

METODYKA OCHRONY ZASOBÓW WODNYCH LEŚNYCH OBSZARÓW MOKRADŁOWYCH

**Antoni T. Miler, Bogusław Kamiński, Andrzej Czerniak,
Sylwester Grajewski, Bernard Okoński, Małgorzata Korżak,
Anna Krysztofiak, Agata Poszyler-Adamska**

Abstrakt

Pod pojęciem leśne obszary mokradłowe określane są ekosystemy leśne znacznie uwilgotnione. Tereny zakwalifikowane w opisach taksacyjnych jako: bory bagienne (Bb), bory mieszane bagienne (BMb), lasy mieszane bagienne (LMb), olsy (Ol), olsy jesionowe (Olj) i lasy łęgowe (Lł). Średnie stany wód gruntowych powinny na tych obszarach zalegać płycej niż 1 m pod powierzchnią terenu. Działania, które należy podejmować dla ochrony leśnych obszarów mokradłowych powinny przebiegać w czterech etapach: inwentaryzacja (opis stanu bieżącego), identyfikacja zagrożeń (oszacowanie bilansów wodnych), ustalenie zakresu ochrony (bierna lub bierna i czynna), monitorowanie („śledzenie” efektów). W pracy przedstawiono szczegółowo praktyczne metody ochrony biernej i czynnej dla ochrony zasobów wodnych obszarów mokradłowych.

PROTECTION METHODS OF WATER RESOURCES OF FOREST MARSHLAND

Abstract

The term of forest's marshland areas is referred to forest areas and ecosystems significantly wetted. These areas are classified in stands descriptions as: swamp coniferous forest (Bb in Polish standards), swamp mixed coniferous forest (BMb), swamp mixed broad-leaved forest (LMb), alder forest (Ol), ash-alder forest (Olj) and flood plain forest (Lł). The average ground waters level should be shallower than 1 m under the ground surface on those areas. Actions which ought to be taken for forest's marshland areas protection should go ahead in four steps: stock-taking (current state description), danger identification (water's balances estimate), protection range establishment (passive or passive and active), monitoring (effects "controlling"). The study presents in detail practical methods of passive and active protection which can be used in marshlands areas water resources protection.

Wstęp

Duże znaczenie dla ochrony terenów mokradłowych miało ratyfikowanie przez Polskę Konwencji Ramsarskiej i innych międzynarodowych umów, mających ważne znaczenie dla obszarów wodno-błotnych. W prawie krajowym również można znaleźć coraz więcej ustaleń, które mogą stanowić podstawę ochrony przyrodniczej mokradeł (Ustawa o Ochronie Przyrody, Prawo Ochrony Środowiska, Prawo Wodne, Ustawa o Lasach i rozporządzenia Dyrekcji Lasów Państwowych, Prawo Geologiczne i Górnicze, Ustawa o Ochronie Gruntów Rolnych i Leśnych, Ustawa o Zagospodarowaniu Przestrzennym, Prawo Budowlane). Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej stworzyło również szanse wykorzystania kolejnych instrumentów ochrony przyrody (sieć obszarów chronionych Natura 2000).

Pod pojęciem leśne mokradła określane są ekosystemy leśne, znacznie uwilgotnione, do których należy wstępnie zaliczyć te tereny, które w opisach taksacyjnych zakwalifikowano jako: Bb, BMb, LMb, Ol, OIJ i Lł. Ostatecznie o zakwalifikowaniu danej powierzchni do mokradeł można zdecydować dopiero po wizji w terenie i ocenie położenia zwierciadła wody gruntowej. Średni stan wody gruntowej na obszarach zakwalifikowanych jako leśne mokradła powinien być w zakresie 0÷100 cm poniżej powierzchni terenu, okresowo woda może również stagnować na powierzchni. Przy kwalifikowaniu obszarów można też posiłkować się występowaniem gatunków hydrofilnych. Przy korzystaniu z materiałów archiwalnych, z opisami stonków wodnych danego terenu, należy zachować dużą ostrożność, gdyż nawet te opracowane kilkanaście lat temu mogą być już nieaktualne.

