefie zasilania infiltracyjnego główną formą jest H₂PO₄⁻ i HPO₄²⁻. W przypadku ortofosforanów, ich zróżnicowanie czasowo-przestrzenne jest wysokie (wskaźnik zmienności *cv* > 80%). Po wykonaniu urządzeń stężenia P-PO₄ wzrosły od niemal 3-krotnie (z 0,05 do 0,16 mg/l). Związki fosforu wykazywały jednak stałą tendencję do wzrostu stężeń na drodze przepływu wód podziemnych. Największe stężenia P-PO₄ występowały w rejonie zdegradowanego torfowiska wysokiego obok powierzchni G1 zarówno przed (0,11 mg/l), jak i po wybudowaniu urządzeń małej retencji (0,17 mg/l). Najniższą zasobność w fosfor fosforanowy wykazały wody G2 i G5 czyli torfowisk wysokich (<0,01 mg/l), przy czym oddziaływanie urządzeń spowodowały w nich 2,3 – oraz 4,2-krotny wzrost stężeń P-PO₄. Naj-

bardziej ubogie w ortofosforany były okresy jesienno-zimowe, natomiast wymyciu fosforanów do wód sprzyjały okresy intensywnego zasilania opadowego wiosną i latem.

Stężenia fosforu przed i po wykonaniu urządzeń melioracyjnych nie zmieniły się istotnie w poszczególnych siedliskach (1,3-krotnie). Stężenia fosforu ogólnego wzrosły średnio z 0,24 do 0,30 mg/l z powodu uwolnienia części fosforu ze zmineralizowanej materii organicznej do wód w sosnowym borze bagiennym (G6) po wykonaniu prac hydrotechnicznych.



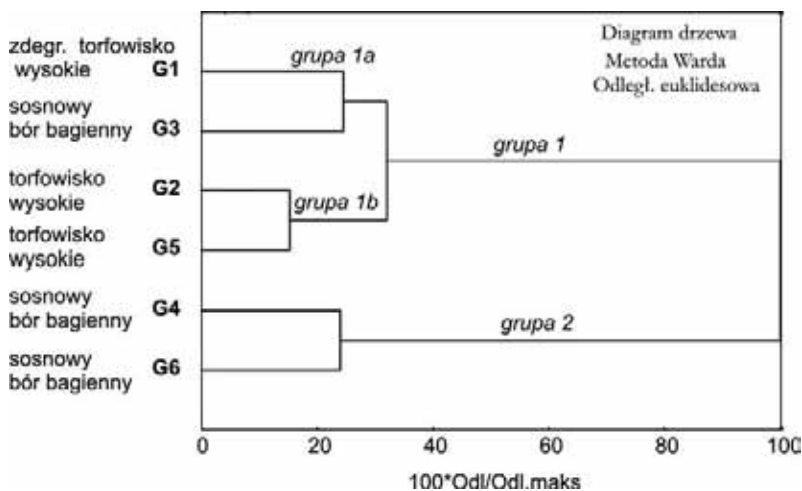
Fot. 31. Pomiary hydrochemiczne na stanowisku G2. (fot. Jerzy Łaźniewski)

Tabela 4. Właściwości fizykochemiczne wód na powierzchniach testowych w rezerwacie „Gązwa” przed i po wykonaniu urządzeń małej retencji.

Parametr	Okres	Cecha	Powierzchnia testowa					
			G1	G2	G3	G4	G5	G6
pH	przed	średnia	4,95	3,73	4,14	4,69	3,95	4,42
		min	3,64	3,44	3,40	3,39	3,54	3,53
		max	5,48	4,42	5,77	6,88	4,77	6,41
	po	średnia	4,41	3,71	3,81	3,85	3,64	4,05
		min	3,44	3,38	3,27	3,22	3,24	3,42
		max	5,26	4,18	4,37	5,08	4,44	5,78
	zmiana	x-krotność	0,90	0,99	0,92	0,82	0,92	0,92
EC	przed	średnia	109	112	136	147	102	131
		min	88	72	99	109	65	98
		max	148	143	167	283	116	238
	po	średnia	107	110	126	116	100	100
		min	82,	85	74	80	65	81
		max	199	141	154	151	145	122
	zmiana	x-krotność	0,98	0,98	0,93	0,79	1,08	0,76
N-NO ₂	przed	średnia	0,005	0,004	0,008	0,005	0,006	0,004
		min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		max	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
	po	średnia	0,003	0,004	0,006	0,006	0,006	0,004
		min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		max	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
	zmiana	x-krotność	0,68	0,98	0,75	1,12	1,00	1,07
N-NO ₃	przed	średnia	0,18	0,17	0,13	0,16	0,15	0,16
		min	0,12	0,11	0,08	0,09	0,08	0,09
		max	0,23	0,24	0,17	0,22	0,24	0,21
	po	średnia	0,16	0,18	0,24	0,26	0,16	0,37
		min	0,10	0,09	0,14	0,11	0,05	0,10
		max	0,21	0,29	0,60	0,78	0,31	0,83
	zmiana	x-krotność	0,92	1,08	1,83	1,64	1,06	2,32
N-NH ₄	przed	średnia	2,80	1,26	1,41	2,11	1,33	2,41
		min	0,34	0,08	0,08	0,95	0,23	0,71
		max	4,74	4,43	4,15	6,03	3,84	4,84
	po	średnia	2,83	1,67	1,91	3,06	1,49	2,97
		min	0,70	0,70	0,69	0,90	0,46	1,34
		max	4,10	3,03	3,90	6,21	3,43	5,15
	zmiana	x-krotność	1,01	1,32	1,36	1,45	1,12	1,23
P-PO ₄	przed	średnia	0,11	0,01	0,05	0,04	0,01	0,05
		min	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
		max	0,20	0,02	0,16	0,09	0,01	0,11
	po	średnia	0,17	0,02	0,02	0,08	0,02	0,14
		min	0,07	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04
		max	0,28	0,06	0,04	0,20	0,05	0,25
	zmiana	x-krotność	1,47	2,27	0,44	1,86	4,23	2,88
P _{og}	przed	średnia	0,36	0,22	0,22	0,19	0,16	0,33
		min	0,12	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06
		max	0,22	0,09	0,16	0,10	0,11	0,11
	po	średnia	0,39	0,29	0,24	0,26	0,20	0,43
		min	0,23	0,13	0,10	0,11	0,12	0,15
		max	0,74	0,45	0,58	0,47	0,28	0,63
	zmiana	x-krotność	1,09	1,35	1,11	1,36	1,25	1,29

Analiza siedlisk hydrogeniczych pod względem podobieństwa właściwości fizykochemicznych (wykorzystanie statystycznej, wielowymiarowej metody grupowania obiektów metodą Warda) wykazała, że badane siedliska w obrębie jednego rezerwatu różnią się właściwościami fizykochemicznymi tworząc trzy różniące się grupy (rys. 28). Najbardziej zbliżone cechy miały wody torfowisk wysokich w G2 i G5 (grupa 1b); zdegradowanego torfowiska wysokiego w G1 i sosnowy bór bagienny w G3 (grupa 1a). Różniły się one istotnie statystycznie od grupy 2, którą tworzyły wody znajdujące się w rejonie siedlisk G4 i G6 czyli sosnowego boru bagiennego.

Analiza podobieństwa składu chemicznego wód wykonana przed i po wybudowaniu urządzeń małej retencji na Gązwie nie wykazała zmian w grupach przedstawionych powyżej. Oznacza to, że przeprowadzone zabiegi nie spowodowały istotnych zmian właściwości wód gruntowych, co wyklucza potencjalne ryzyko nagłych przemian jakościowych na badanych siedliskach.



Rys. 28. Diagram drzewa grupujący badane siedliska pod względem właściwości fizykochemicznych wód gruntowych w rezerwacie „Gązwa”. Widoczne trzy różniące się skupienia powierzchni wydzielonych na torfowisku wysokim (G2 i G5) i w sosnowym borze bagiennym (G4 i G6).

Zmiany w strukturze roślinności

Wskutek przeprowadzonych zabiegów renaturyzacyjnych stwierdzono zróżnicowanie zmian w strukturze roślinności na poszczególnych powierzchniach (**Tabela 5**). Są one zdecydowanie pozytywne na powierzchni G1, pozytywne na powierzchniach testowych G2, G4 i G5, neutralne na powierzchni G3 oraz negatywne na powierzchni G6. Przewagę negatywnych zmian na powierzchni G6 należy tłumaczyć niestabilnością warunków siedliskowych w tej części torfowiska. Powierzchnia G6 znajduje się w brzeżnej, płd.-wsch. części torfowiska, która przez dziesięciolecia była silnie odwadniana przez funkcjonujący rów melioracyjny. Złóża torfu uległy tu silnej mineralizacji. Kilka lat temu jednak, w wyniku zaniechania konserwacji tego rowu (oraz prawdopodobnie w wyniku działalności bobrów), nastąpiło lokalne podtopienie tego terenu. W efekcie część drzewostanu obumarła, co spowodowało zmianę warunków świetlnych. Należy zauważyć, że najważniejszymi zmianami negatywnymi na tej powierzchni to wzrost udziału gatunków drzewiastych w warstwie zielnej. Głównie stanowiły je jednoroczne siewki. Na gwałtowne ich pojawienie się prawdopodobnie miały również wpływ warunki pogodowe (długi okres wegetacyjny, wysokie temperatury, niewielkie opady) panujące w roku 2014.

Na większości torfowiska struktura roślinności uległa nieznaczej poprawie (w kierunku typowej dla torfowiska wysokiego lub boru bagicznego). Wykonane działania retencyjne na tym obiekcie wydają się być optymalne dla większości powierzchni torfowiska. Trudno natomiast obecnie ocenić czy są one wystarczające w jego części płd.-wsch. Być może należałoby rozważyć silniejsze nawodnienie tej części torfowiska. W tym celu należy nadal monitorować zachodzące zmiany w roślinności na bazie powierzchni G6. Wskazane byłoby jednak założenie jeszcze jednej powierzchni w płd.-wsch. partii torfowiska. W latach następnych, na bazie uzyskanych danych monitoringowych, można by podjąć już decyzję, co do potrzeby zastosowania dodatkowych działań w zakresie retencji dla tego obiektu.

Tabela 5. Zmiany w strukturze roślinności na powierzchniach testowych G1-G6 na obszarze rezerwatu „Gązwa”. Kolorem zielonym zaznaczono pozytywne zmiany w strukturze gatunków roślin tj. względem osiągnięcia docelowych warunków siedliskowych, w roku 2014 w stosunku do lat 2011-2013. Kolorem czerwonym oznaczono zmiany negatywne, natomiast żółtym obojętne.

Powierzchnia G1				
Siedlisko przyrodnicze: zdegradowane torfowisko wysokie (inicjalna postać torfowiska wysokiego)	Duża powierzchnia 60 m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 52 31.3 E21 12 48.4				
Ch. <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>				
<i>Andromeda polifolia</i>	+	1	.	.
<i>Eriophorum vaginatum</i>	50	90	60	70
<i>Polytrichum strictum</i>	1	1	+	1
<i>Sphagnum magellanicum</i>	2	2	.	2
Towarzyszące				
<i>Betula pubescens b</i>	10	10	.	.
<i>Betula pubescens c</i>	+	+	.	.
<i>Ledum palustre</i>	2	5	.	2
<i>Pinus sylvestris c</i>	+	.	.	.
<i>Sphagnum fallax</i>	90	70	100	95
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	+	.	.

