

Odwadnianie lasów i ochrona wód w krajach regionu Morza Bałtyckiego – stan wiedzy, metody oraz problemy do rozwiązania

1. Wprowadzenie

Dokument został przygotowany przez członków zespołu projektowego WAMBAF WP2 oraz zaproszonych ekspertów zewnętrznych. Projekt WAMBAF WP2 jest realizowany w okresie od 1 marca 2016 r. do 28 lutego 2019 r. i jest finansowany z funduszy europejskich w ramach programu Interreg Regionu Morza Bałtyckiego. Ogólnym celem projektu jest opracowanie i promowanie najlepszych praktyk stosowanych w lasach służących poprawie jakości wód płynących do Bałtyku, czyli zmniejszania odpływu z lasu związków chemicznych (m.in. azotu, fosforu i rtęci) oraz zawiesin powstających wskutek procesu erozyjnego w rowach.

Projekt WAMBAF koncentruje się na trzech głównych praktyczno-badawczych zagadnieniach mających znaczący wpływ na jakość wody:

- lasy nadbrzeżne,
- leśna gospodarka wodna,
- działalność bobrów.

Niniejszy dokument stanowi podsumowanie wyników badań prowadzonych w ramach projektu w 2016 r. mających na celu zbadanie:

- aktualnej wiedzy na temat wpływu odwadniania lasów oraz retencjonowania wody na odpływ substancji pokarmowych, zawartość zawiesin i rtęci,
- efektywności aktualnie wykorzystywanych środków ochrony wody,
- narzędzi i metod aktualnie stosowanych w planowaniu ochrony wód przy odwadnianiu lasów,
- aktualnej legislacji, standardów certyfikacji oraz wytycznych dotyczących stosowania urządzeń odwadniających w lasach oraz przedsięwzięć retencyjnych w różnych krajach Regionu Morza Bałtyckiego (RMB).

Materiały badawcze zostały zebrane na podstawie literatury oraz w kontaktach z ekspertami w Estonii, Finlandii, Łotwie, na Litwie, w Polsce i Szwecji.

2. Terminologia stosowana w dokumencie

Odwadnianie i retencjonowanie wody oznacza działania mające wpływ na warunki wodne w siedliskach leśnych. Działania odwadniające obejmują odwadnianie po raz pierwszy, utrzymanie sieci rowów melioracyjnych (Zdjęcie 1) oraz odwadnianie okresowe.

Odwadnianie po raz pierwszy oznacza celowe obniżanie poziomu wód gruntowych pierwotnych torfowisk lub zabagnionych gleb mineralnych w celu poprawy przyrostu lasu. W Finlandii i Szwecji odbywa się to poprzez kopanie otwartych rowów melioracyjnych o głębokości 0,5 m – 1,0 m. W innych krajach regionu Morza Bałtyckiego głębokość rowów jest niekiedy głębsza, z powodu właściwości hydraulicznych gleby mineralnej, a także konieczności nadania rowom na płaskich terenach spadku zapewniającego odpowiednią prędkość przepływającej wody (Zdjęcie 2).

Utrzymanie sieci rowów melioracyjnych obejmuje czyszczenie istniejących rowów oraz tworzenie dodatkowych rowów w celu poprawy przyrostu lasu.



Zdjęcie 1. Nowoczesny sprzęt „Varanen” do prowadzenia czynności utrzymaniowych sieci rowów melioracyjnych w Szwecji. Fot.: Anja Lomander

Odwadnianie okresowe oznacza wykorzystanie rowów melioracyjnych w celu obniżenia tymczasowo podniesionego poziomu wód gruntowych, lub w celu odpływu wód powierzchniowych z obszaru, gdzie niedawno dokonywane były zręby. W Szwecji odbywa się to zwykle poprzez kopanie otwartych rowów o głębokości 0,3–0,5 m. Taką samą metodę stosuje się również na Łotwie, a głębokość rowów naprawczych nie może przekraczać 0,4 m (0,3 m w lasach miejskich). W Finlandii, metoda ta zwana jest „usypywaniem rowów”, ponieważ niewielkie grobelki z gleby usuniętej z rowów są wykorzystywane do sadzenia sadzonek drzew.



Zdjęcie 2. Odwadnianie lasów na Litwie. Fot.: Dovilė Čiuldienė

Do retencjonowania wody stosowane są metody gospodarki leśnej takie, jak np.: wybór gatunku o niskiej zdolności intercepcji, jak również urządzenia techniczne takie, jak budowa zbiorników i tam, zatrzymywanie wody w rowach melioracyjnych, jak również odtwarzanie mokradeł celem podniesienia poziomu wód gruntowych i/lub zwiększenia zasobów wodnych w obszarze leśnym. W Polsce urządzenia retencyjne służą łagodzeniu skutków spowodowanych przez susze i powodzie (Zdjęcie 3).



Zdjęcie 3. Tama retencyjna na rowach odwadniających w Polsce. Fot.: Wojciech Gil

Urządzenia do ochrony wody

Pułapki sedymentacyjne/odmulające to niewielkie zagłębienia tworzone na dnie rowów służące sedymentacji rumowiska wleczanego wymywanego z brzegów i dna rowów. Mają na celu powstrzymanie ich transportu do zbiorników wodnych. W Finlandii zagłębienia mają zazwyczaj głębokość < 1 m i są tworzone w odstępach 100 m.

W czasie konserwacji rowów pozostawia się krótkie odcinki, na których nie oczyszcza się skarp i dna rowów. Celem tego zabiegu jest zmniejszenie prędkości przepływającej wody, co zapobiega erozji i częściowo zatrzymuje tzw. rumowisko wlezione po dnie i rumowisko zawieszone w wodzie pochodzące z górnych odcinków rowów.