Działania, które należy podejmować dla ochrony leśnych obszarów mokradłowych powinny przebiegać w czterech etapach:

- 1) inwentaryzacja (opis stanu bieżącego),
- 2) identyfikacja zagrożeń (oszacowanie bilansów wodnych),
- 3) ustalenie zakresu ochrony (bierna lub bierna i czynna),
- 4) monitorowanie („śledzenie” efektów).

Przedstawiona w niniejszej pracy metodyka ochrony zasobów wodnych leśnych obszarów mokradłowych bazuje w dużej mierze na własnych badaniach autorów prowadzonych w latach 2004–2007 w Leśnym Kompleksie Promocyjnym Lasy Rychtałskie (Miler i in. 2004, 2005, 2006, 2007).

Celem pracy jest przedstawienie swoistego algorytmu postępowania jaki należy przynajmniej w części wykonać, aby efektywnie prowadzić ochronę wód w leśnych obszarach mokradłowych.

Inwentaryzacja leśnych obszarów mokradłowych

Po zakwalifikowaniu danych terenów do leśnych obszarów mokradłowych należy ocenić obszary, z których są one zasilane (ich zlewnie). Zazwyczaj oceniamy tylko zlewnie topograficzne, tzn. oszacowane na podstawie ukształtowania terenu. Dla wykonania takich ocen najbardziej przydatne są mapy topograficzne w skali

1:25.000 lub 1:10.000. Po określeniu obszarów zasilania należy leśne obszary mokradłowe zakwalifikować do dwóch zasadniczych grup: mokradła zasilane jedynie z opadów atmosferycznych oraz mokradła zasilane z opadów atmosferycznych i wód spływających z terenów wyżej położonych. Te pierwsze można określić jako mokradła ombrogeniczne, natomiast drugie jako mokradła przepływowe lub dolinowe, gdyż występują zazwyczaj w dolinach cieków.

Oznaczanie jakości wód powierzchniowych i gruntowych jest zasadne jedynie dla mokradeł przepływowych, bowiem mokradła ombrogeniczne zasadniczo mają wody wysokiej czystości. Próbkę wód do oznaczeń biogenów (azotany, azotyny, azot amonowy, fosforany) w przypadku dopływu wód z terenów użytkowanych rolniczo powinno pobierać się w marcu/kwietniu. Natomiast przy dopływach wód z terenów z punktowymi lub liniowymi źródłami zanieczyszczeń próbki wód i gleby do oznaczeń metali ciężkich (chrom, cynk, kadm, miedź, nikiel, ołów, żelazo) powinno pobierać się w lipcu/sierpniu. Jedynie przy wyraźnie podwyższonych ww. wskaźnikach zanieczyszczeń zasadne jest rozszerzenie zakresu oznaczeń.

Zagrożenia leśnych obszarów mokradłowych

Szczególnie zagrożone degradacją są mokradła ombrogeniczne ze względu na niekorzystne zmiany klimatyczne (malenie opadów atmosferycznych, wzrost temperatur powietrza). Dodatni trend temperatur powietrza będzie niewątpliwie stymulował wzrost ewapotranspiracji, lecz ta zależy, jak wiadomo, od wielu czynników m.in. od dostępności wody. Zatem w prognozie zmian stosunków wodnych można przyjąć założenie, że ewapotranspiracja nie będzie ulegać istotnym zmianom. Odpływ z tychże terenów jest tak niewielki, iż oczywiście można jego zmiany pominąć w prognozach. Ostatecznie, prognozę zmian stosunków wodnych mokradeł ombrogenicznych, wyrażającą się zmianami stanów wód gruntowych, oprócz można na ujemnym trendzie sum rocznych opadów atmosferycznych. Jeżeli przyjąć założenie, że istotne zmiany w ekosystemach mokradłowych będą zachodzić, gdy średni poziom wód gruntowych spadnie o około 50% (o około 50 cm), na skutek malejących sum rocznych opadów atmosferycznych na poziomie $-1,5$ mm/rok, to można szacować, że nastąpi to po około 100 latach.