Powierzchnia G2				
Siedlisko przyrodnicze: torfowisko wysokie (<i>Ledo-Sphagnetum</i>)	Duża powierzchnia 70 m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 52 29.7 E21 13 50.1				
Ch. <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>				
<i>Andromeda polifolia</i>	1	1	.	.
<i>Eriophorum vaginatum</i>	60	60	50	50
<i>Oxycoccus palustris</i>	10	10	10	10
<i>Sphagnum magellanicum</i>	30	30	10	10
<i>Sphagnum rubellum</i>	5	5	.	.
Towarzyszące				
<i>Ledum palustre</i>	5	5	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	5	5	.	.
<i>Empetrum nigrum</i>	10	20	20	30
<i>Pinus sylvestris b</i>	30	30	.	.
<i>Pinus sylvestris c</i>	2	2	.	.
<i>Sphagnum fallax</i>	60	60	90	90

Powierzchnia G3

Siedlisko przyrodnicze: sosnowy bór bagienny (<i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>)	Duża powierzchnia 60 m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 52 32.0 E21 14 11.2				
Ch. <i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>				
<i>Ledum palustre</i>	40	40	40	40
<i>Vaccinium uliginosum</i>	10	10	.	.
Ch. <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>				
<i>Eriophorum vaginatum</i>	40	40	1	.
<i>Oxycoccus palustris</i>	2	2	1	1
<i>Polytrichum strictum</i>	+	+	.	.
<i>Sphagnum magellanicum</i>	1	1	.	.
<i>Andromeda polifolia</i>	2	2	.	.
Towarzyszące				
<i>Betula pubescens b</i>	2	2	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	+	+	.	.
<i>Dicranum polysetum</i>	+	+	+	+
<i>Hylocomium splendens</i>	+	+	.	.
<i>Lophocolea heterophylla</i>	+	+	.	.
<i>Picea abies c</i>	+	+	.	.
<i>Pinus sylvestris a</i>	40	40	.	.
<i>Pinus sylvestris c</i>	+	+	.	+
<i>Pleurozium schreberi</i>	1	1	10	10
<i>Sphagnum fallax</i>	90	90	90	90
<i>Vaccinium myrtillus</i>	20	20	20	20

Powierzchnia G4

Siedlisko przyrodnicze: sosnowy bór bagienny (<i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>)	Duża powierzchnia 100 m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 51 58.1 E21 13 31.7				
Ch. <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>				
<i>Sphagnum magellanicum</i>	20	40	.	5
<i>Eriophorum vaginatum</i>	5	5	.	5
<i>Cephalozia connivens</i>	+	+	.	.
Towarzyszące				
<i>Aulacomnium androgynum</i>	+	+	.	+
<i>Betula pubescens a2</i>	20	10	.	.
<i>Betula pubescens b</i>	10	5	.	.
<i>Betula pubescens c</i>	1	1	.	+
<i>Lepidozia reptans</i>	+	+	5	5
<i>Dicranum polysetum</i>	+	+	.	.



<i>Dicranum fuscescens</i>	+	+	.	.
<i>Frangula alnus c</i>	+	+	+	+
<i>Picea abies a1</i>	1	1	.	.
<i>Picea abies b</i>	20	10	.	.
<i>Picea abies c</i>	10	10	+	+
<i>Pinus sylvestris a1</i>	40	40	.	.
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	+	+	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	10	10	.	.
<i>Pohlia nutans</i>	+	+	.	.
<i>Sphagnum fallax</i>	+	+	.	.
<i>Tetraphis pelucida</i>	+	+	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	40	50	20	40
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	1	1	5	5

Powierzchnia G5

Siedlisko przyrodnicze: torfowisko wysokie (<i>Ledo-Sphagnetum</i>)	Duża powierzchnia 90 m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 52 02.5 E21 13 22.4				
Ch. <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>				
<i>Andromeda polifolia</i>	5	10	1	+
<i>Aulacomnium palustre</i>	+	+	+	+
<i>Drosera rotundifolia</i>	2	+	.	.
<i>Eriophorum vaginatum</i>	60	70	30	50
<i>Oxycoccus palustris</i>	5	10	10	10
<i>Sphagnum fuscum</i>	1	1	.	.
<i>Sphagnum magellanicum</i>	20	20	.	.
<i>Sphagnum rubellum</i>	20	10	10	10
Towarzyszące				
<i>Calluna vulgaris</i>	+	2	.	.
<i>Empetrum nigrum</i>	20	40	70	70
<i>Pinus sylvestris b</i>	20	20	.	.
<i>Pinus sylvestris c</i>	1	1	.	.
<i>Sphagnum fallax</i>	60	60	90	70

Powierzchnia G6

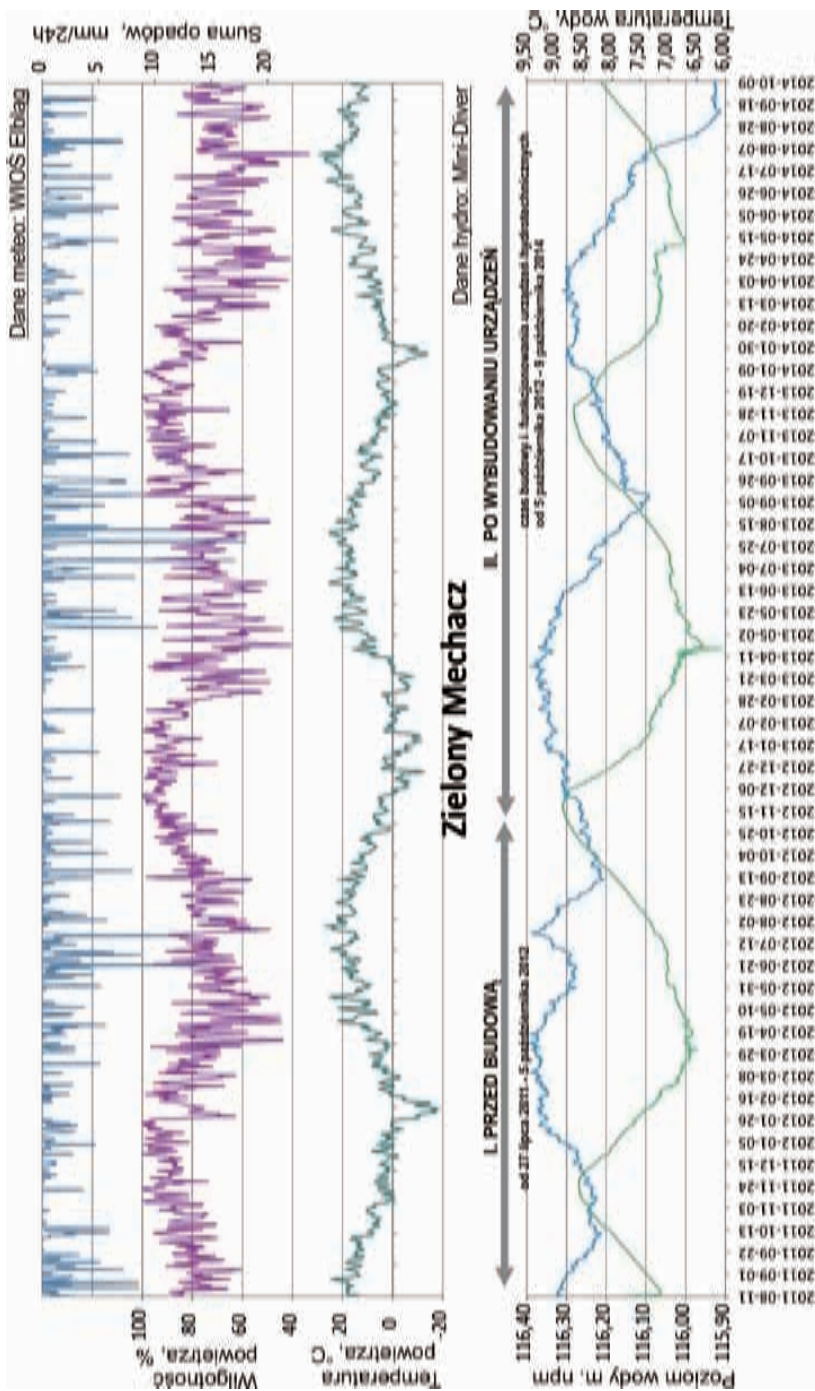
Siedlisko przyrodnicze: sosnowy bór bagienny (<i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>)	Duża powierzchnia 120 m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 52 07.6 E21 13 44.6				
Ch. <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>				
<i>Eriophorum vaginatum</i>	+	10	.	.
<i>Sphagnum magellanicum</i>	.	+	.	.
<i>Sphagnum nemoreum</i>	.	+	.	.
Towarzyszące				
<i>Agrostis capillaris</i>	.	+	.	.
<i>Betula pendula c</i>	.	20	.	10
<i>Betula pubescens c</i>	10	20	.	20
<i>Brachythecium rutabulum</i>	+	+	.	.
<i>Carex canescens</i>	+	5	.	2
<i>Dicranum polysetum</i>	+	+	.	.
<i>Dicranum scoparium</i>	10	20	20	20
<i>Dryopteris carthusiana</i>	+	1	.	.
<i>Frangula alnus c</i>	5	10	.	.
<i>Galeopsis bifida</i>	+	+	.	.
<i>Holcus lanatus</i>	+	+	.	.
<i>Hylocomium splendens</i>	+	+	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	+	.	.
<i>Leucobryum glaucum</i>	1	1	.	.
<i>Picea abies a</i>	+	+	.	.
<i>Picea abies c</i>	1	10	2	.
<i>Pinus sylvestris a</i>	2	2	.	.
<i>Pinus sylvestris c</i>	+	+	.	.
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	+	+	+	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	5	5	.	10
<i>Pohlia nutans</i>	.	1	.	1
<i>Polytrichum commune</i>	10	30	5	30
<i>Rubus idaeus</i>	+	5	.	.
<i>Sorbus aucuparia c</i>	+	+	.	.
<i>Sphagnum fallax</i>	+	10	.	.
<i>Sphagnum squarrosum</i>	.	+	.	.
<i>Urtica dioica</i>	+	.	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	10	10	40	25
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	+	+	.	.