Zbiorniki (stawy) sedymentacyjne są konstruowane na większych rowach przed wprowadzeniem wody do cieku wodnego w celu wychwycenia ciał stałych i powstrzymanie ich transportu do akwenów wodnych (Zdjęcia 4, 5 i 6). W Finlandii powierzchnia stawu sedymentacyjnego to 3 do 8 m² / ha powierzchni odwadnianej, a głębokość stawu wynosi 2 m. Na każde 40 ha obszaru odwadnianej zlewni buduje się jeden staw sedymentacyjny, a jeżeli obszar ten jest większy niż 40 ha, tworzy się więcej stawów. Na Łotwie budowa stawów

sedymencyjnych jest obowiązkowa w lasach państwowych, jeżeli długość systemu odwadniającego przekracza 0,8 km; dno stawu jest niższe o 0,5 m od dna rowu, a długość stawu waha się od 30 do 50 metrów.

Obszary spływu powierzchniowego *jest* to nieodwadniany teren po którym spływa woda z rowów odwadniających (Rys. 7). Obszary spływu powierzchniowego zatrzymują ciała stałe i substancje pokarmowe transportowane z odwadnianych obszarów. W Finlandii ich powierzchnia zależy od powierzchni odwadnianej. Zaleca się 0,5 – 1% obszaru zlewni.

Regulowanie odpływu wody z rowu zbiorczego do cieku odbywa się za pomocą grobli na rowie, w której znajdują się na rurociągi zwykle na dwóch poziomach. Umożliwia to ograniczenie odpływu w czasie i tym samym sedymentację zanieczyszczeń płynących w rowie (Zdjęcie 8).

Oczyszczalnie korzeniowe mają na celu zatrzymanie ciał stałych i substancji pokarmowych poprzez naturalne procesy takie, jak sedymentacja, denitryfikacja, pobieranie przez rośliny, w celu ograniczenia ich transportu do niżej położonych zbiorników wodnych (Zdjęcie 9). Zazwyczaj składają się z połączonych ze sobą porośniętych roślinnością stawów, które służą do kontroli przepływu wody.

3. Odwadnianie lasów w krajach regionu Morza Bałtyckiego

Większość europejskich torfowisk (histosoli) znajduje się w krajach regionu Morza Bałtyckiego (Rys. 1):

- Estonia,
- Finlandia,
- Łotwa,
- Litwa,
- Polska
- Szwecja.

Całkowity obszar torfowisk w tych krajach wynosi około 19,5 mln ha (Tabela 1). Odwadnianie w tych krajach Regionu Morza Bałtyckiego jest konieczne w celu zrównoważenia i poprawy przyrostu lasów na torfowiskach i zabagnionych glebach mineralnych; zatem pod potrzeby leśne odwodnionych zostało około 10 mln. ha torfowisk.

Finlandia i Szwecja to kraje o największym obszarze i zagęszczeniu odwodnionych torfowisk. Obecnie, w krajach Regionu Morza Bałtyckiego praktycznie nie stosuje się odwadniania po raz pierwszy, a główną metodą

gospodarki wodnej w lasach jest utrzymanie sieci rowów melioracyjnych. W Finlandii całkowity roczny przyrost lasów wynosi 104 mln m³ (Peltola 2014), z czego lasy na torfowiskach stanowią 25% (Päivänen i Hånell 2012). Utrzymanie sieci rowów melioracyjnych rocznie odbywa się na obszarze 50 000 ha, co ma na celu zrównoważenie i poprawę przyrostu lasów na odwodnionych torfowiskach.



Zdjęcie 4. Staw sedymentacyjny w Szwecji. Fot.: Ulf Sikström

W Szwecji rowy okresowe wykonuje się w każdym roku na 4 000 ha, co ma celu tymczasowe gospodarowanie wodą w lasach odnawianych. Jednakże, statystyki nie są dostępne dla każdego kraju regionu Morza Bałtyckiego. W południowych częściach regionu Morza Bałtyckiego, na przykład w Polsce oraz w niewielkim stopniu na Litwie, głównym zadaniem gospodarki wodnej w lasach jest ograniczanie odpływu wody z lasów za pomocą różnego rodzaju urządzeń retencyjnych.



Zdjęcie 5. Staw sedymentacyjny oraz tama wykonana z kamieni w Finlandii.
Fot.: Leena Finér



obszarach wód gruntowych, sama ewapotranspiracja nie może utrzymać napowietrzania gleby i odwadnianie jest potrzebne.

W krajach regionu Morza Bałtyckiego opublikowano 30 opracowań na temat wpływu różnych metod odwadniania i retencji wód na ich jakość. Jednakże, jedno opracowanie ze Szwecji nie koncentruje się na ochronie wód, a opracowania z Polski dotyczą oceny wpływu leśnictwa na jakość wody.



Zdjęcie 7. Obszar spływu powierzchniowego w Finlandii. Fot.: Antti Leinonen

Wyżej wspomniane 30 opracowań dotyczyło 140 badanych zlewni oraz 54 powierzchni, z których niektóre znajdowały się w obrębie zlewni badawczych. Badania prowadzone w Finlandii zostały opublikowane w jęz. angielskim, a badania w pozostałych krajach, w języku angielskim lub w językach narodowych. Poza jednym starszym opracowaniem z Finlandii, opracowania dotyczące ochrony wód pochodzą z lat 1991–2009. W przypadku połowy opracowań nie badano warunków sprzed czynności odwadniających. W przypadku, gdy warunki te badano, okres jaki brano pod uwagę był dłuższy niż trzy lata. Efekty odwadniania były zazwyczaj monitorowane przez okres dłuższy niż trzy lata.