Niestety opady atmosferyczne mają charakter bardzo lokalny. Zatem szacowanie zagrożenia, degradacji (odwodnienia) leśnych mokradeł ombrogenicznych należy rozważać indywidualnie. Należy obliczyć trend sum rocznych opadów atmosferycznych dla najbliższego położonego posterunku opadowego (IMGW) z serii minimum 25 lat. O ile okaże się, iż ów trend [mm/rok] jest co do bezwzględnej wartości większy od 0,2% sumy rocznej opadu atmosferycznego [mm], to należy liczyć się z poważnym zagrożeniem odwodnienia mokradeł.

Leśne obszary mokradłowe zasilane ombrogenicznie praktycznie nie wykazują akumulacji zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego. Wskazują na to jednoznacznie wyniki oznaczanych biogenów czy metali ciężkich. Nie stwierdzono też podwyższonych ilości dioksyn. Zatem środowisko glebowo-wodne tychże obszarów

pod względem chemicznym nie stanowi zagrożenia dla sąsiadujących kompleksów leśnych.

Natomiast w przypadku leśnych mokradeł zasilanych wodami napływowymi z obszarów użytkowanych rolniczo można spodziewać się w wodach zarówno powierzchniowych i gruntowych zwiększonych ilości substancji biogenych (związków azotu i fosforu). Próbkę do kontroli czystości wód powinno się pobrać wiosną tuż po okresie roztopowym (okres „zmywania” z pól).

W przypadku tychże leśnych mokradeł dolinowych w sytuacjach występowania w ich zlewniach punktowych lub liniowych (drogi) źródeł zanieczyszczeń powinno się kontrolnie oznaczyć głównie zawartość metali ciężkich. Próbkę wód i gleby do kontroli powinno pobierać się w okresie letnim (spodziewane największe stężenia zanieczyszczeń).

Szczególny, niekiedy trudny do jednoznacznego rozstrzygnięcia problem, stanowią drogi w leśnych terenach mokradłowych. Podłoże gruntowe dróg wiodących przez tereny zabagnione najczęściej należy do „słabonośnych”. Najniższą nośnością cechują się grunty organiczne. Im słabszy rozkład warstwy organicznej oraz grubsze złoże i płytsze jego zaleganie, tym gorsze warunki nośności. W przypadku mineralnych gruntów zabagnienie powstaje, gdy w profilu podłoża występują utwory o niskiej przepuszczalności (piaski gliniaste, pyły, gliny, gliny związane, ility). W warunkach płytko zalegającego zwierciadła wód gruntowych (do 1 m poniżej powierzchni terenu), podłoże takie odznacza się wysoką wysadzinowością oraz niską nośnością.

Zatem wybór właściwej technologii budowy drogi leśnej na terenach mokradłowych zależy głębokości lustra wody gruntowej, od rodzaju gruntu stanowiącego naturalne podłoże drogowe, jak również od wcześniejszych sposobów jego wzmocnienia oraz użytych do tego celu materiałów. Na terenach mokradłowych należy stosować nawierzchnie „pływające” z drewna, faszyny, geowłókniny lub geokraty.

W przypadku konieczności prowadzenia w sąsiedztwie terenów mokradłowych publicznych szlaków komunikacyjnych (kolejowych i drogowych) niezbędne jest zachowanie dotychczasowych korytarzy migracyjnych dla gadów, płazów i zwierząt większych. W tym celu należy w ramach kompensacji przyrodniczej wyznaczyć na inwestorze wykonanie przejść dolnych i górnych o parametrach technicznych optymalnych dla bytujących na danym terenie gatunków zwierząt.