7.2.2. Zielony Mechacz

Zmiany zasobów wodnych i wilgotności wierzchniej warstwy torfu

Stany wód

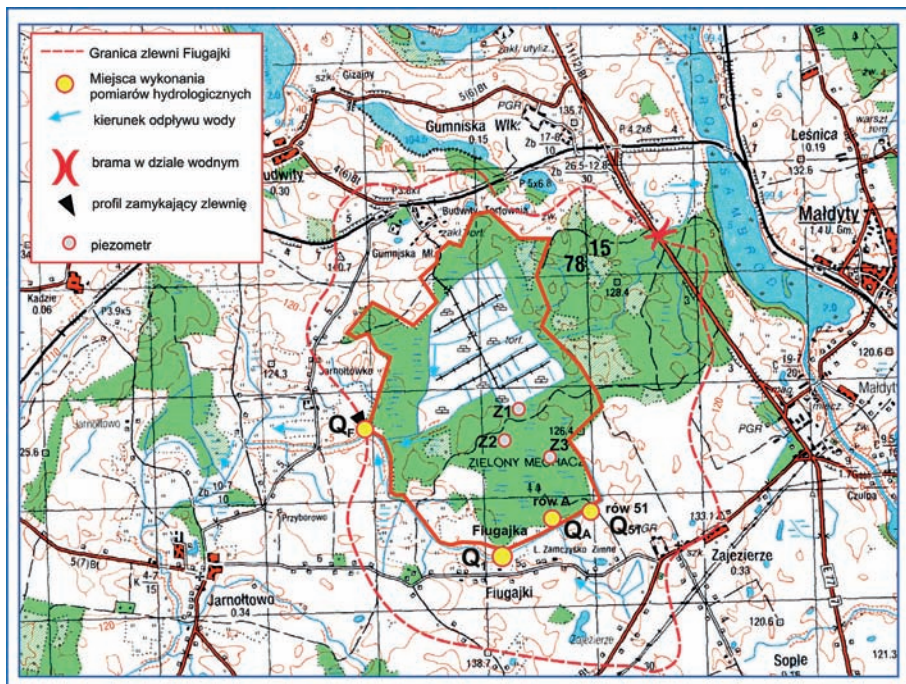
Głębokość położenia zwierciadła wód gruntowych w rezerwacie „Zielony Mechacz” wynosiła średnio w całym okresie obserwacji 0,27 m w Z1, 0,08 m w Z2 oraz 0,19 m w Z3. Obszar boru bagiennego sąsiadujący z kopalnią torfu posiadał najbardziej obniżone zwierciadło wody zarówno przed, jak i po wykonaniu urządzeń małej retencji. Efektem funkcjonowania budowli hydrotechnicznych było podniesienie się zwierciadła wody w pobliżu Z1 średnio o 8 cm w 2013 r., natomiast w 2014 r. nie odnotowano zmian położenia średniego poziomu wody gruntowej względem okresu sprzed inwestycji. Niemniej jednak, w roku 2014 odnotowano w tym miejscu (Z1) największy spadek lustra wody do 0,49 cm p.p.t. (**rys. 29**). W pozostałych dwóch powierzchniach wody podwyższyło się średnio o 0,07 m (Z2) oraz 0,03 cm (Z3). Najbardziej stabilnie lustro wody utrzymywało się na torfowisku wysokim (Z2) z amplitudą 0,13 m.



Rys. 29. Hydrogram stanów wód i temperatur wód w okresie 27 lipca 2011 r. - 9 października 2014 r. zarejestrowanych automatycznie w piezometrze Z1 w rezerwacie „Zielony Mechacz” na tle sytuacji meteorologicznej (opady, wilgotność powietrza, temperatura powietrza).

Odptyw powierzchniowy

Na podstawie pomiarów hydrometrycznych wykonanych na sieci obserwacyjnej w zlewni obejmującej obszar rezerwatu „Zielony Mechacz” i tereny do niego przyległe (rys. 30), złożonej z 4 przekrojów hydrometrycznych, stwierdzono znaczne zróżnicowanie odpływu wody z obszaru torfowiska zarówno przed, jak i po wykonaniu urządzeń melioracyjnych (Tabela 6). Odpływ z rezerwatu odbywa się w dwóch zasadniczych kierunkach – na południe i zachód, w obu przypadkach ciekim odwadniająca jest Fiugajka.



Rys. 30. Poglądowa mapa n.t. hydrografii terenu, rozrządu wody w rejonie rezerwatu „Zielony Mechacz” wraz z lokalizacją punktów pomiarowych (żółte kółka – natężenie przepływu, szare kółka - piezometry i pomiary uwilgotnienia torfu).

Zasoby rezerwatu „Zielony Mechacz” wyrażone średnim odpływem jednostkowym przed wykonaniem urządzeń hydrotechnicznych tj. od czerwca 2011 r. do listopada 2012 r. wynosiły $q = 1,32 \text{ l/skm}^2$ (dla przepływu średniego rocznego $SQ = 4,90 \text{ l/s}$), co odpowiada wskaźnikowi odpływu za ledwie $H = 38 \text{ mm}$.

Tabela 6. Zasoby wodne na obszarze rezerwatu przyrody „Zielony Mechacz” i w jego sąsiedztwie, w okresie przed (lipiec 2011 r. – październik 2012 r.) oraz po wykonaniu urządzeń małej retencji (marzec 2013 r. – marzec 2014 r.).

Przekrój pomiarowy (lokalizacja – patrz rys. 30)	Przed - Po	Powierzchnia zlewni A km ²	Przepływ średni Q l/s	Odptyw jednostkowy q =l/s.km ²	Objętość odptywu V m ³ /rok	Wskaźnik odptywu H mm
Q1	Przed	4,90	5,20	1,05	163 935	33
	Po		5,13	0,55	161 696	17
Q2 A	Przed	3,70	4,90	1,32	154 428	42
	Po		2,05	0,55	64 565	
Q3(51)	Przed	0,90	0,53	0,61	16 633	19
	Po		0,20	0,23	6 407	7
QF	Przed	11,80	14,34	1,22	452 197	38
	Po		3,17	0,27	100 106	8

Z terenu obejmującego rezerwat w ciągu roku przez przekrój Q2A i Q3 odptywało około 0,171 mln m³ wody. Wartość ta nie uwzględnia odptywu podziemnego w kierunku kopalni. Po wykonaniu inwestycji, w roku wilgotnym 2013 pomiary hydrometryczne wykazały istotny spadek natężenia przepływu do 2,05 l/s w przekroju Q2A i do 0,20 w Q3. O niemal połowę zmniejszył się wskaźnik odptywu. Objętość odptywu zmniejszyła się wówczas o ok. 41% do wartości 0,071 mln m³/rok. Uzyskana wartość wskazuje na efektywność podjętych prac renaturyzacyjnych, których efektem jest powstrzymanie destruktywnego odptywu wody z terenu rezerwatu.

Należy zaznaczyć, że podobnie jak w przypadku pozostałych rezerwatów, pomimo wykonania inwestycji budowlanej polegającej na lokalizacji urządzeń małej retencji, sytuacja meteorologiczna w roku 2014 (deficyt opadów, wysoka temperatura, intensywne parowanie) spowodowała nie tylko obniżenie stanów wody i zmniejszenie uwilgotnienia wierzchniej warstwy torfu, ale także całkowite ustanie odptywu powierzchniowego rowami z obszaru rezerwatu.

Wilgotność torfu

W wyniku przeprowadzonych zabiegów stan uwilgotnienia na każdej z badanych powierzchni testowych rezerwatu „Zielony Mechacz” uległ znacznej poprawie, czego dowodem jest wzrost średniego uwilgotnienia (w 2013 r.) > 85% czyli wartości granicznej, poniżej której inicjują się

procesy murszenia (**Tabela 7**). W przypadku torfowiska wysokiego (Z2), zmiany wywołane budową urządzeń małej retencji spowodowały wzrost uwilgotnienia wierzchniej masy torfowej z 77% w maju 2012 r. do 89% w 2014 r. Od momentu funkcjonowania urządzeń stwierdzono utrzymywanie się wysokiego uwilgotnienia (89-94%) do kwietnia 2014 r.. Warunki wilgotnościowe istotnie pogorszyły się latem 2014 r. z uwagi na deficyt opadów i wysokie wskaźniki ewapotranspiracji. Krytycznym pod tym względem okazał się lipiec 2014 r. gdzie wilgotność przypowierzchniowej warstwy torfu spadła do 69%.

Tabela 7. Zmiany uwodnienia wierzchniej warstwy torfu na powierzchniach testowych rezerwatu „Zielony Mechacz” w okresie przed wykonaniem prac renaturyzacyjnych (2012) oraz po wykonaniu renaturyzacji tj. w latach 2013 i 2014. W tabeli podano wartości średnie roczne. Gwiazdką oznaczono wartości optymalnego uwilgotnienia. Przyjęto, za GOTKIEWICZEM (1983) 85% uwilgotnienia torfu jako wartość graniczną inicjującą procesy murszenia.

Powierzchnia testowa	przed renaturyzacją	po renaturyzacji	
	2012 rok wilgotny	2013 rok wilgotny	2014 rok suchy
G1	97,3*	96,8*	82,0
G2	86,5*	94,0*	79,6
G3	77,1	89,5*	70,6
G4	75,1	88,4*	75,7
G5	72,8	92,1*	72,1
G6	78,8	90,3*	70,1

Wskutek budowy urządzeń piętrzących, zarówno wyższy stan wody, jak i towarzyszący mu podsiąk dały zadowalające rezultaty w postaci wzrostu wilgotności torfu. W borze bagiennym (Z1) wzrosła ona z 69% wiosną 2012 r. do 88% wiosną 2013 r. i utrzymywała się na tym poziomie do wiosny 2014r. Niestety, latem 2014 wilgotność torfu obniżyła się do 49%. Zwiększony ubytek wilgoci na powierzchni testowej Z1 ma bezpośredni związek z obecnością kopalni, wskutek czego pogłębia się lej depresyjny, dodatkowo „spijający” wodę z północnej części rezerwatu. W przypadku boru bagiennego we wschodniej części rezerwatu ubytek wilgoci z torfu nie był tak drastyczny i wynosił latem 2014 „zaledwie” 62%. W październiku uwilgotnienie na Z1 wzrosło do 74%, a na Z3 do 84% świadcząc o szybkiej reakcji siedliska na nawet niewielkie zmiany meteorologiczne.

Zmiany właściwości fizyko-chemicznych wód gruntowych

Wody w rezerwacie „Zielony Mechacz” wykazywały kwaśny odczyn zarówno przed, jak i po wykonaniu urządzeń małej retencji (Tabela 8). W przeciwieństwie do rezerwatu „Gązwa”, gdzie zaobserwowano wyraźną tendencję do acydyfikacji wód, na żadnym z siedlisk w Zielonym Mechacznie stwierdzono jednak zwiększenia zakwaszenia środowiska wodnego w wyniku przeprowadzonej inwestycji.

W porównaniu do okresu sprzed wykonania urządzeń retencyjnych, odnotowano wzrost odczynu pH o 8-14%. Bardziej zakwaszone było siedlisko boru bagiennego (Z1 i Z3) w porównaniu do torfowiska wysokiego (Z2).

Stopień mineralizacji wody na obszarze rezerwatu „Zielony Mechacz” był przeciętnie dwukrotnie wyższy w porównaniu do „Gązwy” lub „Sołtyśka” (po wdrożeniu projektu). Istotną pozytywną zmianę wywołaną funkcjonowaniem urządzeń małej retencji stwierdzono w przypadku mineralizacji ogólnej wody na stanowisku Z1, gdzie odnotowano obniżenie EC z 200 do 93 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Właściwości wodne torfowiska wysokiego istotnie wpływały na dynamikę mineralizacji organicznych związków azotu oraz na koncentracje N-NO_3 i N-NH_4 w wodach gruntowych. W ombrofilnych utworach organicznych torfowiska mineralizacja materii organicznej w badanych sezonach różniła się zasadniczo między siedliskami boru bagiennego i torfowiska wysokiego. Wysoka dynamika mineralizacji materii organicznej gleb torfowiska wysokiego oraz kwaśny odczyn masy organicznej sprzyjał wymyciu mineralnych związków azotu do wód gruntowych. Najwięcej N-mineralnego uwalniało się do wód gruntowych jesienią i wiosną z torfowiska wysokiego (Z2), gdzie dominował N-NH_4 ($>15 \text{ mg}/\text{l}$). W obrębie tego samego siedliska odnotowywano w r. 2011, 2012 i 2013 w okresie wiosenno-letnim najniższe stężenia N-NH_4 (4–5 mg/l). Jedynie latem, w suchym roku 2014, stężenia azotu amonowego pozostawały na wysokim poziomie $>16 \text{ mg}/\text{l}$. W wodach gruntowych na terenie rezerwatu stosunek $\text{N-NO}_3/\text{N-NH}_4$ kształtował się mocno poniżej 1. Najwyższą zmiennością stężeń N-NO_3 cechowały się wody torfowiska wysokiego.