Ogólnie, nie wykorzystywano środków ochrony wód przy odwadnianiu po raz pierwszy z uwagi na niewielką świadomość znaczenia ochrony wód kilka dekad temu. Tylko jedno badanie prowadzone w Finlandii miało na celu przeanalizowanie efektywności strefy łęgowej nieobjętej gospodarką wodną, która w tym przypadku była pozostawiona pomiędzy siecią rowów

melioracyjnych, a zbiornikiem wodnym w dolnej części, w zapobieganiu odpływowi zawieszin ciał stałych i substancji pokarmowych (Ahtiainen i Huttunen 1999). Wyniki badań pokazały, że nieodwodniona strefa łąkowa zatrzymała 20% całkowitego ładunku azotu i nie mogła powstrzymać nadmiernych ładunków zawieszin ciał stałych i fosforu po wykonaniu odwodnienia po raz pierwszy.

Różnorodne urządzenia (stawy i pułapki sedymentacyjne, obszary spływu powierzchniowego, regulowanie odpływu, oczyszczalnie korzeniowe, pozostawianie odcinków rowów bez konserwacji) są obecnie wykorzystywane jako metody utrzymania sieci rowów celem ograniczenia szkodliwego wpływu na wody powierzchniowe. Większość opracowań, które dotyczyły sposobu złagodzenia negatywnych efektów działań odwadniających w lasach, koncentrowała się na wykorzystaniu stawów sedymentacyjnych oraz obszarów spływu powierzchniowego. Jak pokazuje Tabela 3, te dwie metody były badane na największej liczbie obszarów.



Zdjęcie 8. Konstrukcja do regulowania odpływu w Finlandii. Dolna rura jest pomarańczowa, a górna czarna. Fot.: Antti Leinonen

Średnio stawy sedymentacyjne zatrzymują 25%, a obszary spływu powierzchniowego 50% wpływu zawieszin ciał stałych, jednak nie zatrzymują one fosforu (Tabela 3). Wśród najczęściej monitorowanych parametrów były związki azotu i fosforu. Tylko jedno badanie dotyczyło monitorowania zawartości rtęci.

Z uwagi na fakt, że czynności utrzymaniowe sieci rowów mają niewielki wpływ na wypłukiwanie azotu, wydaje się, że stawy sedymentacyjne nie wpływają w znaczny sposób na transport azotu. Efektywność retencyjna obszarów spływu powierzchniowego zależy od wielkości obszaru oraz okresu, w jakim przepływająca woda ma styczność z glebą (Saari 2014, Silvan 2005).

Ogólnie, obszary spływu powierzchniowego funkcjonują lepiej niż stawy sedymentacyjne, jeżeli chodzi o zatrzymywanie zawieszin ciał stałych i mogą również zatrzymywać substancje pokarmowe poprzez absorpcję przez rośliny (Silvan 2005). Jednakże zalewanie oraz tworzenie tras przepływu wody (preferowanych tras przepływu) może zmniejszać efektywność retencji. Wykazano, że metoda modelowania odpływu szczytowego jest efektywna zarówno w redukcji nadmiaru zawieszin ciał stałych, jak i substancji pokarmowych (Marttila and Klove 2009, Marttila et al. 2010), jednakże, aby potwierdzić tą efektywność, potrzebne jest wykonanie dalszych badań.

Znaczące różnice w efektywności poszczególnych metod zależą od czynników lokalnych takich, jak wielkość urządzenia ochrony wód w odniesieniu do powierzchni odwadnianej oraz

- rodzaju gleby,
- trasy przepływu wód,
- rodzaju roślinności,
- wielkości urządzenia.

Zatem, wybór sposobu złagodzenia negatywnych skutków czynności odwadniania lasów powinien uwzględniać cechy specyficzne obiektu odwadnianego.

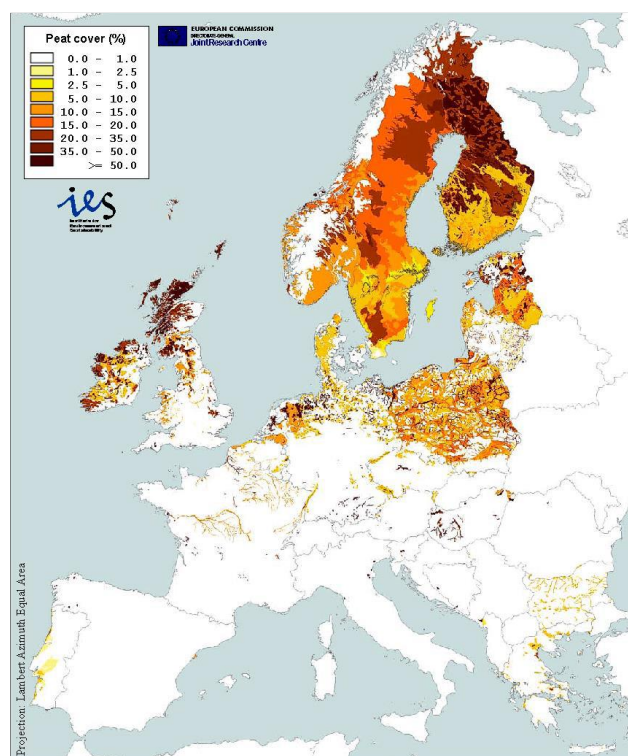


Zdjęcie 9. Oczyszczalnia roślinna (korzeniowa) w Finlandii. Fot.: Sirpa Piirainen

Problemy do rozwiązania

Określono następujące potrzeby związane z pozyskaniem dalszej wiedzy naukowej oraz rozwojem metod ochrony wód w aspekcie leśnej gospodarki wodnej:

- Lepsze zrozumienie wpływu ładunku i stężenia pierwiastków na biologię wód powierzchniowych.
- Przystosowanie gospodarki wodnej oraz systemu ochrony wód do nowych warunków hydrologicznych będących wynikiem zmiany klimatu.
- Lepsze zrozumienie znaczenia różnych struktur ochrony wód oraz ich kombinacji. Oprócz substancji pokarmowych, studia powinny koncentrować się na kontrolowaniu jakości wód odpływowych, w szczególności substancji niebezpiecznych, ładunku osadu na dnie (ładunku, który przemieszcza się na dnie rowów) oraz żelaza.