Zakres ochrony leśnych obszarów mokradłowych

W przypadku mokradeł ombrogenicznych zasadna właściwie jest tylko ich ochrona bierna, która polega na objęciu danego obszaru ochroną prawną i pozostawieniu go „w spokoju”, tzn. bez zbędnej ingerencji. Ochrona bierna, syntetycznie ujmując, polega na zminimalizowaniu tzw. antropopresji. To znaczy ograniczaniu dopływu zanieczyszczeń punktowych i obszarowych poprzez tworzenie barier biogeochemicznych – głównie pasów drzew i krzewów, poprzez właściwą gospodarkę leśną – rębnie częściowe, stopniowe lub przerębnowe, ograniczenie do niezbędnego minimum zabiegów o charakterze sanitarnym i pielęgnacyjnym etc. Zatem, o ile to możliwe

leśne mokradła powinny funkcjonować bez zabiegów hodowlanych (naturalna sukcesja) z ograniczonym do minimum użytkowaniem tych lasów. Również sieć dróg na obszarach mokradłowych powinna być ograniczona do niezbędnego minimum. Należy zwrócić uwagę na fakt, iż na funkcjonowanie ekosystemów mokradłowych bardzo silnie wpływa tzw. strefa ekotonowa – styk mokradła i jego otoczenia.

Odptyw z leśnych terenów mokradłowych zasilanych ombrogenicznie wynosi jedynie 4–5% sumy opadów atmosferycznych, jakość wód powierzchniowych i gruntowych jest bardzo dobra (większość wskaźników mieściła się w I klasie czystości), gleby nie są zanieczyszczone – m.in. zawartość metali ciężkich oraz dioksyn odpowiada normom.

Zatem wskazanie objęcia ochroną bierną leśnych mokradeł ombrogenicznych wydaje się zadaniem łatwym do spełnienia. Oczywiście w kontekście wielofunkcyjnej gospodarki w lasach (funkcje: produkcyjne, ochronne i rekreacyjne) na tych terenach funkcja produkcyjna będzie miała charakter drugorzędny.

Odmienne w leśnych obszarach mokradłowych o zasilaniu z opadów atmosferycznych i poprzez dopływ z terenów wyżej położonych w ramach zlewni (w mokradłach dolinowych) należy stosować ochronę bierną i czynną. Ta pierwsza będzie polegała jw. na ograniczeniu antropopresji. Pod pojęciem ochrona czynna rozumie się zazwyczaj melioracje wodne takie, które nie ingerują zbytnio w biotop i fitocenozę. Można zatem polecać działania proste i tanie z wykorzystaniem materiałów naturalnych. W pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na zapobieganie odwodnieniu i odtworzenie zdegradowanych mokradeł w wyniku przesuszenia lub przesuszających się. Wskazówkami „czy i jak” należy postępować mogą być w dużej mierze dane historyczne dotyczące analizowanego biotopu względnie obszarów sąsiednich. Spośród różnych sposobów ograniczania odpływu, zwiększania tzw. małej retencji należy wskazać na zasadność budowy stałych zastawek drewnianych na ciekach. Budowle takie są stosunkowo tanie, mogą być wykonane sposobem gospodarczym, nie wymagają obsługi oraz są stosunkowo odporne na wandalizm. Do innych, również zalecanych dla ograniczenia odpływu z mokradeł, budowli można zaliczyć: zastawki z tworzyw sztucznych, zastawki z regulowanym poziomem wody, regulowane zastawki betonowe (w ograniczonym zakresie), przelewy regulowane z elastyczną rurą, przegrody z torfu, progi denne, jak również likwidację całych rowów melioracyjnych. Przygotowując projekty, a następnie wykonując inwestycje w terenie dotyczące ochrony mokradeł należy zwrócić uwagę na możliwe przywrócenie naturalnego charakteru cieków, odtworzenie drobnych zbiorników wodnych oraz na optymalne ukształtowanie ewentualnych sztucznych zbiorników wodnych w tym i stawów rybnych (urozmaiconą budową morfologiczną). Specyficznym typem zbiorników są tzw. stawy bobrowe, powstające w wyniku spiętrzenia wody w ciekach przez bobry. Działalność ich ma istotny wpływ na charakter cieków i ich dolin (podwyższanie poziomu wody, zmiana struktury i składu gatunkowego roślinności w dolinie, odtworzenie lub zwiększenie populacji bezkręgowców, ryb, płazów, ptaków i drobnych ssaków).

Generalnie ochrona bierna wydaje się zasadna dla niezdegradowanych leśnych obszarów mokradłowych takich jak np. olsy i łągi źródłiskowe, naturalne bory i brzeziny

bagienne. Natomiast dodatkowo ochroną czynną powinny być objęte obszary zdegradowane np. przesuszone olsy i łągi, przesuszone bory bagienne.