Tabela 8. Zestawienie właściwości fizykochemicznych wód na powierzchniach testowych w rezerwacie „Zielony Mechacz” przed i po wykonaniu urządzeń renaturyzacyjnych.

Para-metr	Okres	Cecha	Powierzchnia testowa			Para-metr	Okres	Cecha	Powierzchnia testowa				
			Z1	Z2	Z3				Z1	Z2	Z3		
pH	przed	średnia	3,96	4,73	4,32	N-NO ₂	przed	średnia	0,004	0,017	0,005		
		min	3,33	3,41	3,37			min	0,002	0,003	0,001		
		max	4,38	5,58	5,05			max	0,008	0,052	0,009		
	po	średnia	4,27	5,30	4,92		po	średnia	0,004	0,022	0,003		
		min	3,55	5,01	4,40			min	0,001	0,001	0,001		
		max	5,14	5,73	5,94			max	0,009	0,116	0,006		
	zmiana	x-krotn	1,08	1,12	1,14		zmiana	x-krotn	0,89	1,29	0,71		
	EC	przed	średnia	200	157		112	N-NO ₃	przed	średnia	0,17	0,16	0,17
			min	89	103		89			min	0,15	0,12	0,14
max			161	200	142	max	0,22			0,26	0,22		
po		średnia	93	208	154	po	średnia		0,16	0,17	0,18		
		min	79	154	100		min		0,09	0,14	0,13		
		max	104	246	439		max		0,23	0,20	0,32		
zmiana		x-krotn	0,87	1,33	1,38	zmiana	x-krotn		0,95	1,01	1,02		
P-PO ₄		przed	średnia	0,04	0,12	0,10	N-NH ₄		przed	średnia	5,45	11,63	5,35
			min	0,01	0,02	0,04				min	0,56	0,56	1,30
	max		0,06	0,21	0,14	max		8,37		17,58	6,82		
	po	średnia	0,06	0,54	0,22	po		średnia	6,46	16,05	5,95		
		min	0,01	0,13	0,02			min	5,77	3,18	5,37		
		max	0,16	1,29	0,41			max	7,71	21,08	7,06		
	zmiana	x-krotn	1,55	4,33	2,21	zmiana		x-krotn	1,19	1,38	1,11		
	P _{og}	przed	średnia	0,22	0,67	0,36							
			min	0,03	0,05	0,08							
max			0,11	0,21	0,15								
po		średnia	0,28	0,97	0,47								
		min	0,19	0,50	0,30								
		max	0,41	1,49	0,59								
zmiana		x-krotn	1,29	1,43	1,28								

Analiza porównawcza stężeń fosforu fosforanowego i ogólnego w wodach gruntowych na terenie Zielonego Mechacza wykazała ich wzrost na każdym stanowisku. Wzrost odpływu P-PO₄ był największy (ponad 4-krotny) w rejonie torfowiska wysokiego, a najmniejszy (1,5-krotny) w przypadku boru bagiennego (Z1). Zmiany P_{og} zarówno w układzie przestrzennym, jak i czasowym były relatywnie niewielkie (mniej niż 1,43-krotnie), świadczące o stabilizacji odpływu fosforu z rezerwatu.

Fosfor fosforanowy w wodach gruntowych na Zielonym Mechaczu wykazywał wysoką korelację względem azotu amonowego, szczególnie na terenie torfowiska wysokiego (Z2). Współczynnik korelacji liniowej między stężeniem P-PO₄ a N-NH₄ wyniósł $r = 0,557$ dla torfowiska wysokiego, natomiast w przypadku boru bagiennego związek ten kształtował się na poziomie od $r = 0,258$ (Z1) do $r = 0,332$ (Z3). O wiele silniejszy związek stwierdzono pomiędzy fosforem ogólnym a N-mineralnym ($r = 0,70$) na wszystkich trzech powierzchniach próbnych.

Zmiany w strukturze roślinności

Zaobserwowane zmiany na poszczególnych powierzchniach są dość zróżnicowane (**Tabela 9**). Powierzchnię Z (kopalnia) należy uznać jako stabilną lub lekko negatywną (wzrost udziału brzozy). Na powierzchni Z1 przeważają zdecydowanie zmiany pozytywne. Jediną zaobserwowaną zmianą negatywną na tej powierzchni jest nieznaczny wzrost ilości *Frangula alnus* w warstwie krzewów, co można tłumaczyć przejściem osobników już wcześniej występujących w warstwie zielnej do warstwy krzewiastej w wyniku ich wzrostu. Jako stabilną należy uznać powierzchnię 4, gdzie zanotowano jedynie niewielkie fluktuacje w strukturze roślinności, mogące mieć przyczyny losowe. Natomiast dość istotne zmiany zaszły na powierzchni Z2 zarówno pozytywne jak i negatywne. Zaobserwowane zmiany negatywne mogą wynikać prawdopodobnie ze zwiększonego uwilgotnienia siedliska, które jest zbyt silne dla stenotopowych gatunków torfowiskowych. Dotyczy to w szczególności zmniejszenia się udziału *Rubus chamaemorus* i *Sphagnum magellanicum*.

Na podstawie przeprowadzonej analizy zmian w strukturze roślinności na Z3 powierzchniach tego obiektu można wysnuć następujące konkluzje:

1. Powierzchnia torfowiska zdegradowanego (teren byłej kopalni) wymaga poprawy warunków wilgotnościowych poprzez wykonanie piętzeń;
2. Należy prowadzić dalszy monitoring ze szczególnym uwzględnieniem powierzchni Z2 i Z3.

Wydaje się, że wykonane działania retencyjne z jednej strony są niewystarczające dla części powierzchni torfowiska (brzeżnej), z drugiej strony jednak zaznaczają się lekkie tendencje negatywne dla płatów torfowiska wysokiego w części centralnej, których przyczyną może być zbyt

silne uwilgotnienie. Zmiany te mogą mieć jednak jedynie charakter czasowych fluktuacji. Prowadzone obserwacje są zbyt krótkie dla wyciągnięcia ostatecznych wniosków. Konieczne jest dalsze prowadzenie monitoringu w tym zakresie.

Tabela 9. Zmiany w strukturze roślinności na powierzchniach testowych Z1(Z)-Z3 na obszarze rezerwatu „Zielony Mechacz”. Kolorem zielonym zaznaczono pozytywne zmiany w strukturze gatunków roślin tj. względem osiągnięcia docelowych warunków siedliskowych, w roku 2014 w stosunku do lat 2011-2013. Kolorem czerwonym oznaczono zmiany negatywne, natomiast żółtym obojętne.

Powierzchnia Z (Teren kopalni torfu)				
Siedlisko przyrodnicze: zdegradowane torfowisko wysokie	Duża powierzchnia 25m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 54 37.0 E19 41 32.9				
Ch. Oxycocco-Sphagnetea				
<i>Eriophorum vaginatum</i>	5	5	.	5
<i>Drosera rotundifolia</i>	1	1	.	+
<i>Polytrichum strictum</i>	+	+	.	.
Towarzyszące				
<i>Betula pubescens c</i>	1	3	.	+
<i>Dicranodontium denudatum</i>	+	.	.	.
<i>Eriophorum angustifolium</i>	20	20	5	5
<i>Fragula alnus c</i>	+	.	1	.
<i>Molinia coerulea</i>	1	+	.	.
<i>Pinus sylvestris c</i>	+	+	.	.
<i>Populus tremula c</i>	+	.	.	.

Powierzchnia Z1				
Siedlisko przyrodnicze: sosnowy bór bagienny (<i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>)	Duża powierzchnia 100m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 54 35.0 E19 41 37.5				
Ch. Oxycocco-Sphagnetea				
<i>Eriophorum vaginatum</i>	.	+	.	.
<i>Sphagnum magellanicum</i>	.	+	.	.
Towarzyszące				
<i>Betula pubescens a2</i>	60	50	.	.
<i>Brachythecium oedipodium</i>	5	.	2	.
<i>Brachythecium rutabulum</i>	.	+	.	.
<i>Brachythecium salebrosum</i>	+	+	.	.
<i>Dicranodontium denudatum</i>	.	+	.	.
<i>Dicranum polysetum</i>	2	+	.	.

<i>Dicranum scoparium</i>	+	+	.	.
<i>Frangula alnus b</i>	5	10	.	.
<i>Frangula alnus c</i>	2	1	.	.
<i>Hylocomium splendens</i>	+	+	.	.
<i>Lepdozia repatans</i>	.	+	.	.
<i>Leucobryum glaucum</i>	+	+	.	.
<i>Lophocolea heterophylla</i>	+	+	.	.
<i>Pinus sylvestris a1</i>	30	30	.	.
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	+	+	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	5	1	.	.
<i>Pohlia nutans</i>	+	+	.	.
<i>Polytrichum formosum</i>	+	+	.	.
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	2	1	.	.
<i>Sorbus aucuparia c</i>	+	+	.	.
<i>Tetraphis pelucida</i>	+	+	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	80	80	40	40
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	2	1	1	+

Powierzchnia Z2

Siedlisko przyrodnicze: torfowisko wysokie (<i>Ledo-Sphagnetum</i>)	Duża powierzchnia 100m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 54 25.8 E19 41 40.9				
Ch. <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>				
<i>Andromeda polifolia</i>	+	+	1	1
<i>Aulacomnium palustre</i>	+	+	.	.
<i>Cephalozia connivens</i>	.	+	.	.
<i>Eriophorum vaginatum</i>	20	40	20	20
<i>Oxycoccus palustris</i>	+	+	.	+
<i>Polytrichum strictum</i>	+	+	.	.
<i>Rubus chamaemorus</i>	5	2	5	1
<i>Sphagnum capillifolium</i>	+	+	.	.
<i>Sphagnum magellanicum</i>	10	5	.	.
<i>Sphagnum russowii</i>	+	.	.	.
Towarzyszące				
<i>Betula pubescens b</i>	10	10	.	.
<i>Betula pubescens c</i>	+	1	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	+	+	.	.
<i>Dicranum polysetum</i>	+	.	.	.
<i>Ledum palustre</i>	20	10	20	5
<i>Pinus sylvestris a2</i>	40	40	.	.
<i>Pinus sylvestris b</i>	+	.	.	.
<i>Pinus sylvestris c</i>	1	1	.	+
<i>Pleurozium schreberi</i>	1	+	.	.
<i>Sphagnum fallax</i>	80	90	100	100
<i>Vaccinium myrtillus</i>	10	5	5	.

Powierzchnia Z3

Siedlisko przyrodnicze: sosnowy bór bagienny (<i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>)	Duża powierzchnia 100m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 54 20.1 E19 42 00.6				
Ch. <i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>				
<i>Ledum palustre</i>	+	2	.	1
Ch. <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>				
<i>Andromeda polifolia</i>	+	+	.	.
<i>Aulacomnium palustre</i>	1	.	5	.
<i>Cephalozia connivens</i>	+	+	.	.
<i>Eriophorum vaginatum</i>	5	10	.	10
<i>Oxycoccus palustris</i>	+	+	.	.
<i>Polytrichum strictum</i>	+	+	.	.
<i>Rubus chamaemorus</i>	+	+	1	+
<i>Sphagnum magellanicum</i>	1	1	5	10
<i>Sphagnum nemoreum</i>	.	+	.	.
<i>Sphagnum russowii</i>	+	.	.	.
Towarzyszące				
<i>Betula pubescens a2</i>	2	2	.	.
<i>Betula pubescens b</i>	5	2	.	.
<i>Betula pubescens c</i>	5	+	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	+	+	.	.
<i>Dicranodontium denudatum</i>	+	.	.	.
<i>Dicranum polysetum</i>	1	1	.	+
<i>Fagus sylvatica c</i>	+	.	.	.
<i>Frangula alnus b</i>	1	+	.	.
<i>Frangula alnus c</i>	+	+	.	.
<i>Molinia coerulea</i>	1	.	.	.
<i>Pinus sylvestris a</i>	40	40	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	1	1	.	.
<i>Sphagnum fallax</i>	80	80	90	90
<i>Vaccinium myrtillus</i>	60	70	50	40
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	+	.	1	.