Rys. 1. Względny obszar (%) histosoli (torfowisk) w Jednostkach Glebowych SMU (Soil Mapping Units) Europejskiej Bazy Gleb (European Soil Database) (Montanarella i in. 2006, przedruk za zgodą Mires and Peat 1(01) 2006, <http://mires-and-peat.net/>).

- Opracowanie nowych metod ochrony wód dla obiektów, gdzie ma miejsce połączenie czynności utrzymaniowych sieci rowów z cięciem rębny.
- Identyfikacja rodzajów gleby o wysokim zagrożeniu erozją lub charakteryzujących się wypłukiwaniem substancji niebezpiecznych (na przykład rtęci) lub podatnych na utlenianie siarczków.
- Ewaluacja opłacalności z ekonomicznego punktu widzenia całego łańcucha gospodarki leśnej (odwadnianie, trzebieenie, cięcia rębne) dla odwadnianych torfowisk.
- Lepsze zrozumienie związku pomiędzy działalnością leśną, a poziomami toksyn w biocie.
- Lepsze zrozumienie struktury zawiesin ciał stałych oraz rozpuszczonego organicznego węgla.
- Identyfikacja lasów na torfowiskach oraz innych zabagnionych obszarach, które nie potrzebują odwadniania – wysoki poziom ewapotranspiracji lub obiekty o niskim poziomie produkcji.

Tabela 1. Całkowity obszar torfowisk (w tym zabagnionych gleb wyżynnych), obszar odwodniony pod potrzeby leśne, całkowita długość rowów oraz średnia długość rowów w przeliczeniu na hektar obszaru leśnego w krajach regionu Morza Bałtyckiego. Definicja torfowiska różni się w zależności od kraju, dlatego liczby nie są w pełni porównywalne. W tabeli wskazano również główny rodzaj gospodarki wodnej w lasach. (DTM=ditch network maintenance/utrzymanie sieci rowów).

Kraj	Torfowiska, w mln ha	Odwodnione, w mln ha	Całkowita długość rowów na obszarach leśnych w km	Średnia długość rowów na hektar obszaru leśnego, m ha ⁻¹	Główny rodzaj gospodarki wodnej w lasach
Estonia	1,20 ¹	0,56 ¹	97 169 ²	174	Utrzymanie sieci rowów
Finlandia	8,76 ³	5,96 ³	1 300 000 ⁴	218	Utrzymanie sieci rowów
Łotwa	1,14 ⁵	0,5 ⁵	43 000 ⁶	86	Utrzymanie sieci rowów
Litwa	0,65 ⁷	0,4 ⁸	15 000 ⁸	31 ⁸	Utrzymanie sieci rowów
Polska	1,30 ⁵	0,86 ⁹	430 000 ⁹	50	Utrzymanie sieci rowów oraz retencja wody
Szwecja	6,4 ¹⁰	1,5-2 ¹⁰	600 000 ¹¹	400	Utrzymanie sieci rowów oraz odprowadzanie korekcyjne
Łącznie	19,45	9,78-10,3	2 485 169		

¹ Estonian Mires Inventory, publikacja z dnia 6 września 2011 r. ² Źródło: Estońska Agencja ds. Środowiska (KAUR), odpowiedź na zapytanie E. Lode z dnia 16 października 2014 r. ³ (Peltola 2014)

⁴ Wartość szacunkowa w oparciu o wiedzę, że rowy są zlokalizowane w odstępach 30-40 m na powierzchni 5,96 mln. Ha. ⁵ Paavilainen i Päivänen 1995. ⁶ Dotyczy wyłącznie obszaru lasów publicznych.

⁷ Taminskas i in. 2011. ⁸ Ruseckas i Urbaitis 2013 ⁹ Wiśniewski 1996, głównie gleby mineralne

¹⁰ Päivänen i Hånell 2012. ¹¹ Wartość szacunkowa przy przyjęciu, że rowy są zlokalizowane w odstępach 25 m na powierzchni 1,5 mln ha.

- Identyfikacja obszarów wodnych i lądowych o wysokiej wartości w kontekście bioróżnorodności.
- Lepsze zrozumienie efektywności struktur ochrony wód w różnych warunkach hydrologicznych, np. torfowiska formowane w wyniku odprowadzenia z warstwy wodonośnej.
- Ewaluacja zmian w roślinności, na poziomie ekologicznym i troficznym, mających miejsce w przypadku torfowisk pierwotnych, kiedy są one wykorzystywane jako obszary spływu powierzchniowego.
- Wiedza na temat tego, w jaki sposób różne rodzaje łyżek koparek (kształt U zamiast kształtu V, Zdjęcie 1) mają wpływ na ładunek osadu, kiedy są one wykorzystywane w pracach konserwacyjnych.
- Zrozumienie, w jaki sposób gospodarowanie populacją bobrów przekłada się na ochronę jakości wód.
- Ocena, w jaki sposób tereny podmokłe jako tereny łowieckie mają wpływ na ochronę wód.

5. Planowanie i prezentacja rozwiązań w zakresie ochrony wód

Planowanie ochrony wód

Dobre planowanie stanowi zasadniczy element na drodze do sukcesu ochrony wód. Aktualnie, w regionie Morza Bałtyckiego dostępnych jest tylko kilka narzędzi umożliwiających planowanie ochrony wód przy odwadnianiu lasów. Pięć narzędzi pochodzi z Finlandii, dwa ze Szwecji, a jedno z Litwy. Jednakże, narzędzia są opisane wyłącznie w językach narodowych, co w znacznym stopniu ogranicza ich użytkowanie w pozostałych krajach.