Konkretne rozwiązanie np. wybudowanie stałej zastawki powinno być poprzedzone rozpoznaniem wielkości współczynnika odpływu, tzn. stosunku wskaźnika odpływu do sumy opadu atmosferycznego w okresie bilansowym jakim jest zazwyczaj rok. O ile okaże się, że obliczony współczynnik odpływu jest większy od 0,1 to zasadne jest wybudowanie urządzenia piętrzącego. W przeciwnym wypadku taka zabudowa cieków jest mało efektywna.

Należy zaznaczyć, że do obliczania odpływów z obszarów mokradłowych nie należy stosować wzorów empirycznych, bowiem błąd przy ich zastosowaniu może sięgać nawet kilkuset procent. Zdecydowanie korzystniejsze są nawet sporadyczne pomiary terenowe.

Jak wykazały badania autorów niniejszych wytycznych poprzez kaskadę stałych drewnianych zastawek można zwiększyć czas odpływu wód wezbraniowych (retencyjność) o około 50%. Jest to bardzo istotne zwiększenie małej retencji rozumianej jako wszelkie działania powodujące wydłużenie czasu i drogi obiegu wody w zlewni (z jednoczesnym zwiększeniem się jej samooczyszczania).

Zaleca się prowadzić prace melioracyjne głównie jako tzw. melioracje szczegółowe. Według obecnie obowiązującego Prawa Wodnego z 2001 roku (z późniejszymi nowelizacjami) wymagają one, co prawda (od 01.01.2002 roku) uzyskania pozwolenia wodno-prawnego w starostwie, ale nie jest konieczne uzyskanie pozwolenia na budowę (za wyjątkiem rezerwatów, parków narodowych i parków krajobrazowych). Prace, które można kwalifikować jako melioracje szczegółowe dotyczą rowów o szerokości w dnie do 1,5 m (w ujściu) oraz piętrzeń poniżej 1 m, w tym również dotyczy to wód stojących na terenach należących do właściciela (stosowne nadleśnictwo). Powyższe dotyczy rowów (bez nazwy), ale nie cieków. O tym czy „coś” jest rowem czy ciekami decyduje wpis w ewidencji gruntów.

Prawo Wodne dopuszcza również możliwość przejścia od Skarbu Państwa prawa własności przez nadleśnictwo w stosunku do cieków o przepływie średnim do 2 m³/s (Prawo Wodne, art. 11, p.1a, 1b). (W tym przypadku stosowne starania należy podjąć u marszałka województwa.)

W przypadku śródleśnych torfowisk ich bilans wodny bardzo silnie zależy od transpiracji lasu w bezpośrednim otoczeniu. Wykonanie zrębu zupełnego lasu przylegającego do torfowiska powoduje zmianę poziomu wody – najpierw jego podwyższenie, prowadzące często do zatopienia powierzchni torfowiska, a następnie, w miarę wzrostu uprawy, stopniowy spadek. Prowadzi to do szybkich i niekorzystnych zmian w strukturze gatunkowej roślinności. Na zboczach mis torfowisk, i w sąsiedztwie krawędzi torfowisk użytkowanie lasu rębnią zupełną, należy zastępować rębnią stopniową i przerębnową.

Bardzo silnie na funkcjonowanie ekosystemów mokradłowych wpływa tzw. strefa ekotonowa. W przypadku jezior i cieków w krajobrazie rolniczym, największym zewnętrznym zagrożeniem wydają się być obecnie tzw. zanieczyszczenia obszarowe, tzn. spływy biogenów z pól. Naturalna roślinność rosnąca przy ciekach i zbior-

nikach wodnych pełni funkcję tzw. bariery biogeochemicznej, skutecznie wychytującej substancje biogenne.

Alternatywą jest także sztuczne tworzenie barier biogeochemicznych na obrzeżach mokradel poprzez sadzenie roślinności drzewiastej i krzewiastej. Przy doborze gatunków należy uwzględniać warunki siedliskowe.