7.2.3. Sołtysek

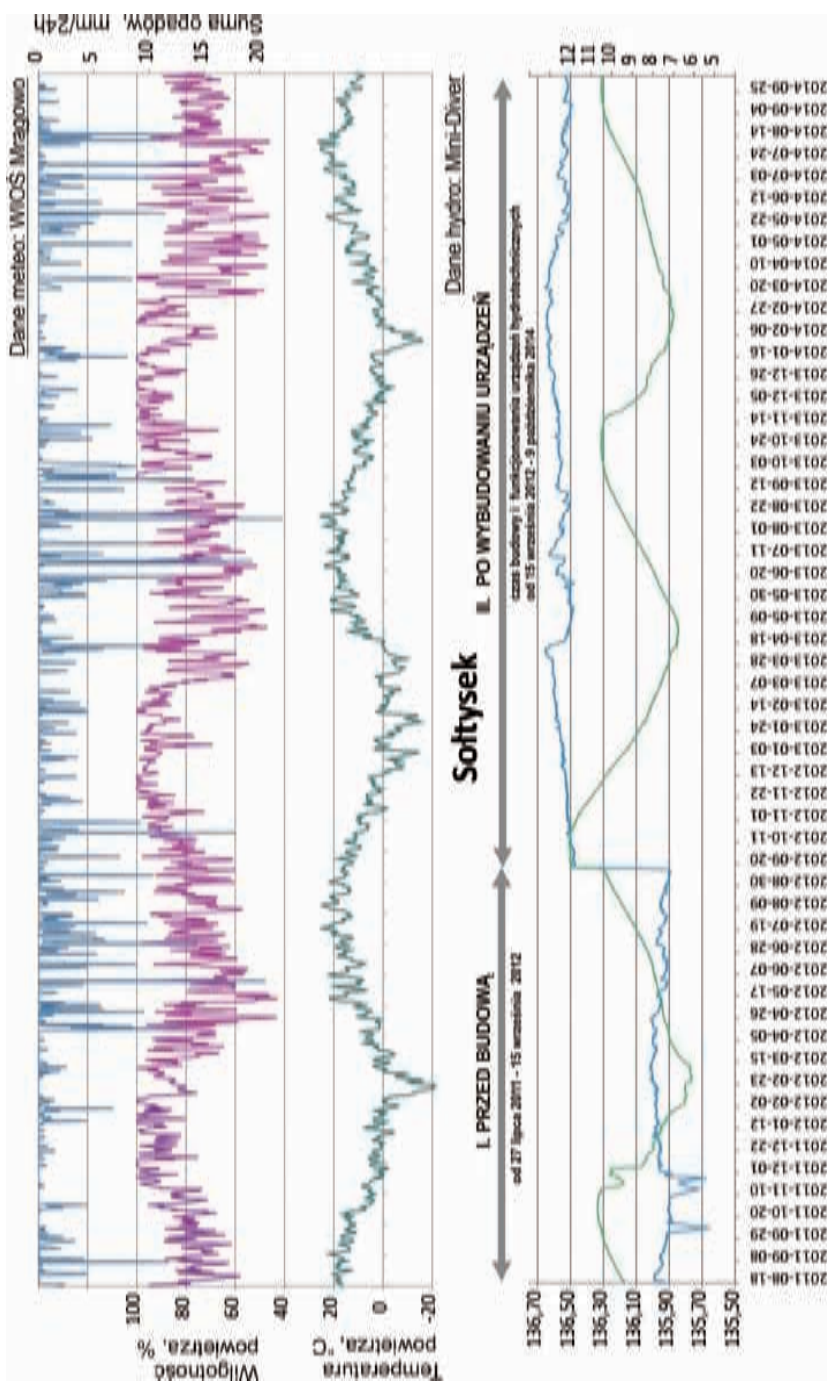
Zmiany zasobów wodnych i wilgotności wierzchniej warstwy torfu

Stany wód

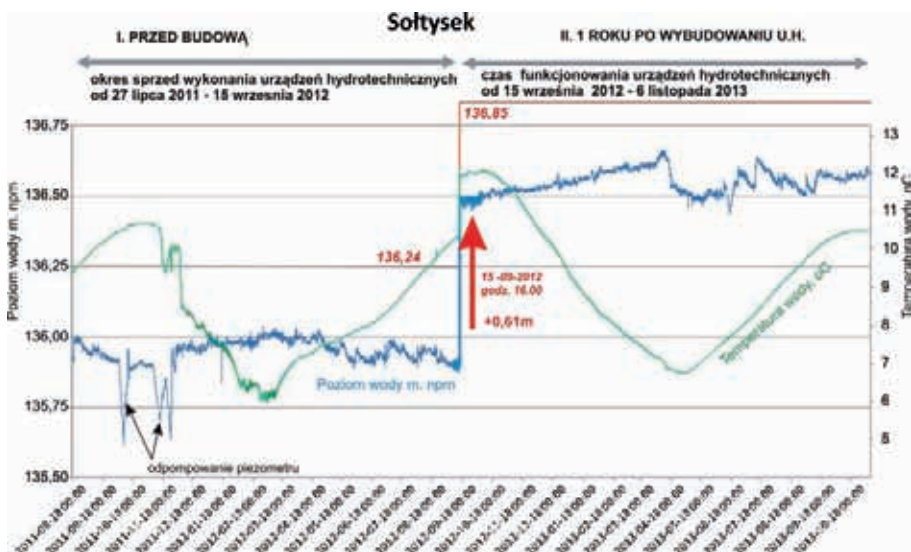
Średnia głębokość zalegania zwierciadła wód gruntowych w rezerwacie „Sołtysek” była zbliżona na obu siedliskach: na torfowisku (S1) wynosiła 0,16 m p.p.t. a w borze bagiennym (S2) 0,19 m p.p.t. (**rys. 22**). Zakres wahań stanów wód różnił się między stanowiskami: w S1, czyli na ple torfowym stany wód przed wykonaniem prac renaturyzacyjnych zmieniały się w zakresie od 0,12 – 0,25 p.p.t., podczas gdy po wykonaniu renaturyzacji, w roku wilgotnym (2013) wahania wyniosły od 0,01 m n.p.t. do 0,22 m p.p.t. (**rys. 31**). Susza w roku 2014 spowodowała kilkumiesięczne obniżenie się zwierciadła wody do 0,17 m p.p.t. W wyniku przeprowadzonych robót stany wody na torfowisku w roku wilgotnym 2013 podniosły się o 0,08 cm, natomiast w suchym 2014 o 0,02 m.

Za interesujące zdarzenie można uznać fakt nagłego podniesienia się zwierciadła wody na torfowisku (**rys. 32**). Wskutek blokady odpływu, pło torfowe podniosło się o 0,61 m w dn. 15 września 2012 o godz. 16.00; tuż po wykonaniu grobli. Tak nagłą zmianę zarejestrował Mini-Diver zainstalowany w piezometrze S1. Jak czułe jest to urządzenie, pokazuje przykład odpompowywania piezometrów przed pobraniem próbek wody do badań hydrochemicznych w laboratorium (pozostałe odpompowywania skorygowano by nie zakłócały wyników). Ponadto, warto nadmienić, że tempo wypełniania się otworu studzienki wodą jest też bardzo ważnym wskaźnikiem warunków hydraulicznych panujących w złożu.

Na obszarze boru bagiennego (S2) zmiany położenia lustra wody przed inwestycją (2011-2012) występowały w zakresie 0,12 – 0,26 m ppt, podczas gdy po wykonaniu prac budowlanych poziom wody w roku wilgotnym 2013 podniósł się do 0,08 m p.p.t., czyli o 5 cm, natomiast w roku suchym stwierdzono obniżenie zwierciadła wody średnio o 0,04 m, przy czym stany wody układały się w zakresie 0,23 – 0,30 p.p.t. Zmiany lustra wody na stanowisku S1 i S2 były ze sobą skorelowane istotnie pozytywnie.



Rys. 31. Hydrogram stanów wód i temperatur wody w okresie 27 lipca 2011 r. – 9 października 2014 r. zarejestrowanych automatycznie w piezometrze S1 w rezerwacie „Sołtysek” na tle sytuacji meteorologicznej (opady, wilgotność powietrza, temperatura powietrza).



Rys. 32. Zmiany stanów wód w rezerwacie „Sołtysek” wywołane spiętrzeniem wody i podniesieniem pła torfowego o 0,61 m w dn. 15 września 2012 o godz. 16.00.

Odptyw powierzchniowy

Zasoby rezerwatu „Sołtysek” wyrażone średnim odptywem jednostkowym przed wykonaniem urządzeń hydrotechnicznych tj. do 15 września 2012 wynosiły $q = 1,29 \text{ l/skm}^2$ (dla przepływu średniego rocznego $SQ = 2,29 \text{ l/s}$ w Q2), co odpowiada wskaźnikowi odptywu $H = 40 \text{ mm}$.

Na podstawie pomiarów hydrometrycznych na obszarze rezerwatu wykonywanych na sieci obserwacyjnej złożonej z 3 przekrojów hydrometrycznych (Tabela 10), stwierdzono zróżnicowany odptyw wody z obszaru torfowiska przed inwestycją oraz brak odptywu powierzchniowego po wykonaniu urządzeń melioracyjnych. Odptyw z rezerwatu „Sołtysek” odbywał się w sposób powierzchniowy siecią rowów się w kierunku wschodnim. Wskutek przetamowań rowów urządzeniami hydrotechnicznymi retencjonowana na obiekcie woda istotnie zmniejszyła lub całkowicie wyeliminowała odptyw powierzchniowy ze zlewni Sołtyska.



Tabela 10. Wyniki pomiarów hydrologicznych w rejonie rezerwatu przyrody Sołtysek w okresie lipiec 2011 r. – październik 2012 r. z oceną zasobów wodnych obszaru (wielkość powierzchni zlewni wyznaczona topograficznie). Z uwagi na brak odpływu powierzchniowego po wykonaniu urządzeń hydrotechnicznych, pomiarów hydrologicznych nie prowadzono.

Przekrój pomiarowy	Powierzchnia zlewni odwadniającej	Przepływ średni	Odpływ jednostkowy	Zasoby wodne	Wskaźnik odpływu
	A km ²	Q l/s	q l/s·km ²	V m ³ /rok	H mm
Q1	0,4	0,38	0,91	12017	29
Q2	1,8	2,29	1,27	72235	40
Q3	1,2	1,43	1,17	45018	37

Wilgotność torfu

W wyniku przeprowadzonych zabiegów małej retencji stan uwilgotnienia na obszarze rezerwatu „Sołtysek” istotnie się poprawił. O ile w przypadku torfowiska przejściowego (S1) zmiany nie były istotne w roku 2013, ponieważ powierzchnia torfowiska była dostatecznie uwilgotniona, istotnie pogorszyły się warunki wodne w roku 2014 z uwagi na deficyt opadowy i wysokie wskaźniki ewapotranspiracji. Krytycznym pod tym względem okazał się lipiec 2014 r., kiedy wilgotność przypowierzchniowej warstwy torfu spadła do 62%.