Tabela 2. Podstawowe ładunki substancji pokarmowych z obszarów leśnych w Finlandii wraz z nadmiarowymi ładunkami azotu, fosforu i zawieszin ciał stałych po przeprowadzeniu czynności odwadniających w Finlandii. Ładunki są podane w kg ha^{-1} w okresie 10 lat.

	Azot	Fosfor	Zawiesiny ciał stałych
Odwadnianie po raz pierwszy ¹	+23	+1,7	+2460
Utrzymanie sieci rowów ²	0	0 – +1,0	+210 – 973
Wartość ładunku ³	3–23	0,2–1.5	9–475

¹ Ahtiainen & Huttunen 1999, brak wykorzystania metod ochrony wód

² Joensuu i in. 1999, Joensuu 2002, Nieminen i in. 2010, z zastosowaniem metod ochrony wód

³ Mattsson i in. 2003, Kortelainen i in. 2006, Finér i in. 2010

W Finlandii wykorzystuje się narzędzie RLGis, które służy do szacowania ryzyka erozji planowanych rowów (Rys. 2). Informacja taka może być wykorzystywana do planowania struktur ochrony wód. Kolejnym narzędziem wykorzystywanym w Finlandii jest KUHA. Umożliwia kalkulację rocznych ładunków zawiesin ciał stałych oraz całkowitych ładunków fosforu spowodowanych odwadnianiem lasów oraz innymi działaniami leśnymi prowadzonymi w obrębie tej samej zlewni. Może być również wykorzystywane do planowania środków ochrony wód, jak również do programowania różnych działań celem uniknięcia nadmiaru zanieczyszczeń. Narzędzie stosowane na Litwie umożliwia regulowanie odpływu, a narzędzie szwedzkie umożliwia zbieranie informacji o systemie odwadniania, które następnie stanowią podstawę do określenia odpowiednich działań gospodarczych. Oba narzędzia funkcjonują na poziomie zlewni.

Obiekty demonstracyjne

Pokazy, zarówno w terenie, jak i w warunkach „wirtualnych”, stanowią efektywny sposób uczenia się planowania lub tworzenia różnych struktur ochrony wód lub poznawania efektów odwadniania na jakość wody. Stałe stanowiska pokazowe systemów odwadniania lasów zostały ustanowione wyłącznie na Łotwie i Litwie. Na Łotwie, na sześciu obszarach zobaczyć można, w jaki sposób odwadnianie wpływa na jakość wód, a na Litwie na jedynym obszarze pokazowym prezentowany jest system monitorowania jakości wód. Pozostałe kraje regionu Morza Bałtyckiego korzystają jedynie z tymczasowych obszarów pokazowych w tych celach.

Zagadnienia dotyczące planowania i obiektów demonstracyjnych wymagające dalszych badań i rozwoju:

- Efektywne wykorzystanie danych ze skanowania laserowego do opracowania narzędzi planowania.
- Opracowanie cyfrowych narzędzi planowania, które łączą technologię GIS z najlepszymi praktykami.
- Opracowanie narzędzi do kalkulacji wymiarów urządzeń ochrony wód.
- Uwzględnienie metod kalkulacji kosztów i efektywności narzędzi planowania.
- Plany ochrony wód dla przedsięwzięć odwadniających i retencyjnych.
- Wykorzystanie narzędzi planowania ochrony wód obejmujących zasięgiem wszystkie analizowane zlewnie oraz uwzględnienie w nich wszelkich operacji leśnych mających wpływ na jakość wód.
- Wdrożenie zestawu narzędzi i najlepszych praktyk w zakresie planowania ochrony wód obejmujących: stawy i pułapki sedymentacyjne, tamy, obszary spływu powierzchniowego, regulacja odpływu, oczyszczalnie roślinne.
- Opracowanie systemu monitorowania wpływu różnych urządzeń ochrony wód oraz ich kombinacji z wykorzystaniem stałych i tymczasowych sieci lub obszarów badawczych.
- Harmonizacja metod kalkulacji ładunków pomiędzy krajami.
- Wymiana wiedzy pomiędzy krajami.
- Narzędzia powinny uwzględniać zróżnicowane warunki na obszarach w różnych krajach.
- Współpraca pomiędzy służbami leśnymi, a innymi użytkownikami terenów (rolnikami, myśliwymi, rybakami).
- Ustanowienie obszarów demonstracyjnych w celach edukacyjnych obejmujących administrację leśną, właścicieli lasów oraz przedsiębiorców leśnych, jak również wykorzystywanych w szkoleniach dotyczących metod ochrony wód oraz wdrożenie najlepszych praktyk.
- Ustanowienie stałych obszarów demonstracyjnych uwzględniających zarówno różnice geograficzne, jak i różnice w urządzeniach ochrony wód. Obszary te powinny być zlokalizowane w dogodnych miejscach, tj. w pobliżu głównych miast celem obniżenia kosztów podróży. Potrzebne są również dobre materiały pomocnicze.
- Obszary pokazujące wykorzystanie terenów podmokłych w charakterze obszarów łowieckich, które powinny być umieszczone w sieci obszarów

demonstracyjnych. Istnieją już w Finlandii (www.kosteikko.fi; 10 obszarów opisanych w jęz. angielskim).

6. Odwadnianie w lasach, a dokumenty prawne i systemy certyfikacyjne

Legislacja

Większość krajów w regionie Morza Bałtyckiego jest członkami Unii Europejskiej i wdrożyło w swoich legislacjach krajowych Ramową Dyrektywę Wodną UE (WFD 2000/60/EC) oraz inne dyrektywy związane z zasobami wodnymi. Ramowa Dyrektywa Wodna ma na celu osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego wszystkich wód w UE oraz zawiera standardy jakości dla substancji niebezpiecznych w wodach. Kwestia odwadniania lasów nie została poruszona w Ramowej Dyrektywie Wodnej. Jednakże w Estonii, Finlandii, na Łotwie, a także w Polsce, aby wykonać system odwadniający w lasach, należy konieczne jest przejście przez procedurę określoną w Dyrektywie w sprawie oddziaływania na środowisko (*Environment Impact Assessment Directive* 2011/92/EU) (>200 ha w Finlandii oraz >100 ha w Estonii i na Łotwie).