W sąsiedztwie mokradel należy ograniczać wszelkiego rodzaju prace ziemne, które w konsekwencji prowadzą do odwodnienia (głębokie wykopy drogowe, pozyskiwanie kopalin: piasku, żwiru, kredy jeziornej, torfu, węgla brunatnego itp.).

W niektórych przypadkach najlepszym rozwiązaniem chroniącym mokradło jest zasypianie rowów odwadniających. Wykorzystuje się do tego najczęściej materiał miejscowy, z najbliższego sąsiedztwa rowu, (lokalnie uszkodzona roślinność, w warunkach dostatecznego uwilgotnienia, dość szybko się regeneruje).

Przy poborze gruntu do zasypiania należy oszczędzać cenne stanowiska przyrodnicze.

Aby utrzymać określony poziom wody, często zachodzi potrzeba wybudowania bądź naprawy grobli czy wałów ziemnych. Blokowanie odpływu za pośrednictwem grobli ziemnych wymaga niekiedy odpowiedniego doboru sposobu odprowadzania nadmiaru wody.

Każdy ciek wodny jest układem dynamicznym i bez ingerencji człowieka, ulega spontanicznemu unaturalnieniu.

Skutecznym i tanim sposobem deregulacji koryt niewielkich cieków wodnych jest tworzenie przeszkód poprzez ścinanie lub przewracanie do koryta rosnących nad brzegiem drzew. Takie półnaturalne przeszkody spowalniają odpływ wody, nieznacznie podnosząc też jej poziom, a poprzez kierowanie prądu pod jeden z brzegów powodują jego szybsze podmywanie i przyspieszają meandryzację cieku.

Całkowita renaturyzacja możliwa jest w przypadku cieków niewielkich, płynących przez tereny ekstensywnie zagospodarowane lub wyłączone z użytkowania gospodarczego.

Procesy renaturyzacji rowów melioracyjnych i kanałów może zapoczątkować odpowiedni sposób czyszczenia z namulów i zarastającej je roślinności. Proces ten można wspomóc zsuwając co około 30 m naprzemianległe płyty ziemi z brzegów do rowu. Ten prosty zabieg pociąga za sobą wymuszenie powstania falistej linii nurtu, urozmaicenie brzegów (odcinki o różnym nachyleniu), mozaikowy rozwój roślinności ziemnowodnej, co dalej stymuluje proces meandryzacji.

Usuwanie warstwy powierzchniowej można przeprowadzać w obiektach silnie zdegradowanych, w których doszło do eutrofizacji wierzchniej warstwy gleby, np. w wyniku mineralizacji torfu, akumulacji substancji organicznej, stosowania nawozów, bądź dopływu biogenów z atmosfery. Zmineralizowany torf należy usunąć w całości, tak aby na powierzchni nie została warstwa izolująca.

Odtwarzane zbiorniki lub zbiorniki nowobudowane mogą stanowić rezerwuuar wody dla niżej położonych terenów mokradłowych. W przypadku obiektów przepływowych jest to zabieg stosunkowo prosty, polegający na niewielkim podpiętrzeniu czy stabilizacji stanu wody, budowie prostych piętrzeń drewnianych czy

kamiennych lub odbudowie dawnych, często dobrze zachowanych. Nawet w przypadkach wyraźnego okresowego deficytu wody w zasilającym zbiorniku cieku z przedsięwzięcia takiego nie należy rezygnować, gdy istnieje choćby szansa na zgromadzenie wiosennych wód roztopowych czy zatrzymanie wody w okresie zwiększonego zasilania po okresie opadów.

Częstą przyczyną wysychania oczek śródpolnych jest proces ich lądowacenia, związany z obniżaniem się poziomu wód gruntowych oraz przyspieszonym wypływaniem poprzez wzmożone nanoszenie materiału wraz z wodami dopływającymi ze zlewni. Metodą powstrzymania zanikania lub odtworzenia takiego zbiornika jest jego pogłębienie poprzez wybranie i wywiezienie części osadów.