Tabela 11. Zmiany uwodnienia wierzchniej warstwy torfu na powierzchniach testowych rezerwatu „Sołtysek” w okresie przed wykonaniem prac renaturyzacyjnych oraz po wykonaniu renaturyzacji tj. w latach 2013 i 2014. W tabeli podano wartości średnie roczne. Gwiazdką oznaczono wartości optymalnego uwilgotnienia. Przyjęto, za Gotkiewiczem (1983) 85% uwodnienia torfu jako wartość graniczną inicjującą procesy murszenia.

Powierzchnia testowa	przed renaturyzacją	po renaturyzacji	
	2012 rok wilgotny	2013 rok wilgotny	2014 rok suchy
S1	90,5*	93,5*	75,4
S2	67,2	82,9	83,2

Wskutek budowy urządzeń piętrzących, zarówno podwyższenie stanów wody, jak i podsiąki dały zadowalające rezultaty w postaci wzrostu wilgotności w borze bagiennym (S2) z 66% latem 2012 r., przez 86% latem 2013, po 90% wiosną 2014 r. Niestety latem 2014 spadek uwodnienia

osiągnął niemal warunki wyjściowe tj. 68%. W październiku uwilgotnienie wzrosło do 91% świadcząc o szybkiej reakcji siedliska na nawet niewielkie zasilanie opadowe. Sytuacja hydrologiczna na tym obiekcie była więc konsekwencją niesprzyjających warunków meteorologicznych.

Zmiany właściwości fizyko-chemicznych wód gruntowych

Wody w rezerwacie „Sołtysek” miały bardziej alkaliczny charakter w porównaniu do pozostałych dwóch analizowanych w niniejszym opracowaniu obiektów. Bardziej zakwaszone było siedlisko boru bagiennego (S2) w porównaniu do torfowiska (S2) (**Tabela 12**). Na obu utrzymywał się kwaśny odczyn wody zarówno przed, jak i po wykonaniu urządzeń małej retencji. Podobnie do zaobserwowanego spadku odczynu na obszarze rezerwatu „Gązwa”, również w rezerwacie „Sołtysek” stwierdzono wzrost zakwaszenia środowiska wodnego: z pH 5,07 do 4,71 na stanowisku S1 oraz z 4,01 do 3,40 na stanowisku S2.

Stopień mineralizacji wody na obszarze Sołtyska przed wykonaniem retencji był przeciętnie dwukrotnie wyższy w porównaniu do Gązwy. Istotną pozytywną zmianą wywołaną funkcjonowaniem urządzeń małej retencji, gdzie odnotowano spadek mineralizacji ogólnej wody wyrażonej przewodnictwem elektrolitycznym (EC) o ponad 50% tj. z 240 do 107 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na powierzchni S1, natomiast na powierzchni S2 tj. z 314 do 174 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

W ombrofilnych glebach organicznych Sołtyska mineralizacja materii organicznej w badanych sezonach różniła się zasadniczo między siedliskiem boru bagiennego a obszarem torfowiska przejściowego. Wysoka dynamika mineralizacji materii organicznej gleb torfowiska oraz kwaśny odczyn masy organicznej sprzyjał wymyciu mineralnych związków azotu do wód gruntowych. Najwięcej N-mineralnego uwalniało się do wód gruntowych jesienią i wiosną w okresie przed wykonaniem urządzeń hamujących odpływ wody z torfowiska (S1), gdzie główny składnik - N-NH_4 osiągał stężenia >17 mg/l. Po wykonaniu zabiegów renaturyzacyjnych ilość N-NH_4 istotnie zmalała (0,76-krotnie) wskazując na zmniejszenie tempa mineralizacji materii organicznej.

W suchym roku 2014, stężenia azotu amonowego pozostawały na wyższym poziomie >3 mg/l na stanowisku S1. W wodach gruntowych na terenie rezerwatu stosunek $\text{N-NO}_3/\text{N-NH}_4$ kształtował się poniżej 1. Zasoobność wód w N-NO_3 była niska, chociaż wyższa niż pozostałych rezer-

watach. Najwyższymi stężeniami N-NO₃ cechowały się wody boru bagiennego, których stężenia wzrosły z 0,16 do 0,38 mg/l, czyli ponad 2-krotnie.

Tabela 12. Zestawienie właściwości fizykochemicznych wód na powierzchniach testowych w rezerwacie „Sołtysek” przed i po wykonaniu urządzeń małej retencji.

Parametr	Okres	Cecha	Powierzchnia testowa		Parametr	Okres	Cecha	Powierzchnia testowa	
			S1	S2				S1	S2
pH	przed	śr.	5,07	4,01	N-NO ₂	przed	śr.	0,005	0,005
		min	4,00	3,29			min	0,00	0,00
		max	6,81	6,84			max	0,01	0,01
	po	śr.	4,71	3,40		po	śr.	0,004	0,006
		min	4,29	3,15			min	0,00	0,00
		max	5,14	3,73			max	0,01	0,02
	zmiana	x-krotn.	0,93	0,85		zmiana	x-krotn.	0,81	1,06
EC	przed	średnia	240	314	N-NO ₃	przed	śr.	0,15	0,16
		min	75	105			min	0,10	0,11
		max	892	742			max	0,19	0,20
	po	średnia	107	174		po	śr.	0,19	0,38
		min	84	103			min	0,11	0,14
		max	142	275			max	0,34	0,76
	zmiana	x-krotn.	0,44	0,56		zmiana	x-krotn.	1,27	2,37
P-PO ₄	przed	śr.	0,03	0,04	N-NH ₄	przed	śr.	3,41	3,15
		min	0,00	0,01			min	0,44	0,82
		max	0,06	0,09			max	17,42	5,18
	po	śr.	0,10	0,15		po	śr.	2,46	3,90
		min	0,02	0,01			min	0,76	0,48
		max	0,29	0,29			max	6,71	7,61
	zmiana	x-krotn.	3,54	3,47		zmiana	x-krotn.	0,72	1,24
P _{og}	przed	śr.	0,23	0,69					
		min	0,04	0,04					
		max	0,16	0,16					
	po	śr.	0,40	0,67					
		min	0,09	0,05					
		max	0,75	2,05					
	zmiana	x-krotn.	1,73	0,97					

Analiza porównawcza stężeń fosforu fosforanowego i ogólnego wykazała istotny wzrost obu składników w wodach gruntowych na obu badanych powierzchniach rezerwatu „Sołtysek”. Wzrost odpływu P-PO₄ był największy w rejonie torfowiska przejściowego (ponad 5-krotny), a mniejszy (4-krotny) w przypadku boru bagiennego. Zmiany Pog zarówno w układzie przestrzennym, jak i czasowym były relatywnie wysokie, ale bardziej dynamiczne w rejonie boru bagiennego (współczynnik zmienności $cv = 122\%$), świadcząc o uwalnianiu części fosforu z przesuszonej materii organicznej do wód po wykonaniu prac hydrotechnicznych.

Fosfor fosforanowy w wodach gruntowych Sołtyśka korelował z azotem amonowym, szczególnie na terenie torfowiska (S1), lecz zależność ta była dalece niższa niż w przypadku wód z Zielonego Mechacza ($r = 0,304$). O wiele niższa korelacja (istotna statystycznie) wystąpiła też pomiędzy fosforem ogólnym a N-mineralnym ($r = 0,320$) na obu powierzchniach testowych.

Zmiany w strukturze roślinności

Na obu powierzchniach na tym obiekcie, przeważają zmiany pozytywne w strukturze roślinności (Tabela 13). Na powierzchni 1 (torfowisko przejściowe) są one nieznaczne, ale wskazują na pozytywną tendencję (zwiększenie udziału *Menyanthes trifoliata*). Natomiast na powierzchni S2 (bór bagienny) zarejestrowane zmiany są bardziej wyraźne. W przypadku 6 gatunków reakcja była pozytywna a w przypadku tylko 1 (*Vaccinium myrtillus*) negatywna. Jednakże w przypadku tego ostatniego reakcja była bardzo silna. Tą negatywną zmianę, polegającą na dużym ilościowym wzroście pokrycia borówki czernicy można jednak wytłumaczyć silnie przekształconymi wcześniej warunkami glebowymi. Przesuszone i zmineralizowane torfy po zwiększeniu wilgotności okazały się sprzyjające na tym etapie sukcesji dla wspomnianego gatunku, który opanował przestrzeń wolną od roślinności zielnej (żaden z innych gatunków zielnych nie zmniejszył swego udziału). Jako pozytywną zmianę, wskazującą na poprawę warunków wilgotnościowych, należy natomiast uznać zwiększenie się udziału torfowca *Sphagnum fallax* oraz zmniejszenie pokrycia przez *Pleurozium schreberi* oraz *Vaccinium vitis-idaea*.

Na podstawie przeprowadzonej analizy zmian w strukturze roślinności na obu powierzchniach można wysnuć konkluzję, że występuje pozytywna tendencja w zamierzonym kierunku tj. poprawy warunków siedliskowych zarówno dla torfowiska przejściowego jak i boru bagiennego.

Tabela 13. Zmiany w strukturze roślinności na powierzchniach testowych S1 i S2 na obszarze rezerwatu „Sołtysek”. Kolorem zielonym zaznaczono pozytywne zmiany w strukturze gatunków roślin tj. względem osiągnięcia docelowych warunków siedliskowych w roku 2014 w stosunku do lat 2011-2013. Kolorem czerwonym oznaczono zmiany negatywne, natomiast żółtym obojętne.

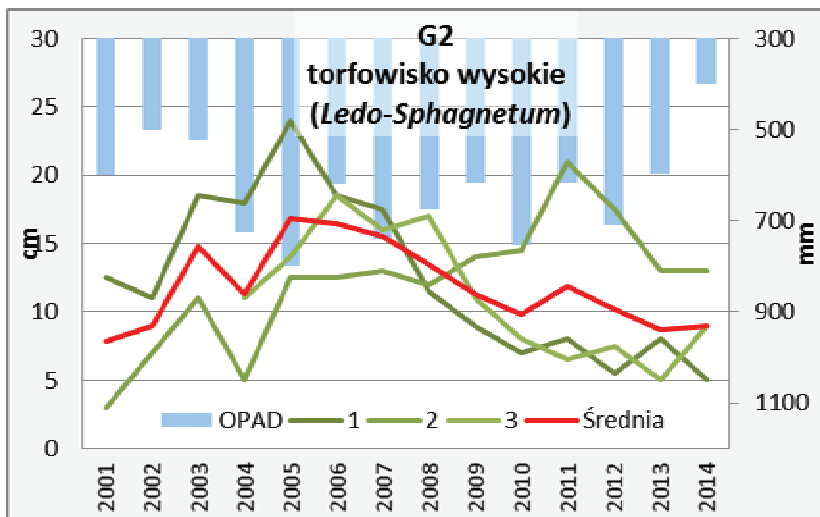
Powierzchnia S1				
Siedlisko przyrodnicze: torfowisko przejściowe (<i>Sphagno-Caricetum rostratae</i>)	Duża powierzchnia 25m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 36 09.9 E20 50 30.7				
Ch. <i>Scheuchzerio-Caricetea</i>				
<i>Menyanthes trifoliata</i>	1	5	.	5
Ch. <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>				
<i>Oxycoccus palustris</i>	30	50	20	50
Towarzyszące				
<i>Betula pubescens c</i>	2	1	.	1
<i>Carex rostrata</i>	40	40	40	40
<i>Pinus sylvestris c</i>	+	.	.	.
<i>Sphagnum fallax</i>	100	100	100	100

Powierzchnia S2				
Siedlisko przyrodnicze: sosnowy bór bagienny (<i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>)	Duża powierzchnia 100m ²		Mała powierzchnia 1 m ²	
	przed 2011	po 2014	przed 2011	po 2014
Lokalizacja: N53 36 03.2 E20 50 22.7				
Ch. <i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>				
<i>Vaccinium uliginosum</i>	40	40	10	10
<i>Ledum palustre</i>	5	5	.	.
Towarzyszące				
<i>Pinus sylvestris a</i>	50	50	.	.
<i>Betula pubescens a</i>	10	10	.	.
<i>Betula pubescens b</i>	2	2	.	.
<i>Betula pubescens c</i>	5	5	.	.
<i>Brachythecium rutabulum</i>	+	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	+	+	.	.
<i>Dicranum polysetum</i>	30	30	20	10
<i>Holcus lanatus</i>	+	.	.	.
<i>Hylocomium splendens</i>	5	+	.	.
<i>Lycopodium annotinum</i>	+	+	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	60	30	80	30
<i>Polytrichum longisetum</i>	+	+	.	.
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	+	.	.	.