Tabela 3. Wydajność różnych narzędzi ochrony wód stosowanych w celu zatrzymywania zawieszin stałych, fosforu oraz azotu (% odpływu) po przeprowadzeniu konserwacji rowów. Tabela zawiera średnią wartość, zakres oraz liczbę obszarów badawczych.

	Zawiesiny ciał stałych	n	Fosfor	n	Azot	n
Stawy sedimentacyjne	-25% (-50% – +28%)	40 ¹	±0% ²	37 ³	±0 ²	37 ³
Obszary spływu powierzchniowego	-50% (-100% – +10%)	9 ⁴	±0% ²	10 ⁴	-78% – ±0% ²	9 ⁴
Modelowanie odpływu szczytowego	-86%	7 ⁵	-67% ⁶	7 ⁵	±0 ⁶	7 ⁵
Oczyszczalnie roślinne	-16% – -76%	2 ⁷	±0% ²	2	±0 ²	2

¹ Joensuu i in. 1999

² Rozpuszczony fosfor lub azot

³ Joensuu i in. 2002

⁴ Hynninen i in. 2011, Nieminen i in. 2010, Saari i in. 2010a, Saari i in. 2010b, Saari i in. 2013

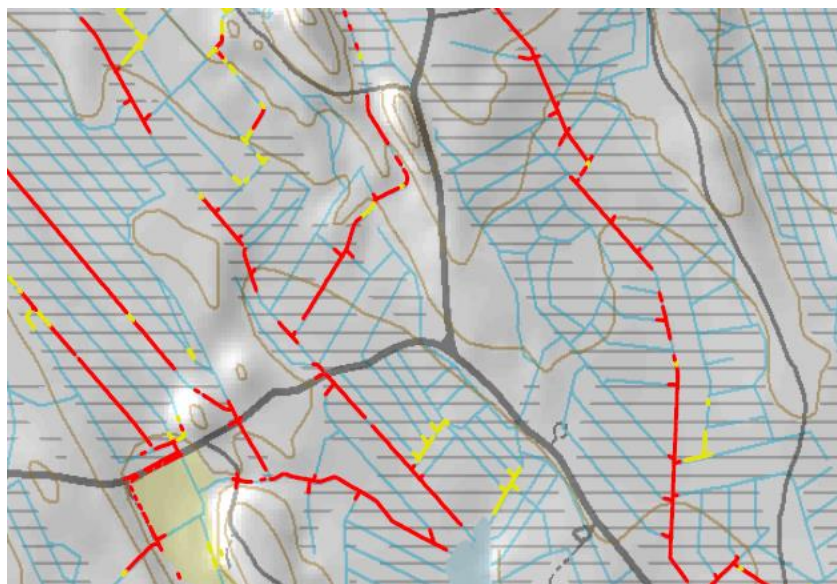
⁵ Marttila i Kløve 2009, Marttila i in. 2010

⁶ Fosfor niefilrowany

⁷ Joensuu i in. 2012

Krajowe systemy legislacyjne dotyczące odwadniania lasów różnią się pomiędzy poszczególnymi krajami regionu Morza Bałtyckiego. W Estonii, ustanowienie nowego systemu odwadniania jest zabronione (Ustawa o ochronie przyrody z dn. 1.7.2015). Ustawa prawo wodne (18.1.2016) reguluje środki ochrony wód, a Ustawa w sprawie poprawy jakości gruntów (4.9.2015) reguluje parametry techniczne systemów odwadniania. Na Litwie parametry techniczne odwadniania reguluje Ustawa w sprawie odwadniania (9.12.1993). Na Łotwie, Ustawa w sprawie ameliacji zawiera ogólne zalecenia dotyczące systemów odwadniania oraz ich utrzymania (Ustawa z dnia 25.1.2010), jednak techniczne parametry systemów odwadniania określa Rozporządzenie Nr 329 “dotyczące łotewskiego standardu budowlanego LBN 224-15” (30.6.2015). W Finlandii (Ustawa prawo wodne, 2011/587) i Szwecji organy władzy należy zawiadamiać z wyprzedzeniem o wszelkich działaniach odwadniających, a w Szwecji, aby wykonać nowe odwodnienie, należy uzyskać zgodę władz (Ustawa o leśnictwie 1979/429 oraz Kodeks środowiskowy 1998/808). W Finlandii, czynności odwadniające, które są dotowane przez rząd, zgodnie z Ustawą w sprawie finansowania zrównoważonego leśnictwa (2015/34) muszą posiadać zatwierdzony plan ochrony wód. W Polsce wymagane jest zezwolenie na prowadzenie inwestycji w zakresie infrastruktury wodnej (Ustawa prawo wodne, 2001).

W ostatnim czasie, w wielu krajach regionu Morza Bałtyckiego legislacja w zakresie ochrony wód i lasów została zmieniona; zatem nie są planowane dalsze zmiany. Jednakże, niektóre kraje regionu Morza Bałtyckiego nadal potrzebują dalszej harmonizacji w zakresie wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej. W przypadku kolejnego przeglądu legislacji w zakresie poprawy ochrony wód należy kierować się zasadą, że „korzyści muszą zrekompensować szkody”.



Rys. 2. Mapa obszaru odwadniania oraz wynik analizy RLGis. Pokazuje rowy o dużym (kolor czerwony), średnim (żółty) i niskim (niebieski) zagrożeniu erozją. Na mapie oznaczono również drogę leśną (linia szara) oraz warstwy (linie jasnobrązowe). Analiza została wykonana przez Fińskie Centrum Leśne.