Budowa nowych, sztucznych zbiorników wodnych polegająca na pogłębieniu istniejących oczek wodnych powinna być poprzedzona rozpoznaniem geotechnicznym. Przerwanie warstwy wodonośnej może spowodować odpływ wód do warstw przepuszczalnych.

Projektując optymalny przyrodniczo zbiornik należy przewidzieć:

- duże fragmenty płaskiego brzegu o małym nachyleniu,
- fragmenty pływicy i miejsca przegłębione,
- duże fragmenty zarośnięte roślinnością wodną lub błotną,
- różne nasłonecznienie lustra wody.

W przypadku nowo tworzonych zbiorników, jeśli nie powstały one w obrębie istniejącego mokradła, proces sukcesji roślinności i fauny jest zwykle długotrwały i zależy przede wszystkim od odległości od najbliższych źródeł kolonizacji. Jeśli odległość ta wynosi kilkadziesiąt czy kilkaset metrów, już po roku spodziewać się można naturalnej sukcesji w kierunku nowego ekosystemu. Przy większych odległościach należy podjąć próbę przyspieszenia kolonizacji, przywożąc np. płyty darni czy muł z najbliższego stawu. Możliwe jest także przeszczepianie płatów torfowców z rosnącymi wśród nich roślinami mszarnymi.

Celowa jest także introdukcja i reintrodukcja rodzimych gatunków ze świata zwierzęcego np. żółwi błotnych.

Przy budowie dróg w przypadku płytko zalegających gruntów organicznych można usunąć warstwę organiczną zastępując ją gruntem mineralnym o wyższej nośności (piaski grube, średnie lub ewentualnie drobne). Wymiana gruntu jest zabiegiem kosztownym, a wprowadzona warstwa gruntu mineralnego może stwarzać barierę dla swobodnego przepływu wód gruntowych – występuje wtedy zazwyczaj konieczność budowy dodatkowych przepustów. Ponadto, jeżeli droga gruntowa wcześniej była wzmocniana gruzem, żużlem, tłuczniem lub narzutem kamiennym, usuwanie tej warstwy jest zabiegiem nieopłacalnym, gdyż z gruntem usuwamy cenny materiał gruboziarnisty, który korzystnie wpływa na właściwości mechaniczne podłoża. W takim przypadku zaleca się wyprofilować podłoże, rozłożyć geowłókninę, wprowadzić warstwę odsączającą o grubości po zagęszczeniu 0,20–0,30 m. Na takiej podbudowie możemy wykonywać dowolną konstrukcję nawierzchni.

Budowa nawierzchni dróg leśnych na obszarach mokradłowych z udziałem geosyntetyków polimerowych jest wskazana, ponieważ materiały te są nietoksyczne oraz nie ulegają biodegradacji w zakwaszonym środowisku wodno-gruntowym.

Materiały zalecane na wykonanie warstwy górnej (zasyпка), bezpieczne dla środowiska to: pospółka lub pospółka gliniasta, kliniec o uziarnieniu 0–31 mm, tłuczeń drobny, niesort tłuczniowy oraz żwir niesortowany.

W celu uzyskania nawierzchni o wyższej nośności do jej konstrukcji można wprowadzić geoeokratę. Należy wówczas warstwę odsączającą rozłożyć na wyrównanym i zagęszczonym gruncie podłoża. Na zagęszczonej warstwie odsączającej rozkładamy geowłókninę, na niej rozpinamy geokratę o wysokości 0,10 m i całość zasypujemy dobrze zagęszczającym się materiałem. Grubość zagęszczonej warstwy powinna być wyższa o 8 cm od górnej krawędzi geoeokraty. Nośność tej nawierzchni w dużej mierze zależy od dobrego zagęszczenia zasyпки.

Badane przez autorów drogi z nawierzchnią gruntową na podłożu bagiennym w okresie całego roku nie spełniały warunków nośności stawianych drogom leśnym. Nośność nawierzchni twardych nie ulepszonych zależała od poziomu lustra wód gruntowych w podłożu.