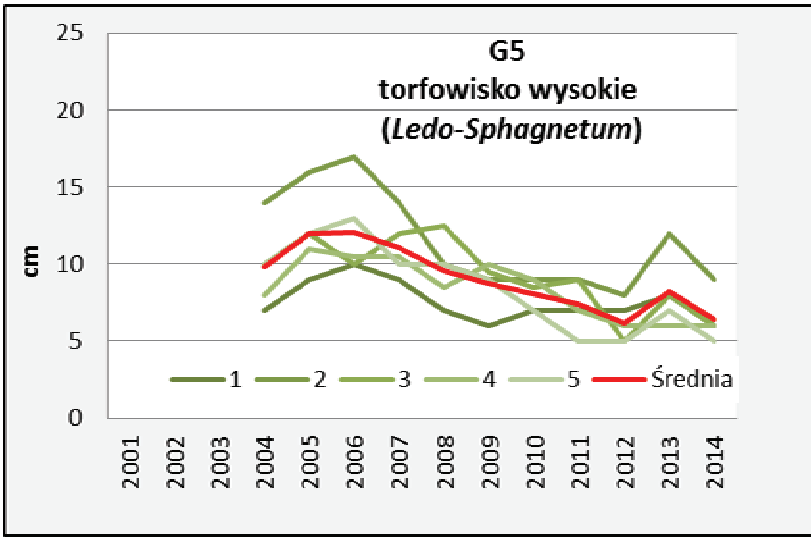
<i>Sphagnum fallax</i>	1	5	.	.
<i>Tetraphis pelucida</i>	+	+	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	20	60	5	80
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	10	1	2	+

7.3. Zmiany dendrologiczne

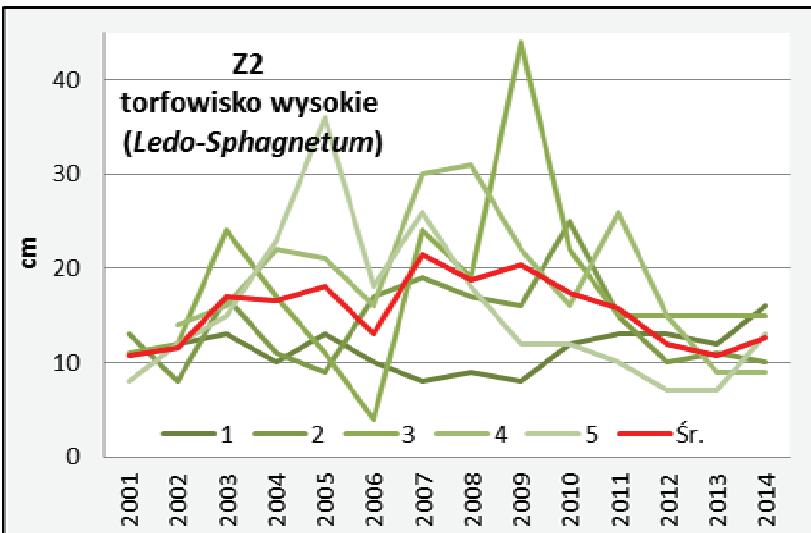
Zebrane dane dotyczące przyrostów rocznych sosen rosnących na torfowisku wysokim zostały przedstawione na wykresach liniowych (Rys. 33 – 35). Jak wynika z przedstawionych danych, zarówno na torfowisku Gązwa, jak i Zielony Mechacz, od około 8 lat (2006) występuje tendencja zmniejszania się przyrostów rocznych. Najbardziej prawdopodobną przyczyną ograniczenia dynamiki wzrostu sosen na tych torfowiskach jest jego silniejsze uwilgotnienie w tym okresie.



Rys. 33. Zmiany przyrostów rocznych sosen na torfowisku wysokim Gązwa (stanowisko G2) w okresie 2001-2014 r.



Rys. 34. Zmiany przyrostów rocznych sosen na torfowisku wysokim Gązwa (stanowisko G5) w okresie 2004-2014.



Rys. 35. Zmiany przyrostów rocznych sosen na torfowisku wysokim Zielony Mechacz (stanowisko Z2) w okresie 2001-2014.

Można więc przypuszczać, że na tych dwóch obiektach pewne podwyższenie się poziomu wód nastąpiło jeszcze przed realizacją wykonanego projektu małej retencji. Prawdopodobną przyczyną tego zjawiska było za-

niechanie konserwacji rowów melioracyjnych, w przypadku Zielonego Mechacza (**Rys. 35**) również zakończenie eksploatacji torfu w części kopalni graniczącej z rezerwatem.

Z tych powodów oraz ze względu na krótki okres prowadzonego monitoringu hydrologicznego i ekstremalny pod względem warunków pogodowych rok 2014, ocena wpływu wykonanych działań retencyjnych na ewentualne ograniczenie wzrostu sosen na tych torfowiskach jest utrudniona. Dalsze monitorowanie tego wskaźnika dendrologicznego wydaje się jednak być celowe. Uzyskane dane w dłuższym okresie czasu, skorelowane z danymi monitoringu hydrologicznego mogłyby być pomocne w analizie zachodzących zmian siedliskowych i w efekcie wypracowaniu ewentualnych wniosków, co do dalszych działań w zakresie poprawy lub utrzymania optymalnych warunków dla tych torfowisk.

8. Podsumowanie

Monitoring hydrologiczny, hydrochemiczny i fitosocjologiczny stanu siedlisk w rezerwatach „Gązwa”, „Zielony Mechacz” i „Sołtysek” przeprowadzony w okresie od czerwca 2011 r. do października 2014 r. w celu oceny efektywności działań renaturyzacyjnych na wymienionych obiektach wykazał pozytywny wpływ budowy urządzeń małej retencji na ilość i jakość ich zasobów wodnych oraz wskazał zróżnicowane tendencje zmian w strukturze gatunkowej roślinności.

Z uwagi na ścisłą zależność warunków hydrologicznych od czynników meteorologicznych, najkorzystniejsze zmiany położenia zwierciadła wody gruntowej i uwodnienia torfu zaobserwowano bezpośrednio po zakończeniu inwestycji dzięki obfitym opadom w roku 2013. Bezpośrednim efektem budowy urządzeń małej retencji (progi, zastawki dębowe, ścianki szczelne, groble) był wzrost i stabilizacja poziomu wody oraz znaczne ograniczenie lub zanik odpływu powierzchniowego wody z obszarów rezerwatów. Uwodnienie torfu istotnie wzrosło w 2013 r. na wszystkich stanowiskach badawczych, przekraczając limit 85%, który inicjuje proces murzenia, czyli destrukcji masy torfowej. Pozytywnym efektem przeprowadzonych działań na obszarach torfowiskowych był generalnie wzrost zakwaszenia i spadek mineralizacji wody.

Latem i jesienią 2014 r., czyli w okresie ograniczonego zasilania opadowego, podczas niskiej wilgotności i wysokiej temperatury powietrza sytuacja hydrologiczna na każdym z obiektów uległa pogorszeniu. Poważny niedobór wody w skali całego regionu w roku 2014 miał niekorzystny wpływ na warunki hydrologiczne na badanych obiektach powodując stopniowe wyczerpywanie się zasobów wodnych (maksymalne obniżenie stanów wody nawet do 49 cm p.p.t. czy też spadek uwodnienia torfu do 50%).

Odmienne warunki meteorologiczne, które charakteryzowały lata 2013 i 2014 ukazują ponadto wysoką czułość torfowisk wysokich na niedobór wody opadowej. Pokazują również, że właściwa interpretacja wyników hydrologicznych uzyskanych w krótkim (2 lata) interwale czasowym, jest niezmiernie trudna i uniemożliwia obiektywną ocenę przedsięwzięcia.

Zmiany w strukturze roślinności związane z funkcjonowaniem urządzeń małej retencji są również bardzo złożone. Pomimo przyjęcia dość

precyzyjnej skali pokrycia dla poszczególnych gatunków roślin w wykonanych zdjęciach fitosocjologicznych, w roku 2013 nie zaobserwowano jeszcze żadnych zmian roślinności na wytypowanych powierzchniach. Taki wynik należy tłumaczyć tym, że prace w zakresie małej retencji na tych obiektach zostały wykonane dopiero w końcu 2012 r. W 2013 r. zaczęło więc następować dopiero kompensowanie niedoborów wody w złożach. Ponadto, rośliny tworzące zbiorowiska torfowiskowe (głównie mchy, krzewinki i byliny, ale również drzewa i krzewy) to gatunki, które nie reagują natychmiast na zmianę warunków środowiskowych.

Niewielkie zmiany w strukturze roślinności zostały natomiast zaobserwowane na zdecydowanej większości powierzchni w 2014 r. Jedynie na dużej powierzchni nr G3 na Gązwie nie odnotowano żadnych zmian w stosunku do lat poprzednich. Zarejestrowane w 2014 r. zmiany mają zarówno charakter ilościowy jak i jakościowy. Polegają one na zaniknięciu pewnych gatunków, które były notowane w latach 2011-2013 lub pojawieniu nowych oraz na zmniejszeniu lub zwiększeniu powierzchni ich pokrycia. Biorąc pod uwagę cel wykonanych działań w ramach projektu małej retencji, którym jest stworzenie optymalnych warunków dla rozwoju zbiorowisk torfowiskowych lub boru bagiennego, za pozytywny wskaźnik należy uznać wycofywanie się gatunków obcych dla danego typu siedliska przyrodniczego oraz pojawienie się lub zwiększenie ilościowego udziału gatunków typowych. Odwrotną reakcją tych gatunków należy natomiast traktować jako wskaźnik negatywny. Za gatunki typowe dla danego siedliska przyrodniczego zostały uznane gatunki charakterystyczne dla identyfikujących je zespołów roślinnych oraz niektóre gatunki o szerszej skali ekologicznej, ale spełniające pozytywną rolę strukturotwórczą dla danego siedliska, jak np. torfowce. Większość gatunków charakterystycznych dla innych zbiorowisk roślinnych oraz gatunki o szerokiej skali ekologicznej zostały zakwalifikowane jako gatunki obce dla danego siedliska przyrodniczego. Wyjątek zastosowano w przypadku boru bagiennego, gdzie za gatunki typowe uznano również charakterystyczne dla klasy *Oxycocco-Sphagnetea*. W przypadku pewnej grupy roślin, ich reakcja może nie być jednak uzależniona od zachodzących zmian wilgotnościowych w siedlisku lub trudna do interpretacji, jak np. ksylofity związane z martwym drewnem.