Certyfikacja lasów

W krajach regionu Morza Bałtyckiego obszary leśne objęte dobrowolnym certyfikatem FSC (*The Forest Stewardship Council*) stanowią od 6% do 57%, a obszary objęte certyfikatem PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*) stanowią od 23% do 79%. Jednakże, lasy mogą posiadać certyfikaty obu systemów. Oba systemy są wdrażane zgodnie z normami krajowymi opracowywanymi niezależnie w poszczególnych krajach i wymagają przestrzegania stosownych przepisów krajowych.

Podstawową zasadą jest, że jeżeli regulacje są zawarte w aktach prawnych, nie są już rozwijane w standardach certyfikacji i odwrotnie. Jeżeli ustawy nie określają przepisów ani szczegółów, mogą być one zawarte w standardach certyfikacyjnych. W ten sposób, w niektórych krajach, w normach certyfikacyjnych zawarte są szczegółowe przepisy. Oba systemy certyfikacji zawierają specyficzne normy krajowe dotyczące odwadniania lasów.



Zdjęcie 10. Utrzymanie sieci rowów w Finlandii. Fot.: Markku Saarinen

W Finlandii i Szwecji oba systemy zezwalają na odwadnianie wyłącznie na wcześniej odwodnionych torfowiskach i wyłącznie na obszarach, gdzie przyrost drzew po pierwszym odwadnianiu uległ poprawie. Ponadto, w Finlandii, na Łotwie i w Szwecji oba systemy ustanawiają wysoki priorytet dla kwestii ochrony bioróżnorodności. W Szwecji, na Łotwie i w Finlandii, system PEFC wymaga podejmowania środków w celu zatrzymania wnoszenia osadów do wód powierzchniowych. W Szwecji, system FSC nakłada obowiązek budowania stawów sedymentacyjnych.

Zarówno w Finlandii, jak i w Szwecji, system FSC nie zezwala na bezpośredni spływ wody z rowów do wód powierzchniowych. Oznacza to, że pomiędzy obszarem odwodnienia, a zbiornikiem wodnym powinna być pozostawiony nieodwodniony las nadbrzeżny. Ponadto, w Finlandii kopanie rowów nie jest dozwolone na glebach bogatych w siarczany oraz w miejscach narażonych w dużym stopniu na erozję (Zdjęcie 10). W Polsce, oba systemy kładą nacisk na retencjonowanie wody w lasach. Ogólnie, regulacje w zakresie ochrony wód ustanowione systemem certyfikatu FSC są bardziej szczegółowe i rygorystyczne niż regulacje systemu certyfikacji PEFC. Aby określić, który system jest bardziej efektywny w ochronie wód, należałoby przeprowadzić odpowiednią ewaluację.

Wytyczne

W Finlandii i na Litwie dostępne są specjalne wytyczne odnośnie odwadniania lasów przeznaczone dla właścicieli lasów i zarządców lasów. W Finlandii zawierają one szczegółowe instrukcje na temat projektowania urządzeń ochrony wody:

(<http://tapio.fi/julkaisut-ja-raportit/metsanhoidon-suositukset-verkkojulkaisut/>).

Wszystkie kraje regionu Morza Bałtyckiego powinny opracować publicznie dostępne wytyczne zawierające najlepsze praktyki w zakresie ochrony wód znane w pozostałych krajach. Nowe wytyczne powinny uwzględniać różnice krajowe w warunkach glebowych i rodzajach roślinności.

7. Więcej informacji

Strony projektu WAMBAF:

<http://www.skogsstyrelsen.se/en/AUTHORITY/International-activities/WAMBAF/>

https://www.interreg-Baltic.eu/fileadmin/user_upload/about_programme/Cooperation_priorities/P2_Natural_resources/R011_Water_management_in_Baltic_forests.pdf

Literatura

Ahtiainen M, Huttunen P (1999) Long-term effects of forestry managements on water quality and loading in brooks. *Boreal Environmental Research* 4:101–114.

Finér L, Mattsson T, Joensuu S, Koivusalo H, Laurén A, Makkonen T, Nieminen M, Tattari S, Ahti E, Kortelainen P, Koskiahio J, Leinonen A, Nevalainen R, Piirainen S, Saarelainen J, Sarkkola S, Vuollekoski M (2010) Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. *Suomen ympäristö* 10, 33 pages.

Hynninen A, Sarkkola S, Laurén A, Koivusalo H, Nieminen M (2011) Capacity of riparian buffer areas to reduce ammonium export originating from ditch network maintenance areas in peatlands drained for forestry. *Boreal Environment Research* 16: 430–440.

- Joensuu S, Kauppila M, Tenhola T, Lindén M, Vuollekoski M (2012) Kosteikot metsätaloudessa –selvitys. Retrieved from <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BB87387EB-54B0-44CB-98A0-7725E67BE05D%7D/91694>, 23.2.2017.
- Joensuu S, Ahti E, Vuollekoski M (2002) Effects of ditch network maintenance on the chemistry of run-off water from peatland forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 238–247.
- Joensuu S, Ahti E, Vuollekoski M (1999) The effects of peatland forest ditch maintenance on suspended solids in runoff. *Boreal Environmental Research* 4: 343–355
- Launiainen S, Sarkkola S, Laurén A, Puustinen M, Tattari S, Mattsson T, Piirainen S, Heinonen J, Alakukku L, Finér L (2014) KUSTAA –työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaan. Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 33, 55 pages.
- Libiete Z (2015) Pārskats par pētījuma (līgums nr. L-KC-11-0004) "Metodes un tehnoloģijas meža kapitālvērtības palielināšanai" virziena "mežsaimniecisko darbību ietekmes uz vidi un bioloģisko daudzveidību izpēti" ceturrtā etapa darba uzdevumu izpildi 196.
- Marttila H, Vuori K, Hökkä H, Jämsen J, Kløve B (2010) Framework for designing and applying peak runoff control structures for peatland forestry conditions. *Forest Ecology and Management* 260: 1262–1273
- Marttila H, Kløve B (2009) Managing runoff, water quality and erosion in peatland forestry by peak runoff control. *Ecological Engineering* 36: 900–911
- Montanarella L, Jones RA, Hiederer R (2006) The distribution of peatland in Europe. *Mires and Peat* 1:10.
- Nieminen M, Ahti E, Koivusalo H, Mattsson T, Sarkkola S, Laurén A (2010) Export of suspended solids and dissolved elements from peatland areas after ditch network maintenance in South-Central Finland. *Silva Fennica* 44(1): 39–49.
- Paavilainen E, Päivänen J (1995) *Peatland Forestry: Ecology and Principles*. Ecological studies 111, Springer, New York, NY, 250 pages.
- Päivänen J, Hånell B (2012) *Peatland Ecology and Forestry – a Sound Approach*. University of Helsinki, Department of Forest Sciences Publications 3, 267 pages.
- Peltola A (2014) *Finnish Statistical Yearbook of Forestry*, Helsinki, 428 pages.