Wszystkie nawierzchnie wzmocnione geosyntetykami na podłożu organicznym miały parametry nośności niższe od wymaganych dla dróg o kategorii ruchu odpowiadającej transportowi leśnemu. Jednak nawierzchnie te były przejezdne w najtrudniejszych warunkach wodnogruntowych, ponadto nie wykazywały trwałych odkształceń pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych. Świadczy to o ich wysokiej elastyczności. Analiza wyników badań na odcinkach dróg do budowy, których użyto geowłókniny i geokraty oraz samej tylko geowłókniny wskazuje, że wyniki są porównywalne. Dlatego też można stwierdzić, że użycie geokraty komórkowej do budowy dróg leśnych w warunkach dużego uwilgotnienia słabonośnego podłoża nie jest niezbędne. Podraża ono znacząco inwestycję, nie gwarantując zdecydowanego podniesienia nośności drogi.

Nośność nawierzchni zależy bardzo silnie od uwilgotnienia podłoża, stąd istnieje niekiedy konieczność odwodnienia korpusu drogowego.

Monitorowanie leśnych obszarów mokradłowych

Monitorowanie stosunków wodnych w leśnych obszarach mokradłowych można ograniczyć do pomiarów stanów wód gruntowych w kilku studzienkach położonych w obszarach dolinowych, zboczowych i wododziałowych zlewni tychże mokradel (w miejscach charakterystycznych). W tym celu należy wykonać studzienki pomiarowe – w wywierconych otworach najczęściej do głębokości 2 m należy umieścić ponacinane co 10 cm rurki PCV o średnicy 5 cm. Zmiany stanów wód gruntowych wystarczy mierzyć raz w miesiącu.

Dla sprawdzenia działania urządzenia piętrzącego np. zastawki należy zamontować łatę hydrometryczną. Obserwacje wystarczy wykonywać co tydzień, poza okresem roztopowym i okresami z deszczami nawalnymi kiedy to obserwacje powinny być prowadzone codziennie.

W przypadku stwierdzenia znacznych zanieczyszczeń należy kontrolować ich poziom pobierając próbki oraz wykonując corocznie stosowne oznaczenia laboratoryjne.

Pobieranie pierwiastków śladowych z gleb przez rośliny przekracza często ich zapotrzebowanie fizjologiczne. Prowadzone w Katedrze Inżynierii Leśnej AR w Poznaniu badania określające predyspozycję wybranych gatunków roślin do bioakumulacji pierwiastków śladowych i dioksyn wykazały, że cennymi bioindykatorami obecności zanieczyszczeń chemicznych na terenach mokradłowych mogą być brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth), topola osika (*Populus tremula* L.) oraz bagno zwyczajne (*Ledum palustre* L.).

Podsumowanie

Powyższe zagadnienia metodyczne mają oczywiście charakter w miarę ogólny. Nie jest bowiem możliwe wskazanie uniwersalnego szczegółowego algorytmu postępowania „dla każdego” obszaru mokradłowego. Szczegółowe rozwiązania, ustalenie metod postępowania etc. możliwe są dopiero po szczegółowym zinventaryzowaniu leśnego obszaru mokradłowego.

Literatura

Miler A.T., Kamiński B., Czerniak A., Grajewski S., Okoński B., Stasik R., Krysztofiak A., Sobalak M., Poszyler-Adamska A., Przysiecka K., Kamiński M. 2004, 2005, 2006, 2007. *Opracowanie strategii ochrony obszarów mokradłowych na terenie Leśnych Kompleksów Promocyjnych na przykładzie LKP Lasy Rychtałskie*. Sprawozdania etapowe za lata 2004, 2005, 2006 i końcowe 2007 dla DGLP (maszynopisy).

Antoni T. Miler¹
amiler@au.poznan.pl
Andrzej Czerniak¹
aczerni@au.poznan.pl
Bernard Okoński¹
okonski@au.poznan.pl
Anna Krysztofiak¹
annakrysztofiak@wp.pl

Bogusław Kamiński¹
Sylwester Grajewski¹
sylgraj@au.poznan.pl
Małgorzata Korzak¹
mkorzak@op.pl
Agata Poszyler-Adamska¹
agata_poszyler@tlen.pl

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Inżynierii Leśnej
<http://www.au.poznan.pl/katedra/kil/>