W zbiorczych tabelach fitosocjologicznych dla poszczególnych powierzchni zostały zaznaczone wszystkie zmiany reakcji poszczególnych ga-

tunków roślin, jakie zostały odnotowane w 2014 r. w odniesieniu dla lat poprzednich (2011-2013). Zmiany te zostały zakwalifikowane do 3 kategorii (pozytywne, negatywne i obojętne) i odpowiednio oznaczone kolorami w tych tabelach. Zmiany pozytywne to pojawienie się w 2014 r. nowych gatunków typowych dla danego siedliska przyrodniczego lub zwiększenie ich udziału oraz ustąpienie lub zmniejszenie udziału gatunków obcych. Natomiast zmiany negatywne to ustąpienie lub zmniejszenie udziału gatunków typowych dla danego siedliska przyrodniczego lub pojawienie się lub zwiększenie udziału gatunków obcych. Jako obojętne zostały uznane wszystkie reakcje w przypadku gatunków, których obecność nie jest uzależniona od panujących warunków wilgotnościowych.

Uzyskane wyniki z prowadzonego monitoringu fitosocjologicznego przedstawiają niewielkie, ale w niektórych przypadkach, już dość istotne zmiany, jakie zaszły w strukturze roślinności na założonych powierzchniach stałych, które upoważniają do wstępnych wniosków. Zmiany te zostały odnotowane jednak dopiero w roku 2014, więc należy mieć na uwadze, że przedstawione wnioski nie mogą być daleko idące i jednoznaczne.

Pomimo zakończenia działań technicznych związanych z renaturyzacją torfowisk i formalnego zakończenia realizacji projektu „*Kompleksowa ochrona torfowisk wysokich na terenie województwa warmińsko-mazurskiego*” o numerze POIS.05.01.00-00-215/09 nie zakończono prac monitoringowych na rzecz renaturyzowanych torfowisk.

Z uwagi na powolny proces zmian siedliskowych wywołanych renaturyzacją zamierzamy kontynuować obserwacje torfowisk Gązwa, Sołtysek i Zielony Mechacz w ramach zadań bieżących PTOP oraz nowych projektów badawczych. Monitoring hydrologiczny, hydrochemiczny i fitosocjologiczny efektów przeprowadzonej inwestycji jest niezbędnym elementem praktyki ochrony tych cennych ekosystemów. Mamy nadzieję, że powstrzymanie degradacji torfowisk poprzez zatrzymanie procesu ich odwadniania osiągnie stan optymalny w skali ok. dziesięciu lat wypełniając tym samym główny cel ochrony tych przyrodniczo cennych siedlisk.

9. Literatura

1. BIENIEK A., ŁACHACZ A. 2010. „Rekultywacja gruntów pogórnich kopalni torfu 'Budwity'”. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego 137, Inżynieria Środowiska 17: 138-150.
2. BITNER K. 1960. Torfowisko wysokie w Bagnowie. Przegląd Geograficzny 32(4): 487-513.
3. BRAGG O.M. 2001. Hydrology of peat-forming wetlands in Scotland. *The Science of the Total Environment*, 294 (2002).
4. BROOKS R.T. 2005. A review of basin morphology and pool hydrology of isolated ponded wetlands: implications for seasonal forest pools of the northeastern United States. *Wetlands Ecology and Management*, 13.
5. BROOKS R.T., HAYASHI M. 2002. Depth-area-volume and hydroperiod relationships of ephemeral (vernal) forest pools in southern New England. *Wetlands*, Vol. 22, No. 2.
6. BYCZKOWSKI A. 1999. Hydrologia t. 2 Wyd. SGGW Warszawa
7. DRWAŁ J. 1982. Wykształcenie i organizacja sieci hydrograficznej jako podstawa oceny struktury odpływu na terenach młodogłajalnych. . *Nauk. UG*, . i monogr., 33.
8. GOTKIEWICZ J. 1983. Zróżnicowanie intensywności mineralizacji azotu w glebach organogenicznych związane z odrębnością warunków siedliskowych. *Rozpr. hab. IMUZ, Falenty*, 11.
9. GOTKIEWICZ J. 2005. Mineralizacja organicznych związków azotowych w glebach torfowo-murszowych z wieloletnich doświadczeń. *Bibl. Wiad. IMUZ 1987 nr 68 s. 85-97*.
10. GOTKIEWICZ J., OKRUSZKO H., SMOŁUCHA J. 1996. Powstawanie i przeobrażanie się gleb hydrogenicznych w krajobrazach młodogłajalnych Pojezierza Mazurskiego i Równiny Sępopolskiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 431: 181-201.
11. HERBICH M., 1998. Ekologiczne studium rozwoju torfowisk wysokich właściwych na przykładzie wybranych obiektów z środkowej części Pobrzeża Bałtyckiego. *Wyd. UG.*, ss. 119.
12. HERMANOWICZ W., DOJLIDO J., DOŻAŃSKA W., KOZIOROWSKI B., ZERBE J. 1999. Fizykochemiczne badania wody i oecieków. *Arkady W-wa*. ss. 555.
13. ILNICKI P. 2002. Torfowiska i torf. *Wyd. AR Poznań*. ss. 606.
14. JASNOWSKI M. 1975. Torfowiska i tereny bagienne w Polsce. W: Kac N.J. (red.). *Bagna kuli ziemskiej*. PWN, Warszawa: 356-390.

15. KARCZEWSKI M. 2001. Wielkie Jeziora Mazurskie w pierwszych wiekach naszej ery. Przyczynek do badań paleoekologicznych i archeologiczno – osadniczych. *Mazovia*, t. 4/2001, Giżycko.
16. KONDRACKI J. 2009. *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 441.
17. KULCZYŃSKI S. 1939. Torfowiska Polesia. T. 1. Księg. Gebethnera i Wolfa, Kraków: 30-51.
18. LIPKA K., ZAJĄC E., WADOWIK W. 2005. Wpływ użytkowania na zaniechanie gleb torfowo-murszowych w dolinie rzeki Mrowli koło Rzeszowa. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 507: 349-355.
19. LIPKA K., STABRYŁA J. 2012. Wielofunkcyjność mokradeł w Polsce i świecie. W: (red. A. Łachacz): *Współczesne Problemy Kształtowania i Ochrony Środowiska*, Rozdział 1 „Wybrane problemy ochrony mokradeł” *Monografie 3p*, Wyd. UWM, Olsztyn: 7-16
20. ŁACHACZ A. 1996. Obszary cenne przyrodniczo na Pojezierzu Mazurskim i ich ochrona. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 431: 79-99.
21. MATUSZKIEWICZ J. M. 1993. Krajobrazy roślinne i regiony geobotaniczne Polski. *Prace Geograficzne* 158: 1-107.
22. MĘLYNEK T., POLAKOWSKI B. 1962. Zespoły roślinne rezerwatu torfowiskowego „Gązwa”. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie* 14(3): 317-329.
23. MRÓZ W. (red.) 2010. *Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Cz. I. GIOS, Warszawa.*
24. OKRUSZKO H. 1991. Wyniki wieloletniego doświadczenia dotyczącego wpływu użytkowania na glebę torfową. *Wiad. IMUZ*, 16(3): 87-107.
25. OKRUSZKO H., PIĄŚCIK H. 1990. Charakterystyka gleb hydrogenicznych. Olsztyn, Wyd. AR-T s. 93-122.
26. PAWLACZYK P., HERBICHOWA M., STAŃKO R. 2005. *Ochrona torfowisk bałtyckich. Przewodnik dla praktyków, teoretyków i urzędników*. Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin, ss. 192.
27. PAWLUCZUK J. 2001. Mineralizacja związków azotu w glebach torfowych na tle zróżnicowanych warunków siedliskowych obszarów młodoglacjalnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 476: 243–250.
28. PAWLUCZUK J., GOTKIEWICZ J. 2000. Charakterystyka warunków siedliskowych torfowiska Zielony Mechacz na Pojezierzu Iławskim. *Biuletyn Naukowy*, 9: 121-133.
29. PAWLUCZUK J., GOTKIEWICZ J. 2003. Ocena procesu mineralizacji w glebach wybranych ekosystemów torfowiskowych Polski północno-

- wschodniej w aspekcie ochrony zasobów glebowych. *Acta Agrophysica* 1, 4: 721-728.
30. PAWLUCZUK J., PISAREK W. 2009. Zmiany roślinności oraz warunków siedliskowych torfowiska „Budwity” spowodowanych zaburzeniem stosunków wodnych i ocena możliwości jego renaturyzacji”. [W]: A. Łachacz (Ed.). *Wetlands – their functions and Protection.*, Department of Land Reclamation and Environmental Management, University of Warmia and Mazury in Olsztyn: 139-156.
 31. PERDJON M., 1998. Ocena stanu populacji maliny moroszki (*Rubus chamaemorus* L.) w rezerwacie „Zielony Mechacz” na tle warunków siedliskowych – praca magisterska UWM Olsztyn.
 32. PIAŚCIK H., GOTKIEWICZ J., ŁACHACZ A. 1995. Charakterystyka siedlisk torfowych Pojezierza Mazurskiego w aspekcie ich użytkowania i ochrony. W: *Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce*. Sesja naukowa IMUZ. Falenty, 6-7.XI 1995: 356-361.
 33. PIAŚCIK H., GOTKIEWICZ J. 2004. Przeobrażenia odwodnionych gleb torfowych jako przyczyna ich degradacji. *Rocz. Glebozn.*, 55(2): 331-338.
 34. PIAŚCIK H., GOTKIEWICZ J., ŁACHACZ A., SZAREJKO T. 1994. Charakterystyka i waloryzacja mokradeł i użytków zielonych w regionie olsztyńskim w aspekcie ochrony środowiska. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty.
 35. PISAREK W. 2009. Gązwa. W: Cz. Hołdyński, M. Krupa (red.). *Obszary Natura 2000 w województwie warmińsko-mazurskim*. Wydawnictwo Mantis, Olsztyn: 145-147.
 36. PISAREK W., POLAKOWSKI B. 2001. Szata roślinna rezerwatu „Zielony Mechacz” i problemy związane z jego ochroną. *Acta Botanica Warmiae et Masuriae*, 1: 69-101.
 37. POLAKOWSKI B., PISAREK W. 1997. Plan ochrony rezerwatu „Zielony Mechacz”. Urząd Wojewódzki w Olsztynie.
 38. SZUNIEWICZ J., OKRUSZKO H., CHRZANOWSKI S. 1998. Ruchy powierzchni i spłykanie się gleb torfowo-murszowych na torfowisku Wizna. *Wiad. IMUZ*, 19(3): 9-23.
 39. SZYMAŃSKI A. 2007. *Mechanika gruntów*. Wyd. SGGW. Warszawa.
 40. TOBOLSKI K., 2000. *Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych*. PWN, Warszawa, ss. 508.
 41. WOŹNIAK E., SIKORA M. 2012. Krótkookresowe zmiany hydrograficzne i hydrologiczne w zlewni torfowiska wysokiego Białe Błoto. *Inżynieria Ekologiczna*, Nr 29: 162-173.



**INFRASTRUKTURA
I ŚRODOWISKO**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt „Kompleksowa ochrona torfowisk wysokich na terenie województwa warmińsko-mazurskiego”
o numerze POIS.05.01.00-00-215/09, współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego
Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach V Osi Priorytetowej Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko



Dofinansowano ze środków Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

ISBN 978-83-918874-8-6