Ruseckas J, Urbaitis G (2013) Sausinimo Tinklų Miškuose Būklės Vertinimo ir Renatūralizacijos Tyrimų Metodika. Lithuanian Centre for Agriculture and Forestry, Lutute.

Saari P (2014) Dynamics of vegetation, nitrogen and carbon as indicators of the operations of peatland buffers. Dissertationes Forestales 173, University of Eastern Finland, 49 pages.

Saari P, Saarnio S, Saari V, Heinonen J, Alm J (2010a) Initial effects of forestry operations on N₂O and vegetation dynamics in a boreal peatland buffer. Plant and Soil 330: 149–162.

Saari P, Saarnio S, Heinonen J, Alm J (2013) Emissions and dynamics of N₂O in a buffer wetland receiving water flows from forested peatland. Boreal Environment Research 18:164–180.

Saari P, Saari V, Luotonen H, Alm J (2010b) vegetation change in peatland buffers as an indicator of active areas of run-on from forestry. Annales Botanici Fennici 47: 425–438.

Sarkkola S, Nieminen M, Koivusalo H, Laurén A, Ahti E, Launiainen S, Nikinmaa E, Marttila H, Laine J, Hökkä H (2013) Domination of growing-season evapotranspiration over runoff makes ditch network maintenance in mature peatland forests questionable. Mires and Peat 11:1–11

Silvan N (2005) Nutrient retention in a restored peatland buffer. University of Helsinki, Department of Forest Ecology Publication 32, 44 pages.

Simonsson P (1987) Skogs- och myrdikningens miljökonsekvenser – Slutrapport från ett projektområde. Naturvårdsverket, Rapport 3270, 196 pages.

Taminskas J, Pileckas M, Šimanauskienė R, Linkevičienė R (2011) Lithuanian wetlands: classification and distribution. Baltica 24: 151–162.

Wiśniewski S (1996) Dotychczasowe metody regulacji stosunków wodnych w lasach i ich efekty. Sylwan 140: 75–83.

Autorzy

Piirainen, S.¹, Finér, L.¹, Andersson, E.², Armolaitis, K.³, Belova, O.³, Čiuldienė, D.³, Futter, M.⁴, Gil, W.⁵, Glazko, Z.⁶, Hiltunen, T.⁷, Högbom, L.⁸, Janek, M.⁵, Joensuu, S.⁹, Jägrud, L.¹⁰, Libiete, Z.¹¹, Lode, E.¹², Löfgren, S.⁴, Pierzgałski, E.⁵, Sikström, U.⁸, Zarins, J.⁵ oraz Thorell, D.¹³

Jednostki współpracujące

1. Natural Resource Institute Finland (Luke), P.O. Box 68, FI-80101 Joensuu, Finland, sirpa.piiirainen@luke.fi, leena.finer@luke.fi
2. Swedish Forest Agency. P.O. Box 284, SE-90106 Umeå, Sweden, elisabet.andersson@skogstyrelsen.se
3. Institute of Forestry of Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Liepų str. 1, LT-53101 Girionys, Kaunas distr., Lithuania, d.ciuldiene@gmail.com, Olgirda Belova: baltic.forestry@mi.lt, kestutis.armolaitis@mi.lt
4. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Dept. of Aquatic Sciences and Assessment, Box 7050, SE-75007 Uppsala, Sweden, martyn.futter@slu.se, stefan.lofgren@slu.se
5. Instytut Badawczy Leśnictwa (IBL), Sekocin Stary ul. Braci Leśnej nr 3, 05-090 Raszyn, Poland, W.Gil@ibles.waw.pl, M.Janek@ibles.waw.pl, E.Pierzgalski@ibles.waw.pl
6. Ministry of Environment of the Republic of Lithuania, A. Jakšto g. 4/9, LT-01105 Vilnius, Lithuania, zbignev.glazko@am.lt
7. Metsähallitus, Keskustie 35, FI-35300 Orivesi, Finland, timo.hiltunen@metsa.fi
8. Skogforsk, Uppsala Science Park, SE-751 83 Uppsala, Sweden, ulf.sikstrom@skogforsk.se, lars.hogbom@skogforsk.se
9. Tapio, Maistraatinportti 4 A, FI-00240 Helsinki, Finland, samuli.joensuu@tapio.fi
10. Swedish Forest Agency, Frihamnen 16 B, SE-41755 Göteborg, Sweden, linnea.jagrud@skogsstyrelsen.se
11. Latvian State Forest Research Institute (Silava), Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169, Latvia, zane.libiete@silava.lv

12. Tallinn University Institute of Ecology, Uus-Sadama 5, 10120 Tallinn, Estonia, elve.lode@gmail.com
13. Swedish Forest Agency, Box 343, SE-50113 Borås, Sweden, daniel.thorell@skogstyrelsen.se